المرجع في

أنظمة التيار الخفيف

لمهندسي القوى الكهربية

2020

أ. د. محمود جيلاني

كلية الهندسة - جامعة القاهرة

www.drgilany.com

المـــرجع في أنظمة التيار الخفيف

لمهندسي القوى الكهربية

LOW CURRENT SYSTEMS

for Electrical Power Engineers

2020

أ.د. محمـــــود جيـــــــــلاني

الأستاذ بكلية الهندسة – جامعة القاهرة

www.drgilany.com

هذا الكتاب

وقفٌ لِلّٰه تعالى

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم لك الحمد كله ، ولك الملك كله ، وبيدك الخير كله ، وإليك يرجِع الأمرُ كُلُّه ، اللهم صل على محمد خاتم أنبيائك ورسلك. اللهم إني أبرأ من الثقة إلا بك. ومن الأمل إلا فيك ، ومن التسليم إلا لك ، ومن التفويض إلا إليك ، ومن التوكل إلا عليك ، ومن الرضا إلا عنك ، ومن الطلب إلا منك ، ومن الرجاء إلا فيك ، اللهم تتابع عليَّ برُك ، واتصل خيرُك ، وكَمُلّ عطاؤك ، وعمَّتْ فواضلك ، وتمتْ نوافلك ،

فاللهم أحسن ختامنا يا أرحم الراحمين.

تمهيد

أنظمة التيار الخفيف من الموضوعات التي تتميز بشيء غريب، فهي من أكثر الأنظمة انتشارا في المشروعات، وربما تتجاوز حجم أعمالها حجم التركيبات الكهربية نفسها، ثم هي مع ذلك لا تجد قسما معينا في كليات الهندسة يهتم بتدريسها، فمهندس القوى الكهربية يقوم بتنفيذ معظم هذه الأنظمة ولم يدرس منها شيئا تقريبا، ومهندس الاتصالات يقوم بتصميم معظم هذه الأنظمة، وهو لم يدرسها بعمق اللهم إلا معلومات محدودة من خلال بعض المقررات ، لكنه في الأغلب لا يدرس تصميم هذه الأنظمة في المباني والمشروعات، ويبدأ في تعلمها بعد التخرج من المهندسين الذين سبقوه ومن الكتالوجات، ومن خلال المشروعات عموما. وفى معظم الأحيان يكون تعلم هذه الأنظمة بطريقة آلية ، فهو يعرف كيفية اختيار وتوزيع المعدات دون معرفة أساسيات النظام.

وتكاد تخلو المكتبة العربية – وربما الأجنبية كذلك – من كتاب متخصص في هذه الأنظمة، فلم أجد سوى كتاب م حبيب منصور (80 صفحة) ، وهو مختص فقط بالمبادئ والقواعد الخاصة باستلام واختبار هذه الأنظمة ، وقد وضع فيه خبرته من أجل صياغة هذه القواعد ، ولكن كتابه أقرب إلى شرح كراسة الشروط والمواصفات لمثل هذه المشروعات دون شرح للأسس الفنية والتصميمية لها. وسوى ذلك ، فهناك بعض الاجتهادات المقدرة من مهندسين وضعوا خبراتهم في صورة كورسات تعليمية، وقد رجعت لمعظم هذه الكورسات واستفدت منها، وأثبت أسماءها في قائمة المراجع. لكن هذه الكورسات إما جاءت مختصرة لتناسب المجموعة الأوسع من المهندسين الذين لم يدرسوا قط هذه الأنظمة (معظم الأنظمة في أقل من 10 صفحات لكل نظام منها).

ومن هنا أظن أن هذا الكتاب الذي أقدمه ربما يكون فريدا من نوعه ليس فقط في حجمه (حوالي 370 صفحة)، ولا في تنوعه (قدمت فيه أكثر من 10 أنظمة)، لكنه – ومثل كتبي السابقة – حاولت في معظم الأنظمة أن أجمع بين الجانب الأكاديمي، فأقدم للموضوع بصورة علمية، ثم بعد ذلك يكون التطبيق على

نماذج من الواقع العملي الحقيقي، ولذا فالكتاب ليس الهدف منه شرح تصميم بل الهدف منه فهم الأصول التي يجب أن تفهم قبل أن تصمم أو قبل أن تنفذ عمليا أي تصميم .

ملاحظات هامة:

1- **الكتاب يمثل الحد الأدنى الذي يجب أن يعرفه مهندسي الكهرباء عموما (قوى واتصالات)، ولكن طلاب قسم الاتصالات يجب أن تكون دراستهم لهذه الأنظمة أكثر عمقا وتفصيلا.**

2- **الكتاب به العديد من النماذج العملية والمشروعات الحقيقية (شاركت في بعضها بالفعل) ، ولكن صور هذه المشاريع لا يمكن أن تظهر بوضوح مع حجم الصفحة الصغير ، لذا وضعت الصور بالكتاب – وأنا أعلم أنها غير واضحة – لكنى أضفت ملحقا لجميع رسومات الأتوكاد الخاصة بهذه المشاريع ، وهذا الملحق ستجده على الموقع : www.drgilany.com ، وبالتالي يمكنك رؤية جميع الصور الغير واضحة بمجرد فتح ملفات الكاد الأصلية المرفقة من الموقع.**

3- **وحيث أن الكتاب أراه جديدا في بابه ، لذا اعتبرته نسخة أولية قابلة للإضافة والتعديل ، وسأكون شاكرا لكل من يضيف إليه ويصوب أي أخطاء محتملة ، بحيث يمكن أن تكون هناك نسخة نهائية من الكتاب بعد أخذ جميع ملاحظاتكم في الاعتبار.**

4- **مرة أخرى ، للأسف بعض المكتبات دون أي وازع أخلاقى لحقوق الملكية تطبع الكتب دون إذن منى ، وللأسف لاتزال احترام ثقافة الوقف الخيري واحترام مجهود الآخرين مفقودة عند هؤلاء .**

خير الكلام:

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم

"إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث: صدقة جارية، أو علم ينتفع به، أو ولد صالح يدعو له" .....

و المؤلف يأمل أن يكون هذا الكتاب بحق: "صدقة جارية ، وعلم ينتفع به ، وأن يرزقنا دعاء الصالحين

أ.د محمود جيلاني

زهراء المعادي – 2020 .

للتواصل مع المؤلف:

drgilany@gmail.com

شكر وتقدير

- في البداية، أود أن أتقدم بخالص الشكر للمهندسة النابهة الجميلة **إيمـــان حسيـــن ســـالم** (LC Principal Eng. in ECG) – بنت أختي – فقد تعلمت بالفعل منها أسس هذه الأنظمة، ثم قامت مشكورة بمراجعة معظم فصول الكتاب فجزاها الله خيرا.
- ومن المجموعة الاستشارية "شاكر" أتقدم بخالص الشكر والتقدير للمهندس **محمد سيد على** Team-Leader (Low Current Dept) و المهندس **أحمد عصام أبو الذهب** Electrical Designer ، حيث قاموا مشكورين بمراجعة معظم فصول الكتاب.
- وخالص الشكر والتقدير للمهندس **سامح سعيد** Team-Leader في المجموعة الاستشارية شاكر سابقا ، وحاليا مدير قسم الـ MEP في El-Sewedy Education .
- كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للمهندس **رمضان سعيد** LC Principal Eng. ، والمهندس **سامح أشرف** Electrical Designer (الديار السعودية).
- ومن طلاب الجامعة الأمريكية الطالبة المميزة بقسم الاتصالات **نهى أبو قورة** التي راجعت بدقة الفصل الأول.

وأخيرا ، شكر خاص لمصمم الغلاف والموقع **يوسف محمود جيلانى** (الطالب بهندسة القاهرة).

قائمة المحتويات

Table of Contents

المقدمة

أعمال التيار الخفيف بالمشروعات الكبرى 2
المشاركة في الاجتماعات التحضرية 2
المشاركة في إعداد التقارير المبدئية 3
المشاركة في انتاج Conceptual design drawings 3
المرحلة الرابعة: الإعداد لطرح المشروع رسميا 3
تقدير أحمال التيار الخفيف 4

الفصل الأول : Data Network

ما هي شبكة الـــ DATA NETWORK؟ 1
فوائد الـــ Data Network الخاصة بالحاسبات 3
مكونات النظام NETWORK HARDWARE 4
Data Cable: 5
ماذا يقصد بالـــ Traffic ؟ 5
أنواع الكابلات 6
كابلات الألياف الضوئية Fiber optic cable: 7
مقارنة بين الألياف الضوئية والكابلات النحاسية: 9
ماذا يقصد بالـــ Structure Cabling System 10
Data Socket: 11
Patch Panel: 12
Patch cord: 13
Cable organizer: 13
وحدة توزيع الكهرباء داخل الراك 14
الـــ Data Network Switch 14
الـــ Router 17
الـــ Modem 18
الـــ Server 20

الراك (Rack): 21
خطوات تصميم الـ DATA NETWORK: 22
تذكر دائما: 22
أدوار مهندس القوى 26
نموذج تطبيقي 27
CODES & STANDARDS 33

الفصل الثانى : BMS System

لماذا نحتاج أنظمة إدارة البنايات؟ 35
مم يتألف نظام إدارة المباني BMS؟ 36
حجم منظومة الـ BMS 41
مثال آخر: نظام إدارة البناية BMS لمركز البيانات 45
مثال آخر عن التوفير عبر استخدام الـ BMS: 46
الفوائد المباشرة من تطبيق الـ BMS: 47
ما هي المباني التي يمكن أن نطبق بها النظام؟ 48

الفصل الثالث : Telephone Network

مقدمة تاريخية 49
أنواع أنظمة التلفونات 53
مكونات أنظمة التليفونات التقليدية 53
مخرج التليفون 53
صندوق التجميع الفرعى Telephone Box، TB 53
اللوحات الوسيطة Intermediate Distribution Frame (IDF) 54
صندوق التجميع الرئيسي (Main Distribution Frame) 56
السنترال الداخلي Private automatic branch exchange (PABX) 57
كابلات التليفونات 58
أمثلة على النظام التقليدي 60
المثال الثاني 62
مثال ثالث 63
الأنظمة الحديثة (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL، VOIP) 65
طرق تنفيذ نظام VOIP 66
التواصل مع شخص لديه تلفون عادى 66

شرح نظام الـ IP TELEPHONE 67
مكونات نظام الـ VOIP 69
ميزات الـ IP-PBX على السنترال الخاص التقليدي 71
نظام الـ IP-ENABLE 73
مثال لشبكة تلفونات IP: 73

الفصل الرابع : MATV

مقدمة تاريخية 75
تاريخ الراديو 76
تاريخ التلفزيون 78
آلية عمل البث التلفزيوني 78
تاريخ أنظمة الدش في مصر 79
الجيل الأول: Radio Frequency, RF 79
الجيل الثانى :بداية عصر القنوات الفضائية (Intermidiate Frequency, IF) 80
الجيل الثالث: نظام الدش البسيط (كما بالمنازل) 81
الجيل الرابع : الدش المركزى 82
تابع الجيل الرابع: الدش المركزي ذو القنوات المحدودة كما بالفنادق: 84
أشهر المعدات في نظام الدش المركزي 84
العنصر الأول : Antenna: 84
العنصر الثانى: الـ Head Unit 86
العنصر الثالث: الـ Tap 93
العنصر الرابع : الـ Splitter 93
العنصر الخامس: الـ Amplifier 94
العنصر السادس: الـ Separator 96
مثال تطبيقي: 97
منظومة الـ IF Distribution 98
العنصر السابع : الـعدسة LNB 100
العنصر الثامن : الـ Multi-Switch 101
ملحوظات عامة: 103
نموذج لخطوات التصميم في نظام الـ MATV 107
مثال تطبيقي-2 111
مثال تطبيقي-3 111

نماذج للتصميم باستخدام البرامج الجاهزة 112

تقنية IPTV 114

منظومة البث الرقمى IPTV 116

أنواع البث التليفزيوني IPTV 116

ما المقصود بالـ VoD؟ 117

كيف تعمل تقنية IPTV؟ 117

ما هو جهاز الـ STB set-top box؟ 118

مميزات تقنية ال IPTV: 118

سلبيات تقنية ال IPTV: 119

مجالات التطبيق (Applications) 122

الفصل الخامس : Access Control

مكونات النظام 123

مصطلحات هامة 126

أنواع الـ Card Reader 126

Biometric Readers 127

Access control Keypads 127

Face Recognition 128

أنواع الأقفال الكهربية Electric lock Hardware 128

Magnetic lock 129

زر الخروج REX 129

لوحة تحكم (Door Controller) : 130

كمبيوتر (Access control server computer) 131

نموذج تطبيقي مبسط 132

طرق تنفيذ شبكات NETWORK TOPOLOGY 133

الطريقة الأولى: الـ Serial Controllers: 133

الطريقة الثانية: IP Controller 135

مثال تطبيقى آخر: 136

بعض أهم الشركات وأنظمة ال (SOFTWARE) **الخاص بها**: 137

الفصل السادس : Nurse Call

الأجزاء الرئيسية لنظام (IP-NURSE CALL SYSTEM CONFIGURATION) 139
محطة الممرضة Nurse Station 139
محطة المريض (Patient Station) 139
كيف يعمل النظام: 140
نظام التشغيل والمراجعة:((Management unit) 144
خطوات تصميم نظام الـ NURSE CALL التقليدي: 144
تصميم نظام الـ IP NCS: 146

الفصل السابع : CCTV

الأساس العلمى للنظام 149
العناصر الأساسية في نظام المراقبة الـ ANALOG 150
الكاميرات 150
أجهزة التسجيل: 151
أهم مواصفات جهاز التسجيل: 151
أهم المخارج المتاحة في جهاز الـ DVR 152
كيفية حساب حجم التخزين المطلوب: 154
شاشات العرض MONITORS: 155
الكابلات 156
نظام الـ IP CCTV 156
وصف كاميرات الـ IP 159
ميزات حصرية لكاميرات الـ IP 160
الفروق بين نظام الـ Analog ونظام الـ IP 161
نظام الـ Video Content Analysis، VCA في المنظومة الرقمية 162
تقنية ضغط الفيديوهات (Compression): 163
أسئلة هامة قبل البدء في اختيار النظام المناسب: 164
المتطلبات والمواصفات الفنية العامة لمراكز التسوق 165
مواصفات أجهزة التسجيل وشروط استخدامها (نقلا عن الكود السعودى) 166
كاميرات المراقبة الأمنية (نقلا عن الكود السعودى): 166
شاشات العرض وغرفة المراقبة والتحكم (نقلا عن الكود السعودى): 167

تركيب الكاميرا 168
قطر العنصر الحساس 169
العلاقة بين قطر العدسة والحساس 170
المصطلحات الهامة الخاصة بكاميرات المراقبة 170
البعد البؤري focal length 171
زاوية الرؤية View Angle : 172
كيف تحسب المسافة التي تغطيها الكاميرا الواحدة Field of View، FOV؟ 173
نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Signal To Noise Ratio S/N): 176
مصطلح دقة الصورة: Image Resolution 177
مصطلح خطوط المسح TV lines 177
مصطلح الميجا بكسل 178
مصطلح الـ Optical Zoom, OZ: 178
مصطلح (Digital Zoom): 179
مصطلح تعويض الإضاءة الخلفية Back Light Compensation، BLC 179
مصطلح التحكم الآلي للتكبير (AGC: Automatic Gain Control): 180
مصطلح تقنية تعويض الضوء المُفرط (Highlight Compensation HLC): 180
مصطلح الحساسية للضوء sensitivity 181
أنظمة التغذية بالطاقة الكهربية للكاميرات 181
Power over Ethernet (POE): 182
أشكال الكاميرات: 183

الفصل الثامن : FA Network

الغرض من أنظمة إنذار وكشف الحريق 190
مكونات أنظمة الكشف والإنذار عن الحريق: 191
الحساسات أو كواشف الحريق (DETECTORS) 192
كاشف الدخان الأيوني (ionization smoke detector) 193
كاشف الدخان الضوئي (optical smoke detector) 194
كاشف متعدد (multi sensor) 195
كاشفات دخان خطية: Beam Detector 195
كاشف الحرارة (heat detector) 196
كاشف اللهب (Flame Detector) 197
كاشفات الغاز GAS DETECTORS 198
كاشفات مجاري الهواء Duct Detectors: 198

الإنذار اليدوي (Call Point): 199
وحدات الإنذار 199
أولا الإنذار الصوتي: 200
وحدات الإنذار المرئية FIRE ALARM FLASHERS 200
لوحة التحكم (FIRE ALARM CONTROL PANEL-FACP) 201
معدات التحكم 202
Door Holder 202
وحدة المراقبة: Monitor Module 202
دور الـــ MM في مراقبة الـــ Water Flow Switch 204
دور الـــ MM في مراقبة الـــ Tamper Switch 204
وحدة تحكم Control module 205
وحدات عزل ISOLATION MODUELS 206
شبكة المواسير والكابلات 207
أنواع أنظمة التحكم 208
النوع الأول: النظام التقليدي القديم: (Conventional FACP) 208
النوع الثاني: النظام المعنون addressable (Addressable type FACP) 209
النوع الثالث: منظومة الإنذار الذكية Inelegant Fire alarm system 212
النوع الرابع: Wireless system 213
مقارنة بين لوحات من ثلاث شركات مختلفة 213
الربط بين اللوحات 214
لوحات التكرار:REPEATER PANELS 215
خطوات تصميم منظومة إنذار الحريق 215
مرحلة التصميم الأولى: تحديد خطورة المبنى واجزائه المختلفة 215
مرحلة التصميم الثانية: تقسيم مناطق الحريق: 219
مرحلة التصميم الثالثة: اختيار مناطق النداء 220
مرحلة التصميم الرابعة: اختيار كاشفات الحريق المناسبة وتوزيعها: 222
قواعد وضع الحساسات والمساحة التي يغطيها كل نوع منها 224
أخطاء في التصميم ينبغي تفاديها: 226
نقاط يجب أخذها في عين الاعتبار: 227
مرحلة التصميم الخامسة: اختيار أجهزة الإنذار الصوتية والمرئية وتوزيعها: 231
بعض الإرشادات في حساب وتصميم أنظمة مكافحة الحريق: 234
التوصيلات الكهربائية (الأسلاك): 234

مثال تطبيقي -1 235
أولا: اختيار نظام الإنذار 235
ثانيا: أنواع وعدد الحساسات 235
ثالثا: تقسيم المكان المناطق Zones 236
مثال تطبيقي-3 239
حساب مكونات نظام إنذار الحريق في أحد المساجد: 247
دراسة لأسعار السوق طبقا لسعر الجنيه الاسترليني: 251

الفصل التاسع : Sound System

حاسة السمع 253
كيف تتم عملية السمع؟ 254
الأذن البشرية أقوى سماعة 254
موجات الصوت: تعريفات هامة 255
تردد الموجة الصوتية: 255
سرعة الصوت: 256
خصائص تمييز الأصوات 257
شدة الصوت Intensity 257
التعبير عن شدة الصوت بالديسيبل 258
درجة (نبرة) الصوت – Pitch 260
نوع النغمة (المركبة – أساسية) 261
أهم القوانين الحاكمة للصوتيات 261
جمع شدة الأصوات المتساوية الشدة 262
جمع الأصوات غير المتساوية في الشدة 263
قانون التربيع العكسي في الأصوات 264
المكونات الرئيسية للنظام الصوتي: 266
الميكروفونات (MICROPHONES): 268
الميكرفون الكربونى: 268
الميكروفون الشريطى (Ribbon Micro) 268
الميكروفون البلورى (Crystal microphone) 269
ميكروفون السعوى (Condenser microphone) 269
الميكروفون الديناميكى (كهرومغناطيسية) (Dynamic microphone) 270

مواصفات الميكرفون 271
زاوية استقبال الصوت 271
حساسية الميكرفون 272
معاوقة الميكرفون 274
مكبر الإشارة (AMPLIFIER) 275
توصيف الـ Amp 278
ما معنى الـ Clipping؟ 278
السماعات (LOUD SPEAKERS): 280
مشاكل السماعات 282
توصيل السماعات على التوإلى والتوازي 282
الأنظمة المختلفة لتوصيل السماعات بالـ Amp 283
تصنيف السماعات: 287
فاصل الترددات crossover 288
أهم نقاط توصيف السماعات: 290
الحل: 294
Horns 295
مازج الصوت SOUND MIXER 297
MATRIX SWITCH 299
ATTENUATOR 300
الكابلات: 300
تصميم صوتيات غرفة اجتماعات 302
مثال تطبيقي موسع 303
الأنظمة الصوتية في الهواء الطلق 307
خطوات تصميم النظام الصوتي العام PA 308
أساليب التصميم 308
6. Distributed System Design (DSD) v3.5 309
خطوات الأسلوب الأول للتصميمات الصوتية 309
الأسلوب الثاني للتصميمات: 315
الخطوة الأولي: تحديد مستوى الضوضاء الموجودة 315
الخطوة الثانية: تحديد الارتفاع dB المطلوب في الصوت 316
الخطوة الثالثة: اختيار نوع السماعة المناسبة 316

الخطوة الرابعة: اختيار قدرة السماعة 317
الخطوة الخامسة: توزيع السماعات 318
الطريقة الأولى 319
الطريقة الثانية لتوزيع السماعات 322
حساب المسافات بين سماعات الحائط 324
الخطوة السادسة: تكوين الـ Zones 325
الخطوة السابعة: اختيار الـ Amplifier 326
الخطوة الثامنة: اختيار جهاز التحكم الرئيسي للنظام 326
الخطوة الأخيرة: اختيار الكابلات 327
جدول كميات المنظومة الصوتية 328
أمثلة تطبيقية: 330
الأنظمة الصوتية في المساجد 330
انعكاس الصوت REFLECTION OF SOUND 334
مشكلة الصفير FEEDBACK 335
مشكلة صدى الصوت ECHO 335
زمن الترداد (REVERBERATION TIME) 337
أهمية زمن الترداد 337
حساب زمن الترداد 338
الرنين (RESONANCE) 339
ظاهرة رنين الغرفة room resonance 339
حساب الترددات الرنينية 339
تشتت الصوت DIFFUSION REFLECTION 340
امتصاص الصوت SOUND ABSORPTION 341
LIST OF MANUFACTURERS 341

المقدمة

منظومات التيار الخفيف Low Current Systems (تسمى في الخليج Electric Low Voltage, ELV) هي مزيج لتعاون أربعة أقسام علمية هي: القوى الكهربية، والإلكترونيات والاتصالات بالإضافة إلى Information Technology, IT. وتشمل أنظمة التيار الخفيف العديد من الأنظمة، من أشهرها **على سبيل المثال وليس الحصر**:

- Data Network، سنعرض له تفصيلا في الفصل الأول.
- Structure Cabling System، ويقصد به تحديد وتصميم شبكة الكابلات النحاسية UTP/STP، بأنواعها المختلفة والتي تمتد أفقيا لمسافات قصيرة لتغذية الأجهزة النهائية، كما تشمل شبكة كابلات الفايبر التي تمتد رأسيا في شبكة الـ Data بين السيرفرات والسويتشات. والحديث عنه سيكون ضمن الفصل الأول.
- Building Management System, BMS ، سنعرض له تفصيلا في الفصل الثانى.
- Telephone System and VOIP، سنعرض له تفصيلا في الفصل الثالث.
- Television System, MATV and IPTV، سنعرض له تفصيلا في الفصل الرابع.
- Access Control System، سنعرض له تفصيلا في الفصل الخامس.
- Nurse Call، سنعرض له تفصيلا في الفصل السادس.
- Fire Alarm System, FA، سنعرض له تفصيلا في الفصل السابع.
- أنظمة المراقبة التلفزيونية CCTV، وسنعرض لها تفصيلا في الباب الثامن.
- Public Address System, PA، سنعرض له تفصيلا في الفصل التاسع.

كما تشمل أيضا:

- Home Automation System HAS
- Intercom System (Audio and Video)
- Master Clock System نظام الساعات المركزية.
- Car Parking System كما في المولات الكبيرة لتحديد الأماكن الخالية.

ومن الأنظمة الجديدة أيضا أنظمة الـ security وهى كثيرة ، فبالإضافة إلى الـ access control وكاميرات المراقبة التي ندرسهم في الكتاب هناك أنظمة أخرى لن نتعرض لها مثل Road Blocker الذى يستخدم لمنع اقتحام أي مبنى مهم .

وهناك أيضا نظام intrusion detection كما في البنوك حيث يوضع عند قدم أو ركبة الموظف زر للتنبيه على حدوث سرقة أو اقتحام للبنك ، ويوجد منه نسخ software للحماية من الهاكرز.

وأحيانا في بعض الأماكن الهامة يوضع infra red system كما في وزارة المالية يعمل أوتوماتيكيا لاكتشاف دخول أي أحد بعد ساعة معينة.

ونتاج الأقسام العلمية الأربعة (power–communication–Computer Eng. And IT) التي ذكرناها قد يجتمع في نظام ما من هذه الأنظمة، وقد تجد أنظمة أخرى تتبع البعض فقط من هذه الأقسام وليست كلها. ومن ثم ظهر مسمى جديد بين المهندسين هو مهندس التيار الخفيف، وبالطبع هو في الأساس مهندس متخرج من واحد من الأربعة أقسام السابق ذكرهم.

أعمال التيار الخفيف بالمشروعات الكبرى

في جميع المباني الحديثة أصبحت منظومة التيار الخفيف جزءا أساسيا من منظومات المشروع تماما مثل المنظومات التقليدية مثل أعمال الكهرباء وأعمال التكييف والأعمال المدنية والأعمال المعمارية والأعمال الميكانيكية إلخ. ومن ثم فمهندس التيار الخفيف لابد أن يكون مشاركا في جميع الـ meetings الخاصة بالتجهيز للمشروعات والتي منها:

المشاركة في الاجتماعات التحضرية

وهذه الاجتماعات تتم في المرحلة الأولى من المشروع، تشمل:

1- Client meeting

2- Project kickoff meeting

فاللقاء الأول يجمع بين العميل صاحب المشروع وبين فريق الاستشاريين الممثلين للتخصصات المختلفة ومنها بالطبع استشارى أعمال التيار الخفيف، وعليه أن يستمع لطلبات العميل ويستفهم منه بدقة عما يريد وعن الميزانية المتاحة حتى لا يسرح الطرفين في الحديث عن أنظمة جميلة ثم يتبين أن الميزانية لا تسمح ، ويجب أن يبين له الفروق بين الأنظمة المتاحة بوضوح حتى يصلوا إلى اتفاق حول ما هو مطلوب تحديدا وبنهاية هذا الاجتماع سيكون مطلوبا من استشاري التيار الخفيف أن يحول ما قيل في الاجتماع إلى منظومات.

أما اللقاء الثانى فيكون بين مدير المشروع وبين فرق التصميم الخاصة بالتخصصات المختلفة، ويأتي كل مصمم إلى هذا الاجتماع وقد حدد معالم أعمال تخصصه، فيطلب تحديد الفراغات التي يحتاجها في المبنى، وفى هذا الاجتماع على استشارى

التيار الخفيف أن يعرف بأعماله أمام بقية الاستشاريين فغالبا سيكون معظمهم غير مدركين لطبيعة بعض هذه الأنظمة وأنها تتداخل مع أعمالهم. ويتوج ذلك بخطاب يوجهه إلى مدير المشروع محددا متطلباته. ومن الجدير بالذكر أن في هذا الاجتماع يعلن مدير المشروع تفاصيل الجدول الزمنى للمشروع حتى يكون جميع الاستشاريين على علم بالتوقيتات المطلوبة.

المشاركة في إعداد التقارير المبدئية

وهذه التقارير تعد خلال المرحلة الثانية من المشروع، وتشمل Preliminary Design Report وفيه يحدد مهندس التيار الخفيف فعليا معالم التصميم في جميع الأنظمة بصورة محددة ومواصفات مبدئية واضحة وتسعير على مبدأ المتر المربع لمشروعات مشابهة ، كما يجب تسليمه قائمة بالمعدات التي سيتم استيرادها بواسطته من الخارج ومدة الاستيراد فمعظم أنظمة التيار الخفيف لا تصنع محليا ويتم استيرادها من الخارج وقد تأخذ وقتا في الجمارك وغيره ، وهذا التقرير سيرسل إلى العميل لأخذ الموافقة عليه ولذا لابد أن يكون شديد الوضوح ومحدد بدقة لكل المقترحات التي سيتم تنفيذها والمواصفات التي سيتم اتباعها (بالطبع هذا تقرير وليس رسومات تصميمية) فإذا وافق عليه العميل واعتمده فلن يكون هناك لوم بعد ذلك على مهندس التيار الخفيف إذا طلبت أي تعديلات طالما كان التقرير واضحا ومفصلا بالمستوى الذى يفهمه العميل.

المشاركة في انتاج Conceptual design drawings

وهذه تمثل المرحلة الثالثة في أي مشروع، وهى خطوة شبه نهائية تتضح فيها ملامح الشغل بصورة تفصيلية، وفى هذه المرحلة تتحدد بدقة أماكن معدات التيار الخفيف ويكون من الضرورى التنسيق مع المعمارى بصفة خاصة لتأكيد هذه الأماكن. وفى هذه المرحلة تكون تنتج أيضا الـ Block Diagrams الخاصة بكل منظومة ومن ثم تتحدد مكونات كل نظام وتوصيلاته، وهذه الرسومات تمثل 70% من الشغل وسيتم ارسالها للعميل للموافقة حيث أن المرحلة التالية سيكون التصميمات النهائية والرسومات التنفيذية.

المرحلة الرابعة: الإعداد لطرح المشروع رسميا

وفيها ينتج فريق التيار الخفيف جميع الرسومات والـ BOQ والمواصفات التفصيلية وكل الـDocumentations اللازمة قبل طرح المشروع. وفى هذه المرحلة يسلم مهندس التيار الخفيف لكل نظام Layout plan + riser بالإضافة إلى Rack layout وقد يحتاج الأمر في بعض الأنظمة لتسليم Elevation وبما أيضا بعض الـ Cross-Sections وتسلم أيضا في هذه المرحلة بعض الحسابات التصميمية لتأكيد صحة الاختيارات.

وأخيرا تضم جميع الـ BOQ+ Spec + drawings معا ضمن الـ Bid Documentation تمهيدا لطرح العطاء على شركات المقاولات المتخصصة. وخلال هذه المرحلة سيكون مطلوبا من مهندسي التيار الخفيف حضور بعض الاجتماعات للرد على استفسارات المقاولين قبل أن يقدموا عطاءاتهم.

ملحوظة:

منظومات التيار الخفيف ستحتاج إلى غرف ومساحات لاستيعاب المعدات الخاصة بها ولذا لابد من تواصل فعال مع المعمارى في المرحلة الأولى من المشروع لتوضيح حجم وعدد الغرف المطلوبة حسب حجم المشروع. ومعظم المشروعات الحديثة تشتمل على غرفة أو أكثر من الأنواع التالية:

- Security rooms
- Service Provider Communication rooms
- Data center
- BMS monitoring room
- Building Distribution room

تقدير أحمال التيار الخفيف

رغم أن الاسم يوحى بأن القدرة الكهربية المطلوبة لتغذية هذه الأحمال ستكون بسيطة لكن هذا ليس بالضرورة يكون دائما صحيحا لعدة أسباب أهمها أن هذه الأحمال حتى وإن كان استهلاك بعض عنصرها محدودا إلا أن أعدادها الكبيرة ستجعل القدرة الإجمالية لهذه النوعية من الأحمال شيئا هاما ومعتبرا . وبالطبع لا يمكن وضع قيم محددة لهذه الأحمال لسبب جوهرى آخر وهى أنها شديدة التنوع ، ومن ثم فجميع قيم الأحمال المذكورة هنا ليست سوى نموذج فقط لبعض الأنواع ، ولا يصح أبدا استخدامها في المشروعات إلا إذا كان العنصر المستخدم من نفس النوع.

والطريقة الصحيحة الوحيدة لحساب أحمال هذه المنظومات هي الرجوع لكتالوجات العناصر المستخدمة فى كل منظومة وحساب القدرة الكلية بعد عمل حصر للأعداد المستخدمة في المشروع. كما يجب مراجعة التفاصيل الفنية لكل عنصر فحمل الكاميرا مثلا لو كان 80 وات ثم ركبت عليها PTZ فيجب أن تضيف على الأقل 300 وات أخرى ، وإذا أضيف لها IR إذا كانت مركبة على سور – طبقا لاشتراطات لجنة الرصد المرئي – فهذا يعنى 500 وات أخرى ، وهكذا.

ومرة أخرى أؤكد على أن الأرقام التالية هي فقط أرقام استرشادية الغرض منها لفت الانتباه إلى أن أحمال هذه المنظومات يمكن أن تتجاوز آلاف الكيلووات ، لكن الصحيح أن لكل مشروع ظروفه الخاصة ومكوناته الخاصة.

FACP (10 loops) about 5 Kw (Emergency)

Door controller(4 DOORS) 0.5 Kw (Emergency)

Amplifier (X watt) X1.5

Public Address Equipment (controller, AM/Fm,…etc) 500 Watt

Indoor fixed dome camera 20 watt (UPS) – Analog system

Outdoor fixed dome camera 80 watt (UPS) Analog system

CCTV Rack including:

- Matrix 32 (0.1 Kw) (UPS)
- DVR (0.2 Kw) (UPS)
- Management server (1.5 Kw) (UPS)
- System Monitor 1Kw(UPS)
- NVR 2.5 Kw (UPS)
- Multiplexing CCTV monitors LCD/LED (32 inch) 100 watt(UPS)

Edge switch 1.2Kw(UPS)

Server switch 5/7 Kw(UPS)

Data center switch 8/10 Kw (UPS)

BMS LCP .75/1.5 KW emergency

الفصل الأول

1

Data Network

أنظمة التيار الخفيف كما ذكرنا في المقدمة هى أنظمة تجمع بين التكنولوجيا الكهربية والإلكترونية وتكنولوجيا الاتصالات والمعلومات. ومن المهم هنا أن تعلم أن جميع أنظمة التيار الخفيف التي أشرنا إلى بعضها في المقدمة تجتمع مع بعضها على شبكة البيانات (Data Network)، لذلك فإن تصميم Data Network يعتبر من أهم موضوعات أنظمة التيار الخفيف، ويجب على المصمم أن يكون على دراية كافية بقدرة هذه الشبكة على استقبال جميع المعلومات من جميع الأنظمة المرسِلة لتلك المعلومات. كما يجب أن يكون التصميم مرنا لتقبل أي توسعات وإضافات إلى هذه الشبكة.

ويستثنى من الملحوظة السابقة نظام Fire Alarm System، FA فهو لا يربط مع شبكة الـ Data، وكود الحريق لا يقبل بذلك لأنه نظام life safety لا يقبل التبعية.

ما هي شبكة الـ DATA NETWORK؟

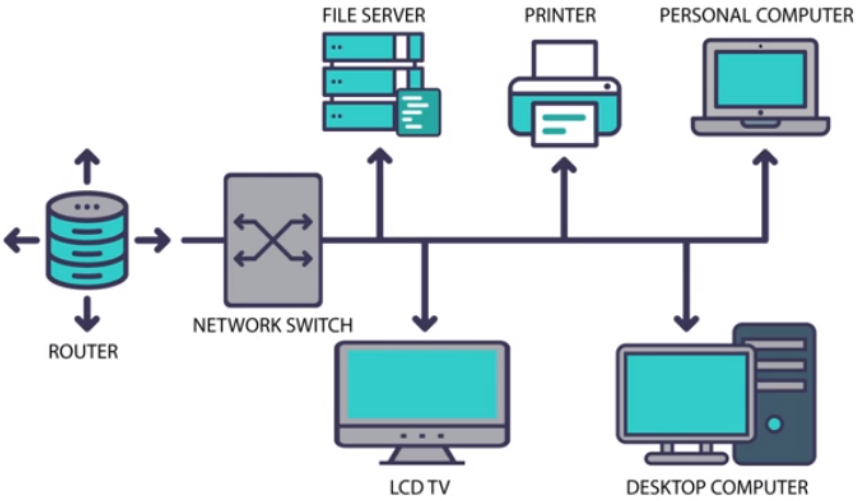
مصطلح الـ Data Network هو مصطلح عام ، إذا أطلق على العموم فالمقصود به شبكات الحواسيب، لكنه في المباني الكبيرة قد يمثل نظاما لربط مجموعة أجهزة (هذه الأجهزة قد تكون مجموعة من الحواسيب وملحقاتها، أو مجموعة من الـ IP camera، أو مجموعة من الـIP Telephones، أو IPTVs ، إلخ)، وهذه الأجهزة يتم ربطها معا بواسطة مجموعة من الكابلات الخاصة أو من خلال الـ wireless لنقل المعلومات، أو تبادل الاتصال.

ويوجد نوعان من الـ Data Networks: فهي أما شبكة داخلية محلية مغلقة على نفسها تعرف بالـ LAN، Local Area Network، وإما شبكة تتصل بشبكات أخرى خارج حدود المبنى التي هي فيه و تسمى في هذه الحالة بـ WAN، Wide Area Network.

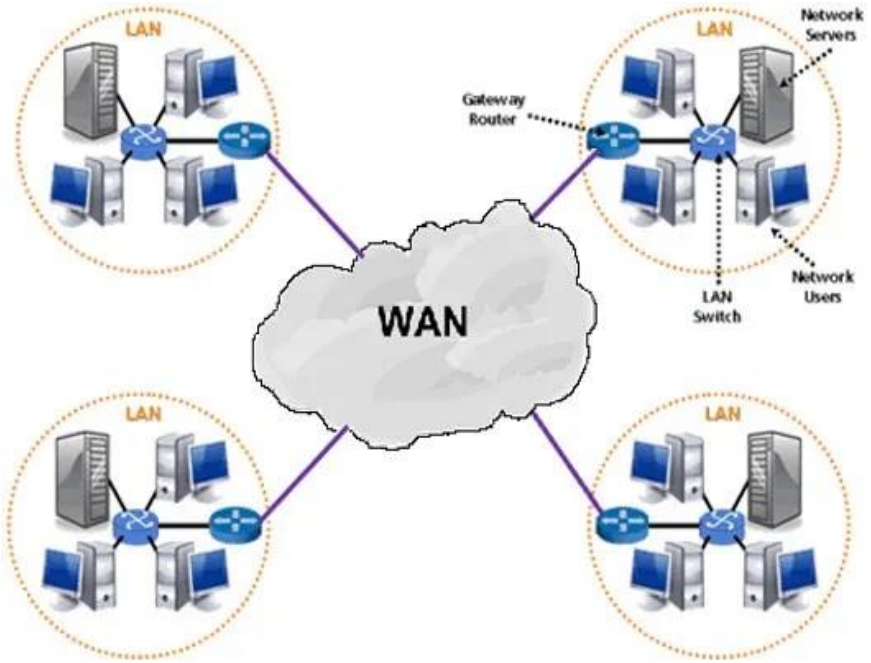
فلو كان لدينا في أحد المكاتب مثلا 10 أجهزة كمبيوتر وطابعة وتم توصيلهم جميعا إلى جهاز يسمى data network switch، وهذا الجهاز سنعرف لاحقا أنه يمثل عقل وقلب الـ Data Network، فيمكن عن طريق برمجة

هذا الـ switch أن تتواصل هذه الأجهزة مع بعضها في شبكة داخلية مغلقة فيمكنها أن تتبادل ملفات أو صور أو فيديوهات، كما يمكن لأى جهاز أن يطبع مباشرة على الطابعة المشتركة لهم من خلال هذا الـswitch.

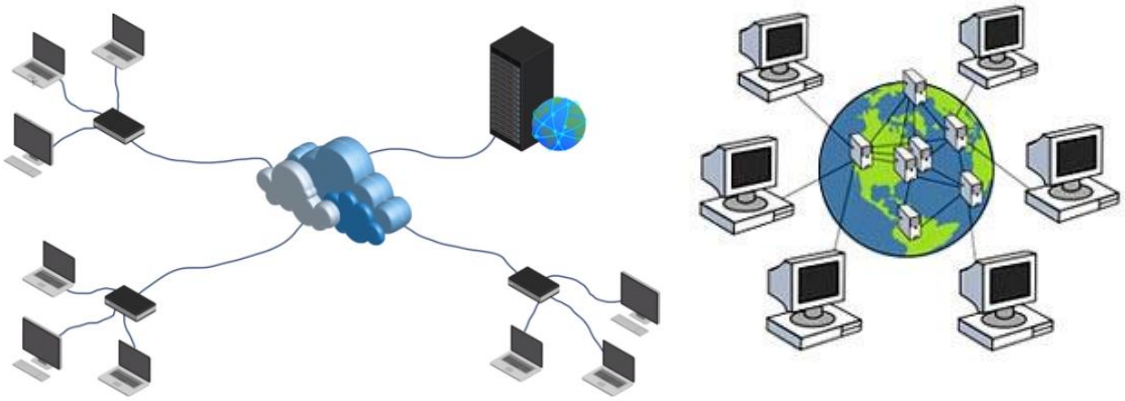
وشبكة (LAN) تتمثل في الـ Switch ومعه الجزء الموجود على يمينه في الشكل التالي، حيث يقوم الـ Switch بدور حلقة الوصل بين المستخدمين وبين الـ Resources المتاحة في المكان، ومن خلاله يمكن تبادل أشكال متنوعة من البيانات. حيث أن لكل جهاز متصل بالشبكة Mac-Address الخاص به.



لكن جهاز الـ Switch يمكنه أيضا توصيل الـ LAN المحلية بشبكات أخرى في أماكن أخرى خارجية عن طريق جهاز الـ router كما في الشكل السابق، فيمكن بالتالي لمجموعة من الـ Switches أن تتبادل المعلومات فيما بينها وتصبح بذلك Wide Area Network، WAN كما في الشكل التالي.



وبالطبع فإن أشهر شبكة WAN هي الإنترنت نفسها حيث يتم تبادل الملفات والصور والفيديوهات بين الملايين من أجهزة الكمبيوتر عبر WAN هائلة تشبه سحابة cloud ضخمة، ولذا يعبر عن النت أحيانا بمصطلح الـ cloud. علما بأن مراكز التحكم وتخزين البيانات تدار بواسطة مزودى الخدمة Service Providers مثل المصرية للاتصالات في مصر مثلا.



فوائد الـــ Data Network الخاصة بالحاسبات

الفوائد التالية تخص فقط فوائد الـ Data Network الخاصة بربط أجهزة الكومبيتر وملحقاتها معا :

- ✓ تستطيع مشاركة أجهزة غالية الثمن مثل الطابعات حيث تستطيع كل الحواسيب استخدام نفس الطابعة.
- ✓ تستطيع نقل الـData أو البيانات المختلفة بين المستخدمين بدون استخدام أي جهاز من وسائل النقل (HD، Flash memory، Disks، etc). وهذا بالطبع يخفض الوقت اللازم لنسخ الملفات حاسوب آخر.
- ✓ يستطيع جعل برامج معينة مركزية مثل الملفات المالية والحسابات، فمعظم المستخدمين قد يحتاجون لاستخدام نفس البرنامج أو الدخول إلى نفس المعطيات معاً، وبالتالي فهم يستطيعون العمل بشكل متزامن وبدون ضياع الوقت.

أما في شبكات WAN فإن المصادر والمعلومات يمكن مشاركتها على مساحات جغرافية أوسع، وهذا يقدم عدد آخر من الميزات منها:

- ✓ تستطيع أن ترسل وتستقبل البريد الإلكتروني E-mail من وإلى كل أنحاء العالم، ونقل وتبليغ الرسائل إلى أناس عدة في نفس الوقت وفي مساحات واسعة ومختلفة وبسرعة فائقة وتكلفة زهيدة.
- ✓ تستطيع نقل الملفات من وإلى الشركاء في مواقع مختلفة، أو الدخول إلى شبكة الشركة من المنزل أو من أي مكان في العالم.
- ✓ يمكنك الدخول إلى مصادر ضخمة على الإنترنت والـwww) World Wide Web)

لكن كما ذكرنا ، فإن الـ Data Network أكبر من أن تكون مختصة فقط بربط الـ Computers وملحقاتها معا ، بل ستتوسع لتشمل ربط كل أنظمة التيار الخفيف تقريبا ، وقد يكون لدينا هناك Data Network خاصة بالـ VOIP system وشبكة أخرى خاصة بكاميرات المراقبة IP Cameras وشبكة ثالثة خاصة بالـ IPTV system ، وهكذا كما سنرى تفصيلا من خلال فصول هذا الكتاب.

مكونات النظام NETWORK HARDWARE

في هذا الفصل نتكلم عن مختلف الأجهزة التي تستخدم في بناء شبكة Data سواء كانت لشركة أو مستشفى أو خلافه.

والعناصر الأساسية في هذا النظام هي:

1. الأجهزة المراد توصيلها بالـ Network ، مثل الكومبيوترات وملحقاتها إذا كان المراد فقط عمـــــــــــل Computer network ، لكنها بالطبع ستشمل أجهزة أخرى خاصة بالمنظومات الأخرى للتيار الخفيف كما سنرى لاحقا.
2. Data socket (Node)، ولا يجب أن يظن القارئ أن هذه sockets تستخدم فقط لتوصيل أجهزة الحاسوب وملحقاتها معا فقط ، بل الحقيقة أننا سنحتاج لـ Data Socket من أجل توصيل جميع الأجهزة الرقمية المستخدمة في أنظمة التيار الخفيف مثل الـ IPTV, IP-Telephones, IP Cameras, Door Access controllers, etc. ، فكل جهاز من هذه الأجهزة سيحتاج إلى نفس الـ Data Socket التي يحتاجها جهاز الحاسوب.
3. Structure Cabling System (Copper and Fiber) : (Communication Media)
4. Cable organizer
5. Patch cord
6. Patch panel
7. Rack
8. Switches
9. Routers
10. Modem
11. Application Servers
12. Firewalls
13. Software and Licenses

ويمكن تقسم الـ Data Network إلى جزئين:

1- الجزء الأول يسمى بالـ Passive Network وتشتمل على مخارج الـ Data Outlets، والكابلات المستخدمة أو ما يسمى بالـ Cabling Structure وصولا إلى الـ Patch Panel، الموجودة داخل الـ Data Racks.
والعناصر من رقم 2 إلى 7 في الترتيب السابق تمثل المكونات الأساسية للـ Passive network كما ذكرنا سابقا وتتميز بأنها لا تحتاج إلى تغذية كهربية ولا تحتاج إلى برمجة.
2- الجزء الثانى ويمثله الـ Switch وما بعده، وهذا الجزء الثانى يشتمل على برمجة، على عكس الجزء الأول الذى لا يشتمل على أي برمجة فى أي من أجزائه.

وما يهمنا هنا أن نحدد دور مهندس القوى في هذه المنظومة، حيث أن دوره نسبيا محدود، والدور الأكبر سيكون لمهندس الشبكات والاتصالات. ويمكن تقسيم الأدوار بينهما على النحو التالي:

- أولا يقوم مهندس القوى (بالمشاركة مع مهندس الاتصالات) بعمل توزيع لمخارج الـ Data في الأماكن المختلفة على المخططات المعمارية وتقدير حجم الـ Patch Panel، والراك، وعمل مخطط لهذه التوزيعات. مع ملاحظة أنه لابد أن يأخذ في الاعتبار ما يسمى بالـ Scalability ويقصد بها التوسعات المستقبلية أو الأجهزة التي قد تضاف مستقبلا على الشبكة، وبالتالي لابد أن يكون حجم الـ PP والراك وبالطبع حجم الـ Switches أكبر من المطلوب في الوقت الحالي.
- كما يقوم أساسا بحساب حجم مصادر الكهرباء المناسبة للمنظومة بما فيها حجم الـ UPS، ويقوم كذلك بتصميم منظومة الأرضي المناسبة للنظام طبقا للكود المستخدم. وبالتالي فمهندس القوى يحتاج أن يعرف أحمال الأجهزة التي سيتم توصيلها على منظومة الطوارئ (Diesel Generator) وكذلك الأحمال التي تحتاج إلى UPS.
- ثانيا يقـــــــــــــوم مهندس الشبكات باختيار الهيكل العام لـ Data Network أو ما يسمى بالـ Topology (Ring/Star/Mesh/Tree، .etc)، و اختيار الـ Operation System وعمل البرمجة اللازمة لتشغيل النظام، وأعمال الـ Security and Firewall للشبكة. وهذا الجزء لا يشارك فيه مهندس القوى نهائيا فهو خارج عن تخصصه.

والخلاصة أنه مطلوب من مهندس القوى أن يكون ملما بتوصيف كل عنصر من عناصر data network، ويكون لديه علم بالأحمال الكهربية المطلوبة وحجم الأحمال التي تربط على شبكة الطوارئ أو أجهزة الـ UPS.

وفيما يلى تعريف مختصر بالعناصر الخاصة بالـ passive networks، وسنبدأ هنا بالكابلات أولا:

Data Cable:

الكابلات المستخدمة في منظومة الـ Data تنقسم إلى نوعين اثنين: كابلات نحاسية، وكابلات الألياف الضوئية Fiber Optical. والاختيار بينهما يتم أساسا حسب السرعة المطلوبة لنقل الـ Data، وكذلك حسب كمية البيانات المطلوب نقلها. فنقل ملفات word or excel مثلا لا تحتاج إلى سرعات عالية، على عكس الشبكة التي تنقل مثلا صور أو فيديوهات حية كما هو الحال في شبكة الـ CCTV مثلا، فهذه تحتاج إلى سرعة عالية وسعة نقل أكبر.
وهناك Categories مختلفة داخل كل نوع من النوعين السابقين.

ماذا يقصد بالـــ Traffic ؟

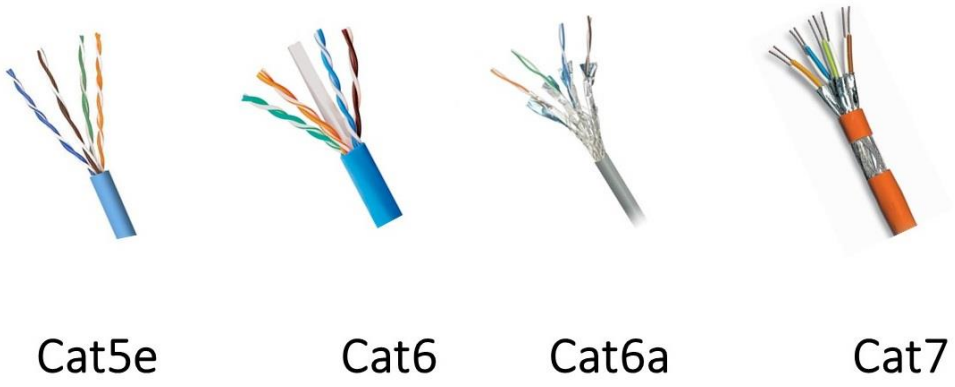
ومن المهم اختيار الكابل بصورة صحيحة ومناسبة حتى لا يؤثر على أداء بقية مكونات المنظومة، على سبيل المثال لو كان لدينا جهاز به كارت شبكة Network Interface Card, NIC سرعته 100 Mbps، ومتصل به كابل Cat5 الذي أقصى سرعة نقل داتا فيه هي 100 Mbps، فعندها لن توجد أي مشكلة، لكن لو كانت سرعة نقل الـ Data هي مثلا 2 Gbps، فسيظل النظام يعمل لكن ببطء شديد، والحل هو استخدام كابلات Cat6 الذي يتميز بسرعة 10Gbps.

وبالطبع فإننا نفترض أن الـ switch and Router في هذا المثال لديهما السرعة المناسبة أيضا وإلا فالمشكلة ستكون أكبر لأن كلا منهما سيحاول معالجة الـ Data packets التي تأتى بسرعة في طوابير متتالية ، مما سيؤدى إلى سخونة الجهاز واحتراقه.

لاحظ أنه بناء علي نوع الكابل سيتحدد أيضا نوع الـ socket المستخدم المناسب للكابل وفي الشائع يستخدم كابل Cat 6، وبالتالي يستخدم معه برايز Cat6.

أنواع الكابلات

وأشهر أنواع الكابلات هي كابلات الـ (Ethernet cable)، وهى عبارة عن 8 أسلاك (4 pairs) ويستخدم في المسافات الصغيرة (المسافة بين ال Rack وال outlet لا تزيد عن 90 متر).



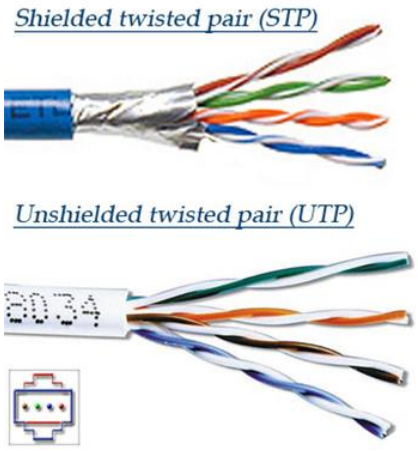
كلمة Cat اختصار Category وتعنى معايير معينة في الخامات الأساسية التي صنع منها الموصل داخل الكابل وأيضا المعايير الكهربية التي يعمل عليها الكابل. وهذه الـ categories يوجد منها نوعان هما:

- UTP cable (Unshielded Twisted Pair):

وهي عباره أسلاك ملتوية وهذا هو النوع المستخدم في الشبكات الحالية – لانخفاض سعره مقارنة بال STP (Shielded twisted pair)، علما بأن سبب وجود كل سلكين ملتويين لتفادى التداخل ال مغناطيسي حيث أن كل سلك من السلكين ملتويين يكون له اتجاه مغناطيسي عكس الآخر.

- STP (Shielded Twisted Pair):

وهى أسلاك ملتوية أيضا لكن محمية Protected بطبقة من الألومنيوم تحت الطبقة البلاستكية الخارجية وتتميز عن ال UTP بأنها أقل عرضة للتداخل ال مغناطيسي وتدعم مسافات أكثر في بعض الظروف.



والجدول التالي يبين الفروق المختلفة بين أنواع الكابلات من حيث علاقة السرعة بالمسافة.

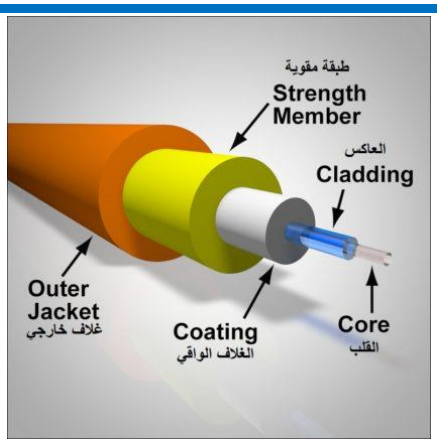
ملحوظة: كابلات الفايبر تتراوح سرعة نقل الـ Data فيها بين 10 Gbps إلى 400Gbps حسب نوع الـ transceiver المستخدم في الـ Switch.

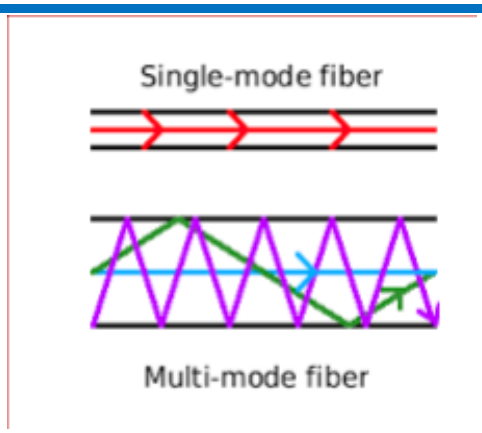
Standard (Name)	Maximum bandwidth	Maximum distance	Maximum data rate	Notes
Level 1 (CAT 1)	0.4MHz		1Mbps	Unsuitable for modern systems
Level 2 (CAT 2)	4MHz		4Mbps	Unsuitable for modern systems
Category 3	10MHz		10Mbps	Basic voice, 10BASE-T Ethernet
Category 4	20MHz		16Mbps	Not commonly used
Category 5	100MHz	100 metres	100Mbps	Not commonly used
Category 5e (Class D)	100MHz	100 metres	1Gbps	Still commonly used for residential applications and every day use
Category 6 (Class E)	250MHz	100 metres (55 metres)	1Gbps 10Gbps (limited distance)	Used in new buildings
Cateogy 6A (Class Ea)	500MHz	100 metres	10Gbps	Data centres and commercial
CAT7 (Class F)	600MHz		10Gbps	Fully shielded components. Non modular connectors
CAT7a	1000MHz		10Gbps	Fully shielded solution.
CAT8	1600-2000MHz		40Gbps	In development

كابلات الألياف الضوئية Fiber optic cable:

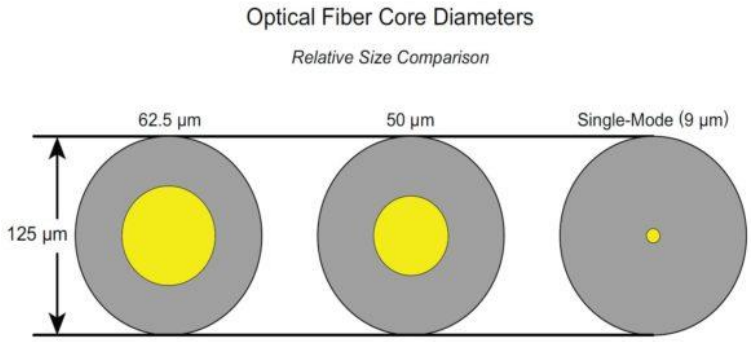
يستخدم للمسافات الطويلة (أكبر من 90 متر) والـ transfer rate أكبر من كابلات ال UTP ولكنها أغلى في السعر ويستخدم في التوصيل بين الراك الرئيسي والراكات الفرعية (uplink) وله نوعين: single and multi-mode حسب الـ Core diameter.

- Single-mode fiber optic cable: يكون الـ attenuation للكابل يساوى تقريبا 0.5 dB/KM في هذا النوع، حيث يسير الضوء بشكل مباشر من المرسل إلى المستقبل، ويكون الـ Distortion في الإشارة قليل جدا ولذا تستخدم في التواصل مع السيرفرات الخاصة بالـ Texting applications مثلا بالإيميلات مثلا. و هذا النوع من الكابلات في التطبيقات التي تحتاج إلى سرعة ومسافة كبيرة تصل حتى 10&40&100 كم. وهي تستخدم في شبكات التلفون وكوابل التلفزيون. هذا النوع من الألياف يتميز بصغر نصف قطر القلب الزجاجي حيث يصل إلى حوالي 9 micron.

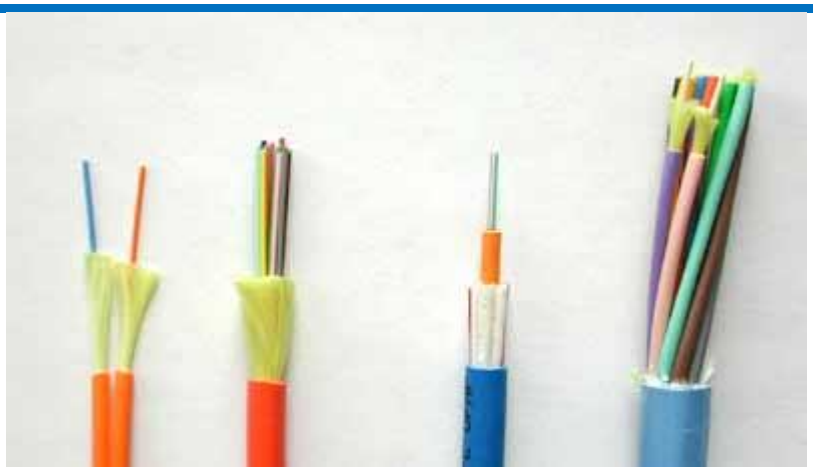




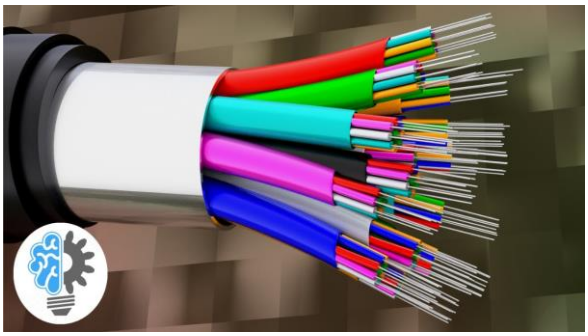
- multi –mode fibers: هذا النوع يستخدم إذا كانت الـ Accuracy غير مؤثرة وهو أرخص من النوع الأول، وفيه يتم نقل العديد من الأنماط للإشارات الضوئية من خلال الليفة الضوئية الواحدة، حيث يسير الضوء بشكل منكسر على الغلاف. ويستخدم في التقنيات التي لا تحتاج مسافة كبيرة (أقل من 1كم) وسيحدث distortion للإشارة إذا زادت المسافة عن ذلك. مما يجعل استخدامها أفضل لشبكات الحاسوب. هذا النوع من الألياف يكون نصف قطره أكبر حيث يصل إلى 62.5 micron.



- أما عدد الـ Fiber Cores داخل الـ Cladding فهي أما 1 -2-4-6-8-12-24—48-72-96-144-288، وهذه هي الأعداد الشائعة في الاستخدام، كما في الصورة التالية، لكن يمكن أن تجد كابلات فايبر وبها المئات من الـ Core في الكابل الواحد.
- وهناك أنواع أخرى من كابلات الفايبر مثل Loose-tube Cable الذى يستخدم في التطبيقات الخارجية outdoor applications حيث يتميز تركيب هذا النوع بوضع الـ Coated fiber داخل loose tube وهذه الـ tube مليئة بمادة جيل مقاومة للماء والرطوبة وتغييرات درجة الحرارة.
- وهناك نوع أخر يسمى tight buffered cable حيث يوضع الـ Fiber في هذا النوع داخل heavy polymer jacket وهذا النوع على عكس السابق يصلح لتطبيقات الـ Indoor Applications .



ويعرف الكابل بعدد الـ Core كما في الصور، فالكابل الأصفر التالي يمثل SM(Single Mode) 2 core FO Patch Cord بينما الكابل الآخر على اليسار يمثل 12 Core FO.



مقارنة بين الألياف الضوئية والكابلات النحاسية:

- تعتمد تقنية الفايبر على نقل البيانات من خلال تحويلها الى نبضات ضوئية أو light pulses ، ونقلها عبر كابلات الألياف الزجاجية بدلا من تحويل البيانات إلى نبضات كهربية ونقلها عبر الكابلات النحاسية.
- يشار هنا إلى أن كلا الطريقتين تنقل الـ Data من خلال Electromagnetic signals ولكن بترددات مختلفة، فالضوء هو في الواقع جزء من الـ EM band ويقع في band من الترددات معروف لكنه أعلى بكثير من ترددات الإشارات الكهربية المنقولة في الأسلاك النحاسية، لكن كما قلنا both are EM signals.

- فرص حدوث interference بالـ Data المنقولة عبر الكابلات النحاسية أعلى بكثير من حدوثها عبر كابلات الفايبر، مما يعني أن مشكلات تقنية مثل ضعف الإشارات أو إعاقة البيانات المرسلة، باتت في طريقها إلى الزوال بفضل كابلات الألياف الضوئية.
- مع ملاحظة أنه لا بد من وجود مسافات بينية بين كابلات الفايبر أيضا أكبر من الـ Coupling Distance، وهذه المسافة تحسب حسب الترددات المنقولة عبر الكابلات، فإذا كانت المسافة بين الكابلات أقل من عشر الطول الموجي ($distance = \frac{\lambda}{10} = \frac{speed}{frequency} \div 10$)، هنا يمكن أن يحدث interference بين كابلات الفايبر أيضا (في حدود 2 سم).
- الألياف الضوئية ثبتت أنها تتسم بسرعة فائقة في الإرسال والاستقبال مما يعني أن كابلات الألياف الضوئية ذات سرعة عالية جداً سرعتها تقارب سرعة الضوء في الفراغ
- كابلات الألياف الضوئية لا يوجد من الكابلات النحاسية ما يمكن أن ينافسه في طول المسافة التي لا يحتاج خلالها وحدة تكبير الإشارة، أي المسافة التي لا يحتاج عندها وضع أجهزة Repeater ، ونجد هنا أن أقصى مسافة يمكن للكابلات النحاسية أن تمتد خلالها دون تقوية هي مسافة 90 متر تقريباً، أما كابلات الألياف الضوئية ذات الأنماط المتعددة MMF فهي بمقدورها أن تمتد لمسافة 400 متر دون أن تحتاج مقوي للإشارات، أما كابلات الألياف الضوئية أحادية النمط SMF فيمكنها الحفاظ على قوة إشارتها لمسافة 100 كيلو متر كاملة.
- الطول الموجي للإشارة المنقولة قصير جدا ويصل إلى 850 nm وهذا يعنى أن مدى الترددات تصل إلى THzكما تستخدم كابلات الفايبر في التطبيقات العصرية الحديثة مثـــــل FTTH، FTTB (fiber to the home، fiber to the building باستخدام استخدام(GPON (Gig Ethernet Passive Optical Networks

ويستخدم هذا النظام في الـCompounds الحديثة حيث يقوم مزود الخدمة بتوفير الخدمات IPTV and VOIP وغيرها لهذا النظام باستخدام شعرة فايبر واحدة فقط

Fiber-Optic Cable Standards

- The ISO/IEC 11801 standard specifies categories OM1, OM2, OM3, OM4 and OM5.
- The TIA/EIA also recognizes OM1 through OM5. The TIA/EIA ratified OM5 in June 2017 (TIA-492AAAE).
- The IEEE ratified OM4 (802.ba) in June 2010 and updated the standard in 2012 to incorporate higher speeds. The forthcoming IEEE 802.3-2018 standard will include OM5.

Cable Type	Wavelength	Maximum Attenuation	Minimum Overfilled Modal Bandwidth Length	Minimum Effective Modal Bandwidth Length
OM3 50-/125-Micron Multimode Fiber	850-nm	3.0 dB/km	1500 MHz-km	2000 MHz-km
	1300-nm	1.5 dB/km	500 MHz-km	N/A
OM4 50-/125-Micron Multimode Fiber	850-nm	3.0 dB/km	3500 MHz-km	4700 MHz-km
	1300-nm	1.5 dB/km	500 MHz-km	N/A
OM5 50-/125- Micron Multimode Fiber	850-nm	3.0 dB/km	3500 MHz-km	4700 MHz-km
	953-nm	2.3 dB/km	1850 MHz-km	2470 MHz-km
	1300-nm	1.5 dB/km	500 MHz-km	Not required

ماذا يقصد بالـــ Structure Cabling System

يعتبر هذا النظام هو العمود الفقرى لمنظومات التيار الخفيف، وهو يشتمل على ترتيب أعمال الكابلات أفقيا ورأسيا، فأما الكابلات الرأسية فهي كابلات الفايبر التي تحمل الفيض الرئيسي من المعلومات التي تتوزع أفقيا بعد ذلك خلال الكابلات

الأفقية التى تكون غالبا من النوع UTP/STP بأنواعه المختلفة إلى مختلف المخارج المستخدمة. هذه المخارج يتم توزيعها بناء على تنسيق بين المعمارى والعميل الذى يحدد متطلباته. وهذا يعطى لمهندس التيار الخفيف حصر أولي لحجم المخارج المطلوب تغذيتها (telephone, data, printers, TV, CCTV, Access, etc.) ويتم ترجمة هذا التوزيع في صورة layout plans تظهر عليه هذه المخارج. وبناء على هذا التوزيع يتم تحديد Floor Distribution Room, FDR وهى الحجرة التي ستوضع بها الأجهزة الخاصة بهذا الدور بحيث لا تزيد المسافة إلى أي مخرج عن 90 متر. وبالطبع يمكن أن تكون هناك أكثر من غرفة بالدور الواحد، ثم بناء على توزيع هذه الغرف يتحدد الغرفة الرئيسية للمبنى ومسارات الكابلات الرئيسية المتجهة للغرف الفرعية بكل دور(فايبر)، وكذلك مسارات الكابلات الفرعية (UTP/STP) المتجهة إلى المخارج. ومن ثم نستطيع انتاج لوحات الـ Single line diagram or Riser الخاص بكل منظومة من المنظومات التي ذكرناها في بداية مقدمة الفصل.

Data Socket:

يطلق عليها أيضا Data outlet، ويتكون من ثلاثة أجزاء: Data module + Frame + face plate.

ويتواجد هذا المخرج بجانب المكاتب كما في المباني الإدارية والمطارات ويمكن أن تتواجد في أماكن أخرى حسب رغبة المالك (العميل) وبالتنسيق مع المعماري. وهناك أماكن عدة توضع فيها مخارج الـ Data منها الأسقف والحوائط أحيانا سطح الأرض Floor Box.

ودائما يرتبط الكابل بنوع المخرج. والجدول التالي يجمل معظم أنواع المخارج المستخدمة حسب الكابل كما ذكرنا:

نوع الكابل	مواصفات الكابل	Cable/Socket	شكلها
CAT 3	كانت منتشرة في التسعينات الآن تراجعت بفضل الكابلات الأعلى كفاءة و قد تستخدم الآن في شبكات التليفون.	CAT 3 / RJ11 sockets	
CAT 5	حلت محل كابلات CAT3. لكنها الآن تقادمت نظرا لظهور الكابلات الأعلى كفاءة مثل لكابلات.CAT5e	CAT5 / Rj45 sockets	
CAT 5e	تشبه إلي حد كبير كابلات CAT5 إلا أنها تتميز عنها بأن الكابل يتكون من 4 أطراف مزدوجة علي عكس CAT5 الذين يتكون من طرفين فقط، كما أن الكابلات مبرومة twisted أكثر من نظيرتها	CAT5e / Rj45 sockets	

	CAT5، كما أنها sheathed للحماية من تداخل الإشارات (تأثير المجالات الأخرى). و تستخدم في شبكات المنازل والمكاتب.		
CAT 6	الأكثر انتشارا الآن نظرا لكفاءتها.	CAT6 / RJ45 sockets	
CAT6a	الفرق الرئيسي بينها وبين النوع السابق هو أن CAT6a يمكن أنها تعمل على تردد يصل إلى 600 ميجاهيرتز. بالإضافة إلى أنها أقل عرضة للتدخل والتداخل.	CAT6a	

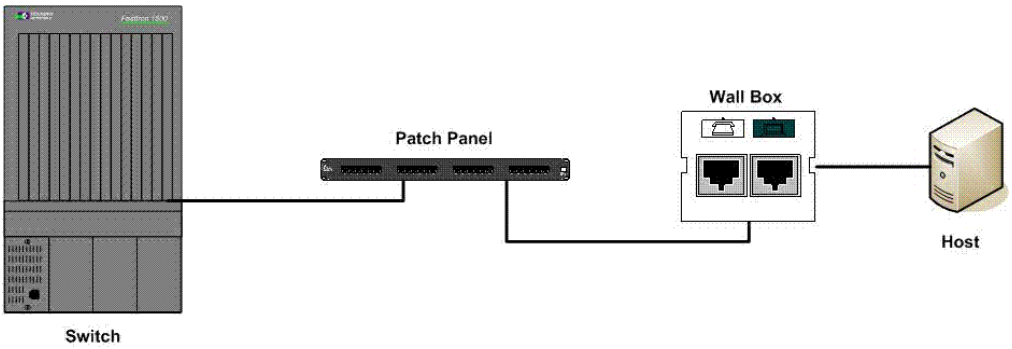
وحاليا يوجد أيضا مخارج من النوع CAT 7A & CAT 7 ويمكن أن يصل بالـ Bandwidth الخاص بها إلى 1GHz، وهناك أيضا CAT 8 ويصل الـ Bandwidth الخاص بها إلى 2GHz.

Patch Panel:

وهى لوحه تنسيقية توضع بين ال switch (عقل النظام الذي سنتحدث عنه لاحقا) وبين المخارج التى ستتصل به كما في الشكل التالي. وهى نوعان: Copper Patch Panel، والنوع الثانى Fiber Optical PP، وواضح من التسمية أن التصنيف حسب الكابلات التي ستتصل به.

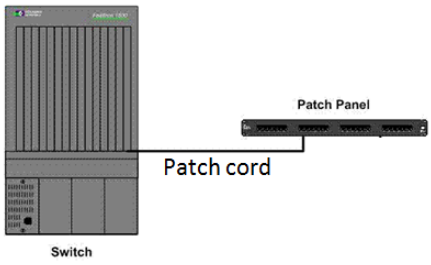
وتتميز بانها مرقمة لتسهيل عملية ترتيب وصيانة الكابلات، فعند حدوث مشكلة تستطيع أن تجد الكابل الخاص بجهاز ما بسهولة. ولها عدة سعات قياسية تقاس بعدد الـ Ports (12، 24)، ويتم اختيار سعتها بناء على عدد المخارج الموجودة.

CAT6 PP



:Patch cord

وهو كابل طوله في حدود 1متر يربط بين ال patch panel وبين الـ switch كما هو موضح في الشكل. وفي حالة الراكات الكبيرة يصل طوله إلى 3 متر وتستخدم أيضا للربط بين المخرج والأجهزة المراد استخدامها كما في الشكل السابق.



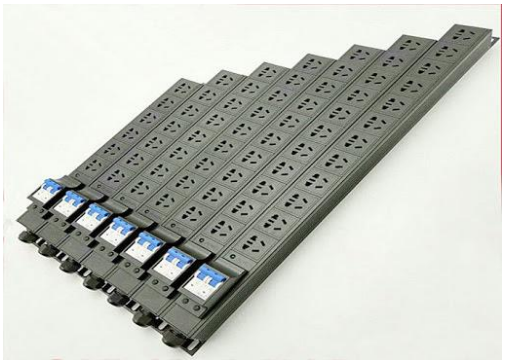
:Cable organizer

ويسمى أيضا cable Management، هو الذي يقوم بتنظيم كابلات الـ (patch cord)عند التوصيل بين الـ switch و الـpatch panel داخل الراك، كما هو موضح في شكل. ويستخدم عدد واحد منه لكل patch panel. لاحظ أنه لو كان لدينا Switch له 24 port فهذا يعني دخول 24 كابل عليه من الـ Patch panel وهذا يعني غابة من الأسلاك لاسيما إذا كان لدينا أكثر من switch وهذا الـ Cable organizer يقوم بتدبيس الكابلات وتثبيتها منعا للتداخل.

وحدة توزيع الكهرباء داخل الراك

هذه الوحدة Power Distribution Unit والتي تظهر في الصور التالية مسؤولة عن توزيع الكهرباء من خلالها إلى الأجهزة المختلفة داخل الراك ، ولذا يجب التأكد من عدد مخارجها وقدرتها على تحمل الأحمال المتصلة بها.

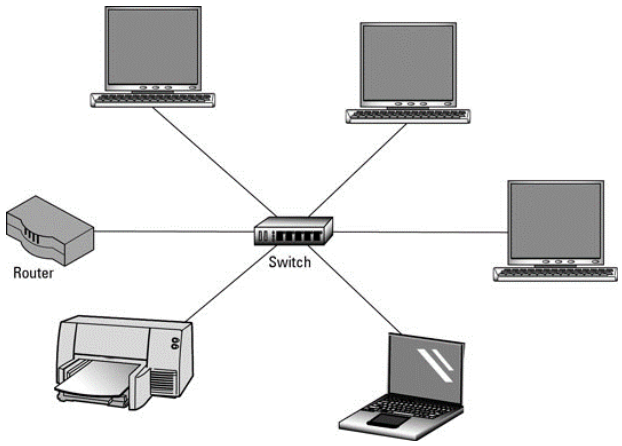
وهناك أنواع من الـ Power Distribution Unit يمكن تغذيتها من مصدرين أحدهما للطوارئ.



أما المكونات التي سنعرضها بدءا من الأجزاء التالية فتمثل الجزء الثانى من Data Network وهو الذى أسميناه بالـ Active Data Network وستلاحظ أن جميع مكونات هذا الجزء تحتاج إلى تغذية وإلى برمجة.

الـ Data Network Switch

هو أهم جزء في الشبكة البسيطة LAN، وهو عبارة عن مجموعة دوائر Programable Hardware تقوم بعملية تبادل المعلومات بين الأجهزة بسرعة، وهو قادر على ربط جميع مكونات الشبكة (المحلية فقط دون ارتباط بالإنترنت)، وقادر على معرفة السير الصحيح والتوزيع الصحيح للإشارات المرسَلة والمستلَمة عن طريق تتبع عنوان physical address or mac address كل جهاز صادر منه أو إليه الـ Data وهذه العناوين مخزنة في جدول بداخله.



ولفهم فكرة عمله نفترض أن هناك switch مكون من 6 منافذ وموصل عليه 4 أجهزة كمبيوتر وطابعة، وrouter، كما في الشكل، فمن الممكن لـ Switch أن يقوم بنقل بيانات من الجهاز على المنفذ رقم 2 للجهاز المتصل على المنفذ رقم 4 مباشرة من خلال معرفته لـ address MAC الخاص بهما.

ويحتاج كل switch إلى تغذية كهربية عن طريق كابل power منفصل، وغالبا يتم تغذيته من UPS حتى لا تفقد أي بيانات عند انقطاع التيار.

كما توجد سويتشات تقوم بتغذية الوحدات المتصلة بها من خلال ما يعرف بـ Power Over Ethernet، POE، وفى هذه الحالة فإن كابلات الـ ethernet تشتمل على كابلات تغذية الـPower في نفس الوقت لكن بالطبع هذا يستلزم أن يكون جهاز السويتش يدعم هذه الخاصية، وعندئذ طالما أن هناك جهاز واحد متصل به كابل الـ Ethernet ستكون هناك Power واصلة للـ Switch.

ويعرف الـ Switch بعدد الـ Ports، والمتاح في السوق هي: 4 و6و 8و 12و 16و 18و 24 و48، ودائما تختار عدد الـ Ports بحيث تكون أقرب أكبر رقم متاح في السوق، بمعنى لو عدد المخارج لديك هو 19 مخرج فستختار switch له 24 port. مع ملاحظة أنه يجب أن يكون لدينا نسبة Spare 20%.

ويوجد عدة أنواع من الـ Switches:

1. Access Switch: (داخل layer 2 فقط) يقوم بالربط والتحويل بين الأجهزة مباشرة ولا ترى سوى الـ Mac Address.
2. Distribution Switch: يقوم بعملية الربط بين مجموعة من Access Switches في L2 وكذلك تتواصل مع الـ routers الموجودة فى L3 بمعنى أن هذا النوع من الـ switches يتعامل مع L2 and L3. وتحديدا تقوم بتقسيم الـ traffic القادمة من الـ access switches على الـ routers، وبالتالي فهذه النوعية من الـ Switches تحتاج أن ترى الـ IP address أيضا بينما الـ ordinary switches لا ترى سوى الـ mac address.
3. Core Switch: يقوم بعملية الربط الأهم بين مجموعة من Distribution Switches.
4. وهناك نوع آخر Rugged Switch وهو نوع مقاوم للعوامل الجوية ويستخدم على الأسوار وفى الأماكن الخارجية، وعدد مخارجه محدود 6 أو8 فقط.

ملحوظة:

عند تصميم الـ Network يكون لدينا العديد من الـ Layers تصل إلى Layers-7.

1- فالـ L1 , Layer 1 تسمى بالـ Physical Layer وتشتمل على cable structuring وتوصيلها بالمخارج الفعلية.

2- أما L2, Layer 2 فتسمى بالـ data Link ومن خلالها يتم توجيه data بين النقاط المختلفة، وفى هذه الـ layer نستخدم النوع الأول من الـ switches الذى يسمى access switch.

3- الـ Layer التالية هي L3 وتسمى Network Layer وهنا يتم توجيه الـData message إلى عنوان address معين خارج نطاق الـ Local Network ولذا يستخدم في هذه الـ layer بالإضافة إلى الـ switches فإننا نستخدم أيضا الـ router والـ Firewall إلخ.

4- بقية الـ layers تخص الـ applications, ports وغيره مما هو خارج نطاق مهندس القوى.

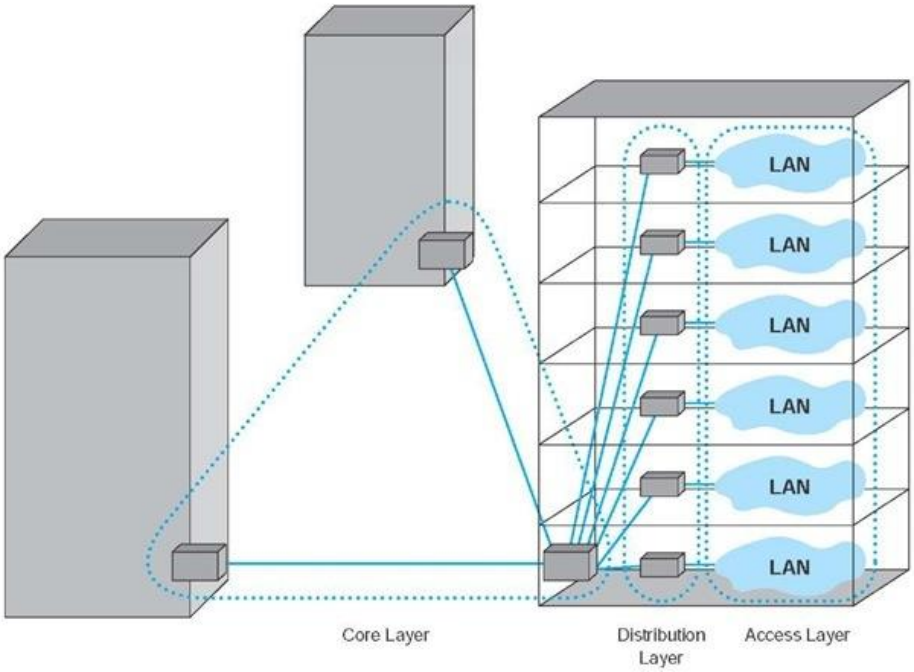
والجدول التالي به بعض المصطلحات التي تستخدم في توصيف السويتش:

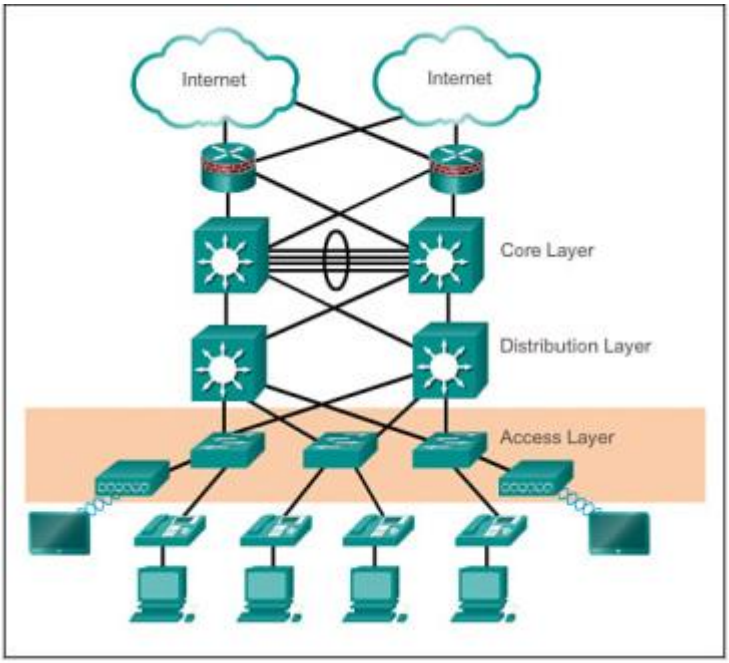
PoE	
IEEE 802.3af PoE delivered over any of the twenty-four 10/100/1000 ports; power budget allows for max power of 15.4W on up to 12 ports simultaneously.	
Performance	
Switching capacity	Up to 48 Gbps, nonblocking
Forwarding rate (based on 64-byte packets)	Up to 35.7 mpps

PoE: power over Ethernet Switch: هو switch عادى لكن يمكن لمخارجه أن تنقل قدرة كهربية محدودة إلى الأجهزة المتصلة به، ونستطيع توزيع الـ power على الأجهزة المتصلة بالـ switch عن طريق POE setting وبحد أقصى 15.4 W- لكل port وبحد أقصى 12 port فى نفس الوقت (هذه الأرقام خاصة بالنوع المذكور فقط). وهنا يجب على مهندس القوى آخذ هذه القدرات في الاعتبار عند حساب القدرة المطلوبة لتغذية هذا الـ Switch.

Switching capacity: هي الـ Data التي يمكن نقلها في الثانية بين الأجهزة وبين الـ Switch ويمكن أن تقاس بوحدة Gbps: Giga bit per second، كما يمكن التعبير عنها أيضا بالمصطلح التالي: forwarding rate: number of packets that can be processed by the switch، حيث الـ Packet هي group of control information or user data

ولمزيد من التوضيح: نفترض أن لدينا مجمع سكنى مكون من ثلاث مباني مختلفة وكل مبنى يتكون من مجموعة من الأدوار عند ذلك يتم ربط الأجهزة مع بعضها على Access Switch عند كل دور داخل المبنى مكونا LAN خاصة بكل دور، ثم يتم تجميع كل هذه الـ Switches الموجودة في الأدوار المختلفة علىDistribution Switch واحد خاص بكل مبنى، ثم يتم تجميعهم الـ Distribution Switches الثلاثة على Core Switch واحد للمجمع السكنى كاملا.





الـ Router

كما هو واضح من اسمه فهو جهاز قادر على تحويل البيانات من شبكة إلى أخرى كما في الشكل، تذكر دائما أن الـ Switch يربط الأجهزة معا، أما الـ Router فيربط الشبكات معا.

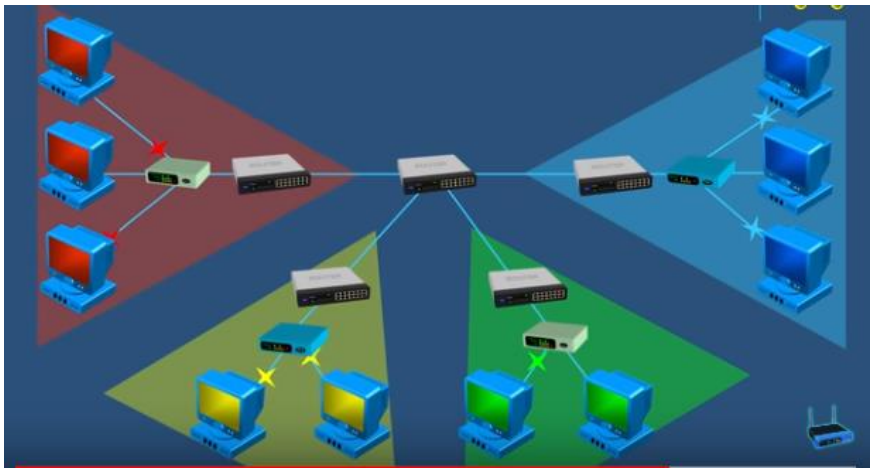
ولذا يعتبر هو الـ Gateway لأى شبكة، فالبيانات الداخلة على الـ Router ربما تخص أكثر من شبكة، وهنا يأتي دور الـ Router (فعن طريق معرفة الـ IP address) يمكنه أن يوجه البيانات الخاصة بكل شبكة على حدة.

والشكل التالي يبين الصورة بشكل أكبر حيث لدينا أربع شبكات، كل واحدة منهم تتبادل بياناتها داخليا فيما بين أجهزتها بواسطة Switch كما في الشكل، لكن إذا أرادت أي شبكة منهم أن تتواصل مع شبكة أخرى فيلزم وجود router بعد كل switch لتمر البيانات خلاله من شبكة إلى أخرى كما في الشكل السابق أيضا.

وهنا يأتي دور الـ Firewalls للحماية من أي اختراقات، وهو أما أن يكون hardware or Software والأشهر استخدام النوع الـ Hardware.

والـ Router جهاز يشبه جهاز كمبيوتر، وهو أكثر تعقيدا من الـ Switch، ويستخدم في الربط بين الشبكات المختلفة، حيث يقوم الراوتر كما ذكرنا بتوجيه وتحويل الباكت (البيانات) بين الشبكات السريعة المختلفة. وفي حال اتصال الشبكة بالإنترنت أو بشبكة أخرى سيكون لزاما استخدام الـ Routers لعمل هذا التواصل.

لاحظ في الشكل التالي وجود الـ Router عند رأس كل مثلث (شبكة منفصلة) وبعد الـ switch الخاص بكل شبكة. ونشير فقط هنا إلى أننا يمكننا الاستغناء عن الـ router الموجود في رأس كل شبكة والوصول مباشرة إلى الـ Router الرئيسي الموجود في المنتصف بفرض وجود Ports كافيه به حتى تتصل به الـ switches الخاصة بالـ LANs المختلفة.



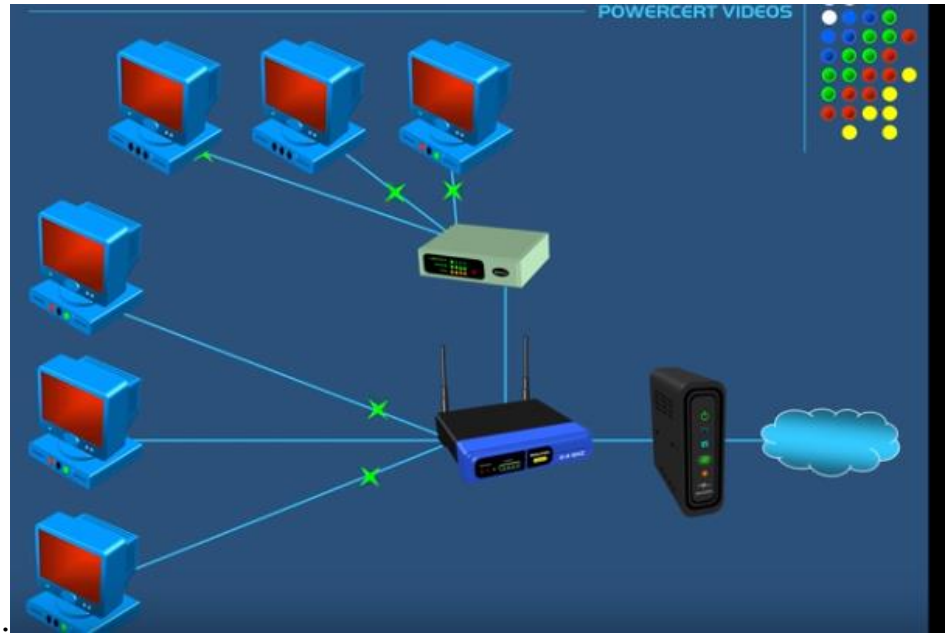
الـ Modem

هذا الجهاز تحتاجه حين تريد التواصل مع شبكة الإنترنت وهو ضروري لاختلاف طبيعة الإشارة القادمة من الكمبيوتر عن طبيعة الإشارة المتجهة لشبكة النت، فالأولى تكون Digital والثانية تكون Analog ومن هنا كان من الضروري أن نقوم بعملية Modulation and demodulation كما في الشكل ومن هنا جاء الاسم. ويتوقف نوع المودم المستخدم على الشركة التي توصل لك خدمة الإنترنت ولذا يجب الرجوع للشركة لمعرفة مواصفات هذا المودم وأهم بند في هذه المواصفات هي السرعة في نقل البيانات فبعض الأماكن في مصر لا تتعدى السرعة فيها 1 Mbps بينما تصل في أماكن أخرى إلى 100Mbps، وبالطبع يجب أن يكون المودم أسرع من internet Plan التي أنت عليها لكن ليس بفارق كبير.

أما الـ Router فيأتي دوره بعد المودم حين يكون مطلوبا من المودم أن يتواصل مع أكثر من جهاز وربطهم معا كما في الشكل (يمكن الاستغناء عن الراوتر إذا كان المودم متصلا بجهاز واحد فقط).

لاحظ في الشكل التالي أن هذا النوع من الراوتر له antenna وهذا يعنى أن به wireless capability ومن ثم يمكن للموبيل مثلا الدخول على النت من خلاله، وبدون هذه الـ antenna يجب أن يتم التواصل فقط من خلال كابلات الـ Ethernet.

وداخل الـ Router يوجد Built-in small Switch لكن حجمه صغير، حيث يمكن ربط بعض الأجهزة بالـ router من خلال ethernet cables، وبالتالي يمكن لهذه الأجهزة أن تتواصل داخليا فيما بينها. لكننا سنحتاج إلى إضافة Switch مستقل قبل الـ Router إذا كان عدد الأجهزة كبيرا كما في الشكل التالي



وفى كثير من الأحيان يدمج المودم بالراوتر فيصبحا جهازا واحدا كما هو الحال في الشبكات المنزلية وبالتالي ليس بالضرورة رسمهم كجهازين كما في الأشكال السابقة.

الـ Server

لو تخيلنا أنك صممت Web Site ووضعته على جهاز الحاسوب الخاص بك. كيف يمكن لآخرين أن يطلعوا على هذا الموقع؟ بالطبع لا تسمح أجهزة الحاسوب لأى جهاز غريب أن يتصل بها مباشرة، فكان الحل هو استخدم الـ Server وهو عبارة عن كومبيوتر مميز Special Computer يمكنك أن تضع عليه ما تريد، ويمكن للغير أن يطلعوا على ما يحتويه (مع ملاحظة أنه للحصول على مساحة تخزينية على هذا الـ Web server لابد أن تدفع مقابل مالي للشركة المالكة والمديرة لهذا الـ Web Sever).

وأحجام السيرفرات تتنوع بشدة في المشروعات، فيمكن أن يكون بحجم الجهاز في الصورة التالية

ويفضل دائما استخدام سيرفر مستقل لكل نظام، فمثلا يستخدم سيرفر لكاميرات المراقبة وآخر للتلفونات، وثالث للتلفزيونات، وهكذا. ونظريا يمكن تجميع الكل على سيرفر واحد لكن هذا يكون في الشبكات الصغيرة فقط أما المشروعات الكبيرة فسيتسبب وضع جميع الأنظمة على سيرفر واحد إلى حدوث traffic عالي جدا يمكن أن يتسبب في سخونة السيرفر واحتراقه.

ويمكن أن يصل حجم السيرفر إلى مدى أوسع بكثير، فشركة Amazon مثلا لها sever خاص بها وهو World wide accessible أي متاح لأى أحد ولك أن تتخيل حجمه وحجم المعلومات المخزنة به، وبالطبع يمكن وصفه بأنه Super Computer ومزود أيضا بـ Huge Memory، وبالطبع هو ليس server واحد بل يقترب من مليون server من مثل الحجم الذي يظهر في الشكل.

وبالطبع يمكن التواصل بين أي حاسوب (يسمى أيضا Client أو عميل) وبين الـ web Sever (الذي يسمى بالـ Host أو المضيف) من خلال Browser مثل Google أو Explorer أو Firefox أو غيره حيث أن هذه البرامج لها القدرة على تسهيل (ترجمة) لغة التواصل بين المستخدم وبين السيرفر، وهذا ليس مجال دراستنا. على الجانب الآخر يمكن استخدام حاسوب صغير As a server داخل المنزل أو داخل الشركة.

وعموما فالـ Server هو حاسوب ذو طبيعة خاصة ومواصفات خاصة حسب التطبيقات بحيث يمكن للعديد من الأشخاص استخدامه.

الراك (Rack):

الراك يعتبر جزءا من الـ Passive Network ولكنى فقط ذكرته متأخرا لأنه جميع الأجهزة توضع بداخله. والراك يكافئ لوحة التوزيع الرئيسية في لوحات الكهرباء، وهو عبارة عن كابينة يتم داخلها تثبيت العديد من الأجهزة مثل:

- Data switch
- Cable organizer
- Patch panel

ويتم توصيفه عن طريق عرض الكابينة:

The 19-inch (482.6 mm) or 23-inch (584.2 mm) – والأكثر استخداما هوً "19.

أما ارتفاع الكابينة فيتم اختياره حسب الأجهزة التي تركب بداخلها حيث يتم تقسيم مساحات الوحدة إلى Units، U، علما بأن ارتفاع الـ U الواحدة تقريبا U: Rack unit is 1.75 inches

وغالبا يستخدم 42 U للراكات الرئيسية، ويستخدم من9U إلى 22 U للراكات الفرعية. والشكل التالي يمثل نموذجا لراك ثبت على الحائط (Wall Mounted).

خطوات تصميم الـ DATA NETWORK:

الخطوة الأولى دائما هي تحديد الكود المستخدم في بلد المشروع ومراجعة الاشتراطات الخاصة بالكود الخاص في كل بلد، فإذا كان البلد ليس لديه كود خاص به فيجب مراجعة قسم الحاسب في إدارة المشروع للتأكد من أنه ليس لديهم اشتراطات خاصة، ثم على المهندس أن يلتزم بأي كود بعد ذلك (أوروبي أو أمريكي) طالما أنه لا يوجد كود في بلد المشروع.

والسبب في ضرورة الالتزام بكود معين أنه عند حدوث مشكلة في التنفيذ سيكون النقد موجها أساسا لمهندس التصميم، وعليه أن يكون مهيأ للرد من خلال إثباته أنه كان ملتزما بكود محدد حتى لا يصبح هو كبش فداء لحل المشكلة.

بعد ذلك يقوم مهندس الشبكات بتحديد الحجم المتوقع أن تغطية الشبكة من المستخدمين مع مراعاة خطط التوسع المستقبلية للشركة أو المؤسسة. وفى هذه المرحلة علينا أن نحدد بوضوح طبيعة النشاط، فمن الممكن أن يكون المطلوب من الشبكة فقط مشاركة الملفات والطابعات بمعنى المطلوب عمل شبكة workgroup ليس إلا... وهى تكفى إذا كان عدد الأجهزة أقل من عشرة أجهزة. كما يجب تحديد جهات الاتصال المفترض أن تتضمنها الشبكة: هل ستتصل الشبكة بالإنترنت أم لا؟ و ما هي سرعة الاتصال المناسبة؟ و هل ستتصل بأى شبكة خارجية أخرى أم لا؟ وهل الشبكة تتضمن مشاركة مقاطع صوتية و فيديو، إلخ. فإذا كانت الشركة كبيرة ويتطلب العمل فيها العديد من البرامج الكبيرة فهذا يتطلب عمل دومين domain لكى تكون الإدارة مركزية ويسهل علينا التحكم في الشبكة.(خارج نطاق الكتاب).

تذكر دائما:

- كل مجموعة سويتشات يحتاجون إلى Fiber Optic Patch Panel واحدة لاستقبال كابل الـ FO الداخل لهم.
- كل سويتش يحتاج إلى Patch Panel منفردة في الخروج بالإضافة إلى Cable Management واحدة منفردة أيضا. وبالتالي فكل سويتش يحتاج إلى(3 units) 3 U داخل الراك (هذا في حال كان الـ Switch 24 Port أما

الـ Switches ذات الـ Port 48 فإنها تحتاج إلى 5 U بدلا من 3 U) بالإضافة إلى الـ U الخاصة بالـ Fiber Optic Patch Panel المخصصة للـ Inputs الخاصة بجميع الـ Switches.

- إذا كان كابل الدخول المستخدم من النوع الفايبر فيجب أن تكون الـ PB المستخدمة جهة الـ Inputs على الـ Switch هي الأخرى من النوع الـ Fiber Optic Patch Panel والتي يدخل عليها كابل الفايبر الرئيسي من جهة ويخرج منها كابلات فايبر أخرى قصيرة في حدود متر يسمى Fiber Patch Cord إلى كل switch.
- أن السويتش دائما يدخل عليه كابلات fiber ويخرج منه كابلات ethernet.
- كل سويتش يحتاج إلى two core FO cable (ومعظم التصميمات الحديثة أصبحت تستخدم 6 Core min per switch تحسبا لأى توسعات مستقبلية). ومن ثم لو كان لدينا 10 سويتشات سنحتاج على الأقل 20 Core FO cable. ويمكن التعبير عن ذلك من خلال العلاقة:

no. of cores = 2 x No. of switches

سؤال: كم unit في الراك نحتاجها لوضع 5 switches (24 Port each) داخله؟

الإجابة:

تذكر أن كل switch يحتاج إلى Unit 3 وذلك لأن كل switch يحتاج إلى:

(patch panel + Cable management)

لزوم كابلات الخروج منه، بالإضافة إلى الـ Switch نفسه، وبالتالي فلو كان لدينا 5 switches فسيحتاجون إلى 15 Unit داخل الراك ثم يضاف إليهم unit أخرى إضافية خاصة بالـ Fiber Optic patch panel (أحيانا نستخدم 2 Units بدلا من واحدة) الخاصة بكابلات الدخول على الـ Switch نفسه، ومن ثم فإن 5 switches يحتاجون إلى 16 U.

وقد يضاف إليهم أحيانا unit أخرى إضافية يوضع فيها Fan للتهوية للمجموعة كلها فيصبح العدد 17 U. ثم يضاف 2-3 Units for Power Distribution.

وأخيرا يضاف 20% spare.

القاعدة هي:

No. Of U = No of Switches x 3 +4+ 20% spare

16U

Great for mounting rack equipment without needing to use too much space, best for small offices and retail

42U

Used in many data centers and tends to be the common size cabinet for many IT departments

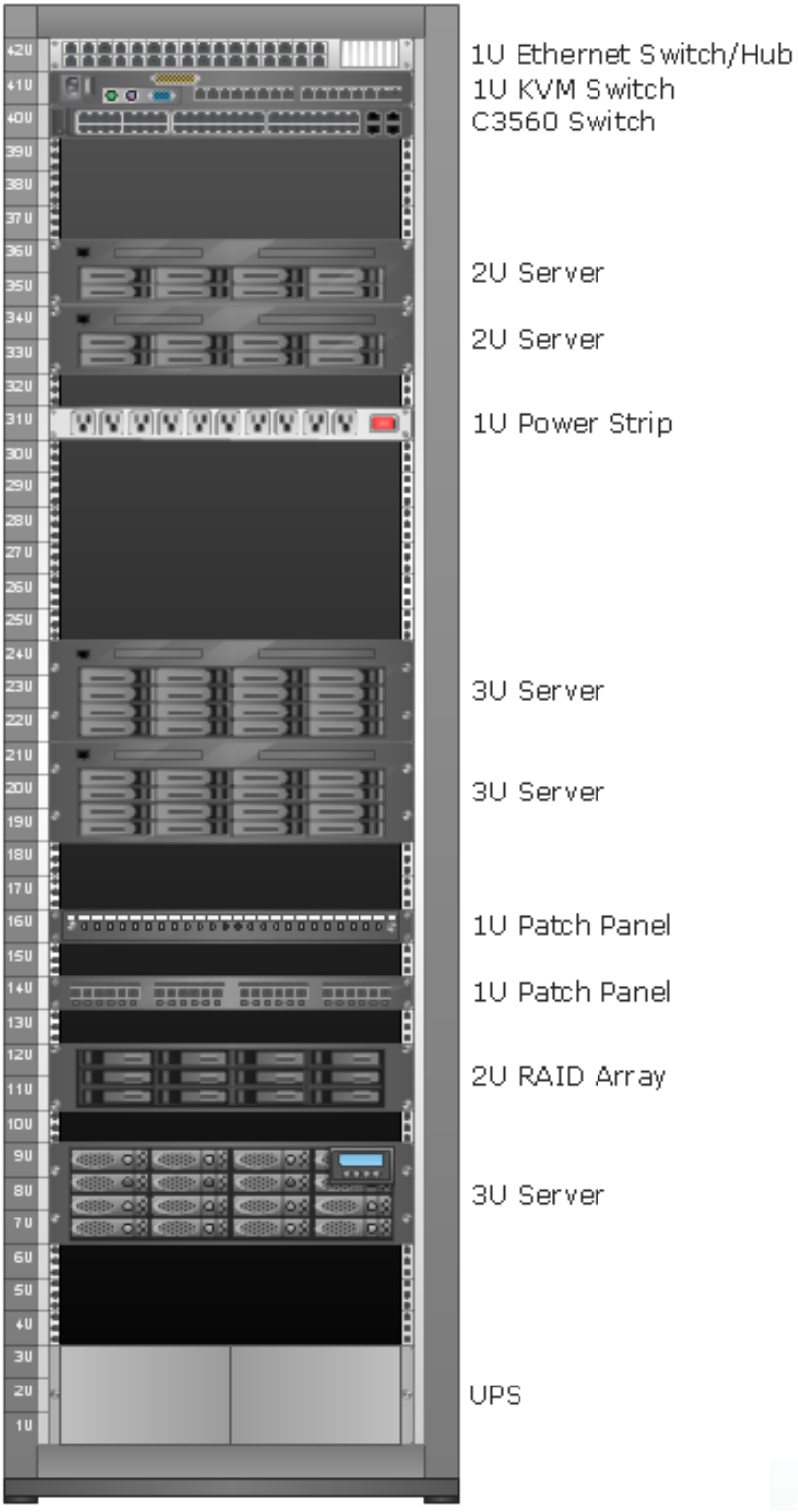
48U

Preferred height when space is limited but need to rack a lot of equipment

58U

The tallest rack in the industry, allowing 38% more space than a 42U model, good for large businesses

والشكل التالي يمثل rack 42 Unit يستخدم في الأحجام الكبيرة ويستخدم مثبتا على الأرض) Floor Mounted).
ويبين ترتيب وضع هذه الوحدات داخل الـ rack.



أدوار مهندس القوى

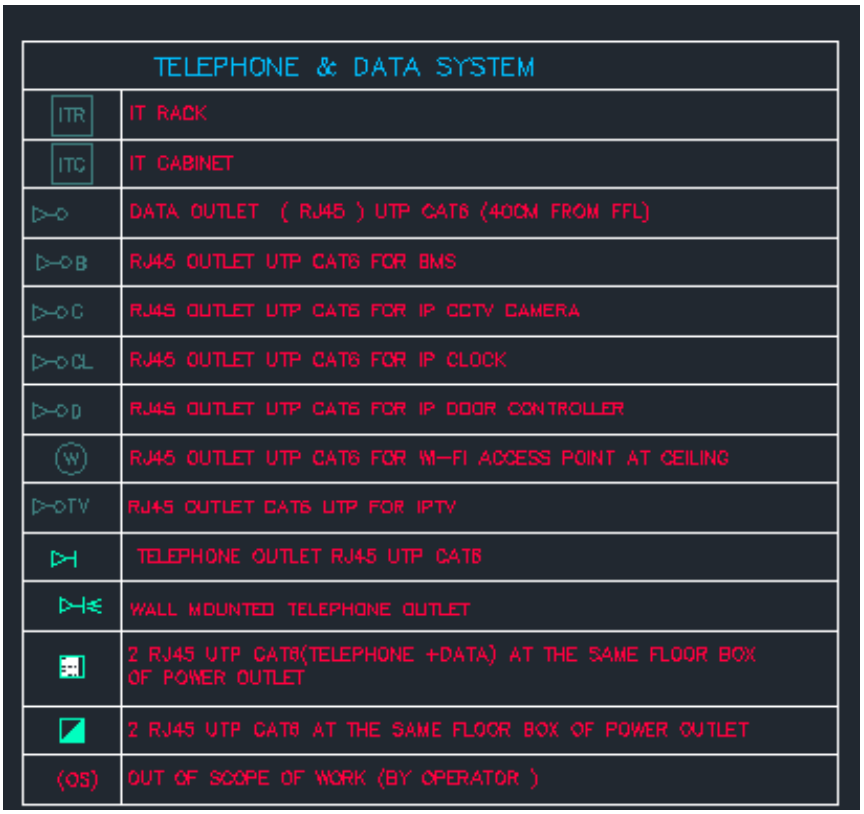
تبدأ أدوار مهندس القوى بالخطوات التالية

1. تحديد عدد المخارج المطلوبة بناءا على المخططات المعمارية للتصميم الداخلي وطلب العميل، فيتم مثلا وضع مخرج بجوار كل مكتب كما في المباني الإدارية.
2. تحديد الكابل المستخدم حسب السرعات المطلوبة. وبناء علي نوع الكابل سيتحدد الـ socket المناسب للكابل المستخدم وفي الشائع يستخدم كابل CAT6A or CAT 6، وبالتالي يستخدم معه برايز المناسبة لكل نوع.
3. اختيار سعة ال patch panel بناءا على عدد المخارج. فعلى سبيل المثال إذا كان الدور به 37 مخرج، فسيتم اختيار patch panel تحتوي علي 48 port. أو اختيار 2-patch panels سعة كل واحدة 24 port.
4. يتم تصميم الراكات الفرعية في كل دور على حسب عدد المخارج في كل دور، ويمكن أن يتواجد أكثر من راك فرعي في كل دور (وذلك في حال زادت المسافة بين الراك الفرعي وأبعد مخرج عن 90 متر)
5. توصيل الراكات الفرعية بالأدوار إلي الراك الرئيسي ويتم ذلك بواسطة كابل fiber.
6. يجب مراعاة أن الأبعاد على اللوحة هي أبعاد خادعة، حيث يجب إضافة ارتفاع السلك للسقف ونزوله من مستوى لآخر، وهذه الارتفاعات لا تظهر على مخطط اللوحات.
7. يتم تصميم الراك الرئيسي بناءا على عدد الراكات الفرعية ويتم تحديد عدد الكابلات التي تصل بين الراك الرئيسي والراكات الفرعية (uplink) بحيث لا يقل عددهم عن كابلين فايبر (Main and Redundant) يتم تحديده بناءا على طلب العميل وغالبا يستخدم كابلات UTP من المستخدمة في المشروع.
8. اختيار سعة ال data switch بناءا على عدد المخارج.
9. اختيار حجم الكابينة ((rack المناسبة.
10. تحديد الغرفة المخصصة للسيرفرات وبها سيكون بالطبع خط الإنترنت والسويتش ويراعى عند اختيار هذه الغرفة أن تكون قدر الإمكان في مكان متوسط من المبنى لأن توزيع الأسلاك على المبنى كله سيتم منها وأيضا لابد من مراعاة حجم التكييف المطلوب بسبب الحرارة الناتجة عن تشغيل السيرفرات 24 ساعة.
11. في المشروعات الضخمة يفضل أن تكون غرفة السيرفرات بالدور الأرضي حيث يمكن أن يتجاوز وزن الراك الواحد أكثر من طن، وهذا يمثل عبأ على مهندس الإنشاءات ولابد أن يكون على علم بهذه الأوزان. كما أن الأرضية يجب أن تكون مرتفعة (المعلومات الخاصة بعدد الراكات وأحجامها يجب أن تكون متاحة أمام الإنشائي والمعماري وكذلك مهندس التكييف ومهندس نظام الإطفاء، بالإضافة طبعا لمهندس القوى الكهربية).
12. يراعى أيضا أن يكون المسار من مدخل المشروع إلى غرفة السيرفرات واسعا وخاليا، لأن بعض الراكات تأتى غير مفككة ويلزم أن تدخل بحجمها الطبيعي وهذه المعلومة يجب أن تكون متاحة أمام المعماري.

راجع الجزء السابق المعنون بـ تذكر دائما لمعرفة قواعد الحسابات التصميمية للمشروعات الصغيرة.

نموذج تطبيقي

هذه أولا معظم الرموز التي تستخدم في لوحات الـ Tel and data وهذان النظامان في الغالب يرسما معا في لوحة واحدة حيث أن المخرج لكل نقطة فيهما هو RJ45 ومن ثم فكلاهما يعتبران data system مع الاختلاف طبعا في طرق تجميع نقاط الـ data عن نقاط الـ Tel كما سيظهر في الـ riser diagrams التالية .



مثال

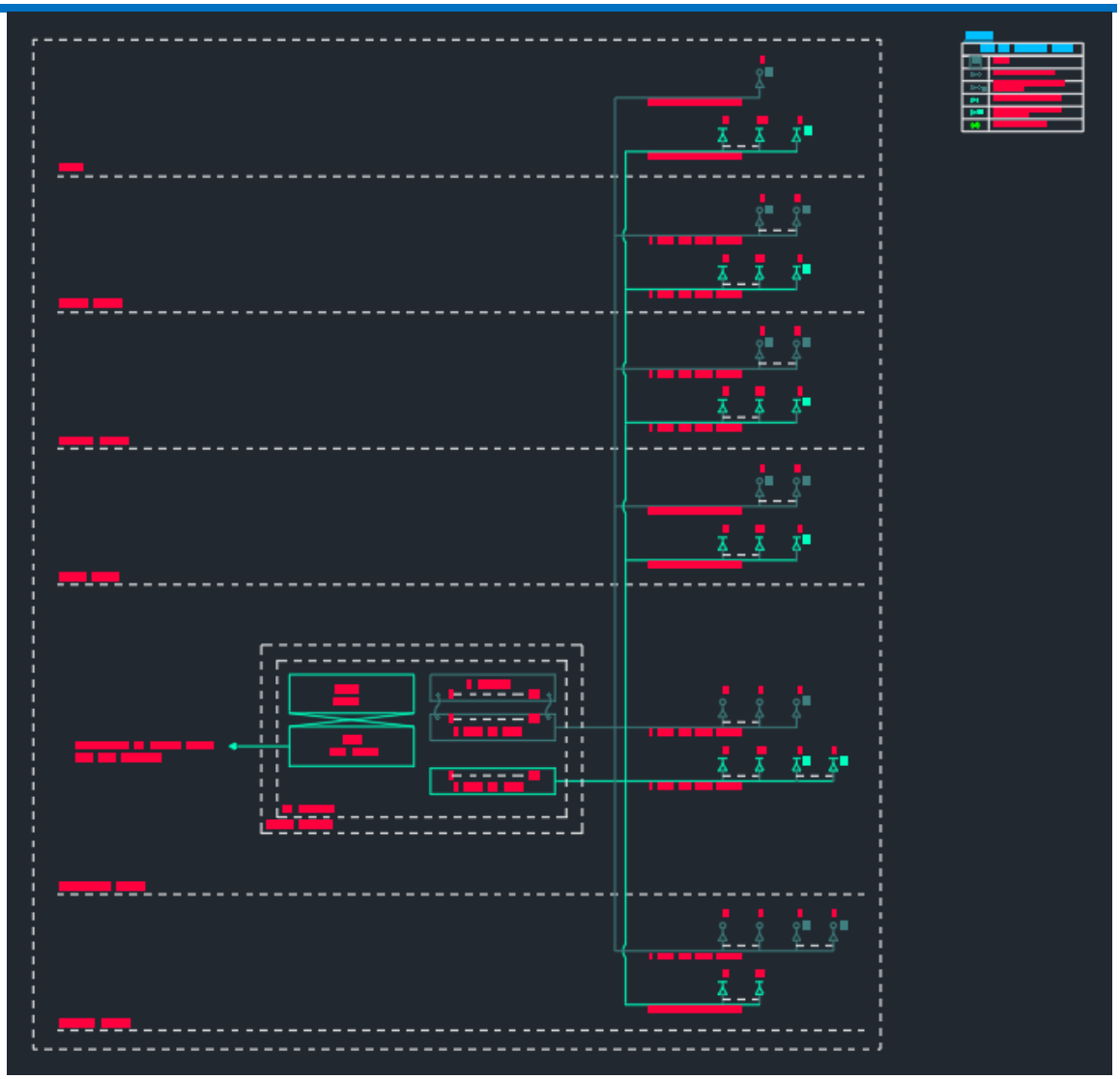
الشكل التالى يمثل plan لدور في أحد الفنادق الصغيرة تظهر عليه طريقة توزيع المخارج بالطبع حسب وضع الفرش furniture في المبنى.

راجع اللوحة مفصلة في ملحق الأتوكاد

لاحظ ظهور مخارج للداتا في الطرقات لتغذية مخارج الـ wireless points ، كما ظهر مخرجين في كل غرفة للتلفونات.

لاحظ أيضا أن مخارج التلفزيون لم يظهر بجوارها مخرج للدتا وهذا يعنى أن الفندق لا يستخدم IPTV وإلا لو كان مستخدما لظهر مخرج داتا بجوار مخرج التلفزيون ، ونفس الكلام ينطبق على الكاميرات ، فلو ظهر مخرج داتا بجوار الكاميرا فهذا يعنى أنها كاميرات ديجتال وإلا فهى كاميرا عادية.

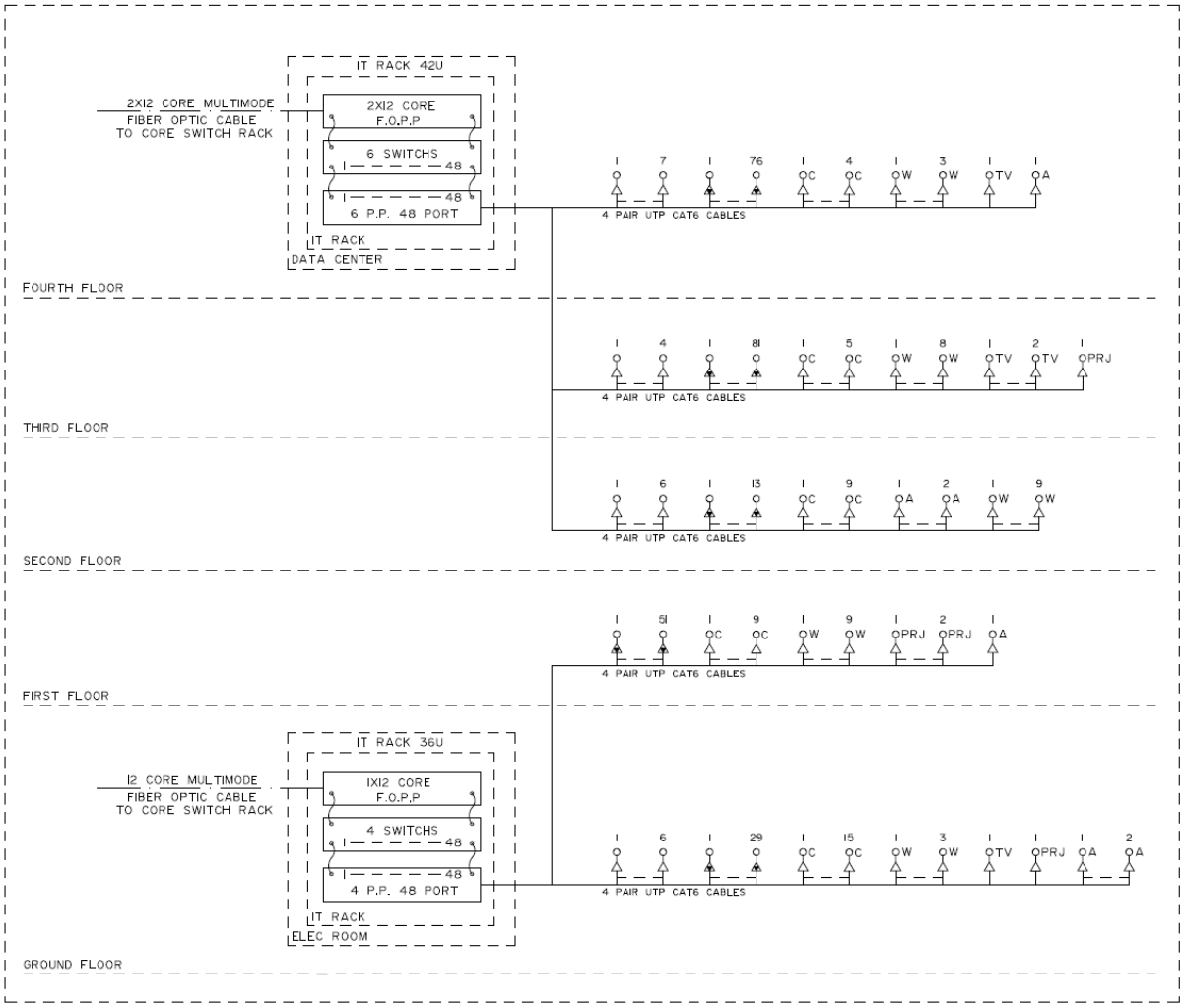
أما الـ riser diagram لنفس المشروع السابق فيظهر في الشكل التالى (راجعه أيضا في ملحق الأتوكاد بالموقع).



لاحظ في يمين الشكل وجود riser خاص بالتلفونات وآخر خاص بالـ data ، وبالطبع فالخط المرسوم رأسيا في يمين IT Rack هو في الحقيقة مجموعة من الأسلاك من النوعية 4-pair cat-6 ، وعددها هو عدد المخارج. أما الخط يسار الـ IT rack فهو fiber optic cable ويظهر بوضوح أكثر في المثال التالى.

مثال

في الشكل التالى نموذج لمشروع إحدى الجامعات ولذا تتميز بعدد كبير من مخارج الـ data كما في الـ Riser diagram الذى يظهر في الشكل التالى (راجع تفاصيله في ملحق الأتوكاد بالموقع).



والشكل التالى لتوزيع المخارج في أحد أدوار هذه الجامعة

راجع تفاصيل اللوحة في ملحق الأتوكاد

Item	Description	Qty	Unit	Unit Rate
	TECHNOLOGY SYSTEM			
	Supply, install, connecting, testing, commissioning & put into operation Technology System including SFP's ,Cassetes , Splicing , Pigtails, hardware, softwares, licenses, networking, marking, sleeves, openings, bases, supports, cable trays, trunks, conduits, junction boxes, pull boxes, back boxes, all required interfaces and all necessary accessories to complete work as required, as per specifications and drawings including the following:			
	Active Components			
A	48 Port POE switch including stack cable, ports and fiber modules capability	5	No	
B	Wireless access point POE with licences and mounting accessories	37	No	
C	Wireless access point POE - wall mounted (weather proof type) with licences and mounting accessories	7	No	
	Passive Components			
D	SCC - 21U (600x600) 19" wall mounted Data rack (including Rack ventilation, Power Strips, Grounding, Management Units and Labeling System)	1	No	
E	SCC - 42U (600x600) 19" Floor standing Data rack (including Rack ventilation, Power Strips, Grounding, Management Units and Labeling System)	1	No	
F	110 Voice Patch Panel 24 Port including all necessary accessories.	4	No	
G	CAT6A Patch Panel 24 Port with CAT6A patch cord, cable management and including all necessary	4	No	
H	CAT6A Patch Panel 48 Port with CAT6A patch cord, cable management and including all necessary accessories.	5	No	
I	Fiber patch panel including fiber optic patch cords and all necessary accessories.	2	No	
J	Single RJ-45 CAT6A IP Outlet with face plate connecting block, labeling, conduits, CAT6A cable, back box with junction box and all necessary accessories to finish works as per standard, specification, and drawings (wall mounted).	124	No	
K	Ditto, but Ceiling mounted	77	No	

- BICSI customer-owned outside plant design manual ،latest edition including all subsequent addendums
- BICSI electronic security systems design reference manual ،latest edition including all subsequent addendums
- BICSI network design reference manual ،latest edition including all subsequent addendums
- BICSI telecommunications distribution methods manual ،latest edition including all subsequent addendums.
- BICSI Information Communication Technology Design and Implementation Practices for Intelligent Buildings and Premises
- Institute of electrical and electronics engineer (IEEE)
- ISO/IEC 11801 -2017 ،information technology – generic cabling for customer premises
- J-STD-607-C - commercial building grounding (Earthing) and bonding requirements for telecommunications
- NFPA-101 (National life cycle code)
- NFPA-70 (National electric code)
- NFPA-72 ،National fire alarm code
- SCTE 74 2011 - specification for braided 75 ohm flexible RF coaxial drop cable (Formerly IPS SP 001)
- TIA-526-14A – OFSTP-14; optical power loss measurements of installed multimode fiber cable plant
- TIA-568.0 Rev. D with latest addendums -Generic telecommunications cabling for customer premises.
- TIA-568.1 Rev. D with latest addendums – Commercial building telecommunication infrastructure standard ،
- TIA-568.2 Rev. D with latest addendums – Optical fiber Cabling and Components Standard.
- TIA-568.3 Rev. D with latest addendums – Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard.

- TIA-569-D Addendum-2 - Commercial building standard for telecommunications pathways and spaces
- TIA-569-B-1 - Commercial building standard for telecoms pathways and Spaces; addendum 1 – temp. and humidity requirements for telecoms Spaces.
- TIA-570-D – Residential telecommunications infrastructure standard
- TIA/EIA-606-Rev.C - Administration standard for commercial telecommunications infrastructure
- TIA-758-Rev.B - Customer-owned outside plant telecommunications infrastructure standard.
- TIA-162-A- Telecommunications Cabling Guidelines for Wireless Access Points
- ISO/IEC 18598 Information technology — Automated infrastructure management (AIM) systems.
- Underwriters laboratories ،inc (UL): standard for safety
- UL-294 Access control Systems unit
- Americans With Disabilities Act (ADA) Standards
- BS 8300
- Occupational safety and health administration (OSHA).
- EGYPT BUILDING CODE

2

إدارة أنظمة المباني

BMS Systems

ويسمى أيضا Building Automation System, BAS ، وهو في الأساس نظام للمراقبة والتحكم والتشغيل وإدارة كافة الأحمال الإلكتروميكانيكية (كالتهوية والتكييف والتدفئة والإنارة والمصاعد وغيرها) ، وحديثا صار يشتمل أيضا على الربط مع معظم أنظمة التيار الخفيف مثل كاميرات المراقبة والصوتيات ونظام الإنذار عن السرق ونظام التحكم بالدخول ونظام الإنذار عن الحريق ، وكل ذلك عن طريق نظام واحد متكامل Integrated Systems.

لماذا نحتاج أنظمة إدارة البنايات؟

ان كل البنايات الحديثة يفترض ان تضم العديد من أنواع الخدمات الميكانيكية والكهربائية لتسهيل معيشة الناس في تلك البنايات والمحافظة على بيئة عمل مناسبة وكمثال لهذه الخدمات هي التأكد دوماً من وجود ماء ساخن في الخزانات الخاصة بذلك وبدرجات الحرارة المناسبة وكذلك المحافظة على درجات حرارة المبنى عند الحد المطلوب بغض النظر عن عدد الشاغلين للمبنى او المتواجدين فيه في أي وقت. وكان التحكم التقليدي بهذه الأمور يتم يدوياً بواسطة مقابس ومفاتيح كهربائية ثم تغير هذا الأسلوب بعد ظهور (BMS) حيث ان الهدف من تركيبها وتشغيلها هو (automation) أو التحكم الآلى في هذه الأمور بكفاءة أكبر مما يفعله الانسان يدوياً وضمن شروط عمل وتشغيل صارمة لا تقبل الخطأ.

والوظيفة الثانوية في بعض الأحيان هي لرصد مستوى ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المتولد من الإنسان، خلط في الهواء الخارجي مع هواء النفايات لزيادة كمية الأكسجين في الوقت نفسه تقليل الحرارة / تبريد الخسائر.

ترتبط أنظمة إدارة المباني (BMS) عاده بما يمثل 40 ٪ من استخدام طاقة مبنى، وإذا تم إضافة الإضاءة، فهذا الرقم سيكون قرابة 70 ٪. وبالتالي فهى عنصر حاسم لإدارة الطلب على الطاقة.

وبالإضافة إلى السيطرة على البيئة الداخلية للمبنى وأنظمة نظام إدارة المباني فهى أيضا أحياناً كما ذكرنا تكون مرتبطة بالتحكم في البوابات والوصول إلى السيطرة على الأبواب هو الذي يسمح بالدخول والخروج إلى المبنى أو أنظمة الحماية الأخرى مثل الدوائر التليفزيونية المُغلقة (CCTV) وأجهزة كشف الحركة وأنظمة إنذار الحريق والمصاعد

على سبيل المثال، إذا تم الكشف عن حريق إذن النظام يمكن أن يغلق الصمامات في نظام التهوية لمنع انتشار الدخان ويرسل جميع المصاعد إلى الطابق الأرضي ويوقفهم لمنع الناس من استخدامهم في حال حدوث حريق.

مم يتألف نظام إدارة المباني BMS؟

يمكن القول أن نظام الـ BMS في النظام القديم كان يتألف من:

1. حساسات Sensors الحرارة والرطوبة والضغط ومستوى السوائل في الخزانات إضافة إلى الثيرموستات والصمامات بأنواعها. على سبيل المثال:

   PRESSURE SENSOR - FLOW TRANSDUCER - RELATIVE HUMIDITY TRANSDUCER – LEVEL TRANSDUCER - GAS DETECTOR TRANSDUCER - CURRENT TRANSDUCER - PWOER TRANSDUCER - VOLTAGE TRANSDUCER

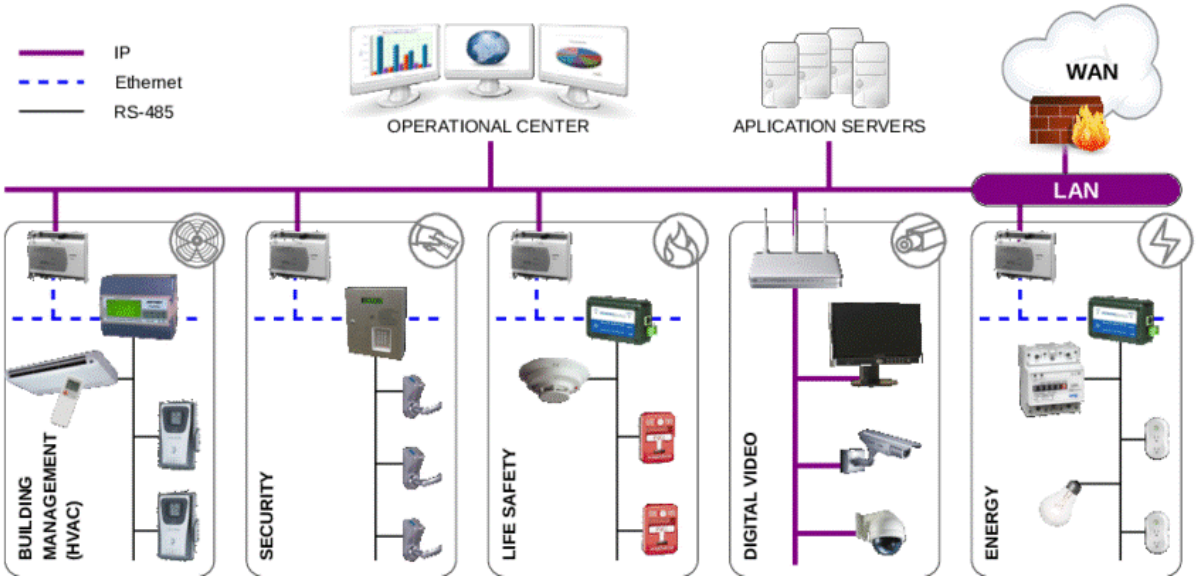
2. مشغلات (actuators) لفتح وغلق الصمامات المراد التحكم فيها.
3. المتحكمات Direct Digital Controller, DDC هي بمثابة عقل النظام ، فهو يستقبل مختلف أنواع الـ Input signals سواء كانت analog or digital من مختلف الحساسات المركبة على الأجهزة المراد مراقبتها أو التحكم فيها ، ويقوم الـ DDC بتحليل هذه البيانات الواردة إليه وبناء على البرامج المصممة بداخله فإنه يصدر الـ Output signals إلى الأجهزة المختلفة (الإشارة تصل منه إلى الـ actuators التي تتحكم في أجزاء الأجهزة) ، فتخرج منه مثلا إشارات Digital لفصل وتشغيل أجهزة مثل المراوح والمضخات ، كما تخرج منه analog signals إلى أجهزة مثل Variable Speed Drive وهى أجهزة التحكم في سرعة المحركات أو أجهزة الـ Dampers أو الـ Valves المركبة على أجهزة أخرى ، وهكذا.
4. برنامج نظام إدارة المبنى Software والذي يعمل المشغل من خلاله على المراقبة والتحكم.
5. شاشات عرض بغرض supervision

وكان هذا النظام قديما يعمل منفردا مستقلا ، بمعنى أنه من خلال الـ controllers يمكنه التحكم في أجهزة الـ HVAC مثلا أو غيرها من أنظمة الإنارة إلخ ، وكان هذا أقصى الأمنيات من هذا النظام .

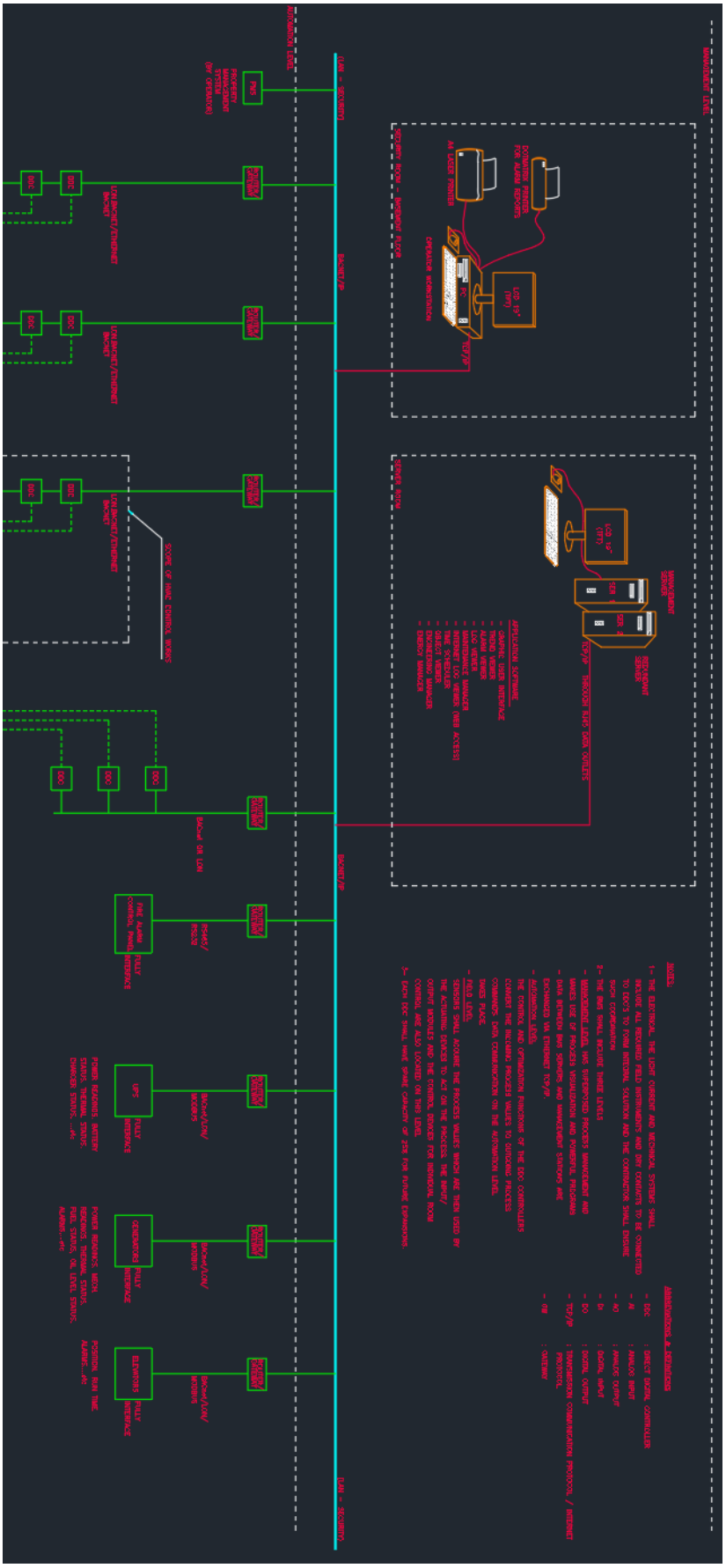
أما المنظومة الأحدث للـ BMS فهى كما ذكرنا ترتبط بكثير من الأنظمة الأخرى بالمبنى والتي يديرها Data Network Switch ، مع ملاحظة أن الـ DDC لا يتم ربطها مباشرة على سويتشات المبنى ، وإنما يتم ربط مجموعة الـ DDC والتي قد يصل عددها إلى 64/32/16 حسب حجم المشروع ، يتم ربط كل الـ DDC الموجودة في الدور الواحد على لوحة في الدور تسمى Local Control Panel ، وهذه الأخيرة ومثيلها في الأدوار المختلفة (مجموعة الـ LCP) تحول قراءات الـ DDC إلى software الذى سيفهمه الـ TCP/IP ، وهذه اللوحات العامة هي التي تصل إلى السويتشات العادية في المبنى. وبالتالي أصبح الـ DDC Controller موجودا أيضا في الأنظمة الحديثة لكنه مجرد جزء من المنظومة وليس هو عقل المنظومة.

ومن خلال هذا العنصر الجديد (Switch) أصبح بالإمكان ليس فقط التحكم بالأنظمة المختلفة مثل الـ HVAC, Lighting, irrigation, etc ولكن أصبح ممكنا التواصل مع بقية أنظمة المبنى مثل الـ CCTV, Door Access control, etc وأصبح تبادل المعلومات بين هذه الأنظمة مدخلا لمزيد من التحكم ومزيد من التنسيق ومزيد من التوفير وحسن إدارة المبنى. ولكن هذا يحتاج بالطبع إلى بروتوكول تخاطب موحد بين هذه الأنظمة المتعددة التي يمكن أن تتواصل مع الـ BMS ودراسة هذه البروتوكولات بالطبع خارج نطاق هذا الكتاب لكن فقط نشير هنا إلى أهميتها المطلقة في الأنظمة الحديثة للـ BMS .

والشكل التالى يظهر حجم استخدام الـ BMS والمنظومات التي تراقبها (تظهر بالأسفل) وبعض المنظومات التي تتفاعل معها.



والصورة التالية نموذج آخر لطريقة إظهار تكامل الأنظمة في المباني الكبيرة (راجع ملحق ملفات الأوتوكاد المرفقة مع الكتاب لرؤية الصورة بوضوح) ، وبالطبع فالشكل يحتاج إن يرفق به جدول يسمى جدول الـ BMS وفى هذا الجدول يتم تحديد النقاط التي تحتاج لمراقبة أو تحتاج لتحكم في كل منظومة.



ويمكن القول أن النظام الجديد يتكون من المعدات التالية:

- Hardware

  - DDC-Direct digital controller
  - Sensors
  - Actuators
  - Cables to connect sensors, actuators to DDC.
  - HMI display-Human machine interface.
  - PC Workstation
  - Server to save the extensive database.

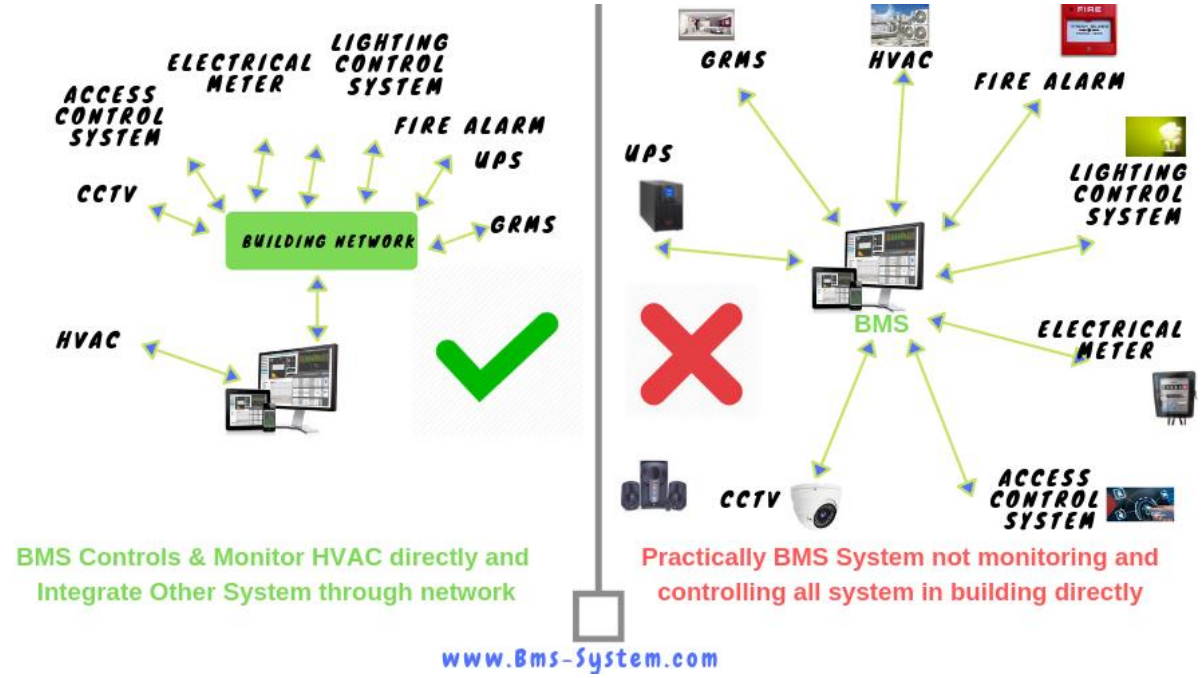
- Software

  - Programming or configuration tools.
  - Graphics or User interface.

- Networking protocols المسئولة عن تسهيل التواصل بين الأجهزة المختلفة

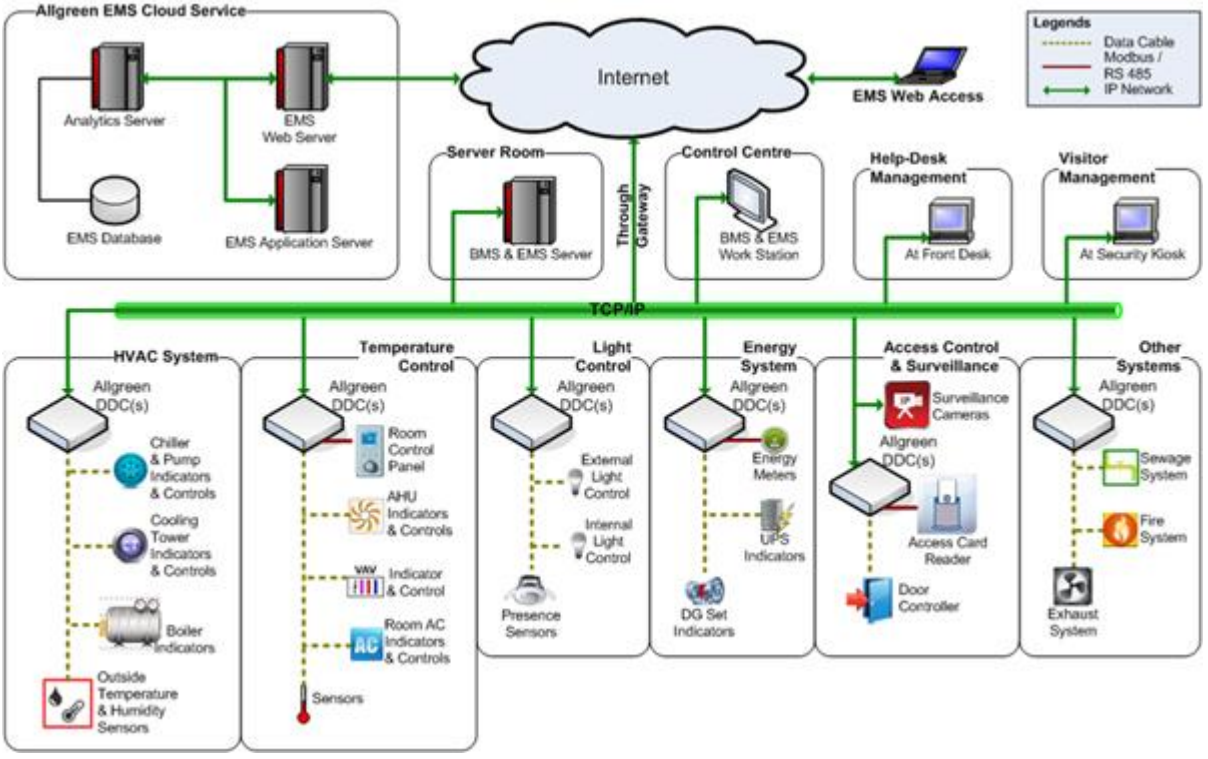
  - TCP/IP– Transfer control protocols/Internet Protocol.
  - BACnet– Building automation controller network-ASHRAE
  - Modbus
  - LonWorks
  - CANbus and numerous protocols available.

والصورة التالية توضح الفرق بين النظامين القديم والحديث ، فالصورة اليمنى كان الـ BMS يتواصل مباشرة مع كل نظام على حدة ولا يوجد تواصل بين الأنظمة وبعضها البعض أما في الصورة اليمنى فأصبح الجميع أعضاء في شبكة بيانات المبنى بما فيهم الـ BMS الذى أصبح مجرد عضوا في المنظومة يمكنه التواصل مع كل الأنظمة كما أن الأنظمة تتواصل مع بعضها البعض والبيانات الموجودة على أي server خاص بأى نظام أصبحت أيضا متاحة للتبادل وهذا هو السبب في احتياجنا إلى بروتوكولات مختلفة لتسهيل عملية التواصل بين الأنظمة المختلفة التي يمكن أن نقول أنها تتكلم بلغات مختلفة وتحتاج إلى مترجم فيما بينها ، وهذا المترجم هو البروتوكول.



ملحوظة: المستوى القريب من الأجهزة المراد التحكم فيها يسمى الـ Field device level يليه المستوى الذى يحتوى على أجهزة التحكم automation Level وأخيرا مستوى العرض والمراقبة management Level.

والشكل التالى يمثل ما يسمى integrated System حيث يظهر في كل دور من أدوار المبنى جهاز الـ switch الخاص بهذا الدور وتتصل به من خلال الـ PP مجموعة المخارج المنوعة التي تمثل الـ Data Network مثل مخرج الكومبيوتر ومخرج الـ CCTV ومخرج الـ IP Pabx والمخرج المتصل بالـ Door controller إلخ



وجميع هذه الـ switches تتصل بالـ Core Switch الرئيسي للمبنى من خلال كابلات الفايبر الرأسية الذى يقع في غرفة الاتصالات الرئيسية للمبنى ومعه في نفس الغرفة مجموعة من الراكات تحتوى على السيرفرات الخاصة بكل نظام والـ Head-end الخاصة بكل نظام من الأنظمة المختلفة بينما توضع الشاشات الخاصة بهذه الأنظمة في غرفة أخرى ومنعا لتعقيد الرسومات فإن مجموعة الـ Switches في كل دور بالإضافة للـ Core switch والسيرفرات والـ Head end لكل نظام يمثلوا جميعا إما بأسطوانة أو حتى بخط رأسي مكتوب عليه TCP/IP LAN فإذا وجدت هذا الخط أو هذه الأسطوانة فهذا يعنى أن بداخلها كل ما سبق ذكره والتي أسميناه سابقا في الفصل الأول Active Part. وسيتصل فقط بهذا الخط أو الأسطوانة مجموعة الشاشات ومجموعة المخارج والطابعات والتي أسميناها سابقا بالـ Passive Part ، علما بأنه من الوارد أن يوضع الـ servers أيضا خارج هذا الخط كما في الشكل السابق.

حجم منظومة الـ BMS

ومنظومة الـ BMS يمكن أن تكون أكبر منظومة في المبنى لأنه من خلالها يتم التحكم والمراقبة للعديد من الأجهزة المختلفة ، وأبسط مثال لذلك لو أردنا التحكم في دائرة إنارة في أحدى اللوحات ، فبالطبع يمكن أن يتم ذلك إذا كانت الدائرة متصلة بـ Contactor حيث يمكن من خلال الـ BMS إرسال إشارة أمر تشغيل للـ Contactor ويمكن أيضا استقبال إشارة ثانية من الـ Auxiliary contact الخاص بالـ Contactor من أجل التأكد من أن الـ Contactor بالفعل قد تم توصيله ويمكن استقبال إشارة ثالثة من auxiliary contact آخر في حال حدوث trip لجهاز الـ contactor .

ورغم بساطة المثال لكنه يوضح مصطلح هام وهو عدد النقاط في منظومة الـ BMS ففي هذا المثال البسيط لدينا contactor واحد يتصل بالـ BMS من خلال ثلاث نقاط ، منها نقط للتحكم (ON/OFF command) ونقطتان الأولى لمراقبة التشغيل والثانية لمراقبة الفصل ، ولك أن تتخيل لو كان لدينا 100 دائرة انارة فسنحتاج إلى 300 نقطة لمراقبتها كلها ، فإذا أضفنا إلى منظومة الإنارة منظومة أخرى مثل الـ HVAC التي تحتاج لمئات النقاط الأخرى من أجل المراقبة والتحكم فى أجزائها مثل التحكم في Damper actuators أو الـ Differential Pressure switches المستخدمة لمراقبة الفلاتر المختلفة والتأكد من أنها تعمل بكفاءة من خلال مراقبة الضغط على جانبي الفلتر وكذلك مراقبة المضخات والـ Valves المختلفة وغيرها من المعدات الكثيرة الموجودة ضمن منظومة الـ HVAC وكل جهاز مهما صغر من هذه الأجهزة سنحتاج منها إلى مجموعة قياسات من الحساسات الخاصة بها تمثل الـ Input signals الداخلة إلى الـ BMS ، وسنحصل على output signals قادمة من الـ BMS للتحكم فيه وهكذا ، بمعنى أننا سنحتاج إلى مجموعة من النقاط لتحديد وتوصيف علاقة الـ BMS بالجهاز.

الخلاصة أن منظومة الـ BMS قد تحتاج إلى آلاف النقاط وهذا بالطبع سيكون مكلفا جدا ، فيجب أن يكون هناك اتفاق واضح مع المالك منذ بداية المشروع على حجم وعدد نقاط المراقبة / التحكم المستخدمة بالمشروع والتكلفة المتوقعة. وقد يقرر المالك بناء على التكلفة أن يقلل من عدد نقاط المراقبة فلا يحتاج مثلا لمراقبة كل دائرة إنارة ، بل يكفى مثلا الطرقات والحدائق مثلا ، وقد لا يحتاج لمراقبة كل صغيرة وكبيرة ضمن منظومة الـ HVAC فيمكن مثلا أن يكتفى بمراقبة بعض وظائف الـ AHU ومراقبة الحرارة إلخ .

والجدول التالى يظهر كيفية حصر النقاط الخاصة مثلا بمنظومة الـ HVAC حيث يتحدد من الجدول نوعية الـ Inputs(Digital or Analog, DI-AI وكذلك نقاط الـ output بنوعيها Digital or analog, DO-AO

Table 1: AHU points

Point description	Type				Notes
	DI	AI	DO	AO	
ENABLE / DISABLE			X		
SUPPLY FAN VFD SPEED COMMAND				X	
SUPPLY FAN VFD SPEED STATUS		X			
EXHAUST FAN VFD SPEED COMMAND				X	
EXHAUST FAN VFD SPEED STATUS		X			
OUTDOOR AIR DRY BULB TEMPERATURE		X			
OUTDOOR AIR WET BULB TEMPERATURE		X			
RETURN AIR DRY BULB TEMPERATURE		X			
RETURN AIR WET BULB TEMPERATURE		X			
MIXED AIR TEMPERATURE		X			ALARM BELOW 40 F
SUPPLY AIR TEMPERATURE		X			
SPACE TEMEPRATURE SENSOR		X			
SPACE RELATIVE HUMIDITY SENSOR		X			
RELIEF AIR DAMPER COMMAND			X		
RELIEF AIR DAMPER POSITION	X				MONITOR FOR OPEN POSITION
OUTDOOR AIR DAMPER COMMAND				X	
RETURN AIR DAMPER COMMAND				X	
CARBON DIOXIDE SENSOR		X			ALARM ABOVE 1200 PPM
SUPPLY DUCT SMOKE DETECTOR	X				
RETURN DUCT SMOKE DETECTOR	X				
CHILLED WATER VALVE COMMAND				X	
HEATING HOT WATER VALVE COMMAND				X	
OUTDOOR AIRFLOW MEASURING STATION		X			
FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH	X				ALARM AT 1.5 IN. WC OR
SUPPLY AIR STATIC PRESSURE SENSOR		X			ALARM INVALID READING

Table 16-1: Example Points List for a Basic DDC Air Handling System

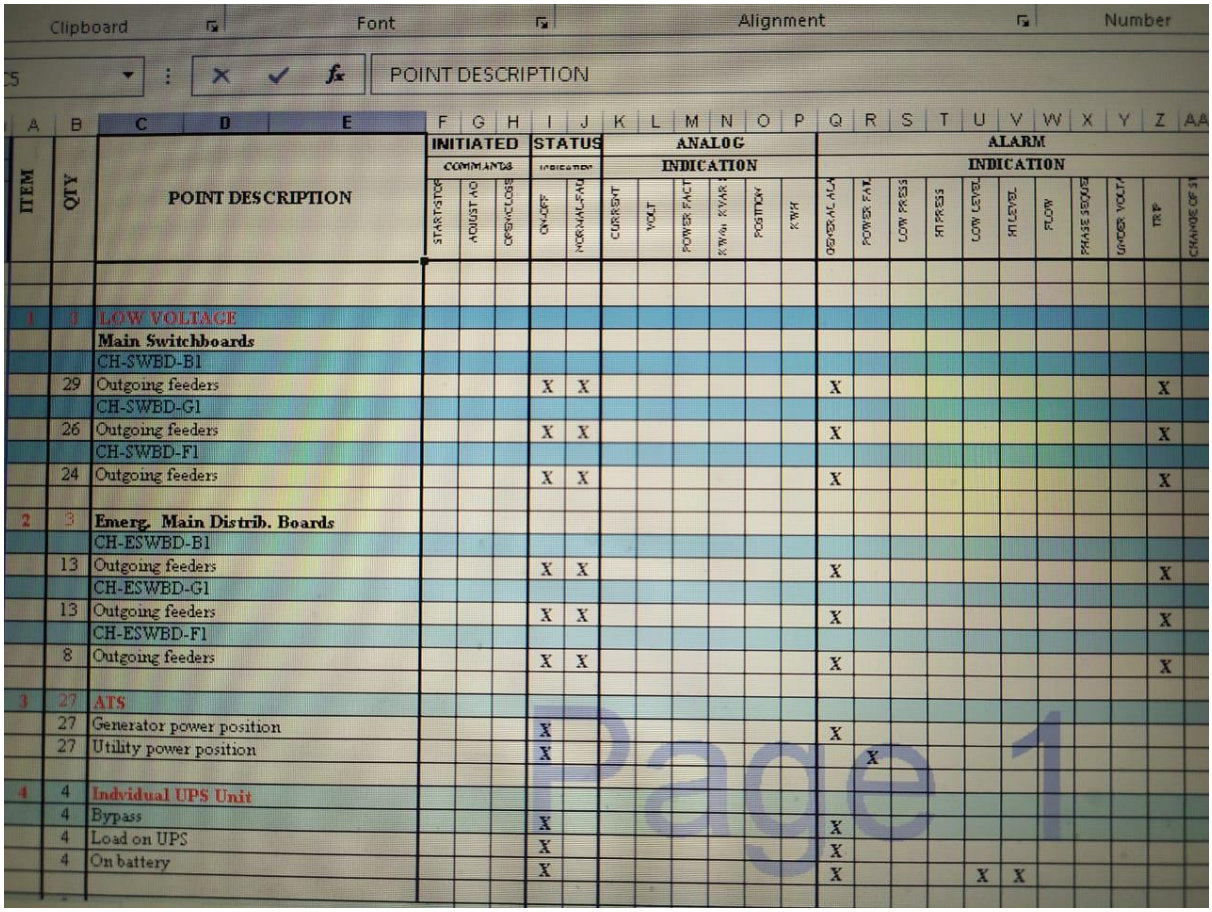
Project Number:		Project Name:									
Graphic Logic Location		Point Name Mnemonic		Point	Hardware Point				Virtual	Notes See Page #	Note
	Point Description	System	Point	Type	DO	DI	AO	AI	Point	Comments	#
1.1	Supply Fan Start/Stop		SF	CR1	1						
1.2	Supply Fan Status		SF S	V					1		
1.3	Supply Fan Program		SF PG	PG					1		
1.4	Supply Fan Trendlog		SF TL	TL					1	SF,SF ASD,SAT,SAP	
1.5	Supply Fan Run Hours		SF TZ	TZ					1		
1.6	Weekly Schedule		WS	WS					1		
1.7	Supply Fan ASD		SF ASD	DDC			1				
2.1	Return Fan Start/Stop		RF	CR1	1						
2.2	Return Fan Program		RF PG	PG					1		
2.3	Return Fan Trendlog		RF TL	TL					1	RF,RAT,BSP,ASD	
2.5	Return Fan ASD		RF ASD	DDC			1				
3.1	Mixed Air Damper		MAD	DA2			1				
	Mixed Air Damper Controller		MAD CO	CO					1	use SAT:SAT SP	
	Mixed Air Damper Minimum		MAD MIN	V					1		
	Mixed Air Damper Ramp		RAMP	V					1		
3.2	Mixed Air Program		MAD PG	PG					1		
3.3	Mixed Air Trendlog		MAD TL	TL					1	SF S,FRZ,MAD,MAT	
	Cooling Mode		CLG MODE	V					1		
4.1	Cooling Coil Valve		CCV	CV3			1				
	Cooling Coil Controller		CCV CO	CO					1	use SAT:SAT SP	
4.2	Cooling Coil Trendlog		CLG TL	TL					1	CCV,SAT SP,SAT,EC	
4.3	Cooling Coil Program		CCV PG	PG					1		
	Heating Mode		HTG MODE	V					1		
5.1	Heating Coil Valve		HCV	CV3			1				
	Heating Coil Controller		HCV CO	CO					1	use SAT:SP = 12	
5.2	Heating Program		HTG PG	PG					1		
5.3	Heating Coil Valve Trendlog		HCV TL	TL					1	HCV,SAT SP,SAT,HCP	
5.4	Heating Coil Pump		HCP	CR1	1						

ويمكن على الجانب الآخر لمنظومة الـ BMS أن تكبر لتراقب وتتداخل مع كل أنظمة المبنى فتراقب الأبواب والكاميرات وتأخذ منهم قراءات تؤثر على أداء المصاعد أو أداء الـ HVAC أو أداء منظومة الإنارة ، ويمكن مراقبة مستوى الزيت مثلا في المحولات أو مستوى الماء في خزانات المياه أو جاهزية طلمبات الحريق والتأكد من أن جميع المحابس الخاصة بها مفتوحة أو مراقبة حالة البطاريات في أجهزة الـ UPS أو مراقبة حالة القواطع الرئيسية CBs في اللوحات الهامة ، إلخ ، وكل هذا سيتوقف على طلبات المالك والميزانية المتاحة. ويمكن على سبيل المثال وليس الحصر ذكر بعض الفعاليات الأخرى التي يمكن أن نراقب ونتحكم بها من خلال الـ BMS كما يلى:

1. التحكم بالتكييف والتبريد والتهوية HVAC (Heating, Ventilation, and Air-conditioning or all supply and exhaust fans, ACs etc.).
2. إدارة الإنارة.
3. البوابات والمصاعد والسيور المتحركة.
4. التحكم بالمضخات وسرعة دوران بعض المحركات VFD or VSD.
5. نظام حساب فواتير المياه المستهلكة (ساخنة أو باردة).
6. حساب الكهرباء المستهلكة.
7. الإنذار عن الحريق وأنظمة التحكم بإطفاء الحريق.
8. المراقبة والتحكم بخزانات الوقود والمياه.

9. أنظمة الأمان والحماية من السرقة.
10. كاميرات المراقبة CCTV.
11. التحكم بالدخول للمبنى (البصمة أو الكرت).
12. المراقبة والتحكم بالمولدات والشبكة واللوحات الرئيسية.
13. أنظمة رى الحدائق

والصورة التالية مأخوذة من برنامج الإكسيل المستخدم لحصر وتصنيف النقاط الخاصة ببعض منظومات الـ LV electrical Equipment



ITEM	QTY	POINT DESCRIPTION	INITIATED COMMANDS			STATUS INDICATION		ANALOG INDICATION						ALARM INDICATION											
			START/STOP	ADJUST KO	OPEN/CLOSE	ON/OFF	NORMAL/FAIL	CURRENT	VOLT	POWER FACT	KWH/ KVAR	POSITION	KWH	GENERAL ALA	POWER FAIL	LOW PRESS	HI PRESS	LOW LEVEL	HI LEVEL	FLOW	PHASE SEQUE	UNDER VOLT/	TRIP	CHANGE OF S
1	3	LOW VOLTAGE																							
		Main Switchboards																							
		CH-SWBD-B1																							
	29	Outgoing feeders				X	X							X									X		
		CH-SWBD-G1																							
	26	Outgoing feeders				X	X							X									X		
		CH-SWBD-F1																							
	24	Outgoing feeders				X	X							X									X		
2	3	Emerg. Main Distrib. Boards																							
		CH-ESWBD-B1																							
	13	Outgoing feeders				X	X							X									X		
		CH-ESWBD-G1																							
	13	Outgoing feeders				X	X							X									X		
		CH-ESWBD-F1																							
	8	Outgoing feeders				X	X							X									X		
3	27	ATS																							
	27	Generator power position				X								X											
	27	Utility power position				X									X										
4	4	Individual UPS Unit																							
	4	Bypass				X								X											
	4	Load on UPS				X								X											
	4	On battery				X								X				X	X						

Page 1

ملحوظة:

يمكن اعتبار أن تكلفة النقطة الواحدة في حدود 1000 جنيه ، وهذا يعنى لو لديك 1000 نقطة تريد مراقبتها فسيكلفك تقريبا مليون جنيه. علما بأنه لو استخدم الـ BMS على الـ HVAC وحده فقد يتجاوز المليون.

ولك أن تتخيل حم الـ BMS المطلوب للتحكم في بقية الأنظمة ، ولذا يجب أن يحدد كل استشارى (استشارى الكاميرات مثلا أو المصاعد أو الخزانات أو القوى الكهربية إلخ) يجب أن يحدد عدد النقاط وكم منها دخول وكم منها خروج وكم منها للتحكم وكم منها للمراقبة بدون تحكم. وهذا كله يجب أن يظهر في الجداول التصميمية للـ BMS .

مثال آخر: نظام إدارة البناية BMS لمركز البيانات

تعتبر مراكز البيانات واحدة من أهم متطلبات أي شركة تريد الدخول إلى السوق بموقع انترنت وشبكة عملاء موثوقة وخدمات الكترونية تضمن السرعة والكفاءة ، فمثل هذه الشركات تحتاج إلى مركز بيانات عالي الأداء (High Performance Data Center) يضم كل ممتلكات الشركة الالكترونية بشكل آمن ويستوعب الكم الهائل من الملفات متعددة الوسائط من فيديوهات وصور وملفات أخرى تتداولها الشركة وعملائها كجزء من الأعمال المعتادة ، وكذلك فإن مراكز البيانات Data Centers تضمن بيئة تواصل آمنة بين الشركة وعملائها وبين المقر الرئيسي للشركة وفروعها المختلفة الموزعة في مناطق متباعدة على مستوى العالم ولذا فإن كل هذه الأسباب وغيرها جعلت عمل مركز البيانات متشعب ومتنوع. ومن هنا ظهر السؤال التالي: **كيف يمكن إدارة هذا الكم الهائل من المعلومات في وقت واحد مضافاً لها الأمور الفنية الأخرى من تأمين الموقع فيزيائياً والكترونياً ، والمحافظة على تيار كهربائي مستمر ، وكيف يمكن تشخيص أعطال الأجهزة مبكراً ، وكذلك كيف يمكن إدارة الحرارة العالية التي تولدها أجهزة مركز البيانات ، وفي نفس الوقت المحافظة على بيئة العمل مثالية ومناسبة للموظفين ، وكل هذا مرفقاً مع إجراءات تقليل استهلاك الطاقة وغيرها الكثير من الأمور المتشعبة والمتناقضة في بعض الأحيان؟**

والجواب على هذا السؤال الكبير (أو مجموعة أسئلته الكثيرة) هو باختصار: باستخدام نظام إدارة البناية.(BMS)

نظام إدارة البناية وتكامله مع نظام إدارة الشبكة:

في مراكز البيانات يكون التركيز الأكبر من قبل نظم إدارة المباني هو على إدارة الطاقة الكهربائية والتبريد لأن وجود كم هائل من الحواسيب والسيرفرات يحتاج طاقة كبيرة ومستمرة لأن انقطاع الكهرباء قد يتسبب في خسارة ملايين الدولارات للشركات الكبيرة وضياع الكثير من البيانات قيد التداول وبسبب وجود هذا الكم الكبير من الأجهزة الالكترونية فإنها تولد كمية كبيرة من الحرارة وتحتاج إلى نظام تبريد مستقر ودائم وغير متأثر بالمتغيرات الخارجية وهنا يأتي دور التكامل بين نظام إدارة البناية BMS ونظام إدارة الشبكة NMS حيث توفر أنظمة إدارة الشبكات احصائيات عن مقدار البيانات التي يتم تبادلها وبالتالي يعطي لنظام إدارة المبنى تخميناً عن مقدار الطاقة المتوقع استهلاكها ومقدار الحرارة المنبعثة في نفس الوقت مما يسمح لنظام إدارة المبنى بالتصرف على هذا الأساس أوتوماتيكيا بدون تدخل البشر في ذلك.

بيئة عمل نظام إدارة المبنى (مركز البيانات كمثال)

كما ذكرنا سابقاً فإن مراكز البيانات لها متطلبات خاصة لإدارة كميات كبيرة من البيانات والفيديوهات وغيرها ويفترض ان تعمل 24 ساعة في اليوم ولـ7 أيام في الأسبوع (دائماً بلا انقطاع) وأن تحتوي خصائص الصمود أمام الأزمات والكوارث وخزن نسخ احتياطية في المركز نفسه او في مكان اخر بعيد جغرافياً عن مركز البيانات لزيادة التأمين وبكل حال من الأحوال فإن مراكز البيانات تتكون بشكل طبيعي من المكونات التالي:

- رفوف الأجهزة.(Server Racks)
- وحدات تبريد غرفة الحاسوب.(Computer Room Air Conditioning CRAC)
- تكييف مركزي مثل نظام.(Chilled water)
- معدات الامن الفيزيائي (Physical security) من أبواب ونوافذ ذات مواصفات خاصة.

- معدات تأمين رفوف السيرفرات.(Server Rack Security)
- معدات الحماية من النار والماء والدخان وكذلك معدات السلامة البشرية.
- مجهزات الطاقة الغير قابلة للانقطاع (Uninterruptible power supply UPS)
- مولدات ديزل.(Diesel Generators)
- وحدات توزيع القدرة الكهربائية.(Power Distribution Units PDU)

وتكون نظم إدارة المبنى مسؤولة عن إدارة ومراقبة الشروط مثل القدرة وتدفق الهواء والبيئة ودرجة حرارة رفوف السيرفرات والرطوبة والامن الفيزيائي والماء والنار والدخان والسلامة البشرية. تقوم وحدات إدارة البناية بتبليغ مدراء الـ Data Center عند حصول ظروف حرجة او تجاوز حدود التحكم ، وتعمل هذه الأنظمة على خطوط نقل بيانات الايثرنت الطبيعية (Ethernet over IP) وباستخدام بروتوكولات الشبكات الاعتيادية مثل. (TCP/IP and SNMP)
يقوم نظام إدارة المبنى بتزويد مدراء مراكز البيانات بمعلومات في الزمن الحقيقي (Real time data) ومعلومات قديمة مسجلة عن كل الوقائع والحوادث التي حصلت او الممكن حصولها لتحليل أسباب المشاكل وحلها قبل ان تتراكم وتتعاظم.
وتكون كل بيانات مراكز البيانات ونظم إدارة المباني قابلة للوصول من أي مكان وفي أي وقت من قبل الأشخاص المخولين بذلك عن طريق متصفح انترنت او عن طريق ربط حواسيبهم الشخصية الى المنظومة بشكل فيزيائي او باستخدام أجهزة المساعدة الرقمية الشخصية (Personal Digital Assistances PDA) والبريد الالكتروني والهواتف النقالة.

فمثلاً عند حصول تسرب في المياه فإن الإنذار ينطلق مباشرة ، وفي نفس الوقت فإن كاميرات المراقبة يمكن ان تحدد سبب التسرب وهل هو أنبوب مكسور او تسرب من السقف أو اي أمر آخر.
كذلك قد تبين التقارير مثلاً ان المولد لا يعمل بشكل جيد او أنه لن يعمل بشكل جيد حين نحتاجه بعد إجراء فحص دوري له وهنا يجب اتخاذ إجراء مبكر لتجنب حصول كارثة حين تنقطع الكهرباء ويعجز المولد عن توفير الطاقة اللازمة وبالتالي نتجنب الأخطاء ، ويراقب النظام درجات الحرارة من أجل تقليل استهلاك الطاقة ، ومن ثم فإن من أهم فوائد نظم إدارة المباني هو زيادة كفاءة الطاقة وتقليل الاستهلاك وتحقيق بيئة عمل متكاملة قليلة الأخطاء وتقليل الأخطاء البشرية الى الحد الأدنى وكذلك تقليل الحاجة الى كوادر بشرية كبيرة.

مثال آخر عن التوفير عبر استخدام الـ BMS:

المثال التالي هو لكيفية التوفير من خلال الاستخدام الأمثل للتكييف أو التدفئة في غرف الفنادق

- في حال لم تستخدم الغرفة بعد، تكون الحرارة مضبوطة بوضعية الحد الأدنى، والتهوية النقية غير مشغلة، وكذلك الإنارة والتلفاز...
- عندما يسجل النزيل اسمه لدى الاستعلامات للدخول، يبدأ تحسين حرارة الغرفة إلى وضعية الجهوزية، ويبدأ ضخ الهواء النقي بالحدود الدنيا.

- عندما يدخل النزيل إلى غرفته (يتم استشعار ذلك عبر حساس حركة أو الكرت الخاص بالغرفة تبدأ عملية ضخ التهوية النقية Fresh Air ويعمل نظام التكييف أو التدفئة للوصول إلى درجة الحرارة الملائمة داخل الغرفة، أما الإنارة فيتم تشغيلها وفقاً لشدة الإنارة خارج الفندق...
- تبدأ مروحة التهوية في الحمام بالعمل تدريجياً وبشكل تلقائي حين استشعار رطوبة في الحمام، أو إذا قام النزيل بتشغيلها يدوياً، علماً أن مدة عمل المروحة محددة بخمس دقائق.
- في حال قام النزيل بفتح نافذة الغرفة، يتم إعادة ضبط درجة حرارة العرفة إلى وضعية الجهوزية، ويعود ضخ الهواء النقي إلى الحدود الدنيا أيضاً.
- أما في حال خروج النزيل من غرفته، يتم إعادة ضبط درجة حرارة العرفة إلى وضعية الجهوزية، ويعود ضخ الهواء النقي إلى الحدود الدنيا، وتطفأ أجهزة الإنارة والتلفاز تلقائياً.
- وإذا غادر النزيل الفندق (Check Out) يعود ضبط حرارة الغرفة إلى وضعية الحد الأدنى، ويوقف ضخ الهواء النقي.

الفوائد المباشرة من تطبيق الـ BMS:

1. التوزيع المثالي للهواء في المبنى باستخدام خوارزميات حجم الهواء المتغير.(Variable Air Volume, VAV)
2. التشخيص المبكر للمعدات والأجهزة العاطلة.
3. تشخيص الأنماط غير المألوفة من استهلاك الطاقة والتي تحصل في حالات مثل ترك المعدات عاملة حتى بعد مغادرة المبنى.
4. جمع قراءات جميع أنواع الحساسات في مكان عرض واحد عادة ما يكون لوحة تحكم (Dashboard) تتكون من شاشات تفاعلية تسمح بالتحكم من خلالها أي تكون هي أجهزة ادخال وإخراج في نفس الوقت.
5. التحكم بصمامات الماء البارد والساخن.
6. مراقبة حالات فلاتر الهواء.
7. التوقيت الزمني لبدء وإيقاف عمل الأنظمة المطلوب التحكم بها.
8. تحديد برنامج العمل يومي أسبوعي شهري سنوي.
9. تطبيقات فتح واغلاق الستائر والإضاءة الداخلية والخارجية بما يتناسب مع شروق وغروب الشمس وحسب ضبط مسبق معد لهذا الغرض ومتناسب مع احتياجات المستخدمين.
10. الحفاظ على جودة الهواء الداخلي بأقل التكاليف.
11. زيادة العمر التشغيلي لتجهيزات التكييف والتهوية والتدفئة HVAC.
12. زيادة العمر التشغيلي لأجهزة الإنارة من خلال التشغيل الأمثل.
13. الحصول على إنذارات وتقارير الأعطال بصورة آنية.

على سبيل المثال يمكن التحكم في وحدة الـ Air Handling Unit, AHU الخاصة بالتكييف المركزى بعدة أوجه ، فمثلا إذا جاءت إشارة فصل لها فيتم التأكد من توقف مروحة الـ Supply and Return وإغلاق محابس المياه الباردة والساخنة ، ويمكن أيضا للـ BMS التعامل مع بعض الإنذارات الخاصة بالـ AHU مثل إنذار اتساخ الفلاتر أو انقطاع سير المروحة

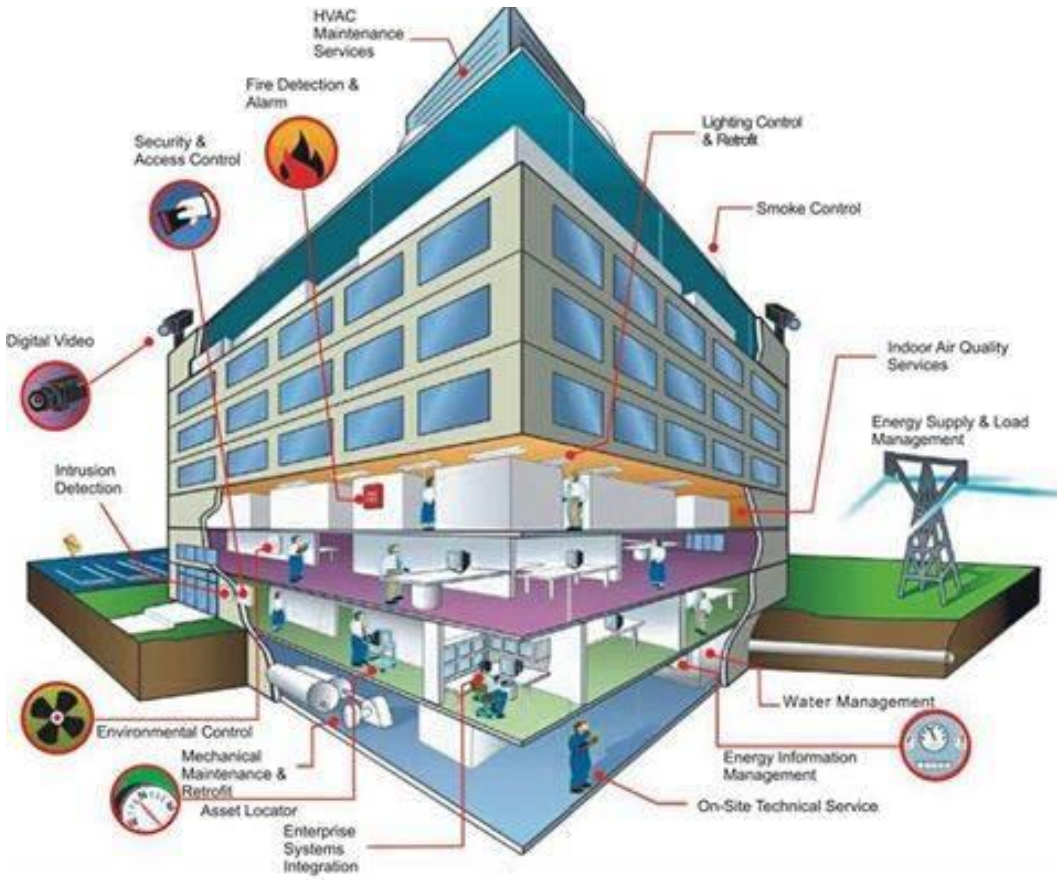
من خلال ما يسمى Differential Pressure Sensor ويمكنها اكتشاف حالة الحريق من خلال الـ Duct Smoke Detector وفى هذه الحالة يتم إغلاق مروحة الـ Supply وتشغيل مروحة الـ return فقط وإغلاق الـ Fresh Air Dumper وتشغيل الـ Exhaust Air Damper .

وهناك أمثلة تشغيلية كثيرة متعلقة بهذه الوحدة فمنها مثلا أنه بعد قياس درجة الحرارة في الغرفة بواسطة الـ Temp Sensor ووصول هذه المعلومة إلى الـ DDC فإنه يقارنها بدرجة الحرارة المضبوط عليها فإذا كانت أعلى فسيقوم بتشغيل محابس المياه الباردة بنسبة الفرق بين الدرجتين.

ما هي المباني التي يمكن أن نطبق بها النظام؟

يمكن أن نطبق نظام إدارة المباني في الأبنية التالي

- الأبنية التجارية مثل مراكز التسوق (المولات) والبنوك ومراكز حفظ البيانات Data Centers
- الجامعات والمدارس والمكتبات العامة
- المشافي والمختبرات
- الفنادق والمطاعم وصالات العرض والسينمات والمسارح
- الأندية الرياضية والاجتماعية
- الفلل والقصور
- المطارات والأبنية الحكومية والمعامل ووغيرها من المباني التجارية أو العامة

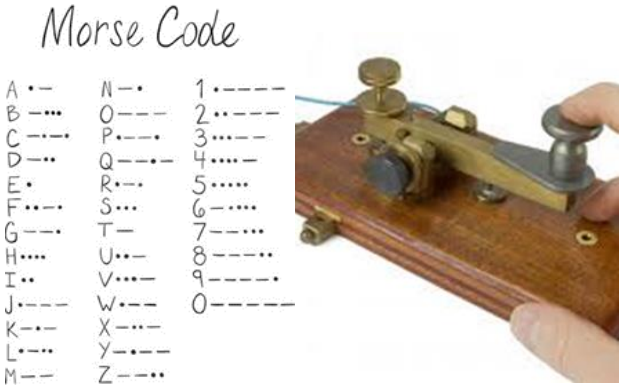


3

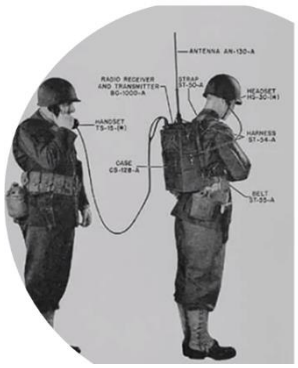
أنظمة التليفونات

مقدمة تاريخية

بدأت نظم الاتصالات في القرن الثامن عشر بالتلغراف المعتمد على (Morse Code) حيث كان كل حرف يعبر عنه بصوت سريع (نقطة)، أو صوت ممتد (شَرْطة)، أو خليط منهما، ومن ثم كان ممكنا أن تنقل جملة من مجموعة حروف كهربيا عبر أسلاك التلغراف. (سؤال: هل يمكنك من الشكل التالي أن تفسر لماذا استخدمت الحروف SOS للتعبير عن الاستغاثة؟ أظن من التدقيق في هذين الحرفين ستعرف السبب!!)



وبعد ذلك بعدة سنوات استخدم الهاتف في القرن التاسع عشر وكان بالحجم الذى يظهر في الصورة لكنه كان كافيا لنقل صوت بشري وليس مجرد نقل حروف مشفرة كما في التلغراف.

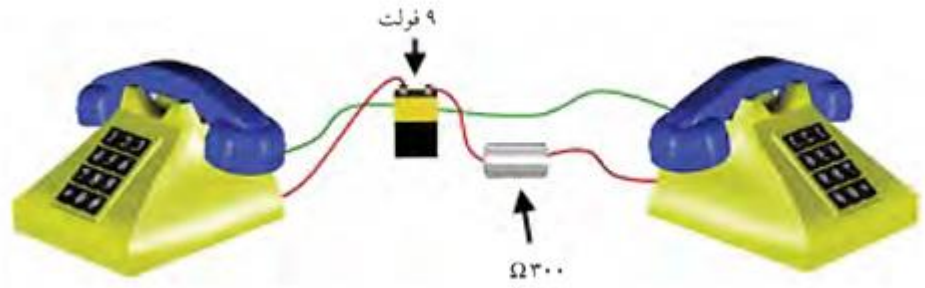


ونتيجة للحرب العالمية الثانية وحاجة الجيوش إلى الاتصالات فيما بينهم واهتمام الدول بالأبحاث ظهر تطور كبير في وسائل الاتصالات وبدأ عصر الاتصالات اللاسلكية. وكان أول موبيل عملي في الحجم الذى يظهر في الشكل المقابل.

ثم كان لتطور الاتصالات اللاسلكية وظهور الأقمار الصناعية واختراع الألياف الضوئية وظهور الحاسب الآلي وشبكة الإنترنت أدى كل ذلك إلى إعطاء دفعة كبيرة لنظم الاتصالات، وأصبح العالم كله قرية صغيرة تنقل بها الأحداث بالصوت والصورة.

ويمكن اعتبار أن أبسط شبكة هاتفية يمكن إنجازها هي مجرد ربط جهازي هاتف بأسلاك عادية، و بطارية 9 فولت، و مقاومة صغيرة حوالي 300 اوم كما في الشكل التالى.

فبمجرد رفع السماعتين تكتمل الدائرة الكهربية ويصبح بالإمكان التحدث بين طرفى هذه الشبكة الهاتفية البسيطة مهما كانت المسافة بين الجهازين طالما لم يحدث voltage drop كبير في الأسلاك.



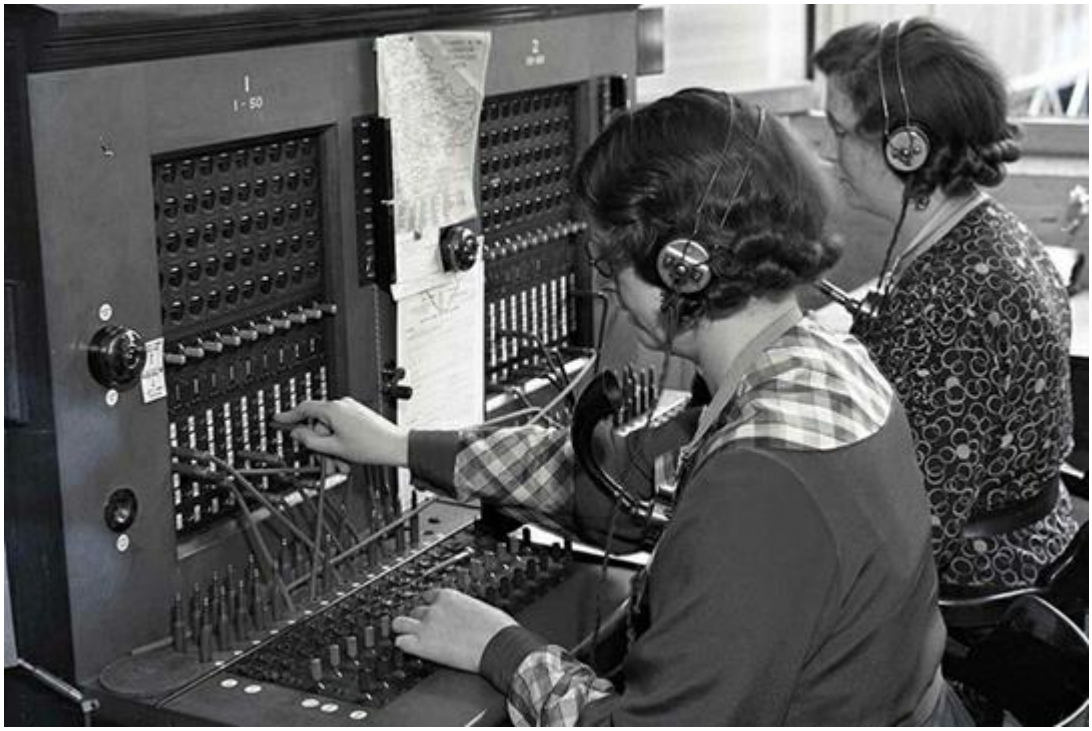
وهذه الشبكة البسيطة تعد النواة الأولى للشبكة الهاتفية العامة Public Switched Telephone Network (PSTN) التي ترتبط فيها أعداد كبيرة من الهواتف معا بأسلاك نحاسية.

ففي البداية ظهرت شبكات الاتصال البدائية حيث كانت جميع أجهزة الهاتف مرتبطة بمكتب مركزي (Central office) يسمى المقسم (السنترال)(switch)، و في هذا السنترال يتم وصل الدائرة الكهربية للمتصل بالدائرة الكهربية لوجهة الاتصال يدويا باستعمال لوح التحويل اليدوي (Manual switching board).

وتبين الخطوات الآتية عملية الاتصال في مثل هذه الشبكات القديمة:

1. عند رفع سماعة الهاتف تكتمل الدائرة الكهربية بين الهاتف و لوح التحويل اليدوي.
2. يؤدى ذلك إلى إضاءة مؤشر ضوئى خاص بالزوج النحاسى للمتصل مما يشير لموظف المقسم بأن هذا المشترك تحديدا يريد إجراء مكالمة هاتفية.
3. يقوم الموظف بربط هاتفه (الموجود بالسنترال) إلى وصلة المشترك طالب المكالمة على لوح التحويل اليدوي ما يعنى اكتمال الدائرة بين هاتف المشترك طالب المكالمة و هاتف عامل السنترال ليطلب منه وجهة الاتصال أي الرقم المطلوب. (يملى عليه الرقم صوتيا كما في الأفلام المصرية القديمة حين يرفع الممثل السماعة ومباشرة يقول مثلا: إديني 31140 مصر وبسرعة من فضلك !!!).

4. يقوم الموظف بربط الرقم المطلوب بدائرة كهربية تصدر تيارا مترددا مما يؤدى إلى رنين عند الشخص المطلوب.
5. عند رفع سماعة الهاتف من قبل الشخص المطلوب تكتمل الدائرة الكهربية بين الهاتف و الـ Manual Board و بذلك يتم الاتصال.

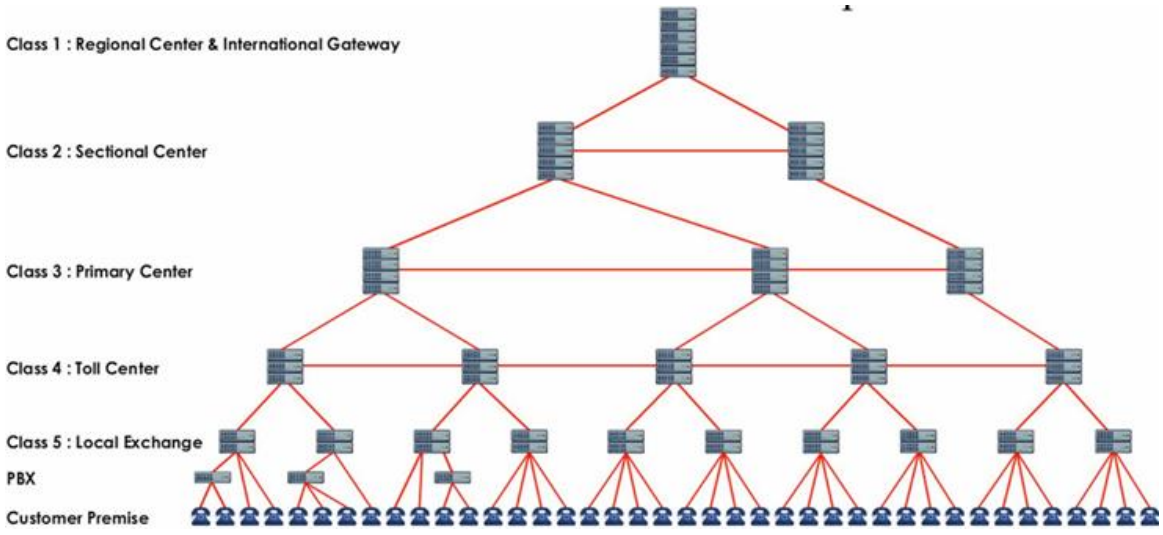


إلا أن سنترالات التحويل اليدوي Manual centrals كان لها العديد من العيوب. ونستطيع أن نقدر الوقت والجهد الذي كان يلزم المتصل لينجح في عملية الاتصال مع مشترك آخر في نفس السنترال. ويزداد الأمر صعوبة إذا كان الرقم المطلوب ينتمى لسنترال آخر، كما أن عملية التحويل كانت تعتمد على العنصر البشرى مما يزيد من احتمالية الخطأ.

لحل مشكلة الاعتماد على العنصر البشرى في عملية التحويل تم تطوير هذه العملية لتعتمد في مرحلة أخرى على أسلوب التحويل الكهروميكانيكي ولكن بقيت عملية الاتصال صعبة نوعا ما.

ومع ظهر الترانزستور واستخدامها as fast switches ظهرت السنترالات الإلكترونية الحديثة مما ساهم في بناء سنترالات ذات كفاءة وسعة عالية لتحل محل عامل السنترال في ربط خطوط المشتركين يدويا، لكن بقى المبدأ العام هو نفسه وذلك بإتمام المكالمة عن طريق توصيل طرفى المكالمة عبر دائرة كهربية (هذا المبدأ تغير في الـ IP– telephone).

وأصبح لكل منطقة سنترال خاص كما في الشكل السابق ثم يتم ربط هذه السنترالات ببعضها كما في الشكل التالي



أنواع أنظمة التلفونات

تعد أنظمة التليفونات من أهم أنظمة التيار الخفيف التي لا غنى عنها في أى مشروع، فلو تخيلنا أن كل مكتب في شركة معينة له خط تلفون مستقل من شركة الاتصالات فسيكلف ذلك المؤسسة مبالغ باهظة من أجل توصيل خط خاص لكل مكتب، وعندها ستكون مكالمات جميع الموظفين عن طريق شركة الاتصالات، وهذا بالطبع مكلف جدا وغير مقبول خاصة إذا كان العدد كبيرا، ويأتي هنا دور أنظمة التليفونات حيث أنها تربط جميع هواتف الشركة مع بعضها من خلال شبكة داخلية يستطيع من خلالها الموظفون التحدث إلى بعضهم البعض بسهولة بأرقام مكونة من ثلاث أو أربع خانات فقط عبر سنترال داخلي خاص بالشركة (تذكر أن كلمة سنترال تعنى أداة تربط الخطوط ببعضها إلكترونيا).

هناك نوعان من الأنظمة:

- النظام التقليدي. وهو نوعين: analog والنوع الآخر digital.

1. فأما النوع الأول فهو جهاز عادى لا يمكنه سوى إجراء المكالمات ويمكنك التعرف عليه من خلال سلكه الذي يتكون من زوج واحد من الأسلاك.
2. أما النوع الثاني فهو الـ Digital حيث يمكنك عمل عمليات إضافية مثل تخزين أرقام وتحويل المكالمات، وعمل redial، كشف رقم المتصل، إلخ.

- النظام الحديث (Internet Protocol). وسنشرحه تفصيلا لاحقا.

مكونات أنظمة التليفونات التقليدية

تعتمد هذه الأنظمة على توصيل جميع أجهزة الهواتف بالسنترال، وتتم عملية التحكم والتحويل داخل السنترال عن طريق أرقام التلفونات حيث يكون لكل هاتف رقم ما. ويتكون النظام التقليدي Traditional telephone system من العناصر الأساسية التالية:

مخرج التليفون

يطلق اسم RJ-11 على مخرج التلفون التقليدى وذلك اختصارا لـ Registered Jack-، ويكون السلك غالبا مقطعه 0.6 mm. وكل مخرج تلفون يجب أن يكون له سلك مستقل بذاته لا يشاركه فيه مخرج آخر في الأماكن التي تحتاج لخصوصية مثل المكاتب. (لاحظ أنه داخل المنزل الواحد يتم توصيل كافة المخارج في الغرف المختلفة على التوازي وتتصل جميعا بالسلك القادم من شركة التلفونات (المصرية للاتصالات مثلا في مصر) لكن لا يكون هناك خصوصية لأى تلفون في أي غرفة، فمن يرفع السماعة في غرفة سيسمع من يتكلم في التلفون من غرفة أخرى).

صندوق التجميع الفرعى Telephone Box، TB

يستخدم لمجرد تجميع أطراف كابلات التليفونات مع بعضها البعض لتسهيل عملية التفريع والصيانة وهو يشبه إلى حد كبير فكرة عمل الروزته (Rosette) في تجميع أطراف الكهرباء وهو عادة يتواجد بداخل غرفة الاتصالات لكل دور في المبنى.

وتختلف أحجام صناديق التوزيع لكنها تشترك جميعا في شيء واحد وهو أن عدد كابلات الدخول يساوى أو أكبر من عدد كابلات الخروج. على عكس جهاز السنترال – سواء الداخلى أو العام – فعدد الدخول أقل بكثير من عدد الخروج كما سنرى.

ملحوظة:

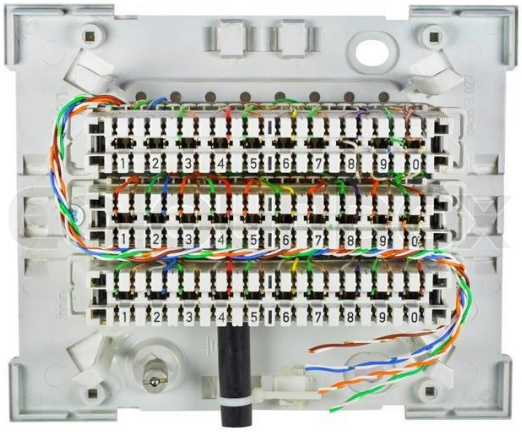
ويمكن أن تجد هذا الصندوق في مداخل العمارات حيث يدخل عليه مثلا كابل واحد multicore بداخله مثلا 20 زوج قادم من شركة التلفونات، ويخرج من هذا الصندوق 20 كابل single pair بحيث يتجه كل كابل إلى شقة في العمارة كما في الصورة.

ويطلق علي هذا الصندوق عدة مسميات باللغة الإنجليزية:

- Telephone Box (TB)
- Telephone Junction Box (TJB)
- Distribution Frame (DF)

ونفس الفكرة هذا الصندوق تستخدم في المباني الإدارية الكبيرة، فلا يعقل مثلا أن يكون لدينا 200 خط تلفون موزعين على عدة أدوار ثم ننزل بهم مباشرة إلى IDF أو إلى السنترال الخاص بالمبنى، ولكننا نقوم بهذه العملية التنظيمية (ليس فيها أي برمجة) والتي تتم في حال وجود أعداد كبيرة من المخارج موزعة على الأدوار المختلفة. حيث يتم تجميع خطوط كل دور (single pair cable)، أو حتى كل جزء من الدور إذا كانت مساحة الدور كبيرة. ثم ستتم تجميع هذه الصناديق في عملية مماثلة داخل صناديق الـ IDF and MDF كما سنرى.

ملحوظة: يمكن الاستغناء عنه في الأدوار الصغيرة ويتم التجميع مباشرة على الـ IDF .



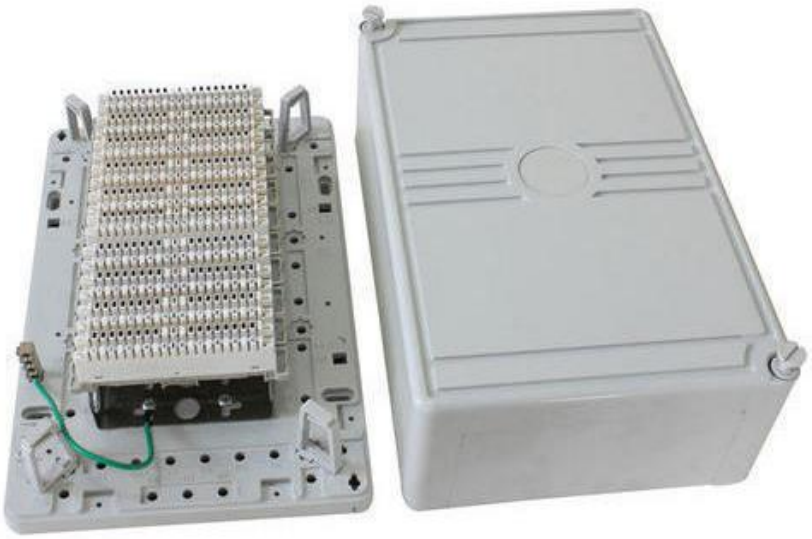
حيث تخرج كابلات multi core بعدد الأزواج المناسبة من صندوق التوزيع الفرعى إلى لوحات تجميع وسيطة IDF في كل دور حيث تتجمع عليها الكابلات الـ multicore القادمة من صناديق التوزيع الفرعية الموزعة بالدور.

اللوحات الوسيطة Intermediate Distribution Frame (IDF)

ويسمى أيضا Sub Distribution Frame SDF، وهى لوحة وسيطة بين اللوحة الرئيسية للمبنى وصناديق التوزيع في كل دور. ويتم توصيف لوح IDF بعدد ال Pairs الداخلة للوحة:

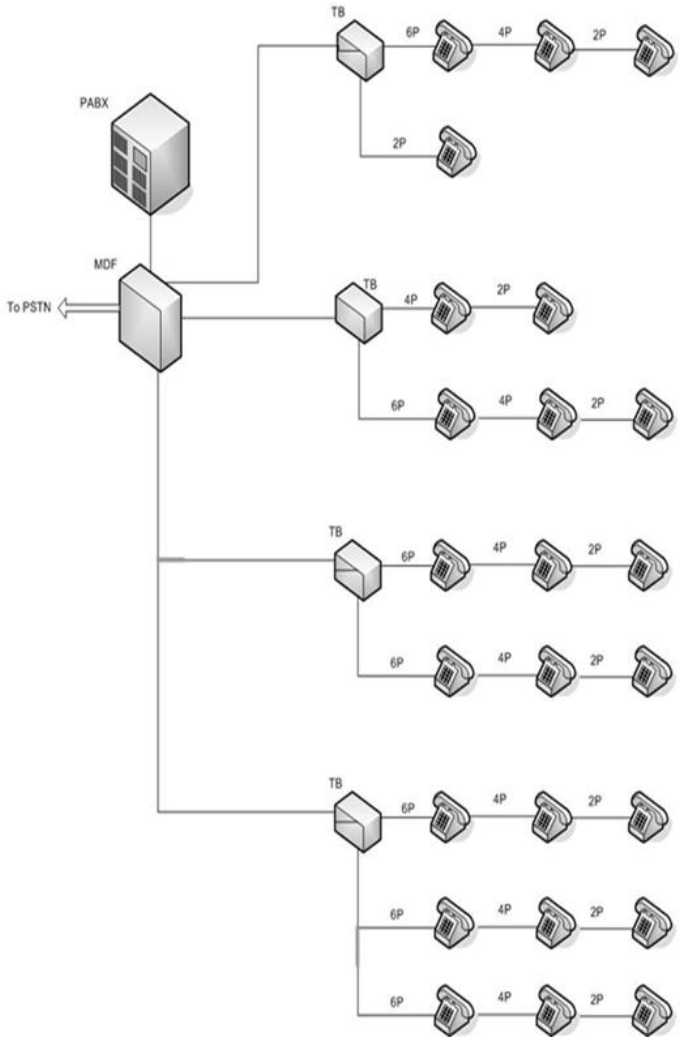
(10 pairs – 20 pairs – 40 pairs – 50 pairs – 70 pairs– 90 pairs–100 pairs)

وبالتالي فهي لا تختلف في الشكل عن النماذج السابقة من JB ولكن فقط تكون أكبر عددا. والشكل التالي يمثل نموذجا لهذه الصناديق.



ثم تخرج كابلات Multi core أخرى من الـ IDF إلى صندوق التجميع الرئيسي بالمبنى.

ويمكن الاستغناء عن هذه اللوحات الوسيطة إلى كان كل دور به صندوق توزيع واحد فعندها تتجمع أسلاك صناديق التوزيع الفرعية مباشرة عند صندوق التجميع الرئيسي MDF كما في الشكل التالي.



صندوق التجميع الرئيسي (Main Distribution Frame)

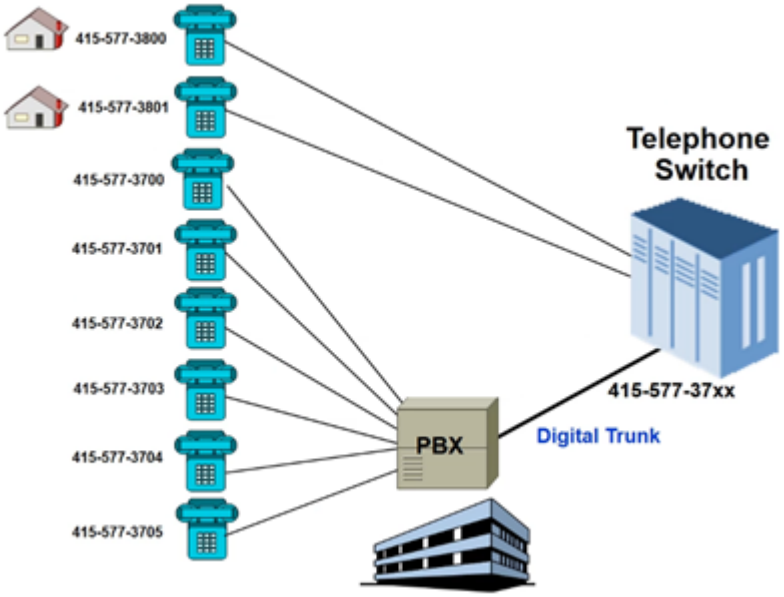
هو عبارة عن لوحة تجميع مثل السابقين (أيضا لا يختلف في الوظيفة ولا في الشكل تقريبا عن JB أو الـ IDF، وأيضا ليس به أي حاجة لعمل برمجة)، فقط يتم فيها تجميع وتنظيم جميع الخطوط الداخلة عليها والخارجة منه، ويعتبر النقطة المحورية لجميع الخطوط ويتم التوزيع منه على المجمعات الفرعية المنتشرة في أنحاء المبنى. عادة ما تكون أحجامها طبقا لعدد أزواج الأسلاك التي يتمكن من استيعابها.

الأحجام شائعة الاستعمال: 50 زوج. 100 زوج. 150 زوج. 200 زوج. وتخرج منه كابلات multicore بعدد الـ Boxes الموجودة بالمبنى، ويكون عدد الأزواج بكل كابل مناسب لعدد المخارج الفرعية التي تغذى من هذا الـ Box أو ذاك.

السنترال الداخلي Private automatic branch exchange (PABX)

نظريا إذا كان لدينا كابل واحد قادم من شركة التلفونات وقمنا بتوصيل أكثر من تلفون عليه (كما في المنزل) فلن تكون هناك خصوصية لكل تلفون، أما إذا أردنا توصيل أكثر من تلفون على هذا الخط الوحيد وفي نفس الوقت مطلوب تحقيق الخصوصية لكل تلفون، ففي هذه الحالة لابد من تركيـــــــــب سنترال خاص صغير (Electronic Private branch Exchange، EPBX)، ويسمى أيضا **Private Automatic Branch Exchange (PABX)** داخل الشقة أو داخل المكتب.

ويستخدم الـ PABX في ربط مجموعة من الخطوط الهاتفية الداخلية وتبادل المكالمات فيما بينهم حتى بدون وجود خط خارجي من شركة التلفونات (PSTN)، كما يسمح بعمل مكالمات خارجية لبعض الخطوط الداخلية مباشرة والبعض الآخر يكونون مشتركين في خط أو أكثر خارجي، ويتم التنسيق فيما بينهم للوصول لخط خارجي عن طريق نفس الجهاز ؛ ويتم تحديد الهواتف التي لها الحق في الخطوط الخارجية المباشرة من خلال البرمجة؛ كما يتيح الـ PABX خدمات مثل البريد الصوتي وتحويل المكالمات؛ ويتم تحديد سعته بناءاً على عدد الخطوط الداخلية والخارجية.



ويكون هذا السنترال الخاص مزودا بكابل تغذية 220 فولت وبداخله دائرة تحويل إلى جهد DC، كما يكون مزودا ببطارية ليعمل في حالة انقطاع التيار، وتختلف سعة البطارية حسب المدة القصوى المتوقعة لانقطاع التيار العمومى. ويفضل أن يكون مزودا بـ stabilizer من أجل تثبيت الجهد للحفاظ على السنترال.

وكما ذكرنا فإنه يمكن يتم من خلاله إجراء المكالمات بشكل مستقل ومنفصل عن خطوط الاتصالات الخارجية وبالتالي فمهما كان حجم المكالمات الداخلية فلن تتحمل الشركة أي مصاريف مقابلها، فالشركة لا تدفع لشركة الاتصالات إلا في حالة الاتصال برقم خارجي خارج الشركة.

ويتم توصيفه بـ:

1- عدد خطوط الدخول عليه (القادمة من السنترال)
2- عدد خطوط المشتركين بالشركة
3- وسعة البطارية
4- إمكانية الربط مع أنظمة أخرى مثل: Auto Dialer أثناء الحرائق.

على سبيل المثال فلو صنف على أنه 3/12، فهذا يعنى أنه يمكن توصيل 12 خط داخلي و 3 خطوط خارجية ويمكن لهذا السنترال توصيل اى خط من الخطوط الخارجية الثلاثة إلى أي خط من الخطوط 12 الداخلية أو توصيل أى خط داخلي من الـ 12 بآخر داخلي. وهناك أحجام متنوعة لهذا السنترال حيث يصل عدد الخطوط الداخلية في بعضها إلى المئات.

يشار هنا إلى أن نسبة الخطوط الخارجية إلى مجموع الخطوط تكون في حدود 40% أو حسب ظروف الشركة.

كابلات التليفونات

كما ذكرنا في مقدمة الفصل فإن هناك نوعان من أنظمة التلفون:

1- التقليدي (ومنه نوعان: analog and Digital) وأحد الفروق الظاهرة بينهما أن كابل التلفون الـ analog عبارة عن زوج واحد (سلكين فقط) ، أما كابل النوع الـ digital فهو زوجين (أربع أسلاك).
2- النوع الثاني هو الـ IP telephone

والكابلات المستخدمة مع النوع الأول في النظام التقليدي تتكون من زوج واحد من الأسلاك المعزولة والملفوفة لف ملتوى مع بعضها.

أما النوع الثاني من النظام التقليدي وكذلك التلفونات من أنظمة الـ IP فتستخدم أحد الكابلات التالية:

- الأزواج الملتوية غير المحمية (Unshielded Twisted Pair، UTP).
- الأزواج الملتوية المحمية (Shielded Twisted Pair، STP).

وهى أسلاك مكونة من 2 Pairs أي أربعة أسلاك للسلك الخاص بجهاز واحد. وعادة يتم استخدام كابلات الـ UTP والتي يوجد منها العديد من الأنواع مثل:

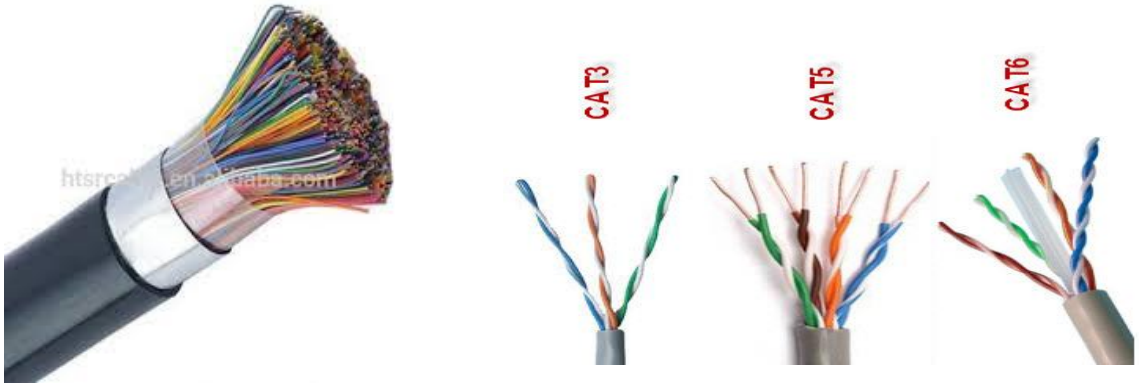
- CAT 3.
- CAT 5.
- CAT 6.

والاختلاف بين هذه الأنواع يكون أساسا في سرعة نقل البيانات خلالها، ودرجة حماية الأسلاك بداخل الكابل وعادة يتم استخدام النوع CAT3 في أنظمة التليفونات التقليدية، وتستخدم هذه الأنواع حتى مسافة 90 متر، ويفضل استخدام الألياف الضوئية (Fiber Optics) إذا زادت المسافة عن ذلك، كما يوجد مقاسات مختلفة لأسلاك التليفون:

- 0.4 مم.
- 0.6 مم.
- 0.8 مم.

وعادة يتم استخدام ال 0.6 مم (هذا الكابل يمكن أن يمشي مسافات تصل إلى 1000 متر). ويتم لف هذه الأسلاك كما هو موضح بالشكل لمنع شد الأسلاك خارج الكابل وكذلك منع اى تشويش من الخارج.

وكابلات التلفونات تعرف بعدد الأزواج داخل الكابل فأقلها زوج واحد ثم زوجين ثم تتزايد لتصل إلى 1000 زوج أو أكثر في الكابل الواحد. والصورة التالية لكابل به 200 زوج.

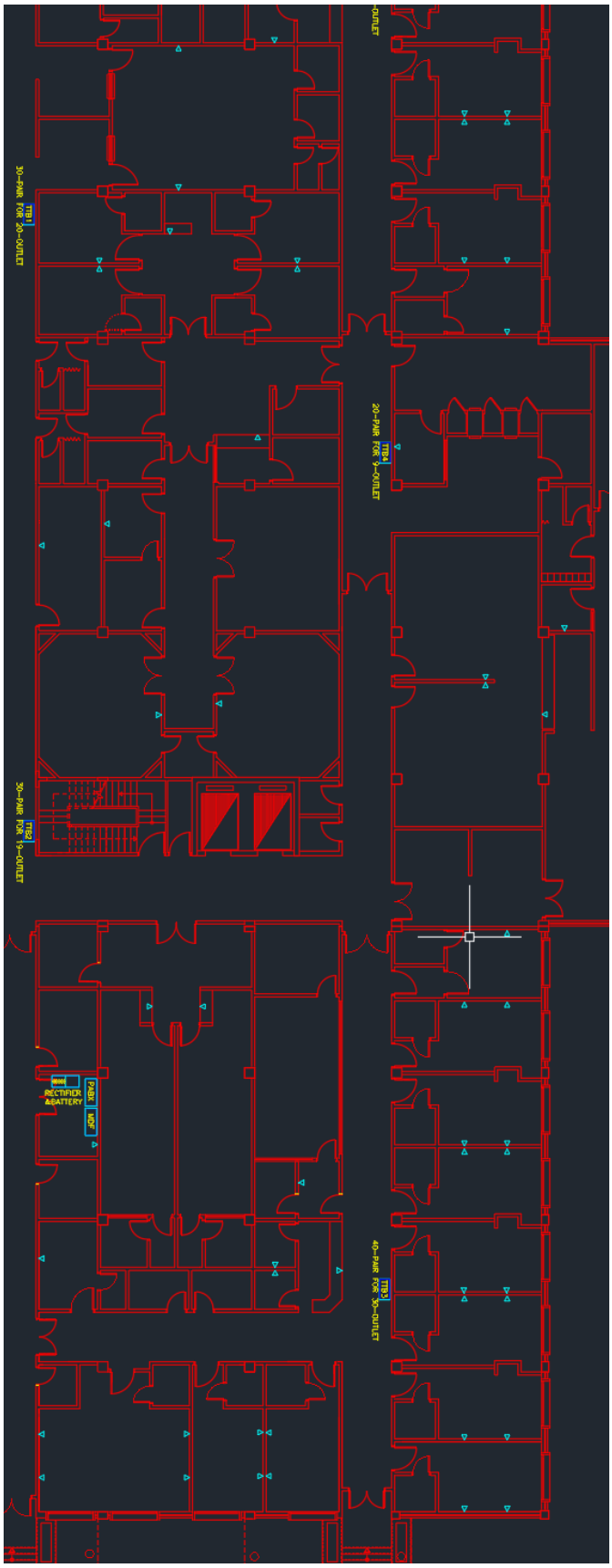


ملحوظة:

يفضل دائما عمل spare بنسبة 30% للتوسعات المستقبلية ، وهذا المبدأ يطبق أساسا على حجم الكابل والـ IDF ويكون السنترال قابل للزيادة هو الآخر.

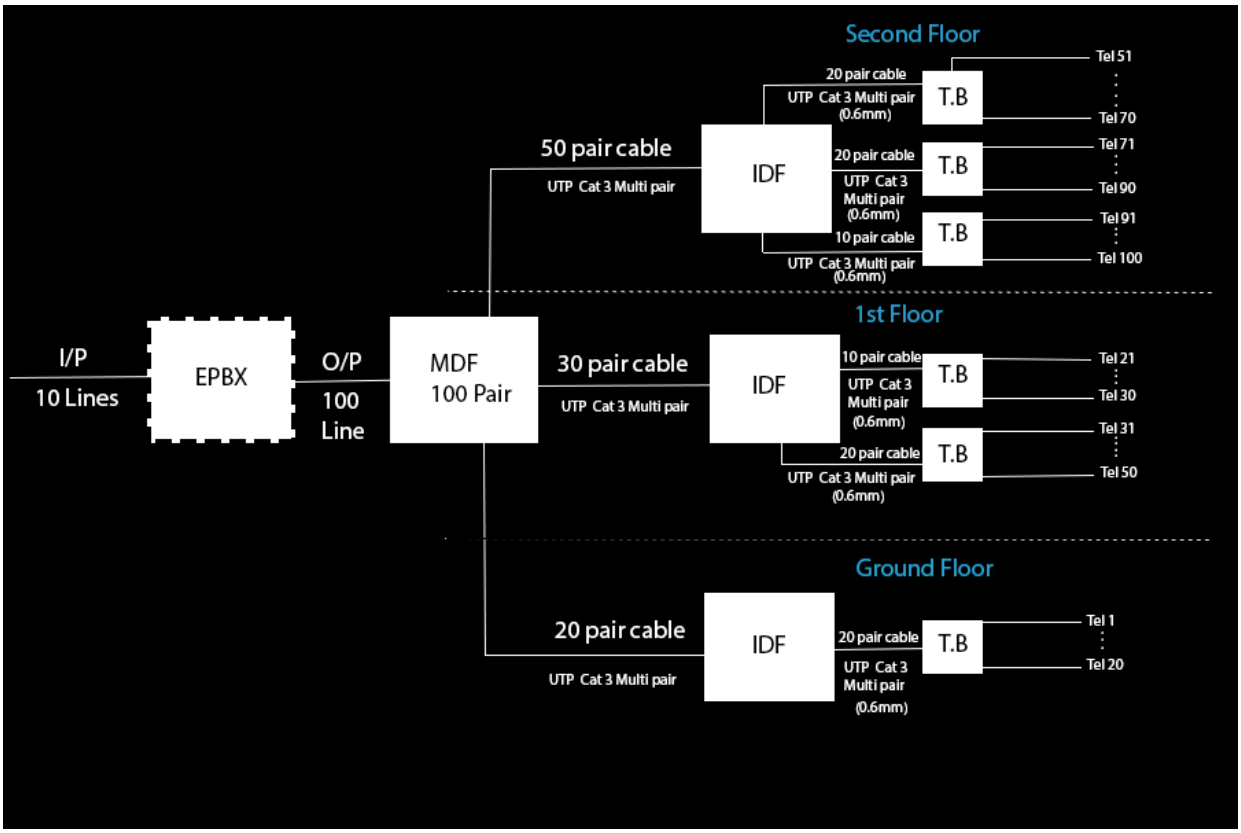
أمثلة على النظام التقليدي

الخطوة الأولى في تصميم أي منظومة تلفونات هي توزيع أماكن التليفون على المخططات المعمارية اعتمادا علي فرش المعماري من حيث أماكن المكاتب والأماكن المطلوب تواجد التليفونات بها. على سبيل المثال فالشكل التالي يمثل توزيع مخارج التلفون في إحدى المستشفيات حيث تظهر المخارج وصناديق التوزيع الفرعية بالدور. ومن الواضح أن اختيار مكان صندوق التوزيع في مكان متوسط بالنسبة للمخارج التي سيغذيها.


RECTIFIER & BATTERY
PABX
MDF

وفى مثال آخر لنفترض أن هناك شركة تتكون من طابقين وطابق أرضي ويوجد بها 100 تليفون، حيث يوجد 20 تليفون في الدور الأرضي و 30 تليفون في الدور الأول و 50 تليفون في الدور الثاني. وسوف نفترض أن عدد الخطوط الخارجية التي تعاقدت عليها الشركة هي 10 خطوط، ولذا فإن توصيف السنترال الداخلي PBX الذى سيستخدم في هذه الشركة سوف يصنف كالاتي 100 in / 10 out.

ومن خلال البرمجة يمكن تحديد التلفونات التي يسمح لها بالاتصال خارجيا، وفى الغالب يخصص خط مستقل للمديرين والسكرتارية ويخصص عدد محدود من الخطوط الخارجية لبقية العاملين. ويتم برمجة الخطوط الداخلية حسب المصنع وأشهر طريقة لذلك تسمي (master & Slave) (مسئولية مهندس الاتصالات وليست من مهام مهندس القوى)



المثال الثاني

مبنى إداري مكون من ارضى وثلاث أدوار يريد مدير المبنى 10 خطوط هاتف خارجية و130 هاتف داخلي توزيعهم كالتالي:

- الدور الأرضي 10 هواتف
- الدور الأول 40 هاتف ومكون من 4 غرف، كل غرفة تحتوى على 10 هواتف
- الدور الثاني 50 هاتف ومكون من 5 غرف، كل غرفة تحتوى على 10 هواتف

- الدور الثالث 30 هاتف ومكون من 3 غرف، كل غرفة تحتوى على 10 هواتف.

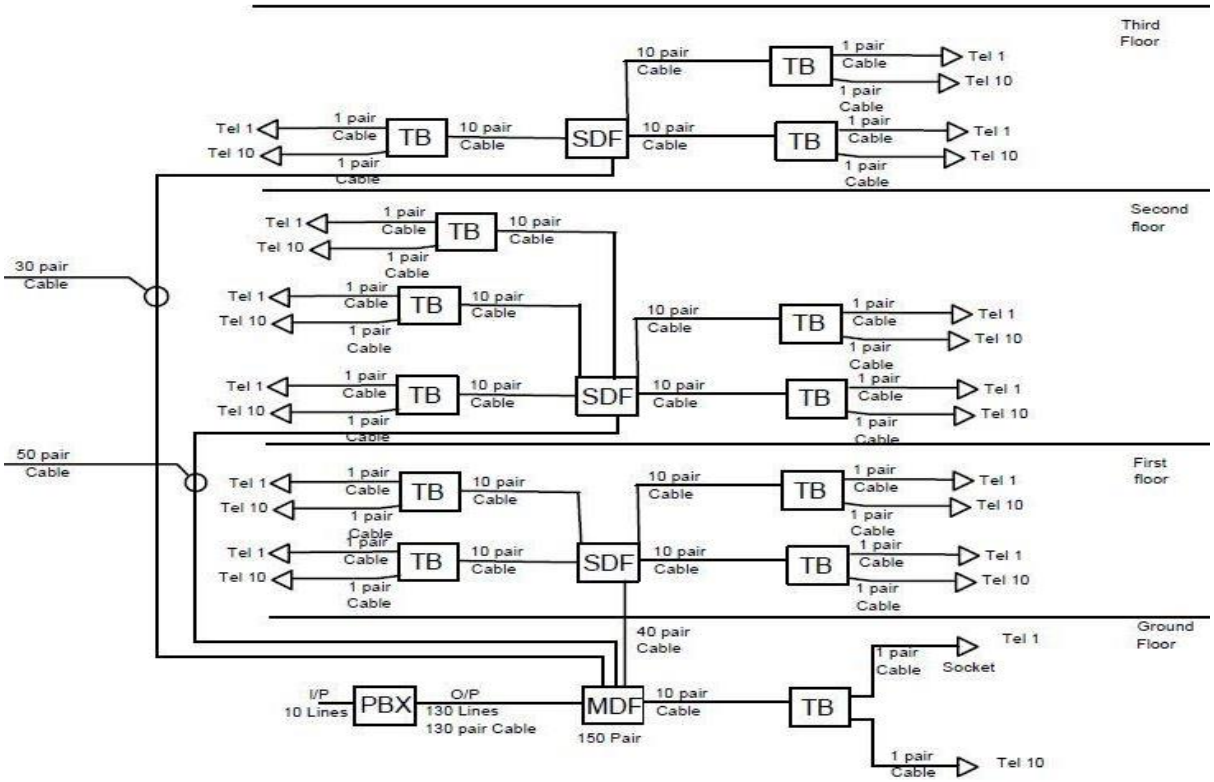
المراد تصميم نظام الهاتف التقليدي في هذا المبنى.

الحل:

سوف يقوم مدير المبنى بالتعاقد مع شركة الهاتف على 10 خطوط هاتف وسوف تستخدم تلك الخطوط كهواتف خارجية.

سوف نقوم بشراء سنترال (PBX) لديه 10 inputs، وبما أنه لا يوجد PBX له 130 outputs فسنستخدم PBX لديه 150 outputs، وسوف نقوم أيضا بشراء MDF له 150 pairs، وشراء SDF (IDF) وعددهم 3 على أساس عدد الأدوار حيث أن الأرضي لا يحتاج الى IDF حيث يمكن توصليهم مباشرة للـ TB من الـ MDF

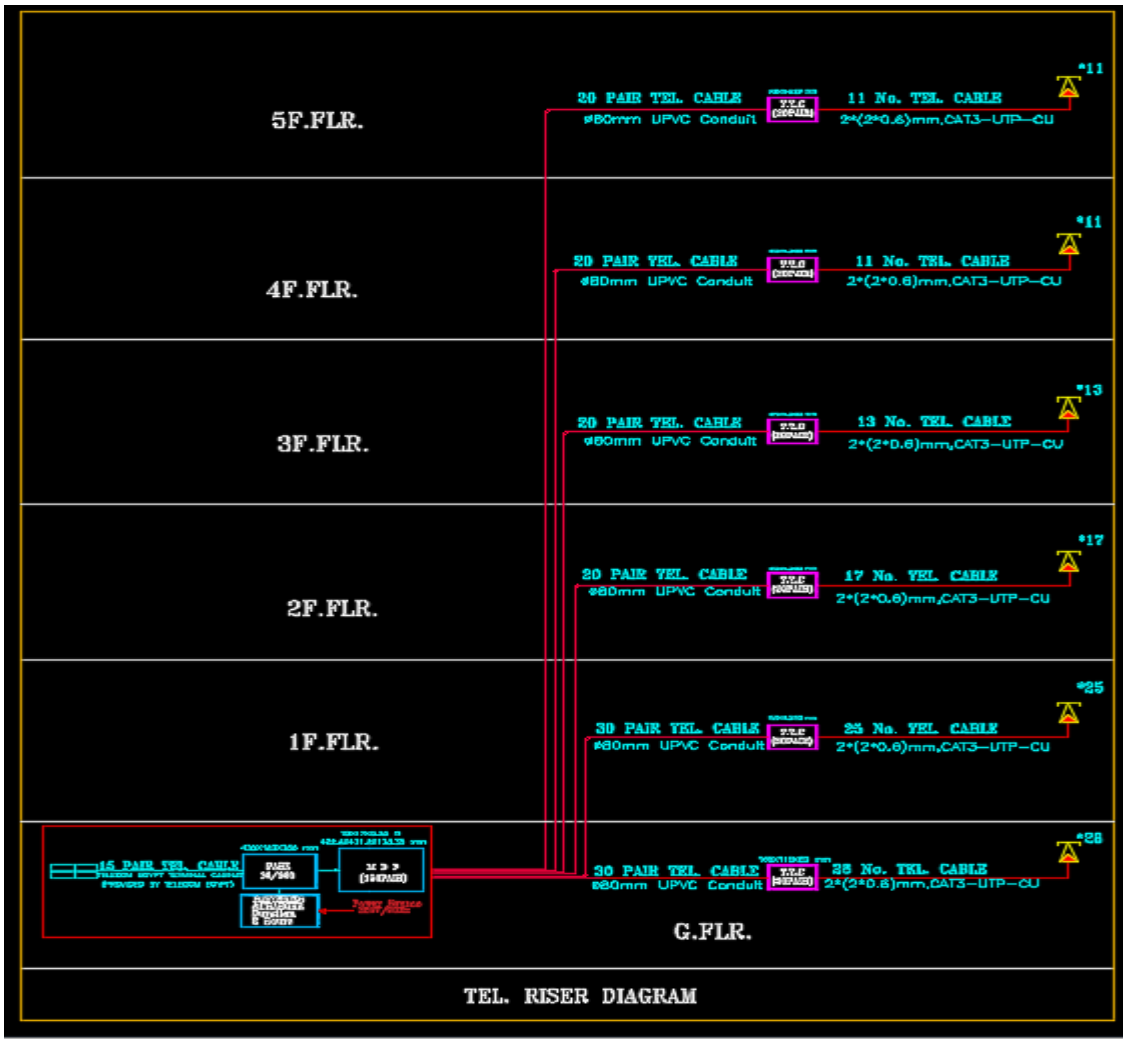
حيث ال SLD للتصميم سوف يكون كالاتى:



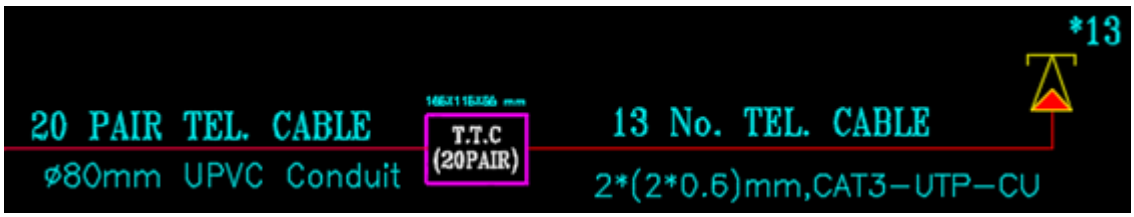
مثال ثالث

هذا المثال لمشروع مستشفى مكونة من خمسة أدوار ودور أرضي. ونظام التليفون المستخدم هو نظام تقليدي من النوع ال Digital. وقد تم توزيع أماكن مخارج الهواتف طبقا للفرش المعماري، وحسب الأماكن المطلوب تواجد تليفونات بها. واستخدمت مخارج تليفون من النوعين أرضية التثبيت والمثبتة على الحائط وكلاهما من نوع RJ11. واستخدمت كابلات من نوع CAT3 بحيث تكون هي كابلات التليفون التي تغذي المبني.

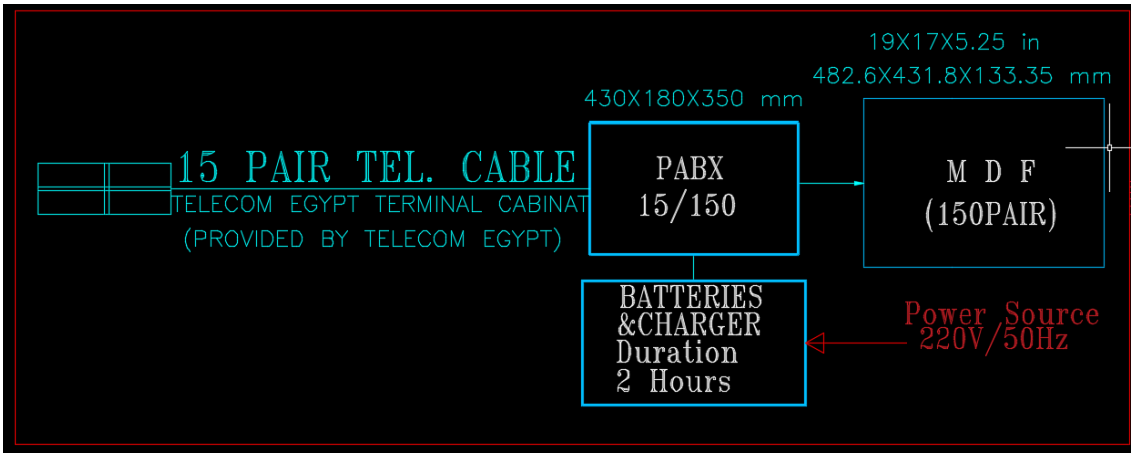
وتم تقسيم المبني الي مناطق، بحيث يكون كل دور هو منطقة، وترتبط كل كبائن الهاتف الفرعية على كابينة رئيسية في الدور الأرضي، والتي ترتبط بدورها بسنترال داخلي. وهذا السنترال الداخلي يربط الخطوط الداخلية القادمة من الكابينة الرئيسية بالخطوط الخارجية القادمة من شركة الاتصالات المصرية. ويقوم السنترال بالربط والتحويل بين الخطوط الداخلية والخارجية. وأعداد التلفونات في كل دور تظهر على الشكل التالي علما بأنه يوجد في كابينة عدد زائد من الأزواج للتوسعات المستقبلية وذلك لأن الكبائن يتم تصنيعها بأعداد قياسية من الأزواج مثل 10،20،30. وتم ربط كل الكبائن الفرعية على كابينة رئيسية في الدور الأرضي. بسعة 150 زوج.



والصور التالية تمثل مجرد zoom على بعض أجزاء الصورة السابقة.



وتم ربط الكابينة الرئيسية "MDF" بالسنترال الداخلي، الذي يقوم بربط الخطوط الداخلية الـ 150 بالخطوط الخارجية الـ 15 القادمين من شركة الاتصالات المصرية.



النظام هنا من النوع التقليدي "Digital Type" فيستخدم كابلات تليفون CAT3 multipair من نوعين: 20 زوج، و 30 زوج. ويتم توزيع الكابلات من لوحة التوزيع الفرعية الموجودة في كل دور باستخدام كابلات CAT3-UTP of 2 pairs (2X0.6mm). هي كابلات ثنائية الزوج كل منها ذات مقاس 0.6 مم.

الأنظمة الحديثة (VOIP ،VOICE OVER INTERNET PROTOCOL)

في النظام التقليدي كان يتم تحويل المحادثات الصوتية إلى تيارات كهربية (بجهد منخفض جدا، حوالي 6 فولت)، ثم عمل شبكات سلكية للتواصل بين المحطات المختلفة.

أما في هذا النظام فيتم تحويل المحادثات الهاتفية إلى مجموعة من حزم البيانات data packages، حيث تتحول المكالمة الصوتية إلى حزم من Binary data (1001010010)

ومصطلح IP، Internet Protocol يعنى الوسيلة التي تسمح للكمبيوترات بالتواصل عبر الإنترنت (ويعنى فورمات معينة وترتيب معين للتواصل ضمن قواعد واضحة لهذا التواصل). والـ VOIP هي تكنولوجيا تسمح للأصوات بالانتقال عبر النت.

طرق تنفيذ نظام VOIP

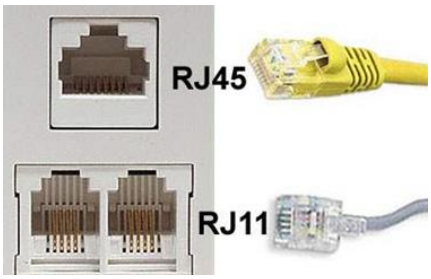
هناك عدة طرق يتم استخدامها في وقتنا الحالى لعمل محادثات صوتية عن طريق خدمة الـ VoIP:

1- باستخدام **(VOIP Gateway) Analog Telephone Adaptor ATA**

في هذا النظام يتم استخدام الـ ATA أو المودم، والذي يسمى أيضا VOIP gateway، ليسمح بتوصيل هاتف تقليدي للإنترنت واستخدام خدمة الـ VoIP، فيقوم المودم بتحويل الإشارة من analog إلى Digital، فهي تأخذ الإشارة الصوتية من الهاتف التقليدي وتحولها لإشارة رقمية حتى يتم إرسالها عبر الإنترنت.

2- باستخدام تليفون ال **IP**

هو تليفون يشبه في شكله شكل التليفون التقليدي ولكن الاختلاف يكون في مخرج التوصيل، حيث أن التليفون التقليدي له مخرج توصيل من النوع RJ11 ولكن ال IP Telephone لديه مخرج من نوع RJ 45 ولذلك نستطيع توصيل تليفون الـ IP للإنترنت مباشرة وهو لا يحتاج لمودم كما في النظام السابق لأن الصوت يتحول داخله مباشرة إلى data قابلة للنقل عبر كابلات الـ Ethernet.

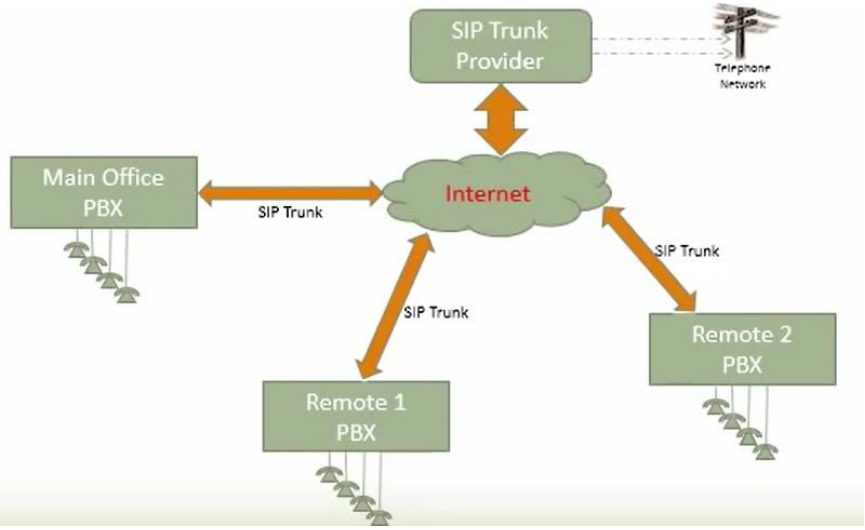


3- المكالمة من كومبيوتر إلى كومبيوتر آخر

يتم عمل الاتصال الصوتي عن طريق برنامج على الكومبيوتر والذي يستطيع توصيلك لكومبيوتر آخر بكل سهولة مثل الـ skype أو غيره.

التواصل مع شخص لديه تلفون عادى

في الأساليب الثلاثة السابقة كان الطرفان متصلان بالنت ومن ثم فلديهم الثلاث بدائل السابقة للتواصل باستخدام VOIP، لكن ماذا لو كان أحد طرفى المكالمة غير متصل بالنت، في هذه الحالة ستدخل نوع جديد من الشركات ضمن المنظومة لتنقل الصوت من النت إلى شركات التلفونات العادية PSTN، وهذه الشركات تسمى SIP Trunking Provider.



شرح نظام الـ IP TELEPHONE

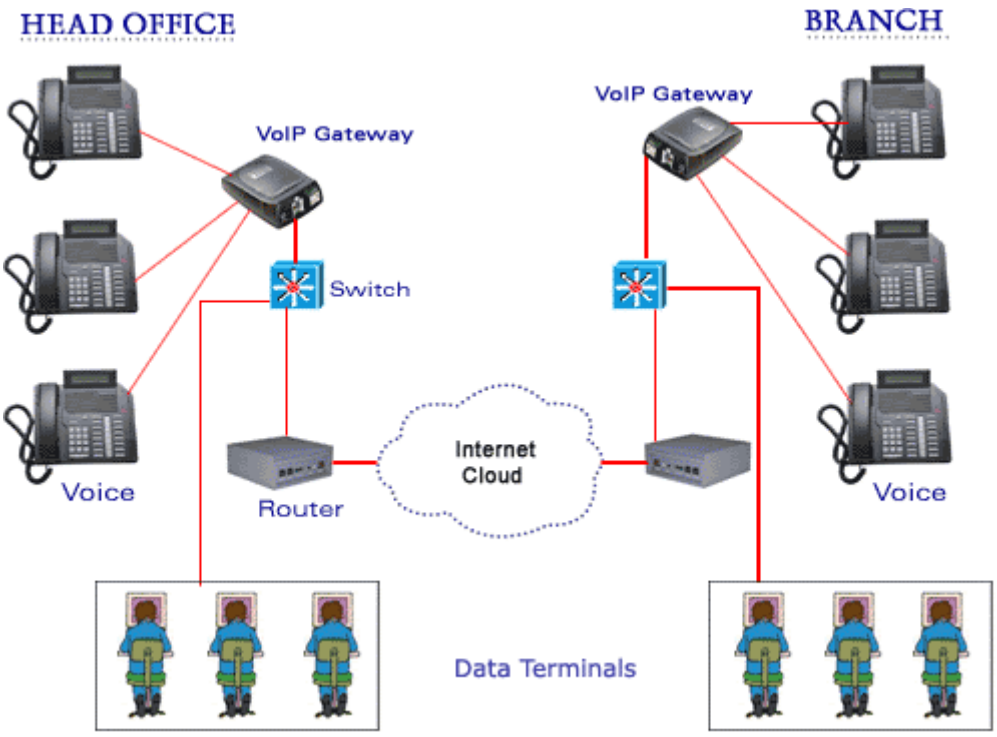
في النظام التقليدي كانت الأسلاك القادمة من المخارج الـ RJ11 (المتصل بها جهاز تلفون عادى) تتجمع على JB، ثم تتجمع الكابلات من هذه الصناديق أما على IDF أو تتجمع على MDF الذي يتصل بالـ PABX. ونظام الـ IP لن يختلف كثيرا في الخطوط العريضة للتصميم مع اختلاف تام في مكونات النظام.

فإذا كان لدينا شركة بها مركز رئيسي وآخر فرعى في مدينة أخرى فالأفضل لهم استخدام نظام الـ IP telephone حيث سيتم عمل جميع المكالمات داخل كل فرع من خلال switch، وكذلك يمكن عمل المكالمات بين الفرعين من خلال النت عن طريق توصيل الـ Switch بجهاز الـ Router كما في الشكل التالي وبالتالي تتم جميع المكالمات بين الفرعين بدون أي مصاريف تدفع لشركة الاتصالات.

لاحظ في هذا الشكل أننا بعضا من أجهزة التلفونات افترضنا أنها من النوع العادى وليست IP Telephone ولذا احتجنا إلى توصيلها بالـ VOIP Gate way (Adaptor) قبل توصيلها إلى الـ switch، بينما افترضنا أن هناك IP telephone أيضا موجودة، وهذه يتم توصيلها مباشرة إلى الـ switch بدون الحاجة إلى Modem كما في الشكل.

ملحوظة:

1- التكلفة المبدئية لنظام الـ VOIP أعلى بكثير من النظام التقليدى لأننا نستخدم مخارج RJ 45 وكابلات Cat 6 وكذلك فإن عدة التلفون من هذا النوع اغلى بكثير من مثيلتها التقليدية.
2- من عيوب هذا النظام أننا ملتزمون بشروط كابلات الـ Data بمعنى لا يزيد الطول عن 90 متر.
3- ومن عيوبه أيضا أنه عند انقطاع التيار يفصل النظام (مالم يكن هناك مصدر احتياطي) عكس النظام التقليدي الذى لا يتأثر بانقطاع التيار.

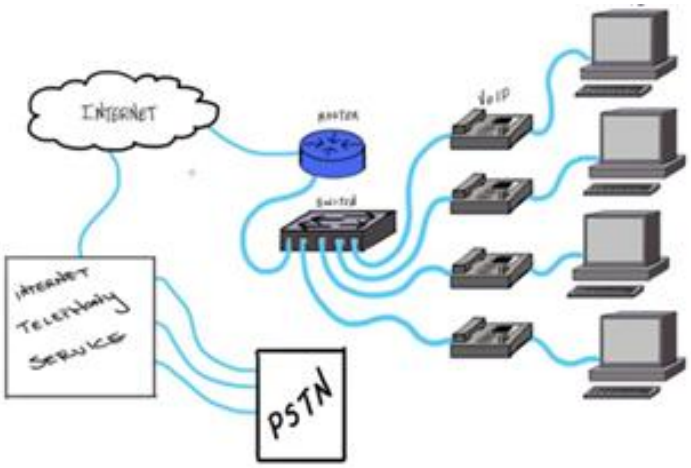


لاحظ أن شبكة الـ IP telephone لا تستخدم التلفون فقط كأداة تواصل بل يمكن استخدام الكومبيوتر أو الموبيل أو حتى الـ Fax فما كان منهم من النوع الـ IP فيدخل مباشرة على السويتش وما كان من النوع العادى فسيحتاج لـ adaptor كما في الشكل (يمكن أن تجد في حالة العدد القليل من الأجهزة أن السويتش والسنترال الخاص مدمجين معا كما في الشكل).

لاحظ أن تحويل الصوت إلى Data جعل التفكير يتحول حديثا إلى استخدام نفس شبكة الـ Data السابق شرحها في الفصل السابق لنقل إشارات الصوت (مجموعة البيانات الجديدة الإضافية) على نفس الكابلات كما في الشكل التالي (فقط تضاف

وصلة صغيرة من التلفون إلى الكومبيوتر ولم نعد بحالة لوصلة منفصلة لكل جهاز على حدة). وهذا يفسر لماذا دائما تعرض منظومة الـ Data and Telephone معا في مخطط واحد.

ورغم أن الكومبيوتر والتلفون أصبح لهما معا One port only على السويتش فإن ذلك لن يمثل مشكلة حيث يمكن من خلال الـ Ip Address تحديد الجهة لكل حزمة بيانات كما أن سرعة نقل البيانات صارت عالية جدا ولن يسبب تتابع مرور بيانات أكثر من مصدر أي بطء في نقل البيانات.



مكونات نظام الـ VOIP

I. جهاز التليفون (IP-telephone)

عادة يستخدم أجهزة تليفونات مدمج بها خاصية الـ IP، بحيث يتم توصليها مباشرة على الشبكة، كما ذكرنا سابقا. وبالطبع فهذه الأجهزة هي في الواقع كأنها كومبيوتر صغير وإن كان في شكل تلفون لكنه في الواقع هو كومبيوتر.

II. مخارج التليفونات(Outlets)

يتم استخدام المخارج في مثل هذه الأنظمة من النوع RJ-45.

III. الكابلات (Cables/Wires)

تستخدم هنا كابلات نقل البيانات والتي تكون 4 أزواج من الأسلاك (cat5 – cat5e- cat6)، كما يمكن استخدام كابلات من النوع Fiber Optics، ويتم استخدام Fiber Optics إذا كانت المسافات أبعد من 90 متر.

IV.لوحة الوصلات (Patch Panel)

تقوم بنفس فكرة العمل الخاصة ب Telephone Box في حالة الأنظمة التقليدية ولكن بمداخل تسمح بدخول كابلات Data، وهى نفسها الـ Patch Panel المستخدمة في الـ Data Network، فهي تقوم بتنظيم وترتيب الكابلات القادمة من جميع نقاط الشبكة وتعتبر وظيفتها وظيفة تكميلية، حيث أن النظام بدونها يعمل ولكن يتم استخدامها لتسهيل عملية التركيبات والصيانة، ويتم توصيفها بعددPorts الموجودة بها وعادة تكون السعة الأكثر شيوعا واحدة من (6-12-24).

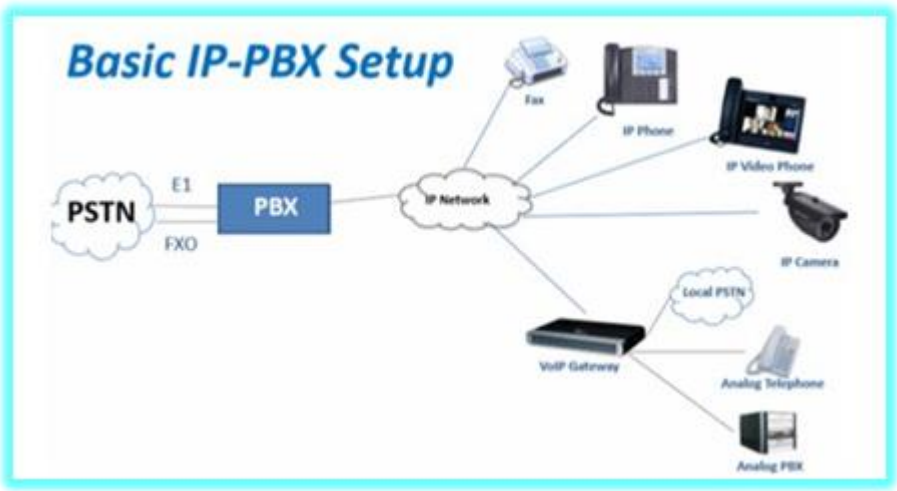
V. (IP Switch)

يقوم بعملية التحويل بين الأجهزة تبعا لأوامر السنترال IP-PBX، ويمكن استخدامه في ثلاث مستويات مختلفة:

- Access Switch: يقوم بالربط والتحويل بين الأجهزة مباشرة في المستوى الأخير.
- Distribution Switch: يقوم بعملية الربط في مستوى أعلى (بين مجموعة من Access Switches.)
- Core Switch: يقوم بعملية الربط الأهم بين مجموعة من Distribution Switches. راجع ذلك في فصل الـ Data Network.
- ويوجد منه إصدارات (6-12-24-36-48) مخرج ويتم اختياره تبعا للسعة المطلوبة.

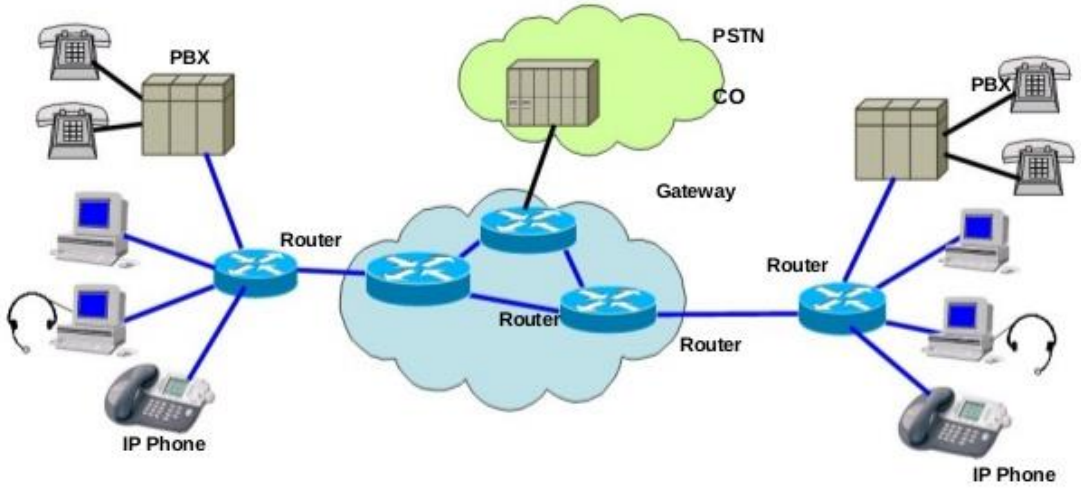
VI. السنترال الداخلي (IP-PBX)

يقوم بنفس وظيفة السنترال في الأنظمة التقليدية، ولكن في هذا النظام يتم إعطاء كل جهاز IP خاص به، ويتم برمجته للتحكم والتنقل بين الأجهزة، ويتم توصيفه أيضا بعدد الخطوط الداخلية والخارجية تمام كما الحال في النظام التقليدي.



VII. (Router)

جهاز يستخدم للربط بين شبكتين مختلفتين Wide Area Network، WAN، ويمكن أن نقول أن الـSwitch يقوم بإنشاء Network بينما الـ Router يقوم بتوصيل الـ Networks . أو أن الـRouter يربط بين الشبكات بينما الـ Switch يربط بين الأجهزة. ويتم اختياره بناء على عدد الشبكات المراد ربطها معا، ويستخدم Router في أنظمة التليفونات حتى يتثنى لنا إجراء المكالمات عبر شبكة الإنترنت بين الفروع المختلفة للشركة الواحدة أو بين الشبكات المختلفة عموما.



ميزات الـ IP-PBX على السنترال الخاص التقليدي

1. أقل في التكلفة، بسبب إمكانيات ربط جميع أنظمة التيار الخفيف معا على شبكة واحدة من صوتيات ومرئيات وخلافه؛ مما يؤدى إلى خفض التكلفة تقريباً إلى 20-40%.
2. سهولة عمل صيانة، لنفترض أن هناك خط تليفون سوف نقوم بنقله إلى مكان آخر، كل ما عليك فعله هو تغيير في البرنامج الخاص ب IP-PBX أما في الحالة التقليدية سيتوجب علينا إعادة ترتيب أماكن التليفونات.
3. توفير الكثير من الوقت، حيث أنها توفر مميزات عديدة بسبب تواجد جميع الأجهزة على شبكه واحدة، فمن الممكن إرسال رسالة بريد صوتي إلى جميع الأجهزة في وقت واحد دون اللجوء إلى التنبيه على الموظفين كلا على حده.
4. سهولة إجراء مكالمات بين الدول عن طريق الربط على شبكة الإنترنت واستخدام خاصية VOIP.

مثال:

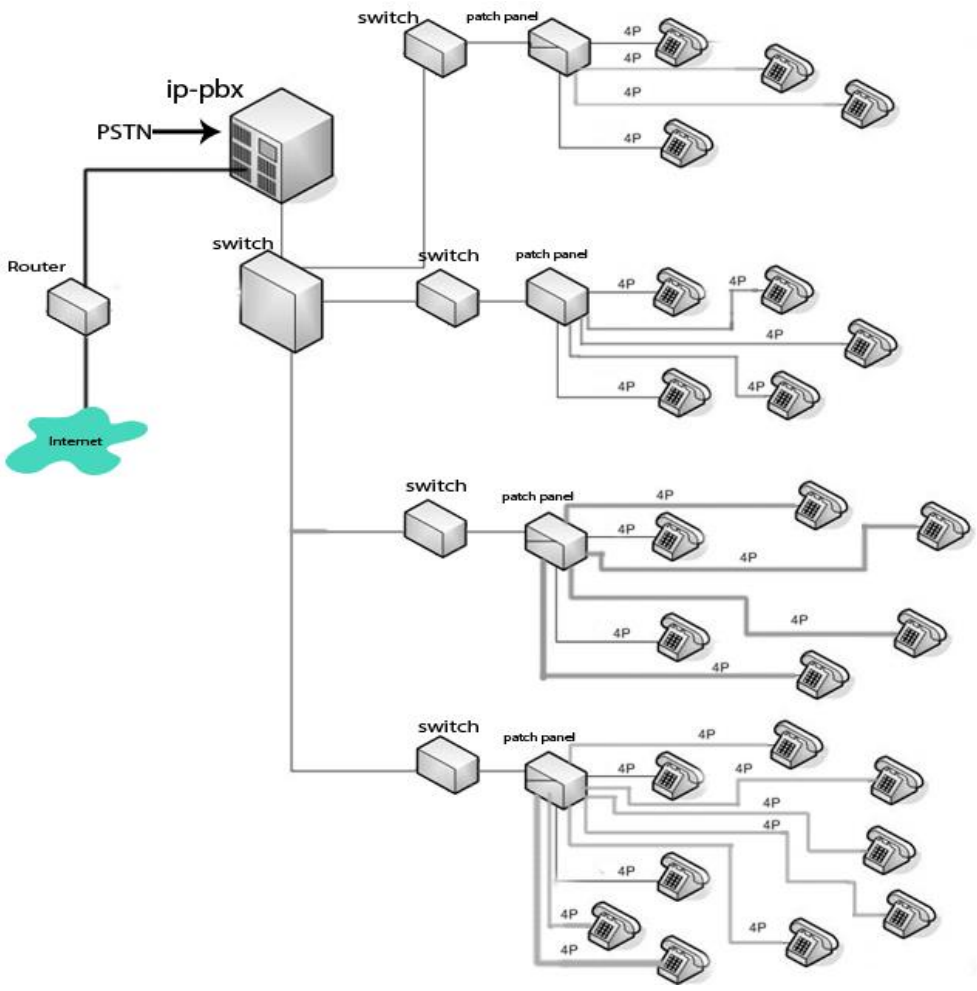
نفترض أن لدينا مبنى مكون من 4 أدوار، وأجهزة التليفونات موزعة به على النحو التالي:

- الدور الأول به 2 غرفة: الأولى بها 1 جهاز والثانية بها 3 أجهزة.
- الدور الثاني به 2 غرفة: الأولى بها جهازين والثانية بها 3 أجهزة.
- الدور الثالث به 2 غرفة: الأولى بها ثلاث أجهزة والثانية بها 3 أجهزة.

- الدور الرابع به 3غرف: الأولى بها 3 أجهزة والثانية بها 3 أجهزة والثالثة بها 3 أجهزة.

الحل:

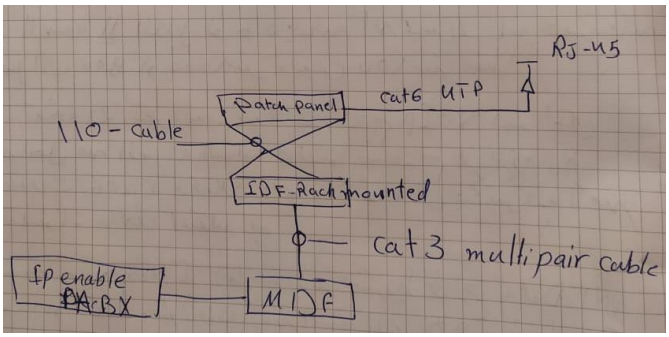
- في الأدوار الثلاثة الأولى نحتاج إلى Patch Panel بها 6 port، ونحتاج إلى Access Switch سعته 6 port في كل دور منهم.
- أما في الدور الرابع فنحتاج إلى Patch Panel بها 12 port، ونحتاج إلى Access Switch سعته 12 port .
- نحتاج بعد ذلك إلى Distribution Switch سعة 36 port.
- بما أن عدد الخطوط الداخلية المطلوبة فعليا = 4 +5+6+9= 24 خط داخلي، وبفرض نسبة 20% مطلوبة لأى إضافات مستقبلية، فإننا نحتاج إلى 30 خط داخلي وبالتالي يكون سعة السنترال المطلوب IP–PBX= 30 in/10 out و ، بسعة بطارية لا تقل عن. 1 hour



نظام الـ IP-ENABLE

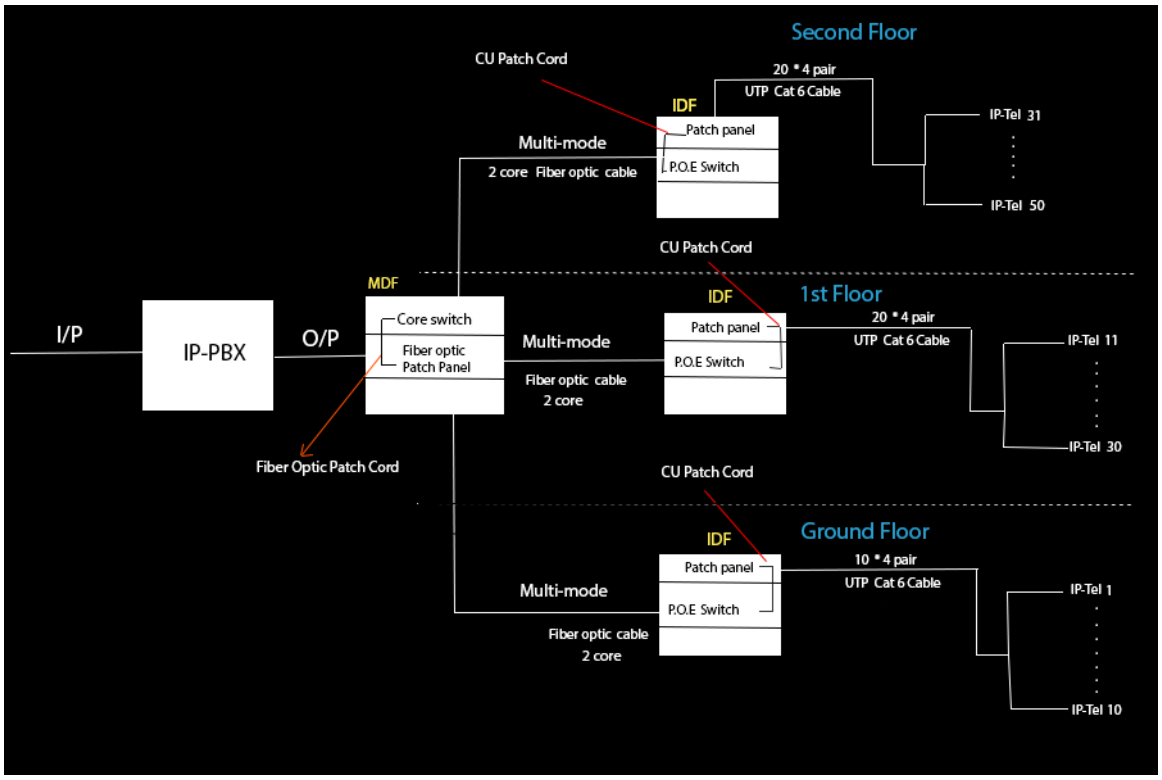
هذا النظام يجمع بين النظامين التقليدي والـ IP ، فهو يستخدم مخارج RJ-45 وكابلات Cat 5 and Cat 6 وهذه الكابلات يتم تجميعها على patch Panel ثم يحول إلى IDF-rack mounted ثم توصل بسنترال IP enable .

ومن ميزات هذا النظام أنه مع الآخذ في الاعتبار أن الشبكة تكون جاهزة لتتحول إلى IP في أي وقت ، كما يمكن لاستغناء عند الحاجة عن أي خط وتحويله إلى data line بدلا من telephone line .



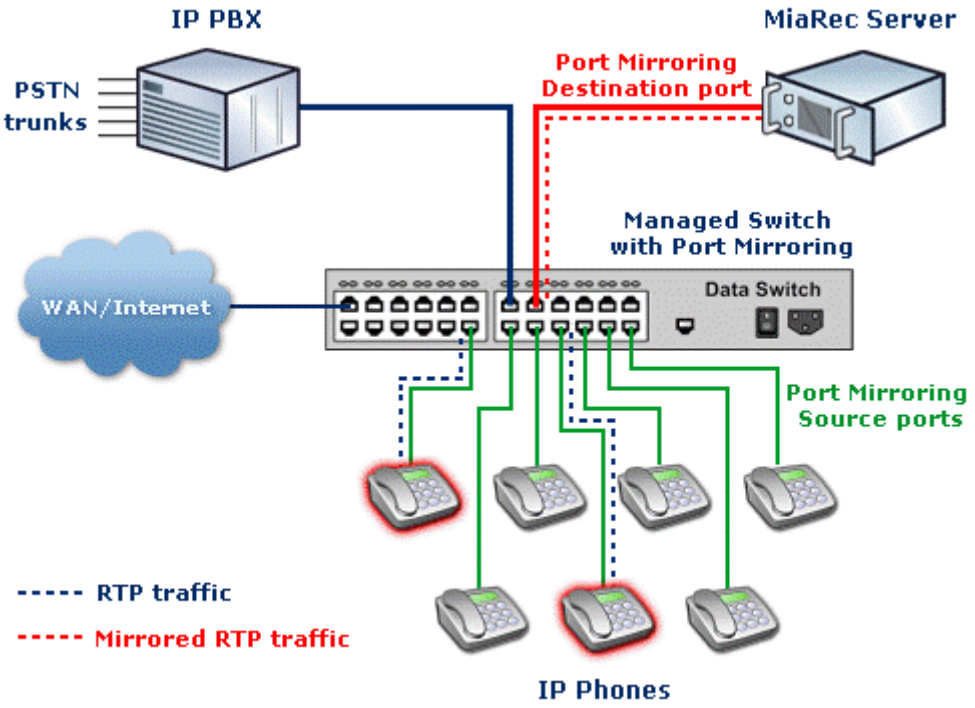
لاحظ أن المشكلة الأساسية في عملية التحويل والتي نسعى لتجنبها هي الكابلات الفرعية المتصلة بأجهزة التلفون وهذه أخذ في الاعتبار أن تكون صالحة للنوعين.

مثال لشبكة تلفونات IP:



لاحظ أنه في نظام الـ IP ستاتي الأسلاك (UTP cables) من المخارج من النوع الـ RJ45 (المتصل بها جهاز IP

Telephone) فتتجمع على Patch Panels (نحتاجها فقط إذا كان عدد التلفونات كبيرا، أما إذا كان العدد صغيرا فيمكن الاستغناء عنها كما في الشكل التالي الذي لا تظهر فيه BP)، ثم تخرج الكابلات من هـــــذه الـ PB إلى IP-Switch الذي عن طريقه يمكن تواصل جميع الأشخاص داخليا، أما إذا أراد أحد منهم التواصل خارج الشركة عبر خط خارجي فيحتاج إلى سنترال IP-PBX.



ملحوظة:

يجب دائما الرجوع لكود الاتصالات الخاص ببلد المشروع ، كما يجب التفرقة في جداول الكميات بين المعدات الخاصة بالنظام التقليدي والأخرى الخاصة بالـ IP-system.

4

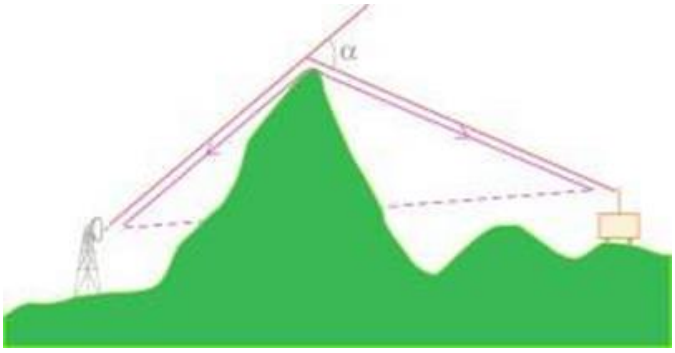
SMATV Systems

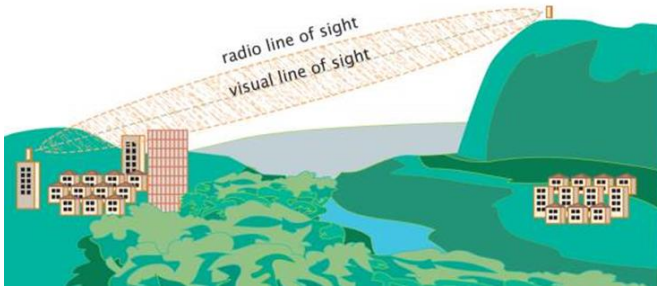
يعتبر نظام الـ SMATV، Satellite Master Antenna TV جزءا أساسيا من المنظومات الكهربية في المباني وضمن منظومات التيار الخفيف.

مقدمة تاريخية

موجات الراديو هي نوع من الموجات الكهرومغناطيسية موجودة بصورة طبيعية في الطيف الكهرومغناطيسي للبرق مثلا ، كما يمكن توليدها صناعيا بواسطة التيارات الكهربائية المتغيرة مع الزمن من خلال جهاز يسمى radio transmitter device يركب على هوائي خاص يشع الطاقة الداخلة له على هيئة موجات راديو، ويمكن استقبال هذه الموجات بواسطة هوائي آخر. وموجات الراديو لها ترددات تتراوح بين 30 هرتز و 300 جيجاهرتز. وهى مثل كل الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى تنتقل بسرعة الضوء في الفراغ.

ورغم أن اسمها هو موجات الراديو إلا أن استخدامها لا يقتصر على نقل إرسال الراديو فقط بل تُستخدم موجات الراديو على نطاق واسع في التكنولوجيا الحديثة للاتصالات الثابتة والمتنقلة والبث التلفزيونى والرادار وأنظمة الملاحة اللاسلكية والأقمار الصناعية للاتصالات وشبكات الكمبيوتر اللاسلكية والعديد من التطبيقات الأخرى.





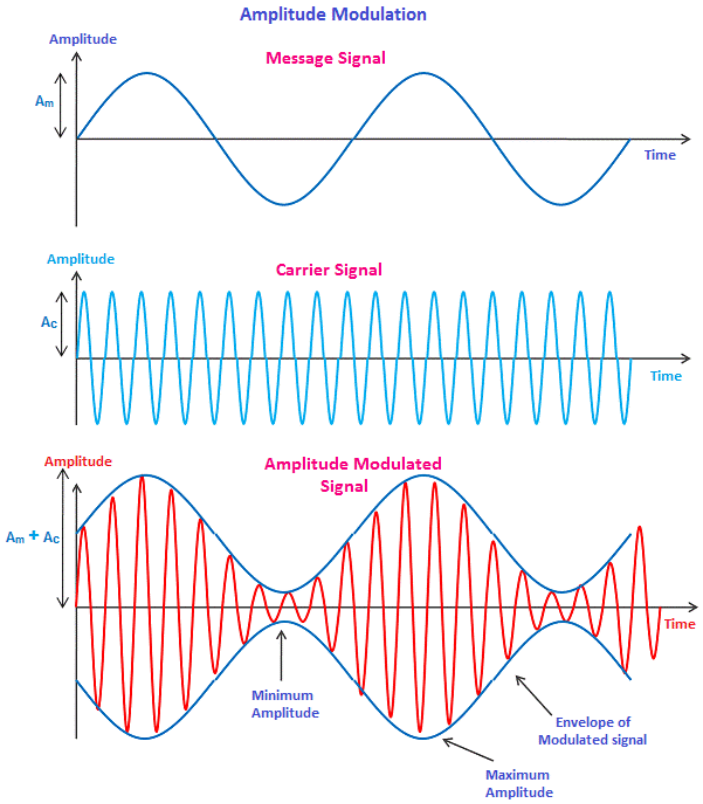
تتميز الترددات المختلفة لموجات الراديو بخصائص انتشار مختلفة في الغلاف الجوي للأرض؛ فيمكن أن تنحرف الموجات الطويلة long waves حول عوائق مثل الجبال وتتبع محيط الأرض (تسمى الموجات الأرضية)، ويمكن أن تنعكس الموجات القصيرة short waves عن الأيونوسفير (الغلاف الأيوني) وتعود إلى الأرض من الأفق (تسمى الموجات السماوية)، بينما تنتقل أطوال الموجات الأقصر بكثير microwaves على طول خط البصر، لذلك تقتصر مسافات الانتشار على الأفق المرئي line of sight.

ولمنع التداخل بين مختلف المستخدمين، يخضع توليد الموجات اللاسلكية واستخدامها صناعيًا لتنظيم صارم بموجب القانون، بتنسيق من هيئة دولية تسمى الاتحاد الدولي للاتصالات.

تاريخ الراديو

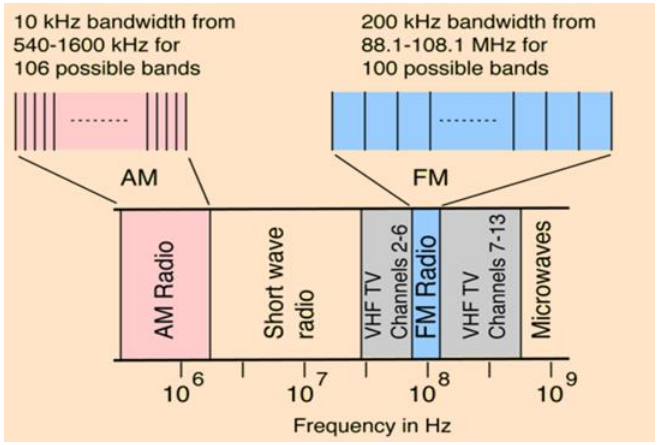
في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي، اكتشف البشر إمكانية انتقال الصوت عبر الأثير، إذ انتبه جيمس ماكسويل سنة 1865م إلى وجود خصائص موجية لموجات الراديو تُشابه الضوء وقريبة من الصفات الكهربائية والمغناطيسية. فاقترح معادلات وصف فيها موجات الضوء وموجات الراديو التي هي جزء من الموجات الكهرومغناطيسية التي تسبح في الفضاء المحيط.

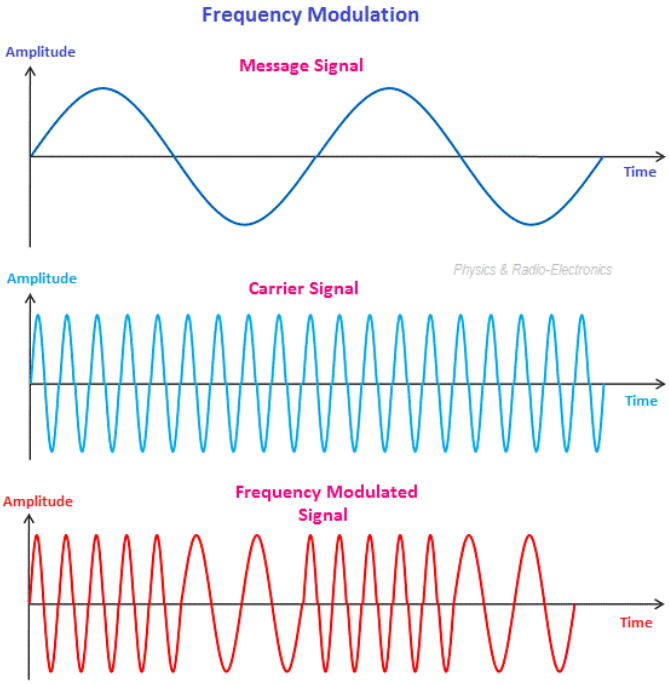
وأصبح جهاز الراديو أحد أبرز وأهم الابتكارات في السنوات الأولى للقرن العشرين. وقد بدأ البث الإذاعي في مصر في عشرينيات القرن العشرين، وكان عبارة عن إذاعات أهلية، ثم بدأ بث الإذاعة الحكومية المصرية في 31 مايو 1934 بالاتفاق مع شركة ماركوني، وقد مُصِرَت في عام 1947 وأُلغي العقد مع شركة ماركوني. وكان عدد محطات الإذاعة المصرية في بدايتها أربع محطات فقط. وكان البث الإذاعي يأتي في المدى الترددي Amplitude Modulation، AM من 500 إلى 1600 كيلو هيرتز.



ثم تطور لاحقا وصار البث يأتي على Short wave وموجات الـ Frequency Modulation، FM في المدى من 88 إلى 108 ميجا هيرتز. وتزايدت عدد المحطات الإذاعية، وكل واحدة لها ترددها الخاص كما في الشكل.

FM,MHz إذاعات	جهاز الإرسال
88.20 راديو هيتس	المقطم التلال الحراج
88.70 راديو مصر	المقطم التلال الحراج
89.50 إذاعة الشرق الأوسط	المقطم التلال الحراج
90.20 إذاعة إذرجي	المقطم التلال الحراج
90.90 الراديو 9090	المقطم التلال الحراج
91.50 إذاعة البرنامج الثقافي إذاعة الأخبار والموسيقى	المقطم التلال الحراج
92.70 نجوم إف إم	المقطم التلال الحراج
95.00 شعبي إف إم	المقطم التلال الحراج
95.40 European Program	المقطم التلال الحراج
98.20 إذاعة القرآن الكريم	المقطم التلال الحراج
98.80 إذاعة البرنامج الموسيقي	المقطم التلال الحراج
100.60 نجوم إف إم	المقطم التلال الحراج





تاريخ التلفزيون

أما فكرة التلفزيون فتعود إلى عام 1884 عندما اخترع الألماني بول نبكو paul Nipkow قرصا ميكانيكيا دوارا بفتحات صغيرة منظمة في شكل حلزوني ، وعندما يتم تسليط الضوء عليها يتسرب الضوء من الفتحات ليعطي احساسا سريعا بحركة الصور المسجلة على هذا القرص، وكانت هذه بداية فكرة الصور المتحركة (الفيديو)، ثم بدأ التفكير في نقل هذه الصور المتحركة من مكان إلى آخر سواء عن طريق الأسلاك أو باستخدام الموجات الهوائية .

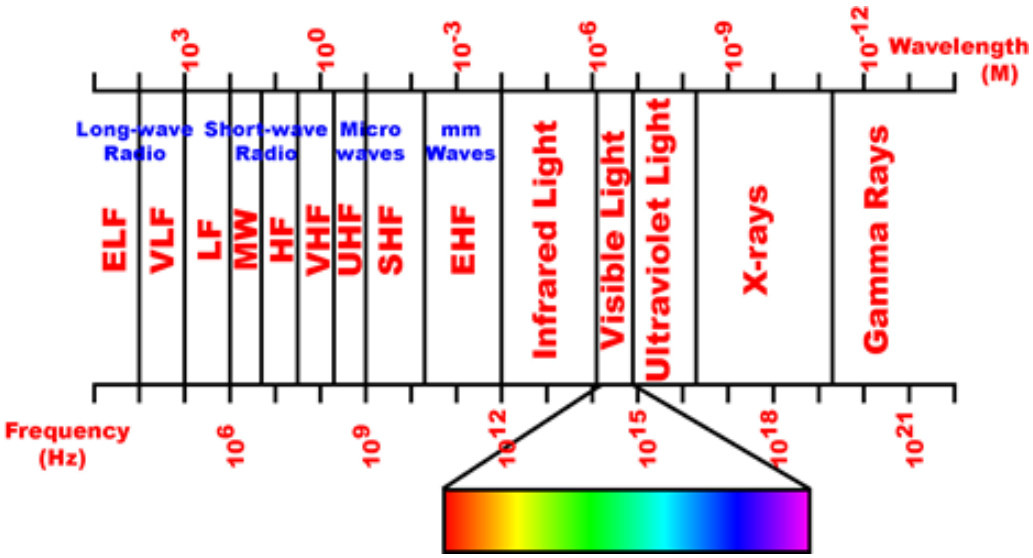
وكان أول بث في العالم قد بدأ من Washington DC، في 7 أبريل، 1927. وبعدها بدأت BBC البريطانية البث التلفزيوني للجمهور في عام 1929. وبدأ البث في معظم أوربا أواخر الثلاثينيات.

ويعتبر تلفزيون العراق أول تلفزيون عربي يبدأ إرساله التلفزيوني ، وكان ذلك عام 1954، بعدها جاء التلفزيون الجزائري في نهاية شهر ديسمبر عام 1956 إبان الفترة الاستعمارية، وفي لبنان وضع حجر الأساس لمبنى التلفزيون الرسمي في العام 1957.

أما في مصر فبدأ البث التلفزيوني سنة 1960 على الـ Radio Frequency، RF، واقتصر في بدايته على القنوات الأرضية (القناة الأولى والثانية).

آلية عمل البث التلفزيوني

البث التلفزيوني الأرضي أو التلفزيون الأرضي هي عبارة عن طريقة لبث مواد تلفزيونية – بدون الأقمار الصناعية التي ستستخدم لاحقا – وتكون عادة باستخدام موجات الراديو في النطاقين (UHF , VHF) من خلال إرسال هوائيات من محطة الإرسال للمادة التلفزيونية (الصور/الفيديوهات) ، ثم استقبالها بواسطة هوائي بسيط يركب على سطح كل منزل.



والفكرة ببساطة أنه يتم تصوير المشهد بكاميرا متخصصة، تمتلك مستشعرًا للصور في عدستها، ويتم تعديل شدة إضاءة الصورة وسطوعها حتى تظهر للمشاهد بأفضل جودة ممكنة، (تقوم الكاميرا التلفزيونية بتجميع الصور معًا بسرعة كبيرة وهو الذى يشكل فيديو)، وبعد ذلك يتم تحويل هذه الصور إلى إشارات كهربائية، وبنفس الطريقة يتم تحويل إشارة الصوت إلى إشارة كهربية، ثم دمج إشارات الفيديو معها وتعديل مناغمة الصوت مع الصورة، وفي النهاية يتم تحويل البث كاملًا إلى

إشارات كهربائية تنتقل أما عبر طريق كوابل كما في أمريكا، أو عن طريق تحويل الإشارات الكهربية إلى موجات راديو لاسلكيًا Radio Frequency, RF، لتصل بعد ذلك إلى هوائي الاستقبال المنزلي، والذي يتم ربطه مسبقًا مع جهاز التلفزيون، فيقوم جهاز الاستقبال المنزلي بإرجاع الإشارات الكهربائية إلى حالتها الأصلية، وبثها على جهاز التلفزيون.

تاريخ أنظمة الدش في مصر

في البداية سيتم عرض الأنظمة التي كانت مستخدمة للاستعمال الفردى لكل منزل على حدة (سواء بنظام الـ RF حيث الإريال القديم أو بنظام الـ IF حيث طبق الدش الخاص بكل منزل ، ثم نصل لمرحلة الاستخدام الجماعى لعدد كبير من المستخدمين فى نظام الـ RF–Distribution والذى يسمى MATV ، أو استخدام عدد كبي من المستخدمين لنظـــــام الـ IF–Distribution والذى يسمى SMATV ، وسيضاف لهما لاحقا نظام الـ IPTV:

الجيل الأول: Radio Frequency, RF

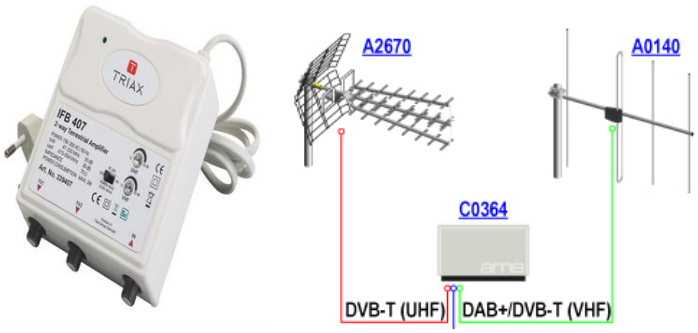
بدأ البث التلفزيوني في مصر كما ذكرنا سنة 1960علي موجات VHF،Very high frequency في المدي الترددي من 47 إلى 300 ميجا هيرتز. وكان كل بيت لديه إريال antenna Very High Frequency، VHF خاص يلتقط الإشارة وينقلها عبر سلك coaxial إلى جهاز التلفزيون.

ثم تطور الأمر وصار لدينا قنوات أرضية عددها أكبر فاتسع مدى تردد الإشارات Radio Frequency، RF وأصبحنا نحتاج إلى إريال خاص بـ Ultra High Frequency، UHF، وكان هذا الإريال قادرا على التقاط إشارات القنوات الجديدة التي أصبح مداها بين 300–900 MHz ، وكانت عدد القنوات في البداية 9 قنوات. (وصل عددها حاليا إلى حوالي 69 قناة أرضية).

ويمكنك أن تميز بين النوعين السابقين من الـ antenna بمجرد النظر، فالأول أبعاد أطلاعه طويلة لأن الموجة ترددها منخفضة وبالتالي طول الموجة كبير، على عكس النوع الثاني الذي يلتقط موجات ترددها عالي وطول الموجة لها صغير.

وكان من الممكن تصميم إريال يجمع بين النوعين أو جمع الموجتين من خلال جهاز يسمى Booster ليخرجا معا من مخرج واحد فقط كما في الشكل.

ومن المهم هنا أن نشير إلى أن هذا النظام يعمل باستخدام RF signal ، وكان يعتمد على توجيه الإريال في نفس اتجاه محطة البث حتى يتم استقبال الاشارة ، وكان يتم فك شفرتها من خلال جهاز التلفزيون مباشرة. وبالطبع فهذا النظام يكاد يكون اختفى تقريبا فلم يعد أحد يكتفى بالإريال الأرضى فقط مع أجهزة التلفزيون.



الجيل الثانى :بداية عصر القنوات الفضائية (Intermidiate Frequency, IF)

كانت معظم محطات البث القديمة كانت في مصر توضع على جبل المقطم أو فوق مبنى ماسبيرو لتضمن ارتفاعا كافيا يسمح بانتقال الإشارات دون اصطدامها بعوائق أرضية قدر الإمكان، ولو تخيلنا أن محطة البث صارت في السماء، فهذا يعنى سهولة وصول الإشارة منها إلى عدد أكبر دون مشاكل .

وكانت أمريكا هي أول من أطلق قمر صناعى من أجل البث التلفزيونى وذلك سنة 1963.

والتليفزيونات الفضائية – مثل غيرها من الاتصالات المرتبطة بالأقمار الصناعية– تبدأ من هوائي الإرسال الموجود في منشأة الإرسال (محطة القمر الصناعى الأرضية، على سبيل المثال تلك الموجودة بالمعادى مثلا) . وتكون أطباق الإرسال كبيرة جدا، تقدر بحوالي 9 إلى 12 مترا في القطر.

وينتج عن الزيادة في القطر دقة وقوة أكبر للإشارة المرسلة إلى الأقمار الصناعية. يشير طبق الإرسال نحو قمر صناعي محدد وتنتقل الإشارات المرسلة ضمن نطاق تردد معين، بحيث يتم استلامها بواسطة القمر الصناعي. ويقوم القمر الصناعى بإعادة بث الإشارات إلى الأرض ولكن في نطاق ترددات مختلفة لتجنب التداخل مع إشارة الإرسال .

وتتكون هذه المنظومة من:

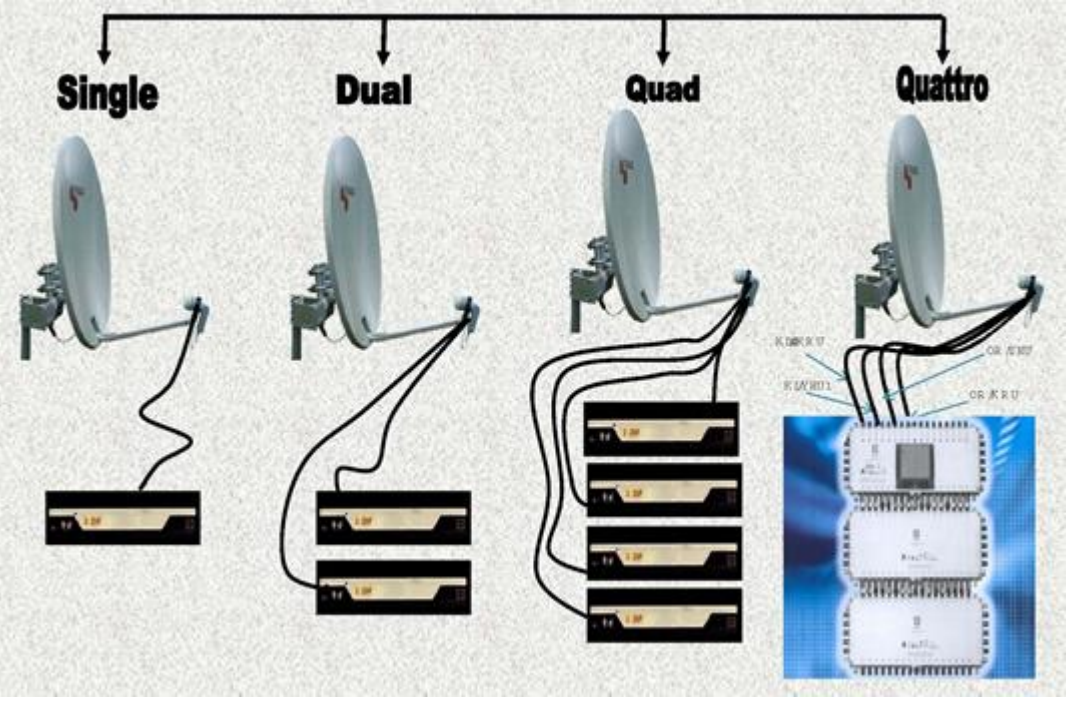
- مراكز البثّ: يحول مركز البث البرامج والأفلام وغيرها إلى بث رقمى ذي جودة عالية. ويستطيع مركز البث أن يرسل هذه البيانات بسرعة تصل إلى 270 ميغا بايت في الثانية إلى القمر الصناعى، ثم يعاد توجيهها إلى الأرض عبر ترددات مختلفة حتى لا تتداخل مع إشارات الإرسال.
- التشفير والبث: يجب على المزوّد أن يقوم بتشفير الفيديو، وضغطه؛ وذلك لكي يمنع وصوله إلى الآخرين مجاناً؛

- الطبق: يجب أن ذا نوع خاصٍ من أشكال الهوائيّات، ويتم من خلاله استقبال الإشارات من القمر الصناعيّ مباشرة.
- جهاز الاستقبال: يوجدُ العديد من الوظائف لهذا الجهاز، أهمها فكُّ التشفير، وإجراء التعديلات عليه. وبالتالي لا يستطيع أي أحد أن يلتقط إشارة القنوات الفضائية دون أن يكون لديه ريسيفر لفك هذا التشفير.

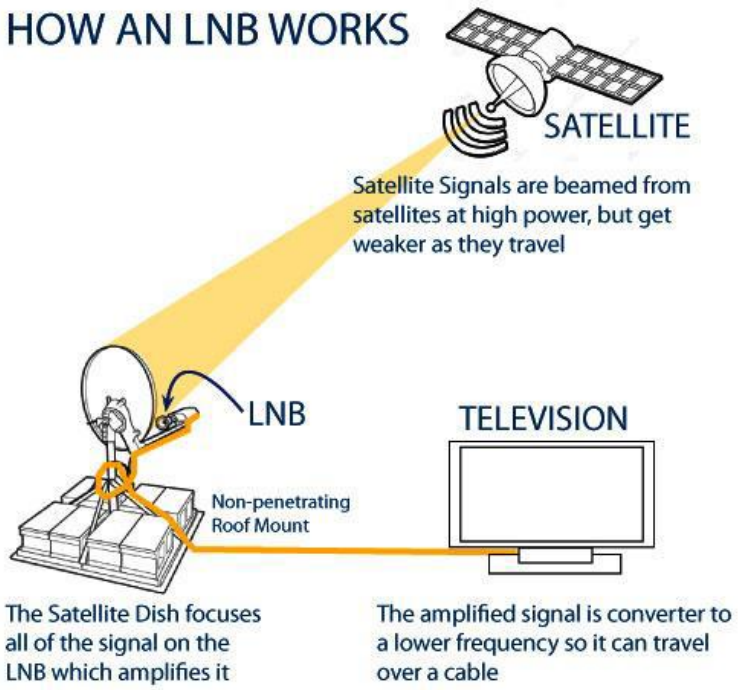
الجيل الثالث: نظام الدش البسيط (كما بالمنازل)

فهذا النظام يتم استخدام طبق الاستقبال لكل قمر و LNB ، مع استخدام وحدة الاستقبال لفك الشيفرة (الرسيفر) . وهذا النظام يعمل على IF Signal. وفى هذا النظام يجب تركيب نقطة مخصصة لكل تليفزيون بمعنى يجب توصيل كل تلفزيون بنقطة في LNB الخاصة بها ، وفي حالة الاحتياج إلى توصيل أكثر من تلفزيون يتم تركيب LNB بمخارج متعددة (متوفر LNB 2, 4, 8 مخرج). وفى هذا النظام يتم استقبال الإشارة وفك شيفرتها من خلال جهاز الريسيفر.

وفي حالة الاحتياج إلى عدد مخارج أكثر من 8 يتم تركيب النظام الذى نعرضه في الجزء التالى ويظهر في أقصى يمين الصورة التالية.



وتقع ترددات إشارات القنوات الفضائية في المدى المعروف بـ Intermidiate Frequency, IF، وترددتها تتروح في المدى التقريبي بين 1-14 GHz، ويتم استقبالها بواسطة أطباق الاستقبال Dish + عدســـــــة Low Noise Block, LNB، ثم فك شفرة هذه القنوات عبر الريسيفر الذى يحولها إلى إشارات متوائمة مع أجهزة التلفزيون . و تركب هذه الأطباق Dish على أسطح المنازل كما هو معلوم لالتقاط الترددات المرسلة من الأقمار الصناعية مباشرة وليس من خلال محطات البث الأرضية كما في النظام السابق.



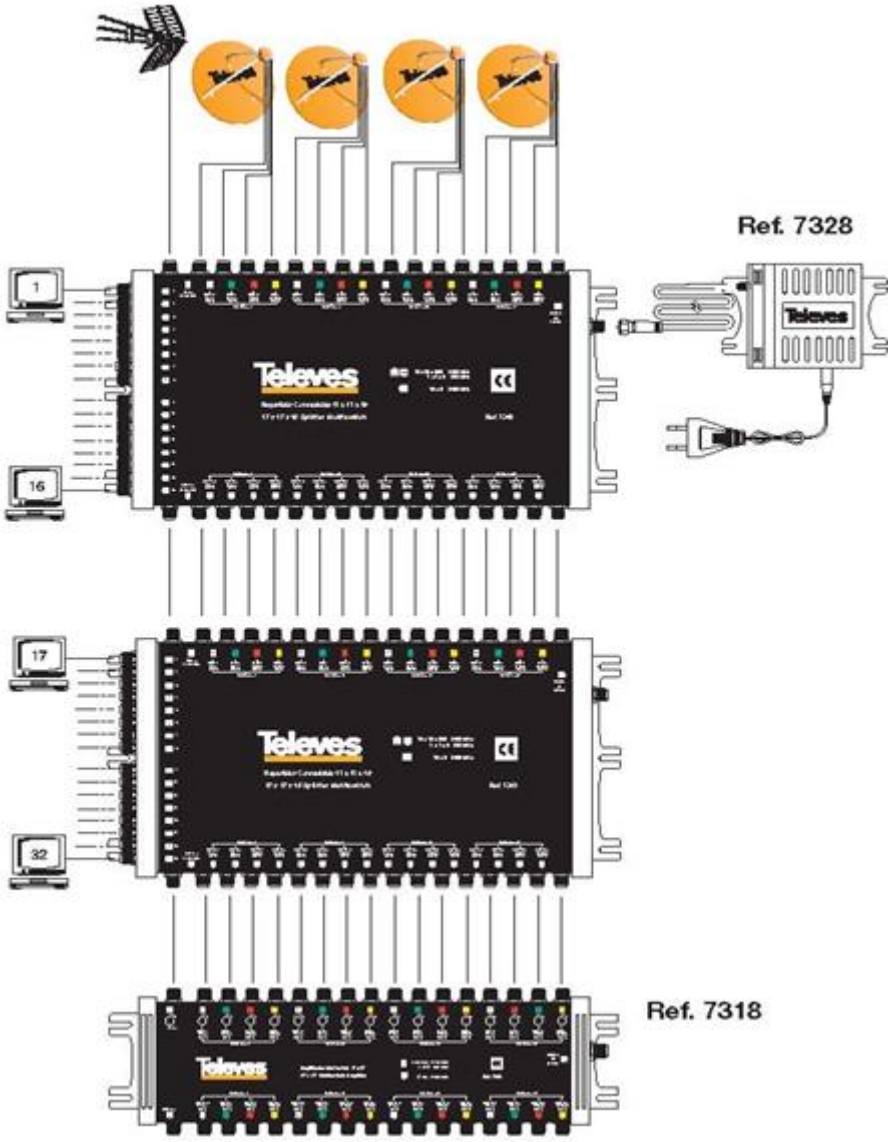
الجيل الرابع : الدش المركزى

كان الأمر بسيطا في المراحل الأولى لظهور التلفزيون ، لكن مع انتشار العمارات الضخمة والتي يمكن أن تتكون من 50 شقة أو 100 وأكثر في المبنى الواحد، وانتشار الفنادق ذات الغرف التي يتجاوز عددها 500 غرفة مثلا، صار من المستحيل أن يكون لكل شقة (أو غرفة في فندق) إريال خاص بها، أو طبق خاص بها لا سيما إذا قرر صاحب الشقة أن يضعه فوق سطح المبنى، ففضلا عن التشوه في الشكل فلن تكون المساحة كافية لاستيعاب هذه الأجهزة فوق سطح واحد ، كما سيعاني استقبال التلفزيون أيضا من الـ Noise، لأن الهوائيات المتعددة تتداخل مع بعضها البعض، مما يتسبب في مشكلات للإشارة.

والأمر سيكون أصعب في الفنادق فلو تخيلنا فرضا أن لكل غرفة بها ريسيفر خاص ، فهذا يعنى أن كل نزيل في الفندق يمكنه تعديل وحذف وإضافة ما يريد من القنوات، وهذا يعنى أنه بعد مغادرته للغرفة سيكون لزاما على فريق الصيانة بالفندق إعادة الوضع إلى ما كان عليه، ولك أن تتخيل أن هذا يتم في 500 غرفة مثلا يوميا، بالطبع هذا مستحيل.

ومن هنا ظهر التفكيـــــــــــــر فيما يسمى Master Antenna TV، MATV، وصارت فيما بعد جزءا من المنظومات الكهربية في المباني وضمن منظومات التيار الخفيف.

ويحتوي هذا النظام على Multi-switch و LNB Quadro وهي تختلف عن المستخدمة في النظام الثاني وطبق استقبال لكل قمر و ريسيفر وتلفزيون حيث يتم توصل النظام كما بالصورة التالية ويوصل لكل نقطة تلفزيون كابل من مخرج في السويتش .



يتيح نظام MATV إمكانية توزيع إشارات التلفزيون و FM على عدد كبير من أجهزة الاستقبال التلفزيونية ، بدلاً من الهوائيات الفردية لكل تلفزيون. بعبارات بسيطة ، يعد نظام MATV عبارة عن شبكة من الكابلات والمكونات المصممة خصيصًا التي تقوم بمعالجة وتضخيم إشارات التلفزيون و FM ، ثم توزيعها من موقع مركزي واحد.

ويوجد منها نظامان:

- الأول يسمح ببث عدد محدود من القنوات ولا يحتاج لوجود ريسيفر في كل غرفة (هذا يصلح للمستشفيات والفنادق مثلا)
- الثانى فيسمح بعدد لا محدود من القنوات كما في العمارات السكنية الكبيرة.

والشرح التفصيلى لهذا النظام مع أمثلة تطبيقية تعرض لاحقا في الجزء التالى عند الحديث عن أشهر المعدات المستخدمة في أنظمة الدش المركزي.

تابع الجيل الرابع: الدش المركزي ذو القنوات المحدودة كما بالفنادق:

يحتوي هذا النظام على طبق استقبال لكل قمر وLNB Quadro و Head end station. وفكرة عمل هذا النظام قائمة على استقبال كل القنوات في الراك المركزي من خلال توفير ريسيفر لكل قناة (بمعنى أنه إذا كان الفندق سيوفر للنزلاء 50 قناة متنوعة مثلا فيجب توفير 50 ريسيفر في الراك المركزى) ويتم تحول الإشارة من IF إلى RF ليتم بثها كلها على كابل واحد بترددات مختلفة ، ويتم توصيلها إلى جميع غرف الفندق. وفى هذا النظام يتم فك الاشارة من خلال التلفزيون مباشرة لعدد القنوات المحددة (بواسطة برمجة الـ built in RF tuner داخل جهاز التلفزيون) ، ولذلك لا يوجد رسيفرات في الفنادق.

ويوجد مزيد من التفصيل عن هذا النظام الرابع وأمثلة تطبيقية له عند الحديث عن الـ Head Unit وهى العنصر الثانى في الجزء التالى الذى يتحدث عن أشهر المعدات في أنظمة الدش المركزي.

الخلاصة:

عموما يمكن القول أن الأنواع المستخدمة في السوق حاليا هى:

1. Radio Frequency, RF Distribution ويسمى نظام (MATV)
2. IF Distribution ويسمى النظام SMATV
3. IPTV (Internet Protocol)
4. Digital cable TV System (نظام شائع في أمريكا وأوروبا وغير معروف في بلادنا ، حيث تنقل الإشارات عبر كابلات خاصة وباشتراكات خاصة للمنازل بدون إريال وبدون أطباق ، ولا يزال هذا النظام شائعا هناك ربما أكثر من الأطباق نفسها.)

أشهر المعدات في نظام الدش المركزي

نظام الدش عموما يتكون من العناصر التالية:

1- إريال UHF & VHF
2- Dish Farm
3- LNB
4- Receiver
5- Headend station
6- Other devices (splitter, Tap-off, Amplifiers…etc.)

فيما يلى عرض لأهم المعدات المستخدمة في أنظمة الدش المركزى بأنواعه المختلفة:

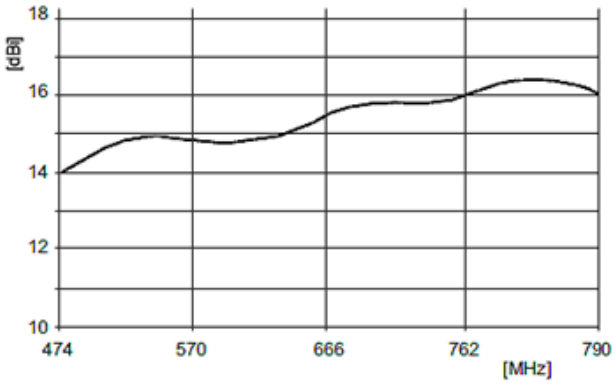
العنصر الأول : Antenna:

تنقسم الهوائيات حسب التقاطها للتردد إلى نوعين :

- الـ VHF Antenna الذي يعمل في المدي التقريبي بين 50-300 MHz
- و UHF antenna بين مدي تردد 300-600MHz.

وفي الصورة التالية Datasheet لـ UHF Antenna و أيضا الـ Chart الذى يبين قيمة الـ Gain مقاسا بالـ dB الذي تضيفه الـ Antenna عند كل تردد بال MHz.

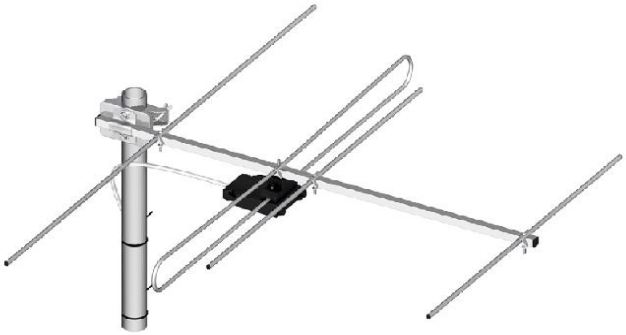
وهذه الـ antenna تقوم ليس فقط بالتقاط الإشارة ولكنها تكبرها بمقدار بسيط يختلف حسب تردد الموجة طبقا للشكل التالي تمهيدا لاستخدام الـ Amplifier الأساسي بعد ذلك.



Name	UHF TV ant. DIPOL 44/21-69 Tri Digit
Code	**A2670**
Gain [dBi] (see the chart below)	14-16.8
Channels	21-60
Front/back ratio [dB]	25
Polarization	H
Number of elements	44
Impedance [ohm]	75
Packaging	cardboard box
Weight [kg]	1.51
Beam V/H [°]	45/56
Dimensions [mm]	1050x50x55

والصورة التالية لـ VHF Antenna في الوضعين الـ Horizontal polarization و الـ Vertical Polarization، و هذه الـ antenna تقوم كما ذكرنا سابقا بإضافة gain قدرة من 6 إلى 8 dB، وتعمل في الـBandwidth من 170- MHZ 230.

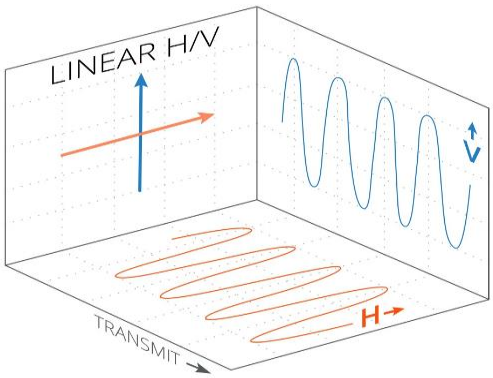
Vertical Polarization



Horizontal Polarization

Specifications

ومن الـ datasheets السابقة نري عامل اسمه polarization وتكون قيمته V أو H أو V/H، وأبسط طريقة لوصف الـ polarization أنه الاتجاه الذي يتحرك أو يتذبذب فيه المجال الكهربي للموجة من خلال سريانها في الوسط. والـ antennas عادة تصنع لاستقبال وإرسال Polarized radio waves بطريقة محددة كما في الصورة التالية.



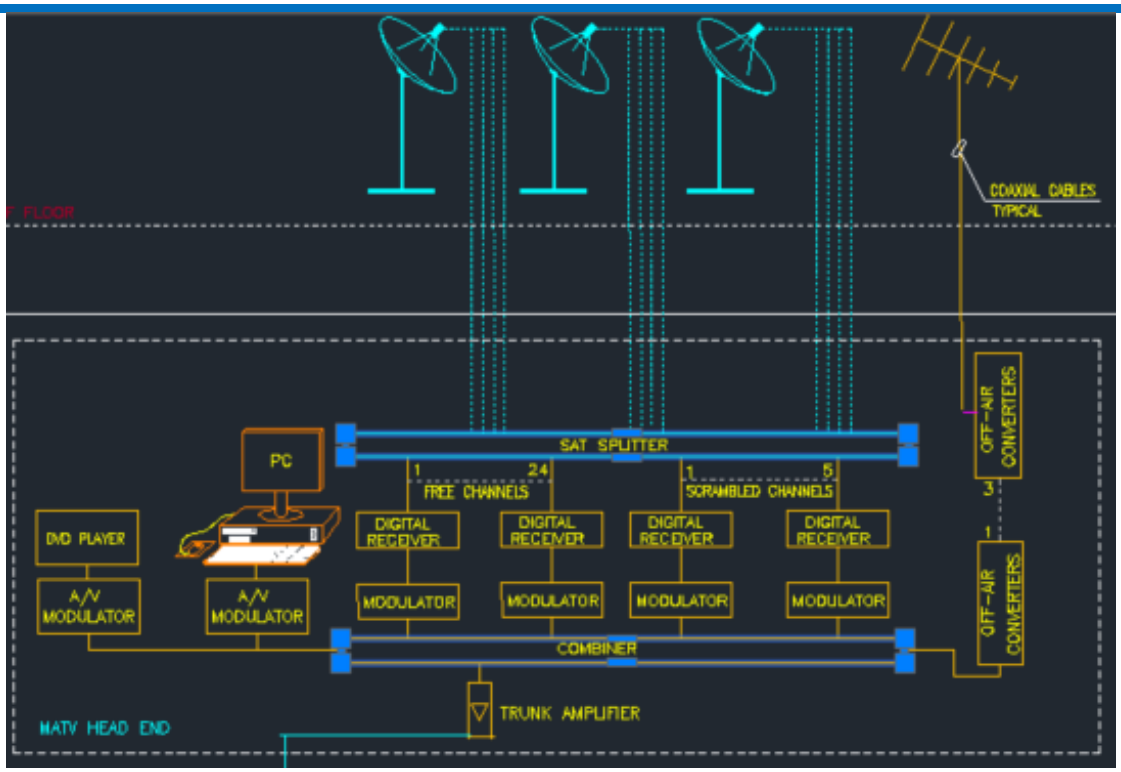
العنصر الثانى: الـــ Head Unit

<u>ماذا لو كان مطلوبا في مكان ما التحكم في القنوات التي ستعرض على كل جهاز؟</u> في هذه الحالة ستضاف وحدة معالجة للإشارات في بداية المنظومة تسمى Head End Unit التى تحول إشارة Satellite IF signal إلى RF Signal،

وهى بمثابة العقل المفكر للمنظومة كلها، فمن خلالها يمكن التحكم في القنوات التي ستعرض وقفل بعضها وتحسين قوة بعضها ومنع بعضها إلخ من خلال مجموعة من الـ Filters أو هي في الواقع مجموعة من الرسيفرات يضبط كل واحد منها على تردد قناة معينة لاستقبالها كما في الصورة التالية (وحدة بقدرة 12 قناة).

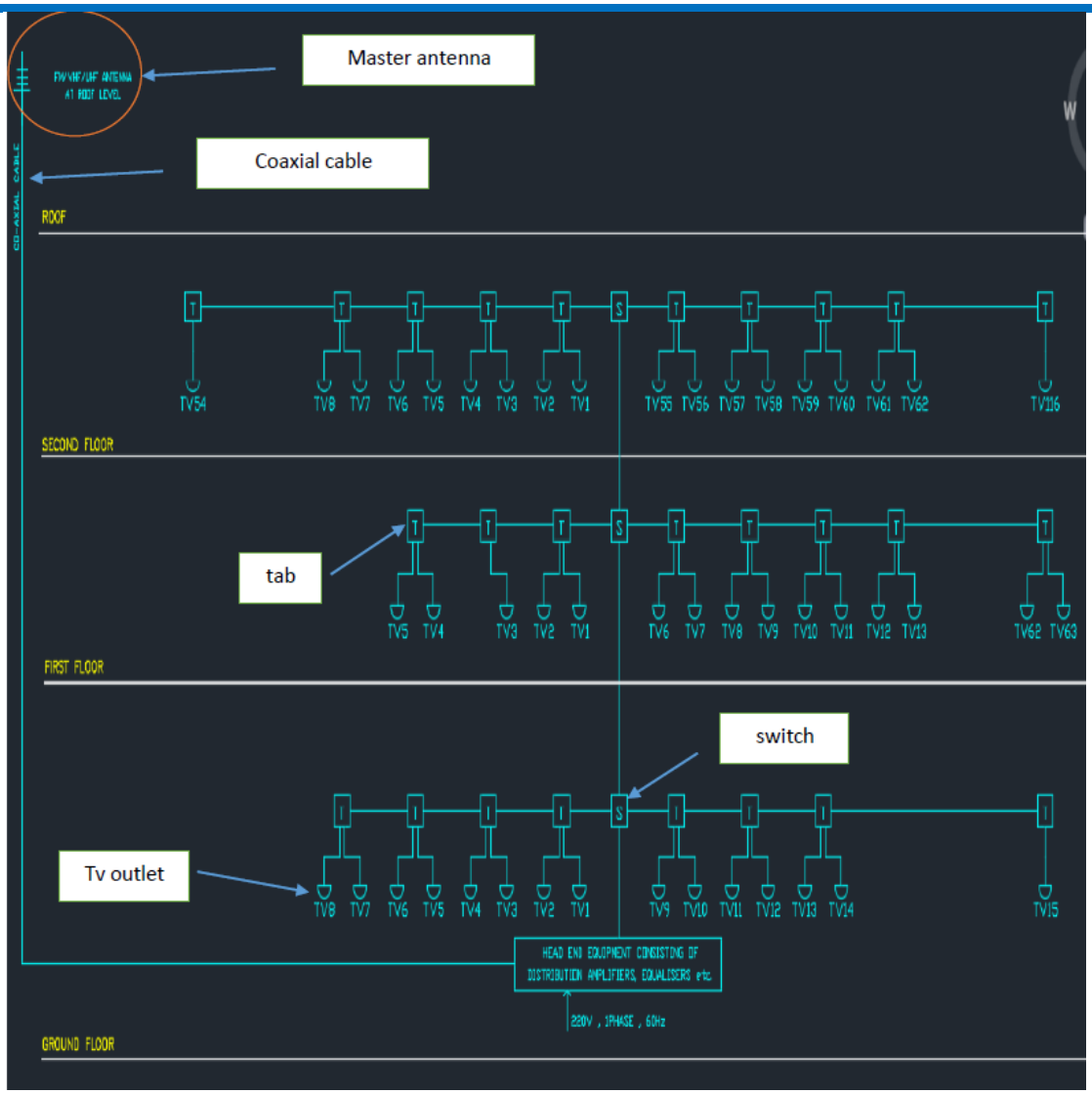
و تتكون منظومة الـ MATV في هذه الحالة من (Master Antenna) ، ثم وحدة لاختيار القنوات تسـمى Head End Unit وظيفتها كما ذكرنا انتقاء وتحديد القنوات المراد توزيعها على أجهزة التلفزيون بالفندق أو بالمستشفى إلخ، ثم تخرج إشارات القنوات المختارة إلى جهاز amplifier، ومنه تتوزع على الغرف من خلال Tap-off and Splitters. كما سنشرحه تفصيلا لاحقا.

ويمكن أيضا أن نضيف للإشارة السابقة إشارة من جهاز DVD أو جهاز كومبيوتر لعرض أفلام مخزنة عليهما للتوعية كما في المستشفيات مثلا بعد عمل Modulation لإشارة الـ DVD كما في الشكل التالى.

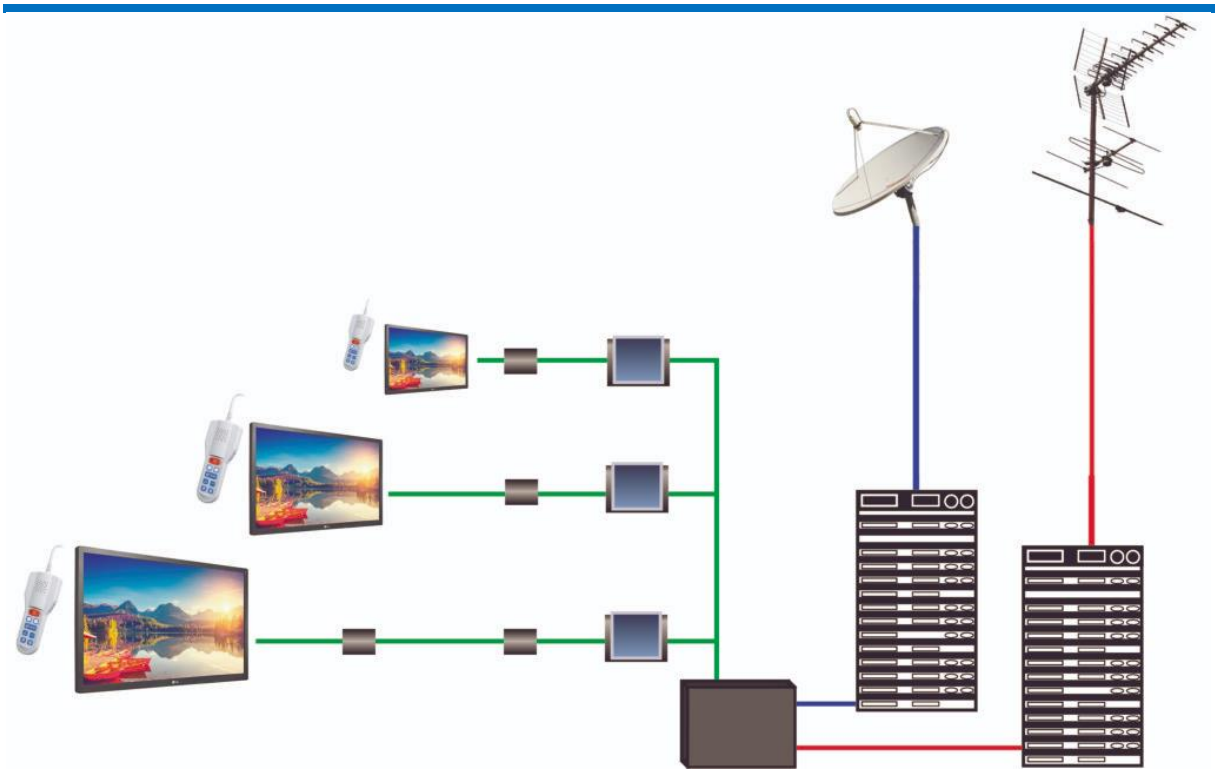


ومن خلال الـ Head End Unit أو محطة الاستقبال الرئيسية، التي يمثلها كل ما هو داخل المستطيل المنقط في الشكل السابق، تستطيع تحديد باقة القنوات التي يسمح ببثها عبر النظام بحيث يكون موجودا عند كل مخرج مجموعة من القنوات حسب اختيار العميل. في الشكل السابق مثلا استقبلت الوحدة الكابلات من الأطباق والأريال العادى ثم قامت الـ Head End باستخلاص 24 قناة عادية و5 قنوات مشفرة encrypted وتجميعها في باقة خاصة محدودة حسب رغبة العميل، وهذا النظام شائع في الفنادق حيث يمكن للمشاهد ان يرى 29 قناة في هذه الحالة من خلال هذه المنظومة بدون الحاجة لتركيب ريسيفر في كل غرفة.

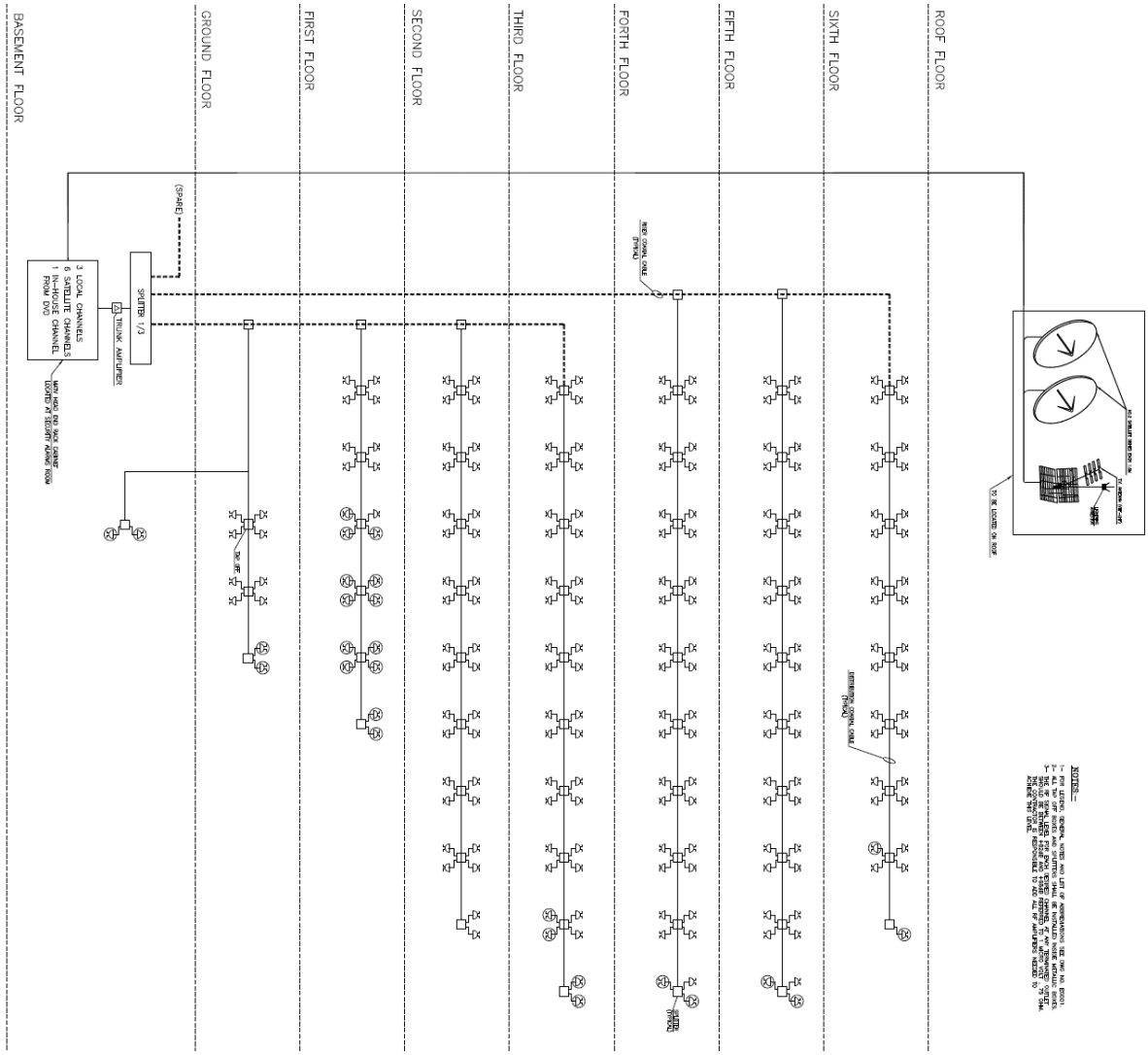
وفي المثال التالي لدينا مستشفى مكونة من ثلاثة طوابق هم،ground floor ، first floor، second floor النظام المستخدم هو MATV system يلتقط فقط القنوات الأرضية بنوعيها: VHF and UHF بالإضافة إلى موجات الراديو FM، وذلك من خلال ال antenna موجودة علي سطح المستشفى، ثم تنزل الإشارة بواسطة coaxial cable إلى الدور الأرضي حيث توجد الـ head end unit فتستقبل إشارات التلفزيون وتقوم بمعالجتها واختيار المناسب للمستشفى منها ثم تكبيره تمهيدا لتوزيعها بواسطة Switches and TAPs إلى مخارج التليفزيون .



وبالطبع أهم ما يميز نظام الـ MATV في هذه الحالة أنه لا يحتاج سوى إلى antenna واحدة (بنوعيها UHF and VHF)، وكذلك يحتاج إلى طبق واحد لكل قمر من الأقمار الفضائية كما في الشكل التالى. و توضع الـ Head End Unit في غرفة خاصة – قد تكون غرفة الـ IT مثلا – ويتم توليف جهاز التلفزيون على ترددات القنوات المختارة، ومن ثم يمكن لكل غرفة متابعة ما تشاء من هذه القنوات المختارة بدون استخدام ريسيفر خاص بها بل فقط مشاهدة القنوات المحددة التي تم برمجة جهاز التلفزيون على ترددتها بواسطة برمجة الـ built in RF tuner داخل جهاز التلفزيون.

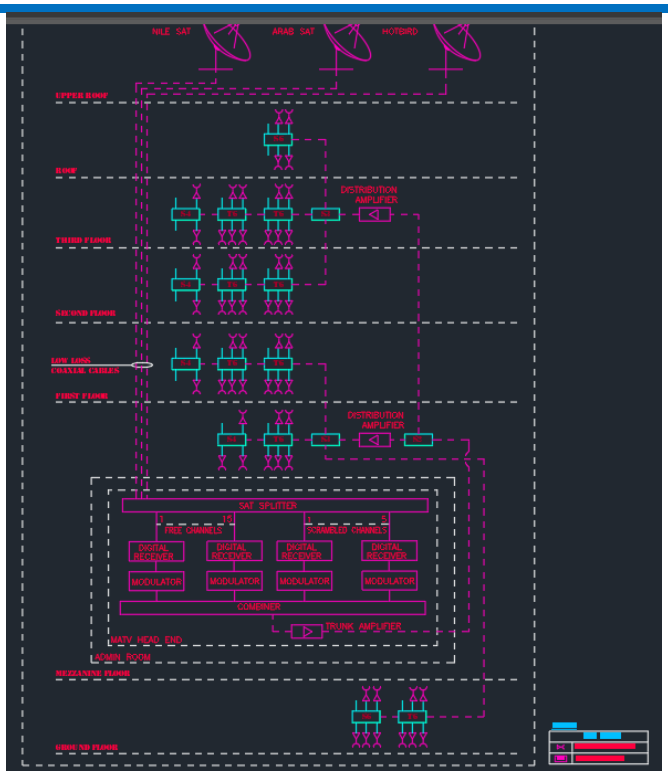


والشكل التالي يبين نموذج آخر في إحدى المستشفيات حيث حددت وحدة الـ Head End Unit عدد 3 قنوات أرضية و 6 قنوات فضائية بالإضافة إلى قناة داخلية خاصة بالمستشفى لعرض الأفلام التوعوية.



وعمليا ، يطلب العميل حوالى 50 قناة فإذا زاد العدد عن ذلك سيتطلب الأمر مزيد من الأجهزة ومزيد من الراكات.

وهذا مثال آخر لأحد الفنادق تجده في ملحق ملفات الأتوكاد الموجود على الموقع wwwdrgilany.com. ويمكن هناك تكبير الصورة لتراها بدقة



انظر ملحق الأتوكاد

ويظهر توزيع المخارج في أحد أدوار هذا الفندق كما في الشكل التالى. لاحظ ظهور المخرج بجوار رمز جهاز التلفزيون في كل غرفة كما لاحظ عدم وجود مخرج data بجواره مما يعنى أنه ليس IPTV .

العنصر الثالث: الـ Tap

في أبسط صورة يتكون الـ Tap من 3 مخارج In–Out–Tap، ونظريا فإنه يفترض أن تدخل عليه الإشارة من الـ IN وتخرج من الـ Out دون حدوث أى فقد loss لكن عمليا يكون هناك فقد بسيط يسمى insertion loss وتسمى في بعض الأحيان feed–through loss. (حوالي 2 dB في الصورة التالية) وقد تكون أقل من ذلك. على سبيل المثال، إذا كان هناك 10 taps متتالي ين على الخط، ولكل واحد منهم insertion loss بمقدار 0.5 dB، فستكون insertion loss الكلية تساوى5 dB.

3105T1/10
1-Way 10dB TAP Loss

FEATURES AND BENEFITS
Nickel-plated zinc die-cast housings
High shielding with -120dB RFI
Power-pass one port

TAP LOSS (dB)	10
THROUGH LOSS 5-950MHz (dB)	2.0
THROUGH LOSS 950-2400MHz (dB)	3.0

أما المخرج الثالث Tap فيفترض أن تخرج منه الإشارة وقد حدث انخفاض في قوتها بالمقدار المكتوب على الجهاز. فمثلا في الصورة التالية سيحدث انخفاض في شدة الإشارة الخارجة من مخرج Tap بمقدار 10dB. ويمكن في أنواع أخرى أن يكون الفقد بأى قيمة 10–12–15–20 إلخ.

والصورة التالية تمثل نموذجا لنوع آخر من الـ Taps وهو يسمى 4–Waya Tap ومواصفاته واضحة على الصورة ، وبجواره صورة لـ one–Way Tap.

4 –way tap / –15 dB / 5–2300 MHz

العنصر الرابع : الـ Splitter

فكرة هذا العنصر أن يقوم بتوزيع الإشارة التي تدخل عليه إلى عدة مخارج مع حدوث loss محدد في كل هذه المخارج Output (Ways) حسب القيمة المكتوبة عليه، فمثلا في النموذج التالي سنجد 4 Way Splitter حيث ستتفرع الإشارة الداخلة إلى أربعة مخارج مع حدوث انخفاض في شدة الإشارة في جميع مخارج الـ Output بمقدار يتراوح بين 8–11 dB حسب مدى التردد الداخل كما هو موضح في الجدول.

وبالطبع يوجد أنواع عديدة تختلف في No. Of ways قد تصل إلى 16 ways، كما تختلف في مقدار الفقد في قوة الإشارة.

4-Way F-Type Splitter

FEATURES AND BENEFITS
Nickel-plated zinc die-cast housings
High shielding with –120dB RFI
Power-pass all ports
Low loss 1750-2050

FREQUENCY RANGE (mhz)	INSERTION LOSS (dB)
5-40	8
40-1000	8.5
1000-1750	10.5
1750-2050	11.5

والشكل التالي على سبيل المثال يمثل 2-way splitter وبجواره الجدول الخاص به الذى يبين حجم الـ insertion loss حسب التردد.

LOSS	
Insertion loss (in-out) 5-40 Mhz	4.4 dB
Insertion loss (in-out) 40-1000 Mhz	4.0 dB
Insertion loss (in-out) 1000-2150 MHz	5.5 dB
Insertion loss (in-out) 2150-2400 Mhz	6.0 dB

ويليه مثال لـ 8-Way Splitter :

ومن المهم هنا أن نشير إلى ضرورة استخدام العدد المناسب من الـ outputs وليس أكثر من المطلوب فلو لديك 4 مخارج يجب أن تستخدم 4 ways splitters ، وليس 8 ways مثلا لأن ذلك سيسبب loss في المنظومة.

العنصر الخامس: الـ Amplifier

سواء كان النظام المستخدم هو الـ MATV أو SMATV فأنت تحتاج إلى مكبر للإشارة، سواء كانت الإشارة ملتقطة بواسطة هوائى عادى أو قادمة من القمر الصناعى وملتقطة بواسطة طبق وعدسة LNB كما سنرى ، فإشارة القمر الصناعى تأتى من مسافات هائلة تصل إلى 36000 كم ومن ثم لا نتوقع أن تكون قوية، وفى كلا الحالتين الإشارة على الـ amplifier الذي يرفع قوة الإشارة إلى المدى المطلوب في التصميم (سنشرح كيف يحسب لاحقا) علما بأن قوة الإشارة النموذجية عند المخرج النهائي قبل توصيله بجهاز التلفزيون يجب أن تكون في حدود من 65-80 dB.

وأهم عنصرين في توصيف الـ Amp هما:

1- الـ Gain أو معامل التكبير ويقاس بالـ DB. وسنشرح لاحقا كيف يتم حساب قيمة الـ Gain المناسب. وحيث أن الإشارات تتفاوت في شدتها فإن أجهزة التكبير تصنع بإمكانية تعديل الـ Gain في حدود 10dB. من المهم أيضا أن نشير إلى أن نسبة التكبير تختلف من مدى ترددات لآخر حسب الجدول الذي يبين مواصفات أحد الـ Amp . هذا الجدول يبين بعض المواصفات لـ Amp له 5 مداخل و5 مخارج (لاحظ أن الـ Amp تدخل عليه الإشارة

وتخرج لكنه لا يغذى أي مستخدم كما في الشكل لذا يعرف بالدخول والخروج فقط.). والجدول يعطى أيضا الحد الأقصى للتكبير بواسطة هذا الـ Amp.

2- العنصر الثاني هو الـ Frequency range الذي يعمل فيه هذا الـ Amp. وكلاهما (Gain and Freq Range) ظاهران على النموذج في الصورة التالية التي تمثل amp قادر على استقبال الأسلاك الأربعة من الـ LNB (HL، HH، VL، VH).

Frequency response		47-2150MHz
Inputs		4SAT+1 Terr
Outputs		4SAT+1 Terr
Gain	Terr 47-862MHz	15dB
	Sat 950-2150MHz	25dB
Adjustment Range	Terr 47-862MHz	0~10dB
	Sat 950-2150MHz	0~10dB
Output level	Sat (IMA3 35dB) EN50083-3	108dBμV
	Terr (IMA3 60dB) EN50083-3	100dBμV
Switching Adapter		18V 1.6A

وفيما يلي مثال لمواصفات إحدى الشركات: حيث نلاحظ من خلال data sheet (من شركه Terra sat) وجود نوعين من frequency range: النوع الاول خاص ب satellite في المدى من 950 إلى 2150 ميجا هيرتز والآخر خاص بالبث الأرضي terrestrial في المدى من 47 إلى 790 ميجا هيرتز

T Y P E		SA91L	SA91DL
Ordering number		02781	02782
Frequency range	SAT IF	950-2400 MHz	
	Terr. TV	47-790 MHz	
Gain	SAT IF, adjustable	22 dB (0 ÷ -15 dB) by 1 dB step	
	Terr. TV, adjustable	22 dB (0 ÷ -15 dB) by 1 dB step	
Slope	SAT IF, switchable	0/3/5/7 dB	
	Terr. TV, switchable	0/6/12/18 dB	
Isolation	SAT/SAT	30 dB	
	SAT/Terr. TV	30 dB	
Noise figure, typical		≤ 9 dB	
Output level IMD3=60 dB Terr. TV****		109 dBµV	
Output level IMD3=35 dB SAT IF****		114 dBµV	
External equipment powering	through V lines	14 V 0.5 A max. (switchable)	-
	through H lines	18 V 1.8 A* max. (switchable)	-
	through Terr line	12 V 0.1 A max. (switchable)	-
DC pass through, switchable through H lines		2 A* max.	
Power consumption		230 V~ 50/60 Hz 7 W**	DC 9-18 V 5 W***
Operating temperature range		-20° ÷ + 50° C	
Dimensions/Weight (packed)		335x135x52 mm/1.18 kg	255x135x32 mm/0.9 kg

أما الـ Gain فهو يساوى 22dB ويمكن ضبطه بحيث يكون 20+15 dB أو يمكن الحصول على 20−15dB بخطوة تساوى1dB بمعنى يمكن الحصول على تغيير 21، 22، 23، 23، .....، 35dB أو يمكن الحصول على 19، 18، 17، .....، 5dB حسب التصميم (adjustable)

أما القدرة التي يحتاجها الـ Amplifier فيوجد موديلان من هذا الـ Amplifier أحدهما يحتاج إلى تيار متردد dc والاخر يحتاج الى تيار مستمر ac والارقام واضحة من خلال Data sheet السابق.

العنصر السادس: الـ Separator

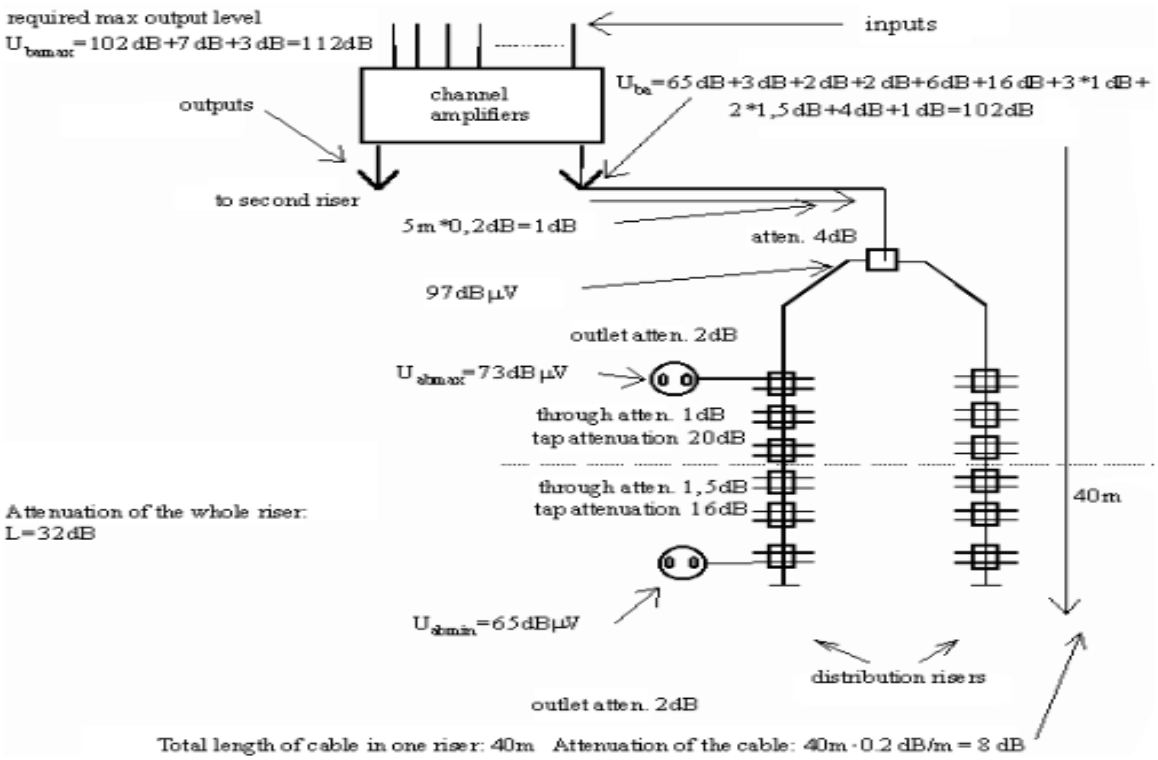
ويقصد بها المخرج الذي يقوم بفصل إشارة القنوات الفضائية (من الدش) عن إشارة القنوات الأرضية (من الإريال). فمعلوم أن كل مخرج (outlet) يدخل عليه كابل واحد من الـ switch حاملا هذين النوعين من الإشارات ضمن كابل واحد، ووظيفة هذا الـ Separator الذي يظهر في الصورة هي فصل الإشارتين عن بعضهما، وبالتالي يظهر في الصورة مخرجان، يوصل الأول (العلوى في الصورة) بالـ receiver الخاص بالقنوات الفضائية و يوصل الثاني (الأيسر في الصورة) بمخرج القنوات الأرضية بالتلفزيون مباشرة. كما يمكن توصيل المخرج الثالث (الأيمن) بالراديو.

وهناك نوعان من الـ TV sockets: الأول هو الـ End Socket ويستخدم حين يكون لدينا مخرج واحد أو تكون هي المخرج الأخير. وهذا النوع له tap loss منخفضة في حدود 3 dB.

أما النوع الثاني (كما في الصورة) فهو المعروف بـ Through out socket، فيستخدم حين يراد تغذية مخرج آخر منه، ورغم أن له through loss منخفض إلا أن الـ Tap loss له يصل إلى 14 dB.

مثال تطبيقي:

في الشكل التالي مطلوب حساب قدرة الـ Amp المطلوبة للوصول إلى شدة إشارة قدرها 65 dB عند أبعد نقطة.



Distributed bus with tap-off branches

لتقدير مستوى التكبير المطلوب إبدأ دائما من عند آخر نقطة، وهى تحديدا مخرج التلفزيون، وحدد شدة الإشارة المطلوبة عند المشترك، ثم أضف إليها مقادير الفقد حتى تصل إلى مكان الـ .Amp كما يلي:

- minimum level in subscriber outlet: 62 dBuV (incl. reserve)
- reserve: 3 dB
- pass-through attenuation of subscriber outlet:2 dB
- attenuation of cable linking tap's output and subscriber outlet: 10m*0.2 dB/m=2 dB
- tap-off attenuation: 16 dB
- pass-through attenuation: 2*1.5 dB=3 dB
- pass-through attenuation: 3*1 dB=3 dB
- attenuation of cable in vertical line section: 30m*0.2 dB/m=6 dB
- attenuation of splitter: 4 dB

- attenuation of distribution cable: 5 m*0.2 dB/m=1 dB
- minimum level in amplifier's output: 102 dB
- due to 8 channels and 7 dB reserve ،
- and 3 dB reserve:

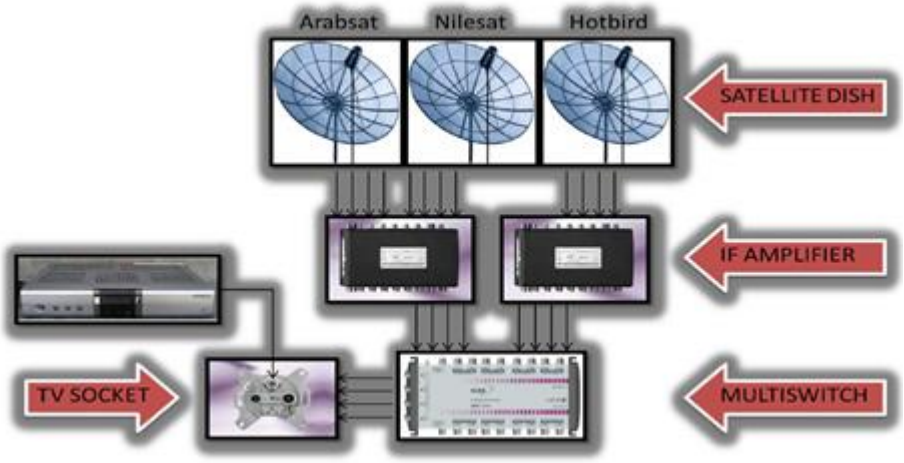
The required maximum output level of the amplifier is 112 dBuV

هناك ثلاثة عناصر أخرى (Separator, LNB and Multi-switch) لكنها تستخدم تحديدا في منظومة الـ SMATV ولذا فقبل أن نعرض لهذه العناصر الثالثة فإننا نعرف أولا بمنظومة التوزيع المعروفة بـ IF distribution :

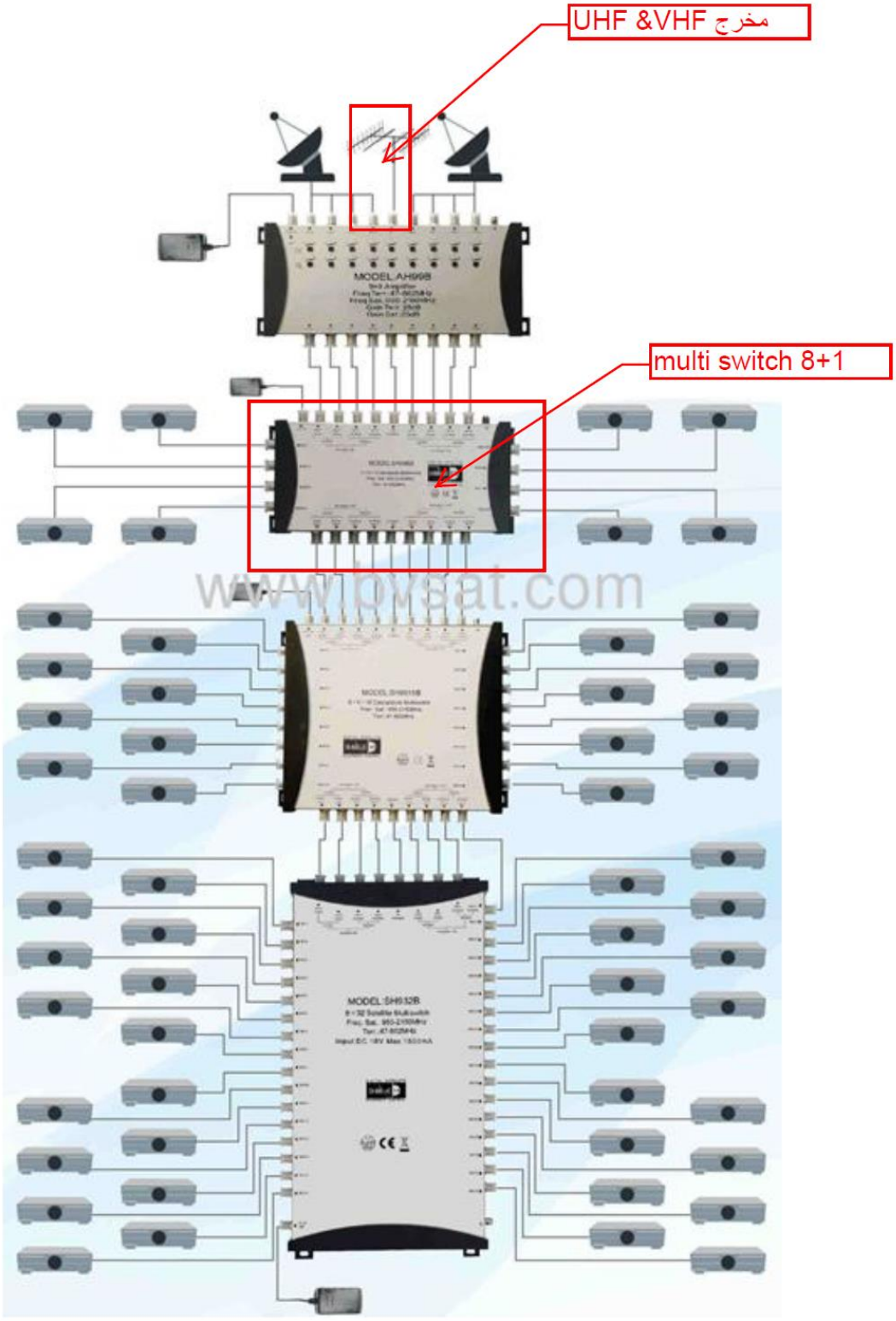
منظومة الـ IF Distribution

معلوم أن الشقق السكنية لا تحتاج لعدد محدد من القنوات كما في الفنادق، ومن ثم لن تستخدم الـ Head End Unit، ولكن في هذا النظام يتم نقل وتوزيع الإشارة الخاصة بالأقمار وبالإريال باستخدام مجموعة Amplifiers إضافة إلى العنصر الأهم والجديد وهو الـ Cascaded Multi switch الذي من خلاله يمكن توزيع الإشارة إلى شقق متعددة كما في الشكل التالي الذي أيضا سيتم شرحه تفصيلا لاحقا والذي صار يعرف بنظام الدش المركزي central satellite.

واستخدام الـ Multi Switch يوفر لكل شقة وصلة مستقلة، هذه الوصلة الواحدة يحمل عليها إشارات قمر أو أكثر ويحمل عليها أيضا إشارات الإريال الهوائي الخاص بالقنوات الأرضية، ويتم توصيل هذه الوصلة بـ Separator يفصلها إلى مخرجين أحدهما يتصل برسيفر خاص للقنوات الفضائية، والثانى يتصل مباشرة بمخرج الـ Rf في التلفزيون لمشاهدة القنوات الأرضية، وبالتالي تستطيع كل شقة أن تغير وتبدل وتختار ما تشاء من القنوات الأرضية أو الفضائية. والآن أصبحت تكلفة النقطة الواحدة في كل شقة أرخص لصاحب الشقة من أن يكون لديه إريال خاص به.



وقد تكرر نفس السيناريو مع أطباق الفضائيات في المباني العالية المكونة من عدد كبير من الشقق، فلم يعد ممكنا تركيب طبق خاص لكل شقة، فتطور النظام السابق ليصبح مصدر الإشارة هو الطبق الخاص بالقمر الصناعى (أو ربما نستخدم أكثر من طبق) مع إمكانية دمج إشارة الإريال الهوائى الخاص بالقنوات الأرضية أيضا، ولذا تغير اسم النظام ليصبح معدلا على النحو التالي Satellite Master Antenna TV، SMATV.



من ضمن عيوب الـ IF Distribution مقارنة بالـ RF distribution:

1- ستحتاج لضبط كل ريسيفر على حدة

2- لا يوجد ضوابط على القنوات المتاحة

3- عناصر المنظومة تتوزع على أماكن متعددة ولذا فهى أقل أمانا.

4- ويعيبها أيضا في المشروعات التي بها نقاط كثيرة جدا أنه في هذا النظام لا يمكن عمل Cascade لأكثر من 8 سويتشات ولو فكرت تستخدم amplifiers بعد ذلك سيتم تكبير الـ Noise وليس الـ Gain بشكل كبير ويحدث تشويش كبير ، فإذا كان كل سويتش يخرج منه 12 مخرج مثلا ، فهذا يعنى أنه لو كان لديك أكثر من 96 مخرج فستحتاج لمجموعة أقمار أخرى ويصبح لديك فوق السطح غابة من الأطباق. على سبيل المثال فإن فندق مول العرب نازل منه 4 risers وكل واحد منها قادم من 3 أطباق بمعنى أن لديهم 12 طبق فوق الفندق ، ولكن بما أن مساحة الفندق كبيرة فكان ذلك مقبولا وقد لا يكون مقبولا في مشروعات أخرى.

ورغم هذه العيوب في نظام الـ IF لكنه سيظل أرخص من نظام الـ RF system الذى يستخدم Head end unit and modulators ورغم فرق الأسعار وارتفاع سعر منظومة الـ RF system إلا أنه المفضل كما ذكرنا في الفنادق ، كما أن بعض المستشفيات تفضله حتى لا يتم وضع ريسيفر عند كل مريض.

والعناصر التالية كما ذكرنا خاصة بمنظومة الـ SMATV :

العنصر السابع : الـعدسة LNB

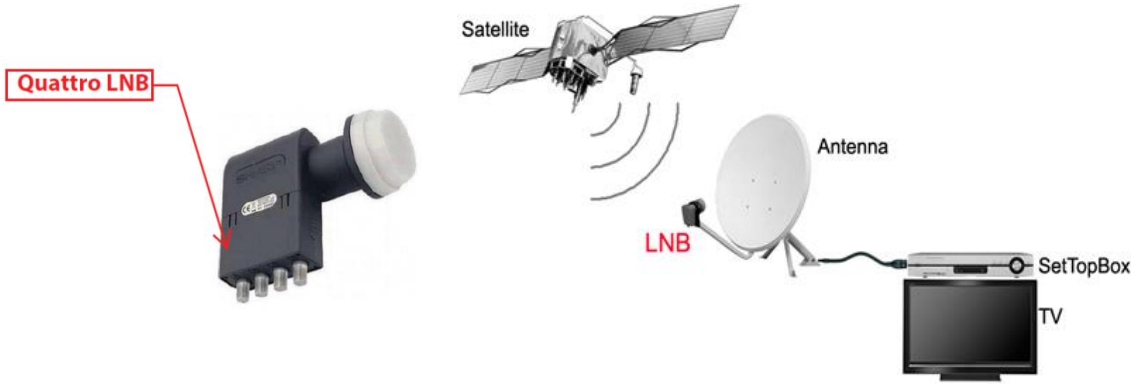
تستقبل العدسة موجات الـ electromagnetic wave بتردد من ١٠٧٥٠ الى ١٢٧٥٠ ميجا وتحولها إلى إشارات كهربية بتردد من ٩٥٠ الى ٢١٥٠ ميجا هرتز ويسمى intermediate frequency (IF) ، وتقوم في نفس الوقت بعمل تكبير للإشارة وتقليل للـ noise ويتم التحويل عن طريق oscillator وفى النهاية بكون لدينا أربع انواع من الترددات:

vertical low – vertical high – horizontal low – horizontal high

معلوم أن كل قناة تتحدد بمعاملين هامين هما: vertical High/Low and Horizontal High/Low لذا نحتاج إلى أن تقوم الـLNB بالتقاط الأنواع الأربعة كما هو واضح في الصورة. وهذه الـ Low Noise Block LNB هي المسؤولة عن التقاط الإشارات مهما كان ضعفها ثم تكبيرها. لاحظ أن الطبق يقوم مقام العدسة المجمعة للإشارات في بؤرته والتي تتواجد فيها الـ LNB .

وبعض الـ LNB تكون ذات مخرج واحد (لمستخدم واحد) أو اثنين أو أربع، والنوع الأخير (يظهر في الصورة التالية) هو فقط الذي يستخدم مع الدش المركزي ولذا تسمى Quadro LNB.

وفى حالة الدش المركزي سيتم توصيل الأسلاك الأربعة الخارجة من الـ LNB إلى جهاز الـ Amp ثم جهاز الـ Multi-switch لتوزيعها على الـ Receivers في الشقق المختلفة. أما لو كان الدش خاص بمنزل واحد فقط فيمكن استخدام LNB بمخرج واحد أو اثنين حسب عدد المخارج بالمنزل ومنها إلى الـ Receiver مباشرة.



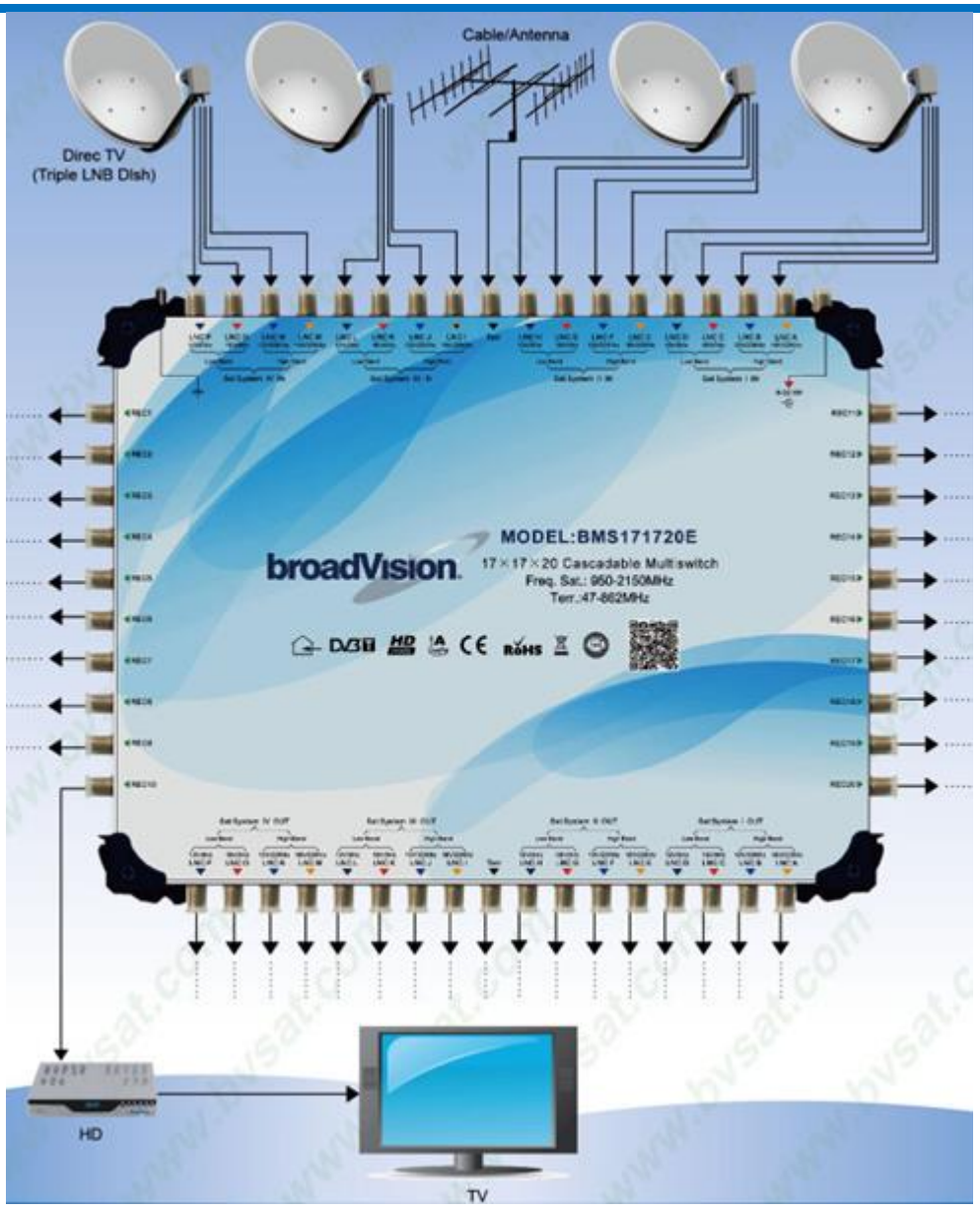
ملحوظة : بعض أنواع العدسات تستخدم الألياف الضوئية.

العنصر الثامن : الـ Multi-Switch

يمكن الاستغناء عن أعداد الـ Taps and Splitters الكثيرة في التصميمات السابقة واستخدام عنصر جديد هو الـ Multi-Switch. وهو أحد العناصر الأساسية في منظومة الـ SMATV، ويطلق عليه أيضا الـ DiSeqc Digital Satellite Equipment Control، حيث يستقبل الإشارات من القمر (أو أكثر من قمر) ويقوم بتوزيعها على المستخدمين مباشرة، وهو متوافر بأشكال وأحجام متنوعة من حيث عدد إشارات الدخول وعدد المستخدمين المتصلين به.

والصورة التالية لسويتش يستقبل قمرين، حيث تدخل على السويتش الأيمن 8 أسلاك من القمرين من أعلى ويخرج من أسفله نفس الأسلاك متجه إلى السويتش الأيسر فتدخل عليه أيضا من أعلى. أما الأسلاك على الجانبين في كلا السويتشين فهما الأسلاك التي تدخل إلى الشقق أو الغرف (الأيمن يغذى 18 شقة + والأيسر يغذى 14 شقة).

والشكل التالي يظهر Switch له 17 Input (في الأعلى) قادمين من أربع أقمار (كل قمر أربع أسلاك كما اتفقنا) بالإضافة إلى السلك القادم من الـ UHF/VHF Booster القادم من الـ Antenna. وهذه الـ 17 سلك ستنتقل إلى السويتش التالي الموجود في الدور الذي يليه حيث ستخرج من الـ 17 مخرج الموجودين في الجهة المقابلة (الأسفل)، بينما يتم توصيل الإشارات إلى 8+8 مستخدم من المخارج الموجودة على يمين السويتش في الشكل.



لاحظ في هذا النظام لا يوجد head end unit ومن ثم لابد من وجود ريسيفر خاص بكل شقة تستطيع من خلاله مشاهدة ما تشاء من القنوات دون تحديد.

ويجب أن يراعى أنه بعد كل 3-Multiswitch يجب استخدام Amplifier (أو حسب المسافة) . ولا يجب استخدام أكثر من 7-Multiswitches على التوالي لأنه في هذه الحالة سيتم تكبير الـ Noise بشكل كبير. فإذا كان لدينا مجموعة كبيرة من المستخدمين فليس لدينا خيار سوى استخدام مجموعة أخرى من الأطباق Dishes ومنها نبدأ التوزيع على مجموعة جديدة من الـ Multi-Switches.

والجدول التالي يبين التوصيف الخاص بأحد هذه الـ Switches. حيث يظهر من الجدول أن هذا النوع له 4 inputs/outputs، وله أيضا 8 مخارج يمكنه توصيل الإشارة إليهم.

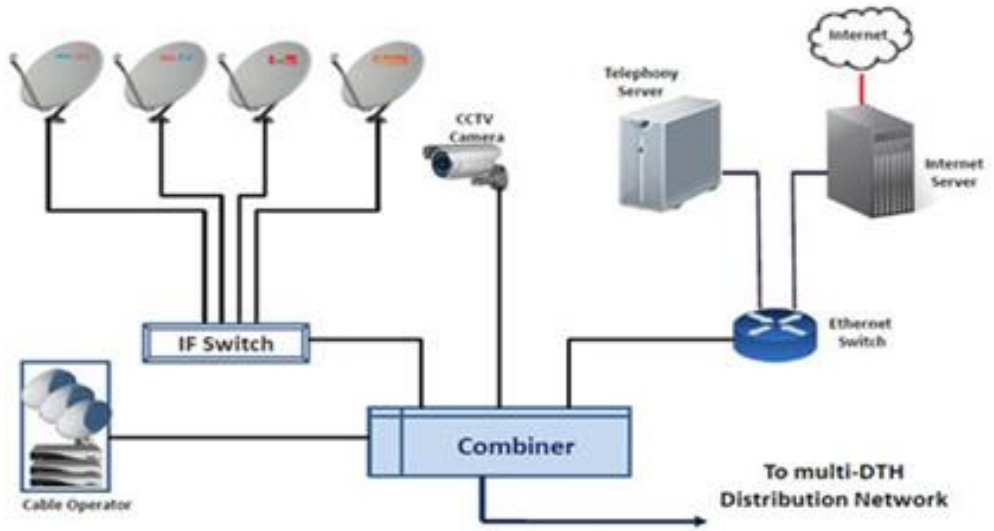
وهناك عدة نقاط هامة في توصيف الـ Switch منها الـ Frequency Range كما ذكرنا، ومنها مقدار الـ Loss الذي يحدث في قوة الإشارة نتيجة مرورها خلال الـ Switch. وهى نوعان أساسيان:

- النوع الأول: Through Loss وتقاس بالـ dB، يقصد بها النقص الذي سيحدث في الإشارة الخارجة المنتقلة إلى الـ Switch التالي وفى النوع المشار إليه في الجدول فإن الـ Through Loss يساوى 2 dB.
- النوع الثاني: هو النقص في الإشارة التي ستصل للمستخدمين وهذه تسمى Tap Loss وتقاس أيضا بالـ dB ومقدارها في الجدول المذكور يساوى صفر بمعنى أنه لا يسبب أي نقص في قوة الإشارة الذاهبة للمستخدم. (قد تكون بقيم أخرى في أنواع أخرى) كما أن الإشارة ستضعف في كل الأحوال بسبب مرورها في الأسلاك ولذا فنحن نحتاج دائما إلى amp بعد كل دورين أو ثلاثة (أي بعد استخدام اثنين أو ثلاثة Switches) لتعويض الضعف الذي حدث في قوة الإشارة.

Technical Datasheet		
Item	Typical	QC Limit
Model NO.	BMS448C	
Description	Cascaded 4x4x8 multi-switch	
Inputs/Outputs	4 in/8 out	
Frequency Range	950-2150MHz	
Switching commands	13V 18V	
Switching Voltage	V:10-14.5V H:15.5-20V	
Power supply	Power supplied from Receiver	
Impedance input/output	75Ω	
Dimensions (L ،W ،H)	120×92×21mm	
Supply Voltage	20DC (±1)700mA	
DC Max Power Passing	500 mA	
Thru Loss	2dB	3dB
Tap Loss	0dB	2dB
Return Loss	12dB	10dB
Isolation (H/V)	30dB	25dB
Isolation (REC-REC	35dB	30dB

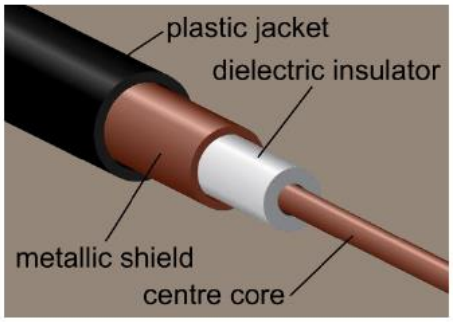
ملحوظات عامة:

1- في المشروعات الصغيرة والفيلات السكنية يمكن عمل تعديل على المدخل الخاص بسلك الإريال للقنوات الأرضية في الـ Switch بإضافة جهاز يسمى Modulator بحيث يدمج إشارة كاميرات المراقبة (كما في الشكل التالي و تحويلها إلى صيغة Audio/Video) فتدمج مع إشارة القنوات الأرضية القادمة من الـ antenna قبل توصيلهما من سلك واحد إلى الـ Switch وفى هذه الحالة يمكن للـ Switch أن يجعلك تشاهد القنوات الفضائية أو القنوات الأرضية أو يمكن أيضا من خلاله أن تشاهد ما تنقله كاميرات المراقبة الخاصة بالمنزل حيث يقوم الـ Separator بعملية الفصل بين الإشارات الثلاثة القادمة معا على سلك واحد من الـ Switch إلى مخرج التلفزيون.



2- أي مهندس شبكات لابد أن يكون لديه جهاز قياس قوة الإشارة ولا يعتمد فقط على الحسابات الورقية التي سنشرحها تفصيلا في الأجزاء التالية لأن قوة الإشارة الأصلية من الوارد أن تتغير كما أن كفاءة الأجهزة تتغير مع الوقت ولابد من فحص دائم.

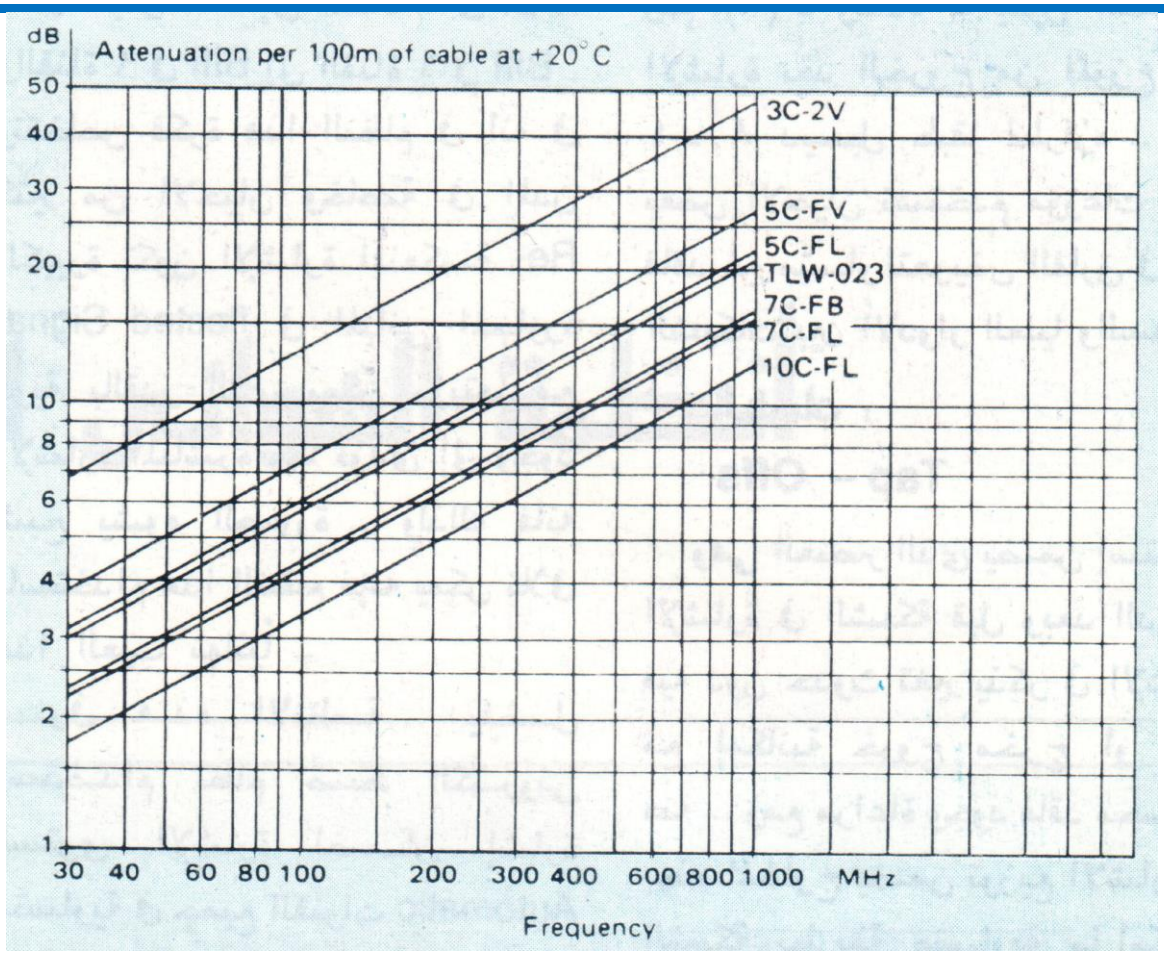
3- الكابلات عنصر مؤثر جدا في جودة التصميم، ويفضل دائما اختيار الكابل الذي فيه كثافة عالية من الشعر stranded والبعض يصل إلى 128 شعرة في الـ shield أو الشبكة. والشكل التالي يبين جزء من المواصفات الكهربية للكابلات المستخدمة، وما يهمنا هنا هو حجم الفقد في قوة الإشارة والذي تلاحظ أنه متناسب مع التردد المستخدم، فعلى سبيل المثال إذا كانت الإشارة ترددها 1000 MHz فإن الفقد في الكابل نتيجة مرور هذه الإشارة فيه يساوى 6.5 Hz لكل 100 قدم.



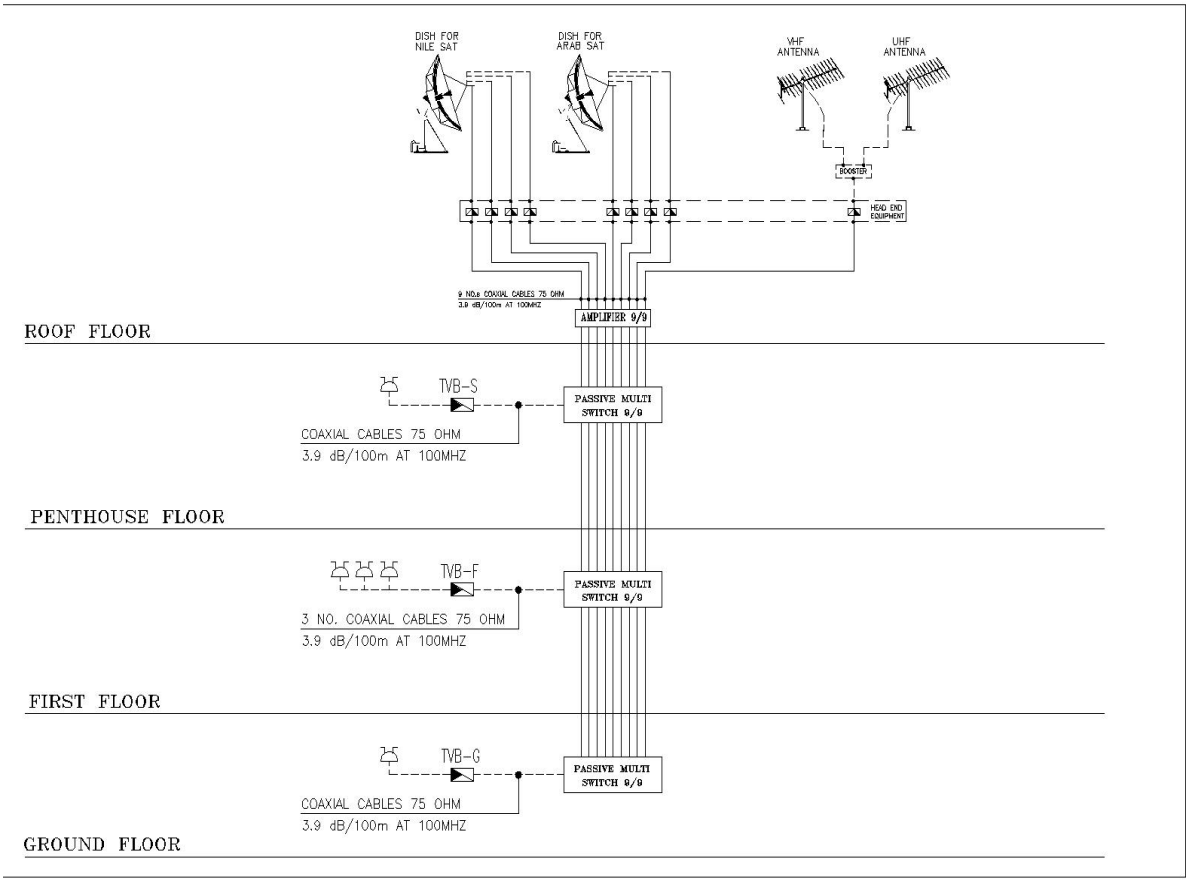
Electrical Properties:

		VALUE*
Impedance (ohms):		75
Capacitance (pF/ft):		17
Velocity of Propagation (%):		81
Attenuation (db/100 ft):	10 MHz	0.85
	50 MHz	1.0
	100 MHz	1.3
	200 MHz	2.05
	400 MHz	3.05
	700 MHz	5.95
	1000 MHz	6.54
	1500 MHz	10.3
	1450 MHz	10.1
	2000 MHz	11.3
	2500 MHz	12.2
	3000 MHz	13.48

4- يمكن اعتبار أن الفقد في الكابلات الموجودة بالسوق المحلى في مصر يتراوح بين 20-30 dB/100m. أو الرجوع للمنحنيات في الشكل التالي التي تعطى مقدار الفقد حسب التردد.

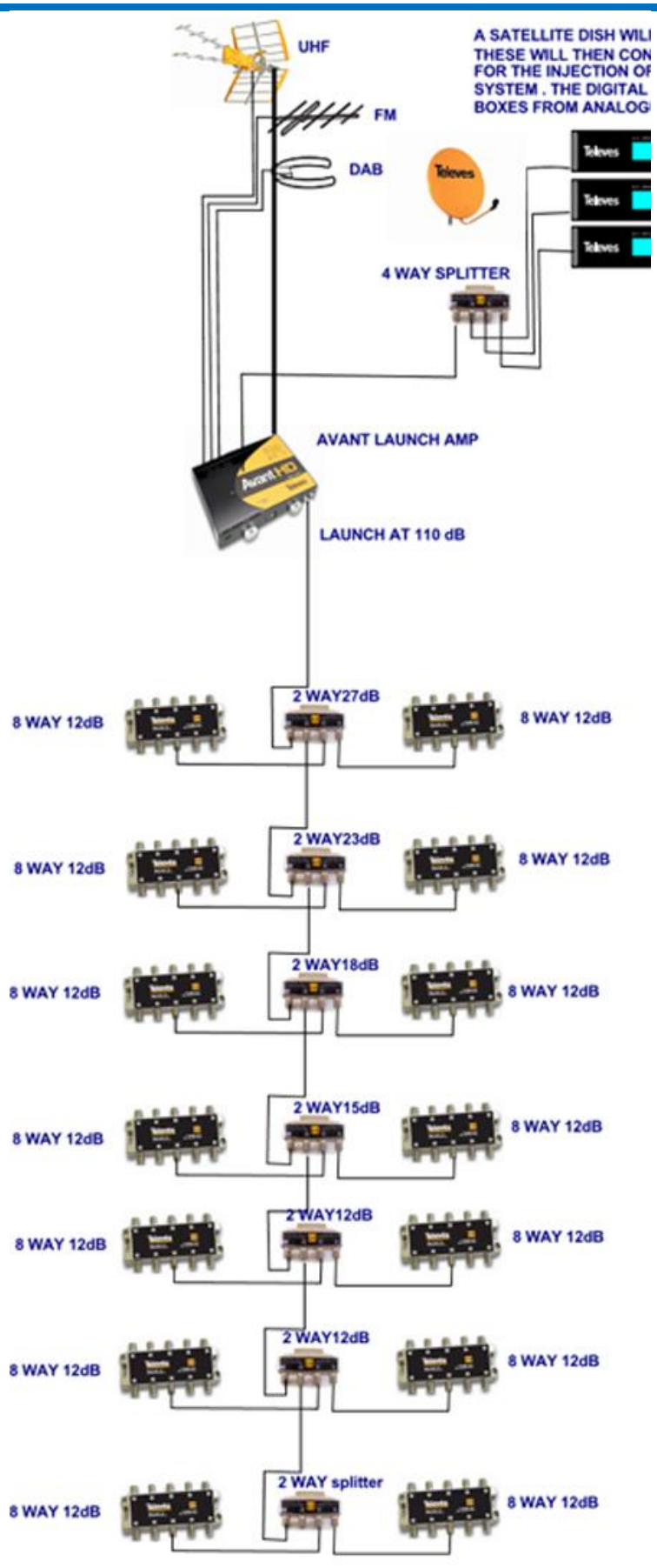


5- يتم استخدام الـ Head End Unit أيضا مع أنظمة الـ SMATV للتحكم في القنوات المراد عرضها كما في الشكل التالي الذى يوضح لوحة اوتوكاد لـ SMATV Riser يتكون من ثلاثة طوابق لاستقبال 2 satellite عرب سات ونايل سات وكذلك وحدتي UHV/VHF antenna لاستقبال البث ، ثم وحدة Head End equipment لمعالجة الإشارة وبالتالي تم استخدام Amplifier 9*9 (أربع مداخل للقمر الأول وأربع مداخل للقمر الثاني والمدخل الأخير لوحدتي الـ UHV/VHF antenna بعد دخولهما علي Booster . وعند كل طابق تم استخدام Multi switch لتوزيع كابلات الإشارة علي كل طابق وتسليمها للطابق التالي وتم استخدام كابل بمقاومة 75 اوم ومقدار الفقد في الإشارة يساوي 3.9 ديسيبل لكل 100 متر عند تردد 100 ميجا هيرتز.



نموذج لخطوات التصميم في نظام الـ MATV

جميع التصاميم تهدف في النهاية إلى الحصول على قوة إشارة تتراوح بين 65-80 dB عند المخرج النهائي، ولذا يمكن دائما بدأ الحسابات من النهاية (عند مخرج الـ TV) ثم الانتقال لأعلى تدريجيا وإضافة مصادر إضعاف الإشارة في الحسبان، على سبيل المثال إضافة الفقد نتيجة المخرج Outlet ثم الفقد نتيجة الكابل ثم الفقد نتيجة الـ Tap وهكذا حتى نصل إلى الـ Amp ونحدد القيمة المطلوبة منه، وذلك بطرح قيمة الإشارة الداخلة عليه من القيمة التي وصلنا إليها.


UHF
A SATELLITE DISH WILL
THESE WILL THEN CON
FOR THE INJECTION OF
SYSTEM . THE DIGITAL
BOXES FROM ANALOG
FM
DAB
Televes
4 WAY SPLITTER
AVANT LAUNCH AMP
LAUNCH AT 110 dB
8 WAY 12dB
2 WAY27dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY23dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY18dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY15dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY12dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY12dB
8 WAY 12dB
8 WAY 12dB
2 WAY splitter
8 WAY 12dB

وهناك بعض البرامج الجاهزة مثل terra SatNet التي تساعدك في هذه الحسابات ومتاحة على النت. حيث تخزن هذه البرامج في الـ Data sheet الخاصة بها بيانات العديد من الأجهزة مثل الـ Taps، Splitters، Amp، Multi-switches، etc وبها أيضا بيانات للعديد من أنواع الكابلات، ومن أهم المعلومات المخزنة مقدار الفقد في قوة الإشارة الذي يسببه كل عنصر من العناصر السابقة، ثم حسب الـ Topology الذي ستدخله للبرنامج يمكن أن تحدد هل وصلت القيمة عند المخرج إلى المدى المسموح به لقوة الإشارة (55-80 dB).

قبل البدء في عملية التصميم والحسابات، أؤكد فقط على أن جميع الأجهزة التي ستستخدم لابد أن تكون في نفس الـ Frequency Range للقنوات التي ستحملها على النظام، ولذا من المهم أن تقرأ الكتالوج الخاص بأى معدة جيدا لتعرف ما هو الـ Frequency Range لهذا الجهاز.

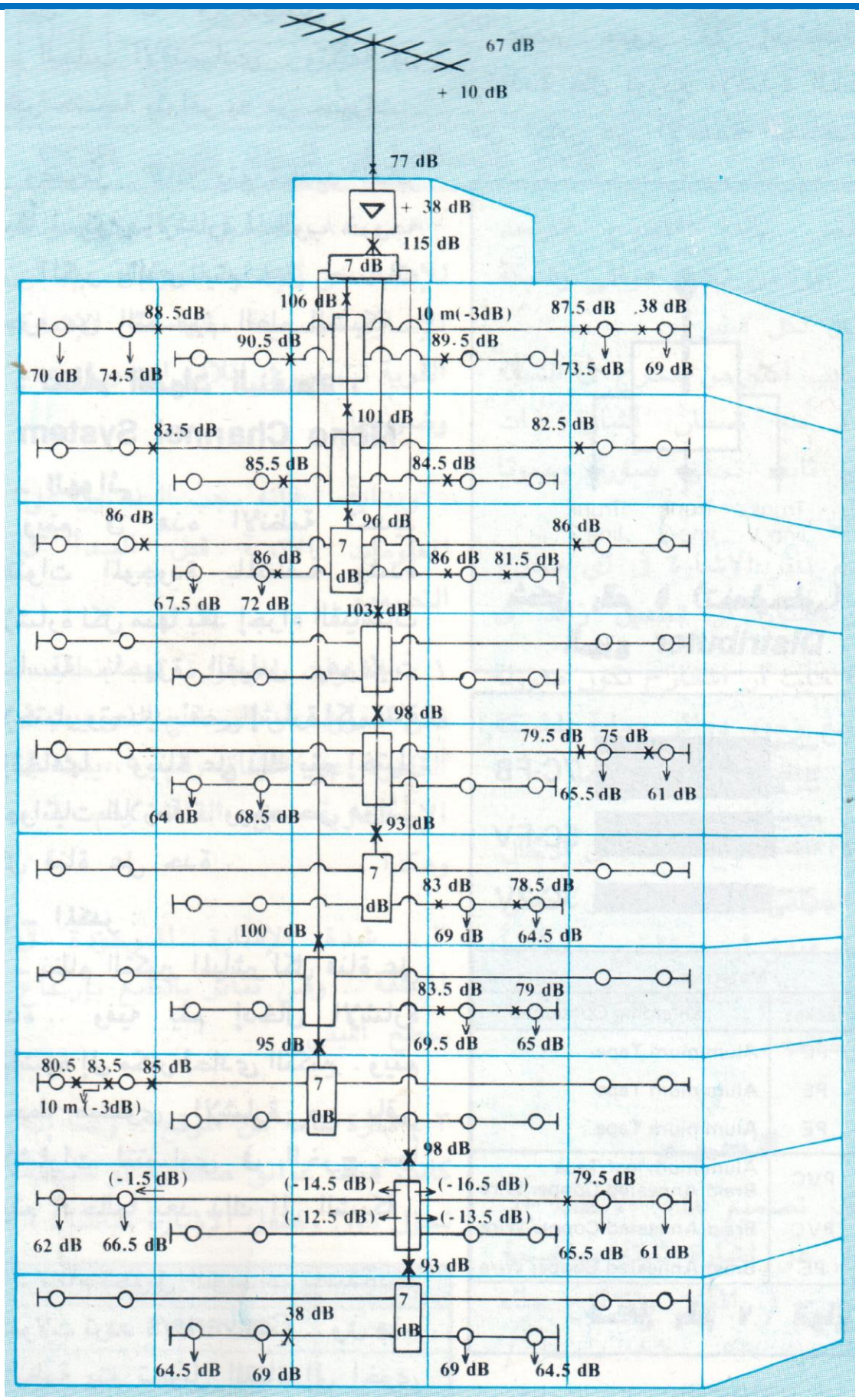
والشكل التالي يمثل نموذجا لتصميم بدون البرامج الجاهزة لمنظومة MATV في عمارة سكنية مكونة من 10 طوابق، بكل دور 4 شقق، وكل شقة بها مخرجين. وسوف نفترض الأطوال التالية:

- 10 متر بين كل Tap off أو Splitter وبين أول بريزة.
- 10 متر بين كل بريزة والتي تليها
- 7 متر بين أول Splitter، و أول Tap off
- 3 متر بين أول Splitter، والذي يليه
- 3متر بين كل دور والذي يليه

كما سنفترض مواصفات الأجهزة كالتالي:

- قدرة التكبير للـ antenna تساوى 10 dB
- قدرة التكبير للـ amplifier تساوى 38 dB
- الفقد في الكابلات يساوى 30 dB لكل 100 متر
- فقد الاستمرار throughout loss في الـ Tap off يساوى 4dB-والفقد الجانبي يتراوح بين 12.5-15.5 dB
- فقد الـ Splitter يساوى 7dB-
- الفقد الجانبي في المخرج يساوى 14 dB وفقد الاستمرار يساوى 1.5 dB.

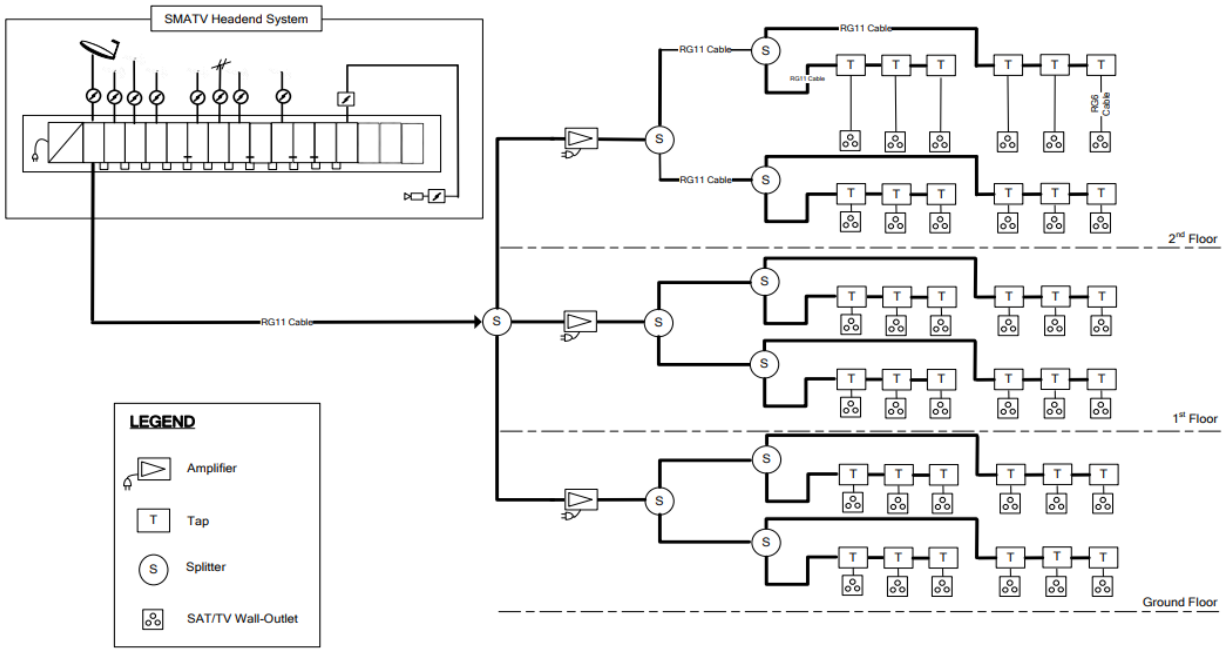
والنتيجة كما في الشكل التالي.


67 dB
+ 10 dB
77 dB
+ 38 dB
115 dB
7 dB
106 dB
88.5dB
10 m(-3dB)
87.5 dB
38 dB
90.5 dB
89.5 dB
70 dB
74.5 dB
73.5 dB
69 dB
101 dB
83.5 dB
82.5 dB
85.5 dB
84.5 dB
86 dB
96 dB
86 dB
7 dB
86 dB
86 dB
81.5 dB
67.5 dB
72 dB
103 dB
98 dB
79.5 dB
75 dB
64 dB
68.5 dB
65.5 dB
61 dB
93 dB
7 dB
83 dB
78.5 dB
100 dB
69 dB
64.5 dB
83.5 dB
79 dB
95 dB
69.5 dB
65 dB
80.5
83.5
85 dB
10 m(-3dB)
7 dB
98 dB
(-1.5 dB)
(-14.5 dB)
(-16.5 dB)
79.5 dB
(-12.5 dB)
(-13.5 dB)
62 dB
66.5 dB
65.5 dB
61 dB
93 dB
7 dB
38 dB
64.5 dB
69 dB
69 dB
64.5 dB

مثال تطبيقي-2

هذا النموذج لمبني مكون من طابقين وأرضي، قام المصمم بالخروج من الـ Head End Unit الخاصة بضبط واختيار القنوات المطلوبة، ثم منها قام بالتوصيل علي splitter رئيسي، ثم من هذا الـ splitter الرئيسي قام بالتوصيل علي amplifier خاص بكل طابق، ومن كل amplifier قام بالتوصيل علي Splitter خاص بكل دور، ويتفرع منه 2 Splitters أيضا بكل دور مسئولين عن التوزيع علي الTabs الموجودة بالطابق، وكل Splitter من الاثنين مسئول عن 6 Tabs و من كل Tap علي Separator.

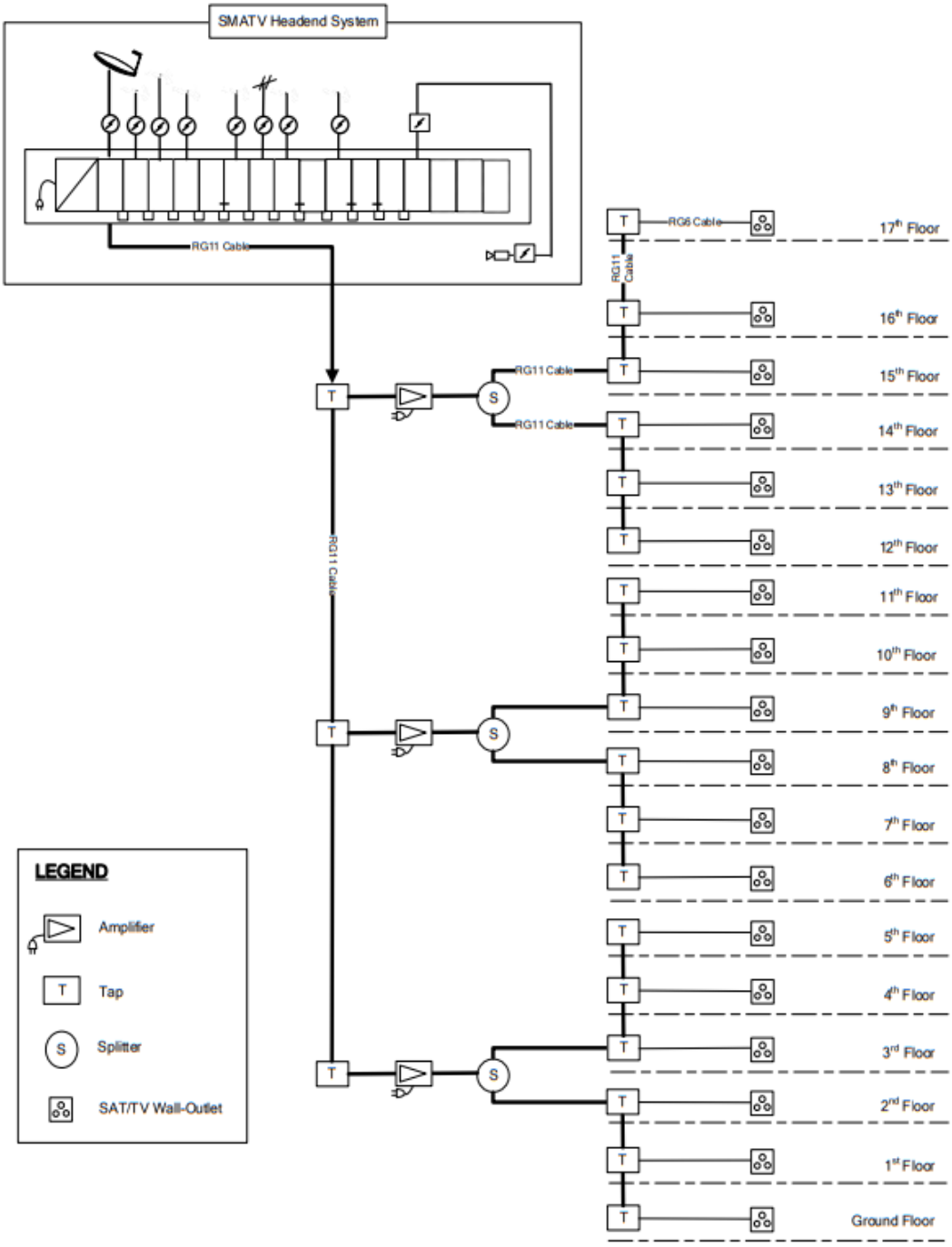
لاحظ أن الكابلات الرئيسية تكون كابلات RG11 و الكابلات الواصلة بين ال Separatorو Tap تكون من نوع.RG6



مثال تطبيقي-3

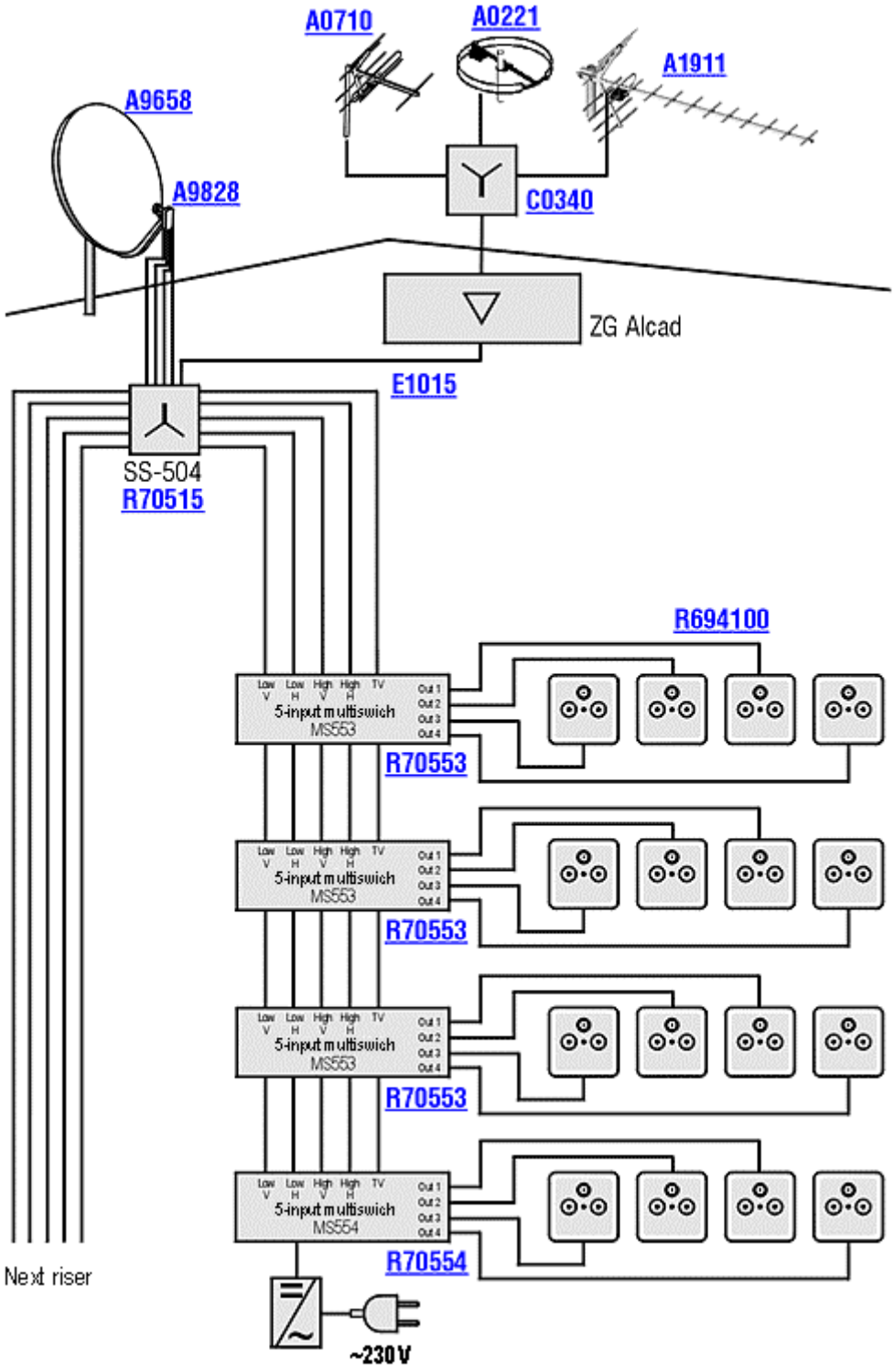
أما هذا النموذج فهو لمبني مكون من 17 طابق وطابق أرضي، قام المصمم بالخروج من ال Head end System من خلال 3-Tabs و خروج كل Tap إلى amplifier ثم بعد ذلك إلى Splitter ذو 2-Way كل Way مسئول عن 3-Tabs و كل Tap مسئول عن separator.

لاحظ أن الكابلات الرئيسية تكون من النوع الـ RG11 و الكابلات الواصلة بين الSeparator و Tap تكون من نوع RG6.

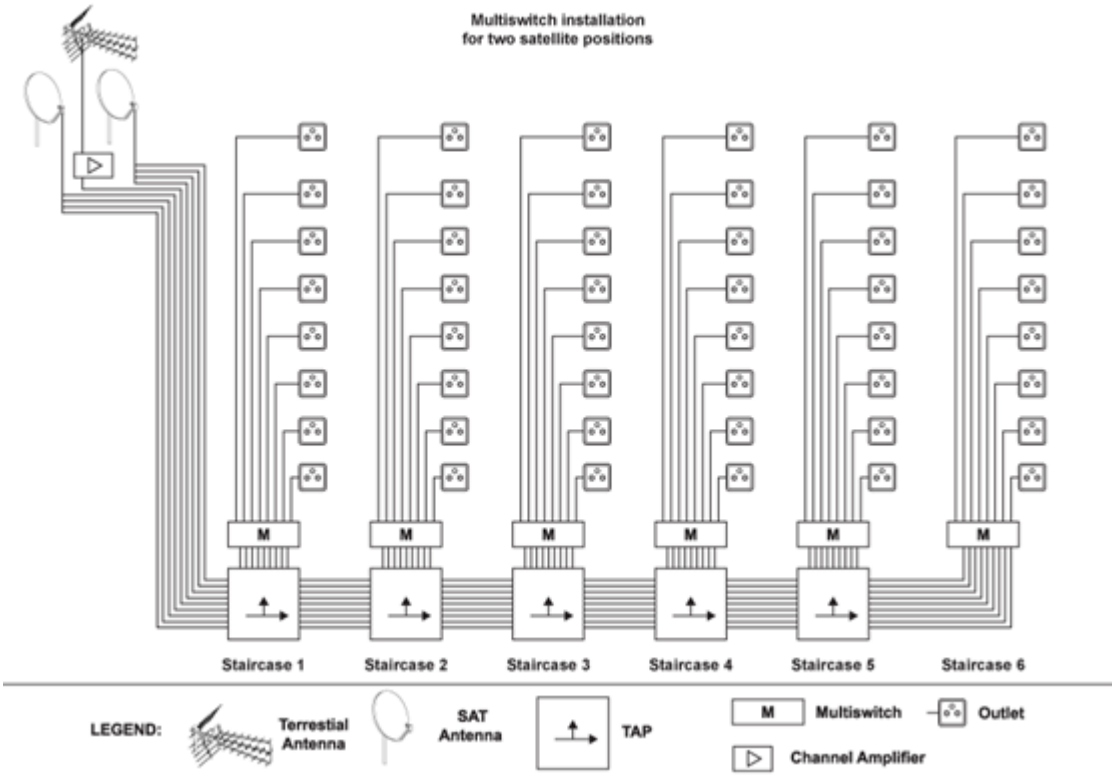


نماذج للتصميم باستخدام البرامج الجاهزة

في النموذج التالي استخدم Splitter في البداية لتقسيم المجموعة على two Risers



في المثال التالي كان العدد أكبر فاستخدم الـ Tap في Bus رئيسي لتوزيع الإشارة على الـ MS

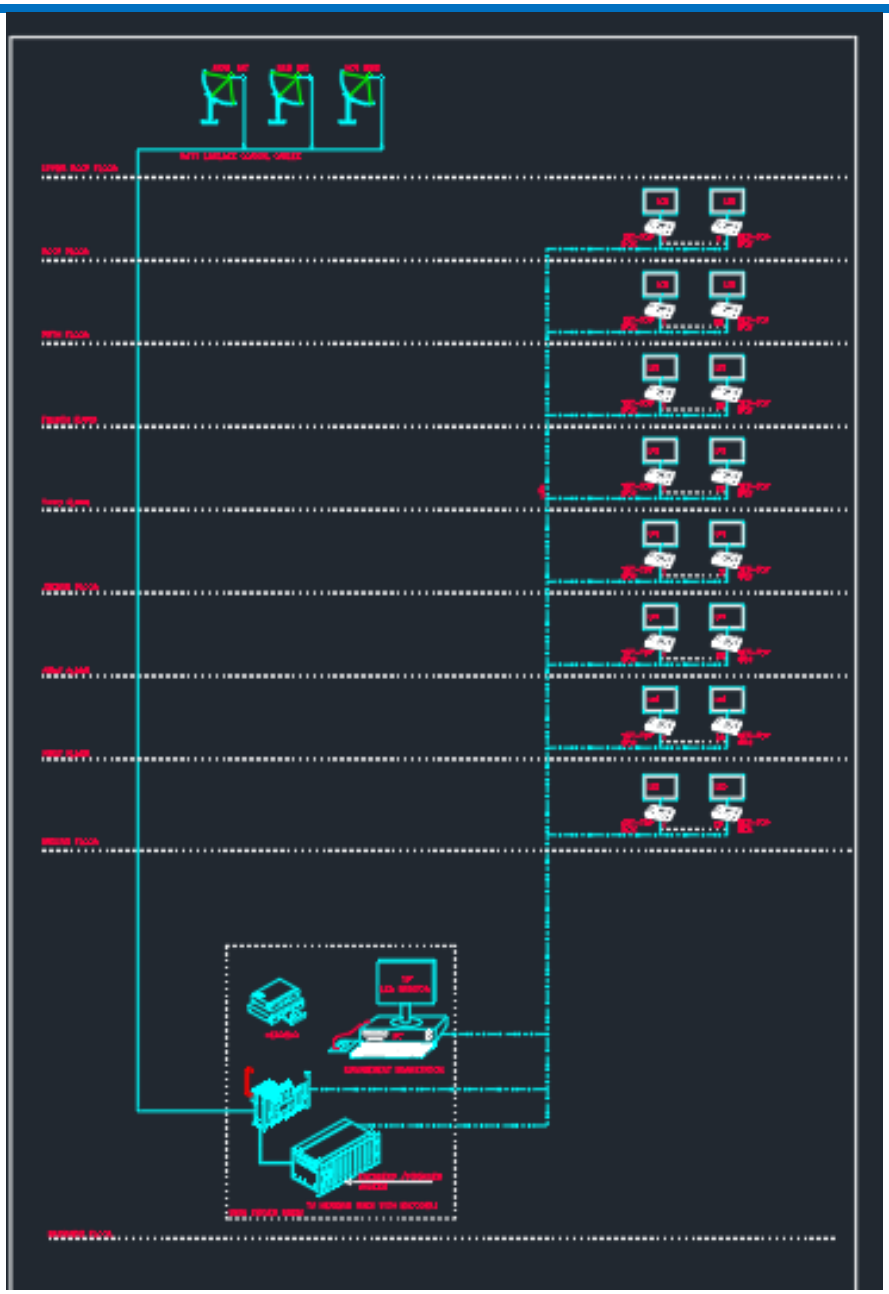


تقنية IPTV

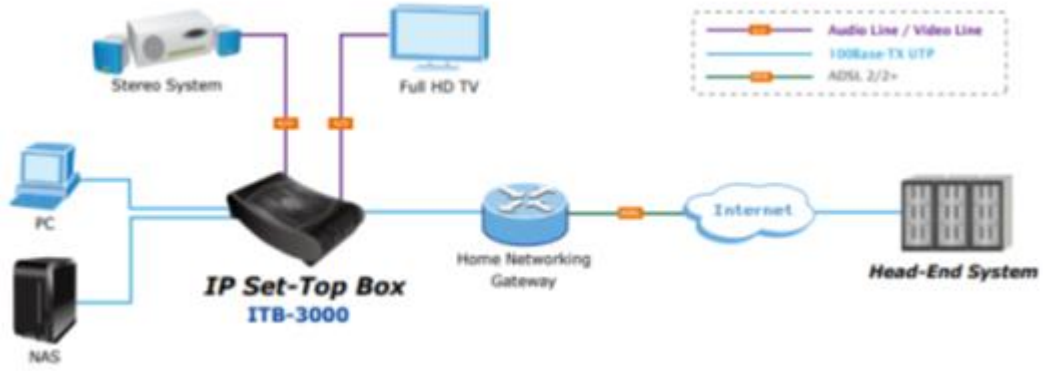
هي خدمة جديدة في مرحلة مبكرة من التطوير، تقدم ما توفره التلفزيونات الحديثة بجودة عالية، ناقلة بذلك الصوت والصورة عبر خطوط الإنترنت عالية السرعة مباشرة إلى أجهزة التلفاز التي في منازلنا.

ونظام الـ (Internet Protocol Television) IPTV، هو نظام البثّ التلفزيوني القائم على استخدام بروتوكول الإنترنت IP بدلاً من استخدام إشارات البثّ التي تدخل المنزل عبر antenna، فمن خلاله تمكّن العديد من المستخدمين من مشاهدة محتوى الإنترنت على التلفزيون، عن طريق جهاز الاستقبال الرقمي(set-top box) ، والذي يربط بين الإنترنت وبين جهاز الاستقبال في التلفزيون؛ بحيث يتمكّن التلفزيون من عرض برامج الإنترنت المختلفة.

لاحظ أن هذا النظام يشبه نظام الـ RF من حيث استخدامه لـ Head End ويستخدم أيضا مجموعة كروت تستقبل القنوات من الأطباق كما في الشكل لكنه يستخدم كابلات فايبر فيسمح له باستقبال قنوات أكثر ولذا سعره أعلى بكثير من الـ RF التقليدي.



انظر ملحق الأتوكاد



تتعامل هذه التقنية مع الصوت والصورة على أنها معلومات تنتقل عبر الإنترنت على هيئة رزم packets – كما يحدث في IP Telephone – يتم استقبالها لتنقل مثلا إحدى المباريات نقلاً مباشراً أو لتعرض برنامجاً وثائقياً، تماماً كما تفعل القنوات الفضائية. الفارق هنا يكمن في اعتماد تقنية IPTV اعتماداً كلياً على خدمات الإنترنت التي توفرها شركات الاتصال.

لا يمكن اعتبار هذه التقنية مسألة شبيهة بمقاطع الفيديو التي تعرض على الحاسوب والتي يقوم المستهلكين بتحميلها من مواقع مختلفة، فجودتها أفضل بجميع المعايير. ويعود الفضل في ذلك إلى تزايد سرعة الإنترنت، المقصود هنا – Broad Band connection speed and capacity –، فضلاً عن جودة ملفات الفيديو المضغوطة التي يمكن تصنيفها ضمن خدمة الفيديو تحت الطلب VoD – Video on Demand والتي بات بالإمكان الحصول عليها على شاشات التلفاز.

منظومة البث الرقمى IPTV

واستمر التطور في أنظمة البث التلفزيونى خاصة بعد ظهور الـ Data Network فصار من الممكن نقل الإرسال التلفزيونى على شكل Data وليس على شكل موجات، ومن ثم استخدمت كابلات الفايبر وكابلات UTP بدلا من الكابلات الـ Coaxial في نقل الإشارة واستخدمت نفس المعدات التي تحدثنا عنها سابقا في الفصل الأول (الـ Data network) مثل الـ Switches and Patch Panels، وأصبح التلفزيون كأنه جهاز حاسوب ومن هنا تطور الاسم ليصـــــــــــــــبح Internet Protocol, IPTV ، معبرا عن الجيل الثالث من أجيال نقل الإرسال التلفزيونى.

أنواع البث التليفزيوني IPTV

نحن نتحدث عن مزيد من الخيارات في اختيار البرامج، فجهاز التلفاز IPTV يمكنه أن يبث بثاً مباشراً، أو يعرض مقطعاً من الفيديو تحت الطلب كما ذكرنا سابقاً VoD، أو الاثنين معاً، وهذا مالا تقدمه القنوات الفضائية – مع وجود الفارق في الجودة – لهذا فإنه بالإمكان الحصول على أي شيء في أي وقت مستقبلاً، ومن أي مكان بأقل تكلفة ممكنة.

- Video on Demand: وهو خدمة الفيديو حسب الطلب(VOD) ، و هي التقنية التي تسمح بمشاهدة البرامج والأفلام عبر الاختيار من مخزون هائل تعرضه الشبكة المعنية، تقوم بتقديم خدماتها عبر اشتراك شهري وأحيانا بشكل مجاني، ومن اشهر مزودي هده الخدمات نجد العملاق Netflix.

- Time-Shifted IPT: وهو الذي تقدمه بعض القنوات التلفزيونية المعروفة كBBC، و MBC السعودية، حيث تعرض برامجها على مشغلات فيديو أو تطبيقات خاصة بها و حتى على متصفحات الإنترنت العادية بعد مدة معينة من بثها عبر الأقمار الصناعية، و هي الخدمة التي يقدمها شاهد دوت كوم من قنواتMBC .
- Live IPTV or IP Simulcasting: وهو النقل التلفزيوني المباشر عبر تقنيةIPTV ، حيث يتم نقل المباشر لبث القنوات التلفزيونية أثناء مشاهدتها عبر الساتلايت.

ما المقصود بالـ VoD؟

الفيديو عند الطلب (VoD – Video on Demand) هو عملية أشبه بعرض متسلسل لمقاطع من الفيديو يتحكم بها المشاهد. هذه المقاطع تعرض تماماً كالتي تعرض على التلفاز عدا الاختلاف فيما يتعلق بطريقة عرضها ومرونته، فضلاً عن أن مصدرها كما في ال IPTV هو شبكة الإنترنت. ما يحدث هنا أمر مشابه تماماً لما سبق، يقوم المشترك بطلب الفيديو الذي يتم إيصاله عبر الشبكة إلى جهاز التلفاز، أو شاشة الحاسوب.

مثال على ذلك موقعwww.youtube.com ، والذي يعتبر من أكبر وأهم المواقع التي تبث الفيديو والمقاطع والأفلام والكثير على الإنترنت لتصبح في متناول الجميع متى ما شاءوا، حيث أن عمل الموقع يقوم على هذا الأساس، ويتضح ذلك من شعارهم.(Broadcast yourself)

يمكن استخدام VoD أيضا فيما يتعلق بال Video conferencing، وإرسال واستقبال مقاطع الفيديو على الهواتف النقالة بالإضافة إلى غيرها من الأجهزة اللاسلكية wireless gadgets.

هناك الكثير من الخيارات التي تتوفر لمستهلكي VoD فيما يتعلق بعرض المقاطع، حيث بإمكان المستهلك أن ينتظر عملية تحميلها على الجهاز إلى أن تتم، أو بإمكانه مشاهدة المقطع وهو قيد التحميل في نفس الوقت على سبيل المثال. أيضا يستطيع المستهلك أن يختار إحدى الخيارات التالية فيما يتعلق بمشاهدة مقطع الفيديو مثل pause، play، fast forward، and rewind، كما يمكنه الانتقال إلى مشاهد متقدمة من الفيديو بضغطة زر كما هو الحال في الفيديو الذي يعرض باستخدام VCR أو DVD player.

كيف تعمل تقنية IPTV؟

تقنية IPTV ليس لها علاقة بالساتلايت أو بالكابلات المستخدمة حالياً بالتلفزيون. التقنية تعتمد اعتماداً كلياً على خطوط الإنترنت مثل خط ADSL

فالتلفاز التقليدي يعتمد على إرسال واستقبال إشارات (Signals) ومن ثم يقوم جهاز الـ TV التقليدي بفك شفرة هذه الإشارات decode، وتحويلها إلى صوت وصورة تعرض على الشاشة. بينما العملية تختلف في حالة الـ IPTV، فالإشارات ستتعرض لعملية تسمىFragmentation أو بالعربية (تقسيم أو تجزئة). في هذه العملية سيتم تقسيم المعلومات إلى حزم(Packets) أو (datagram)على حسب البرتوكول المستخدم.

في بدايات تقنية ال IPTV، كان عدد القنوات التي تبثها مراكز البث محدود (تتراوح بين 50 – 150 قناة تقريباً). كانت تبث هذه القنوات من مكتب مركزي يسيطر على جريان وبث القنوات إلى المستهلكين المشتركين عن طريق fiber backbone من وإلى محطات تتوزع على مناطق التغطية.

هذا فيما يتعلق بالطرف المرسل، أما الطرف المستقبل (أي المنازل وبالتحديد أجهزة التلفاز)، فكل من لديه تلفازه الخاص، وخط اتصال سريع بالإنترنت High speed connection، بالإضافة إلى جهاز خاص يستقبل الإشارات التي ترسلها محطات البث المركزية ويسمى STB (Set Top Box) سيمكنه الاستمتاع بخدمات ال IPTV المتنوعة، مع ملاحظة أن مشتركي خدمة ال IPTV يستطيعون تحديد ما يريدون متابعته متى ما شاءوا. من هنا يتضح الفرق بين تقنية ال IPTV وغيرها من التقنيات.

ما هو جهاز الـ STB set-top box؟

هو جهاز إلكتروني يدعم تقنية الIPTV ، يتم توصيله بإحدى أسلاك أو كابلات الاتصال بالإنترنت مثل التلفون أو كابلات الDSL ، كما يوصل بشاشة التلفاز لدى المشتركين بخدمة ال IPTV لعرض محتويات الإشارات التي تستقبلها الأسلاك من الشبكة بناء على طلب المشاهد نفسه. يقوم هذا الجهاز بترجمة الإشارات من IP Video إلى Standard TV signals وهي إشارات يستطيع التلفزيون عرضها على شكل صوت وصورة على شاشته.

لهذا الجهاز الكثير من الاستخدامات بدء من كونه مستقبلاً ومترجماً للإشارات، وانتهاء بتعددية آلية عمله ومرونتها من حيث تمكين المشاهد من اختيار المادة التلفزيونية وطلبها عبر الشبكة وقابلية توصيله بالحاسوب لدعم تقنيات مهمة مثل video conferencing والـ IP Telephony وأيضا Video-on-demand (VoD) الفيديو عند الطلب، فضلاً عن التقنيات الأخرى التي تتطلب اتصالاً سريعاً بالإنترنت.

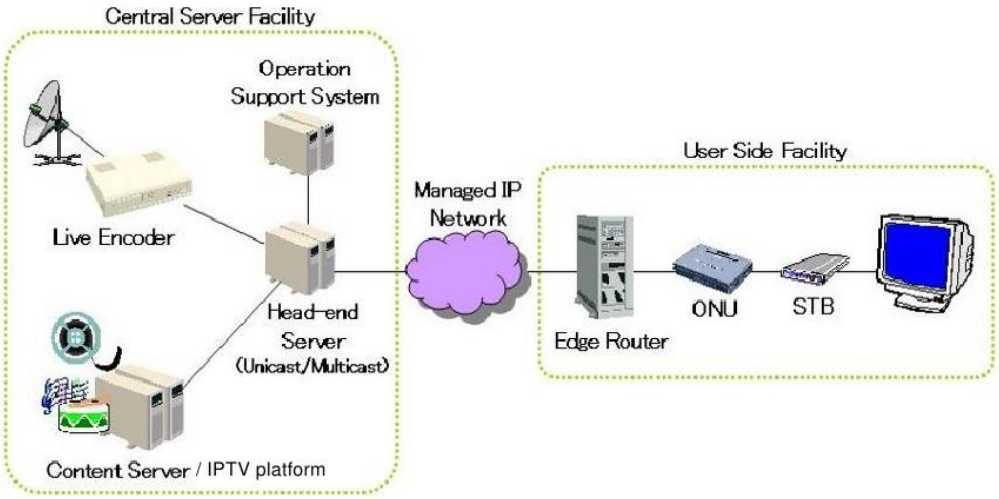
مميزات تقنية ال IPTV:

1. Support for interactive TV: وهذه الميزة لن تجدها في الدش حيث أن الIPTV يتضمن live TV، high definition TV (HDTV) وألعاب تفاعلية وسرعات فائقة لتصفح الإنترنت.
2. Time shifting: إذا كان هناك برنامج تحب مشاهدته ولكنه يأتي في وقت عملك فلا تقلق فمع ال IPTV تستطيع برمجته آليا لتخزين البرامج لمشاهدتها لاحقا.
3. Personalization: لدعم ال IPTV لنظام ال end-to-end بإمكانك إضافة الطابع الشخصي لك على تلفزيونك فيمكن تقرير ما سوف تشاهد ومتى يمكنك أن تشاهد.
4. Low band requirements: قد يتعجب البعض من هذا لكن هذا حقيقي فبإمكان مزود الخدمة أن يبث القنوات للمستخدمين الطالبين لهذه القناة فقط مما يعنى توفير كثير في Bandwidth.
5. Accessible on multiple devices: نعم أنت لست مقيد بجهاز تلفاز وإنما يمكنك الاستفادة من خدمات الـ IPTV من خلال الحاسب أو الجوال.

سلبيات تقنية ال IPTV:

حيث أن تقنية ال IPTV تتطلب نقلاً سريعاً للمعلومات real-time data transmission فضلاً عن اعتمادها الكلي على خدمة الإنترنت، فهي حساسة لاحتمالية ضياع رزم المعلومات أو تأخرهاpacket loss and delay إذا كانت سرعة الاتصال بالشبكة غير عالية بما فيه الكفاية، كما أن الصورة قد لا يتم نقلها كاملة picture break-up or loss خاصة إذا كان نقلها يعتمد بروتوكول UDP (User Datagram Protocol) وهذا البروتوكول لا يضمن ايصال الخدمة تماماً كما هي.

ومن عيوب هذا النظام أنه يعتمد على فكرة الباقة التي تشتمل على عدد محدد من القنوات المختارة، وكلما زادت عدد القنوات كلما كان النظام مكلفا جدا.



والجدول التالى يلخص أهم نقاط المقارنة بين الأنظمة الثلاثة الأشهر :

Feature	CATV	Digital SMATV	IPTV
Maximum Live Channels	Analog – 100 Digital - 1000	Approx 1000	Theoretically No limit
Channels Category	As Supplied by Local Provider Only	International Channels, as desired	International Channels, as desired
Capex for 100 Rooms (Approx)	INR 10 Lakhs+	INR. 30 Lakhs+	INR 40 Lakhs+
Opex for 100 Rooms (Approx)	As demanded by the Local Provider	Low	Medium
Picture Quality	Average to Poor	Good	Good
Communication	One way	One Way	Two Way
Interactivity	Not possible	Not possible	Possible
PMS Interface, Billing information	Not possible	Not possible	Possible
Interfacing with 3rd Party Systems	Not Possible	Not Possible	CCTV, Signage, and Similar Systems can be easily interfaced
Satellite Dish Antenna	Not Required	Yes	Yes/No
Racks and Installation	Not Required	Upto 3 Racks	3~4Racks
Rack Systems & Devices	Not Required	Modulators (Analog) Encoders, Multiplexers, QAM Modulators, Combiner	Encoders, IP Streamer, Multiple Servers, Software Modules, Licenses,
Cabling Backbone	Distribution Network with Amplifier, Splitter, Coaxial Cable, etc.	Distribution Network with Amplifier, Splitter, Coaxial Cable, etc.	Distribution Network Fiber or Cat 6 (Ethernet to the room)
Set Top Box (STB)	Yes; Only of Broadcasters STB alongwith TV	Need not be with TV.	Need not be with TV.
Cabling Complexity	Medium.	Medium.	Simple
Cable Types	RG-6	RG-11 & RG-6	OF & Cat-6

i.

5

أنظمة التحكم في الأبواب

Access Control Systems

هى أحد أنظمة التيار الخفيف المستخدمة في العديد من المؤسسات، ومكونات هذا النظام بصفة عامة هى :

1. وحدات إدخال (Input Devices): Card Reader, Face Recognition, Finger Print, Request to exit)
2. وحدات تحكم (Control Devices). Ex: Door Lock, Turn stile,
3. وحدات مراقبة (Monitor Devices) . Door contact, Tamper Switch
4. العقل المفكر.(Control Panel) Control Panel, Software Management

والغرض من هذا النظام التحكم في دخول وخروج الموظفين من وإلى أماكن أعمالهم؛ وذلك بالتحكم في فتح أبواب الغرف. فبعض الغرف لا يجب أن يدخلها إلا أشخاص محددين، على سبيل المثال غرفة الخازنة في البنوك وغيرها؛ فيتم التحكم من خلال هذا النظام الإلكتروني بالسماح للشخص بالدخول إذا أمتلك أداة الدخول (الكارد الممغنطة (Card) أو بصمة الإصبع أو رقم سرى أو تعيين ملامح الوجه.... إلخ).

وبمجرد التأكد من أن هذا الشخص مسموح له بالدخول يقوم النظام أوتوماتيكيا بفتح قفل البوابة أو المدخل للسماح بالدخول وعند الخروج يستخدم الأفراد مفتاح الخروج الإلكتروني المثبت داخليا. وعند محاولة العبث في الجهاز أو فكه يطلق إنذارا عاليا. كما يمكنه إغلاق الباب إذا ترك مفتوحا لمدة معينة.

ويمكن بواسطة النظام تحديد فترة صلاحية استخدام النظام لـ فرد أو مجموعة ما أو مركبة. وللنظام إمكانية استخراج تقارير يومية، أسبوعية، شهرية، سنوية ليس فقط من أجل المراقبة الأمنية بل يمكن استخدامها لتحديد مواعيد الحضور والانصراف للموظفين.

وهذا النظام يمكنه بسهولة إلغاء تصريح دخول فرد معين في حال فقد الكارت الخاص به مثلا بدون أي صعوبة، ويمكنه إصدار كارت بديل فورا مع إمكانية تغيير قواعد دخول فرد معين (زمن دخوله مثلا) حيث تتم كل هذه العمليات بواسطة تغييرات في الـ software الخاصة بالنظام. وبالتالي لا تحتاج إلى تغيير كوالين الباب أو مفاتيح الباب.

ويتميز هذا النظام أساسا بثلاث ميزات:

- الأولى هي الـSecurity بمعنى أنه من المستحيل تقريبا عمل نسخ مكررة من الكروت أو مفاتيح النظام، كما أنه من السهولة بمكان أن يتم إلغاء تفعيل كارت معين في وقت معين (تماما كما في غرف الفنادق حيث ينتهى صلاحية كارت باب الغرفة أوتوماتيكيا مع انتهاء الحجز)
- الثانية هي الـ Flexibility بمعنى أنك تستطيع تغيير الـrules الخاصة بأى مستخدم في أي وقت دون تعقيد. (تخيل لو أن هناك مئات من الموظفين لكل واحد صلاحيات محددة للدخول فكم من المجهود تحتاجه لتنظيم وإدارة هذه العمليات بطريقة بشرية وليست آلية؟ بالطبع سيكون أقرب للمستحيل أو بنسبة أخطاء عالية.
- الثالثة هي transaction reports فجميع هذه الأنظمة تستطيع إصدار تقارير عن الأشخاص الذين دخلوا هذا الباب وفى أي وقت ولمدة كم من الوقت، فكل دخول وخروج مسجل على البرنامج.

مجالات التطبيق (Applications)

أنظمة الـ Access control تطبق أساسا على الأبواب داخل المباني، لكنها أيضا تطبق على البوابات الخارجية للمبنى. وبعض هذه البوابات توضع لغرض تنظيمى مثل بوابات المترو مثلا حتى لا يمر إلا من يحمل تذكرة أو من يحمل كارد في المباني، كما في الشكل.

لكن يعيب هذا النوع أنه من الممكن عبوره قفزا، لذا كان هناك نوع آخر من البوابات (Turnstile gate) يستخدم للأغراض الأمنية حيث يمنع تماما عبور أي فرد لا يحمل تصريحا. وهذا النوع الثاني يظهر في الشكل المقابل.

وتطبق أيضا أنظمة الـ Access control على بوابات عبور السيارات للجراجات أو الأبواب المنزلقة إلى آخره كما في الشكل التالي.

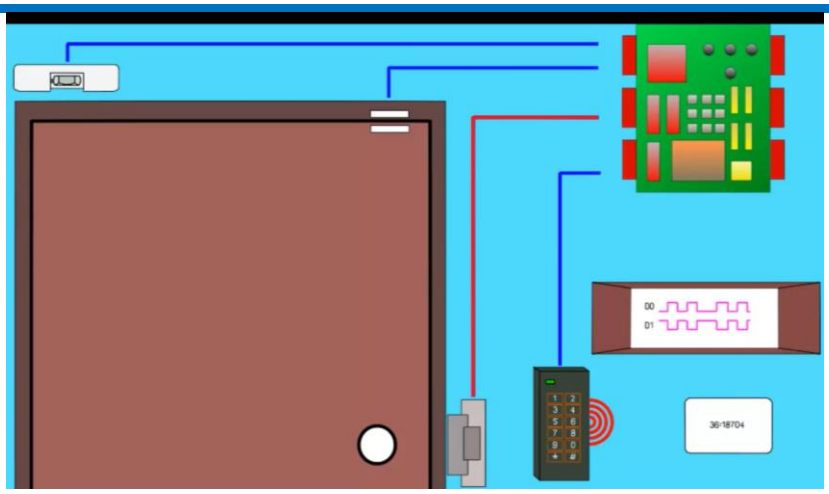
وتطبق أيضا في غرف الفنادق

والشيء المشترك في كل هذه التطبيقات أنه يمكن التحكم في هذه الأبواب (أو محركاتها) عن طريق contactor تصل إليه إشارة فتح من الـ Controller.

مكونات النظام

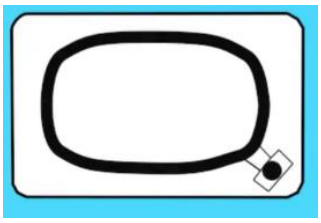
يتكون نظام الـ Access Control في أشهر صورة من:

1- ACCESS CARD
2- ACCESS CARD READER
3- DOOR CONTACT
4- DOOR LOCK
5- REX (Request to exit)
6- CONTROL PANEL
7- MANAGEMENT SOFTWARE



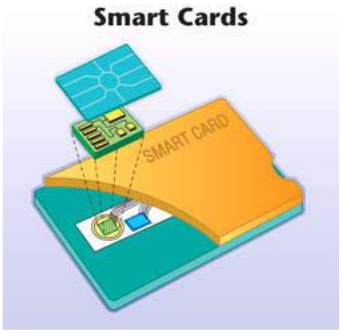
وفيما يلى شرح لهذه المكونات:

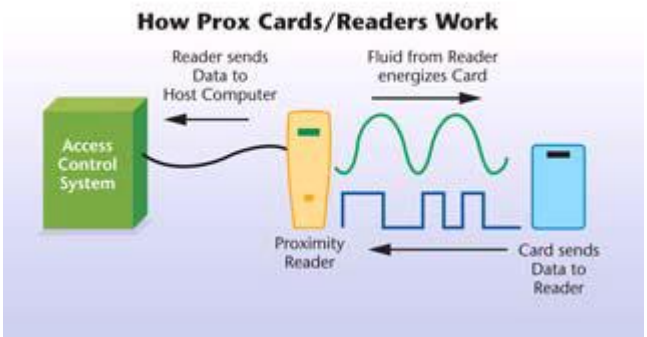
1. البطاقات الإلكترونية Proximity Access Cards خاصة بكل فرد في المؤسسة وعليها بياناته. وهى عبارة عن



antenna ومعها شريحة إلكترونية chip تخزن عليها البيانات وتأخذ الشريحة الـPower الخاصة بها من خلال الـ antenna. ولها ميزات تأمينية وتنظيمية عالية ودقيقة ومقدرة فائقة في ضبط حركة الوصول (الدخول والخروج) للشخص المستخدم للبطاقة. فمن ميزات البطاقةالإلكترونية :

- لها شريحة الكترونية مثبتة في داخل البطاقة ترسل إشارة ones and Zeros تمثل الـ card Number إلى قارئ البطاقات (عندما تمرر البطاقة بالقرب منه Reader) .
- لكل بطاقة رقم فريد يستخدم في برمجة النظام.
- يمكن النسخ على سطحي البطاقة (بيانات المستخدم والجهة المخدومة).
- مرنة ولها المقدرة على تحمل الكدمات والملائمة مع الأجواء المناخية المختلفة مما يمكن من استخدامها لفترات طويلة.





2. قارئ بطاقات ممغنطة أو إلكترونية Card Reader، يستطيع قراءة بيانات الكروت وإرسالها إلى لوحة التحكم. وليس له أن يأخذ أي قرار، بل هو فقط يقرأ الإشارة الواصلة من الشريحة الموجودة على الـ card ويرسلها إلى الـ controller الذى هو وحده المسؤول عن أخذ القرارات بالسماح بفتح الباب أو عدم السماح إذا وجد أن مجموعة الـ ones and zeros تمثل فعلا رقم كارد مسموح لح بالدخول.

3. Door Contact ويظهر شكله في الصورة التالية ، ودوره أن يحدد للوحة التحكم حال الباب وهل هو مغلق أم مفتوح، فإذا كان الباب قد ترك مفتوحا مثلا فإن النظام يمكنه أن يطلق إنذارا، كما يمكنه أن يعرف من خلاله أن الباب قد فتح بدون تصريح.

4. قفل إلكتروني Door lock: فإذا تأكد الـ Controller من أن الإشارة قادمة من كارت مسموح لصاحبه بالدخول فسترسل لوحة التحكم إشارة فتح للقفل الإلكتروني المثبت على الباب من أجل فتح الباب والسماح له بالدخول.
5. Request to exit، RTE وهو زر يسمح لمن هو بالداخل أن يخرج دون الحاجة لبطاقة ممغنطة أو غيره (حال الحريق مثلا)، كما يمكن أن تكون جهاز صغير يرسل infrared إلى المنطقة أمام الباب من الداخل، فإذا شعر بوجود شخص أمام الباب فإنه يرسل إشعارا للـ controller ليسمح بفتح الباب.
6. لوحه تحكم Control Panel، ومزودة أساسا بنظام سوفت وير للبرمجة، ومن خلال البرنامج المخزن تستطيع أن تقرر هل صاحب هذا الكارت مسجل بالشركة، وهل له صلاحية للدخول في هذه المنطقة وفى هذا الوقت ويمكن للوحة التحكم الواحدة أن تتحكم في باب أو أكثر حسب الشركة المنتجة.
7. جهاز حاسوب عليه برنامج يتم عمل setup له على الحاسوب (Software) ودوره أنه يراقب كل العملية ويمكنه فتح كل الأبواب وقت الطوارئ، ومن خلاله أيضا يتم برمجة كروت الدخول وتحديد مدة صلاحيتها (بمعنى أنه يقوم بعمل updates للبيانات على لوحة التحكم).
8. وبالتأكيد لابد من وجود enrollment work Station والتي من خلالها يمكن إضافة تصريح جديد أو شخص جديد إلى النظام وإصدار كارت جديد إلخ وهذه يتصل بها أساسا ID card Printer.

ملاحظة:

يمكن عمل نظام مبسط يتكون فقط من Access Card + Card Reader، وهذا النظام يعتبر نظاما مستقلا معزولا Stand alone يركب على أي باب دون الحاجة إلى منظومة نقل بيانات أو تحكم مركزى، ويتم برمجة الـ Card Reader LOCALLY بواسطة جهاز خاص.

مصطلحات هامة

1- يطلق مصطلح Secure Side على الاتجاه المراد التحكم في دخول الافراد منه حيث أن لكل باب اتجاه دخول واتجاه خروج ، فمن الممكن ان يكون المطلوب التحكم والمراقبة للعبور لكلا الاتجاهين وفي هذه الحالة يتم وضع Input device من النوع الذي يطلب اذن في كلا الاتجاهيين. أما في حالة كان المطلوب المراقبة والتحكم في عبور الافراد من اتجاه واحد فقط على اعتبار أن الاتجاه الآخر آمن فيتم وضع Request to exit RTU فقط وهو لا يتطلب تصريح للشخص الذي يعبر من هذا الاتجاه.

2- ومن المصطلحات الهامة أيضا في هذا المجال مصطلح Fail Safe and Fail Secure ، وهو مصطلح هام في مرحلة الحريق، فمن المهم تحديد علاقة هذا النظام بنظام إنذار الحريق ، ففي بعض المشروعات قد يتطلب فتح جميع الأبواب في حالة وجود حريق بالمبنى حتى يتسنى لجميع الافراد من الهروب دون الانتظار لعمل التصريح المطلوب من وحدات النظام وفي هذه الحالة جميع الأبواب يطلق على هذه الأبواب Fail Safe أي تفتح في حالة الحريق. غير أنه في بعض المشروعات تكون هناك بعض الأبواب لا يتم فتحها بل بالعكس يتم اغلاقها وبإحكام حتى لا يتسنى لاحد الدخول لهذه المنطقة في مرحلة الهرج التي تنتج عن انذار الحريق مثل غرف الخزن والمستندات الهامة وما يماثلها وتسمى في هذه الحالة يطلق على هذه الابواب .Fail Secure

وفيما يلى مزيد من التوصيف للعناصر السابقة:

أنواع الـ Card Reader

استخدام أسلوب الـ Card Reader

وحدات يقوم المستخدم من خلالها بإعطاء أمراً ما مثل الدخول إلى المكان أو الخروج منه، ولها عدة أشكال فإما بتوجيه كارت معرف مع الجهاز أو برقم سرى أو باستخدام بصمة الإنسان كالأصبع والأعين والوجه. ويمكن تصنيفها إلى:

1. Contact reader
2. Contactless reader
3. Biometric Reader

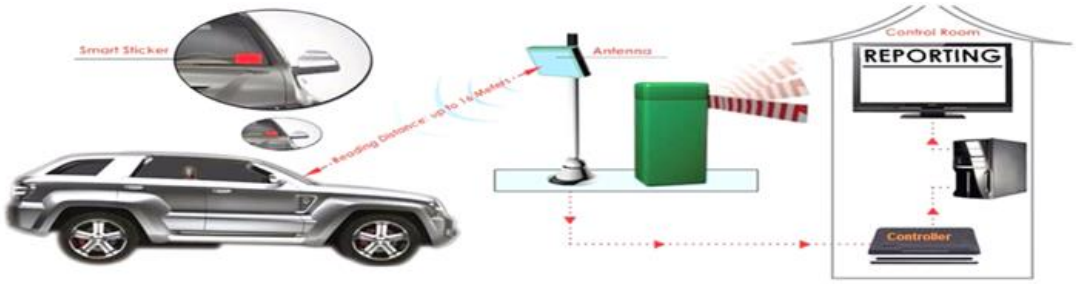
النوع الأول: تحتاج أن تدخل الكارت إلى الـCard reader ليقرأ البيانات، وهذا يكثر استخدامه في البنوك والمؤسسات الحكومية.

النوع الثاني

يكون من نوع "proximity" (التي تتطلب أن تكون البطاقة على بعد من 3 إلى 6 بوصة من القارئ). يكون ال Card Reader عادة مثبت بالخارج من الناحية غير المؤمنة من الباب. وهنا يمكن أن تضع الكارت داخل محفظتك أو تعلقه على صدرك وتقربها فقط إلى الـ Reader فيكون ذلك كافيا ليتعرف عليك.

وهذه النوعية تستخدم تكنولوجيا radio frequency للتواصل بين الكارت وبين الـ reader وهناك قيمتين مشهورتين للتردد المستخدم الأول هو 125 kHz وهذا يمكنك من تقريب الكارد لمسافة 10 سم تقريبا، بينما التردد الثاني المستخدم فهو 13.5 MHz وهنا المسافة ممكن تصل إلى حوالي 100 سم.

وهناك نوع ثالث يستخدم Ultra Frequency وهى تردد عالي جدا يسمح بقراءة الكارد على بعد يصل إلى 10 متر باستخدام antenna كما في جراج السيارات مع تثبيت الكارد على زجاج السيارة فتدخل مباشرة دون الحاجة لمد يدك بالكارد.



ومن صور إدخال البيانات أيضا استخدام الأساليب التالية:

Biometric Readers

هو جهاز يستخدم لقراءة بصمة الأصابع أو العين إلكترونيا ويعمل عن طريق وضع المستخدم لأحد أصابعه مثلا على شاشة صغيرة تقوم برفع بصمة الشخص. وتقوم باستخدامه العديد من الشركات لتسجيل مواعيد حضور وانصراف العاملين.

Access control Keypads

هى أجهزة تستخدم بجانب أو بدلا من Access reader. وتحتوى Access control keypads على مفاتيح تشبه مفاتيح الهاتف التي يعمل باللمس. ويتطلب من الشخص الراغب في الدخول بإدخال كود رقمى صحيح.

وعندما تستخدم Access control keypads بجانب Access reader يجب إظهار البطاقة وإدخال الكود الصحيح قبل السماح بالدخول. وعندما تستخدم Access control keypads بمفردها يتطلب فقط إدخال الكود الصحيح للدخول.

Face Recognition

وهى وحدة تستخدم للتعرف على وجه الشكل كما في الصورة التالية:

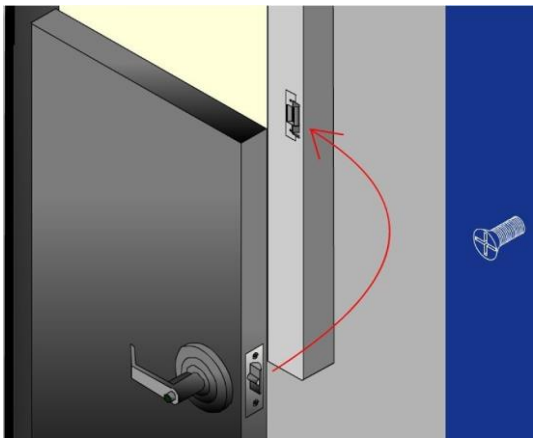
أنواع الأقفال الكهربية Electric lock Hardware

هو جهاز يستخدم لقفل وفتح كل الأبواب كهربائيا والذي يتحكم بها ال Access control system. وهناك تنوع كبير في أنواع الأقفال الكهربائية ويحتاج الأمر إلى تنسيق مع المهندس المعماري لاختيار نوعية القفل.

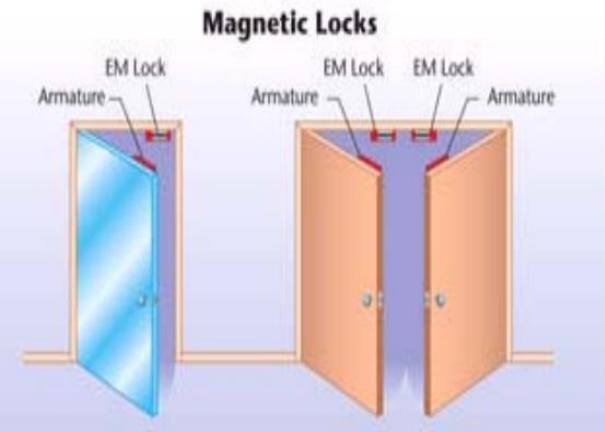
ومن أشهر الأنواع:

- Electric Locks
- Electric Strikes

وعدة أجهزة أخرى ونوع القفل الذي يستخدم على كل باب يعتمد على ظروف التصميم عند كل باب. ومعظم الـ Locks تزود أيضا Built –in بما يسمى Door Monitor ووظيفته أن يرسل إشارة للوحة التحكم ليحدد لها حالة الباب هل هو مفتوح أم مغلق.



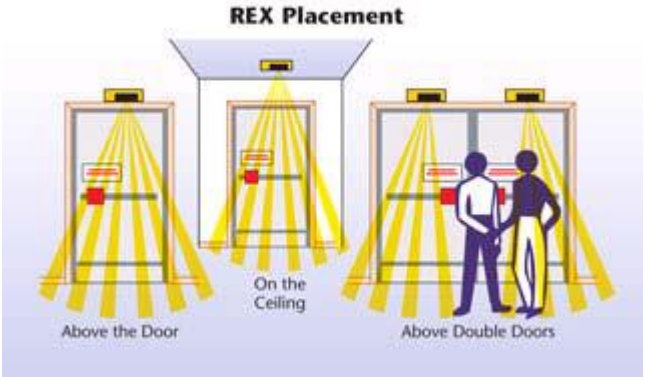
Magnetic lock



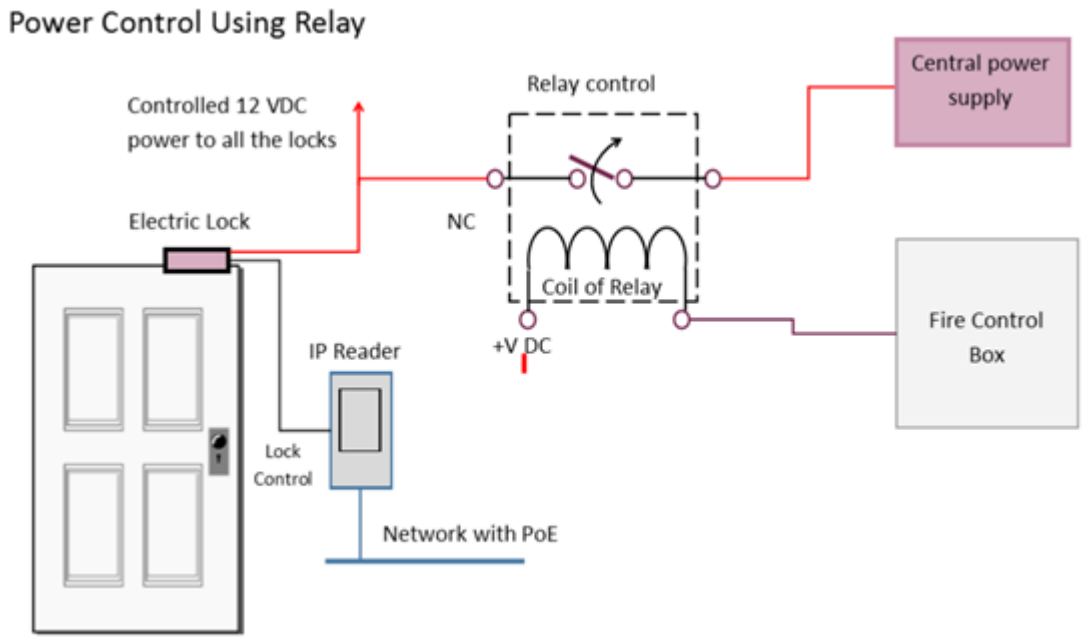
بعض أنواع الأبواب، مثل الأبواب الزجاجية أو الأبواب المزدوجة التي ليس لديها مركز ومن ثم فلا يمكن التحكم في الغلق كما سبق وهنا تستخدم الأقفال الكهرومغناطيسية لتوفير قوة قفل قوية على الباب فيتم تثبيت المغناطيس الكهربائي في ثابت موقف، في حين يتم تثبيت لوحة معدنية على الجزء المتحرك من الباب، على نفس الخط مع المغناطيس.

زر الخروج REX

وفى جميع الحالات تقريبا، يتم تصميم ال Electric lock Hardware بحيث لا يحد من قدرة الشخص على الخروج من المبنى بحرية لاسيما وقت الحريق. ولذا يضاف للمنظومة زر آخر يوجد بداخل الغرفة للضغط عليه يدويا في حالة الرغبة في الخروج وهو موصل بلوحة التحكم فتعطي إشارة للقفل بالفتح والسماح بالخروج من الغرفة دون استخدام البطاقة وتستخدم في الأماكن التي من المهم معرفة من يدخل لكن ليس مهما معرفة متى خرج. وقد يكون الـ REX من النوع المزود بـ Motion detector الذى يعمل أوتوماتيكيا بواسطة الـ infra red بمجرد تحرك الشخص نحوه كما في الشكل التالى. وسواء كانت لطريقة يدويا أوتوماتيكيا فهى أرخص من عمل card reader آخر داخل الغرفة للسماح بالخروج.



مع ملاحظة أن سيناريو الحريق يحتاج للاتفاق عليه مع العميل، فالأصل أن ترسل اللوحة المركزية إشارة لفتح الأقفال كما في الشكل التالى ، لكن بعض العملاء – حسب طبيعة المشروع – ترفض هذا السيناريو وتصر أن يظل الباب مغلقا ولا يفتح إلا بالطريقة الطبيعية.



وهناك نوع آخر مرتبط بعملية الخروج وهو الـ Break Glass وهو يسمح بالخروج في الطوارئ فقط إذا حدث عطل في لوحة الـ Access control، ودوره أن يقطع الكهرباء على الـ Lock أو القفل الكهربي الخاص بالباب.

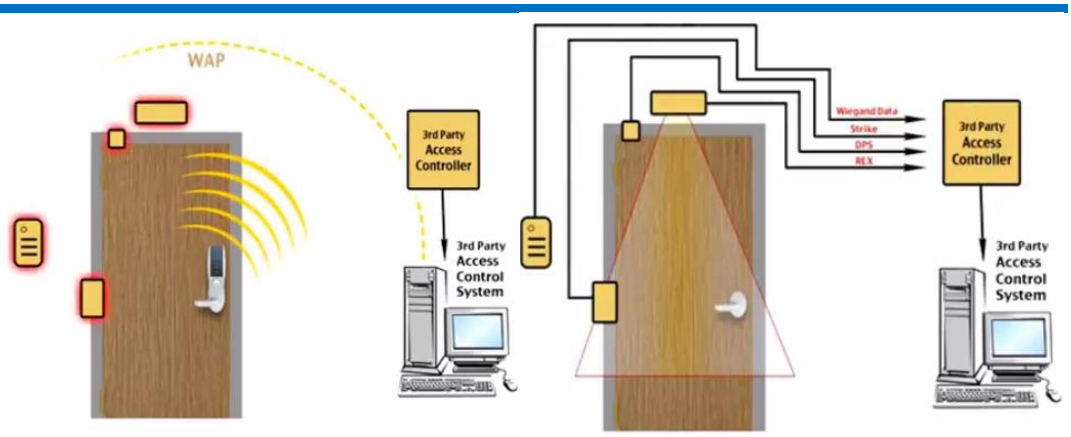
لوحة تحكم (Door Controller) :

وهى عبارة عن لوحة تحكم يتم عبرها إدارة عملية التعرف على البطاقة عبر الـReader. وتحتوي لوحة التحكم علي Processor وذاكرة يتم بها تخزين البيانات ويقوم المعالج بمقارنة الإشارة المرسلة من القارئ بالمعلومات المخزنة ومنها يتم السماح للشخص بالدخول أو لا ويتم تخزين المعلومات عليها بواسطه المستخدم عن طريق ال software فيتم تحديد الأشخاص والأوقات المسموح فيها الدخول أو الخروج حسب رغبة المستخدم.

ويتم توصيل الـ Card reader و Electric lock Hardware وغيرها من أجهزة مراقبة الدخول بتلك اللوحات. ويعتمد عدد اللوحات في كل مبنى على عدد الأبواب المتحكم بها.

ويمكن للـ Controller الواحد التحكم في أكثر من باب كما سيظهر في شرح الشبكات.

ويمكن توصيل كافة عناصر المنظومة للوحة التحكم من خلال أسلاك كما في الشكل الأيمن، لكن بعض النظم الجديدة تستخدم الـ WiFi في نقل بيانات هذه العناصر كما في الشكل الأيسر.



	Atlas 100	Atlas 200	Atlas 400
Number of Doors Controlled	One Door	Two Doors	Four Doors
Number of Readers Supported	2 (Wiegand or OSDP Readers)	4 (Wiegand or OSDP Readers)	8 (Wiegand or OSDP Readers)
Types of Readers Supported	ZKTeco KR Series readers and 3rd party 125kHz & 13.56MHz Wiegand, OSDP and RS-485 readers	ZKTeco KR Series readers and 3rd party 125kHz & 13.56MHz Wiegand, OSDP and RS-485 readers	ZKTeco KR Series readers and 3rd party 125kHz & 13.56MHz Wiegand, OSDP and RS-485 readers
Number of Inputs	3 (1 Exit Button, 1 Door Sensor, 1 Aux)	5 (2 Exit Buttons, 2 Door Sensors, 1 Aux)	9 (4 Exit Buttons, 4 Door Sensors, 1 Aux
Number of Outputs	2 (1 Form C relay for lock and 1 Form C relay for Aux output)	3 (2 Form C relays for locks and 1 Form C relay for Aux output)	5 (4 Form C relays for locks and 1 Form C relay for Aux output)
User Capacity	5,000	5,000	5,000
Events Database Capacity	10,000 transactions plus unlimited archive downloads	10,000 transactions plus unlimited archive downloads	10,000 transactions plus unlimited archive downloads
Weight	9 lbs (3.8 kg)	10 lbs (4 kg)	10 lbs (4 kg)
Communication	TCP/IP, Wi-Fi, Wiegand, OSDP	TCP/IP, Wi-Fi, Wiegand, OSDP	TCP/IP, Wi-Fi, Wiegand, OSDP
Browsers Supported	Chrome, Firefox, Edge	Chrome, Firefox, Edge	Chrome, Firefox, Edge
Enclosure	Powder Coated Aluminum	Powder Coated Aluminum	Powder Coated Aluminum
Mounting	Wall Mount	Wall Mount	Wall Mount
Recommended Power Supply	12V DC, 3A (PoE)	12V DC, 3A (PoE)	12V DC, 3A (PoE)
Dimensions (Bundle Only)	14in. X 2.5in. X 12in. 380mm(L) X 80mm(W) X 280mm(H)	14in. X 2.5in. X 12in. 380mm(L) X 80mm(W) X 280mm(H)	14in. X 2.5in. X 12in. 380mm(L) X 80mm(W) X 280mm(H)
Dimensions (Board Only)	6.3in. X 4.17in. (160mm X 140mm)	7.75in. X 6.73in. (197mm X 171mm)	7.75in X 6.73in. (197mm X 171mm)

كمبيوتر (Access control server computer)

يستخدم في برمجة النظام بإدخال وحفظ البيانات في لوحة التحكم وأيضا يظهر ويحفظ بيانات البطاقة المقروءة بواسطة قارئ البطاقات ويمكن استخراج تقارير يومية، أسبوعية، شهرية، سنوية عن جميع البطاقات التي تمت قراءتها.

وهو بمثابة قاعدة بيانات مركزية ومدير الملفات لـ Access control system. وهو مسؤول عن تسجيل نشاط النظام، وتوزيع المعلومات من وإلى لوحات الحقل للتحكم بالوصول، وفى معظم الحالات يكون حاسوب مخصوص لهذا النظام ويمكنه العمل طوال الوقت خاصة أن البيانات تحتاج لتحديث من وقت لآخر.

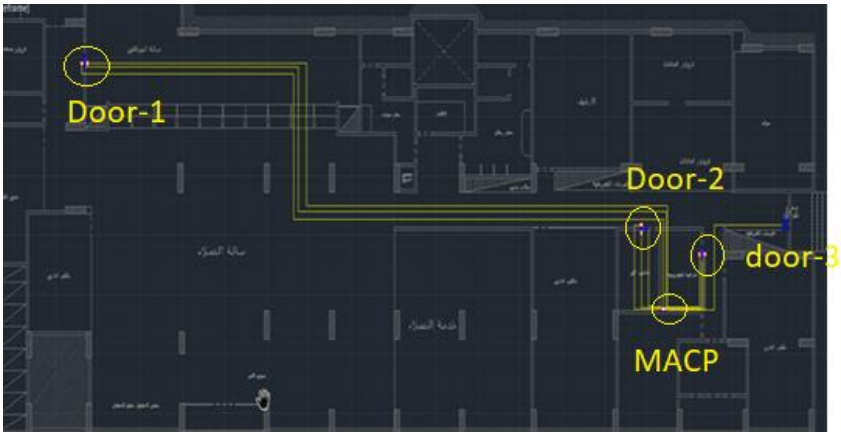
والـ software هو الركيزة الأساسية للنظام حيث يتم من خلاله تكامل النظام مع نظام الحريق ونظام الـ BMS وكذلك نظام كاميرات المراقبة.

وبالطبع يجب أن يضاف للنظام أيضا Card Issue Printer وهى الخاصة بإصدار الكروت بالبيانات المطلوبة.

نموذج تطبيقي مبسط

الشكل التالي يمثل مخطط لمنظومة access control داخل بنك حيث يوجد ثلاث أبواب رئيسية لا يسمح بالدخول إليها إلا لمن يملك تصريحا. والغرف الثلاثة هى:

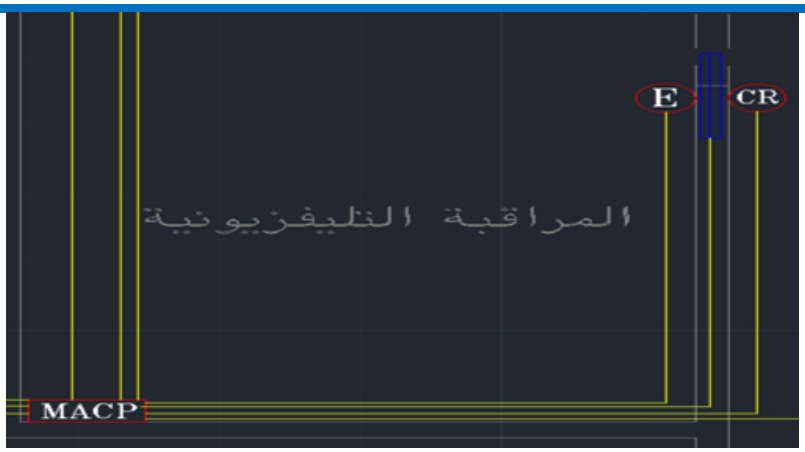
1- غرفة الحاسب الالي تحتوي علي racks of networks، switches لذلك لا يسمح الا بدخول الموظفين المسؤولين عن هذه الغرفة.
2- غرفة المراقبة التلفزيونية تحتوي علي الشاشات التي تعرض ما تسجله كاميرات المراقبة، وفيها أيضا لوحة التحكم لنظام MACP main access control panel) لذلك لا يدخلها إلا الموظفين المسموح لهم
3- صالة الموظفين



انظر ملحق الأتوكاد

ولذا ستجد أن كل باب من الأبواب الثلاثة يتصل به ثلاثة خطوط صفراء تنتهى جميعا عند الـ controller الموجود باللوحة الرئيسية Main Access Control Panel, MACP. وهذه الخطوط الثلاثة هى:

- الأول قادم من الـ Card Reader، CR.
- والثاني قادم من زر الخروج (E)، وهو زر يستخدم للسماح للشخص بالداخل للخروج من الغرفة دون الحاجة الى إلى الكارت وبناءً على ذلك فإننا لا نحتاج الى card reader داخل الغرفة.
- أما الخط الثالث فهو قادم من اللوحة الرئيسية إلى Lock الباب لفتحه في حال كان الشخص يحمل كارت الدخول المناسب ومرره على الـ Card Reader الذي يرسل بياناته للوحة الرئيسية فترسل إشارة فتح للـ Lock.

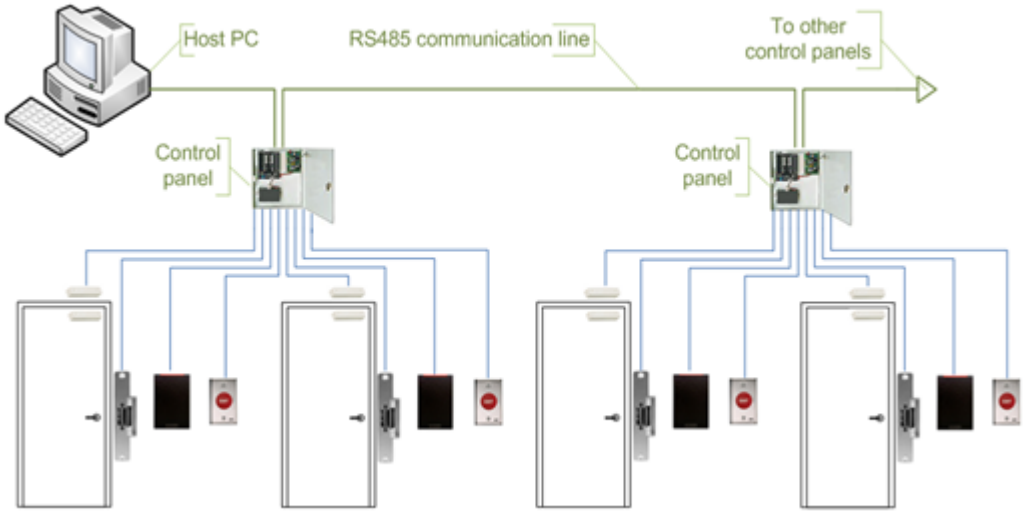


طرق تنفيذ شبكات NETWORK TOPOLOGY

يوجد أكثر من طريقة لعمل الشبكات، لكن من أهمهم:

الطريقة الأولى: الـ Serial Controllers:

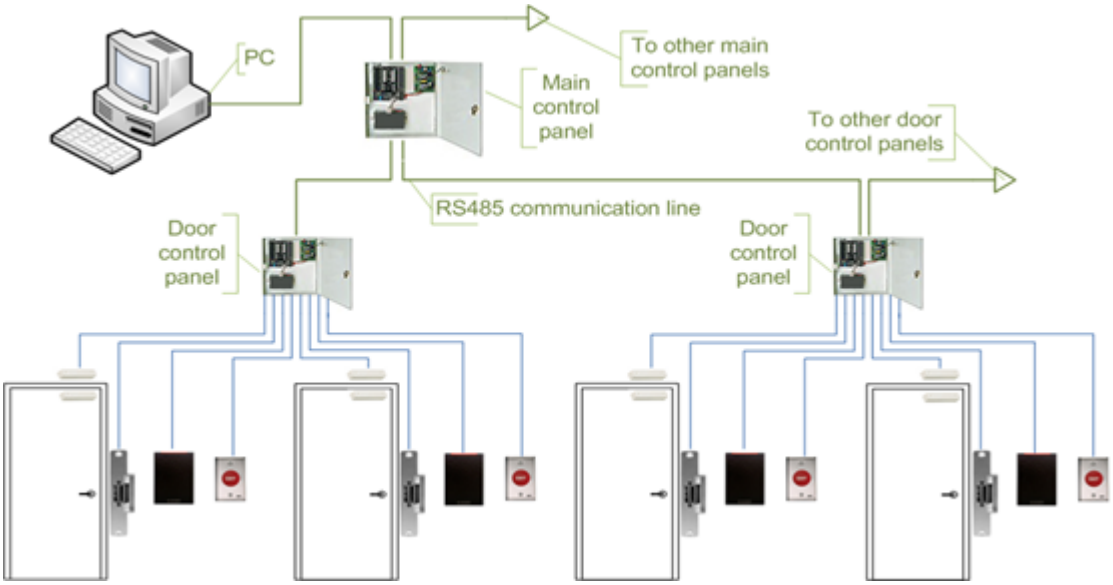
عندما يكون لدينا أكثر من باب فإن توصيل الـ Controllers معا يأخذ أكثر من صورة منها: Serial Controller، وهى كما هو واضح من الشكل التالي متصلين جميعا بكابل Rs 485 وينتهى الكابل عند آخر باب على Host computer

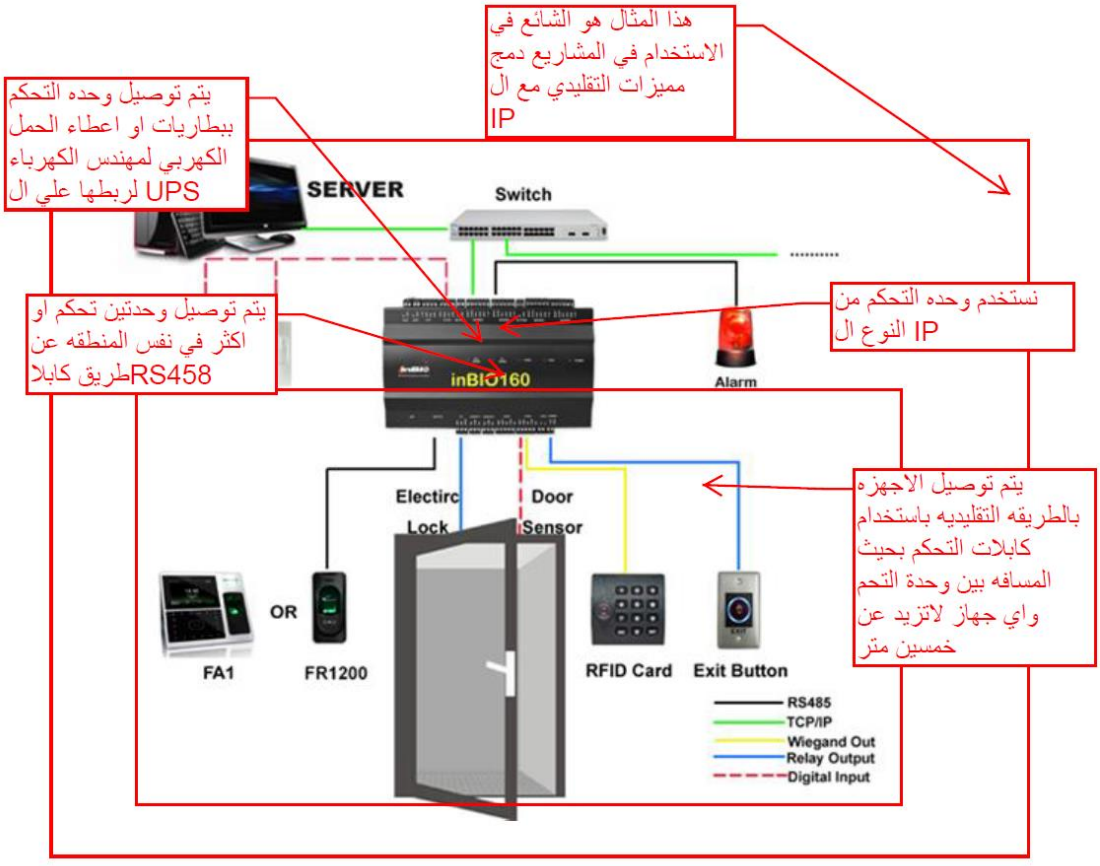


هذه التوصيلة – لم تعد موجودة الآن – وكان لها ميزات وعيوب، فأبرز ميزاتها أن كابل الـ RS485 يمكن استخدامه للمسافات الطويلة حتى 1200 متر وبالتالي يصلح للمشروعات الضخمة. وكان من الممكن استخدام حتى 32 باب في الـ Loop الواحدة وبسرعة نقل بيانات معقولة.

ويتميز هذا النظام أيضا بانخفاض التكلفة مقارنة بالأنظمة التالية. لكن كان يعيب هذا النظام أنه مناسب فقط للأنظمة البسيطة التي ليس فيها مستخدمين كثر ولا فيها بيانات كثيرة للفحص، وكانت كما ذكرنا سرعته معقولة لمثل هذه الحالات أما مع الأنظمة الكبيرة فالسرعة ستكون بطيئة لأن السرعة العملية لنقل البيانات خلاله تصل إلى 52 kbps فقط.

وكان أحد الحلول لهذه المشاكل تطوير النظام ليصبح كما في الشكل التالي حيث أصبحت الـ Sub controllers تتخاطب مع main controller وليس مع الـ Host PC، وهذا الـ Main Controller له IP address وبالتالي أصبح ممكن من خلال الـ Data network التحكم في برمجة النظام بصورة أسهل فقلل من ضرورة مخاطبة الـ Host PC لكل الـ Sub controllers وبالتالي تحسنت سرعة النظام لأن الوقت المطلوب لمعالجة البيانات أصبح أقل .



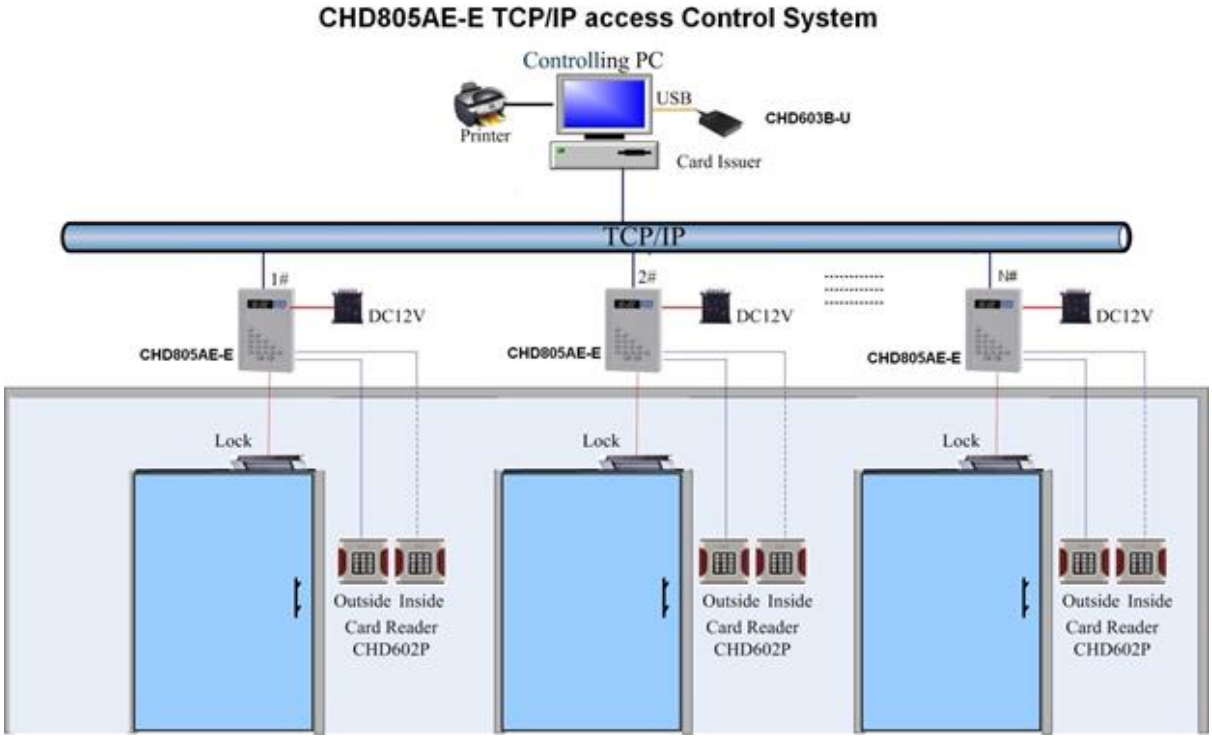


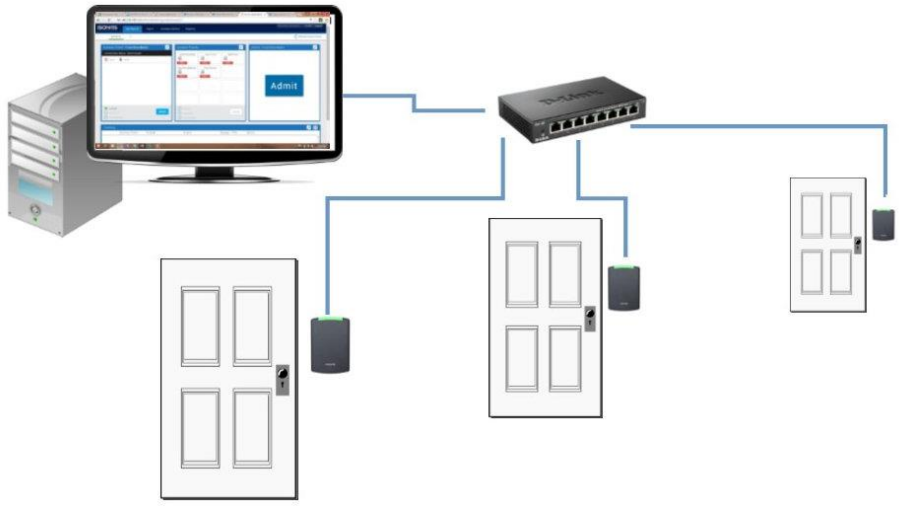
أما النظام الأكثر انتشارا الآن فهو:

الطريقة الثانية: IP Controller

في هذه الطريقة أصبح لكل Controller موجود على باب ما Ip address كما في الشكل ولم يعد هناك main or sub Controller. وهنا لم يعد هناك حدود في عدد الأبواب التي يمكن توصيلها على النظام، كما أن كل controller يعمل بصورة منفصلة ولا يؤثر خروج عنصر على بقية العناصر كما كان الحال في الـ Serial connection. والأهم أننا أصبحنا نستخدم كابلات الـ Data العادية بدلا من كابلات الـ RS 485، وبالتالي أصبح نقل البيانات أسرع بكثير من ذي قبل، لكن على الجانب الآخر فأنت تحتاج أن تأخذ في الاعتبار عند حساب حجم الـ Switches and Patch panel، Racks، etc، فهو الآن جزء من الـ Data Network وبالتالي أيضا سيستهلك traffic ويحتاج network security.

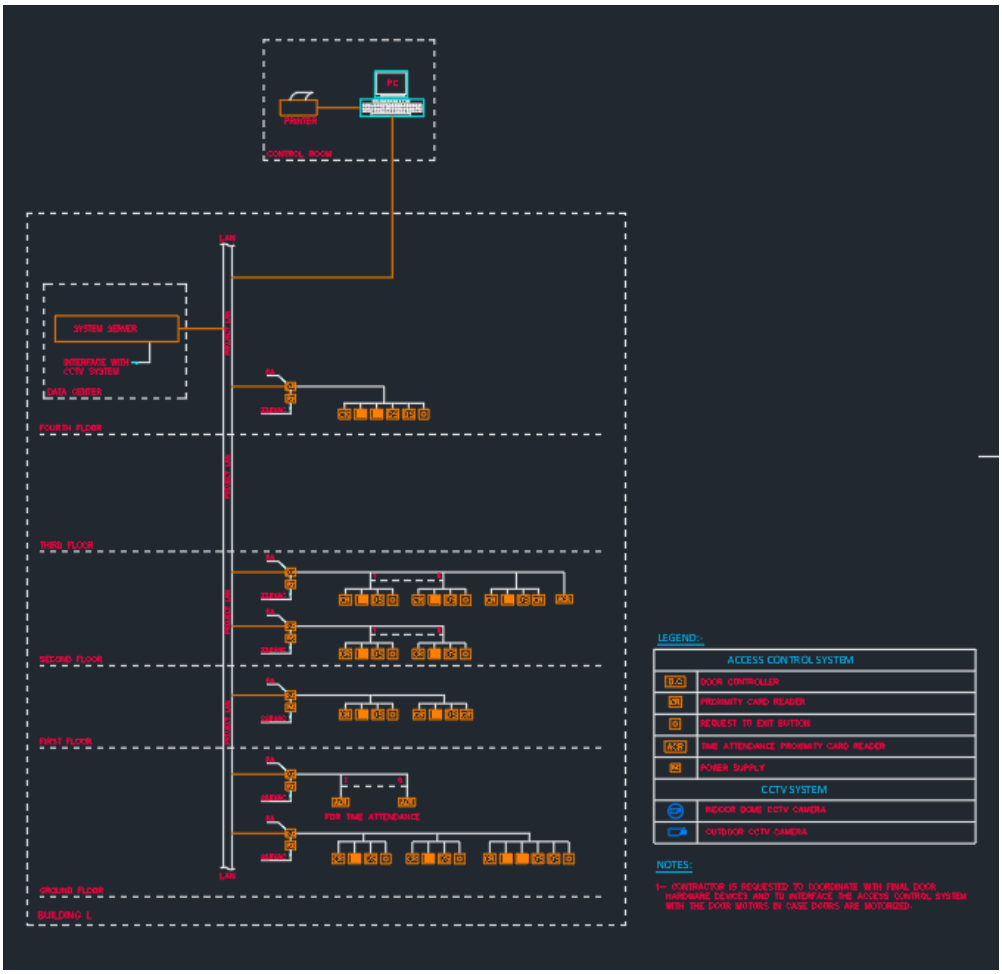
كما يعيب هذا النظام نفس العيوب التي ذكرناها في منظومة الـ Data Network وهى أن أبعد نقطة من الـ Switch وبين الـ access controller لا يجب أن تزيد عن 90 متر.





مثال تطبيقى آخر:

في هذا المثال نعرض لنظام التحكم في الأبواب في إحدى الجامعات. لاحظ كثرة الأبواب المطلوب التحكم فيها حيث توجد مكاتب متعددة لأعضاء هيئة التدريس ومعامل هامة ومخازن وغير ذلك من الغرف المراد التحكم في أبوابها. (راجع ملحق الأتوكاد بالموقع)



والشكل التالى يمثل الـ Plan لأحد أدوار الجامعة وتوزيع رموز التحكم على الرسم.

بعض أهم الشركات وأنظمة ال (SOFTWARE) الخاص بها:

6

Nurse call system

من أنظمة التيار الخفيف نظام Nurse call system ويتضح من الاسم أنه مستخدم لاستدعاء الممرضات من قبل المريض في المستشفيات. تكمن أهمية هذا النظام في زيادة تأمين المريض نظرا لأنه يحتوي علي بعض المكونات والتي يستطيع المريض استخدامها ليعطى تنبيه للممرض أن هناك مشكلة أو شيء يريده، كما أن هذا النظام يساعد هيئة التمريض على التواصل مع بعضهم البعض ومع الأطباء بشكل أفضل وأسرع.

كان نظام الـ Nurse Call التقليدي عبارة فقط عن الأزرار والجرس واللمبات التي تعلق أمام باب غرف المرضى كما سنرى في مثال لاحق. أما أنظمة استدعاء الممرضات الحديثة IP system فأصبحت عبارة عن منصات بيانات متطورة وليست مجرد نظام استدعاء بسيط كما سنرى.

فالنظام القديم الذى يسمى hard wired nurse call system لم يكن مرنا من حيث:

- لا يمكنهم التحدث لاي نظام آخر.
- لا ينقلون أي معلومات بخلاف إشارة كهربائية "تشغيل" أو "إيقاف"(on and off) .
- لا توجد وسيلة لتسجيل الضغط على الزر.
- لا توجد وسيلة للإشارة إلى ما إذا كانت المكالمات حرجة أم روتينية.

أما تقنية (IP– internet protocol) فكل component لها IP address الخاص به, وبالتالي فالـ server الرئيسي يمكنه أن يحدد أي زر تم ضغطه وأي ضوء يتم تنشيطه استجابة لذلك. فعند الضغط على أزرار الاستدعاء ترسل أزرار الاتصال حزمًا من البيانات بدلاً من الإشارة الكهربائية. و بمجرد نقل جميع المكونات للبيانات، يمكننا القيام بالعديد من الأشياء باستخدام هذه البيانات.

ما الاشياء التي يقدر على فعلها نظام الـ IP nurse call ؟

- يمكن إرسال بيانات استدعاء الممرضة إلى الأجهزة الذكية (التلفونات مثلا الخاصة بالاستشارى).
- التواصل مع الأنظمة الأخرى, تسمح تقنية IP لنظام nurse call بالاندماج مع أي نظام clinical آخر بدون أي وسيط. كما يمكن الدمج مع نظام الحرائق والأمن، والأسرة الذكية، والمضخات الذكية وأجهزة القياس عن بُعد، وبرامج الجدولة، وترفيه المريض، وأدوات التحكم في الغرفة مثل التلفزيون، والستائر، والأضواء، والحرارة.
- اتخاذ إجراءات محددة بناء على أنواع المكالمات المختلفة, ويمكننا توجيه هذه المكالمات وفقًا لذلك: فإذا أراد الذهاب الي الحمام تذهب الإشارة إلى تقنية الرعاية الخاصة بهم مثلا.
- يمكن حفظ بيانات nurse call للتدقيق وإعداد التقارير.

- مع استمرار نمو internet of things، سيسمح لك النظام بإضافة أجهزة جديدة.

الأجزاء الرئيسية لنظام (IP-NURSE CALL SYSTEM CONFIGURATION)

يتكون من ثلاثة أجزاءٍ رئيسية

1. محطة الممرضة Nurse Station
2. محطة المريض Patient Station
3. محطة التحكم الرئيسية.

محطة الممرضة Nurse Station

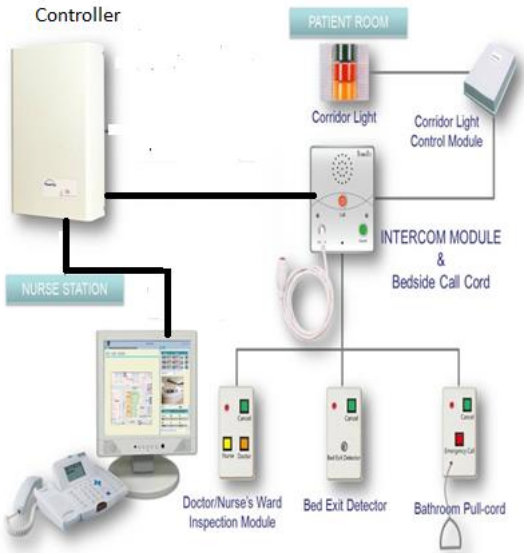
تتكون من جهاز التليفون لاستقبال الاستدعاءات، ويكون بها أيضا شاشة عرض لنداءات المرضى حيث يُعرض عليها كل ما يخص النداء من مكان ونوع الحالة.....الخ. بالطبع هناك أشكال متعددة لهذه الوحدة.

وبعض الوحدات تكون مزودة بإنذار صوتى وضوئي لتنبيه ممرضة الاستقبال لوجود طلب من أحد المرضى بإحدى الغرف أو دورات المياه، ويمكن التحكم في مستوى صوت هذا الإنذار. أيضا اللوحة تكون مزودة ببطاريات تعمل في حالة انقطاع التيار الكهربي.

ويظهر من خلال اللوحة رقم الغرفة أو رقم السرير حسب التوصيل ولذلك يتم برمجتها لظهور أرقام عليها من (0) إلى (999) وبالتالي تُمكن طاقم التمريض من الاستجابة لطلب المريض الذي يحتاج المساعدة من خلال رقم الغرقة ورقم السرير عند ظهوره على الشاشة. ومن الممكن في بعض الأنظمة ظهور ثلاث استدعاءات من مرضى بغرف مختلفة على نفس اللوحة في نفس الوقت وهنا الأولوية تكون للحالة الأكثر خطورة.

محطة المريض (Patient Station)

تشبه جهاز الإنتركوم، ويتصل بها بعض من الحساسات وأزرار وأجهزة الاستشعار التي تظهر في الصورة ويتصل بها أيضا لمبات التحذير تعلق على باب غرفة المريض أو فوق حمام غرفته. وتتصل هي نفسها مباشرة بالـ Main Controller، الذى يتصل أيضا مباشرة بالـ Nurse Station كما في الصورة.



كيف يعمل النظام:

عندما يحتاج المريض للمساعدة، تبدأ عملية الاستدعاء من جهة المريض، وهناك عدة طرق يستخدمها المريض للاستدعاء فيمكن أن يتم استدعاء الممرضة عن طريق جهاز الـ (Bead Head Unit BHU)، لكن ويوجد عدة طرق أخرى للاستدعاء منها:

1 – الضغط على زر بجانبه (شكل رقم 1)

2 – استخدام الريموت كنترول (شكل رقم 2)

3 – يقوم بشد خيط وذلك في حالات خاصة على حسب حالته (شكل رقم 3)

4 – يضغط بقدمه على زر بجانبه. أو بلمس سلكٍ بجانبه.

5 – يستخدم شاشة يقوم باللمس عليها (شكل رقم 5)

6 – يستخدم التليفون بجانبه (شكل رقم 6)

7 – وهناك أجهزة استشعار تعمل أتوماتيكيا إذا غادر مكانه مثلا أو أصاب السرير ماءٌ(رقم7)

كما يمكن أن تكون وسيلة الاستدعاء بالضغط على زر كما في الشكل

أو تكون على شكل ساعة يرتديها المريض لطلب الدعم في حالة البعد عن غرفته وتسهل الوصول إليه.

Figure 1 wearable call point

أو من خلال وحدة الاستدعاء أسفل الوسادة والتي تحتوى أيضا على مكبر صوت يُمكن المريض من التحدث مع الممرضة مباشرة، كما تحتوى أيضا على ازرار للتحكم في التلفاز والإضاءة.

ويمكن أيضا الاستدعاء في الحمام من خلال زر يمكن سحبه ويكون موجود بجانب ال Toilet واخر عند ال shower وينزل من هذا الزر خيط الي الأرض حتي يتمكن المريض من شده إذا – لا قدر الله – سقط على الأرض، بالتالي الإشارة الناتجة عنه تدل علي حالة طارئة جدا

كما يمكن الاستدعاء من خلال Code Blue Device: وهذا الجهاز مرتبط بالجهاز السابق Toilet Pull Cord Station، ويكون موجود بجوار ال patient station ويستخدم فقط من قبل الممرضة ليس المريض، ولا تزول إشارة الطوارئ الناتجة من شد ال Toilet Pull Cord Station الا من خلال Code Blue Device.

وبعدما تم الاستدعاء من جهة المريض بأيٍ من الوسائل المتاحة السابقة، يذهب هذا الاستدعاء الى غرفة التحكم الرئيسية من خلال إشارات عبر الأسلاك، أو لاسلكيا باستخدام شبكة الواى فاى وتترجم هذه الاشارات الى معلومات بمكان المريض وحالته من خلال شاشة في غرفة التمريض توضح رقم الدور والغرفة التي تطلب الدعم ويمكن تزويدها بجهاز إنذار لتنبه فريق التمريض في حالة بعدهم عن الشاشة فيتثنى لهم الانتباه والتوجه للشاشة لمعرفة معلومات الدعم. وهذه الـ work station مثل جهاز الكمبيوتر للتعامل مع اي شيء يخص الغرفة.

كما يمكن أن تتلقى الممرضة تليفوناً من المريض وتعطيه رداً بأنها آتية إليه من خلال جهاز - Master Nurse Station الموجود عند الممرضة والذي من خلاله تستطيع الرد علي المريض ورؤية الاشارات المرسلة من الغرفة.

ملحوظة: وهناك أنواع مختلفة للاستدعاءات، فهى ليست فقط استدعاء من المريض للممرضة Patient Call بل هناك استدعاء بين الأطباء والممرضات، أو بين الممرضات وبعضهنStaff Assist ، ولكل نوع من أنواع الاستدعاءات لمبة بيان بلون مختلف أمام حجرة المريض:

وبمجرد حدوث الاستدعاء تضاء لمبة بيان على باب المريض، وهي لمبة تتكون من لون واحد أو ثنائى اللون وتوضع أعلى باب الغرفة وكذلك فوق باب الحمام من الخارج وذلك لمعرفة وجود طارئ داخل الغرفة أو الحمام.

وتساعد هذه اللمبة في وصول الممرضة بسرعة للغرفة المطلوبة بدلاً من أن تبحث في أرقام الغرف عن الرقم المنشود، وأيضا إذا كانت الممرضة بالفعل في الممر الموجود به غرفة الاستدعاء فإنها ستصل للمريض فوراً بدلاً من أن تعود لغرفتها ثم تتلقي النداء على شاشة nurse station.

ويتوقف النداء عندما تصل الممرضة إلى المريض وتضغط على زر الايقاف cancel الذي يوجد على كل زر استدعاء أو جهاز استشعار عند المريض.

وتجدر الإشارة إلى أنه أحيانا يكون هناك جهازان متعلقان بالإضاءة يتم تركيب الأول علي باب الغرفة ويسمى بالـ Corridor Dome Light ويتم تركيب الثاني في بداية الممر وهو Corridor Zone Light.

LI380 Corridor Dome Light

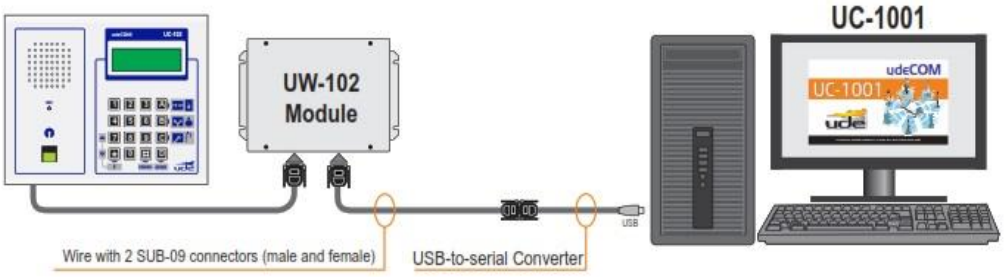
فأما الـ Corridor Dome Light فهو عبارة عن مجموعة من اللمبات كل منها له لون و يستخدم للدلالة علي نوع حالة الإشارة المرسلة من المريض علي سبيل المثال فإنه في الحالة الطبيعية تكون اللمبة البرتقالية مضيئة للدلالة علي أن كل شيء بخير وتعتبر كمنظر جمالي علي الباب، ولكن في حالة استدعاء المريض للممرضة (لاي سبب غير طارئ)، فإن اللمبة البيضاء هي التي تضئ. أما في حالة الضغط علي pull cord فإن اللمبة الحمراء تضيئ للدلالة علي وجود حالة طارئة.

وإذا دخلت الممرضة ووجدت الحالة خطرة وقامت بالضغط علي code blue فإن اللمبة الخضراء تضئ، وهى – أي اللمبة الخضراء – صاحبة الأولية، بمعني أنه في حالة أن اللمبة الخضراء مضاءة أعلى غرفة ما، وهناك لمبة حمراء علي غرفة أخرى، فإن الأولوية أن تذهب الممرضة للغرفة صاحبة اللمبة الخضراء.

وأما الـ Corridor Zone Light فهو عبارة عن لمبة توضع علي كل ممر (Corridor) بحيث تدل الممرضة علي الممر الذي توجد فيه الغرفة صاحبة الإشارة فربما يكون هناك أكثر من ممر.

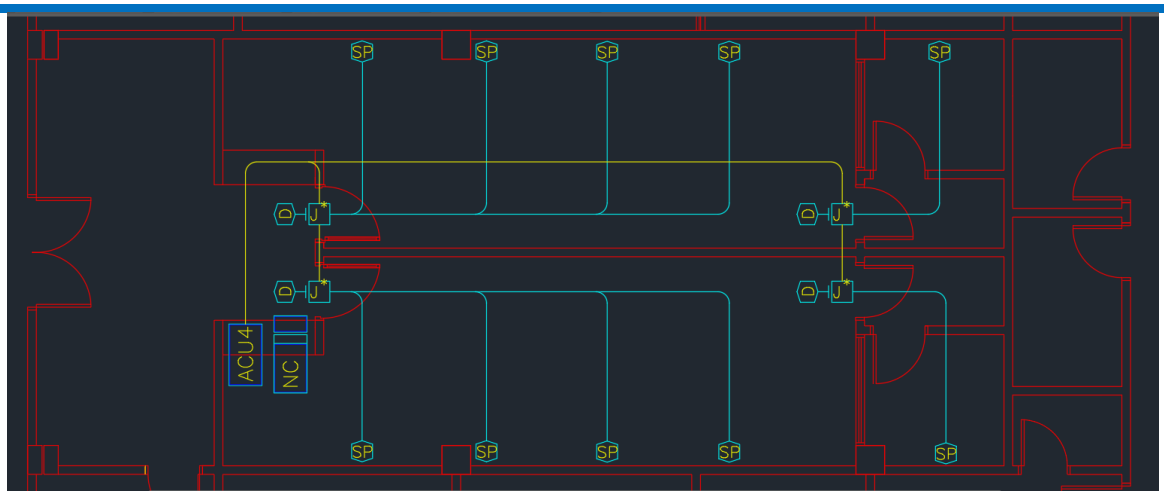
نظام التشغيل والمراجعة:((Management unit)

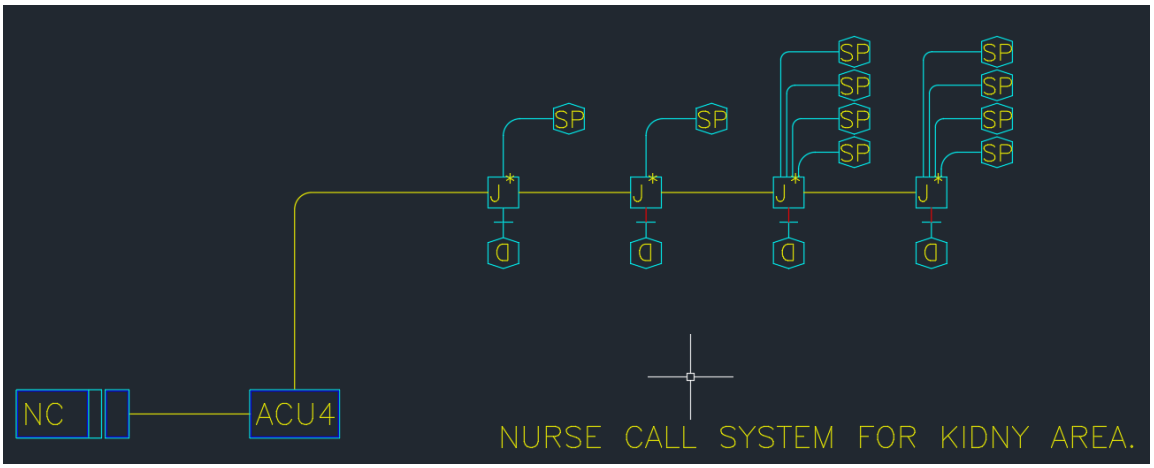
يلحق دائما بهذا النظام جهاز كمبيوتر مثبت عليه برنامج التشغيل الخاص بنظام استدعاء الممرضات مما يتيح المتابعة المرئية لجميع الحركات والانشطة الخاصة بالنظام وتخزين البيانات للرجوع إليه عند الحاجة.



خطوات تصميم نظام الـ NURSE CALL التقليدي:

نبدأ التصميم بوضع جهاز الاستدعاء في كل غرفة. والشكل التالي يمثل جزءا من مستشفى به شبكة تقليدية، حيث يوجد عنبرين، بكل عنبر أربعة أسرة، ولكل سرير زر استدعاء SP تتجمع جميعا على باب العنبر حيث لمبة البيان D الخاصة بالعنبر في صندوق التوزيع J الذى يتغذى من وحدة تغذية كهربية ACU، مع ملاحظة وجود زر استدعاء منفصل ولمبة منفصل للحمام، كما أن جميع هذه الإشارات تظهر عند Nurse Call Station, NC.

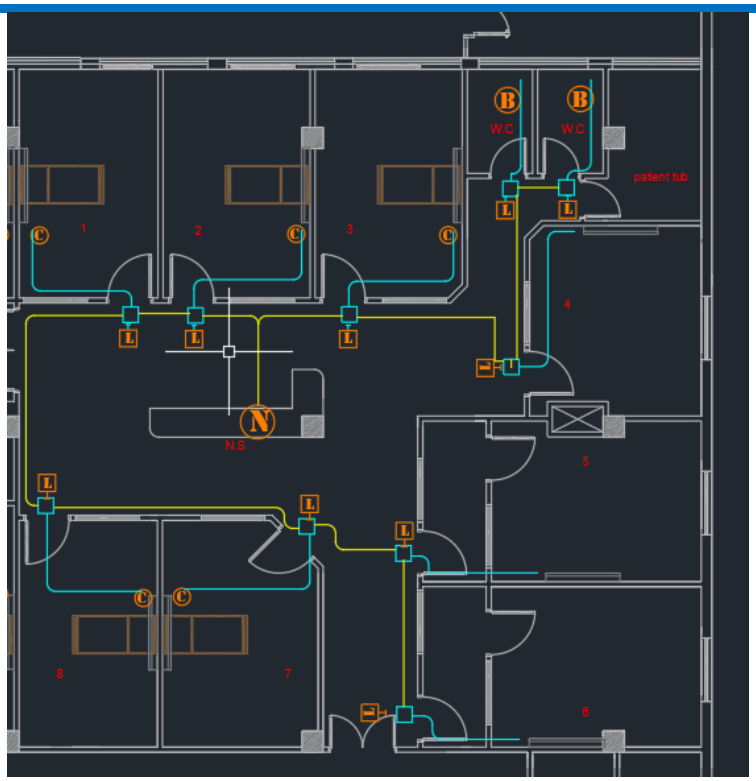




لاحظ أن التوصيل يبدأ من الـ master power supply، وفي أغلب أنظمة التيار الخفيف يتم التغذية من خلال الـ UPS، فيتم التوصيل بين الـ master power supply وبين الـ Fuse Junction Box، ويوجد FJB لكل دور وهو بمثابة نقطة التوزيع للدور بأكمله.

يتم بعد ذلك توصيل شاشة الـ LCD التي تظهر عليها إشعارات الاستدعاء الخاصة بالدور بالـ FJB

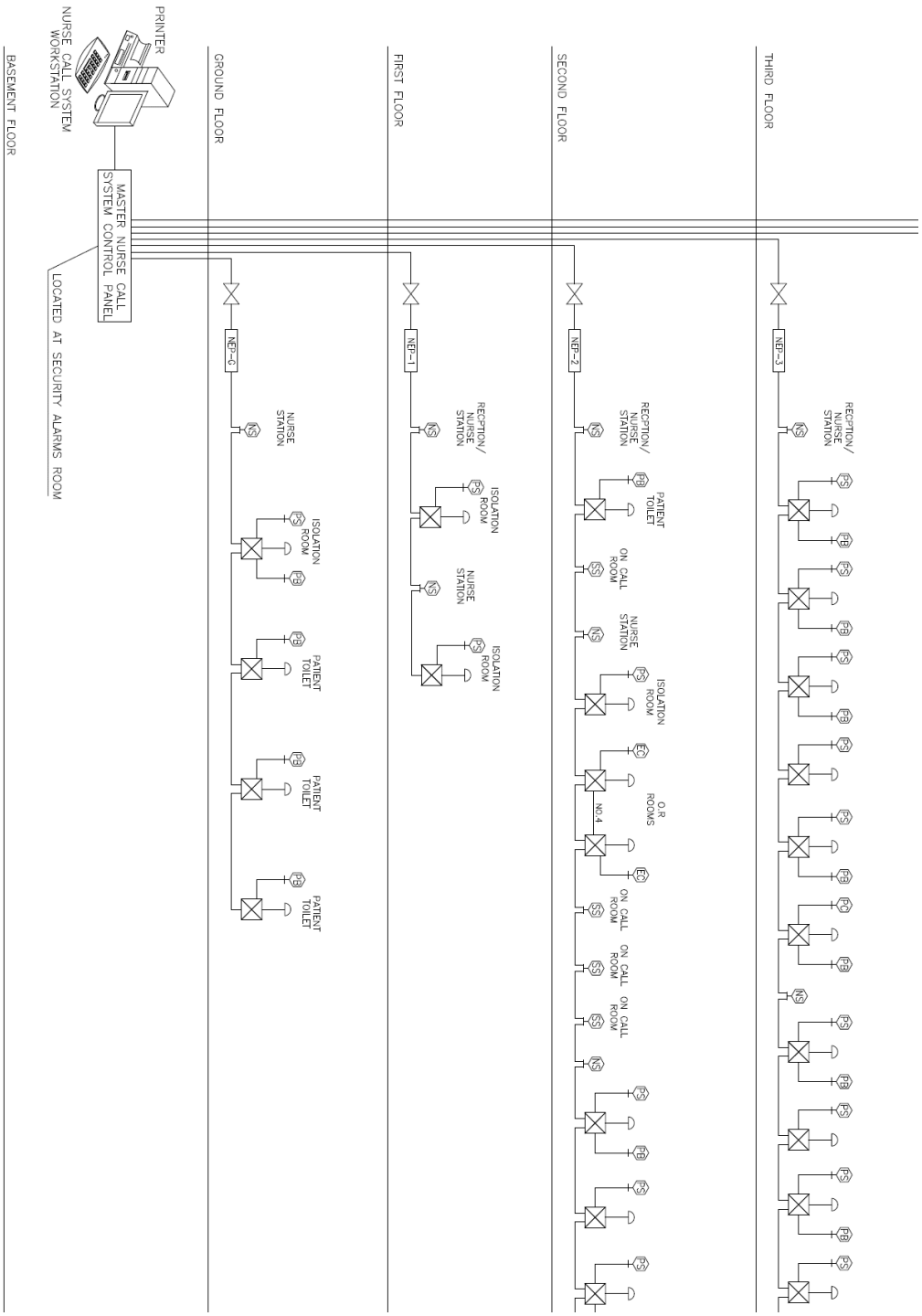
وبالطبع هذا نظام مبسط جدا لا يتعدى مجرد لمبات بيان تظهر الاستدعاء، وبالتالي يختلف تماما عن الأنظمة المتطورة IP Network الذى يظهر نموذج له في الشكل التالى، والذى يبدو لا يختلف كثيرا في طريقة التوزيع على الـ Plan عن النظام السابق، فالتوزيع من الـ nurse Station, N، وهى تتصل بكل أماكن الاستدعاء في الغرف C أو في الحمامات B أو متصلة بالـ Bed Head Unit فوق السرير. وكذلك تتصل باللمبات L.



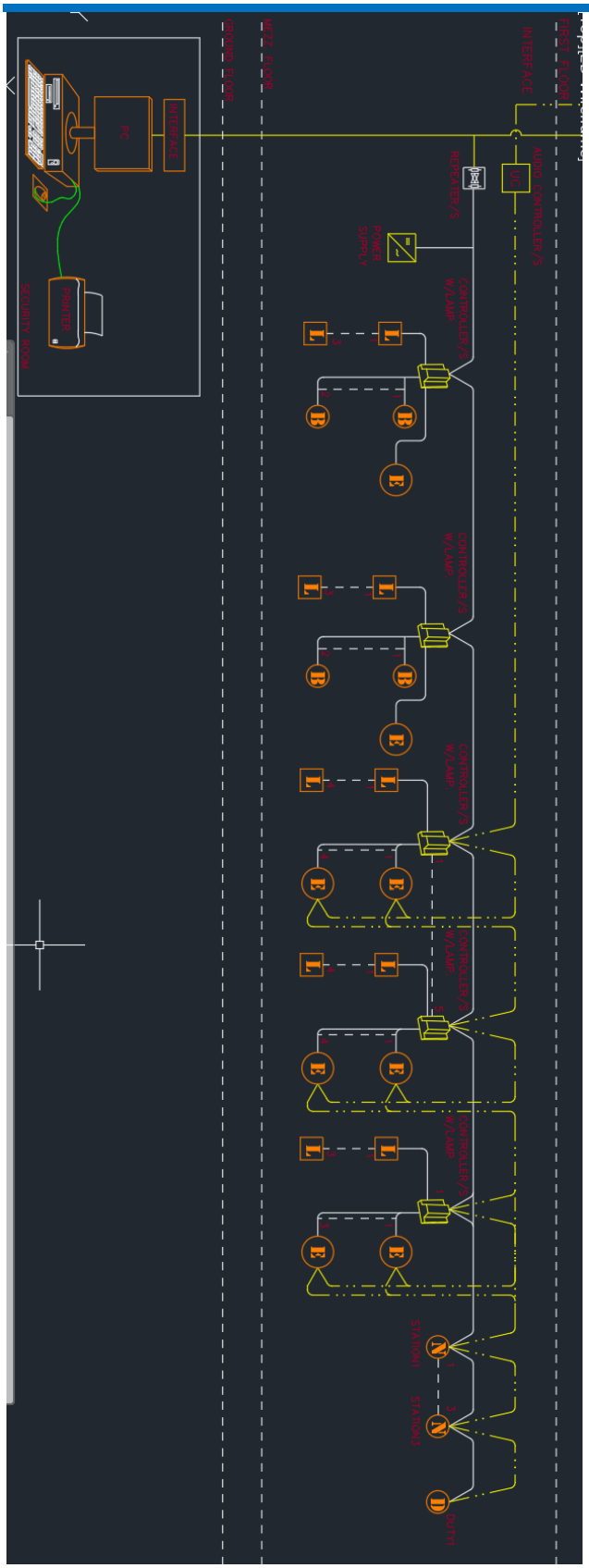
لكنه نظام الـ IP system يختلف كليا في شكل الـ riser الخاص به كما في الجزء التالى.

تصميم نظام الـ IP NCS:

الأمثلة التالية يمثل نماذج أخرى بطريق عرض مختلفة قليلا. حيث يوجد بكل دور Local Control Panel يمكن أن يتجمع عليها من 100–120 جهاز (قدرتها في حدود 500 وات) حسب المصنع ثم تتصل هذه اللوحات بالـ Master Nurse Call Station



وهنا مثال أكثر وضوحا (راجع ملحق الأتوكاد) .



NURSE CALL SYSTEM

(P)	PATIENT ROOM UNIT BED CONNECTION & INTER FACE WITH READING LIGHT
(B)	BATH ROOM / SHOWER UNIT
(D)	DUTY STATION WITH AUDIO, LCD AND DURESS ALARM PUSH BUTTON
(N)	NURSE CALL UNIT WITH AUDIO & LCD DESKTOP TYPE
(L)	ROOM LAMP
LED	NURSE CALL LED DISPLAY
(E)	EMERGENCY BUTTON

7

دوائر المراقبة التلفزيونيةCCTV

نظام المراقبة أو ما يُعرف بنظام الدوائر التليفزيونية المغلقة Closed Circuits Televisions، (CCTV) هو عبارة عن نظام للمراقبة المرئية و الصوتية، وتسجيل الأحداث المختلفة التي تجري في مناطق المراقبة بالصوت والصورة لكن في دوائر مغلقة، بمعنى أنه ليس كل الناس يمكنها الاطلاع عليها مثل التلفزيون العادى، ومن هنا سميت دوائر تلفزيونية مغلقة. وحتى مع استخدام الـ IP CCTV ونقل الصورة عبر الإنترنت لايزال الأمر مغلقا على من له صلاحية الاطلاع على محتوى الكاميرات فقط.

ويتم استخدام هذا النظام في العديد من التطبيقات الهامة مثل: الأمن، إدارة الإنتاج، الرعاية الصحية، و المجالات العسكرية إلخ.

ويعتبر نظام الـ CCTV من الأنظمة المستخدمة لمنع حدوث الجرائم، وهذا يعنى أنه لا يجب أن تكون الكاميرا مختفية بل يجب أن تكون واضحة ويجب أن يعلن صراحة وبوضوح أن هذا المكان مراقب، وعدم توضيح ذلك يعتبر جريمة أخلاقية. لكن هذا لا يمنع أن تكون الكاميرات بعيدة عن متناول اليد حتى لا تتعرض للعبث.

ونظام المراقبة التلفزيونية أصبح من الأنظمة الأساسية في المشروعات الكبيرة والمتوسطة ، وأصبح لزاما – كما في السابق كنت تأخذ تراخيص معمارية وإنشائية ومتطلبات safety – أصبح الآن لازما أن تأخذ تراخيص من لجنة الرصد المرئى التابعة لوزارة الداخلية في مصر لهذا النظام ، وأصبح هناك قواعد ملزمة بتركيبه ، ولكل مكان (مستشفى / مول / مدرسة / محل إلخ) قواعده المكتوبة من قبل هذه اللجنة.

الأساس العلمى للنظام

وبصفة عامة فإن مشاهد الفيديو ليست إلا تتابع للصور لكن بسرعة كبيرة فالعين إذا رأت صورا تعرض بسرعة أكبر من 12 frame per second فلن تستطيع أن تفرق بين صورة وأخرى بل ستعتبرها مشاهد متحركة. ومن هنا كان العنصر الأساسي في منظومة الـ CCTV هو الكاميرا التي ستلتقط الصور بسرعة كبيرة وتتابع سريع (25 frame per second

fps في نظام الـ PAL الأوروبي، وبعدد 30fps في نظام NTSC الأمريكي)، حتى تستطيع أن تقنعك أن ما تراه هو مشاهد متحركة وليست مجموعة صورة منفصلة.

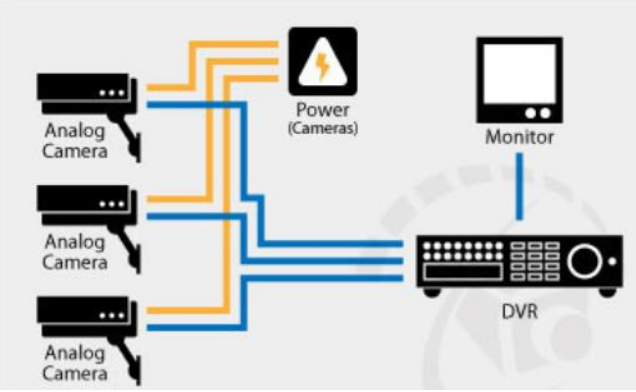
وبالتالي فجودة الفيديو هو في الحقيقة جودة الصورة الملتقطة، والتي يعبر عنها بمصطلح آخر هو الـ resolution. وتقاس في الأنظمة الـ Analog بالـ TV Lines بمعنى كم خط يكون الصورة كما سنرى لاحقا، أما في أنظمة الـ Digital فتقاس بالـ Mega Pixel وهى عدد النقط المكونة للصورة في وحدة المساحات كما سنرى. لكن هي أحد العوامل المؤثرة في تحديد جودة الكاميرا وليست العامل الوحيد كما سنرى.

العناصر الأساسية في نظام المراقبة الـ ANALOG

يوجد نظامان أساسيان، الأول هو analog CCTV، والنظام الآخر هو IP (Digital) CCTV. وسنتعرف خلال هذا الباب على كافة التفاصيل الخاصة بهذه الأنظمة. وسواء كان النظام Analog or Digital (IP) فتقريبا العناصر الأساسية المكونة للنظام موحدة وهى:

1- الكاميرات
2- كابلات نقل البيانات
3- شاشات العرض Monitors
4- وحدات التسجيل Digital Video Recorder, DVR

والشكل التالي يظهر نظام تقليدي لمنظومة المراقبة analog system، حيث يتكون من الكاميرات المتصلة بالجهاز التسجيل DVR المتصل بجهاز العرض Monitor. وهذه المنظومة سهلة التركيب فأجهزة الـ DVR لا تحتاج لبرمجة، وما عليك سوى شراء الأجزاء الأربعة وتركيبهم بنفسك دون الحاجة لمتخصص. كما أنها لا تحتاج لصيانة تقريبا. والأهم من ذلك أن تكلفتها الآن منخفضة جدا مقارنة بمنظومة الـ IP system، ولا يتعدى ثمنها عدة مئات من الجنيهات.



وفيما يلى عرض مختصر لأبرز سمات كل عنصر من هذه العناصر.

الكاميرات

الكاميرا هي العنصر الأهم في النظام، وهى المسؤولة عن التصوير ومعالجة الضوء، وإرسال هذه الإشارات إلى أجهزة الـ DVR، Digital Video Recorder الذي يحول الإشارة إلى Digital ثم يخزنها في Hard disc، وفى نفس الوقت يرسلها إلى أجهزة العرض (Monitor) كما في الشكل السابق. وبالتالي فمن الواضح سهولة هذا النظام وبساطته.

ويمكن أن نقول أن أهم عيوب الكاميرات الـ analog أن قدرة كاميرات الـ analog على تحليل البيانات المخزنة والواصلة من الكاميرات محدودة جدا مقارنة بنظام الـ IP. ولذلك فهذا النظام يحتاج لعدد كبير من المراقبين الذين يراقبوا شاشات العرض بقدرتهم البشرية المحدودة (قد ينعس وقد يسهو وقد يغادر مكانه هنا أو هناك) بينما يوجد في نظام الـ IP سمة مهمة هي الـ Video content analysis التي تغنى عن كثرة عدد المراقبين كم سيتضح لاحقا.

وفى حالة الكاميرات الـ analog فإن الكابلات قد تكون Coaxial إذا المسافة أقل من 300 متر أو استخدام signal Amplifiers لتكبير الإشارة والوصول لمسافة تصل إلى 900 متر. وهذه الكاميرات تحتاج إلى مصدر كهرباء 12 or 24 V DC. وإذا كان هذا المصدر بعيدا عن الكاميرا فيجب حساب الـ Voltage drop للتأكد من وصول الجهد بقيمة مقبولة. وهناك تصنيفات وتقسيمات كثيرة للكاميرات تعرض تفصيلا في الفصل الثاني من هذا الباب.

أجهزة التسجيل:

يوجد نوعان من هذه الأجهزة:

- الأول يسمى Digital Video Recording، DVR و يستخدم مع الـ analog cameras فقط لأنه يحول إشاراتها من analog إلى Digital ثم يقوم جهاز الـ DVR بتسجيل الفيديوهات على Hard Disc ليخزن عليه ما تم تسجيله.
- أما النوع الثاني فيسمى Network Video Recording، NVR ويستخدم مع الأنظمة المتصلة بشبكة النت والـ IP-Camera.

أهم مواصفات جهاز التسجيل:

العوامل التالية هي أهم ما يؤثر على تحديد المواصفات المطلوبة فى جهاز التسجيل:

1- عدد الكاميرات التي يتم التسجيل منها. فتختلف أجهزة التسجيل عن بعضها البعض من حيث عدد مداخل الكاميرات. وهناك عدة أنواع قياسية (4 و8و9و16و32 مدخل).

2- سعة التخزين. تعتبر سعة التخزين من أهم مميزات جهاز التسجيل، وتؤثر سعة التخزين على المدة الزمنية للتسجيلات. وتملك هذه الأجهزة hard Disc واحد على الأقل، وغالبا تستخدم الأجهزة الحديثة أقراصا بسعات تبدأ من(1 TB).

3- سرعة التسجيل fps، Frame per second: من المعلوم أن العين البشرية تستطيع أن تميز تتابع الصور بحد أقصى حوالي 12 frame per second لكن إذا زاد العدد عن ذلك ستشعر العين أن هذه ليست صورا بل هي فيديو حي ومتحرك، وهو في الحقيقة مجموعة صور لكن متتابعة بسرعة عالية جدا بالنسبة للعين. وتعتبر سرعة التسجيل من أهم الميزات التي يجب أن تتوفر في المسجل، وهناك نظامان مشهوران لتسجيل الفيديوهات: الأول نظام الـ PAL وهذا يسجل 25 Frame per second وهو منتشر في أوربا. أما الثاني

فهو نظام الـــــ NTSC ويستخدم 30 Frame per second وهو أكثر انتشارا في أمريكا. ويعُبر عن مشهد ملتقط بسرعة 25 صورة في الثانية في نظام (PAL) أو 30 صورة في الثانية في نظام (NTSC) بمصطلح الزمن الحقيقي (Real Time)، ويعني تتابع الصور بسرعة تشُعر المراقب بأنه يرى مشهد حقيقي بدون أي انقطاع.

وأجهزة التسجيل يجب أن تكون ملائمة لعدد الكاميرات فإذا كان لدينا جهاز تسجيل سرعته 100 فريم في الثانية فيجب ألا يتصل به أكثر من أربع كاميرات لكي يقوم بتقسيمها بشكل متساوي بحيث لا يكون معدل عرض الصورة بالثانية لكل كاميرا أقل من 25 فريم في الثانية.

4- دقة (جودة) التسجيل Video Recording Resolution: تعبر هذه الميزة عن عدد الـ(Pixel)، أفقيا وعموديا في الصورة المسجلة الواحدة، وهناك عدة خيارات حسب نوع المسجل الرقمي المستخدم، مثال:

دقة قياسية	384*288 H*V
دقة عالية	704*288 H*V
دقة عالية جدا	2048*1536 H*V

وكلما اختارنا صورة ذات دقة عالية كلما حصلنا على صورة نقية، ولكن هذا سيكون على حساب حجم التخزين.

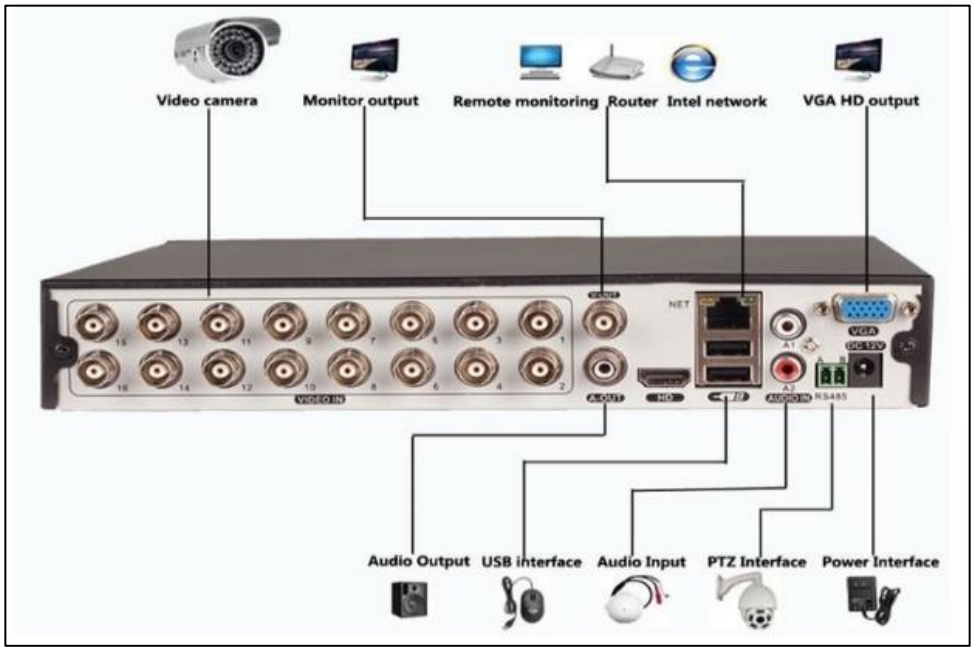
5- نوعية (نمط) التسجيل Recording type: متواصلة – مرتبطة بالحركة – مرتبطة بحساس.

تؤمن أجهزة التسجيل الرقمية عدة خيارات لعملية التسجيل، من أهمها:

- التسجيل المستمر (Continuous) حيث يتم التسجيل بشكل متواصل، ولا يتوقف التسجيل إلا بإعطاء أمر إيقاف التسجيل.
- التسجيل باكتشاف الحركة Motion: يتم التسجيل عقب اكتشاف حدوث حركة في المشهد، حيث يتم تحديد إطار محدد لتفعيل التسجيل في حال حدوث حركة ضمن هذا الإطار، ويتوقف التسجيل بتوقف الحركة.
- التسجيل بتفعيل مدخل إنذار (Alarm): يبدأ التسجيل في حال تفعيل مدخل إنذار معين (حساس حركة، حساس حريق، حساس صوتي، حساسات مغناطيسية للأبواب)، ويتوقف التسجيل بزوال هذا الإنذار.
- التسجيل المجدول(Schedule): يتم التسجيل من خلال جدول محدد من قبل المراقب، حيث يحدد وقت وتاريخ بدء وانتهاء التسجيل، ونوع التسجيل.
- التسجيل حتى امتلاء القرص الصلب (Write Once): يتم التسجيل على الأقراص الصلبة إلى أن تمتلئ، وعندها تتوقف عملية التسجيل.
- التسجيل بالكتابة المستمرة (Overwriting): يتم التسجيل على الأقراص الصلبة إلى أن تمتلئ، وتستمر عملية التسجيل بالتسجيل على المقاطع الأقدم زمنيا وهكذا.

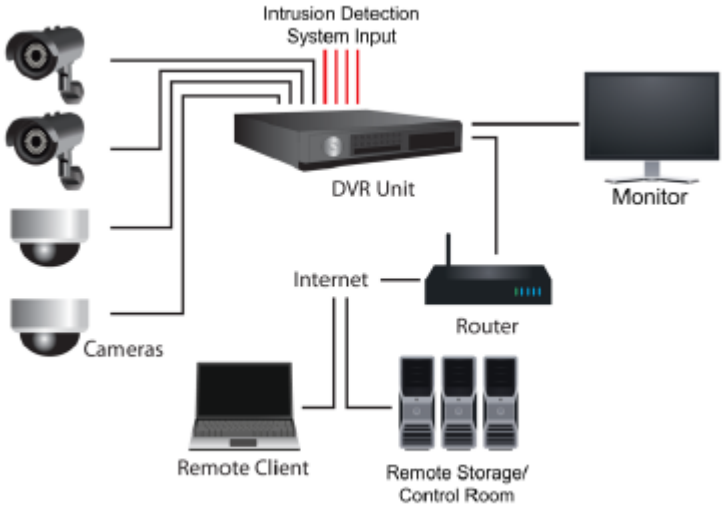
أهم المخارج المتاحة في جهاز الـ DVR

تأتى أجهزة الـ DVR عادة مزودة بالمخارج التي تظهر في الصورة التالية:



لاحظ من شكل المداخل الظاهرة في الصورة السابقة وجود الآتى:

- عدد (16 مخرج) لربط الكاميرات مباشرة على الـ DVR بسلك منفصل لكل كاميرا.
- هناك مخرج BNC لتوصيله بشاشة العرض من خلال كابل coaxial، وهذه الشاشة يمكنها بواسطة البرمجة لجهاز الـ DVR أن تعرض صور الكاميرات كلها متزامنة أو متتابعة أو عرض صورة أو أكثر بطريقة ثابتة وتبادل عرض باقى الكاميرات إلخ.
- يوجد أيضا مخرج RJ 45 يمكن من خلاله توصيل الـ DVR إلى Router لنقل الصور الملتقطة وعرضها في مكان آخر remote monitoring عبر النت (بعض الـ DVR فقط فيها هذه الإمكانية) كما في الشكل التالي.

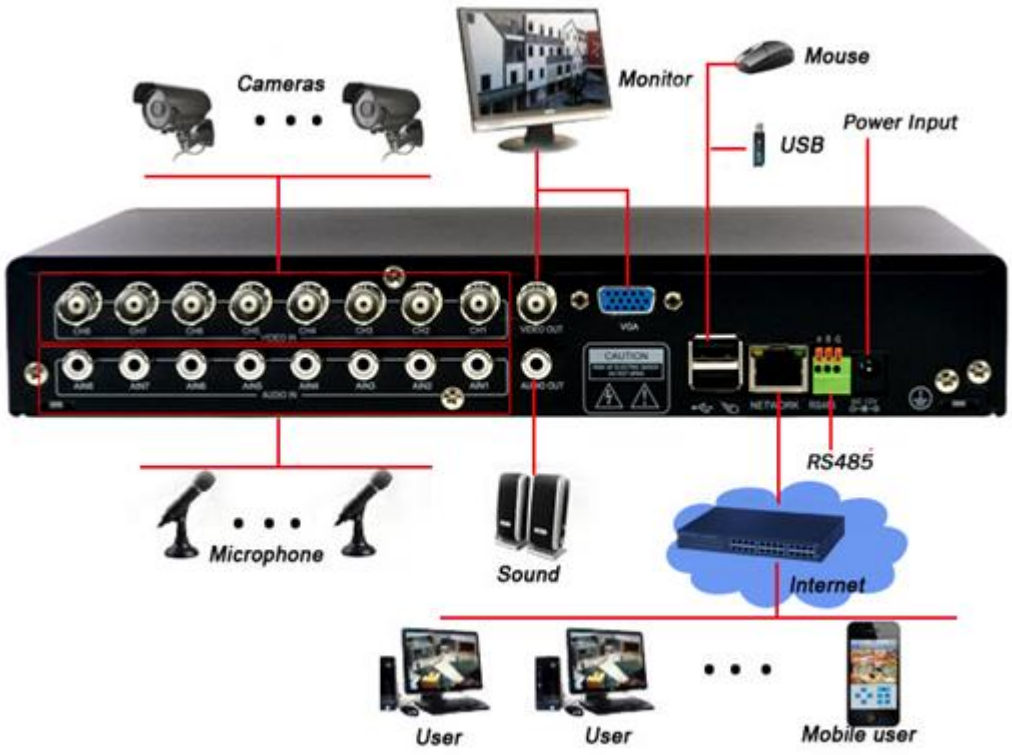


- هناك مخرج (RS-232) الذي يستخدم للربط مع الحاسب أو من أجل عمليات التحكم.

- وهناك مخرج لتوصيل الصوت إلى جهاز الـ DVR (Audio I/P) ومخرج آخر (Audio O/P) لتوصيل الصوت خارج الجهاز إلى سماعات خارجية مثلا.

عند شراء الـ DVR يتم شراء Hard Disk قد تصل مساحته إلى 1 Tera أو أكثر، ويتم تحديد مساحة الـ Hard Disk حسب المدة المراد تسجيلها، ولابد من تحديد هل سيتم الاحتفاظ بها عند امتلاء الـ HD أم سيعاد التسجيل فوقها. والفصل الثالث مخصص بالكامل لشرح هذه الأجهزة.

ويفضل ألا يتم تسجيل أحداث أكثر من 16 كاميرا على الـ DVR الواحد، فإذا كان لديك عدد أكبر من كاميرات فيجب أن يكون لديك أكثر من DVR. (عدد الـ DVR تقريبا = عدد الكاميرات مقسوما على 16).



كيفية حساب حجم التخزين المطلوب:

يتم حساب حجم أقراص التخزين لأجهزة التسجيل حسب القانون التالي

$$\left(\frac{Size * fps * C * Hours * 3600}{10^6}\right) * Tr$$

حيث:

- Size حجم الصورة الواحدة (KB)
- Fpsعدد الإطارات بالثانية.
- Hoursعدد ساعات التسجيل باليوم.
- Cعدد الكاميرات.
- 3600عدد ثابت يمثل تحويل من الساعة إلى الثانية.

- 10^6عدد ثابت يمثل تحويلKB إلى GB
- Tr زمن التسجيل الكامل (عدد الايام)

مثال

المطلوب حساب حجم أقراص التخزين الشهري (31 يوم) لنظام يحتوي على 16 كاميرا في حال استخدام دقة منخفضة 10 KB، وعدد الإطارات بالثانية 30، والجهاز يعمل 24 ساعة؟

نطبق القانون السابق فينتج:

$$Capacity = \left(\frac{10 * 30 * 16 * 24 * 3600}{10^6}\right) * 31 = 12856\ \text{GB}$$

شاشات العرض MONITORS:

أجهزة العرض عبارة عن التجهيزات التي تؤمن للمراقب رؤية شاملة لكل المناطق التي يغطيها نظام المراقبة المتكامل، حيث تؤمن للمراقب مشاهدة حية لكل كاميرات النظام، ويمكن من خلالها مراجعة التسجيلات.

وعند توصيف شاشات المراقبة يجب أن يُحدد الآتي:

١- **الصورة المعروضة** على الشاشة سواء كانت أبيض و أسود، أو ألوان.

٢- **عدد الشاشات** المُستخدمة في النظام وكقاعدة عامة في نُظم المراقبة يجب أن يُخصص شاشة لكل 8 كاميرات، أيضا في نُظم المراقبة يجب ألا يزيد عدد الشاشات التي يراقبها مُستخدِم واحد عن 8 شاشات، ففي نظام يتكون من 16 شاشة يجب على الأقل وجود شخصين للمراقبة. (في مصر حاليا لا يسمح بأكثر من تسع كاميرات على شاشة واحدة)

٣- **حجم الشاشة:** يعتمد على المسافة بين الشاشة والمُستخدِم الذي يراقب الشاشة، و تستخدم القاعدة الآتية كدليل لتحديد حجم الشاشة:

$$\boxed{\text{Monitor size(inches)} - 4 = \text{Maximum viewing distance(feet)}}$$

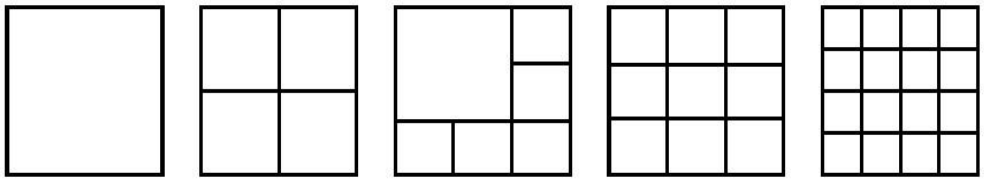
وكلما كان حجم الشاشة كبيرا كلما لزم أن نبتعد عن الشاشة أكثر، وهو ما نسميه البُعد الأصغر. و يلعب أيضا دور هام في تحديد المسافة العظمى للمراقب و التي بعدها يصعب على المراقب أن يرى الصورة بوضوح.

طرق الإظهار على شاشة المراقبة:

هنالك أكثر من نمط لظهور صور الكاميرات على شاشة المراقبة وتختلف حسب نوعية المسجل من حيث برنامجه وعدد مداخله من الكاميرات، ويمكن حصرها كالتالي:

- نمط الصـــورة الكاملة (Full Screen): حيث تظهر صـــورة إحدى الكاميرات المختارة من قبل المراقب على كامل شاشة المراقبة.

- نمط أربع صور: تظهر الشاشة مقسمة لأربع أقسام على شكل مصفوفة (2*2) كل منها تحوي صورة إحدى الكاميرات.
- نمط تسع صور: تظهر الشاشة مقسمة لتسع أقسام على شكل مصفوفة (3*3) كل منها تحوي صورة إحدى الكاميرات.
- نمط ست عشرة صورة: تظهر الشاشة مقسمة لستة عشر قسم على شكل مصفوفة (4*4) كل منها تحوي صورة إحدى الكاميرات.
- صورة داخل صورة(PIP): تظهر صورة كاميرا بوضع ملئ الشاشة وبأحد الزوايا تظهر صورة كاميرا أخرى بحجم صغير.



وبعض الأجهزة تؤمن إمكانية إظهار صورة إحدى الكاميرات بشكل كبير وبجانبها تقسيمات صغيرة لبقية الكاميرات.

الكابلات

يمكن تصنيف الكابلات بعدة طرق. فمن حيث الهدف من الاستخدام:

- هناك كابلات تستخدم لتغذية الكاميرات (power cable)، ويمكن استخدام أي كابل لتغذية الكاميرا بشرط ألا يحدث انخفاض في الجهد يؤثر على عمل النظام. وكابلات الـــــــ Power يجب أن تكون قادمة من UPS لضمان عدم انقطاع التسجيل أثناء انقطاع الكهرباء. وليس بالضرورة أن يكون هناك كابل قوى منفصل لكل كاميرا بل يمكن توصيل أكثر من عشر كاميرات على خط واحد بشرط ألا يحدث انخفاض في الجهد كما ذكرنا.

  علما بأن هناك أنواع من الكاميرات يكون كابل التغذية ضمن كابل الـــــــ Power Over Ethernet Data، POE.
- وهناك كابلات تستخدم للتحكم في توجيه الكاميرات (Control Cables)، فتستخدم كابلات خاصة للتحكم بمحركات الدوران والإمالة.
- وهناك كابلات تستخدم في نقل الـــــــمعلومات Data Cables RS485، وهذه تصل بين الكاميرا وبين الـــ Matrix، وكل كاميرا لها كابل مستقل.
- وفى حالة كاميرات الـ IP فإننا نستخدم كابلات الـ Data التي تحدثنا عنها في الفصل الأول من هذا الكتاب.

نظام الـــ IP CCTV

مع التطور الكبير في مجال التكنولوجيا الرقمية ظهرت شبكات المراقبة الرقمية متمثلة بكاميرات من النوع الـ IP– Cameras ومكنت هذه التكنولوجيا أصحاب الأعمال من المراقبة الحية والمباشرة وعلى مدار الساعة من أي مكان وزمان

في العالم لجميع أعمالهم ومصانعهم ومكنت عموم الناس من مراقبة منازلهم أثناء سفرهم عبر الشبكات المحلية (LAN) والبعيدة (WAN) والإنترنت، وذلك بالصوت والصورة.

وأمكن أيضا من خلال هذه التكنولوجيا التعامل مع الأحداث events، والإنذارات وجدولتها عبر مداخل ومخارج تحكم، وعبر عناصر كشف الحركة والصوت، وأصبح من الممكن طلب أحداث معينة ومشاهدتها بشكل آلي، وإرسال صور مسجلة إلى أماكن محددة، وتقارير إلى أشخاص محددين عبر البريد الالكتروني، أو عبر الرسائل القصيرة إلى أي هاتف محمول، وأصبح من الممكن عبر هذه المنظومة تفعيل / إيقاف الإنذارات، وفتح /إغلاق الأبواب، والتحكم بدرجة الحرارة، وإنارة الأضواء إلخ،

والكاميرا في هذا النظام يمكن اعتبارها كأنها جهاز كومبيوتر صغير، لها IP address خاص بها، كما أن الصور المرسلة منها لم تعد analog وتحتاج لتحويلها إلى digital كما في الكاميرات الـ Analog، ويمكنها كذلك إرسال هذه الصور عبر Data network دون المرور على DVR كما في النظام السابق.

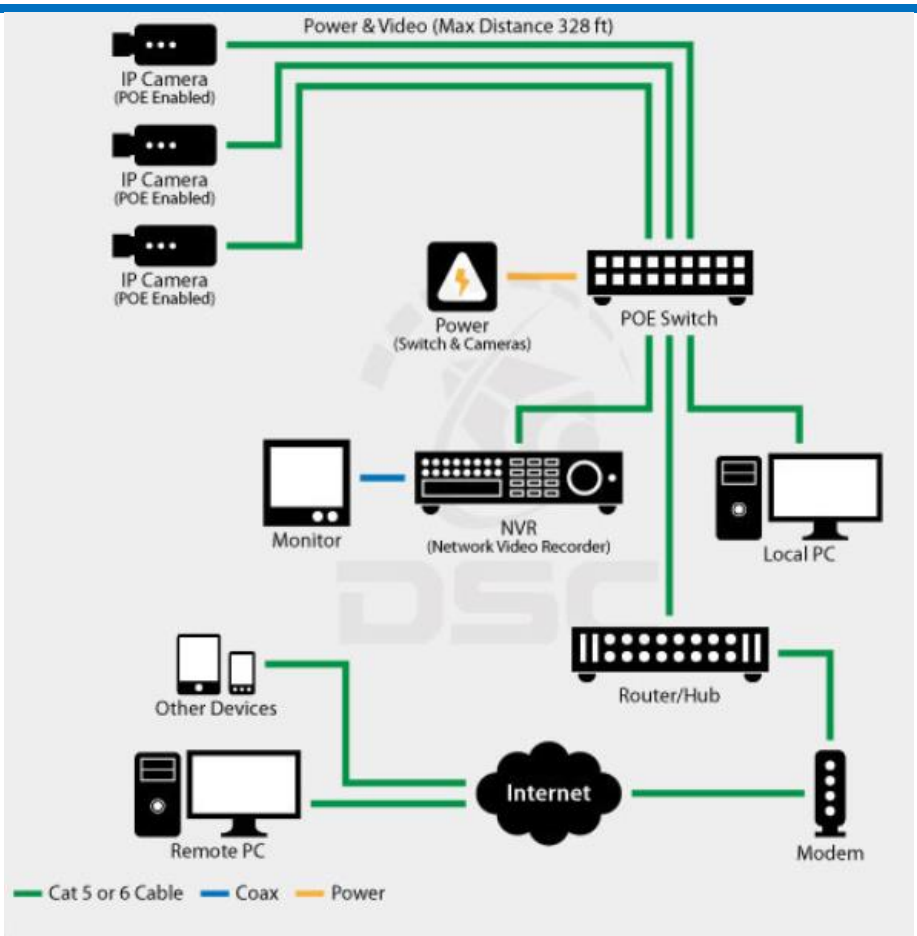
يلاحظ أن تكلفة الـ IP Camera مرتفعة مقارنة مع الكاميرات الـ Analog لكنها قليلة بالنسبة للمزايا الكثيرة التي توفرها هذه المنظومة.

وأبسط نظام للـ IP system يشبه النظام الـ analog تماما مع اختلاف المعدات، فبدلا من كاميرات الـ analog سنستخدم كاميرات IP وبدلا من الـ DVR سنستخدم جهاز التسجيل الخاص بهذا النظام والذي يعرف بـ Network Video Recorder، NVR (يكافئ الـ DVR في النظام القديم)، وبدلا من كابلات الـ Coaxial سنستخدم كابلات الداتا . وبالطبع سنحتاج أيضا إلى شاشات العرض. وبالتالي فالنظام مكافئ تماما للنظام السابق مع اختلاف المعدات المستخدمة. وهذا النظام يصلح مع الأعداد القليلة من الكاميرات.

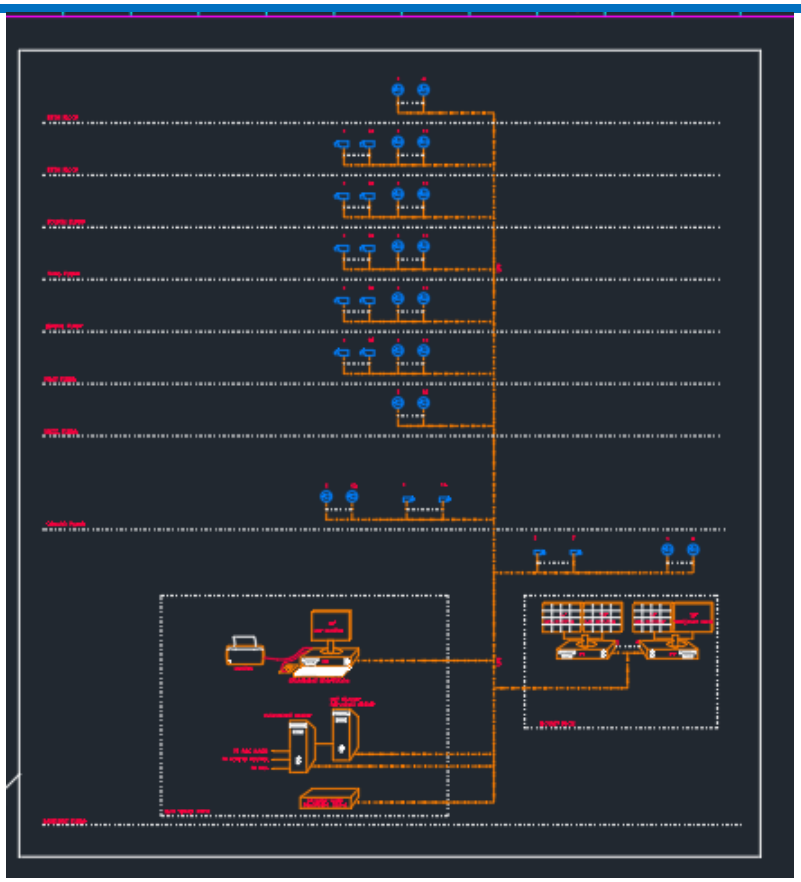
ونظام IP System في بعض الأنظمة الصغيرة يصبح أكثر بساطة في تركيبه خاصة أن الـ NVR يأتي ومعه الـ Software الخاص به والذي يقوم بالتعرف على الكاميرات التي يتم توصيلها إليه من خلال الـ Mac Address ويعطى لكل كاميرا IP Address، أي أنه يقوم في هذا النظام البسيط بدور الـ Switch في النظام الأكبر الذي أشرنا إليه.

أما لو كان لدينا عدد متوسط من الكاميرات فلن يتم توصيلهم إلى NVR مباشرة كما في الـ Analog DVR، لكن سنحتاج إلى توصيلهم أولا إلى الـ Switch قبل توصيلهم إلى الـ NVR، وسيتم التوصيل مع الـ NVR من خلال كابل data واحد وليس من خلال كابل منفصل لكل كاميرا كما في النظام السابق.

والشكل التالي يبين أهم عناصر نظام الـ IP–camera حيث يتصل هذا النظام بالنت من خلال الـ Router Modem، ومنه إلى جهاز حاسوب أو جهاز الموبيل الخاص بصاحب العمل. (يمكن مراجعة هذه العناصر في الفصل الخاص بالـ Data Network).



وأخيرا، ففي الأنظمة الأكبر من ذلك سنحتاج إلى أكثر من NVR أيضا إلى أكثر من Switch، بل سنحتاج إلى Sever لتخزين الفيديوهات. وبالتالي يتم تنظيم عملية نقل البيانات من الـ NVRs المختلفة إلى المخزن الرئيسي Sever الذي يتم تخزين البيانات عليه – بطرق تخزين مختلفة كما في الشكل التالى– نعرضها باختصار في نهاية هذا الجزء – والذي أيضا يستخدم أيضا في تحليل البيانات باستخدام الـ VCR كما في الجزء التالي.



ملحوظة هامة:

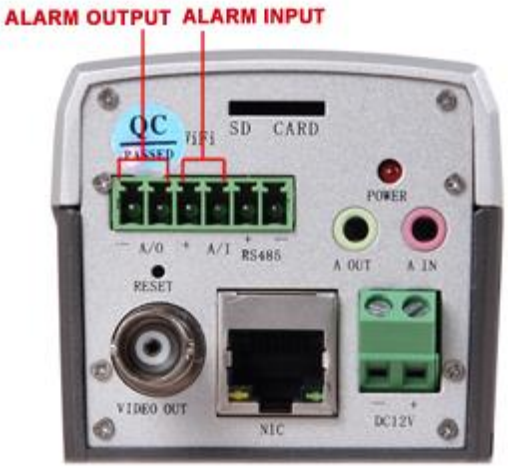
1- يمكن أن تكون هناك network مخصوصة ومستقلة للكاميرات، ويمكن أيضا استخدام نفس الـ Data network العامة للمبنى، لكن في حال توصيل منظومة الـ IP Cameras عبر منظومة الـ Data Network العامة في المبنى فيجب التأكد من أن كابلات وسويتشات الشبكة تتحمل bandwidth الإضافي القادم من منظومة الكاميرات (يقصد به حجم البيانات التي تنقل على الـ network وتقاس بالميجابايت لكل ثانية. وكلما زاد الـ Bandwidth كلما تطلب الأمر زيادة عدد الـ Switches بفرض أن الكابلات أيضا تتحمل هذا الـ BW الإضافي وإلا سيحدث ما يسمى Bottle neck في الشبكة.

2- يمكن أن يكون لدينا أكثر من server حسب حجم الداتا التي سيتم تخزينها وحسب نوعية الـ analysis التي ستتم على هذه البيانات.

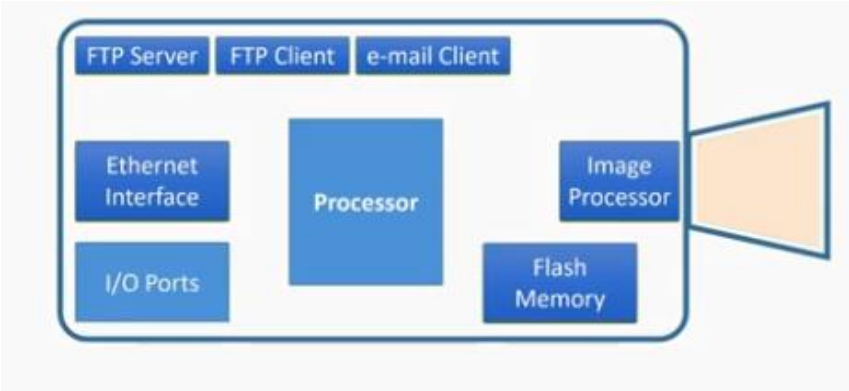
وصف كاميرات الـ IP

يمكن بمجرد النظر معرفة أن كاميرا ما من النوع الديجتال وذلك بالنظر إلى مخرج سلك الـ Data في الكاميرا فإذا كان RJ 45 فهو كاميرا ديجتال لأنها تستخدم كابلات الـ Data فقط ليس غيرها. والشكل التالي يبين كاميرا IP من الخلف حيث يصعب التمييز بين الكاميرات من الأمام أما من الخلف فمن الواضح ظهور مخرج الـ data وهو غير موجود سوى في هذا النوع من الكاميرات إضافة إلى مخارج أخرى مميزة سنتحدث عنها لاحقا مثل الـ Alarm in/out.

وفيما يلى بعض إمكانيات الـ IP camera والتي منها:



- FTP sever ،File Transfer Protocol وبواسطته تستطيع الكاميرا أن ترسل البيانات الموجودة بها إلى النت ومثله FTP Client لاستقبال البيانات من النت.
- الكاميرا بها processor ومن ثم فهي كومبيوتر صغير.
- وبها أيضا e-mail client ويستخدم لإرسال أيميل للعميل في حالة اكتشاف الكاميرا لإنذار معين،
- وبالكاميرا أيضا I/O ports لتوصيل الكاميرا بأجهزة خارجية مثل motion detector كأحد الـ Inputs التي تجعل الكاميرا تبدأ مثلا عملية التسجيل،
- ويمكنها أيضا أن تتصل بسارينة كأحد المخارج منها في حال اكتشافها لحالة تستدعى الإنذار.



ميزات حصرية لكاميرات الـ IP

- من أهم ميزات الـ IP system أيضا ما يسمى الـ Integration ويقصد به دمج نظام الكاميرات مع أنظمة أخرى لأغراض أمنية أو تجارية. فمثلا يمكن دمجه مع نظام الـ access door control لمنع أشخاص معينين أو التنبيه لدخول أشخاص معينين وهذا بالطبع لم يكن ممكنا بدون الـ Ip camera وبدون الـ Video analysis التي تتميز بها.
- بل يمكن أن تتكامل أنظمة الـ IP CCTV مع منظومة الإعلانات مثلا في مول فتحدد جنس الزوار الغالب وتعرض الإعلانات المناسبة لهم، أو تتكامل مع Building Management system حيث يمكن للكاميرا أن تحصى عدد الأفراد بالمكان ثم يقوم الـ BMS بالتحكم مثلا في نظام التكييف أو غلق النور في الأماكن الخالية إلى آخره.
- سهولة إدارة النظام من أي مكان من خلال الولوج للنظام عبر الشبكات السلكية أو اللاسلكية المختلفة وهذه في ظني من أهم الميزات فيمكنك عن طريق الموبيل مثلا مراجعة ما تشاء من البيانات المسجلة أو تعديل ما تشاء من قيم الضبط.

- استخدام كابلات الـ Data يمنع حدوث تداخلات أو تشويش على إشارة الفيديو مقارنة مع كابلات الـ Coaxial وغيرها من الكابلات.
- يمكن تغذية الكاميرا بنظام الـ Power Over Ethernet حيث يقوم كابل الداتا الخارج من الـ Switch بمهام التغذية الكهربية للكاميرا أيضا وليس فقط نقل البيانات منها (بالطبع بعد التأكد من أن الـ Power Budget المتاحة للـ Switch كافية لتغذية النوع المستخدم من الكاميرات). وهذا بالطبع سيوفر في الكابلات المستخدمة ومصادر الكهرباء التي نحتاجها.

الفروق بين نظام الـ Analog ونظام الـ IP

الكاميرات الـ analog بصفة عامة أرخص وأسهل في التركيب كما أن جودتها تتحسن، فالكاميرات الـ Analog HD أصبحت منتشرة ومتاحة، ورغم ذلك لاتزال جودة الصورة في الكاميرات الديجيتال أعلى بكثير من الـ analog فعلى سبيل المثال فإن الكاميرا 1.3 MP هي أفضل من أعلى كاميرا analog والتي تكون الدقة فيها في حـــــــــــــــــــدود (720 x 576) 0.4 MP، وكاميرات الـ HD analog تصل إلى (1080x1920) 2MP، ولك أن تتخيل جودة كاميرا ديجيتال بـ (3000 x4000) 12 MP أو أعلى كيف ستكون!!!

مع ملاحظة أن كاميرات الـ HD analog تلتقط الصورة في شكل digital لكنها تحولها إلى analog لتنقل عبر الـ Coaxial Cable إلى الـ DVR حيث يحولها مرة أخرى إلى Digital مما ينتج عنه تأثر جودة الصورة بشكل كبير مقارنة بكاميرات الـ IP التي تنقل الـ Digital Image مباشرة إلى NVR وبالتالي لا تتأثر جودة الصورة كما في النظام السابق. والصورة التالية تقارن بين الثلاث أنواع من الكاميرات.

ويعيب الكاميرات الـ analog أيضا أن الـ Frame rate فيها أبطأ وجودة الصورة تتأثر بشدة بقربها من كابلات القوى التي تسبب تشويش في الصورة، ويعيبها كذلك أن عدد الأسلاك أكثر.

ومن عيوبها أيضا أن مدى التغطية coverage أقل لأن لها narrow field of View (راجع هذه السمات في الفصل الثاني الخاص بشرح المصطلحات الخاصة بالكاميرات)، وهذا يعنى أنك تحتاج إلى عدد أكبر من الكاميرات الـ analog لتغطية منطقة معينة مقارنة بكاميرات الـ IP.

وهناك أيضا حدود على أكبر عدد من الكاميرات الـ analog التي يمكن توصيلها إلى الـ DVR الواحد (أقصى عدد 32 كاميرا حسب الماركات المتاحة في السوق) بينما يمكن كما ذكرنا توصيل عدد كبير من كاميرات الديجيتال على Network Switch (أو حتى توصيلها بواسطة wireless network) إلى الـ NVR عبر الـ switch، وبالتالي لا توجد حدود على عدد الـ Ports الموجودة في الـ NVR مقارنة بالنظام الـ Analog الذي كان مقيدا بعدد الـ Ports الموجودة في الـ DVR.

وأخيرا فالكاميرات الـ analog لا يمكن تشفيرها وبالتالي يسهل اختراق المنظومة.

على الجانب الآخر فالكاميرات الـ IP لها أيضا بعض العيوب مثل الحاجة إلى مساحة تخزينية أكبر مقارنة بالكاميرات العادية بسبب ارتفاع الـ resolution وبالتالي كبر حجم ملفات الصور.

وبالطبع في النظام الديجيتال فإن الكابلات الـ coaxial لم تعد مناسبة لهذا النوع من الكاميرات بل يلزم UTP or cat cable، وهى وإن كانت أرخص من الكابلات الـ Coaxial فإن أقصى مسافة يسمح بها لهذه الكابلات هي 90 متر، مع ملاحظة أن الكابلات الـ coaxial هي الأخرى لا تستخدم بأطوال كبيرة لكن بسبب مختلف وهو أن الكاميرات الـ analog يجب أن توصل مباشرة إلى الـ DVR.

لاحظ أن النظام الذي يستخدم analog camera أو النظام الذي يستخدم HD analog cameras كلاهما يستخدم كابل منفصل لكل كاميرا مباشرة من الكاميرا وحتى الـ DVR ومن ثم يمكن عمل Upgrade من الأول للثانى بسهولة. على الجانب الآخر فإن نظام الـ IP يمكن أن يتشارك في كابل واحد فقط من الـ Switch/Router إلى الـ NVR.

أما تغذية الكهرباء في الـ IP system فهي أما أن تكون مثل النظام الـ analog بمعنى كابل قوى منفصل من مصدر DC خاص، أو يمكن هنا أن تأتى التغذية للكاميرا عن طريق كابل الـ Data نفسه في نظام يسمى Power Over Ethernet ويتميز بأنه يقلل من عدد الأسلاك المستخدمة.

والخلاصة أن النظام الديجتال له كل ميزات النظام الـ Analog، واختفت منه كل العيوب التي تكلمنا عنها في الـ analog system إضافة إلى أن سعره انخفض بشكل كبير بسبب كثرة الإقبال عليه وزيادة حجم الإنتاج. لكن الأهم أنه زاد عليه بالعديد من المميزات ليس من أهمها جودة صورة الكاميرات الديجيتال فقط بل الميزة الأكبر هي remote monitoring and control بمعنى أنك يمكنك الآن التحكم في النظام كاملا من بعد عن طريق الإنترنت كما أشرنا سابقا ونشرحه تفصيلا في الجزء التالى.

نظام الـ Video Content Analysis، VCA في المنظومة الرقمية

أبرز عيوب كاميرات الـ analog أنه لا يمكن عمل analytics عليها، بمعنى أنه لو كان لدينا 200 كاميرا في مبنى معين فأنت ستعتمد على ملاحظة المراقبين الجالسين أمام الكاميرات لحدوث شيء غريب وهذا بالطبع سيتوقف على انتظام هؤلاء المراقبين ويقظتهم. أما في نظام الـ Digital فهناك برامج تعرف بالـ Third Party Management وهذه البرامج متنوعة ومن أشهرها Video Contents Analysis، VCA، وهذا الـ VCA هو software على سيرفرات النظام الرقمي يمكنه البحث عن خواص رقمية تحليلية للفيديوهات (مثل الـ motion detector مثلا) ثم تنبه آليا المراقب إلى حدوث شيء غريب.

وبعض الـ VCA features تشتمل على العشرات من السمات التي يبحث عنها الـ software من خلال تحليله للفيديوهات المصورة آليا، كأن يبحث مثلا عن سيارة ظلت في مكانها لمدة طويلة، أو أن أحد عبر سور أو خط معين أو شيء أخذ

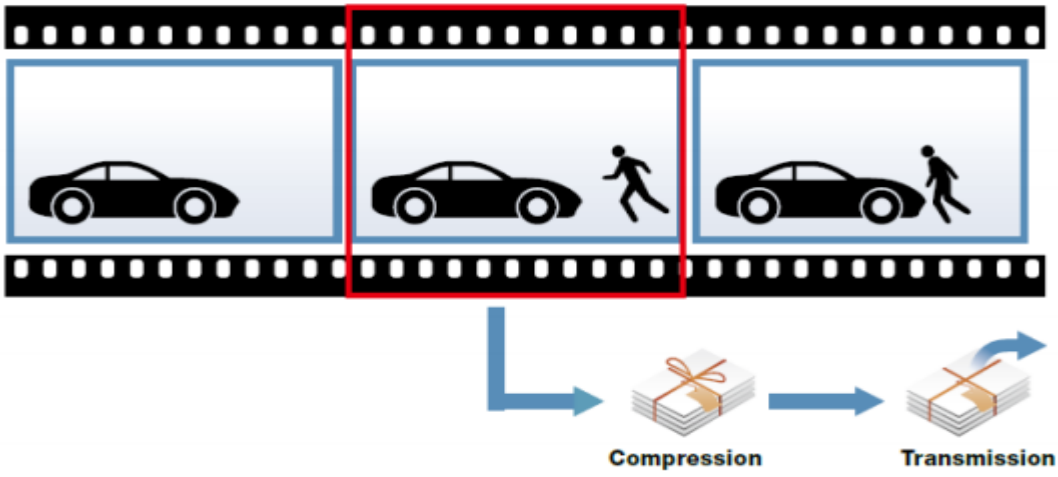
من مكان ما أو شنطة أو صندوق ترك في مكان لا يسمح فيه بترك هذه الأشياء، بل البعض يمكنه التعرف على وجوه أشخاص بعينهم (مخزنة صورهم في الـ data base)، فإذا حضر هذا الشخص يمكنه إعطاء تنبيه للمراقب، وبعضها مرتبط مثلا بفتح باب معين إلخ فكل هذه السمات يمكن للـ VCA أن يبحث عنها من خلال تحليله للفيديوهات ويصدر تنبيها للمراقب بحدوثها ومن ثم عليه أن يتخذ التصرف المناسب. وهذا التصرف يمكن أن يكون مرتبطا بنظام آخر على سبيل المثال إذا ظهر هذا الوجه في الكاميرا فيمكن للنظام أن يرسل إشارة للـ access control system ليفتح أو يغلق أبوابا معينة. وبالطبع كل هذه السمات غير موجودة في النظام الـ Analog وموجودة فقط في الكاميرات الـ digital IP system.

تقنية ضغط الفيديوهات (Compression):

كان من أكبر التحديات في نظام الـ IP camera هو تقليل حجم الفيديوهات المنقولة والمخزنة ومن هنا ظهرت الحاجة لنظام تكويد أو تشفير من أجل تقليل حجم الفيديوهات وبالتالي تقليل حجم الـ Bandwidth على الـ Network. وهذا التشفير يسمى Codec وهى اختصار لكلمتين: Compression and Decompression وتعنى الضغط وفك الضغط. وهذه العملية تشترك فيها مكونات النظام كلها بدءا من الكاميرا وحتى التخزين. ويوجد تقنيات كثيرة لضغط الصورة وسنشرح باختصار كل منها:

تقنية:(MJPEG)

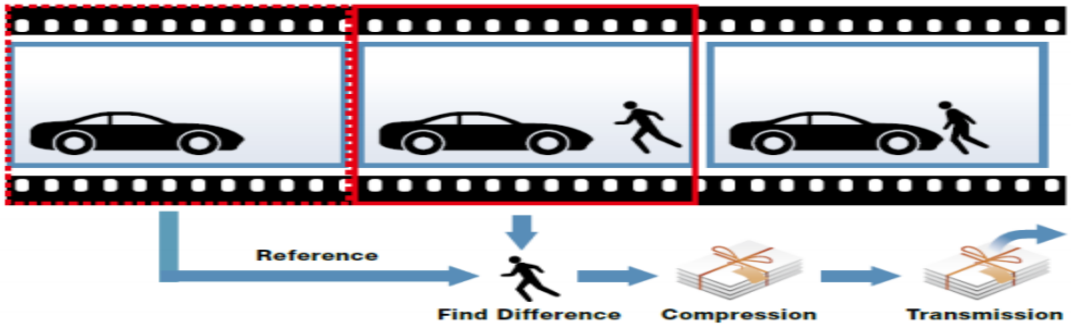
تقنية (MJPEG) أو JPEG Motion تعتمد على مبدأ ضغط كل إطار من إطارات المشهد الملتقط علي حدة وبشكل مستقل عن الاطارات السابقة واللاحقة.



تقنية MPEG - 4:

تعتمد هذه التقنية علي أن المشهد الفيديو هو عبارة عن صور مستقلة متتابعة وبالتالي يتم اعتماد الصورة الأولي كصورة مرجعية وهي تخزن بشكل كامل، ثم تقارن الصورة الثانية ويلاحظ الفوارق فيها عن الصورة المرجعية الأولي وتخزن فقط هذه الفروق، وهكذا مع بقية الصور .

ولاحظ ما يتم تسجيله فقط :



تقنية (H.246):

تم تطوير هذه التقنية لتحل الكثير من السلبيات الموجودة في التقنيات السابقة، وخصوصا موضوع دقة الصورة حيث أمنت هذه التقنية صور ذات دقة عالية وبأقل معدل نقل البيانات (Bit Rate) مما يسمح بحجم تخزين أقل علي القرص الصلب، ولكنها تتطلب سرعة معالجة عالية.

أسئلة هامة قبل البدء في اختيار النظام المناسب:

قبل البدء في تصميم منظومة المراقبة عليك أولا أن تجيب على مجموعة من الأسئلة منها:

- هل كود البلد له اشتراطات خاصة في موضوع الكاميرات، ففي مصر تخضع الكاميرات الخارجية لقواعد الرصد المرئي في وزارة الداخلية المصرية.
- هل المنطقة المراد مراقبتها هي منطقة داخلية (داخل المنزل أو المنشأة) أم منطقة خارجية.
- زاوية المنطقة المراد مراقبتها هل هي ضيقة أم عريضة وهذا سيساعدني في تحديد نوع الكاميرا من حيث زاوية الرؤية.
- تحديد بعد الموقع المراد تصويره عن الكاميرا من أجل اختيار البعد البؤري المناسب للعدسة.
- وقت المراقبة هل هو في النهار ام الليل ام الاثنين معاً وكمية الإضاءة المتوفرة في مكان التصوير.

- تحديد درجة وضوح الاجسام داخل منطقة المراقبة، هل هي مراقبة عامة أو تحديد معالم الوجوه أو تحديد أرقام لوحات السيارات مثلاً.
- تحديد نظام المراقبة هل هو Analog or Digital
- هل المنطقة المراد مراقبتها ذات بيئة حساسة أم بيئة عادية.
- هل المطلوب ظهور الكاميرا أم استخدام كاميرا سرية.
- دقة المشهد وهذا يدفع لاختيار الكاميرا من حيث نوع الحساس ودقته.
- هل هناك حاجة لكاميرا متحركة أم كاميرا ثابتة عادية.
- هل هناك حاجة لكاميرا ملونة أم وحيدة اللون.
- تحديد آلية العرض وحجم ونوع التخزين.
- تحديد نوعية الكابلات المستخدمة لأنها تؤثر بشدة على سرعة وجودة نقل البيانات.
- تحديد حجم الكهرباء وحجم الـ UPS المطلوب من مهندس القوى.

الشروط والمواصفات الفنية لنظم المراقبة (نقلا عن الكود السعودى)

المتطلبات والمواصفات الفنية العامة لمراكز التسوق

- النقل المباشر للأحداث بمستوى سرعة لا تقل عن 25/30 صورة في الثانية لكل كاميرا.
- يجب أن يحتوي النظام على خاصية عرض الوقت والتاريخ على الصورة.
- يجب أن يحتوي النظام على خاصية البحث بالوقت والتاريخ ورقم الكاميرا للرؤية الحية أو عند الرجوع إلى التسجيلات.
- يجب توفير برنامج عرض الصور ومقاطع الأفلام للأنظمة التي لا تعمل على البرامج العامة لعرض الصور ومقاطع الأفلام المعتمدة من قبل نظام ويندوز.
- يلتزم المستخدم بعقود صيانة لنظام المراقبة الأمني مع شركات متخصصة للصيانة الدورية الوقائية للنظام.
- يلتزم المستخدم بأعمال الصيانة الدورية الوقائية للنظام الأمني واصلاح الأعطال، مع تسجيل جميع البيانات الخاصة بتاريخ ووقت الصيانة / الإصلاح، نوع العطل، الاجراءات المتخذة لإصلاح الاعطال وجميع ما تم عمله.
- –يجب أن يكون نظام المراقبة التليفزيونية جزءا لا يتجزأ من شبكة خاصة ذات بنية تحتية قائمة على نظام ال IP، وينبغي أن تكون البنية التحتية للشبكة قادرة على تحمل جودة عالية للصور والفيديو اثناء العرض والتسجيل.
- يجب توفير جدار ناري ونظام حماية أمني لشبكة المراقبة التلفزيونية في حالة ربطه بشبكة أخرى.
- يجب توفير موظف مسؤول ملم باستخدام وتشغيل جهاز التسجيل ونسخ الصور ومقاطع التسجيل أو تحميلها و يقوم بمتابعة النظام والتأكد من حسن تشغيله وتبليغ الشركة الضامنة في حالة وجود أي عطل في النظام ويجب التأكد من عمل نظام التسجيل بشكل يومي.
- يجب أن تحتوي الكاميرات والأجهزة المستخدمة خارجياً على عازل مقاوم ضد التخريب ومقاوم للحرارة ومقاوم لعوامل الطقس، حيث لا يقل التصنيف لجميع الأجهزة الخارجية عن IP66.

- يجب أن يكون لكل كاميرا أو جهاز متصل بالنظام عنوان مخصص لها« IP address dedicated».
- يجب أن يعطى النظام إنذارات عند انقطاع الاتصال أو فقدان الإشارة لأحدى الكاميرات أو انقطاع التيار الكهربائي.
- يجب برمجة أسماء وأرقام الكاميرات لكل كاميرا على حدة بناءً على موقع كل كاميرا ومكان التغطية بدون تكرار للاسم والرقم.
- يجب أن يدعم النظام ضبط الوقت والتاريخ بصورة تلقائية باستخدام بروتوكول NTP حيث يجب أن يطابق الوقت والتاريخ المضبوط بجهاز التسجيل مع الوقت والتاريخ الحقيقي.
- يجب أن تكون المراقبة الحية بالوقت الحقيقي لجميع الكاميرات وبأعلى دقة للكاميرات.
- يجب أن يحتوي النظام على خاصية التسجيل التلقائي في حالة إعادة تشغيل الجهاز أو عودة التيار الكهربائي بعد الانقطاع.
- يجب أن يحتوي جهاز التسجيل الرقمي على خاصية الربط بالشبكات.
- يجب توفير ميزة نسخ الصور ومقاطع الأفلام لنظام التسجيل.
- يجب أن يضبط التسجيل على جودة لا تقل عن 90% من الجودة الكلية لجهاز التسجيل.
- يجب أن لا تقل قدرة نظام التسجيل لكل كاميرا عن معدل 30 صورة في الثانية.
- يجب ضبط وضعية التسجيل بما لا يقل عن خمس صور في الثانية لكل كاميرا.

مواصفات أجهزة التسجيل وشروط استخدامها (نقلا عن الكود السعودى)

- يجب أن يدعم جهاز التسجيل دقة تسجيل وتشغيل تبدأ منCIF وتصل إلى 5 ميجا بيكسل على الأقل .
- يجب أن يحتوي الجهاز على خاصية التسجيل المستمر وفي حالة الحركات والإنذار.
- يجب أن يدعم جهاز التسجيل بالصيغ الأتية MJPEG، MPEG4، H264.
- يجب أن يتوفر بجهاز التسجيل استعراض الكاميرات بتشكيلات مختلفة مع إمكانية انتقاء أى كاميرا وجعلها على كامل الشاشة.
- يلتزم المستخدم بحفظ أجهزة التسجيل في بيئة نظيفة ومؤمنة يصعب العبث بها.
- يلتزم المستخدم بعمل سجل تحميل الأقراص الصلبة للذاكرة بحيث يحتوي على جميع البيانات الضرورية كالوقت والتاريخ، واسم وتوقيع القائم بتبديل الذاكر الصلبة أو القائم بتحميلها إلى الخادم أو الأقراص المدمجة.
- يجب أن تعمل الكاميرات الخارجية بكفاءة عالية عند درجة حرارة تغطى(−10 إلى +65) درجة مئوية أو أفضل ونسبة رطوبة لا تقل عن 90%.
- يجب أن تستقبل الكاميرات ذاكرة داخلية مستقلة للتسجيل في الحالات الطارئة.
- يجب أن لا تقل دقة الكاميرات الثابتة من النوع دوم(Dome)عن 2 ميجا بيكسل وأن لا تقل دقة الكاميرات الثابتة من النوع(bullet or box عن 2 ميجا بيكسل).

كاميرات المراقبة الأمنية (نقلا عن الكود السعودى):

- يجب أن تدعم الكاميرات نظام التشغيل البث المتعدد Multi Streaming.

- يجب أن تكون جميع الكاميرات من نوع الكاميرات الشبكية IP Camera.
- يجب أن تعمل الكاميرات عند شدة إضاءة 2lux color) و(lux B/W)على الأقل .
- يجب ألا يقل معدل الإطار للكاميرا عن 30 fps.
- يجب أن تحتوي الكاميرات على خصائص للأمان مثل 8،2.1x standards HTTPS.
- يجب أن تكون نوع العدسة متغيرة حسب منطقة التغطية Vari-focal lens.
- يجب أن تحتوي الكاميرات على كاشف للحركة وإنذار ضد العبث.
- يجب أن تدعم الكاميرات تقنية ONVIF
- يجب استخدام حافظات للكاميرات الخارجية بما لا يقل عن مواصفات IP66.

شاشات العرض وغرفة المراقبة والتحكم (نقلا عن الكود السعودى):

- يجب أن لا تقل شاشات العرض عن 32 بوصة لعرض كاميرات مفردة أو متسلسلة.
- يجب أن لا تقل شاشات العرض عن 42 بوصة لعرض مجموعة من الكاميرات.
- يجب أن يكون مستوى وزاوية الشاشات مناسب للرؤية وغير متعب للنظر الطويل.
- يجب أن تكون شاشات العرض من النوع المسطح بتقنية LED.
- يجب أن لا تقل دقة شاشات العرض عن أعلى دقة للكاميرات.
- يجب أن تحتوي شاشات العرض على مدخل USB connection.
- يجب أن تحتوي شاشات العرض على مدخل للشبكة.
- يجب أن تكون غرفة المراقبة والتحكم الرئيسية ذات حجم ومساحة مناسبة لشاشات العرض ومشغلي النظام وأن تكون ذات تهوية وإنارة جيدة.
- يجب أن تكون غرفة المراقبة والتحكم فعالة على مدار الساعة وطوال العام.
- يجب أن تحتوي غرفة المراقبة والتحكم على العدد المطلوب من الموظفين لتشغيل وإدارة وصيانة النظام بالإضافة إلى توفير التدريب اللازم للموظفين.
- يجب أن تحتوي غرفة التحكم على نظام طاقة كهربائية اساسي كافي لتشغيل النظام وأيضا طاقة احتياطية للنظام في حالة انقطاع التيار الكهربائي الأساسي.
- يجب أن تحتوي الغرفة على أجهزة الحماية والسلامة.
- يجب أن تحتوي على نظام اتصالات داخلية وخارجية وخط ساخن مباشر متصل بالجهات المختصة لتقديم البلاغات.
- يجب أن لا يقوم المشغلين للنظام بالرجوع إلى التسجيلات والعبث بها أو استخراج أي مواد مسجلة حيث تتم عملية الرجوع إلى التسجيلات عن طريق الشخص المسؤول فقط ويتم تدوين ذلك بالوقت والتاريخ.
- يجب أن يقتصر الدخول لغرفة المراقبة والتحكم على العاملين والمشغلين والمسؤولين المصرح لهم فقط.

اختيار كاميرات المراقبة[1]

تعتبر الكاميرات هي العنصر الرئيسي في نظام المراقبة حيث أنها المسؤولة عن الرؤية – وهي الوظيفة الأساسية لهذا النظام – ومن ثَم فهناك العديد من المواصفات أو الخصائص التي يجب معرفتها عن الكاميرات لتسهيل ودقة عملية اختيار الكاميرا للتطبيق المراد.

وفي هذا الفصل سوف تتم مناقشة تركيب الكاميرا، وأهم نقاط توصيفها، وأنواعها واستخداماتها المختلفة.

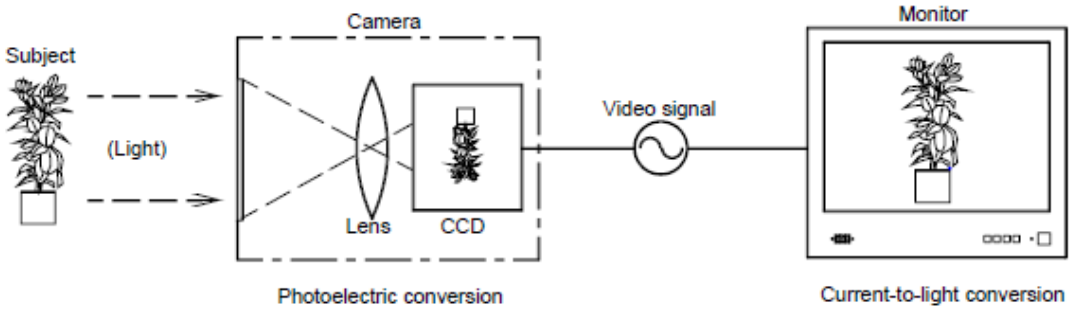
تركيب الكاميرا

تتكون الكاميرا من جزئين أساسيين هما:

1- الحساس ويوجد منه نوعان CCD و CMOS

2- العدسة Lens

والكاميرا مماثلة للعين البشرية في طريقة عملها، حيث أن الضوء المار بعدسة الكاميرا Lenz يسقط على حساس الصورة (image sensor) الذي يقوم بتحويله إلى اشارة كهربية، وتقوم الكاميرا بدورها بتحويل هذه الاشارات إلى بيانات رقمية Digital يمكن للكمبيوتر أن يفهمها و يستخدمها للعرض.

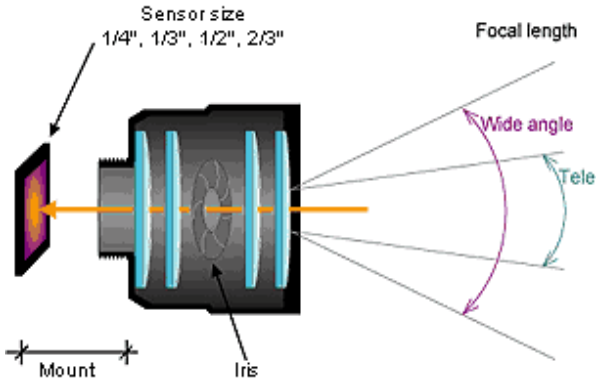


يمتاز حساسCCD بالحساسية الضوئية العالية، حيث ينعكس ذلك إيجابا على جودة الصورة، إلا أن هذا الحساس غالي الثمن، كما يستهلك طاقة كهربائية مرتفعة مقارنة بحساس (CMOS). لاحظ أن الألوان تكون أقرب للطبيعية مع استخدام الـ CCD كما في الصورة التالية.

[1] معظم المادة العلمية في هذا الجزء منقول بتصرف من كتاب م المحيميد

قطر العنصر الحساس

من الميزات الهامة في كاميرا المراقبة هو قطر شريحة الحساس المستخدم في الكاميرا، فكلما كان هذا القطر أكبر كلما كان حجم الصورة المستقبلة على الحساس أكبر. وهو متوفر بقياسات مختلفة "2/3، "1/2، "1/4 and "1/3، مقاسة بالبوصة.



أما العدسات فيوجد منها أيضا عدة أنواع:

عدسات ذات بعد بؤري ثابت Fixed Focal Length Lens:

هذه العدسات لها حجم صورة واحد لا يتغير، ويمكنها فقط أن تعمل FOCUS ولكن لا يمكنها التقريب و التكبير. ولا يُمكن تغيير البُعد البؤري لهذه العدسات وهي تُعتبر أبسط أنواع العدسات وأرخصهم ولكن استخدامها يتطلب الكثير من الحسابات الدقيقة لكى يكون استخدامها مُناسب للمكان، و تُستخدم عامة في أماكن المراقبة الخارجية. وأشهر العدسات الثابتة هي العدسات ذات البعد البؤري التالي: 2.8 mm، 3.6 mm، 4 mm، 6 mm، 8 mm، 12 mm.

عدسات ذات بعد بؤري متغير Varifocal Length Lens:

يتغير البعد البؤري تلقائيا تبعا لكمية الضوء التي تستقبلها العدسة في هذا النوع، ويمكن تغيير حجم الصورة و يمكنها أيضا التقريب و التكبير.

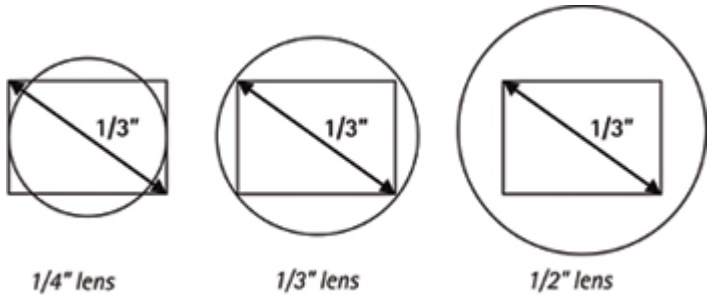
عدسات ذات بُعد بؤري مُتغير آلياً (Motorized Zoom):

يتغير البُعد البؤري لهذه العدسات آلياً لكى تحصل على أفضل و أوضح صورة. هذا يجعل تركيب كاميرات المراقبة أسهل بكثير عن نظيراتها. يُمكن التحكم في هذه العدسات عن طريق أزرار التكبير/التركيز يدويا في لوحة المفاتيح، تطبيق هاتف محمول ذكى مثلا.

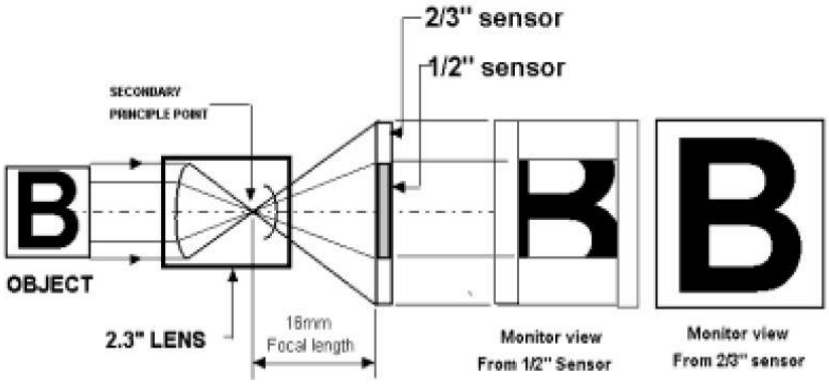
ورغم كل هذه المميزات لكنها غالية الثمن جداً مقارنة بالنوعين الأخرى من العدسات ولذلك تُستخدم في تطبيقات خاصة مثل الرادارات في الشوارع لكى تستطيع أن تُصور لوحة السيارة بدقة ووضوح.

العلاقة بين قطر العدسة والحساس

يجب اختيار كل من قطر العدسة و قطر حساس الصورة بصورة متناغمة، فمثلا لو كان لدي عدسة بقطر "2/3 فإننا نستطيع استخدام حساس صورة بدءا من القطر "2/3 بينما لا نستطيع استخدام حساس صورة بقياس "1/2 و إلا سيتم اقتطاع جزء من الصورة.



يوضح الشكل التالي الخطأ الحاصل عند عدم اختيار قطر العدسة و قطر الحساس بصورة متناغمة.

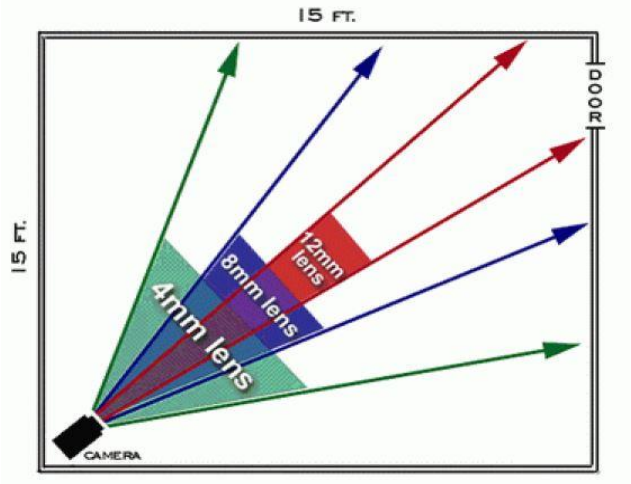


المصطلحات الهامة الخاصة بكاميرات المراقبة

فيما يلى شرح لأهم هذه المصطلحات:

البعد البؤري focal length

هو المسافة بين عدسة الكاميرا والحساس وتقاس بالميلي ميتر. وتلعب دورا هاما في تحديد أبعاد المشاهد المصورة، ونقصد بقولنا أن عدسة 8mm ليس أن قطر العدسة هو 8mm، بل أن البعد البؤري وهو المسافة بين بؤرة العدسة و الحساس الضوئي هو الذي يساوى 8mm.



فإذا اخترنا عدسة 4mm ستكون زاوية الرؤية كبيرة لكن بدون تفاصيل دقيقة للصورة، أما إذا اخترنا عدسة 12mm فستكون زاوية الرؤية صغيرة لكنها ستكون أوضح. وبالتالي عندما تريد أن تصور منظرا عاما اختر عدسة 4mm، أما إذا أردت صورة دقيقة فيجب أن تختار عدسات (12mm–8mm) كما هو الحال مثلا إذا أردت اختيار كاميرا موجهة تحديدا علي آلة الصرف عند موظف المحاسبة.

ويظهر الشكل التالي اختلاف مقاسات الصورة الملتقطة من نفس المكان مع اختلاف مقاس العدسة. واضح أنه كلما زاد البعد البؤري زادت الدقة وصغرت زاوية الرؤية (المنظر الملتقط).

والشكل التالي يبين حجم ودقة الصورة الملتقطة من كل عدسة مع تغير مسافة الصورة، ومن الواضح أنه إذا كانت العدسة لها بعد بؤري صغير فستحتاج أن تقترب كثيرا من العنصر المراد تصويره من أجل الحصول على دقة معقولة، أما إذا كان هدفك هو المنظر العام فيجب أن يكون البعد البؤري صغيرا.

3.6 mm Lens
Picture area 49' w x 35' h

6mm Lens
Picture area 29' w x 21' h

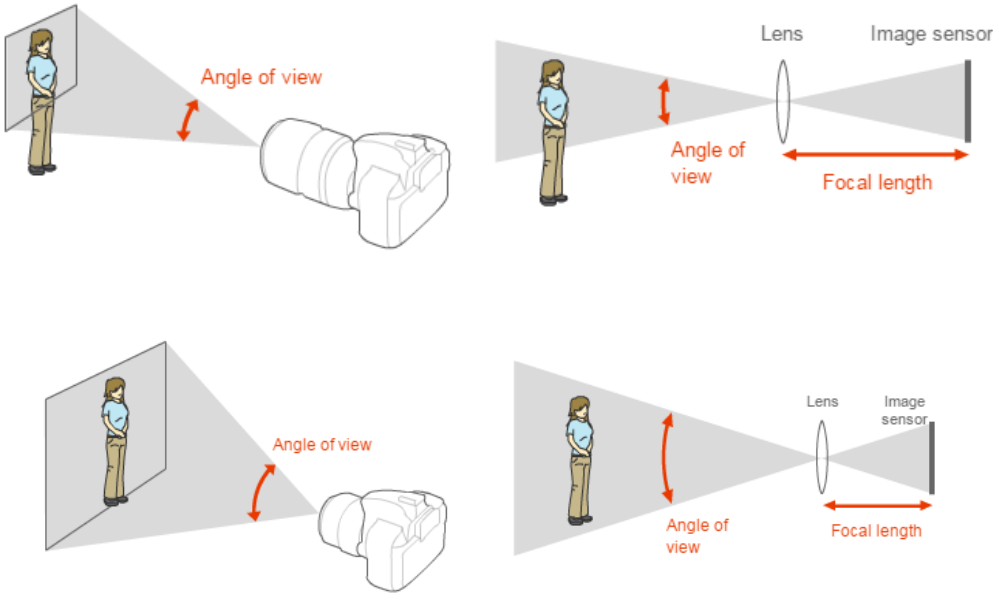
8mm Lens
Picture area 22' w x 16' h

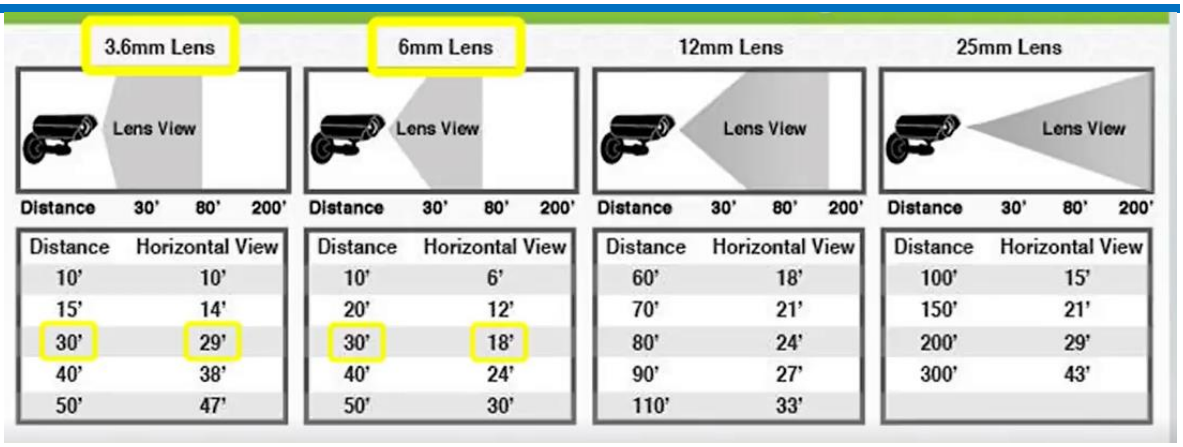
15mm Lens
Picture area 12' w x 9' h

55mm Lens
Picture area 3.25' w x 2.50' h

زاوية الرؤية View Angle :

زاوية الرؤية مصطلح يُعبر عن مقدار الزاوية التي تغطية الكاميرا، بحيث كلما زادت قيمة هذه الزاوية، كلما كانت المساحة المغطاة أكبر، ولكن يقلّ وضوح الأجسام البعيدة. (تذكر أنه كلما قل البعد البؤري زادت زاوية الرؤية).





Distance	Horizontal View
10'	10'
15'	14'
30'	29'
40'	38'
50'	47'

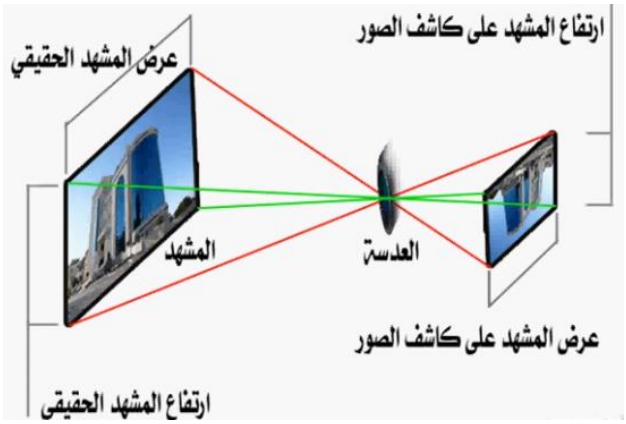
Distance	Horizontal View
10'	6'
20'	12'
30'	18'
40'	24'
50'	30'

Distance	Horizontal View
60'	18'
70'	21'
80'	24'
90'	27'
110'	33'

Distance	Horizontal View
100'	15'
150'	21'
200'	29'
300'	43'

كيف تحسب المسافة التي تغطيها الكاميرا الواحدة FOV، Field of View؟

الكاميرات تعمل بنفس آلية عمل عين الإنسان، فالصورة الحقيقية تظهر معكوسة على حساس الكاميرا (كاشف الصور) كما في الشكل التالي

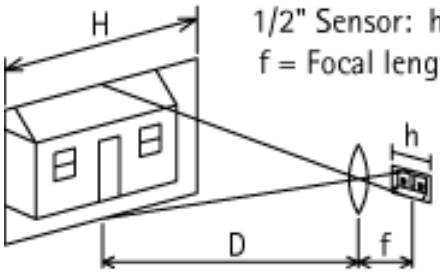


وبحسابات النسبة والتناسب بين أبعاد المشهد الحقيقي وأبعاد حساس الصورة، وبمعرفة البعد البؤري f للكاميرا (المسافة بين العدسة والحساس)، يمكن حساب عرض منظر المشاهدة H الموجود على مسافة D باستخدام كاميرا لها حساس قطره h، طبقا للعلاقة التالية:

$$\frac{Sensor\ Wedth}{View\ Wedth} = \frac{Sensor\ Height}{View\ Height} = \frac{Focal\ Length}{View\ Distance}$$

$$f = h \times \frac{D}{H}$$

1/4" Sensor: h=3.6 mm
1/3" Sensor: h=4.8 mm
1/2" Sensor: h=6.4 mm
f = Focal length



مثال

لدينا مشهد عرضه 5 متر ويبعد عن الكاميرا المراد تركيبها بمسافة 50 متر، احسب البعد البؤري المناسب للكاميرا إذا كان حساس الكاميرا 1/3 بوصة.

الحل:

أولا : أبعاد الحساس ثلث بوصة بالملم هي: العرض 4.8 mm والارتفاع 3.6 mm

$$\frac{Sensor\ Wedth}{View\ Wedth} = \frac{Focal\ Length}{View\ Distance}$$

$$\frac{4.8}{5} = \frac{Focal\ Length}{50}$$

ومنها يكون البعد البؤري المناسب للكاميرا هو:

$$f = h \times \frac{D}{H} = 48mm$$

مثال

لنفرض مثلا كاميرا ذات حساس 1/3 بوصة (عرضه h=3.6mm)، فإذا كان البعد البؤري f للكاميرا المستخدمة هو f=119mm، وارتفاع المشهد المراد تصويره هو 4.18 m. احسب المسافة المناسبة لتثبيت الكاميرا.

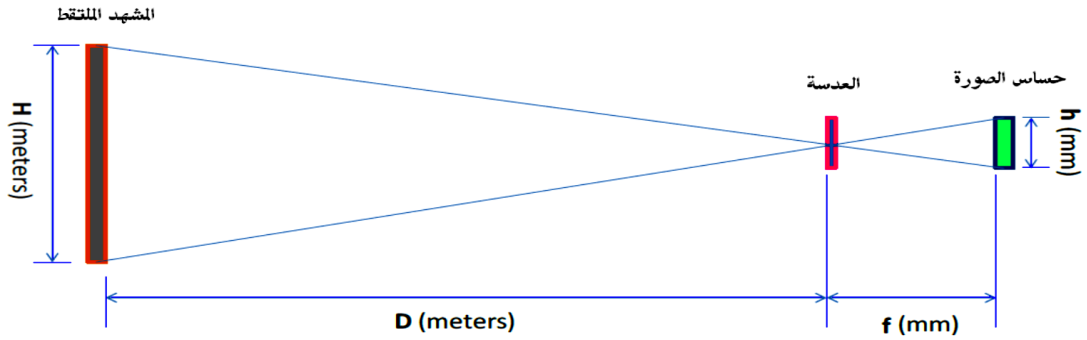
الحل

$$\frac{Sensor\ Height}{View\ Height} = \frac{Focal\ Lengh}{View\ Distance}$$

$$\frac{3.6}{4.18} = \frac{119}{D}$$

ويكون بُعد الكاميرا D المناسب عن المشهد

D = f * H / h = 119 * 4.18 / 3.6 = 138 m



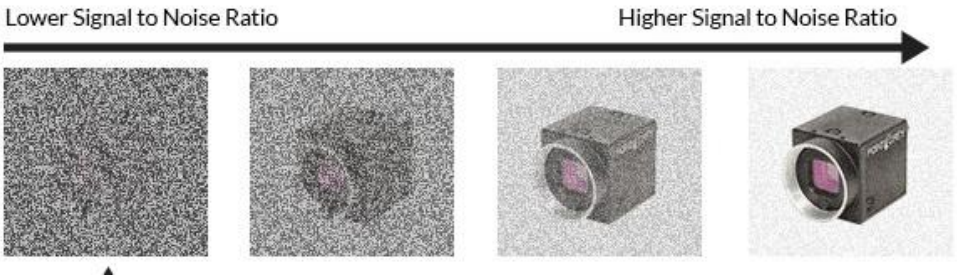
لاحظ أن المسافة المناسبة لتثبيت الكاميرا لرؤية منظر ما تساوى تقريبا طول البعد البؤري لكن بالأمتار وليس بالمللى متر (كحسابات تقريبية)، ولذا فالبعض يرى أن أفضل مسافة بين كل كاميرا وأخرى تساوى البعد البؤري بالأمتار.

والجدول التالي يمثل العمود الرأسي الأول من اليسار البعد البؤري للكاميرا، بينما يمثل العمود الأفقى الأول من فوق البعد عن المشهد المراد تصويره، وأما الأرقام في داخل الجدول فتبين الطول العرض للمشهد المراد تصويره.

Distance to Object / Width x Height in Feet												
	Focal Length	5 ft.	10 ft.	15 ft.	20 ft.	25 ft.	30 ft.	40 ft.	50 ft.	75 ft.	100 ft.	150 ft.
	2.8mm	9 x 6	17 x 13	26 x 19	34 x 26	43 x 32	51 x 39	69 x 51	86 x 64	129 x 96	171 x 129	257 x 193
	4mm	6 x 5	12 x 9	18 x 4	24 x 18	30 x 23	36 x 27	48 x 36	60 x 45	90 x 68	120 x 90	180 x 135
	6mm	4 x 3	8 x 6	12 x 9	16 x 12	20 x 12	24 x 18	32 x 24	40 x 30	60 x 45	80 x 60	120 x 96
	8mm	3 x 2	6 x 5	9 x 7	12 x 9	15 x 11	18 x 14	24 x 18	30 x 23	45 x 34	60 x 45	90 x 68
	12mm	2 x 1.5	4 x 3	6 x 4.5	8 x 6	10 x 8	12 x 9	16 x 12	20 x 15	30 x 23	40 x 30	60 x 45
	16mm	1.5 x 1.3	3 x 2.3	4.5 x 3.5	6 x 5	8 x 6	9 x 7	12 x 9	15 x 11	23 x 17	30 x 23	45 x 34
	25mm	96 x .72	2 x 1.5	3 x 2	4 x 3	5 x 3.5	6 x 4	8 x 6	10 x 7	14 x 11	19 x 14	29 x 22
	50mm	.48 x .36	.96 x .72	1.4 x 1	2 x 1.5	2.4 x 1.8	3 x 2	4 x 3	5 x 4	7 x 5	10 x 7	14 x 11
	75mm	.32 x .24	.64 x .48	.96 x .72	1.3 x .96	1.6 x 1.2	2 x 1.4	2.6 x 1.9	3 x 2	5 x 4	6 x 5	10 x 7
	3mm	8 x 6	16 x 12	24 x 18	32 x 24	40 x 30	48 x 36	64 x 48	80 x 60	120 x 90	160 x 120	240 x 180
	8mm	3 x 2	6 x 5	9 x 7	12 x 9	15 x 11	18 x 14	24 x 18	30 x 23	45 x 34	60 x 45	90 x 68
	5mm	5 x 4	10 x 8	14 x 11	19 x 14	24 x 18	29 x 22	38 x 29	48 x 36	72 x 54	96 x 72	144 x 108
	40mm	.60 x .45	1.2 x .90	1.8 x 1.3	2 x 1.8	3 x 2	4 x 3	5 x 4	6 x 5	9 x 7	12 x 9	18 x 14

نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Signal To Noise Ratio S/N):

من المعروف أن الجو الذي يحيط بنا مملوء بالعديد من الإشارات الكهربية والمغناطيسية القادمة من أبراج التليفون والمراقبة...الخ، وإذا كان العزل –shielding– المستخدم في الدوائر غير جيد أو نتيجة للتضخيم الزائد في الإشارة القادمة للكاميرا فمن الممكن أن يؤدي ذلك الي تشوش الإشارة القادمة من الكاميرا الي أجهزة التسجيل والعرض، لذلك يستخدم مصطلح –signal to noise ratio (s/n)– للتعبير عن مقدار الإشارة القادمة من الكاميرا إلى مقدار الضوضاء الذي يمكن أن يحدث. ويعطي الجدول التالي تصورا عن كيفية اختار الكاميرا بناءً على هذا العامل.



يتم تصنيع الكاميرات لكى تكون مُصممة على نسبة تقارب الـ 55 dB عند هذه النسبة تكون الضوضاء غير ملحوظة ومن المُتعارف عليه انه عند نسبة 46 dB يبدأ أثر ظهور الضوضاء و تكون ملحوظة.

مصطلح دقة الصورة:Image Resolution

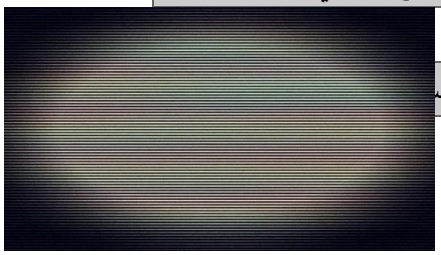
دائما دقة أعلى تعني تفاصيل أكثر، وتقاس دقة الصورة بطرق متعددة، فيمكن أن تقاس:

- بعدد خطوط المسح TV LINES في الكاميرات الـ Analog
- أو تقاس بمصطلح الـ CIF أو بالـ Mega Pixels في كاميرات الـ IP أو كاميرات HD.

وفيما يلى شرح لهذه المصطلحات الخاصة بدقة الصورة:

مصطلح المسح lines خطوط TV

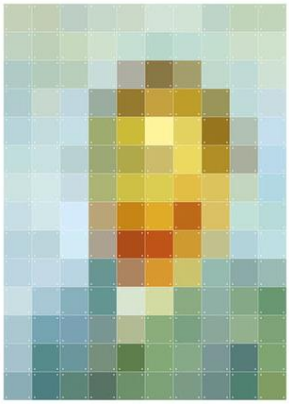
نسبة الإشارة إلى الضوضاء (dB)	جودة الصورة
60	ممتازة و لا يوجد ضوضاء ظاهرة
50	جيدة ولكن بعض الضوضاء تبدأ في الظهور ولكنها واضحة
40	مقبولة ولكن بعض النقاط البيضاء كالثلج تبدأ في الظهور
30	سيئة و تمتلئ الصورة بالضوضاء
20	صورة غير واضحة و غير قابلة للاس



للتعبير عن دقة الصورة في الكاميرات الـ analog تستخدم عدد خطوط المسح الأفقية كمقياس لذلك. وكلما زاد هذا الرقم كلما زادت دقـــــــــــــة الكاميرا. (380-420-580-700-1000).

على سبيل المثال Lines 400 تعنى 200 خط أبيض و200 خط أسود

مصطلح الميجا بكسل



يمكن اعتبار أن الصورة الرقمية مكونة من عدة نقاط أفقية ورأسية، فحين نقول أن الصورة بدقة واحد ميجا بكسل 1Mega Pixel فهذا يعنى أن هذه الصورة مكونة من 1000 نقطة بالطول و1000 نقطة بالعرض والـ Pixel هو أصغر عنصر منفرد في مصفوفة صور نقطية، أي أنه أصغر ما يمكن تمثيله والتحكم في خصائصه من مكونات الصورة على الشاشات بتقنياتها المختلفة، وأصغر ما يمكن مسحه وتخزين بياناته في الكاميرا الرقمية. الصورة التي أبعادها 480×640 تكون من فئة 0.3 ميجا بكسل، وصورة بأبعاد 1200×1600 بكسل تكون من مستوى 1.9 ميجا بكسل.

فمثلا إذا اخذنا صورة بطول 2048 بكسل وعرض 1536 بيكسل فإن قوة (دقة) الكاميرا التي التقطتها تكون 3.1 ميغا بكسل، أي أن هذه الكاميرا قادرة على تجزيء الصورة التي تلتقطها إلى 3.1 ميغا بيكسل، وبالتالي كلما كثر عدد الـ Pixels في الكاميرا الرقمية الحديثة كانت أكثر دقة ووضوحا.

واضح أنه كلما زاد الـ Megapixel زادت جودة الصورة الملتقطة، و زاد كذلك حجم الصورة، و زاد بالتالي حجم الذاكرة المطلوبة لتسجيل نفس المدة. لاحظ أن هذا المصطلح يعبر عن دقة الصورة لكن لا يعبر عن جودة الكاميرا لأن هناك عوامل أخرى تؤثر على جودة الكاميرا.

ملحوظة: 36 بيكسل تكافئ عرض طولى 0.2 m وهو عرض وجه الإنسان الحقيقى.

مصطلح الـ Optical Zoom, OZ:

تستخدم في هذه التقنية آلية ميكانيكية لتغير مكان العدسة المستخدمة في الكاميرا، وبالتالي تغير البُعد البؤري للعدسة Focal Length بحيث يتغير هذا البُعد من البُعد الأصغر وحتى البُعد الأكبر، على شكل خطوات معينة، كل خطوة منها تسمى F–stop ويطلق أيضا على هذه الخطوة الرمز X وهو حاصل قسمة البُعد الأكبر على البُعد الأصغر.

مثال

كاميرا تملك عدساتها مجال للبعد البؤري من 9.5 mm وحتى 143 mm ما هو قيمة الـ OZ لها؟

الحل:

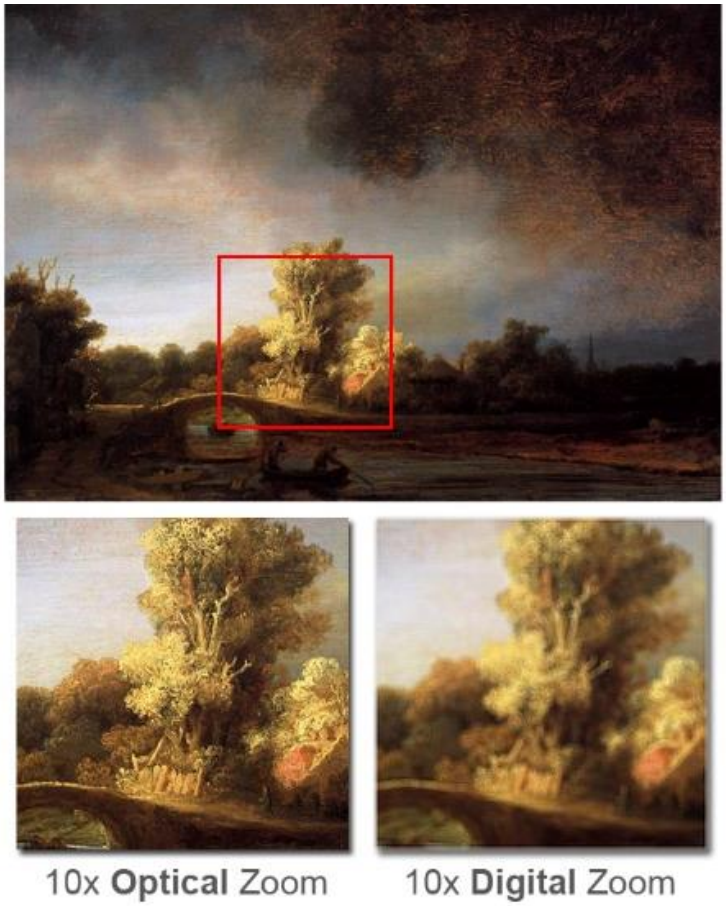
حاصل قسمة البعد الأكبر على البعد الأصغر مساوي تقريبا 15، وبالتالي يُذكر في مواصفات هذه الكاميرا أنها ذات تكبير وتصغير بصريOZ بمقداره (15 X).

مصطلح (Digital Zoom):

التكبير والتصغير الرقمي تقنية برمجية تسمح بتغير حجم الصورة الملتقطة برمجياً وليس بصرياً، وبالتالي لا نحتاج في هذه التقنية لأي آلية ميكانيكية. و هذا يُقلل بصورة كبيرة تكلفة الكاميرا و حجمها لكن المشكلة هنا تكون في جودة الصورة فكلما زاد تكبير الصورة رقمياً كلما قل وضوح الصورة.

ويمكن أن تفهم معنى أن الـ DZ يساوى x 10 مثلا أن الكاميرا تستطيع تكبير الصورة بمقدار 10 مرات عما تراه بعينك أنت في الواقع بدون كاميرا.

لكى تشعر بالفرق ما بين النوعين أنظر إلى الصورة الآتية فسترى أن خاصية التكبير البصرى تُنتج صورة أنقى و أجود بكثير من التكبير الرقمي و هذا يُفسر لماذا نحتاج إلى التكبير البصرى.



مصطلح تعويض الإضاءة الخلفية Back Light Compensation، BLC

عندما يقف شخص بجانب مصدر للضوء القوى (نافذة في وضح النهار) فستحاول الكاميرا أن تُقلل من نسبة الضوء الداخل لها لكى تضبط مستوى الإضاءة العام بالنسبة للكاميرا ولكنها بفعلها هذا ستجعل الشخص مُعتم أكثر و لا يُمكن رؤيته. وخاصية الـ BLC حلت هذه المشكلة كما هو موضح في الصورة الآتية

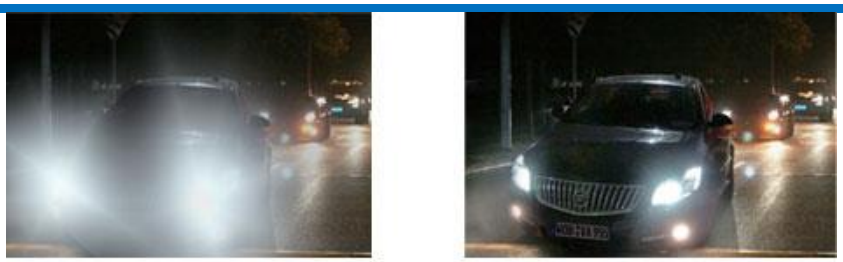
ملحوظة: هناك خاصية مشابهة للـ BLC ولكنها أكثر تطوراً تُسمى ب WDR أو Wide Dynamic Ratio وهي تجعل الصورة أوضح من BLC كما في الصورة الآتية التي تقارن بين الأنظمة الثلاثة:

مصطلح التحكم الآلي للتكبير (AGC: Automatic Gain Control):

يتم استخدام هذه الخاصية عندما تكون ظروف الإضاءة منخفضة عن حد مُعين فتقوم بتضخيم الإشارة حتى تظهر الصورة وكأنها في الظروف الطبيعية ولكنها للأسف أيضا تُضخم نسبة الضوضاء في الصورة مما يُقلل جودة الصورة. لذلك يمكن تشغيل وإيقاف هذه الخاصية من قبل العميل.

مصطلح تقنية تعويض الضوء المُفرط (Highlight Compensation HLC):

هذه الخاصية تُتيح إلينا أن نُعتم المصادر العالية للضوء لكى تُظهر لنا تفاصيل لم تكن ظاهرة لنا مُسبقاً. وهي تُستخدم بشدة عندما نُريد أن نرى لوحات السيارات في الليل.



HLC OFF HLC ON

مصطلح الحساسية للضوء sensitivity

هي خاصية تحدد جودة تصوير الكاميرا في الاضاءات الضعيفة و الأماكن المعتمة جزئيا. وبعض الكاميرات يمكنها التصوير في الأماكن المظلمة تماما بدون اى ضوء في المكان.

معلوم أن شدة الإضاءة تقاس بوحدة الـ Lux ، وكلما وصفت الكاميرا برقم قليل في ال Lux فهذا يعنى أنها تستطيع أن تخرج الصورة بجودة مناسبة ومقبولة مع الإضاءات الخافتة تماما بل أن بعض الكاميرات وصلت ل lux 0، وهذا يعنى أنها تستطيع أن تخرج صورة بجودة جيدة في حالة الانعدام التام لمصادر الإضاءة في المكان. وهذا بالطبع ينعكس على سعر الكاميرا. وبالطبع لابد أن تكون الكاميرا مزودة بخاصية Infra Red لتستطيع الرؤية في الظلام كما في الشكل التالي.

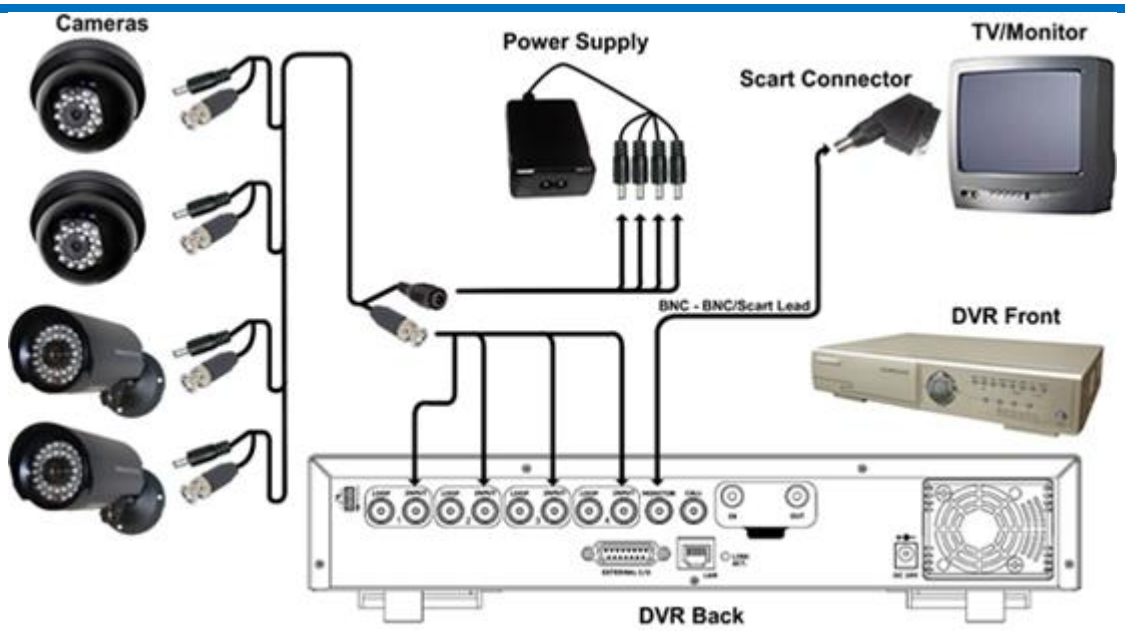
Camera with Smart IR Camera without Smart IR

وتصبح هذه الخاصية هامة في الأماكن المعرضة للسرقة حيث أن أول شيء يقوم به السارق هو فصل مصادر الإضاءة في المكان وأيضا تصبح هامة في الأماكن الخارجية في الليل.

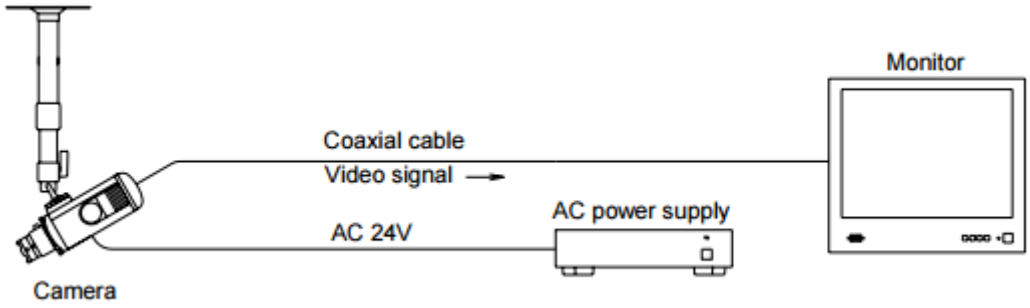
أنظمة التغذية بالطاقة الكهربية للكاميرات

الكاميرات عموما تحتاج لمصدر للطاقة قد يكون Volt 12-24-48 DC تحصل عليه عن طريق converter يحول جهد الـ 220 المتردد إلى DC، ويجب اختيار كابل الكهرباء (كابل عادى غالبا 2 مم) بحيث لا يتسبب في حدوث هبوط في الجهد).

وبصفة عامة تحتاج الكاميرا العادية إلى سلكين أحدهما لنقل إشارة الفيديو والثاني لتغذية الكاميرا بالقدرة الكهربية كما في الشكل



ويتم توفير الطاقة للكاميرات عن طريقadapter يشبه شاحن الموبيل القديم كما في الشكل.

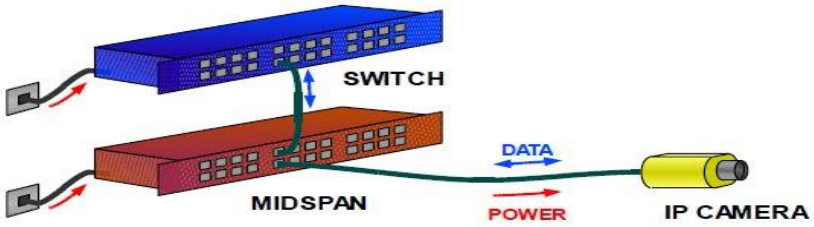


ويراعى حساب الهبوط في الجهد عبر كابل تغذية القدرة حتى لا يهبط الجهد عن الحد المسموح به، مما قد يسبب خللا في عمل الكاميرا ويستلزم تركيبها عند مسافة أقصر. أو استخدام كابل له مساحة مقطع أكبر للحصول على مقاومة أقل .

:Power over Ethernet (POE)

هذه الخاصية (POE) التغذية الكهربائية للكاميرات الشبكية عن طريق كبل الشبكة (TP-CAT5، (6 ومن خلال هذه التقنية نستخدم كبل الشبكة لنقل المعلومات والأوامر (التكبير والتدوير... لكاميرا متحركة) وكذلك تغذية الكاميرا. وهذه الميزة تسمح بسهولة تركيب الكاميرا في أي مكان دون الحاجة لتغذية كهربائية خارجية.

فإذا كان السويتش المستخدم لا يملك خاصية POE وكانت الكاميرا تمتلك هذه الخاصية عندها يمكن وضع Midspan عند السويتش كما في الشكل.



ملحوظة:

- الكاميرا الواحدة من 5-10 وات
- DVR الجديد 30-40 وات القديم 50-80 وات
- Monito (led) = 20-40 watt
- الكاميرات المتحركة 60-80 وات

أشكال الكاميرات:

يوجد العديد من الأنواع المختلفة للكاميرات منها:

1. الكاميرات الأنبوبية والكروية
2. الكاميرات الثابتة والمتحركة. (PTZ)
3. الكاميرات أحادية اللون والكاميرات الملونة.
4. الكاميرات الداخلية والكاميرات الخارجية.
5. الكاميرات السلكية والكاميرات اللاسلكية.
6. الكاميرات النهارية والكاميرات الليلية.

وفيما يلي شرح مختصر لبعض هذه الأنواع:

الكاميرات الأنبوبية (Bullet Camera)

تسمى بهذا الاسم نسبة إلى شكلها الأنبوبي، تمتاز بصغر العدسة من أجل زيادة القدرة على رؤية مسافات أبعد خاصة أنها تستخدم في الغالب في التطبيقات الخارجية. وهى سهلة التركيب، رخيصة الثمن، يمكن استخدامها في الأماكن الداخلية و الخارجية، و تستخدم مع مسافات رؤية متوسطة و بدقة عالية.

وتستخدم هذه الكاميرات مجموعة من الـ (Infra-Red LEDs) تتموضع علي شكل حلقي حول العدسة و حساس ضوئي يتحسس انخفاض مستوي الإضاءة عن حد معين فتعمل الـ (LEDs) عند هذا الحد و تصدر أشعة تحت الحمراء تصطدم بالجسم المرئي ثم ترتد إلي العدسة. تعتمد المساحة التي تغطيها الكاميرا ليلا علي عدد الـ (LEDs) المستخدمة في الكاميرا، فمثلا الكاميرا ذات 20 وحدة تغطي 7 أمتار تقريبا.

الكاميرا الكروية (Dome Camera)

كاميرات القبة هي كاميرات ذات أغلفة على شكل قبة، مُصنعة من مادة بلاستيكية أو معدنية، ذات ألوان متعددة، إلا أنها غالبا ما تكون ذات لون أسود، كما أنها مُتعددة الأحجام، وهي من أشهر الكاميرات استخداما في التطبيقات الداخلية، تتوفر كاميرات القبة بأكثر من تقنية، فمنها الكاميرات الليلية والنهارية ومنها الكاميرات الثابتة ومنها المتحركة. تمتاز هذه الكاميرات بأنها سهلة التركيب، كما أن القبة تخفي الكاميرا داخلها، فلا يستطيع أي مراقب للكاميرا تحديد اتجاه العدسة فيها عن بعد، مما يضفي عليها مزيدا من السرية.

الكاميرات المتحركة

أو ما تسمى بالـ **PTZ** (Pan Tilt Zoom)، حيث Pan و معناه التحكم في دوران الكاميرا يمينا و يسارا، وأما الـ Tilt فمعناه التحكم في دوران الكاميرا أعلى و أسفل.

يتميز هذا النوع بالتقريب والتكبير للصورة عن طريق التحكم في حركة الكاميرا وهذا يجعلها تغطي المكان الموضوعة فيه بشكل كامل فإنها تُسهل الرؤية من زوايا مختلفة. وتكلفتها حوالي من 5 إلى 10 أضعاف تكلفة الكاميرا الثابتة. يمكن التكبير بها حتى 36 ضعف الصورة الأصلية. وتعتبر الكاميرات المتحركة كاميرات عملية ومرنة جداً من أجل عمليات المراقبة الدقيقة والتي تتطلب إمكانية الملاحقة، حيث تمتاز هذه الكاميرات بثلاث درجات من الحرية في الحركة هي:

- إمكانية الدوران الأفقي 360 درجة (Pan).
- إمكانية الإمالة عمودياً للأعلى والأسفل بمقدار 90 درجة (Tilt).
- إمكانية تكبير وتصغير الصور بمقدار محدد حسب إمكانية الكاميرا لتوضيح المشهد بشكل مناسب (Zoom).

ويوجد أنواع من الكاميرات المتحركة: مثل كاميرات الملاحقة الآلية (Auto Tracking Camera)، هي نوع متطور من الكاميرات المتحركة حيث تتميز بقدرتها على ملاحقة الأجسام المتحركة، بحيث تتحرك حركة أفقية وعمودية ملاحقة للهدف وتقوم بالتكبير لرؤية الهدف بوضوح وتستمر بالملاحقة حتى خروج الهدف عن منطقة الرؤية ثم تعود إلى منطقة محدده برمجياً بشكل مسبق.

ملاحظات:

1- الكاميرات التي تستخدم في بيئة خارجية مكشوفة تكون معرضة للظروف الخارجية والتي تكون عادة قاسية في بعض الأحيان، ويعتبر عامل الحرارة الخارجية من أهم تلك العوامل، وبالتالي يجب أن تكون الكاميرا ذات مجال حرارة تشغيل واسع) بعض الشركات تصنع كاميرات ذات مجال من 10 تحت الصفر وحتى 120 درجة مئوية) وبالتالي يجب استخدام أغلفة خاصة لهذه الكاميرات، وتكون هذه الأغلفة مضادة للعوامل الخارجية وفق المعيار العالمي IP 66 . وتأتي بعض أنواع الأغلفة مزودة بمساحات لزجاجها الأمامي لإزالة أي رطوبة أو قطرات المطر بحيث تضمن بقاء صورة الكاميرا نقية كما توفر أغلفة أخرى مراوح داخلية و مسخنات لتأمين عمل الكاميرا ضمن حرارة تشغيل مناسبة.

والشكل التالي يمثل نموذج لتوصيف إحدى الكاميرات.

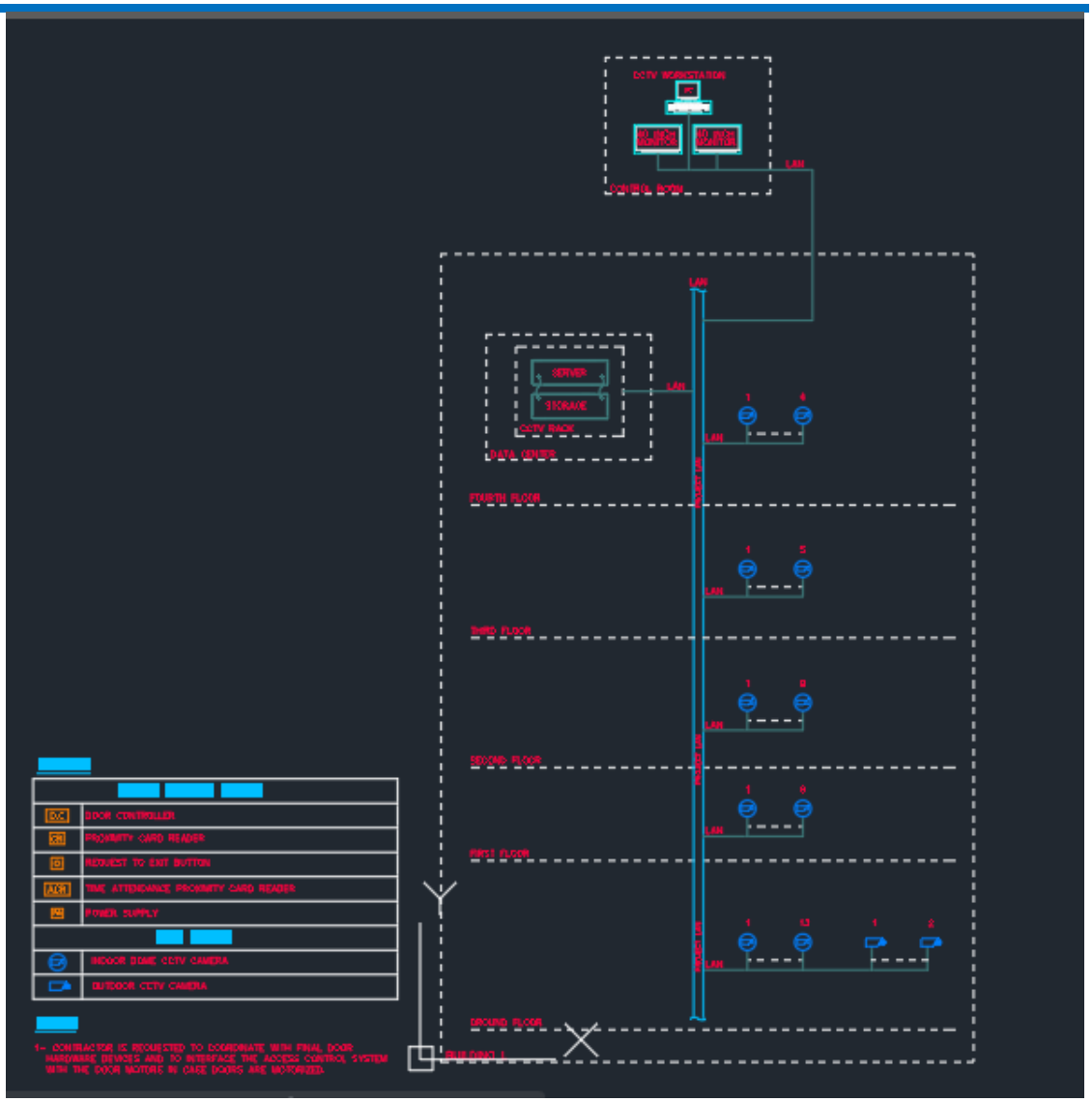
Model / Parameter	DS-2CD753F-E(I)
	2 Megapixel 1/3 " CMOS Day&Night Vandal-proof Network Dome Camera
Camera	
Image Sensor	1/3 " Progressive Scan CMOS
Min. Illumination	0.5Lux @(F1.2, AGC ON), 0.1Lux @(F1.2, AGC ON, Sense-up×5) -I: 0.5Lux @(F1.2, AGC ON), 0.1Lux @(F1.2, AGC ON, Sense×5) , 0 Lux with IR
Electronic Shutter	1/25s ~1/100,000s
Lens	2.7-9mm @ F1.2 Angle of view: 101°~30.4°
Lens Mount	ϕ14
Auto Iris	DC Drive
Adjustment Range	Pan0~360°, Tilt0~75°, Rotation0~360°
Day&Night	Electronic (-I: IR cut filter with auto switch)
Compression Standard	
Video Compression	H.264/MJpeg
Bit rate	32 Kbps~16Mbps
Audio Compression	G.711(G.722.1 optional)
Image	
Max. Image Resolution	1600 x 1200

و هذه من احد طرق التصميم حيث يفضل ان يكون ال focal length مساوي للبعد بين الكاميرا والاخري مع تحويل المتر لمليمتر

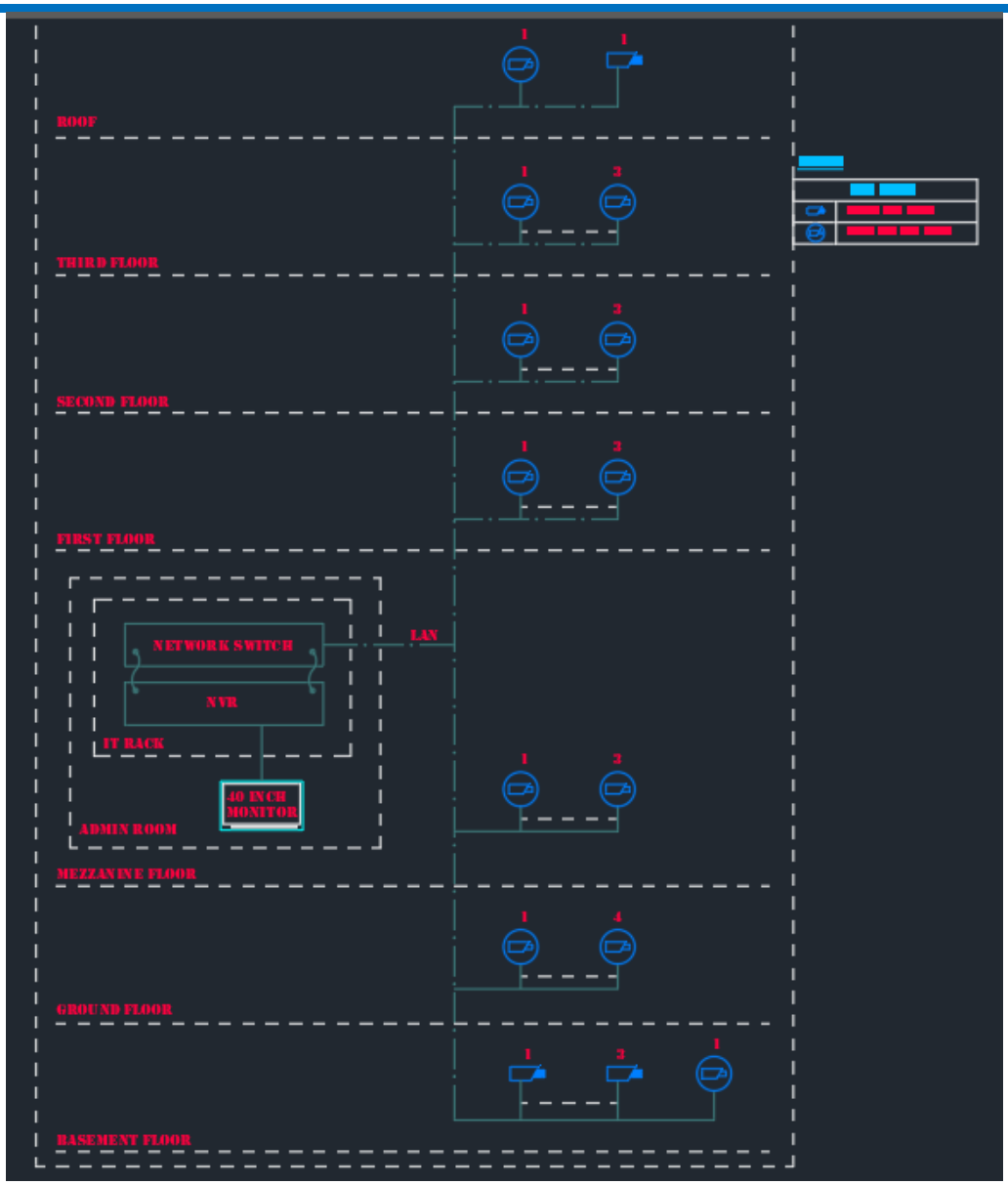
General	
Operating Condition	-10℃~60℃(14°F~140°F), Humidity 90% or less(non-condensing)
Power Supply	DC12V±10% / PoE (AC24V optional)
Power Consumption	7.5W MAX -I: 9W MAX(9.5W MAX with ICR working)
Impact Protection	IEC60068-2-75Eh,50J;EN50102, up to IK10
IR Range	-I: Within 10-20 meters (32.8-65.6ft)
Dimensions(mm)	ϕ140 × 114 (ϕ5.5" × 4.9")
Weight	1400g (3.08lbs)

أمثلة تطبيقية

المثال الأول لنفس الجامعة التي عرضنا لأنظمة أخرى بها في الفصول السابقة ، وهنا نعيد عرض الـ Plan الخاص بأحد الأدوار حيث تظهر عليه الكاميرات (IP Camera) ثم يليه شكل الـ riser diagram الخاص بهذه النوعية من الكاميرات الرقمية . راجع جميع الرسومات بملحق الأتوكاد بالموقع.



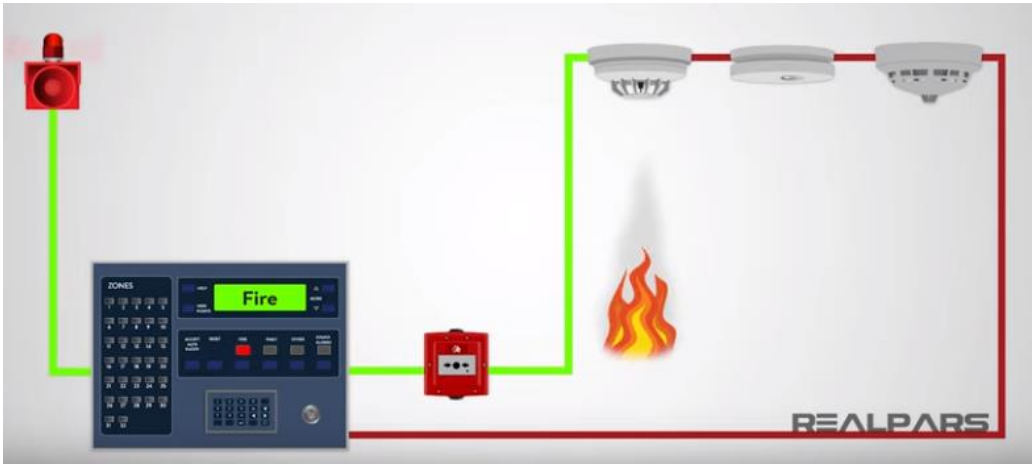
وطريقة رسم الـ riser diagram للكاميرات الرقمية يمكن أن تأخذ شكلا آخر كما في المثال التالي الخاص بأحد الفنادق الصغيرة.


ROOF
THIRD FLOOR
SECOND FLOOR
FIRST FLOOR
NETWORK SWITCH
LAN
NVR
IT RACK
40 INCH MONITOR
ADMIN ROOM
MEZZANINE FLOOR
GROUND FLOOR
BASEMENT FLOOR

8

أنظمة الإنذار والكشف عن الحرائق

نظام إنذار الحريق هو عبارة عن مجموعة من الأجهزة التي تعمل معاً لاكتشاف الحرائق أو الدخان أو تسريب غاز، لتحذير الناس من خلال الأجهزة المرئية والصوتية وبالتالي المساهمة في إنقاذ أرواح. ويمكن تفعيل هذه الإنذارات تلقائياً من أجهزة الكشف عن الدخان أو الحرارة أو الغاز Smoke، Heat or Gas detectors، أو يمكن تفعيلها يدوياً من خلال Manual Call Points (MCP). وبمجرد أن يكتشف واحد من هذه الأجهزة وجود حريق أو دخان فإنه يرسل إشارة إلى اللوحة الرئيسية Fire Alarm Control Panel، FACP التي تقوم بتفعيل الإنذار Sound or Visual Alarm كما في الشكل المبسط التالي. وهذه اللوحة هي العقل المفكر في المنظومة، وقد تكون بعض اللوحات مزودة بإمكانية عمل simulation لحريق من أجل التدريب على توزيع المسؤوليات أثناء حريق حقيقي.



الغرض من أنظمة إنذار وكشف الحريق

هذا النظام يمكن استخدامه في أي مبنى عام أو خاص أو في المصانع والمستشفيات وغيرها. والغرض منه:

- الكشف عن الحريق وموقعه.
- إنذار شاغلي المبنى في حالة حدوث حريق لتمكينهم من الهروب.
- مكافحة الحريق في أول مراحله.
- تبليغ أقرب مركز إطفاء.

- تشغيل بعض أنظمة الإطفاء التلقائية أو بعض الخدمات المخصصة لأغراض الوقاية من الحريق عن طريق لوحة خاصة بالنظام.

مكونات أنظمة الكشف والإنذار عن الحريق:

مكونات النظام بصفة عامة هي:

1- Initiating Devices
وهي كل الوحدات التي تقوم بالإحساس بالحريق مثل) كاشف الدخان، كاشف الحرارة، كاشف اللهب...الخ)

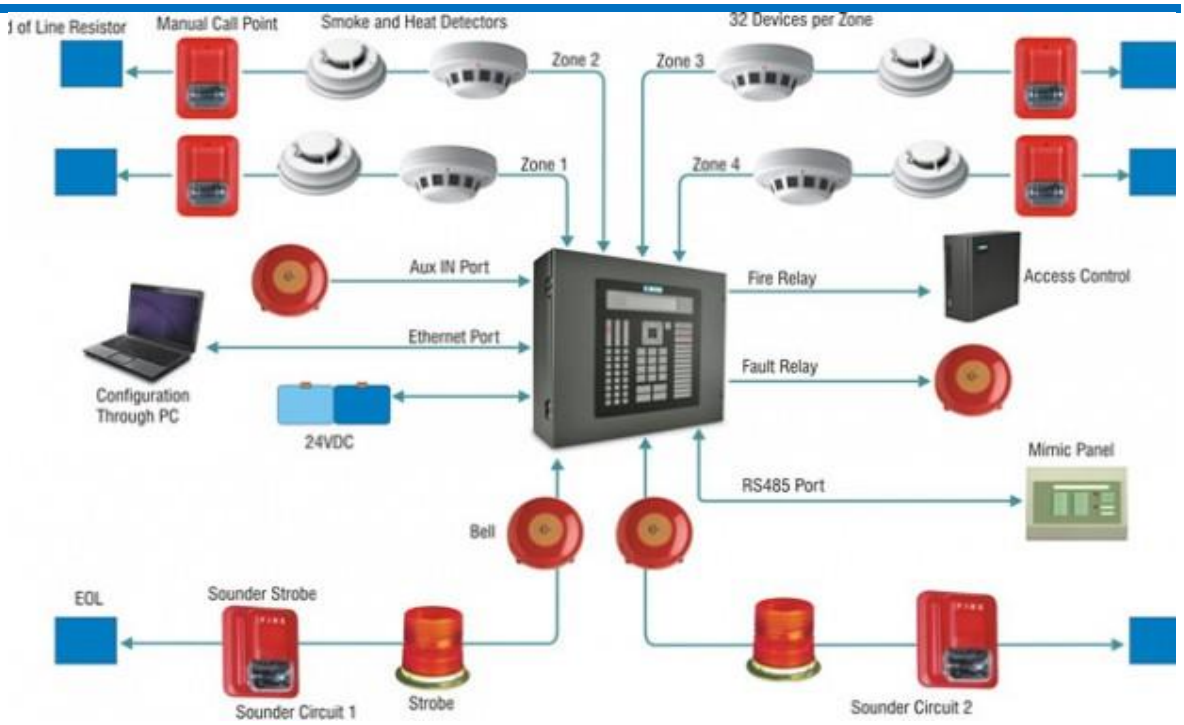
2- Notification Appliances
وهي كل الوحدات التي تقوم بإبلاغ الافراد بوجود الحريق وهي تتمثل في وحدات صوتية وضوئية مثل (الجرس، السرين، الضوء الاحترافي...الخ)

3- Control Panel
وهي لوحة التحكم واتخاذ القرار والتنسيق بين وحدات النظام المختلفة وباقي أنظمة المبنى.

كما يمكن تقسيم مكونات النظام بصورة أكثر تفصيلا كما يلى:

1. الحساسات أو كواشف الحريق الأتوماتيكية (Detectors)
2. نقطة استدعاء " زر يدوي للتحذير يدويا" (Call Point)
3. وحدة إنذار صوتي أو مرئي (Alarms)
4. وحدات التحكم Modules
5. شبكة المواسير والكابلات
6. لوحة التحكم.(FACP)

وفي الصورة التالية تمثل نظام إنذار تظهر فيه معظم المكونات التي سنتحدث عنها في هذا الفصل.



الحساسات أو كواشف الحريق (DETECTORS)

الحريق ظاهرة كيميائية تحدث نتيجة اتحاد المادة القابلة للاشتعال بأكسجين الهواء تحت تأثير درجة حرارة معينة (وهو ما يعرف بمثلث الحريق)

ومعظم الحرائق تمر بمراحل أربعة متميزة هي:

- المرحلة الابتدائيةPRELMINARY STAGE
- المرحلة الدخانية SMOKING STAGE
- مرحلة اللهب FLAME STAGE

- مرحلة الحرارة HEAT STAGE

1- المرحلة الابتدائية

تخلو هذه المرحلة من مشاهدة الدخان أو اللهب حتى الإحساس بالحرارة ولكن ما يحدث في هذه المرحلة هو توليد كمية من جسيمات الاحتراق نتيجة عملية التحليل الكيميائي، وهى أجسام لها حجم ووزن ولكن يصعب رؤيتها بالعين المجردة لصغر حجمها المتناهي وقد تنمو سريعاً هذه المرحلة أو ببطيء خلال فترة زمنية قد لا تتعدى دقائق معدودة، ولكن أهم ما يميز هذه المرحلة أن الجسيمات فيها تستجيب لكواشف التأين ionization detector كما سنرى.

2- المرحلة الدخانية:

مع استمرار تطور الحريق تتزايد كمية جسيمات الاحتراق إلى الحد الذي يمكن فيه رؤيتها بالعين المجردة وهو ما يطلق عليه في هذه الحالة (الدخان) ولكن حتى هذه المرحلة لا يلاحظ أي لهب أو حرارة، وتستجيب الكواشف الكهروضوئية لهذه المرحلة.

3- مرحلة اللهب:

مع تطور ونمو الحريق أكثر وأكثر يصل إلى نقطة الاشتعال وظهور اللهب وفى هذه المرحلة يتزايد تصاعد الأدخنة والإحساس بالحرارة، وتستجيب الكواشف تحت الحمراء لهذه المرحلة.

4- مرحلة الحرارة:

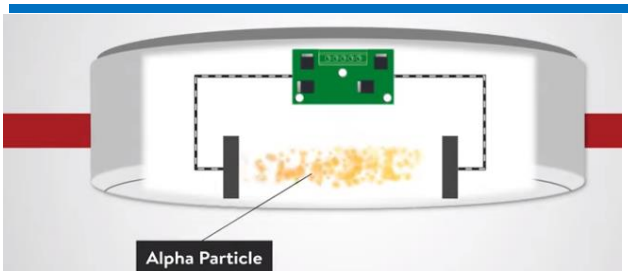
في هذه المرحلة تتكون كمية كبيرة من الحرارة واللهب والدخان والغازات السامة وتتميز هذه المرحلة بتطورها السريع جداً والذي لا يستغرق أكثر من ثوان معدودة علاوة على أن انتقال مرحلة اللهب وتحولها إلى مرحلة حرارة يتم عادة بسرعة كبيرة، وتستجيب كواشف الحرارة لهذه المرحلة.

وفيما يلى شرح للأنواع المختلفة من الحساسات التي تناسب كل مرحلة من المراحل السابقة ومجالات استخدامها.

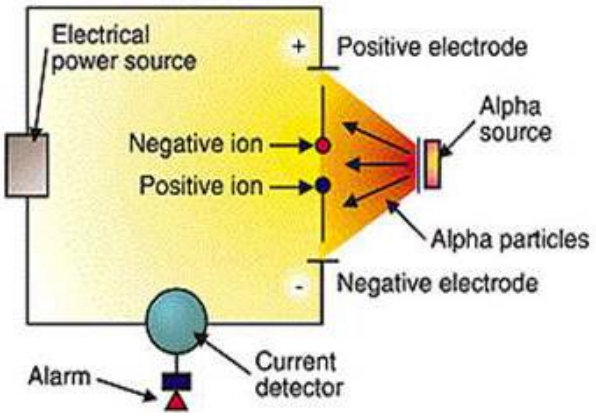
كاشف الدخان الأيوني (ionization smoke detector)

كاشفات دخان الأيونية: تستخدم للحرائق السريعة ويعمل هذا النوع فكرة اعتراض الدخان للأيونات الصادرة من مادة Radioactive توضع داخل الكشاف فيتسبب أيونات الهواء الناشئة في مراحل الحريق الأولى بعد اتحادها مع الأيونات المعاكسة داخل الكشاف تتسبب في خفض التيار المستخدم في عملية اكتشاف الحريق كما هو موضح في الشكل.

تعتبر ظاهرة النار هي ما يحدث من تأين للجزئيات عند خضوعها للاحتراق وهذه الجزئيات مختلة التوازن في الإلكترونات مما يجعلها تميل إلى أخذ إلكترونات من جزئيات أخرى، وتستخدم كواشف الغازات المتأينة هذه الظاهرة في تشغيل هذا النوع من الكواشف.



يوجد في هذا النوع من الكواشف غرفة استشعار مزودة بفتحة صغيرة لدخول الهواء الموجود في الغرفة أو المكان المطلوب حمايته. ويوجد بجوار فتحة الغرفة من الداخل كمية صغيرة من مادة مشعة radio Active source غالبا تكون Alpha particles، لتعمل على تأين هواء غرفة الكاشف.

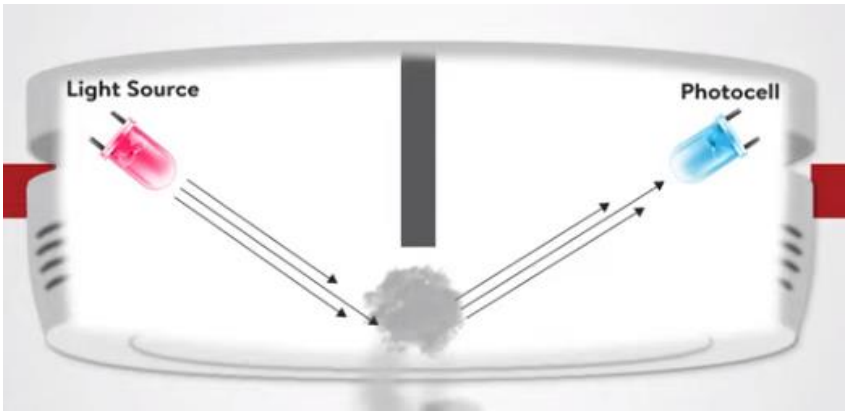


كما يوجد داخل الكاشف أيضا صفيحتين (الكترودين) كهربائيتين أحدهما موجب الشحنة والأخر سالب، وتعمل الجسيمات المتأينة بفعل المادة المشعة على تحرير إلكترون يتجه إلى الصفيحة الموجبة مما يسبب تدفق تيار يمر بين الصفيحتين بصفة مستمرة.

وعند حدوث حريق ودخول منتجات الحريق المتأينة بفعل النار داخل غرفة الكاشف، وحيث أنها مختلة التوازن (أي تحتاج لإلكترونات) فتعمل على التقاط الإلكترونات المارة بين الصفيحتين (اللتان تعملان على تدفق التيار) مما يؤدى إلى توقف التيار المتدفق وإطلاق الإنذار.

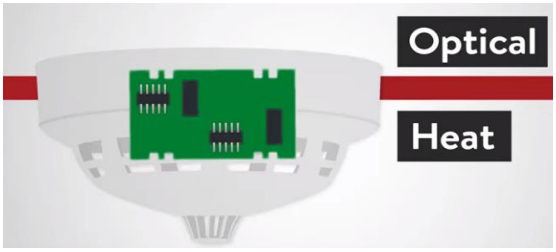
كاشف الدخان الضوئي (optical smoke detector)

غالبا ما يستخدم في الحرائق بطيئة الاشتعال، ولا يستخدم في الأماكن التي بها (في الحالة العادية) دخان أو غبار أو أبخرة مثل المطبخ الحمامات. وتعتمد فكرته على قدرة الدخان الناتج من الحريق على تشتيت شعاع ضوئى داخل الحساس ويدفعه إلى السقوط على photocell ويتسبب التغير الحادث في تيارها في تفعيل الإنذار. بالطبع في حال عدم وجود الدخان لن يستطيع الضوء أن يسقط على الخلية الضوئية لوجود هذا الحاجز المعتم بينهما.



كاشف متعدد (multi sensor)

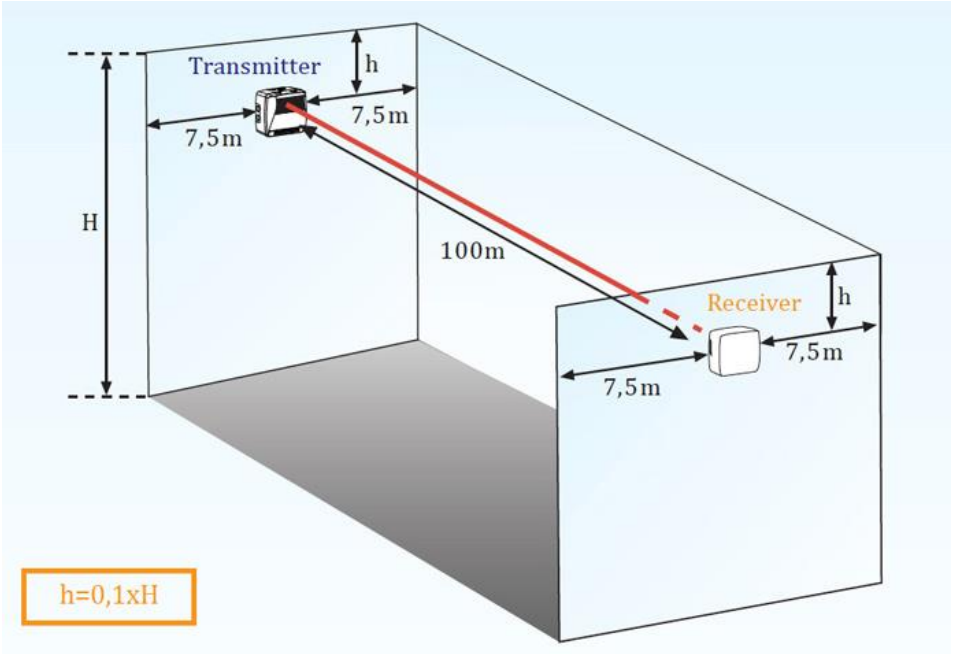
هذا الحساس يشتمل على Inputs من حساسات حرارية وضوئية ويتم تحليل قيمهم باستخدام sophisticated algorithm داخل الحساس كما في الشكل ولذا فهو حساس لنوعين مختلفين من مصادر الحريق، ويستخدم في الأماكن الهامة مثل غرف الحاسبات أو غرف الكهرباء العمومية.



كاشفات دخان خطية: Beam Detector

يتكون الكاشف من مرسل ومستقبل موضوع كل منهما في غلاف منفصل والمستقبل مجرد مرآة عاكسة تعكس الإشارة القادمة من المرسل ويعمل هذا الكاشف على مبدأ الكشف الاعتراضي باستخدام حزمة أشعة ضوئية تحت الحمراء محملة وغير قابلة للعبث بها وغير مرئية كما هو مبين في الشكل. علما بأن الكود المصري ينص على أن مدى التغطية لكاشف الدخان هو 10 متر فبعد الـ 10 متر يجب استخدام الـ beam detector.

كما يستعمل هذا النوع من الكاشفات للأماكن التي لا تجدي بها الكاشفات العادية حين يزيد ارتفاع المنطقة المراد حمايتها عن 12.0 م كالمولات والأماكن التي ليس لها أسقف.



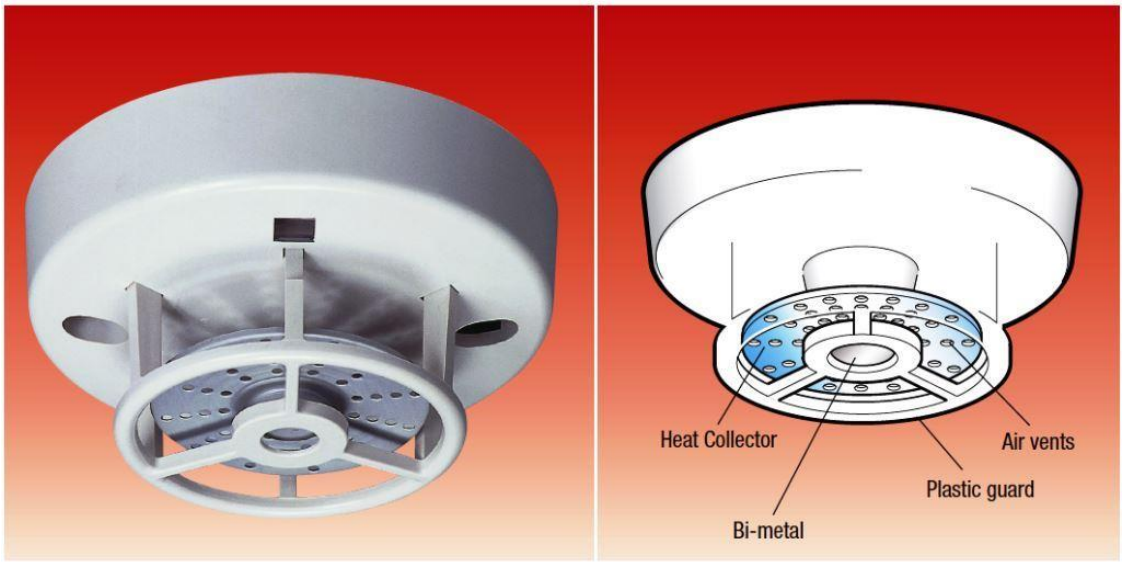
كاشف الحرارة (heat detector)

هو عبارة عن جهاز يستشعر الارتفاع في درجة الحرارة كعلامة على وجود حريق ويستخدم في الأماكن التي يوجد بها دخان في الحالات العادية كالمطابخ والحمامات وغرف الغلايات. تحتوي أجهزة الكشف عن الحرارة عادةً على ملصق مكتوب عليه "ليس جهاز سلامة الحياة ."ذلك لأن أجهزة الكشف عن الحرارة لا تهدف إلى استبدال أجهزة الكشف عن الدخان في غرف النوم أو في الردهة خارج غرف النوم.

ويوجد نوعين من حساسات الحرارة:

1. كاشف درجة الحرارة الثابتة Fixed temperature heat detectors:

يعتمد هذا النوع على مبدأ أن معظم المعادن تنصهر عند تعرضها للحرارة علاوة على ذلك فإن درجة انصهار معظم المعادن محددة للغاية بمعنى أن درجة انصهار المادة الصلبة لا تتغير، وتستخدم سبائك المعادن اللينة (ذات درجة الانصهار المنخفضة) لهذا الغرض بعد أن يتم تعديل مكونات السبيكة حتى يتم تحقيق درجة انصهار محددة ينطلق بعدها الإنذار. وفى بعض تصميمات هذا النوع نستخدم شريحتين من معدنين مختلفين، ولكل معدن منهما معامل تمدد يختلف عن الآخر عند تسخينهما، ويسمح تأثير الحرارة بتمدد المعدن ذو معامل التمدد الأكبر بسرعة أكبر مما يؤدى إلى تقوس الشريحة تجاه جانب المعدن ذو معامل التمدد الأقل، ويتم حساب مقدار التقوس والفرق في التمدد بين المعدنين عند درجة حرارة محددة بحيث يكون مقدار تقوس المعدن كافيا لقفل الموصلين الكهربائيين عند بلوغ مقدار معين من التقوس وبالتالي ينطلق الإنذار.



2. كاشف معدل الارتفاع في درجة الحرارة Rate-of-rise heat detectors:

تعمل على الارتفاع السريع في درجات الحرارة من 6.7 إلى 8.3 درجة في الدقيقة وهذا النوع لا يمكن استخدامه مع الحرائق التي تتطور ببطء. غالبا ما يستخدم في الأماكن التي من طبيعتها تواجد ابخرة أو دخان أو غبار مثل: غرف الغلايات والمطابخ أو المغسلة.

وفيما يلى توصيف فني لكاشف حرارة مصنع من قبل شركة safelinks البريطانية

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Operating voltage range	9–33V
Polarity	polarity insensitive
Quiescent current at 15V	<50µA
Alarm current at	
2–8.5V	<1.5mA
10.5–15V	25 ± 2mA
18–24V	<1.5mA
33V	<2mA
Maximum reset voltage	2V
Reset time	1s
Max supply interruption time	40ms
Available grades	A1R & CS
EMC	CE marked to EN50130-4
Dimensions	100mm diameter x 42mm
	detector in base 100mm diameter x 50mm
Weight	100g

Detectors are housed in standard Apollo pure white polycarbonate mouldings, and fitted with two LEDs in order to allow 360° visibility.

كاشف اللهب (Flame Detector)

هو جهاز يعمل على استشعار اللهب أو الانفجار بقياس مستوى الإشعاع في الجو ويستخدم في الأماكن الخطرة والأماكن ذات الارتفاع العالي كالمستودعات والمولات والأماكن المفتوحة للتسوق، وهي قادرة على استشعار الحريق بعد اندلاعه بسرعة تصل إلى 3 msec. وتنقسم حسب طبيعة عملها إلى نوعين :

1. Ultraviolet Type: تعمل هذه الكواشف على كشف الضوء إلكترونيا بالنسبة لموجات الضوء القصير التي لا يمكن رؤيتها بالعين وعادة ما تكون هذه الموجات مصحوبة بلهب كثيف جدا. والمشكلة بالنسبة لهذا النوع من الكواشف أن الأشعة فوق البنفسجية تتواجد في أشعة الشمس وأقواس اللحام مما يؤثر على الكاشف بإعطاء إنذارات كاذبة، لذلك يفضل استخدام هذا النوع في الأماكن التي لا تؤثر عليها البيئة الخارجية.

2. Infrared Type: تعمل هذه كواشف بكفاءة أكبر عند فصلها عن منابع مصادر الاشتعال مما يجعل استخدمها في مراقبة المساحات الكبيرة ذو فاعلية كبيرة. وتعمل الكواشف على إطلاق الإنذار عند تلقيها الأشعة تحت الحمراء.

كاشفات الغاز GAS DETECTORS

هو جهاز يستشعر وجود تسرب للغاز في الجو كجزء من نظام الحماية من الحرائق ويمكن أن يستخدم لكشف الغازات القابلة للاشتعال أو الغازات السامة أو نقص الأكسجين. ويستخدم في المطبخ أو محطات الوقود أو مستودعات الأنابيب، أو غرف الغازات في المستشفيات، أو أي مكان محتمل فيه تسريب الغاز.

ومن أنواعه كاشفات أول أكسيد الكربون CO Detectors والتي تسمى أيضا Carbon monoxide detector والتي تستشعر وجود غاز أول أكسيد الكربون في الجو، وهو غاز سام ليس له رائحة ولا لون ولهذا يسمى بالقاتل الخفي، ويستخدم هذا النوع الأخير في جراجات السيارات لأنه من الممكن أن يكون احتراق البنزين غير كامل فتسبب اختناق لمن هم داخل الجراج كما يستخدم في غرف مولدات الديزل لنفس السبب السابق. (يرجى الرجوع لكتالوج الشركات المنتجة للنوع الذي سيستخدم لمعرفة المدى الذي سيغطيه وفى الغالب يغطى هذا النوع مساحة نصف قطرها 4 متر أو حسب توصيات الجهة المصنعة.

كاشفات مجاري الهواء Duct Detectors:

يستخدم في مواسير الهواء ويثبت على مواسير الهواء الخارج من النظام للكشف عن الحريق داخل مجاري التكييف والهواء Return Duct. فالكشافات العادية توضع أسفل دكتات التكييف ومن ثم لو حدث دخان داخل الدكت سواء بسبب حريق في مروحة داخلية مثلا أو نتيجة انتقاله من مكان آخر فلن تكتشفه الحساسات العادية لأنها موجودة أسفل الدكت.

ويستخدم هذا النوع أيضا في غرف العلاج بالإشعاع في المستشفيات حيث يؤثر الإشعاع على الحساسات العادية إذا تعرضت له مباشرة فكان الحل هو اكتشاف الدخان بواسطة هذه الكشافات التي توضع في return Duct للهواء.

ملحوظة: يجب وضع حساس دخان فوق السقف المعلق false ceiling (إلا إذا كان ارتفاعه أقل من 80 سم) لأن الكشافات المثبتة في السقف المعلق ستكتشف أي دخان أسفلها، لكن من الوارد أن يحدث الحريق في الأسلاك الكهربية مثلا الموجودة فوق السقف المعلق، وهنا يكون دور هذا الحساس.

الإنذار اليدوي (Call Point):

هو شبكة تمديدات كهربائية مركب عليها نقاط نداء تشغل يدويًا وترسل الإشارة لتستقبل من قبل لوحة التحكم الرئيسية ومن ثم تطلق أجهزة الإنذار السمعية والبصرية.

ففي حالة مشاهدة أحد الأفراد الحريق قبل سماع الإنذار يقوم بالضغط على وحدة النداء كي تنطلق السرينة للتحذير. مع ملاحظة أنه يجب أن تركب الأزرار في مسالك الهروب بالمسارات الموصلة للمخارج والردهات المؤدية للسلالم عند كل طابق وكذلك في منافذ صرف المخارج.

ويتكون من زر موضوع داخل غلاف قوي احمر اللون مزود بغطاء قابل للفتح وله نافذة زجاجية يمكن تغييرها وبه LED مضاءة باستمرار تدل على عمله.

وتحدد مسافة الارتحال لأقرب زر إنذار يدوي طبقا لظروف الموقع وحالة شاغليه وبشرط ألا تزيد مسافة الارتحال عن 30 متر وفي الممر تكون المسافة بين وحدة وأخرى 60 متر. ويجب أن تكون أزرار الإنذار مركبة على ارتفاع لا يقل عن 1.2 متر ولا يزيد عن 1.6 متر من الأرضية في مكان يسهل الوصول إليه وتتوافر فيه الإضاءة الكافية وتكون مميزة عن لون الحائط المركبة عليه.

وحدات الإنذار

عند اكتشاف الحريق بواسطة الحساسات تقوم الوحدة المركزية FACP بتقييم الإنذار ومصدر وتحديد مكانه وبناء على ذلك تصدر إنذارا صوتيا أو مرئيا أو كلاهما لتحذير المتواجدين بالمكان.

أولا الإنذار الصوتي:

يراعي في معدات الإنذار الصوتي أن الحد الأدنى المقبول من مستوي شدة الصوت لإشارات الإنذار من الحريق هو 65 ديسيبل. وبما أن الأذن البشرية بالكاد تدرك تغييرا في مستوي شدة الصوت بمقدار 2 إلي 3 ديسيبل فانه يسمح بوصول الحد الأدنى لشدة الصوت إلي 60 ديسيبل (وليس أقل من ذلك) في بعض النقاط محدودة المدي أو المناطق المحاطة مثل المكاتب المفتوحة أو السلالم.

فإذا كان مستوي صوت الضوضاء الخلفية أصلا أكثر من 60 ديسيبل كما في "غرف الماكينات على سبيل المثال" فيجب عندئذ أن يزيد مستوي شدة الصوت لإشارات أجهزة الإنذار عن مستوي شدة الصوت للضوضاء الخلفية بمقدار 5 ديسيبل.

وفيما يلى أنواع وحدات الإنذار الصوتي الشائع استخدامها:

1. وحدات إنذار داخلية Bells: يصدر إنذار صوتي عند وجود حريق داخل المكان. تعمل أجراس الإنذار عند جهد مستمر 24 فولت وتسحب تيار تشغيل مقداره حوالي 20 ميللي أمبير.

2. وحدات إنذار خارجية Horns: وهي عبارة عن جهاز إنذار صوتي يوضع خارج المبنى لينبه من خارج المبنى إلى وجود حريق في المبنى للمساعدة في إطفاء الحريق أو إبلاغ المطافئ.

3. Speakers يصدر رسالة اخلاء عند اكتشاف حدوث حريق من نظام الإنذار كما في الكود الأمريكي. أما الكود الأوربي يربط الإخلاء بنظام السماعات الداخلية والتي يجب في هذه الحالة أن تكون بعلبة خلفية مقاومة للحريق وكذلك الكابلات.

وحدات الإنذار المرئية FIRE ALARM FLASHERS

تستخدم وسائل الإنذار المرئية عادة في الأماكن التي بها مستوى ضوضاء مرتفع أو الأماكن التي يشغلها أشخاص صم أو المستشفيات كوسيلة إنذار إضافية أو مكملة. وتكون هذه الوسائل عبارة عن كشافات ضوئية تعطى ضوءً متقطعا.

ومن أشهر الأنواع استخدام إشارات ضوئية Strobe Light [Flash] كما في الصورة.

لوحة التحكم (FIRE ALARM CONTROL PANEL-FACP)

من خلال منظومة التحكم داخل هذه اللوحة يمكن التحكم في جميع الأجهزة المرتبطة بها ابتداء من استقبال الإشارات من الكاشفات بأنواعها إلى إطلاق صافرات الإنذار الضرورية والقيام بالأعمال المنوطة إليه.

تقوم لوحات التحكم بنظام الإنذار بالوظائف التالية:

1- المراقبة التلقائية والتحكم في الدوائر الخارجية للمعدات (مثل دوائر كاشف الحريق وجهاز إنذار الحريق) وإمداد هذه الدوائر بالقدرة الكهربائية
2- إظهار إشارات الحريق وإشارات الإنذار الخاطئ ومواقعهم.
3- التحكم اليدوي لتسهيل إجراءات فحص وإيقاف الأجهزة وإطلاق إشارات الحريق وإسكات إنذارات الحريق الصوتية وإعادة تشغيل النظام بعد إشارة حريق.
4- تعطى إنذار صوتي وضوئي عند حدوث الحريق مع تحديد منطقة حدوثه
5- تعطيل خاصية الـaccess على البوابات لسرعة هروب الناس فلا يعقل أن يخرج كل فرد كارت الدخول الممغنط الخاص به من أجل فتح بوابة الخروج من المبنى مثلا.
6- توقف جميع المصاعد في الدور الأرضي ما عدا المصعد المخصص لرجال الإطفاء.
7- بعض اللوحات تكون مزودة بخاصة الاتصال بالمطافي أو بعض الأشخاص المسؤولين التي تسجل أرقامهم عليه أوتوماتيكيا ويذيع رسالة مسجلة مسبقا وتسمى هذه الخاصية بالـ auto Dialer.

8- تقوم بإيقاف المراوح المسؤولة عن إدخال الهواء النقي للمبني Fresh air exhaust fan كي لا يساعد علي زيادة اشتعال الحريق.

9- تقوم بتشغيل شفاطات طرد الدخان Smoke Exhaust Fan للحد من كمية الدخان الموجودة حتي لا تسبب اختناق للأشخاص وتأخذ هذه الشفاطات تغذيتها من نظام الطوارئ .

10- تقوم بغلق نظام ال access doors وفتح الأبواب الكهربائية لسرعة الهروب.

11- المصاعد الكهربائية Lifts:

12- تقوم بغلق الـ dampers الخاصة بالمكيفات حتي لا ينتقل الدخان أو ألسنة اللهب في الـ Ducts الخاصة بالتكييف.

13- تقوم بإرسال إشارة لمضخات المياه Fire pumps لدفع الماء في خراطيم الحريق أو المواسير التي تنتهي برشاشات المياه ال Sprinklers .

معدات التحكم

الأجزاء التالية تعتبر معدات مكملة لشبكة الإنذار.

Door Holder

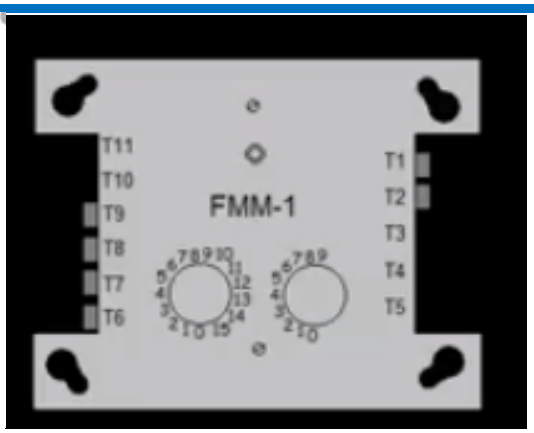
ويوضع خلف أبواب الهروب، ففي الظروف العادية يستعمل ليظل الباب مفتوحا أما في حالة الحريق فيلغى القفل الكهربي حتى يغلق الباب دائما بعد مرور أي شخص منعا لانتشار الدخان بالمبنى. (يمكن في بعض الأنظمة أن يكون الأمر معكوسا بمعنى أنه وقت الحريق تكون وظيفة هذا الماسك أن يظل الباب مفتوحا لسهولة إخلاء المتواجدين في المبنى فلا يحتاج أحد منهم أن يفتح الباب).

وهو يتكون من قطعتين: قطعة توصل بالباب والثانية خلفه مرتبطة مع شبكه الإنذار. وبالطبع يتم التنسيق مع المعماري لمعرفة وزن الباب وبالتالي قوة القفل المغناطيسي المطلوب.

وحدة المراقبة: Monitor Module

وظيفة هذا الجهاز أنه يعمل كـ Interface بين لوحة addressable وبين أي عنصر conventional، فيمكن مثلا توصيله إلى Conventional Heat detector فيصبح له عنوان كأنه addressable.

ويتم تحديد العنوان بنفس الطريقة التي يتم بها تحديد العنوان في الحساسات من النوع الـ addressable حيث يظهر المؤشران كما في الشكل.



على سبيل المثال فيمكن في أحد الفنادق أن نضع في كل غرفة addressable Detector لكن عند توصيل حساسات طرقة الدور الثالث مثلا فإننا نستخدم حساسات عادية (أرخص بكثير من الحساس الـ Addressable) ثم في نهاية حساسات هذه الطرقة نضع MM ونعطيه رقم 12 مثلا (نختار 1 من المؤشر الأيسر و2 من المؤشر الأيمن) ونوصله باللوحة من خلال كابل داتا، وبالطبع إذا جاءت إشارة من رقم 12 فمعناها أن طرقة الدور الثالث بها حريق وبالطبع لا يهم رقم الحساس تحديدا لأن الطرقة مكان واحد مفتوح على بعضه.

ونفس الفكرة يمكن تطبيقها على الجراجات المفتوحة فليس هناك معنى لاستخدام حساسات معنونة غالية الثمن في مكان مفتوح.

كما يستخدم الـ MM لمراقبة بعض العمليات الـ Conventional مثل: مراقبة محبس سريان المياه في مواسير نظام إطفاء الحريق (water flow switch)، فجميع هذه الأجهزة تعتبر عادية وليس لها عنوان، ومن ثم تحتاج اللوحة الذكية لمتابعتها أيضا من خلال الـ MM. فيوصل بكابل الـ data إلى لوحة التحكم من جهة، ويوصل إلى الجهاز المراد مراقبته من جهة أخرى.

ملاحظة: لا يصلح توصيل conventional Smoke detector إلى MM لأنها تحتاج إلى Power Supply على عكس الـ Heat Detector. كما أن الـ MM ليس به مصدر لتغذية هذه الحساسات، بل هو فقط ينقل إشارات (هناك أنواع خاصة من الـ MM بها إمكانية الـ Power Supply).

يقوم هذا الجهاز بالكشف على حالة الأجهزة التالية:

- WATER FLOW SWITCH
- TAMPER SWITCH
- Pressure Switch

فهذه الأجهزة ليست addressable ولكن يتم مراقبتها من خلال الـ MM ليضمن أنها تعمل بشكل صحيح وفي حالة وجود خطأ بها فإن الـ MM سيتم عمل Activation له ويقوم بتوصيل إشارة معينة إلى لوحة الحريق. وفيما يلى شرح

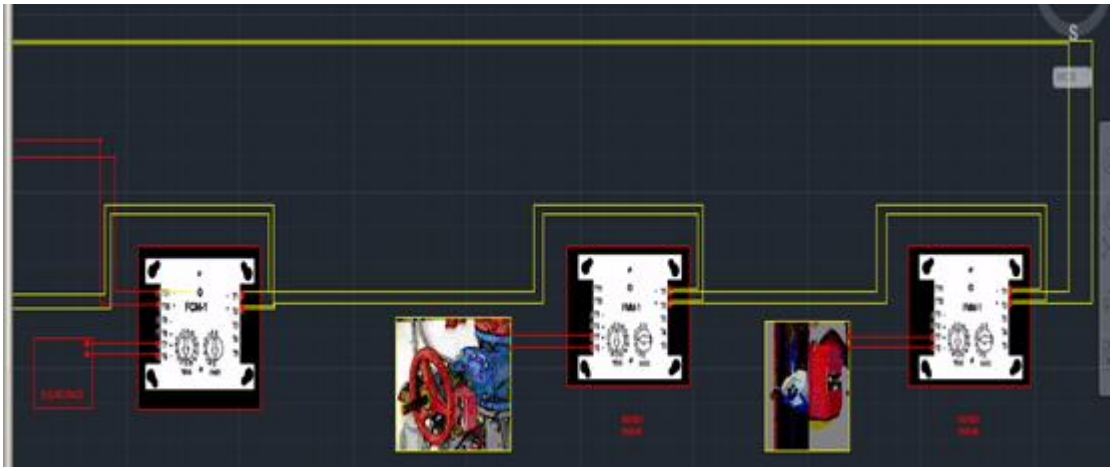
دور الـ MM مع كل جهاز من الأجهزة السابقة:

دور الـــ MM في مراقبة الـــ Water Flow Switch

معلوم أنه في حالة عدم وجود حريق فإن المياه داخل المواسير في حالة سكون. أما في حالة وجود حريق فعلى الأقل سينكسر واحد من الـ SPRINKLER الخاص بالإطفاء الآلي ومن ثم تتحرك المياه داخل المواسير، ويتم تركيب WATER FLOW SWTICH على الماسورة من أجل اكتشاف حركة المياه هذه، ويتصل به الـ MM من أجل أن يرسل إشارة إلى لوحة FACP لتبدأ في اطلاق إنذار الحريق حال اكتشاف بدء سريان الماء في المواسير (ما لم يكن قد اكتشف من طريق آخر).

دور الـــ MM في مراقبة الـــ Tamper Switch

معلوم أن محبس مياه الحريق يجب أن يكون مفتوحا لضمان تدفق الماء عند حدوث الحريق. ففي حالة قام أحد الأشخاص عن طريق العمد أو الخطأ بغلق محبس المياه المسؤول عن تغذية نظام الإطفاء الآلي بالمياه فلابد حينئذ من إطلاق إنذار للتنبيه لخطورة هذا الوضع، ومن ثم فدور الـ MM هنا هو متابعة الـ Tamper Switch المسؤول عن متابعة حالة محبس المياه من حيث غلقه أو فتحه وإرسال إشارة تحذير إلى لوحة الـ FACP.



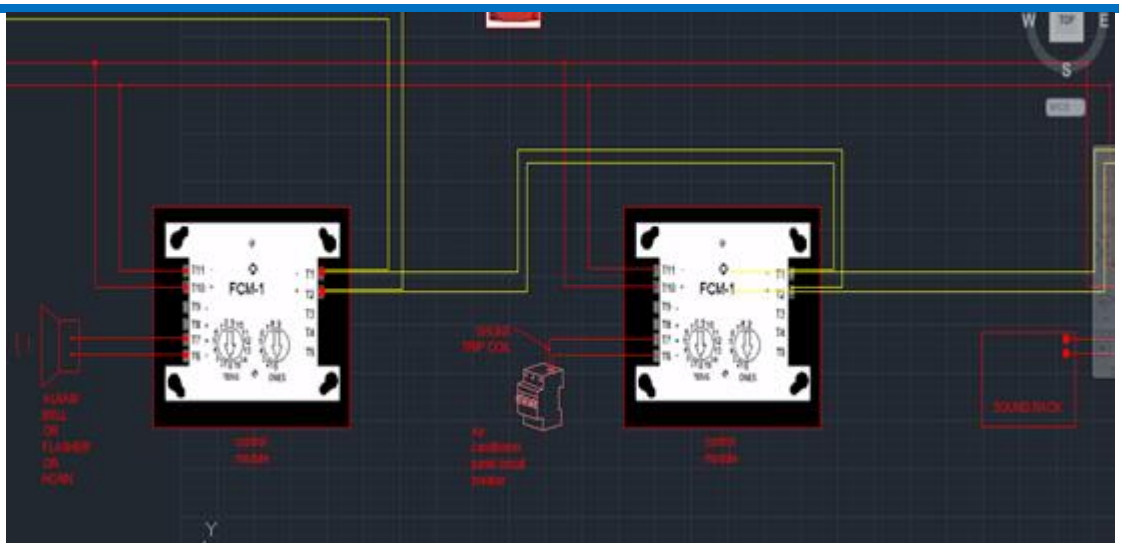
وحدة تحكم Control module

يمكن بداية القول أن الـ MM السابق شرحه في الجزء السابق هو Input Module بمعنى أن دوره أن يتابع حالة معينة ثم يرسل إشارة تحذيرية إلى لوحة الـ FACP كما سبق الشرح.

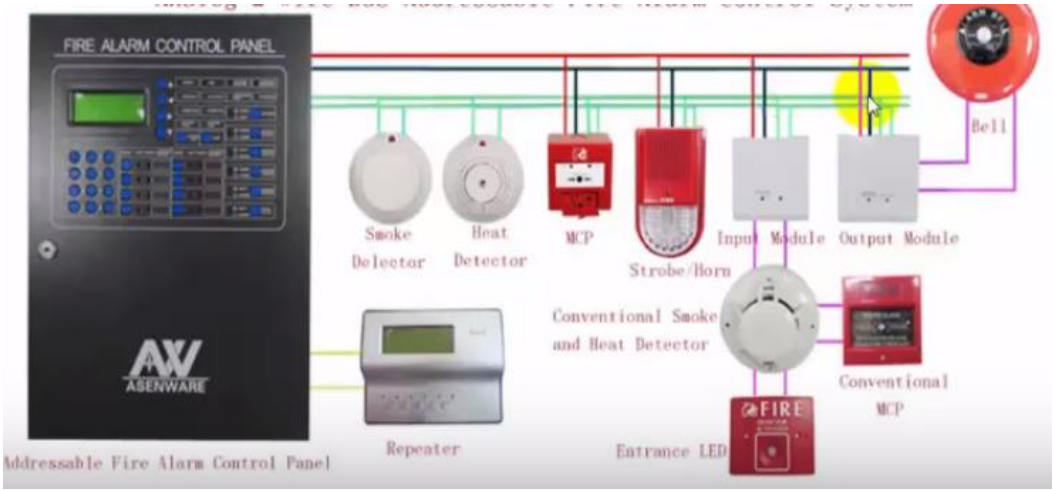
أما الـ CM فهو Output Module، بمعنى أنه يستخدم في توصيل إشارة من الـ FACP إلى جهاز ما، وليس العكس كما في الـ MM. فيستخدم مثلا في التحكم في إيقاف أو تشغيل بعض العمليات أثناء حدوث حريق بناء على أوامر من الـ FACP مثل:

- إيقاف المصاعد.
- غلق بعض لوحات الكهرباء.
- تشغيل مراوح سحب الهواء.
- إيقاف مراوح ضخ الهواء لأنها تساعد على الاشتعال
- يتم توصيله أيضا على مجموعة تلفونات استدعاء الإطفاء في الأدوار.
- إيقاف أو تشغيل بعض الطلمبات.
- فتح جميع الأبواب الأتوماتيكية.

كما أنه يستخدم في عنونة بعض الأجهزة التقليدية التي تصنف كـ Outputs للوحة الحريق مثل سارينات الإنذار. فلو كان لدينا 4 أدوار مثلا فعند حدوث حريق في الدور الثاني مثلا فإن لوحة الحريق ستتمكن من معرفة الدور لكن أحيانا نفضل أن يطلق الإنذار في الدور الثاني فقط لمدة معينة ثم يطلق في المبنى كله إذا لم يتم التغلب على الحريق. ويكون السؤال كيف سيتم تشغيل سارينات الدور الثاني فقط وهى ليست Addressable؟ والإجابة هي استخدام الـ CM لتحويلها إلى Addressable element. كما في الشكل التالى. مع ملاحظة أن الـ Control Modules يكون جهد التغذية لها مختلف عن جهد التغذية للحساسات لذا يكون لها طرفى تغذية مستقلين كما في الشكل.

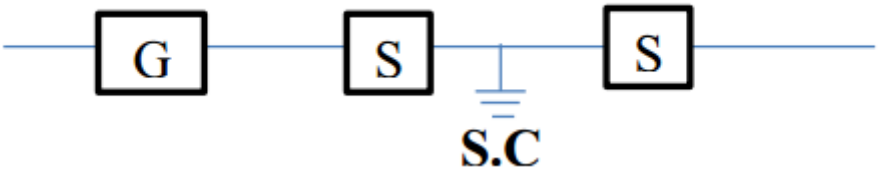


لاحظ في هذه الحالة أن جميع سارينات الدور ستعمل معا من خلال الـ CM الذي يقوم بدور الـ Contactor فيغلق الدائرة الكهربية الخاصة بسارينات الدور الثاني مثلا كما ذكرنا.

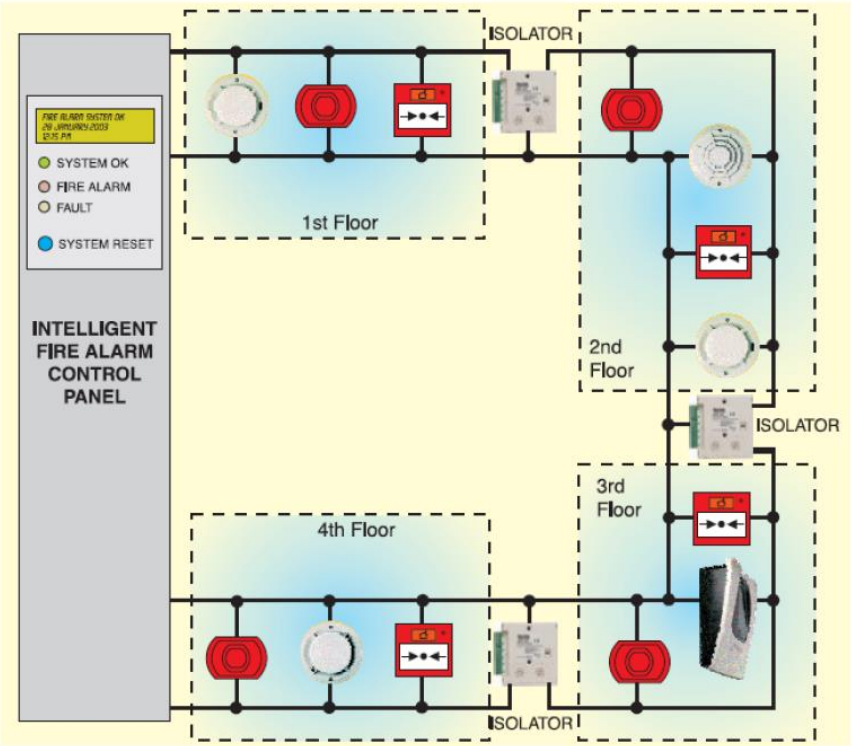


وحدات عزل ISOLATION MODUELS

كيف يمكن عزل معدات كل دور عن الآخر؟ وماذا لو حدث SHORT CIRCUIT في جزء من الشبكة كما في الشكل؟



لعزل هذا الخطأ يمكن وضع Isolation module (I) بعد كل 10 حساسات مثلا لعزل الـ Fault. فلو حدث short فى أحد حساسات الدور الثاني مثلا فسيتم عزل جميع حساسات هذا الدور بالتحكم في Iso Mod الذي يوجد قبل هذا الدور والـ IM الذي يوجد بعد هذا الدور (بالطبع لا يستخدم Isolator Mod إلا مع addressable system حتى يمكن تحديد مكان الـ SC بدقة)، وعندها تصدر اللوحة أمرا لهاذين الـ IM لفتح الدائرة بينهما وتصبح الـ Loop – التي كانت قبل العطل واحدة – تصبح منقسمة إلى جزئين منفصلين، وكل جزء يغذى من جهة مختلفة كما في الشكل التالي.



ولكن حاليا كل أنواع الكواشف تقريبا يوجد بداخلها Built in Isolation circuit، فيتم فصل عدد 2 كاشف فقط (قبل وبعد المعطل) بدلا من فصل 10 كواشف كما كان في الحالة السابقة. فإذا كان هذا النوع مازال مستخدما في التصميم فيجب وضع ملاحظة في الـ Tender بأنه في حال توريد حساسات مزودة بدوائر عزل داخلية فيجب عندئذ أن تلغى الـ IM من الحصر.

شبكة المواسير والكابلات

يجب عند استخدام المواسير والكابلات مراعاة أن منظومة الإنذار هي المنظومة التي يجب أن تظل في الخدمة في حالة أن تعطلت كل الأنظمة الأخرى ولذلك يراعى الاتي:

- عند استخدام كابلات ظاهرة يجب أن تكون مسلحة.
- عند استخدام أسلاك داخل مواسير بارزة يجب أن تكون المواسير صلب EMT
- عند استخدام أسلاك داخل مواسير مدفونة يجب أن تكون المواسير مضادة للحريق Fire Retardant

- يجب ألا يزيد طول السلك في ال loop الواحد عن الطول المكتوب في data sheet الخاصة بالكابل لأن استخدامه لطول أكبر من المسموح يجعل هناك Voltage drop يؤثر على أداء المنظومة
- مساحة مقطع الأسلاك المستخدمة 4 و2.5 و1.5 و0.8 مم^2 وغالبا ما يستخدم 2*1.5 مم^2
- نستخدم نوع مخصص من الكابلات تسمى fire Retardant cable ويوجد منها نوعان:

❖ النوع الأول: نوع يتحمل إلى 950 درجة مئوية (أغلي في السعر) ولا يتطلب وجود ماسورة تحتويه.

❖ النوع الثاني Flame Retardant: نوع يتحمل إلى 105 درجة مئوية (أرخص في السعر) ولكن يتطلب وجود ماسورة معدن تحتويه (حتى تتحمل درجة الحرارة العالية الناتجة من الحريق).

ملحوظة هامة: إذا كانت المسافة المستخدمة أقل من 3000 متر نستخدم كابلات مساحة مقطعها 1.5 مللي متر مربع إلا إذا كان عدد الأجهزة المستخدمة كبيرا، أما إذا كانت المسافة أكبر من 3000 متر يجب زيادة مساحة مقطع السلك إلى 2.5 مللي متر مربع.

أنواع أنظمة التحكم

تنقسم الأنظمة – وبالتالي اللوحات– إلى أربعة أنواع:

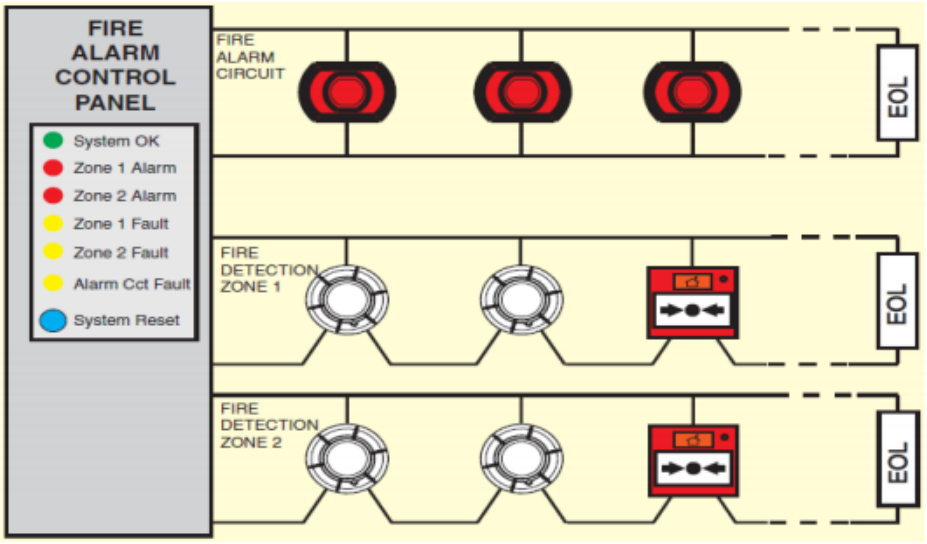
النوع الأول: النظام التقليدي القديم: (Conventional FACP)

تتصل أجهزة الكشف التقليدية عادة بلوحة التحكم عبر دوائر، كل دائرة تحمي منطقة معينة (zone). وعند حدوث حريق ووصول إشارة عن طريق الكاشفات الأوتوماتيكية أو اليدوية (push pull or break glass) فإن لوحة التحكم تقوم بإعطاء إنذار صوتي وبصري لإخلاء الناس من الـ Zone غير الآمن فقط، لكنها لا تستطيع تحديد المكان بدقة داخل الـZone الواحد. وفى بعض الأحيان تقوم بتفعيل أجهزة الإطفاء.

وغالبا يكون النظام التقليدي خيارا مفضلا في النظم الصغيرة أو التي يوجد عليها قيود في الميزانية لأنه رخيص الثمن . ويمكن استخدام هذا النظام في الأماكن الواسعة إذا كانت غير مقسمة مثل جراج أو مخزن أو غرف محولات (لكنه لا يصلح مثلا لفندق به عدد كبير من الغرف في كل دور لأنه لا يمكنه تحديد أي غرفة منهم فيها الحريق).

وليس في هذا النظام Control module للتحكم بأجهزة معينة مثل المصاعد وأجهزة التكييف تلقائيا في وقت حدوث الحريق أو عمل مراقبة Monitoring لبعض العمليات في الأوضاع الطبيعية والطارئة.

وتوضع الحساسات في loop منفصلة عن الـ Loops الخاصة بأجهزة الإنذار في هذا النوع من الأنظمة (اللوحات). وأقصى عدد يكون في الغالب 20 عنصر في الـ Loop الواحدة والتي تغطى Zone محدد. فو كان لديك 60 عنصر في المشروع فستحتاج إلى لوحة بها 3–Zone على الأقل .



ويجب وضع مقاومة في نهاية كل Loop تسمى End of Loop، EOL وهى مقاومة عالية تسمح بمرور تيار منخفض في الـLoop في الظروف الطبيعية مما يعطى تأكيدا أن أسلاك هذه الـ Loop سليمة ومتصلة وليس بها قطع نتيجة فئران مثلا. أما في حال حدوث حريق فإن أي حساس سوف يغلق دائرته ويصبح short circuit فيمر خلاله تيار أعلى بكثير من التيار الطبيعي الذي كان يمر في EOLR.

ونفس الفكرة تستخدم مع الـ branch الذي يضم كل الأجراس مع سؤال مهم هنا: وهو أنه عند حدوث حريق كيف سنضمن أن الأجراس سيمر فيها التيار وليس في مقاومة الـ EOL الخاص بها كما هو الحال في الظروف الطبيعية؟ والإجابة أن دائرة الأجراس توصل من خلال دايود بحيث أنه في الظروف الطبيعية لا يمر تيار في أي جرس، لكن عند حدوث حريق يتم عكس أطراف التغذية لدائرة الأجراس مما يؤدى إلى مرور التيار في الأجراس لأن أطراف الدايود صار عليها جهد معكوس. وفكرة عكس أطراف جهد التغذية تستخدم فقط في الـ loop الخاصة بالأجراس.

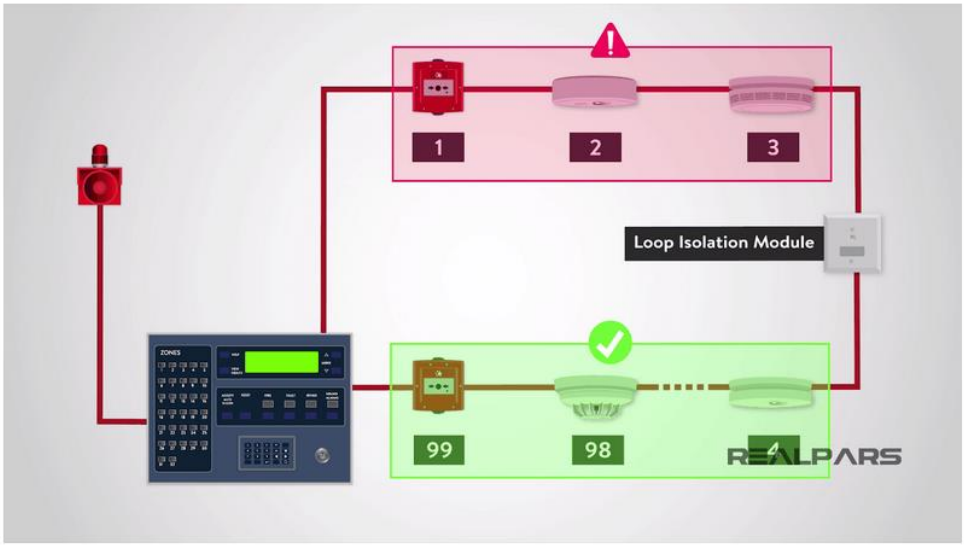
النوع الثاني: النظام المعنون addressable (Addressable type FACP)

كل كاشف في هذا النظام يعطى عنوانًا محددًا (عادةً عن طريق switch)، ويمكن توصيل ما يصل إلى 99 جهازًا بكل حلقة. ومن الشائع أن يتم تزويد الحلقة بوحدات عزل للوحدة بحيث يتم تجزئة الحلقة لضمان أن دائرة كهربائية قصيرة أو خطأ واحد سيسبب فقط فقدان جزء صغير من النظام ؛ السماح لبقية النظام بالعمل بشكل طبيعي.

في هذا النوع يتم توصيل جميع مكونات النظام (الحساسات وأجهزة الإنذار والـ CM والـ MM إلخ) على شكل حلقة Loop من خلال كابل (الجميع في نفس الـ LOOP ولذا من الأهمية بمكان التأكيد على أن تكون جميع مكونات النظام من شركة واحدة وليس من موردين مختلفين)، وكل جهاز منهم له العنوان الخاص به. وكل شركة مصنعة هي التي تحدد أقصى عدد داخل الـLoop الواحدة.

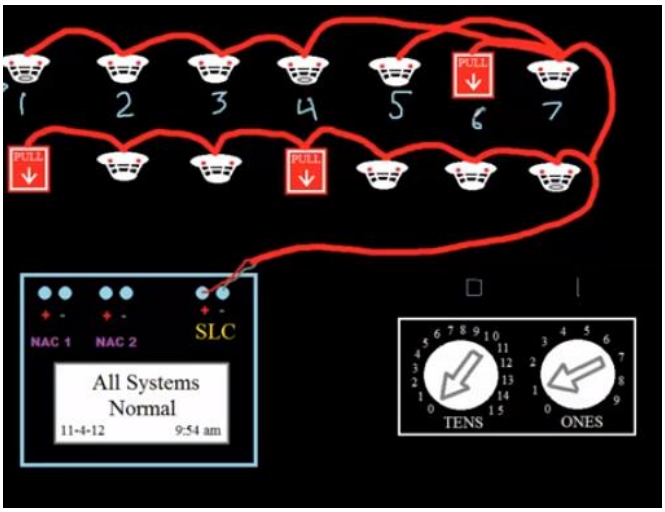
فمن الممكن مثلا أن يكون 100 حساس + 100 جهاز منوع فى الـLoop الواحدة، وممكن أكثر أو أقل حسب الشركة المصنعة. واللوحات في هذا النظام تعرف بعدد الـ Loops المتاحة بها (وليس عدد الـ Zones كما في النظام السابق)، مع ملاحظة أن كل loop ستغطى منطقة معينة طبقا لقواعد التصميم التي سنذكرها لاحقا).

لاحظ ميزة إضافية في هذا النظام وهى أنه مغذى من جهتين كما في الشكل التالي بحيث إذا قطع السلك في أي جزء فسيتم تغذية الجزئين من الجهتين وبالتالي لا تحتاج إلى End of Line Resistor كما في النظام السابق لفحص استمرارية الدائرة.



وتقوم لوحة التحكم بالتواصل مع كل كاشف على حدة من خلال كابل داتا Data Cable، وبعض الشركات تسميه signal Line Circuit كما في الشكل التالى.

لاحظ أن طريقة توصيل الحساسات مع هذا الكابل ليس بالضرورة أن تأخذ شكلا منتظما بل يمكن عمل tap من أي نقطة وتوصيل الحساس إلى كابل الـ Data الرئيسي. وبالطبع سيحتاج كل حساس إلى طرفى تغذية أيضا بالإضافة إلى كابل الـ Data.



لاحظ أيضا في الشكل السابق أن لكل حساس رقم خاص مستقل ويتم تحديد الرقم من خلال طرق مختلفة إحداها تظهر في الشكل حيث يوضع هذين المؤشرين في ظهر كل حساس، فإذا أردت أن تعطى حساس معين رقم 115 مثلا فما عليك سوى اختيار رقم 11 من مؤشر العشرات tens واختيار رقم 5 من مؤشر الأحاد ones.

وتتلقى لوحة التحكم الرئيسية تقريرا عن حالة كل حساس على حدة مثلا ": طبيعية أو هناك حريق أو خطأ. حيث لكل كاشف كما ذكرنا عنوان متفرد على لوحة التحكم مما يجعله قادرا على سرعة تحديد مكان وقوع الحادث بدقة كبيرة، ولهذا السبب نظام إنذار الحريق المعنون addressable الرقمي هو الخيار الطبيعي للمباني الكبيرة والنظم التي تتطلب تعقيدات أكثر وسرعة تحديد المكان الذي نشأ فيه الحريق.

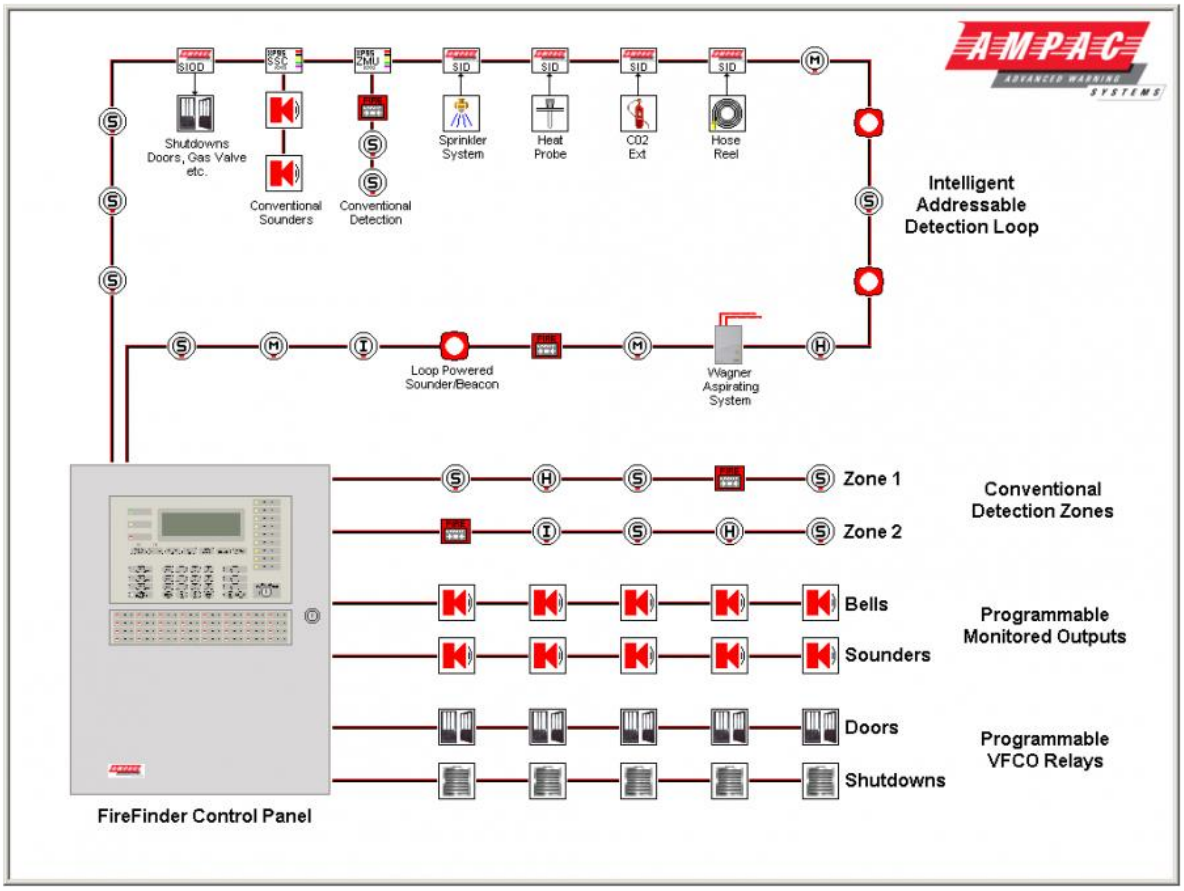
في حالة استشعار أحد الكاشفات لوجود دخان أو حرارة أو في حالة تشغيل ال MCP يتم إرسال إشارة إلي لوحة الحريق فتقوم لوحة الحريق بتحديد عنوان الحساس أو الكاشف و تشغيل أنظمة الصوت و الإضاءة الخاصة بتلك المنطقة لتحذير المتواجدين من وجود خطر في المكان... كما يتم إرسال أوامر من الFACP إلي الControl module لتنفيذ بعض العمليات للتحكم بأجهزة معينة مثل فصل المصاعد وأجهزة التكييف وتشغيل مضخات المياه و الEXHAUST FANS لطرد الدخان من المبني وفصل مراوح التهوية. وعند درجة معينة من الخطر تقوم الFACP بالاتصال بأقرب مراكز للدفاع المدني.

نظام إنذار الحريق المعنون addressable مثالي للمرافق الكبيرة، لأنه كلما أسرعت بتحديد موقع الحريق بدقة كلما أمكن إنقاذ حياة أناس أكثر والمزيد من الممتلكات أثناء حالات الطوارئ.

ويتميز هذا النوع عن النوع الأول بما يلي:

1. يمكن ربط عدد كبير من الكواشف.
2. يعين على تحديد موقع الكاشف المتحسس لحالة الحريق.
3. تامين قراءة دائمة للكواشف حيث في حال حدوث قطع في أحد الكابلات يتم التغذية من الاتجاه الآخر.
4. يمكن ربطه على أنظمة أخرى مثل الـ graphic station.
5. سهولة الصيانة.

والصورة التالية توضح الفرق بين النوعين، فالجزء العلوى يمثل النوع الـ addressable حيث الجميع داخل loop واحدة، والجزء السفلى يمثل النوع التقليدي حيث الحساسات في zones ومنفصلة عن معدات الإنذار. ومن الممكن عمل عملية دمج للنظامين مع بعضهما في مكان واحد كما أن بعض اللوحات تكون مصممة للنظامين كما في الشكل.

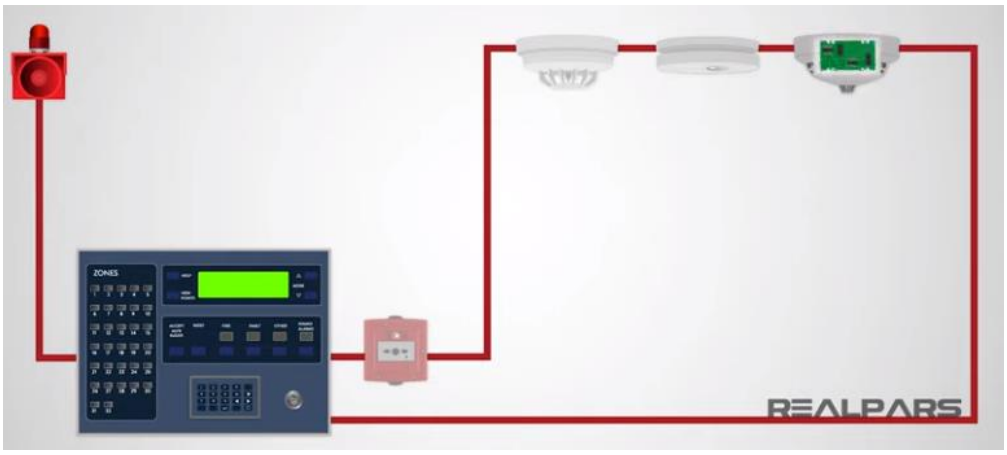


النوع الثالث: منظومة الإنذار الذكية Inelegant Fire alarm system

في النظامين السابقين يعتمد النظام على وصول إشارة من أحد الحساسات فيطلق الإنذار مباشرة، وقد يكون ذلك بسبب قطع في السلك أو عبث في الحساس، ولذا يستخدم هذا النظام الذي زودت الحساسات فيه بشريحة ذكية تجعله كأنه كومبيوتر صغير ويمكن تقييم الإنذار ونوعه قبل إرساله إلى لوحة التحكم فيرسل مع الإنذار بعض المعلومات المفيدة للوحة لتأخذ قرار وتحدد هل هو إنذار حقيقى أو غير ذلك.

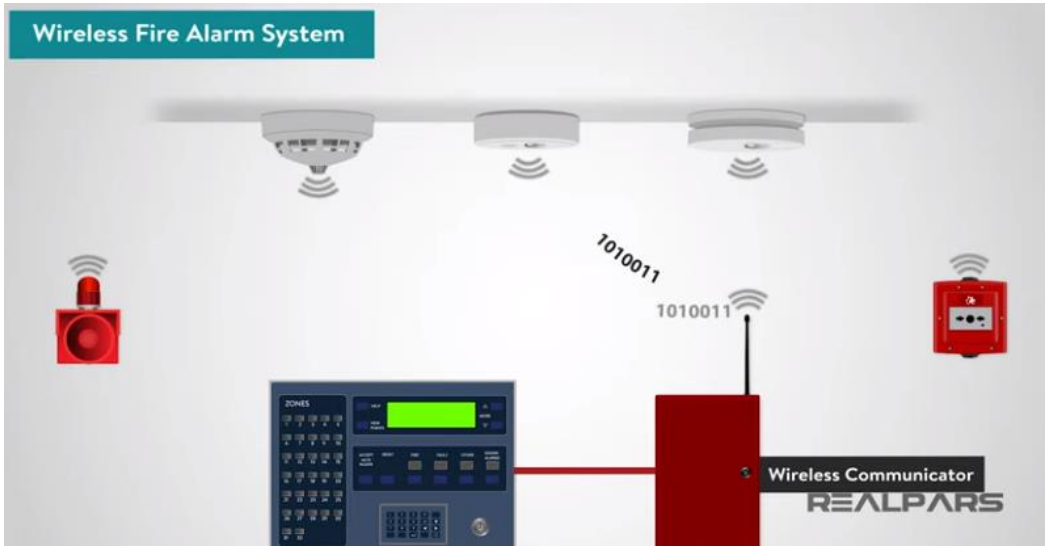
ومن الفروق الجوهرية أيضا أن الـ Smoke detector مثلا في هذا النوع ليس فقط يكتشف الدخان كما في النوع العادى لكنه يستطيع أن يرسل data تشير إلى حجم هذا الدخان وكميته، وهذه ميزة ليست موجودة في النوع العادى ومن هنا تسمى الحساسات واللوحات من هذا النوع بـ intelligent Devices، بمعنى آخر أن الحساسات في النوع التقليدي هي من تقود

اللوحة، أما هنا فاللوحة يمكن أن يصلها إشارة ثم تقرر أن تنتظر قليلا مثلا، فالأمر الآن بيد اللوحة وليس بيد الحساس. وبمعنى آخر أن يمكن من خلال برمجة اللوحة أن تغير حساسية الاكتشاف فترفع درجة الحساسية أو تخفضها حتى لحساس عن غيره فيمكن مثلا للحساس في الغرفة 1 أن تجعله يعمل إذا تجاوزت نسبة الدخان 30% مثلا بينما في غرفة أخرى يمكن رفع النسبة إلى 50% في حساسات المدخل مثلا حيث تكون معرضة أكثر للغبار أو دخان قادم من الخارج، يمكن أن تخفض النسبة مثلا في غرف الـ Servers إلخ.



النوع الرابع: Wireless system

في هذا النوع يتم الاستغناء عن الأسلاك تماما وتصبح المنظومة كلها wireless كما في الشكل التالي.



مقارنة بين لوحات من ثلاث شركات مختلفة

في جدول المقارنة التالى تظهر عناصر عديدة من أهمها على سبيل المثال وليس الحصر:

1- العنصر الثاني مثلا، ويمثل عدد الـ Loops الممكن توصيلها على كل لوحة.

2- العنصر الثالث . ويمثل أكبر عدد من الأجهزة داخل كل loop. لاحظ أن اللوحة الثانية فرقت بين الـ CM وبين الحساسات بينما اللوحات الأخرى أعطت العدد الكلى دون تمييز .

3- العنصر السابع في المقارنة يبين أن اللوحة الأولى يكون الحساسات الخاصة بها مزودة بـ isolator ومن ثم لا أحتاج لوضع isolator module كل 20 حساس مثلا أو كل دور .

4- البند 9 يبين عدد اللوحات الرئيسية التي يتم توصيلهم معا في مبنى كبير لتكوين network، بالطبع أحدهما فقط ستعبر master.

NO.	TYPE	COOPER DF6000 -UK	NOTIFIER NFS-2 3030-USA	GE EST3 USA/CANADA
1	Dimensions	40x50x13 cm	72x61x13 cm	90x69x12 cm
2	Loops	6 Loops Max	10 Loops Max	10 Loops Max for each CPU
3	Capacity	200 Device per Loop	159 Detector plus 159 Module	125 Detector plus 125 module per one LOOP.
4	Screen	12x9 TOUCH Screen	12x7 normal Screen	8 Line x21 characters =(168 chracters)
5	Horn	Addressable inside Loop	Conventional separatev LOOP	Conventional Separate Loop.
6	Repeater	Fixed inside Loop as a device	Fixed at separate Loop.	Fixed at separate Loop.
7	Isolator	Every Device Has short ckt isolator built in	Install one isolator device every between 20-25 device	install one isolator module every (20-25) device.or isolator base
8	Addressable T-Branch	Availble	not available	Availble
9	Network	up to 63 panels	up to 99 panels	up to 64 panels
ele	Addressing	Automatic software from panel	Rotary switch from each device	electronic addressing with no need to use switches
11	Relay 220 VAC	Available 3A Max.	not available only 110 VAC	not available.Only 24 VAC
12	Printer	Built in no need for ink replacement	Separate need for ink replacement	desktop dpt matrix printer (separate)
13	Speech Sounder	Available	not available	Availble
14	door holder	working at 24 VDC-DC Or 220 VAC	working at 24 VDC-DC Or 110 VAC	working at 24 VAC-VDC or 120 VAC

الربط بين اللوحات

أحيانا يكون لدينا أكثر من مبنى في المشروع، لكن لدينا مراقب إداري واحد لهم، وليس مقبولا وضع مراقب إداري في كل مبنى، فعندئذ تكون اللوحة في المبنى الإداري الرئيسي Master بالنسبة للوحات الأخرى، وعند حدوث حريق في أي مبنى فرعى سينطلق الإنذار في هذا المبنى الفرعى من خلال لوحته الفرعية لكن ستظهر إشارة buzzer في المبنى الرئيسي (بدون انطلاق سارينة إنذار) لتنبه المسؤول الإداري لحدوث حريق في المبنى الفرعى المذكور.

مع ملاحظة أنه لو كانت المسافة كبيرة بين المباني فلن يكون مناسبا ربط اللوحات معا باستخدام كابلات RS232- RS485، لكن سيستخدم كابلات فايبر في هذه الحالة.

لوحات التكرار: REPEATER PANELS

وهي أجهزة (تسمى أيضا satellite) يتم تركيبها عندما يكون هناك مثلا أكثر من مدخل رئيسي للمنشأة، ويبعد عن اللوحة الرئيسية بمسافة كبيرة. وبعض هذه اللوحات يظهر عليها فقط الـ Status بمعنى أن المراقب يمكنه أن يطلع على حالة اللوحة الرئيسية البعيدة عنه من خلال هذه اللوحة الـ repeater في حال مغادرته لمكان اللوحة الرئيسية لأى سبب وعدم تمكنه من متابعة اللوحة الأم.

كما يمكن أن تستخدم في النظام المعنون addressable عند وجود مكان بعيد عن اللوحة الرئيسية فيتم وضع Repeater Panel في هذا المكان في وضع operation وربطها باللوحة الرئيسية مع العلم أن اللوحة الرئيسية على دراية بما يحدث ولكن ليس التفاصيل.

ويمكن استخدام Repeater Panel أيضا عندما يزيد عدد الحساسات في loop معينة عن الحد الأقصى، أو أن اللوحة وصلت للسعة القصوى لها من عدد ال loop التي من الممكن أن توصل عليها وبالتالي نستخدم هذه اللوحة كأنها لوحة تحكم لكن صغيرة.

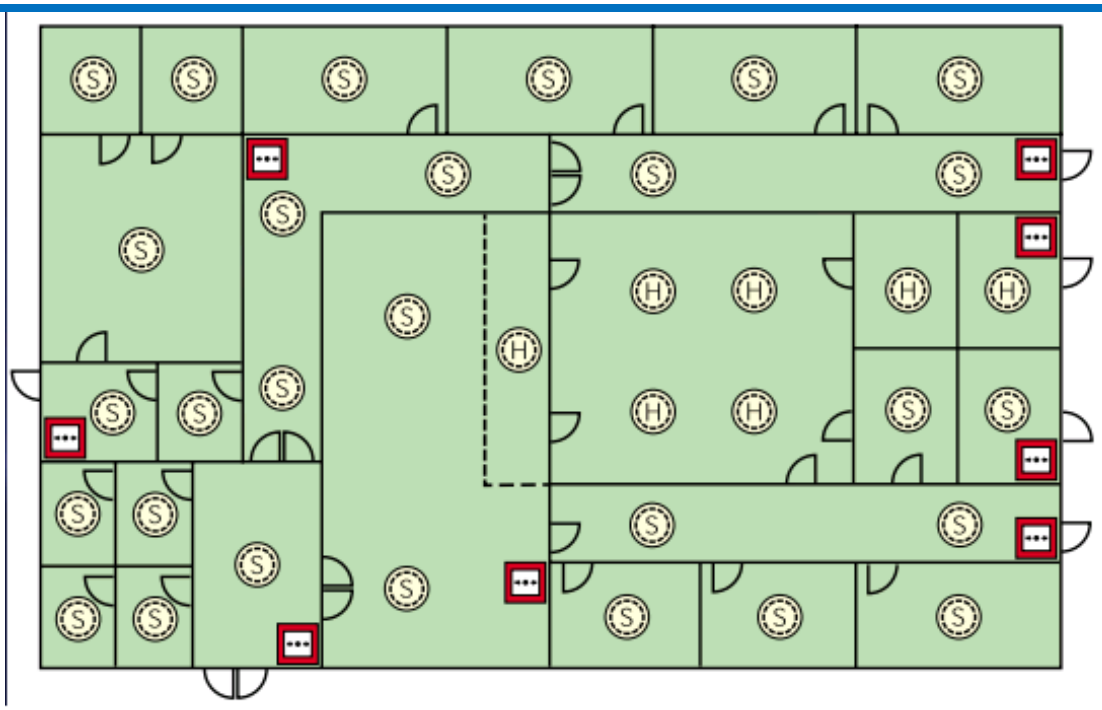
خطوات تصميم منظومة إنذار الحريق

مرحلة التصميم الأولى: تحديد خطورة المبنى واجزائه المختلفة

تصميم نظم إنذار الحريق ينقسم إلى فئات من L1 إلى M، وهو ترتيب تنازلى على حسب خطورة المبنى واحتمالية حدوث الحريق في الأماكن المختلفة من المبنى كما هو مبين في الصور التالية. يجب على المهندس تحديد الخطورة اخذاً ما يلي في عين الاعتبار: عدد السكان وبعد المشروع عن أقرب مركز إطفاء ونوعية المواد المخزنة ومعدات مكافحة الحريق الموجودة في المبنى.

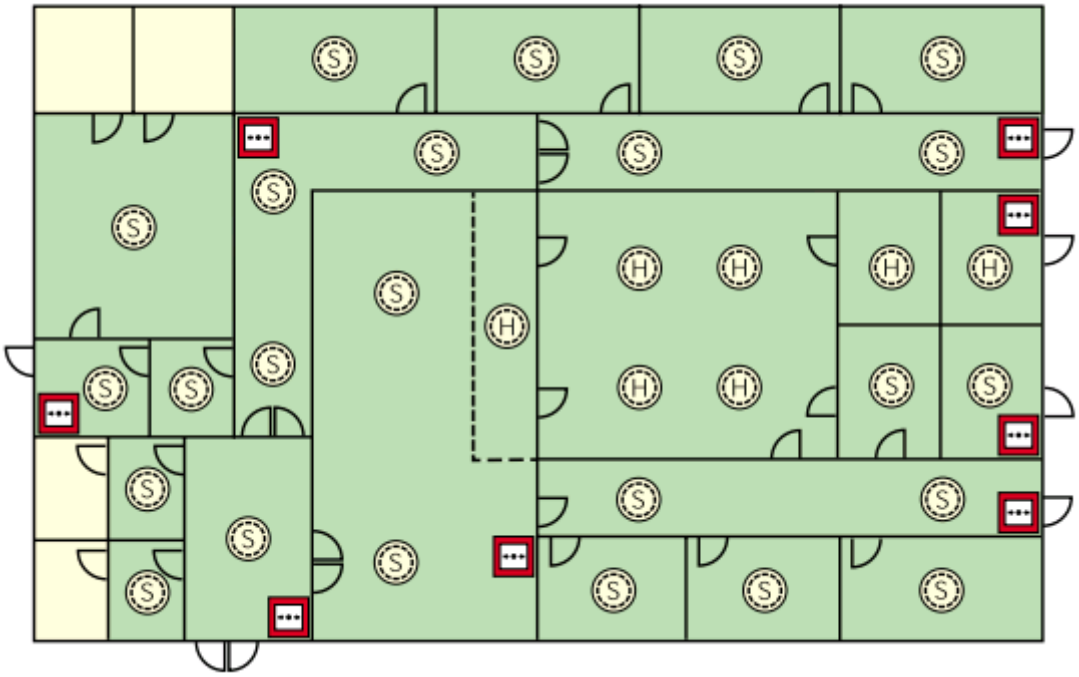
التصميم فئة L1

يشمل تصنيف L1 كشف الحرائق تلقائياً في جميع الغرف وفي جميع مخارج الطوارئ وفي جميع الفراغات التي يزيد ارتفاعها عن 0.8 m



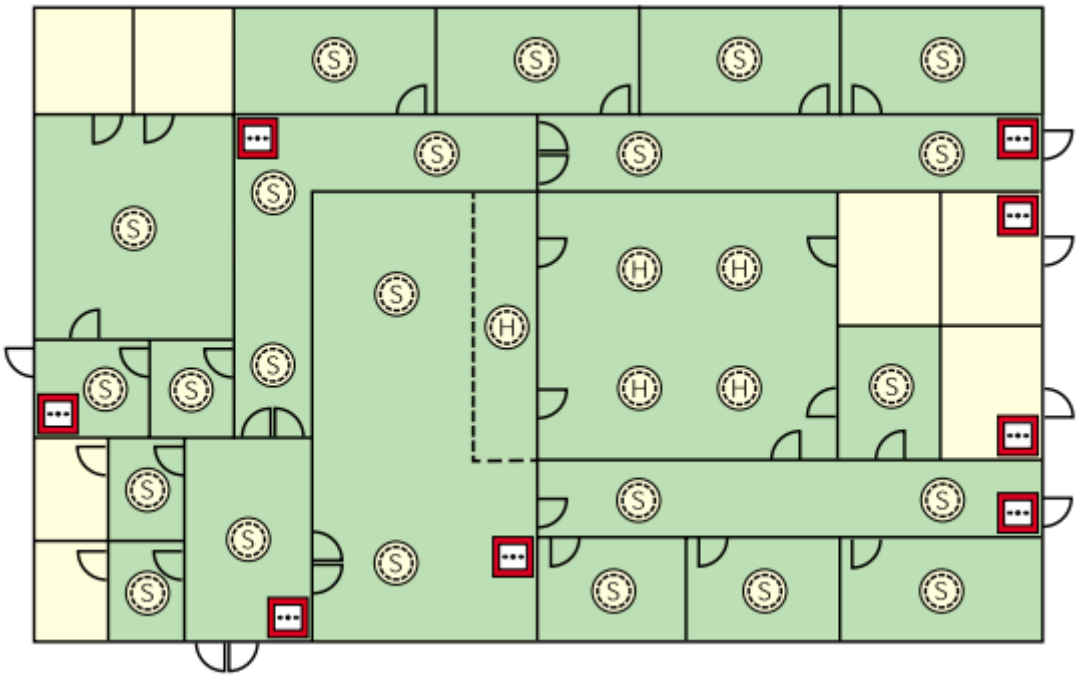
التصميم فئة L2

يشمل تصنيف L2 كشف الحرائق تلقائياً في جميع مخارج الطوارئ والغرف التي تقود إليها ويمكن أن يشتمل أيضا على مناطق أخرى لها احتمالية حريق عالية.



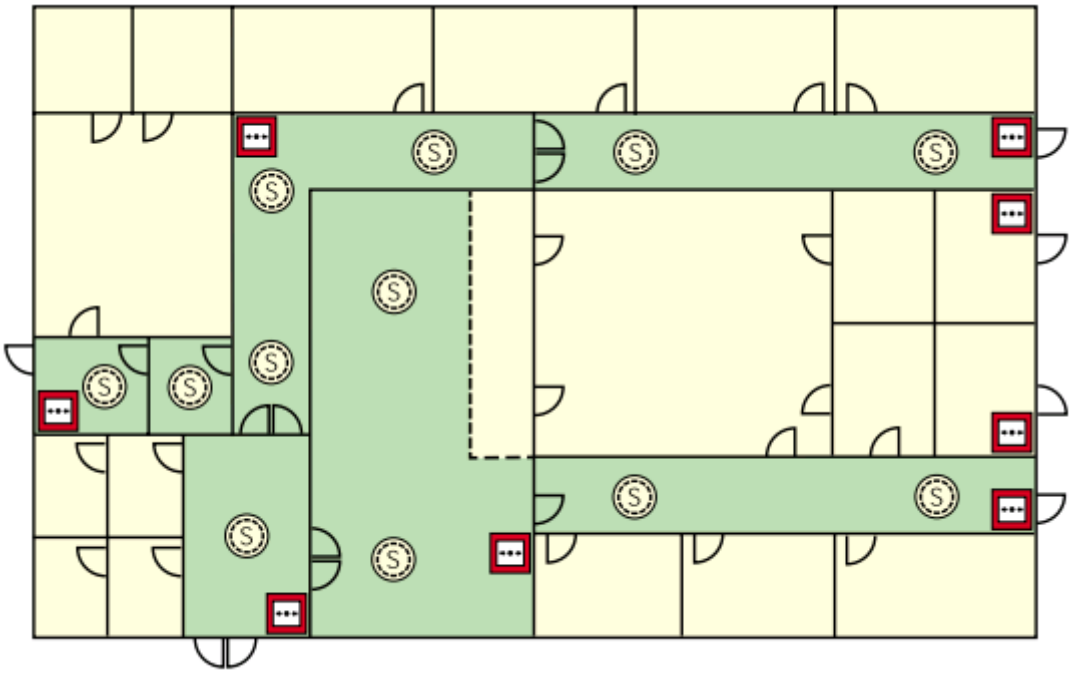
التصميم فئة L3

يشمل تصنيف L3 كشف الحرائق تلقائياً في جميع مخارج الطوارئ والغرف التي تقود إليها ولكنه مختلف عن L2 حيث أنه لا يشتمل على مناطق أخرى لها احتمالية حريق عالية.



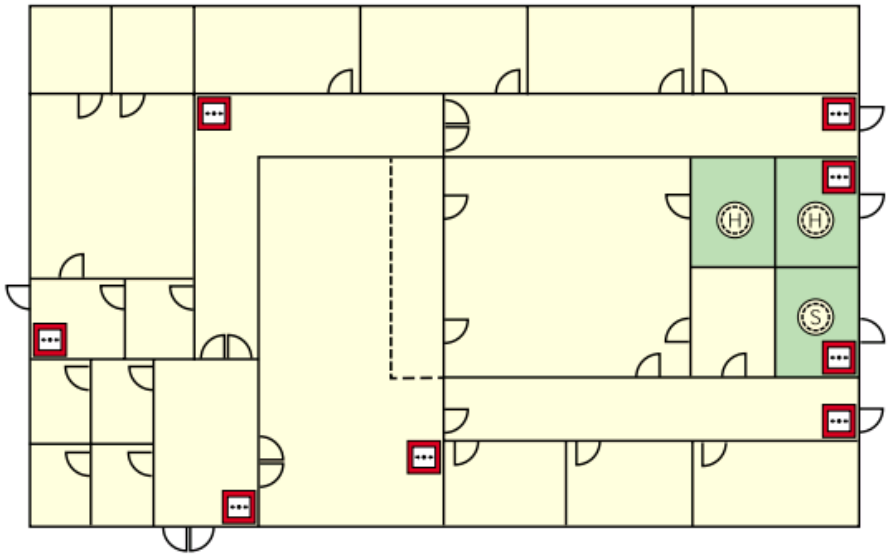
التصميم فئة L4

يشمل تصنيف L4 كشف الحرائق تلقائياً في جميع مخارج الطوارئ فقط (دون الغرف).



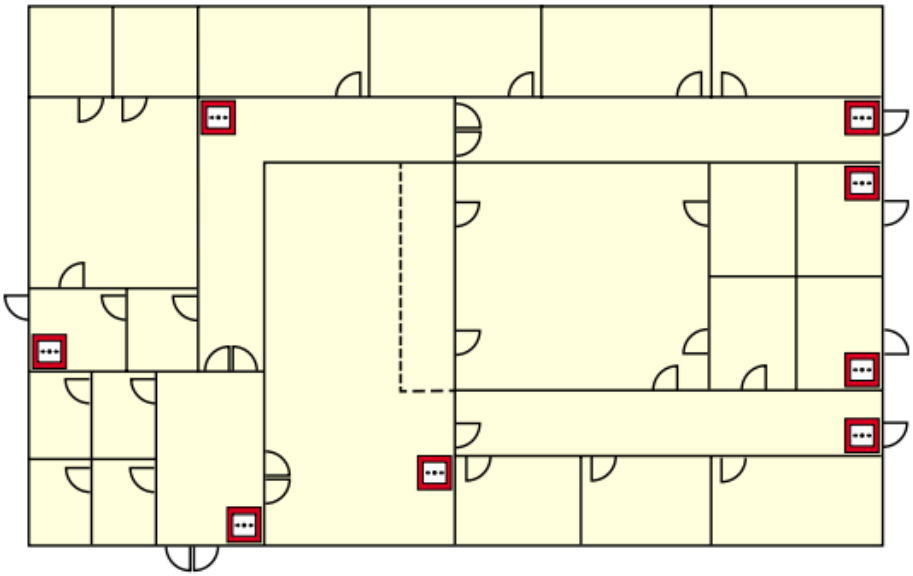
التصميم فئة L5

نظام الإنذار ذو مقياس الحماية الأدنى L5 فيوفر إنذارا محددا في مناطق معينة فقط وغالبا تكون تلك المناطق هي الأكثر عرضة للحريق.



التصميم فئة M

الفئة M تحتوي فقط على MCP، Manual Call Points للكشف على الحرائق ولا يمكن استخدام الفئة M إذا كان هناك اشخاص ينامون في المبنى.



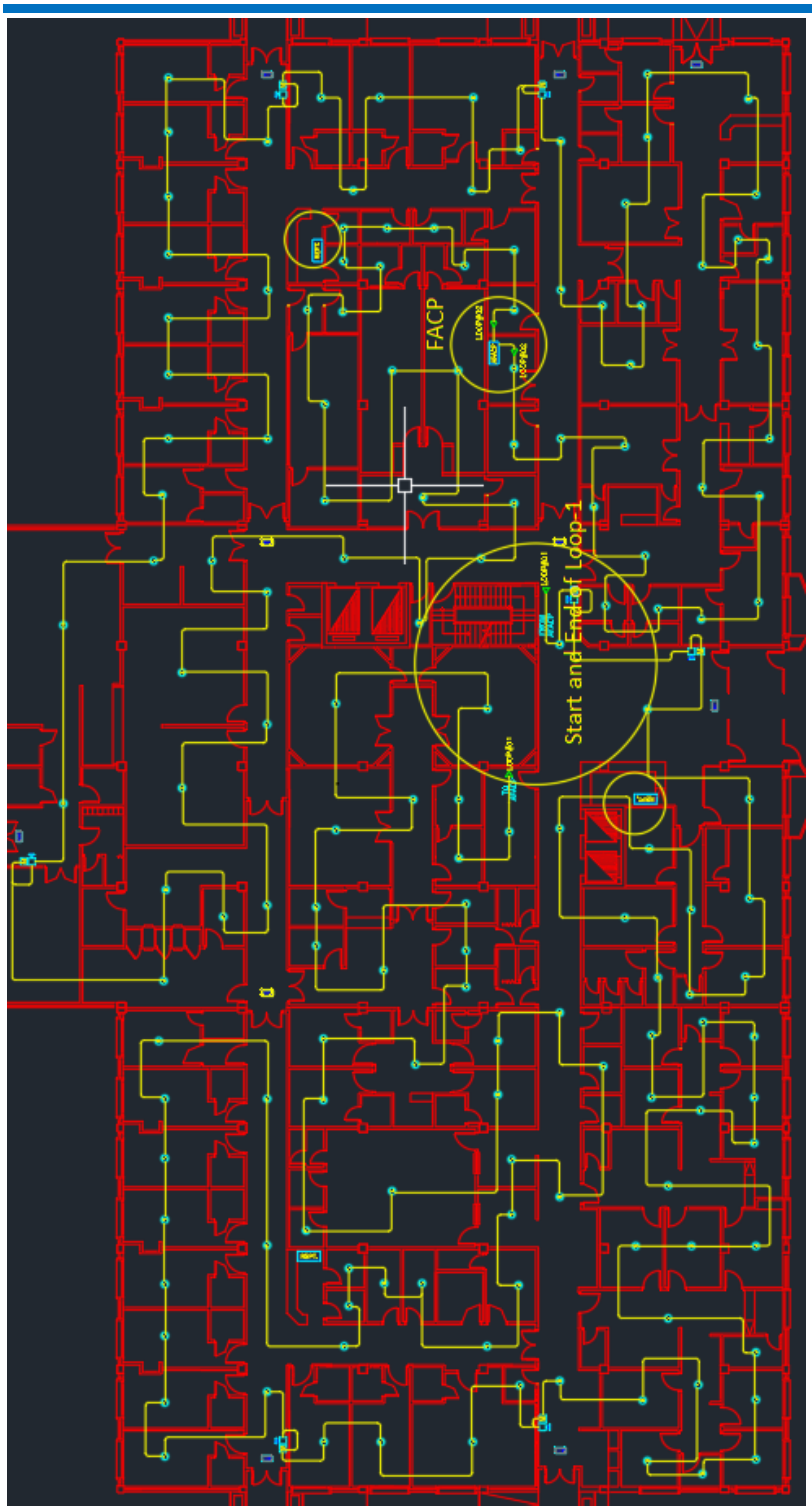
مرحلة التصميم الثانية: تقسيم مناطق الحريق:

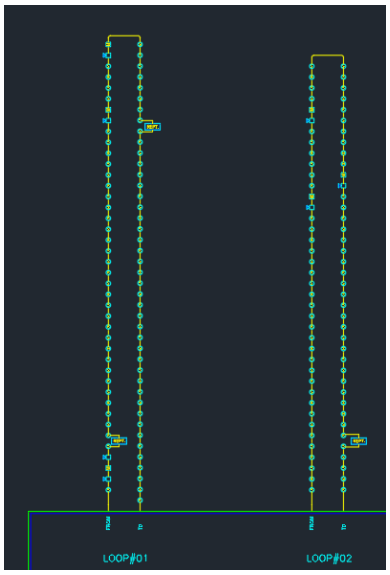
هناك بعض النقاط التي توضع في الحساب عند تقسيم المناطق Zones أثناء تصميم إنذار الحريق العادي أو المعنون addressable وهي:

- القاعدة الأولى دائما هي الاحتكام إلى كود البلد والذي يصنف المباني حسب الاستخدام (جميع الأرقام الواردة في هذا الجزء على سبيل المثل تحتاج أن تراجع حسب بلد المشروع)، فالمباني السكنية الأعلى من 16 متر يلزمها الكود المصري مثلا بوضع نظام إنذار حريق، ولا يلزم الأقل في الارتفاع، بينما المباني الإدارية يلزمها بالإنذار مهما كان ارتفاعها.
- المساحة الكلية التي يتم تغطيتها في أي منطقة لا يجب أن تزيد عن 2000 م^2 في المناطق المفتوحة أو 5000 م^2 في مواقف السيارات.
- إذا كانت مساحة أرضية الطابق الواحد في المبنى تزيد عن 300 م^2 يجب ألا تشمل أي منطقة إنذار أكثر من طابق واحد.
- إذا كانت مساحة أرضية الطابق الواحد في المبنى أقل عن 300 متر مربع فيجوز أن تشمل منطقة الإنذار أكثر من طابق واحد بحيث لا تشمل المنطقة أكثر من ثلاث طوابق، وذلك باستثناء المباني التي يزيد ارتفاع أرضية أعلى طابق بها 28 متر فلا يجوز أن تشمل منطقة الإنذار أكثر من طابق واحد حتى لو كانت مساحة الطابق أقل من 300 متر مربع.
- تحدد مناطق الإنذار بناء على التقسيمات الإنشائية للمبنى والحوائط الفاصلة للحريق وحواجز الدخان بحيث لا تشمل منطقة الإنذار أكثر من حيز حريق واحد ويجوز استثناء المساحات أقل من 300 م^2 من هذا الشرط.
- يجب اعتبار أبار السلالم والآبار الرأسية المحتوية على صواعد الكابلات وأبار المصاعد وغرف تجميع القمامة وكافة المواقع الخطرة كمناطق إنذار مستقلة.
- يوضع في الاعتبار أنه لا يجب أن تزيد عدد الكواشف في خط الإنذار الواحد عن 20 كاشف في النظام العادي.
- المنطقة الواحدة يمكن تغطيتها بخط إنذار واحد حتى لو كان يحتوي على عدد غرف صغيرة مع غرفة كبيرة.
- في المنشئات الكبيرة يتم تركيب كشافات في جميع غرف ومناطق المبنى ما عدا دورات المياه وبيت السلم والخزانات الصغيرة.
- يجب ألا يزيد عدد الغرف المغلقة والتابعة لمنطقة حريق واحدة عن 5 غرف متجاورة . أو لا تزيد مساحتها الإجمالية عن 400 م أيهما أقل .
- يجب وضع الكشافات في أعلى السلم وفي كل مهبط رأسي.

الشكل التالي يمثل مستشفى ونظام الإنذار فيها من النوع الـ Addressable، ويظهر في الشكل مكان اللوحة الرئيسية والـ Repeater ويظهر كذلك الـ 2-Loops الخاصين بهذا الدور.

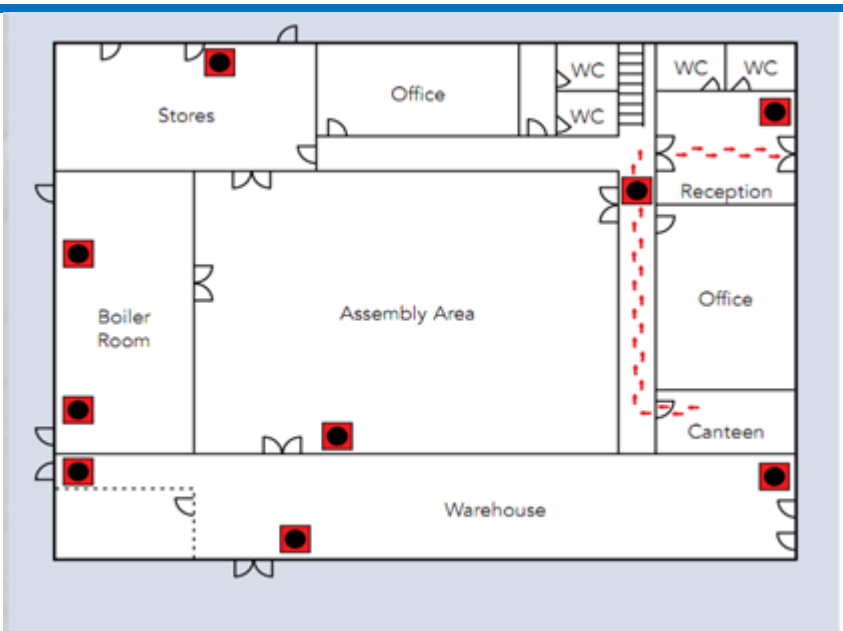
راجع ملحق الأتوكاد بالموقع.



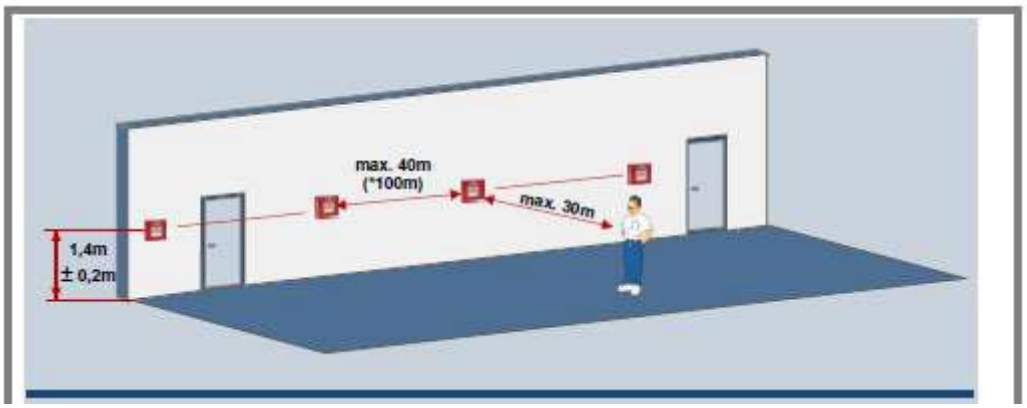


مرحلة التصميم الثالثة: اختيار مناطق النداء

- يجب أن تكون الأزرار متوافقة مع النظام، واضحة ومميزة وسهلة الاستخدام ومدون عليها طريقة الاستخدام.
- يجب أن تركب الأزرار في مسالك الهروب بالمسارات الموصلة للمخارج والردهات المؤدية للسلالم عند كل طابق وكذلك في منافذ صرف المخارج.



- لا يتم تركيب نقاط النداء اليدوية في المناطق العامة من المباني والتي تكون بدون اشراف ويمكن العبث بها.
- يجب حماية أزرار الإنذار اليدوية عن الحريق من العبث أو الاستخدام غير المسؤول وبما لا يمنع من استخدامها عند الحاجة.
- في مواقف السيارات العامة لا تستخدم أنظمة الإنذار التلقائية عوضا عن أنظمة الإنذار اليدوية الا بموافقة الجهة المختصة.
- يجب ألا تزيد المسافة بين الشخص وزر الإنذار عن 30 متر في مسار طريق الهروب، والمسافة بين زر وآخر لا تزيد عن 40 متر.
- يجب أن تكون أزرار الإنذار مركبة على ارتفاع لا يقل عن 1.2 متر ولا يزيد عن 1.6 متر من الأرضية في مكان يسهل الوصول إليه وتتوافر فيه الإضاءة الكافية وتكون مميزة عن لون الحائط المركبة عليه.



مرحلة التصميم الرابعة: اختيار كاشفات الحريق المناسبة وتوزيعها:

❖ يتم اختيار الكاشف المناسب على حسب طبيعة المكان. والجدول التالي يوضح كيفية وضع الكاشف المناسب في المكان المناسب.

تصنيف كواشف الإنذار
هذا الجدول يوضح كيفية وضع الكاشف المناسب في المكان المناسب

المكان	نوع الكاشف				
	دخان	ضوئي	حرارة	ارتفاع الحرارة	أشعة فوق بنفسجية
المكاتب	XXX	XXX	X	X	XX
الفنادق	XX	XXX			
المطابخ			XXX		
المخازن	XXX	XXX		X	XX
المصانع	XX	XX		X	XXX
الكيماويات	X	X		XXX	X
الجراج	X	X	XX	X	XXX
هناجر الطائرات		XX		XXX	XXX

X	ضعيف
XX	متوسط
XXX	ممتاز

Recommended fire detectors for different applications

Location	Ionisation smoke	Photoelectric smoke	Linear beam smoke	Aspirated smoke	Carbon monoxide (CO)	Fixed temperature Thermal	Rate of rise thermal	Flame	Specific fire engineering
Bedrooms/sleeping areas	✓	✓	ok	ok	✓	ok	ok	ok	ok
Offices, shops	✓	✓	ok	ok	✓	✓	ok	ok	ok
Auditoriums/clubs (theatrical smoke)	x	x	x	x	✓	✓	ok	ok	✓
Autoclave/sterilizer areas	x	x	x	x	✓	✓	x	ok	ok
Bathrooms/laundries	x	x	x	x	ok	✓	x	ok	ok
Boiler/furnace rooms	x	x	x	x	x	✓	x	x	ok
Car parking [1]	x	x	ok	x	xx	✓	✓	ok	ok
Ceiling or roof voids with access	ok	ok	ok	ok	ok	✓	ok	ok	ok
Ceiling or roof voids difficult access	x	x	ok	ok	x	✓	ok	ok	✓
Cleaners'/understair cupboards	x	x	x	x	x	✓	✓	ok	ok
Cool rooms/freezers [2]	x	x	x	ok	x	ok	✓	ok	✓
Electrical risers	✓	✓✓	x	ok	x	✓	ok	ok	ok
Electrical switchrooms/cupboards	✓	✓✓	ok	ok	x	✓	ok	ok	ok
Flammable liquid hazard areas [3]	✓✓	✓	ok	ok	x	✓	ok	✓	ok
Forced air flow/draughts	x	✓	ok	ok	ok	✓	ok	ok	✓
Fume cupboards [3]	x	x	x	x	x	✓	✓	ok	✓
High/difficult access ceilings	ok	ok	✓✓	✓	✓	ok	ok	ok	✓
HVAC duct sampling	ok	✓	ok	ok	x	x	x	x	✓
Ice rinks [1]	ok	x	ok	ok	ok	✓	✓	ok	ok
Kitchens	x	x	x	x	ok	✓	x	x	ok
Kitchen extract ducts [1]	xx	xx	xx	xx	x	✓	x	x	ok
Paint spray booths(s) [3]	x	x	x	x	x	✓	ok	ok	ok
Service shafts	✓	✓	✓	ok	✓	ok	ok	ok	ok
Stables [1]	x	x	ok	x	✓	✓	ok	ok	ok
Warehouse with vehicles and / or non-electric forklift	xx	✓	ok	ok	xx	✓	ok	ok	ok
<1.8m from rooms containing bath, shower, or steam source	x	x	x	ok	✓	✓	x	ok	✓

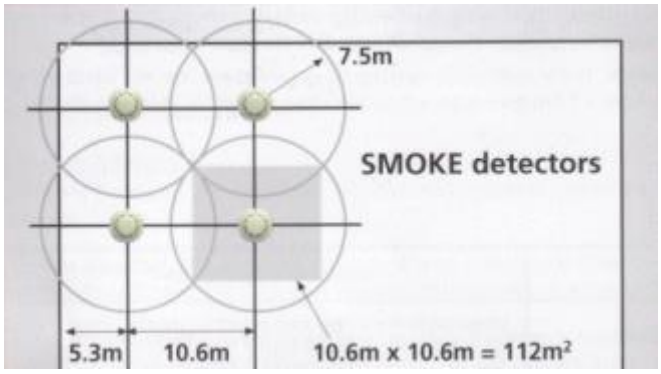
KEY - ✓✓ strongly recommended ✓ recommended ok may be used
X not advised xx do not use

قواعد وضع الحساسات والمساحة التي يغطيها كل نوع منها

1. كواشف الدخان:

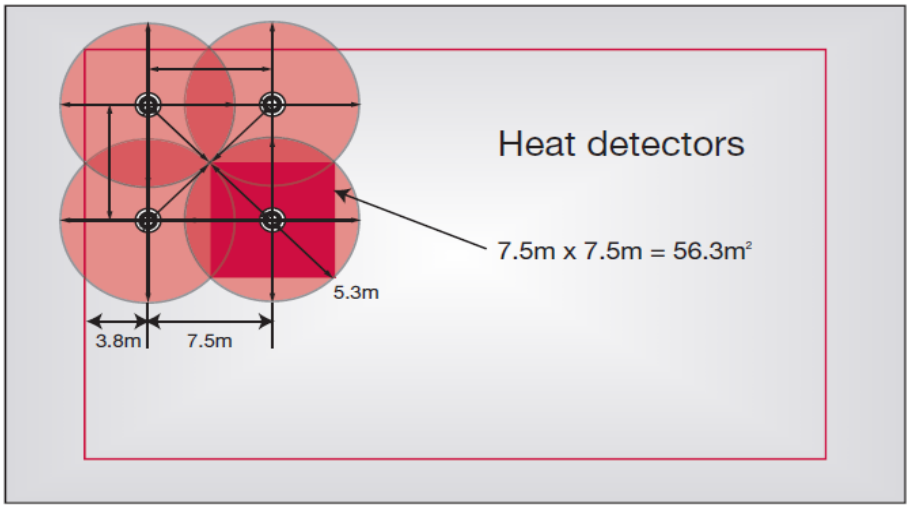
يغطي هذا النوع مساحة نصف قطرها 7.5 m ولكن لكي نضمن عدم وجود مناطق غير مغطاة فإن كل كاشف يغطي مساحة مربع طول ضلعه 10.6 m، والمساحة الكلية المغطاة بالكاشف الواحد = 10.6 * 10.6 = 112 متر مربع (للسهولة اعتبرها 100 متر).

ملاحظة: في هذا الكاشف وغيره ربما تتغير قيمة المساحة المغطاة حسب الشركة المصنعة ولذا يجب مراجعة كتالوج الشركة التي سيتم اختيار معداتها. بمعنى آخر، الأرقام الواردة هي أرقام شائعة فقط.



2. كواشف الحرارة:

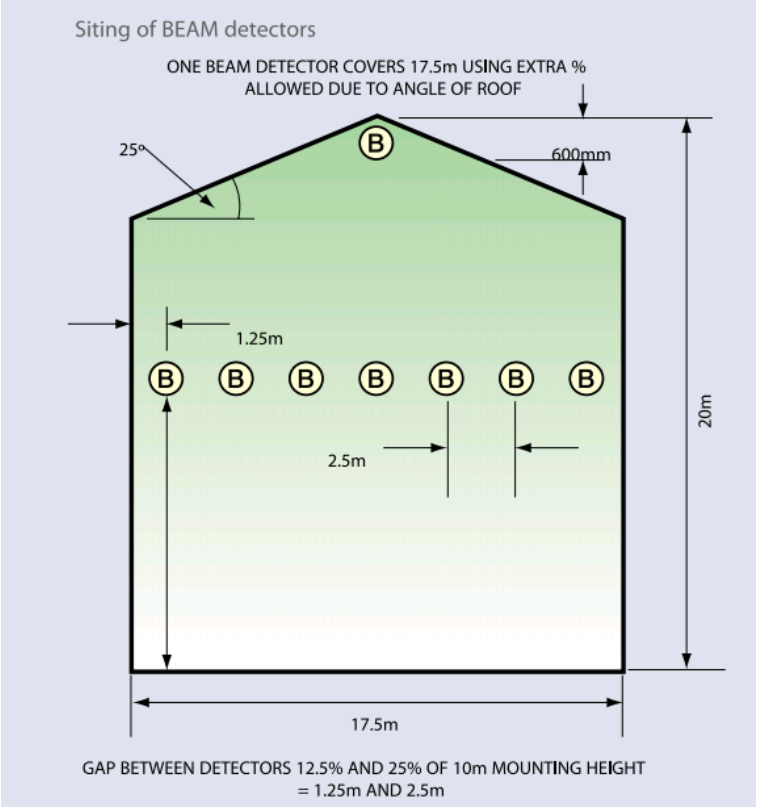
يغطي هذا النوع مساحة نصف قطرها 5.3 m ولكن لكي نضمن عدم وجود مناطق غير مغطاة فان كل كاشف يغطي مساحة مربع طول ضلعه 7.5 m، والمساحة الكلية المغطاة بالكاشف الواحد = 7.5 * 7.5 = 56 (للسهولة نعتبرها 50 متر)



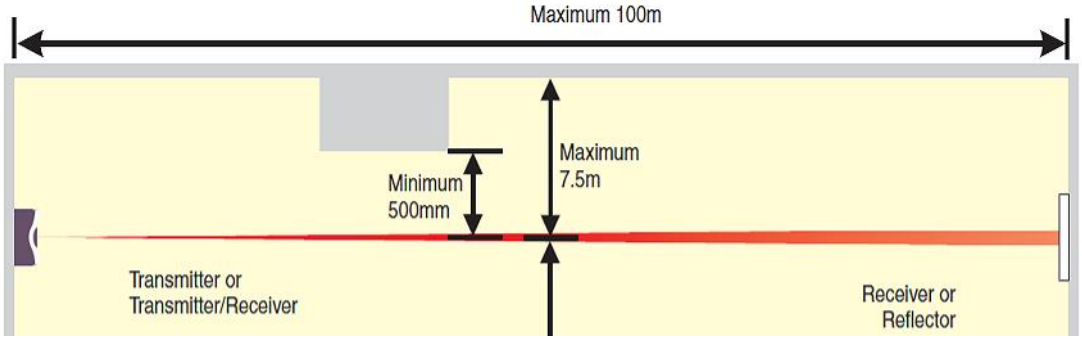
- توزيع كواشف الحرارة تحت الأسقف المرتفعة (نقلا عن الكود المصري)

ارتفاع السقف (بالمتر)		النسبة المئوية من المسافة البينية الموصوفة
من	إلى	
3.0	3.6	91
3.6	4.2	84
4.2	4.8	77
4.8	5.4	71
5.4	6.0	64
6.0	6.6	58
6.6	7.2	52
7.2	7.8	46
7.8	8.4	40
8.4	9.0	34

3. الكواشف الخطية: تكون المسافة البينية بين الكواشف 25% من الارتفاع، على سبيل المثال إذا كان ارتفاع الكاشفات الخطية 10 م تكون المسافة بين الكاشفات 2.5 م.

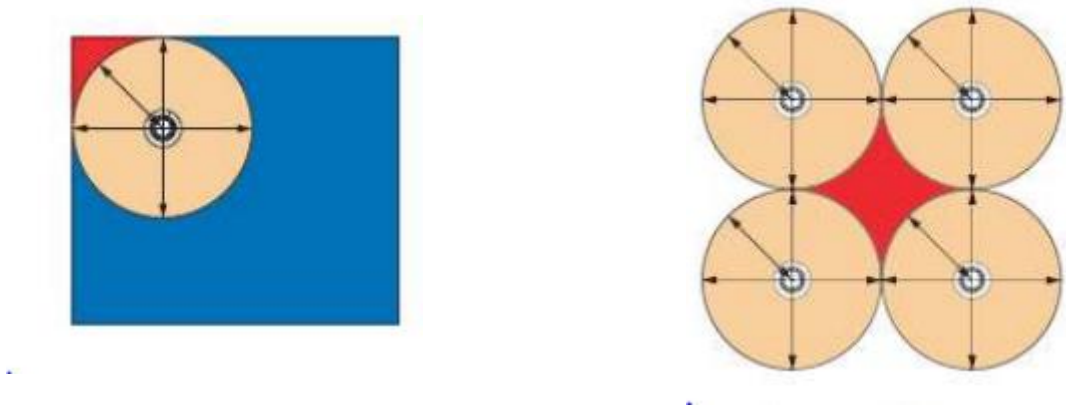


- أقصى مسافة بين المستقبل والمرسل 100م، ولا يجوز أن يقل ارتفاع الأشعة عن الأرض 2.70 متر تلافيا للإنذارات الكاذبة نتيجة تقاطع الأشعة مع أي أجسام متحركة.
- يجب أن يتم تركيب الكواشف على الحوائط على مسافة لا تقل عن 30 سم من السقف ولا تزيد عن 7.5 م.

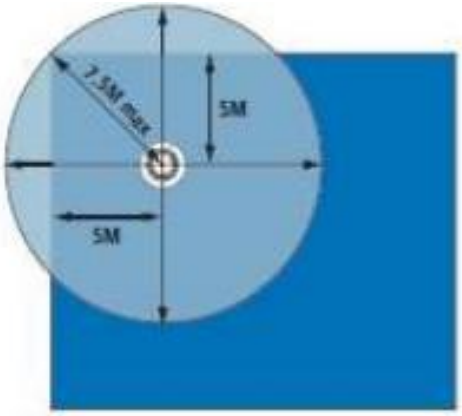


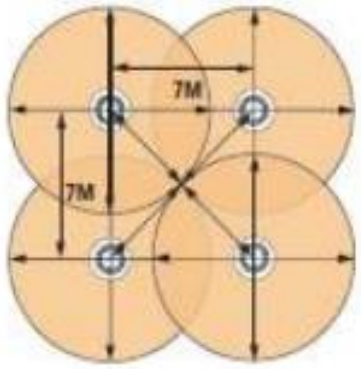
أخطاء في التصميم ينبغي تفاديها:

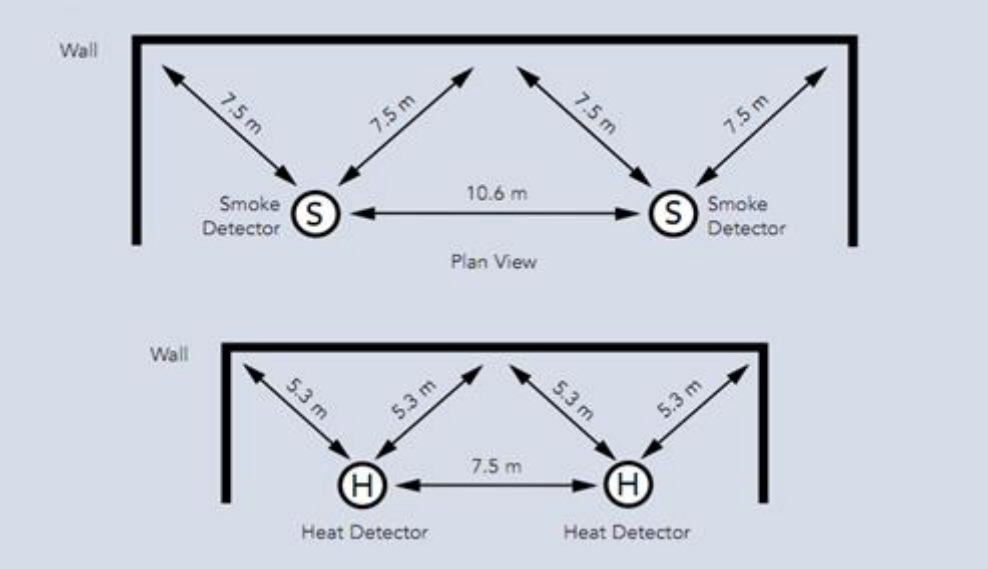
بعض هذه الأخطاء تظهر في الشكل التالى:



ففي الصورة اليمنى نجد أن هناك منطقة في الوسط لا تقع في اي مدي من الحساسات، فلذلك لابد وأن تكون مجال كل الحساسات متقاطع. أما الصورة اليسرى نجد أنه يوجد ركن لا يقع في اي مدي. لذا من الممكن تصحيح هذه الأخطاء كما فى الشكل المقبل :

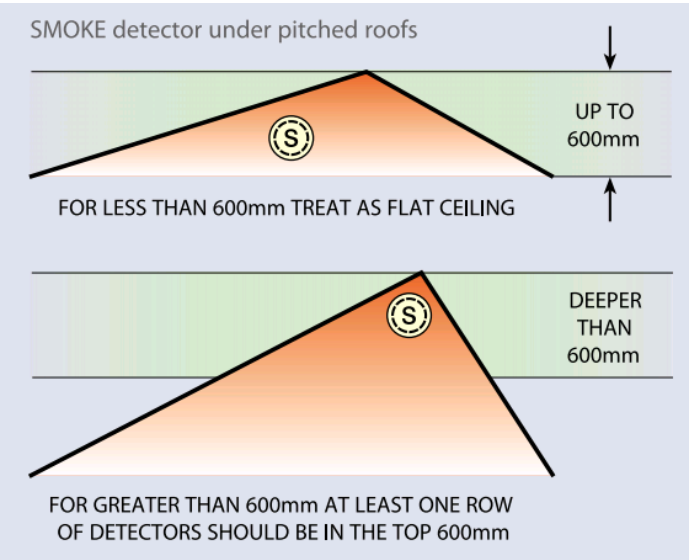




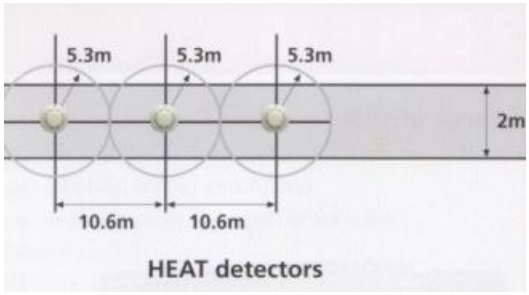


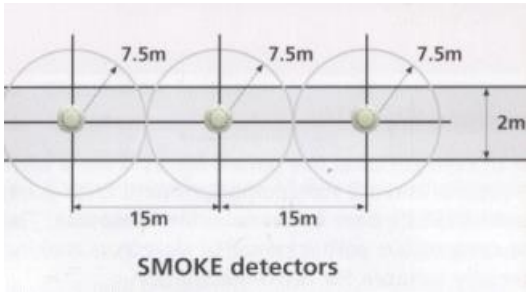
نقاط يجب أخذها في عين الاعتبار:

- في حالة الأسقف المائلة و كان ارتفاع السقف أقل من 600 مم، فيجب في حالة ال smoke detector اعتباره كسقف مستوي. أما إذا زاد ارتفاع السقف عن القيمة المحددة فيعتبر كسقف مائل ويفضل أن تركب الكواشف في أعلى نقطة من السقف. ويمكن أن تزيد المسافة البينية للكواشف بنسبة 1% لكل درجة.

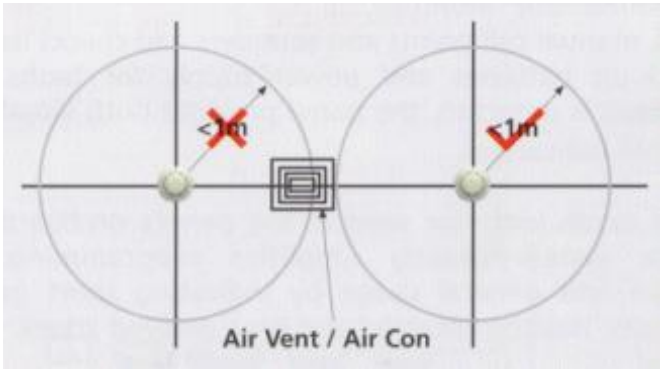


- في الممرات التي عرضها أقل من 2 م يمكن إهمال تداخل الكواشف فتكون المسافة البينية بين كواشف الدخان 15 م والمسافة البينية بين كواشف الحرارة 10.6 م وتقل هذه المسافة كلما زاد عرض الممر.

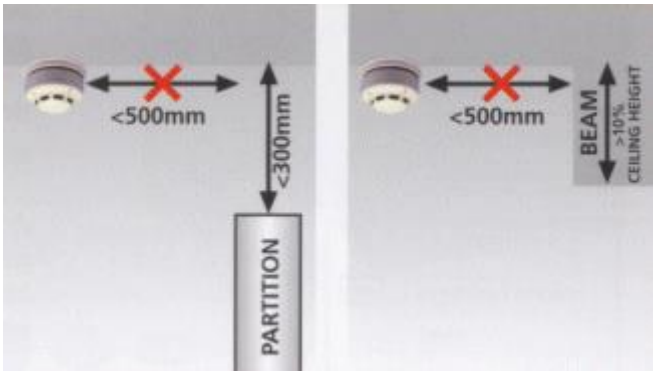




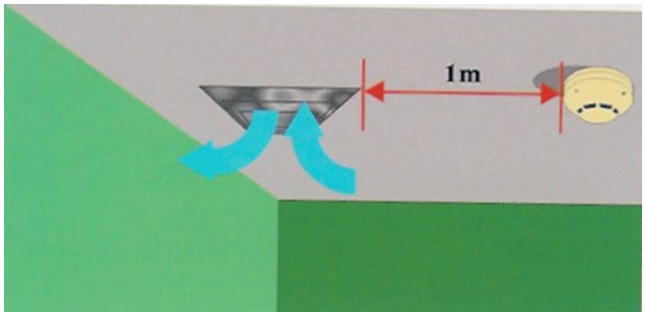
- يجب ألا تقل المسافة بين الكاشف ومخرج الهواء عن متر.



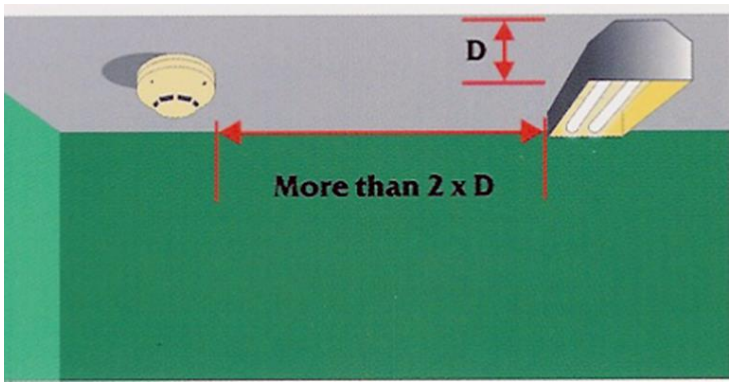
- بالنسبة للأسقف المحمولة على كمرات خرسانية مسلحة، يجب أن يبعد الكاشف عن الكمرات مسافة لا تقل عن 500 mm إذا كان سقوط الكمرات أسفل السقف لا يزيد عن 10% من ارتفاع السقف، فإذا زاد سقوط الكمرات أسفل السقف عن ذلك فتعامل الكمرة على أنها جدار.
- يجب عدم تركيب أى حساس على مسافة أقل من (500) ملليمتر (نصف متر) من أى حائط أو قاطوع رأسى في أى اتجاه



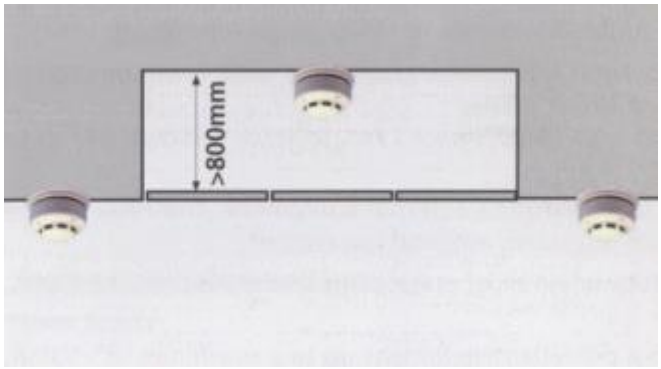
- يجب مراعاة تركيب الحساسات على مسافة لا تقل عن (1.0) متر من أى مخرج للتهوية أو تكييف الهواء أو من أى مآخذ للهواء من المكان.



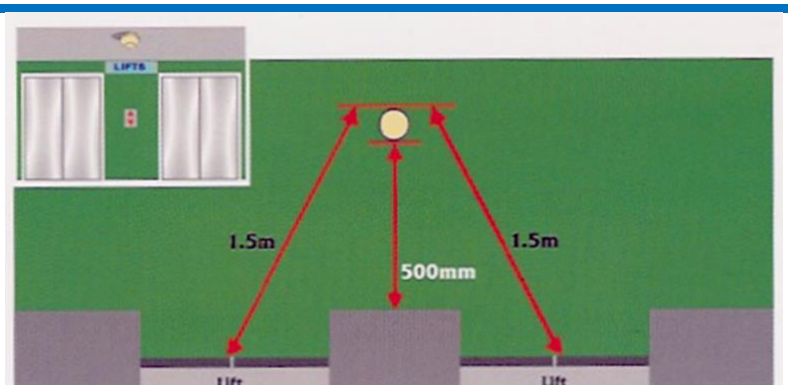
- يجب مراعاة أن يتم تركيب الحساسات على مسافة من الأشياء المعلقة في السقف (كشافات الإضاءة مثلاً) لا تقل عن ضعف عمق سقوطها من السقف.

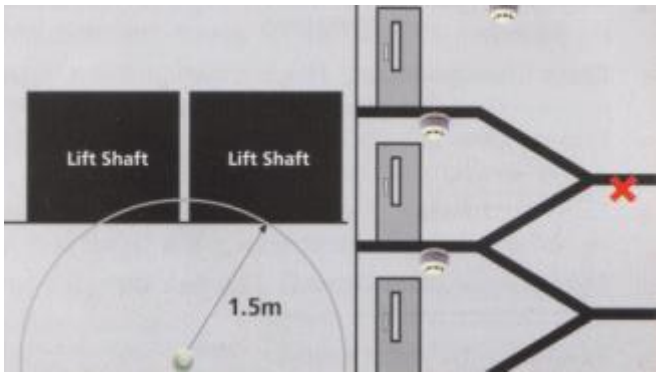


- تستثنى الأماكن فوق الأسقف المعلقة من وضع الكواشف بها إذا كانت لا تحتوي على مواد قابلة للاشتعال وكان السقف المعلق لا يزيد عن 80 سم.

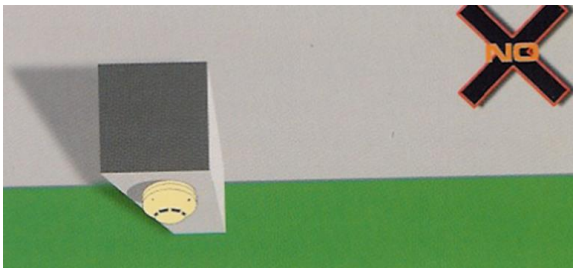


- يجب البعد عن المصاعد ومداخل ومخارج السلالم مسافة لا تقل عن 1.5 m، وفي حالة السلالم التي تتكون من مرحلتين بين كل طابق والأخر توضع الكاشفات في الطوابق الرئيسية كما هو مبين

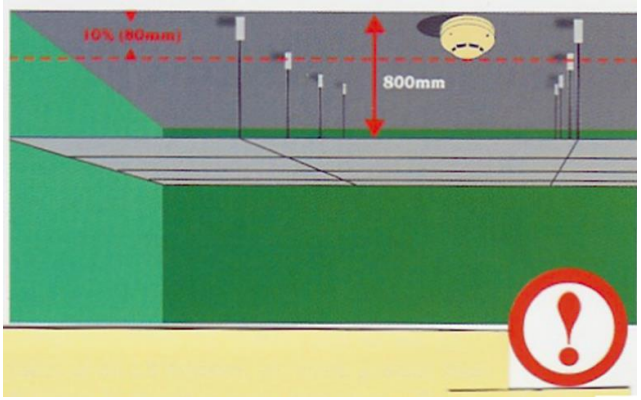




- الحساسات يجب أن تثبت في أعلى نقطة من سقف المنطقة المطلوب تأمينها.



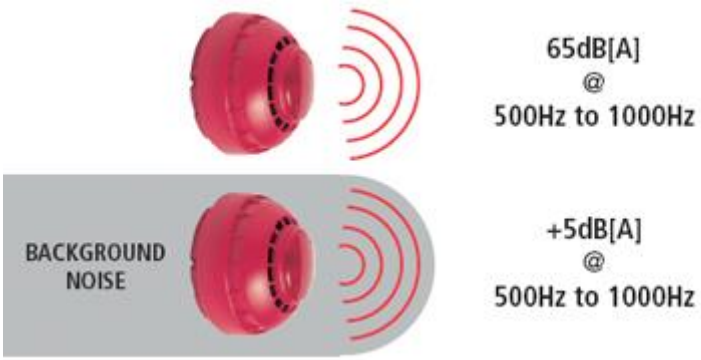
- كل الفراغات المغلقة فوق الأسقف المعلقة والتي يزيد عمقها عن (800) ملليمتر – يجب أن تزود هذه الفراغات المغلقة بالحساسات مع مراعاة ألا تزيد سقوطها من السقف عن (10 %) من ارتفاع هذا الفراغ.



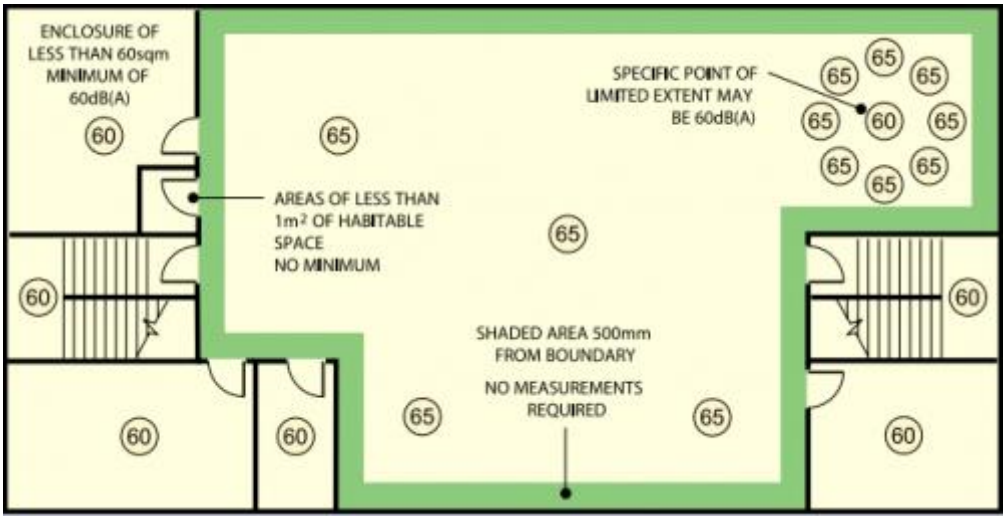
- جميع الحساسات التقليدية يجب أن تزود بلمبات بيان بحيث تكون في مواجهة الداخل إلى المكان أو الطرقة لسرعة تحديد الحساس المسبب لإشارة الإنذار بمجرد النظر إليه.

مرحلة التصميم الخامسة: اختيار أجهزة الإنذار الصوتية والمرئية وتوزيعها:

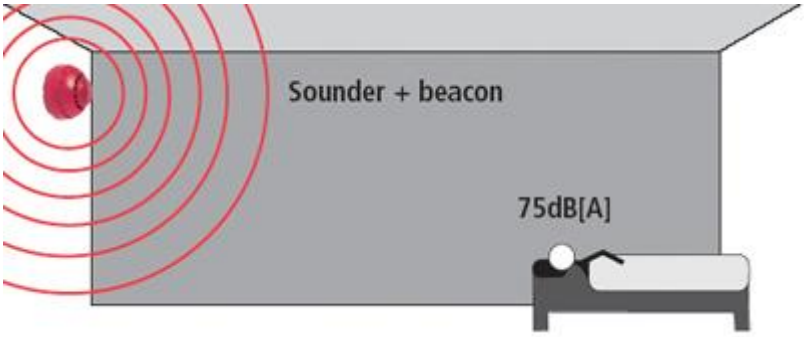
- توصل أجهزة الإنذار في دائرة مختلفة عن دائرة الكاشفات
- يراعى في توزيع أجهزة الإنذار الصوتية أن تعطى شدة صوت تزيد بمقدار 5 ديسيبل عن أعلى ضوضاء بالمكان، وعلى ألا تقل عن 65 ديسيبل ولا تزيد عن 110 ديسيبل وان يستمر لفترة أطول من 30 ثانية.



- يمكن أن تقل شدة الصوت إلى 60 ديسيبل في السلالم والأماكن التي لا تزيد مساحتها عن 60 متر مربع



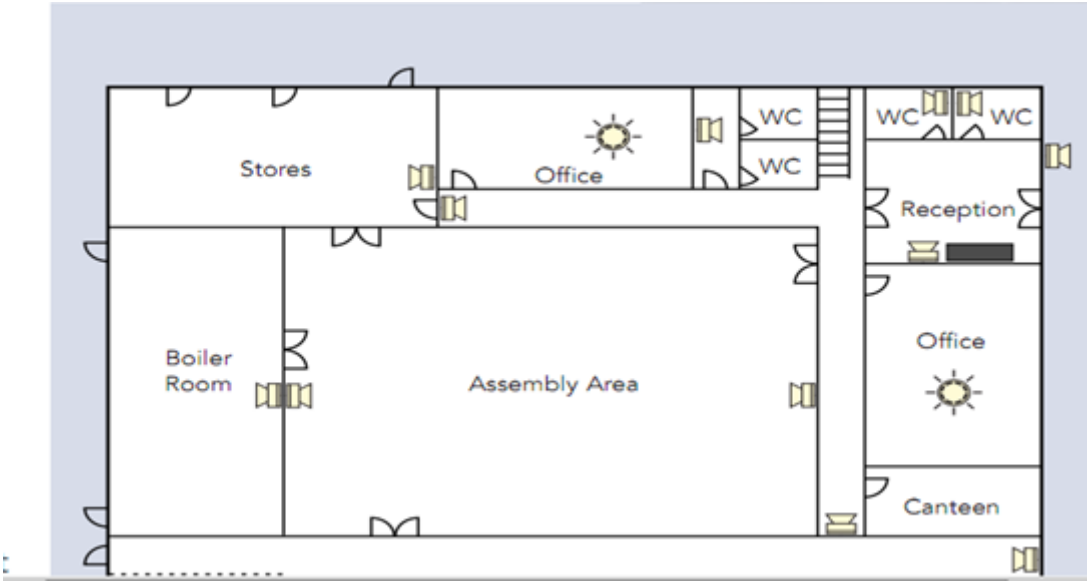
- في حالة استخدام أجهزة الإنذار الصوتية في غرف النوم بالفنادق أو غيرها فيجب ألا تقل شدة الصوت عند رأس الفرد النائم عن 75 ديسيبل لإيقاظ الشخص النائم.



- عمليا يوضع كاشف دخان في قاعدته إنذار صوتي بكل غرفة Smoke detector with sounder base.
- الأبواب العادية تضعف شدة الصوت بمقدار 20 ديسيبل بينما أبواب الحريق تضعف شدة الصوت بمقدار 30 ديسيبل.
- الجدول التالي يبين انخفاض صوت الجرس مع الابتعاد عن الجرس

البعد عن الجرس (م)	انخفاض صوت الجرس (ديسيبل)
2	6-
3	9.5-
4	13-
5	14-
6	15.5-
7	17-
8	18-
9	19-
10	20-
16	24-
32	30-
64	36-
128	42-

- يجب ألا يقل عدد أجهزة الإنذار الصوتي في كل منطقة إنذار عن جهاز واحد.



- يجب ألا يقل ارتفاع جهاز الإنذار الصوتي عن 2.33 متر من الأرضية.
- تستخدم وسائل الإنذار المرئية عادة في الأماكن التي بها مستوى ضوضاء مرتفع أو الأماكن التي يشغلها أشخاص صم أو المستشفيات كوسيلة إنذار إضافية أو مكملة. وتكون هذه الوسائل عبارة عن كشافات ضوئية تعطى ضوء متقطعا. ويكون استخدامها مطلوبا طبقا لهذا الكود إذا زادت شدة الضوضاء بالمكان عن 90 ديسيبل.

- توضع علامات الطوارئ كل 30 م تقريباً للتعرف على طريق الخروج من المبنى.
- يوضع سارينة إنذار بها فلاشر خارج المبنى لتنبيه من بالخارج لوجود حريق بالداخل

بعض الإرشادات في حساب وتصميم أنظمة مكافحة الحريق:

هناك بعض النقاط التي توضع في الحساب عند تصميم إنذار الحريق التقليدي أو المعنون addressableوهي:

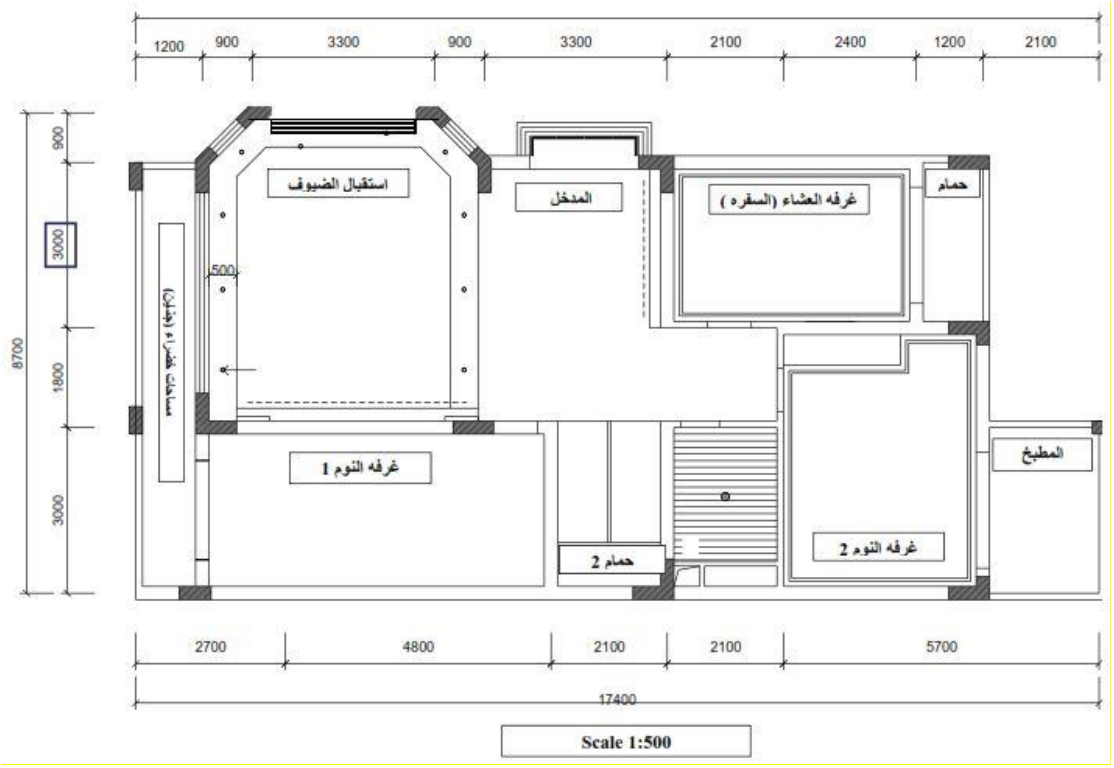
- يجب أن تقسم المناطق المعمارية إلى مناطق حريق(**zones**) تابعة لنظام الإنذار بحيث يسهل تحديد مكان الحريق بالسرعة القصوى وبدقة تامة.
- يجب ألا تتعدى منطقة الحريق المعمارية عن مساحة 2000 م^2 في الأماكن المفتوحة أو 5000 م^2 في مواقف السيارات.
- يمكن اعتبار المباني التي تقل مساحتها الإجمالية عن 300 م^2 كمنطقة حريق منفصلة وإن كان هناك أكثر من طابق واحد.
- تعتبر الأرفف والعوائق التي تصل إلى ارتفاع أكثر من 300 مم عن السقف جدار منفصل.
- يجب اعتبار أبار السلالم والآبار الرأسية المحتوية على صواعد الكابلات، وأبار المصاعد وغرف تجميع القمامة وكافة المواقع الخطرة كمناطق إنذار مستقلة.
- المسافة المناسبة التي تمكن رجل الأمن من التحرك خلال المنطقة التي حدث بها الحريق حوالي 30 م^2 ويفضل استخدام لمبات البيان في الأماكن المغلقة.
- يوضع في الاعتبار أنه لا يجب أن تزيد عدد الكواشف في خط الإنذار الواحد عن 20 كاشف في النظام التقليدي.

التوصيلات الكهربائية (الأسلاك):

- يجب أن تكون الأسلاك نحاسية ومن الأنواع المناسبة للغرض، كما يجب توفير الحماية لها بإدخالها داخل مجاري أو مواسير إذا كان ارتفاعها عن الارضية يقل عن 2.4 متر أو إذا كانت ممتدة بأماكن غير ظاهرة.
- يجب اختيار قطاعات الأسلاك بحيث لا تسبب انخفاضاً في الجهد يؤثر على كفاءة الأجهزة.
- يجب أن تكون الأسلاك الخاصة بالنظام مميزة عن باقي التوصيلات الكهربائية ومقاومة للرطوبة وغير قابلة للاشتعال.
- يجب أن يتم دهان علب التوصيل بالون الأحمر.
- يجب أن تكون مسارات التوصيلات الخاصة بنظام الإنذار بعيدة عن مسارات الإنارة ومخارج الكهرباء بما لا يقل عن 5 سم.
- يجب أن تكون الكابلات المستخدمة في نظم إنذار الحريق 1 mm على الأقل ويفضل أن تكون باللون الاحمر.
- تستخدم عادة كابلات 1.5 x 2 mm^2 داخل مواسير PVC قطر 20 mm.

مثال تطبيقي -1

الرسم التالي يمثل جزءا من فيلا سكنية وسيتم تطبيق القواعد السابقة عليها:



أولا: اختيار نظام الإنذار

المقصود باختيار نظام الحريق، هل هو نظام تقليدي Conventional أم هو نظام معنون Addressable؟ وهنا في هذا المثال نجد أن النظام المستخدم في الفيلا هو النظام التقليدي نظرا لعدم اتساع المبنى، بالإضافة إلى سهولة تحديد مكان الحريق بمجرد البحث فى المكان بشكل سريع.

ثانيا: أنواع وعدد الحساسات

نوع الحساس يختلف باختلاف المكان الذي سوف يتم تركيبه فيه، فالمطبخ لا يصلح معه حساس الدخان مثلا إلخ. وبعد تحديد نوع الحساسات في المناطق المختلفة يتم تحديد عدد الحساسات المطلوبة في كل قطاع اعتمادا على المساحة التي يستطيع الحساس تغطيتها، مع مراعاة التأكد من تغطية الأركان. وذلك على النحو التالي:

- المطبخ: نوع الحساس: حساس الحرارة (درجة الحرارة الثابتة)، المساحة: 25.2 متر مربع، وبالتالي يكون عدد الحساسات المطلوبة: حساس واحد فقط.

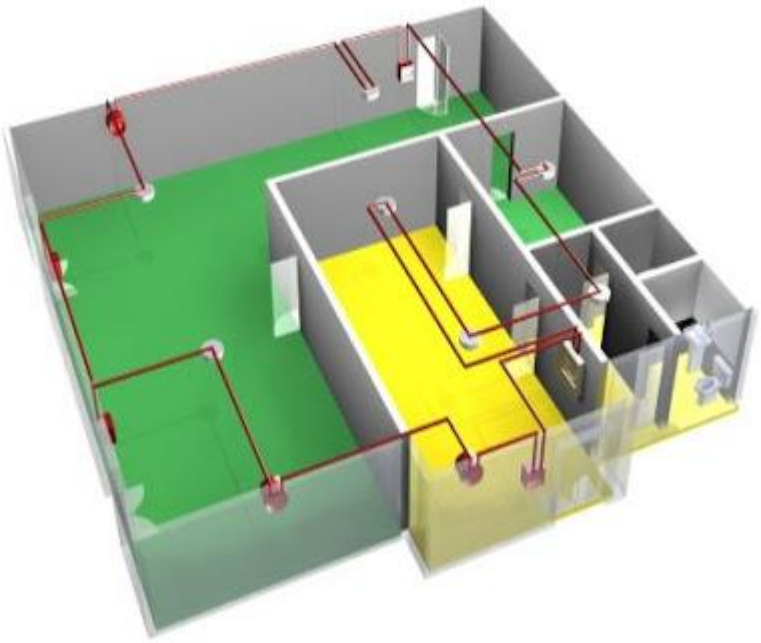
- حمام1: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 14.4 متر مربع. عدد الحساسات المطلوبة: حساس واحد فقط.
- حمام 2: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة:25 متر مربع، عدد الحساسات المطلوبة: حساس واحد
- غرفه العشاء (السفرة): نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 54 متر مربع. عدد الحساسات المطلوبة = حساسان لضمان تغطية الأركان حيث أن نصف قطر الغرفة = 5.4 متر أكبر من 5 متر وهو نصف القطر المغطى بالحساس الواحد.
- المدخل: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 78.48 متر مربع. عدد الحساسات المطلوبة: ثلاث حساسات (لضمان تغطية الأركان حيث أن المدخل على شكل حرف (L).
- استقبال الضيوف: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 116.28، عدد الحساسات المطلوبة: أربع حساسات لأن الأركان في هذه الغرفة متباعدة.
- غرفة النوم1: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 90 متر مربع. عدد الحساسات المطلوبة: ثلاث حساسات.
- غرفة النوم 2: نوع الحساس: حساس الدخان بالتأيين. المساحة: 70 متر مربع. عدد الحساسات المطلوبة: حساسان لضمان تغطية الأركان.
- المساحة الكلية للفيلا= 605.52 متر مربع، مساحة الحديقة = 45 متر مربع، مساحة الأركان والأطراف المطروحة من الفيلا= 25 متر مربع. وبذلك تكون المساحة الداخلية للفيلا =535.5 متر مربع. عدد الحساسات المستخدمة: عدد واحد حساس حرارى + 16 حساس دخان.

ثالثا: تقسيم المكان المناطق Zones

تم تقسيم الفيلا الي 3 مناطق Zones كل منها يضم جزءا من الفيلا كما في الشكل التالي. واستخدم في هذا المثال عدد 3 جهاز إنذار صوتي (أجراس) في ثلاثة أماكن مختلفة (المربعات الحمراء في الشكل التالى). وتم وضع لوحة التحكم في مدخل الفيلا، بجانب لوحة الكهرباء للفيلا.

ويمكن مراجعة التصميم من خلال أحد برامج التصميم مثل برنامج Alarm CAD وهو برنامج يشبه بشكل كبير برنامج ال Dialux المستخدم في الإضاءة لوضع اللمبات في المكان الصحيح، لضمان دقة التصميم.

ويقوم برنامج التصميم بحساب عدد الحساسات اللازمة للمشروع وعمل التوصيلات ويمكنه أن يخرج المشروع في شكل ثنائى أو ثلاثى الأبعاد، ومن خلال البرنامج نقوم بتوزيع الـ detectorsحسب المكان ويظهر هنا الأنواع المستخدمة وهى smoke detectors وجهاز الإنذار اليدوي manual pull station(break glass)، ونقوم أيضا بتوزيع ووضع أجهزة الإنذار fire alarm sounder



وفيما يلي تفصيل توزيع الحساسات في بعض الغرف:

Manager Room1&2

- المساحة m^2 16.4=3.88*4.23.
- تم وضع كاشف دخان واحد فقط في كل غرفة لأنه يستطيع تغطية المكان بالكامل حيث أن كاشف الدخان الواحد يستطيع أن يغطي مساحة m^2 60
- روعى أن تكون المسافة بين كاشف الدخان ومخرج التكييف أكبر من 1 متر
- تم استخدام كاشف دخان لأن هذه المنطقة تندرج تحت مسمي المكاتب.

Kitchen

- تم وضع كاشف حرارة واحد حيث انه يستطيع تغطية مساحة نصف قطرها 5.3 متر. تم استخدام كاشف حرارة لأن هذه المنطقة بطبعها يتواجد بها دخان

Electrical Room

- المساحة 4.01*4.22=16.9 متر^2
- تم وضع كاشف متعدد واحد فقط لأنه يستطيع تغطية المكان بالكامل
- تم استخدام كاشف متعدد لأن حجرة الكهرباء تعتبر من الأماكن الهامة.

Meeting Room

- المساحة 7.8*3.73=29 متر2
- تم وضع كاشف دخان واحد فقط لأنه يستطيع تغطية المكان بالكامل حيث أن كاشف الدخان الواحد يستطيع أن يغطي 60 متر2
- المسافة بين كاشف الدخان ومخرج التكييف تكون 1 متر.
- تم استخدام كاشف دخان لأن هذه المنطقة تتدرج تحت مسمي المكاتب.

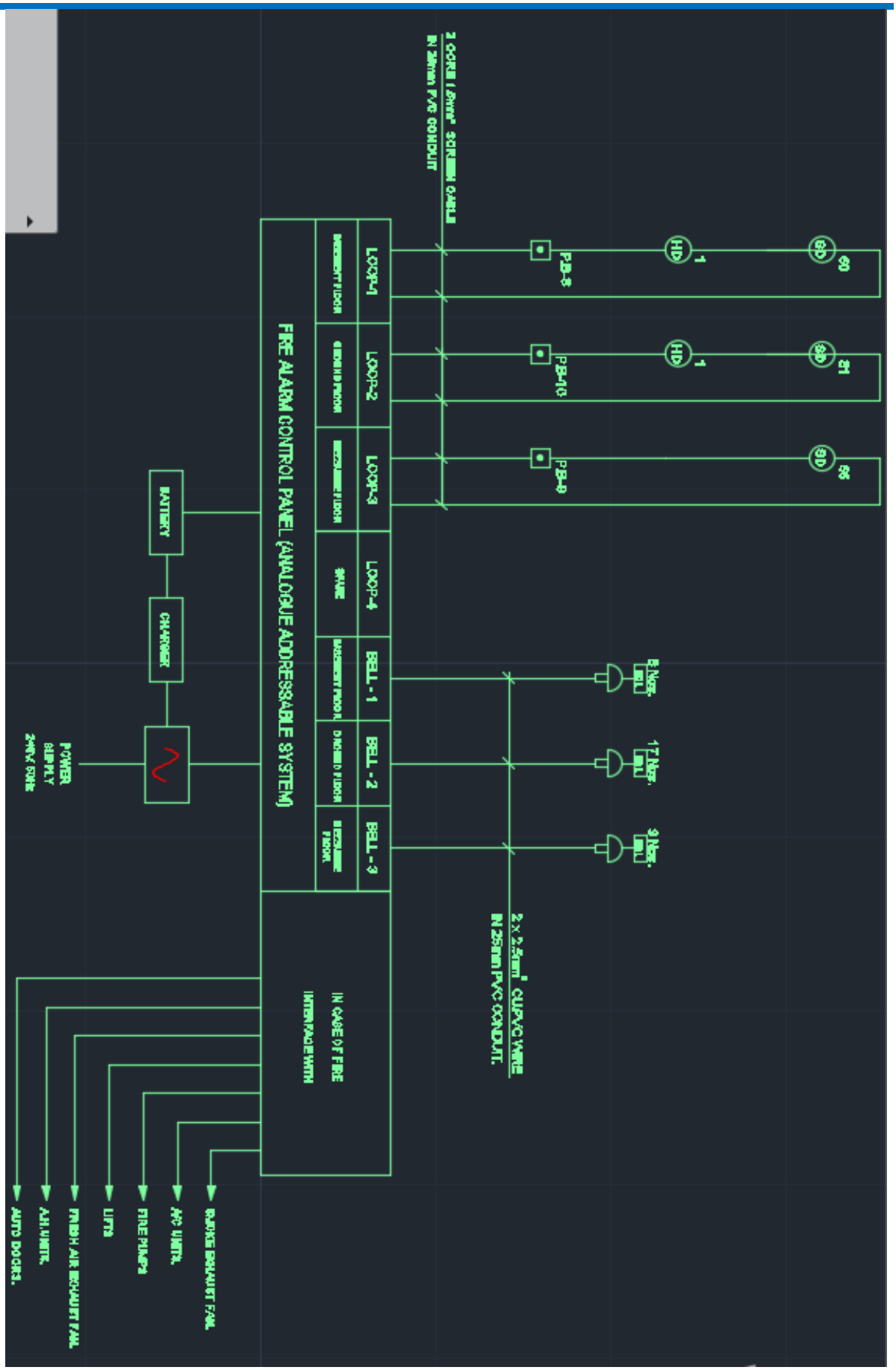
ملاحظات عامة:

- في هذا التصميم تم اعتبار أن يكون توزيع نقاط النداء اليدوية بحيث لا يحتاج الشخص أن ينتقل مسافة أكثر من 30 م لكي يصل إلى أقرب نقطة نداء يدوية.
- تم اعتبار وضع نقاط النداء اليدوية عند المخارج والسلالم وليست داخل الغرف.
- تم تركيب نقطة النداء اليدوية على ارتفاع 1.4 م من الأرض، كما يتم قبول الارتفاعات المنخفضة في الظروف التي قد يزيد فيها احتمال كون الشخص الأول الذي يبدأ إشارات الإنذار من مستخدمي الكراسي المتحركة.
- تم مراعاة ألا يقل عدد أجهزة الإنذار الصوتي في كل منطقة إنذار عن جهاز واحد.
- تم تركيب جهاز الإنذار الصوتي على ارتفاع 2.4 متر من الأرضية.
- تم استخدام كابلات نحاسية 2*1.5 mm من النوع Resistance shielded وتكون هذه الكابلات داخل مواسير من النوع PVC قطرها 20mm
- تم مراعاة أن تكون الأسلاك الخاصة بالنظام مميزة عن باقي التوصيلات الكهربائية ومقاومة للرطوبة وغير قابلة للاشتعال.
- تم مراعاة أن تكون مسارات التوصيلات الخاصة بنظام الإنذار بعيدة عن مسارات الإنارة ومخارج الكهرباء.

مثال تطبيقي-3

وفي هذا المثال سنوضح كيفية توزيع مكونات أنظمة الإنذار ضد الحرائق في مول بمنطقة الرميثية بالكويت.

وهو مول تجاري يتكون من ثلاث طوابق بمساحة **5** كم مربع، وارتفاع **5** متر للطابق الواحد. وسيتم شرح بعض من الرسومات الخاصة بالمشروع. ونبدأ في هذا المثال بعرض الـ **Schemtic diagram(Rise)**: وهي مخطط توضح مكونات نظام إنذار الحريق وأماكنها بالمبني حيث تتكون من:


FIRE ALARM CONTROL PANEL (ANALOGUE ADDRESSABLE SYSTEM)
LOOP-1
LOOP-2
LOOP-3
LOOP-4
BELL - 1
BELL - 2
BELL - 3
BATTERY
CHARGER
POWER SUPPLY 240V, 50Hz
IN CASE OF FIRE
AUTO DOORS.
LIFTS
FIRE PUMPS
AHU UNITS.

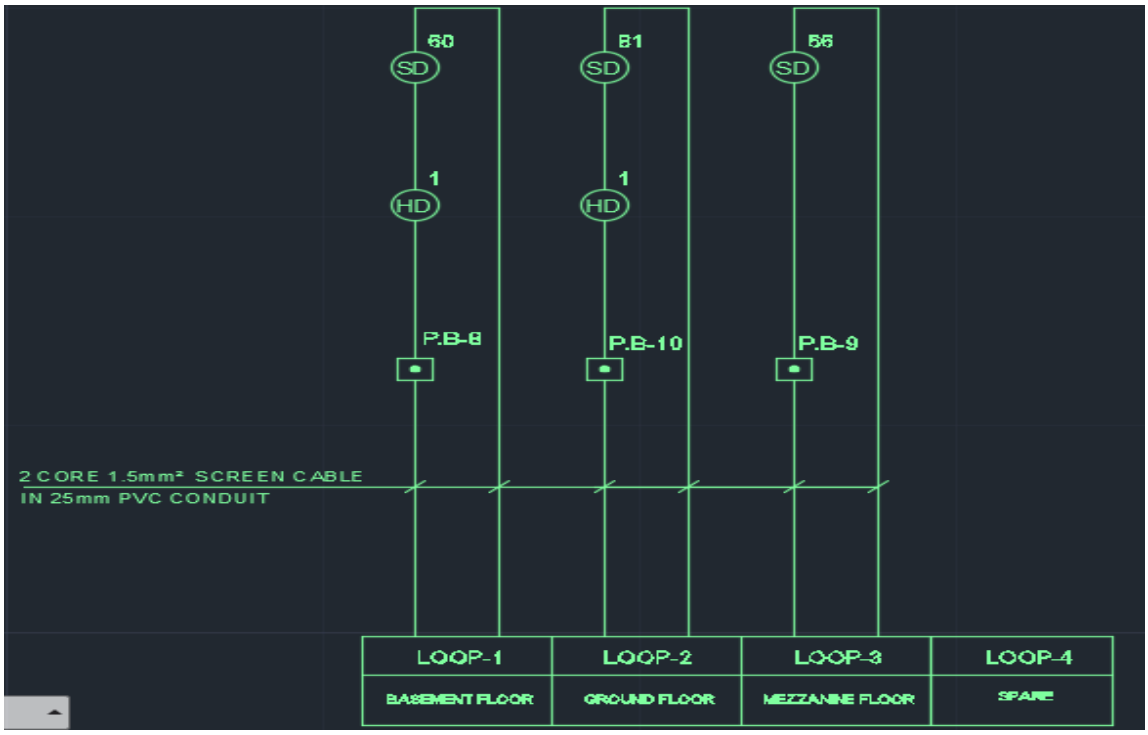
لوحة التحكم الخاصة بإنذار الحريق (FIRE ALARM CONTROL PANEL–FACP):

اللوحة المستخدمة في هذا المبني من النوع "analogue addressable system" فهي مزيج من النظامين المعنون addressable والتقليدي. وكما هو موضح بالصورة حيث تم دمج النظامين، فالجزء الأيسر هو النوع الـaddressable حيث جميع الحساسات داخل loop واحدة للدور الواحد، والجزء الأيمن هو النوع التقليدي Conventional حيث أجهزة الإنذار في zones منفصلة عن الحساسات.

ويتم تغذيه اللوحة من الـ Emergency generator، كما تحتوي اللوحة علي بطاريتها الخاصة بها (Fire alarm control panle is equipped with built in UPS)

الحساسات أو كواشف الحريق Detectors:

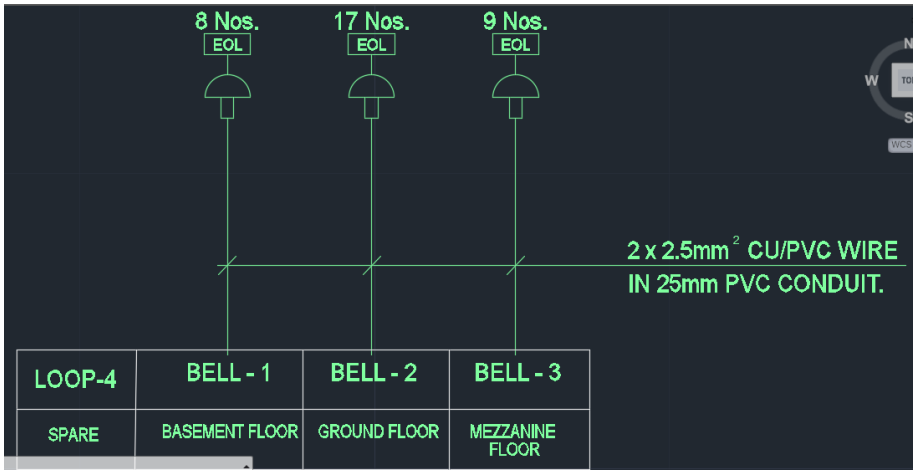
تم استخدام الإسلوب المعنون addressable في توصيل أجهزة الإستشعار بحيث تم توصيل جميع الحساسات علي شكل حلقة loop من خلال كابل وكل جهاز له العنوان الخاص به. وقد تم وضع أجهزة كل طابق علي حلقة واحدة حيث أن مساحة الطابق تزيد عن 300م²، وتم التوصيل بين الأجهزة بكابل مساحة مقطعه 1.5ملم² موضوع في مواسير من مادة الـPVC مساحة مقطعها 25ملم². والأرقام الموضحة على الشكل السابق تبين حصر للأجهزة المستخدمة في كل دور



. (Loop)

3) وحدات الإنذار Bells:

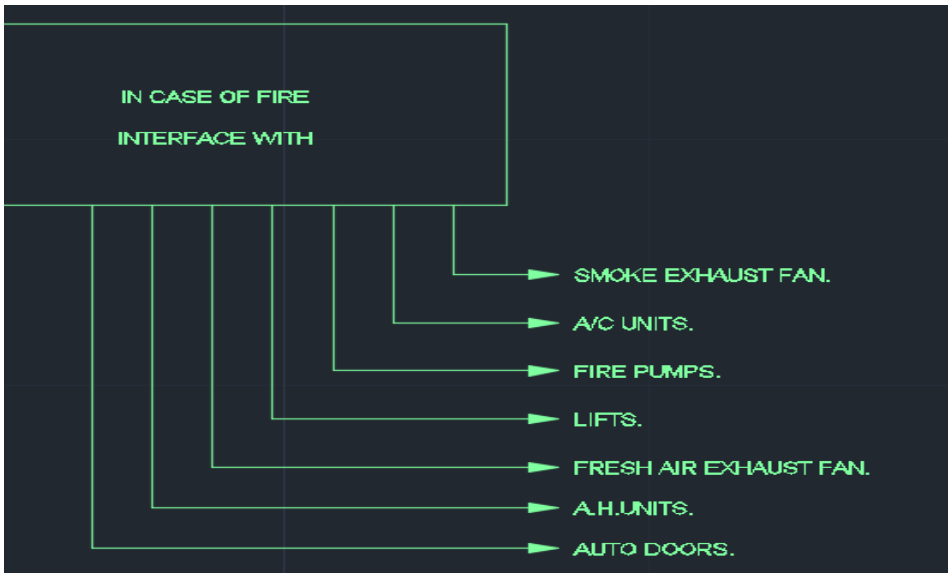
تم توصيل أجهزة الإنذار باستخدام الإسلوب التقليدي بحيث تتصل الأجهزة بلوحة التحكم عبر دوائر، كل دائرة مسئولة عن منطقة zone معينة، وهو يعتبر اختيار جيد لأن المول من الأماكن الواسعة غير المقسمة. والتوصيل بين الأجراس باستخدام كابل مساحة مقطعه 2.5مم² موضوع في مواسير من مادة الPVC مساحة مقطعها 25ملم².



وقد تم وضع مقاومة في نهاية الدائرة تسمي End of loop_EOL وهي مقاومة عالية تسمح بمرور تيار خفيف في الحلقة. والعدد المستخدم من الأجراس في دور يظهر على الرسم.

تداخل نظام الحريق مع باقي الأنظمة:

عند حدوث حريق ترسل لوحة التحكم اشارات للأجراس لإنذار الأشخاص المتواجدين وتنبيههم لوجود حريق وضرورة الإخلاء، وليس هذا فقط ولكن اللوحة تعطي أيضا أوامر لبعض الأنظمة الأخرى للحد من إنتشار الحريق أو إنتشار الدخان التسبب في إختناق الأشخاص المتواجدين فتقوم لوحة الـ FACP بالتعامل مع الأنظمة التالية على النحو التالي:



- **Fresh air exhaust fan:**

تقوم بإيقاف المراوح المسؤولة عن إدخال الهواء النقي للمبني كي لا يساعد علي زيادة إشتعال الحريق.

- **شفاطات الدخان Smoke Exhaust Fan:**

تقوم بتشغيل شفاطات الدخان للحد من كمية الدخان الموجوده حتي لا تسبب اختناق للاشخاص وتأخذ هذه الشفاطات تغذيتها من نظام الطوارئ.

- **الأبواب الكهربائية Auto Doors&Access:**

تقوم بغلق نظام الaccess وفتح الأبواب الكهربائية لسرعة الهروب.

- **المصاعد الكهربائية Lifts:**

توقف جميع المصاعد في الدور الأرضي ما عدا المصعد المخصص لرجال الإطفاء.

- **وحدات التكييفات A/C unis:**

تقوم بغلق الdambers الخاصة بالمكيفات حتي لاينتقل الدخان أو ألسنة اللهب في الDucts الخاصة بالتكييف.

- **مضخات مياه الحريق Fire pumps:**

تقوم بإرسال إشاره لطرومبات المياه لدفع الماء في خراطيم الحريق أو المواسير التي تنتهي برشاشات المياه ال Sprinklers.

رسومات المشروع Autocad Drawings

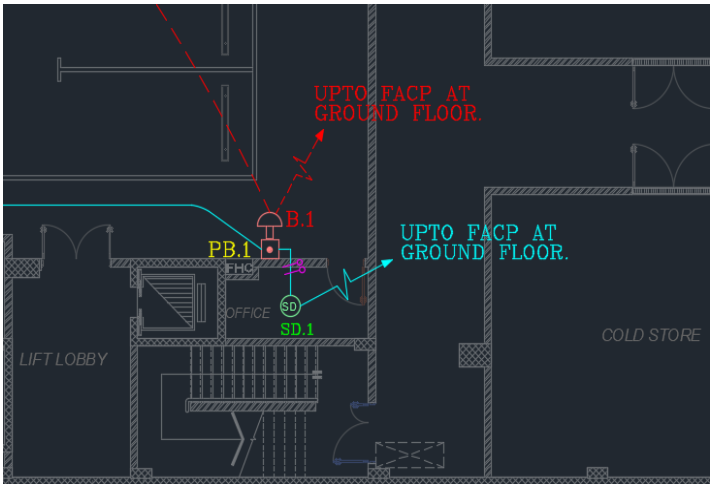
يتكون المشروع كما ذكرنا من ثلاثة طوابق وهم (Basement، Ground & Mezzanine)، وعند تصنيفه تم تقسيمه الي فئتين من حيث خطورة المكان إلي:-

الفئة L2: للطابقين Ground، Mezzanine ; حيث يحتوي الطابقين علي العديد من المحلات التجاريه والمطاعم وهي أماكن يكثر فيها تواجد الأشخاص ; لذلك وضعت كاشفات الحريق عند مخارج الطوارئ والممرات التي تقود إليها و الأماكن الأكثر عرضه للحريق.

الفئة L5: للطابق الBasement ; حيث يحتوي الطابق علي العديد من المخازن وغرف التبريد وهي أماكن يقل فيها تواجد الأشخاص ; لذلك وضعت كاشفات الحريق عند مخارج الطوارئ والأماكن الأكثر عرضه لنشوب حريق فقط.

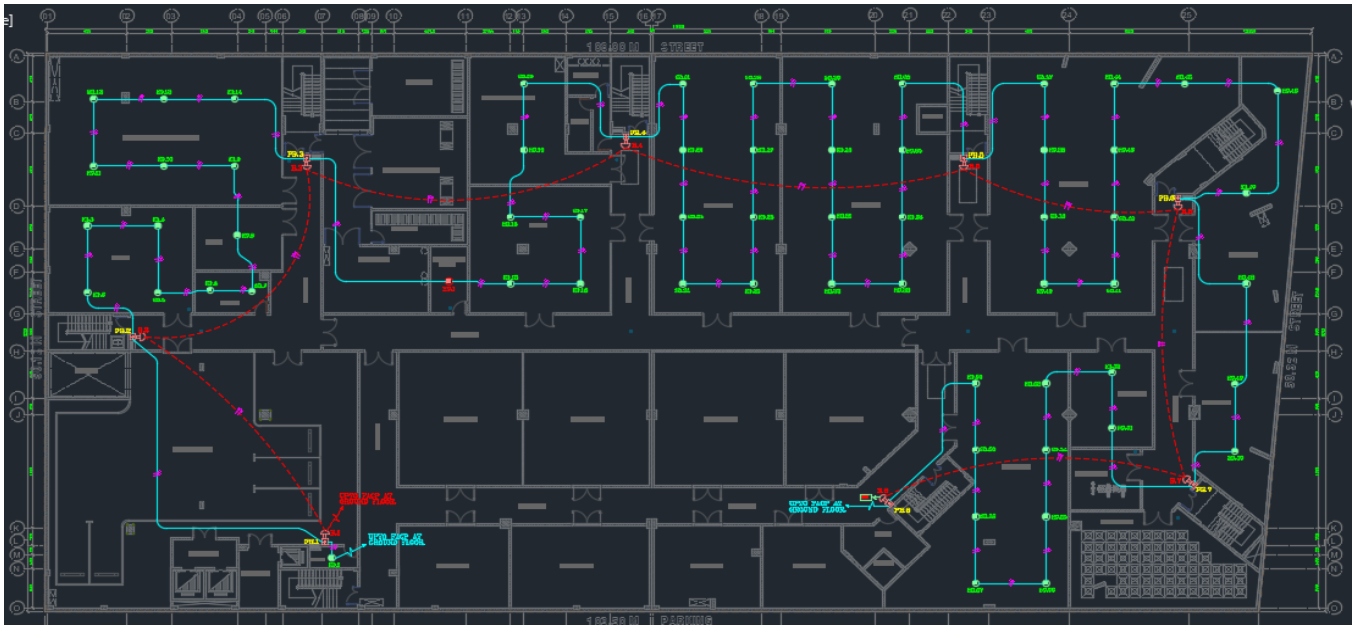
ملاحظات على التصميم

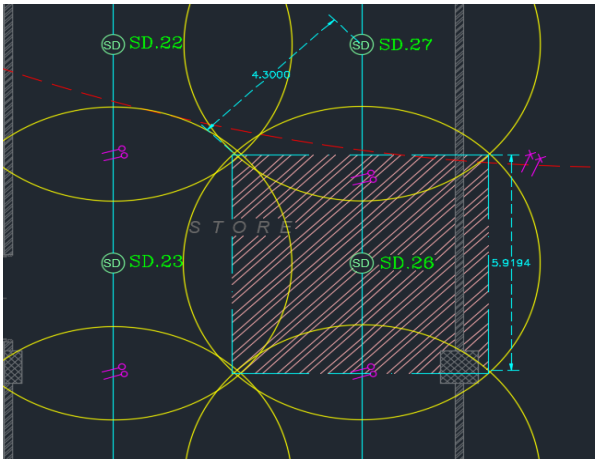
كان البدروم في هذا المشروع يتكون من العديد من مخازن البضائع، وغرف التبريد، و جراج للسيارات، وغرف المعدات الكهربائية والمولدات بارتفاع 5متر تحت مستوي الشارع. وبحساب خطورة الدور ونسبة تواجد الأشخاص به والأماكن المعرضة



لنشوب حريق نجد أن هذا الطابق يمكن توصيفه علي أنه من الفئة **L5**. ولذلك تم وضع أجهزة الكشف والإنذار عن الحريق عند المخارج، وفى الأماكن القابلة لنشوب حريق بها.

وكما هو واضح بالصورة فإن أجهزة الكشف والحساسات متصلة معاً بحلقة loop واحدة باللون الأزرق، أما أجهزة الإنذار فهي متصلة معاً بدائرة منفصلة عن أجهزة الإستشعار Detectors باللون الأحمر. وكلاهما متصل بلوحة التحكم الموجوده بالطابق الأرضي(Ground)



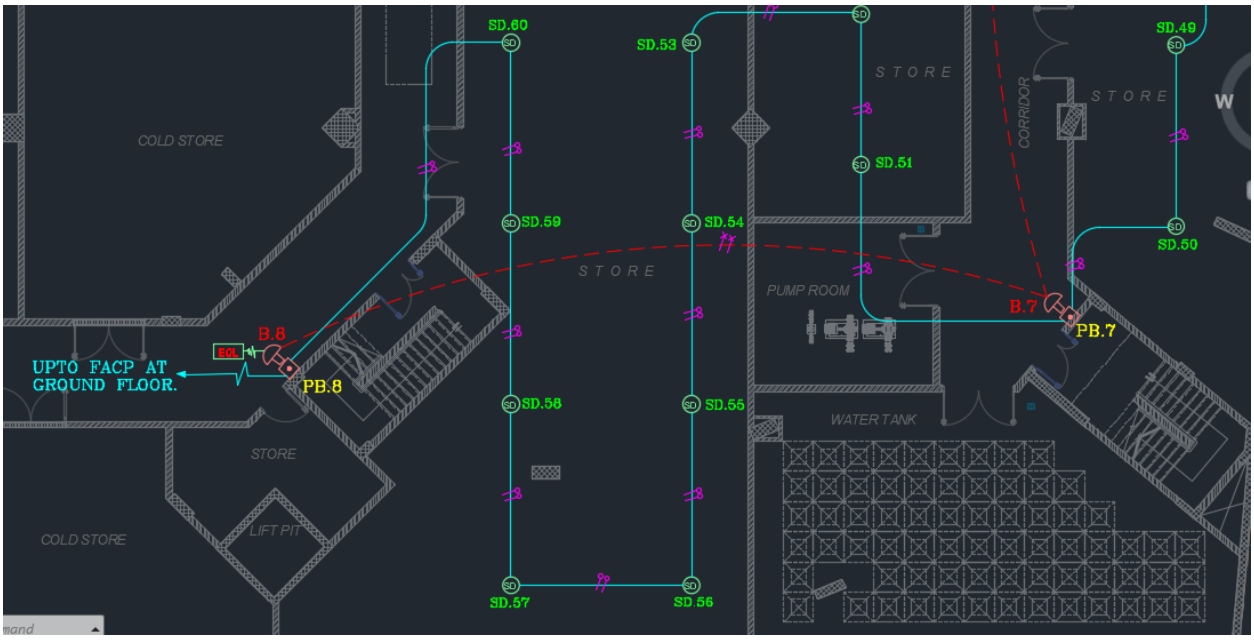


تم وضع كواشف الدخان في المكاتب حيث أنه مكان من طبيعته عدم تواجد أبخرة أو دخان به. ولاحظ الدوائر المرسومة حول كل كشاف للتأكد من حدوث Overlap بين الحساسات.

وكذلك المخازن والتي تعد من الأماكن المعرضة لحدوث حرائق أو اشتعال للبضائع المخزنة بها فقد تم وضع كاشفات الحريق بها من النوع الكاشف للدخان فهي أماكن ليس من العادة تواجد أدخنة بداخلها.

لاحظ وضع إنذارات الحريق الصوتيةBells والإنذارات اليدوية Call points عند المخارج (السلالم).

أما غرف الآلات الميكانيكية mechanical room فمن الطبيعي تواجد أبخره وغازات بها، ولذلك يفضل استخدام كواشف الحرارة Heat detectors بدلاً من كواشف الأدخنة



لاحظ أن حلقة كواشف الحريق مربوطة نهايتها بلوحة التحكم بالدور الأرضي بينما دائره الإنذار Bells (النظام التقليدي Conventional) فإن نهايتها ليست مربوطة بلوحة التحكم وإنما متصل بها مقاومة عالية في نهاية الخط EOL:End Of Line.

كان الدور الأرضي يتكون من ساحات واسعة للتسوق لمختلف أنواع الأطعمة والبضائع بارتفاع 5متر فوق مستوي الشارع. وبحساب خطورة الدور ونسبة تواجد الأشخاص به والأماكن العرضه لنشوب حريق نجد أن هذا الطابق يمكن توصيفه علي انه من الفئة **L2**.

نلاحظ هنا انتشار توزيع الـــ smoke detector &heat detector لعدم وجود هنا اي مطاعم يمكن أن تتسبب في ارتفاع درجات الحرارة. وسنلاحظ وجود heat detector في ال store خاصة في منطقة meat section وهى منطقة بطبيعتها باردة

وسنلاحظ أيضا وجود siren عند الExit كما نلاحظ تواجد العديد من أجهزة الإنذار بشكل متزايد مع إختلاف أنواعها عند المدخل الرئيسي للمبني لأهمية هذه المنطقة في حالة الإخلاء.

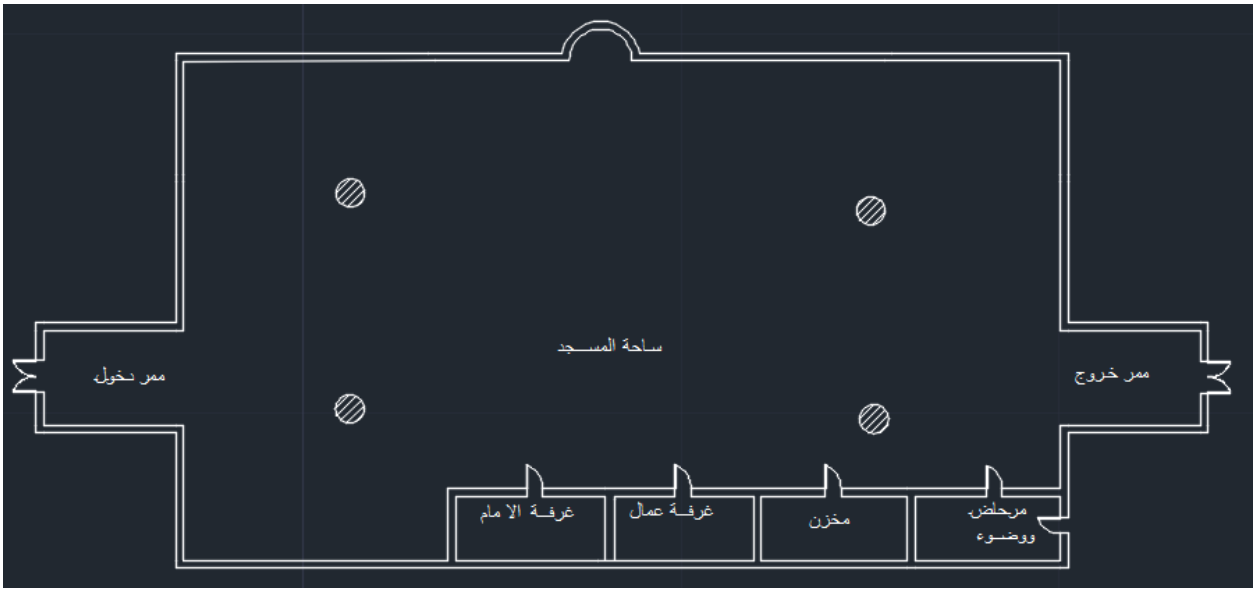
طابق الميزانين يتكون من العديد من محلات التسوق المنفصلة عن بعضها،و العديد من المطاعم. وبحساب خطورة الدور ونسبة تواجد الأشخاص به والأماكن العرضه لنشوب حريق نجد أن هذا الطابق يمكن توصيفه علي انه من الفئة **L2**.

ولذلك تم وضع أجهزة الكشف والإنذار عن الحريق عند المخارج، والغرف (المحلات) التي تقود إليها، والأماكن القابلة لنشوب حريق بها. وهنا نلاحظ توزيع كواشف الدخانsmoke detector في جميع الأنحاء من محلات وغرفة الكهرباء والـ IT Room وأماكن الصلاة ولا يوجد اي كواشفsmoke في الحمامات حيث أبخرة الماء من الممكن أن تسبب في إطلاق أجهزة الإنذار عن طريق الخطأ لتشابهها مع الدخان.

وروعي في توزيع أجهزة الإنذار الصوتية أن تعطى شدة صوت تزيد بمقدار 5 ديسيبل عن أعلى ضوضاء بالمكان، وعلى ألا تقل عن 65 ديسيبل ولا تزيد عن 110 ديسيبل وان يستمر لفترة أطول من 30 ثانية.

حساب مكونات نظام إنذار الحريق في أحد المساجد:

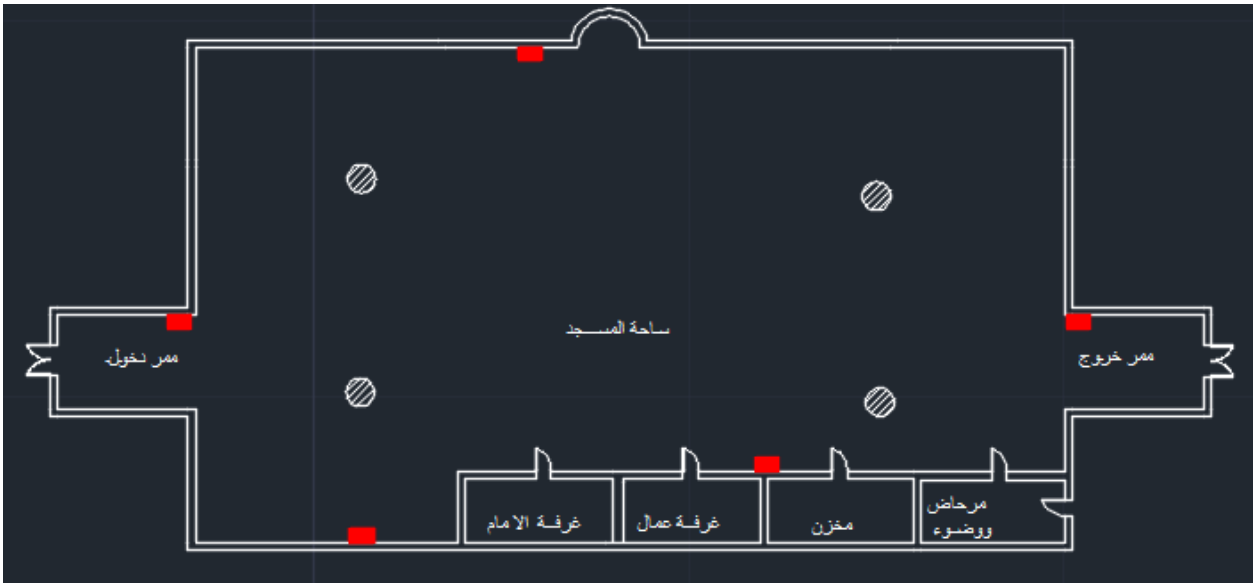
لدينا مسجد مساحته 330 متر مربع وارتفاعه 4 متر نريد أن نركب نظام إنذار الحريق فيه علما بأن المسجد له بابان كل منهما في منتصف الضلعين الأصغرين



الخطوة الاولى: تحديد درجة حماية المسجد: يجب تصميم جهاز إنذار الحريق لهذا المسجد لتوفير أقصى درجة حماية ضد الحريق لأن أغلب محتويات المسجد أما اوراق كالمصاحف والمخططات أو سجاجيد ومفروشات. أما الحمامات فيمكن عدم تركيب نظم اطفاء الحرق لأنها منطقة أقل عرضة لمخاطر الحريق.

الخطوة الثانية: تقسيم مناطق الحريق: بما أن مساحة ساحة المسجد294 متر مربع –بما فيها الممرات– فيمكن اعتباره منطقة حريق واحدة (طالما أقل من 300 متر مربع). الغرف الاربعة يمكن اعتبارها منطقة حريق واحدة.

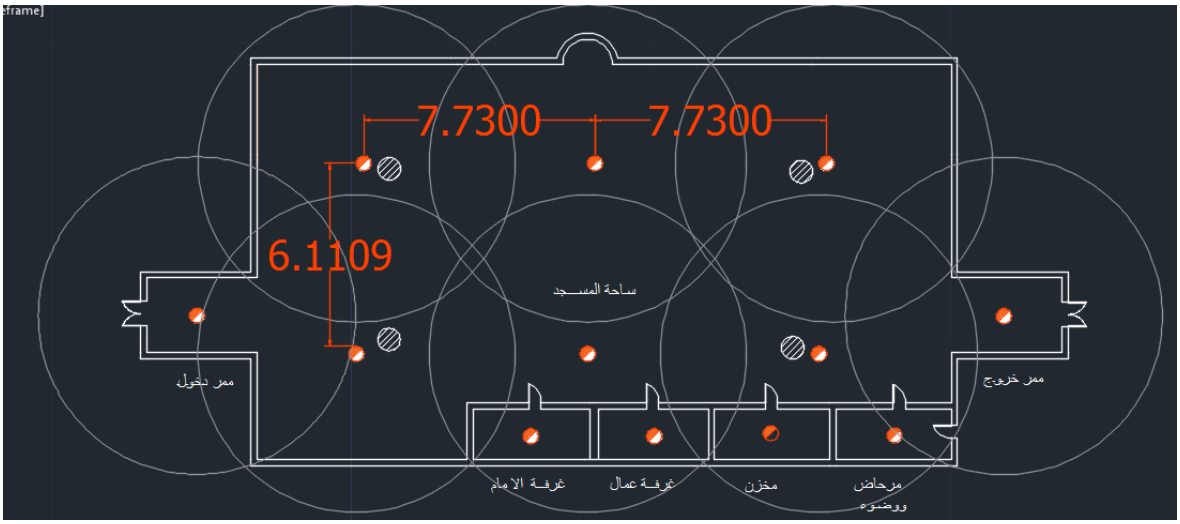
الخطوة الثالثة: اختيار نقاط النداء اليدوية: يتم تركيب نقاط النداء اليدوية على ارتفاع 1.4 متر من الارض ويتم توزيعها بحيث لا يجب على الفرد السير مسافة أكبر من 45 متر للوصول لأقرب نقطة نداء ويتم وضع نقطة نداء لكل ممر. كما بالشكل

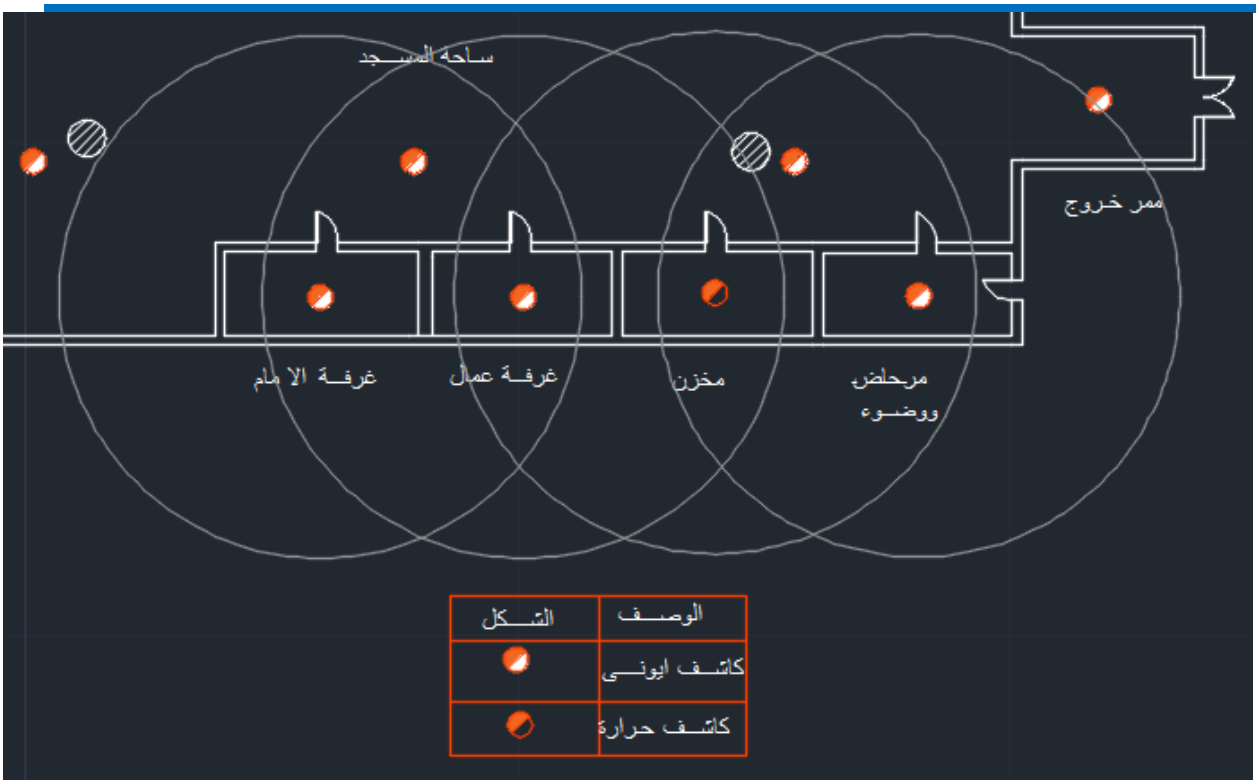


الخطوة الرابعة اختيار كاشفات الحريق التلقائية وتوزيعها:

اولا ساحة المسجد: بما أن أغلب مكونات المسجد أما مفروشات – وقليل من الأثاث الخشبى كالمنبر– فيمكن استخدام كاشف الدخان الأيوني. ويجب على كل كاشف أن يغطى دائرة نصف قطرها 5.3 متر وأن يتداخل من الكاشفات الأخرى.

ثانيا الغرف: كل الغرف ماعدا غرفة المخزن يمكن استخدام كاشف أيوني. أما بالنسبة لغرفة المخزن فمن الممكن أن يكون مخزن بها اخشاب فيمكن استخدام كاشف أيوني أو كاشف الحرارة. والأفضل كاشف حرارة بسبب وجود كمية دخان قليلة عن احتراق الخشب. والأشكال التالية توضح توزيع الكاشفات في ساحة المسجد وتوزيع الكاشفات في الغرف.





توزيع صفارات الإنذار:-

بالنسبة للدور العبادة فان 60 ديسيبل يعتبر رقما مناسبا. باختيار الصفارة المناسبة ذات95 ديسيبل فان المسجد يمكن أن يغطى كاملا باستخدام صفارة واحدة لساحة المسجد وصفارة واحدة للغرف الأربعة. وقد تم اختيار صفارة ذات 95 ديسيبل.

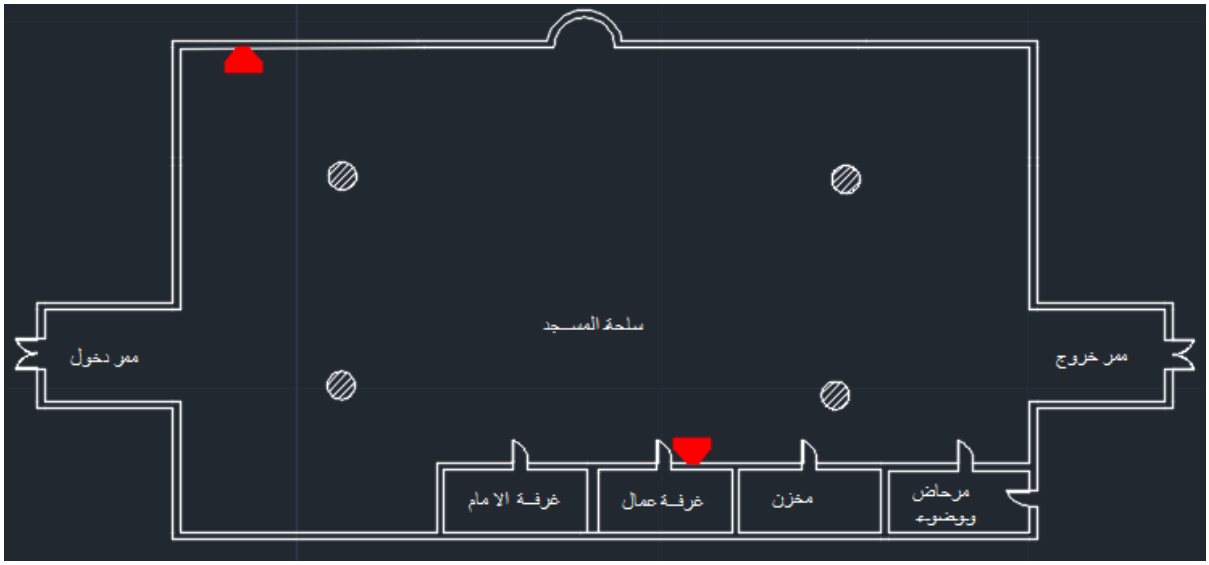
بمساعدة الجدول التالي جدول-4 يمكن معرفة قيمة الديسيبل لأبعد نقطة عن الصفارة.

جدول 4 انخفاض صوت الجرس مع زيادة المسافة المحورية

البعد عن الجرس (م)	انخفاض صوت الجرس (ديسيبل)
2	6-
3	9.5-
4	13-
5	14-
6	15.5-
7	17-
8	18-
9	19-
10	20-
16	24-
32	30-
64	36-
128	42-

فعند وضع الجرس كما في الشكل التالي فان أبعد نقطة عنه تقع على بعد = 19 متر وعندها الهبوط في شدة الصوت يساوى -26 ديسيبل سيكون مستوى الصوت عند هذه النقطة يساوى 69 ديسيبل وهو أعلى من 60 المناسبة لدور العبادة.

الارتفاع المناسب للصفارة هو 2.1 متر من المستوى النهائي للأرض.



دراسة لأسعار السوق طبقا لسعر الجنيه الاسترليني:

❖ **Conventional fire alarm system BOQ**

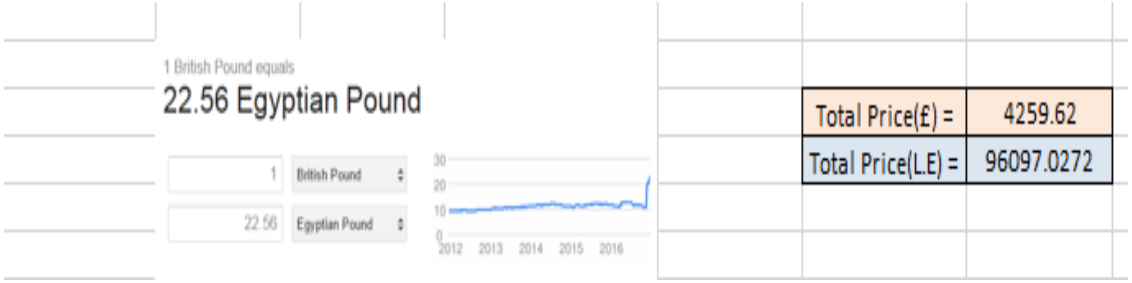
Part Name	Order No.	Part Picture	Technical Discreption	Price/Unit	No. of units	Total Price
Smoke Detector	17840-01		24V(DC)-60micro Amp. Optical Smoke Detector	15.9	15	238.5
Heat Detector	17850-01		24V(DC)-70micro Amp. 58°fixed temp. heat detector	15.9	9	143.1
Alarm Siren&Strobe Light	C3IP-SN-ST-RR		Wall mounted-red flash 24V(DC)-49mA Sounder Beacon	93.16	4	372.64
Manual Call Point	71160-62NM		IP67 Manual Call Point	11.32	4	45.28
FACP	13270-04LB		4 Zones -4 Sounder Circuits FACP	257.62	1	257.62
		1 British Pound equals 22.56 Egyptian Pound			Total Price(£) =	1057.14
		1 British Pound / 22.56 Egyptian Pound			Total Price(L.E) =	23849.0784

❖ النظام تكلف النظام خمسة وعشرين ألف جنيه مصري وهو سعر قليل مقارنة بالتكلفة التي سيتحملها المالك فحالة انه أراد أو تطلب المنشأ الكبير تصميم نظام معنون. كما سنرى:

❖ دراسة لأسعار السوق طبقا لسعر الجنيه الاسترليني:

❖ **Addressable fire alarm system BOQ**

Part Name	Order No.	Part Picture	Technical Discreption	Price/Unit	No. of units	Total Price
Smoke Detector	S4-770-S		addressable 24V(DC)-60micro Amp. Optical Smoke Detector with sounder	100	15	1500
Heat Detector	S4-780-S		addressable 24V(DC)-60micro Amp. 58° fixed temp. heat detector with sounder	98.8	9	889.2
Alarm Siren&Strobe Light	S3-S-VAD-HPR-R		Wall mounted-red flash 29V(DC)-49mA Sounder Beacon	93.16	4	372.64
Manual Call Point	S4-34805-EP		addressable -IP67 Manual Call Point	11.32	4	45.28
Monitor Module	S4-34410		Loop powered interface-single input	47.9	4	191.6
Control Module	S4-34401		Mains switching interface-single channel	134.33	1	134.33
FACP	COMPACT-24-N		2 loops-200device/loop addressable FACP	1126.57	1	1126.57



❖ تكلف النظام المعنون addressable مئة ألف جنيها مصريا وهو أربع اضعاف تكلفة النظام العادي ولكن ما به من مميزات سبق ذكرها يغنى عن السعر المرتفع.

9

أنظمة الصوتيات

Sound Systems

حاسة السمع

هى أهم الحواس تقريبا، فهي التي لا تغيب حتى في النوم، وهى أول الحواس تكونا عند الجنين، فيكتمل نمو السمع منذ الشهر الرابع في الجنين، قال تعالي "والله الذي أخرجكم من بطون أمهاتكم لا تعلمون شيئاً وجعل لكم السمع والأبصار والأفئدة لعلكم تشكرون". وقد أشار القرآن لقيمة هذه الحاسة مرة أخرى في قصة أصحاب الكهف، " فضربنا على آذانهم في الكهف سنين عددا".

والأذن يمكنها أن تميز الاتجاه، وذلك لاختلاف شدة الصوت في الأذنين، ومن ثم فالإحساس بالسمع لا يختلف عليه الناس الموجودة في حيز معين حتى لو كانوا يتجهون إلى جهات مختلفة، بعكس الإبصار فكل شخص يرى صورة مختلفة عن الآخر، ولذا جاءت الإشارة لحاسة السمع في القرآن مفردة، بينما جاءت الإشارة لحاسة الإبصار على صورة الجمع: قال تعالي "وجعل لكم السمع والأبصار والأفئدة لعلكم تشكرون"، فالأبصار تتعدد، أنا أرى هذا، وأنت ترى هذا، وثالث يرى هذا، فتتعدد الأبصار، وإنسان يغمض عينيه فلا يرى شيئًا، أما السمع فنحن جميعًا نسمع نفس الشيء ما دمنا جالسين في مكان واحد،، ومن هنا جاء البصر فجاء بصيغة الجمع، وجاء السمع بصيغة الإفراد.

والعجيب أنه لا يوجد "عباقرة" لا يسمعون!! بينما يوجد عباقرة لهم عاهات أخرى عديدة، فالتاريخ البشري يزخر بالعباقرة والنوابغ ممن فقدوا حاسة الإبصار، ولكن يندر أن تجد "أصما" منذ الولادة والطفولة قد بلغ في النبوغ والعبقرية شأناً عظيماً، مع العلم أن "بيتهوفن" فقد تولدت العبقرية والنبوغ عنده قبل أن يفقد سمعه!!.

ملحوظة أخرى ملفتة وهى أن كل أذن تسمع بمفردها وبالتالي تستطيع بإذنك أن تميز جهة الصوت، على عكس العينين اللتين يكونان صورة واحدة . والعجيب أن كثيرين من الناس يظنون خطأ أن الإنسان يسير علي الأرض متزناً بقدميه!! ولا يعلمون أنه يكون متزناً "بأذنيه"، وعندما يشتكى إنسان من عدم الاتزان فإن علاجه يكون عند طبيب الأنف والأذن وليس عند طبيب الأعصاب.

والأصوات كالبصمات لا تتطابق، فكل منا يولد بصوت فريد مختلف عن الآخر، والأغرب من ذلك أن التوائم على الرغم من تطابقهم في كل شيء على الصعيد المادي المحسوس مثل الشكل والطول ولون الشعر والعينين، إلا أنهم يختلفون في بصمة الصوت.

كيف تتم عملية السمع؟

ينتقل الصوت على شكل موجات صوتية من خلال الهواء في جميع الاتجاهات، وتتجمع الأمواج الصوتية في صيوان الأذن لتصل بصورة مركزة إلى (طبلة الأذن) التي تتكون من غشاء رقيق عند طريق قناة متعرجة، ولو كانت هذه القناة مستقيمة لتعرض "غشاء طبلة الأذن" لخطر جسيم، ولكن شاءت قدرة الخالق المصور أن تكون هذه القناة متعرجة حتي لا يتمكن أي إنسان من "الوصول" غشاء طبلة الأذن مباشرة.

هذه الأمواج الصوتية تسبب ارتجاج واهتزاز لغشاء الطبلة فيسبب هذا اهتزازا لحركة السائل الموجود في قوقعة الأذن فتنتبه الخلايا الحسية وترسِل نبضات عصبية عبر العصب السمعي إلى المخ، ليتم ترجمة الاهتزازات إلى معلومات وإلى أصوات معروفة ومحددة.

الأذن البشرية أقوى سماعة

تتميز الأذن البشرية بأنها أقوى سماعة على ظهر الأرض، فهي تستطيع أن يميز الأصوات التي تقع في حيز ترددات بين 20 هيرتز، 20000 هيرتز، ولا توجد سماعة صنعها الإنسان بهذه القدرة أبدا، بل يلزمه استخدام مجموعات سماعات على التوازي حتى يستطيع نقل هذه الترددات. علما بأن الحساسية العالية للسمع تقع في الـrange من 500 إلى 6000 هيرتز.

والأذن لا تستطيع سماع الترددات الأعلى من 20000 هيرتز، والتي تسمى بالموجات فوق الصوتية Ultrasonic Waves. ولا الموجات الصوتية التي يقل ترددها عن 20 هرتز والتي تسمى بالموجات دون السمعية .Infrasonic Waves. ومن لطائف رحمة الله أن تردد القلب يساوى تقريبا 1.16 Hz، وبالتالي فالأذن لا تميز هذا التردد المنخفض، وإلا لو كان كل إنسان يمكنه سماع نبضات قلبه أو قلوب من حوله لكان ذلك شيئا مزعجا، ويجعل الحياة لا تضاق.

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الحيوانات مثل الكلب يستطيع سماع ترددات تصل إلى 50000Hz، ومن هنا شاع استخدام الكلاب في الحراسة. وهذه بعض المعلومات عن الحساسية السمعية لبعض الحيوانات:

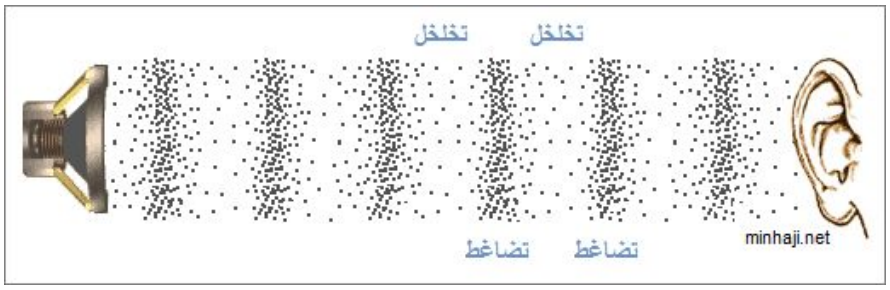
- القرود حساسيتها تصل إلى 22 كيلو هيرتز
- الكلاب حساسيتها تصل إلى 50 كيلو هيرتز
- الدببة حساسيتها تصل إلى 38 كيلو هيرتز
- القطط حساسيتها تصل إلى 75 كيلو هيرتز

أما الخفافيش وبالرغم من ضعف بصرها فإن الله تعالي عوضها عن ذلك بأن أعطاها القدرة أن تصدر أصواتا بترددات من 40000 – 100000 هيرتز، فتصطدم هذه الأصوات بالأجسام المختلفة وتعود بسرعة هائلة إلى الخفافيش فتستوعبها وتقدر المسافة من هذه الأجسام.

موجات الصوت: تعريفات هامة

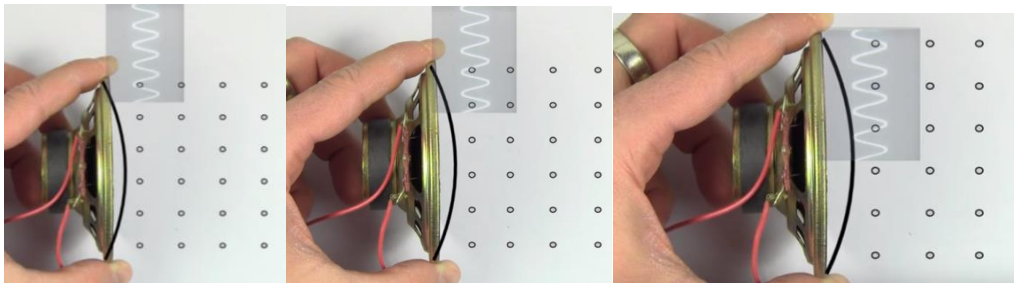
الموجة الصوتية ظاهرة فيزيائية ناتجة عن اهتزازات لجزيئات الوسط، فينتقل هذا الاهتزاز (على شكل موجة طولية) بشكل دوري بواسطة جزيئات الهواء المهتزة، مكونة سلسلة من مناطق ذات كثافة جزيئات هواء مرتفعة (ضغط مرتفع–) وأخرى ذات كثافة جزيئات هواء منخفضة (ضغط منخفض–).

فالأصوات إذن ما هي إلا تضاغطات و تخلخلات حدثت بسبب اهتزاز جسم صلب في محيط هوائى مما أدى إلى اهتزاز الهواء المحيط به بنفس الشكل الذي اهتز به الجسم مما أدى إلى نشوء ما يسمى بالموجة الصوتية (موجة طولية) التي من أجل أن تنتقل هي الأخرى لابد من وجود وسيط تؤثر فيه بنفس الأسلوب الذي تأثرت به.



تردد الموجة الصوتية:

ذرات الهواء بجوار السماعة تهتز في مكانها للأمام وللخلف (يحدث لها displacement) في حدود معينة (تسمى magnitude)، وبمعدل اهتزاز (يسمى frequency) ثابت، أي أنها ترسم بحركتها منحنى جيبيا.



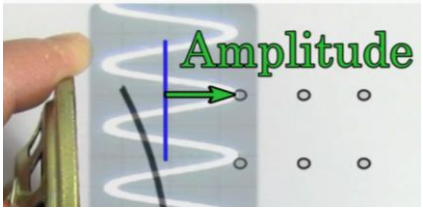
ومن هنا يقال لصوت معين أن له تردد Frequency تساوى 5000 ذبذبة في الثانية (Hz)، هذا يعني أنه في الثانية الواحدة تتردد الموجة (وتعود على نفسها) 5000 مرة. وتقاس بوحدة الهيرتز Hz. ورياضيا فإن التردد:

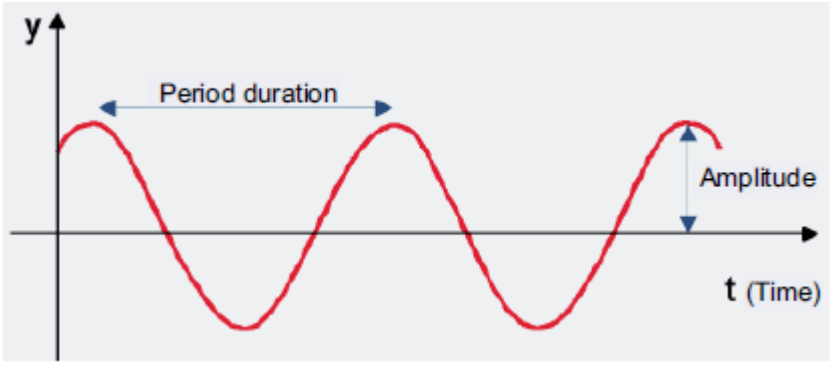
$$F = 1/T$$

حيث T هي الزمن الدورى للموجة Period وتقاس بوحدة الزمن (ثانية) كما في الشكل التالي.

وطول الموجة الصوتية يحدد بالزمن الدورى للموجة، فالموجة الطويلة زمنها طويل (وترددها صغير)، والعكس صحيح.

أما لو زادت شدة الصوت فستزداد الـdisplacement لذرات الهواء ويتسع الـ Amplitude.





سرعة الصوت:

يعبر عن سرعة الصوت بالمسافة التي يقطعها الصوت في وحدة زمن، وهى قيمة ثابتة مرتبطة بتردد الموجة الصوتية و طول الموجة الصوتية حسب العلاقة: طول الموجة الصوتية= السرعة ÷ التردد

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

علما بأن السرعة كما سنرى تتأثر بكثافة الوسط الذي ينقل الموجة الصوتية، فسرعة الصوت في الهواء 340 متر/ث بينما سرعته في الماء 1480 متر/ث. وتزداد السرعة بمعدل تقريبا نصف متر لكل ثانية مع كل ارتفاع قدره درجة مئوية واحدة في درجة الحرارة.

زمن الموجة = طول الموجة ÷ سرعة الصوت

تردد الموجة = سرعة الصوت ÷ طول الموجة الصوتية

مثال 1

موجة صوت طولها 50 سم. وسرعة الصوت هي 340 متر/ثانية. فما هو تردد هذا الصوت؟

الحل:

أولاً يجب توحيد وحدات القياس: 340 متر/ثانية تساوي: 34000 سم/ثانية

$$f = \frac{speed}{wave\ length} = \frac{34000}{50} = 680\ Hz$$

وسرعة الأمواج الصوتية تتغير حسب نوع الوسط التي تمر فيه، فكلما كان الوسط أكثر كثافة تكون سرعة الصوت أكبر:

سرعة الصوت في الهواء: 330 متر في الثانية.

سرعة الصوت في الماء: 1400 متر في الثانية.

سرعة الصوت في الزجاج: 5500 متر في الثانية.

وتحسب سرعة الصوت للمواد المختلفة من خلال المعادلة التالية:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

حيث B هو معامل المرونة elastic modulus، و هي ρ لكثافة density، وبالتالي تكون سرعة الصوت في وسط من الهيليوم أسرع من الصوت في الهواء لأن كثافة الهيليوم أقل من الهواء ونستنتج أيضا من المعادلة السابقة أن سرعة الصوت في المواد الصلبة أسرع من سرعة الصوت في المواد السائلة والمواد الغازية لأن معامل المرونة للمواد الصلبة أكبر من المواد الأخرى.

والصوت لا ينتقل في الفراغ، لذلك يستعمل رواد الفضاء مكبرات الصوت على سطح القمر وذلك لأن كثافة الهواء على القمر منخفضة جداً وبذلك تكون سرعة الصوت منخفضة أيضا.

خصائص تمييز الأصوات

وتستطيع أذن الإنسان أن تميز بين الأصوات المختلفة اعتماداً على ثلاث خصائص:

شدة الصوت Intensity

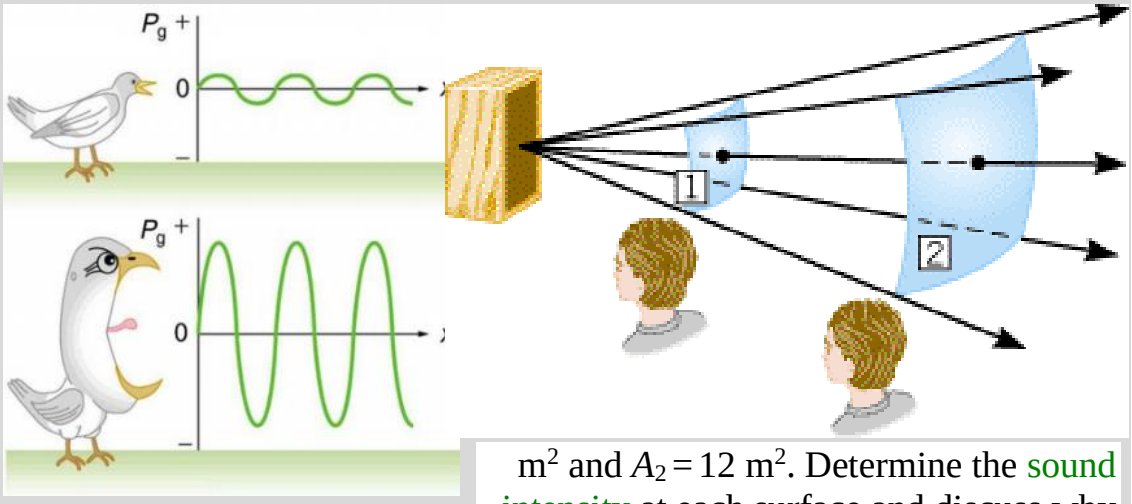
هى الخاصية الأولى التي تميز بها الأذن بين الأصوات الضعيفة والقوية. وشدة الصوت (I) تعبر عن كمية الطاقة من مصدر الصوت التي تنتقل في ثانية واحدة وتعبر وحدة المساحات. وتقاس شدة الصوت بوحدة W/m^2.

$$I = \frac{P}{A}$$

وهذا يفسر ضعف شدة الصوت كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت لأن الصوت ينتشر بشكل دوائر يزداد قطرها مع البعد فتزداد المساحة التي ينتشر فيها الصوت وتضعف شدة الصوت.

مثال 2

In Figure below، 12×10^{-5} W of sound power passes perpendicularly through the surfaces labeled 1 and 2. These surfaces have areas of $A_1 = 4.0$ m^2 and $A_2 = 12$ m^2. Determine the sound intensity at each surface and discuss why listener 2 hears a quieter sound than listener 1.



ومصطلح "شدة الصوت" يستخدم للتعبير عن قوة الصوت أو ضعفه Loudness، وهذا يمكن التعبير عنه بصورة أخرى من خلال الـ amplitude الخاص بإشارة الصوت، فعندما يكون الصوت قوياً مثل صوت الطائرات والقنابل مثلاً يكون الـ amplitude أو ما يسمى بالعربى "سعة الذبذبة" كبيرة، وعندما يكون الصوت خافتاً مثل حفيف الأشجار تكون سعة ذبذبته صغيرة.

التعبير عن شدة الصوت بالديسيبل

ولما كان مدى حساسية سماع الأذن هو مدى واسع جداً، فلهذا السبب استخدم تدريج لوغارتمي لقياس شدة الصوت بدلاً من وحدة W/m^2 وهذه الوحدة تسمى الديسيبل DB، واستعمل منسوب ضغط الصوت Sound Pressure Level(SPL) في المقارنة.

ويمكن القول أن وحدات W/m^2 تعبر عن شدة الصوت بصورة مطلقة، أما عندما نقول أن مستوى شدة صوت يساوى كذا dB فهذا يعني شدة هذا الصوت مقارنة بأضعف صوت مسموع متفق عليه (الذي يمكن سماعه بالكاد)، والحد الأدنى المتفق عليه (Reference P_0) لشدة ضغط الصوت هو 10^{-12} W/m^2 ، وبالتالي يعبر عن SPL بالصيغة اللوغاريتمية التالية

$$SPL = 10log\frac{P}{P_0}$$

فلو عبرنا عن شدة أضعف صوت بمقياس الديسيبل threshold of hearing فإنه يساوى صفرا في مقياس الديسيبل

$$SPL = 10log\frac{P}{P_0} = 10\log 1 = 0\ dB$$

ولو كان لدينا سماعة نموذجية (لا يوجد فيها أي Loss) وتعطى شدة صوت قدره $1\ W/m^2$، فإننا يمكن أن نعبر عن شدة هذا الصوت بوحدات الـ dB كما يلى

$$SPL = 10log\frac{P}{P_0} = 10\log\frac{1}{10^{-12}} = 120\ dB$$

والجدول التالي يعطى شدة الصوت لبعض الأصوات المعتادة في الحياة العملية بالوحدات المختلفة.

نوع الصوت	شدة الصوت W/m^2	مستوى شدة الصوت dB
الصوت المسبب للألم	1	120
ثقابة الصخور التي تعمل بالهواء المضغوط	10^{-2}	100
طريق كثيف بالمرور *	10^{-5}	70
التخاطب العادي*	10^{-6}	60
الهمس المتوسط الارتفاع*	10^{-10}	20
حفيف الشجر *	10^{-11}	10
الصوت المسموع بالكاد	10^{-12}	0

والجدول التالي يعطى مدة قدرة تحمل الأذن للأصوات العالية مقاسة بعدد الساعات في الأسبوع حسب شدتها بالديسيبل:

sound pressure	example	duration/week
85 dB		40 hours
88 dB		20 hours
91 dB		10 hours
94 dB		5 hours
96 dB		3 hours
98 dB		2 hours
101 dB	disco	1 hour
104 dB		30 minutes
107 dB		15 minutes
109 dB	chainsaw	10 minutes

112 dB		5 minutes
114 dB		3 minutes
116 dB		2 minutes
119 dB		1 minutes
130 dB	threshold of pain	6 second
140 dB	30 m from jet aircraft	less than 1 second

درجة (نبرة) الصوت – Pitch

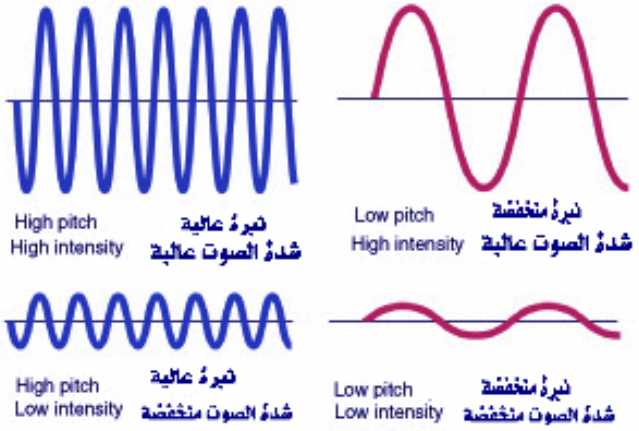
هى الخاصية الثانية التي تميز بها الأذن بين الأصوات، وتحديدا بين طبقات الصوت الحاد و الغليظة، فمعلوم أن طول الموجة تتناسب عكسيا مع تردد مصدره لأن سرعة الصوت ثابتة (تساوى 340 متر/ثانية في الهواء) طبقا للعلاقة

سرعة الصوت = طول الموجة × التردد

وبالتالي ستكون الأصوات الغليظة Low Pitch ترددها منخفض وطول موجاتها أطول من الأصوات الحادة high pitch، وبالتالي فالإشارات الزرقاء في الشكل التالي تمثل أصواتا نسائية لكن الأول لامرأة لها صوت عالي High intensity وحاد high pitch، أما المرأة الثانية فصوتها حاد أيضا لكنه منخفض الشدة. بينما الإشارة الحمراء تمثل أصواتا رجالية عالية ومنخفضة الشدة لكنها في الحالتين أصواتا خشنة Low Pitch.

ورغم أن شدة صوت الرجل أكبر من شدة صوت المرأة إلا أن تردد صوت المرأة أعلى من تردد صوت الرجل، وبالتالي صراخها يكون حادا وملفتا، وهذا من رحمة الله فالمرأة الضعيفة زودت بصوت حاد عند الاستغاثة.

وقد خلق الله الأحبال الصوتية عند الإنسان وبها أكثر من نوع واحد ففيها الغليظ وفيها الرفيع وبالتالي يستطيع الإنسان إصدار أصوات بدرجات مختلفة، عن طريق التحكم في كمية الهواء المار بالقصبة الهوائية وعن طريق العضلات الخاصة بالأحبال الصوتية من أجل التحكم في تردد صوته مع ملاحظة أنه كلما ازداد تردد الصوت كان الصوت حاداً أكثر، وكلما قل تردد الصوت كان خشناً.



نوع النغمة (المركبة – أساسية)

وهى الخاصية الثالثة التي تميز بها الأذن بين الأصوات، وتحديدا من حيث طبيعة مصدرها حتى ولو كانت متساوية في الدرجة و الشدة، فإذا كان الصوت ذا موجة موحدة ثابتة (تردد واحد) فإن الصوت عندئذ يسمى رنة مثل رنة الجرس، أما إذا احتوى الصوت على عدة موجات مركبة لها ترددات ثابتة فيسمى الصوت في هذه الحالة يسمى نغم Tone مثل الألحان المصاحبة للأغنيات الجميلة، فإذا احتوى على أصوات مركبة لها عدة ترددات غير ثابتة فيسمى الصوت في هذه الحالة ضجيج Noise مثل الأغانى الشعبية والمطربين الجدد.

ملحوظة:

الصوت العالي في النساء (يسمى بالإيطالية سوبرانو)، وهو اللقب الذي يطلق على مغنيات الأوبرا، حيث يكون صوت المغنية السوبرانو عاليا جدا ولا تحتاج أبدا لميكرفون، مثل الطفلة الأردنية المبهرة إيمان بيشه ذات الصوت الأوبرالى الهائل.

أهم القوانين الحاكمة للصوتيات

أهم القواعد الرياضية الخاصة باللوغاريتمات:

Log x y = Log x + Log y

Log x/y = Log x – Log y

Log xn = n Log x

Log 10 = 1

Log 1 = 0

جمع شدة الأصوات المتساوية الشدة

عندما تكثر الأصوات في المكان ترتفع شدة الصوت، ولكن هل تجمع الأصوات المختلفة جمعا جبريا؟

الصحيح أنه إذا كانت شدة الصوت مقاسة بالـ W/m^2 فإن الشدة الكلية تجمع جبريا، أما إذا كانت شدة الصوت مقاسة بالـ dB (وهو الشائع) فعندها لا تجمع جبريا، فلا يصح مثلا إذا كان لدينا صوت شدته 10dB وأضيف إليه صوت مثله فلن تكون النتيجة أن لدينا صوت شدته 20dB، و هذا بالطبع خطأ شائع في فهم طريقة جمع الأصوات. والواقع أن جمع الأصوات المتساوية (إذا كانت مقاسة بالـ dB) ينتج صوتا أشد بمقدار

$$10 \log (n)$$

حيث n هي عدد الأصوات.

فإذا كان عدد الأصوات صوتين اثنين فقط فستزيد شدة الصوت عند جمعهما بمقدار

$$10 \log (2) = 3dB$$

ومقدار هذه الزيادة (3dB) ثابت عند جمع أي صوتين متساويين، بمعنى لو جمعنا صوتين متساويين شدة كل منهما 100dB فسيكون مجموعهما 103dB، بينما لو جمعنا صوتين متساويين شدة كل منهما 10dB فسيكون مجموعهما 13dB، ولو جمعنا صوتين متساويين شدة كل منهما 5dB فسيكون مجموعهما 8dB، وهكذا.

ومن هنا نصل للمعادلة العامة التالية

$$I(\text{Intensity})_{total} = 10 \log(n\ P / P_0)$$

$$= 10 \log(P / P_0) + 10 \log(n) = I_s + 10 \log(n)$$

where

I_t = the total sound power level (dB)

I_s= sound power level from each single source (dB)

P = sound power (W/m^2)

reference sound power (W/m^2) ،$P_0 = 10^{-12}$

n = number of sources

مثال 3

مسجد به 5سماعات متجاورة شدة الصوت الصادر من كل سماعة يساوى 80 dB. أوجد شدة الصوت الكلى.

الحل:

$I_T = 10 \log(n\ P / P_0)$

$= 10 \log (n\ P / P_0) = 10 \log(P / P_0) + 10 \log(n)$

$I_T = 80 + 10 \log 5$

$= 87\ dB$

حل آخر:

((شدة صوت السماعة الواحدة= $80 = 10 \log (Intensity/10^{-12})$

$Intensity = 10^{-4}\ watt/m^2$

Total intensity = $5x10^{-4}\ watt/m^2$ (جمع جبري)

So، sound intensity in dB= $10 \log \frac{5\times10^{-4}}{10^{-12}} = 87\ dB.$

جمع الأصوات غير المتساوية في الشدة

بصفة عامة كلما كان الفرق كبيرا بين الصوتين كلما كان مجموعهما أقرب في القيمة من أكبرهما.

مثال 4

جهاز تكييف شدة صوته تساوى 73dB وضع في غرفة شدة الضوضاء فيها 68dB احسب شدة الصوت الكلى؟

الحل:

For A/C

$$SPL = 73 = 10\ log \frac{I(P/m^2)}{10^{-12}} \rightarrow I\left(\frac{A}{C}\right) = 10^{-12} \times log^{-1}(73) watt$$

For noise

$$SPL = 68 = 10 log \frac{I(P/m^2)}{10^{-12}} \rightarrow I(noise) = 10^{-12} \times log^{-1}(68)$$

The total=

$$I(A/C) + I(noise) = 10^{-12}[log^{-1}(73) + log^{-1}(68)] = watt$$

$$I\left(\frac{A}{C}\right) + I(noise) = 10\log \quad = 74dB$$

واضح أن عملية جمع الأصوات غير المتساوية في الشدة أصعب قليلا في حسابها ولذا يمكن الاسترشاد بالجدول التالي للحسابات السريعة.

When Two Decibel Levels Differ By	Add the Following Number to the Higher Value
0–1 dB	3 dB
2–3 dB	2 dB
4–9 dB	1 dB
10 dB or More	0 dB
Example	
88 dB + 90 dB = 92 dB	
81 dB = 82 dB+75 dB	
80 dB = 80 dB+70 dB	

قانون التربيع العكسي في الأصوات

من المعلوم أن شدة الصوت تضعف كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت، وذلك لأن الصوت ينتشر بشكل دوائر يزداد قطرها مع البعد. ولذا تصبح النسبة بين شدة الصوت الأول (old) وشدة الصوت الثاني (new) كالنسبة العكسية بين مربعى نصف القطر

$$\frac{I_{new}}{I_{old}} = I_{new} - I_{old} = 10log\frac{R_{old}^2}{R_{new}^2} = 10log(\frac{R_{old}}{R_{new}})^2 = 20log(\frac{R_{old}}{R_{new}})$$

ويمكن أن يوضع على صورة

New Level = Old Level + 20 log old distance – 20 log new distance

or

$I_{new} = I_{old} + 20 \log D_{old} - 20 \log D_{new}$

مثال 5

سمع شخص صوتا شدته (Intensity، I) تساوى 70dB عندما كان على بعد 4 أقدام من مصدر الصوت. كم ستصبح شدة الصوت إذا وقف هذا الشخص على بعد 8 أقدام من مصدر الصوت؟

الحل:

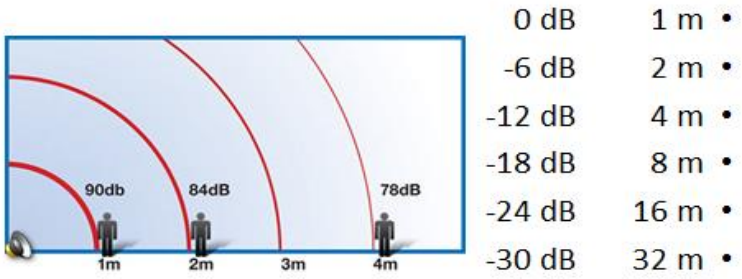
بالتعويض في القانون

$$I_{new} = I_{old} + 20 \log D_{old} - 20 \log D_{new}$$

$$I_{new} = 70 + 20 \log 4 - 20 \log 8$$

$$= 70 + 12 - 18 = 64 \text{ dB}$$

والشكل التالي يمثل تطبيقا مصورا للقانون، حيث يعطى قيمة الانخفاض (الفقد) في شدة الصوت نتيجة التباعد. ونخلص منه إلى قاعدة جديدة وهى أنه: مع تضاعف البعد تنخفض شدة الصوت دائما بمقدار 6dB.



وأهم ما يجب أن تلاحظه عند تطبيق هذا القانون أنك حين تريد تغيير شدة الصوت بمقدار 6dB (زيادة أو نقصانا) فإنه يجب تغيير المسافة بين المصدر والمستمع بمقدار الضعف (نقصانا أو زيادة) كما هو واضح من الصورة السابقة.

مثال 6

إذا سمع مراقب جوى صوت طائرة تمر أمامه على بعد 30 متر منه وكانت شدة الصوت تساوى 140dB كم سيصبح الصوت عندما تصبح الطائرة على بعد 300 متر منه؟

الحل:

$$I_{new} = I_{old} + 20 \log D_{old} - 20 \log D_{new}$$

New Level = 140 + 20 log 30 – 20 log 300 = 120 dB

المعدات الأساسية في الأنظمة الصوتية

المكونات الرئيسية للنظام الصوتي:

في أي نظام من الأنظمة الصوتية يتم التقاط الأصوات بواسطة الميكروفونات القادرة على التقاط الأصوات في مدى معين كالأذن تماما فهي تحول الطاقة الصوتية التي نشأت عن تضاغط و تخلخل الهواء بسبب مرور الموجة الصوتية من طاقة حركية إلى طاقة كهربائية، وهذه الأخيرة ستنتج إشارات كهربية مماثلة تماما في خواصها لكل خواص الموجة الصوتية التي تم التقاطها.

ثم بعد ذلك تمر الإشارة الكهربية على عدة مراحل يتم فيها تكبيرها بواسطة Amplifiers إلى مدى مناسب للسماعات، وقد يتم إضافة بعض المؤثرات الصوتية الخاصة عليها، ثم بعد ذلك يتم إخراجها إلى السماعة التي تتلقى تلك الإشارات الكهربية التي تم التقاطها بالميكروفونات والتي هي بدورها صورة طبق الأصل من الموجة الصوتية الأصلية.

وعموما فأى نظام صوتي يتكون من مجموعة مكونات أساسية هى:

1- مصادر الإدخال (input source): وتشمل
   - أ- الميكرفون بأنواعه
   - ب- المشغلات الرقمية digital source player
   - ت- مشغلات الموسيقى background music players
2- مخرجات النظام (output source)
   - أ- السماعات بأنواعها Speakers
   - ب- الهورنات Horns
3- مكبر الصوت (amplifier)
4- أدوات التحكم في شدة الصوت Attenuators: وهى أداة تتحكم في الصوت في منطقة معينة فالخرج من Amp معين يمكن أن يغذى أكثر من منطقة، فكل منطقة لها ظروفها وتحتاج لتعديل الصوت الخاص بها وبالتالي لا يمكن أن يكون الـAmp هو المتحكم في كل المناطق، بل يضاف هذا الـ Attenuator والذي يسمى أيضا Volume Control من أجل التحكم في الصوت في المناطق الفرعية داخل الـ Zone الواحد.
5- معدلات الإشارة (mixer) وهو الجهاز الخاص بعمل التعديلات على الإشارة الصوتية بتعديل شدتها أو تنعيمها أو تغليظها أو حتى إضافة مؤثرات صوتية عليها مثل إضافة الصدى مثلا للإشارة الصوتية. وهذا الـ Mixer له عدة مدخلات Inputs لكن له خرج واحد فقط. والاستخدام الأساسي له هو دمج صوتين معا حتى يخرجا كإشارة

واحدة إلى السماعة كأن يدمج الإشارة من عدة آلات موسيقية مع صوت المغنى ويخرجوا جميعا إلى الـ Amp ومنه إلى السماعة. وغالبا يكون هو والجهاز التالي داخل جهاز واحد يسمى mixer/matrix

6- Matrix وهو جهاز خاص بتنظيم عرض المدخلات Inputs فهو مثل الجهاز السابق له عدة مدخلات (يمكن أن يكون أيضا مزودا بإمكانيات لتجويد الصوت مثل السابق) لكنه أساسا مهتم بتنظيم خروج الـ Output فيمكنه مثلا عرض موسيقى هادئة في المبنى ثم يوقفها ليعرض رسالة صوتية معينة سواء في المبنى كله أو في جزء منه (بمعنى أن له أكثر من Output عكس الجهاز السابق الذي يمزج الأصوات معا ويخرجهم كصوت واحد).

7- Rack وهو الصندوق الذي توضع فيه أجهزة التكبير والـ Mixer أو الـ Matrix.

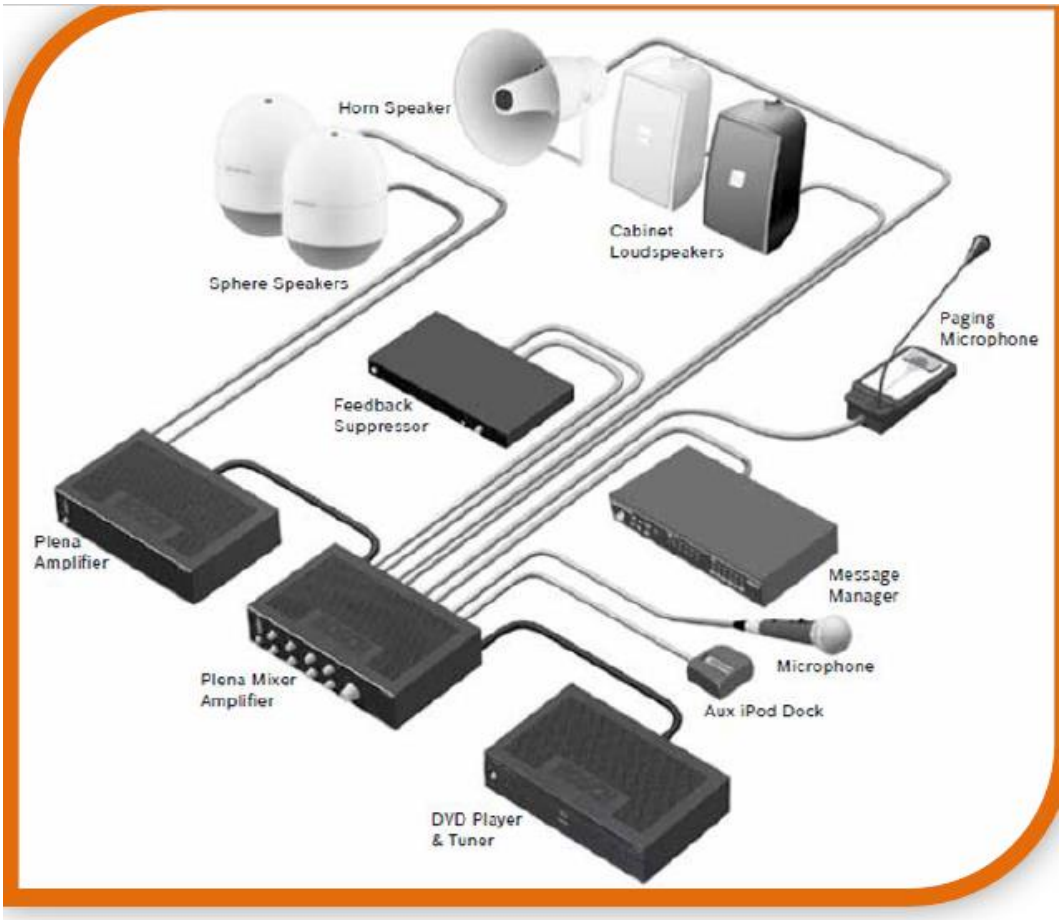
8- كابلات (cables).

والشكل التالي يجمع بين العديد من العناصر السابقة:

ففيه من عناصر الإدخال (microphone + Paging + DVD Player + iPod+ Message manger)

وفيه من عناصر الإخراج: السماعات بأنواعها

وفيه من عناصر التحكم: الـ amplifier Amp ومعه Mixer في نفس الجهاز، وفيه أيضا الـ Feedback Suppression الذي يستخدم للحد من ظاهرة الصفير.



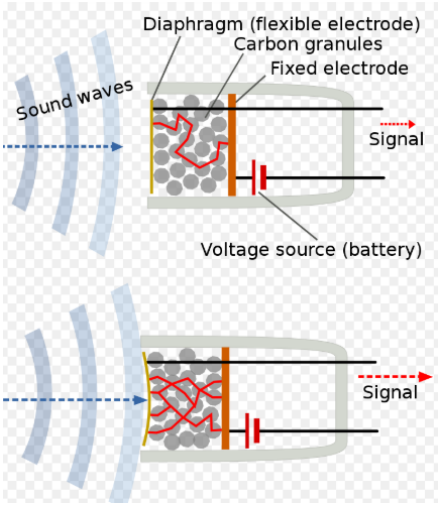
وفيما يلى شرح المكونات الرئيسية للنظام.

الميكروفونات (MICROPHONES):

وهي الجزء المسؤول عن التقاط الإشارة الصوتية وتحويلها إلى طاقة حركية ثم كهربية لتتم معالجتها قبل أن تصل إلى السماعات التي تخرج لنا الصوت وهناك عدة أنواع من الميكروفونات و هي:

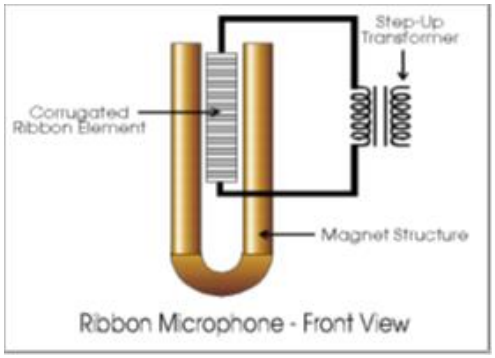
الميكرفون الكربونى:

تم تصنيع أول ميكروفون على يد جراهام بل في عام 1876 م، وهو عبارة عن اسطوانة ممتلئة بحبيبات من الفحم ولذا سمى هذا النوع بالميكروفون الكربونى وعندما تسقط الموجة الصوتية على الغشاء فإنه يهتز تبعا للاهتزازات الصوتية فتتغير درجة انضغاط الحبيبات الفحمية وبالتالي مقاومتها، وبالتالي تتغير قيمة التيار المار من خلالها.



الميكروفون الشريطى (Ribbon Micro)

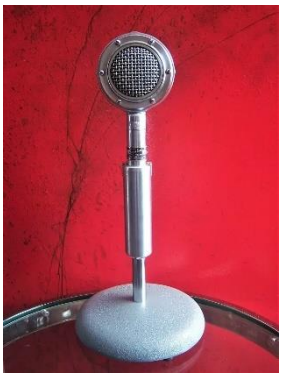
يصنع هذا النوع من الميكروفونات من مغناطيس ثابت ويثبت بين قضبى المغناطيس شريط متعرج خفيف الوزن – وهذا الشريط يستقبل الموجات الصوتية فيهتز بين قطبى المغناطيس ويتولد على طرفى الشريط قوة دافعة كهربائية تمثل الذبذبات الكهربية الناتجة من الميكرفون. ويتميز هذا الميكروفون بان له اتجاهين لاستقبال الموجات الصوتية مما يسهل استخدامه في الأعمال الإذاعية لإمكانية وضعه بين اثنين من المتحدثين أمام بعضهما البعض.

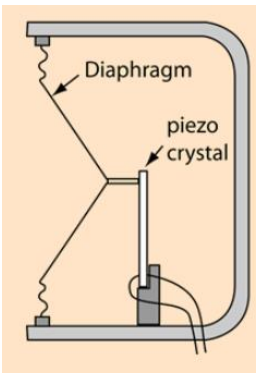


الميكروفون البلورى (Crystal microphone)

يعتمد الميكروفون البيزوكهربائي على وجود بلورات معينة تنتج إشارة كهربية متناسبة مع مقدار الضغط الميكانيكي المطبق عليها، ومن هذه المواد مثلا أملاح روشيل يستفاد منها بطلاء صفيحة مرنة بهذا الملح وعندما تهتز تلك الصفيحة تحت تأثير الاهتزازات الصوتية، فإنها تنحني إلى الأمام والخلف مما يؤدي إلى توليد إشارة كهربائية بين الطبقتين الملحيتين المحيطتين بالصفيحة، وهي في الواقع صورة كهربائية طبق الأصل للصوت الذي ولدها الميكروفون.

يتألف الميكروفون البلوري من بوق مخروطي صغير قابل للحركة مع اهتزازات الصوت بحيث تضغط نهايته المدببة على الصفيحة، فتنشأ فيها تيارات كهربائية متناسبة مع الضغوط الميكانيكية (الصوت)، ويمتاز هذا النوع من الميكروفونات بحجمه الصغير جداً، وقدرته الكبيرة على التعبير عن الاهتزازات الصوتية بأمانة، ولكن إشارة خرجه تعتبر ضعيفة جدا وتحتاج إلى مكبر أولي.

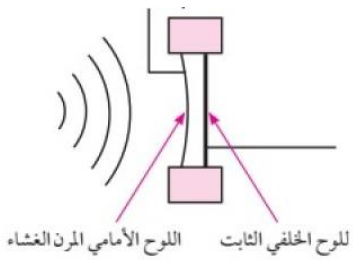




والنوعين التاليين هما الأكثر انتشار واستخداما، لذا سنشرحهما بتفصيل أكثر.

ميكروفون السعوى (Condenser microphone)

يصنع هذا الميكروفون من مكثف كهربى عبارة عن لوحين معدنيين بينهما فراغ أو مادة عازلة، فإذا وصل اللوحان إلى طرفى بطارية (+، –) تظهر شحنة كهربية بين اللوحين. وبناء على قيمة هذه الشحنة والمسافة بين اللوحين تتحدد سعة المكثف التي تقاس بالفاراد أو الميكروفاراد.



فعندما يكون أحد اللوحين هو الرق المرن الذي يهتز بفعل اهتزاز الطاقة الصوتية التي يستقبلها – فإنك بذلك تغير المسافة بين اللوحين بدرجة طفيفة جداً، ولكنها كافية لكى تغير من سعة المكثف – وهذا التغير في سعة المكثف ينتج عنه تغيير في التيار المار بالدائرة الكهربية المغذية للمكثف – ويؤخذ هذا التيار المتغير طبقاً لتغير السعة، عن طريق مقاومة خاصة في الدائرة إلى الأطراف الخارجية للميكروفون.

ويتميز بأنه ذو حساسية مرتفعة جدا لدرجة أنه يمكن أن يلتقط صوت عقارب ساعة اليد وبالتالي يحتاج لمكان معزول، أى غرفة معزولة، كما أنه يتأثر بأصوات المراوح والتكييف والأصوات البعيدة ويلتقط الصوت من كافة الجهات لشدة حساسيته.

و لما كانت الحساسية مرتفعة جدا للمايك فإنه يتأثر حتى بالحامل المعدنى الذي يوضع عليه، فأى موجات صوتية تصطدم بالحامل ستؤثر أيضا على التقاط المايك، ولذلك فإنه يتم وضع حامل متخصص ملتف حول المايك يتكون من أجزاء معدنية ممزوجة بالمطاط ومربوط بخيط عازل يفصل المايك عن الحامل المعدنى كى يمتص أى اهتزازات تصيب الحامل المعدنى نتيجة الموجات المرتدة من الغرفة. ويظهر لنا هذا الخيط في الصورة المجاورة باللون الأسود.

ويتميز هذا النوع أيضا بحساسيته لكافة ترددات الصوت البشرى المنخفضة والعالية لذا يستخدم مثلا في تسجيل القرآن الكريم في أستوديوهات التسجيل. كما يستخدم مثلا في تسجيل الأفلام الوثائقية في وسط غابة مثلا حيث يلتقط كافة الأصوات فينقل للمستمع بأمانة الجو الحقيقى للموقع.

ومن المهم أن تعرف أيضا أن هذا النوع يحتاج إلى مصدر كهربي (غالبا يحصل عليه من الـ Mixer الذي يتصل به أو الـ amp من خلال الكابل الواصل إليه وتسمى حينئذ Phantom powers.

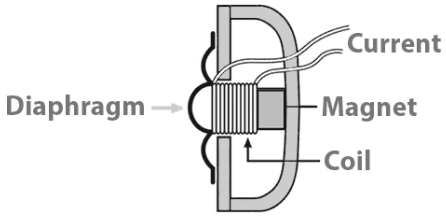
الميكروفون الديناميكى (كهرومغناطيسية) (Dynamic microphone)

الميكروفون الحركي يستخدم سلك ملفوف حول مغناطيس coil مما ينتج إشارات إلكترو مغناطيسية، وهناك طبقة تسمى Diaphragm أو الغشاء، وعندما يهتز هذا الغشاء نتيجة اصطدام الموجات الصوتية به فإنه يهتز بتردد الموجات نفسه ويدفع الـ Coil إلى الاهتزاز. وعندما يتحرك الملف قرب المغناطيس، ينشيء فيه تيار كهربائي، ويتفاوت التيار المنتج وفقًا

لحجم الموجات الصوتية وترددها تمهيدا لانتقال هذا التيار إلى السماعات لتتحول لأصوات حقيقية. (تذكر أن من ميزاته أنه لا يحتاج إلى مصدر للكهرباء مقارنة بالنوع السابق الـ condenser Microphone)

وسعره أقل من الـ condenser Microphone لأنه أقل في الحساسية، كما أن زوايا الالتقاط لهذا الميكروفون هي جميع الزوايا بالتساوى Omni ومن ثم فهو صالح للاستخدام مع مجموعة متحدثين من حول الميكروفون ويمكن أن يوضع قائما عموديا في منتصف المجموعة.

وقلة الحساسية تعتبر في الظاهر عيب مقارنة بالنوع الـ Condenser، فمجرد أن تبعد سنتيمترات عن الميك يضعف الصوت بشدة فهو لا يلتقط سوى الصوت القريب جدا ويتجاهل الأصوات البعيدة، ومن ثم فهو مناسب مثلا لمراسلى الإذاعة والتلفزيون عند إجراء مقابلة مع شخص ما وسط حضور جماهيرى وضوضاء، فهذا الميكرفون سيلتقط فقط صوى الضيف ويلتقط صوت الجماهير بدرجة أقل ومن هنا كانت قلة حساسيته ميزة في بعض الأحيان.



مواصفات الميكرفون

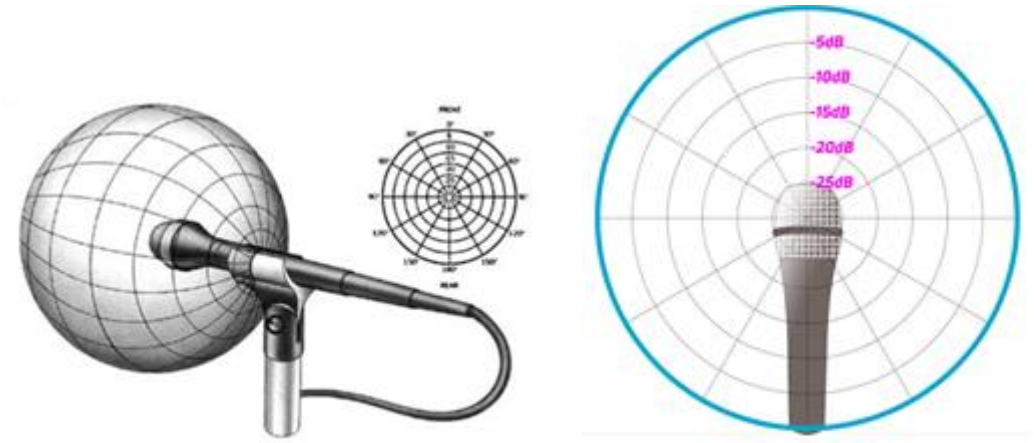
هناك العديد من النقاط التي يجب تحديدها بدقة عند اختيار مواصفات ميكرفون معين منها:

زاوية استقبال الصوت

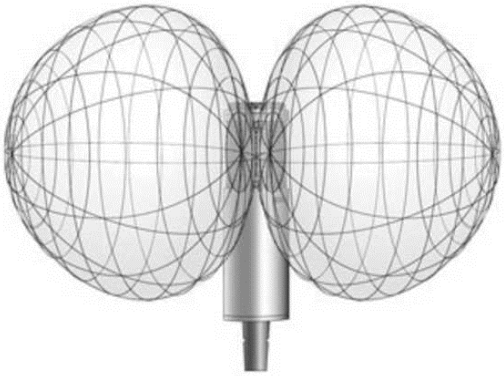
أحياناً يطلق على الميكروفون أنه قلبى (Cardioid) أو Bidirectional أو (Omni). وهذا التصنيف يرجع إلى الكيفية التي يستقبل بها الميكروفون الموجات الصوتية. وهذه بعض الأنواع:

الميكرفون اللا **اتجاهي Omni** (يلتقط الصوت من جميع الاتجاهات)، وأهم ما يميز هذا النوع أن المتحدث لا يلزمه أن يوجه رأسه في اتجاه معين حتى يخرج صوته واضحا بل يمكنه أن يتحدث ويحرك رأسه كما يشاء، وهذا النوع أيضا يصلح للاستخدام مع مجموعة متحدثين حول الميكروفون حيث يمكن أن يوضع قائما عموديا في منتصف المجموعة أو معلقا بالمقلوب كما في الصورة.

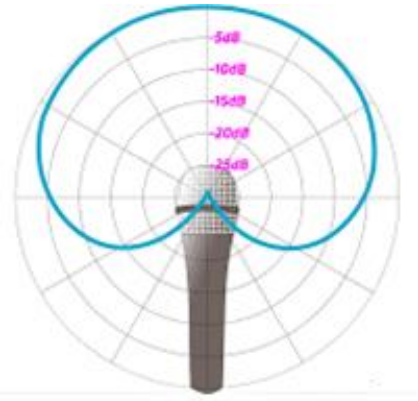
لكن يعيب هذا النوع أن الصوت المرتد من السماعات يلتقطه الميكرفون أيضا ويتم تكبيره حتى يصدر الصفير المزعج كما سنتحدث عنه تفصيلا في الفصل القادم.



وهناك pattern أخرى متنوعة مثل الـ pattern التي تشبه رقم 8 كما في الصورة، وهذا الميكرفون يلتقط الصوت من الأمام والخلف (وليس من الأجناب).



وعموما يجب التأكد من كتالوج الشركة المنتجة لمعرفة نوعية الميكروفون المستخدم.



المنحنى القلبي. وإذا كان يستقبل الموجات الصوتية من الأمام والجوانب أكثر من مستوى الاستقبال من الخلف يسمى ميكروفون قلبى (Cardioid)، (أى على شكل قلب) كما هو موضح بالشكل.

عندما يقف المتحدث للجماهير أمام مثل هذا الميكرفون فإنك تسمع صوت هتاف الجماهير بدرجة ضعيفة رغم أنك لو كنت جالس أمام المتحدث فلن تسمع صوته من قوة صوت الجماهير . لكن الميكروفون قام بالتقاط صوت المتحدث فقط ومن زاوية واحدة ولم يلتقط صوت باقى الزوايا ورغم شدة صوت الجماهير فإنك لن تسمع في التسجيلات صوتهم إلا بدرجة ضعيفة جدا بالمقارنة مع ارتفاع صوتهم في الحقيقة.

حساسية الميكرفون

هي النسبة ما بين الـ output voltage إلى الـinput pressure.(mv/Pa). ولتوضيح ذلك بصورة أفضل نوضح المصطلحات التالية:

أولا ما معنى أن 1Pa =94dB؟

يفترض نظريا أن كل صوت شدته 94 ديسيبل (تردده 1000Hz) أن ينتج ضغطا على الميكرفون قدره 1Pascal. وتنشأ جهدا قدره واحد فولت 1000 mV/Pa، لكن الواقع أن القيمة الناتجة عمليا تكون أقل من ذلك بكثير، وتقاس حساسية الميكرفون كنسبة بين ما ينتجه الميكرفون فعليا من جهد، وبين هذا الرقم (1 فولت) كما سنرى.

ما معنى أن حساسية ميكرفون تساوى 2.8 mV/Pa ؟

هذا يعنى أنه سينشأ جهدا كهربيا بين طرفى سلك الميكرفون قدره 2.8 ميللي فولت لكل شدة صوت قدرها 1 Pa. وكلما زاد الجهد الناشئ عن وجود ضغط الصوت كلما كانت الحساسية أعلى.

ما معنى أن حساسية الميكرفون الذى ينتج 2.8 mV/Pa تساوى 51dB−؟

إذا أردنا أن نعبر عن الحساسية بوحدات الـ dB التي هي في الأصل لوغاريتم لنسبة معينة، ففي حالتنا هنا تحسب منسوبة إلى القيمة المرجعية (1 فولت) كالتالي

$$20log\frac{2.8\times10^{-3}}{1}=-51dB$$

أيهما أفضل ميكرفون له 50dB− أم ميكرفون آخر له 40dB−؟

من المعادلة السابقة واضح أنه كلما كان الرقم الموجود في البسط أكبر كلما كان الناتج أكبر (أقل سالبية وأقرب إلى الصفر) وهذا يعنى أن 40− أفضل من 50−.

ومن ثم فللمقارنة بين الميكرفونات أما أن تختار الأعلى في قيمة الـ mV أو تختار الأقل في السالبية بالديسيبل. والجدول التالي يقارن بين نوعين ومن الواضح أن الثاني أفضل

	millivolts	Volts/pascal
Shure SM58	1.6mV (1 Pa = 94dB)	-56dBV/Pa
Rode Vidoemic	12.6mV @ 94dB SPL	-38dB re 1 volt/pascal

تذكر أيضا أن أحد المعلومتين كافية فالرقم 38− مثلا يمكن استنتاجه من الرقم 12.6mV بالتعويض في المعادلة

$$20log\frac{12.8\times10^{-3}}{1}=-38dB$$

معاوقة الميكرفون

من النقاط التي يصنف عليها الميكرفون أيضا قيمة الـ output Impedance وتعبر عن مقاومة الجهاز للتيار بصفة عامة، ومن المهم أن تكون صغيرة قدر المستطاع لأنها تعبر عن مقاومة الجهاز للتيار الناشئ عن اهتزاز موجات الصوت ومن ثم يجب أن تكون صغيرة. وعموما يجب ألا تزيد عن 200 أوم ويفضل الأنواع التي لها Impedance في حدود 75 أوم فقط.

أما الـ Input Impedance فهي لا تخص الميكرفون بل تخص الجهاز الذي يليه، وما يهمنا هنا أن تكون أعلى ما يمكن، لأنها لو كانت صغيرة فهذا يعنى أن الجهاز التالي سيسحب تيارا مرتفعا من الميكرفون وهذا غير مرغوب فيه.

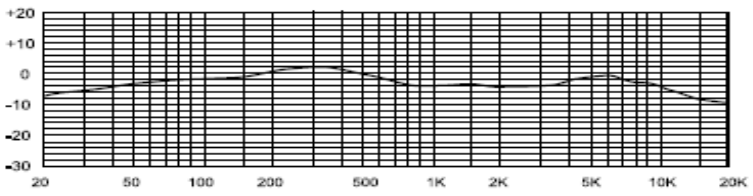
وفيما يلى نماذج لمواصفات بعض أنواع الميكروفونات والتي يمكن الآن فهم معانيها في ضوء التوضيحات السابقة.

أولا مواصفات ميكروفون من النوع ribbon :

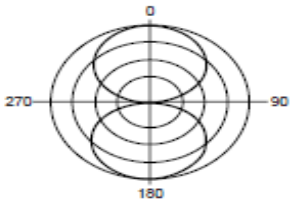
Specifications

Type	Ribbon Velocity Microphone
Ribbon Element	1.8-micron aluminum ribbon
Ribbon Length	47 mm
Frequency Response	20Hz -17kHz
Polar Pattern	Figure 8
Impedance	250 ohms
Sensitivity	-56 dB (0 dB=1V/Pa)
Rated Load Impedance	>1500 Ohms
Max SPL for 0.5% THD	>130 dB @1 kHz
Size	47mm x 171mm/1.85 in. x 6.75 in.
Weight	400g/0.85 lbs
Metal Finish	Purple and chrome

Frequency Chart



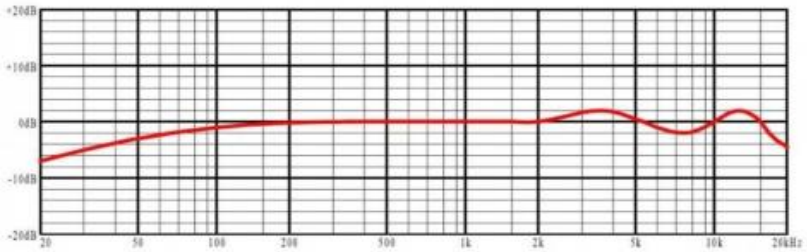
Polar Pattern

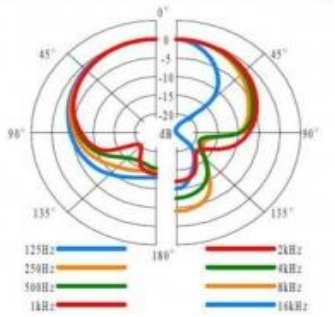


ثانيا : مواصفات ميكرفون condenser :

GZ47SE Tube Condenser Microphone Specifications

Acoustical Principle	Externally Polarized, Pressure Gradient Transducer
Directional Pattern	Cardioid
Frequency Range	20 Hz~20 kHz
Sensitivity	-34dB or 20mV/Pa
Output Impedance	200Ω
Rated Load Impedance	≥1kΩ
Maximum SPL	136dB @1kHz, 3% THD
S/N Ratio	76dBA (IEC651)
Equivalent Noise	18dBA (IEC651)
Dynamic Range	114dBA (IEC651)
Supply	115V or 230V AC 50/60Hz 25VA
Connector	7-Pin Gold-Plated XLR
Weight	610g
Diameter	52mm
Length	218mm





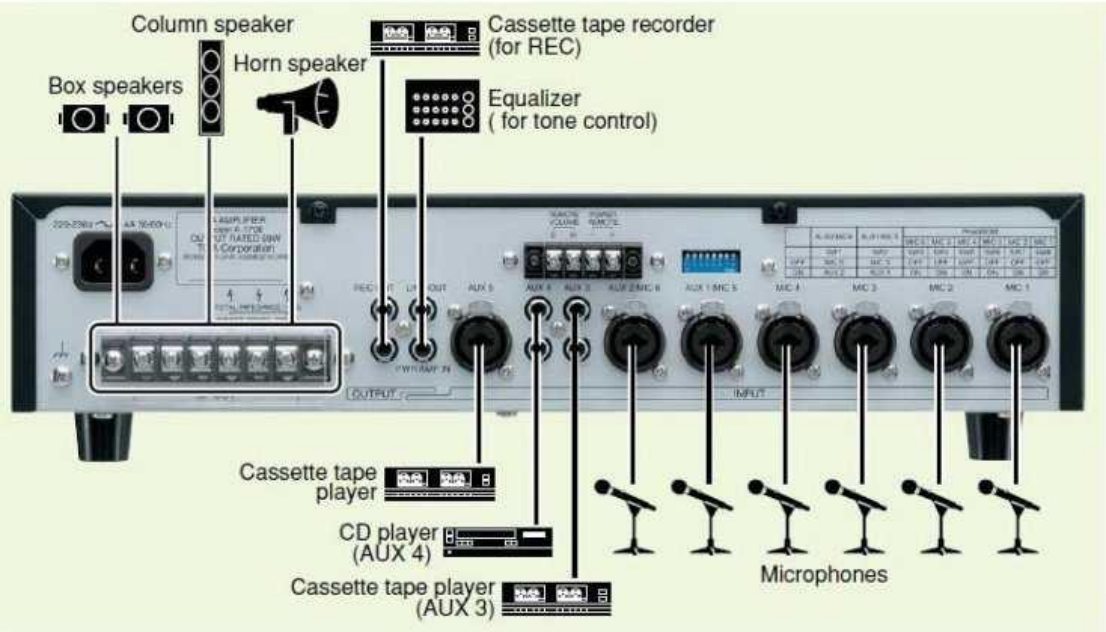
مكبر الإشارة (AMPLIFIER)

يقوم الـ Amp بوظيفتين أساسيتين هما:

1- تقوية الإشارة الصوتية (الكهربية) لتمتلك القدرة على تحريك غشاء السماعة. ويقوم الجهاز بتكبير الصوت المأخوذ من عدة مصادر مختلفة (ميكروفون أو أكثر – مسجل كاست – إلخ) وإخراجه مكبراً إلى مجموعة السماعات output circuit، ويوجد بالجهاز مجموعة مفاتيح للتحكم في درجة الصوت لكل من هذه المصادر.

2- تغذية السماعات بالقدرة الكهربية المطلوبة لأن السماعات تحتاج إلى Power Supply.

ولذا فالقاعدة العامة لاختيار قدرة الـ Amp أن تكون قدرته أعلى مرة ونصف إلى مرتين من قدرة مجموع السماعات الواصلة عليه. وبعض الـ Amp الحديثة أصبحت مزودة أيضا بنفس خصائص الـ Mixer ولذا تسمى Mixer Amplifier كما في الشكل.



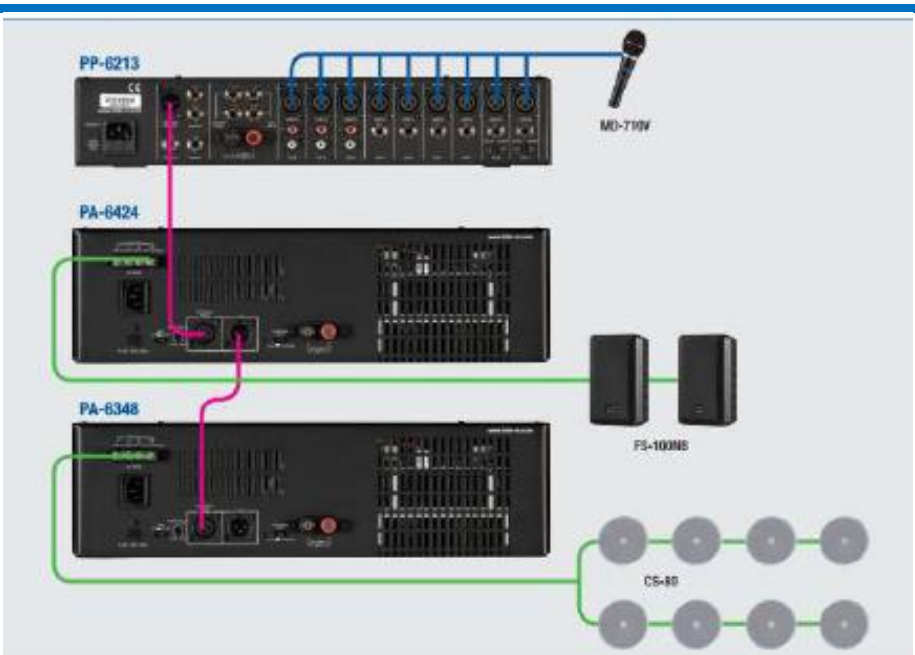
و دائرة output circuit المتصلة بهذا النوع من الـ Amp تحصل على فرق القدرة هذه من خلال مصدر الطاقة power supply، وهو مصدر طاقة منفصل. فبعد توزيع السماعات يتم تجميع القدرة الكلية للسماعات واختيار قدرة Power amplifier بقيمة أكبر من القدرة الكلية للسماعات. والقدرات المتوفرة في السوق للمكبرات هي:

120 watt & 180 watt & 240 watt & 360 watt & 400 watt & 500 watt & 640 watt

وبالطبع فإن قدرة الـ Amp تتوقف على مجموع قدرات الأحمال المتصلة عليه، وهذه الأحمال هي السماعات، لذا نجمع قدرات كل السماعات من أجل الحصول على القدرة التقديرية للـ Amp كما في الأمثلة التالية.

ملحوظة هامة:

إذا كانت القدرة المطلوبة من الـ Amp هي مثلا 240 وات فالأفضل أن تختار two Amp كل واحد منهما 120 وات وتقسم السماعات بينهما فهذا أفضل. علما بأن الـ Amp تأتى مزودة بمدخل In/out لنفس الإشارة لتسهيل تحقيق ذلك، بمعنى أن الإشارة القادمة من الميكرفونات إلى الـ Amp الأول نحتاج أن نأخذ copy منها للثانى وهى فعلا تخرج كما هي للـ amp الثاني ومن الثاني للثالث أن وجد وهكذا كما في الشكل في الوقت الذي قسمت فيه السماعات على الـ amp الاثنين.



مثال 7

نظام به 30 سماعة 30 وات + 50 سماعة 6 وات +12 سماعة 10 وات. احسب قدرة الـ Amp المناسب.

الحل:

إجمالي القدرة = 1320 وات

ومن ثم لاختيار Power amplifier المناسب يمكن تطبيق أحد الأسلوبين:

إما أن نضرب المجموع في 1.1:

$$1320 \times 1.1 = 1450W$$

ونكون في هذه الحالة قد أخذنا في الاعتبار losses فقط وهذا غير كاف.

وإما أن نضرب المجموع في 1.5:

$$1320 \times 1.5 = 1980W$$

حتى نأخذ أيضا extension المستقبلي في الاعتبار.

ملاحظة: بفرض أن أقرب Amp standardمتاح له قدرة تساوى 500 وات، فعندها يجب تقسيم المبنى إلى أربع مناطق.

توصيف الـ Amp.

ماذا يعنى هذا السطر:

Power Output: 90 watts per channel ،minimum RMS ،at 8 ohms ،from 20 Hz to 20 ،000 Hz with no more than 0.03% total harmonic distortion.

هذا يعنى أن لدينا Amp قادر أن ينتج قدرة 90 وات لكل قناة من الـ Output Channel الخاصة به، كما أن مقاومة السماعات المسموح بتوصيلها لمخرج الأوم هي 8 أوم وذلك في مدى ترددات من 20 إلى 20 kHz، ولا يسبب تشوهات في الإشارة الخارجة بأكثر من 0.03% (راجع معنى THD في الفصل 30 من كتاب هندسة القوى الكهربية)،

وتعريف مدى الترددات مهم، لأن معناه لو الإشارة كان ترددها خارج هذا المدى فلن يستطيع الـ Amp تكبير الإشارة بأمانة.

ما معنى أن لدينا Amp له Signal to Noise Ratio: −115 dB؟

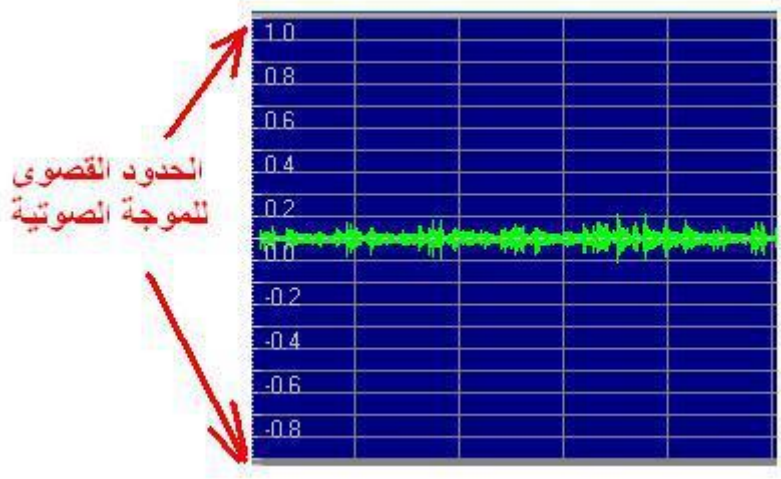
هذا يعنى لو تم عمل Short على الـ Input فالمفترض نظريا أن يكون الـ Output يساوى صفرا ولا يوجد أي صوت في السماعات، لكن بسبب وجود بعض الـ Noise فإن هذا الـ Amp سينتج مستوى صوت في السماعات شدته أقل 115 مرة من شدة الصوت الذي ينتجه لو هناك إشارة حقيقة موجودة في الـ Input وكان الـ Amp منتجا للقدرة المقننة كاملة لتكبيرها. وبالطبع هذا الصوت لا يمكن لأحد سماعه في ظل وجود أصوات أخرى أثناء التشغيل الطبيعي لأن الفرق بين شدتى الصوت كبير جدا. ومن ثم فتأثير الـ Noise صغير.

ما معنى الـ Clipping؟

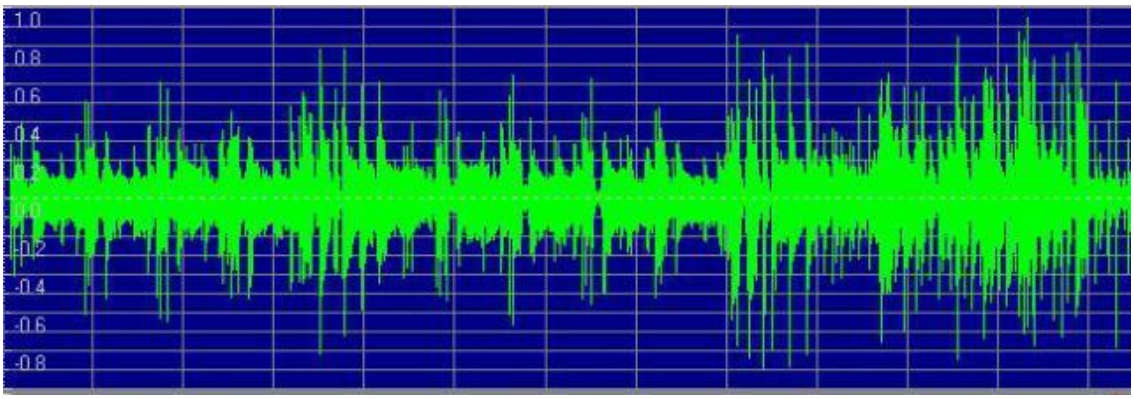
هذه الخاصية تعنى أن قدرة الـ Amp المستخدم كانت أقل من أن تغطى الـ Amplitude الخاص بالإشارة كاملة بحيث أن قمة الإشارة تم اقتطاع جزء منها.

وبصفة عامة يجب عدم رفع الصوت إلى آخر مدى في الأجهزة المتصلة بالـ Amp، فمثلا إذا كان جهاز كاسيت متصل بـ Amp فلا يجب رفع الصوت إلى آخر مدى في الكاسيت بل يجب أن يكون الصوت على مستوى النصف تقريبا ثم يتم رفع الصوت حسب الحاجة من الـ Amp نفسه وليس من الكاسيت، وكذلك الحال عند التعامل مع أجهزة الكمبيوتر فلا يجب رفع الصوت بدرجة كبيرة من الكمبيوتر بل يجب رفعه لدرجة النصف أو أقل قليلا من النصف ثم إكمال باقى التحكم في مستوى الصوت من جهاز الخرج (السماعات الخارجية) والسبب في كل هذه الحالات هو أن رفع الصوت في جهاز المصدر (الكاسيت عند توصيله بمكبر الصوت أو الكمبيوتر عند توصيله بالسماعات) سيجعل الموجة الداخلة أكبر من القدرة المقننة لـ Amp فتتلف نهايات الموجة.

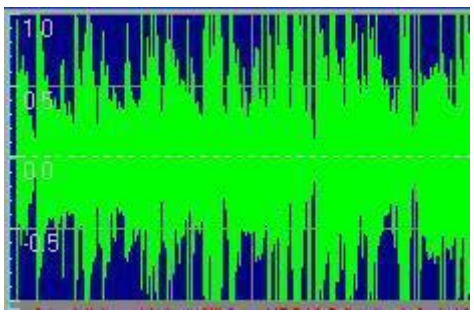
فعلى سبيل المثال فإن الشكل التالي لموجة صوتية صغيرة بالنسبة للنهايات العظمى والصغرى. وهذه الموجة الصغيرة تحتاج لتكبير. وسنقوم بذلك بطريقتين:



في الطريقة الأولى تم تكبير موجة الصوت بحيث لم تزد الموجة عن النهايات المحددة ولم تلامسها.

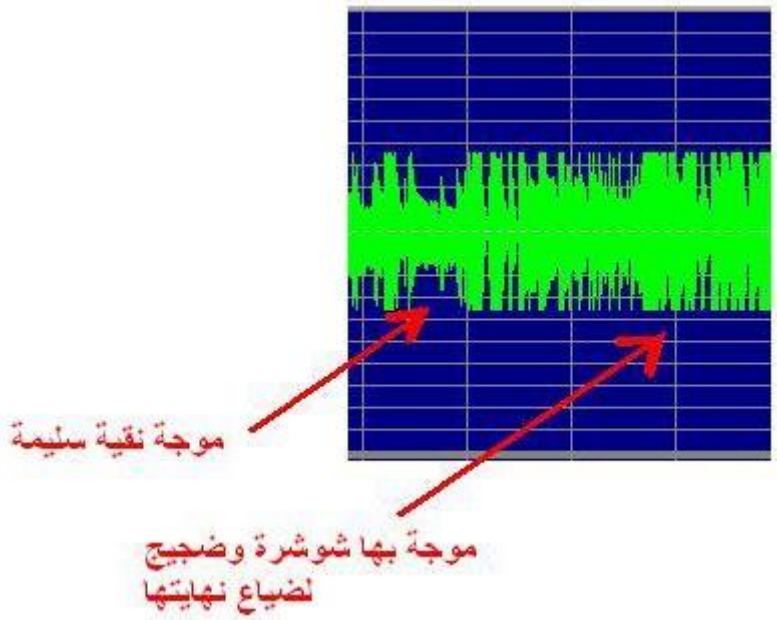


ولكن في الطريقة الثانية تم رفع مستوى التكبير لدرجة كبيرة فتشوهت أطراف الموجة (نقول أن الموجة حدث لها clipping) وبالتالي لا نتوقع أن نسمع صوتا واضحا لضياع أجزاء من الموجة الأصلية. والمشكلة الأخرى أنه خلال الفترة التي يحدث فيها Clipping يمر داخل ملف السماعة تيار ثابت DC يتسبب في تسخين speaker coil وارتفاع درجة حرارته مع احتمال احتراق السماعة.



الآن لو تم تسجيل هذا الصوت بعد فقدان نهايات الموجة وأعيد سماع الموجة حتى وإن حاولنا تخفيض معدل التكبير فلن نسمع صوتا واضحا بسبب ضياع أطراف الموجة كما في الشكل التالي الذي يبين شكل الموجة المسجلة بعد تخفيض معدل

التكبير. مع ملاحظة أن المناطق المنخفضة من الصوت تبدو نقية لأنها كانت بعيدة عن النهايتين القصوى والصغرى فحافظت الموجة على شكلها الطبيعي.



ما معنى Amplifier Gain؟

يمكن فهم معناه من المثال التالي:

مثال 8

لدينا AMP قدرة الإشارة الداخلة عليه قيمتها $P_i = 0.02$ W ومطلوب تقوية هذه الإشارة لتصبح $P_o = 2$ W.

الحل:

وفى هذه الحالة نقول أن الـ Gain المطلوب لهذا الـ Amp يساوى

$G = 2/0.02 = 100$ (تكبير 100 مرة وليس بالـ dB)

أو نقول أن

$$G(dB) = 10 \log(2/0.02) = 20 \text{ dB}$$

السماعات (LOUD SPEAKERS):

تعتبر السماعة المرحلة الأخيرة في ترجمة الإشارات الصوتية وإصدار الصوت، حيث تقوم السماعة بتحويل الإشارات الكهربية إلى حركة ميكانيكية تصدر الصوت المسموع.

و السماعة أصلا عبارة عن Coil بمواصفات معينة ملفوف حول قطعة معدنية ممغنطة فكلما مر تيار مناسب تحرك ذلك الملف إلى أعلى و إلى أسفل حسب اتجاه التيار و شدته و هذا الملف يتم تركيبه على بوق من ورق مقوى أو مصنوع من مواد أخرى، و باهتزاز هذا البوق بفعل اهتزاز الملف يهتز الهواء الملامس للبوق فيحدث تخلخلات و تضاغطات مماثلة لن نقول هذه المرة تماثل تام ولكن شديدة التماثل للموجة الصوتية الأولى التي تم التقاطها بالميكروفونات .

غشاء السماعة diaphragm

تصدر السماعة الصوت من خلال تذبذب غشاء diaphragm ذو الشكل المخروطي والمكون من الورق أو البلاستيك أو في بعض الأحيان من المعدن، ويتم تثبيت الجزء العلوي للمخروط بمادة مرنة تسمى suspension تسمح للمخروط بالحركة والاهتزاز داخل تجويف معدني يسمى basket، ويثبت في نهاية المخروط ملف الصوت voice coil والذي يكون مثبت في التجويف المعدني بواسطة مادة مرنة تسمى spider تعمل على تثبيت ملف الصوت في مكانه بينما تسمح له بالحركة للأمام والخلف فقط.

الملف الصوتي Voice Coil

يتكون الملف الصوتي من سلك يتم لفه على قطعة من الحديد، وعندما يمر تيار كهربي فيه يتولد مجال كهربي يعمل على تحويل القطعة الحديدية إلى مغناطيس وهذا يسمى المغناطيس الكهربي electromagnet.

المغناطيس Magnets

في أسفل كل سماعة يوجد مغناطيس قوي ينتج هذا المغناطيس مجالاً مغناطيسياً دائماً ويكون الملف الصوتي موجوداً باستمرار داخل هذا المجال المغناطيسي وعندما تمر الإشارة الكهربية الصوتية في الملف الصوتي يتحول إلى مغناطيسي كهربي وحسب قطبية المغناطيس الكهربي فإن المغناطيس الدائم يتجاذب أو يتنافر مع الملف الصوتي وحيث أن التيار الكهربي الصوتي المار في الملف الصوتي هو تيار متردد فإن قطبية المغناطيس الكهربي تتغير بنفس الطريقة ولذلك يتحرك الملف الصوتي تحت تأثير قوة التجاذب أو التنافر مع المغناطيس الدائم.

حركة الملف الصوتي سوف تعمل على تحريك المخروط المثبت في الملف وفي الجهة الثانية مثبت بواسطة غشاء مرن في جسم السماعة، وحركة المخروط تحدث تضاغطات وتخلخلات في الهواء المحيط بها ينتقل في الوسط إلى الأذن فنسمع الصوت.

وحيث أن الإشارة الكهربائية الصوتية المارة في الملف الكهربي تحمل تردد وسعة تعكس الصوت الذي أحدثها فإن الصوت الناتج من السماعة له نفس التردد والسعة ولهذا يكون الصوت الصادر من السماعة مطابقاً للصوت الأصلي.

وملخص ما سبق نقول أن كل سماعة يدخل عليها سلكين: الأول يحمل الإشارة الصوتية والثاني يمثل مصدر القدرة الكهربية Power Supply للسماعة. ويمكن استخدام الأسلاك الـ twisted pair لتحمل الإشارة الصوتية والقدرة الكهربية على نفس السلك، لكن البعض قد يفضل فصلهما وتحميل الإشارة الصوتية على coaxial cable ثم تحميل القدرة الكهربية على كابل عادى للحصول على صوت أوضح في السماعات.

مشاكل السماعات

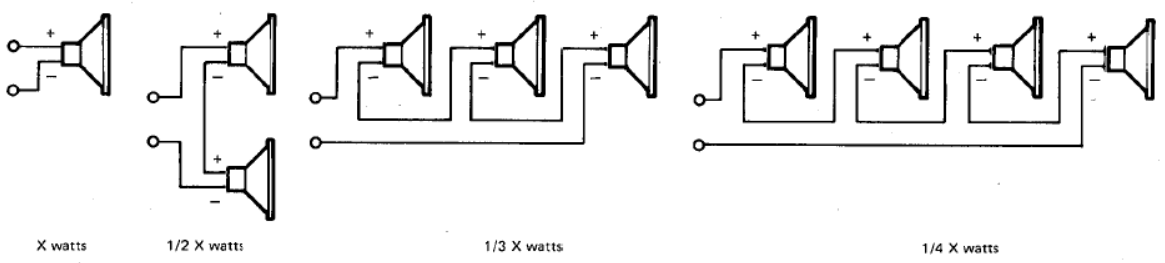
الوظيفة الأساسية للسماعات هي إعادة انتاج الصوت الأصلى الذي التقط بالميكرفون، وعلى المصمم من خلال توزيع السماعات في المكان أن يحاول الوصول إلى توزيع متجانس قدر المستطاع بحيث لو وصل الصوت إلى أذن الشخص من أكثر من سماعة لا يشعر بفروق زمنية بين أصوات السماعات المختلفة وإلا سيكون لدينا صدى صوت مزعج جدا للمستعمين.

ومن ثم فمن القواعد العامة لتوزيع السماعات ألا تزيد المسافة بين سماعتين عن 15 متر من أجل تجنب أن يأتي الصوت من مصدرين متباعدين فيحدث التداخل بينهما، بينما لو كانت المسافة صغيرة فلن تستطيع الأذن أن تميز بين الصوتين لتقارب مصدهما.

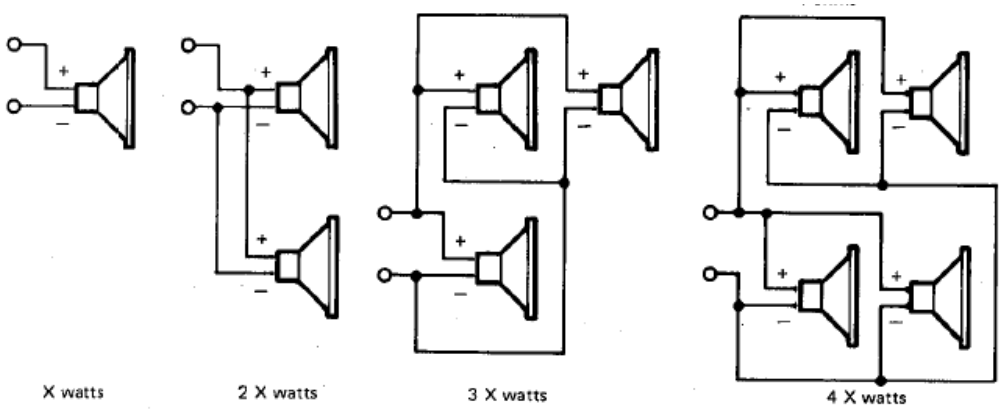
وبما أن الصوت ينتشر في جميع الاتجاهات فإن أهم مشكلة ستواجه المصمم لأى نظام صوتي هي انعكاس الصوت الصادر من السماعات عدة مرات على الحوائط: فإما أن تؤدى عملية الانعكاس إلى ضعف الصوت وتلاشيه بعد زمن محدد يسمى زمن التردد أو يمكن أن تؤدى إلى تكبيره وتضخيمه (رنين). راجع معانى هذه المصطلحات (الصدى، زمن التردد، الرنين إلخ) في نهاية هذا الباب.

توصيل السماعات على التوإلى والتوازي

فى حالة التوصيل على التوإلى فإنه لو كل لدينا ثلاث سماعات كل منها مواصفاتها (10 وات و 8 أوم) وكانت السماعات الثلاث متصلات على التوالي ففي هذه الحالة تكون القدرة المستهلكة في المجموعة تساوى 10 وات (بمعنى أن كل سماعة استهلكت ثلث الـ 10 وات وبالتالي يكون مجموع القدرة المستهلكة في الثلاثة يساوى قدرة واحدة فيهم فقط) بينما ستكون المقاومة المكافئة تساوى 24 أوم، وذلك لأن التوصيل على التوالي يجعل الوات ثابتا في السماعات الثلاثة. أما الأوم فنقوم بجمعه. والشكل التالي يعطى أمثلة أخرى على هذا المبدأ في التوصيل المتوإلى للسماعات.

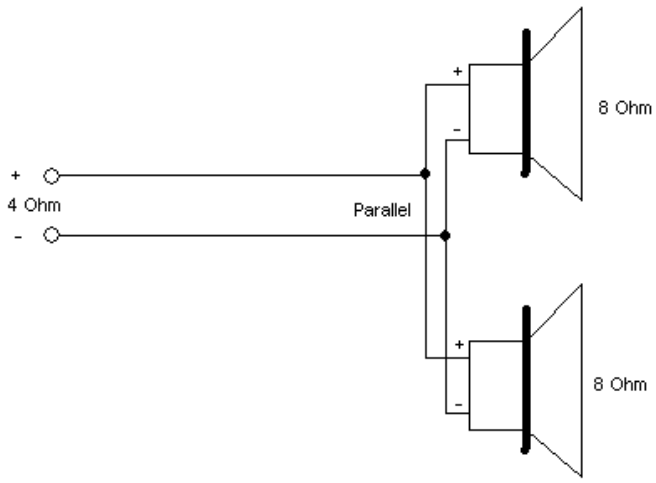


أما في حال التوصيل على التوازي فيتم حساب القيمة النهائية بجمع مقاومة السماعات كلها ثم قسمتهم على عدد السماعات، وتكون القدرة المستهلكة هي مجموع الوات لكل السماعات بالكامل فمثلا إذا كانت كل سماعة من الثلاث لها قدرة تساوى 10 وات ومقاومة 12 أوم فتكون القدرة المستهلكة 30 وات و نقسم 12 أوم على عدد السماعات فيكون الناتج 4 أوم. لاحظ أن القدرة الإجمالية تجمع كما في الشكل التالي



الأنظمة المختلفة لتوصيل السماعات بالـ Amp

يوجد عدة أنظمة للـ Outputs الخاصة بالـ Amp، فهي أما معرفة بالجهد أو بالأوم. ففي النظام التقليدي يتم توصيل السماعات إلى المخارج المعرفة بالأوم، فيتم مثلا توصيل سماعة 8 أوم إلى مخرج الـ 8 أوم الموجود بالـ Amp أو توصيل سماعتين 8 أوم على التوازي إلى مخرج الـ 4 أوم كما في الشكل.



لكن هذا الأسلوب واضح أنه لا يمكنه التعامل مع عدد كبير من السماعات، لأن توصيل عدد كبير من السماعات على التوازي سيجعل المقاومة المكافئة صغيرة جدا وبالتالي تسحب تيار عالي من الـ Amp. وغالبا من كتالوج الـ Amp نحدد أقل

مقاومة يمكن توصيلها على مخرج الأوم لا يجب أن تقل عن 2–3 أوم.

وللتغلب على هذه المشكلة فإن الـ Amp تكون مزودة أيضا بمخرج الـ Volt 70– وهو نموذجي في حال أردنا توصيل عدد كبير من السماعات كما سنرى. وهذا النظام يعتبر أيضا نموذجيا للتغلب على مشاكل الهبوط في الجهد في حال وجود أسلاك توصيل طويلة.

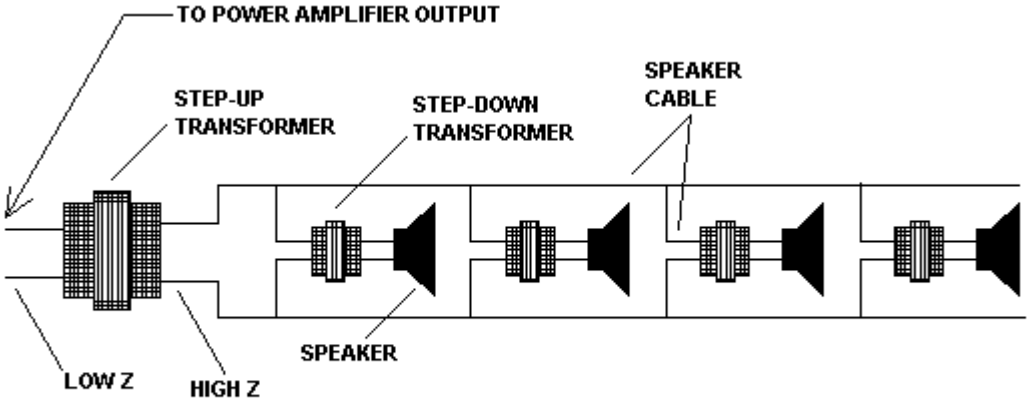
والخلاصة حتى الآن أن لدينا نظامين في الـ Amp لتوصيل السماعات كما في الصورة:

- الأول: نظام الفولت (100/70/25 فولت)، وفيه نستخدم فقط السماعات المزودة بمحول ربط داخلي.
- الثاني: نظام الأوم (4 – 8 – 16) وفيه توصل السماعات إلى مخرج الـ Amp الذي تتوافق مقاومته معها.

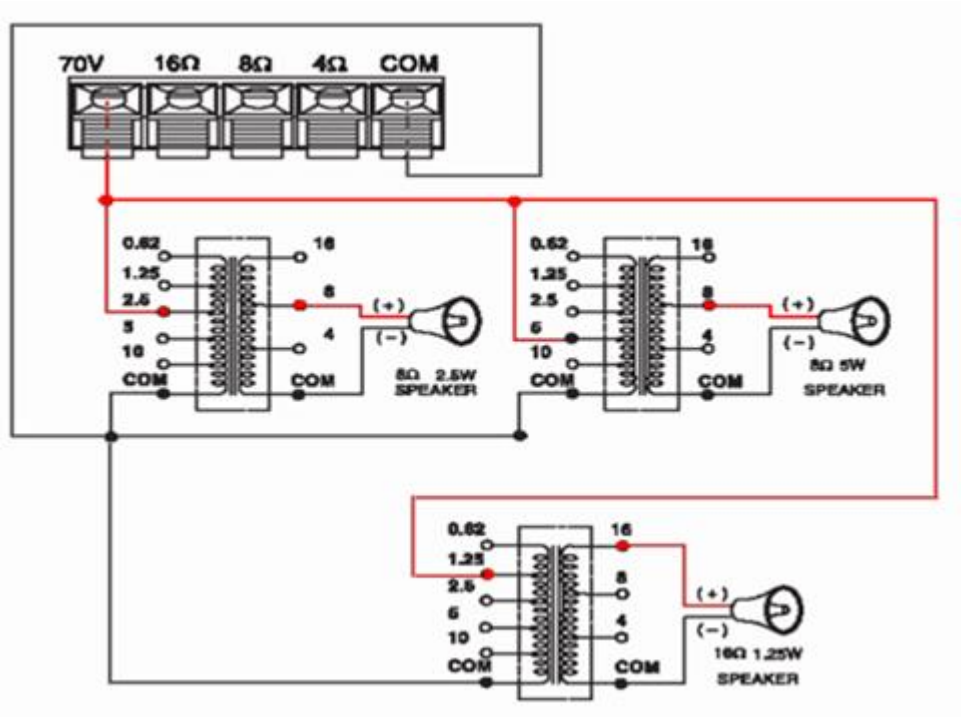
ويمكن من صورة الـ Amp التالية أن نعرف أن هذا النموذج له قدرة تساوى 130 وات ويمكنه العمل على جهد 220 أو 110 فولت ويمكن توصيل السماعات بنظام الجهد (100/70/25 فولت) أو نظام الأوم (4 أوم)

وكل مخرج من مخارج الـAmp يكون معرفا بقدرة معينة، على سبيل المثال لو كان لدينا مخرج 8 ohm بقدرة 500 وات، ففي هذه الحالة إذا تم توصيل سماعة 8 أوم وقدرتها 300 وات مثلا على هذا الخرج فإنها ستحصل على الـ 300 وات كاملة، أما لو تم توصيل سماعتين كل واحدة منهما 8 أوم وقدرة كل واحدة 300 وات على التوازي إلى هذا المخرج فستحصل كل سماعة على 250 وات فقط لأن القدرة المقننة لهذا المخرج هي 500 وات.

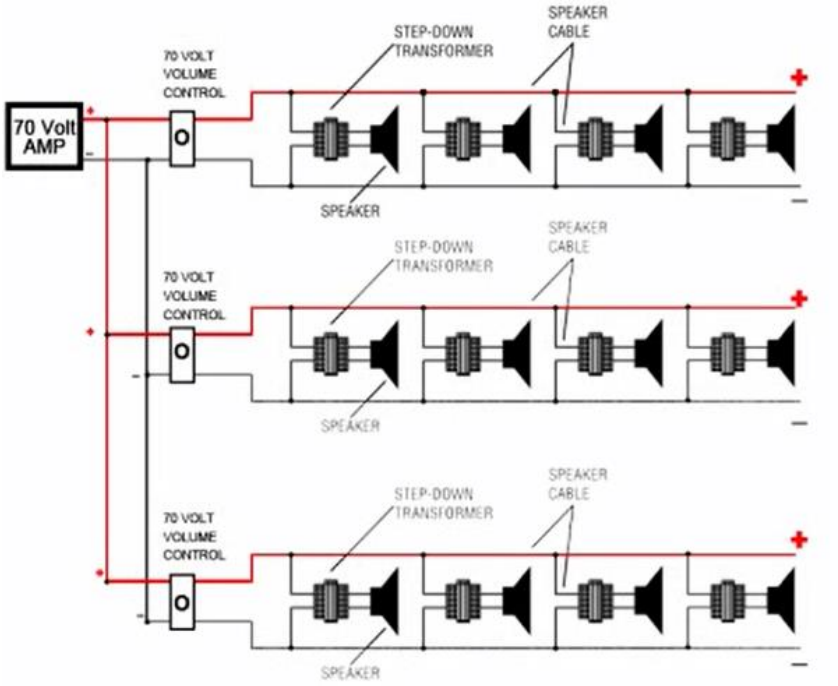
أما في حالة توصيل السماعات على مخرج الـ Amp المعرف بالجهد فسيكون التوصيل كما في الشكل التالي. لاحظ وجود محولات صغيرة مع كل سماعة على حدة لخفض الجهد والـ Impedance إلى القيم المقننة للسماعة. على أن يكون مجموع قدرات السماعات المتصلة على التوازي أقل من قدرة الـ Amp المقننة.



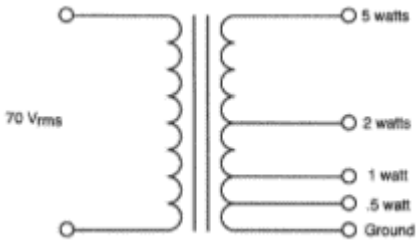
CONSTANT-VOLTAGE DISTRIBUTED SYSTEM

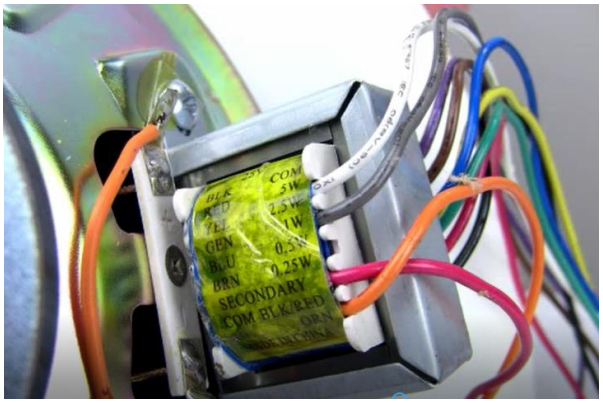


وفى حال توصيل عدد أكبر من السماعات يمكن أيضا تقسيمهم إلى Zones كما في الشكل التالي بحيث يمكن التحكم في كل zone على حدة من خلال الـ Attenuator أو الـ Volume control:



والمحولات المستخدمة في الصور السابقة تكون مزودة بـ Taps في جهة الثانوى (جهة تركيب السماعة)، وكل سلك من هذه الـ Taps له قدرة مقننة معينة 1w، 5w، 10w، 15w، 25w etc، وكلما اتصلت السماعة بسلك له قدرة أعلى كلما زادة شدة الصوت الصادر منها (لكن تذكر أن الزيادة ليست مضاعفة، بمعنى أن توصيل السماعة بالسلك الخاص بـ 2 وات بدلا من السلك الخاص بالـ 1 وات ستزيد شدة الصوت بمقدار 3dB فقط).





ملحوظة:

1- معظم السماعات في السوق تحتوى على Build in transformers كما في الشكل ولا تحتاج لتركيبه منفصلا.

2- لاحظ أيضا أن السوق به بعض السماعات التي تكون مزودة بـ Switch بحيث يمكن أن تستخدم في أي من النظامين السابقين (نظام الأوم أو نظام الجهد).

3- يمكن بطريقة عكسية إذا كانت قدرة الـ Amp محددة ومعروفة أن نحدد أقصى عدد من السماعات التي يمكن توصيلها به، أو إذا كان عددهم أيضا محددا أن نحدد أقصى قدرة للسماعة الواحدة. على سبيل المثال لو كانت قدرة الـ Amp تساوى 200 وات ومطلوب توصيل 20 سماعة عليه فهذا يعنى أن قدرة السماعة الواحدة لا يجب أن تتجاوز 10 وات، وبالتالي نختار السلك المقابل لهذه القدرة عند توصيل هذه السماعات.

4- كقاعدة عامة، دائما يكون الـ Amp أعلى في القدرة من السماعات المتصلة به على الأقل بـ 25% زيادة. فإذا كانت السماعات ذات قدرة أعلى من الـ Amp فسيبذل الـ Amp جهد أكبر من طاقته وينتهى به المطاف أن يحترق.

5- أيضا يجب دائما إذا وصلت السماعات بمخرج الأوم في الـ Amp أن يكون هناك تشابه بمعنى توصل سماعة 8 أوم إلى مخرج ال8 أوم وهكذا. علما بأن توصيل سماعة لها أوم أصغر على مخرج له أوم أعلى سيؤدى إلى احتراق السماعة. أما في حالة العكس فسيكون الصوت غير جيد.

6- تذكر دائما قواعد توصيل أكثر من سماعة على التوازي فلو لدينا سماعتان كل واحد منهما 8 أوم ومتصلتان على التوازي فالمحصلة أن لدينا مقاومة مكافئة تساوى 4 أوم ولو كان عددهم أربع سماعات على التوازي فالمحصلة 2 أوم.

تصنيف السماعات:

أولا التصنيف حسب حجم السماعة: ويوجد منه ثلاث أنواع:

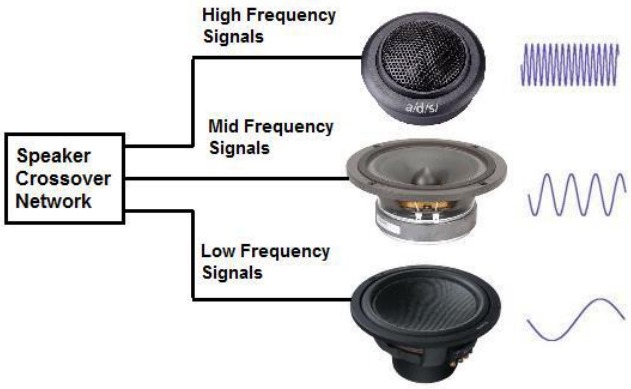
woofers: ويصل قطر السماعة إلى 25 سم وتكون مخصصة لإصدار الأصوات ذات الترددات المنخفضة (20-2000 Hz) مثل صوت الطبلة.

tweeters: حيث يصل قطرها إلى 3 سم وهي مناسبة للأصوات ذات الترددات العالية (2000–20000 Hz) لأن غشاءها أسهل وأسرع في الحركة في حالة الترددات العالية، وتستخدم مع صوت الآلات الحادة كالجيتار.

Subwoofer: وهي سماعات متوسطة الحجم والتي تستخدم للترددات المتوسطة (20–200Hz) والتي يقع خلالها أصوات المطربين ومعظم الآلات الموسيقية، وغالبا توضع في enclosure منفصل ومصدر تغذية منفصلة. وتتميز بأنها تعطيك صوت تحس به أكثر من كونه صوت تسمعه، ولو كان الصوت عاليا فإنك تشعر أن المكان تهتز من حولك. ولذا تستخدم مثلا في بانوراما حرب أكتوبر لتعطيك الشعور بالانفجارات كما تستخدم في الأفراح لتعطى صوتا عاليا. وهى أكثر السماعات استهلاكا للطاقة. وغالبا تأتى ومعها amp داخلي فيها ولذا فهي powered Speaker. ورغم أنها قريبة في مجال ترددها من الوفر إلا أنها مجالها الضيق يجعلها أكثر حساسية للترددات المنخفضة.

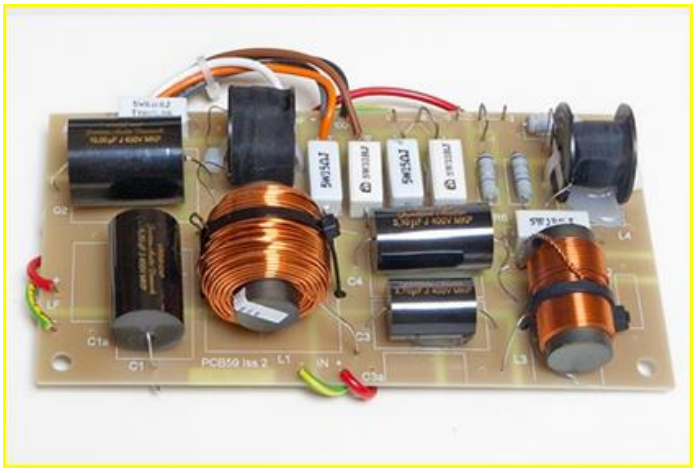
فاصل الترددات. crossover

أفضل وسيلة للحصول على أفضل جودة صوت هو استخدام الأنواع الثلاثة من السماعات مع بعضها البعض للحصول على كل الترددات في النغمة الصوتية.



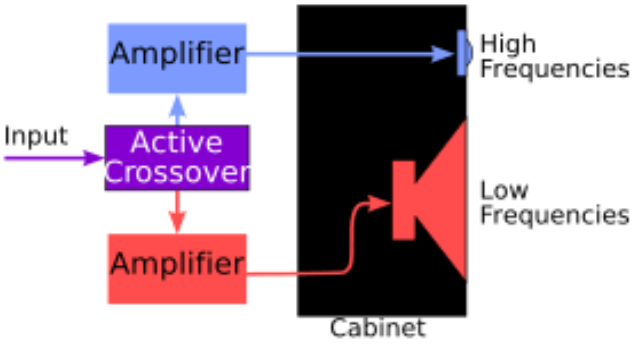
ونظراً لاتساع مدى الترددات الصوتية من Hz20 إلى 20، Hz000 فإن هذا المدى قسم إلى ثلاثة مناطق هي الترددات العالية والترددات المتوسطة والترددات المنخفضة ولكل نوع من هذه الترددات سماعة مخصصة له موجودة كلها في داخل صندوق واحد ثم هناك الـ Crossover والذي يقوم بتوزيع الترددات على السماعات كما في الشكل.

النوع الأكثر استخداماً هو الذي يعرف باسمpassive crossover ويتكون من مكثف كهربي وملف كهربي حيث يكون المكثف موصلاً للتيار الكهربي عند الترددات العالية بينما يكون عازلاً للتيار الكهربي عند الترددات المنخفضة، ويعمل الملف بالعكس حيث يكون موصلاً للتيار الكهربي عند الترددات المنخفضة وعازلاً عند الترددات العالية.



عندما تمر الإشارة الكهربية الصوتية من الـ amplifier إلى السماعة فإنها تمر عبر الفاصل passive crossover المثبت عند كل نوع من السماعات فاذا كانت الترددات كبيرة فإنها تدخل عبر المكثف إلى السماعة الصغيرة وإذا كان الصوت ذو ترددات منخفضة فإنها تدخل عبر الملف إلى السماعة الكبيرة، وفي حالة السماعات الوسطية يتم استخدام كلا من الملف والمكثف بحيث يتم اختيار قيم محددة لسعة المكثف وحث الملف ليتناسب مع المدى من الترددات الخاصة بهذه السماعة.

أما النوع الثاني من الفاصل وهو ما يسمى active crossover وهو عبارة عن قطعة إلكترونية تعمل على فصل الترددات قبل دخولها إلى جهاز التكبيرamplifier . وهذه الطريقة تستخدم عندما يكون هناك دائرة تكبير خاصة بكل نوع من أنواع السماعات المستخدمة. والأجهزة التي تستخدم هذه الطريقة تعتبر أغلى سعرا من الأنواع التي تستخدم الطريقة الأولى.



أهم نقاط توصيف السماعات:

عند ذهاب أي شخص لشراء سماعات (speaker) فإن هناك مواصفات معينة يتم ذكرها ضمن المنتج وهي :

- **impedance**

وهي قيمة المقاومة الداخلية للسماعة وبها تعرف توافقها مع الـ Amp وأيضا ربط السماعات ببعضها وليس هناك قيمة مفضلة، وليس هناك ميزة لسماعة 8 أوم مثلا على سماعة 4 أوم، فقيمة المقاومة لا علاقة لها بجودة الصوت. عمليا، تقوم الشركات المصنعة للسماعات بذكر قيمة ممانعة السماعة المقاسة عند التردد 1000 هرتز فعندما يذكر في الكتالوج أن ممانعة السماعة هي 8 اوم. فالمقصود هو أن ممانعة السماعة 8 اوم عند التردد 1 kHz. وقيمة الممانعة للسماعة متغيرة لأنها Function في التردد فقد تصل إلى قيمة 10 اوم عند التردد 41 هرتز. بينما قد تنخفض هذه القيمة إلى 3 اوم عند التردد 2000 هرتز.

- هل يعني هذا انني أستطيع توصيل سماعة ذات ممانعة 8 اوم على مكبر صوت له ممانعة خرج 4 اوم؟ نعم بدون اي مشاكل ما دامت ممانعة السماعة أكبر أو تساوي ممانعة الخرج للمكبر الصوتي. أما إذا كانت الحالة معكوسة اي أن ممانعة السماعة هي أقل من ممانعة المخرج للمكبر الصوتي. مثل سماعة ذات ممانعة 4 اوم تم توصيلها إلى مكبر صوتي ذو ممانعة خرج 8 اوم. هنا قد يحصل اضطراب في عمل الـ Amp الصوتي يسبب التحميل الزائد عليه.

1. **frequency range المدى الترددي**

مجال الترددات للسماعة (وهى قيمة تحدد المدى من أقل تردد إلى أعلى تردد يستطيع أن تصدرها السماعة). ويفضل أن يكون المجال كبيرا أي من 20 إلى 20kHz وهي حدود سماع الصوت للإنسان.

مع ملاحظة أنك عندما تقارن مثلا سماعة داخلية بالمسجد قدرتها 20 وات وتقارنها بالهورن المركب على المئذنة وبفرض أنه أيضا 20 وات فلن تجد أن الصوتين متشابهين رغم تساوى القدرة وذلك لاختلاف Frequency Response لكلا النوعين، فالـ frequency range للهورن ضيق لذا ينتج صوتا أعلى لكنه أقل جمالا ووضوحا من السماعة الداخلية التي تنتج صوتا أضعف لكنه أوضح بسبب اتساع الـ frequency range لها مقارنة بالهورن.

F-101C/M Specifications	
Coverage Angle	120° H x 120° V
Frequency Response	80 Hz – 18 kHz
Sensitivity (1 W / 1 m)	90 dB
Power Handling	F-101CM: 20 W transformer F-101C: 40 W pink noise
Transformer Taps (F-101CM only)	70.7/100 V: 1, 3, 5, 10, 20 W
Components	4.7" driver
Installation Accessories (optional)	TBF-100 Tile Bridge, BBF-100 Back Box

2. **crossover frequency**

وهي الذبذبة التي تنتقل بها الدائرة الإلكترونية داخل السماعة من التويتر إلى الووفر حتى لا يجهد التويتر والغالب أنها عند 2KHz حسب كثير من التوصيات. (راجع الجزء الخاص بالـ crossover)

3. **Max. output Power**

وهي قوة الوات Watt التي يتم ربطها مع الـ Amp ويجب أن لا نحمل السماعة أكثر من ذلك لأنه سيدمرها تماما وعلى أساسها يمكنك أن تعرف ما هو الـ Amp الذي تربطه به ويجب أن تكون قيمتها أقل من الـ Amp.

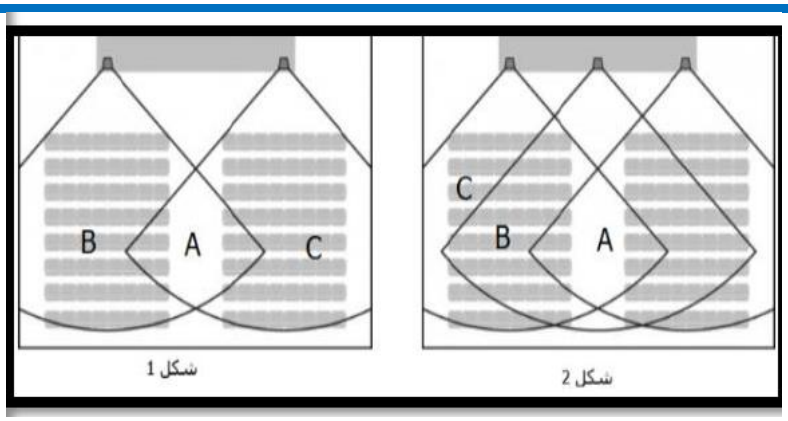
4. **output level Max.**

ويعني قيمة أقوى صوت بضغط الهواء يصل إلى السامع وتستطيع السماعة إصداره... دون أن تتلف وقياسه بالـ dB SPL (sound pressure level وكلما كانت أعلى كانت أكثر تنوعا في استخدامها.

5. **زاوية التغطية للسماعة Coverage Angle:**

معلوم أن أفضل وضع لسماع أفضل صوت من السماعة هو الوقوف أمام السماعة مباشرة وفي منتصفها وهو ما يسمى On axis ، و كلما ابتعدت اتجاه اليمين (أو اليسار) ستلاحظ أنه بعد درجة معينة سينخفض مستوى الصوت (شدة الصوت)، وذلك لأن كل سماعة لها زاوية تغطية، وهو المجال الذي تغطية السماعة مع المحافظة على مستوى ونوعية الصوت في كافة نقاط هذا المجال دون انخفاض أكثر من 6 ديسيبل.

ولكل سماعة زاويتين للتغطية: زاوية أفقية وزاوية عمودية. وعند تصميم اي نظام صوتي من المهم معرفة زاوية التغطية للسماعة حتى يستطيع مهندس الصوت توزيع الصوت في كامل المكان المطلوب بنفس نوعية الصوت (المجال الترددي) و بنفس الشدة (نفس مستوى الصوت). وهناك بعض السماعات لديها زاوية تغطية حادة جداً (حوالي 30 درجة) و بعض السماعات لديها زاوية تغطية عريضة جداً (أكثر من 120 درجة). وقد تصل إلى (180) درجة في السماعات السقفية.



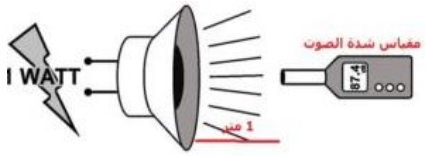
ملحوظة:

في الشكل 1 يكون مستوى الصوت في المنطقةA أعلى بمقدار 3 ديسبل من المناطقB ،. C أما في الشكل 2 فإن مستوى الصوت في المنطقة A يكون أعلى بـ 6 ديسبل من C و 3 ديسبل من A.

6. حساسية السماعة

ويقصد به شدة الصوت الذي يصدر من السماعة عند دخل معين، فمثلا قد توصف السماعة بأنها

"98dB @ 1 Watt ،1 metre".



وهذ يعنى أنها تصدر صوتا على بعد متر واحد بشدة قدرها sound pressure level (SPL) of 98dB، وذلك عندما تكون الإشارة الداخلة عليها قدرتها 1 وات.

لاحظ أن 1 وات يفترض نظريا أن تعطى 120dB = (10^{-12} /1) log 10، وبالطبع فمن المستحيل أن تحصل على SPL يساوى dB120 ولكن أعلى SPL متاح ينتج SPL من الوات الواحد حوالي 112dB، وهى أعلى قيمة عملية لأقوى سماعة، وهذا يعنى أن كل الطاقة تحولت إلى صوت لأن السماعة لم تسخن ولم يتحول جزء من طاقتها إلى حرارة.

عمليا السماعات التي لها حساسية أقل من 84 دسيبل تعتبر سماعة ضعيفة. والسماعات التي تكون حساسيتها تقدر بحوالي 88 ديسيبل تعتبر جيدة. بينما السماعات التي لها حساسية أعلى من 92 ديسيبل فإنها تعتبر ممتازة.

تذكر دائما أن مضاعفة قدرة السماعة تعطى زيادة في شدة الصوت قدرها 3dB، بينما مضاعفة المسافة تنقص شدة الصوت بمقدار 6 dB كما في الجدول التالي.

Speakers, Decibels, SPL			
Lose 6dB each time distance is doubled from speaker	Add 3dB when power is doubled		
Distance from speaker:	**1m**	**2m**	**3m**
SPL(dB)@1W	95	89	83
SPL(dB)@2W	98	92	86
SPL(dB)@4W	101	95	89
SPL(dB)@8W	104	98	92

مثال 9

إذا كان لدينا سماعة بالمواصفات التالية:

SPL= 95 dB /W/m

احسب التغير في شدة الصوت مع تغير المسافة مرة ومع تغير القدرة الداخلة عليها مرة أخرى.

الحل: أولا مع تغير المسافة: القاعدة المستخدمة مع تغير المسافات هي:

- "−6 dB per distance double."
  For SPL = 95 dB /W/m
- At 2m distance، gives 89 dB
- At 4m distance، gives 83 dB
- etc

ثانيا مع تغير القدرة: القاعدة العامة مع تغير القدرة هي:

- +3dB for power double
- +10dB for 10 times the power

وبالتالي فإذا كان دخل السماعة يساوى 2 وات فسيزيد شدة الصوت إلى 98 dB. بينما ستصل شدة الصوت إلى 105 dB إذا كان دخل السماعة يساوى 10 وات.

Use 100W per channel to get 115 dB (105 +10)

مثال 10

قارن بين السماعتين التاليتين:

- Model A has a wattage rating of 200 watts and a sensitivity rating of 101dB/W/m.
- Model B has a wattage rating of 600 watts and has a sensitivity rating of 97 dB/W/m.

لكى تكون المقارنة صادقة يجب أما أن تتساوى القدرة وعندها ننظر إلى شدة الصوت التي تصدره كل سماعة أو تتساوى شدة الصوت وعندها ننظر إلى القدرة المستهلكة في كل سماعة وهو ما سنحاول الوصول إليه في هذا المثال.

dB difference = 10 x LOG (power1 / power2)

For the first model:		For the second model:	
W	dB	W	dB
1	101	1	97
10	111	10	107
100	121	100	117
200	124	600	124.8 (10 x log 6)

واضح من المقارنة أن النوع الأول أفضل بكثير فقد وصلنا إلى نفس شدة الصوت لكن بثلث القدرة فقط. (لاحظ أن الزيادة الطفيفة في النوع الثاني لا يمكن أن تشعر بها الأذن البشرية).

من المثال السابق يتبين أنه يجب ألا تختار السماعة بناء على قدرتها فقط بل يجب أن تنظر إلى كفاءتها.

مثال 11

في حال استخدام السماعة بالمواصفات التالية داخل حجرة ارتفاع سقفها 4 متر. ما هي شدة الصوت الذي يسمعه شخص طوله 160 سم؟ وماذا نفعل إذا أردنا أن نرفع شدة الصوت إلى 90dB؟

Rated Input	6 W (100 V line), 3 W (70 V line)
Rated Impedance	100 V line: 1.7 kΩ (6 W), 3.3 kΩ (3 W), 6.7 kΩ (1.5 W), 13 kΩ (0.8 W) 70 V line: 1.7 kΩ (3 W), 3.3 kΩ (1.5 W), 6.7 kΩ (0.8 W), 13 kΩ (0.4 W)
Sensitivity	93 dB (1 W, 1 m) (500 Hz – 5 kHz, pink noise)
Frequency Response	45 Hz – 20 kHz (peak –20 dB)

الحل:

بتطبيق قانون التربيع العكسي على المسافة القديمة (1m) والجديدة (4−1.6 = 2.4m)

$$dB = 20 \log D_{old}/D_{new} = 20 \log 1/2.4 = 7\ dB$$

وهذا يعنى أن الصوت سيصل لهذا الشخص بقوة تساوى

$$93 - 7 = 86\ dB$$

فإذا أردنا لهذا شخص أن يصل إيه الصوت بشدة 90 dB فهذا يعنى أن السماعة لابد أن تزيد قدرتها، وبتطبيق قانون تناسب شدة الصوت حسب القدرة

$$I_{new} - I_{old} = dB_{new} - dB_{old} = 10 \log P_{new}/P_{old} =$$

$$90-86 = 10 \log P_{new}/1Watt$$

ومنها نجد أن $P_{new} = 2.5$ watt

الجدول التالي يعطى شدة الصوت حسب الكفاءة، ويقرأ كالتالي:

112dB@1W@1m تعطى كفاءة قدرها 100%

106dB@1W@1m تعطى كفاءة قدرها 25%

وهكذا.

@ 1 W @ 1 m	Efficiency
112 dB	100.00%
106 dB	25.00%
103 dB	12.50%
100 dB	6.20%
98 dB	4.00%
96 dB	2.50%
94 dB	1.60%
92 dB	1.00%
90 dB	0.60%
88 dB	0.40%
86 dB	0.25%
84 dB	0.16%
82 dB	0.10%
80 dB	0.06%
77 dB	0.03%

Horns

هي السماعات التي تكون مزودة بقمع أو هورن (Horn) ويعمل هذا الهورن على زيادة فاعلية السماعة عبر زيادة شدة الصوت الخارج من السماعة. وغالبا ما تستخدم في الأماكن الخارجية لإيصال الصوت إلى مسافات بعيدة مثل المساجد. أو الملاعب الرياضية و في الساحات الكبيرة.

في الهورنات لا يهم نوعية الصوت بقدر ما يهم ارساله إلى مسافة بعيدة. حيث أن الهورن يعمل غالباً على الترددات المتوسطة من حوالي 500 هرتز وحتى 5000 هرتز. في هذا المجال تسمع الصوت مثل الهاتف. الذي يعطي كلام مفهوم ولكن بشكل حاد. كما في الهاتف تستطيع أن تتعرف علة نبرة الصوت أو الاجزاء الاساسية من الصوت ولكن نوعية الصوت

تكون أقل جودة، بسبب عدم وجود الترددات المنخفضة التي تعطي فخامة الصوت والترددات العالية التي تعطي تفاصيل الصوت.

وفى المساجد يوضع أربع هورنات على المئذنة أو في أي مكان مرتفع وتكون متجهة إلى الاتجاهات الأربع لضمان وصول الصوت إلى كافة الاتجاهات.

وحسب المواصفات في المثال التالي

SPECIFICATIONS

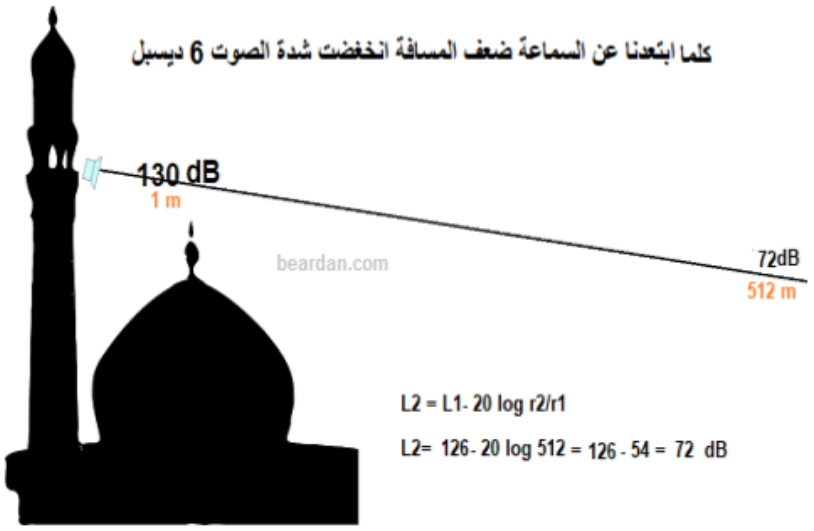
Rated Input:	50W (Mobil Mount use: 30W)
Rated Impedance:	16Ω
Sensitivity:	109dB (1W, 1m)
Frequency Response:	250 – 6,000Hz
IP Code:	IP65
Polarity:	Hot: Black, Com: White
Operating Temperature:	-20°C to +55°C (-4°F to 131°F) (must be free from dew condesation)

بما أن هذا الهورن يعطى 109 dB/1W فإن الصوت الأشد سنحصل عليه من القدرة الكلية والتي تساوى 50 وات حسب المواصفات المبينة في الشكل. ومن ثم فالقدرة القصوى لهذه السماعة هي أن تنتج صوتا على بعد متر واحد شدته تساوى

$$109 + 10 \log 50/1 = 109 + 16.98 = 125.98 \text{ dB}$$

ولنفرضها انها 126 ديسبل وهي شدة الصوت الاعظمية للسماعة، على مسافة 1 متر منها.

ولنعرف الى أي مدى يمكن أن يصل صوت السماعة، نستخدم قانون التربيع العكسي. والذي تنقص فيه شدة الصوت كلما ضاعفنا المسافة بمقدار 6 ديسبل.

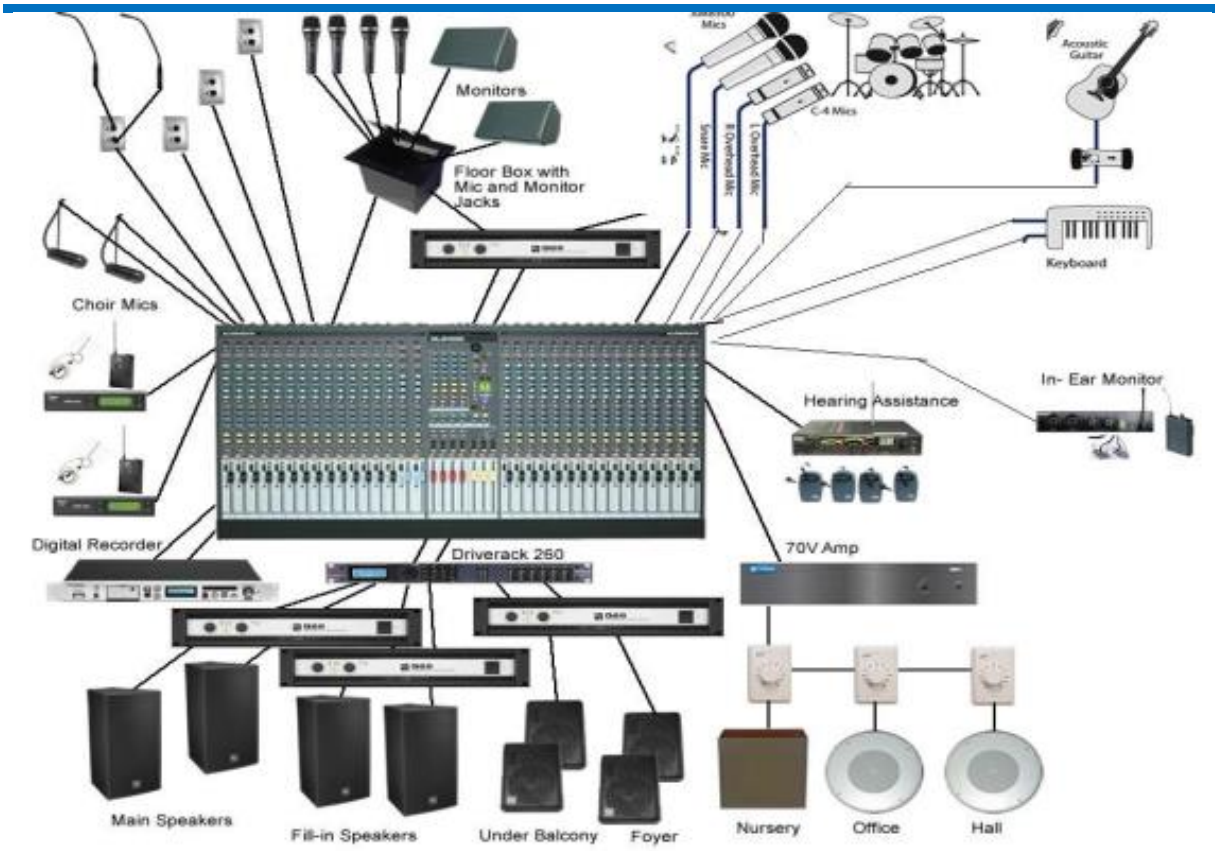


1 متر 126 ديسبل
2 متر 120 ديسبل
4 متر 114 ديسبل
8 متر 108 ديسبل
16 متر 102 ديسبل
32 متر 96 ديسبل
64 متر 90 ديسبل
128متر 84 ديسبل
256 متر 78 ديسبل
512 متر 72 ديسبل
1024 متر 66 ديسبل
وأبعد من ذلك يتغلب ضجيج الشارع على صوت السماعة.

مازج الصوت SOUND MIXER

يستقبل هذا الجهاز الإشارات الصوتية من كافة الميكرفونات (أو أي مصدر صوتي)، ويقوم مهندس الصوت من خلال المفاتيح الكثيرة الظاهرة في الصورة بضبط الصوت حسب الموقف ويمكن أن يعتمد التقنية الـ Digital أو التقنية analog، و في الجهاز عدة وسائل أخرى لتنقية الصوت أو تغليظه أو تنعيمه حسب المطلوب

ويدخل صوت كل مصدر إلى قناة منفصلة لها mixing Switch خاص لرفع أو خفض حدة الصوت الواصل ولها أزرار الخاصة بفلترة بعض الترددات إلخ بحيث تعطي درجة الصوت المناسبة لكل مصدر للصوت. ثم تخرج منه الإشارة إلى الـAmp بعد ذلك.



ويمكن للجهاز أن يشتمل على قناتين للصوت ويمكن أن تصل حتى أربعين أو أكثر من القنوات في الأجهزة الكبيرة، والمتاح بالسوق هو 2، 8، 16، 24، 32، 40 أو 48 channel للدخول.

ويتصل الجهاز بصندوق المؤثرات الصوتية لإحداث أي مؤثر صوتي يحتاجه الموقف حيث يمكن إضافة الصدى لأي صوت حسب الحاجة وحسب الموقف وبالدرجة المناسبة. وهذا يفسر كثرة الأزرار، مع ملاحظة أنها مكررة لكل قناة لها أزرارها الخاصة بها.

وكل قناة لها مفتاح الـ Gain الخاص بها والذي يؤثر بالزيادة أو النقصان على مدى الترددات التي يحددها مهندس الصوت بواسطة المفاتيح الخاصة بالترددات أسفل مفتاح الـGain مع العلم بأن المفتاح في أسفل كل قناة والذي يسمى بالـ Fader يمكنه عمل زيادة/نقص تدريجي smooth variation in the gain في المدى الذي حددته سابقا من خلال مفتاح الـ Gain.

MATRIX SWITCH

يقوم بربط و تنظيم التشغيل بين المدخلات (Microphones، Radio FM / AM، Radio FM / AM، CD / DVD Player)، على سبيل المثال، عند الحاجة لاستخدام وحدة الميكروفون لابد أن تتوقف جميع وحدات الإدخال الأخرى لعدم تتداخل الأصوات ودون الحاجة لإيقاف هذه الوحدات يدويا

بمعنى أنه يقوم بإدارة وتنظيم بين المدخلات والخرج وخاصة في حالة وجود أكثر من zone حيث يمكن تنشيط أو تعطيل عمل أى من power amplifier المسؤولة عن ال zone بواسطة ال Matrix switch وبالتالي فهو يتحكم أيضا في الـ Amp ويحدد من منها يعمل ومن لا يعمل.

Inputs 1، 2، 4، 8

Outputs 2، 4، 8، 16، 24، 36، 48، 64

ويمكن القول أنه مثل السابق تماما لكن له أكثر من Output كما أنه يقوم بنفس المهام التي يقوم بها الـ Mixer من القدرة على تنقية الصوت وخلافه. ولذا يوجد منه نوع يسمى Matrix Mixer.

ATTENUATOR

مفتاح يتم وضعه في الدوائر الفرعية ويستخدم للتحكم في درجة الصوت في غرفة ما دون التغيير في كامل الزون عن طريق تقليل أو زيادة القدرة الداخلة.

ATTENUATORS

AT10A, AT35A & ATP10, ATP35

Both Attenuator Series (AT and ATP) allow the output level of a group of loudspeakers to be set from a wall-mounted volume control, without affecting overall amplifier volume settings. The ATP-Series also has a priority bypass function which overrides the volume control knob to provide full volume audio to the speakers.

Product Features:

- **Adjusts loudspeaker output levels on 25V & 70V systems**
- **2 Models control up to 10-watt or 35-watt speaker systems**
- **Priority override of volume/Emergency Bypass feature (ATP models)**
- **10 Attenuation steps and an off setting**
- **Mounts in standard electrical box; single (AT10A, ATP10) or double (AT35A, ATP35)**
- **Simple connections**

Model	Power Rating	Gang Box	Emergency Bypass	Dimensions*	Product Weight
AT10A	10 watts	Single		2-3/4" W x 4-1/2" H x 2-3/4" D	13 oz.
AT35A	35 watts	Dual		4-5/8" W x 4-5/8" H x 3" D	14 oz.
ATP10	10 watts	Single	●	2-3/4" W x 4-1/2" H x 2-5/8" D	13 oz.
ATP35	35 watts	Dual	●	4-5/8" W x 4-5/8" H x 3" D	14 oz.

*Depth from front of plate

الكابلات:

غالبا نستخدم سلك 1.5x2 مم2 نحاسى (مجدول) ليتحمل ال power الخاصة بالسماعات و ال signal data، وعند التصميم يجب مراعاة الـ voltage drop(لا يتعدى ال 5 %) بسبب طول السلك و التيار المار فيه

التصميمات الصوتية

معلوم أن الهدف من أى نظام صوتي هو نقل رسالة صوتية من المتكلم إلى المستمع. يوجد نوعان من الأنظمة الصوتية:

- الأول يتعلق بتقوية الصوت في مكان مغلق ومحدد مثل غرف الاجتماعات مثلا ويسمى Sound Reinforcement،
- والثاني يتعلق بمخاطبة جمهور في مكان مفتوح والمتحدث غير مرئى للناس مثل صالات المطارات أو المستشفيات إلخ ويسمى Public Address.

والهدف في الحالتين توصيل الصوت للمستمع بقوة مناسبة وأقرب ما يكون للواقع (النظام الصوتي المثالي هو الذي يعطى توزيعا للصوت لا تظن معه أن هناك أي معدات صوتية مستخدمة بل فقط تظن أن هذا هو صوت الشخص الطبيعي) من خلال معدات الأنظمة الصوتية التي تتكون في أبسط صورها من ميكرفون وسماعة وAmp، ثم قد يضاف بعد ذلك الـ Mixer. وقد عرضنا لسمات هذه الأجهزة في الفصل السابق.

هذا الفصل يقدم الخطوات التفصيلية لتصميم الأنظمة الصوتية في حالتين:

- غرفة اجتماعات Conference Systems
- المباني العامة Public Addressing

تصميم صوتيات غرفة اجتماعات

والمقصود بعملية تصميم النظام الصوتي أن تكون قادرا على حساب NAG (Needed Acoustic Gain)، وهو يمثل قيمة أقصى انخفاض في الصوت داخل القاعة (عند أبعد شخص) وكذلك تحديد ما يسمى بالـ PAG (Potential Acoustic Gain). وهو يمثل الارتفاع في الصوت بواسطة الـAmp. ويكون التصميم سليما إذا كان الـ PAG أكبر من الـ NEG كما سيتم شرحه تفصيلا.

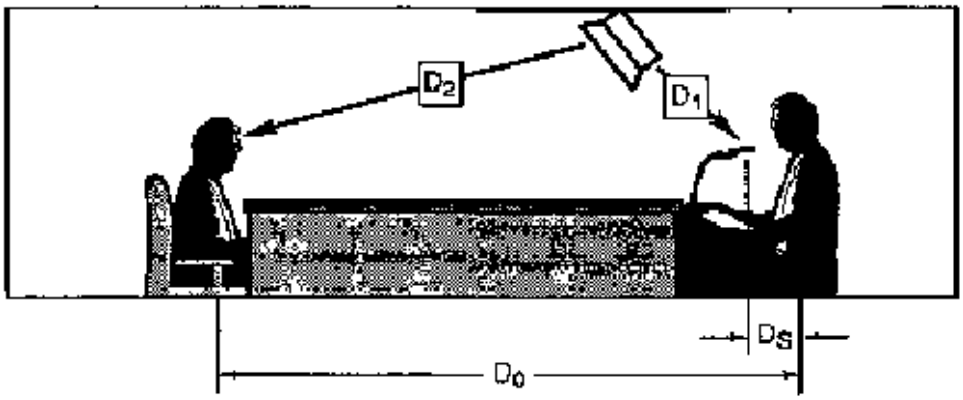
ويمكن أن يتم ذلك بثلاث طرق:

1- using math. Equations.

2- using Tables

3- using the computer program. (EX. GAINCALC)

سنحاول شرح منظومة الصوتيات في غرف الاجتماعات من خلال تقديم نموذج لهذه الغرف كما في الشكل التالي



مثال تطبيقي موسع

إذا كان لدينا منضدة اجتماعات طولها 22 قدم وكان المستمع الأقرب للمتكلم يبعد عنه بمسافة قدمين وشدة الصوت عنده تساوى تقريبا 70 dB. فكم ستكون شدة الصوت عند المستمع الموجود عند نهاية المنضدة؟

الحل

بتطبيق قانون التربيع العكسي

$$I_{new} = I_{old} + 20 \log D_{old} - 20 \log D_{new}$$

$$L' = L + 20 \log D - 20 \log D'$$

or

$$L' = 70 + 20 \times \log 2 - 20 \times \log 22$$

$$L' = 70 + 6 - 27 = 49$$

وهذا يعنى أن الغرفة إذا لم تكن مزودة بسماعات ومنظومة صوتية لتكبير الصوت فإن الشخص في نهاية الغرفة سينخفض الصوت لديه بمقدار 21dB عن الشخص في بداية الغرفة

$$L' - L = 49 - 70 = -21dB \text{ (a loss of 21dB)}$$

وهذا الانخفاض هو الذي نسميه NEEDED ACOUSTIC GAIN (NAG).

وهذه دائما تكون الخطوة الأولى في أى تصميم أن تعرف ما هو المطلوب Target من منظومة الصوت تحديدا. ففي هذا لمثال مطلوب منظومة صوتية تعطى على الأقل 21 dB إضافية للمستمع الأخير ليصبح مستوى الصوت لديه مثل مستوى الصوت عند أقرب مستمع.

أما الخطوة الثانية فتتم بعد تحديد أربع مسافات مهمة (راجع الشكل السابق):

1- المسافة بين المتحدث والميكروفون أمامه: D_s،
2- المسافة بين الميكرفون و السماعة الرئيسية "Electronic to Electronic": D_1
3- المسافة بين المستمع و المتكلم: D_0 People to People
4- المسافة بين المستمع الأخير و السماعة: D_2 People to Electronic.

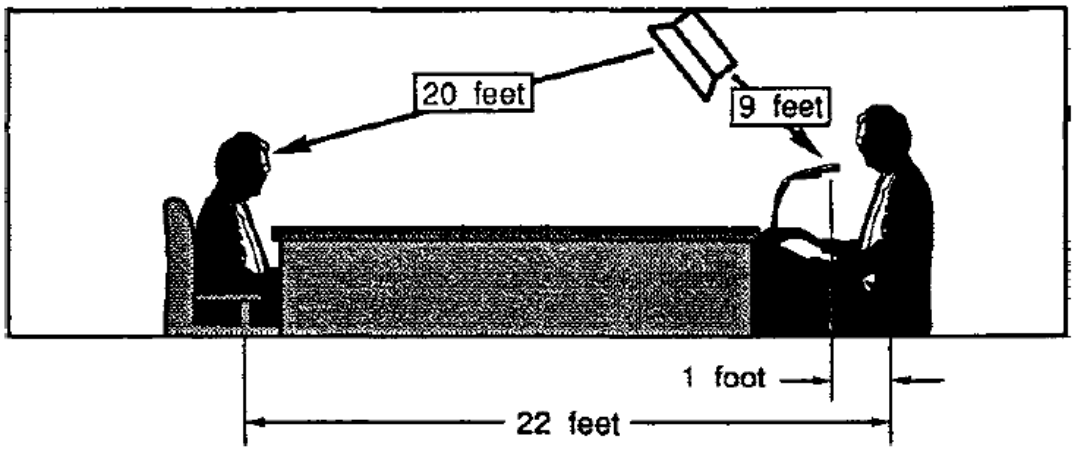
وبعد تحديد هذه المسافات الأربعة يمكن تطبيق القانون التالي لحساب ما يسمى Potential Acoustic Gain

$$PAG = 20 \log D_1 - 20 \log D_2 + 20 \log D_0 - 20 \log D_S$$

وهذا القانون يعطيك الارتفاع (النظري) في شدة الصوت إذا تم وضع السماعة والميكرفون (يفترض أنه من النوع omnidirectional microphones)على المسافات السابق ذكرها، ونقول أن هذا ارتفاع نظرى لأنه عمليا سيتأثر ببعض العوامل التي سنذكرها لاحقا وتسبب بعض الانخفاض فيه لذا يجب أن يتحقق PAG نظريا وإلا فلن يتحقق عمليا. وكما ذكرنا سابقا سيكون التصميم مناسبا فقط إذا كان PAG أكبر من الـ NAG.

واضح من المعادلة أن الجزئين الموجبين دالة في المسافة D_1 and Do والجزين السالبين دالة في المسافة D_2 and Ds وهذا يعنى لتكبير PAG تحتاج لتكبير المسافة D_1 and Do وتصغير المسافة D_2 and Ds قدر المستطاع. لكن عمليا فإن المسافة Do لا يسمح بعمل تغيير كبير فيها على عكس D_1 وهى المسافة بين السماعة والميكرفون والتي يمكن تغييرها بسهولة.

والمحاولة الأولى في التصميم تظهر في الشكل التالي:



وبتطبيق هذه الأرقام داخل معادلة الـ PAG سنحصل على القيم التالية

$$PAG = 20 \text{ X } \log 9 - 20 \text{ X } \log 20 + 20 \text{ X } \log 22 - 20 \text{ X } \log 1$$

= 19 − 26 + 27 − 0

PAG = 20dB

وهى قيمة قريبة من المطلوب (تذكر أن NAG المطلوب يساوى 21dB) لكن عمليا سيكون الوضع أسوأ بهذه القيم ونحتاج لإعادة التصميم بتغيير المسافات كما في الشكل التالي:

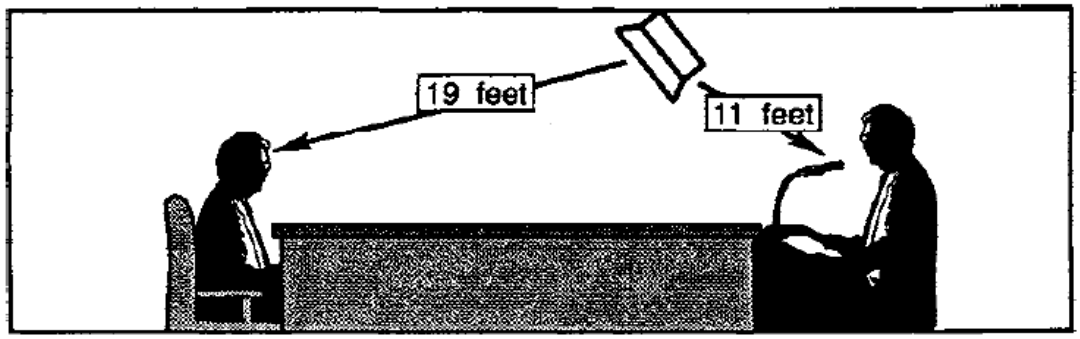


Figure 3. Revised system dimensions: loudspeaker closer to listener and farther from the microphone.

D_1=11' D_2=19' D_0=22' D_S=1'

وبالتعويض في المعادلة بالقيم الجديدة التي ظهرت بالشكل سنحصل على

PAG = 20 X 1.04139 − 20 X 1.27875 + 20 X 1.34242 − 20 X 0

PAG = 22dB

وهى قيمة أعلى من المطلوب بمقدار 1dB، ولكن الواقع العملى أثبت أن أقل زيادة فوق المطلوب هي 6dB وهذا المقدار يسمى (Feedback stability margin) safety margin،، ولذا يمكن إعادة كتابة قانون الـ PAG ليصبح على الصورة التالية:

PAG = 20 log D_1 − 20 log D_2 + 20 log D_0 − 20 log D_S – 6

وبتغيير المسافات مرة أخرى (بزيادة الأجزاء الموجبة وتصغير الأجزاء السالبة) في محاولة جديدة لتحقيق الهدف يمكن ذلك من خلال الشكل التالي:

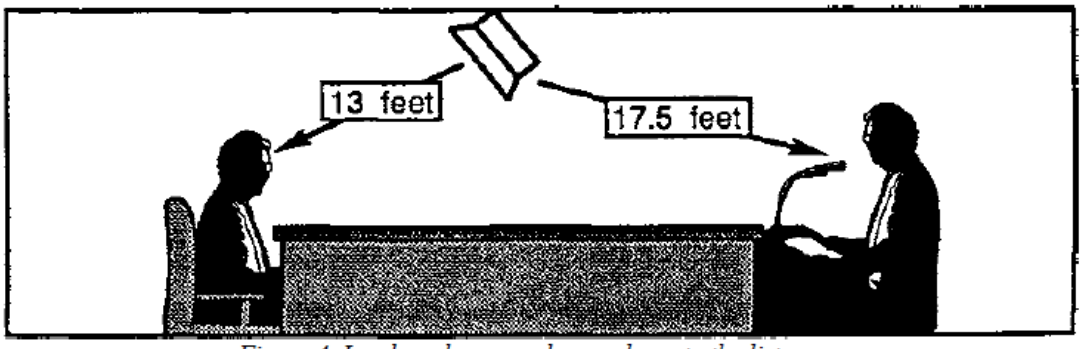


Figure 4. Loudspeaker moved even closer to the listener.

D_1=17.5' D_2=13' D_0=22' D_S=1'

PAG = 25 − 22 + 27 − 0 − 6

PAG = 24dB

الآن تحقق الهدف ومعانا أيضا 3dB فوق ما نريد حتى بعد أخذ الأمور العملية في الحسبان.

لكن الأمر لم ينته بعد. فربما كان بالغرفة أكثر من ميكرفون Multiple open microphones وهذا للأسف يمكن أن يتسبب في حدوث صفير بالصوت بسبب مشكلة تسمى Feedback (تدرس لاحقا في الفصل الرابع) ولعلاج هذه المشكلة فإنه يجب إضافة جزء سالب آخر في المعادلة يعبر عن Number of Open Microphones (NOM)

(بالإضافة إلى −6 السابقة إضافتها) لتصبح المعادلة على النحو التالي:

$$PAG = 20 \log D_1 - 20 \log D_2 + 20 \log D_0 - 20 \log D_S - 10 \log NOM - 6$$

وهذا يعنى أنه لو كان لدينا ميكرفون واحد فقط فهذا الجزء الجديد سيساوى صفرا، أما لو كان لدينا بالغرفة عدد 2 ميكرفون مفتوحين في نفس الوقت فهذا يعنى إضافة −3dB جديدة للمعادلة ولحسن الحظ فهي نفس الفائض الذي كان لدينا من الخطوة السابقة أي لو كان عدد الميكروفونات المفتوحة 2 فمازال التصميم سليما.

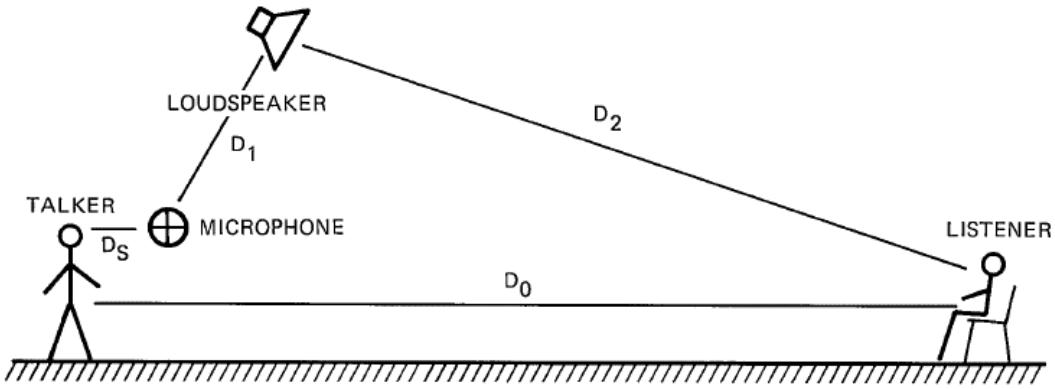
وبالطبع يجب تقليل عدد الميكروفونات المفتوحة قدر الإمكان أما باستخدام فعلا ميكرفون واحد وتنقيله من فرد لفرد أو استخدام مفتاح لغلق الميكرفون غير المستخدم، كما يمكن عمل دائرة تحكم Automatic Microphone Mixer تضمن إلا يكون لدينا أكثر من ميكرفون واحد مفتوح في نفس الوقت.

ملاحظات:

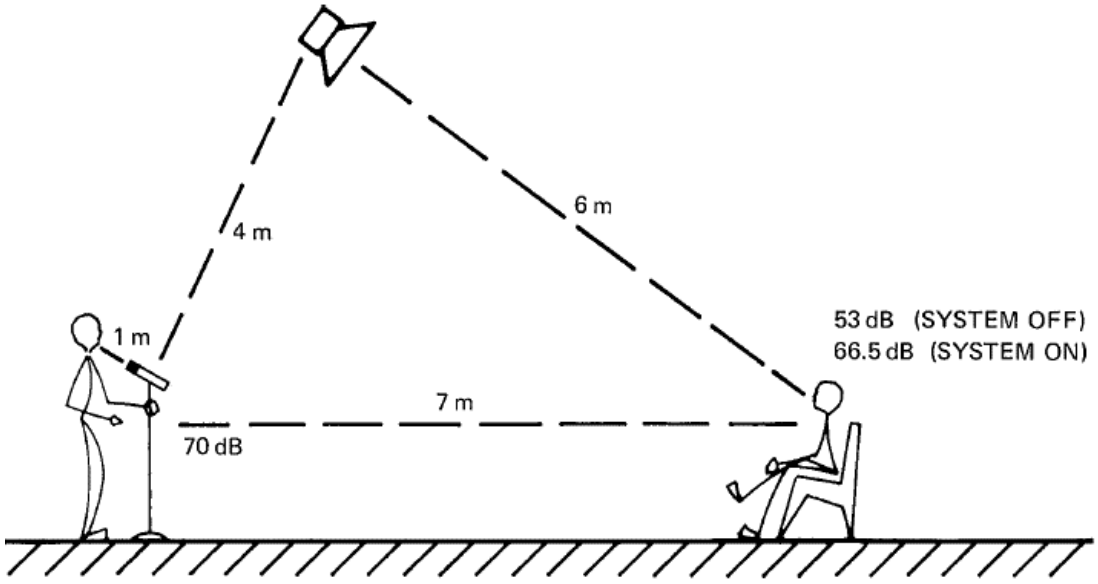
- أسرع الطرق لضمان حدوث تغيير مؤثر في المسافات هو تصغير المسافة بين المتكلم والميكرفون Ds فلو انخفضت المسافة من قدم إلى نصف قدم مثلا سنحصل على مكسب بمقدار 6dB طبقا لقانون التربيع العكسي.
- أيضا يمكن تكبير المسافة بين السماعة والمستمع أو بين الميكروفون والسماعة مع محاولة الوصول إلى ضعف المسافات دائما للوصول لرقم كبير في الـ Gain.

الأنظمة الصوتية في الهواء الطلق

تتميز هذه الأنظمة بعدم وجود انعكاسات للصوت بسبب أن المكان مفتوح، كما يمكن تطبيق نفس القواعد السابقة واستخدام نفس الرموز السابقة كما في الشكل التالي:



ولنأخذ مثال بالأرقام كما في الشكل التالي:



لاحظ أن لدينا حالتين:

الأولى في حال عدم وجود منظومة صوتية، فعندها ستكون شدة الصوت عند المستمع الذي يبعد 7 متر عن المتكلم تساوى 53ddB

$$70\ dB - 20 \log (7/1) = 70 - 17 = 53\ dB$$

على فرض أن المتكلم تبلغ شدة صوته 70dB.

أما إذا وضعنا ميكرفون على بعد متر من المتكلم وسماعة على أبعاد كما في الشكل فإننا يمكن أن نصل إلى شدة صوت قدرها 66.5 dB.

$$70 - 20 \log (6/4) = 70 - 3.5 = 66.5 \text{ dB}$$

وبدون أخذ أي Safety margin سيكون مطلوب من المنظومة الصوتية أن تعطى Gain قدره

$$66.5 - 53 = 13.5 \text{ dB}$$

خطوات تصميم النظام الصوتي العام PA

هذه المنظومة تستخدم في المباني العامة الكبيرة لتشغيل موسيقى هادئة مثلا أو لإذاعة بعض الإعلانات الهامة التي يراد أن تصل إلى عدد كبير من المستمعين، وغالبا يكون معظمهم في صالات مفتوحة، لكن يمكن أيضا أن كان بعضهم داخل غرف مغلقة.

ويمكن القول بصفة عامة أننا نحتاج لمنظومة صوتية إذا كانت المسافة بين مصدر الصوت وبين أى فرد من المستمعين تتجاوز السبع أمتار (7-meter Rule).

أساليب التصميم

هناك عدة أساليب يمكن استخدامها في التصميمات الصوتية:

1- استخدام الجداول التصميمية الخاصة بالشركات

2- استخدام قوانين الصوتيات من خلال خطوات سنشرحها تفصيلا

3- استخدام البرامج الجاهزة مثل

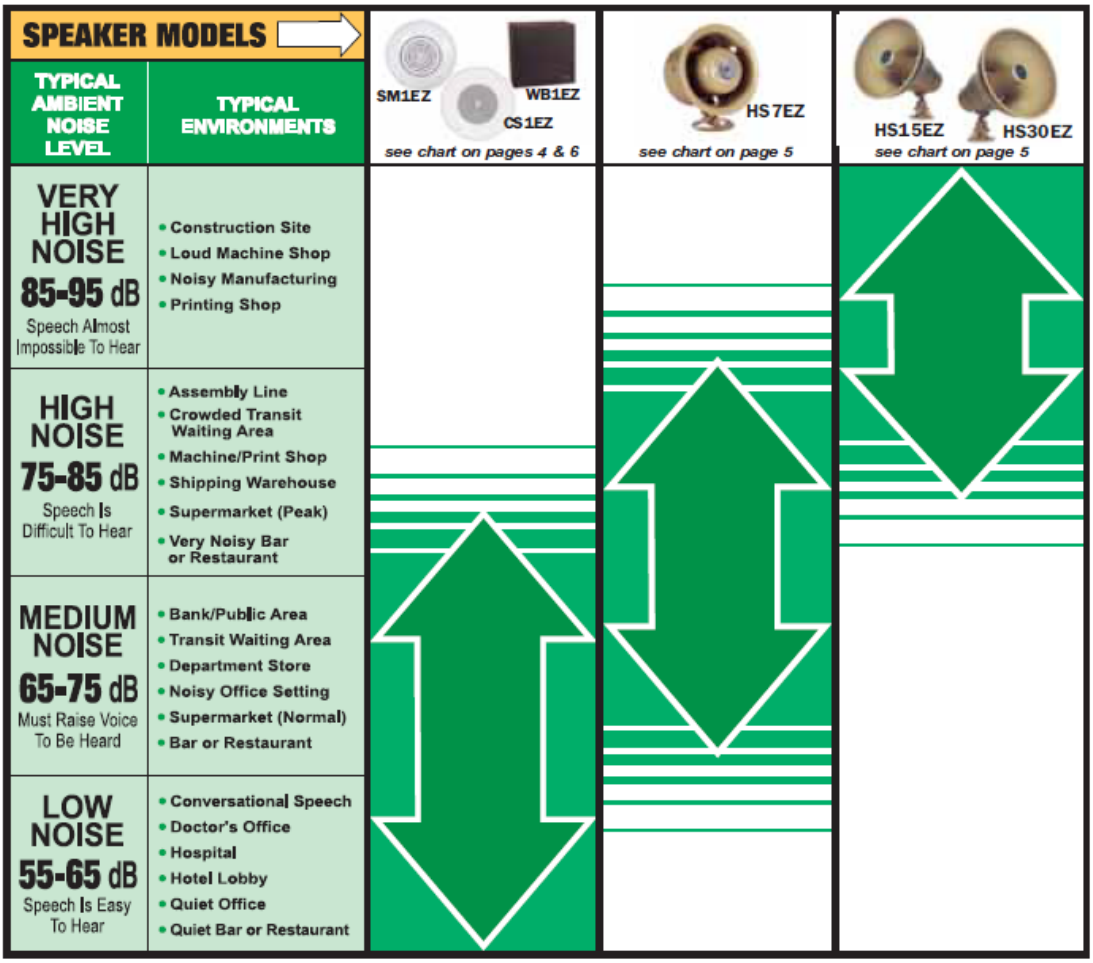
1. vision 3.0 L-Acoustics Releases Sound
2. MAPP XT System Design Tool Stardraw software.
3. Bosch/Electro-Voice Ceiling Speaker Placement
4. Calculator Yamaha Sound System Simulator Y-S³.
5. Modeler® sound system software
6. Distributed System Design (DSD) v3.5

وسنعرض أولا النوع الأول (أبسط أساليب التصميم)، وهو التصميم باستخدام كتالوجات الشركات:

خطوات الأسلوب الأول للتصميمات الصوتية

الخطوة الأولى: تحديد مستوى الضجيج ونوع السماعة وقدرتها:

يمكن تحديد مستوى الضجيج في المكان المراد تصميم نظام صوتي فيه من العمود الأيسر في الجدول التالي، ثم نحدد مبدئيا بناء على هذه المعلومة نوع السماعة (وليس قدرتها) التي نريد تركيبها (بالطبع السماعات هنا محسوبة بناء على مواصفات الشركة التي وضعت الجدول فقط وليس أي سماعة أخرى). واضح مثلا أنه إذا كان مستوى الضجيج مرتفعا فلن يصلح سوى Horn قوى للتغلب على هذا الضجيج كما في صالات الرياضية المغلقة التي بها مشجعين. أو على سبيل المثال في الشكل المرفق فإن منطقة صناعية مستوى الـ Noise فيها يصل إلى 90dB يكون الـ loudspeaker المناسب لها هو HS30EZ Horn وهكذا.



الخطوة الثانية هي حساب عدد السماعات

وبالطبع هذا يعتمد على أبعاد المبنى (الطول – العرض – الارتفاع) كما هو واضح من الجدول التالي والخاص نوع معين من السماعات. وفيه تحدد أولا طول أطول حائط (الاختيار من السطر العلوى الأفقى، وفى نفس الوقت تحدد أقصر حائط (من العمود المائل الأيمن ثم تختار عدد السماعات الذي يظهر من تقاطع القيمتين السابقتين حسب ارتفاع السقف (كل ارتفاع له لون مميز وعدد السماعات هو الذي يظهر مع اللون الذي تحدده).

فعلى سبيل المثال الحائط الذي طوله 100 قدم يتقاطع مع الحائط الذي طوله 70 قدم في ثلاث أرقام هم 12،18،27، فإذا كان ارتفاع السقف 8 أقدام سنختار 27 سماعة ثم بناء على عدد السماعات تختار قدر الـ amp، وذلك بجمع قدرة السماعات كلها.

ملحوظة:

هذا الجدول خاص بالسماعات غير المزودة بـ Tap transformer.

CS1EZ

SM1EZ

CS1EZ Ceiling Speaker
SM1EZ Surface-Mount Ceiling Speaker

Use this chart to determine the number of **CS1EZ Ceiling Speakers** and/or **SM1EZ Surface-Mount Ceiling Speakers** a particular installation will require, based on the dimensions of the area and the ceiling height.

RED for 8' Ceiling
BLUE for 10' Ceiling
GREEN for 12' Ceiling

Look Up SHORTER Dimension Of Area On This Side ↓ / Look Up LONGER Dimension Of Area On This Side →	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
20	1 1 1	2 2 1	3 2 2	4 3 2	5 3 2	6 4 3	6 4 3	7 5 3	8 5 4	9 6 4	10 6 4	10 7 5	11 7 5	12 8 5	13 8 6	13 9 6	14 9 6	15 10 7	16 10 7
30	2 2 2	4 3 2	5 4 3	6 5 3	7 5 4	8 6 4	10 6 4	11 7 5	12 8 5	13 8 6	14 9 6	15 10 7	17 11 7	18 11 8	19 12 8	20 13 9	21 14 9	22 14 10	24 15 11
40	3 2 2	6 4 3	8 5 4	9 6 4	11 7 5	13 8 6	14 9 6	16 10 7	17 11 8	19 12 8	20 13 9	22 14 10	24 15 11	25 16 11	27 17 12	28 18 13	30 19 13	31 20 14
50	4 3 2	8 6 4	10 8 5	12 9 6	14 9 7	16 10 7	18 11 8	20 13 9	22 14 10	24 15 11	26 16 11	28 18 12	29 19 13	32 20 14	33 21 15	35 23 16	37 24 17	39 25 17
60	5 4 3	9 6 4	12 9 6	14 11 7	17 11 8	19 12 8	21 14 9	24 15 11	26 17 12	28 18 13	31 20 14	33 21 15	35 23 16	38 24 17	40 26 18	42 27 19	45 29 20	47 30 21
70	6 4 3	10 7 5	14 10 7	17 12 9	19 12 9	22 14 10	25 16 11	27 18 12	30 19 13	33 21 15	36 23 16	39 25 17	41 26 18	44 28 20	47 30 21	50 32 22	52 33 23	55 35 24
80	7 5 4	11 8 5	15 11 8	19 13 9	22 15 10	25 16 11	28 18 13	31 20 14	35 22 15	38 24 17	41 26 18	44 28 20	47 30 21	50 32 22	54 34 24	56 36 25	60 38 27	63 40 28
90	8 6 4	13 9 6	17 12 8	21 15 10	25 17 11	28 19 13	32 21 14	35 23 16	39 25 17	42 27 19	46 29 20	49 32 22	53 34 24	56 36 25	60 38 27	64 41 28	67 43 30	70 45 31
100	9 6 5	14 10 7	19 13 9	24 16 11	28 19 13	31 21 14	35 24 16	39 26 17	43 28 19	47 30 21	51 33 23	55 35 24	59 38 26	62 40 28	67 43 30	71 45 31	74 47 33	78 50 35
110	10 7 5	16 11 8	21 14 10	26 18 12	31 21 14	35 24 16	39 26 18	43 29 19	47 32 21	52 33 23	56 36 25	60 39 27	65 42 29	69 44 31	74 47 33	78 50 35	82 52 36	86 55 38
120	11 8 6	17 12 8	23 15 11	28 19 13	33 22 15	38 25 17	43 28 19	47 31 21	52 35 23	56 38 25	61 39 27	66 42 29	70 45 31	75 48 33	80 51 36	85 54 38	90 57 40	94 60 42
130	12 8 6	18 13 9	24 17 12	30 20 14	35 23 16	40 26 18	45 30 20	50 33 22	55 36 24	60 39 26	66 42 30	72 46 32	76 49 34	82 52 36	87 56 38	92 59 41	97 62 43	103 66 45
140	13 9 7	20 14 10	26 18 13	32 22 15	38 25 17	43 29 19	49 32 22	54 36 24	59 39 26	65 44 29	72 49 34	77 53 37	82 56 39	88 60 41	93 63 44	99 67 46	105 70 49	110 73 51
150	14 10 7	21 15 11	28 19 14	34 24 16	40 27 19	46 31 21	52 35 24	57 38 26	63 42 29	69 46 32	76 51 36	82 55 38	88 60 42	94 64 45	100 68 47	106 72 50	112 76 53	118 79 55
160	15 10 8	22 16 11	30 21 15	36 25 18	42 29 20	49 33 23	55 37 26	61 41 28	67 45 31	73 49 34	80 54 38	87 59 41	93 63 44	100 68 47	107 72 50	114 76 53	120 80 56	125 84 58
170	16 11 8	23 16 12	31 22 16	38 27 19	45 31 22	52 35 25	58 40 28	65 44 31	71 48 34	78 53 37	85 58 41	92 62 44	99 67 47	106 72 50	114 77 54	120 81 56	127 85 59	133 89 62
180	17 12 8	24 17 12	33 23 17	40 28 20	48 33 23	55 37 26	62 42 30	68 47 33	75 51 36	82 56 39	90 61 43	97 66 46	104 71 49	112 76 53	120 81 56	128 86 60	134 90 63	142 94 66
190	18 12 9	25 18 13	34 24 18	42 30 21	50 35 24	58 40 28	65 45 31	72 50 35	79 54 38	87 59 41	95 65 45	102 70 49	110 75 52	118 80 56	127 86 60	135 91 63	142 96 66	150 100 70
200	19 13 9	26 19 13	36 25 19	44 31 22	53 37 25	61 42 29	68 48 33	76 53 37	83 58 40	91 63 44	100 69 48	107 74 52	115 80 55	124 85 59	133 91 63	141 96 67	149 101 70	156 105 73

Ceiling Speakers (CS1EZ, SM1EZ)

- Obtain the length, width, and ceiling height of the area.
- Look up where the **length** and **width** of the area meet on the chart.
- You will find three color-coded numbers. Use the **red** number for 8 ft. ceilings, **blue** for 10 ft. ceilings, and **green** for 12 ft. ceilings. The color-coded number that corresponds to the area's **ceiling height** is the general number of speakers the installation requires.

The **minimum amplifier power** needed (in watts) is equal to the total number of CS1EZ or SM1EZ speakers required in the area for uniform coverage.

Amplifier Power (min.) = Number of CS1EZ or SM1EZ Speakers

Example:

An office area, using CS1EZ Ceiling Speakers *(or SM1EZ Surface-Mount Ceiling Speakers)*, is 100 feet long by 70 feet wide by 10 feet high. Crisscross the length *(100 feet)* and width *(70 feet)* on the chart. You will find three color-coded numbers: 27, 18, and 12. Since blue numbers are used for ceiling heights of 10 feet, 18 is the recommended quantity of CS1EZ speakers needed for this application. This number – 18 – is also the minimum amplifier power needed *(in watts)* for this area.

27
18
12

NOW, TURN TO PAGE 7 TO SELECT AMPLIFIER.

(لاحظ أن كل الجدول خاص بنوع معين من السماعات فعلى سبيل المثال فإن السماعات الحائطية (خاصة بموديل معين هو الظاهر في الشكل)يمكن اختيار عددها من الجدول التالي (وهو بالطبع مختلف عن الجدول السابق).

WB1EZ Wall Baffle Speaker

Use this chart to determine the number of **WB1EZ** speakers a particular installation will require, based on the dimensions of the area.

Look Up SHORTER Dimension Of Area On This Side ↓ / Look Up LONGER Dimension Of Area On This Side →	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
20	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6
30	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	
40	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	13		
50	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17			
60	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
70	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23					
80	11	12	13	15	16	17	19	20	21	23	24	25	27						
90	14	15	16	18	20	21	23	24	26	27	28	30							
100	17	18	20	22	23	25	27	28	30	32	33								
110	20	22	24	26	28	29	31	33	35	37									
120	24	26	28	30	32	34	36	38	40										
130	28	30	33	35	37	39	42	44											
140	33	35	37	40	42	45	47												
150	33	40	43	45	48	50													
160	43	45	48	51	52														
170	48	52	54	56															
180	54	58	60																
190	60	64																	
200	66																		

Wall Baffle Speaker (WB1EZ)

- Obtain the **length** and **width** of the area.
- Where the length and width of the area crisscross on the chart, you will find the typical **number of speakers** that the installation requires.

The **minimum amplifier power** needed *(in watts)* is equal to the total number of WB1EZ speakers required in the area for uniform coverage.

Amplifier Power (min.) = Number of WB1EZ Speakers

Example:

An area's dimensions are 150 ft. long by 110 ft. wide. Crisscross these two dimensions on the chart and you will find that 28 WB1EZ Wall Baffle Speakers are needed for this application. This number – 28 – is also the minimum amplifier power needed *(in watts)* for this area.

Mixed Speaker Type Applications

For applications with more than one type of speaker:

- Determine the number of speakers and the minimum amplifier power needed for each type of speaker separately.
- Add together the minimum amplifier power needed for each type of speaker to obtain the minimum amplifier power needed for the entire application.

Example:

An application requires 10 SM1EZ Surface-Mount Ceiling Speakers *(minimum amplifier power needed is 10 watts)*, 5 HS15EZ Horn Loudspeakers *(minimum amplifier power needed is 75 watts)*, and 10 WB1EZ Wall Baffle Speakers *(minimum amplifier power needed is 10 watts)*. Add together the minimum amplifier power needed for each type of speaker: 10 watts + 75 watts + 10 watts. The sum is 95 watts. This is the minimum amplifier power needed *(in watts)* for the entire application.

كما أن الـ Horns لها أيضا جداولها كما في الشكل التالي ومنه تختار العدد المناسب من هذا النوع حسب المساحة، كما يعطيك الجدول أيضا الحد الأدنى لقدرة الـ Amp.

HS15EZ Horn Loudspeaker

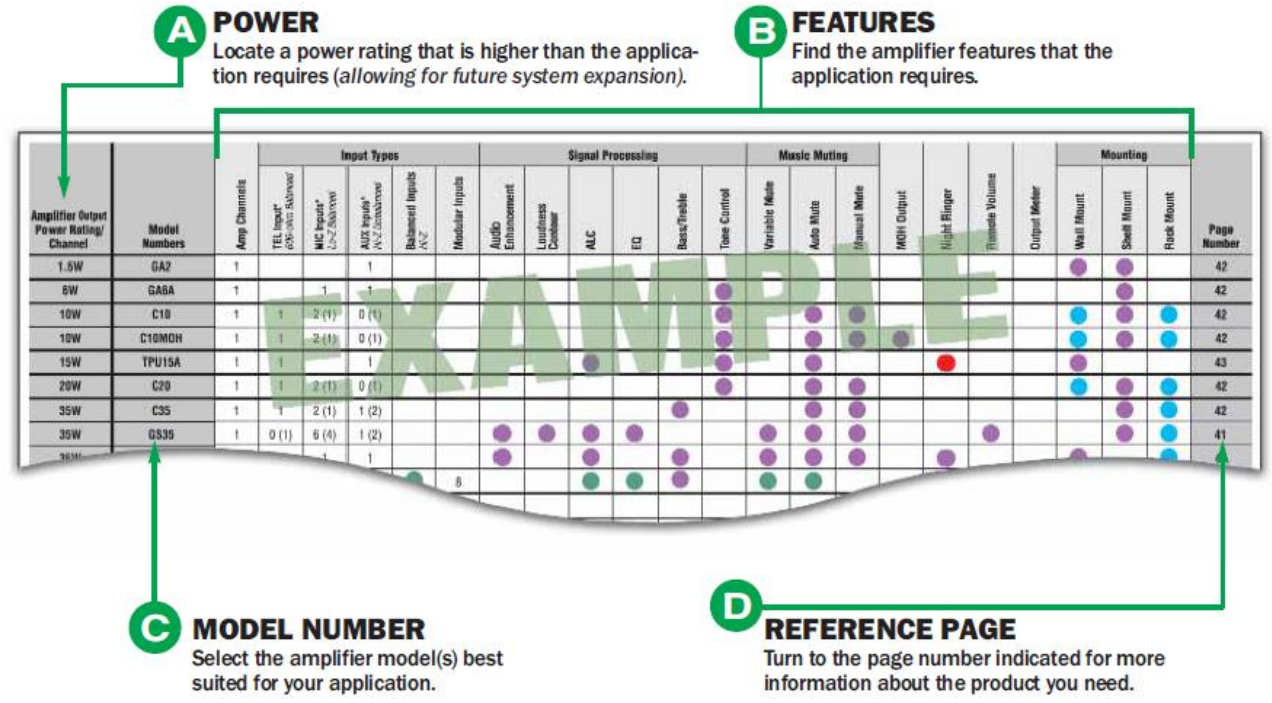
Use this chart to determine the number of HS15EZ Horn Loudspeakers a particular installation will require, based on the size of the area and the ambient noise level of the environment.

HORN QTY. & MIN. POWER (WATTS) BASED ON AMBIENT NOISE		SIZE OF AREA TO BE COVERED (THOUSANDS OF SQUARE FEET)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75–85 dB High Noise – speech is difficult	HORNS	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	15	16	17
	POWER	15	30	45	60	75	75	90	105	120	135	150	150	165	180	195	210	225	225	240	255
85–95 dB Very High Noise – speech almost impossible	HORNS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	POWER	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600

The # in **BLUE** is the # of speakers.

The # in **RED** is the minimum amplifier power required.

الخطوة التالية هي تحديد الـ Amp المناسب من الجدول التالي باختيار قدرة أعلى من مجموع قدرات السماعات وتحديد الميزات features المطلوبة:



وفى حالة استخدام سماعات لها أكثر من tap ففي هذه الحالة يمكن استخدام الجدول التالي من نفس الشركة السابقة لكن لنوع مختلف من السماعات كما ذكرنا.

CEILING SPEAKERS

To determine the number of ceiling speakers your installation requires, simply divide the area's total square footage by the speaker coverage as indicated in this chart.

Ceiling Height (ft.)	Coverage (sq. ft.)
8	250
10	400
12	580
14	780

Total Area (Sq. ft.) ÷ Speaker Coverage = # of Speakers

WALL BAFFLE SPEAKERS

To determine the number of wall baffle speakers your installation requires, simply divide the area's total square footage by 600 square feet.

Coverage is 600 sq. ft. per speaker

Total Area (Sq. ft.) ÷ 600 Sq. ft. = # of Speakers

HORN LOUDSPEAKERS

To determine the number of horn loudspeakers your installation requires, simply divide the area's total square footage by the speaker coverage as indicated in the chart below.

See chart below

Total Area (Sq. ft.) ÷ Speaker Coverage = # of Speakers

2 Determining Taps

To determine tap settings, use the appropriate chart.

Recommended Ceiling Speaker Tap Settings

Ambient Noise Range	Ceiling Height (ft.)			
	8	10	12	14
Low Noise (55 dB-65 dB)	1/2W* 1/4W*	1/2W* 1/4W*	1W	1W
Medium Noise (65 dB-75 dB)	1W* 1/2W*	1W* 1/2W*	2W	4W
High Noise (75 dB-85 dB)	4W			
Very High Noise (85 dB-95 dB)				

*SM4T Tap Settings *S86/S810 Tap Settings

Recommended Wall Baffle Tap Settings

Ambient Noise Range	Tap Setting
Low Noise (55 dB-65 dB)	1W
Medium Noise (65 dB-75 dB)	4W
High Noise (75 dB-85 dB)	
Very High Noise (85 dB-95 dB)	

Recommended Horn Tap Settings

	Ambient Noise Range	Speaker Power Taps (Watts)	Coverage (sq. ft.)
SPT5A	Low Noise (55 dB-65 dB)	1.25W	6,500
	Medium Noise (65 dB-75 dB)	7.5W	6,500
SPT15A	Medium Noise (65 dB-75 dB)	.9W	7,000
	High Noise (75 dB-85 dB)	3.8W	6,500
	Very High Noise (85 dB-95 dB)	15W	2,500
SPT30A	High Noise (75 dB-85 dB)	3.8W	7,000
	Very High Noise (85 dB-95 dB)	30W	5,500

3 Determining Amplifier Power

To determine the total power your installation will require, simply multiply the number of speakers by the tap wattage.

Total Speakers X Tap Wattage = Minimum Amplifier Power

See page 75 for Wire Loss Information

الأسلوب الثاني للتصميمات:

وهو يتميز بأنه أكثر تفصيلا من الأسلوب الأول ولا يرتبط بشركة معينة، ويصلح للمشروعات العامة. وهو يتكون من عدة خطوات:

1- **تحديد شدة الضوضاء بالمكان**
2- **تحديد** الـ dB المطلوب في المكان
3- اختيار نوع وقدرة السماعة المناسبة لارتفاع السقف وشدة الصوت المطلوب
4- توزيع السماعات حسب القواعد التي نعرضها لاحقا.
5- تجميع السماعات في Zones
6- حساب عدد السماعات في كل zone، واختيار الـAmp المناسب.
7- اختيار نظام التحكم Matrix/Mixer.

وفيما يلى تفصيل هذه الخطوات:

الخطوة الأولي: تحديد مستوى الضوضاء الموجودة

يجب في البداية معرفة درجة الضوضاء الموجودة في بالمكان باستخدام القيم التقريبية في الجدول التالي:

Typical Ambient Noise Level			Typical Environments	
Very High Noise	85-95 dB	Speech Almost Impossible To Hear	Construction Site Loud Machine Shop Noisy Manufacturing Printing Shop	95 dB
High Noise	75-85 dB	Speech is Difficult To Hear	Assembly Line Crowded Bus/Transit Waiting Area Machine Shop Shipping/Warehouse Supermarket (Peak Time) Very Noisy Restaurant/Bar	85 dB
Medium Noise	65-75 dB	Must Raise Voice to be Heard	Bank/Public Area Department Store Noisy Office Restaurant/Bar Supermarket Transportation Waiting Room	75 dB
Low Noise	55-65 dB	Speech is Easy To Hear	Conversational Speech Doctor's Office Hospital Hotel Lobby Quiet Office Very Quiet Restaurant/Bar	65 dB 55 dB

الخطوة الثانية: تحديد الارتفاع dB المطلوب في الصوت

بعد تحديد نسبة الضوضاء في المكان نختار قيمة الارتفاع في الـdB () المناسب حتي نتمكن من سماع الصوت تحت ظروف العمل وغالبا يكون أعلى بمقدار + 5 أو +10 (dB) زيادة عن ضوضاء المكان. وفي نظام مثل Paging يجب أن تكون الزيادة عن مستوي الضوضاء الموجود لا تقل عن 10 dB للحصول علي درجة صوت واضحة.

الخطوة الثالثة: اختيار نوع السماعة المناسبة

يتم تصنيف السماعات كالاتي:

سماعات سقفية : يوجد منها نوعين اما في السقف الصناعي او السقف الخرساني و هي الافضل من حيث القدرة علي توزيع الصوت بطريقة جيدة	
سماعات حائطية داخل الغرف غالبا ما تستخدم في الاماكن ذات الارتفاعات العالية او حين لا نستطيع تركيب سماعات سقفية لشكل السقف او لصعوبة تمرير الاسلاك كقاعات مؤتمرات ... توزيع الصوت يكون علي مسافة امتار من السماعات للامام و بالتالي هو غير مفضل في حالة استطعنا استخدام السماعات السقفية تكون افضل	
سماعات معلقة تستخدم في الاسقف العالية و تعلق في الارتفاعات المناسبة للوصول لمستوي الصوت المطلوب مع العلم ان هذا النوع غير منتشر	
مكبر الصوت horn تستخدم خارج المبني	

الخطوة الرابعة: اختيار قدرة السماعة

يتوقف ذلك على ارتفاع السقف الذي ستركب فيه وكذلك شدة الصوت SPL المطلوب في المكان، وتتوقف القدرة أيضا على موديل السماعة من كتالوج الشركة كما في المثال التالي.

مثال:

إذا فرض أن ارتفاع السقف في أحد المشروعات يساوى (14 قدم)، وكانت شدة الصوت المطلوبة تساوى (SPL=85 dB)، فحسب الجدول المنقول من كتالوج إحدى الشركات تكون قدرة السماعة المناسبة هي 2W، وهى قيمة الـ Transformer tap.

SPEAKER		Typical System SPL at Selected Mounting Height										TAP
		26'	24'	22'	20'	18'	16'	14'	12'	10'	8'	
Model 32 and Model 32SE @90deg.	dB	90	91	92	93	94	96	97	99	102	106	32w
		87	88	89	90	91	93	94	96	99	103	16w
		84	85	86	87	88	90	91	93	96	100	8w
		81	82	83	84	85	87	88	90	93	97	4w
		78	79	80	81	82	83	85 ❷	87	90	94	2w
		75	76	77	78	79	80	82	84	87	91	1w

وكقاعدة عامة:

فى الأماكن الهادئة (من 50–70 dB) نستخدم سماعات سقف قدرة نصف وات

أما الأماكن العامة فيمكن الاسترشاد بالقواعد التالية:

speakers should be tapped around 2 watts. ،A. For basic background music

tap the speakers at 4 to 8 watts ،B. For Foreground music

tap the speakers at 8 watts. ،C. Outdoor applications

الخطوة الخامسة: توزيع السماعات

الخطوات التالية تعتبر هي الخطوات الأساسية في تصميم مشروعات الـ Public Addressing.، فكل ما سبق يمثل معلومات، أما مجموعة الخطوات التالية فتمثل الجانب العملى، وفيه يتم عرض كيف يتم توزيع السماعات، لأنه بناء على هذا التوزيع سيتم اختيار الـ amplifier ومن هنا نقول أن توزيع السماعات هو عصب التصميم الصوتي.

وقواعد توزيع السماعات وانتشار الصوت منها يشبه كثيرا انتشار الضوء من الكشافات، فكما أنه إذا كان الكشاف مثبتا في سقف مرتفع فإننا نحتاج لكشاف ذي قدرة عالية كذلك السماعات يزاد الـ Watt لها كلما كان السقف مرتفعا وكلما احتجت إلى شدة صوت أعلى.

وكما أن كشاف الإضاءة له زاوية انتشار للضوء فكذلك السماعات لها زاوية alpha، α لانتشار الصوت من خلالها. والمسافة التقديرية بين السماعات D تتوقف على هذه الزاوية α، وعلى ارتفاع السقف H طبقا للمعادلة التالية:

$$D = 2(H-1) \times tan\frac{\alpha}{2}$$

ومن كتالوج السماعة يمكن أن تجد المسافة المناسبة بين كل سماعتين مباشرة من الكتالوج دون الحاجة للتعويض في المعادلة. كما سنرى في الفصل الخاص بالتصميمات الصوتية.

أما إذا كان السقف مرتفعا جدا فيمكن حينئذ تعليق السماعات على الحائط كما في المساجد ذات السقف المرتفع. والمعادلة المستخدمة بالطبع تكون مختلفة عن المعادلة السابقة، فالمسافة في هذه الحالة تعتمد على:

1- الفرق بين شدة ضغط الصوت المطلوبSound Pressure Level، SPL في المكان وهى قيم قياسية معروفة ولها جداول على سبيل المثال غرف الحاسبات مثلا مطلوب أن يكون شدة الصوت فيها 55 dB

2- وأقصى شدة ضغط الصوت يصدر من السماعة وهذا الرقم نحصل عليه من الكتالوج فتجد مثلا سماعة لها SPL = 90 dB مثلا.

ثم بعد معرفة القيم السابقة نعوض في المعادلة التالية

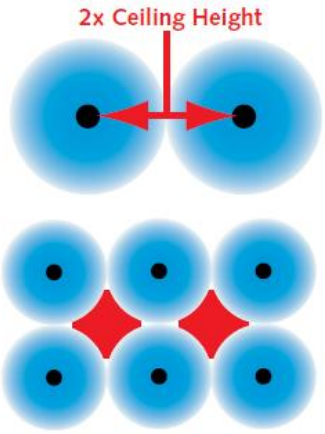
$$SPL_{req} = SPL_{max} - 20\ log\ D$$

ونلاحظ بالطبع أنه كلما كان SPL للسماعة عاليا كلما كانت المسافة بين كل سماعتين أكبر. وكما ذكرنا سابقا فإن أغلب الكتالوجات تعطيك هذه المسافة دون الحاجة للتعويض في المعادلة كما أن الكتالوجات تحدد لك السامعة المناسبة للمكان حسب شدة الضوضاء الموجودة بالمكان كما سنرى لاحقا في فصل التصميمات.

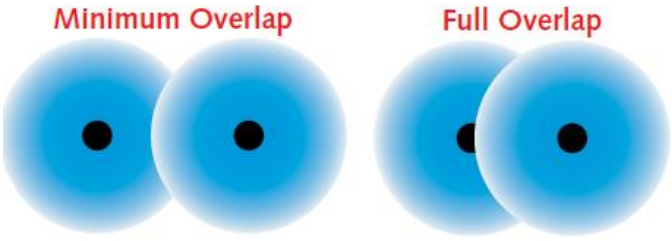
وهناك طريقتان للوصول إلى التوزيع الأمثل للسماعات السقفية: الطريقة الأولى بتقدير المسافات البينية بين السماعات، والطريقة الثانية باستخدام المساحة التي تغطيها كل سماعة على حدة.

الطريقة الأولى

في هذه الطريقة يتم اعتبار المسافة بين كل سماعتين تساوى حاصل ضرب (2 أو 1.5 أو 1) في ارتفاع السقف:



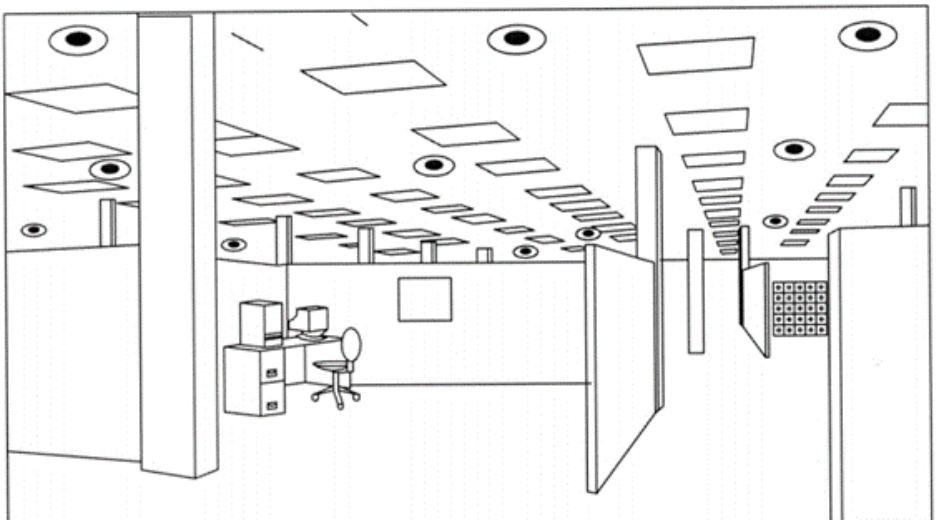
- فإذا اخترت الاختيار الأول (ارتفاع السقف في 2) فهو يمثل الحد الأدنى للتوزيع المقبول كما هو واضح من الشكل التالي.لاحظ ظهور مناطق يكون الصوت فيها ضعيفا جدا وهى التي نسميها Dead Zones، وتظهر باللون الأحمر في الشكل المقابل.
- أما الاختيار الثاني والثالث فهما يمثلا درجات مختلفة لـ Overlap بين السماعات بحيث لا تكون هناك أي مناطق يمكن أن تسمى Dead Zones، وبالطبع فعند ترك مسافة قدرها ارتفاع السقف فهذا هو الأفضل في عملية الـ Overlap. كما هو واضح من الشكل التالي.



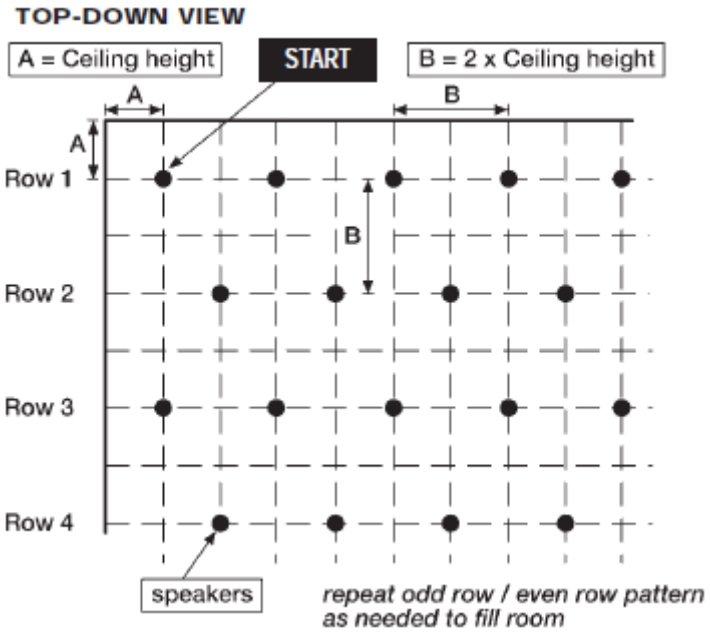
كما أن البعض قد يستخدم قواعد أخرى لحساب المسافات بين السماعات، فهناك مثلا من يطبق القاعدة المبسطة التي خلاصتها أن تطرح طول الشخص من ارتفاع السقف ثم تضرب الناتج في 2 لتحصل على المسافة المثلى بين السماعات. على سبيل المثال لو كان ارتفاع السقف 300 سم وارتفاع الشخص (أذنه) تساوى 150 سم، فإن المسافة المثلى بين السماعات في هذه الغرفة تحسب كالتالي

300 – 150 = 150 x 2 300 cm

وغالبا يكون ارتفاع السقف في المباني العامة في حدود من 3.5 متر إلى 4 متر ويقدر ارتفاع الشخص بحوالي 150 سم، وبالتالي تكون المسافة بين السماعات السقفية في حدود 5 متر.



لكن كما ذكرنا سابقا فإنه، لسهولة التوزيع، غالبا تترك مساحة قدرها ضعف ارتفاع السقف بين كل سماعتين لتسريع وتقليل الحسابات التقريبية كما في الشكل التالي:



حيث يبدا التوزيع بالسماعة الأولى من اليسار في الصف الأول فتبعد عن الحائطين مسافة تساوى تقريبا ارتفاع السقف، ثم تترك مسافة قدر ضعف ارتفاع السقف بينها وبين السماعة التالية وهكذا حتى ينتهى الصف الأول ثم تترك مسافة قدر ضعف ارتفاع السقف بين كل الصف الأول والثاني وهكذا كما في الشكل.

أما في حالة السماعات الحائطية فتوزع كما في الشكل التالي

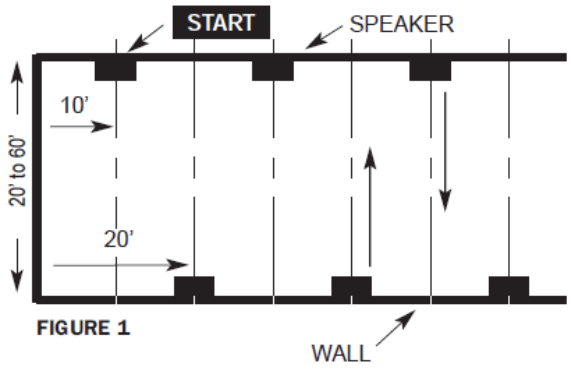
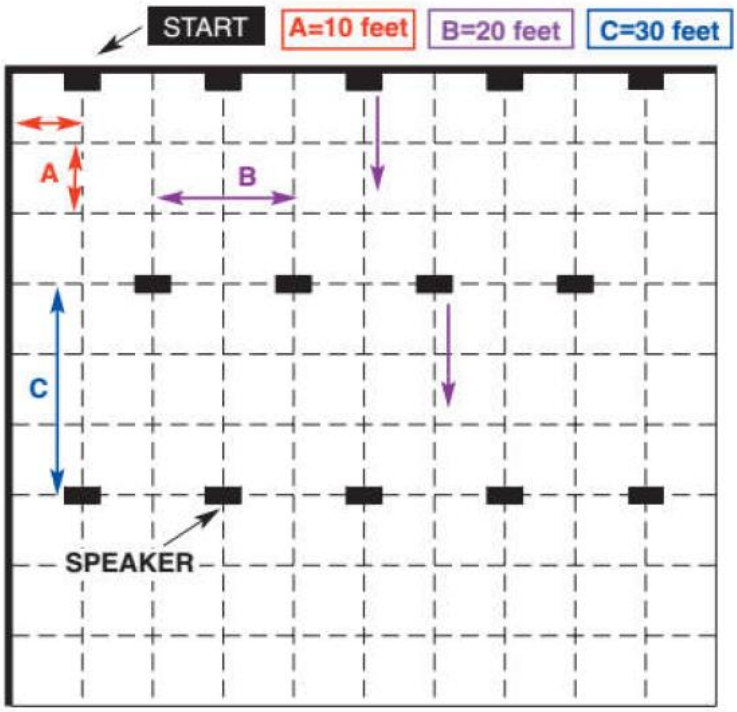


FIGURE 1

وفى حال كانت المسافة بين الحائطين أكبر من 30 متر نستخدم سماعات سقفية أيضا كما في الشكل



الطريقة الثانية لتوزيع السماعات

في هذه الطريقة يتم التوزيع بأسلوب آخر، وذلك بحساب المساحة التي تغطيها السماعة الواحدة، والتي يمكن حسابها بتطبيق القاعدة المبسطة التالية

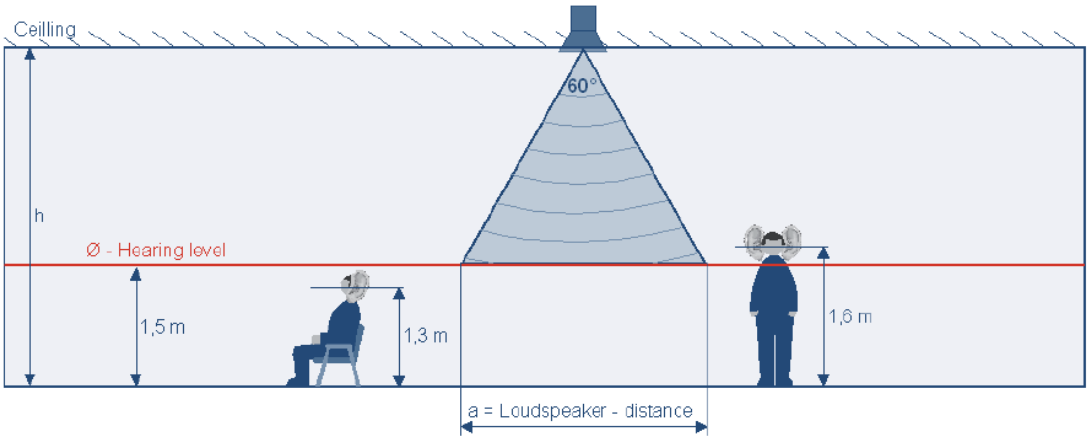
$$A = \pi \times R^2$$

حيث نصف القطر = ارتفاع السقف – طول الشخص (ارتفاع إذنه تحديدا)

وبناء على معرفة المساحة التي تغطيها كل سماعة يمكن حساب عدد السماعات من العلاقة التالية

$$No.of\ Speakers = \frac{Area\ of\ the\ Space}{Area\ Covered\ by\ a\ speaker}$$

وبالطبع فإن المساحة التي تغطيها كل سماعة تتوقف على زاوية انتشار الصوت في السماعة، ولتقليل حجم الحسابات فإن معظم الشركات تعطى جداول جاهزة يمكن منها تقدير المساحة التي تغطيها كل سماعة حسب زاوية توزيع الصوت من السماعة، ففى حالة كون الزاوية تساوى 60 درجة مثلا يمكن استخدام الجدول التالي



Ceiling height	3 m	3.5 m	4 m	4.5 m	5 m	5.5 m	6 m
Loudspeaker distance a	1.8 m	2.2 m	3 m	3.6 m	4.2 m	4.8 m	5.4 m
Supply area	3 m^2	5 m^2	9 m^2	13 m^2	18 m^2	23 m^2	29 m^2

واضح أنه كلما زاد ارتفاع السقف (موضع السماعة) كلما زادت المساحة المغطاة بالسماعة الواحدة، ففى حالة كان ارتفاع السماعة 6 متر مثلا ستكون المساحة التي تغطيها كل سماعة (من النوع الذي له زاوية توزيع تساوى 60 درجة) تساوى 29 متر مربع، وهى تكافئ مسافة أفقية تحت السماعة قدرها 5.4 متر كما هو موضح في الجدول.

ومعظم المعلومات (المواصفات – المساحة التي تغطيها إلخ) السابقة تجدها جاهزة في كتالوج السماعة السقفية، كما في الشكل التالي

F-101C/M Specifications

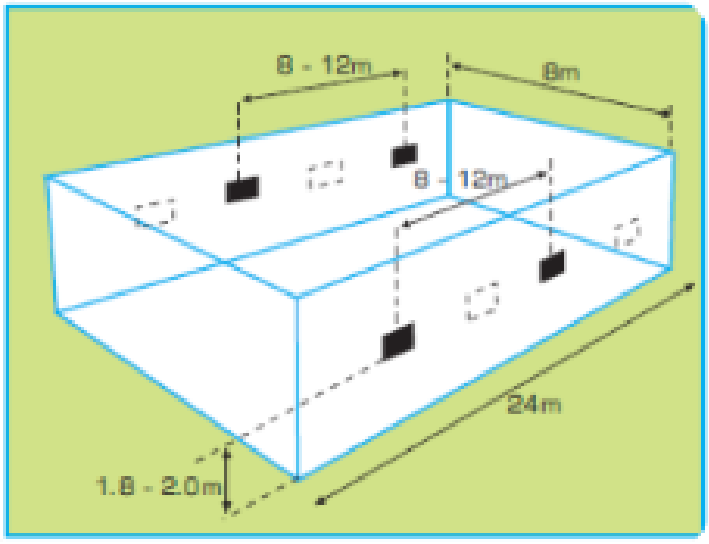
F-121C/M Coverage And Spacing

Height Above Listener h-l (ft)	Coverage Area (sq. ft)	Spacing (ft)				
		Edge to Center Overlap	Min. Overlap (square)	Min. Overlap (hex)	No Overlap	Max. On-Axis SPL
2	38	3	5	6	7	107
3	85	5	7	9	10	104
4	151	7	10	12	14	101
5	236	9	12	15	17	99
6	339	10	15	18	21	98
8	603	14	20	24	28	95
10	942	17	24	30	35	93
12	1357	21	29	36	42	92
14	1847	24	34	42	48	90
16	2413	28	39	48	55	89
18	3054	31	44	54	62	88
20	3770	35	49	60	69	87

حساب المسافات بين سماعات الحائط

القواعد المستخدمة لتوزيع السماعات الحائطية هي:

1- الأصل أن تعلق السماعات على حائط واحد فقط
2- يفضل أن تعلق على أطول حائط في الغرفة
3- تعلق السماعات علي ارتفاع 1.8 – 2 متر
4- وفي الغرف الكبيرة التي عرضها أكبر من 8 متر تعلق السماعات بحيث تكون متقابلة وليست وجها لوجه على الحوائط حتي تغطي أكبر مساحة ممكنة



ولحساب المسافة بين كل سماعتين على الحائط يمكن تطبيق المعادلة التالية:

$$SPL(Req) = SPL(Speaker) - 20\ logD$$

وبالطبع تحتاج أن تعرف شدة الصوت المطلوب وأن تعرف (من الكتالوج) شدة الصوت للسماعة الحائطية المستخدمة ثم نعوض في المعادلة لنحسب المسافة D بين كل سماعتين

Wall-mount Speakers

BS-1030B/W

BS-1030B/W Specifications	
Coverage Angle	100° H x 100° V
Frequency Response	80 Hz – 20 kHz
Sensitivity (1 W / 1 m)	90 dB
Power Handling	Transformer: 30 W 8 Ω Direct: 30 W pink noise
Transformer Taps	70.7/100 V: 5, 10, 15, 20, 30 W
Components	LF: 4.7" cone HF: 1" balanced-dome
Installation Accessories	Mounting bracket included WCB-12/W swivel bracket (optional)

BS-1030B/W Coverage and Spacing					
Height Above Listener h-l (ft)	Downward Tilt (degrees)	Coverage Area (sq. ft)	Coverage Depth (ft)	Maximum Spacing for Rated Coverage Depth (ft)	Max. SPL for Farthest On-Axis Listener (dB)
2	10	103	11	19	94
3	10	231	17	29	90
4	10	410	23	39	88
5	10	641	28	48	86
4	20	101	11	20	94
5	20	158	14	25	92
6	20	227	16	29	90
8	20	404	22	39	88
10	20	631	27	49	86
8	30	186	14	27	91
10	30	291	17	34	89
12	30	419	21	40	87

الخطوة السادسة: تكوين الـ Zones

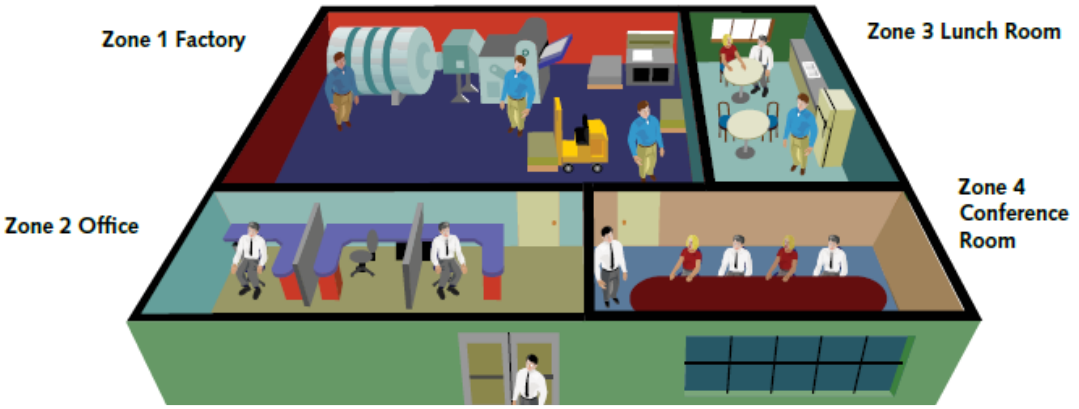
يتم بعد ذلك تجميع السماعات معا فيما يسمي بال zone، بحيث أن السماعات التي نرغب في أن تبث معا من نفس مصدر الصوت توضع معا في نفس الـ Zone، فمثلا في مشروع مستشفى تكون ممرات الدور معا و يتم بث موسيقي خلفية أو نداء علي الأطباء و يكون ذلك منفصلا عن مكان انتظار عيادات الذي يتم فيه النداء علي أرقام المنتظرين. أما في مشروع مثل مول فإن جميع المناطق العامة بالدور معا تبث موسيقي خلفية أو إعلان.

وأهمية تكوين الـ Zones تكمن في اختلاف مستوى الصوت المطلوب في منطقة عن أخرى فلو تم توحيد المستوى ستجد منطقة هادئة فيها الصوت مرتفع جدا ويسبب الألم، لذا يجب أن تقسم المناطق بحيث يمكن التحكم في مستوى الصوت من خلال الـ amp الخاص بكل منطقة على حدة.

الخطوة السابعة: اختيار الـ Amplifier

يتم توصيل ال Zones التي تم تكوينها في المرحلة السابقة علي Amplifiers و هي مقوية للصوت و يتم توصيفها بال Watt المطلوب لل Zone

مثلا لو Zone بها 10 سماعات كل سماعة 6 وات تصبح القدرة المطلوبة 60 وات. لكن عمليا يتم اختيار Amplifiers بقدرة أكبر بنسبة تتراوح بين 40: 25% من مجموع قدرة السماعات.



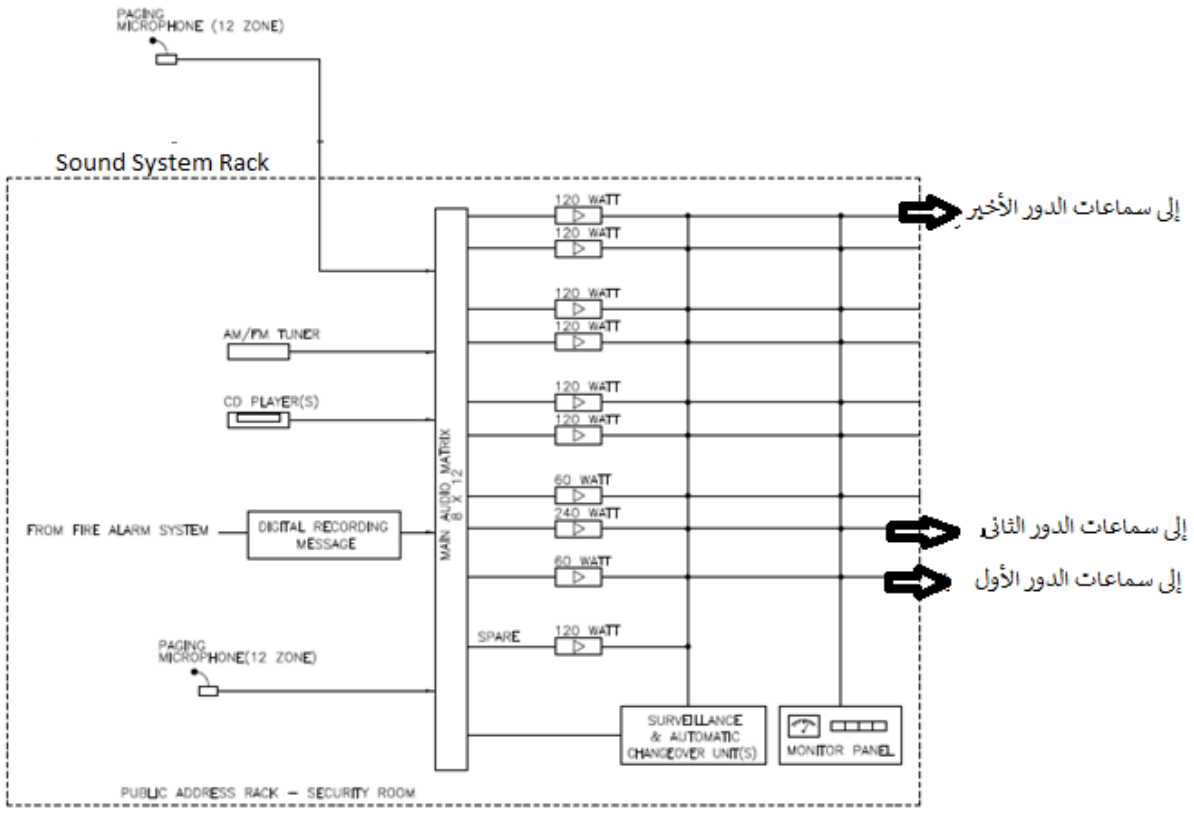
الخطوة الثامنة: اختيار جهاز التحكم الرئيسي للنظام

بشكل مبسط توجد وحدتين رئيسيتين يتم استخدامهم أما MATRIX أو MIXER :

MIXER: جهاز ممكن يكون له أكثر من (CD ، MIC، FM،) INPUT و له OUTPUT واحد. بمعنى أن كل الناس ستسمع نفس الصوت، وهو يمكن أن يستخدم في قاعات المحاضرات كنظام صوت للقاعة فقط أو الأماكن الصغيرة.

MATRIX : جهاز ممكن يكون له أكثر من (CD، MIC، FM) INPUT و له أكثر منOUTPUT . ويستخدم في معظم الأماكن الكبيرة (مول، مستشفى،. ...) بحيث أنه في الوقت الذي يكون في الممر موسيقي خلفية يمكن أن يكون في عدة أدوار نداءات أخرى و هكذا.

والشكل التالي يعطى مزيدا من التفصيل على علاقة مكونات النظام الصوتي ببعضها.



الخطوة الأخيرة: اختيار الكابلات

فى الغالب نستخدم كابلات2mm (تكافئ كابلات 14AWG في الجدول التالي(والذي منه يمكن تحديد أقصى طول حسب مقاومة السماعة كما هو مبين بالجدول.

Maximum wire lengths for two conductor copper wire[4]

Wire size	2 Ω load	4 Ω load	6 Ω load	8 Ω load
22 AWG (0.326 mm^2)	3 ft (0.9 m)	6 ft (1.8 m)	9 ft (2.7 m)	12 ft (3.6 m)
20 AWG (0.518 mm^2)	5 ft (1.5 m)	10 ft (3 m)	15 ft (4.5 m)	20 ft (6 m)
18 AWG (0.823 mm^2)	8 ft (2.4 m)	16 ft (4.9 m)	24 ft (7.3 m)	32 ft (9.7 m)
16 AWG (1.31 mm^2)	12 ft (3.6 m)	24 ft (7.3 m)	36 ft (11 m)	48 ft (15 m)
14 AWG (2.08 mm^2)	20 ft (6.1 m)	40 ft (12 m)	60 ft (18 m)*	80 ft (24 m)*
12 AWG (3.31 mm^2)	30 ft (9.1 m)	60 ft (18 m)*	90 ft (27 m)*	120 ft (36 m)*
10 AWG (5.26 mm^2)	50 ft (15 m)	100 ft (30 m)*	150 ft (46 m)*	200 ft (61 m)*

جدول كميات المنظومة الصوتية

الجدول التالي يمثل نموذجا لجدول حصر الكميات التي ظهرت في المخطط السابق، فلدينا Matrix 8/12 أي له 8 مداخل و12 مخرج، ولدينا وحدة تسجيل رسائل صوتية و CD Player (من أنواع الـ Inputs)، كما يظهر بالجدول عدد Amp 7 بقدرة 120 وات وثلاثة أخرى ن بقدرة 60 وات وواحد بقدرة 240 وات، وبالطبع اختلفت القدرات حسب عدد السماعات المتصلة بكل واحد منهم. وعدد السماعات السقفية بهذا المشروع 181 سماعة قدرة كل واحدة منهم 3 وات أو 6 وات (لديك اختيارين)، إلخ.

Public address system		
Supply, install, testing, commissioning, put into operation Public Address system including the following items complete with cables, wires, conduits, boxes, pull boxes as indicating on the specifications and method of measurement including all necessary accessories for fully functional integrated systems.		
Audio matrix 8/12	L.S	1
Audio Mixer 4/1 for gym area	L.S	1
Paging Microphone [12] Zone, desktop type	No.	2
Digital message recording unit	No.	1
Monitor Panel 12 Zones	No.	1
Power amplifier [120] Watt	No.	7
Power amplifier [240] Watt	No.	1
Power amplifier [60] Watt	No.	3
Ceiling mounted speaker [3/6] watt, [Fire rated][with Fire dome]	No.	181
Weatherproof Ceiling mounted speaker [3/6] watt, [Fire rated][with Fire dome]	No.	11
Public address rack	No.	2
AM/FM Tuner	No.	1
CD Player	No.	2
Spare parts	LS	1

Page 7

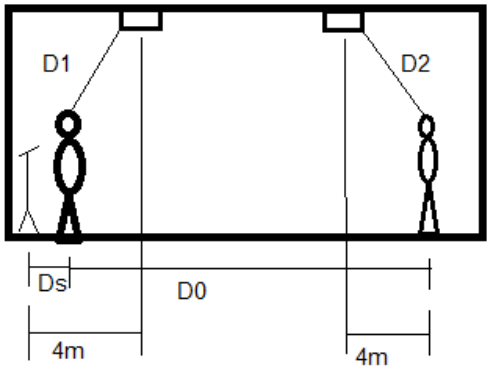
أمثلة تطبيقية:

الأنظمة الصوتية في المساجد

يمكن تصميم النظام الصوتي في المسجد بطريقتين:

- الأولى على اعتبار أنه حجرة مغلقة وبالتالي سيتم تطبيق أسلوب تصميم غرف الاجتماعات السابق شرحه.
- الثانية على اعتبار أن النظام الصوتي كأنه public addressing وبالتالي سيتم تطبيق القواعد المشروحة في الجزء الثاني من هذا الفصل.

الطريقة الأولى:



فلو فرضنا أن لدينا مسجد أبعاده 20*16*4 m وباعتبار أن الإمام هو المتكلم وبالتالي يبعد عن السماعة بمسافة D_1 وعن الميكرفون بمسافة Ds وأن المستمع في نهاية المسجد يبعد عن السماعة بمقدار D_2 كما في الشكل:

Required level of sound in the mosque =65dB

D_2= 4m ،D_1= 3m ،NOM=1 ،D_0=15m ،D_s=1m

L’ = L+20 log D – 20 log D’

= 65 +20 log 4 -20 log 16 =53dB at D’ =16m

NAG=L’- L=53 – 65= -12dB (a loss of 12dB)

وهذا يعنى أننا نحتاج لمنظومة صوتية تعوض هذا النقص في الـ Gain الذي قدرة 12 dB

PAG=20 log D_1- 20 log D_2+ 20 log D_0 -20 log D_s – 10 log NOM - 6

=20 log 3- 20 log 4+20 log15 -20 log1 – 10 log1 -6=15 > NAG

So; the design is acceptable

الطريقة الثانية:

The distance between each speaker and another=(ceiling height – height of human)*2

=(4m-1m)*2=6m

Radius of coverage area speaker = (ceiling height – height of human)

we will choose Radius of coverage area speaker = ceiling height =4m ،But for best design

Coverage area of speaker = 3.14 R^2 =3.14 (4) ^{2} =50.27 m^2

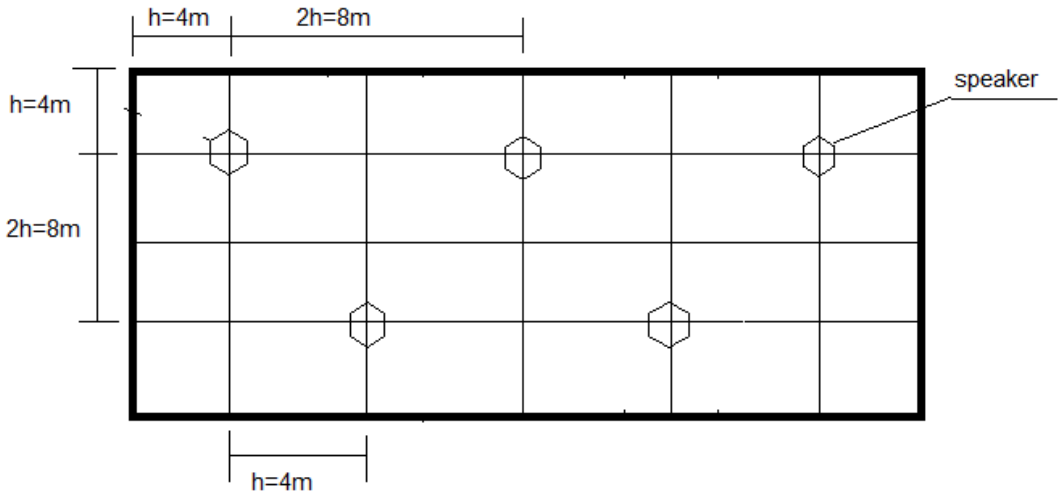
No. of speaker = (Total area of mosque)/(Coverage area of speaker) =

(20*16)/50.27 = 5 speaker

watt =1W ،We will choose speaker type: “CS1EZ”

Amplifier power (min) = no.of speaker * watt of “CS1EZ” speaker

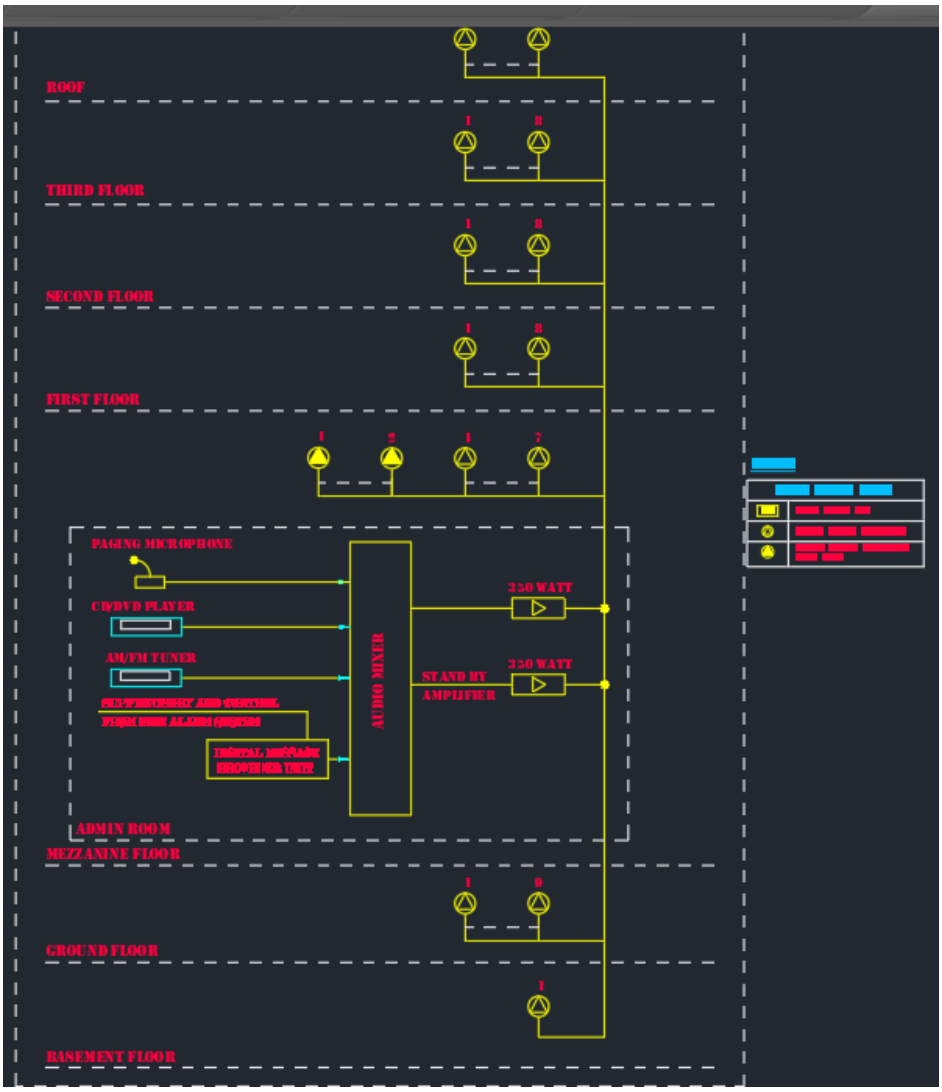
= 5*1= 5W



where h: height of ceilling to the mosque

مثال:

في الشكل التالى مثال لمخطط الـ riser diagram في أحد الفنادق الصغيرة



لاحظ ان السماعات توضع فقط في الممرات والأماكن العامة كما في الـ Plan الخاص بنفس المشروع

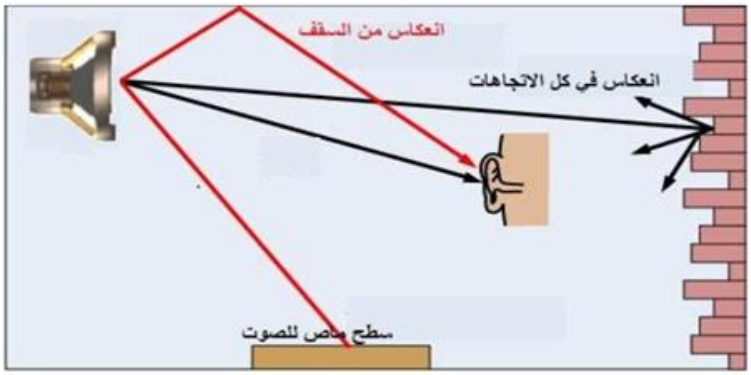
LEGEND:-
FIRE ALARM SYSTEM
PUBLIC ADDRESS SYSTEM
CCTV SYSTEM
GUEST DOOR LOCK SYSTEM
DATA AND TELEPHONE SYSTEM
MATV SYSTEM
GROUND FLOOR

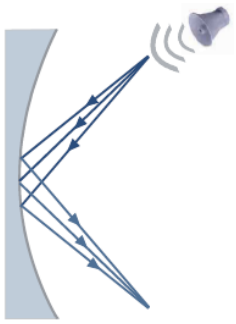
مشاكل الصوت في الأماكن المغلقة

في هذا الفصل سنعرض بعضا من أشهر المشاكل المرتبطة بأنظمة الصوتيات.

انعكاس الصوت REFLECTION OF SOUND

من القواعد المعروفة في الصوتيات أنه إذا سقط الصوت على أى سطح فإنه ينعكس إذا كان هذا السطح لا يمتص الصوت، وتكون زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس





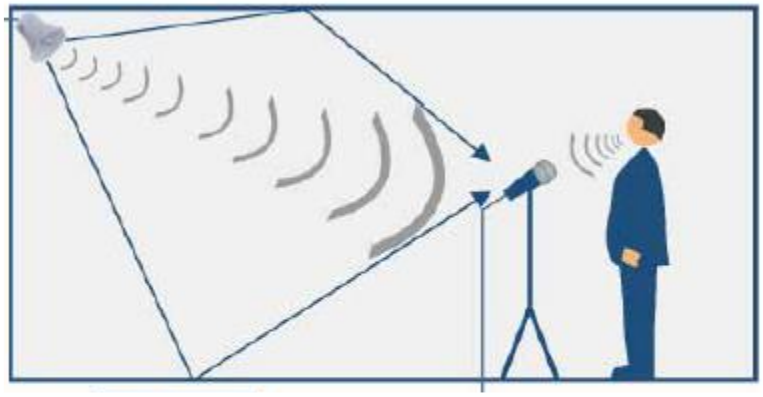
مع ملاحظة أنه إذا سقط الصوت على سطح منحنى (مقعر) فإنه ينعكس ويتجمع عند مركز الشكل وهناك تتكون بؤرة مزعجة لأن الصوت عند المركز يكون عالي جدا بشكل زائد عن المطلوب. لذلك إذا كان عندنا سطح بهذا الشكل وأردنا أن نوزع الصوت فيه بشكل جيد فإننا نقوم بوضع مصدر الصوت (الميكرفون) في مركز (بؤرة) المنحنى.

ولقد استفاد العلماء قديما من خاصية انعكاس الصوت على السطوح المقعرة في نقل وتقوية صوت الخطيب (كما في المساجد القديمة) حيث نلاحظ مثلا أن محراب المسجد (قبلة المسجد) يكون دائما مقعرا لعكس وتركيز صوت الإمام أو الخطيب فيصل قوى لجميع المصلين.

بعض المواد تكون ذات خصائص (ماصة) للصوت، لذا عندما تصطدم فيها الامواج الصوتية فإنها تمتصها بشكل كامل ولا ينعكس عنها اي موجة، بينما هناك مواد صلبة مثل البيتون او الرخام فهي ترد الموجات الصوتي التي تصطدم بها وتعيد انتشارها في اتجاه اخر حسب زاوية الارتطام.

مشكلة الصفير FEEDBACK

ومن المشاكل التي تنشأ بسبب الانعكاس مشكلة الصفير. والصفير يحدث نتيجة لرجوع موجات صوتية من السماعات إلى الميكرفون. ويزداد الصفير بزيادة حساسية الميكرفون – أو عند تقريب السماعة من الميكرفون أو توجيهها في اتجاهه – علما بأن سهولة انعكاس الصوت تكون غالبا بسبب خلو المكان، ولذا تظهر هذه المشكلة كثيرا في المساجد عند السجود حيث يبدأ الصفير في الظهور ويختفى بمجرد قيام الإمام والمصلين مرة أخرى من سجودهم حيث يصبح المكان مزدحما مرة أخرى ويقل معدل الانعكاسات فيقل وينعدم الصفير. وللتغلب على ذلك يراعى أن تكون الجدران مبطنة بمادة لا تعكس الصوت لكى لا يحدث صدى صوت عالي وانعكاسات



مشكلة صدى الصوت ECHO

هو صوت، يُسمَع بعد أن يرتد منعكساً إلى مصدره، إثر اصطدامه بجسم ما. فيُسمَع الصوت، أولاً، حين تصل الموجات إلى الآذان، بأقرب طريق مباشر. فإذا اصطدمت بجسم ضخم، مثل جانب بناية، ارتدت راجعة، وقد تصل إلى الآذان، خلال ثانية واحدة. ويُسمى الصوت المرتد الصدى.

وأحياناً، لا تُسمع الأصداء، حين يكون الصوت الأصلي ضعيفاً جداً. فلو امتص الجسم الصوت أكثر من أن يعكسه، أو كان الجسم العاكس صغيراً جداً، فقد يصعُب تحديد الفرق بين الصوت المباشر وصداه.

ويكون لصوت أصلي واحد أكثر من صدًى واحد، وهو ما يتردد، عادة، في الأودية والأخاديد، حيث تكثر السطوح العاكسة للصوت. وترتد الأمواج الصوتية، من جدار إلى جدار، وتُحدث، غالباً، عدة أصداء. ويُسمى مثل هذه الأصداء المترددة، ارتداد الصدى (الترجيع).

ويمكن أن تساعد الأصداء على معرفة مدى البُعد عن الأجسام، التي تُحدث الصدى؛ إذ ترتحل الموجات الصوتية كيلومتراً واحداً كل ثلاث ثوان (سرعة الصوت تساوى 340 متر /ثانية). ويستغرق الصوت ست ثوان، ليصل إلى جسم على بعد كيلومتر واحد، ويرجع. ولو أن شخصاً وقف عند حافة وادٍ ضيق، وصاح، ثم سمع الصدى، بعد ست ثوان، فإن عرض الوادي سيكون نحو كيلومتر واحد.

ويحدث صدى الصوت إذا زادت المسافة بين العائق والمصدر عن 17 متر وذلك في حالة كون الغرفة فارغة وكما ذكرنا سابقا فإن الأذن البشرية يمكنها أن تميز بين صوتين إذا كان الفرق بينهما (10/1) ث، وهو يمثل أقل Delay بين صوتين، ويمكن التأكد من هذا الرقم السابق كما يلي:

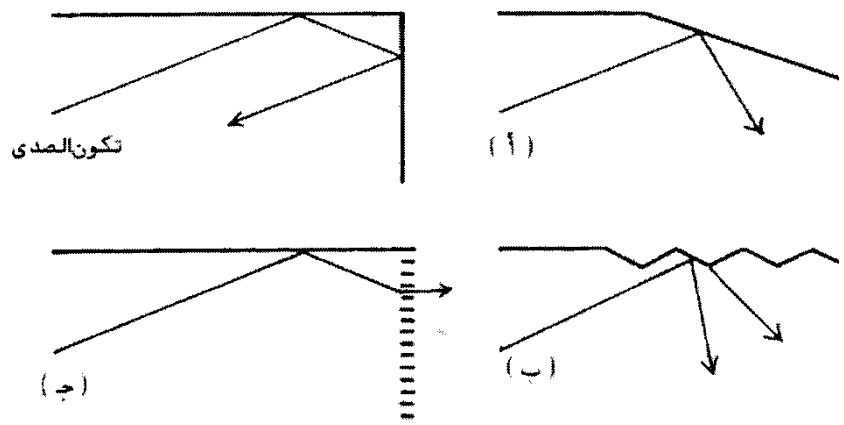
أقل Delay بين صوتين = أقل فرق المسافة (مسافة السقوط + مسافة الانعكاس) / السرعة

= 340/34 = 10/1 ثانية

ولو أصبحت المسافة بين مصدر الصوت والعائق أقل من 17 متر فسيكون الزمن أصغر، وهذا يعنى أن الأذن لن تميزه. ومن ثم فمن القواعد العامة لتوزيع السماعات ألا تزيد المسافة بين سماعتين عن 15 متر من أجل تجنب أن يأتي الصوت من مصدرين متباعدين فيحدث التداخل بينهما، بينما لو كانت المسافة صغيرة فلن تستطيع الأذن أن تميز بين الصوتين لتقارب مصدرهما.

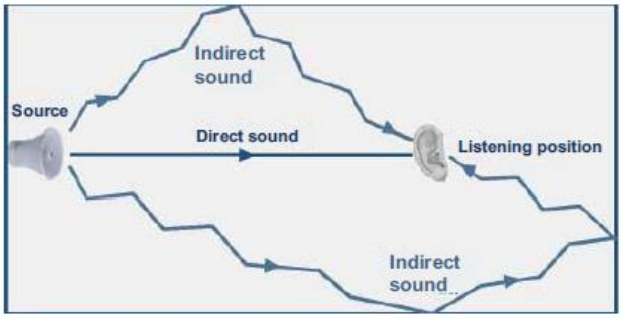
وهذا النوع من الصدى يسمى صدى مباشر. و يمكن معالجة هذا النوع من الصدى بأحد الطرق التالية

- عمل تكسيات في الحوائط والسقف حتى لا يرتد الصوت في نفس الاتجاه.
- استخدام الأسطح الماصة للصوت في مقابل الأسطح العاكسة للصوت.
- استخدام الأركان غير المتعامدة كما في الشكل



زمن الترداد (REVERBERATION TIME)

بعد توقف المصدر الأصلي للصوت، يستمر الصوت المنعكس في الوصول إلى أذن المستمع لفترة معينة، نتيجة الانعكاسات الكثيرة.



و يسمى الزمن الذي يبقى فيه الصوت المنعكس مسموعاً بعد توقف الصوت الأصلي زمن الترديد أو زمن الترداد (لا يوجد زمن ترداد في الأماكن المفتوحة). ويعرف رياضيا بأنه الزمن اللازم لتلاشى الصوت بمقدار 60 ديسيبل بعد انقطاع المصدر. ويعتمد هذا الزمن على أمرين: مقاسات الغرفة، وكمية الطاقة الممتصة.

وهناك ثلاث أنواع من الغرف حسب كمية المواد الماصة للصوت:

أ. أسطح الغرفة ماصة تماماً للطاقة الصوتية: مثل عديمة الصدى

ب. أسطح الغرفة عاكسة تماماً للطاقة الصوتية: غرف ترددية

ت. أسطح الغرفة ذات امتصاص متوسط، تعكس وتمتص.

أهمية زمن الترداد

يساعد تواجد الصوت مدة من الزمن بالقاعة على وضوح الصوت وجودة الاستماع، لاسيما إذا كان في المدى المطلوب حسب نوعية استخدام القاعة وحجمها. ويحسن ألا يكون كبيرا لمنع الصدى وكذلك ألا يكون صغيرا حتى لا يكون جافا ليضفى نوعا من الحيوية على المكان.

حساب زمن الترداد

كان سابينSabine الأمريكي هو أول من استخدم العلاقة التالية لإيجاد زمن الترداد

$$RT = 0.161\ V / S$$

حيث

V– حجم الفراغ بالمتر المكعب.

S– مساحة أسطح الغرفة والأسطح الأخرى بما فيها الأفراد والأثاث وأي حواجز أخرى(م2). مضروبا في معدل امتصاص تلك الأسطح (وهو ثابت خاص لكل مادة)

ملاحظات:

- كلما زاد حجم الفراغ كلما زاد زمن الترداد، لأن الموجات الصوتية تقابل أسطح الغرفة بشكل أقل من الغرف الأصغر مما يقلل زمن الترداد بمقدار النصف
- يتم استخدام المواد الماصة للصوت للتحكم في الترداد بحيث لا يكون الحديث مشوها وخصوصا في القاعات الكبيرة.
- يمكن للمواد الماصة أيضا أن تجعل الصوت يبدو كما لو كان آتيا مباشرة من مصدره الحقيقى.
- زمن الترداد يعتبر عيبا إذا لم يكن مناسبا لنوع القاعة وحجمها.

مثال 12

قاعة محاضرات مستطيلة الشكل أبعادها 40 x 20x 5م3 جدرانها دهان على لياسة أسمنتية تتسع لعدد 500 شخص، احسب زمن الترديد حول 1000 هيرتز بدون فرش، و بفرش؟ (معامل الامتصاص = 0.02)

الحل:

مجموع الامتصاص

الجانبي 40 x 5 200 0.02 4	
الأمامي 20 5x 100 0.02 2	
الخلفي 20 5x 100 0.02 2	
الأرض 40 x 20 800 0.02 160	

السقف 40 x 20 800 0.02 160	
المجموع = 328	

الحجم = 40 x 20 x 5 = 4000م3

بتطبيق معادلة سابين

RT = 0.161 X 4000 / 332 = 2.0 SEC.

الرنين (RESONANCE)

هو تقوية الصوت. ويحدث عندما تنتج قوة صغيرة متكررة اهتزازات أكبر وأكبر، في جسم ما. ولكي يحدث الرنين، يلزم أن يساوي القوة المتكررة المبذولة، تردد رنين الجسم. وتردد الرنين، يكاد يكون هو نفسه التردد، الذي يهتز به الجسم، طبيعياً، إذا تعرض لاضطراب ما. وقد قيل أن بعض المغنّين، في المسرحيات الغنائية، يمكنهم أن يحطموا كوباً زجاجياً، بغناء نغمات ذات تردد مساوٍ لتردد رنينه ؛ إذ تكبر الاهتزازات التي تحدث فيه، ويكبر الرنين، حتى ينكسر الكوب.

ويحدث الرنين إذا تطابقت المسافة بين حائطين متوازيين مع طول الموجة ومضاعفاتها وفى هذه الحالة ينشأ تشويه للصوت لأن المجموع الجبرى للموجة الساقطة والمنعكسة سيكون موجة لها نفس التردد لكن الشدة تتضاعف. ولما كان ذلك يحدث لتردد معين فقط وبالتالي يحدث تشوه للصوت.

ظاهرة رنين الغرفةroom resonance

إذا كانت الأسطح لحيز ما متوازية وعاكسة للصوت فان هذا الحيز يكون أكثر استجابة لترددات معينة بحيث إذا ما وضع داخله مصدر صوتي تنبعث منه طاقة صوتية متساوية في جميع الترددات فان مجموعة معينة من هذه الترددات تتميز بشدة أعلى من باقى الترددات وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة الرنين، وهذه الترددات تسمى ترددات الرنين. والموجات التي تسبب رنينا هي التي طولها الموجي يحسب من العلاقة التالية:

التردد الرنينى = السرعة / (ضعف المسافة)

حساب الترددات الرنينية

لحساب التردد الرنينى للغرفة ما نتبع الخطوات التالية:

1- احسب الترددات التي تسبب رنينا مع كل حائط من حوائط الغرفة
2- رتب الترددات تصاعديا
3- تأكد من وجود تجمعات من عدمه

ولكى يتم إضعاف ظاهرة الرنين يجب استخدام مواد ماصة للصوت كما يجب ألا تكون العلاقة بين أبعاد الغرف علاقة بسيطة (6 – 4 – 2) مثلا، كما سيتضح من المثال التالي.

مثال 13

غرفة أبعادها 3، 4، 85، 8، 5 متر أحسب الترددات التي تسبب رنينا.

الحل:

الخطوة الأولى: احسب الترددات التي تسبب رنينا مع كل حائط من حوائط الغرفة وسقفها كما يلى:

1- بالنسبة للحائط الذي يمثل طول الغرفة فالموجات التي تسبب عنده رنينا هي التي طولها الموجي=

340/ (2*8، 5) = 20 هيرتز ومضاعفاتها 40و60و80و....

2- أما حائط عرض الغرفة فالموجات التي تسبب عنده رنينا هي

340/(4.85*2) =:35 ومضاعفاتها، 70، 105،.....

3- الموجات التي تسبب رنينا مع سقف الغرفة هي:

رنين الارتفاع =340 /(3*2) = 56 و مضاعفاتها، 112، 168، 224،....

الخطوة الثانية: رتب الترددات السابقة تصاعديا:

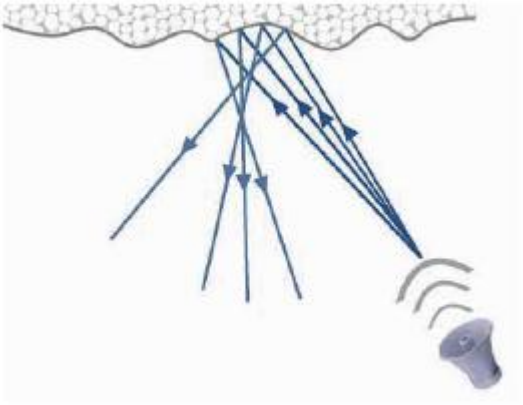
20 35 40 56 60 70 80 100 105 112 120 140 140 160.....

الخطوة الثالثة: حدد الترددات التي يوجد عندها تجمع:

واضح وجود تجمع رنينى عند 140 و عند 280

تشتت الصوت DIFFUSION REFLECTION

يحدث تشتت للصوت عندما يسقط على سطح غير منتظم، وهذه الخاصية مفيدة جدا لأنها تعمل على نشر الصوت في أغلب الفراغ حتى لا يحدث تداخل مع الموجة الساقطة. ويتم ذلك عن طريق عمل أسقف غير ملساء. لاحظ وجود قطاعات الخشب بارزة في أسقف المساجد القديمة لتحقيق هذه الميزة.



وأفضل تشتت للصوت يحدث إذا كانت المسافة بين الشقوق (قطاعات الخشب مثلا) تساوى عُشر طول الموجة الساقطة أو أكبر. على سبيل المثال لو كان لدينا صوت تردده 220 هيرتز فيكون طول موجته = 150 سم. فإذا كانت المسافة بين الشقوق في السقف 15 سم فإنها تشتت هذه الموجات ذات تردد أكبر من 220 هيرتز سيحدث لها تشتت.

امتصاص الصوت SOUND ABSORPTION

عندما يسقط الصوت على حائط ما فانه يتحول من طاقه صوتية إلى طاقه حرارية، وفى هذه الحالة نجد أن الحائط يمتص جزء من الصوت، كما أن الهواء كذلك يمتص جزء منه، ثم ينفذ الباقى إلى الفراغ المجاور.

أما إذا سقطت الموجة على سطح أملس صلب فإنها تنعكس، وهذه مشكلة كبيرة لأنها يمكن أن تسبب صدى للصوت Echo

ولعلاج هذه المشكلة يمكن مراعاة التالي:

- استخدام الأسطح المسامية واللينة
- الخشب أفضل من الطوب
- التوسع في استخدام الحجر الجيرى
- استخدام الستائر والسجاد
- يجب مراعاة أن الرخام يعكس الترددات العالية ويمتص الترددات المنخفضة

تذكر أن أحسن مادة ماصة هي جسم الإنسان!! ولذا سنرى أن الصدى يظهر في القاعات الفارغة بينما يقل جدا إذا كانت القاعة ممتلئة.

LIST OF MANUFACTURERS

فيما يلى بعض من أهم المصنعين في مجال أنظمة التيار الخفيف عموما.

PRODUCT	MANUFACTURER
Fire Alarm System	Edwards Simplex Notifier Gent Esser
Access Card Control	Bosch Siemens Honeywell Lenel RBH
Wi-Fi System	Cisco Aruba Avaya
Structure Cabling Network	Systimax Panduit R& M Leviton Nexans
IP Telephony	Avaya Mitel Cisco Alcatel Notrtel
Data Network Active Components	Cisco HP Avaya Alcatel JUNIPER
IPTV	Exterity Scientific Atlanta Neos Triple play
MATV System	WISI
Closed Circuit Television System (CCTV)	Bosch Axis Pelco Vicon Samsung (Hanwha Techwin) Aventura American Dynamics (TYCO)

PRODUCT	MANUFACTURER
Public Address & Reinforced Sound	Bosch TOA Boyuer RCF JBL Biamp Renkus Heinz Aties G+m
Video Intercom System	Comeilt Commax FERMAX Iphone
Clock System	Bodet Simplex Telecor
Projection screen	DA-LITE Drapper
Audio Visual & Switching And Control System	AMX Crestron Extron Polycom Tandberg
Home Automation	AMX Crestron Extron
Building Management System (BMS)	Johnson Controls Schneider TAC/Schneider Siemens
Water Leakage	Vimpex PermAlert
Nurse Call System	Ackermann GE Rauland

المراجع

1- الكود المصري

2- الكود السعودي

3- كورس نقابة المهندسين – م عبد الله الشاذلى

4- مجموعة ملفات م. إيمان محمد

5- المدخل إلى أنظمة المراقبة – م حسام الدين المحيميد

6- فيديوهات م هشام عبد الجليل

7- **Low-Current Systems Engineer'S Technical Handbook** , A Guide to Design and Supervision" by Habbieb Mansour.