أسس تصميم الأعمال
والتركيبات الكهربائية في المباني

إعداد

أ.د / عبد الرزاق إبراهيم نصير

أستاذ القوى الكهربائية – بكلية الهندسة – جامعة عين شمس

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

يلزم معرفة وحساب الأحمال الكهربائية المتوقعه للمبنى وتشمل الأحمال الكهربائية ما يلى :

١- أحمال إنارة

يتم تحديدها طبقاً للمساحات المختلفه داخل المبنى والغرض المخصص لكل من هذه المساحات وتتراوح عادة شدة الإستضاءه من ١٥٠ لكس إلى ٧٠٠ لكس طبقاً للإستخدام .

وتعتمد أحمال الإنارة على عدد ونوعية وحدات الإنارة المستخدمه والتى تتحدد طبقاً لارتفاع الأسقف وألوان الحوائط ..... ألخ

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

٢ - أحمال مخارج Socket load :

يتم تحديدها طبقاً لعدد الدوائر الكهربيه التى تقوم بتغذية هذه المخارج ومعاملات التباين Diversity Factor التى يتم إستخدامها فى التصميم

٣- أحمال قوى صغيرة :

مثل السخانات الكهربائيه – أجهزة التكييف شباك أو سبليت ....إلخ

٤- أحمال قوى كبيرة :

مثل أحمال التكييف المركزى – التدفئة المركزية للمبنى – أحمال المصاعد .... إلخ .

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

٥- أحمال الخدمات الميكانيكية والطلمبات :

تشمل أحمال طلمبات خزانات المياه وطلمبات إطفاء الحريق و طلمبات الصرف الصحى ومراوح التهوية والشفط ....إلخ .

٦- أحمال متنوعة :

مثل أحمال سنترال التليفونات – أحمال الحاسب الآلى – أحمال أجهزة الإنذار بالحريق .....إلخ .

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

الحمل الإجمالى للمبنى

يتم بعد ذلك تحديد إجمالى الأحمال الكهربائية باستخدام معاملات التباين Diversity Factor المناسبة ٠

ويتم توزيع الأحمال على مختلف أدوار المبنى ← توزيع رأسى

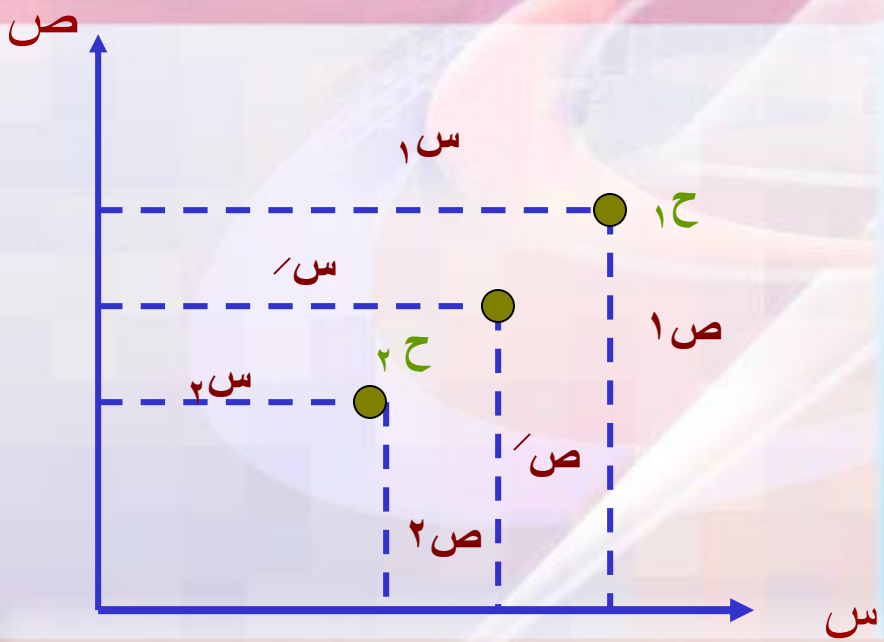
أو على مختلف المبانى والمساحات بالموقع ← توزيع أفقى

وذلك لتحديد أنسب مكان للوحة التوزيع الرئيسيه للمبنى ٠

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

إختيار مكان لوحة التوزيع الرئيسيه للمبنى

أنسب مكان للوحة التوزيع الرئيسية (المحول الرئيسى) هو مركز ثقل الأحمال الكهربائية المختلفة ويتم تحديده بحساب عزوم الأحمال حول محور السينات وكذلك حول محور الصادات .



بأخذ العزوم حول محور الصادات

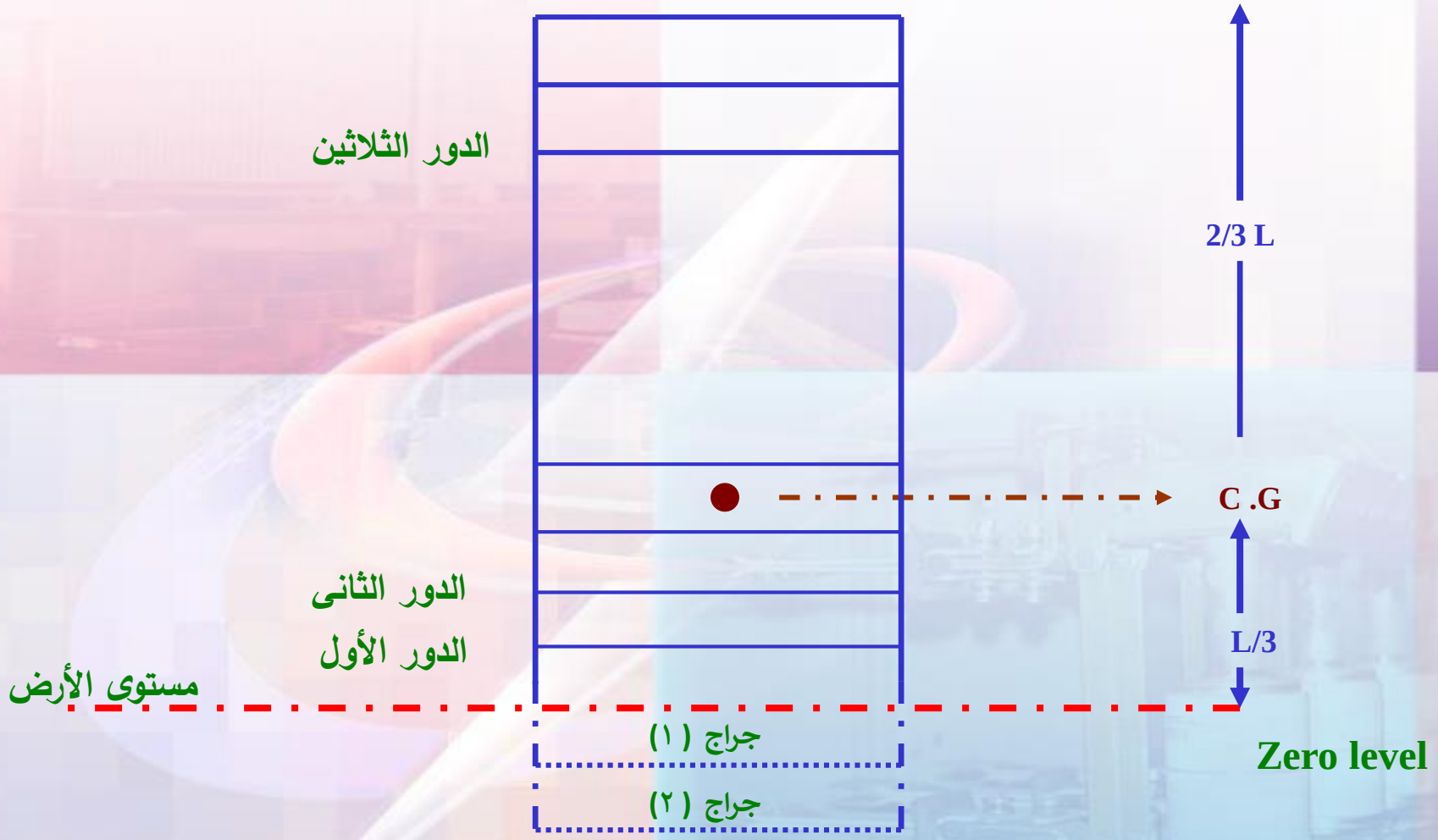
$$ح_{١}س_{١} + ح_{٢}س_{٢} = (ح_{١}+ح_{٢})\ س/$$

بأخذ العزوم حول محور السينات

$$ح_{١}ص_{١} + ح_{٢}ص_{٢} = (ح_{١}+ح_{٢})\ ص/$$

وبذلك يمكن تحديد سَ ، صَ (إحداثيات مركز الثقل)

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



بالنسبة للمبانى الرأسية يكون عادة مركز الاحمال عند ١/٣ المبنى من أسفل تقريباً

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

تقوم لوحة التوزيع الرئيسية
بتغذية عدد من لوحات التوزيع الفرعية
(يجب ألا تغذى أى حمل مباشرة)

لوحة التوزيع الرئيسية

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

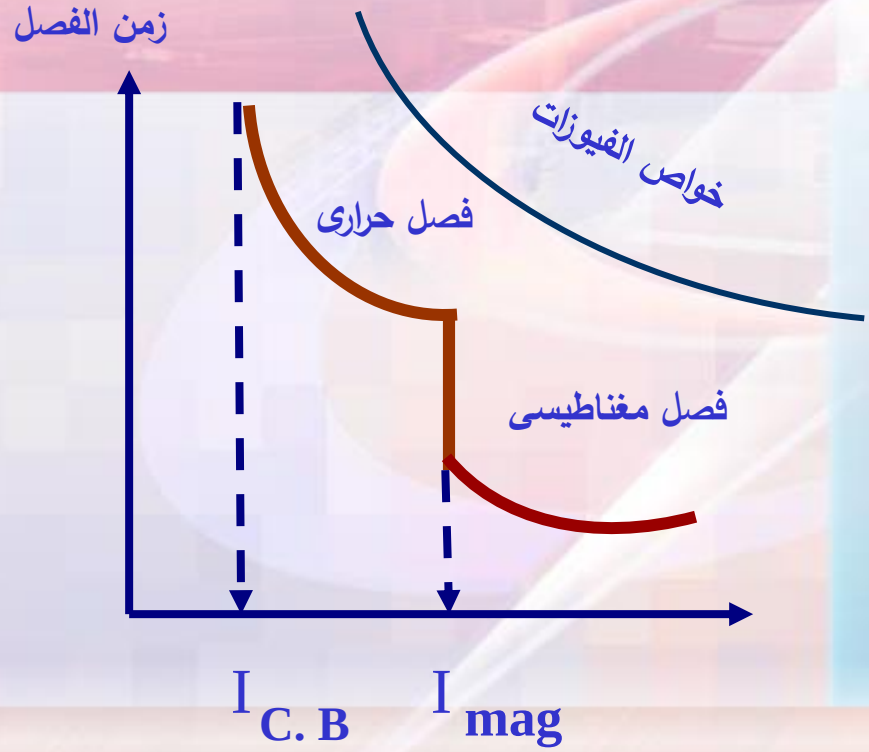
قواطع التيار الاوتوماتيكية

يتم توصيف قواطع التيار الأوتوماتيكية بالأتى :-

- التيار المقنن Rated Current
- سعة القطع Short – Circuit Capacity
- الجهد المقنن (يكون عادة ١٠٠٠ فولت بالنسبة للجهد المنخفض)
- عدد الأقطاب No . of Poles
  - 1-P
  - 2-P
  - 3-P
  - 4-P
- نوعية القاطع
  - m.c.b
  - m.c.c.b
  - Air – C.B
  - SF6 C.B

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

- تكون القواطع الأوتوماتيكية مزودة عادةً بالفصل الحرارى Thermal Trip وذلك للحماية من زيادة الحمل Over – Load .



- وكذلك مزودة بالفصل المغناطيسى Magnetic Trip للحماية من حدوث دائرة قصر Short - Circuit

الخواص الزمنيه لقواطع التيار الأوتوماتيكية

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

- تحتوى اللوحة على البارات (٤ بارات للفازات الثلاثة ولخط التعادل) وتكون جميعها بنفس مساحة المقطع ، بالإضافة إلى بارة الأرضى .

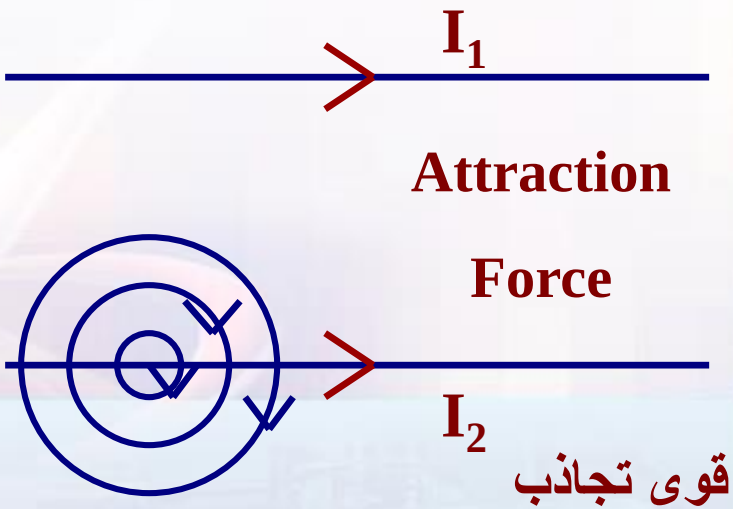
- يتم تثبيت البارات داخل اللوحة باستخدام عوازل كهربائية

- المسافة بين البارات تعتمد على جهد اللوحة وكذلك على قيمة تيار القصر Short – Circuit Current حيث أنه يوجد قوى تجاذب أو تنافر بين البارات نتيجة مرور التيارات فى البارات

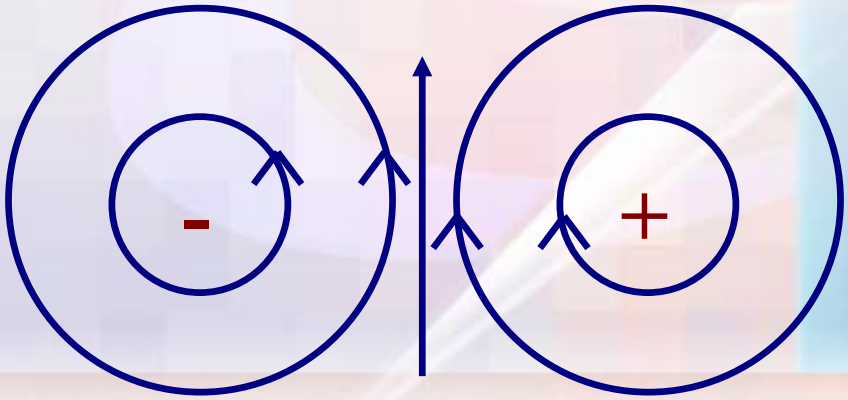
$$F \propto I_1 \cdot I_2$$

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

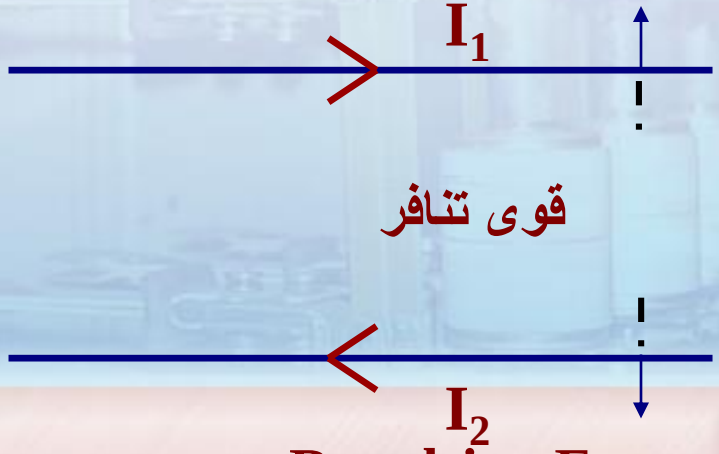
تجاذب



قوى تجاذب



تنافر



www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

يتم توصيف لوحة التوزيع بالتيار المقنن للوحة ، وكذلك بتيار القصر Short – Circuit Current الذى يمكن أن تتحمله اللوحة
كما يتم توصيف اللوحة طبقاً لدرجة الحماية IP من دخول المواد الغريبة أو الأتربة وكذلك الحماية من دخول رذاذ أو رشاشات المياه داخل اللوحة

IP degrees (Ingress Protection)

IP X X

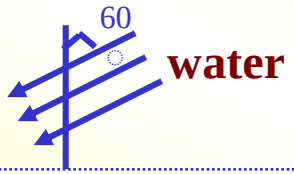
IP X . Y

* الرقم الأول X خاص بدرجة الحماية من التلامس مع البارات أو الحماية من دخول أجسام غريبة

* الرقم الثانى Y فخاص بدرجة الحماية من دخول السوائل (المياه) داخل اللوحة

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

Ingress Protection (I P Protection)

الرقم الكودى	الرقم الكودى الأول . X درجة الحمايه من التلامس أو دخول الأجسام الغريبه	الرقم الكودى الثانى . Y درجة الحمايه من دخول المياه
٠	لا توجد حمايه	لا توجد حمايه
١	الحمايه من تلامس الأصابع للتوصيلات الحيه داخل الجهاز والحمايه من دخول أجسام غريبه أكبر من ٥٠مم	الحمايه من قطرات المياه المتساقطه رأسياً
٢	الحمايه من تلامس الأصابع للتوصيلات الحيه داخل الجهاز والحمايه من دخول أجسام غريبه أكبر من ١٢مم	الحمايه من قطرات المياه المتساقطه بزاويه حتى ١٥ ْ مع الرأسى
٣	الحمايه من دخول الأسلاك أو الأجسام الغريبه أكبر من ٢,٥ مم	الحمايه من قطرات المياه المتساقطه بزاويه حتى ٦٠ ْ مع الرأسى 
٤	الحمايه من دخول الأسلاك أو الأجسام الغريبه أكبر من ١ مم	الحمايه من رذاذ المياه المتساقط من أى إتجاه
٥	الحمايه الكامله من دخول اجسام غريبه	الحمايه من المياه المندفعه من أى إتجاه

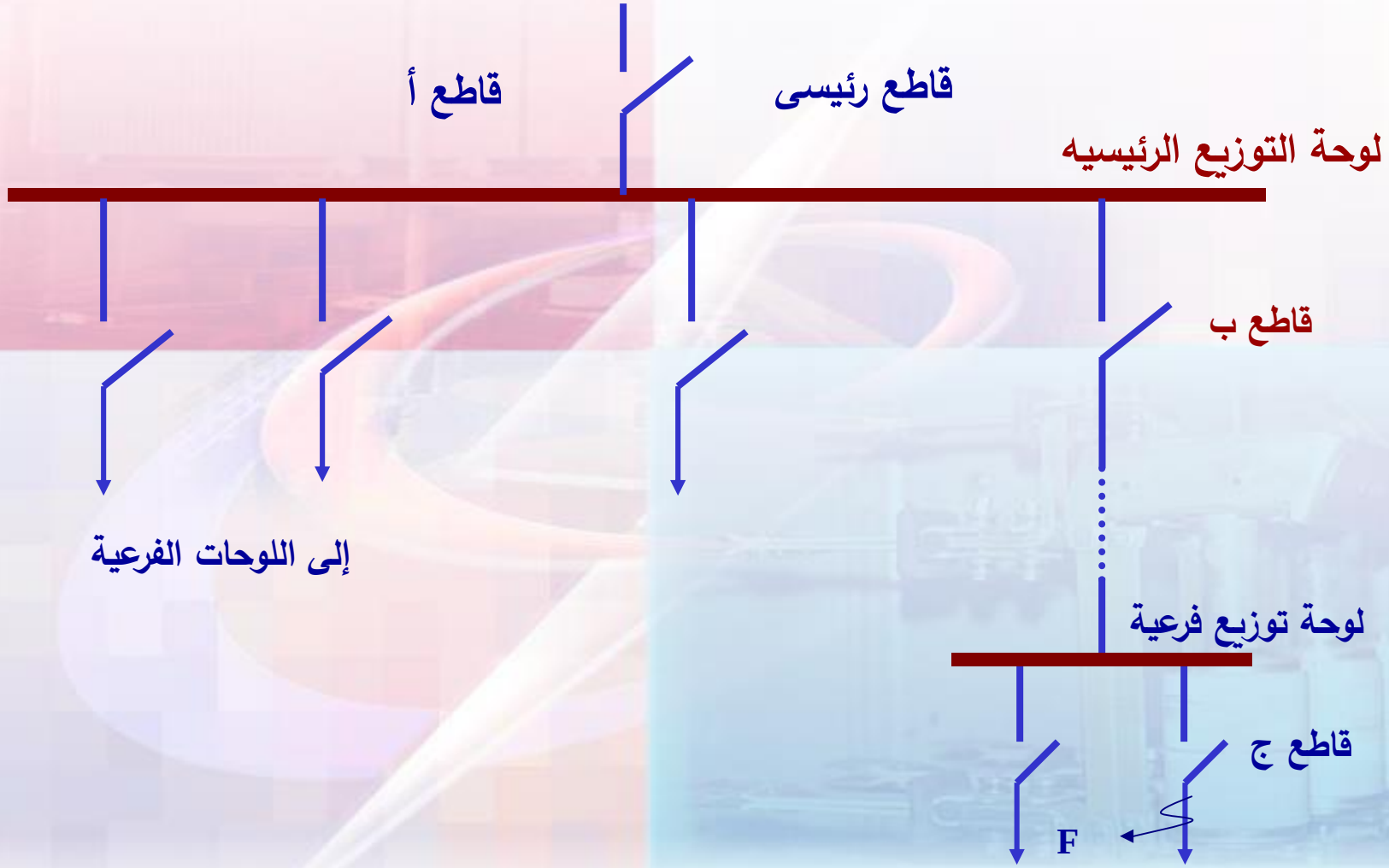
www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

Ingress Protection (I P Protection)

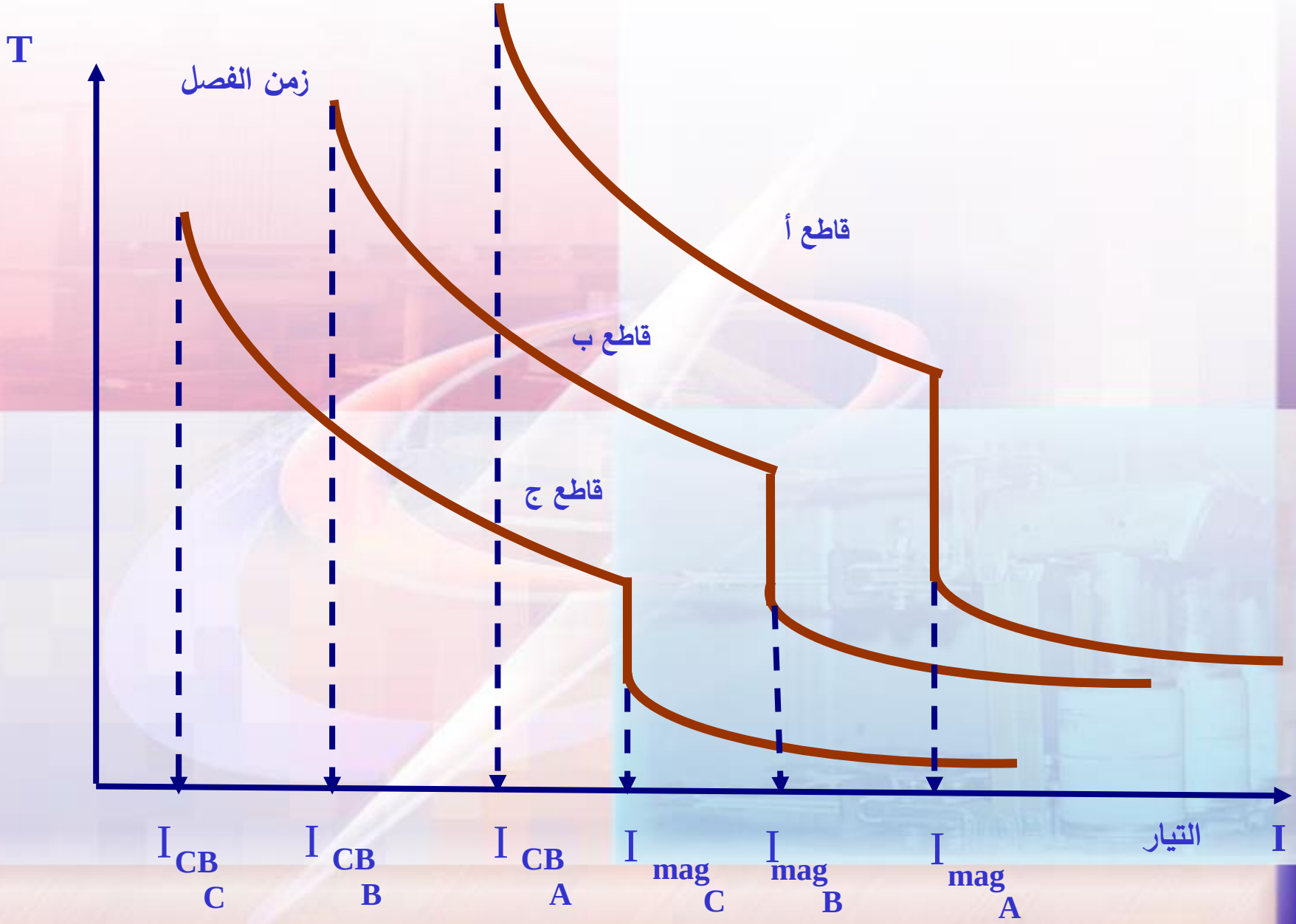
Code digit	1st code digit : Degree of protection against contact and ingress of foreign bodies	2nd code digit : Degree of protection against contact and ingress of liquids
0	No protection	No protection
1	Protection against ingress of solid foreign bodies with diameters greater than 50 mm	Protection against vertically falling water drops
2	Protection against contact with the fingers , Protection against ingress of solid foreign bodies with diameters greater than 12 mm	Protection against obliquely falling water , up to an angle of 15°
3	Protection against contact with wires etc ., with diameters greater than 2.5 mm , or ingress of solid foreign bodies with diameters greater than 2.5 mm	Protection against obliquely sprayed water , up to an angle of 60 °from the vertical
4	Protection against contact with wires etc ., with diameters greater than 1 mm , or ingress of solid foreign bodies with diameters greater than 1 mm	Protection against splash water from any direction
5	Complete protection against contact with live parts , protection against harmful deposits of dust	Protection against water – jets from any direction
6	Complete protection against contact with live parts , protection against ingress of dust	Protection against heavy seas , temporary flooding

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

Coordination Of C.B. Tripping Times



www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

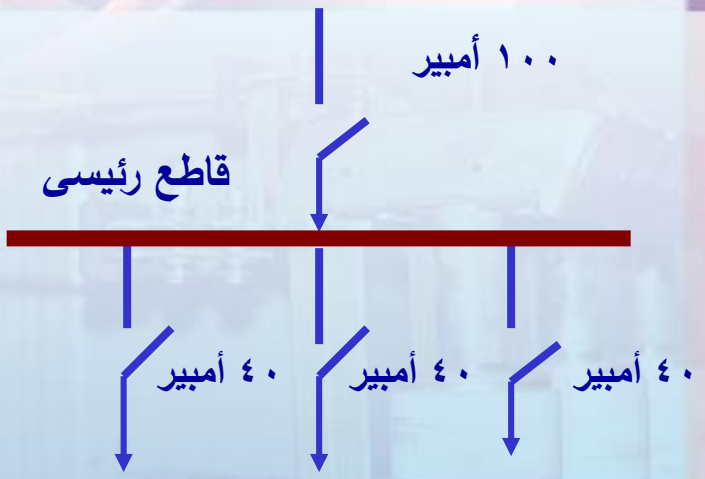


الخواص الزمنية لقواطع التيار أ و ب و ج (موضحاً التنسيق بين أزمنة القواطع)

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

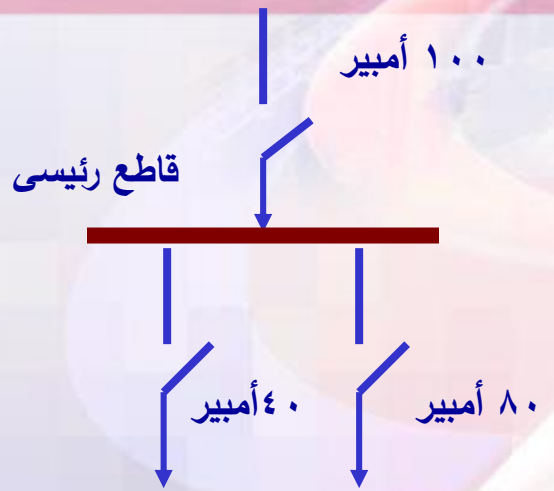
فى حالة عدم توافر الخواص الزمنية للقواطع

فإن الطريقه التقريبية لضمان التنسيق بين قواطع التيار هى أن يكون التيار المقنن للقاطع الرئيسى أكبر من ضعف التيار لأى من القواطع الفرعية .



إختيار سليم لقواطع التيار

√



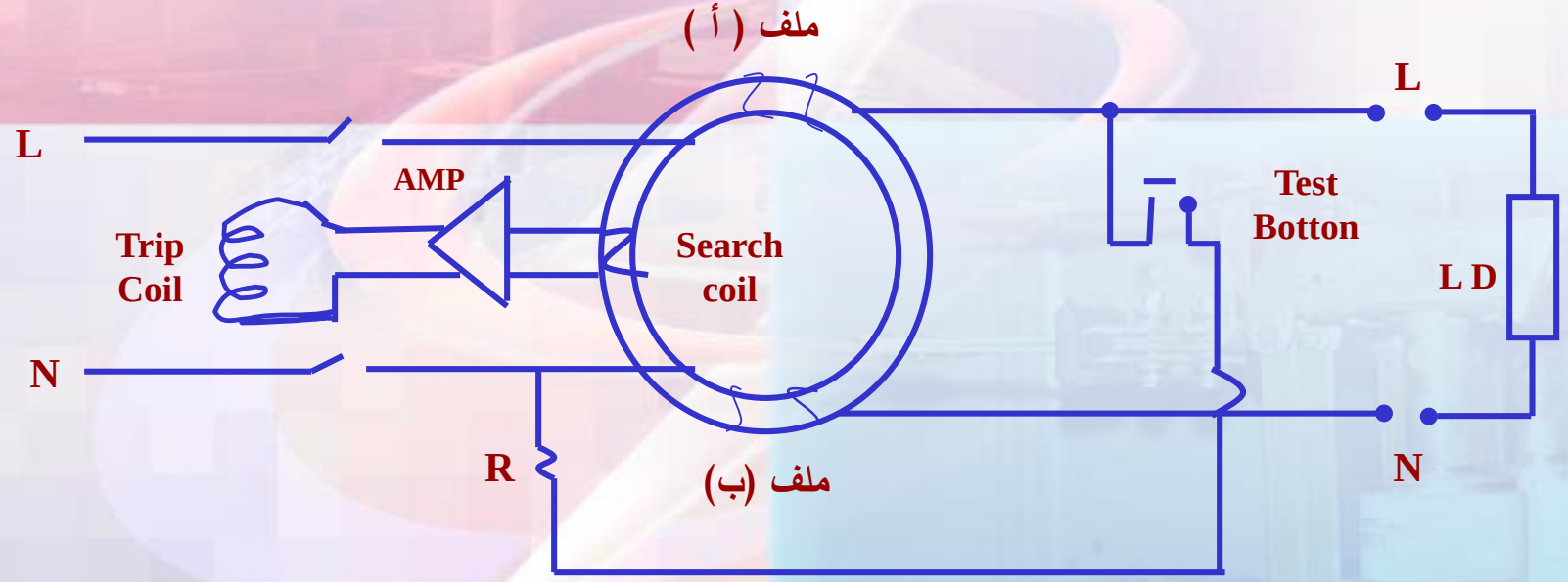
إختيار غير سليم لقواطع التيار

×

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

Earth Leakage m .c . b

تيار الوقايه من التسرب الأرضى ـ يستخدم لحماية الأفراد فى حالات الأحمال التى يمكن أن يلمسها الإنسان أو فى حالات إناره حمامات السباحه والحدائق ....ألخ



$I_{Leakage}$ = 5 m.A , 10 m.A , 20 m.A , 50 m.A

It is a 2-pole m.c.b When There is no leakage current to earth , no flux will be in the iron core .

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

إختيار الكابل المناسب Selection of Suitable Cable Size

بالنسبة للتوصيلات الداخلية فى المبانى تكون جميع الكابلات المستخدمة ذات موصلات نحاسية (ذات موصل واحد أو عدة موصلات).

العزل المستخدم يكون عادة PVC (أقصى درجة حوالى 70 ْC
(أو XLPE أقصى درجة حوالى 90 ْC)

يشترط أن تكون درجة الحرارة المولدة فى الموصل نتيجة مرور التيار (I^2R) لا تتسبب فى إرتفاع درجة حرارة الموصل أعلى من الدرجة القصوى المسموح بها للمادة العازلة المستخدمة فى عزل الكابل

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

حيث :

R : المقاومة بالأوم

ρ : المقاومة النوعية

L : طول الموصل

A : مساحة مقطع الموصل

درجة حرارة الكابل تعتمد على :

- التيار المار فى الموصل (I)
- درجة حرارة الجو المحيط بالكابل حيث ترتفع خلال أشهر الصيف وتقل فى الشتاء
- وجود كابلات أخرى مجاورة للكابل تقوم بتغذية أحمال أخرى حيث ستساعد هذه الكابلات المجاورة فى رفع درجة حرارة الكابل

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

حتى يمكن تحديد مساحة مقطع الموصل يلزم التفرقة بين ثلاث تيارات وهى

أولاً : تيار الحمل التصميمى I_{rated}

$$I_{rated} = \frac{P}{\sqrt{3}\ V \cos\phi}$$

وهو التيار اللازم للحمل

حيث P : القدرة الكهربية للحمل

V: الجهد بين طورين Line Voltage

cos φ: معامل القدرة

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

ثانياً : التيار المقنن لقاطع التيار $I_{C.B}$

وهو الذى سيتم عنده فصل الدائرة ويكون عادة

$$I_{C.B} > I_{rated}$$

$$I_{C.B} \sim 1.2\ I_{rated}$$

أما بالنسبة للأحمال الصغيرة فإن التيار المقنن للقاطع يمكن أن يصل إلى

$$I_{C.B} \sim 1.5\ I_{rated}$$

وسبب إختيار $I_{C.B}$ بحيث يكون أكبر من I_{rated} هو أن يكون القاطع قادر على تغذية الحمل بصفة مستمرة بدون أن يتسبب ذلك فى إرتفاع درجة حرارة أطراف التلامس Contacts الخاصة بالقاطع.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

ثالثاً : التيار المقنن للكابل أو سعة الكابل Cable Current Rating

وهو التيار الذى يمكن أن يمر فى الكابل بأمان بدون رفع درجة حرارة الكابل إلى درجة أعلى من الدرجة القصوى المسموح بها للمادة العازلة المستخدمة فى عزل الكابل

$$I_{cable} > I_{C.B}$$

أى يقوم القاطع بفصل التيار قبل أن يصل التيار إلى أعلى قيمة مسموح بها للكابل ، وقيمة I cable تعتمد على درجة حرارة الجو وعلى العوامل الأخرى التى تساعد على رفع درجة حرارة الكابل

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

ويتم حساب I_{cable} كالآتى :ـ

$$I_{cable} = \frac{I_{C.B}}{C.F}$$

حيث C.F : هى معاملات التصويب Correction Factors

وقيمة C.F : تكون أقل من ١ وهى تشتمل على

$$C.F = C_a \times C_g$$

حيث C_a : التصويب الخاص بدرجة حرارة الجو ambient temp

C_g : التصويب الخاص بتجميع الكابلات grouping factor

(يعتمد على عدد الكابلات المجاورة لبعضها)

وتكون C_a أقل من ١

وكذلك C_g : أقل من ١

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

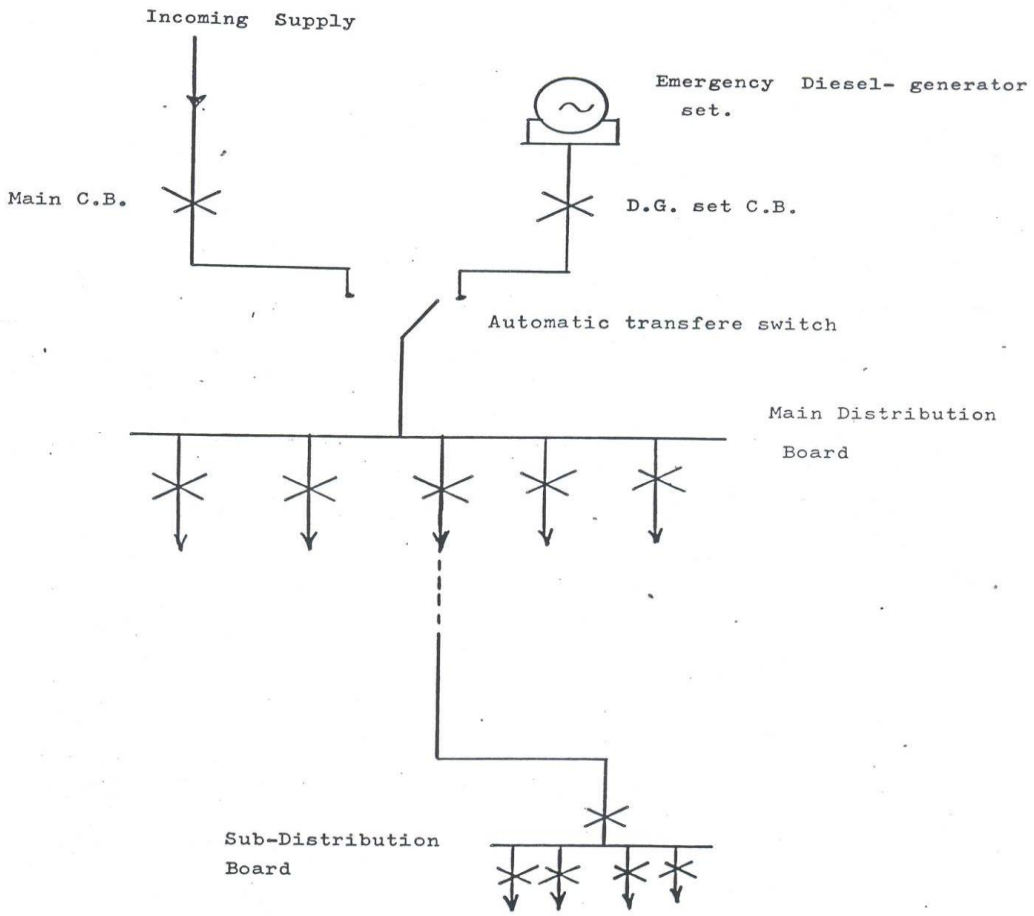
وبالتالى يتم تحديد مساحة مقطع الكابل المناسبة باستخدام جداول الكابلات مع الأخذ فى الإعتبار طريقة تركيب الكابل (مثبت على الحائط أو على حوامل كابلات أو داخل مواسير ... إلخ)

وبعد تحديد مساحة مقطع الكابل المناسب يلزم التحقق من أن الهبوط فى الجهد Voltage Drop نتيجة مرور الحمل التصميمى لا تتجاوز الحدود المسموح بها وهى ٢,٥ % من قيمته عند نقطة التغذية الرئيسية

أى أن الهبوط فى الجهد بين نقطة التغذية الرئيسية فى المبنى وأبعد نقطة عن نقطة التغذية الرئيسية يجب ألا تتجاوز ٥,٥ فولت فى حالة جهد التغذية ٢٢٠ فولت

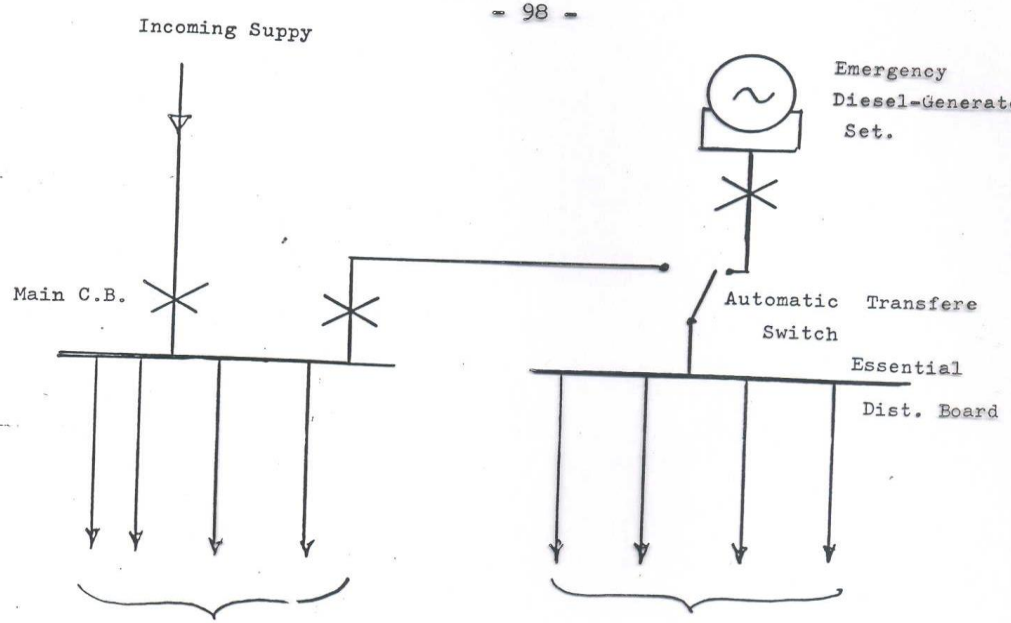
أما إذا كان هبوط الجهد أكبر من ذلك ، فإنه يتم إختيار كابل ذو مساحة مقطع أكبر أو يتم تقليل طول الكابل للحد من هبوط الجهد.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



Distribution System in a building with emergency diesel-generator set. All loads are backed by the emergency supply.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



Non- Essential Loads

- Lighting
- Small Power
- Air Conditioning

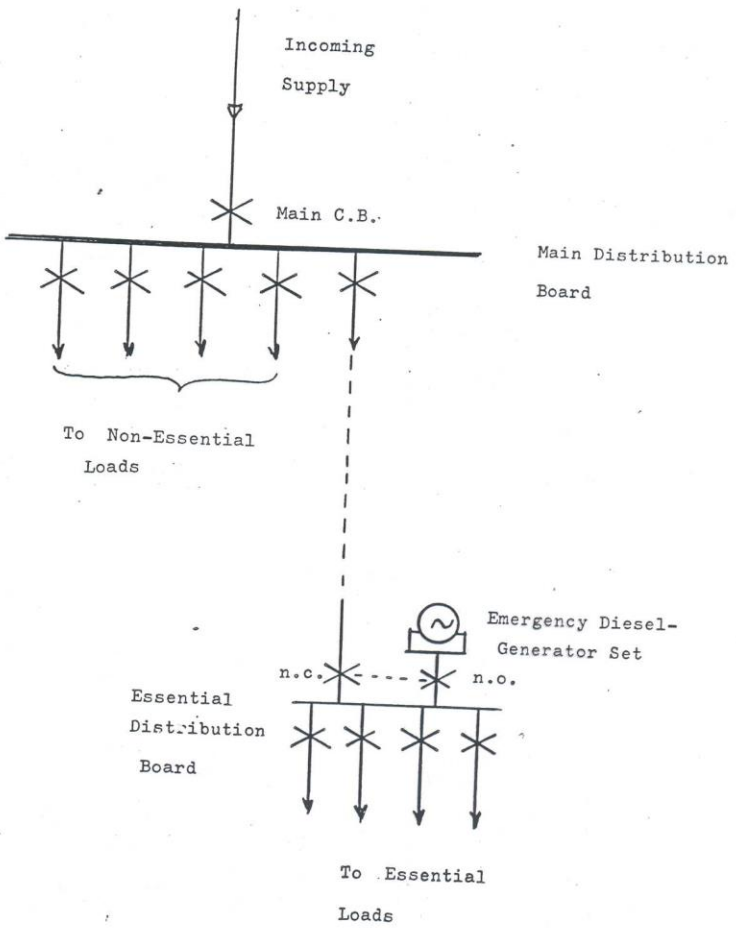
Essential Loads

- % of lighting
- % of small power
- Ventilation System
- Stair lighting
- 1 Lift
- Fire- Alarm System
- Fire Pumps
- Security System
- PABX (Telephone) System
- Computer System

- - - -

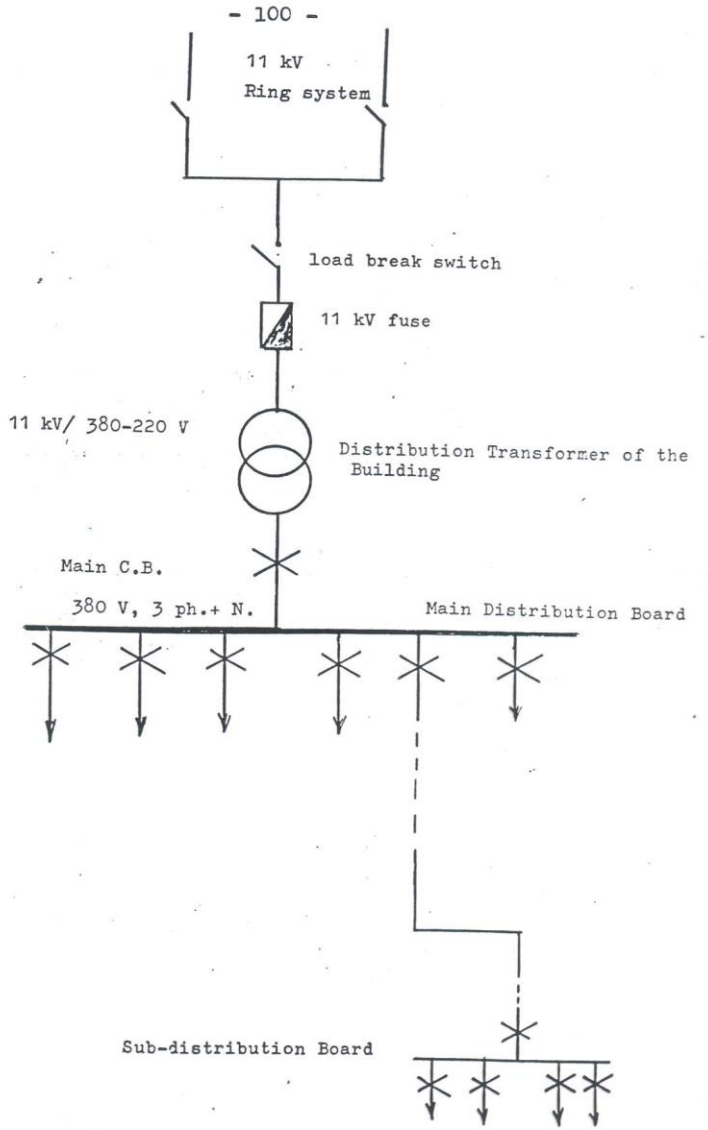
Division of loads in a building into Essential & Non-Essential Loads. Essential loads will include CRITICAL loads.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



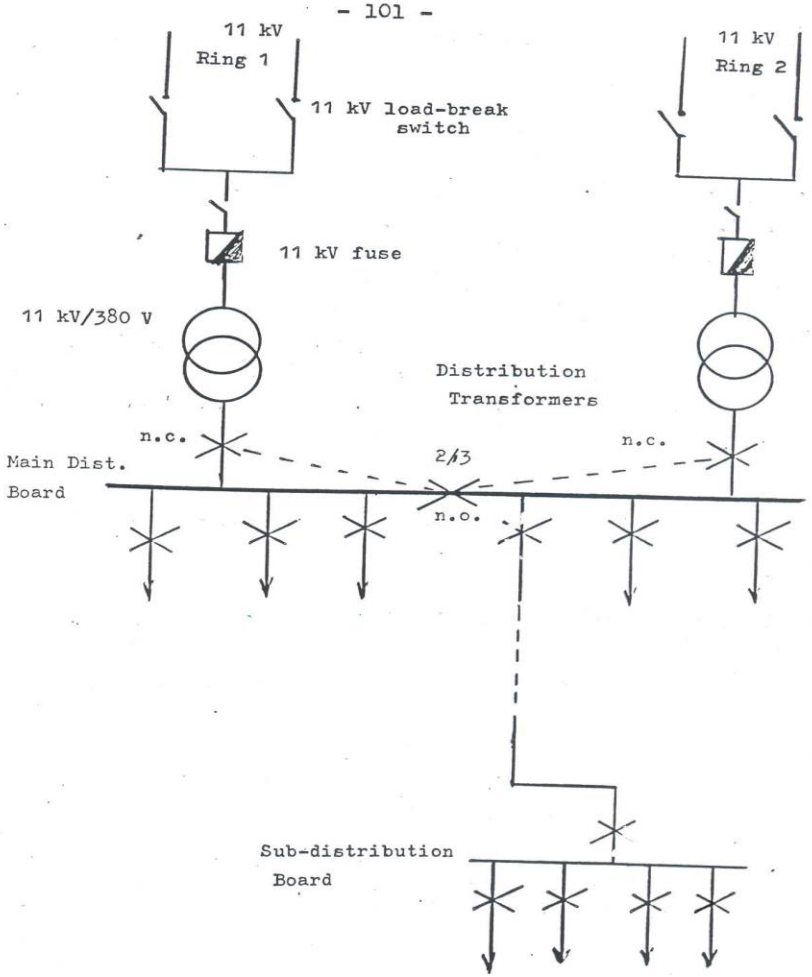
Distribution System in a building with Main Distribution Board & Essential Distribution Board at different Locations.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



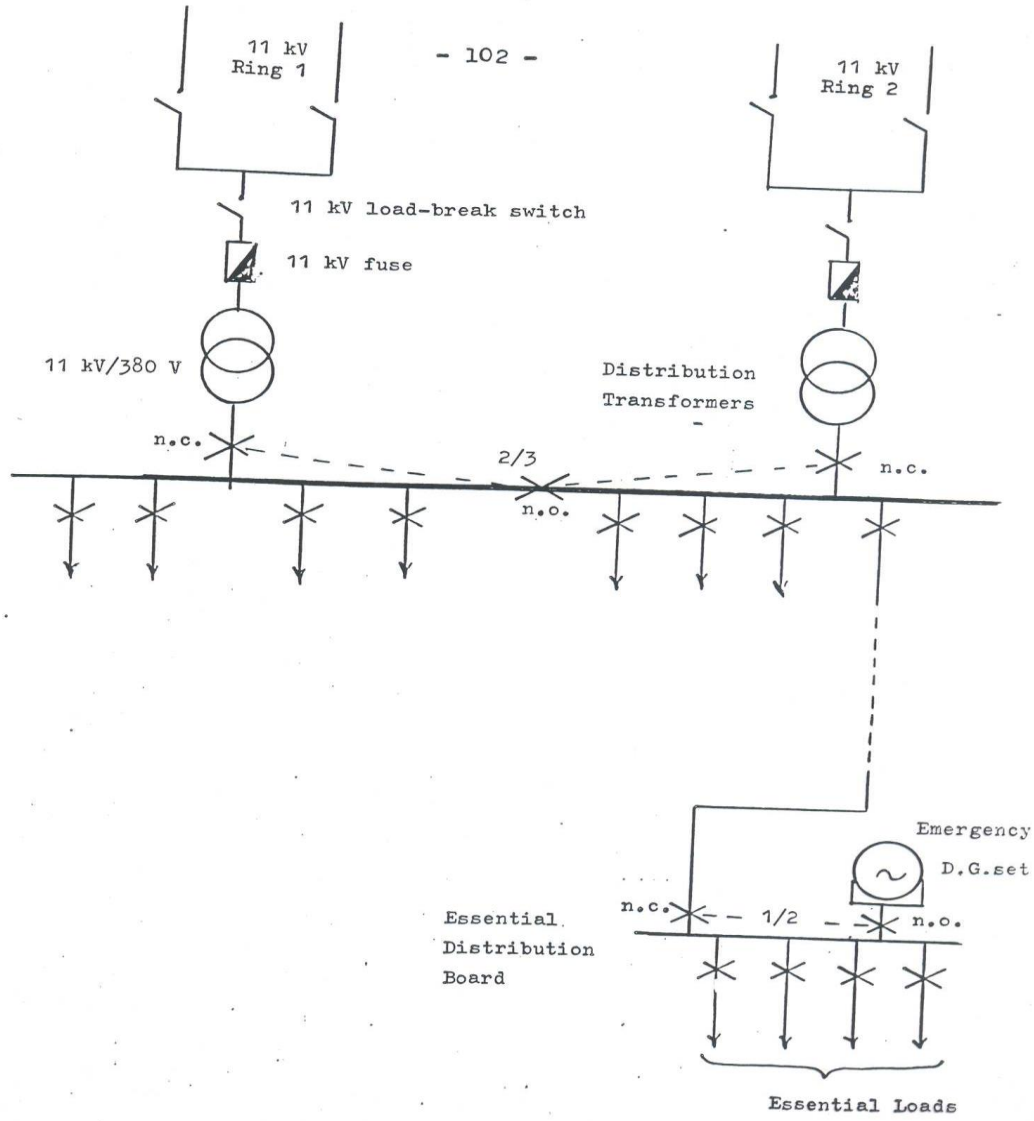
Distribution System in a building. Supply to the building at 11 kV.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



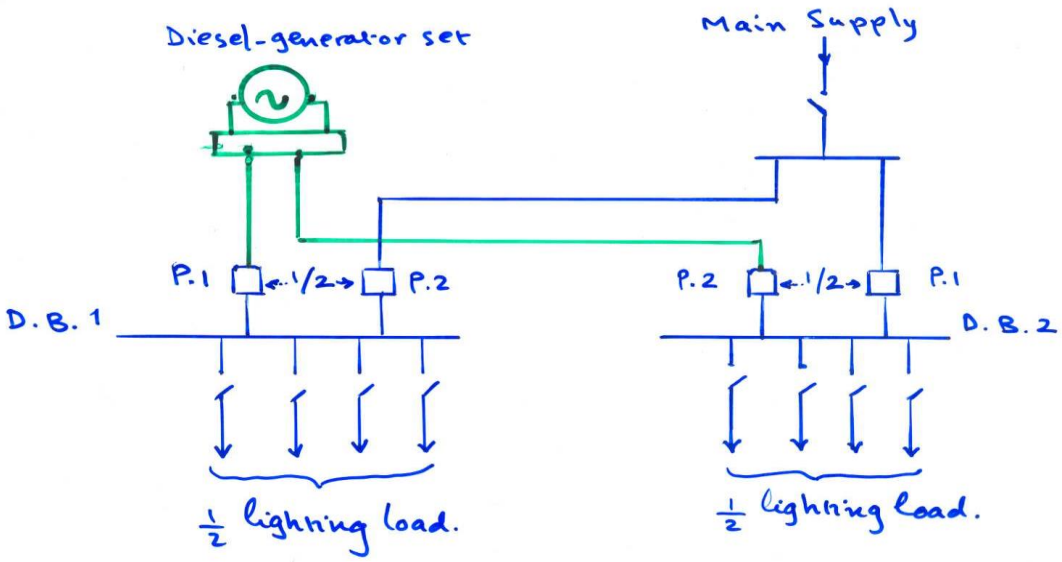
Supply to building from two different sources

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



Supply to building from two different sources, with emergency supply to essential loads only.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



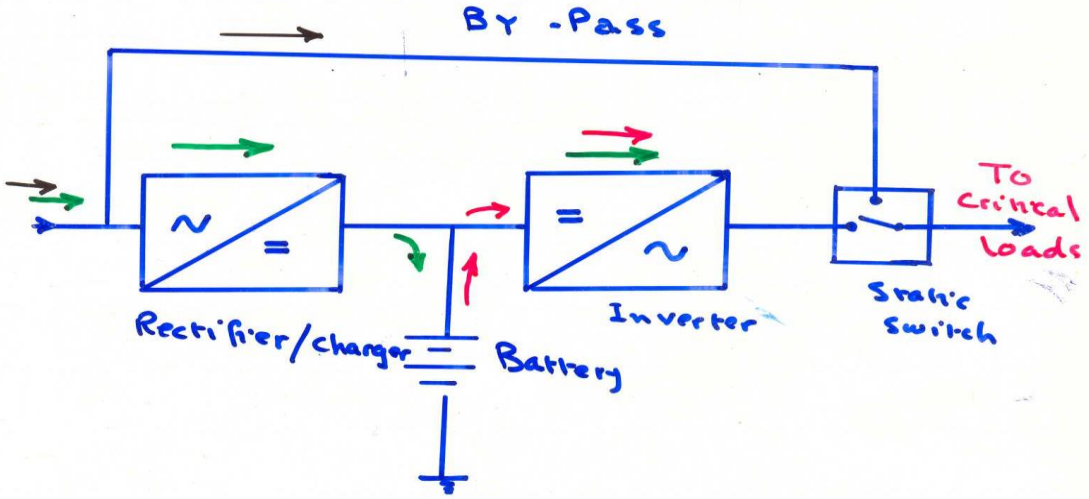
1/2 one of two (one on the other off).

P.1 priority no. 1

P.2 priority no. 2

Special Arrangement for Main supply and Diesel-generator set backing each other.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050



U.P.S. system.

→ power flow when mains is available

→ power flow in case of mains failure

→ power flow in case of over-loads or inverter failure

U.P.S. → Un-interruptable power supply

Autonomy time 5 minutes.
↓
30 minutes.

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050

شكراً

www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050