e.hosam2000@gmail.com

بسم الله الرحمن الرحيم

HVAC system

H = Heating, *V* = Ventilation, A = Air, *C* = Conditioning

التهوية والتدفئة وتكييف الهواء

.....

Course contents

1- **Load Estimation** → Manual "ASHRAE "
→ HAP

2- **Different HVAC systems**

- Chilled water system
  نستخدم وسيط " يعنى أنا برَّدت المياه وبعدين برَّدت بيها الهواء "
- D-X " Direct Expansion"
  "تبريد مباشر " الهواء بيعدي على الفريون مباشرة "
  - Split
    وأنواعه
    Mini , concealed , central split
  - Package
    i.e. 4 components in the same package
    وأنواعه
    Window ,central package

- يبقى أنا عندي 3 أنظمة للتكييف المركزي

- central package
- central split
- Chilled water system

وفي هذا البند سنعرف " selection factor " العوامل التي على أساسها بأختار النظام اللى هشتغل بيه ويكون مناسب للمشروع

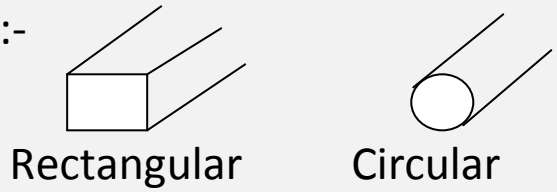
أسأل الله أن يجعل هذا العمل لوجهه خالصا وألا يجعل لأحد غيره فيه شيئا " أسألكم الدعاء"

e.hosam2000@gmail.com

3- **Air out lets**
- Type "catalogue "
- Design " location, number, type, size"

4- **Duct design** " Duct Seizer باستخدام برنامج"

Duct Type:-



Rectangular Circular

5- **Duct construction**
- Duct " الصاج "
- Elbow " الكوع "
- Branch \ take off
- Accessories: "volume, fire" damper
- Duct weight: "manual, Excel "

6- **Duct connections:** توصيلات الصاج

7- **Duct test:** "smoke, light" Test

8- **Duct insulation:** "Types, Design"

9- **Chilled water system**
- Chilled water net work "GPM" كمية المياه
- Circulation chilled water pump
  [Design "flow 'Q', Head 'H' ", Pump set]
- Balancing system, load variation system
- Equipments *[Chiller, circulation pump, FCU, AHU, Cooling tower]*

10- **Fans:** [Types, construction]

11- **BMS:** Building Manage System "design drawings, BOQ"

12- **Ventilation:** التهوية

e.hosam2000@gmail.com

Design Package

1- Design Drawings	
2- BOQ "Bill Off Quantities" جداول حصر الكميات	**Grill:** number for each size
	Pipes: length for each diameter
	Duct: weight
	Insulation: area
3- Specification المواصفات	

ملحوظة:

- من بداية النقطة رقم 9 إلى رقم 12 فى ال contents هي ال Advanced HVAC

- كل الجداول التصميمية الخاصة بالشرح سترفق فى ملف ملحق بهذا الشرح بحيث يمكن الرجوع إليها عند إسترجاع المعلومات بسهولة ☺

إن الكيان البشري ليرتجف وهو يتصور مدلول هذا البيان(لقد أحصاهم وعدهم عدا) فلا مجال لهرب أحد ولا لنسيان أحد (وكلهم آتيه يوم القيامة فردا) فعين الله على كل فرد ، وكل فرد يقدم وحيدا لا يأنس بأحد ولا يعتز بأحد ، حتى روح الجماعة ومشاعر الجماعة يجرد منها ، فإذا هو وحيد فريد أمام الديان .

إن المستضعفين كثرة والطواغيت قله ، فمن ذا الذي يُخضِع الكثرة للقله ؟

انما يُخضِعها ضعف الروح وسقوط الهمة وقلة النخوة والتنازل عن الكرامة

e.hosam2000@gmail.com

1- Load Estimation

*manual

- يتم حساب الأحمال لكل حيز معماري على حده .

1-1 Types of loads:

a) External loads [solar heat gain, transmittion heat gain]

b) Internal loads [people, lighting, equipments, miscellanies equip.]

c) Ventilation [fresh air CFM]

1-2 notes on comparison:

a)

Dry bulb temperature	Wet bulb temperature
Tdb درجة حرارة الهواء الجافة وتعبر عن الحرارة المحسوسة "sensible heat "	Twb درجة حرارة الهواء الرطبة وتعبر عن الحرارة الكامنة "latent heat " Humidity↑ Twb ↑ ,Humidity ↓ Twb ↓

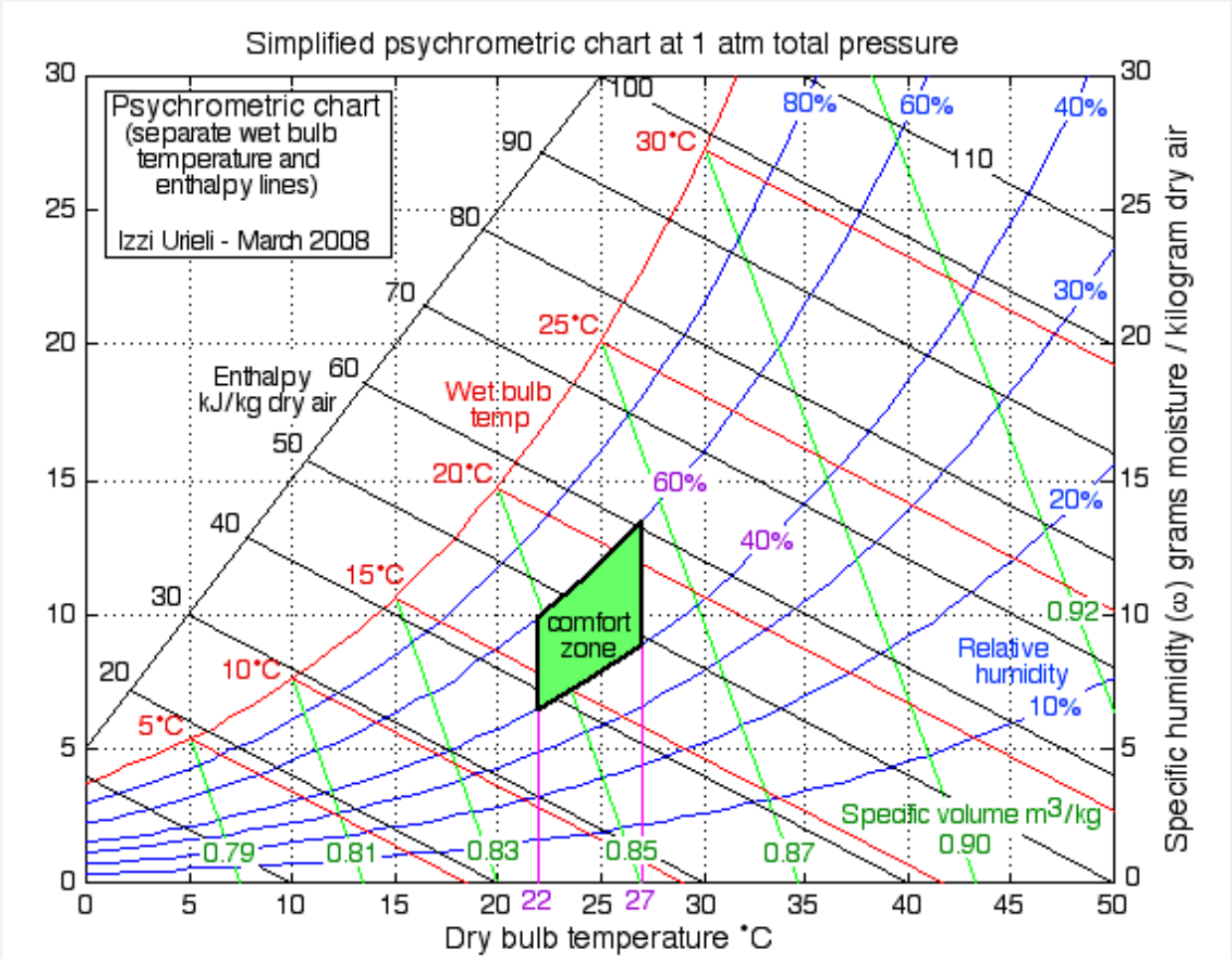
b)

Humidity Ratio	Relative Humidity
نسبة الرطوبة: نسبة بخار المياه الموجود فعلا فى كل رطل هواء جاف	الرطوبة النسبية: نسبة بخار المياه الموجود على أقصى بخار مياه يستطيع الهواء حمله

c)

نوع الحمل الحراري	نوع الحرارة الناتجه عنه
1- Solar	Sensible
2- transmittion	Sensible
3- internal " people"	Sensible, latent
4- internal " lights"	Sensible
5- internal " equipments"	Sensible
6- internal "misc. equipments"	Sensible, latent
7- ventilation	Sensible, latent

e.hosam2000@gmail.com



عندما نعيش لذواتنا فحسب ، تبدو لنا الحياة قصيرة ضئيلة ، تبدأ من حيث بدأنا نعِي ، وتنتهى بانتهاء عمرنا المحدود !

أما عندما نعيش لغيرنا ، أي عندما نعيش لفكرة ، فإن الحياة تبدو طويلة عميقة ، تبدأ من حيث بدأت الإنسانية وتمتد بعد مفارقتنا لوجه هذه الأرض !

e.hosam2000@gmail.com

1-3 BTU Sheet

- Space name: .....

- Space location: .....

- Indoor condition... "Based on application" human comfortable temperature; Tdb = 75°F Air at 50% RH

- out door condition: ... "Based on project location" design condition {HAP, Ashrae, مواقع الأرصاد}

Load		sensible	latent
1-solar		✓	
2-transmittion		✓	
3-internal	a)people	✓	✓
	b)light	✓	
	c)equipment	✓	
	d)Misc. equip.	✓	✓
		R.S.H Room Sensible Heat مجموع الأرقام اللى فوق دي=	R.L.H Room Latent Heat مجموع الرقمين اللى فوق =
4-ventilation		✓	✓
		O.A.S.H Outside Air Sensible Heat رقم اللى مكتوب فى حمل التهوية =	O.A.L.H Outside Air Latent Heat رقم اللى مكتوب فى حمل التهوية =
		G.S.H Grand Sensible Heat = R.S.H + O.A.S.H	G.L.H Grand Latent Heat = R.L.H + O.A.L.H

الدين لا يقود الناس بالسلاسل إلى الطاعات ، إنما يقودهم بالتقوى ، وإذا حدث أن فسِد الناس في جيل من الأجيال فإن إصلاحهم لا يأتي بطريقة التشدد في الأحكام ولكن يأتي من طريقة تربيتهم وإصلاح قلوبهم وإحياء شعور التقوى فى أرواحهم

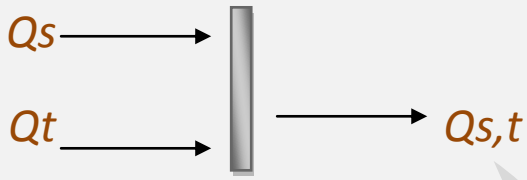
1-4 load estimation:

1-4-1 solar heat gain:

- هي الأحمال الناتجة من وجود آشعة الشمس وبتكون موجوده للحوائط الخارجية " Walls " ،

والنوافذ الخارجية " Glass ".

- الأحمال على الحوائط "Walls" بتكون [solar, transmittion] وعند حسابنا للأحمال على الحوائط لا نأخذ حمل ال solar وحده ولا حمل ال transmittion وحده بل يتم حسابهما سوياً من قانون مجمع Qs,t وسيتضح ذلك لاحقاً ☺



- Solar heat gain through glass:

Qs = A* F * (Solar heat gain \ feet^2)

Where:

Qs ⟶ BTU\hr

A ⟶ area of glass window (وهي موجوده على اللوح المعمارية)

F ⟶ solar heat gain factor

ويعتمد على الـglass type و الـ curtains "الستائر"

كيفية حسابه ومعرفة قيمتة :

- *لو التفاصيل المعمارية متاحة* :- (ندخل جدول **16** فى الأشري ونطلع قيمتة)

- لو التفاصيل المعمارية غير متاحة :-

-More safe: **F= 1**

- More applicable: **F = 0.35**

(Solar heat gain \ feet^2) ⟵ (من جدول **15** فى الأشري)

- ويعتمد على :

- Location of the project " latitude" (خط العرض)

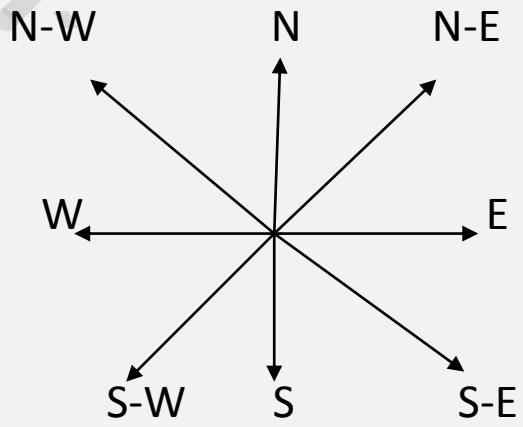
- Timing " month, hour"

- Direction (ويُحدَد الإتجاه عن الطريق السهم الذي يرمز للشَمال فى اللوحة المعمارية)

From table 15 we get the follow as standard for our design work:

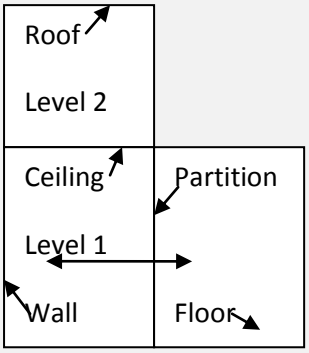
direction	Magnitude in BTU\hr
North	33
N-E	139
E	165
S-E	163
S-W	163
W	165
N-W	139
H	250

** الأرقام السابقة في الجدول مأخوذة على أسوأ الظروف التصميمية من جدول 15 في الأشري ☺*



1-4-2 Transmittion load:

هناك إحتمالين لحمل الـ transmittion



أولاً: transmittion only

وبيكون موجود لـــــ

a) glass,

b) Partition"حائط داخلي", *ceiling "سقف داخلي"*, floor "أرضية"

ثانياً : solar & transmittion

وبيكون موجود لـــ

a) wall "حائط خارجي"

b) Roof "سقف"

>>

أولاً: transmittion only

a) Glass:

$Qt = A * U * \Delta T$

Where:

A ⟶ area of glass window (وهي موجوده على اللوح المعمارية)

U ⟶ over all heat transfer coefficient

ويعتمد على نوعية خامة الزجاج

كيفية حسابه ومعرفة قيمتة :

-*لو التفاصيل المعمارية متاحة* :- (ندخل جدول **33** فى الأشري ونطلع قيمتة)

-لو التفاصيل المعمارية غير متاحة :-

-More safe: **U= 1**

- More applicable: **U = 0.45**

ΔT ⟶ Temp. diff. = 29°F, for Egypt

b) Partition"حائط داخلي ", *ceiling "سقف داخلي"*, floor "أرضية"

$$Qt = A * U * \Delta T$$

Where:

A ⟶ area of Partition, *ceiling*, floor (وهي موجوده على اللوح المعمارية)

U ⟶ over all heat transfer coefficient

كيفية حسابه ومعرفة قيمتة :

- *لو التفاصيل المعمارية متاحة* :- (ندخل جدول **26** فى الأشري ونطلع قيمتة)

- *لو التفاصيل المعمارية غير متاحة* :-

-More safe: **U= 1**

- More applicable:

*partition U **= 0.33**

* Ceiling, floor **U= 0.1: 0.2**

ΔT

↓

لها 3 إحتمالات كما هو موضح فى الجدول التالي:

الجار غير مكيف ومُحمَّل	الجار غير مكيف	الجار مكيف
$\Delta T = Tdb - Tdb$ ↓ للجار ↓ room= 75°F Where: $Tdb = Tdp"out"$ للجار Where: $Tdp"out"$ تعتمد على موقع المشروع فى أي دولة ، مثلا لو مصر هتكون بـ104°F	$\Delta T = Tdb - Tdb$ ↓ للجار ↓ room= 75°F Where: $Tdb = Tdp"out" - 10°F$ للجار Where: $Tdp"out"$ تعتمد على موقع المشروع فى أي دولة ، مثلا لو مصر هتكون بـ104°F	$\Delta T = 0$ بشرط : - 2 spaces conditioned with the same unit - administration building

e.hosam2000@gmail.com

solar & transmittion : ثانياً

a) wall "حائط خارجي "

b) Roof "سقف"

$$Qs,t = A * U * \Delta Teq$$

Where:

A ⟶ area of wall or roof (وهي موجوده على اللوح المعمارية)

U ⟶ over all heat transfer coefficient

$\Delta Teq = \Delta teq + \Delta t$ correction

Where:

Δteq ⟶ from table **20**

Δt correction ⟶ from table **20-a**

دائماً ما نُصمم على الأسوأ ...

From table 20 we get the follow as standard for our design work for Δteq:

Condition	Magnitude of Δteq
Exposed to sun " wall & roof"	46
Covered with water " roof only"	22
Sprayed " roof only"	18
Shaded " roof only"	14

Δt correction for Egypt = 12

الطغيان لا يخشى شيئاً كما يخشى يقظة الشعوب وصحوة القلوب ، ولا يكره أحداً كما يكره الداعين إلى الوعي واليقظة ، ولا ينقم على أحد كما ينقم على من يهزون الضمائر الغافية

1-4-3 internal loads:

1-4-3-1 people: 'sensible, latent'

Qs = no. of person * sensible heat gain for each person

Ql = no. of person * latent heat gain for each person

Where:

- No. of person ⟶ - يُحدد عدد الأشخاص من اللوح المعمارية أو من الأشري

From table 63 we get **No. of person \ feet ^2** which it depends on type of application.

- Sensible, latent heat gain for each person:

It depends on type of application. From table 48

>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

1-4-3-2 light: 'sensible'

هناك نوعان من أحمال الإضائة:

incandescent 'normal' lights	Fluorescent lights
Light load = wattage * 3.4	**Light load** = wattage * 3.4 * 1.25

Locke @ table 49

* لتحديد الـ wattage light :

1- Electrical drawing: lighting fixture من كلمة لوح الإنارة:

2- Electrical engineer

3- Range ' Assumption' :

Residential الأماكن السكنية	Malls المولات	Factories المصانع
20: 25 wattage\m^2	25: 30 wattage\m^2	35 wattage\m^2

1-4-3-3 Equipments: 'sensible'

Q_s = total wattage of equipments * 3.4

Where:

Q_s ⟶ BTU

>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

1-4-3-4 Miscellanies Equipments: 'sensible, latent':

Locke @ table **50, 51, 52**

هذه الجداول تعطي الحمل "S, L" لكل معدة وقد قسمت المعدات إلى:

Electrical burning 'table 50'	Gas burning 'table 51'
ولهما إحتمالين متركب فوقها شفاط زي البوتاجاز مثلاً" ' hooded - not hooded -	

* القيم الموجوده فى الجداول الثلاث كلها لـ حالة الـ not hooded .

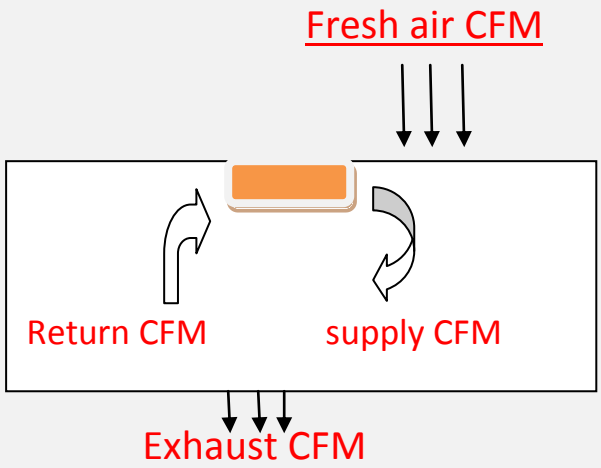
* في حالة الـ hooded ندخل الجداول عادي وناخد قيمة الـ not hooded ونضربها فى 0.5

* الجدول 52 : خاص بالأجهزة التى تعطي 'S, L' ولكنها مش أجهزة مطبخ

Q_s = sum [sensible load for each equipments].

Q_l = sum [latent load for each equipments].

1-4-4 Ventilation load:



no. of persons * CFM per person

Step (1): calculate Fresh air CFM from table 45

area * CFM per sq.feet

Step (2): calculate load from this air [Qs, Ql]

1) $Q_s = 1.08 * CFM * \Delta T$

Where:

Q_s ⟶ BTU\ hr

$\Delta T = [Tdp)_{out} - Tdp)_{in}]$ مثلاً مصر (75 – 104) = 29

CFM ⟶ from table 45

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2) $Q_l = 0.6\ 8 * CFM * (\Delta G_r \setminus lb)$

Where:

Q_l ⟶ BTU\ hr

CFM ⟶ from table 45

$(\Delta G_r \setminus lb)$ ⟶ فرق الرطوبة "رطل"

$$(\Delta Gr \setminus lb) = [(\Delta Gr \setminus lb)out - (\Delta Gr \setminus lb)in]$$

كيفية حساب قيم حدود تلك المعادلة:

نفترض مثلاً إن المشروع اللى شغال تصميم عليه موجود في مصر ،

وأنا عارف إن ظروف مصر الخارجية هي كالتالي Tdb)out = 104°F , at 52% RH

- ندخل الخريطة السيكرومترية الموجودة في صفحة رقم 5 بهذه الظروف Tdb)out = 104°F , at 52% RH

ومنها بدلالة القيمتين السابقتين نجيب الرطوبة النسبية للخارج وهنلاقيها = 165

$$(\Delta Gr \setminus lb)out = 165$$

وأنا عارف إن ظروف مصر الداخلية " للغرفه" هي كالتالي:

Tdb)in = 75°F , at 50% RH

- ندخل الخريطة السيكرومترية الموجودة في صفحة رقم 5 بهذه الظروف Tdb)in = 75°F , at 50% RH

ومنها بدلالة القيمتين السابقتين نجيب الرطوبة النسبيةللداخل "الغرفة" وهنلاقيها =65

$$(\Delta Gr \setminus lb)in = 65$$

ومنهما يتم حساب $(\Delta Gr \setminus lb)$

إن الفرح الصافي هو الثمرة الطبيعية لأن نرى أفكارنا وعقائدنا ملكاً للآخرين ونحن بعد أحياء ، إن مجرد تصورنا لها أنها ستصبح – ولو بعد مفارقتنا لوجه هذه الأرض – زاداً للآخرين ورياً ، ليكفي أن تفيض قلوبهم بالرضا والسعادة والإطمئنان .

التجار وحدهم هم الذين يحرصون على العلاقات التجارية لبضائعهم كي لا يستغلها الآخرون ويسلبوهم حقهم من الربح ، أما المفكرون وأصحاب العقائد فكل سعادتهم أن يتقاسم الناس أفكارهم وعقائدهم ويؤمنوا بها إلى حد أن ينسبوها لأنفسهم لا إلى أصحابها الأولين ☺

e.hosam2000@gmail.com

* انتهينا بفضل الله من كيفية حساب الأحمال الحرارية الأربعة
- ندخل بقا على الـ BTU Sheet ونسقط فيه الأرقام اللى حسبناها كما يلي:

BTU Sheet

- Space name: .....

- Space location: .....

- Indoor condition... "Based on application" human comfortable temperature; Tdb = 75°F Air at 50% RH

- out door condition: ... "Based on project location" design condition {HAP, Ashrae, مواقع الأرصاد}

Load		sensible	latent
1-solar		✓	
2-transmittion		✓	
3-internal	a)people	✓	✓
	b)light	✓	
	c)equipment	✓	
	d)Misc. equip.	✓	✓
		R.S.H Room Sensible Heat مجموع الأرقام اللى فوق دي=	R.L.H Room Latent Heat مجموع الرقمين اللى فوق =
4-ventilation		✓	✓
		O.A.S.H Outside Air Sensible Heat رقم اللى مكتوب فى حمل التهوية =	O.A.L.H Outside Air Latent Heat رقم اللى مكتوب فى حمل التهوية =
		G.S.H Grand Sensible Heat = R.S.H + O.A.S.H	G.L.H Grand Latent Heat = R.L.H + O.A.L.H

Air conditioning capacity = G.S.H + G.L.H = ☐

هيطلع رقم كبير ووحدته BTU\hr نقسمه على 12000 ليتحول إلى TR

1-5 Supply CFM:

1-5-1 By pass factor: معامل التخطي

- يُمثل نسبة الهواء اللى دخل من غير ما يبرد من إجمالي الهواء الـ fresh
- " هواء لم يلامس الـ coil "

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

1-5-2 Effective Sensible Heat Factor 'ESHF':

E S H F = (room sensible heat \ room total heat) + by pass factor

Where:

Room total heat ⟶ 'sensible + latent'

الخلاصة ☺

E S H F = [(R.S.H + 0.1 O.A.S.H) \ (R.S.H + R.L.H + O.1 (O.A.S.H + O.A.L.H))]

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

1-5-2 Temperature Apparatus Dew Point 'TADP': نقطة تكون الندى

هي أقل درجة حرارة يستطيع الهواء الوصول لها أثناء المرور على الـ coil ، وتعتمد على ظروف الهواء الداخل

- نحصل على TADP من جدول 65 عن طريق الدخول لهذا الجدول بقيمة الـ ESHF

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

Supply CFM = [(R.S.H + 0.1 O.A.S.H) \ ((1.08 * 0.9) (Tdp_{in} – TADP)]

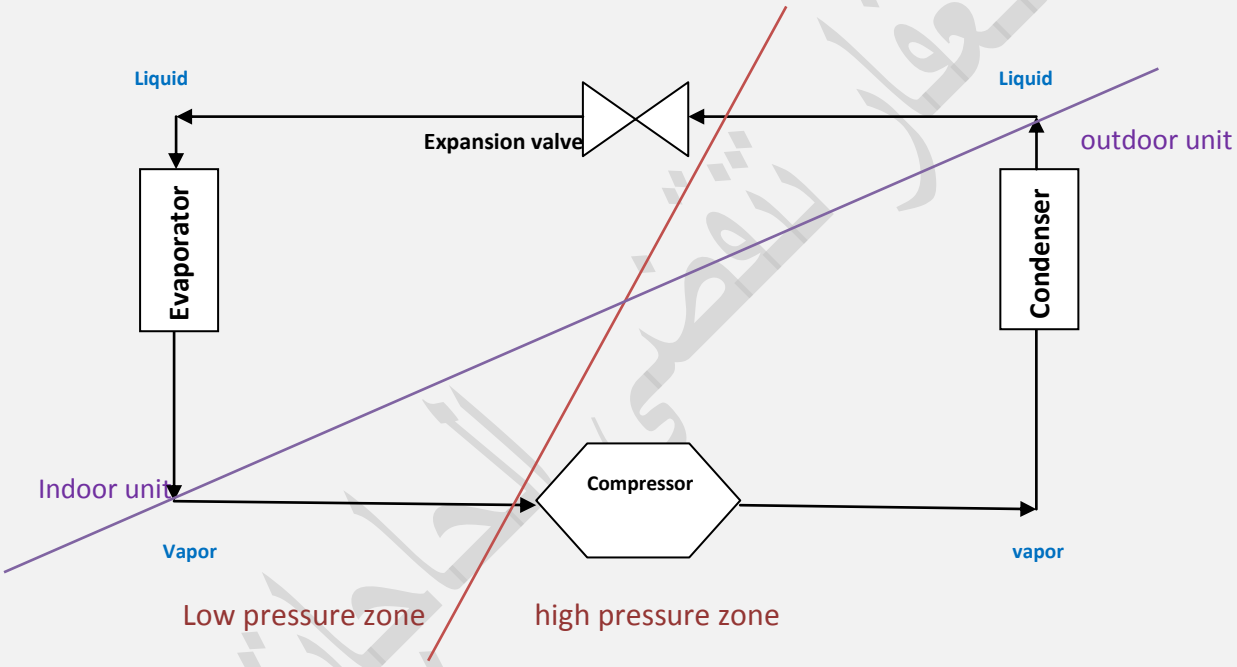
كل التصميم يعتمد عليها كما سنرى **CFM**

أكثر من قول (لا إله إلا أنت سبحانك إنى كنت من الظالمين) ☺

e.hosam2000@gmail.com

2- Cooling cycle & Different HVAC Systems

2-1 cooling cycle:



من قال سبحان الله العظيم وبحمده غرست له نخلة فى الجنة

2-2 HVAC Systems:

2-2-1 Types of HVAC Systems

Chilled water system
نستخدم وسيط " يعني أنا برَّدت المياه وبعدين برَّدت بيها الهواء "

D-X " Direct Expansion"
"تبريد مباشر " الهواء بيعدي على الفريون مباشرة "

Split
وأنواعه
wall
ceiling
free stand
Mini , central split, concealed

Package
i.e. 4 components in the same package
وأنواعه
Window ,central package

- هو mini ولكن الوحدة الداخلية مدفونة ويتم التوزيع بـ grill وتسمى ducted unit

Ducted

- قد يكون الـ return *free return* "نستخدم المسافة بين السقف الخرساني والسقف المعلق كأنها الـ duct

,,,

2-2-2 comparison between central package & central split:

central package	central split
Disadvantage: - required additional space for duct risers - no separate control Advantage: - easier in installation - no oil trap is required	Advantage: - don't required additional space for duct risers - separate control Disadvantage: - high cost for refrigerant pipes "pipes, welding, test, insulation" - oil trap is required عبارة عن S سيفون " ماسورة على هيئة حرف الـ S " لضمان وجود زيت التبريد الخاص بالوحده الخارجية داخل حيزه المخصص له ولا ينزل أو يهرب للوحده الداخلية

2-2-3 Factor affecting for selection:

2-2-3a Block load 'full project load':

required System	Available Full load
Window & mini split	7 TR
Concealed	7: 15 TR
Central ' package, split'	15: 70 TR
Chiller	> 70 TR

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2-2-3b Capital cost: تكاليف الإنشاء

L.E per TR

Window	mini	concealed	central package	central split	chiller
1000	1500	2000	3000	3500	4500

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2-2-3c Running cost: تكاليف التشغيل

L.E per TR

Window	mini	concealed	central package	central split	chiller
أغلى					أرخص

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2-2-3d Available duct space:

- تحسم المقارنة بين إختياري لـ ' central package, central split'

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2-2-3e previous design:

- عند استكمال مشروع قد بدأ بالفعل واختير نظام معين للمرحلة الأولى فيُفضل نكمل بنفس النظام وأيضاً في حالة تجديد مشروع يُفضل أجدد بنفس النظام القديم

2-3 load control system:

يتم عن طريق 3 أنظمة :

CAV Constant Air Volume system	VAV Variable Air Volume system	VRV Variable Refrigerant Volume
'chilled water system' - كمية الهواء ثابتة ولكن كمية المياه متغيرة - control in chilled water flow	- control in air flow عن طريق damper ولكن له عيوب: - التحكم بيكون الـ damper للهواء وهو يُحدث ضوضاء لأنها قطعة ميكانيكية وتحتاج أيضاً إلى صيانة كثيرة	تُستخدم في حالة compressor واحد ومتوصل عليه كذا وحدة داخلية

بالاستغفار تقضى الحاجات :)

ليعلم أبنائنا أن آبائهم وأجدادهم كانوا رجالا لا يقبلون الضيم ولا ينزلون أبداً على رأي الفسدة ولايعطون الدنية أبداً من وطنهم أو شرعيتهم أو دينهم " د.مرسي

3- Air out lets

3-1 functions of air out lets:

Its function is; diffusion for air inside the space.

- ***Air out lets called "diffuser, air terminals "***

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

3-2 types of air out lets:

- Colure, Shape ⟵ المعماري بيحددها

3-2-1 ceiling diffuser	يتم تركيبها فى السقف المعلق
3-2-2 linear grill	بتحدف هواء أفقى أمامها ، وتركب فى مداخل الغرف التى ليس بها سقف معلق ومفتوحه على مكان به سقف معلق " غرف الفنادق"
3-2-3 jet diffuser	تركب للأماكن اللى سقفها أعلى من 4 م
3-2-4 fresh air lover	تركب أسفل الأبواب " للحمامات ، غرف محولات الكهرباء"
3-2-5 exhaust air valve	تركب لشفط الهواء " حمامات ، مطابخ " لضمان إن كل grill بتشفط هواء بنفس الكمية

* Exhaust air نأخذه من الحمام والمطبخ

ومميزات ذلك :

-تحقيق أقصى استفاده من exhaust air

-تجديد الهواء داخل التواليت أو المطبخ وهذا بمثابة تهوية لهما

من قال سبحان الله وبحمده 100 مرة غُفِرت له ذنوبه ولوكانت مثل زبد البحر

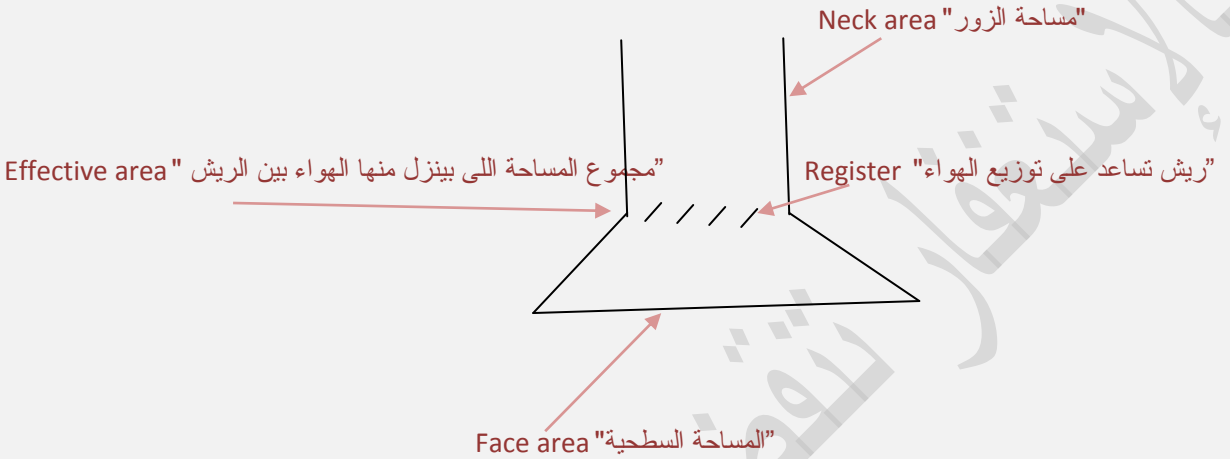
3-3 factors 'roles' affecting air out lets design:

3-3-1 types of ceiling: نوع السقف المعلق

هناك نوعان من السقف الساقط " المعلق":

3-3-1a ceiling tiles: بلاطات

- المقاس المنتشر (60 * 60) cm ، (24 * 24) بوصة



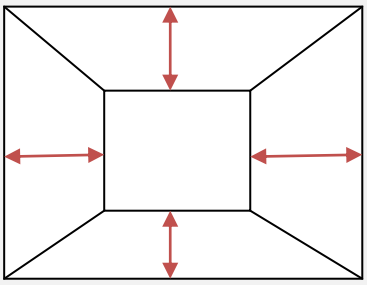
Ex:

- Grill 24 * 24 "face area"

- Grill 18 * 18 "neck area"

ملحوظة :

- المسافة بين الـ neck والـ face ~ 3 inch ⟷



,,

3-3-1b gypsum pored: الألواح الجبسية

3-3-2 CFM for each air out let :

CFM each air terminal = (total CFM \ no. of air terminal)

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

3-3-3 size of grill

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

3-3-4 noise level:

Max. Accurate sound

الصوت الطبيعي = db 32

فى المولات : الصوت الطبيعي = db 48

- بندخل جداول الـ ceiling diffuser بـ CFM each air terminal ، والـ size :

لو الصوت Nc عالي نغير الـ size إلى أن نصل إلى الحد المسموح به .

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

3-3-5 air through:

X = (3\4) L

Where:

X ⟵ حدفة الهواء

L ⟵ المسافة بين الـ Grill

لا حول ولا قوة إلا بالله كنز من كنوز الجنة

3-4 air out lets design:

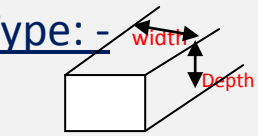
هناك طريقتين :

Architectural plane	Reflected ceiling plane RCP
- فى هذه الحالة نصمم عن طريق الفرض واللى يحكمنى الـ noise - نبدأ بفرض أنها grill واحده - لو دخلت الجدول وحصل noise نزود الـ عدد لـ grill ونشوف الـ noise وهكذا...	- نحسب الأحمال - نحسب كمية الهواء CFM - في الـ RCP : بيعطي عدد الـ Grill في اللوحة المعماري - نحسب الـ CFM_each air terminal - الـ size محدد فى الـ RCP - ندخل الجداول بـ CFM_each air terminal مع الـ Size ونبدأ نختبر الصوت وهكذا

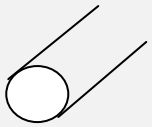
من لزم الإستغفار ؛ جعل الله له من كل ضيق مخرجا ، ومن كل هم فرجا ، ورزقه من حيث لا يحتسب .

4- Duct design " Duct Seizer باستخدام برنامج"

4-1 Duct Type: -



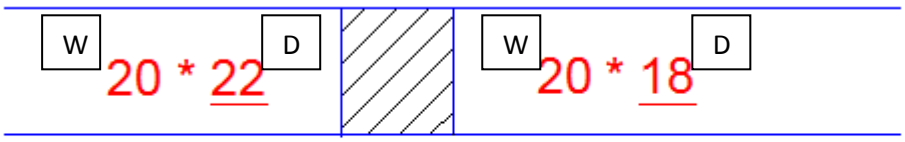
Rectangular



Circular

,,

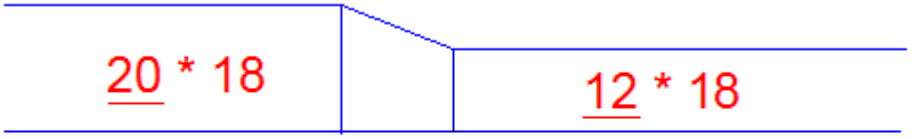
- فى حالة الـ Rectangular لو عملنا مسلوب فى الـ depth مش هيظهر فى الـ plane لكن هنلاقي رقم الـ depth تغير؛ كما بالشكل :-



reduction in depth

,,

- فى حالة الـ Rectangular لو عملنا مسلوب فى الـ width هيظهر فى الـ plane بهذا الشكل:-



reduction in width

,,

4-2 The factors which affected on design of ducts:

1- CFM
2- Size " W * D" , "diameter"
3- Velocity "V"
4- Friction "f"

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

4-3 Rules of duct sizing selection:

4-3-1 Aspect Ratio "A.R" = البعد الكبير / البعد الصغير

Aspect Ratio ↑ duct weight ↑ heat losses ↑

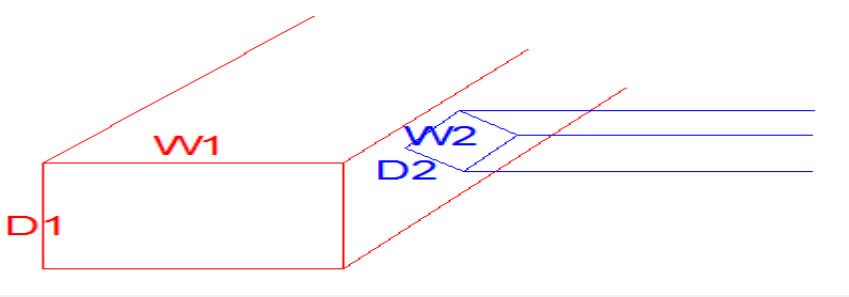
- أفضل الأنواع الـ round وبعدها square ثم المبطط

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

2-3-4 الأبعاد الزوجية تفضل فى الـ width والـ depth

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

3-3-4 قاعدة القطع



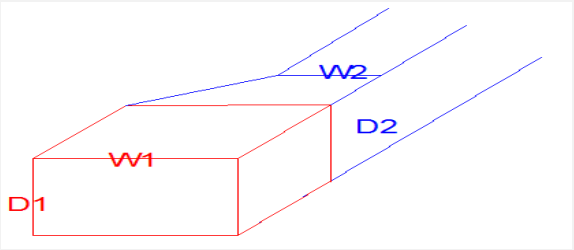
- لازم D2 < D1

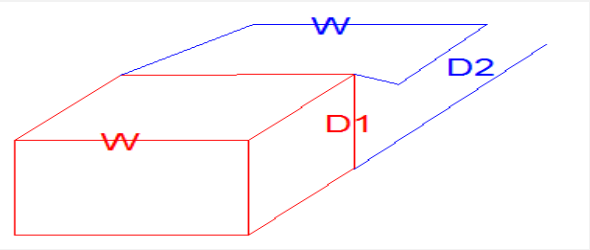
- لو هنعمل وصلة Tee ∴ D1 = D2

- The role is: D1 > D2 ≅ 2"

- العلاقة خاصة بـ depth فقط لأن الـ width بتاع الـ branch بيقطع الـ depth بتاع الـ main

4-3-4 Reduction: قاعدة السلب





- يفضل السلب يكون فى حاجة واحده.

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

4-4 steps of design:

4-4-1 load estimation ⟶ TR CFM

4-4-2 air out lets design ⟶ CFM for each grill

4-4-3 design drawing ⟶ single line from ACU to air out lets "simple, symmetrical"

4-4-4 calculate CFM in each duct section

4-4-5 use the Duct Sizer program

4-4-6 constant friction

4-4-7 @ each section by "CFM, f" we get sizing

Note that:

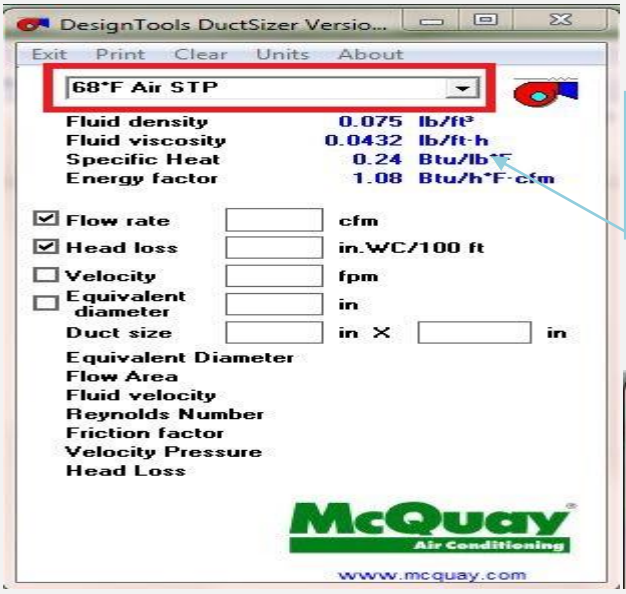
*@ van which is nearest to compressor;

- max. Velocity 1200 fpm.

- CFM = total CFM

- *By* max. Velocity, total CFM*; we get duct sizing friction*

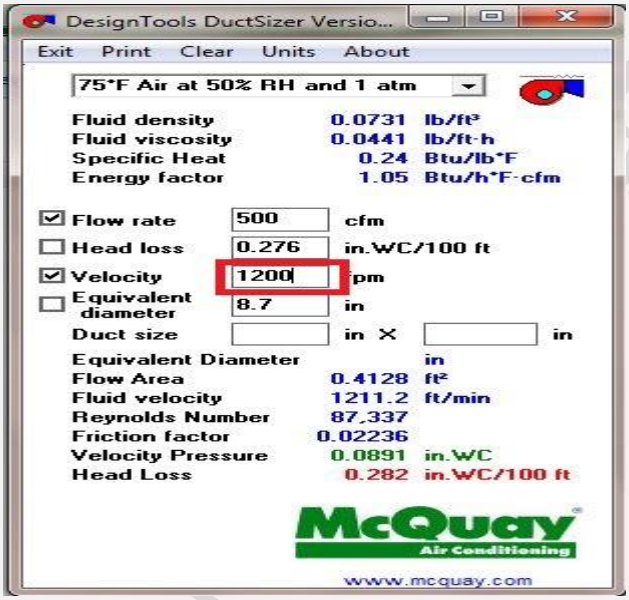
ملاحظات عند استخدام برنامج الـ duct sizer

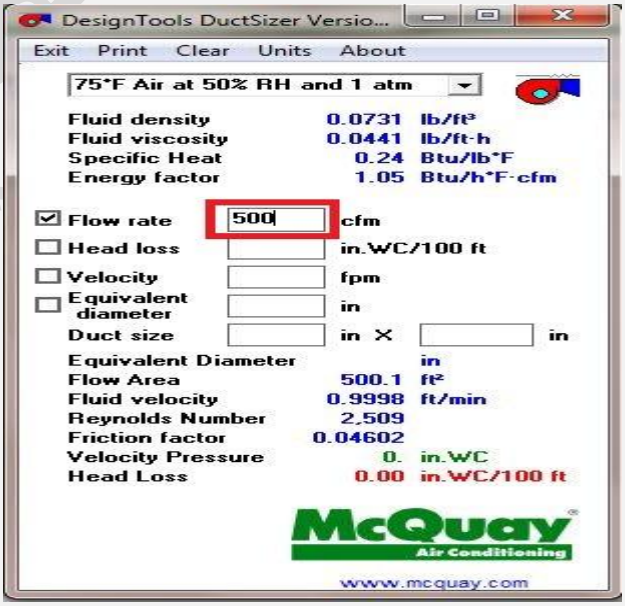


1- نغير الظروف دي من الإختيارات ونخليها

75°F Air at 50% RH and 1 atm

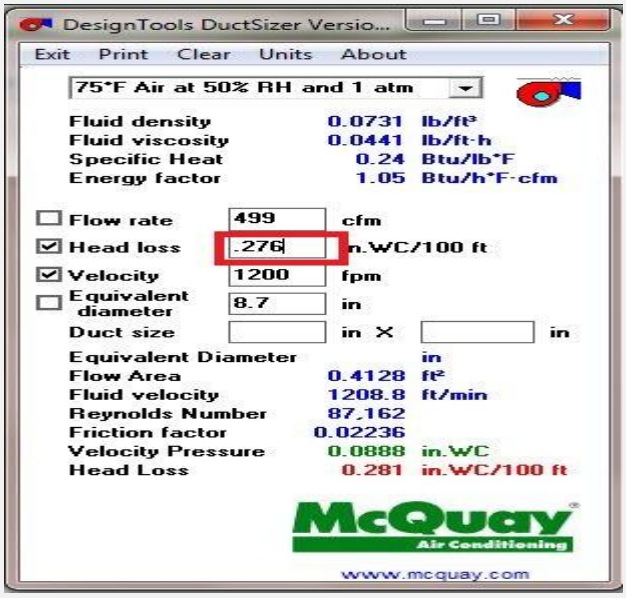
2- هنفترض إن عندنا 500 CFM خارجين من المكنة ، هنكتبهم فى خانة الـ Flow rate ثم نكتب فى خانة الـ velocity 1200 كما هو مبين بالشكلين التاليين.

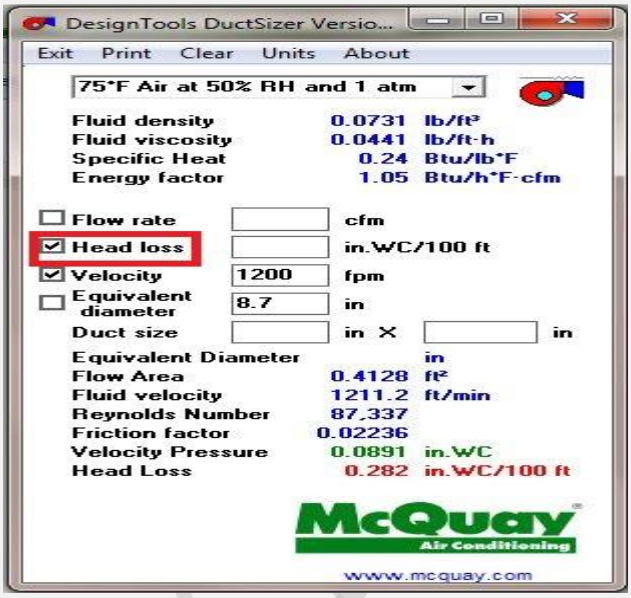




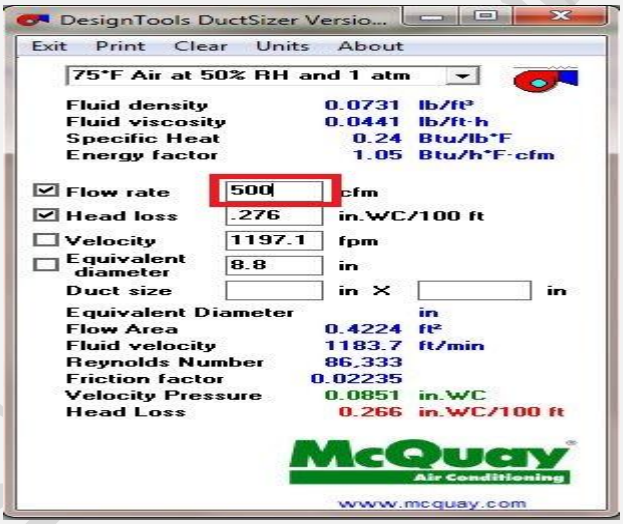
3- هلاقى ظهر عندي رقم فى خانة الـ head loss اللى هو فى مثالنا دا 0.276 ، هحفظ الرقم دا كويس جدا .

4- نعلّم على خانة الـ head loss بضغط بالماوس ، هلاقى الأرقام اتمسحت كما هو مبين بالشكل التالي. ثم نكتب فيها الرقم اللى حفظناه 0.276 وبذلك نكون قد قمنا بتثبيت الـ friction كما هو مبين فى الصفحة التالية.

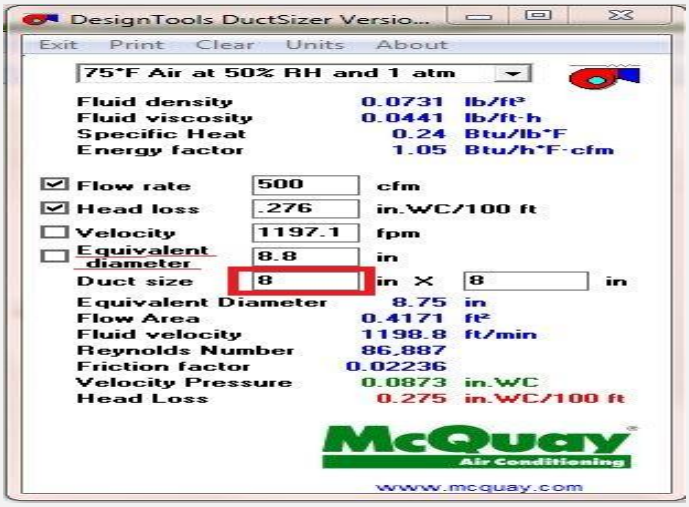




5- لاحظ فى الشكل السابق ان قيمة الـ flow rate اتغيرت ، نرجع نكتبها 500 تاني ☺



6- نكتب فى الخانة الأولى لـ Duct size الرقم الزوجي اللى قبل الرقم المعطى فى الخانة اللى قبلها Equivalent diameter



e.hosam2000@gmail.com

7- فى حالة القطع لازم $D_{main} > D_{branch} \cong 2"$

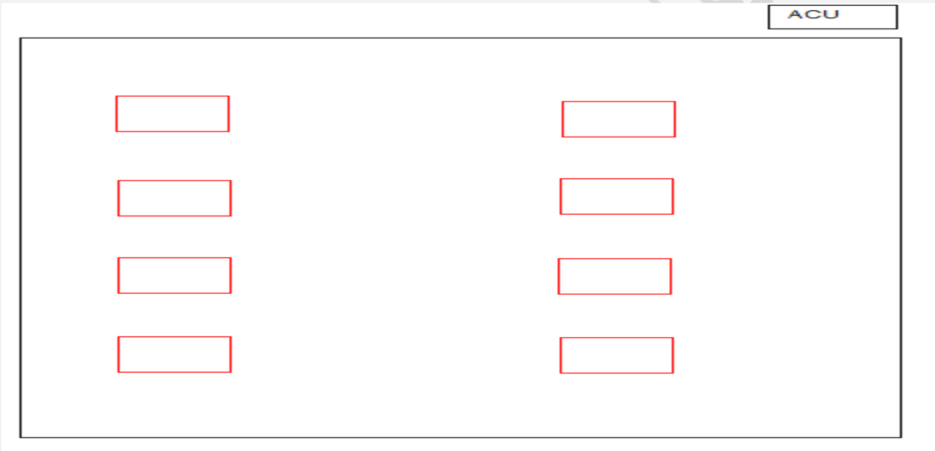
8- فى حالة السلب لازم أثبت D ويفضل أقل D ونراعي عند الكتابة إنى كاتب صح .

9- لو طلع لى Duct size برقم فردي ؛ نقربه إلى أقرب رقم زوجي أكبرمنه.

- بعد كدا عند أي Section هدخل فى البرنامج الـ flow rate فقط وأراعي النقطة 7، 8، 9.

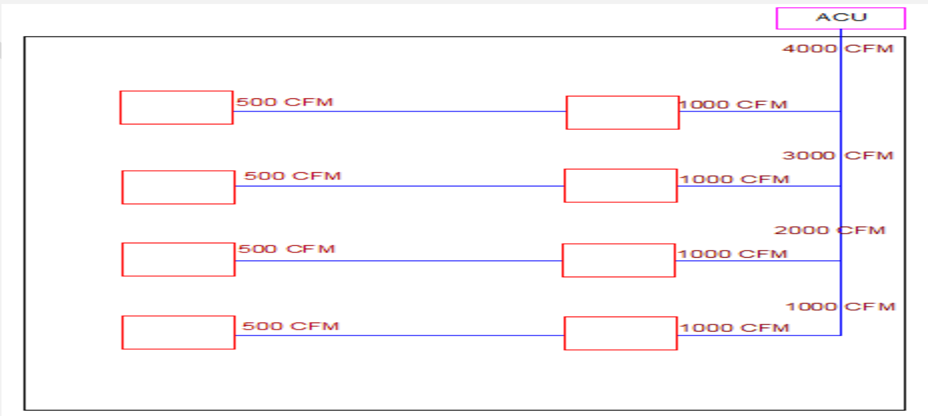
Ex1:-

- عندي مكنة بتغذي مكان وكان توزيع الـ Grill كما بالشكل وكل grill لها 500 CFM

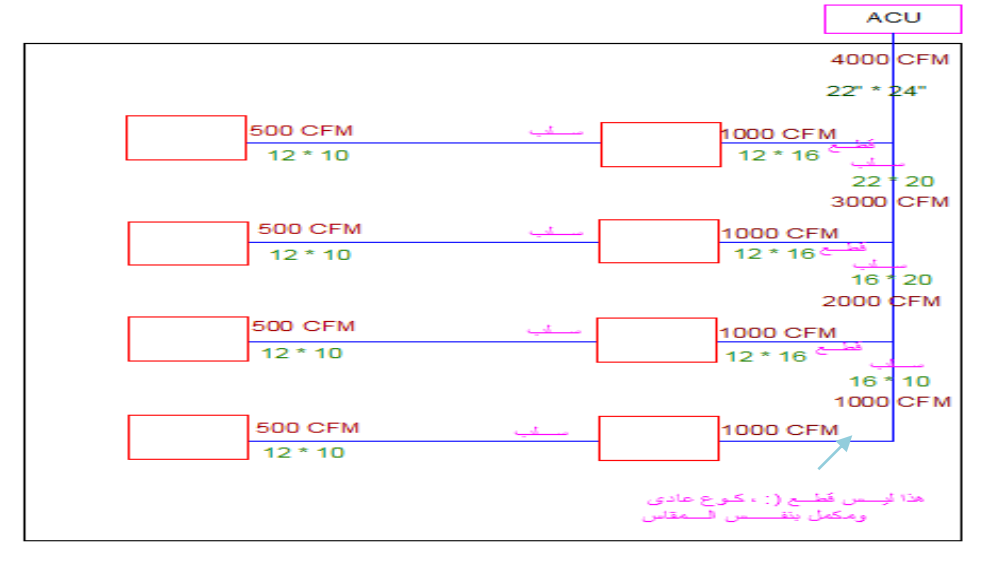


- Design drawing ⟶ single line from ACU to air out lets “simple, symmetrical”

- calculate CFM in each duct section

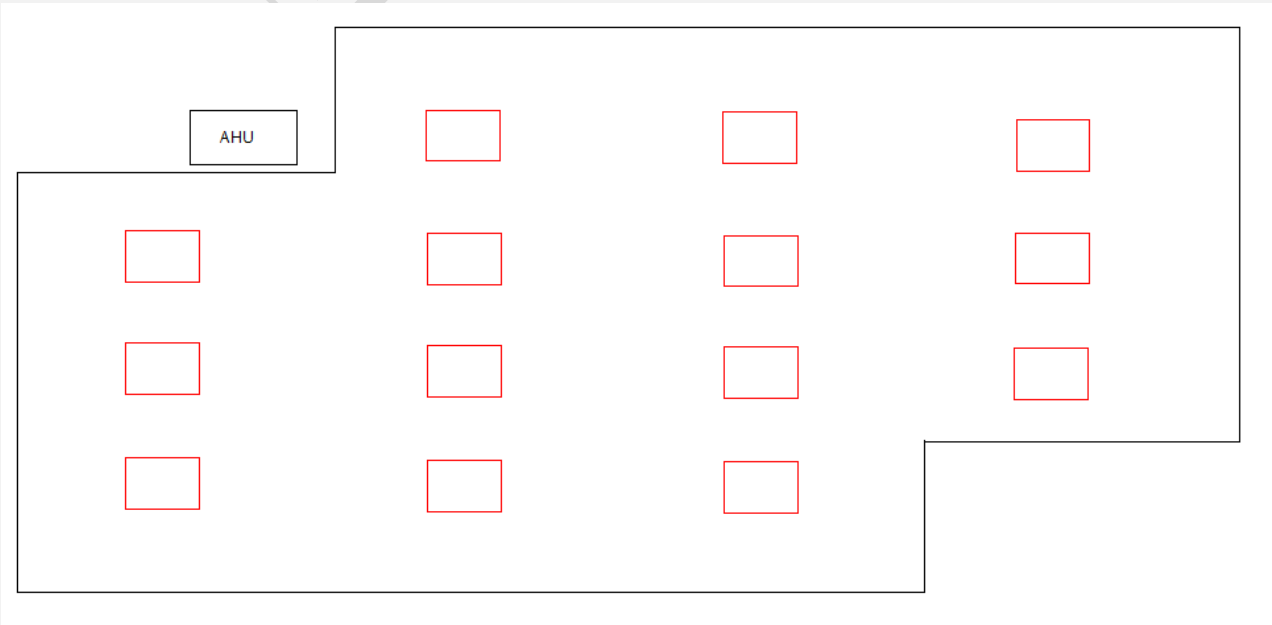


- use the Duct Sizer program
- Constant friction
- @ each section by "CFM, f" we get sizing
- مع تطبيق الملاحظات الـ 9 التى سبق ذكرها عند استخدام البرنامج



Ex2:

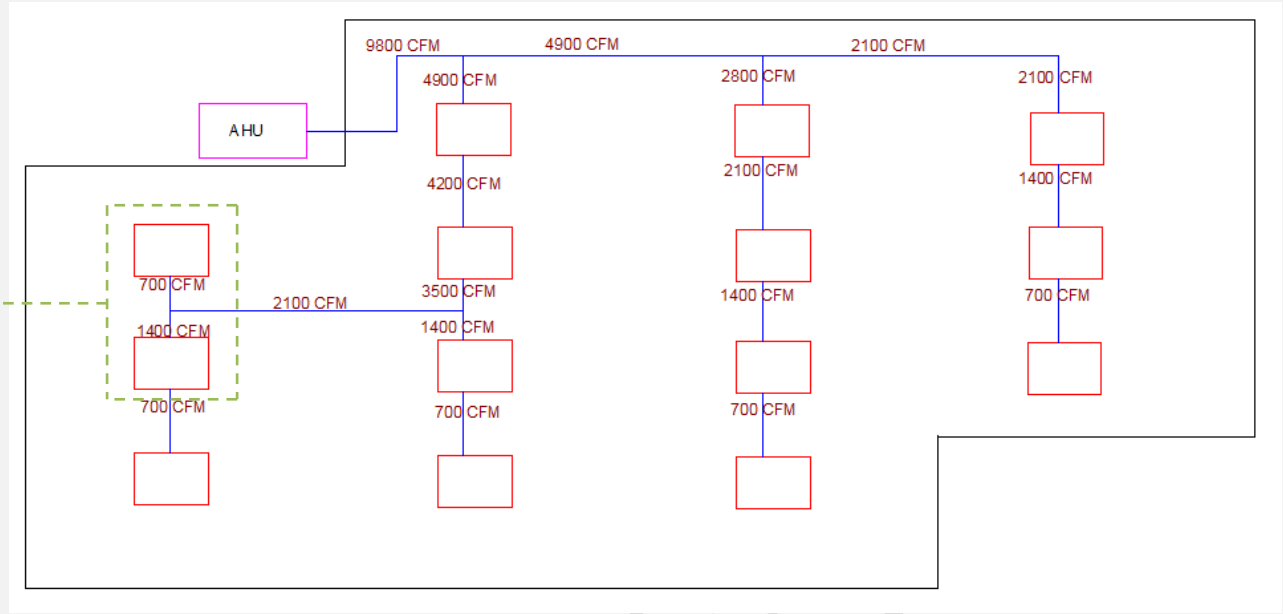
700 CFM for each air out let:



e.hosam2000@gmail.com

- Design drawing ⟶ single line from AHU to air out lets "simple, symmetrical"

- calculate CFM in each duct section



- use the Duct Sizer program

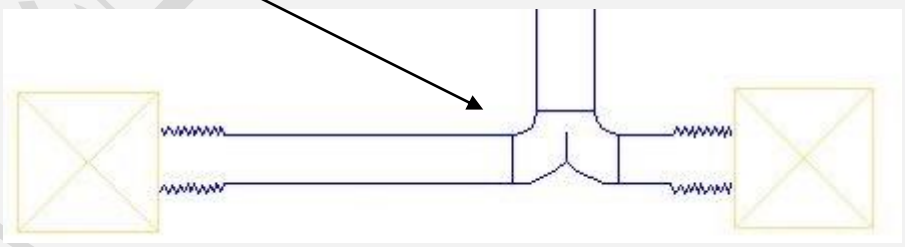
- Constant friction

- @ each section by "CFM, f" we get sizing

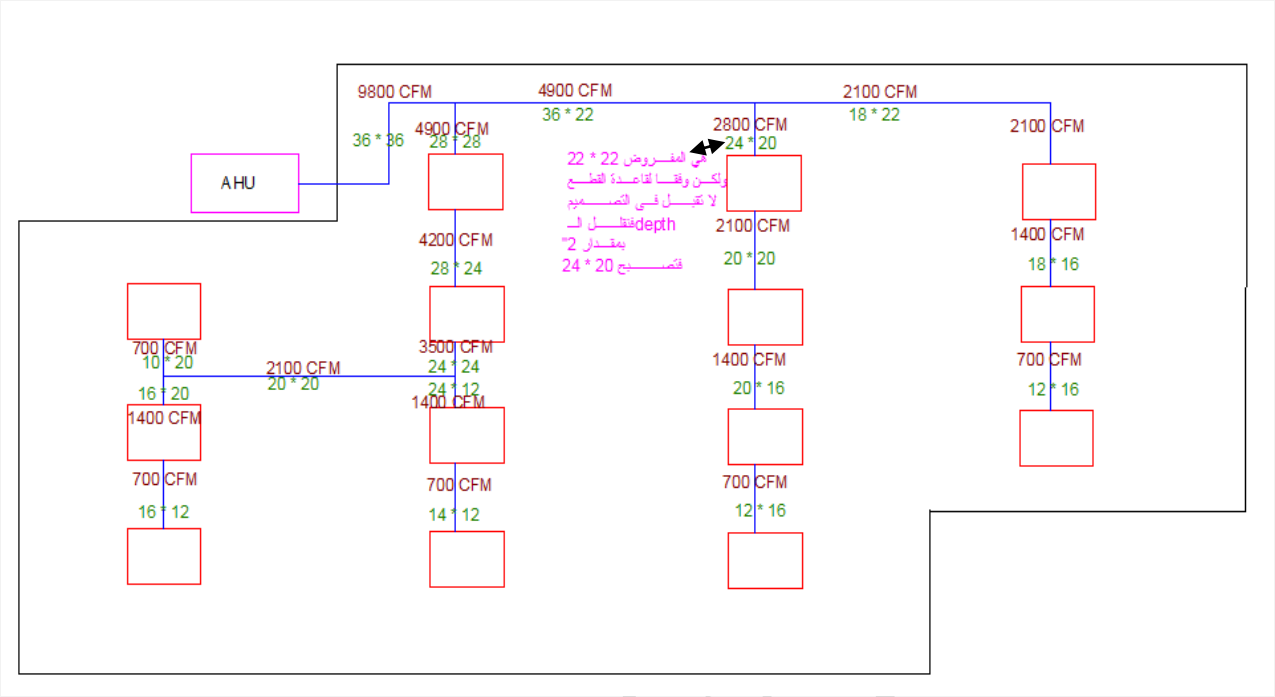
- مع تطبيق الملاحظات الـ 9 التى سبق ذكرها عند استخدام البرنامج

هذا الجزء ليس بقطع ولا سلب وإنما هو " رجل بنطلون " split وفيه يتم تثبيت الـ depth فى الثلاث اتجاهات

مع مراعاة وجود " رجل بنطلون " عند هذا الجزء ←

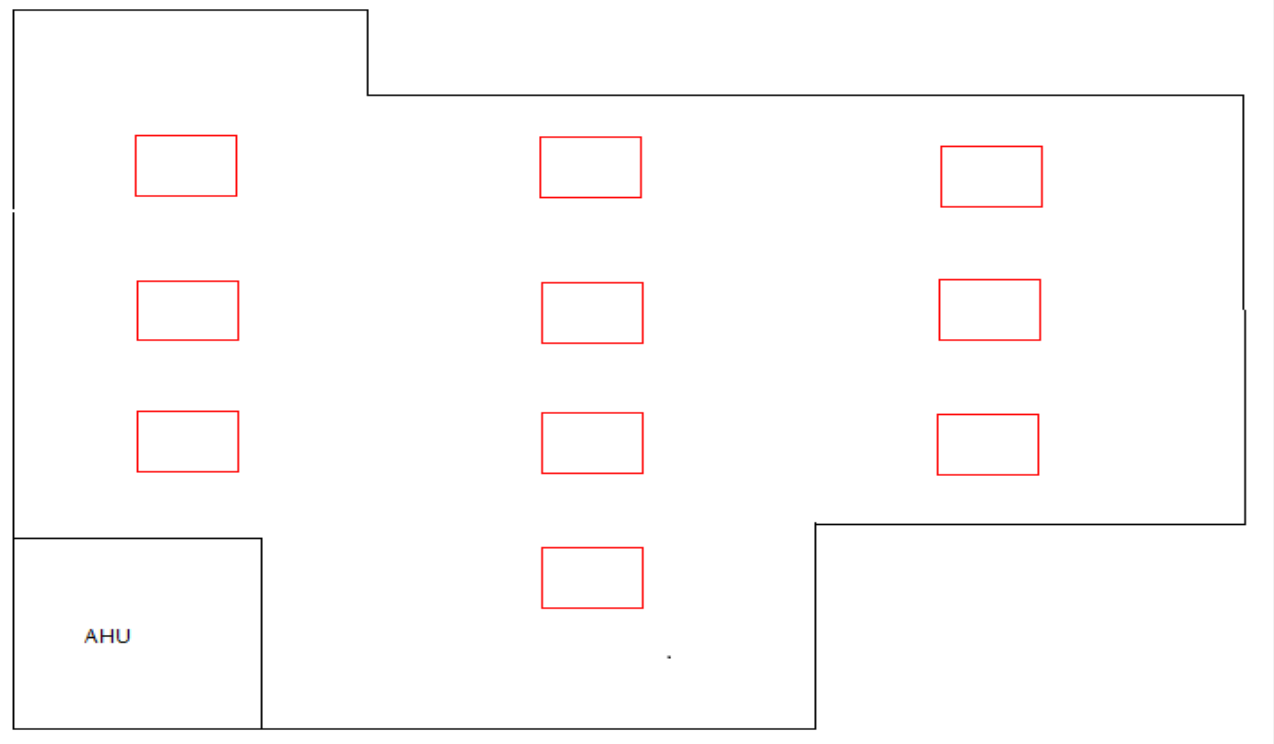


∴ حل المثال هيكون بهذا الشكل :-



حل المثال دا بنفسك بقا ☺

600 CFM for each grill



5- Duct construction :

5-1 Volume damper:

- عباره عن ريش متوصله بزراع خارج الـ duct

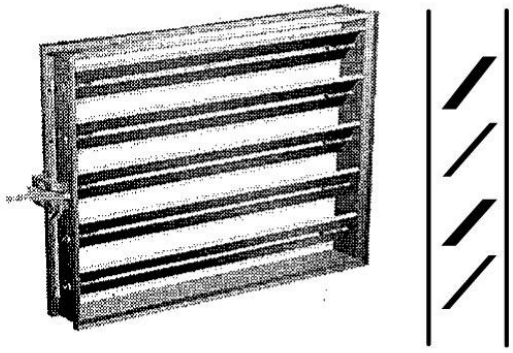
5-1-1 Function:

- Balance for air quantities inside duct network

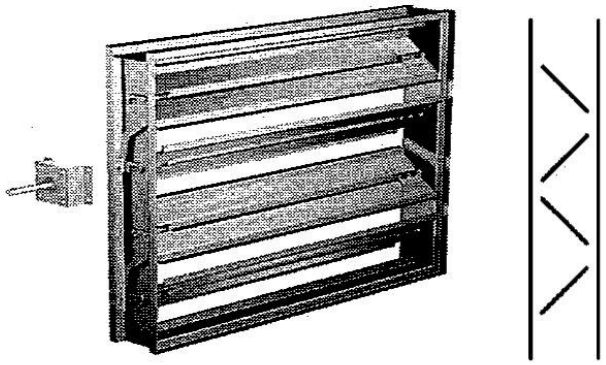
- Equalizing to friction or pressure drop in all baths

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

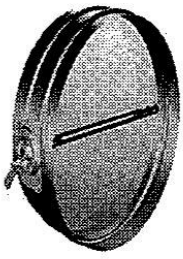
5-1-2 Type of volume damper:



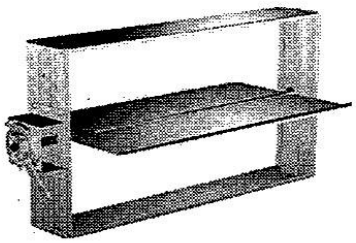
PARALLEL BLADE WITH MANUAL ADJUSTING HAND QUADRANT



OPPOSED BLADE WITH OUTBOARD BEARING AND BRACKET



ROUND SINGLE BLADE



RECTANGULAR FLAT BLADE

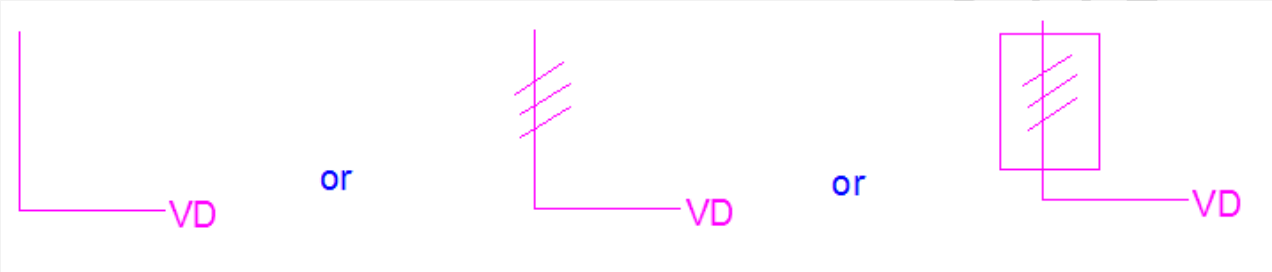
5-1-3 Location volume damper:

- Supply ducts at entering of each branch.

فى الصاج المغذى على مدخل كل فرع

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

5-1-4 Smacna cad standard: شكله على اللوح



,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

Note that:

- لازم الـ volume damper اعرف اوصل له بعدما اركب الشبكه كلها عن طريق فتحه فى السقف المعلق تصل الى اليد المتحكمه فى الريش .

- Volume damper must be accessible BY access panel from air outlet.

Because of:

Testing & commissioning

- المسئول عن هذه العملية هم TAB

Testing & Balancing & Adjustment

"عمليات الاختبار"

لو صمدت ذرة من الحق أمام جبلٍ من الباطل لهدمته

الإمام علي بن أبي طالب

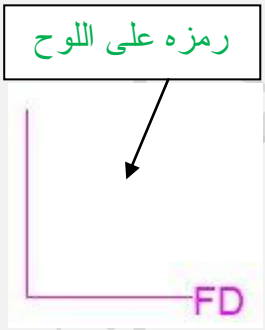
5-2 fire damper: "smoke damper"

عباره عن علبه بها باب" زى باب الدكان الملفوف على آكس" ودائما فيه Spring يضغط على الباب لينزله ولكن اللى بيمنعه وجود وصله قابله للانصهار تنصهر بمرور الدخان فيتم اغلاق الباب بواسطة الـ spring

ووظيفته: حماية الشبكه من وجود دخان فى حالة الحريق

ويتم تركيبه على Return branch

ولها مكان اخر نركبه عليه"Fire rated wall" "حوائط ضد الحريق" اذا تم التكسيرفى الـ Fire rated wall لكن نعدى "نخترق" الـ duct بتاعنا (سلم الهروب مثلا) وحول الـDuct بنركب ماده اسمها Fire sealant material وجوه بنركب Fire damper



,,,,,,,,,,,,,,,,,,

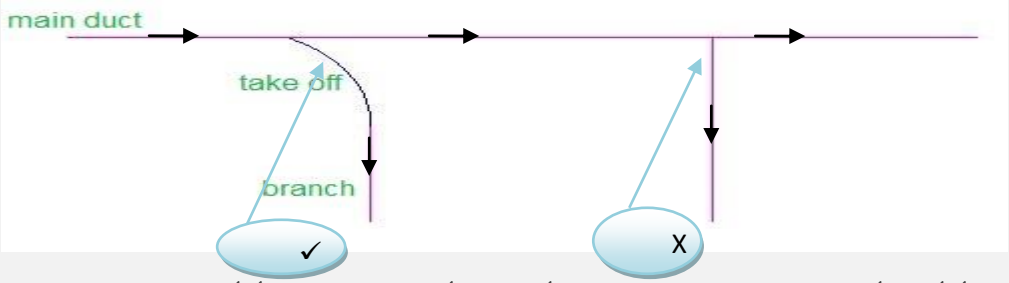
Note that:

- Return CFM is from supply CFM for the same space.

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

5-3 Branch "take off":

بتبقى curve من ناحية الـ flow



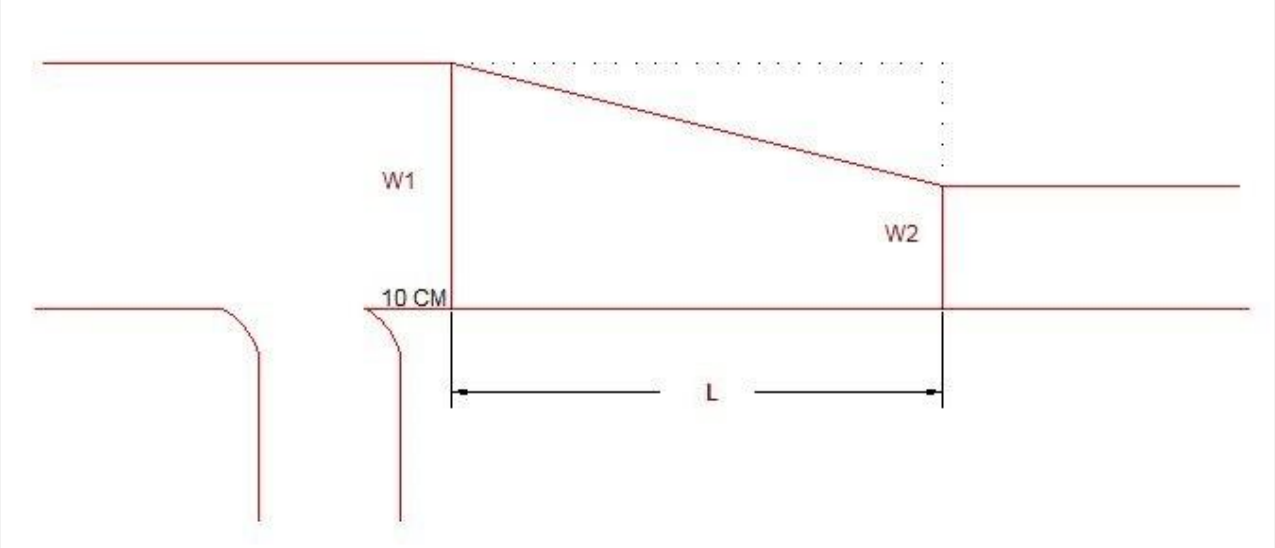
5-4 Reducer: المسلوب

- موقعه: لازم نسيب 10 سم فى الـ duct وبعدها أسلب.

-Its location: *After 10cm from the branch take off*

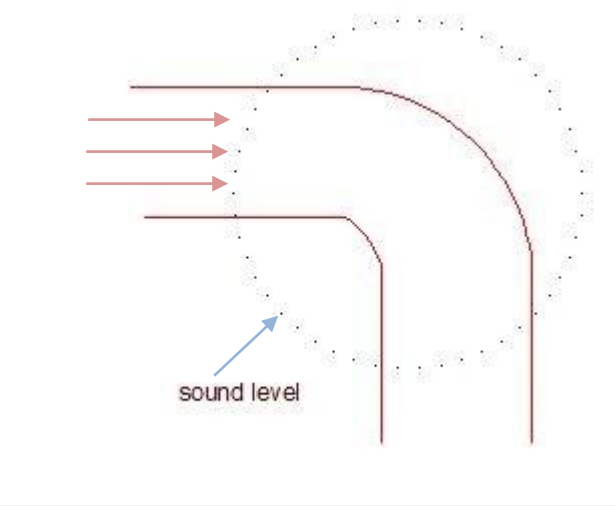
- Its length:

$$L = 4(W1 - W2)$$



,,,,,,,,,,,,,,,,,,

5-5 Elbow: الكوع



الحل نركب ريش توجيه Guide vanes

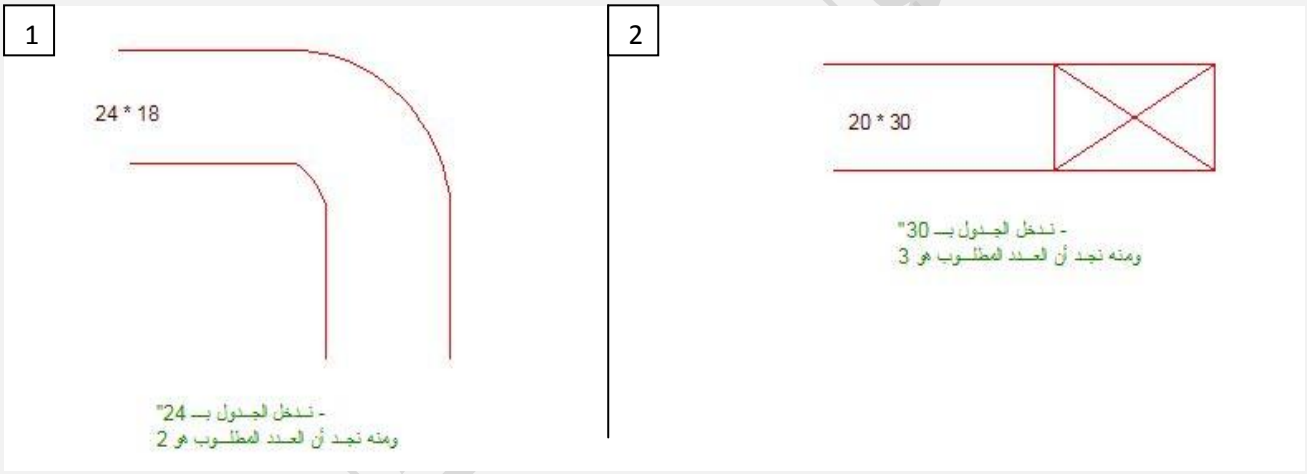
Design of Guide vanes: from table as shown

بندخل الجدول بالبُعد اللى بيلف ؛ لو اللفه ظهرت فى الـ plane يبق الـ width اللى بيلف ؛ لو مظهرتش يبقى الـ depth طلع فوق أو نزل تحت ويسمى riser

Table of Guide vanes	
Depth for the elbow	No. of Guide vanes
Up to 10”	No Guide vanes
12” : 16”	one Guide vanes
16” : 24”	two Guide vanes
More than 24”	three Guide vanes

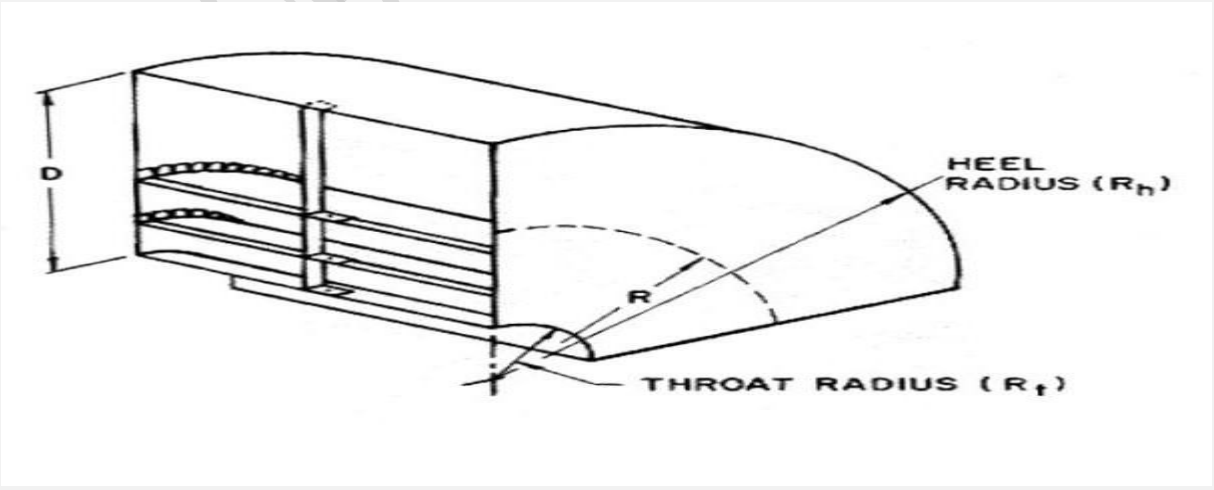
Ex:

1

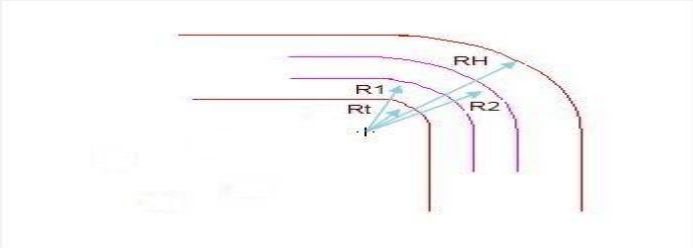


2

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,



- لتحديد قطر الـ Guide vanes



Where:

Rt ⟶ throat radius (3" : 6")

RH ⟶ Heel radius

RH= Rt + width or Depth

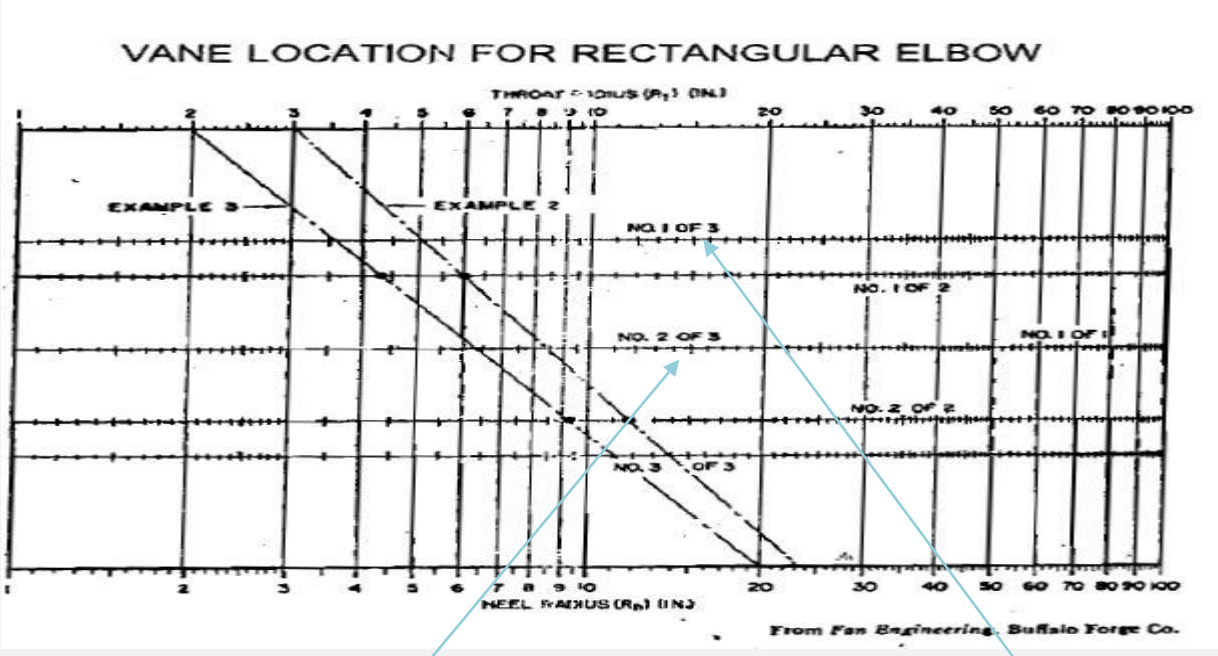
على حسب مين اللى لف كما سبق

- كدا أنا عندي RH ، Rt معلومين

لمعرفة الباقي ندخل الخريطة التالية :-

طريقة استخدام الخريطة:

- أشوف أنا عندي كام Guide vanes وأبدأ أفترض الـ Rt وأحسب منها الـ RH ثم نوصل بينهم بخط على الخريطة وتقاطعهم مع خطوط عدد الـ Guide vanes هو قيمة R1، R2 ، ...



معناها الريشة الثانية من إجمالى ثلاث ريش

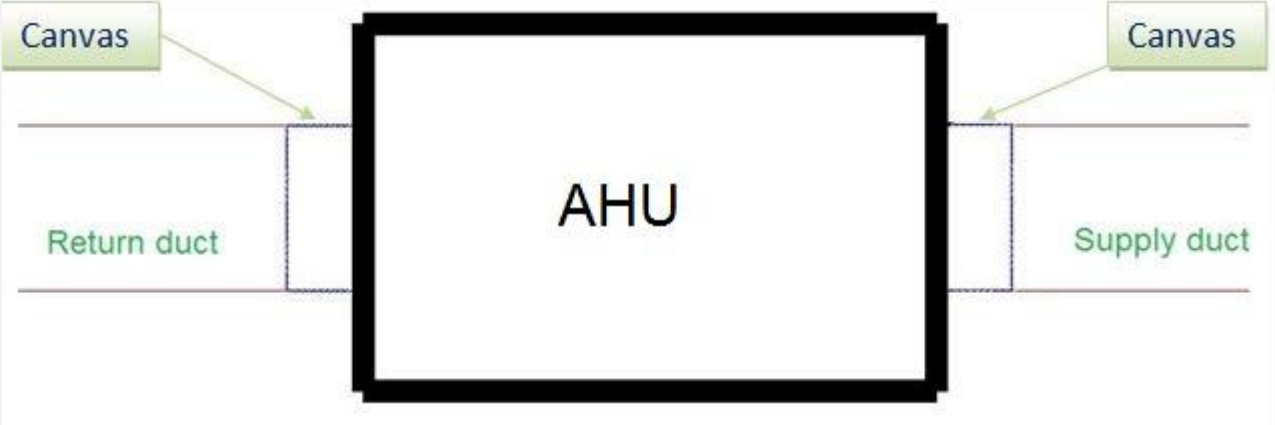
معناها الريشةالأولى من إجمالى ثلاث ريش

و هكذا ...

5-6 Canvas:

عباره عن قطعة تصنع من القماش تركب بعد AHU على مدخل الـ Supply والـ Return

لمنع حدوث اهتزاز بـ AHU (*To prevent Horizontal Vibration*)



,,,,,,,,,,,,,,,,,,

- يوجد نوع آخر من الإهتزازات وهو *Vertical Vibration* تُنقل الى construction element

لعلاجها

Floating floor	spring cup	Rubber bad
يتم وضع طبقه من الفوم على السطح الخرسانى ثم نصب طبقة خرسانه اخرى نحمل عليها AHU (سقف عايم)	نحمل AHU علىspring	نحمل AHU علىRubber bad

6- **Duct test:** "smoke, light" Test

Smoke Test	light Test
- نجيب دخان ونضغطه جوه الشبكه *هواء ملون بدون حراره علشان الـ fire damper* - عيوبه: - Network branches need to be closes before test. - Smoke equipment to be provides	-عيوبه: 1- fall darkness لازم ظلام دامس 2- Test to be done for separate straight duct. 3- when silica used it must be opaque

In case of leakage في حالة التسريب

- *Reconstruction* or used Silica (opaque or Transparent)

,,,,,,,,,,,,,,,,,

In case of no leakage

Contractor ⟶ consultant

WIR ⟶ Work inspection Request

معناها خلصنا واختبرنا ومحتاجين الاستشارى يوقع علشان نتكيش☺

7- Duct insulation: "Types, Design"

7-1 Sound insulation

- In supply Duct branch.
- In return Duct branch.
- Elbow

* Sound insulation is in side duct.

- يصنع من مادة Arm flex وتتم قبل عملية تقفيل الـ Duct

** Its Function is damping sound level

It from 1cm to 3cm

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

7-2 Heat insulation:

- For the whole network للشبكه كلها

* Heat insulation is outside the duct

- تتم بعدالـ Duct installation وتصنع من الـ Fiber glass

** Its Function is:

- Decrease heat transfer.
- Prevent water vapor condensation on the outer duct surface.

- بنعزل الـ Supply للوظيفتين وبنعزل الـ Return للوظيفه الثانيه لأن بعد ما يتكثف بخار الماء على الـ Duct هيبدا ينقط ماء على السقف والدنيا هتبوظ منك.

e.hosam2000@gmail.com

*** Density of Heat insulation:

تمثل الوزن لكل cm^3

Density		
12 $^{kg}/_{m^3}$	24 $^{kg}/_{m^3}$	48 $^{kg}/_{m^3}$

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

**** Thickness of Heat insulation:

1"	2"	4"

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

Duct insulation

In door duct	outdoor duct
-الصاج اللى بيعدى فى حيز مكيف Air condition region - Density 12 $^{kg}/_{m^3}$ - Thickness 1"	- duct is on roof or shaft - Density 24 $^{kg}/_{m^3}$ - Thickness 2" -وفى البلاد الحاره - Density 48 $^{kg}/_{m^3}$ - Thickness 4" وبنعمل لـ outdoor duct (المعرض للشمس) Cladding (صاج مجلفن حول العزل)

e.hosam2000@gmail.com

***** Duct insulation steps

1 -ماده لاصقه ندهن بها الصاج " كُلّه " foster

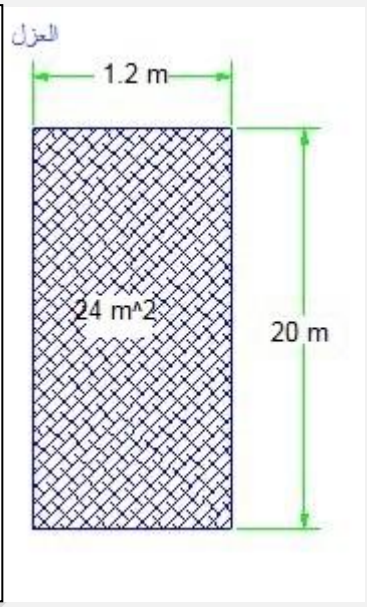
2 -يتم لف العزل على جسم الصاج من الـ 4 جوانب وقبل ما نقطع نسيب 5 سم زياده علشان نتأكد ان مفيش نقطة ضعف فى العزل over lap

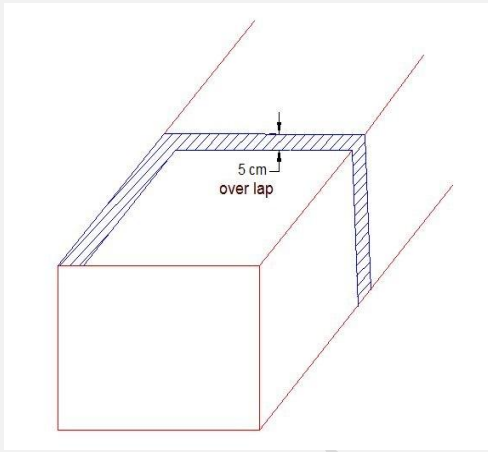
3 -لاصق به سلك زى السوليتب بنلصق به الجزء ال 5 سم :duct tape

4 -ولما نبدأعزل الجزء اللى بعدها بندخل عليها5 سم فوق العزل القديم لضمان جودة العزل ونلصقها بـDuct tape

5 -سلك بنربطه بيه :Duct Belt

ويبقى ٤ احزمه فى فى المتر يعنى ربطه كل ٢٥ سم كل متر





8- Design Package

1- Design Drawings	
2- BOQ "Bill Off Quantities" جداول حصر الكميات	**Grill:** number for each size
	Pipes: length for each diameter
	Duct: weight
	Insulation: area
3- Specification "SPCS" المواصفات	

يعنى باختصار هننفذ الرسومات دى بالكميات دى وبالمواصفات دى

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

8-1 Duct: weight		
1- equations	*2- General*	3- ميزان بسكول
-عن طريق excel sheet دار الهندسه **مثلا** @ duct Rectangular: W D L T نبدأ ندخل @ Elbow: Rt RH ندخل نبدأ ** يعنى بنمشى مع الشبكه وندخل كل حته لوحدها: - Branch , - Reducer , - Take off	W= 0.4 (w + H) T * L Kg inch mm m - ثم نضرب الناتج فى 1.1 safety factor	

Duct thickness T	
Larger size	Required thickness
Up to 12"	0.6 mm
14" : 30"	0.7 mm
32" : 40"	0.8 mm
More than 40"	1 mm

- Scrap percentage: الهادر

15 : 25 %

8-2 Insulation area: حساب مساحة العزل

$$A' = .05 (W + H) L$$

A': m^2 — W, H: inch — L: m

A = A' * 1.1 "safety factor"

عدد اللفات = $A/24$

,,,,,,,,,,,,,,,,,,

بالإستغفار تقضى الحاجات !