



HVAC course

Prepared BY

- **Eng. Hossam ELdin Samir**

e.hosam2000@gmail.com

Supervised By

Eng. Mahmud Abdelaty

Senior Electromechanical Engineer

Engmah111@gmail.com

July, 2015

بسم الله الرحمن الرحيم

HVAC system

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

التهوئة والتدفئة وتكييف الهواء

Course contents

- 1- Load Estimation → Manual "ASHRAE"
- HAP
- 2- Different HVAC systems

Chilled water system

نستخدم وسيط " يعني أنا بردت المياه
وبعدين بردت 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

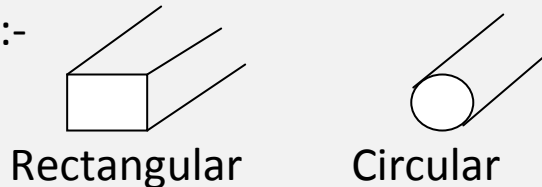
- central package
- central split
- Chilled water system

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

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

4- Duct design " باستخدام برنامج Duct Seizer "

Duct Type:-



- 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

Design Package

1- Design Drawings	
2- BOQ “Bill Off Quantities” جداول حصر الكميات	<u>Grill:</u> number for each size
	<u>Pipes:</u> length for each diameter
	<u>Duct:</u> weight
	<u>Insulation:</u> area
3- Specification المواصفات	

ملحوظة:

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

- كل الجداول التصميمية الخاصة بالشرح ستُرفق في ملف ملحق بهذا الشرح بحيث يمكن الرجوع إليها عند إسترجاع المعلومات بسهولة 😊

1- Load Estimation

*manual

- يتم حساب الأحمال لكل حيز معماري على حده .

1-1 Types of loads:

- a) External loads [solar heat gain, transmission heat gain]
- b) Internal loads [people, lighting, equipments, miscellanies equip.]
- c) Ventilation [fresh air CFM]

1-2 notes on comparison:

a)

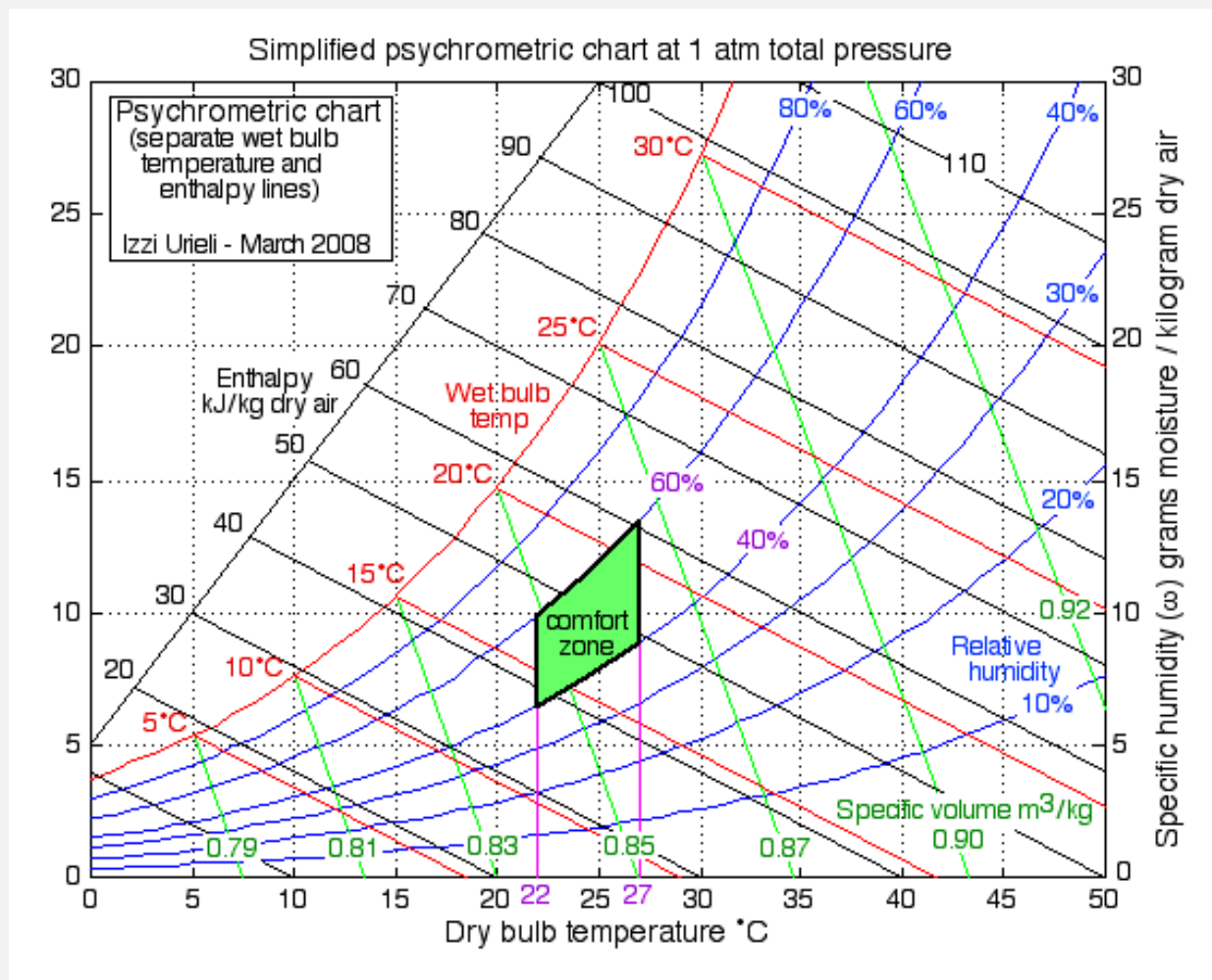
Dry bulb temperature	Wet bulb temperature
<u>Tdb</u> <u>درجة حرارة الهواء الجافة</u> <u>وتعبر عن الحرارة المحسوسة</u> <u>"sensible heat"</u>	<u>Twb</u> <u>درجة حرارة الهواء الرطبة</u> <u>وتعبر عن الحرارة الكامنة</u> <u>"latent heat"</u> <u>Humidity↑ Twb ↑ , Humidity ↓ Twb ↓</u>

b)

Humidity Ratio	Relative Humidity
<u>نسبة الرطوبة:</u> <u>نسبة بخار المياه الموجود فعلا في كل رطل هواء</u> <u>جاف</u>	<u>الرطوبة النسبية:</u> <u>نسبة بخار المياه الموجود على أقصى بخار مياه</u> <u>يستطيع الهواء حمله</u>

c)

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



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, المواقع الأرصاد}

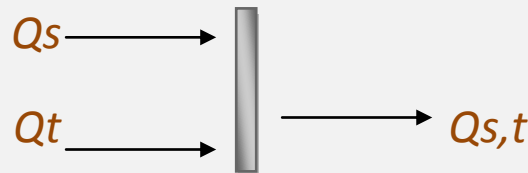
Load		sensible	Latent
1-solar		✓	
2-transmission		✓	
3-internal	a)people	✓	✓
	b)light	✓	
	c)equipment	✓	
	d)Misc. equip.	✓	✓
		<u>R.S.H</u> Room Sensible Heat مجموع الأرقام اللي فوق دي	<u>R.L.H</u> Room Latent Heat مجموع الرقمين اللي فوق
4-ventilation		✓	✓
		<u>O.A.S.H</u> Outside Air Sensible Heat رقم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

1-4 load estimation:

1-4-1 solar heat gain:

- هي الأحمال الناتجة من وجود أشعة الشمس ويتكون موجوده للحوائط الخارجية " Walls " ،
والنوافذ الخارجية " Glass " .

- الأحمال على الحوائط " Walls " تكون [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 $Q_{s,t}$
وسيتضح ذلك لاحقاً 😊



- Solar heat gain through glass:

$$Q_s = A * F * (\text{Solar heat gain} \setminus \text{feet}^2)$$

Where:

Q_s → BTU\hr

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

F → solar heat gain factor

ويعتمد على ال-glass type و ال- curtains "الستائر"

كيفية حسابه ومعرفة قيمته :

- لو التفاصيل المعمارية متاحة :- (ندخل جدول 16 في الأشرى ونطلع قيمته)

- لو التفاصيل المعمارية غير متاحة :-

-More safe: $F = 1$

- More applicable: $F = 0.35$

(Solar heat gain \ feet²) → (من جدول 15 في الأشرى)

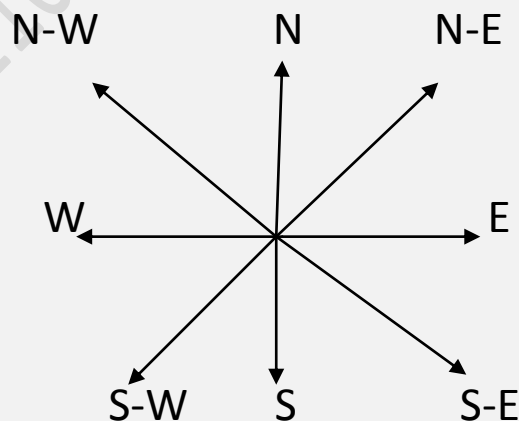
- ويعتمد على :

- Location of the project “latitude” (خط العرض)
- Timing “ month, hour”
- Direction (ويُحدّد الإتجاه عن الطريق السهم الذي يرمز للشمال في اللوحة المعمارية)

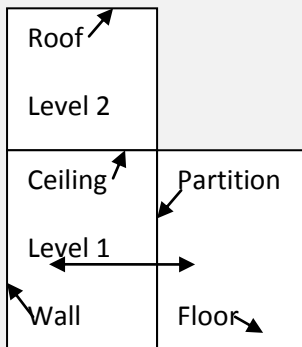
From table 15 we get the follow as standard for our design work:

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 الأشرى ☺



هناك إحصائيات لحمل الـ transmission



أولاً: transmission only

ويکون موجود ل

a) glass,

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

ثانياً : solar & transmittion

a) wall " حائط خارجي " موجود لـ ويكيون موجود لـ

b) Roof "سقف"

[illegible]

أولاً: transmission only

a) Glass:

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

Where:

A $\longrightarrow$ area of glass window (وهي موجوده على اللوح المعمارية)

U $\longrightarrow$ over all heat transfer coefficient

ويعتمد على نوعية خامة الزجاج

كيفية حسابه ومعرفة قيمته :

-لو التفاصيل المعمارية متاحة :- (ندخل جدول 33 في الأشرى ونطلع قيمة)

- لو التفاصيل المعمارية غير متاحة :-

-More safe: **U= 1**

- More applicable: $U = 0.45$

$$\Delta T \longrightarrow \text{Temp. diff.} = 29^\circ\text{F, for Egypt}$$

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

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

Where:

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

U → over all heat transfer coefficient

كيفية حسابه ومعرفة قيمته :

- لو التفاصيل المعمارية متاحة :- (ندخل جدول 26 فى الأشرى ونطلع قيمته)

- 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 احتمالات كما هو موضح فى الجدول التالي:

الجار مكيف	الجار غير مكيف	الجار غير مكيف ومُحمّل
$\Delta T = 0$ بشرط : - 2 spaces conditioned with the same unit - administration building	$\Delta T = T_{db} - T_{db}$ ↓ ↓ للجار room= 75°F Where: $T_{db} = T_{dp}^{out} - 10^\circ F$ للجار Where: T_{dp}^{out} تعتمد على موقع المشروع فى أي دولة ، مثلا لو مصر هتكون $-104^\circ F$	$\Delta T = T_{db} - T_{db}$ ↓ ↓ للجار room= 75°F Where: $T_{db} = T_{dp}^{out}$ للجار Where: T_{dp}^{out} تعتمد على موقع المشروع فى أي دولة ، مثلا لو مصر هتكون $-104^\circ F$

ثانياً : solar & transmittion

a) wall " حائط خارجي "

b) Roof "سقف"

$$Q_{s,t} = A * U * \Delta T_{eq}$$

Where:

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

U → over all heat transfer coefficient

$$\Delta T_{eq} = \Delta t_{eq} + \Delta t \text{ correction}$$

Where:

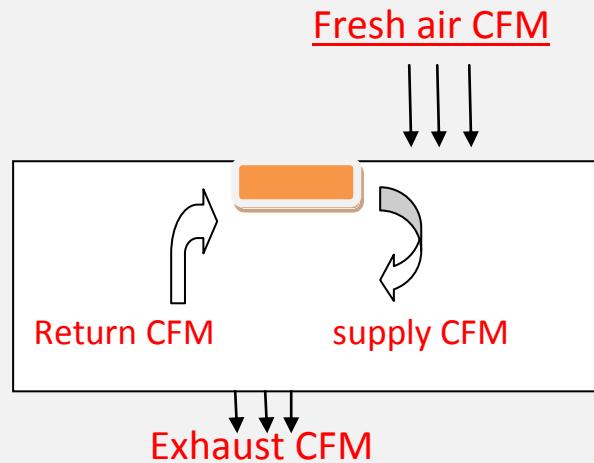
 Δt_{eq} → from table 20 Δt correction → from table 20-a

دائماً ما نُصمم على الأسوأ ...

From table 20 we get the follow as standard for our design work for Δt_{eq} :

Condition	Magnitude of Δt_{eq}
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

1-4-4 Ventilation load:

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

no. of persons * CFM per person

area * CFM per sq.feet

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

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

Where:

$Q_s \longrightarrow$ BTU\ hr

$$\Delta T = [T_{dp,out} - T_{dp,in}] \quad 29 = (75 - 104) \text{ مثلاً مصر}$$

CFM $\longrightarrow$ from table 45

////////////////////

$$2) Q_I = 0.68 * CFM * (\Delta Gr \setminus lb)$$

Where:

$Q_I \longrightarrow$ BTU\ hr

CFM $\longrightarrow$ from table 45

$(\Delta Gr \setminus lb) \longrightarrow$ فرق الرطوبة "رطل"

$$(\Delta Gr \setminus Ib) = [(\Delta Gr \setminus Ib)_{out} - (\Delta Gr \setminus Ib)_{in}]$$

كيفية حساب قيم حدود تلك المعادلة:

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

وأنا عارف إن ظروف مصر الخارجية هي كالتالي $T_{db,out} = 104^{\circ}F$, at 52% RH

- ندخل الخريطة السيكلومتريّة الموجودة في صفحة رقم 5 بهذه الظروف $T_{db,out} = 104^{\circ}F$, at 52% RH

ومنها بدلالة القيمتين السابقتين نجيب الرطوبة النسبية للخارج وهنالقيها = 165

$$(\Delta Gr \setminus Ib)_{out} = 165$$

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

$T_{db,in} = 75^{\circ}F$, at 50% RH

- ندخل الخريطة السيكلومتريّة الموجودة في صفحة رقم 5 بهذه الظروف $T_{db,in} = 75^{\circ}F$, at 50% RH

ومنها بدلالة القيمتين السابقتين نجيب الرطوبة النسبية للداخل " الغرفة " وهنالقيها = 65

$$(\Delta Gr \setminus Ib)_{in} = 65$$

ومنها يتم حساب $(\Delta Gr \setminus Ib)$

* انتهينا بفضل الله من كيفية حساب الأحمال الحرارية الأربعة
- ندخل بقا على الـ *BTU Sheet* ونسقط فيه الأرقام التي 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-transmission		✓	
3-internal	a)people	✓	✓
	b)light	✓	
	c)equipment	✓	
	d)Misc. equip.	✓	✓
		<u>R.S.H</u> Room Sensible Heat مجموع الأرقام التي فوق دي=	<u>R.L.H</u> Room Latent Heat مجموع الرقمين التي فوق =
4-ventilation		✓	✓
		<u>O.A.S.H</u> Outside Air Sensible Heat رقم التي مكتوب في حمل التهوية =	<u>O.A.L.H</u> Outside Air Latent Heat رقم التي مكتوب في حمل التهوية =
		<u>G.S.H</u> Grand Sensible Heat = R.S.H + O.A.S.H	<u>G.L.H</u> 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

- يُمثّل 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':

ESHF = (room sensible heat \ room total heat) + by pass factor

Where:

Room total heat → 'sensible + latent'

الخلاصة ☺

$$\mathbf{ESHF} = [(R.S.H + 0.1 \text{ O.A.S.H}) \setminus (R.S.H + R.L.H + 0.1 (O.A.S.H + O.A.L.H))]$$

//////////

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

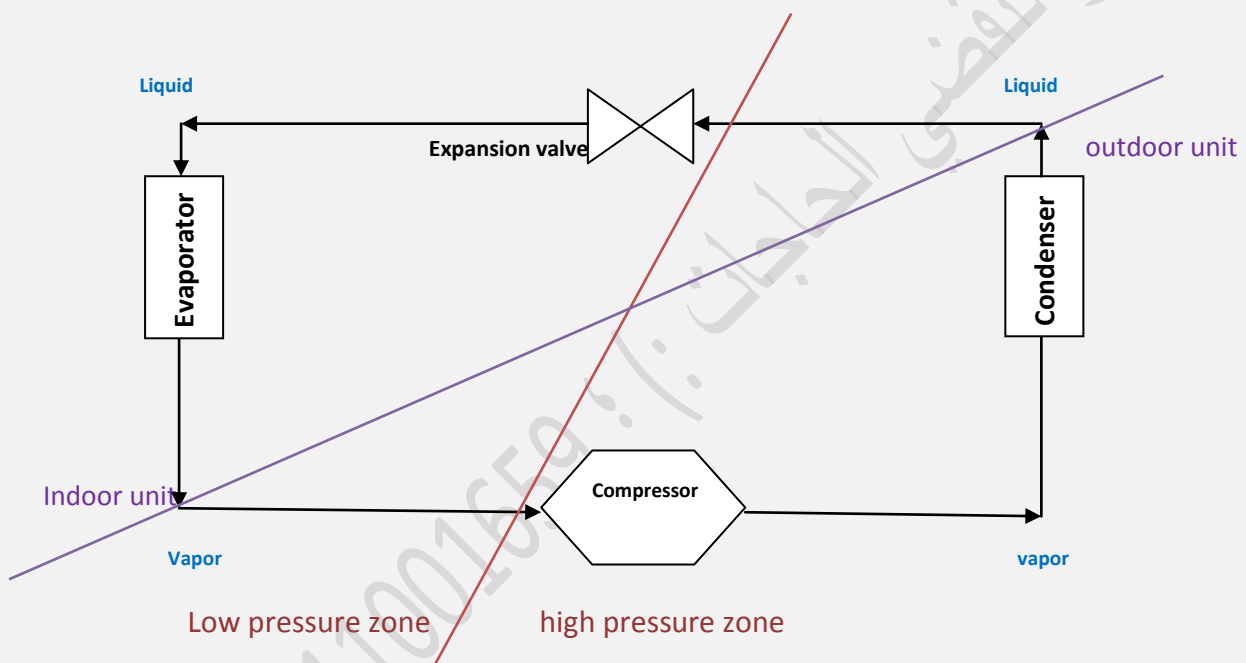
//////////

$$\mathbf{Supply\ CFM} = [(R.S.H + 0.1 \text{ O.A.S.H}) \setminus ((1.08 * 0.9) (T_{dp\ in} - TADP))]$$

كل التصميم يعتمد عليها كما سنرى **CFM**

2- Cooling cycle & Different HVAC Systems

2-1 cooling cycle:



2-2 HVAC Systems:

2-2-1 Types of HVAC Systems

Chilled water system

نستخدم وسيط " يعني أنا برّدت المياه
وبعدين برّدت بيها الهواء "

D-X " Direct Expansion"

"تبريد مباشر " الهواء ببيعدي على الفريون مباشرة "

Split

وأنواعه

Mini , central split,
concealed

wall
ceiling
free stand

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 "نستخدم المسافة بين السقف الخرساني
والسقف المعلق كأنها الـ duct

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

central package	central split
<u>Disadvantage:</u> - required additional space for duct risers - no separate control	<u>Advantage:</u> - don't required additional space for duct risers - separate control
<u>Advantage:</u> - easier in installation - no oil trap is required	<u>Disadvantage:</u> - 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 بالوحدة الخارجية داخل حيزه المخصص له ولا ينزل أو يهرب للوحدة 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
<u>1000</u>	<u>1500</u>	<u>2000</u>	<u>3000</u>	<u>3500</u>	<u>4500</u>

////////////////////

2-2-3c Running cost: تكاليف التشغيل

L.E per TR					
Window	mini	concealed	central package	central split	chiller
<u>أعلى</u>					<u>أرخص</u>

////////////////////

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 فيفضل نكمل بنفس النظام وأيضاً في حالة تجديد مشروع يُفضل أجدد بنفس النظام القديم

2-3 load control system:

يتم عن طريق 3 أنظمة :

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

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

<u>3-2-1</u> ceiling diffuser	يتم تركيبها في السقف المعلق
<u>3-2-2</u> linear grill	بتحدف هواء أفقي أمامها ، وتركب في مداخل الغرف التي ليس بها سقف معلق ومفتوحة على مكان به سقف معلق " غرف الفنادق "
<u>3-2-3</u> jet diffuser	تركب للأماكن التي سقفها أعلى من 4 م
<u>3-2-4</u> fresh air lover	تركب أسفل الأبواب " للحمامات ، غرف محولات الكهرباء "
<u>3-2-5</u> exhaust air valve	تركب لشفط الهواء " حمامات ، مطابخ " لضمان إن كل grill بنشفط هواء بنفس الكمية

* Exhaust air نأخذه من الحمام والمطبخ

ومميزات ذلك :

-تحقيق أقصى استفادة من exhaust air

-تجديد الهواء داخل التواليت أو المطبخ وهذا بمثابة تهوية لهما

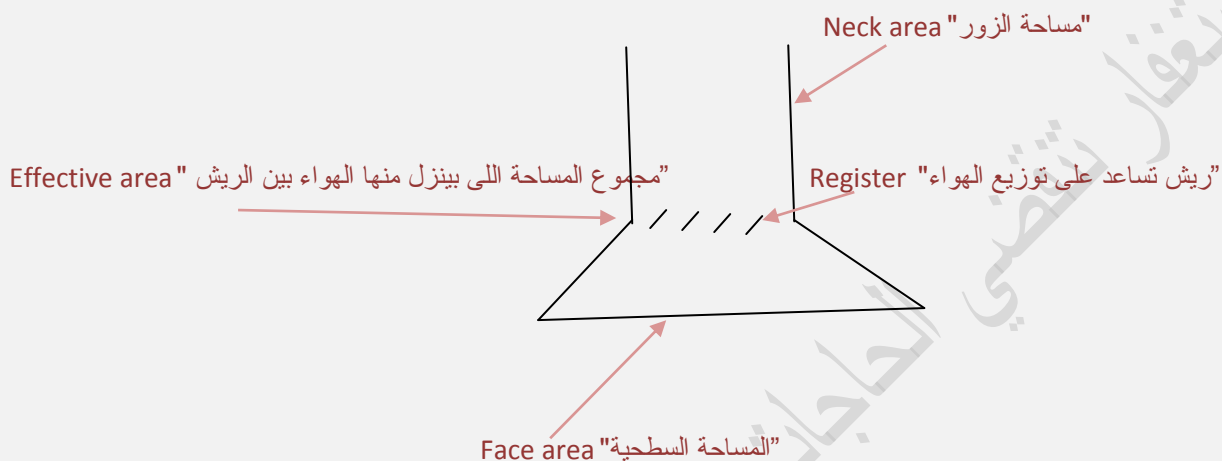
3-3 factors 'roles' affecting air out lets design:

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

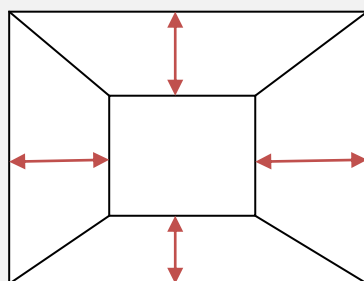


Ex:

- 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 :

$$\text{CFM}_{\text{each air terminal}} = (\text{total CFM} \setminus \text{no. of air terminal})$$

//////////

3-3-3 size of grill

//////////

3-3-4 noise level:

Max. Accurate sound

db 32 = الصوت الطبيعي

db 48 = في المولات : الصوت الطبيعي

- بندخل جداول الـ ceiling diffuser بـ $\text{CFM}_{\text{each air terminal}}$ ، والـ size :

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

//////////

3-3-5 air through:

$$X = (3 \setminus 4) L$$

Where:

X → حدة الهواء

L → المسافة بين الـ Grill

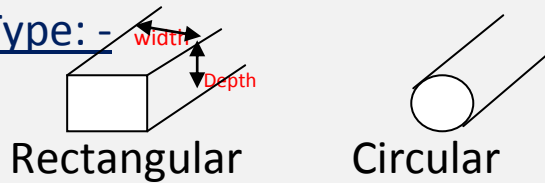
3-4 air out lets design:

هناك طريقتين :

Reflected ceiling plane RCP	Architectural plane
- 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 في الـ RCP - ندخل الجداول بـ CFM_{each air terminal} مع الـ Size ونبدأ نختبر الصوت وهكذا	- في هذه الحالة نصمم عن طريق الفرض واللى يحكمنى الـ noise - نبدأ بفرض أنها grill واحد - لو دخلت الجدول وحصل noise نزود الـ عدد لـ grill ونشوف الـ noise وهكذا...

4- Duct design “ باستخدام برنامج Duct Seizer ”

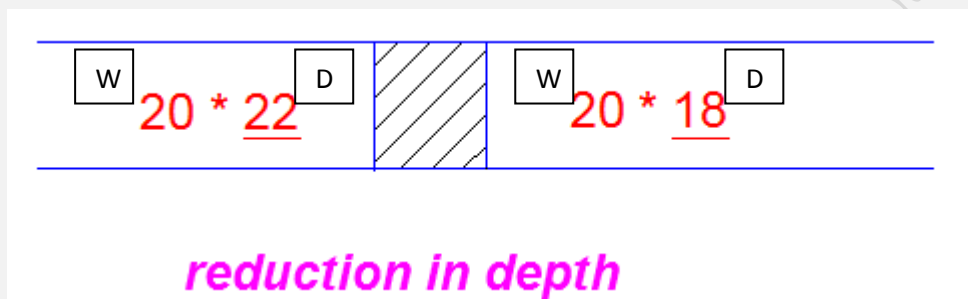
4-1 Duct Type: -



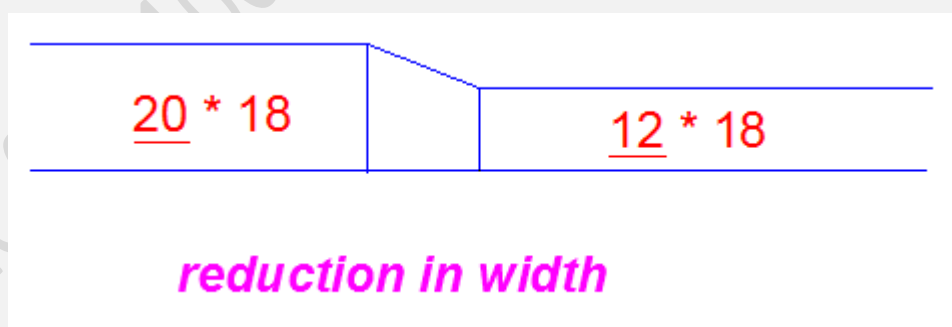
Rectangular

Circular

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



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



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" = $\frac{\text{البعد الكبير}}{\text{البعد الصغير}}$

Aspect Ratio ↑ duct weight ↑ heat losses ↑

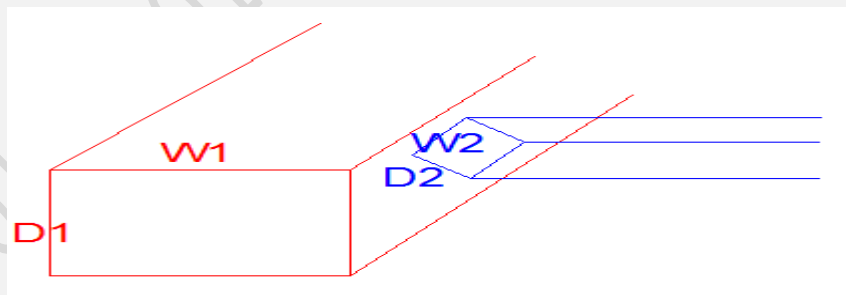
- أفضل الأنواع الـ round وبعدها square ثم المبط

//////////

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

//////////

3-3-4 قاعدة القطع



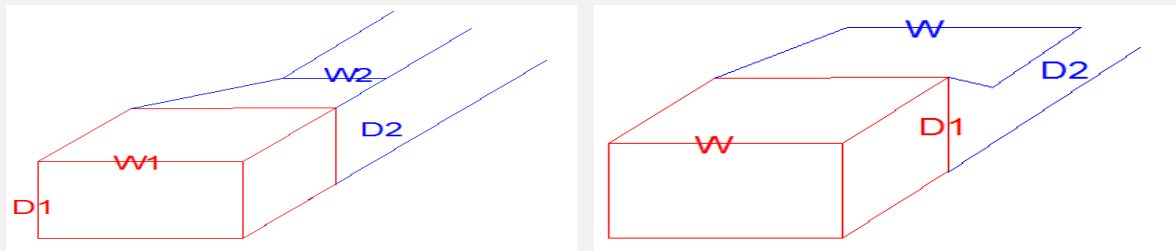
- لازم $D2 < D1$

- لو هنعمل وصلة Tee $D1 = D2$ ∴

- The rule is: $D1 > D2 \cong 2"$

- 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:

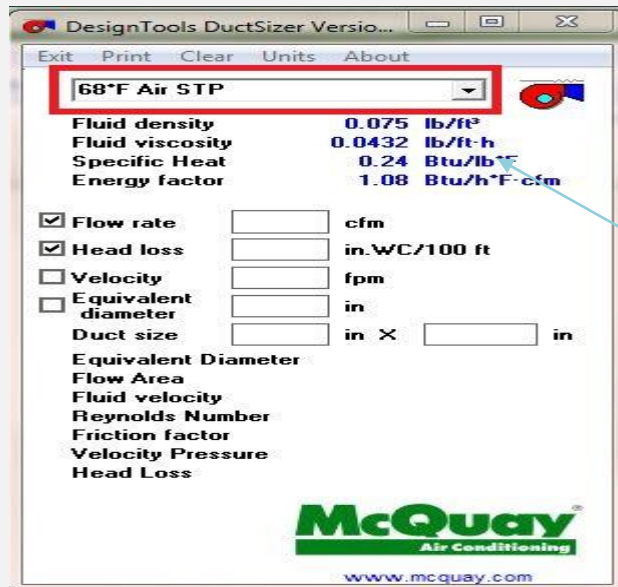
*@ van which is nearest to compressor;

- max. Velocity 1200 fpm.

- CFM = total CFM

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

ملاحظات عند استخدام برنامج الـ duct sizer

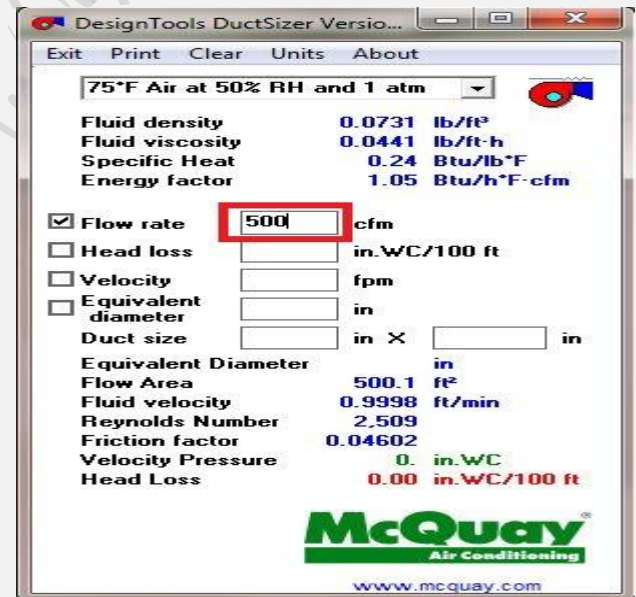
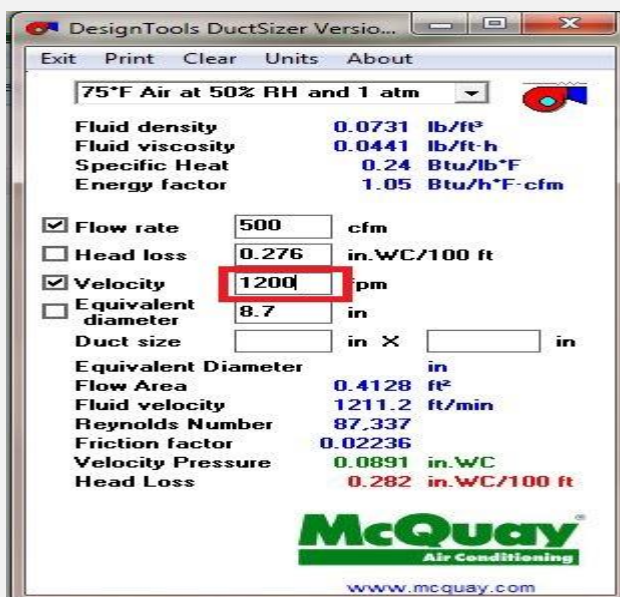


1- نغير الظروف دي من الإختيارات ونخليها

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 1200 velocity 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 .

5 نعلم 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.

DesignTools DuctSizer Versio...

Exit Print Clear Units About

75°F Air at 50% RH and 1 atm

Fluid density 0.0731 lb/ft³
 Fluid viscosity 0.0441 lb/ft-h
 Specific Heat 0.24 Btu/lb°F
 Energy factor 1.05 Btu/h°F-cfm

☐ Flow rate 499 cfm
☒ Head loss 0.276 in.WC/100 ft
☒ Velocity 1200 fpm
☐ Equivalent diameter 8.7 in

Duct size in X in

Equivalent Diameter in
 Flow Area 0.4128 ft²
 Fluid velocity 1208.8 ft/min
 Reynolds Number 87.162
 Friction factor 0.02236
 Velocity Pressure 0.0888 in.WC
 Head Loss 0.281 in.WC/100 ft

McQuay
Air Conditioning
www.mcquay.com

DesignTools DuctSizer Versio...

Exit Print Clear Units About

75°F Air at 50% RH and 1 atm

Fluid density 0.0731 lb/ft³
 Fluid viscosity 0.0441 lb/ft-h
 Specific Heat 0.24 Btu/lb°F
 Energy factor 1.05 Btu/h°F-cfm

☐ Flow rate cfm
☒ Head loss 0.276 in.WC/100 ft
☒ Velocity 1200 fpm
☐ Equivalent diameter 8.7 in

Duct size in X in

Equivalent Diameter in
 Flow Area 0.4128 ft²
 Fluid velocity 1211.2 ft/min
 Reynolds Number 87.337
 Friction factor 0.02236
 Velocity Pressure 0.0891 in.WC
 Head Loss 0.282 in.WC/100 ft

McQuay
Air Conditioning
www.mcquay.com

5- لاحظ في الشكل السابق ان قيمة الـ flow rate اختلفت ، نرجع نكتبها 500 ثاني ☺

DesignTools DuctSizer Versio...

Exit Print Clear Units About

75°F Air at 50% RH and 1 atm

Fluid density 0.0731 lb/ft³
 Fluid viscosity 0.0441 lb/ft-h
 Specific Heat 0.24 Btu/lb°F
 Energy factor 1.05 Btu/h°F-cfm

☒ Flow rate 500 cfm
☒ Head loss 0.276 in.WC/100 ft
☐ Velocity 1197.1 fpm
☐ Equivalent diameter 8.8 in

Duct size in X in

Equivalent Diameter in
 Flow Area 0.4224 ft²
 Fluid velocity 1183.7 ft/min
 Reynolds Number 86.333
 Friction factor 0.02235
 Velocity Pressure 0.0851 in.WC
 Head Loss 0.266 in.WC/100 ft

McQuay
Air Conditioning
www.mcquay.com

6- نكتب في الخانة الأولى لـ Duct size الرقم الزوجي الى قبل الرقم المعطى في الخانة التي قبلها Equivalent diameter

DesignTools DuctSizer Versio...

Exit Print Clear Units About

75°F Air at 50% RH and 1 atm

Fluid density 0.0731 lb/ft³
 Fluid viscosity 0.0441 lb/ft-h
 Specific Heat 0.24 Btu/lb°F
 Energy factor 1.05 Btu/h°F-cfm

☒ Flow rate 500 cfm
☒ Head loss 0.276 in.WC/100 ft
☐ Velocity 1197.1 fpm
☐ Equivalent diameter 8.8 in

Duct size 8 in X 8 in

Equivalent Diameter 8.75 in
 Flow Area 0.4171 ft²
 Fluid velocity 1198.8 ft/min
 Reynolds Number 86.887
 Friction factor 0.02236
 Velocity Pressure 0.0873 in.WC
 Head Loss 0.275 in.WC/100 ft

McQuay
Air Conditioning
www.mcquay.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 .

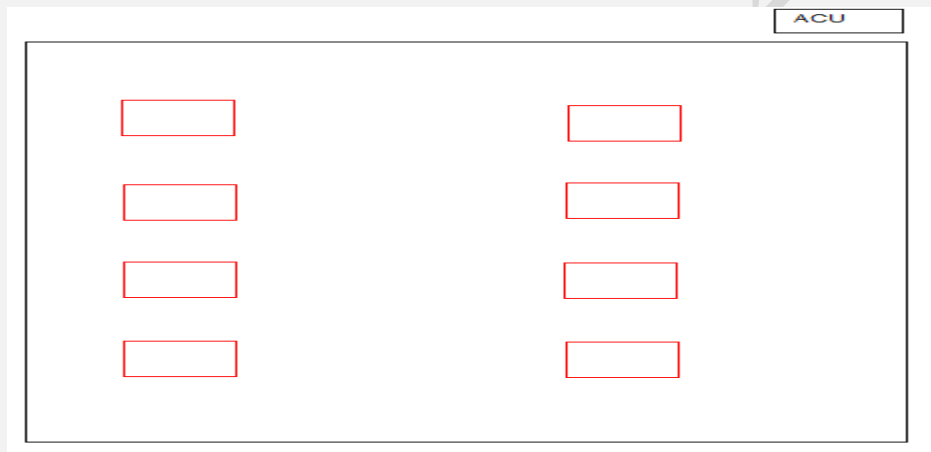
9- لو طلع لى Duct size برقم فردي ؛ نقربه إلى أقرب رقم زوجي أكبر منه.

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

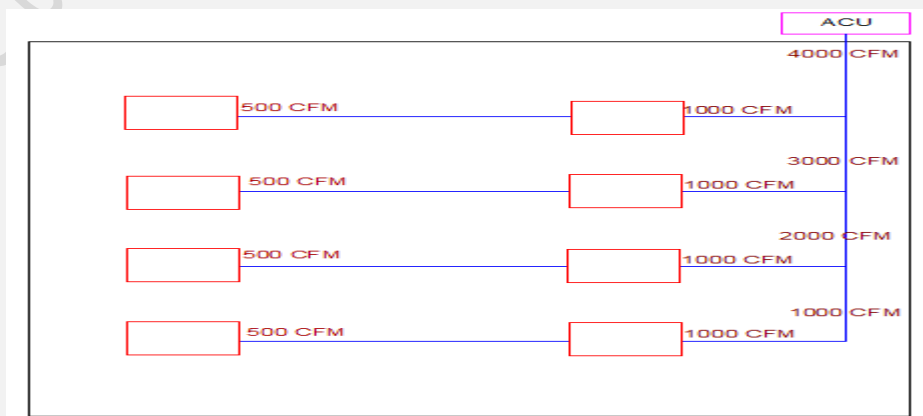
////////////////////////////////////

Ex1:-

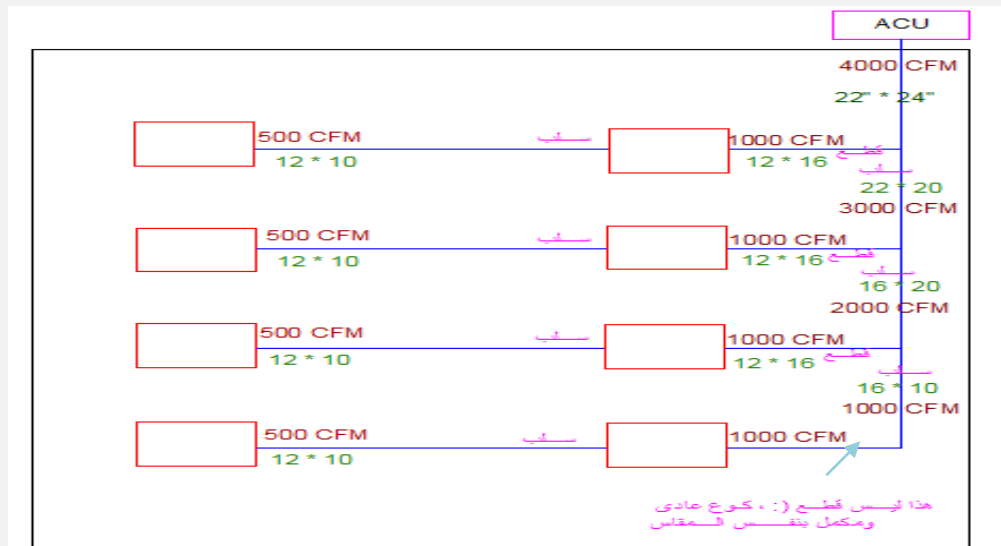
- عندي مكنة بتغذي مكان وكان توزيع الـ Grill كما بالشكل وكل grill لها 500 CFM



- 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 التي سبق ذكرها عند استخدام البرنامج

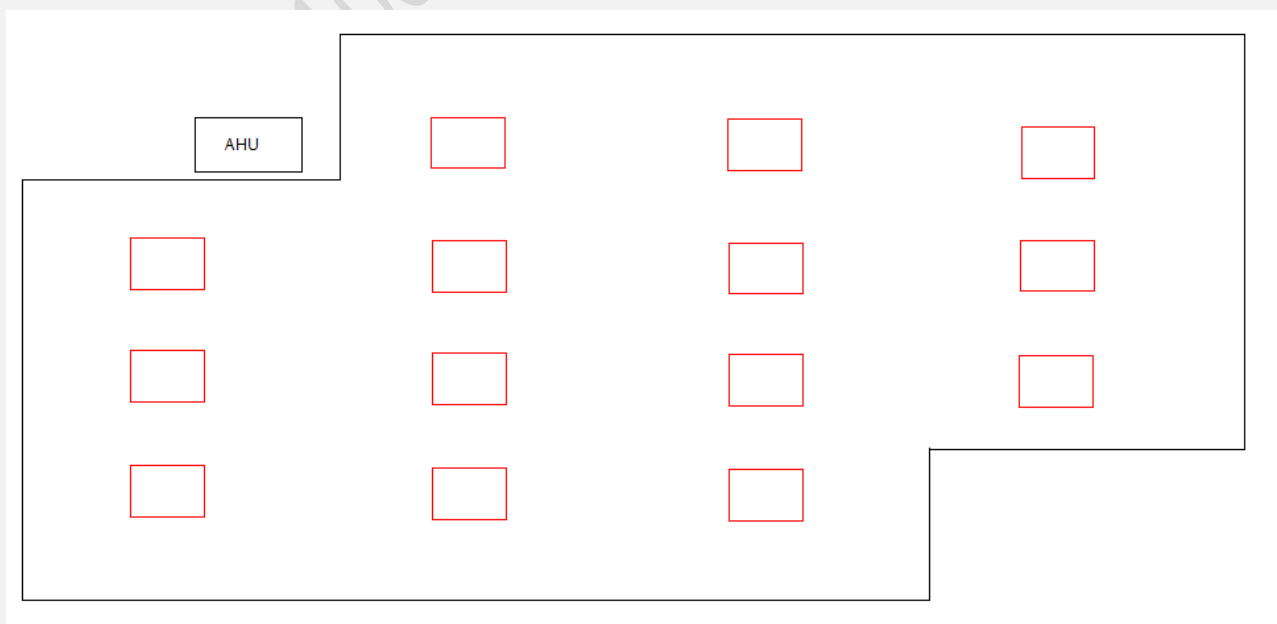


البُعد 16*12 الأفضل أن يكون 14*14 علشان الـ Aspect Ratio ولكن السقف الساقط أبعاده قد تحكم علينا أن نصمم على 16*12

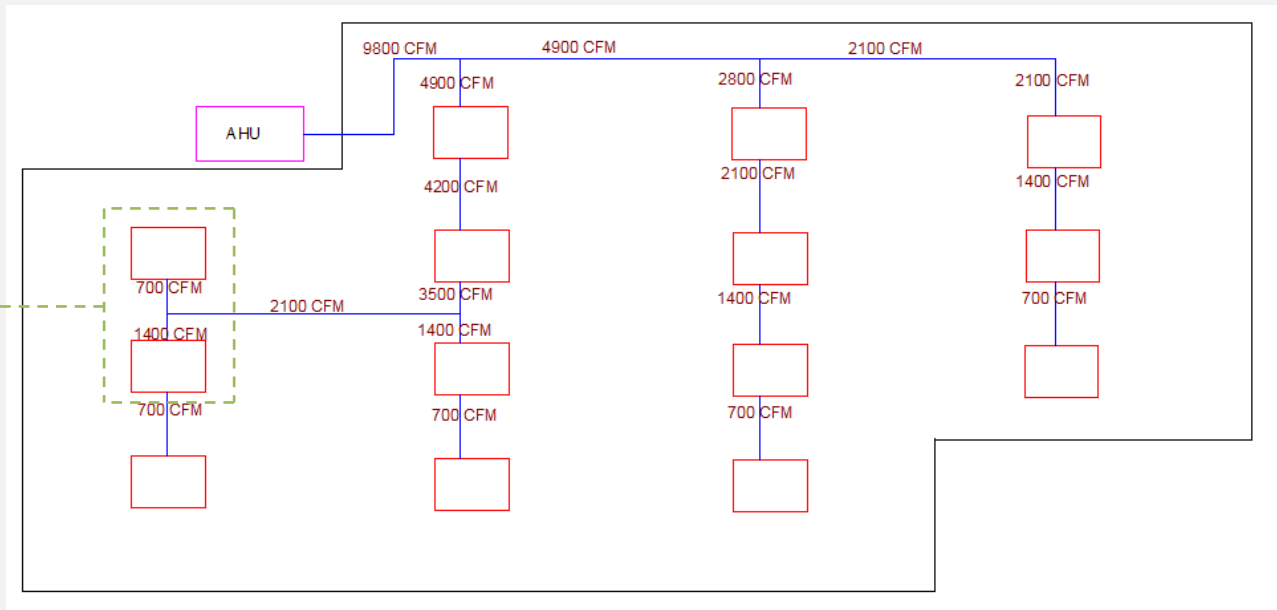
////////////////////

Ex2:

700 CFM for each air out let:

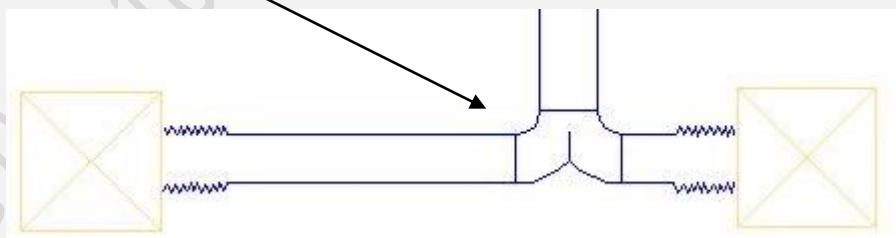


- Design drawing → single line from AHU to air out lets "simple, symmetrical"
- calculate CFM in each duct section

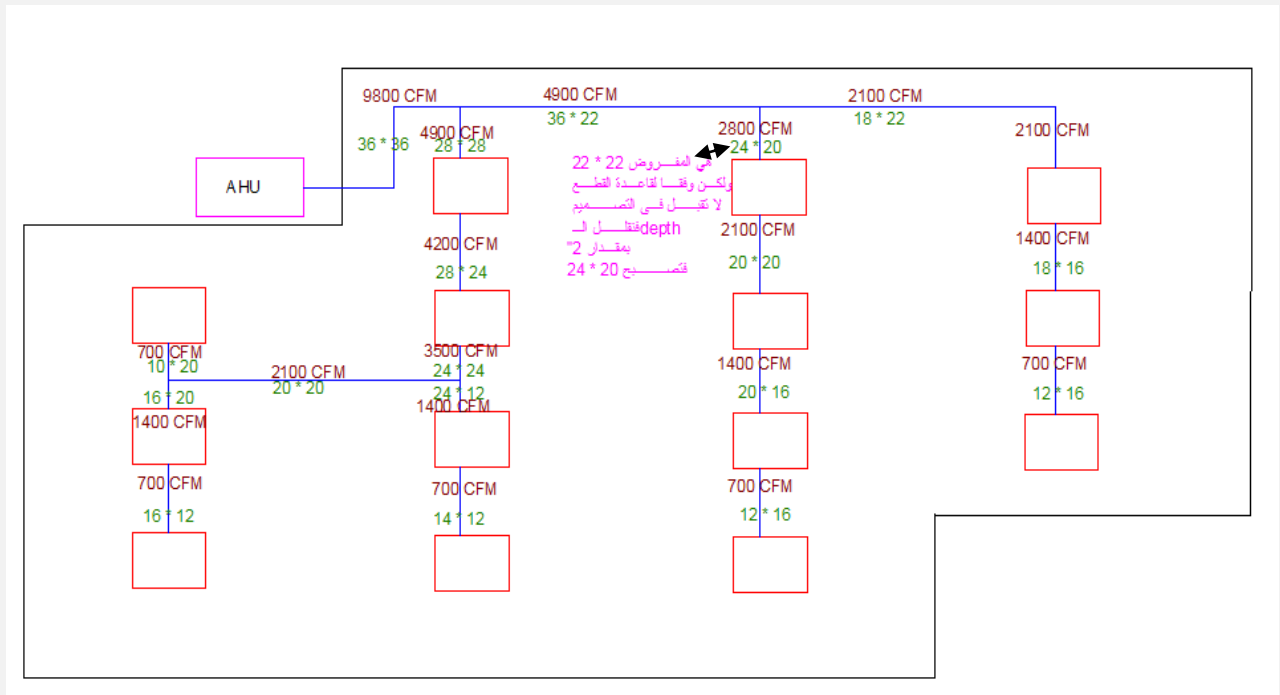


- use the Duct Sizer program
- Constant friction
- @ each section by "CFM, f" we get sizing
- مع تطبيق الملاحظات الـ 9 التي سبق ذكرها عند استخدام البرنامج

مع مراعاة وجود "رجل بنطلون" عند هذا الجزء ←



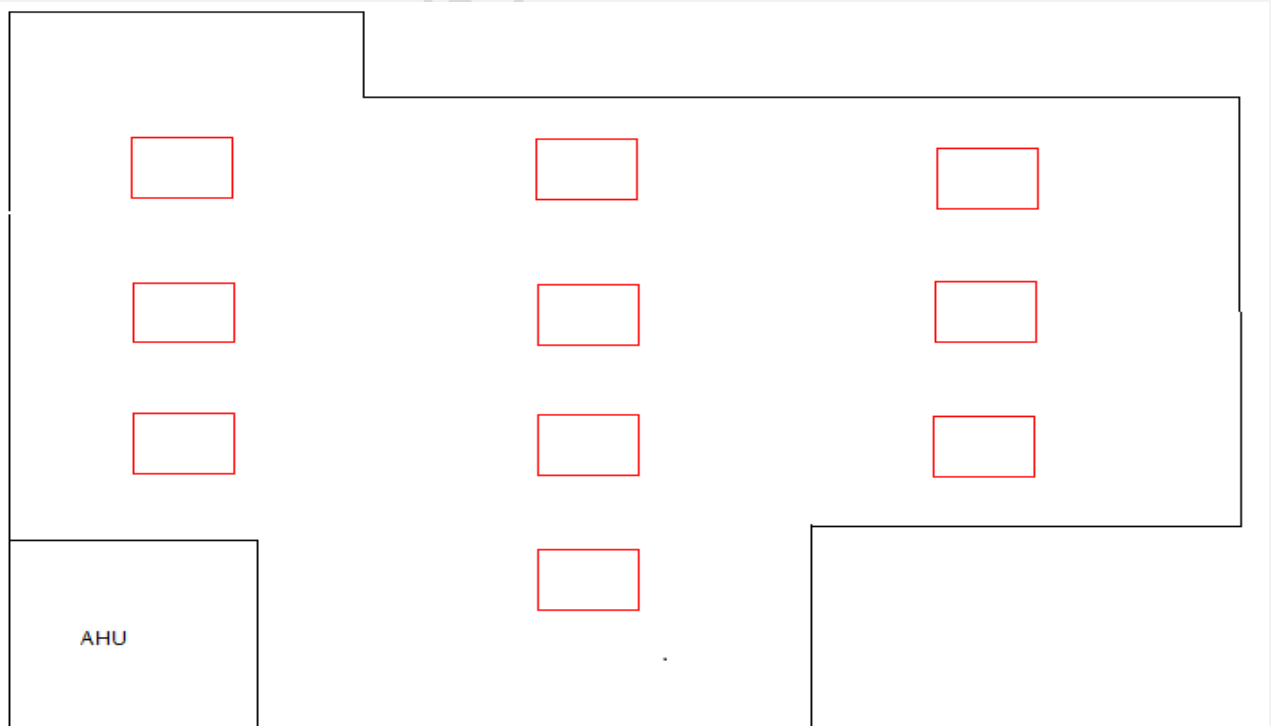
∴ حل المثال هيكون بهذا الشكل :-



حل المثال دا بنفسك بقا ☺

M for each grill

600



5- Duct construction :

5-1 Volume damper:

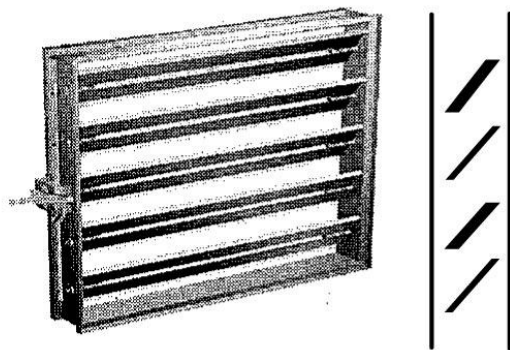
- عبارة عن ريش متوصله بزراع خارج الـ duct

5-1-1 Function:

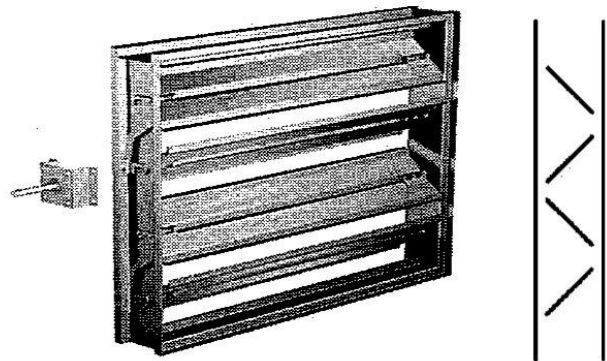
- Balance for air quantities inside duct network
- Equalizing to friction or pressure drop in all baths



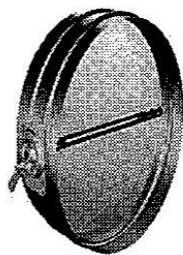
5-1-2 Type of volume damper:



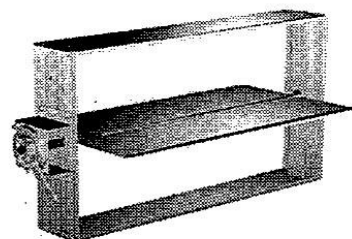
PARALLEL BLADE WITH
MANUAL ADJUSTING
HAND QUADRANT



OPPOSED BLADE WITH
OUTBOARD BEARING
AND BRACKET



ROUND
SINGLE BLADE



RECTANGULAR
FLAT BLADE

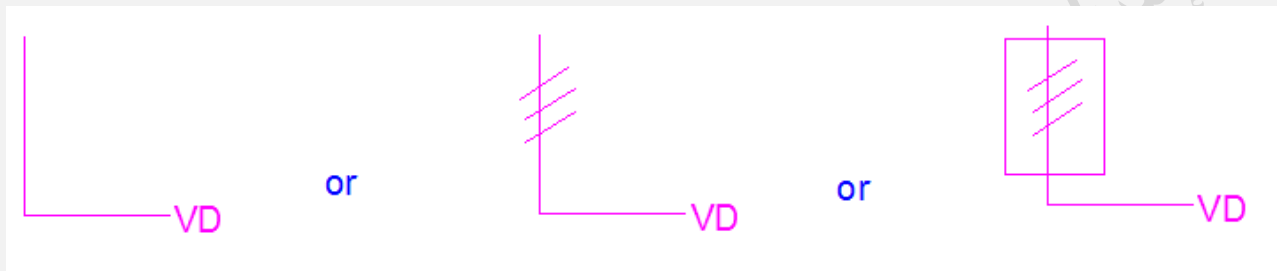
5-1-3 Location volume damper:

- Supply ducts at entering of each branch.

في 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 الشبكة كلها عن طريق فتحه في السقف المعلق تصل الى اليد المتحكمه في 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“

5-2 fire damper: "smoke damper"

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

وظيفته: حماية الشبكة من وجود دخان فى حالة الحريق

ويتم تركيبه على Return branch

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



//////////

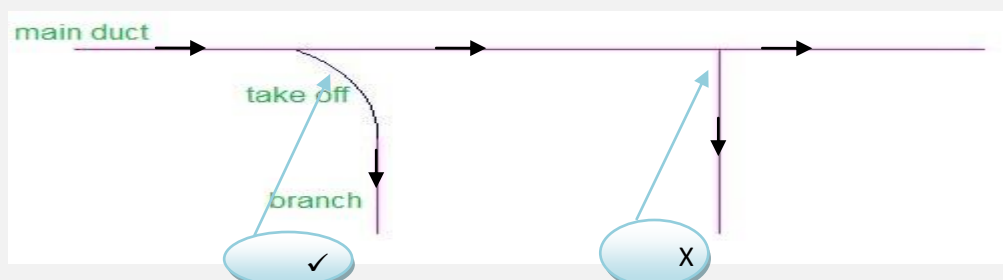
Note that:

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

//////////

5-3 Branch "take off":

بتبقى curve من ناحية الـ flow



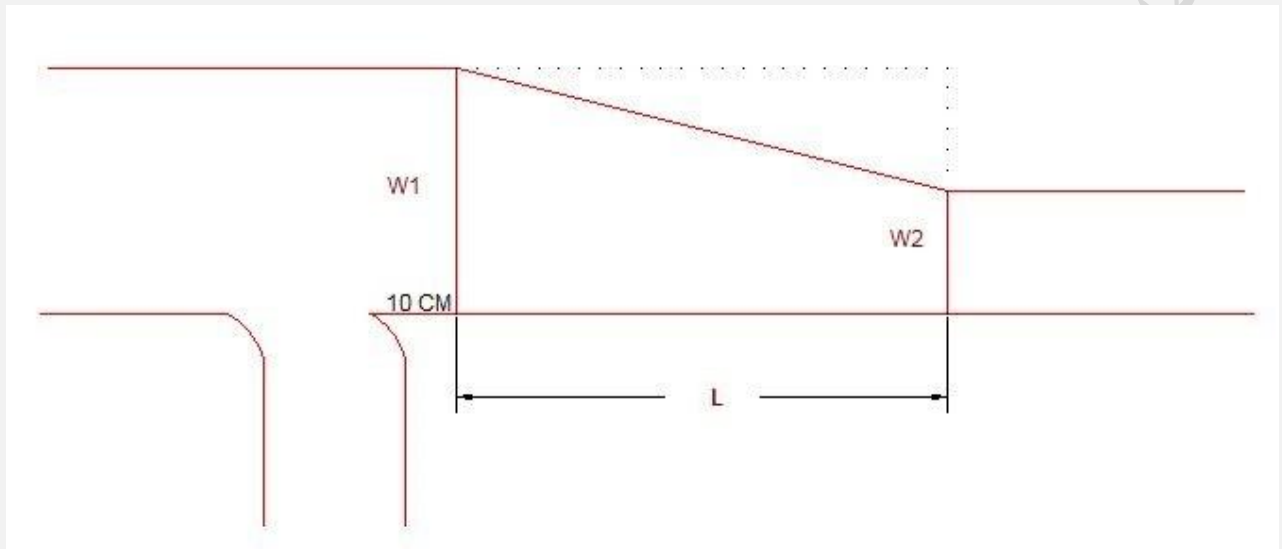
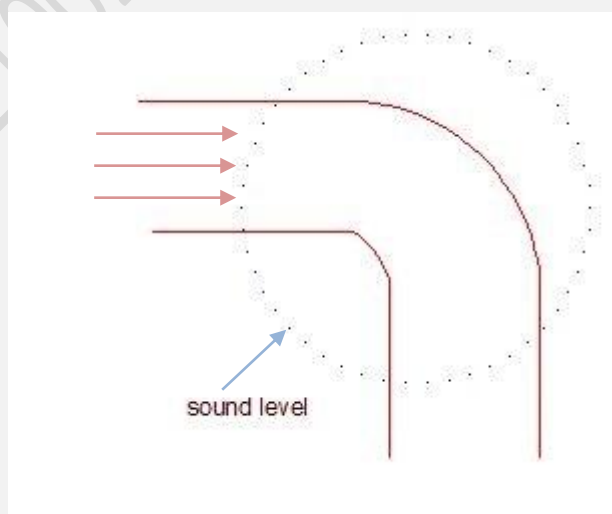
5-4 Reducer: المسلوب

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

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

- Its length:

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

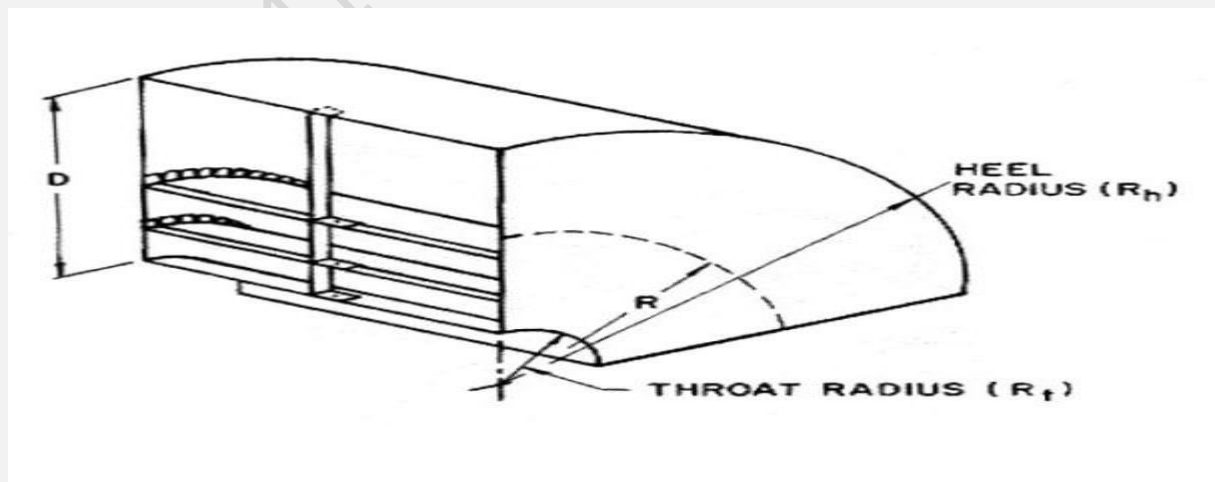
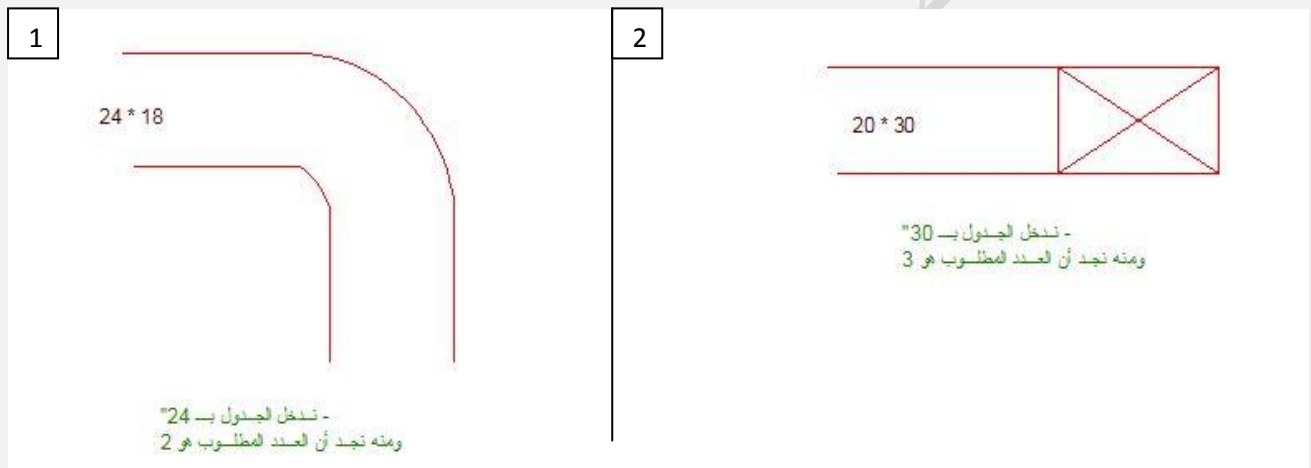
**5-5 Elbow:** الكوع

الحل نركب ريش توجيه Guide vanes

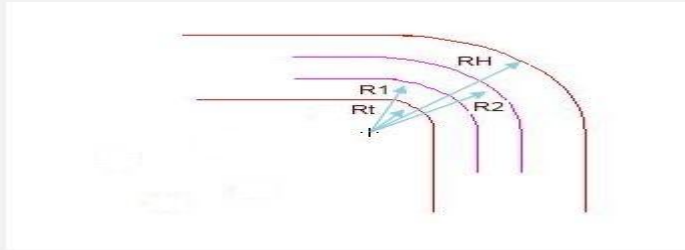
Design of Guide vanes: from table as shown

بندخل الجدول بالبُعد اللي بيلف ؛ لو اللفه ظهرت فى الـ plane بيق الـ width اللي بيلف ؛
لو مظهرتش بيقى الـ depth طلع فوق أو نزل تحت ويسمى riser

Table of Guide vanes	
Depth for the elbow	No. of Guide vanes
Up to 10"	<u>No</u> Guide vanes
12" : 16"	<u>one</u> Guide vanes
16" : 24"	<u>two</u> Guide vanes
More than 24"	<u>three</u> Guide vanes

Ex:

- لتحديد قطر الـ Guide vanes



Where:

Rt → throat radius (3" : 6")

RH → Heel radius

$$RH = Rt + \begin{cases} \text{width} \\ \text{or} \\ \text{Depth} \end{cases}$$

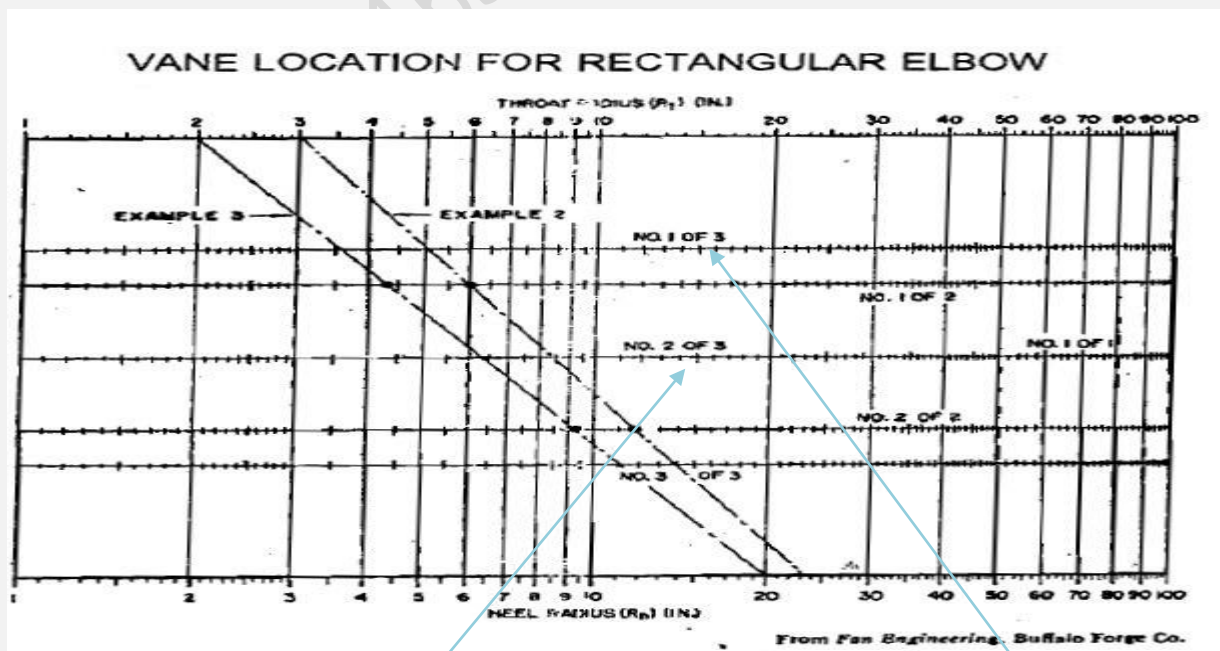
على حسب مين اللي لف كما سبق

- كذا 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 وتقاطعه مع خطوط عدد الـ Guide vanes هو قيمة R1 ، R2 ، ...



وهكذا ...

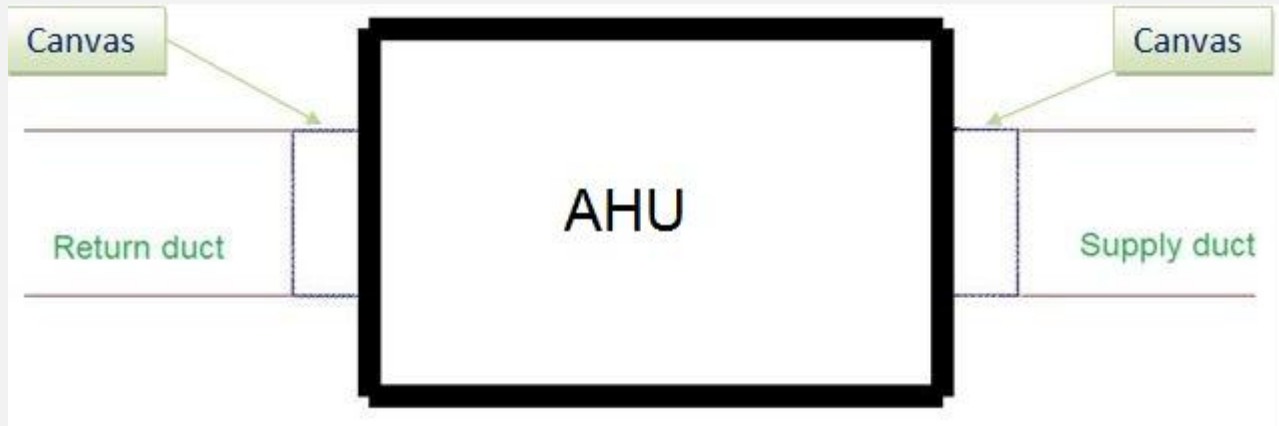
معناها الريشة الثانية من إجمالي ثلاث ريش

معناها الريشة الأولى من إجمالي ثلاث ريش

5-6 Canvas:

عبارة عن قطعة تصنع من القماش تركيب 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* **ثقل الى** construction element

لعالجها

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

6- Duct test: “smoke, light” Test

Smoke Test	light Test
- نجيب دخان ونضغطة جوه الشبكة هواء ملون بدون حراره علشان الـ <i>fire damper</i> - 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 للشبكة كلها

* Heat insulation is outside the duct

- تتم بعد الـ *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 هتبولظ منك.

*** 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"
----	----	----

//////////

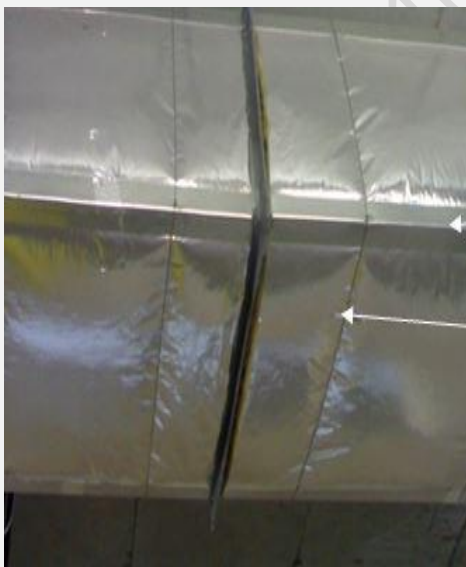
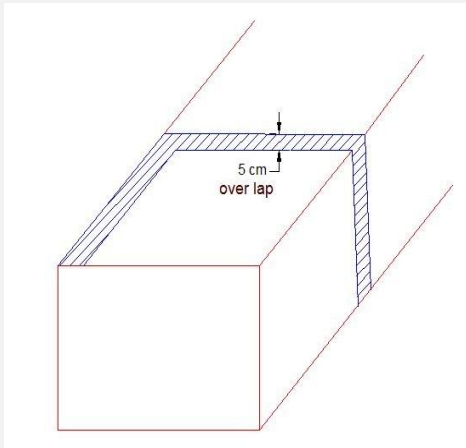
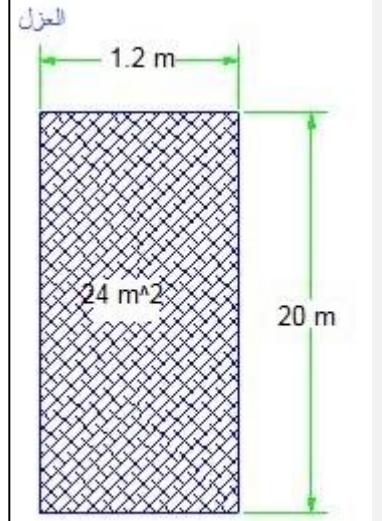
Duct insulation

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" <u>وفى البلاد الحاره</u> - Density 48 kg/m^3 - Thickness 4" وبنعمل لـ outdoor duct (المعرض للشمس) Cladding (صاج مجلفن حول العزل)



***** Duct insulation steps

- 1- ماده لاصقه ندهن بها الصاج " كُله " 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 الـ 5 سم duct tape
- 4- ولما نبدأ عزل الجزء اللى بعدها بندخل عليها 5 سم فوق العزل القديم لضمان جودة العزل ونلصقها بـ Duct 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	

يعني باختصار هنفذ الرسومات دي بالكميات دي وبالمواصفات دي

//////////

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 نبدأ ندخل ** يعني بنمشي مع الشبكة وندخل كل حته لوحدها: - Branch , - Reducer , - Take off	$W = 0.4 (w + H) T * L$ Kg inch mm m - ثم نضرب الناتج في 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

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

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 m^2 inch m

$$A = A' * 1.2 \text{ "safety factor"}$$

$$A/24 = \text{عدد اللفات}$$

////////////////

9- Chilled water system

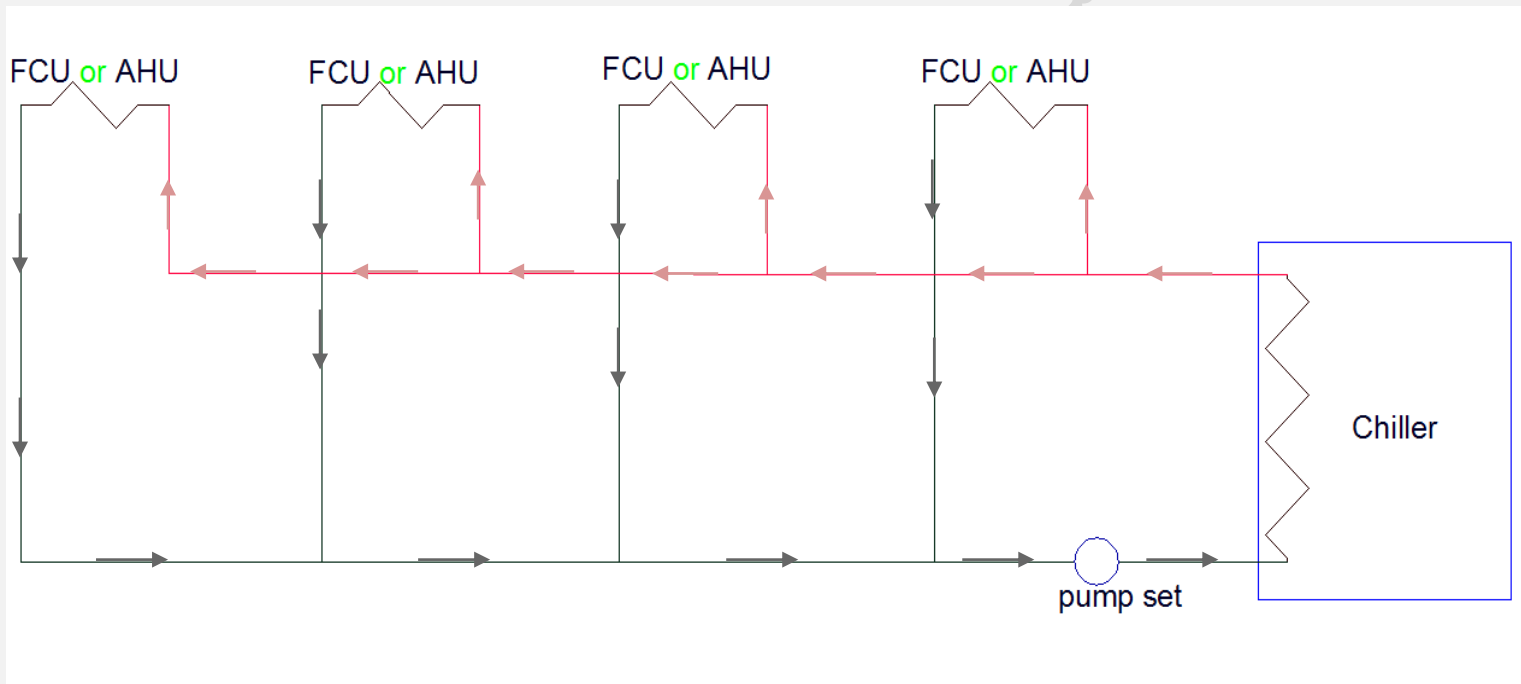
9-1 Chilled water net work “GPM” كمية المياه

9-2 Circulation chilled water pump [Design “flow ‘Q’, Head ‘H’ “, Pump set]

9-3 Balancing system

9-4 load variation system

9-5 Equipments [Chiller, circulation pump, FCU, AHU, Cooling tower]



FCU: Fan cool unit
AHU: Air handling unit

9-1 Chilled water net work “GPM” كمية المياه

By: Load (Gallon per minute “Gpm”) → Diameter (D)

$$Q = m \cdot CP \cdot \Delta T$$

Where:

Q → load

m → chiller water flow rate

CP → heat transfer coefficient

ΔT → temp.diff. To be the same for all FCU or AHU chiller

نشيله بطريقتين Q “load”	
$m \uparrow \uparrow$ $\Delta T \downarrow$	$m \downarrow$ $\Delta T \uparrow \uparrow$
- pipe size $\uparrow$ - Cost $\uparrow$ - FCU cost $\downarrow$ - Chiller cost $\downarrow$	- pipe size $\downarrow$ - Cost $\downarrow$ - FCU cost $\uparrow$ - Chiller cost $\uparrow$

ΔT الأفضل	
مصر	دول الخليج
10°F	12°F

m “for load 1TR”	
مصر	دول الخليج
m=2.4 GPM\TR	m=1.9 GPM\TR

Design steps:

1-calculate the load for each coil.

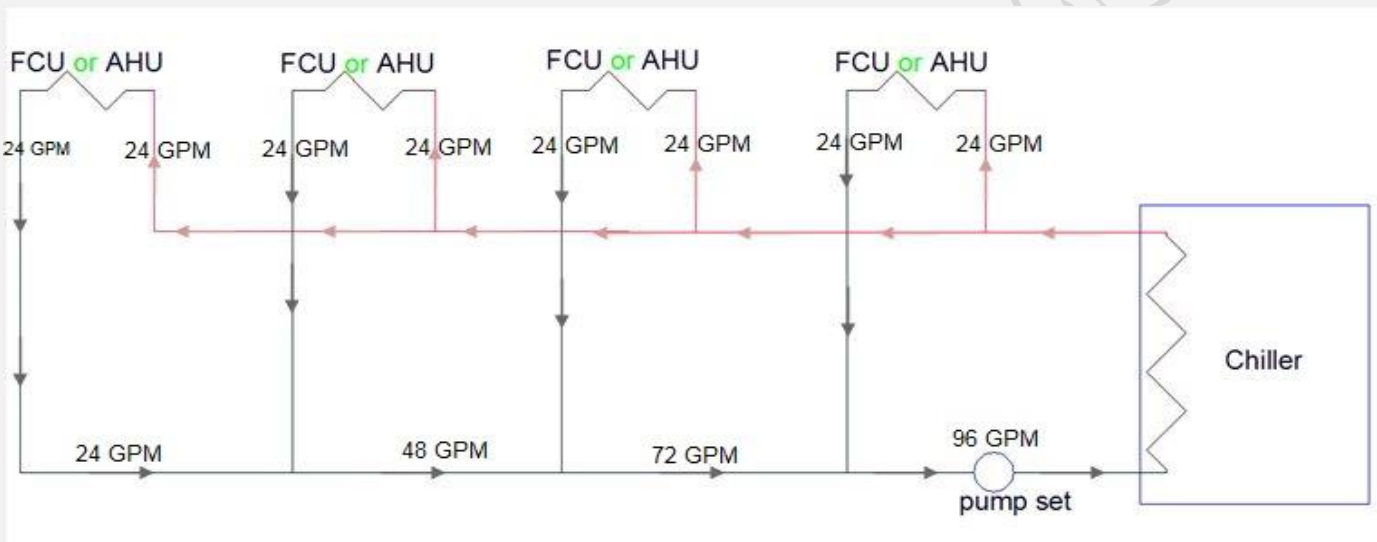
مثال : نفترض ان الحمل عندى فى كل coil = 10TR والمشروع فى مصر للرسمه السابقه

2-calculate GPM for each coil.

$$\therefore m = 24 \text{ GPM FOR each coil}$$

3-calculate GPM in the main network.

ونبدأ من اخر الشبكه الى ان نصل الى chiller كما يلي:



4-use the friction chart.

From GPM we get Diameter

- Friction chart friction for each 100 ft

لكي نتعامل مع ال Friction Chart

1- Material of pipe:

1-a) Black steals حديد اسود

-Seamless Black steal schedule 40 pipe لتحقيق العمر ٢٥ الافتراضى سنه

1-b) Galvanizes steal: (Hot deep galvanizes or electrostatic galvanizes)

We use Black steals

////////////////////

2-Type of cycle: (open cycle or closed cycle)

Chilled water cycle is closed

////////////////////

3-Units: الوحدات

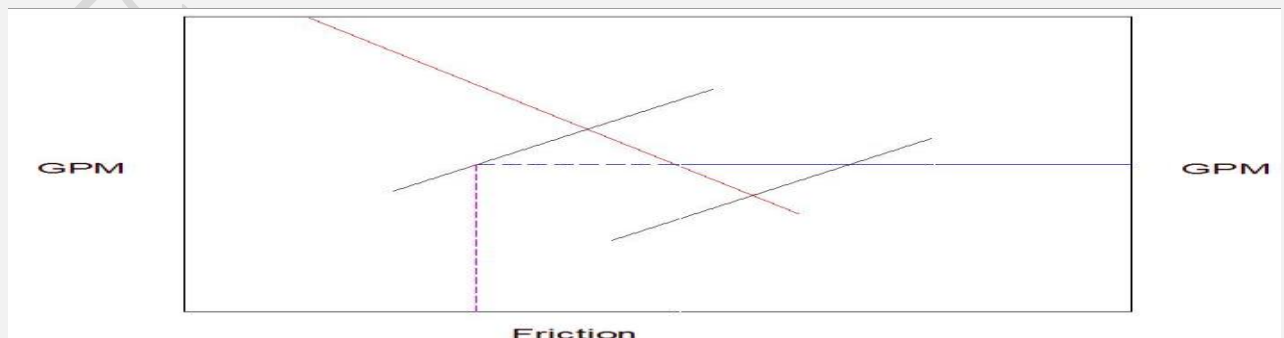
////////////////////

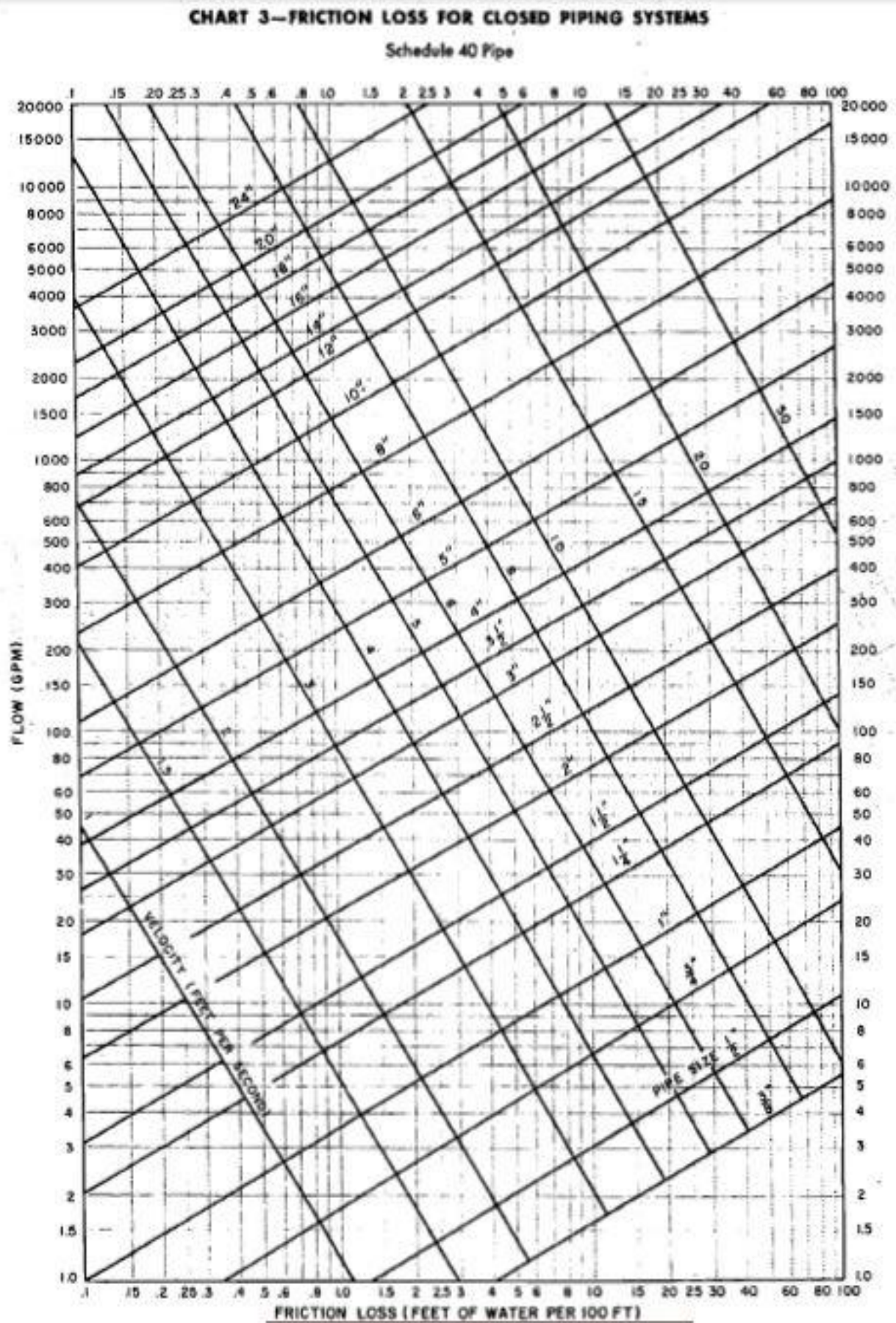
الطريقه: بndخل الخريطة ب GPM نطلع بيها خط مستقيم الى ان اقطع خط السرعه عند 6

هلاقى نفسى واقع بين قطرين ناخذ ال size الأكبر وأنزل منه اقرأ ال Friction

لو ال Friction أكبر من 10 نمد خط GPM للقطر اللى بعده وانزل اقرأ ال Friction

اي انه لا بد ال $Friction < 10$

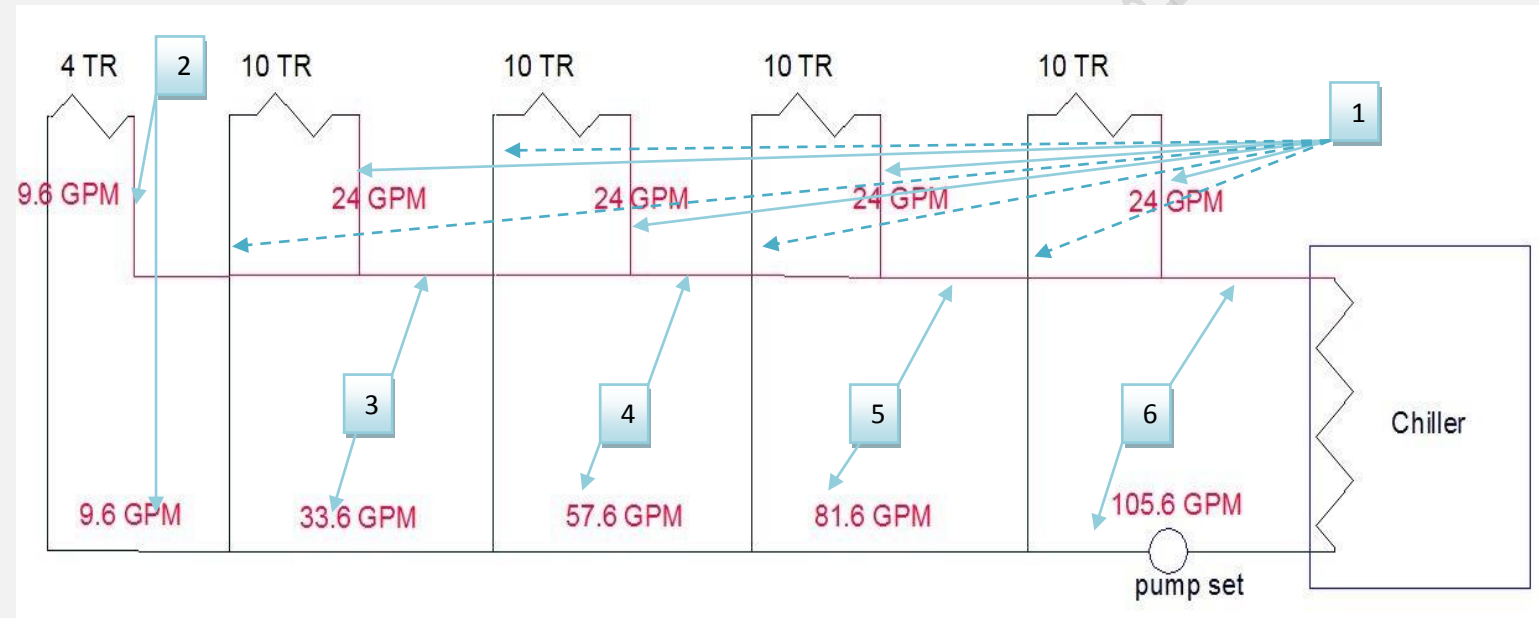




Note that:* $V \leq 6$ ** $F < 10 \text{ feet} \setminus 100 \text{ feet}$ *** In case of $F > 10$ take the larger size for the same line of GPM

//////////

Ex: TR المشروع فى مصر ومعطى الـ TR

يتم حساب GPM for each coil كما هو مبين باللون الأحمر ← $m = 2.4 \text{ GPM} \setminus \text{TR}$ 

هنرقم كل نوع من المواسير على حسب GPM فى كل واحد واللى نفس GPM تاخذ نفس الرقم

ندخل الخريطة :

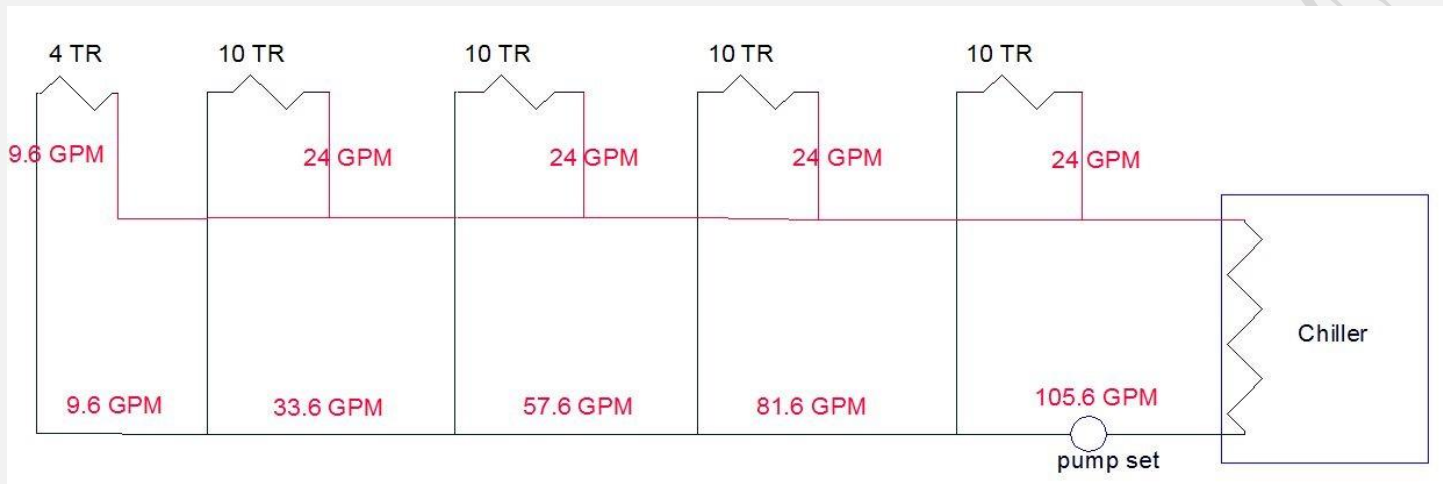
1- $\text{GPM} = 24$	$\therefore D = 1\frac{1}{4}$	$\therefore F = 7 \text{ Feet} \setminus 100 \text{ Feet}$
2- $\text{GPM} = 9.6$	$\therefore D = 1$	$\therefore F = 6$
3- $\text{GPM} = 33.6$	$\therefore D = 1\frac{1}{2}$	$\therefore F = 6$
4- $\text{GPM} = 57.6$	$\therefore D = 2$	$\therefore F = 7$
5- $\text{GPM} = 81.6$	$\therefore D = 2\frac{1}{2}$	$\therefore F = 5$
6- $\text{GPM} = 105.6$	$\therefore D = 3$	$\therefore F = 5$

9-2 Circulation chilled water pump [Design "flow 'Q', Head 'H' ", Pump set]

a) Flow calculation in GPM (Flow passes in pump, chiller)

Ex: TR المشروع فى مصر ومعطى الـ TR

يتم حساب GPM for each coil كما هو مبين باللون الأحمر ← $m = 2.4 \text{ GPM/TR}$



b) Head calculation:

$$H_P = H_{st} + H_{res} + H_f$$

- H_p → pump head
- H_{st} → static head
- H_{res} → residual head
- H_f → friction head مفايد الاحتكاك

* أي closed circuit يكون H_{st} ، H_{res} لها مساوياً للصفر.

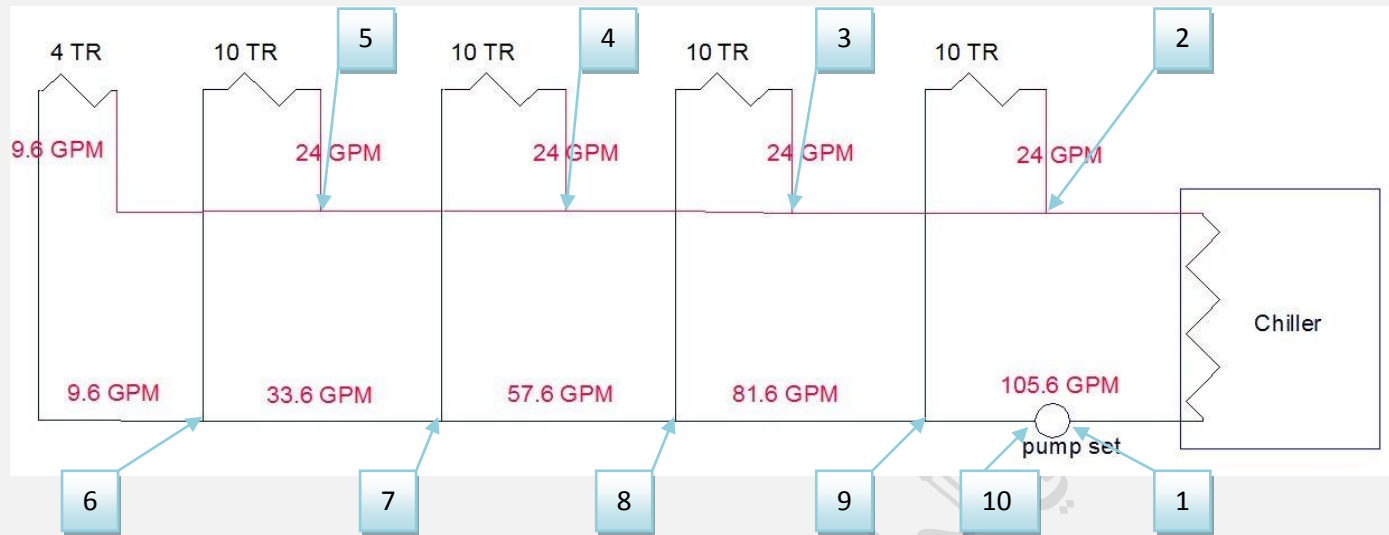
* For closed circuit $H_P = H_f$

حساب الـ Friction لأبعد Coil فقط ، اطول مسار

Hf الحساب

١) يتم تحديد أطول مسار

٢) يتم تقسيم أطول مسار إلى section، كل ما يحصل تغيير في الFlow عند كل T ونبدأ من عند المضخة.



٣) نكون الجدول التالي:

- ثم نكون الجدول التالي :

From table (10, 11)

sr	section	GPM	D	hf	Lpipe	Leq	Ltotal	Hf
1	1-2							
2	2-3							
3	3-4							
4	4-5							
5	5-6							
6	6-7							
7	7-8							
8	8-9							
9	9-10							
10	المجموع							??

From friction chart by GPM

Pipe length from cad drawing

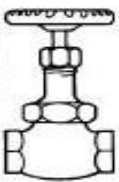
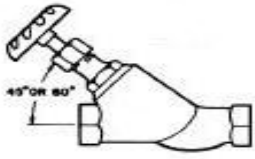
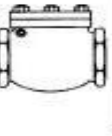
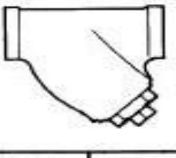
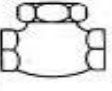
 $L_{pipe} + L_{eq}$

$$\frac{hf * L_{total}}{100}$$

- مجموع الـ Hf نضربه في 1.1 وبذلك نكون حصلنا على الـ Hf نعوض في معادلة الـ Hp وبذلك نكون حسبنا الـ head

TABLE 10—VALVE LOSSES IN EQUIVALENT FEET OF PIPE*

Screwed, Welded, Flanged, and Flared Connections

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	GLOBE†	60°-Y	45°-Y	ANGLE†	GATE††	SWING CHECK‡	Y-TYPE STRAINER††		LIFT CHECK
									
							Flanged End	Screwed End	
3/8	17	8	6	6	0.6	5	—	—	Globe & Vertical Lift Same as Globe Valve**
1/2	18	9	7	7	0.7	6	—	3	
3/4	22	11	9	9	0.9	8	—	4	
1	29	15	12	12	1.0	10	—	5	
1 1/4	38	20	15	15	1.5	14	—	9	
1 1/2	43	24	18	18	1.8	16	—	10	
2	55	30	24	24	2.3	20	27	14	Angle Lift Same as Angle Valve
2 1/2	69	35	29	29	2.8	25	28	20	
3	84	43	35	35	3.2	30	42	40	
3 1/2	100	50	41	41	4.0	35	48	—	
4	120	58	47	47	4.5	40	60	—	
5	140	71	58	58	6	50	80	—	
6	170	88	70	70	7	60	110	—	
8	220	115	85	85	9	80	150	—	
10	280	145	105	105	12	100	190	—	
12	320	165	130	130	13	120	250	—	
14	360	185	155	155	15	135	—	—	
16	410	210	180	180	17	150	—	—	
18	460	240	200	200	19	165	—	—	
20	520	275	235	235	22	200	—	—	
24	610	320	265	265	25	240	—	—	

*Losses are for all valves in fully open position and strainers clean.

†These losses do not apply to valves with needle point type seats.

‡Losses also apply to the in-line, ball type check valve.

**For "Y" pattern globe lift check valve with seat approximately equal to the nominal pipe diameter, use values of 60° "Y" valve for loss.

††Regular and short pattern plug cock valves, when fully open, have same loss as gate valve. For valve losses of short pattern plug cocks above 6 in. check manufacturer.

TABLE 11—FITTING LOSSES IN EQUIVALENT FEET OF PIPE

Screwed, Welded, Flanged, Flared, and Brazed Connections

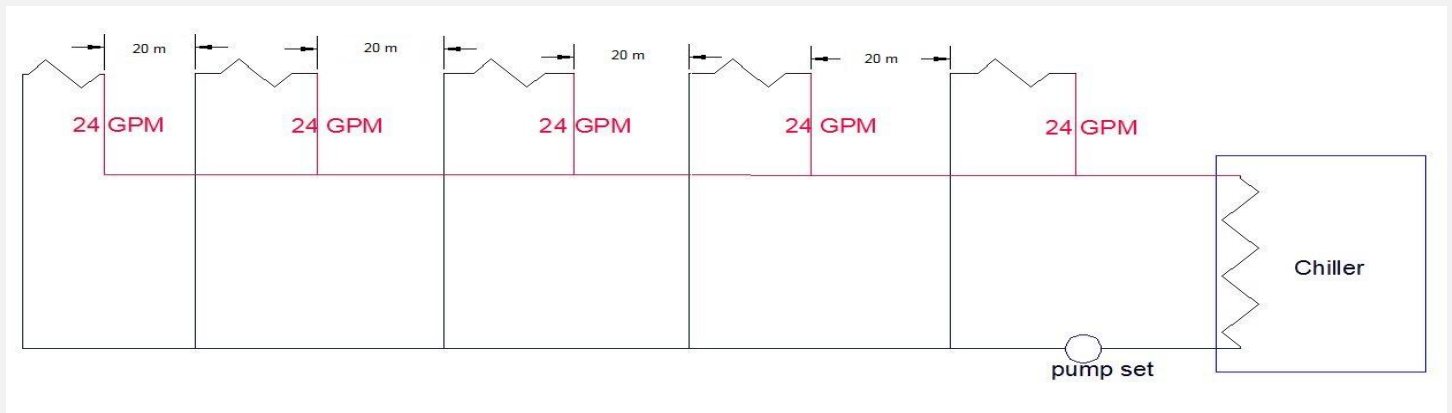
NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	SMOOTH BEND ELBOWS						SMOOTH BEND TEES			
	90° Std*	90° Long Rad.†	90° Street*	45° Std*	45° Street*	180° Std*	Flow-Thru Branch	Straight-Thru Flow		
								No Reduction 	Reduced 1/4 	Reduced 1/2 
3/8	1.4	0.9	2.3	0.7	1.1	2.3	2.7	0.9	1.2	1.4
1/2	1.6	1.0	2.5	0.8	1.3	2.5	3.0	1.0	1.4	1.6
3/4	2.0	1.4	3.2	0.9	1.6	3.2	4.0	1.4	1.9	2.0
1	2.6	1.7	4.1	1.3	2.1	4.1	5.0	1.7	2.3	2.6
1 1/4	3.3	2.3	5.6	1.7	3.0	5.6	7.0	2.3	3.1	3.3
1 1/2	4.0	2.6	6.3	2.1	3.4	6.3	8.0	2.6	3.7	4.0
2	5.0	3.3	8.2	2.6	4.5	8.2	10	3.3	4.7	5.0
2 1/2	6.0	4.1	10	3.2	5.2	10	12	4.1	5.6	6.0
3	7.5	5.0	12	4.0	6.4	12	15	5.0	7.0	7.5
3 1/2	9.0	5.9	15	4.7	7.3	15	18	5.9	8.0	9.0
4	10	6.7	17	5.2	8.5	17	21	6.7	9.0	10
5	13	8.2	21	6.5	11	21	25	8.2	12	13
6	16	10	25	7.9	13	25	30	10	14	16
8	20	13	—	10	—	33	40	13	18	20
10	25	16	—	13	—	42	50	16	23	25
12	30	19	—	16	—	50	60	19	26	30
14	34	23	—	18	—	55	68	23	30	34
16	38	26	—	20	—	62	78	26	35	38
18	42	29	—	23	—	70	85	29	40	42
20	50	33	—	26	—	81	100	33	44	50
24	60	40	—	30	—	94	115	40	50	60

- نلاحظ أنه في نهاية table 11 وجود نوعين من الـ Tee

Tee	
Flow through branch	Straight through flow
يحدث تغيير في الاتجاه	لا يحدث تغيير في الاتجاه ودا اللي بنعمل حسابتنا عليه وينقسم إلى: no reduction , reduced 1/4 , reduced 1/2

9-3 Balancing system:

مثلاً عندي شبكة بهذا الشكل:



* يتم الـ *Balancing system* بإحدى الطريقتين:-

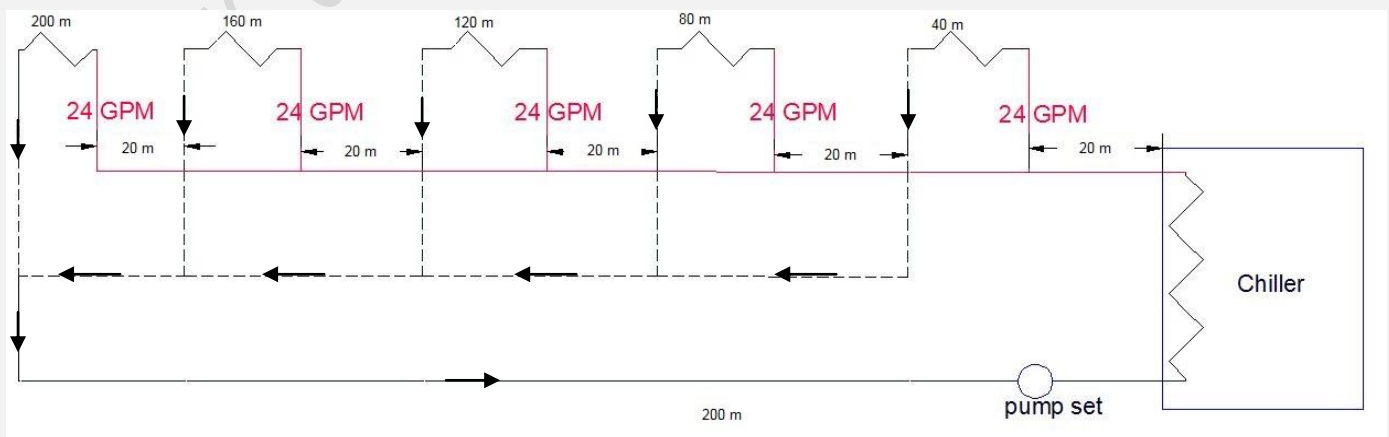
9-3-1 Friction\ pipe Length: “Common reversed return”

بنظبط الـ *friction* عن طريق اطوال المواسير

- هنفترض ان المسافه بين الـ coil 20 m كما بالشكل السابق.

- الشبكة الاولى بتقطع 40 m
- الشبكة الثانية بتقطع 80 m
- الشبكة الثالثة بتقطع 120 m
- الشبكة الرابعة بتقطع 160 m
- الشبكة الخامسة بتقطع 200 m

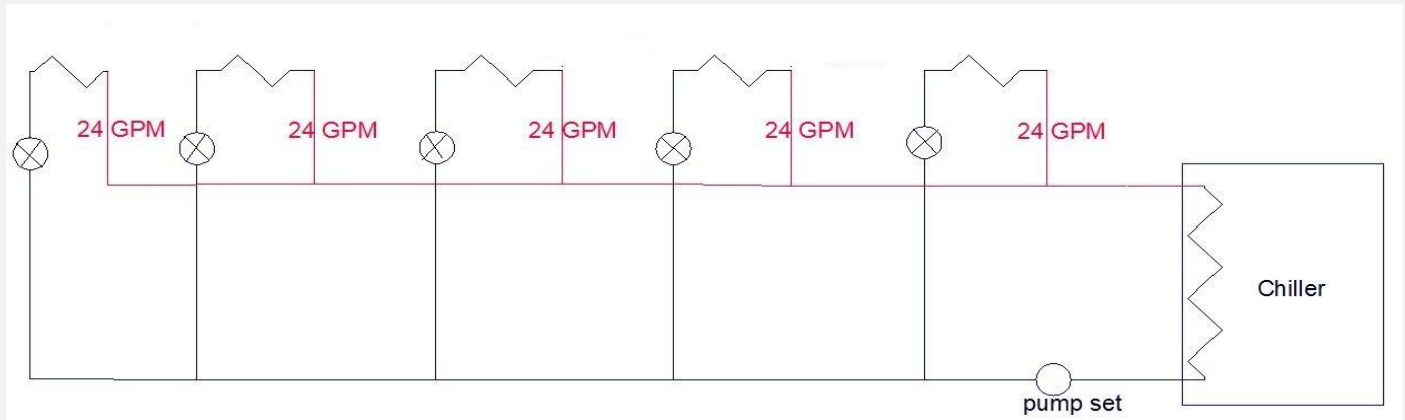
∴ رسمة الشبكة هتكون بهذا الشكل:



9-3-2 Friction\ Equivalent length: "Balancing valve"

نضيف الـ valve عند كل return لكل coil

رسم الشبكة هتكون بهذا الشكل:



- تيجي الـ TAB اللى هى بتاعة الـ Test ؛ يبقى لازم الـ valve دا أعرف أوصله علشان الـ TAB

//////////

**طريقة الـ pipe length (common reversed return) لازم علشان تتفع balancing ان يكون النظام عندى symmetric

(same load on all equipment ؛ same rooting for equipment)

//////////

من الاخر 95% من المشاريع بنستخدم Balancing valve

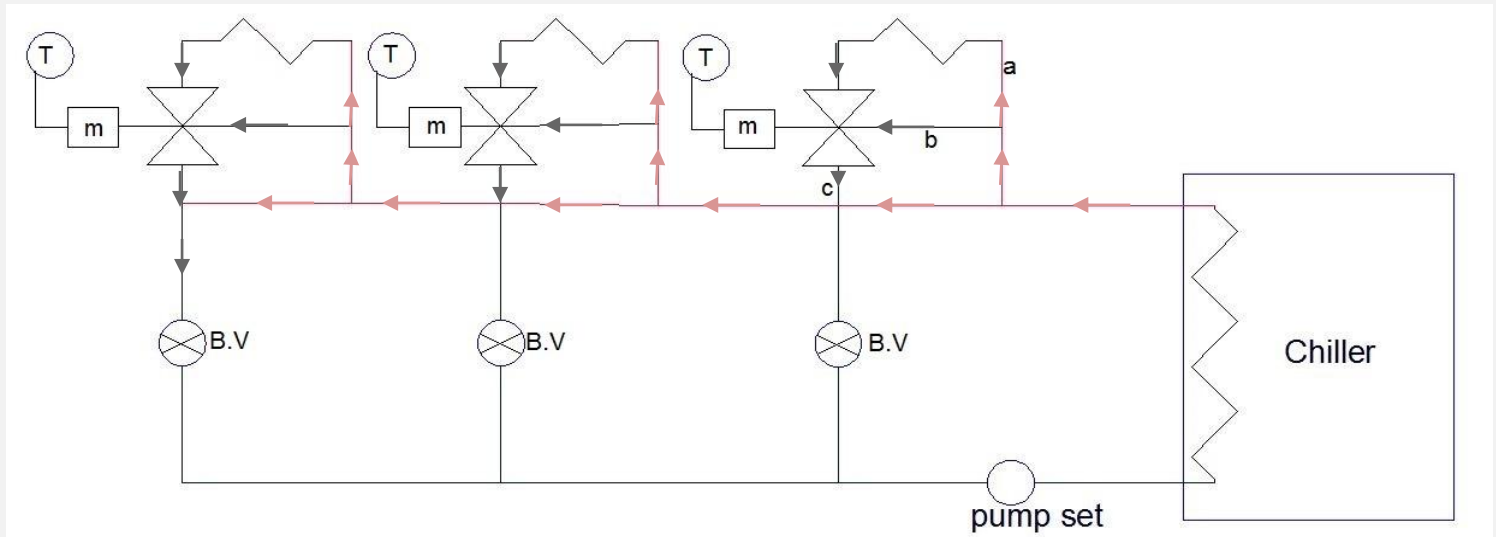
//////////

Balancing valve	Common reversed return
<u>Concept :</u> B.V on the return of each coil	<u>Concept :</u> make all the baths same pipe length
<u>Cost:</u> B.V.....↑ Pipe cost.....↓ Total cost.....↑	<u>Cost:</u> B.V x Pipe cost↑ Total cost.....↓

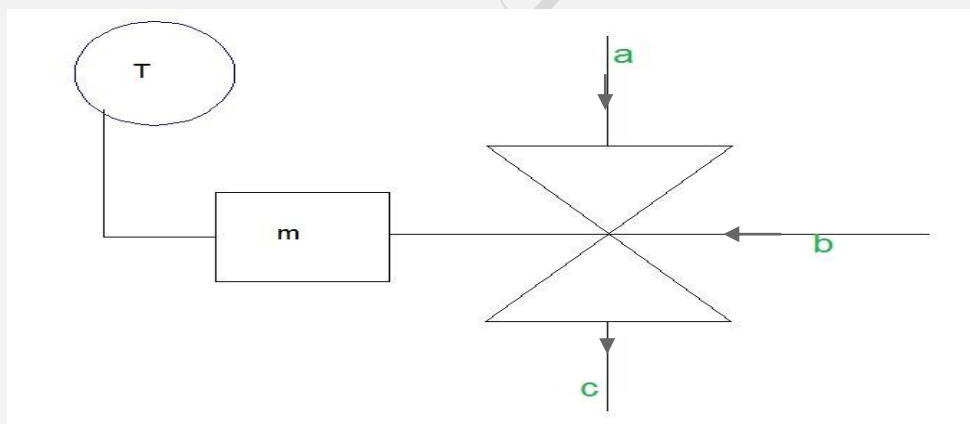
9-4 load variation system “in each coil”

- يتم بإحدى الطريقتين: 2 way valve or 3way valve

9-4-1 3way valve



** نعمل زووم على أحد 3way valve الموضحة في الشكل وندرس كل حاجة بقا ☺



1- Load ↑ ⇒ b opening ↓ , a opening ↑ , chilled water enter in the coil ↑

2- Load ↓ ⇒ b opening ↑ , a opening ↓ , chilled water enter in the coil ↓

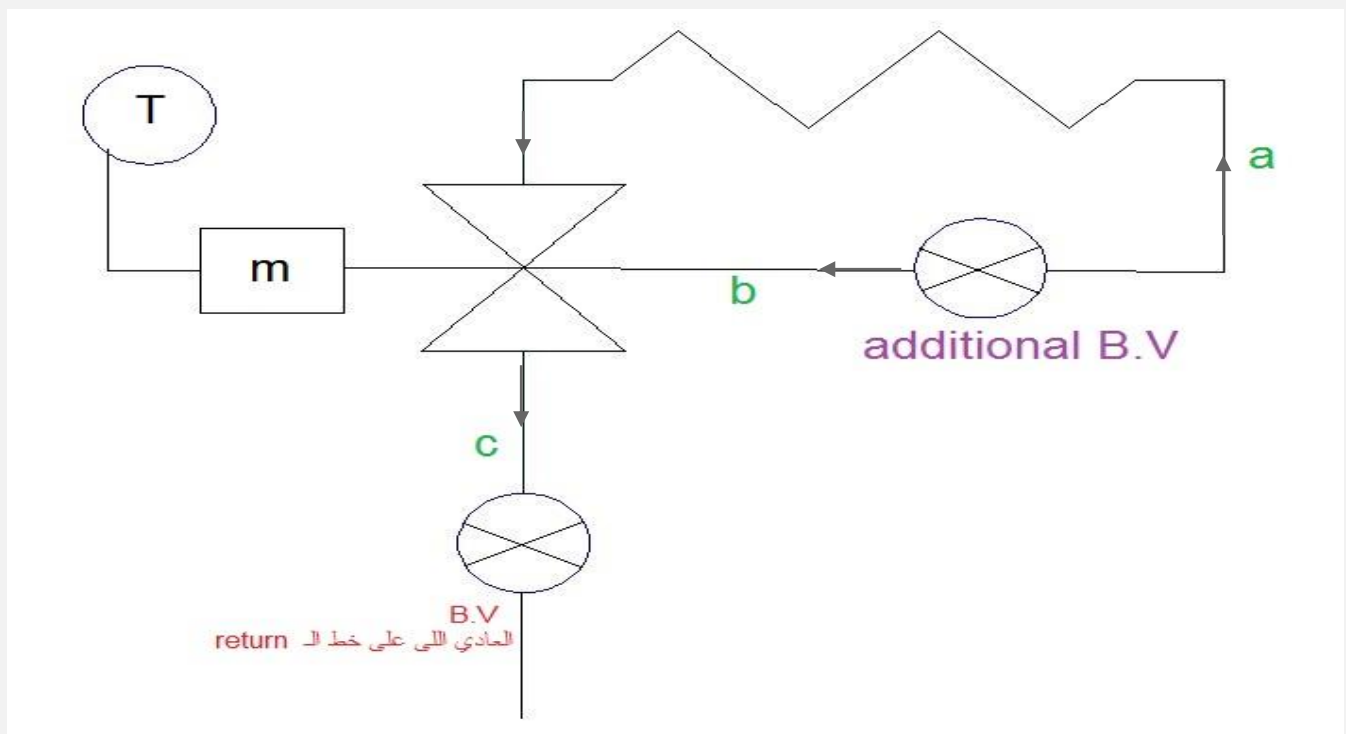
3- @ $1/2$ Load ⇒ a = b →

ولكن لا يحدث هذا؛ إلى friction في المسار a أعلى نتيجة وجود الداي

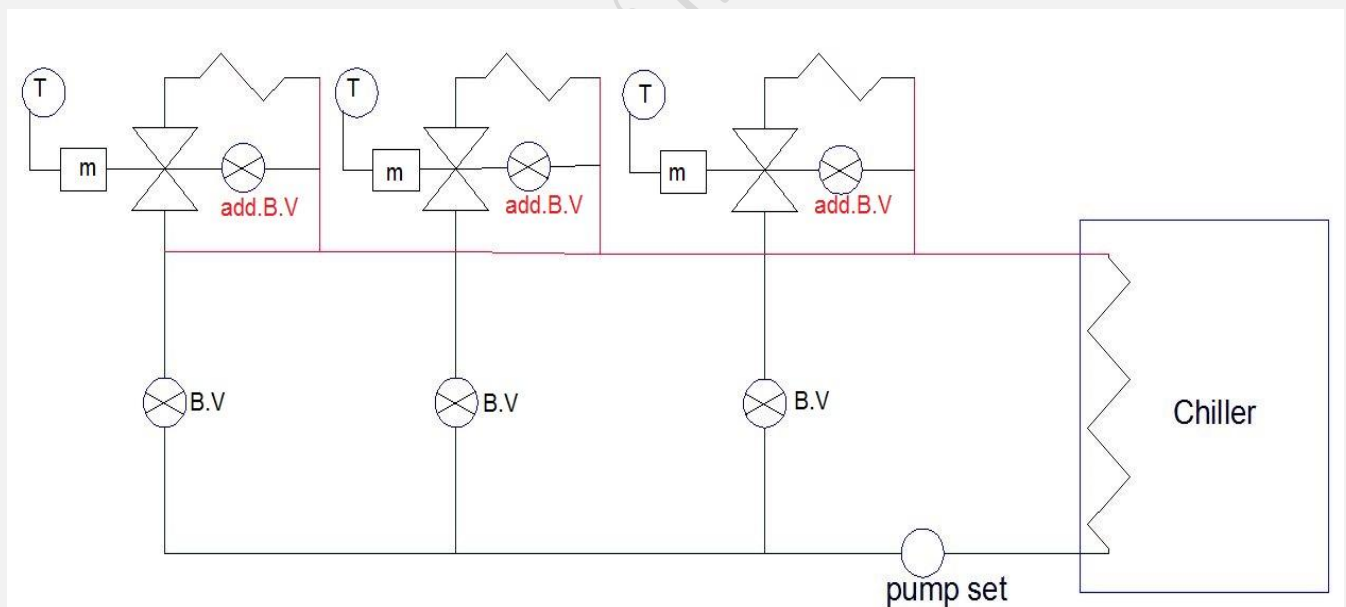
لحل هذه المشكلة نضيف additional Balancing valve على

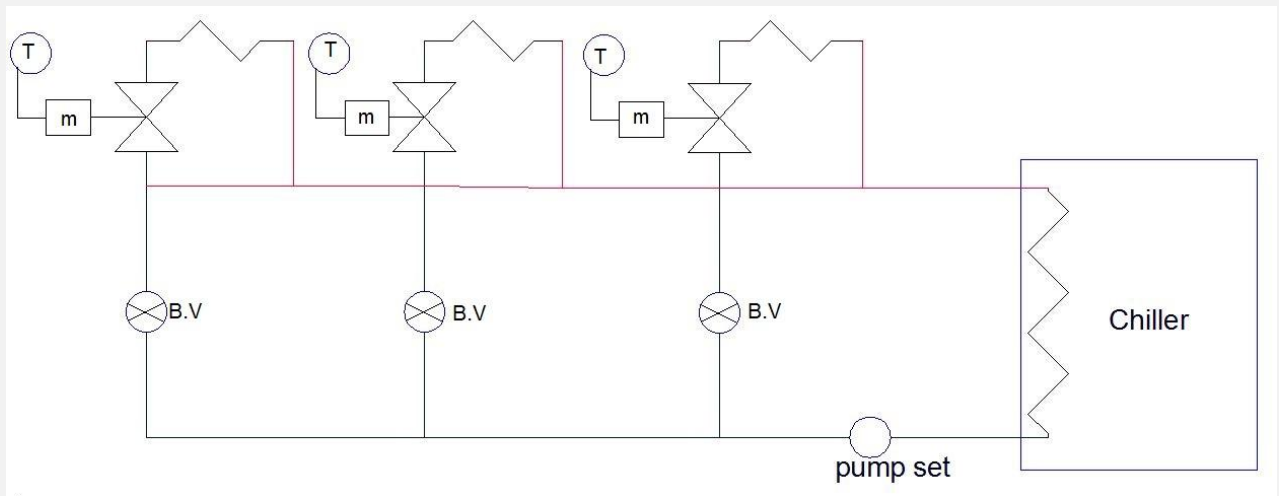
المسار (b) By pass

كما في الصفحة التالية



.:رسمه الشبكة لـ 3way valve هتكون بهذا الشكل:



9-4-2 2way valve:

- 1- Load $\uparrow$ $\Rightarrow$ opening $\uparrow$, pressure in supply line $\downarrow$, chilled water enter in the coil $\uparrow$
- 2- Load $\downarrow$ $\Rightarrow$ opening $\downarrow$, pressure in supply line $\uparrow$, chilled water enter in the coil $\downarrow$

Note that:

في حالة الـ **2way** لازم بنركب الـ pump من النوع **variable speed pump**

وبنركب على الـ pump **VFD** (Variable Frequency Driver)

2way valve	3way valve
<u>Concept:</u> 1- 2way valve on the return of each coil 2- VFD “variable speed pump “ <u>Advantage:</u> - By pass with add. B.V is omitted - Electrical cost↓ <u>Disadvantage:</u> - Maintenance cost↑ - Life time↓	<u>Concept:</u> 1- 3way valve 2- By pass with add. B.V <u>Advantage:</u> - Capital cost↓ i.e. there is no Variable pump with VFD <u>Disadvantage:</u> - Additional cost with add. B.V - Electrical cost↑

* اللى بيحكمنى فى اختيار 2way او 3way هو معدل تغير الأحمال *load fluctuation*

- بمعنى ان المشروع اللى *load fluctuation* بتاعه $\cong$ steady يبقى نستخدم 2way
(مبانى اداريه؛ مصانع)

- المشروع اللى *load fluctuation* بتاعه سريع التغير زى المترو يبقى نستخدم الـ 3 way

9-5 Equipments

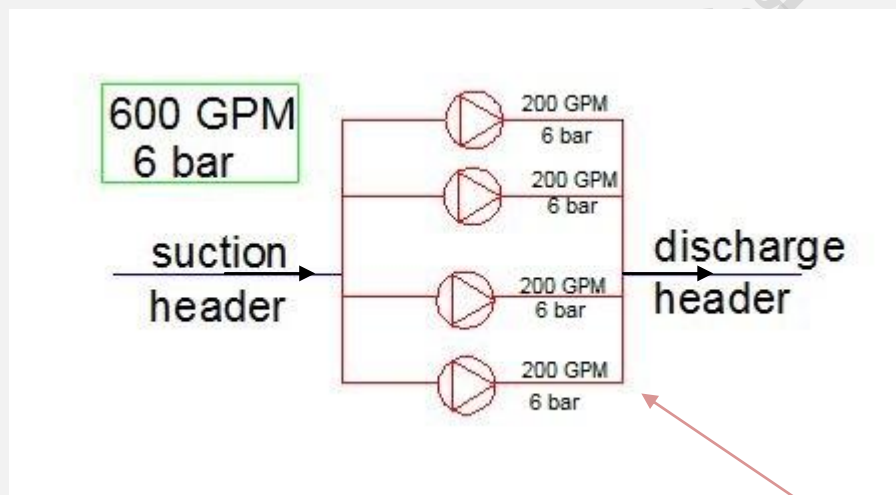
[Circulation pump, Chiller, FCU, AHU, Cooling tower]

9-5-1 circulation pump

***Pump flow (Q)**, ***Pump head (H)**: we had calculated them previously ☺

****pump set:**

- مجموعة طلمبات متوصلة توازي علشان يبقى عندى stand by (استين)



9-5-1-a) Pump no. = chillers no. + 1 "stand by"

- الـ 4 pump بتشغل كلها وعندي **control panel** هي اللي بتريح كل pump على حده وتخليه **stand by**

9-5-1-b)

- الـ **Head** $H_p = H_f$ ← لا يُقسَم

- الـ **GPM** "السريان" يُقسَم والـ **stand by** بتاخذ قيمة **GPM** زيهم عادى لانها هتشغل هتشغل ☺

9-5-1-b) Selection

** ندخل الخريطة التالية "فى الصفحة القادمة" ؛ هنلاقى عندنا أربع منحنيات :

1) H-Q curve

2) η Curve

η ↑

Electrical cost ↓

performance ↑

3) Horse power curve

4) NPSH "net positive suction head"

** أنا عند الـ Design point اللي هما الـ GPM والـ head

مثلا اللي هما 6bar , 200 GPM

** بنوقع النقاط على H-Q ثم نختار الأعلى كفاءه

لحساب الكهرباء

$$Hp = \frac{Q[Gpm] * H[feet]}{3960 * \eta}$$

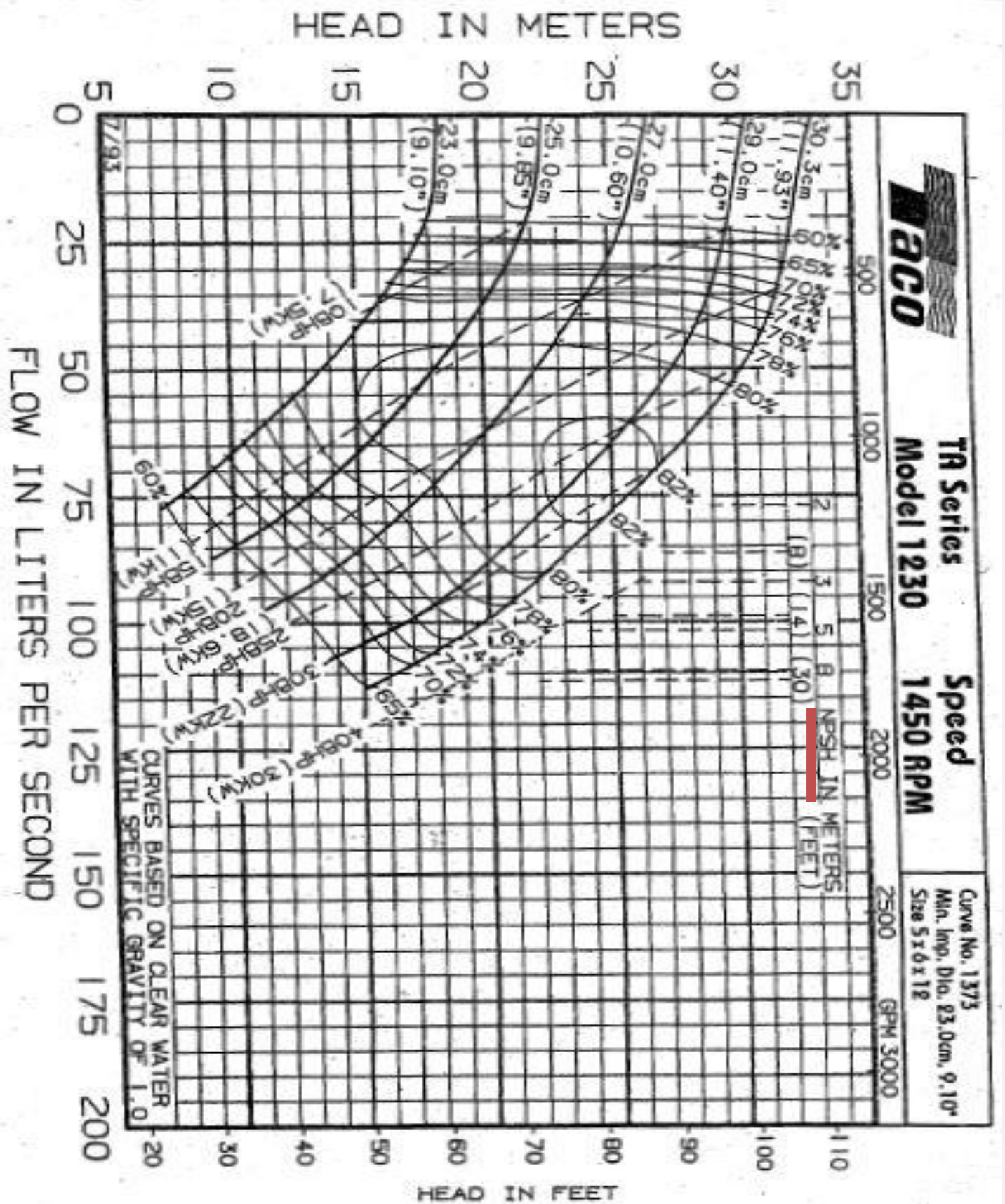
Where: $\eta = 0.65$

*** NPSH) available $\geq$ NPSH) req.

الضغط المتوفر فعليا عند مدخل المضخة

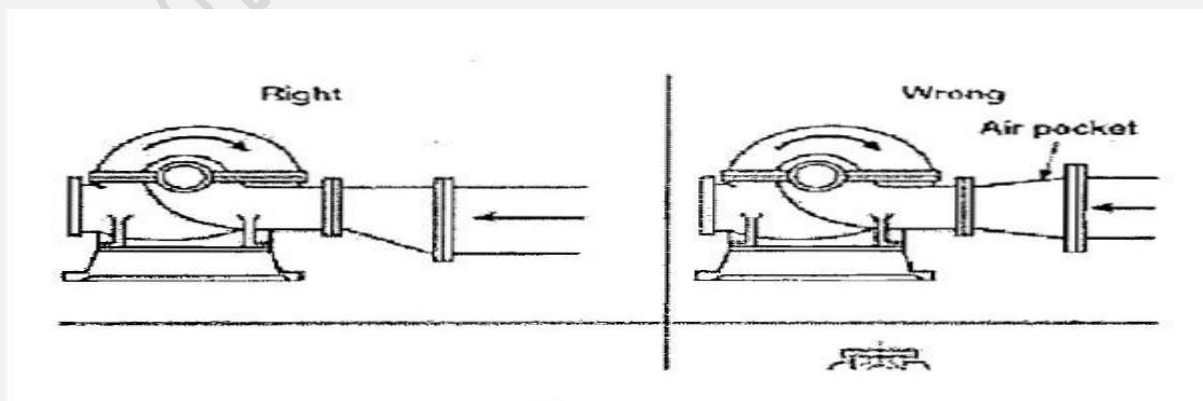
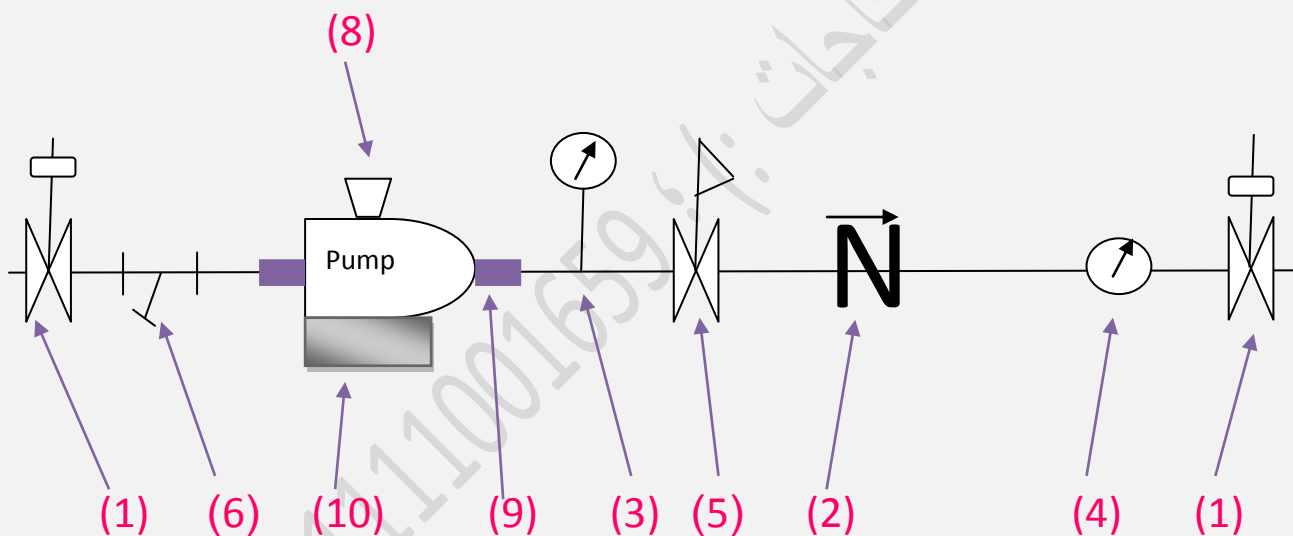
الضغط المطلوب عند مدخل المضخة from catalogue فى الصفحة التالية

** لو حصل العكس يحدث تكهف cavitations



9-5-2 pumps hock up:

- 1- Two(2) isolating valve
- 2- Check valve
- 3- Pressure gage
- 4- Flow meter
- 5- PRV "Pressure reducing valve"
- 6- Strainer (المصفى)
- 7- Eccentric reducer
- 8- Automatic air vent "AAV" شفط فقاعات الهواء
- 9- Two(2) flexible connection to prevent vibration
- 10- Floating floor "spring cap, rubber pad"



- EDS → “Equipment Data Sheet”

////////////////////

* In case of constant speed pump

	Low speed	High speed
@ 50 Hz	1450 rpm	2900 rpm
@60 Hz	1750 rpm	3500 rpm
Advantage	Large volume Weight ↑ Cost ↑ Noise Level ↓ Life Time ↑ Friction ↓ Maintenance ↓	smaller volume Weight ↓ Cost ↓ Noise Level ↑ Life Time ↓ Friction ↑ Maintenance ↑
Application	Circulation pumps “HVAC” Plumbing Pump	Fire Fighting Pump

9-5-2 Chiller

a- Design

b- selection

c- Hock up

9-5-2-a) Design

- Steps:

1) Calculate Block Load

2) Determine the required No. of chiller

وذلك عن طريق **Design stream** :-

** أنا عندي ثلاث اتجاهات فى التفكير كما يلي :

1- 100% stand by :

- بمعنى إن فى حالة عطل فى الـ chiller بيكون عندي stand by بيحافظ على استمرارية عمل المشروع بكامل قوته 100 %

EX: 1000TR "Block Load"

- هنجيب 2 chiller بـ 1000 TR ؛ منهم واحد استبتن. ☺
- أو نجيب 3 Chiller بـ 500 TR ؛ منهم واحد استبتن فلو واحد انتعلل الإستبتن هيعوض ☺

** هذا التفكير نلجأ إليه فى حالة المستشفيات Hospitals وفى الغالب تكون المستشفى مقسمة إلى "zones" بمعنى إن مش كل الـ zone هيعمل لها 100% " (مثلا غرفة العناية المركزة محتاجة 100%) ويتميز بالكفاءة العالية ؛ ولكن التكلفة عالية

2- 65%:75% stand by

- بمعنى إن فى حالة عطل فى الـ chiller ؛ المشروع هيعمل بنسبة 65% ؛ 75% ؛ وهذ نظريا قد يحدث ولكن عمليا مستبعد يحدث لأنى مصمم فى البداية على الأسوأ، وعلى إن كل الأماكن هتشتغل فى نفس الوقت وبأعلى حمل لها. بيدخل معنا مبدأ diversity factor "معامل التنشتت"

- هنجيب 3 chiller الواحد بـ 375 TR

الأماكن الإدارية Malls, Hotels, Residential Tower, Administration

3- 50% stand by:

الأماكن الإدارية Administration ويتميز بأن التكلفة منخفضة.

9-5-2-b) selection

- 1) Calculate Block Load
- 2) Determine types of chiller & its number

Types of chiller يعتمد على نوع وكيفية تبريد الـ condenser	
1- Air cooled condenser ∴ Air cooled chiller - بيشيل أحمال من 350 إلى 500 - limited	2- water cooled condenser ∴ water cooled chiller - يُطبق في أغلب المشاريع لأنه بيقدّر يشيل أحمال متنوعه - un limited

(3) درجة حرارة الجو الجافه 104°F , 40°C

////////////////////

* أنا خلاص حددت نوع الـ chiller ؛ ايه العوامل بقا اللي كل نوع بيتوقف عليها علشان ندخل الكتالوج

<u>* Factor affecting on selection:</u>	
<u>Air cooled chiller</u>	<u>water cooled chiller</u>
1- Load TR 2- Ambient temperature $T_{ambient} = 104^{\circ}\text{F}$, 40°C 3- chilled water Out temperature $T_{water })out$	1- Load TR 2- inlet condenser cooling water temperature $T_{condenser \text{ cooling water}) in} = T_{ambient} - 10^{\circ}\text{C}$ 3- chilled water Out temperature $T_{water })out$

////////////////////

* في الصفحات التالیه سنوضح طريقة استخدام كتالوجات متنوعه لإختيار الـ chiller

10

Application data:	
Refrigerant: R-407C	
Evaporator and condenser temperature rise: 8 K	
Compressor Ratio: 2.5	
Polynomial Equations: $a = 0.0001$, $b = 0.0001$	
Full load correction factors for equipment laboratory test:	
Design capacity	1.000
Design efficiency ratio	1.000
Evaporator pressure drop	1.000

*** في الصفحة التالية تقطع الجدول ونعمل زوومر علشان الأرقام تظهر والشرح يوضح أكثر 😊

Cooling capacities

30GZ LCWT °C

Condenser entering air temperature °C

25 30 35 40 45

CAP COMP UNIT COOL CAP COMP UNIT COOL CAP COMP UNIT COOL CAP COMP UNIT COOL CAP COMP UNIT COOL

kW kW kW kPa kW kW kW kPa kW kW kW kPa kW kW kW kPa kW kW kW kPa

040	5	111	30.2	32.8	15	102	31.5	34.0	13	94	32.8	35.1	11	86	33.4	35.8	10	79	34.1	36.5	8
045		128	41.7	44.4	20	119	43.2	45.8	17	110	44.4	47.0	15	101	45.5	48.0	13	92	46.4	48.9	11
050		161	43.4	48.5	21	149	45.8	50.8	18	138	47.9	52.8	15	127	49.8	54.7	13	116	51.4	56.2	11
060		192	60.6	66.1	29	181	63.8	69.2	26	170	66.7	71.9	23	159	69.5	74.6	20	148	72	77.0	18
085		259	78.3	84.2	22	242	80.1	87.8	19	225	83.6	91.2	17	208	86.7	94.2	14	192	89.4	96.8	12
095		304	94.2	102.7	30	285	98.9	107.1	26	269	103.3	111.3	23	248	107.4	115.2	20	230	111.1	118.7	18
100		351	110.2	118.5	22	329	115.6	123.6	20	308	120.7	128.6	17	286	125.2	132.9	15	268	129.4	137.0	13
120		399	119.3	130.1	29	376	125.8	136.3	26	353	132	142.3	23	331	137.7	147.8	20	309	143.0	152.9	18
130		445	138.1	149.3	31	414	144.2	155.0	27	384	149.7	160.1	23	355	154.5	164.6	19	326	158.7	168.5	16
145		467	144.1	154.8	24	435	151.2	161.6	21	405	157.8	167.8	18	375	163.3	173.2	15	345	166.4	176.1	13
150		503	158.2	173.4	40	473	166.5	181.1	35	443	174.3	188.4	30	413	181.5	195.2	27	385	188.2	201.6	23
160		529	157.7	172.2	30	495	155.8	179.9	26	463	173.3	187.0	23	430	180.1	193.5	20	399	186.3	199.4	17
170		573	176.7	191.9	35	534	184.4	199.0	31	496	191.5	205.6	27	459	197.7	211.4	23	422	203.1	216.4	19
190		646	201.7	220.3	45	601	211.1	226.8	39	557	219.0	236.6	33	515	227.1	243.4	28	473	233.7	249.5	24
220		744	237.9	258.9	59	693	247.6	267.3	51	643	256.6	275.1	44	594	264.2	281.8	38	547	271.1	287.9	32
245		819	244.1	272.5	71	770	257.3	284.1	63	721	269.6	295.0	55	674	281.1	305.3	48	627	291.5	314.7	42

42 → 54
5.5 → 12
F
°C

040	7	119	31.4	34.0	17	110	32.8	35.4	15	94	32.8	35.1	11	86	33.4	35.8	10	79	34.1	36.5	8
045		138	43.7	46.5	23	128	45.3	48.0	20	110	44.4	47.0	15	101	45.5	48.0	13	92	46.4	48.9	11
050		173	45	50.3	24	161	47.5	52.6	21	138	47.9	52.8	15	127	49.8	54.7	13	116	51.4	56.2	11
060		205	63	68.8	34	193	66.4	71.9	30	170	66.7	71.9	23	159	69.5	74.6	20	148	72	77.0	18
085		280	79.7	87.8	25	261	83.7	91.6	23	225	83.6	91.2	17	208	86.7	94.2	14	192	89.4	96.8	12
095		326	93.4	107.2	35	306	103.5	112.0	31	269	103.3	111.3	23	248	107.4	115.2	20	230	111.1	118.7	18
100		374	114.8	123.3	25	352	120.6	128.9	23	308	120.7	128.6	17	286	125.2	132.9	15	268	129.4	137.0	13
120		426	124	135.2	33	402	131	141.9	29	353	132	142.3	23	331	137.7	147.8	20	309	143.0	152.9	18
130		481	144.9	156.7	36	449	151.4	162.7	31	384	149.7	160.1	23	355	154.5	164.6	19	326	158.7	168.5	16
145		503	150.6	161.8	27	470	158.1	168.9	24	405	157.8	167.8	18	375	163.3	173.2	15	345	166.4	176.1	13
150		540	164.9	180.9	46	508	173.8	189.1	41	443	174.3	188.4	30	413	181.5	195.2	27	385	188.2	201.6	23
160		570	164.8	180.0	35	534	173.4	188.0	31	463	173.3	187.0	23	430	180.1	193.5	20	399	186.3	199.4	17
170		619	185.6	201.7	41	578	194	209.3	38	496	191.5	205.6	27	459	197.7	211.4	23	422	203.1	216.4	19
190		697	211.2	231.0	52	650	221.3	240.6	45	557	219.0	236.6	33	515	227.1	243.4	28	473	233.7	249.5	24
220		804	250.4	273.3	69	750	260.8	282.0	60	643	256.6	275.1	44	594	264.2	281.8	38	547	271.1	287.9	32
245		875	253.6	284.3	81	824	267.8	296.4	72	721	269.6	295.0	55	674	281.1	305.3	48	627	291.5	314.7	42

245	830	256.9	280.9	74	779	267.8	289.9	65	724	277.5	298.0	56	781	298.0	302.0	38	535	252.2	268.8	31	
	904	258.7	290.4	87	852	273.1	302.7	77	800	286.7	314.5	68	872	286.5	305.7	48	620	294.3	312.4	41	
040	10	133	33.3	36.1	22	123	34.9	37.6	19	114	36.2	38.8	16	105	37.4	39.9	14	96	38.3	40.8	12
045		154	47	50.0	28	143	46.7	51.6	25	132	50.3	53.1	21	122	51.6	54.3	18	104	52.7	55.4	15
050		193	47.4	52.9	30	180	50.2	55.6	26	168	52.8	58.0	23	155	55.1	60.2	19	143	57.2	62.2	17
060		225	66.8	72.8	40	212	70.4	76.2	36	200	73.9	79.5	32	187	77.1	82.5	28	175	80.1	85.4	25
085		312	64.9	93.5	32	292	89.4	97.7	28	273	93.5	101.8	25	254	97.3	105.2	21	235	100.7	106.4	18
095		362	105.2	114.7	43	341	110.7	119.8	38	320	115.9	124.8	33	299	120.8	129.2	29	279	125.3	133.4	25
100		412	122	131.0	31	388	128.4	137.1	27	363	134.2	142.6	24	340	139.7	147.9	21	318	144.8	152.9	18
120		470	131.4	143.4	40	444	138.9	150.4	36	419	146.1	157.2	32	393	152.8	163.6	28	368	159.1	169.6	25
130		538	155.9	168.9	46	503	163	175.2	40	468	169.8	181.2	34	434	175.5	186.5	29	401	180.8	191.4	25
145		560	160.7	172.7	34	524	168	180.5	30	480	176.6	187.6	26	455	183.5	194.1	23	421	189.8	200.1	19
150		598	175.5	193.0	57	563	185.2	201.8	50	530	194.3	210.1	44	496	202.8	217.9	39	463	210.7	225.2	34
160		633	175.8	192.2	43	595	185.2	200.8	38	557	194	209.0	33	520	202.1	216.5	29	483	208.6	223.6	25
170		693	200	217.8	52	648	209.1	225.8	45	604	217.4	233.2	39	561	225	240.1	34	529	235	252.3	36
190		779	226.4	245.5	65	727	237.4	258.0	57	677	247.6	266.9	49	627	256.8	275.0	42	579	265	282.3	36
220		898	270.4	296.9	86	839	281.9	306.1	75	782	292.5	314.7	65	726	302.1	322.7	56	678	311.8	339.6	60
245		963	268.8	303.2	99	908	284	315.9	88	854	298.4	328.1	78	801	311.8	339.6	68	748	324.3	350.5	60

Legend:

LCWT

CAP kW

COMP kW

UNIT kW

COOL kPa

Leaving chilled water temperature °C

Net cooling capacity (gross cooling capacity minus the water pump heat against the internal evaporator pressure drop)

Compressor power input

Effective unit power input (power input of the compressors, control circuit and fans plus the power input of the pump against the internal evaporator pressure drop)

Evaporator water pressure drop

Capacity at Eurovent conditions

Application data:

Refrigerant: R-407C

Evaporator and condenser temperature rise: 5 K

Evaporator fluid: Fresh water

Flowing factor: $6.44 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{K)/kW}$

Full load correction factors for Eurovent laboratory test:

Net cooling capacity

Energy efficiency ratio

Evaporator pressure drop

Note:

Note: Evaporator water flow rate $_{\text{m}^3/\text{h}} = \text{CAP}_{\text{KW}} \times 860 / (5 \times 3600)$

طريقة استخدام هذا الكاتالوج :

- أول عامود من جهة اليسار هو الـ **model** ؛ ويمثل الرقم الأول في هذا العامود نوع العائلة التي ينتمي إليها الـ **chiller "family name"** وباقي الأرقام في العامود تمثل اسم الـ **chiller**

في هذا الكاتالوج العائلة التي ينتمي إليها الـ **chiller** هي **30GZ**

30GZ	LCWT °C	Cap kW
	25	
	CAI	
	5	
040		111
045		128
050		161
060		192
085		259

يبقى مثلاً هيبقى عندي **CHILLER** اختارته اسمه **040-30GZ**

وهكذا... 😊

- ثانی عامود $LCWT^{\circ}C$ یُمثل درجة حرارة المياه الخارجة من الـ Chiller

Chilled water out temperature $T_{water \text{ } out}$

* والـ Range بتاعنا بيبقى من 5.5 : 12 $^{\circ}C$ ،، وغالباً بناخده $6^{\circ}C$

30GZ	LCWT $^{\circ}C$	Cond
		25
		CAP kW
040	5	111
045		128
050		161
060		192
085		259
095		304
100		351
120		399
130		445
145		467
150		503
160		529
170		573
190		646
220		744
245		819
040	6	115
045		133
050		167
060		199
085		269
095		315
100		362
120		412
130		463
145		484
150		521
160		549
170		596
190		671
220		774
245		847
040	7	119

الصف دا : هو Ambient temperature اللي هي في مصر = $40^{\circ}C$

Cooling capacities		Condenser entering air temperature °C																			
30GZ LCWT °C		25				30				35				40				45			
		CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL kPa				
040	5	111	30.2	32.8	15	102	31.5	34.0	13	94	32.6	35.1	11	86	33.4	35.8	10				
045		128	41.7	44.4	20	119	43.2	45.8	17	110	44.4	47.0	15	101	45.5	48.0	13				
050		161	43.4	48.5	21	149	45.8	50.8	18	138	47.0	52.0	16	127	48.1	53.1	14				

Air cooled chiller الكتالوج دا خاص بـ

* الصف دا فيه 4 عناصر كما هو مبين ☺

30GZ	LCWT °C	Condenser entering air temperature °C															
		25				30				35				40			
		CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL
		kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa
040	5	111	30.2	32.8	15	102	31.5	34.0	13	94	32.6	35.1	11	86	33.4	35.8	10
045		128	41.7	44.4	20	119	43.2	45.8	17	110	44.4	47.0	15	101	45.5	48.0	13
050		161	43.4	48.5	21	149	45.8	50.8	18	138	47.9	52.8	15	127	49.8	54.7	13
060		192	60.6	65.1	29	181	63.8	69.2	26	170	66.7	71.9	23	159	69.5	74.6	20
085		259	78.3	84.2	22	242	80.1	87.8	19	225	83.6	91.2	17	208	86.7	94.2	14
095		304	94.2	102.7	30	286	98.9	107.4	26	269	103.3	111.3	23	248	107.4	115.2	20

- CAP "KW" → سعة الشيلر وبأستخدامها زي ما هنشوف فى الإختيار
- COMP "KW" → كهربة الكمپرسور
- UNIT "KW" → كهربة الوحدة كاملة

* طريقة استخدام الكتالوج ☺

- 1- ندخل الكتالوج عند Ambient temperature اللى هي فى مصر = 40 °C
- 2- ندخل عند LCWT °C * والـ Range بتاعنا بيبقى من 5.5 : 12 °C ،، وغالباً بنأخده 6 °C
- 3- ندخل بـ الـ Load اللى هو CAP "KW" وليكن مثلاً 200 ومنها النوع هو 085-30GZ

Cooling capacities																	
30GZ	LCWT °C	Condenser entering air temperature °C															
		25				30				35				40			
		CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL	CAP	COMP	UNIT	COOL
		kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa	kW	kW	kW	kPa
040	5	111	30.2	32.8	15	102	31.5	34.0	13	94	32.6	35.1	11	86	33.4	35.8	10
045		128	41.7	44.4	20	119	43.2	45.8	17	110	44.4	47.0	15	101	45.5	48.0	13
050		161	43.4	48.5	21	149	45.8	50.8	18	138	47.9	52.8	15	127	49.8	54.7	13
060		192	60.6	65.1	29	181	63.8	69.2	26	170	66.7	71.9	23	159	69.5	74.6	20
085		259	78.3	84.2	22	242	80.1	87.8	19	225	83.6	91.2	17	208	86.7	94.2	14
095		304	94.2	102.7	30	286	98.9	107.4	26	269	103.3	111.3	23	248	107.4	115.2	20
100		351	110.2	118.5	22	329	115.6	123.6	20	308	120.7	128.6	17	286	125.2	132.9	15
120		399	119.3	130.1	29	376	125.8	136.3	26	353	132	142.3	23	331	137.7	147.8	20
130		445	138.1	149.3	31	414	144.2	155.0	27	384	149.7	160.1	23	355	154.5	164.6	19
145		467	144.1	154.8	24	435	151.2	161.6	21	405	157.6	167.8	18	375	163.3	173.2	15
150		503	158.2	173.4	40	473	166.5	181.1	35	443	174.3	188.4	30	413	181.5	195.2	27
160		529	157.7	172.2	30	495	155.8	179.9	26	463	173.3	187.0	23	430	180.1	193.5	20
170		573	176.7	191.9	35	534	184.4	199.0	31	498	191.5	205.6	27	459	197.7	211.4	23
190		646	201.7	220.3	45	601	211.1	226.8	39	557	219.6	236.6	33	515	227.1	243.4	28
220		744	237.9	258.9	59	693	247.6	267.3	51	643	256.6	275.1	44	594	264.2	281.8	38
245		819	244.1	272.5	71	770	257.3	284.1	63	721	269.6	295.0	55	674	281.1	305.3	48
040	6	115	30.8	33.4	16	106	32.1	34.6	14	98	33.3	35.8	12	90	34.2	36.6	10
045		133	42.7	45.5	22	124	44.2	46.9	19	114	45.6	48.2	16	105	46.7	49.2	14
050		167	44.2	49.4	22	155	46.6	51.7	19	144	48.9	53.9	17	133	50.8	55.7	14
060		199	61.8	67.4	31	187	65.1	70.5	26	176	68.1	73.4	25	165	70.9	76.1	22
085		269	78.3	84.2	22	242	80.1	87.8	19	225	83.6	91.2	17	208	86.7	94.2	14
095		315	96.3	104.9	32	295	101.2	109.5	28	277	105.8	113.9	25	258	110	117.9	22
100		362	112.5	120.9	24	340	118.1	126.3	21	318	123.3	131.2	19	297	128.1	135.9	16
120		412	121.6	132.6	31	389	128.4	139.1	28	366	134.7	145.1	24	343	140.8	150.8	22
130		463	141.5	153.0	33	431	147.8	158.8	29	400	153.5	164.1	25	379	158.5	168.7	21
145		484	147.3	158.3	25	452	154.5	165.2	22	421	161.2	171.5	19	390	167.2	177.2	17
150		521	161.5	177.1	43	490	170.1	185.0	38	459	178.2	192.6	33	429	185.7	199.7	29
160		549	161.2	176.1	32	514	169.5	183.8	29	480	177.3	191.2	25	447	184.4	197.9	22
170		596	181.1	196.7	38	556	186.2	204.3	33	516	196.4	210.8	29	478	203	216.9	25
190		671	206.4	225.6	48	625	215.1	234.3	42	580	225	242.3	36	536	232.6	249.5	31
220		774	244.1	266.0	64	721	254.2	274.6	55	670	263.4	282.5	48	619	271.5	289.6	41
245		847	249	278.4	76	798	262.5	290.1	67	747	275.2	301.3	59	699	287.1	311.9	52
040	7	119	31.4	34.0	17	110	32.8	35.4	15	102	34.1	36.7	13	94	35.1	37.5	11
045		138	43.7	46.5	23	126	45.2	47.9	20	116	46.6	49.3	17	107	47.7	50.3	15

كتالوج آخر نوضح إزاي نستخدمه فى الإختيار

PERFORMANCE TABLES

HIGH AMBIENT

ECO-TEC 1/2" x 1/2"	°C Water outlet Temperature	Air inlet temperature	34°C	37°C	40°C	43°C	46°C	48°C	50°C	52°C	46°C	48°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
------------------------	-----------------------------------	-----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Pa : Total power input in kW including compressor, fans and control

Q_o : Gross cooling capacity in kWهو خاص بـ **Air cooled chiller** ؛ نعمل زووم على جزء منه بقا ونشرح طريقة استخدامه

ECOL	Water outlet Temperature	Air inlet temperature					
		34°C		37°C		40°C	
		Q _o	P	Q _o	P	Q _o	P
100E	6	102,3	30,9	100,6	31,9	98,8	33
	7	105,2	31,2	103,4	32,2	101,6	33,3
	9	111,2	31,6	109,3	32,7	107,4	33,8
	11	117,4	32,1	115,4	33,2	113,4	34,3
	13	123,8	32,7	121,8	33,8	119,7	34,9
110E	6	119,4	35,9	117,3	37,1	115,2	38,4
	7	122,7	36,2	120,6	37,4	118,5	38,7
	9	129,6	36,8	127,4	38	125,2	39,4
	11	136,8	37,4	134,5	38,7	132,2	40
	13	144,2	38,1	141,8	39,4	139,4	40,7
130E	6	137,4	41,3	135	42,7	132,6	44,2
	7	141,3	41,7	138,9	43	136,4	44,5
	9	149,3	42,3	146,8	43,7	144,2	45,2
	11	157,7	43	155	44,4	152,3	45,9
	13	166,4	43,7	163,6	45,2	160,8	46,7
150E	6	160,5	48,2	157,7	49,8	154,9	51,5
	7	165	48,5	162,2	50,2	159,3	51,9
	9	174,4	49,3	171,4	51	168,4	52,8
	11	184,1	50,2	180,9	51,9	177,8	53,7
	13	194,2	51,1	190,9	52,8	187,6	54,7

* أول عامود هو نوع الشيلر ؛ ** ثاني عامود هو $LCWT^{\circ}C$ فى الكتالوج السابق ، اللى هي درجة حرارة خروج المياه من الشيلر وغالباً بناخده $6^{\circ}C$ ؛ *** درجات الحرارة اللى فوق نُمثل **Ambient temperature** اللى هي فى مصر = $40^{\circ}C$ ؛ **** Q_o هي الحمل

- طريقة الإستخدام :

1- ندخل الكتالوج عند Ambient temperature اللي هي في مصر = 40 °C

2- ندخل بـ Load اللي هو Q0 وليكن مثلا 130

3- ندخل عند $T_{water\ out}$ ،، وغالبا بناخده 6 °C ؛ هنلاقي في أول نوع عند 6 الحمل 98.8 فمش هينفع النوع دا ؛ ننزل للنوع اللي بعده عند 6 هنلاقي الحمل 115.2 برده النوع دا مش هينفع ، ننزل للنوع اللي بعده عند 6 هنلاقي الحمل 132.6 وهذا يغطي الحمل اللي معانا ومنه نقرأ النوع من أول عامود وهو في مثالنا هيكون 130D

ECOLOGIA	°C Water outlet Temperature	34°C		37°C		40°C	
		Qo	P	Qo	P	Qo	P
100E	6	102,3	30,9	100,6	31,3	98,8	33
	7	105,2	31,2	103,4	32,2	101,6	33,3
	9	111,2	31,6	109,3	32,7	107,4	33,8
	11	117,4	32,1	115,4	33,2	113,4	34,3
	13	123,8	32,7	121,8	33,8	119,7	34,9
110E	6	113,4	35,3	117,3	37,1	115,2	38,4
	7	122,7	36,2	120,6	37,4	118,5	38,7
	9	129,6	36,8	127,4	38	125,2	39,4
	11	136,8	37,4	134,5	38,7	132,2	40
	13	144,2	38,1	141,8	39,4	139,4	40,7
130D	6	137,4	41,3	135	42,7	132,6	44,2
	7	141,3	41,7	138,9	43	136,4	44,5
	9	149,3	42,3	146,8	43,7	144,2	45,2
	11	157,7	43	155	44,4	152,3	45,9
	13	166,4	43,7	163,6	45,2	160,8	46,7
150D	6	160,5	48,2	157,7	49,8	154,9	51,5
	7	165	48,5	162,2	50,2	159,3	51,9
	9	174,4	49,3	171,4	51	168,4	52,8
	11	184,1	50,2	180,9	51,9	177,8	53,7
	13	194,2	51,1	190,9	52,8	187,6	54,7

* في الصفحة التالية جداول الكهرباء الخاصة لكل نوع من هذا الكتالوج ؛ النوع وتحتيه كل البيانات الخاصة بالكهرباء

ELECTRICAL DATA

نوع الشيلر

ECOLOGIC™ STANDARD Plus

SIZE	WA	100E	110E	90D	130D	150D	200D	230D	300D	370D
Cooling capacity (1)*	kW	93,7	105,4	91,7	126,6	150,3	191,2	235,6	283,1	353,4
Power absorbed (1)*	kW	41,2	50	36,8	55,4	61,3	88,2	108,5	133,1	163,5
Operating current (1)*	A	77,2/ 4,0	87,6/ 4,0	68,6/ 6,0	104,3/ 6,0	111,7/ 6,0	163,5/ 6,0	200,1/ 6,0	245,9/ 6,0	300,6/ 6,0
Maximum current (1)*	A	87,3/ 4,0	99,0/ 4,0	84,4/ 6,0	118,3/ 6,0	133,9/ 6,0	173,8/ 6,0	209,8/ 6,0	260,2/ 6,0	314,2/ 6,0
Max. starting current		197	244,8	186,4	228	279,7	350,8	432,8	437,2	537,2
Supply value (1)*	kVA	60,5/ 0,9	68,6/ 0,9	58,5/ 1,4	82,0/ 1,4	92,8/ 1,4	120,4/ 1,4	145,4/ 1,4	180,3/ 1,4	217,7/ 1,4
Sound power level (3)	dB(A)	94	95	93	96	96	97	98	99	100

ECOLOGIC™ LOW NOISE

SIZE	WA	100E	110E	90D	130D	150D	200D	230D	300D	370D
Cooling capacity (1)*	kW	95,3	107,6	90,1	124,1	147	194,7	234,9	288,7	352,3
Power absorbed (1)*	kW	38,4	46,7	36,2	54,9	61,3	88,3	105,8	123,9	159,5
Operating current (1)*	A	72,2/ 4,0	82,1/ 4,0	66,2/ 6,0	101,0/ 6,0	108,9/ 6,0	153,1/ 6,0	193,5/ 6,0	229,9/ 6,0	290,8/ 6,0
Maximum current (1)*	A	83,7/ 4,0	95,4/ 4,0	80,8/ 6,0	112,9/ 6,0	128,5/ 6,0	166,6/ 6,0	202,8/ 6,0	249,4/ 6,0	303,4/ 6,0
Max. starting current		193,4	241,2	182,8	222,6	274,3	343,6	425,6	426,4	526,4
Supply value (1)*	kVA	58,0/ 0,9	66,1/ 0,9	56,0/ 1,4	78,2/ 1,4	89,0/ 1,4	115,4/ 1,4	140,4/ 1,4	172,8/ 1,4	210,2/ 1,4
Sound power level (3)	dB(A)	88	89	89	90	91	92	92	93	94

ECOLOGIC™ SUPER LOW NOISE

SIZE	WA	40E	45E	65E	75E	100E	110E	90D	130D	150D	200D	230D	300D	370D
Cooling capacity (1)*	kW	40,6	46,6	64,5	74,5	96,2	111,0	93,2	129,0	149,0	192,0	222,0	285,7	347,6
Power absorbed (1)*	kW	13,5	16,3	24,0	28,4	35,7	42,2	32,2	47,6	56,3	70,8	83,8	119,4	156,5
Operating current (1)*	A	27,9/ 4,0	31,4/ 4,0	46,6/ 4,0	51,7/ 4,0	68,5/ 4,0	76,4/ 4,0	60,8/ 6,0	90,9/ 6,0	101,5/ 6,0	134,9/ 6,0	150,8/ 6,0	220,8/ 6,0	285,4/ 6,0
Maximum current (1)*	A	30,4/ 4,0	37,7/ 4,0	52,3/ 4,0	59,1/ 4,0	77,4/ 4,0	87,6/ 4,0	73,4/ 6,0	102,6/ 6,0	116,2/ 6,0	152,8/ 6,0	173,2/ 6,0	239,5/ 6,0	293,5/ 6,0
Max. starting current		115,2	140,8	203,1	206,5	228,2	235,0	176,5	253,4	263,6	306,6	320,6	416,5	516,5
Supply value (1)*	kVA	21,1/ 0,9	26,1/ 0,9	36,2/ 0,9	40,9/ 0,9	53,6/ 0,9	60,7/ 0,9	50,8/ 1,4	71,1/ 1,4	80,5/ 1,4	105,9/ 1,4	120,0/ 1,4	165,9/ 1,4	203,4/ 1,4
Sound power level (3)	dB(A)	78	78	79	80	81	82	81	82	83	84	85	85	86

ECOLOGIC™ HIGH AMBIENT

SIZE	WA	40E	45E	65E	75E	100E	110E	90D	130D	150D	200D	230D	300D	370D
Cooling capacity (1)*	kW	40,2	46,7	66,3	77,5	98,9	115,0	93,5	133,0	155,0	198,0	231,0	297,0	364,5
Power absorbed (1)*	kW	14,0	16,5	24,4	27,4	35,0	40,8	32,6	46,6	54,4	69,5	81,0	114,8	147,1
Operating current (1)*	A	28,7/ 4,0	32,0/ 4,0	46,3/ 4,0	51,2/ 4,0	68,2/ 4,0	75,6/ 4,0	62,0/ 6,0	90,5/ 6,0	100,3/ 6,0	134,4/ 6,0	149,1/ 6,0	219,3/ 6,0	276,3/ 6,0
Maximum current (1)*	A	32,0/ 4,0	39,2/ 4,0	53,8/ 4,0	60,6/ 4,0	79,7/ 4,0	89,9/ 4,0	76,4/ 6,0	105,6/ 6,0	119,2/ 6,0	157,4/ 6,0	177,8/ 6,0	246,0/ 6,0	300,0/ 6,0
Max. starting current		116,7	142,3	204,6	208,0	230,5	237,3	179,5	256,4	266,6	308,2	325,2	423	523
Supply value (1)*	kVA	22,1/ 0,9	27,2/ 0,9	37,3/ 0,9	42,0/ 0,9	55,2/ 0,9	62,3/ 0,9	52,9/ 1,4	73,2/ 1,4	82,6/ 1,4	109,0/ 1,4	123,2/ 1,4	170,4/ 1,4	207,8/ 1,4

(1) : Condenser air inlet temperature : 43°C / chilled water 12/7°C

(*) : Power : Suitable for 380V to 440V/111/50Hz Operation- Rating at 400V

Control : 240V/1/150 Hz

(3) : Sound power level in dB(A)

كتالوج آخر ولكنه لـ water cooled chiller

MODELES MODELS	Température sortie d'eau °C Water outlet Temperature	Température d'entrée d'eau chaude Condenser water inlet temperature											
		20 °C		27 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
		Q _o	P	Q _o	P	Q _o	P	Q _o	P	Q _o	P	Q _o	P
LCW 342 P K	5	370	86	342	96	330	100	309	106	289	111	268	116
	7	396	88	366	99	353	103	332	110	311	115	290	121
	9	424	89	392	101	378	106	355	113	334	119	311	125
LCW 392 P K	5	384	88	353	99	340	103	319	110	299	116	280	122
	7	413	90	379	102	365	106	343	113	322	120	302	126
	9	443	91	406	105	391	110	367	117	346	124	325	131
LCW 452 P K	5	469	106	431	118	415	123	389	130	364	137	340	144
	7	505	108	465	121	448	126	420	134	393	142	367	149
	9	542	111	499	124	482	129	453	138	424	146	396	153
LCW 532 P K	5	550	130	509	145	492	151	462	160	431	168	399	175
	7	590	133	547	149	528	155	497	165	464	173	431	181
	9	631	136	586	152	567	159	533	179	499	179	464	188
LCW 612 P	5	615	143	565	159	544	165	511	175	478	184	445	193
	7	661	146	609	163	587	170	551	180	516	190	482	199
	9	710	150	655	167	631	174	593	185	556	196	520	206
LCW 732 P K	5	751	173	695	193	671	201	630	213	587	224	544	234
	7	805	177	746	198	721	207	677	220	633	232	588	243
	9	861	180	800	203	773	212	727	226	681	239	633	251

Q_o : Puissance frigorifique en kW - Cooling capacity in kW.

P : Puissance absorbée compresseurs en kW - Compressors power input in kW.

Facteur d'encrassement - Fouling factor : 0,044 m²C/kW

Eau glacée - Chilled water :

XXX ΔT eau = 5°C
Water ΔT = 5°C

Eau chaude - Condenser water :

XXX ΔT eau = 6°C
Water ΔT = 6°C

* أول عامود هو نوع الشيلر ؛

** ثاني عامود هو LCWT°C في الكتالوج الأسبق ، اللي هي درجة حرارة خروج المياه من الشيلر * والـ Range بتاعنا بيبقى من 5.5 : 12 °C ،، وغالباً بنأخده هنا 5 °C ؛

*** درجات الحرارة اللي فوق تمثل inlet condenser cooling water temperature اللي هي : $T_{\text{condenser cooling water}} = T_{\text{ambient}} - 10^{\circ}\text{C}$ اللي هي هتساوي 30 سيلزيوس

**** Q_o هي الحمل

مثال في الصفحة التالية

مثال :

- لو عندي الحمل 400 ، طريقة الإستخدام:

1- ندخل الكتالوج عند inlet condenser cooling water temperature اللي هي :

$$T_{\text{condenser cooling water in}} = T_{\text{ambient}} - 10^{\circ}\text{C}$$

30 سيلزيوس اللي هي هتساوي

2- ندخل ب الـ Load اللي هو Q0 وليكن مثلا 400

3- ندخل عند $T_{\text{water out}}$ ، وغالبها بناخده 5 °C ؛ هنلاقي في أول نوع عند 5 الحمل 330 فمش هينفع النوع دا ؛ ننزل للنوع اللي بعده عند 5 هنلاقي الحمل 340 برده النوع دا مش هينفع ، ننزل للنوع اللي بعده عند 5 هنلاقي الحمل 415 وهذا يغطي الحمل اللي معانا ومنه نقرأ النوع من أول عامود وهو في مثالنا هيكون **LCW-452PK**

MODELES MODELS	Température sortie d'eau °C Water outlet Temperature	Température d'entrée d'eau chaude Condenser water inlet temperature											
		20 °C		27 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
		Qo	P	Qo	P	Qo	P	Qo	P	Qo	P	Qo	P
LCW 342 P K	5	378	88	342	99	330	100	309	106	289	111	268	116
	7	396	88	366	99	353	103	332	110	311	115	290	121
	9	424	89	392	101	378	106	355	113	334	119	311	125
LCW 392 P K	5	384	88	355	99	340	103	319	110	299	116	280	122
	7	413	90	379	102	365	106	343	113	322	120	302	126
	9	443	91	406	105	391	110	367	117	346	124	325	131
LCW 452 P K	5	468	108	431	118	415	123	389	130	364	137	340	144
	7	508	108	465	121	448	126	420	134	393	142	367	149
	9	542	111	499	124	482	129	453	138	424	146	396	153
LCW 532 P K	5	550	130	509	145	492	151	462	160	431	168	399	175
	7	590	133	547	149	528	155	497	165	464	173	431	181
	9	631	136	586	152	567	159	533	174	499	179	464	188
LCW 612 P	5	615	143	565	159	544	165	511	175	478	184	445	193
	7	661	146	609	163	587	170	551	180	516	190	482	199
	9	710	150	655	167	631	174	593	185	556	196	520	206
LCW 732 P K	5	751	173	695	193	671	201	630	213	587	224	544	234
	7	805	177	746	198	721	207	677	220	633	232	588	243
	9	861	180	800	203	773	212	727	226	681	239	633	251

Qo : Puissance frigorifique en kW - Cooling capacity in kW.

Facteur d'encrassement - Fouling factor : 0,044 m²C/kW

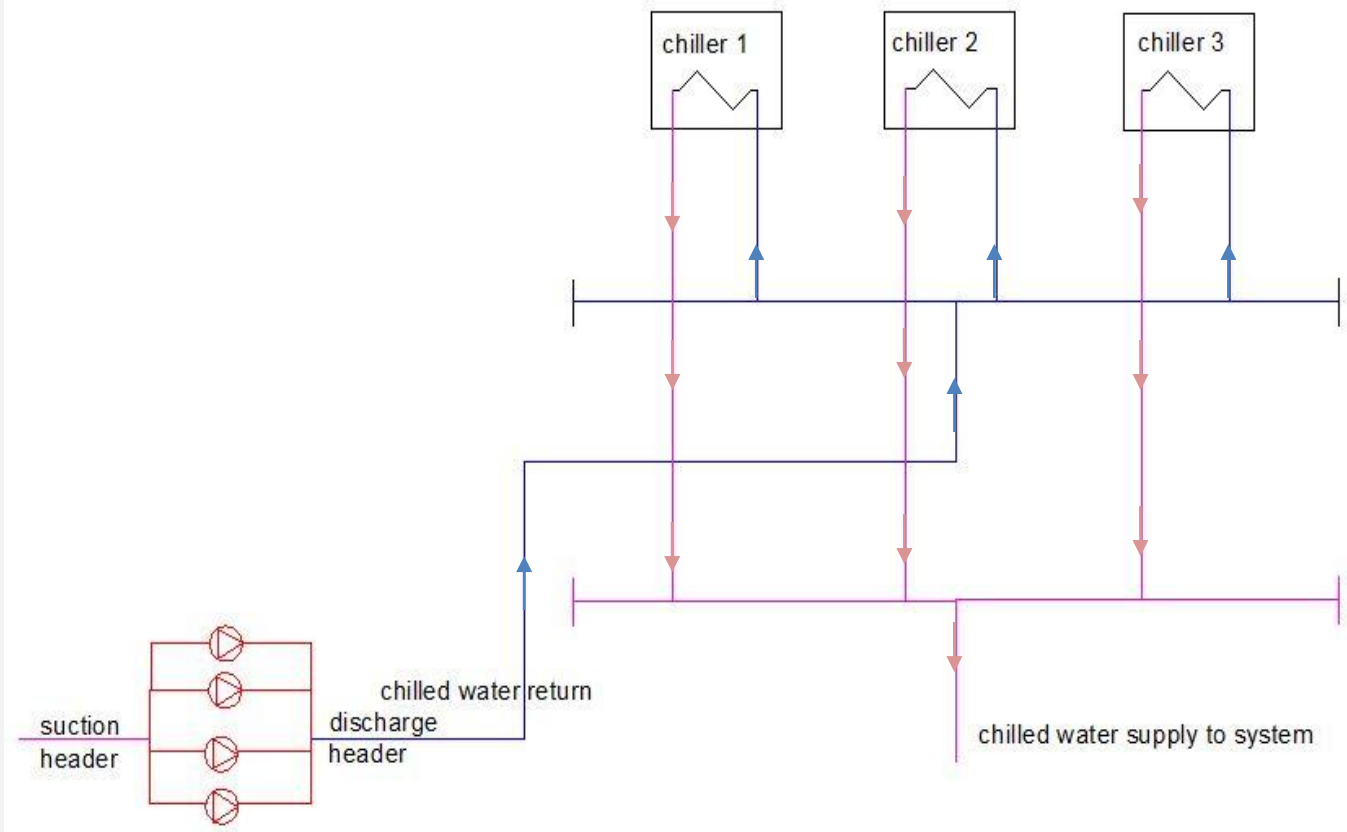
P : Puissance absorbée compresseurs en kW - Compressors power input in kW.

Eau glacée - Chilled water :

XXX ΔT eau = 5°C
Water ΔT = 5°C

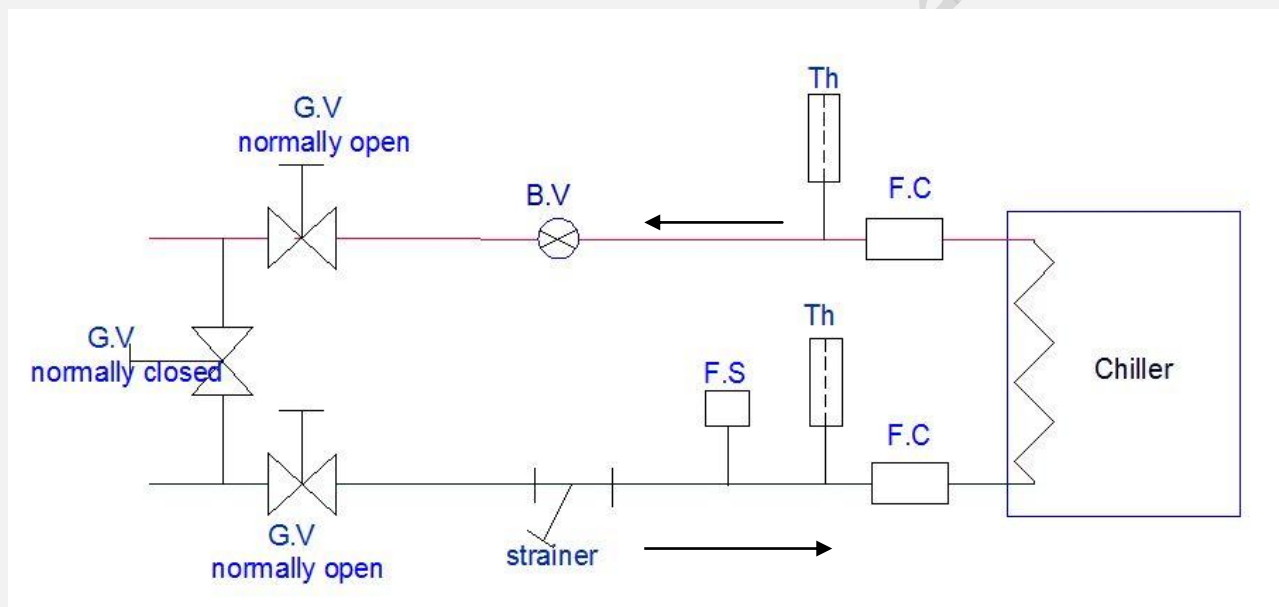
Eau chaude - Condenser water :

XXX ΔT eau = 6°C
Water ΔT = 6°C

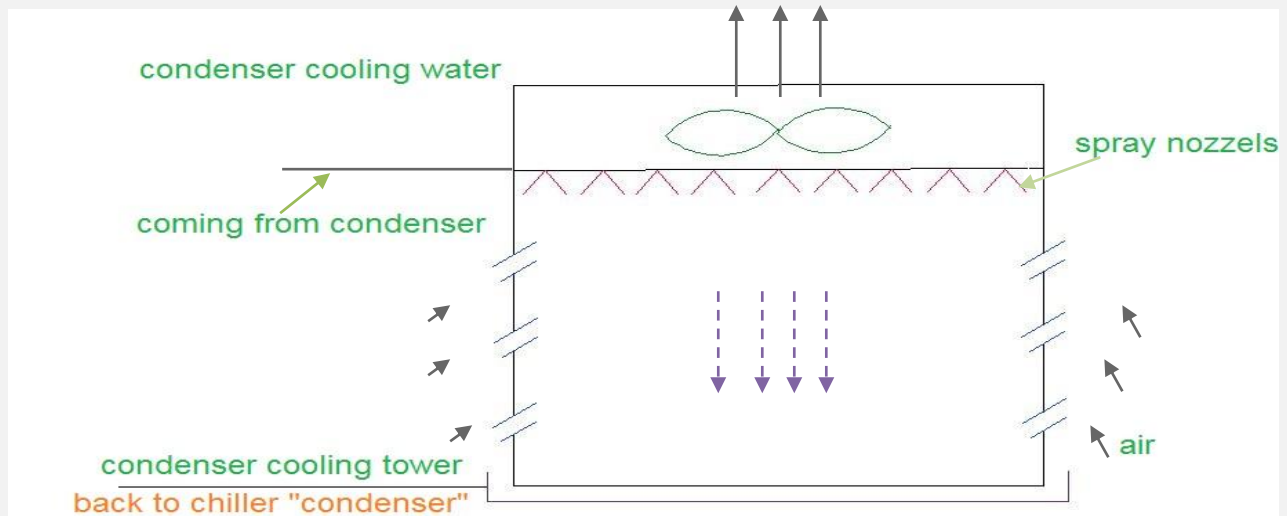
**** Chiller plant room:**

9-5-2-c) Hock up For chiller

- 1- Two(2) isolating valve, “normally open”
- 2- Balancing valve
- 3- Strainer (المصفاة لتنقية المياه)
- 4- Flow switch
- 5- By pass line with “Gate valve”, for flashing غسيل الشبكة (G.V is normally closed)
- 6- Two(2) flexible connection to prevent vibration
- 7- Two(2) Thermometers “temperature sensor”



9-5-3 Cooling tower



*يتم التبريد "cooling" بإحدى الطريقتين :

1- surface cooling: وهذه الطريقة غير منطقية في أبراج التبريد كما يلي -

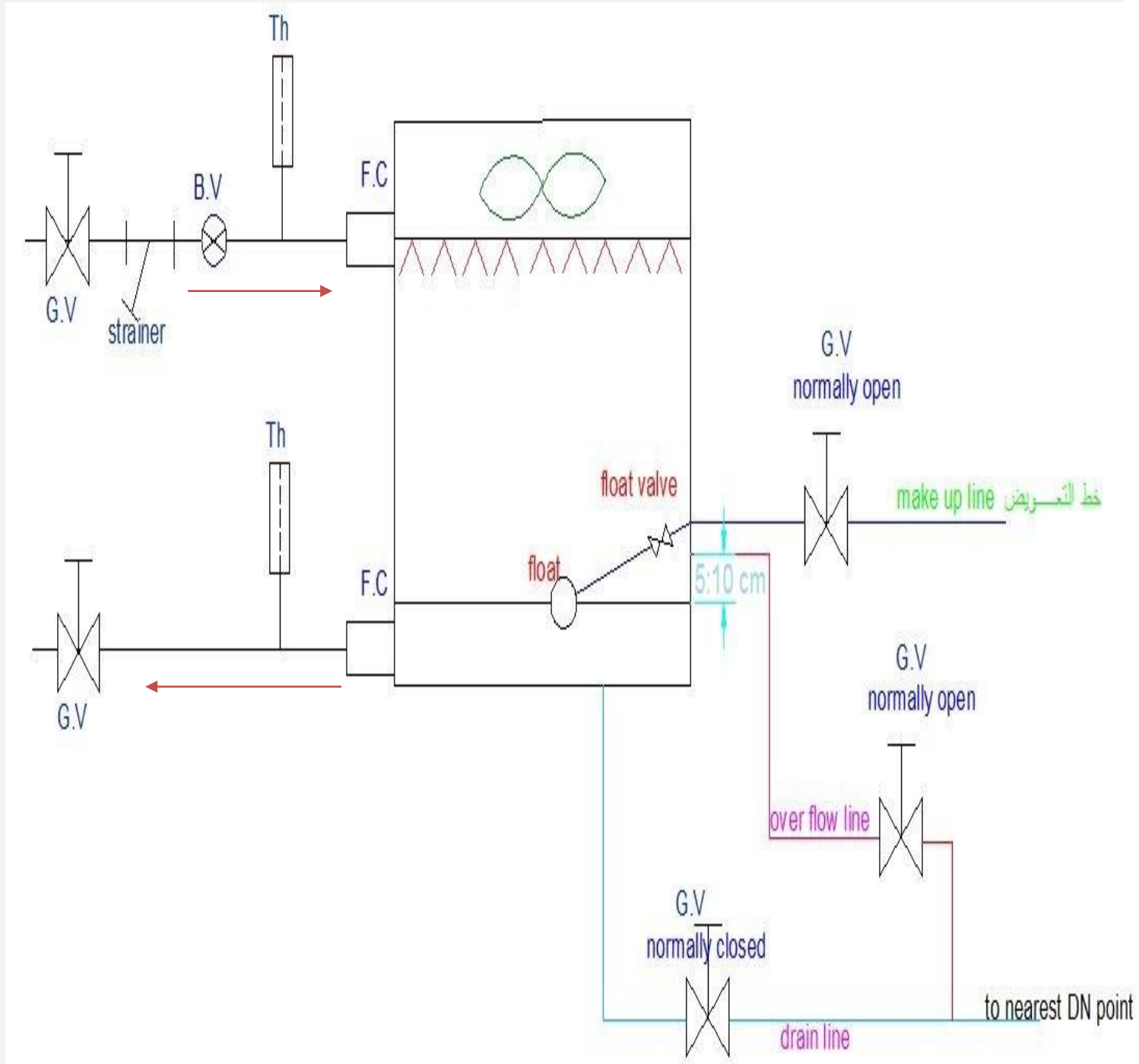
air temperature 40 °c
 surface
 water in cooling tower 30 °c

2- evaporate cooling: وهذه الطريقة هي التي تستخدم في أبراج التبريد

** خطوات التبريد داخل الـ cooling tower

- 1 - تقوم الـ **spray nozzles** بتحويل الـ **water** إلى **spray** لتسهيل عملية التبخر
- 2 - تقوم الـ **fan** بسحب الـ **air** لأعلى ؛ فيصتدم مع الـ **spray water**
- 3 - جزء من الـ **water** يتحول إلى **بخار** مع الهواء الصاعد
- 4 - يتم سحب (الحرارة الكامنة للتبخير) من الجزء الباقي من الـ **water**
- 5 - يتم تجميع الـ **rest water** داخل حوض في الـ **cooling tower**
- 6 - يوجد مجموعة **fins** "زعانف" فوق الـ **fan** لكي تصطاد **بخار الماء** فيتكثف ويرجع للحوض

**Cooling tower construction & its hock up:



cooling tower selection & design:

* Range = $T_{water\ }in} - T_{water\ }out} = 5:6\ ^\circ C$ "فرق درجات الحرارة بين الداخل والخارج من برج التبريد"

Where:

$$T_{water\ }out} = T_{ambient} - 10\ ^\circ C$$

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

** Approach "الإقتراب" = $T_{water\ }out} - T_{wb}$

Where:

T_{wb} for the project , By HAP passed on project location

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

*** Load_{nominal} "KW" = $m \cdot CP \Delta T$

للتحويل من GPM إلى L/S

* نضرب في 0.0631

Where:

m " L/S" $\longrightarrow$ Cooling tower flow rate = TR * 3GPM

CP $\longrightarrow$ Constant of water = 4.186

ΔT $\longrightarrow$ Range = $T_{water\ }in} - T_{water\ }out}$

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

**** Load_{Actual} "KW" = $Load_{nominal}$ "KW" * capacity factor

Where:

Capacity factor $\longrightarrow$ from following T_{wb} table passed on Approach, Range

T_{wb} Table:

22° C. W.B.

Approach °C	RANGE °C										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
3	2.20	1.66	1.34	1.13	0.97	0.85	0.77	0.69	0.63	0.57	0.53
4	1.72	1.35	1.10	0.94	0.82	0.73	0.65	0.59	0.54	0.50	0.47
5	1.39	1.12	0.95	0.82	0.72	0.64	0.58	0.53	0.49	0.45	0.42
6	1.14	0.96	0.82	0.72	0.63	0.57	0.52	0.47	0.44	0.41	0.38
7	1.00	0.84	0.73	0.63	0.57	0.51	0.46	0.43	0.40	0.37	0.34
8	0.86	0.74	0.65	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.33	0.31
9	0.76	0.67	0.60	0.53	0.47	0.42	0.38	0.36	0.33	0.31	0.28
10	0.69	0.62	0.56	0.50	0.44	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26
11	0.64	0.58	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.25
12		0.54	0.49	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24
13		0.51	0.45	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
14		0.47	0.42	0.39	0.35	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22

23° C. W.B.

Approach °C	RANGE °C										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
3	2.05	1.58	1.29	1.08	0.93	0.83	0.74	0.67	0.61	0.56	0.51
4	1.64	1.29	1.06	0.91	0.79	0.71	0.63	0.58	0.53	0.49	0.45
5	1.31	1.07	0.91	0.79	0.69	0.62	0.56	0.51	0.47	0.43	0.41
6	1.09	0.92	0.79	0.69	0.61	0.55	0.50	0.45	0.42	0.39	0.37
7	0.95	0.81	0.70	0.61	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33
8	0.82	0.72	0.63	0.56	0.49	0.44	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30
9	0.72	0.65	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.32	0.29	0.27
10	0.66	0.60	0.54	0.48	0.42	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25
11	0.62	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24
12		0.53	0.47	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23
13		0.49	0.44	0.39	0.36	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22
14		0.46	0.41	0.37	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21

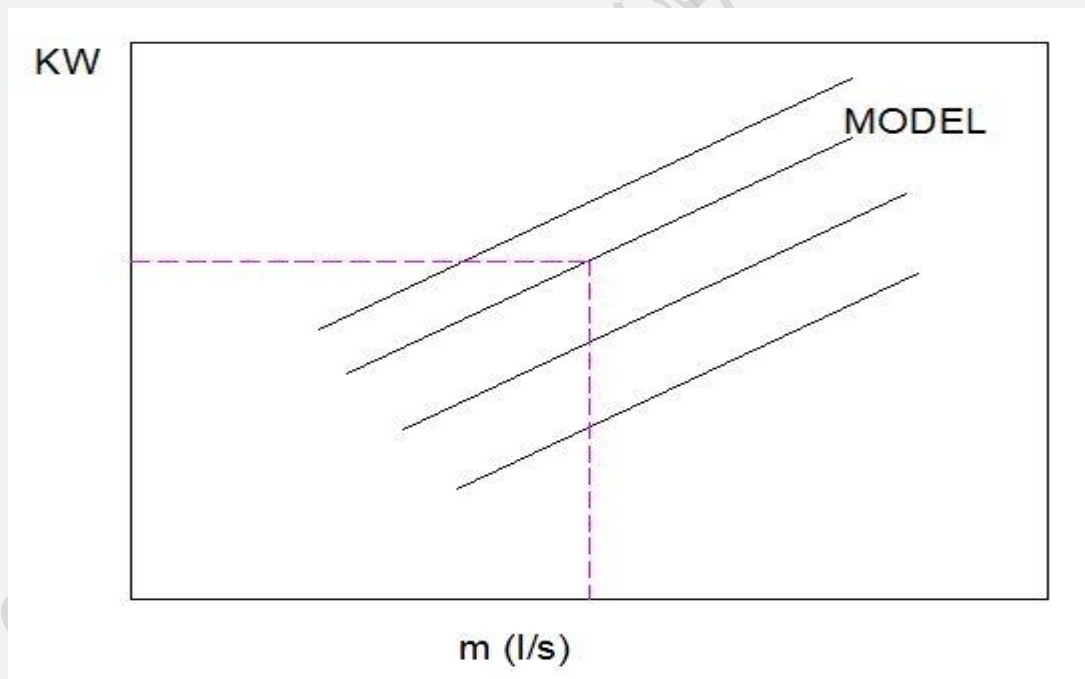
24° C. W.B.

Approach °C	RANGE °C										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
3	1.95	1.51	1.23	1.04	0.91	0.79	0.71	0.64	0.58	0.53	0.50
4	1.55	1.23	1.02	0.87	0.76	0.68	0.61	0.56	0.51	0.47	0.44
5	1.24	1.03	0.87	0.76	0.66	0.60	0.54	0.49	0.45	0.42	0.39
6	1.05	0.88	0.76	0.66	0.58	0.53	0.48	0.44	0.40	0.38	0.35
7	0.90	0.77	0.67	0.59	0.52	0.47	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32
8	0.78	0.69	0.60	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.33	0.31	0.29
9	0.70	0.63	0.56	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26
10	0.64	0.58	0.52	0.47	0.41	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.25
11	0.60	0.54	0.49	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24
12		0.51	0.45	0.41	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.24	0.22
13		0.47	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21
14		0.44	0.40	0.36	0.33	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20

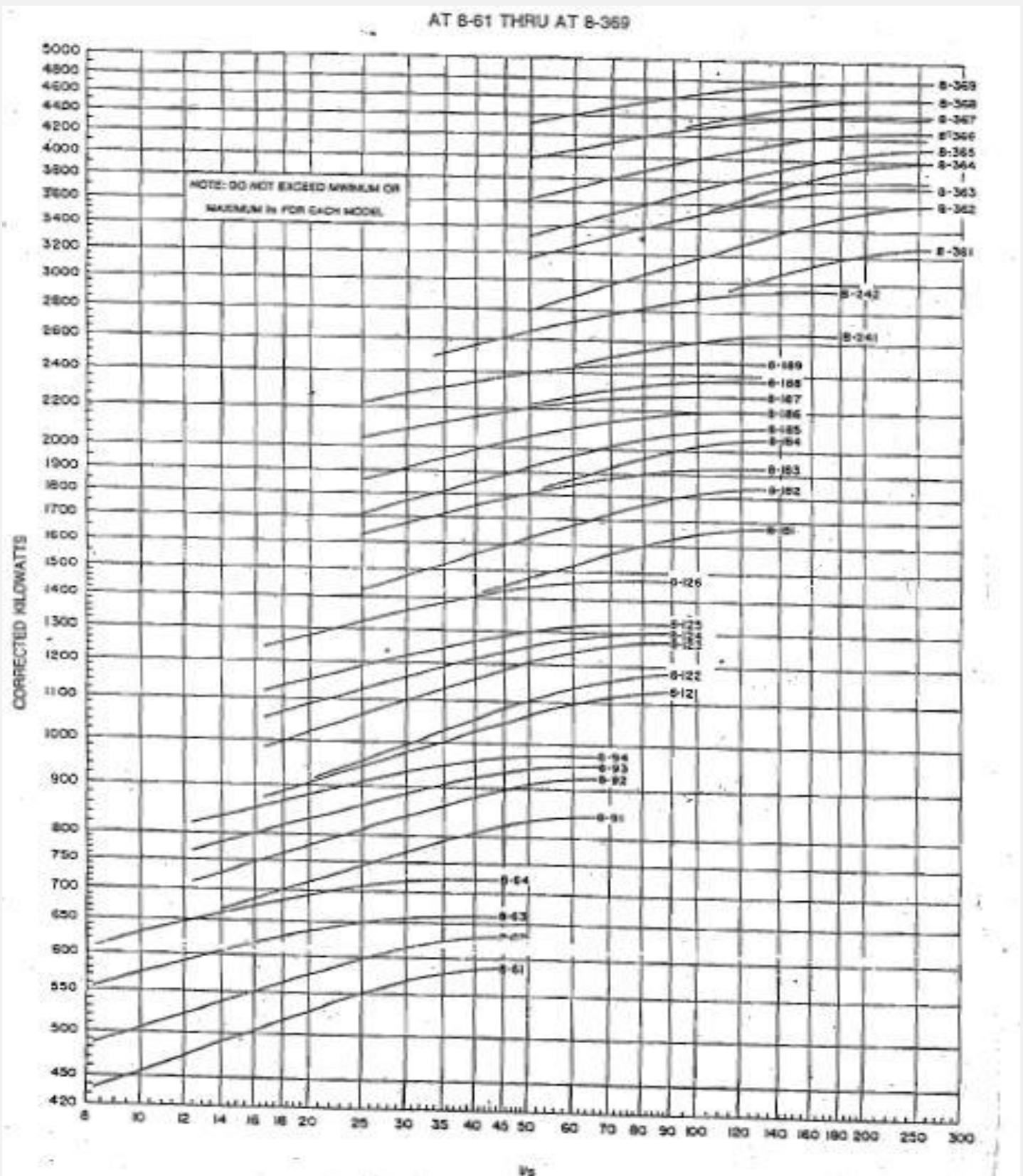
Steps of selection:

- 1- Calculate cooling tower flow rate $m = TR * 3GPM$
- 2- Determine T_{wb} for the project , By HAP passed on project location
- 3- Determine the range
- 4- Determine the Approach
- 5- Calculate nominal load
- 6- Determine Capacity factor
- 7- Calculate corrected "actual" load
- 8- Entering the following chart by (Load_{Actual} "KW" , m "L/S")

* شكل الخريطة

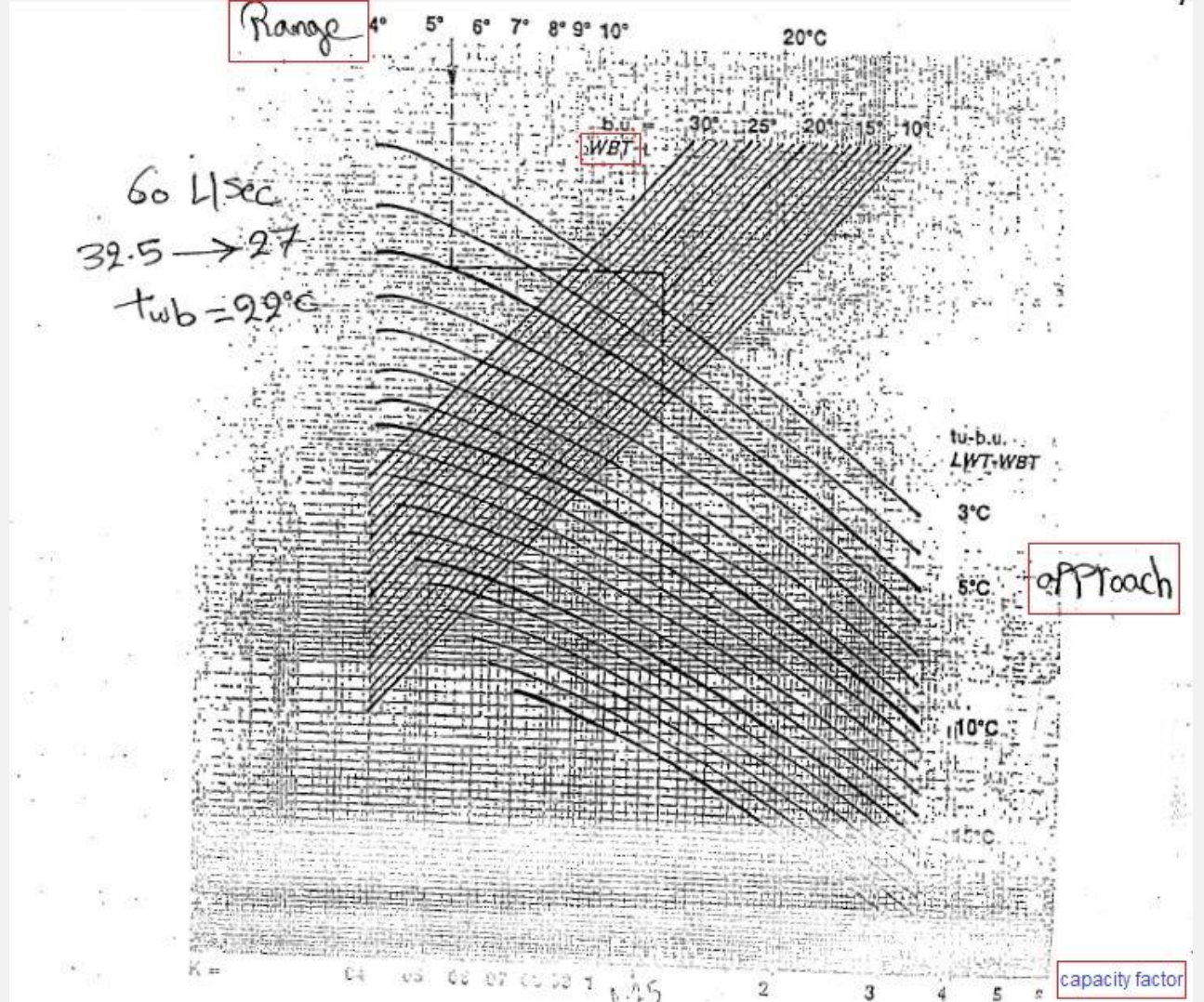


لو إلتقاء خط الـ load مع الـ flow rate أصبح واقع بين خطين model ؛ نختار خط model اللى فوق .

MODEL Chart

كتالوج آخر ؛ هنعمل نفس الخطوات والحسابات ولكن هذه المرة سيحدث العكس ؛ بمعنى إن الخريطة هجيب منها الـ Capacity factor

والجدول هنجيب منه الـ MODEL.



طريقة الإستخدام :

- ننزل من الـ range بخط رأسي إلى أن يتقاطع مع أحد الـ curve المائل الذي يمثل الـ Approach ؛ ثم بخط أفقي إلى أن يتقاطع مع قيمة الـ T_{wb} والتي تتمثل في الخطوط المائلة ؛ ثم ننزل بخط رأسي ونقرأ الـ capacity factor

** الجدول بقا هندخل بالحمل ونقرأ الموديل ☺ كما يلي في الصفحة التالية :

Modello TMA family	Potenza termica (1) kW	Portata aria m³/s	Numero ventilatori e motori	Potenza motori velocità normale kW x 1	Potenza motori velocità ridotta kW x 1	(2) Pesi kg. - Weight kilograms								Numero e potenza resistenze elettr. (3) N. x kW	Numero e potenza resistenze elettr. (4) N. x kW
	Model	Heat	Air	Number	Motor	Motor	SS + SB a vuoto	SS + SB in funz.	SS a vuoto	SS in funz.	SB a vuoto	SS + SG a vuoto	SS + SG in funz.	Number and power electric	Number and power electric

cooling tower pump calculation:

1- Flow rate:

هي الـ m التي حسبناها فوق لبرج التبريد

2- Head calculation:

$$H_p = H_{st} + H_{res} + H_f$$

Where:

- H_p → pump head

- H_{st} → static head

– فرق الارتفاع من أول المضخة ؛ هنقيسة بالمتر ثم نقسمه على 10 ليتحول إلى bar

- H_{res} → residual head = 35: 50 KPa; according to catalogue

- H_f → friction head مفايد الاحتكاك

- نفس طريقة حسابه في شبكة الشيلر

9-5-4 Air handling unit "AHU" & 9-5-5 fan coil unit "FCU"

* The difference between AHU & FCU:

مبدئياً : الإثنان يحملان نفس المبدأ " مروحة وملف "

FCU:

- load range "small spaces; room in hotel"
- Process: العمليات التي تتم على الهواء

Types of FCU	
2 pipe "2way"	4 pipe "4 way"
تبريد فقط - يبقى عندي خط supply وخط return	تبريد وتسخين يبقى عندي: - خط supply وخط return للتبريد - خط supply وخط return للتسخين

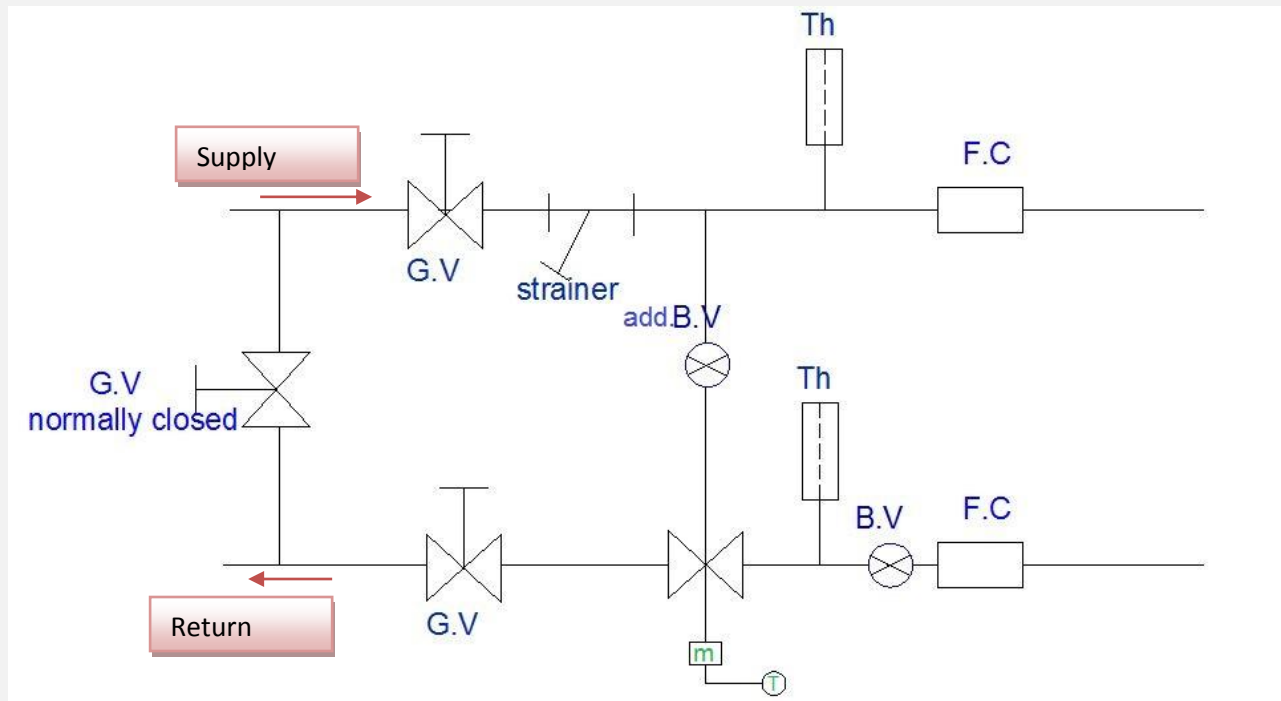
AHU:

- load range "big spaces; hole & restaurant in hotel"

** Design of AHU, FCU:

- By CFM, TR from catalogue

Houck up of "AHU, FCU"



1- Two(2) isolating valve, "normally open"

2- Two(2) Thermometers "temperature sensor"

3- Strainer (المصفاة لتنقية المياه)

4- By pass line with "Gate valve", for flashing غسيل الشبكة (G.V is normally closed)

5- Balancing valve on return line

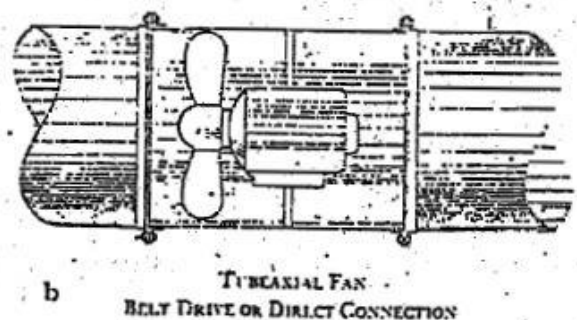
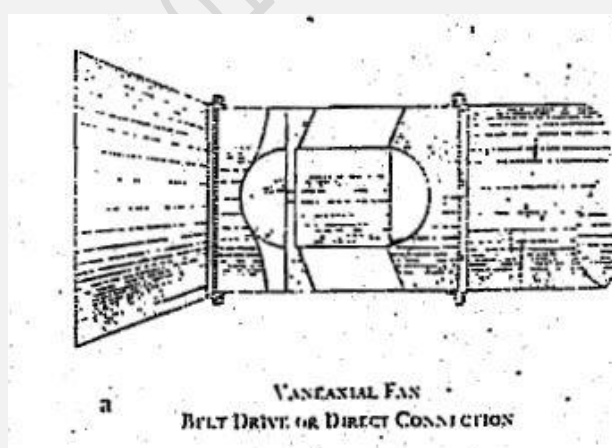
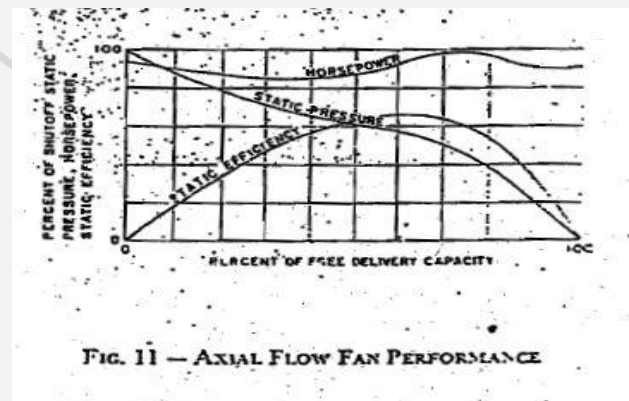
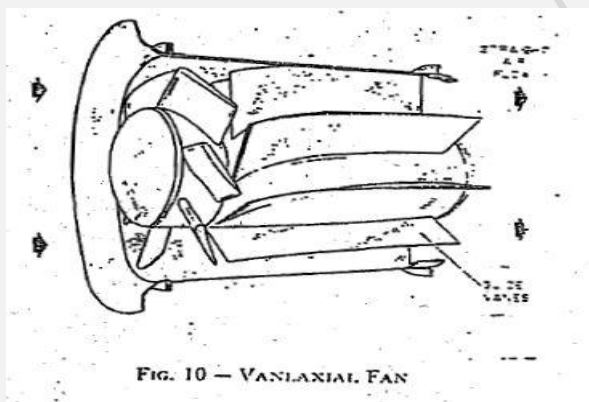
6- By pass of 3way valve with add.B.V " load variation" ; it may be 2way valve according to application "load fluctuation"

7- Two(2) flexible connection to prevent vibration

10- Fans

10-1 Types of fans

a) Centrifugal fan	b) Axial fans	c) Propeller fans
* it used in air conditioning "AHU,FCU" وتنقسم إلى: - Forward - Backward - Radial : not used in air conditioning, But it used in compressor	* it used in ventilation CFM↑↑ ΔP↓ - not over loaded وتنقسم إلى: - normal - tube: للتغلب على الدوامية عند مدخل الفانه - vane: يتم وضع الصاج ثم وضع شرائح لتوزيع الهواء الخارج	* it used in small Application such as kitchen



* comparison between Forward & Backward Centrifugal fan	
a) Backward	b) Forward
- high CFM - Low speed - Low noise - Low Friction - Maintenance ↓ - Life Time ↑ - No transient zone - Cost ↑ - Not over loaded - CFM ↑ HP ↓	- Low CFM - high speed - high noise - high Friction - Maintenance ↑ - Life Time ↓ - transient zone - Cost ↓ - over loaded - CFM ↓ HP ↑

10-2 Fans in HVAC system

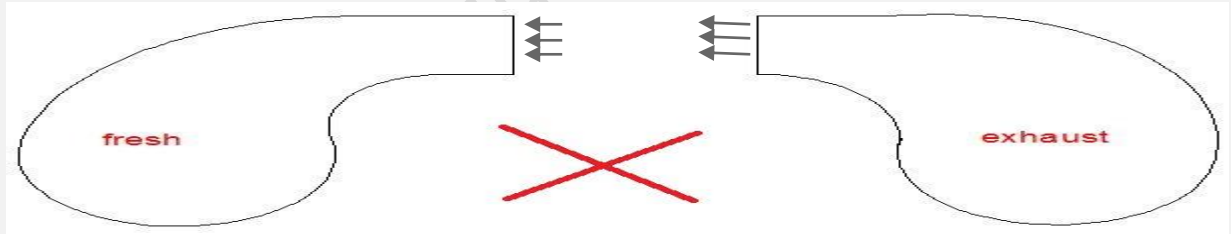
a) Fan section	b) in line fan	c) roof top fan
* it is HVAC equipment - تنقسم إلى : - single fan: - الصندوق اللي الـ fan فيه عبارة عن طبقة واحدة وتسمى indoor fan - double fan: - الصاج عبارة عن طبقتين ؛ وتسمى out door	- يعنى الـ fan موجودة فى حته من الصاج	- عبارة عن Fan موجودة على السطح داخل صاج وتستخدم لسحب الهواء والتغذية ايضاً * كل الخدمات مرتبطة بالسطح

////////////////////

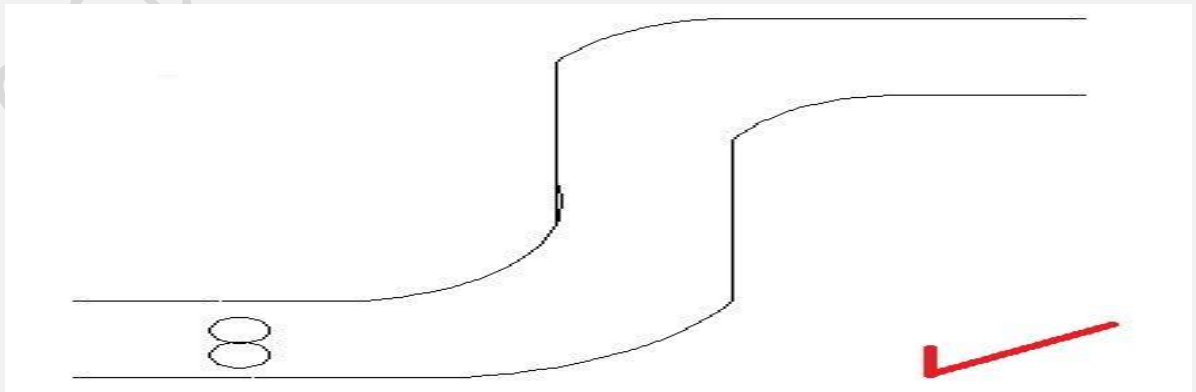
10-3 Roof coordination: أهم الاعتبارات على السطح

a) Relation between fresh air fans & Exhaust air fans:

- يعنى نشيك ان كل fan من الـ fresh و الـ exhaust اتجاههما عكس بعض



- تخلى واحده منهما ولتكن الـ fresh إتجاه السحب من أعلى ونعمل النهايه S علشان المطر

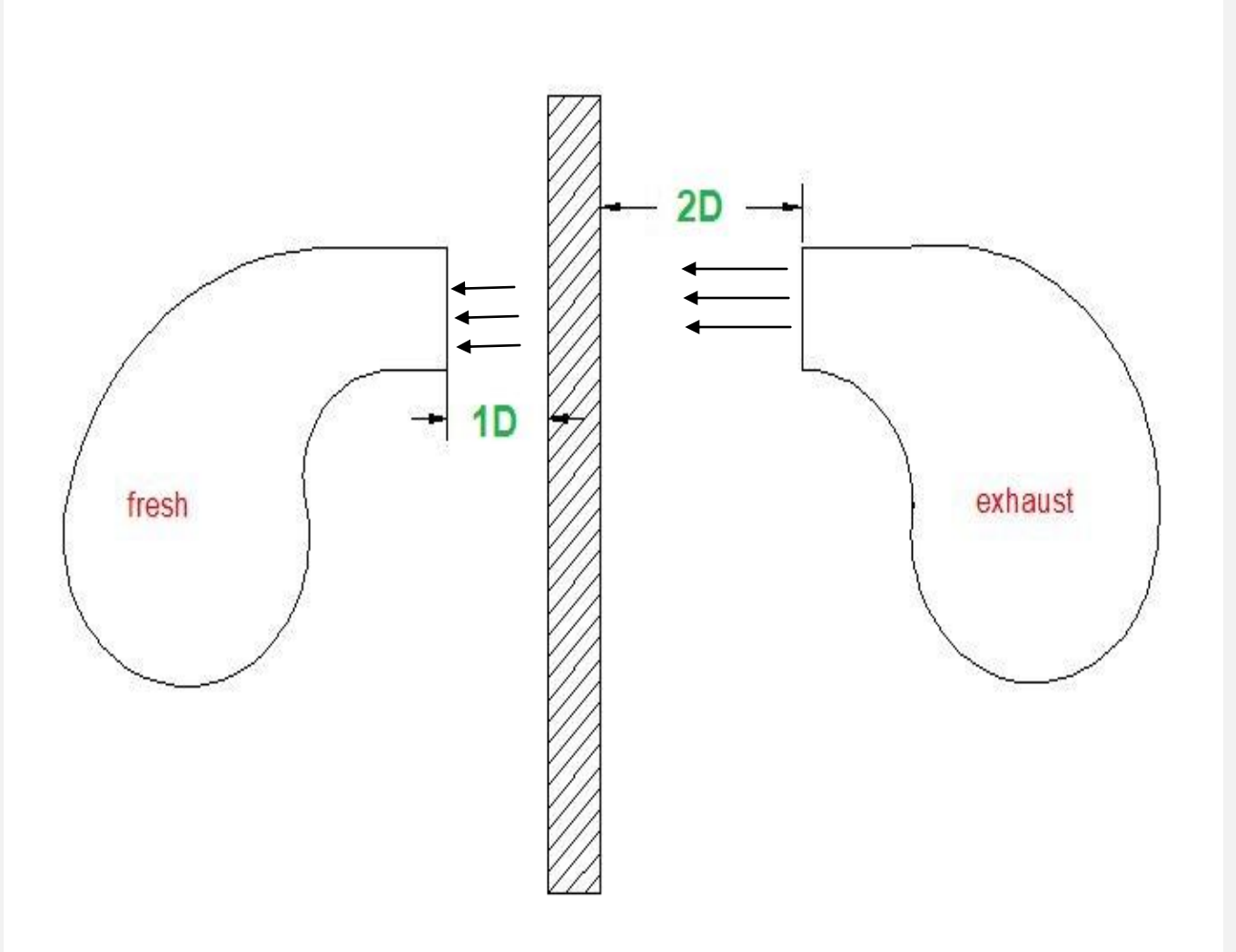


b) Back pressure

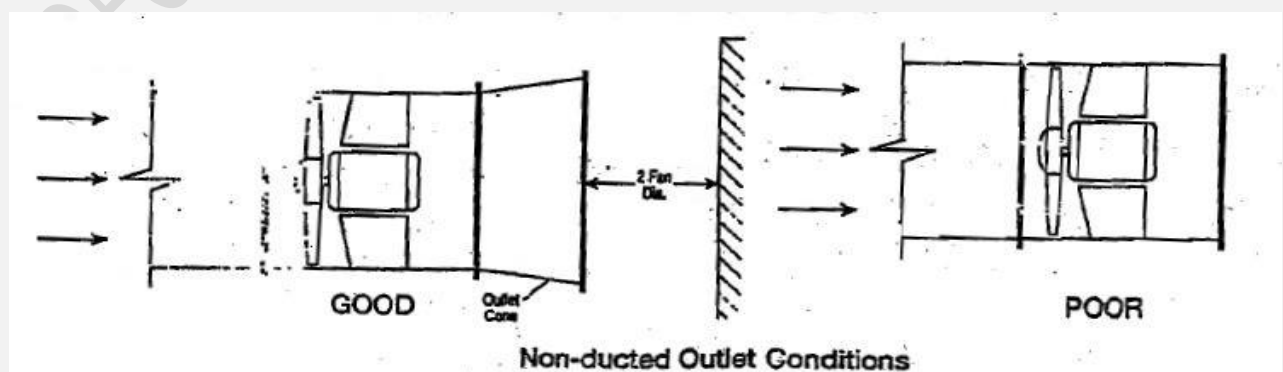
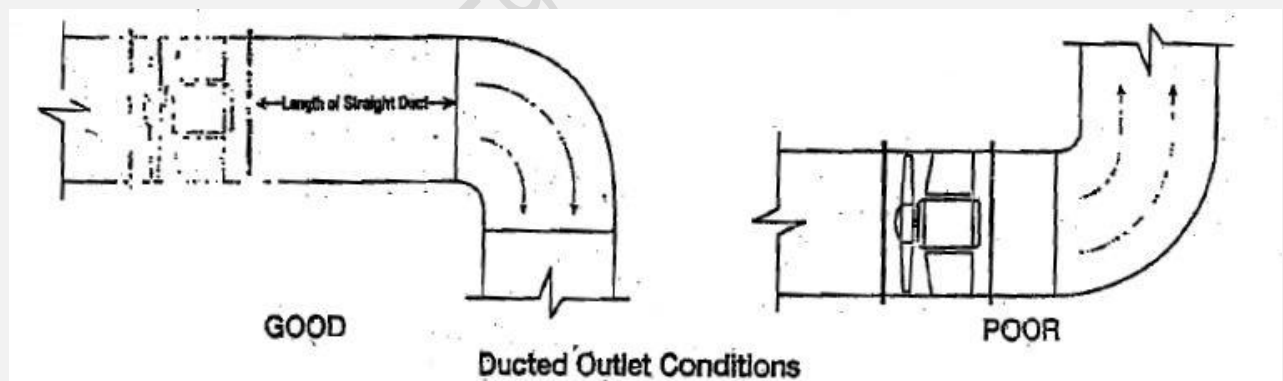
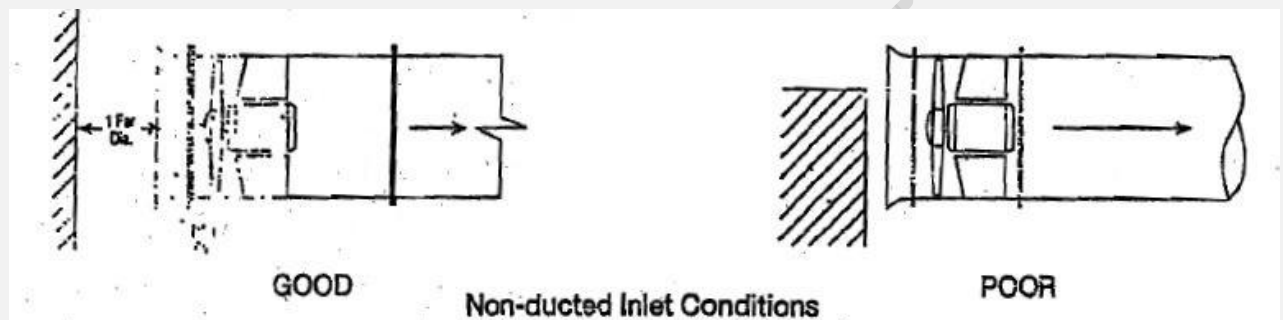
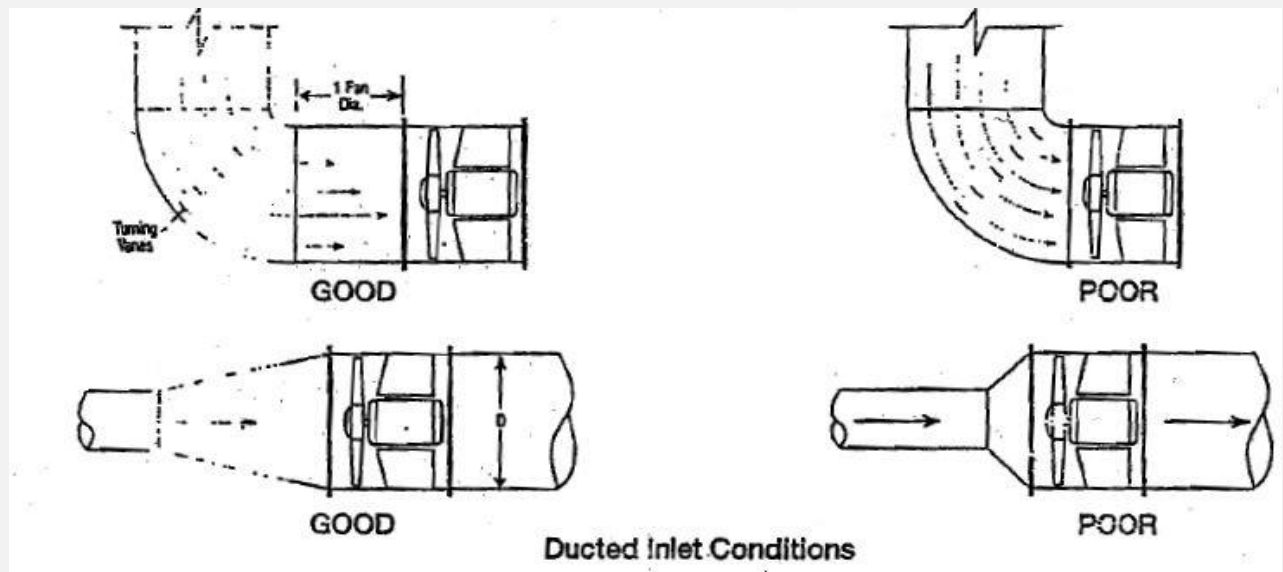
- يعنى الفانه بترمى الهواء ووجد حائط او عائق أمامها ولتفادى ذلك

لابد أن يتم تركيب الفانه على بعد $2D$ من أقرب حائط وأيضا

نفس الفكرة فى حالة السحب ويكون المساحة $1D$



10-4 Fan construction:



10-5 Fan Specification: التوصيف

1- Flow rate: (CFM ventilation)

2- Head : static pressure

↙
Total Length مسار pump بنختار اطول

$$= F * \text{Total Length} * 1.1$$

↘
من الـ Duct size التي ثبتناها

11- Ventilation التهويه

Steps of design:

- 1- Calculate required ventilation CFM
- 2- System of ventilation

//////////

1- ventilation CFM:

$$CFM = \frac{\text{Volume of space} * n}{60}$$

Where:

CFM → exhaust or fresh , Cubic feet per minute

N → number of air change per hour

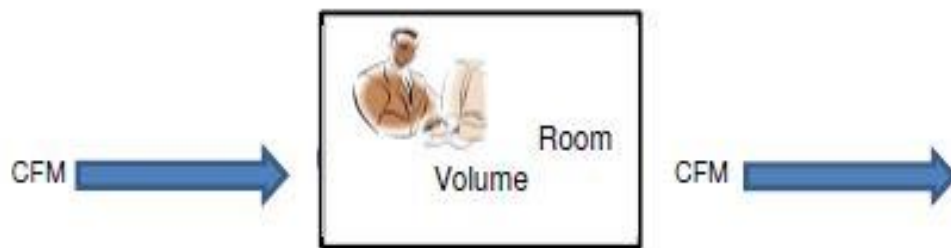
* كل تطبيق له n خاص به

- وكقاعده عامه يتم التصميم على ان عدد مرات تغيير الهواء فى الساعه n=4

** ونستخدم الـ Axial fan

CFM ببقى رقم ضخـم "كبير"

Air Change Rates



Air change rate per hour can be expressed as:

$$ACR = 60 \times CFM / V \quad (1)$$

Where;

ACR = air change rate per hour

CFM = air flow through the room (Cubic Feet per Minute)

V = volume of the room (Cubic Feet)

For example:

Room = 10 x 10 x 8 = 800 cubic feet

Supply Grille = 10 x 8 x 6 with 6 inch flex duct attached delivering 80 cfm @ 0.1 in. static pressure

$$ACR = 60 \times 80 / 800$$

$$ACR = 4800 \text{ CFH (Cubic Feet per Hour)} / 800$$

$$ACR = 6.0$$

Conclusion: The complete volume of air filling this room is completely changed 6 times in one hour when the ventilation equipment is delivering its air to the room for that length of time. However, to be also considered is that the comfort system delivering the air does not always run for the whole hour straight. So to factor in the change rate, one must consider the demand for ventilation requirements based on building construction, heat load requirements, and buildings environmental characteristics. Such as shade, direction of exposure, glass, radiant, convection, and conduction heat loads. The more efficient the building construction, the lower the demand to heat or cool, thus reducing the air changes per hour unless the blower is set to run all the time in the "on" position as is normal in commercial settings.

The tables on the following pages show common Air Change Rates for buildings / rooms;

Building / Room	Air Change Rates - ACR - (1/hr)	Building / Room	Air Change Rates - ACR - (1/hr)
All spaces in general	min 4	Court Houses	4 - 10
Attic spaces for cooling	12 - 15	Dental Centers	8 - 12
Auditoriums	8 - 15	Department Stores	6 - 10
Bakeries	20	Dining Halls	12 - 15
Banks	4 - 10	Dining rooms (restaurants)	12
Barber Shops	6 - 10	Dress Shops	6 - 10
Bars	20 - 30	Drug Shops	6 - 10
Beauty Shops	6 - 10	Engine rooms	4 - 6
Boiler rooms	15 - 20	Factory buildings, ordinary	2 - 4
Bowling Alleys	10 - 15	Factory buildings, fumes and moisture	10 - 15
Cafeterias	12 - 15	Fire Stations	4 - 10
Churches	8 - 15	Foundries	15 - 20
Club rooms	12	Galvanizing plants	20 - 30
Clubhouses	20 - 30	Garages repair	20 - 30
Cocktail Lounges	20 - 30	Garages storage	4 - 6
Computer Rooms	15 - 20	Homes, night cooling	10 - 18
Laundries	10 - 15	Jewelry shops	6 - 10
Libraries, public	4	Kitchens	15 - 60

Lunch Rooms	12 - 15	Restaurants	8 - 12
Luncheonettes	12 - 15	Retail	6 - 10
Nightclubs	20 - 30	School Classrooms	4 - 12
Malls	6 - 10	Shoe Shops	6 - 10
Medical Centers	8 - 12	Shopping Centers	6 - 10
Medical Clinics	8 - 12	Shops, machine	5
Medical Offices	8 - 12	Shops, paint	15 - 20
Mills, paper	15 - 20	Shops, woodworking	5
Mills, textile general buildings	4	Substation, electric	5 - 10
Mills, textile dye houses	15 - 20	Supermarkets	4 - 10
Municipal Buildings	4 - 10	Town Halls	4 - 10
Museums	12 - 15	Taverns	20 - 30
Offices, public	3	Theaters	8 - 15
Offices, private	4	Turbine rooms, electric	5 - 10
Police Stations	4 - 10	Warehouses	2
Post Offices	4 - 10	Waiting rooms, public	4
Precision Manufacturing	10 - 50	Pump rooms	5

2- System of ventilation

2-1 Free Ventilation (Fresh air) Exhaust fan:

Cost ↓↓

* الشروط:

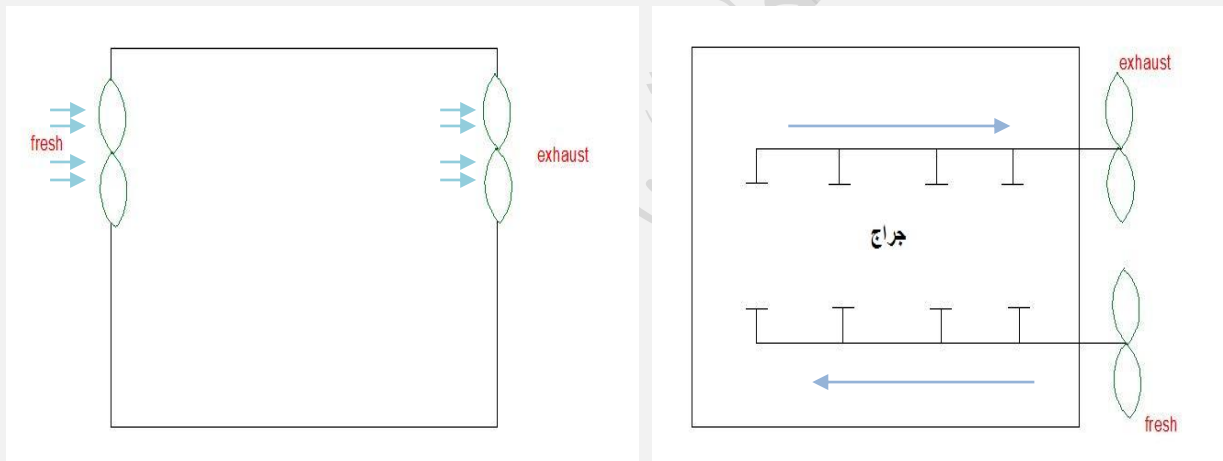
1- ضمان ان الـ Fresh air يكون فعلاً Fresh

مثلاً ← غرفة الكهرباء في برج العرب؛ الباب بها فتحات و عندى شفاط فوق

2- ضمان توزيع الـ Fresh على كل المساحه

////////////////////

2-2 Exhaust Fan, Fresh Fan:



الأحمال

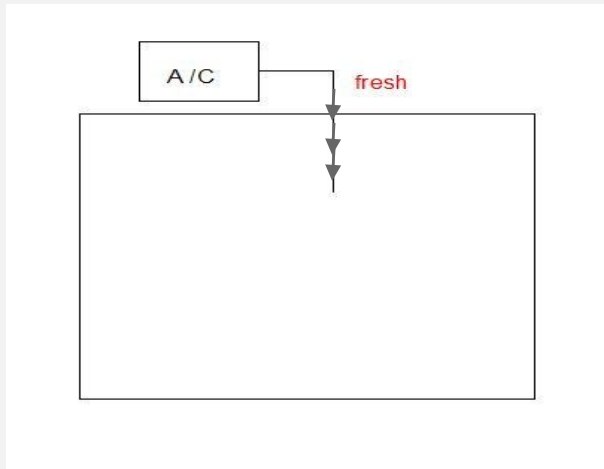
Solar, Transmission,
Internal, Ventilation

////////////////////

ملحوظة: (1 ، 2) تستخدم فى تطبيق التهويه فقط

2-3 Exhaust Fan + Fresh air A/C Unit:

تستخدم فى تطبيق التهويه والتكييف



الأحمال
Solar, Transmission,
Internal

التصميم:

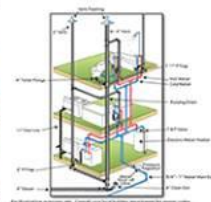
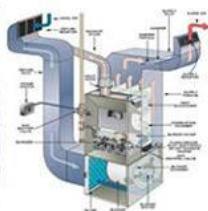
- هنفترض إن السرعة عند الفانه 1800 من 1200

ونفس طريقة الـ Duct Design باستخدام الـ (Duct Sizer)



Q E C in collaboration with Ain Shams university

أقوى دبلومة تصميم خاصة بمهندسي ميكانيكا بخصم 50 %



<https://www.facebook.com/pages/QEC/625648684247100?fref=nf>

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

أسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يجعل هذا العمل صالحاً ولوجهه خالصاً وأن ينفع به؛
 "إذا مات الإنسان انقطع عنه عمله إلا من ثلاثة إلا من صدقة جارية أو علم ينتفع به أو ولد صالح
 يدعو له"

أسألكم الدعاء