جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي
الصناعي / الصناعات البتروكيمياوية
الثاني

تأليـــــــــــــف

د. كاظم نوري عبد الرزاق
د. محمد فاضل عبد
د. نضال محمود عبد حسين عزيز محمود
زينب علوان ظاهر
ياسر ثامر محمود

الطبعة الخامسة
1446 هـ - 2024م

المقدمـــة

يسعى الرسم الصناعي في تخصص الصناعات البتروكيمياوية إلى فسح المجال أمام الطالب لفهم كل البيانات والمواصفات والقياسات للأجهزة ووحدات التشغيل والوحدات الصناعية المستخدمة في المصانع البتروكيمياوية واستيعابها عن طريق اعتماد القواعد الأساسية في الرسم الهندسي وتوظيفها في إعداد الرسومات الفنية المتكاملة .

يحتوي كتاب الرسم الصناعي للمرحلة الثانية تخصص صناعات بتروكيمياوية على (8) فصول , الثلاثة الأولى منها تمثل إطارا مناسبا للرسم الهندسي الذي يجب ان يتعلمه الطالب كقاعدة أساسية ينطلق منها إلى الرسم الصناعي التخصصي الذي تحتويه الفصول الأربعة الأخرى . أما الفصل الثامن فقد اختص بالرسم المعان بالحاسوب الذي يُعد خطوة حديثة على طريق تطوير قابليات الطالب في مجال الرسم الهندسي والصناعيين طريق برامج متخصصة.

ان إنجاز الطالب للتمارين والمسائل الواردة في الكتاب سيمكنه من التعرف على مسارات العمليات الصناعية البتروكيمياوية، فضلاً عن رفع قدرته في قراءة المخططات المعدة من قبل المصممين .

نامل من إخواننا القائمين بتدريس الكتاب إبداء ملاحظاتهم وآرائهم من أجل تطوير الطبعات اللاحقة.

والله ولي التوفيق .

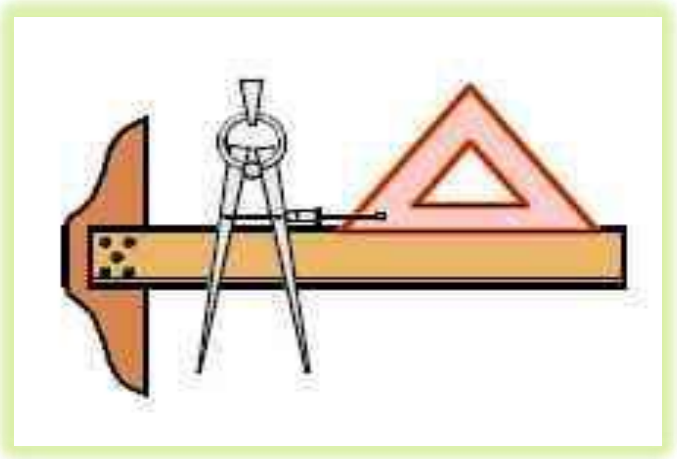
المؤلفون

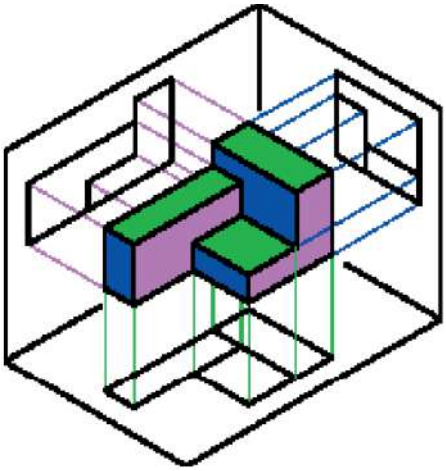
1435هـ – 2014 م

التسلسل	المحتويات	الصفحة
الفصل الاول	مراجعة عامة	5
2-1	مقياس الرسم	6
3-1	أنواع الخطوط	7
4-1	وضع الأبعاد	8
الفصل الثاني	رسم المساقط المتعددة من المنظور	14
2-2	توزيع المساقط على ورقة الرسم	15
3-2	استنتاج المسقط الثالث	17
4-2	مساقط المشغولات التي تحتوي على مجار	18
الفصل الثالث	رسم القطاعات	23
2-3	القطاع	25
3-3	المستوى القاطع	25
4-3	أنواع القطاعات	26
5-3	الأجزاء التي لاتقطع	29
الفصل الرابع	الرموز العالمية للأجهزة شائعة الاستعمال في الصناعات البتروكيمياوية	35
2-4	أنواع المرشحات	36
3-4	رموز المفاعلات	39
4-4	رموز المبادلات الحرارية	39
5-4	رموز الخزانات	40
6-4	رموز الأبراج	41
7-4	رموز الصمامات	41
8-4	رموز المراجل والأفران	42
9-4	رموز الضواغط والتوربيات	43
10-4	رموز أبراج التبريد	44
11-4	رموز المضخات	44
12-4	رموز أجهزة القياس والتحكم	45
الفصل الخامس	رسم المخططات الصناعية	49
1-5	مخطط الجريان	50
2-5	المخطط الصندوقي	50
3-5	مخطط الجريان للعمليات الصناعية	50
4-5	مخطط الأنابيب والأجهزة الدقيقة	52
5-5	مخطط التقطير الجوي للنفط الخام	56
6-5	مخطط توزيع الوحدات و الاجهزة في مصانع المواد البتروكيمياوية	61
الفصل السادس	سير العمليات في وحدة إنتاج الأمونيا	64
2-6	وحدة معالجة الغازات	65
3-6	وحدة إنتاج الأصباغ	67
4-6	وحدة انتاج حامض الخليك	68
5-6	وحدة انتاج الميثانول	69
6-6	وحدة انتاج بولي فنيل كلورايد (PVC)	70
7-6	وحدة انتاج الفينول فورمالديهايد	71
8-6	وحدة إنتاج البولي ستايرين	72
9-6	وحدة انتاج البولي بروبلين	72
10-6	اعمدة التقطير	73
11-6	اعمدة الامتصاص	74
12-6	الخلط و المزج	75
13-6	مخطط سير العمليات في الصناعات البتروكيمياوية	76
الفصل السابع	مخطط وحدة إنتاج اليوريا	79
2-7	مخطط وحدة بلمرة الاثيلين بوجود مجفف (طريقة هوكست)	80
3-7	مخطط وحدة انتاج مطاط البيوتادائين لبلمرة المحلول (طريقة فيليبس)	82
4-7	مخطط وحدة التكسير الهيدروجيني بطريقة المرحلة الواحدة	84
5-7	مخطط وحدة انتاج كلوريد الاثيل	85
6-7	مخطط مبسط لوحدة إنتاج كلوريد الاثيل من الميثان والأثيلين والكلور	88
7-7	الرسم المعان بالحاسوب (الاوتوكاد)	90
الفصل الثامن	التعرف على واجهة البرنامج	92
2-8	أوامر الرسم والتعديل (ثنائي الابعاد)	93
3-8	شريط الابعاد	94

الفصل الاول

مراجعة لأساسيات الرسم الهندسي





الأهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

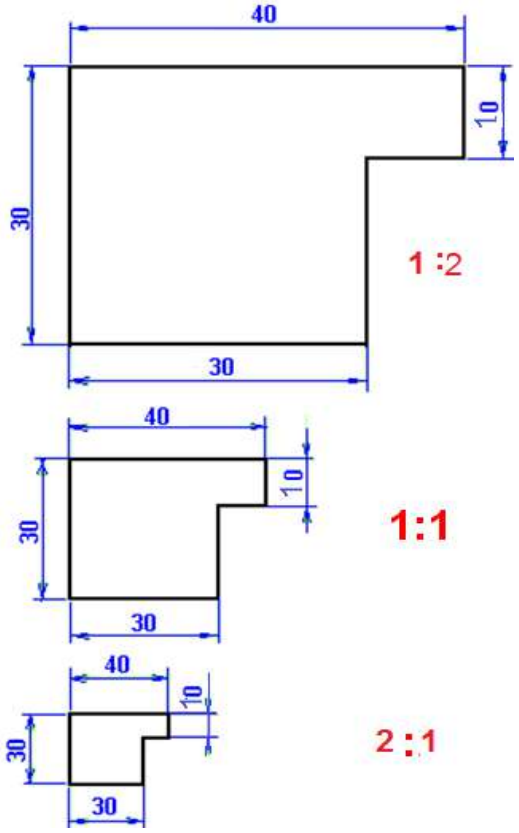
1. يستذكر الأساسيات المتبعة في الرسم الصناعي.
2. يتعرف على مقياس الرسم وكيفية استخدامه.
3. يتعرف على أنواع الخطوط واستخداماتها.
4. يضيف الأبعاد و النصوص للرسم.

1-1 تمهيد

قد تعلمت في السنة الماضية بعض العمليات الأساسية في الرسم الهندسي ابتداءً من رسم الاشكال الهندسية المنتظمة إلى طريقة تمثيل الأجسام برسم المساقط الرئيسة.
ومن المفيد في هذه المرحلة مراجعة ما نجده ضروريا للمتعلم من ممارسة قد تكون سريعة ليستعيد مهاراته في استخدام الأدوات وتنفيذ بعض التمارين التي تنشط ذاكرته في استخراج المساقط الرئيسة من المنظور على وفق المواصفات والأنظمة القياسية في الرسم الهندسي.

1– 2مقياس الرسم

لانَّ تنفيذ الرسومات يتحقق على لوحات رسم ذات أبعاد محددة مما يستوجب أحيانا تكبير أو تصغير الأبعاد الحقيقية للأشكال المرسومة حتى تلائم مساحة الورقة مما يتطلب استخدام مقياس رسم مناسب والذي يمثل النسبة بين البعد في الرسم إلى البعد الحقيقي. وقد يكون مقياس الرسم تكبيراً أو تصغيراً أو كاملاً فعلى سبيل المثال تقرأ النسبة من اليمين إلى اليسار 1 : 2 كمقياس للتصغير ويكون 2: 1 مقياساً للتكبير وفي حالة القراءة باللغة الإنكليزية للوحة أي من اليسار إلى اليمين (وهي الأكثر شيوعا) الشكل (1 - 1) فيكون التصغير 2 : 1 والتكبير 1 : 2 ويتحقق الرسم بالقياسات المحسوبة على وفق المقياس المعطى في حين تثبت الأبعاد الحقيقية على الرسم .



الشكل 1 - 1 مقياس الرسم التكبير والتصغير والكامل

1 - 3 أنواع الخطوط

أي رسم هندسي يتكون من مجموعة من الخطوط تحدد شكل الجسم المرسوم بكامل تفصيلاته ويوجد لكل خط من هذه الخطوط دلالة اصطلاحية معينة في الرسم وكما موضحة في الجدول (1 - 1).

جدول 1 – 1 أنواع خطوط الرسم

يوجد أربعة أنواع من الخطوط وعلى النحو الآتي :

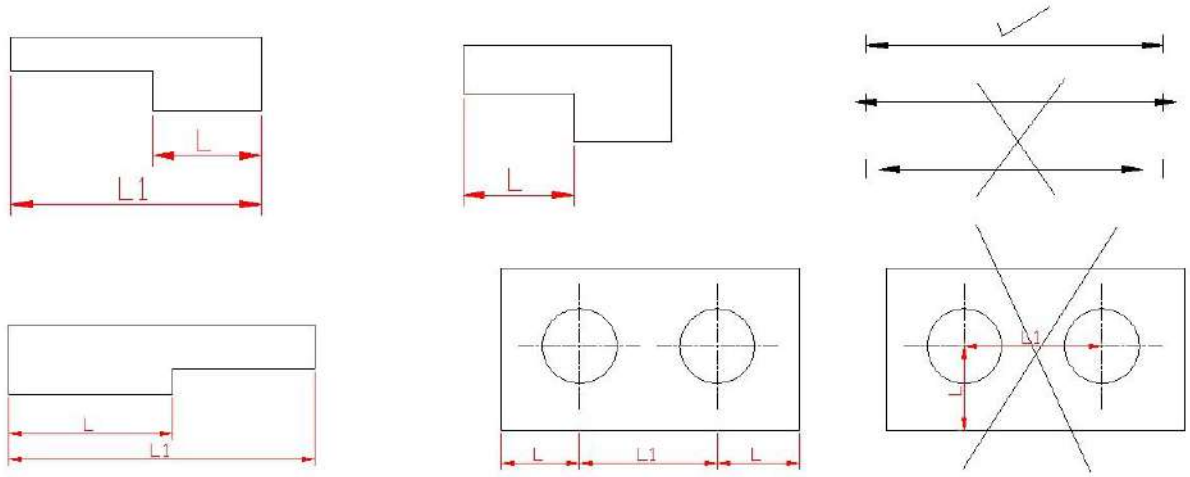
1. خط كامل (متصل). 2. خط متقطع 3. خط من شرط ونقطة. 4.خط يدوي حر.

م	نوع الخط	شكل الخط	سمك الخط	قلم الرصاص المستخدم	تطبيقات استعماله	التمثيل
١	خط ظاهر	خط كامل عريض	0.7	HB	رسم حواف الأجسام المرئية	
٢	خط مستتر	خط متقطع متوسط العرض	0.5	2H	رسم الحواف غير الظاهر للعين (الحواف الداخلية)	
٣	خط امتداد (إسناد)	خط كامل رفيع	0.35	2H	يستعمل كامتداد لأجزاء الرسم المطلوب تحديد أبعادها	
٤	خط بعد	خط كامل رفيع	0.35	2H	يستخدم للدلالة على الأبعاد والمقاسات	
٥	خط محور	خط رفيع من شرط ونقط	0.35	2H	تحديد مراكز الدوائر والأقواس. رسم خطوط التماثل .	
٦	خط مستوى القطع	خط عريض من شرط ونقط	0.7	HB	لتحديد مسار أو مستوى مرور القطع	
٧	خط التهشير	خط كامل رفيع	0.35	2H	لتهشير (ترقين) مساحات الرسم التي مر بها القطاع	
٨	خط كسر قصير	خط يدوي حر	0.35	2H	ترسم في الأجزاء الطويلة المنتظمة التي لا تكفي لها ورقة الرسم	
٩	خط كسر طويل	خط متعرج	0.35	2H	ترسم في الأجزاء الطويلة المنتظمة التي لا تكفي لها ورقة الرسم	

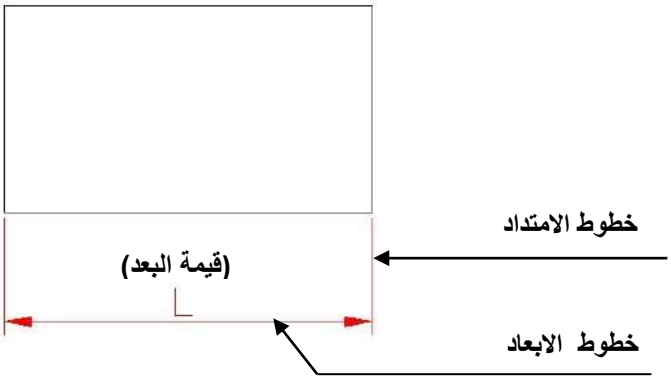
1 – 4 وضع الأبعاد

توضع الأبعاد باستخدام العناصر الأساسية الآتية :

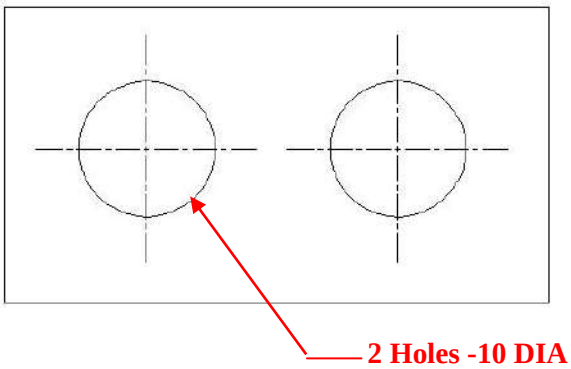
1- خطوط الأبعاد 2- خطوط الامتداد 3- قيمة البعد 4- الرموز 5-الملاحظات.



الشكل 1 - 2 خطوط الأبعاد



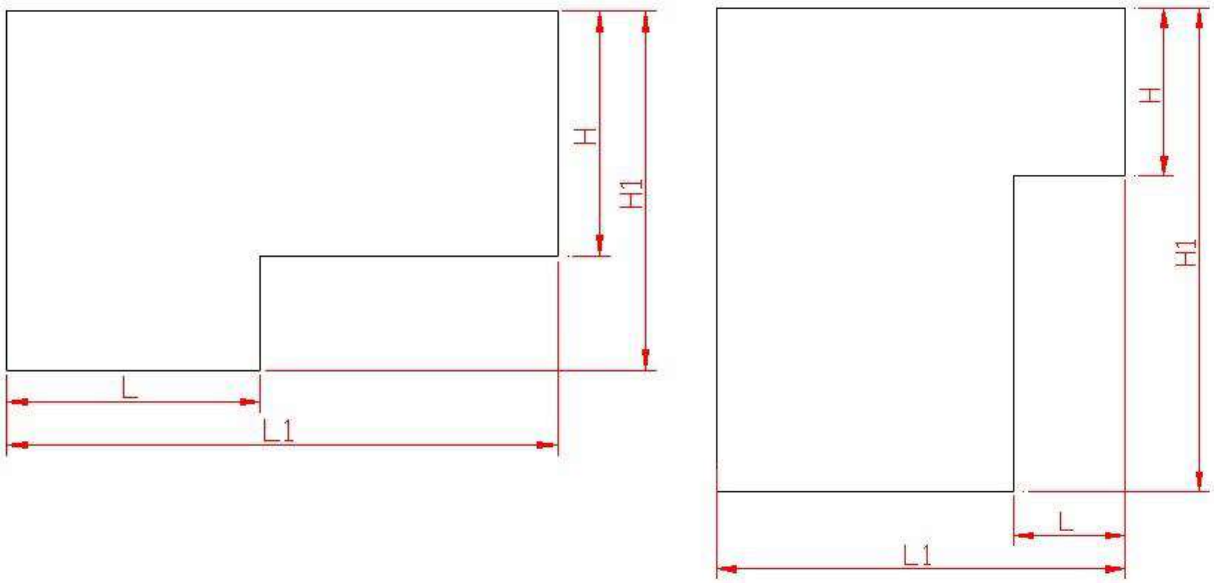
الشكل 1 - 3 خطوط الامتداد



الشكل 1 - 4 الرموز والملاحظات

1-4-1 طرائق وضع الأبعاد

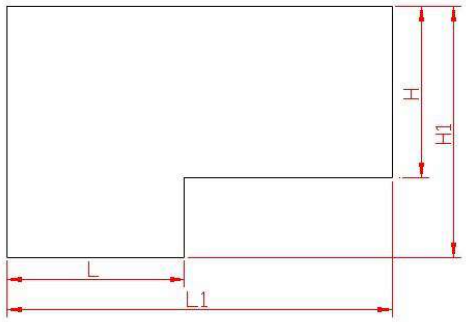
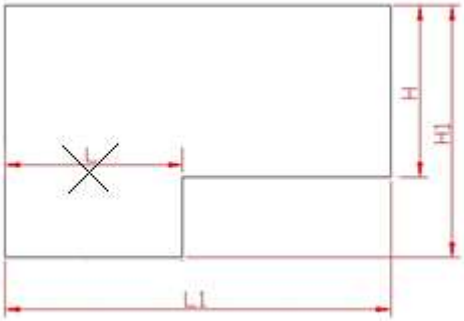
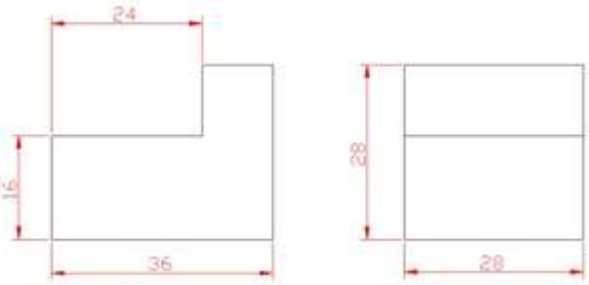
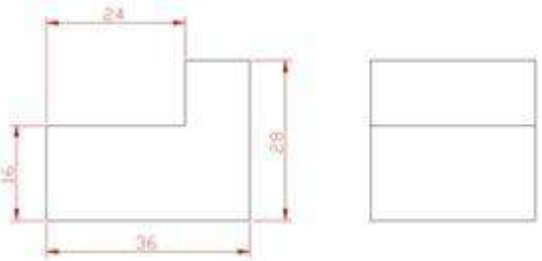
1. خط البعد هو خط رفيع مستمر طرفاه محددان بسهمين يؤشران إلى اتجاه البعد ومقداره.
2. يكون السهم ذا رأس مدبب وطرفاه مستقيمان ويكون ممتلئاً . يرسم السهم بشكل منتظم ويكون قياسه ثابتاً في الرسم الواحد تبعا لسمك الخط المستعمل في الرسم و لايتغير تبعا لمقياس الرسم أو طول البعد.
3. يجب ألا تقل المسافة لخط البعد الأقرب لخط الرسم عن 6 mm وأما خطوط الأبعاد الأخرى الموازية للأول فيجب أن تقع على مسافة لاتقل عن 4 mm عن بعضها.
4. يجب أن لا تتقاطع خطوط الامتداد مع بعضها قدر الإمكان .
5. تجنب تقاطع خطوط الامتداد مع خطوط الجسم قدر الإمكان.
6. تجنب و ضع الأبعاد على الخطوط المخفية قدر الإمكان.
7. الأرقام و الرموز تكتب رقما بالمليمترات فوق خط البعد وفي المنتصف قدر الإمكان و لا توضع وحدة القياس جنب الرقم.
8. توضع الأبعاد الجانبية ليتسنى قراءتها من اليمين.
9. تعطى أبعاد الأقواس الدائرية بإعطاء مقدار نصف القطر في المسقط الذي يبين الشكل الحقيقي للقوس.
10. لا تضع الأبعاد داخل المسقط إلا إذا أدى ذلك زيادة في الوضوح.
11. لا تكرر الأبعاد و لا تضع تلك التي ليست لها ضرورة أو التي تستنتج من أبعاد أخرى.
12. لا تتقاطع الأرقام بخطوط الأبعاد أو أية خطوط أخرى في الرسم.



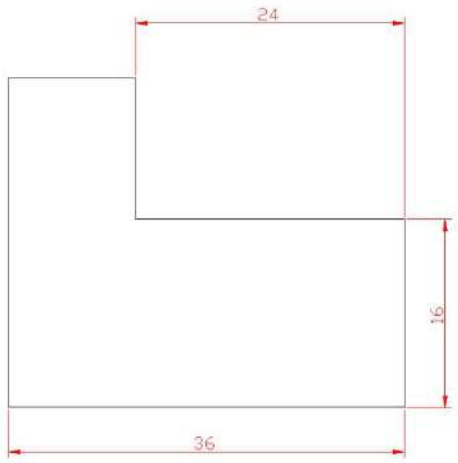
الشكل 1 - 5 طرائق وضع الأبعاد

والجدول 1 – 2 يوضح الصواب والخطأ في وضع الأبعاد على الأشكال الهندسية.

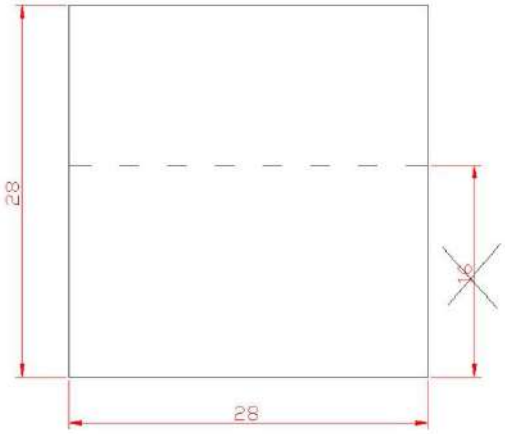
الجدول 1 - 2

الصواب	الخطأ
وضع جميع الأبعاد خارج الرسم 	وضع الأبعاد داخل الرسم 
توزع الأبعاد على جميع المساقطقدر الإمكان 	عدم توزيع الأبعاد على المساقط 

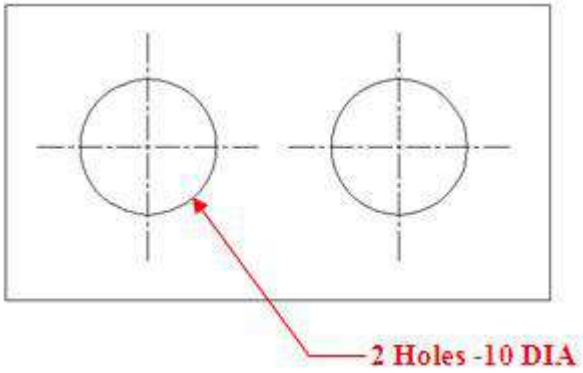
وضع الأبعاد على خطوط الجسم المتصلة



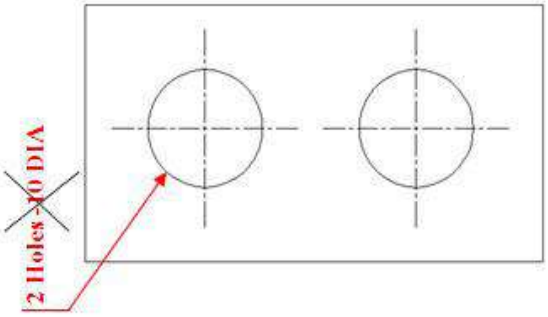
وضع الأبعاد على خطوط الجسم المخفية



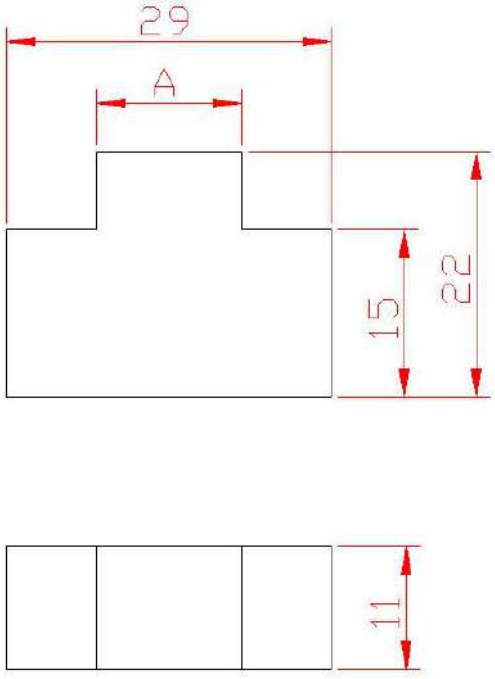
كتابة الملاحظات المتعلقة بالرسومات بشكل أفقي



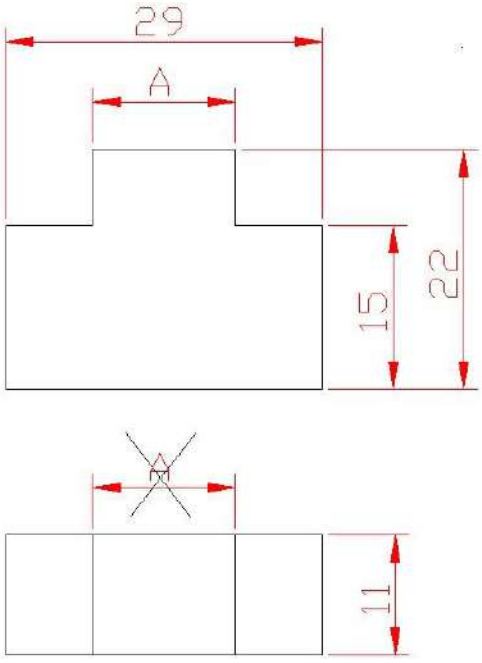
كتابة الملاحظات بشكل آخر



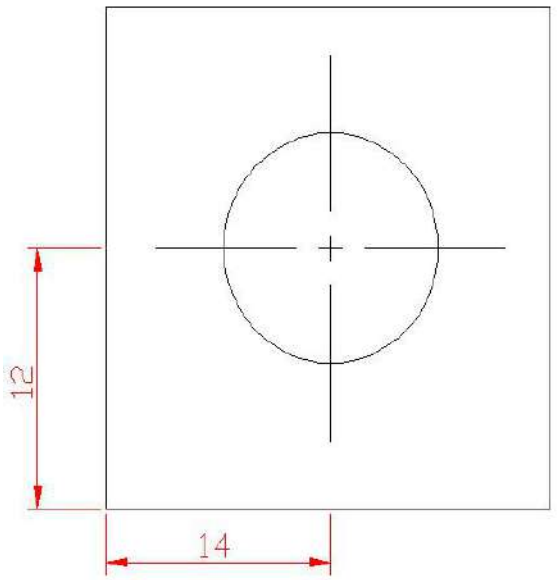
وضع الأبعاد على الأضلاع

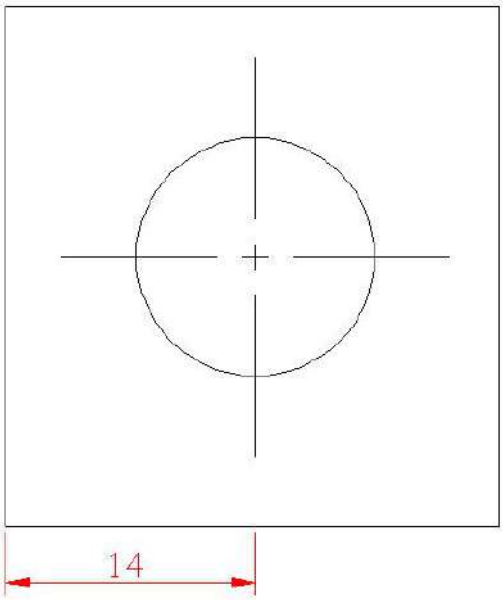


وضع الأبعاد على الأضلاع بالصورة الخطأ

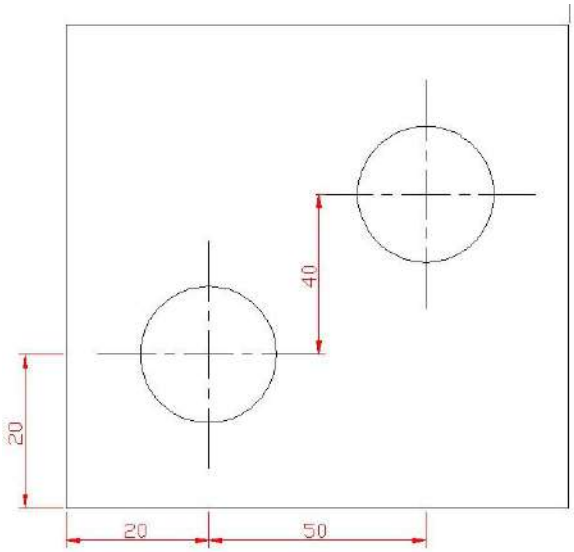


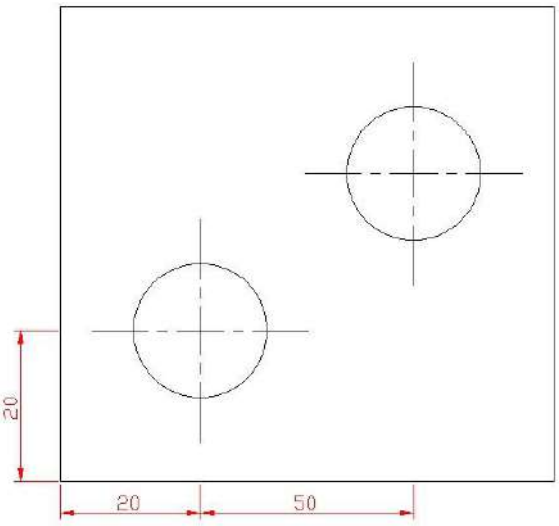
وضع أبعاد مركز الدائرة



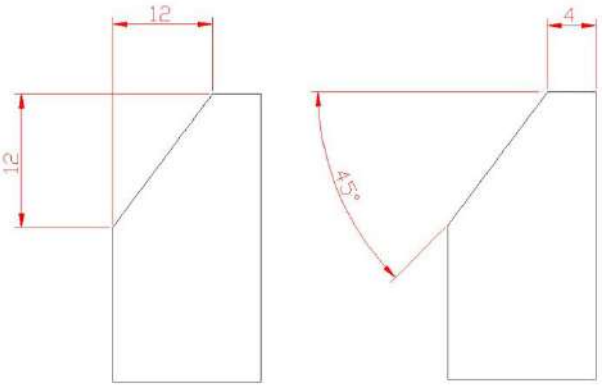


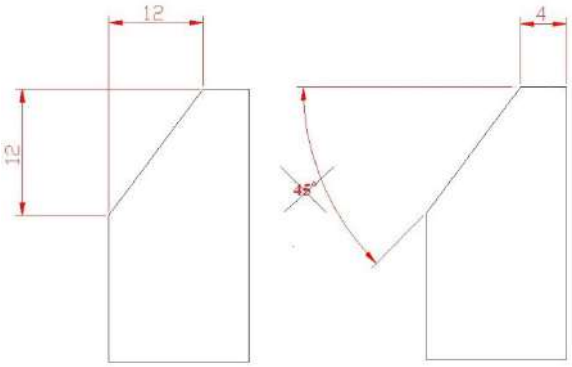
وضع أبعاد بين مركزي دائرتين





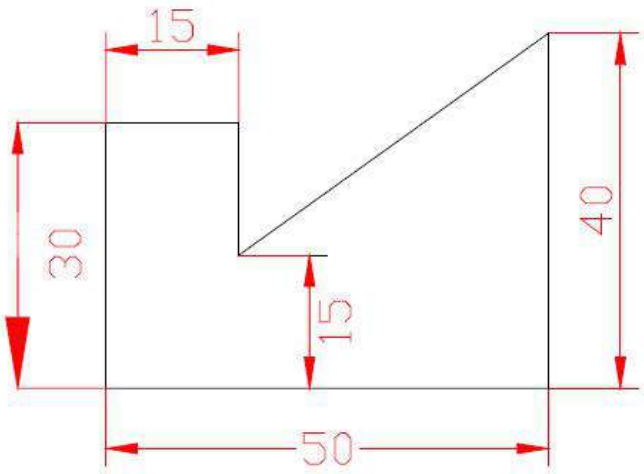
وضع أبعاد الزوايا



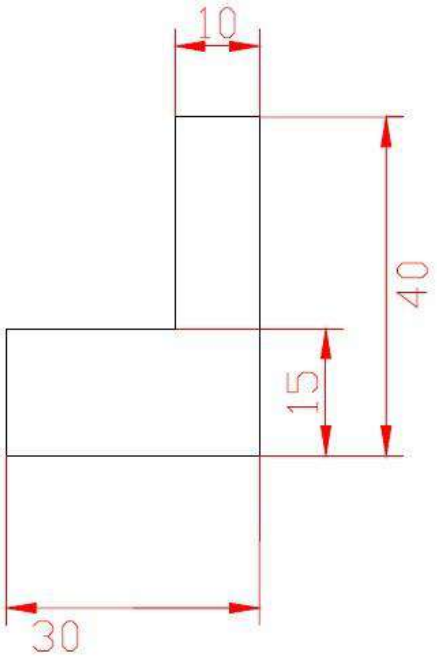


أسئلة الفصل الاول

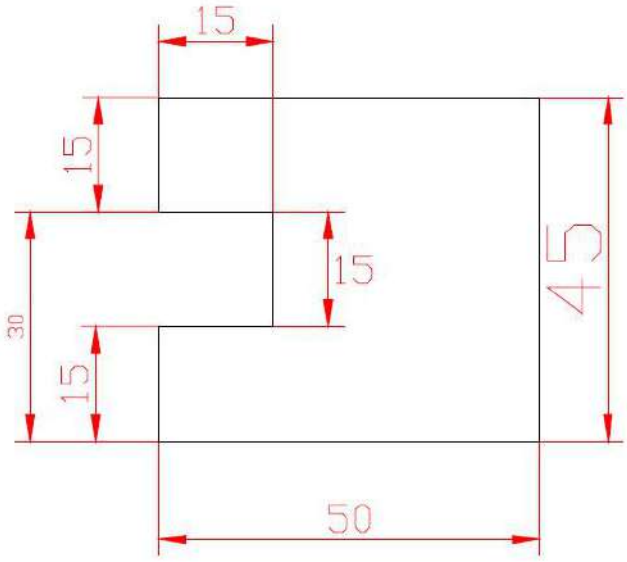
س1: ارسم الاشكال (1 - 6)(1 - 7) (1-8) (1 - 9) بمقياس رسم 1:1 ثم اكتب الابعاد الخاطئة بالشكل الصحيح.



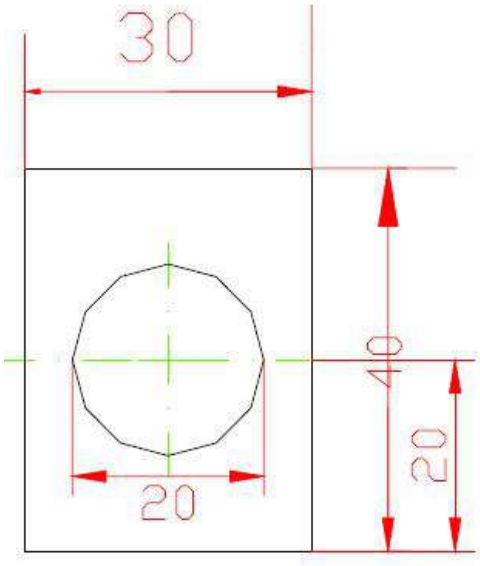
الشكل 1 - 6



الشكل 1 - 7



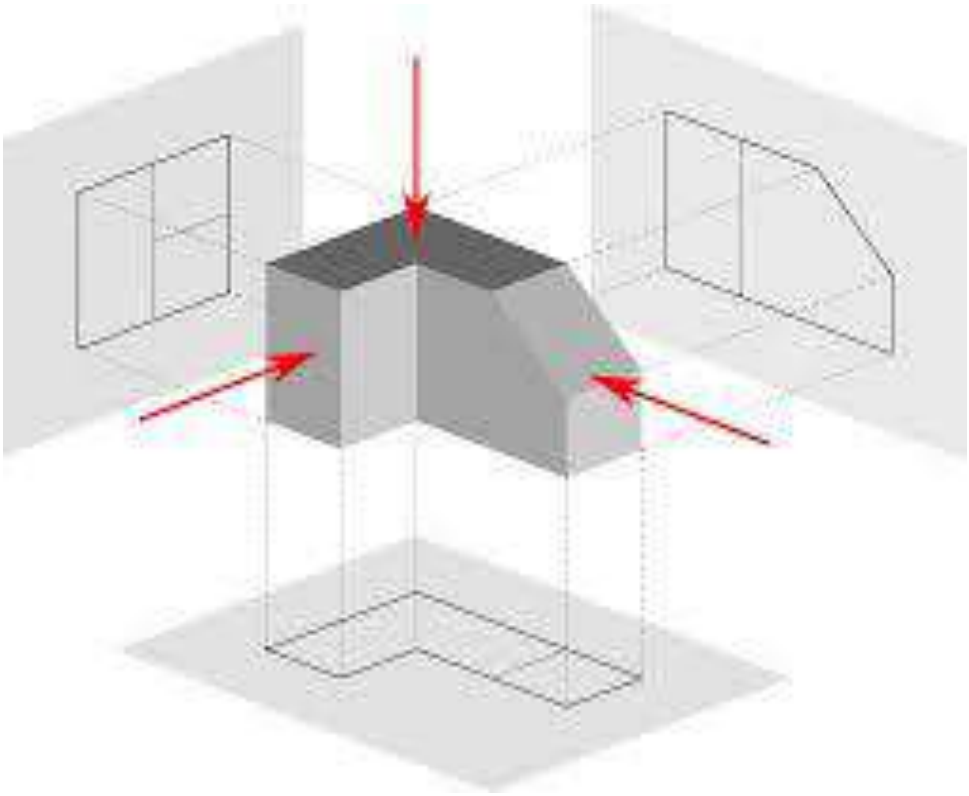
الشكل 1 - 8



الشكل 1 - 9

الفصل الثاني

رسم المساقط المتعددة من المنظور



الاهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

1. يستذكر تخطيط المساقط وتوزيعها على ورقة الرسم .
2. يضع الأبعاد للرسم على وفق التعليمات .
3. يستنتج المسقط الثالث.
4. يرسم مساقط المشغولات التي تحوي على مجار .

2 - 1 تمهيد

تعلمنا في السنة الماضية بعض العمليات الأساسية في الرسم الهندسي و الصناعي من أنواع الخطوط وطريقة وضع الأبعاد و العمليات الهندسية ومن المفيد في هذه المرحلة مراجعة ما نجده ضروريا للمتعلم ليستعيد مهارته في استنتاج المسقط الثالث فضلاً عن ذلك سوف نتناول رسم المساقط الثلاث المسقط الأمامي والمسقط الجانبي والمسقط الأفقي للأشكال التي تحوي على مجارٍ (ثقوب مستطيلة او دائرية او مربعة).

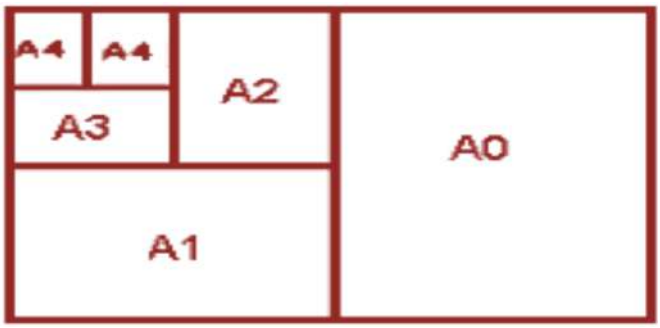
2 - 2 توزيع المساقط على ورقة الرسم

توجد أوراق رسم بمقاسات مختلفة ولكن الشائع استخدامها في الرسم هي تلك المعتمدة من قبل منظمة المواصفات القياسية(الايزو) وتحمل الرمز(A) وبحسب الجدول (2 - 1)

جدول 2 - 1 قياسات أوراق الرسم الصناعي

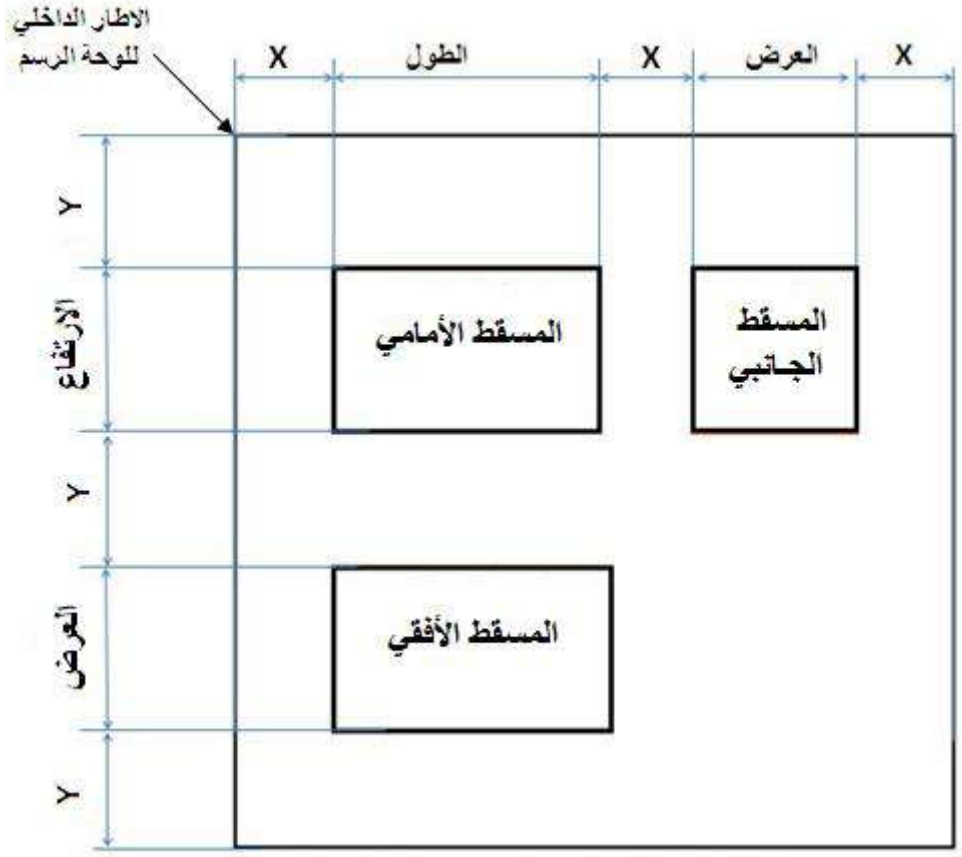
التسلسل	رمز الورقة	أبعادها (mm)
1	A0	1189x841
2	A1	841x594
3	A2	594x420
4	A3	420x279
5	A4	297x210

و الشكل الآتي يوضح أبعاد الورقة



الشكل 2 - 1 أبعاد ورقة الرسم

في بداية الأمر نجد الطول والعرض والارتفاع من المنظور المعطى و تحسب المسافات البينية الأفقية بين المسقطين الأمامي والجانبي والهوامش حيث تكون (X)وكذلك المسافة الرأسية بين المسقطين الأمامي والأفقي والهوامش (Y) ثم يُحدد المستطيل الذي ستتكون المساقط الثلاثة في داخله والذي يحوي على المساحات التي تحدد الاطارات الخارجية الحاوية على المساقط كما في الشكل (2 - 2).



الشكل 2-2 توزيع المساقط على لوحة الرسم

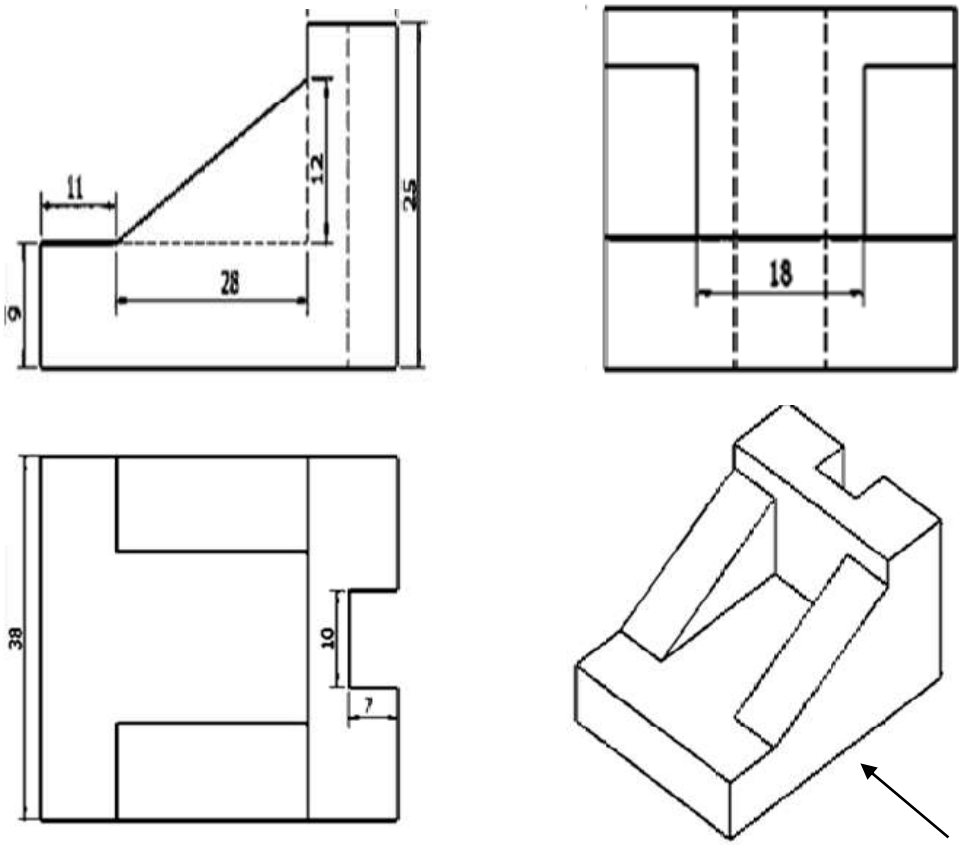
ويمكن الإشارة إلى ما تعلمناه في المرحلة الأولى وهو :إن (طول المسقط الأمامي =طول المسقط الأفقي) وكذلك (عرض المسقط الجانبي =عرض المسقط الأفقي) ويمكن حساب قيمة المسافات بين المساقط بحسب المعادلات الآتية:

$$Y=(195-\text{((طول المسقط الامامي + عرض المسقط الجانبي)} \div 3$$

$$X=(297-\text{((ارتفاع المسقط الأمامي +عرض المسقط الافقي)} \div 3$$

وكذلك يمكن الإشارة الى انه يمكن وضع المسقط الأفقي في بعض الأحيان(الطريقة الزاوية الزوجية الثالثة) أعلى من المسقطين الأمامي والمسقط الجانبي.وقد استُغني عن هذه الطريقةلأنها تودي إلى إرباك في عملية الرسم وعدم الفهم.

مثال 2 - 1 : الشكل أدناه 2 - 3 يبين رسما مجسما مع مساقطه الثلاثة



الشكل 2 - 3

3-2 استنتاج المسقط الثالث

إن فهم العلاقة بين المساقط الثلاثة تساعد في استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين وهذا الاستنتاج يزيد من المهارة على قراءة المساقط بدقة وسرعة عاليين كما موضح في المثال الآتي:

مثال 2-2: يبين الشكل (2 -4) المسقطين الأمامي والأفقي لجسم . المطلوب استنتاج المسقط الجانبي .

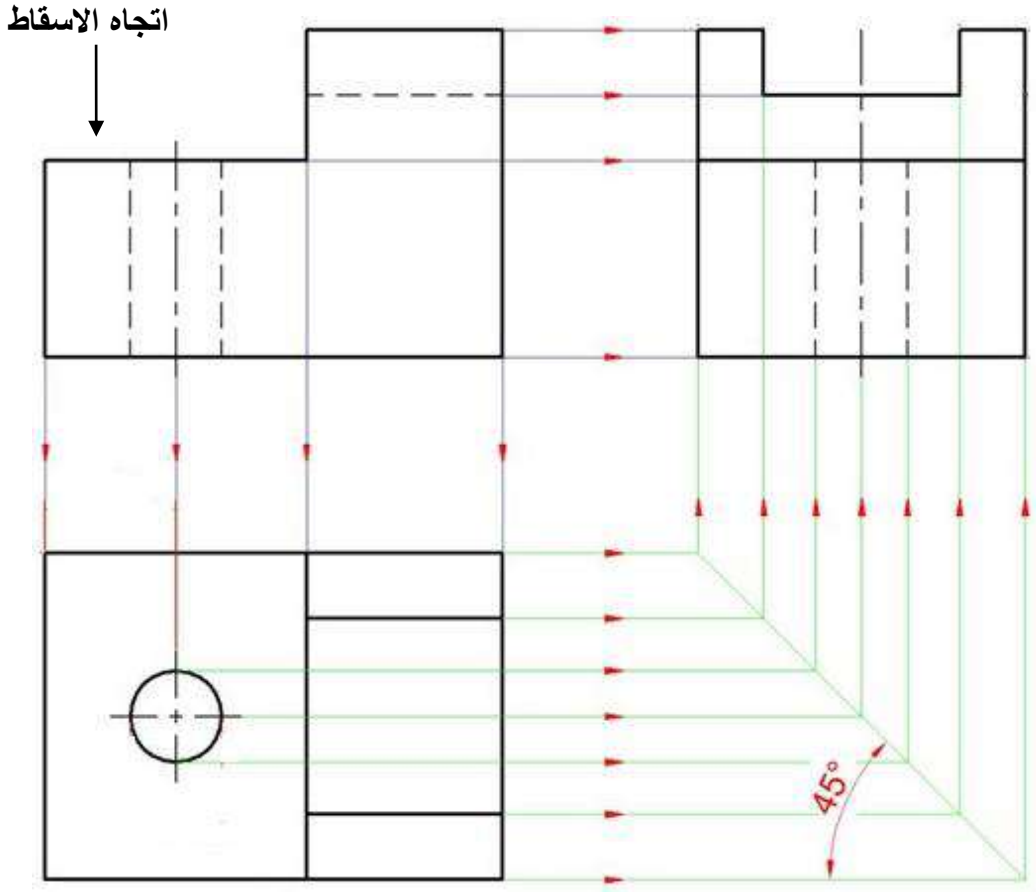
خطوات العمل :

1- نرسم المسقطين المعلومين على وفق القياسات المعطاة.

2- نترك مسافة مناسبة ولتكن (20 - 40) mm عن يمين المسقط الأمامي ونمد خطوط إسقاط من كل سطح من الأسطح الأفقية له ونمدها باتجاه المسقط الجانبي(اللون الأزرق) لتتقاطع مع

خطوط الإسقاط العمودية الآتية من المسقط الأفقي والمدارة من الوضع الأفقي بوساطة خط التدوير المائل بزاوية 45° والمار خلال النقطة A (اللون الأخضر) .

3- نرسم المسقط الجانبي بإبراز الحافات الظاهرة والمخفية ونوزع الأبعاد على المساقط وبذلك نحصل على المساقط الثلاثة كما في شكل (2- 4) .

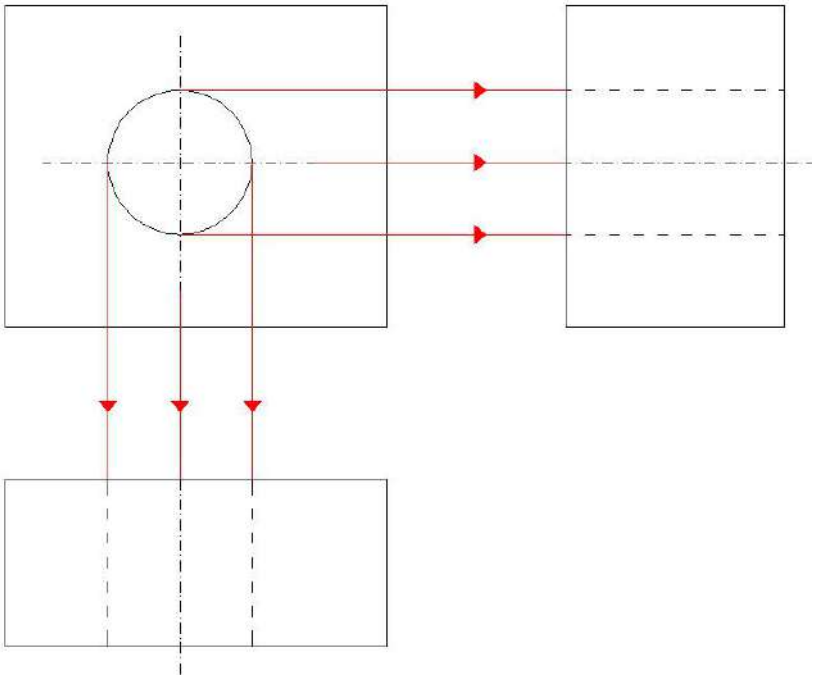


شكل 2 - 4 المساقط الثلاثة

4-2 مساقط المشغولات التي تحوي على مجارٍ

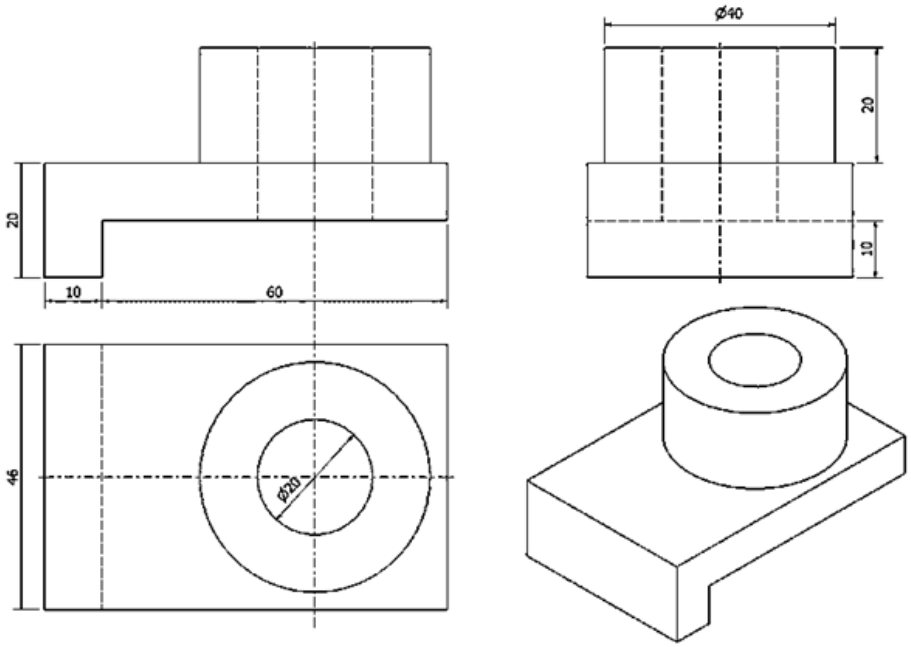
تعلمنا في الفقرات السابقة توزيع المساقط على ورقة الرسم واستنتاج المسقط الثالث المفقود (قد يكون المسقط الجانبي أو المسقط الأفقي) والآن سوف نتناول مساقط المشغولات التي تحوي على مجارٍأي ثقوب قد تكون الثقوب بأشكال مربعة او مستطيلة او دائرية

ان المجاري في حال ظهورها في احدى المساقط بشكلها الحقيقي تختفي في المسقطين الآخرين ونعبر عنها بخطوط مخفية والخطوط المخفية هي خطوط مقطعة يفصل بين خط و خط ما يقارب (0.5)mm كما موضح في الشكل(2 - 5).



الشكل2 - 5 مساقط الثقوب الدائرية

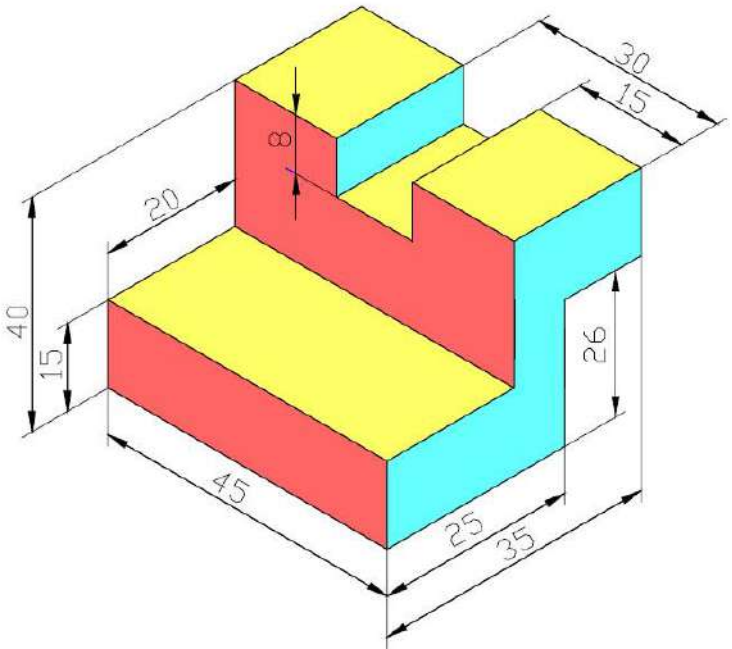
مثال 2-3: يبين الشكل (2 - 6) مجسم فيه ثقب دائري وقد رسمت المساقط الثلاثة بمقياس رسم 1:1



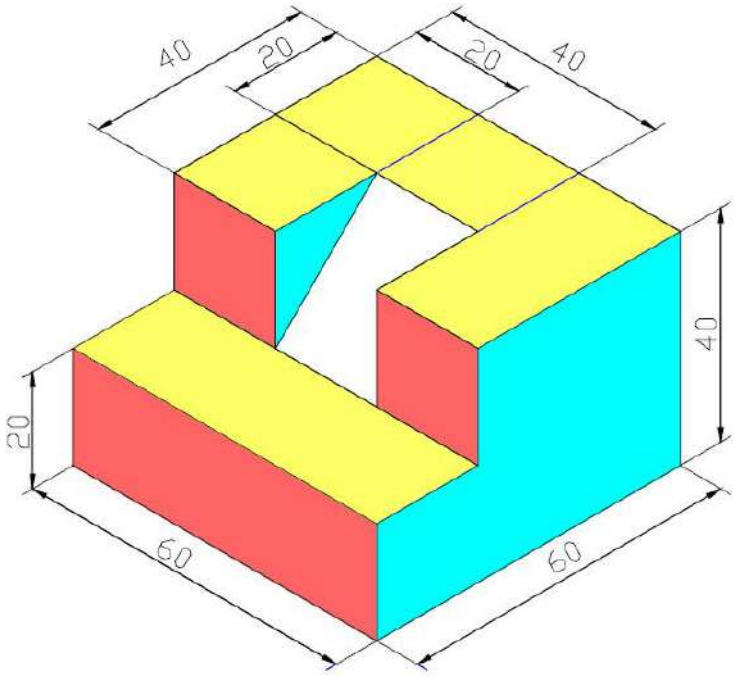
الشكل 2 - 6

أسئلة الفصل الثاني

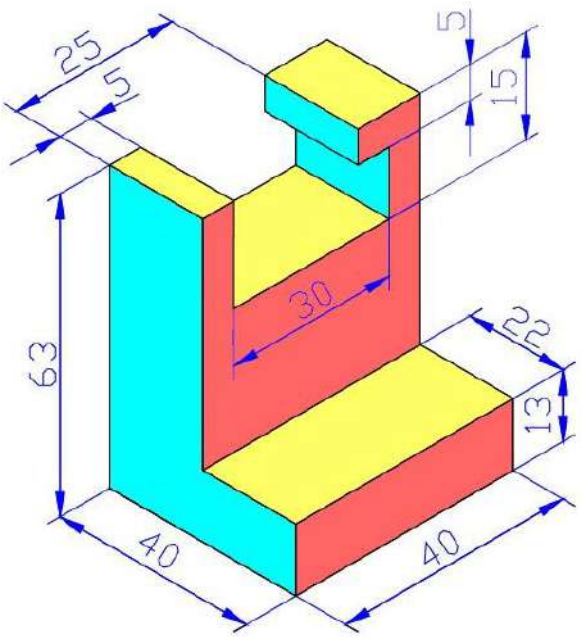
س1: الأشكال الآتية تمثل منظوراً لجسم المطلوب رسم المساقط الثلاث وبمقياس رسم 1:1.



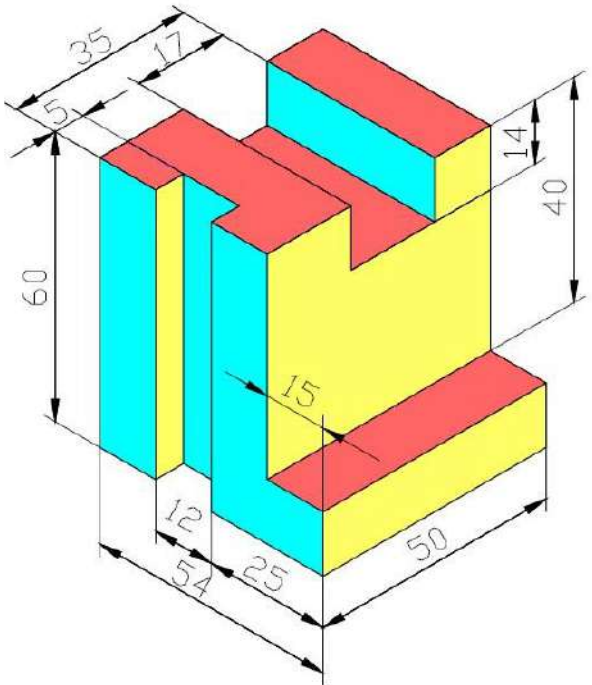
الشكل 2 - 7



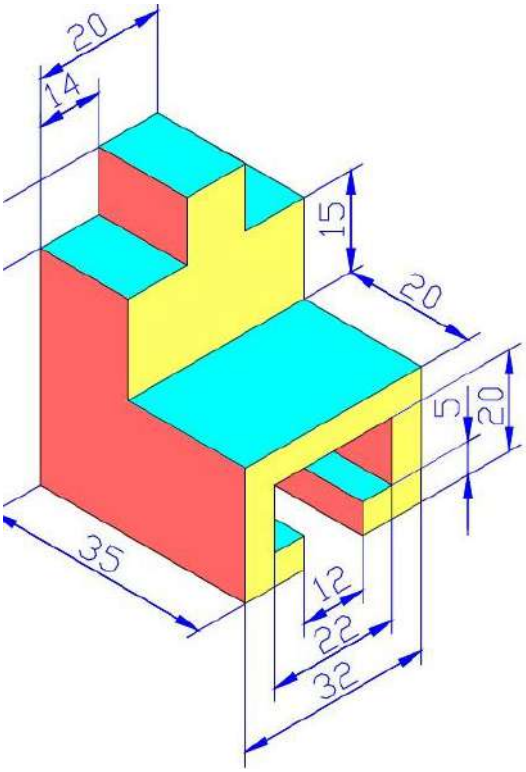
الشكل 2 - 8



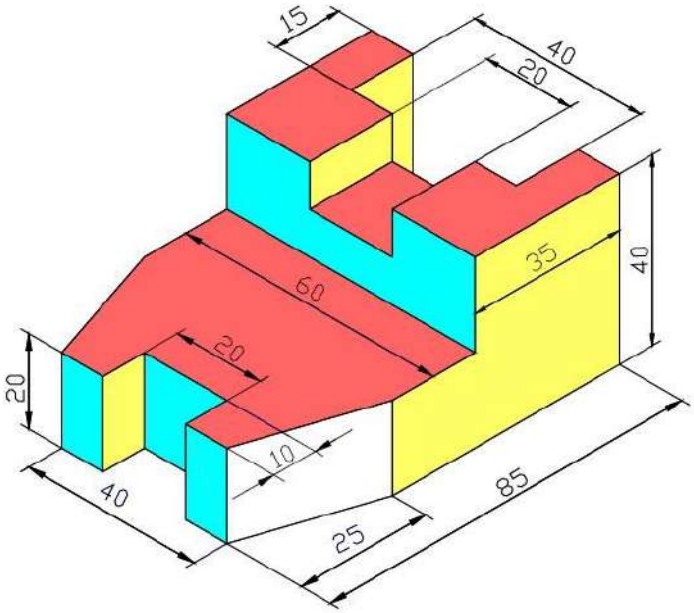
الشكل 2 - 9



الشكل 2 - 10

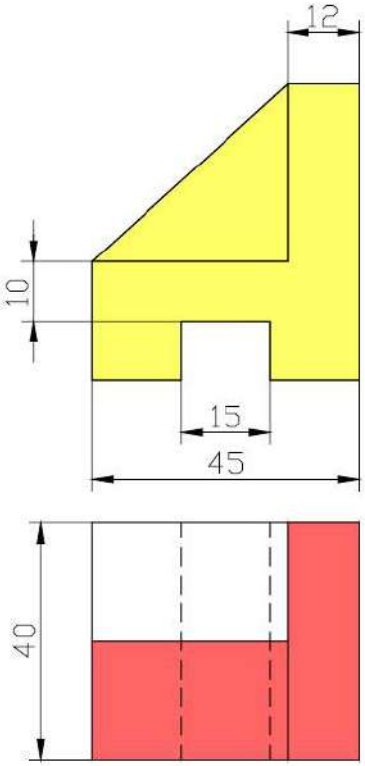


الشكل 2 - 11

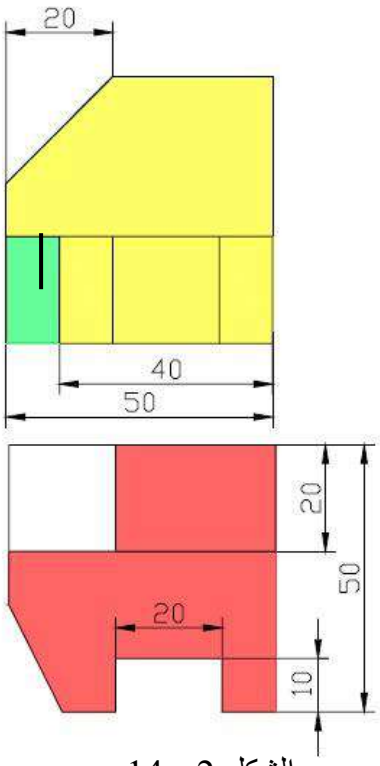


الشكل 2 - 12

س4: استنتج المسقط الجانبي في الأشكال الآتية(في حالة عدم تحديد القياس يأخذ من الشكل).

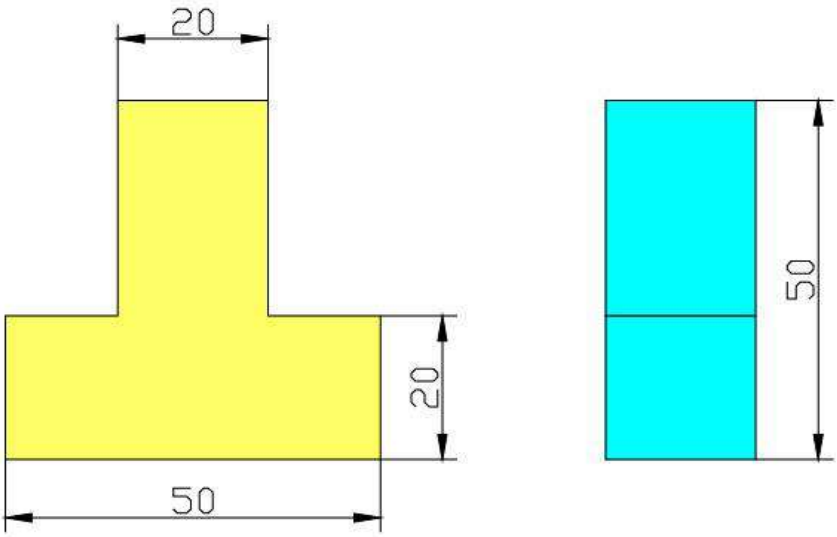


الشكل 2 – 13



الشكل 2 - 14

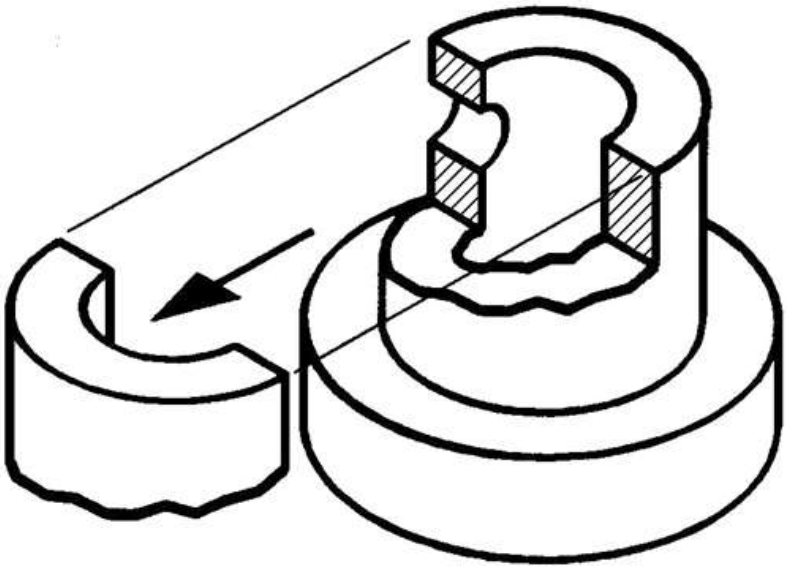
س5: استنتج المسقط الأفقي في الشكل2 - 15



الشكل 2 - 15

الفصل الثالث

رسم القطاعات



الأهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1- يعرف معنى القطاع (المقطع)وأهميتة في الرسوم الهندسية و الصناعية .

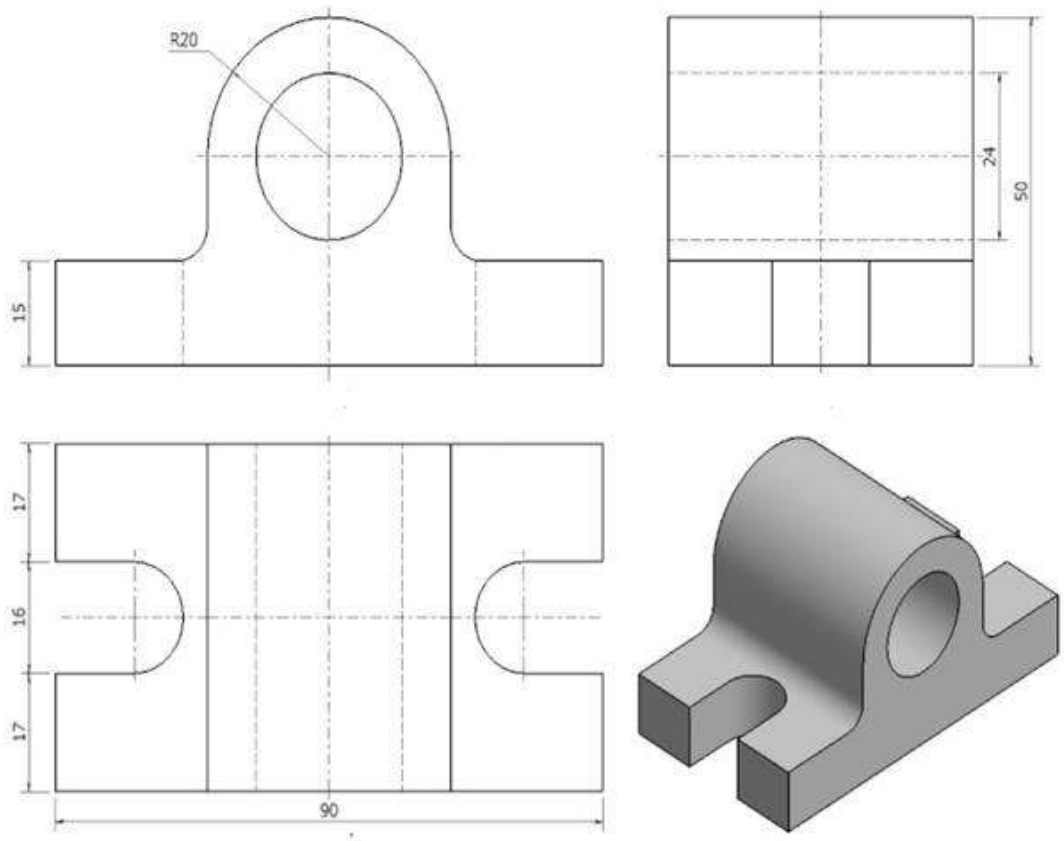
2- يميز الأنواع المختلفة للقطع .

3- يرسم خطوط القطع وخطوط التهشير .

4- يرسم المسقط والقطع المطلوب لإظهار التفاصيل الداخلية .

3-1 تمهيد

تعرفنا في الفصل السابق على طريقة تمثيل المنظور الذي يوضح الشكل الخارجي للجسم من دون إظهار أي تفاصيل داخلية أو مخفية مثل الثقوب والتجاويف بشكل واضح والتي يمكن توضيحها بتمثيلها بخطوط مخفية (متقطعة).لذلك أصبح من الضروري عند رسم الاشكال المعقدة التي تحوي على تفاصيل مثل الثقوب و الاجزاء المتراكبة التي يصعب تخيلها بالمساقط قطع الجسم بمستوي قطع وهمي لتوضيح التفاصيل الداخلية له. لاحظ الشكل (3 - 1) يحتوي على تجويف يعبر عنه في المساقط بخطوط مخفية (خطوط متقطعة) إذ تستعمل الخطوط المتقطعة لتوضيح الأجزاء المخفية البسيطة .أما المساقط التي تحوي على خطوط مخفية كثيرة ومتشابكة فإنها تصبح صعبة الفهم ولمعالجة هذه الحالة توجد طريقة لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة في رسم المساقط وتسمى هذه الطريقة بالمسقط المقطوع.



الشكل3 - 1 يوضح الجسم ومساقطه الثلاث

3 – 2 القطاع

القطع : عملية قص الجسم بمستويات معينة تشبه المنشار في عمله أو تعرف بأنهامساقط للمناظير المقطوعة توضح الاجزاء الداخلية للجسم بعد القطع التخيلي للجسم ويعتمد على مكان خط القطع ومستوى القطع للمنظور .

3 - 3 المستوي القاطع

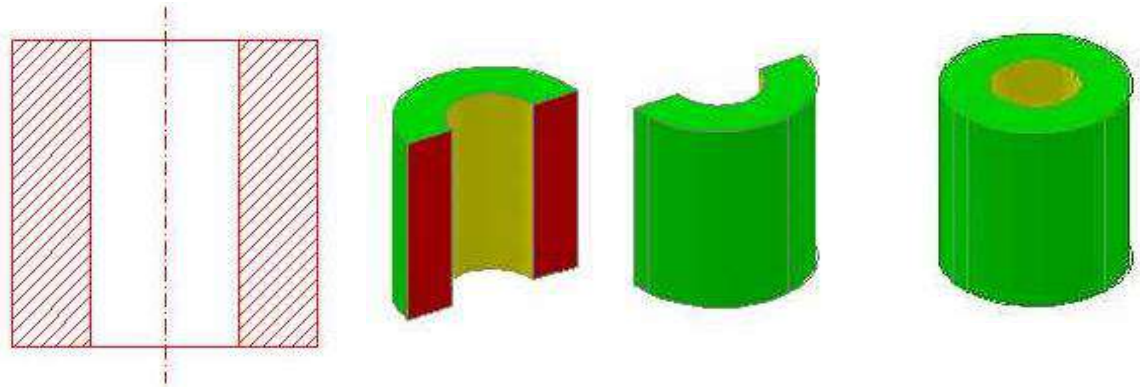
إنّ أَغراض المستوي القاطع هي :

1. معرفة التفاصيل الداخلية للأجسام حتى تصبح واضحة عند قراءة الرسومات وتَقلل الخطوط المخفية فى المسقط الواحد.
2. إظهار الاجزاء المختفية.
3. الاستغناء عن الحاجة إلى مزيد من المساقط لتوضيح جسم معين .

ولسهولة التخيل نتصور أن القطع حدث من سلاح منشار والآثار التي يتركها المنشار على السطح يعبر عنها بخطوط تهشير وعلى ذلك فتجويف الثقب لا يحتك بسلاح المنشار ولذلك يظهر بدون تهشير.

مثال 3 - 1: اسطوانة رأسية قائمة مفرغة (مثقوبة) المراد عمل قطاع رأسي (أمامي Front) لها .

لحل المثال لاحظ الشكل (3-2- أ) عبارة عن اسطوانة ستُقطع بمستوي رأسي في الشكل(3 - 2- ب).

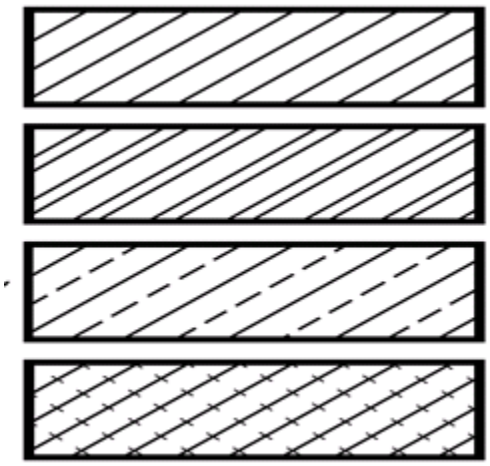


(أ) (ب) (جـ)

شكل 3 -2 اسطوانة مجوفة وقطاع أمامى من محور التماثل

يهمل النصف الأمامي ونهشر في النصف الخلفي من الشكل (3-2- ب) ويصبح كـــما في الشكل (3- 2 - جـ).

وتهشر الاماكن المقطوعة بخطوط خفيفة مائلة بزاوية°45 على خط الأفق باتجاه واحد للمساقط الثلاثة للجسم . وإذا مر القاطع بجسمين مختلفين يهشر كل جسم باتجاه مخالف للآخر . الشكل (3 - 3) يوضح انواع خطوط التهشير بالنسبة للمعادن والزجاج إذيرسم المعدن المقطوع بخطوط مائلة بزاوية °45 ومتصلة اما الزجاج فيرسم ايضا بخطوط مائلة بزاوية °45 ولكن متقطعة.

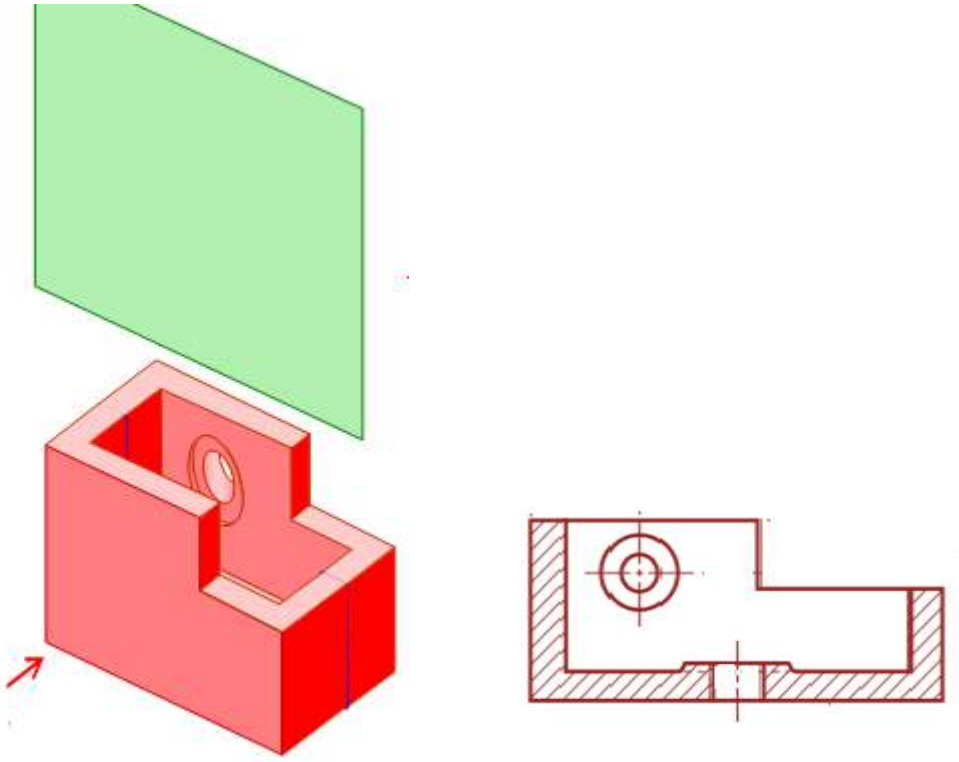


الشكل 3 - 3 انواع خطوط التهشير

3- 4 أنواع القطاعات (Types of Sections)

3 - 4 - 1 قطاع كامل (Full Section)

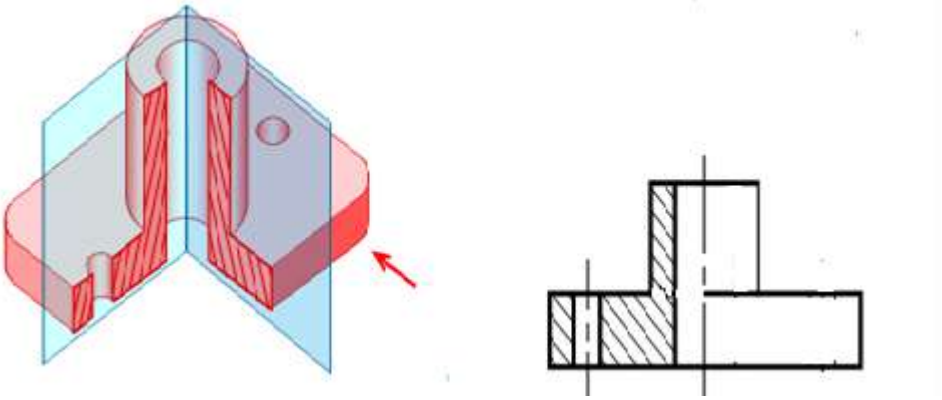
ان المسقط المقطوع الناتج من امرار مستوي القطع خلال كل الجسم يسمى بالقطاع الكامل ويمكن ان يكون المقطع الكامل في أي من المساقط الثلاث (الامامي والجانبي والأفقي) .يمر المستوي القاطع في الاشكال المتناظرة عادة خلال منتصف الجسم اما اذا كان موقع مستوي القطع في موضع شك فيجب تحديد ذلك في احد المساقط المناسبة .ويحدد موقع مستوي القطع خط متسلسل رفيع ذو نهايتين سميكتين ويكتب على القاطع حرفين لتميزه مثل AA او BB او CC والشكل(3 - 4) يمثل قطاع كامل للمسقط الأمامي .



شكل 3- 4 يمثل القطع الكامل للمسقط الامامي

3 - 4 - 2نصف قطاع Half Section

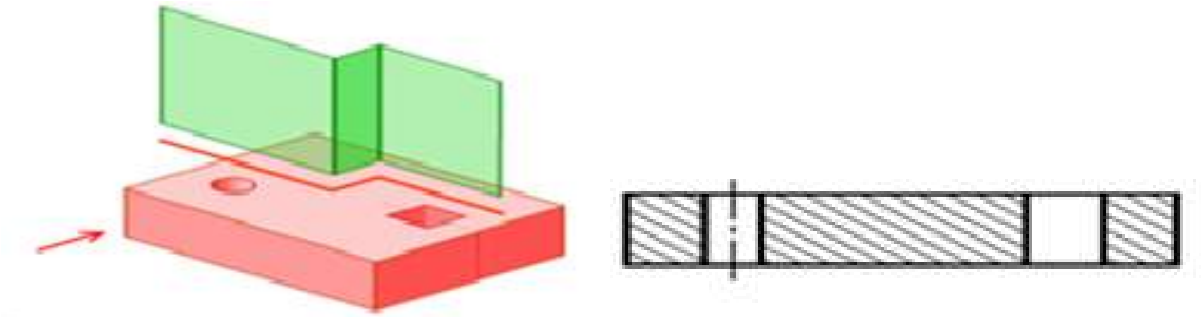
عند قطع ربع الجسم ورسم الباقي نحصل على مسقط نصف مقطوع ويسمى ايضا بالمقطع النصفي إذ يوضح المسقط المقطوع الاجزاء الداخلية فضلاً عن التفاصيل الخارجية للجسم في رسم واحد ونصفه مسقط من دون خطوط متقطعة ونصفه قطاع ويفصل بينهما خط المركز كما في الشكل(3-5) .



شكل3 - 5 نصف قطاع

3 - 4 - 3 قطاع متعرج Offset Section

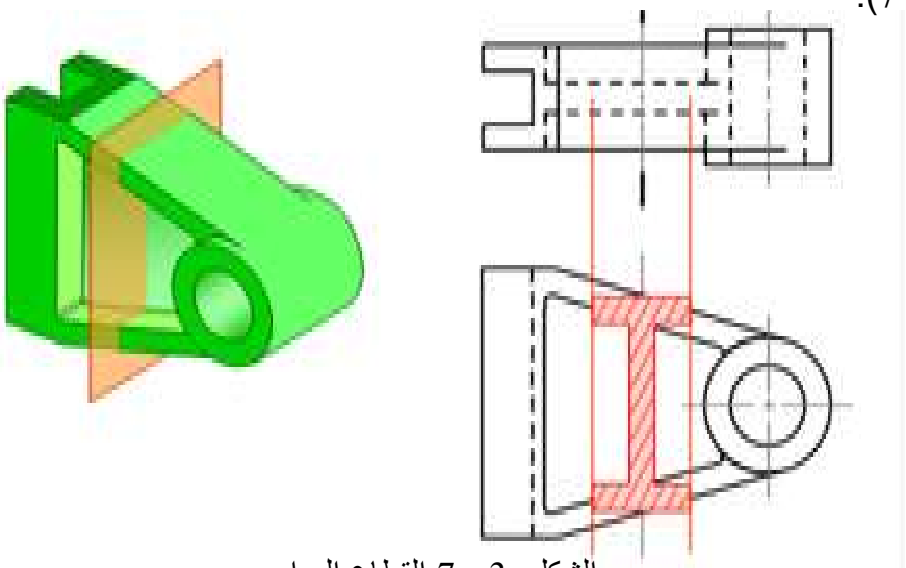
يُستعانُ به لرسم القطاعات المختلفة للشكل نفسه بازاحة خط القطع بشكل موازفيمر في مواضع ليست على استقامة واحدة والغرض منه توضيح التجاويف غير الواقعة في مستوي واحد ولا يمكن توضيحها برسم مقطع واحد يمر خلال الجسم الشكل (3 - 6) يبين مقطعاً متعرجاً للمسقط الأمامي .



شكل 3 - 6 قطاع متعرج للمسقط الامامي

3 - 4 -4 القطاع المدار (Revolved Section)

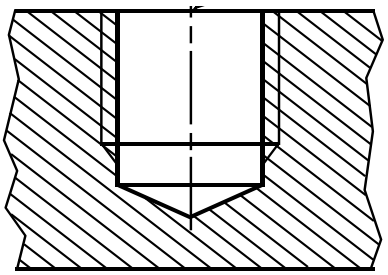
يُرسمُ على المسقط نفسه لتوضيح المقطع عند موضع معين برسم خط مركز عند موضع القطع المطلوب ويرسم القطاع حول هذا الخط لتفادي التكرار.أي رسم المساقط والقطاعات كما موضح في الشكل (3-7).



الشكل 3 - 7 القطاع المدار

3 - 4 - 5 القطاع الجزئي Partial Section

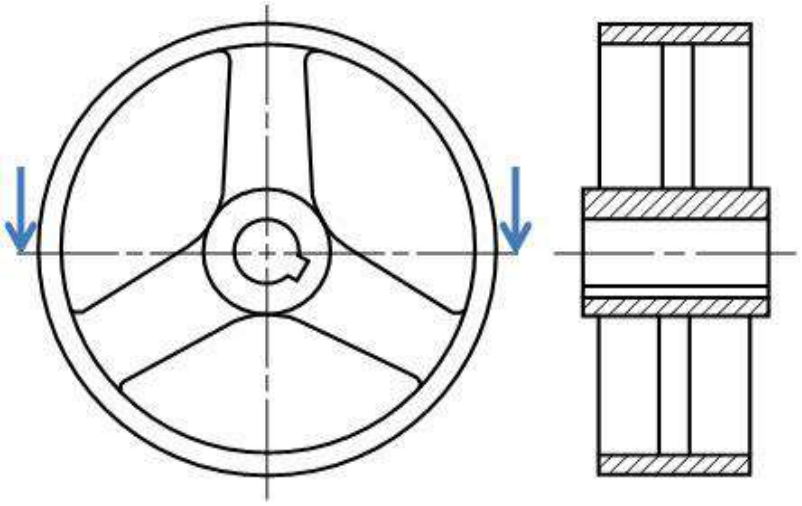
يُرسمُ على المسقط نفسه برسم خط متموج مغلق يحدد جزءا يراد توضيحه وترسم بداخله خطوط التهشير كما موضح في الشكل (3 - 8) .



الشكل 3 - 8 القطاع الجزئي

3 - 4 - 6 القطاع المزال Removed section

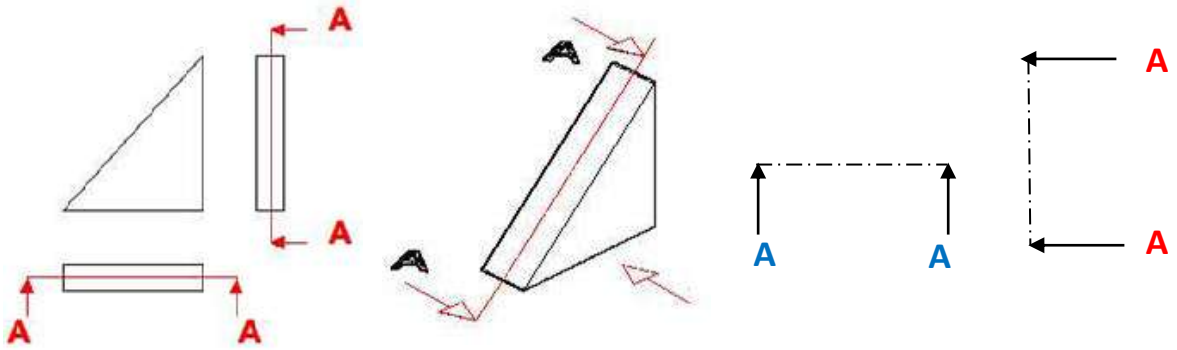
يُرسمُ بتعيين موضع القطع ولكن بخط قطع عمودي على الجزء المراد قطعه ثم رسم القطع في اتجاه المسقط نفسه او جانبه ويمكن رسم القطاع بمقياس رسم مختلف عن الجزء المراد توضيحه كما في الشكل(3 - 9) .



الشكل3 - 9 القطاع المزال

3 - 5 الاجزاء التي لا تقطع

القاطع يشير دائما إلى اتجاه القطاع فالقاطع (AA) الموضح في أدناه بالأسهم يوضح المنطقة التي سوف يجري بها القطع .شكل (3 - 10)



(ب) (أ)

شكل 3-10اتجاه القطع ورمزه والاشكال التي لاتقطع

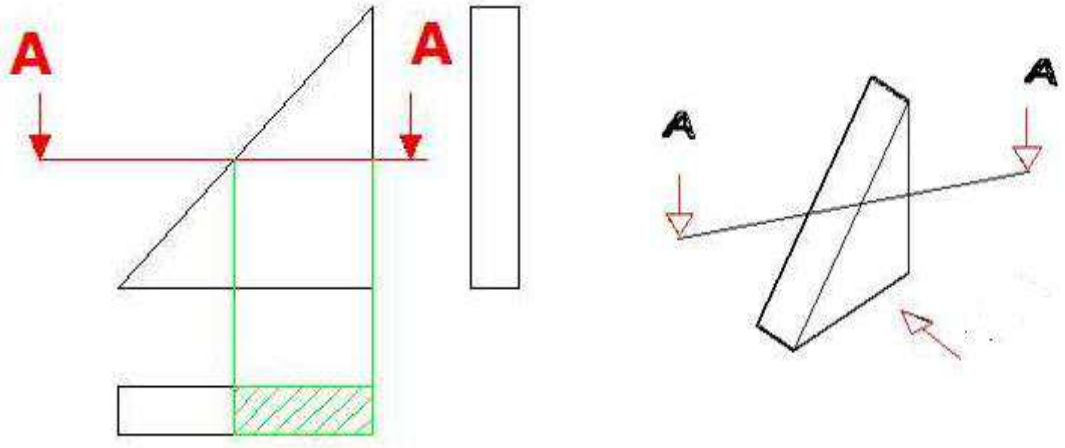
ويجوز في بعض الأحيان الإشارة الى القطع بالاسهم فقط وقد تستخدم الاحرف العربية بدلا من الانكليزية للإشارة الى مكان القطع .

1- الحالة الأولى للأجزاء التي لاتقطع

اذا مر القاطع موازيا لمحور العصب (فى أحد المستطيلين) المثلث لا يهشر .كما فـــي الشكل (3 - 10- أ)والشكل (3 - 10- ب) .

2- الحالة الثانية

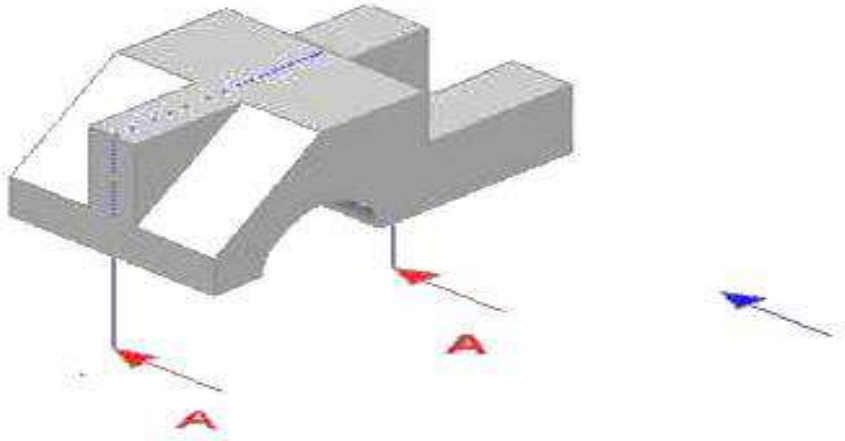
إذا مر القاطع عموديا على محور العصب (مر القاطع فى المثلث) ولكن بعد عمل حدود تهشير للعصب . وذلك بإسقاط نقطة تقاطع القاطع مع بداية العصب ونهايته على أيّ من المسقطين بحسب إتجاه السهم .كما في الشكل(3-11 - أ) والشكل(3-11 - ب) .



(أ) (ب)

الشكل 3 - 11 الاجزاء التي لا تقطع

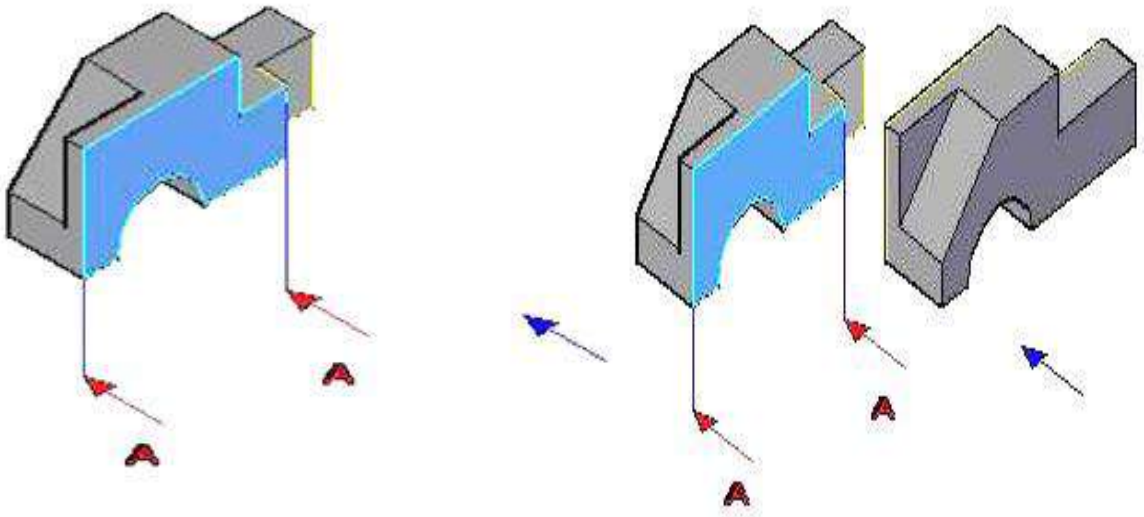
مثال 3 - 2: فى الشكل الموضح المطلوب قطاع رأسى (Front) عند AA في الشكل (3 - 12)



الشكل 3-12

الحل :

لاحظ أن إتجاه القاطع AA مع إتجاه المسقط الرأسي نفسه (Front) يعنى ذلك اننا سوف نقسم المنظورللمسقط الامامي على نصفين ويحذف القسم الامامى ويترك القسم الاخر كما موضح في الشكل (3-13- أ) و الشكل (3-13- ب) .



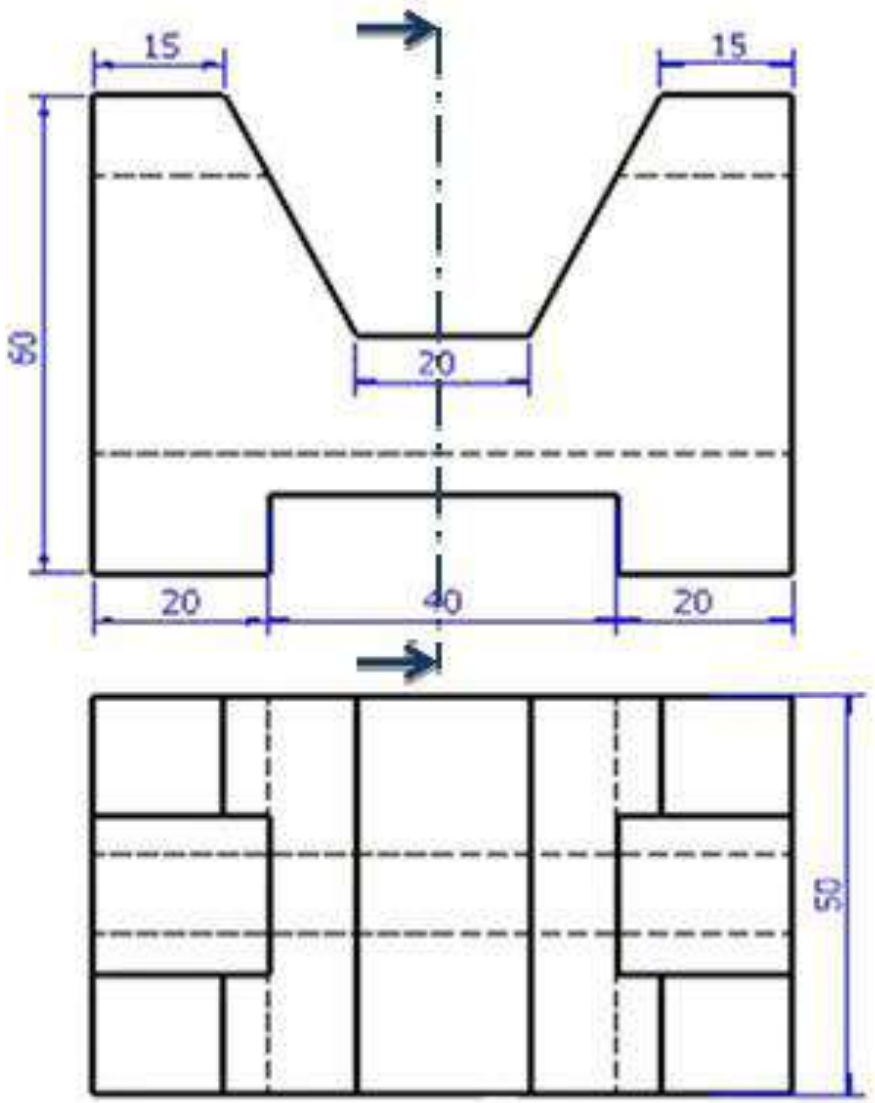
(أ) (ب)

الشكل 3-13 يوضح القطع الرأسي

أسئلة الفصل الثالث

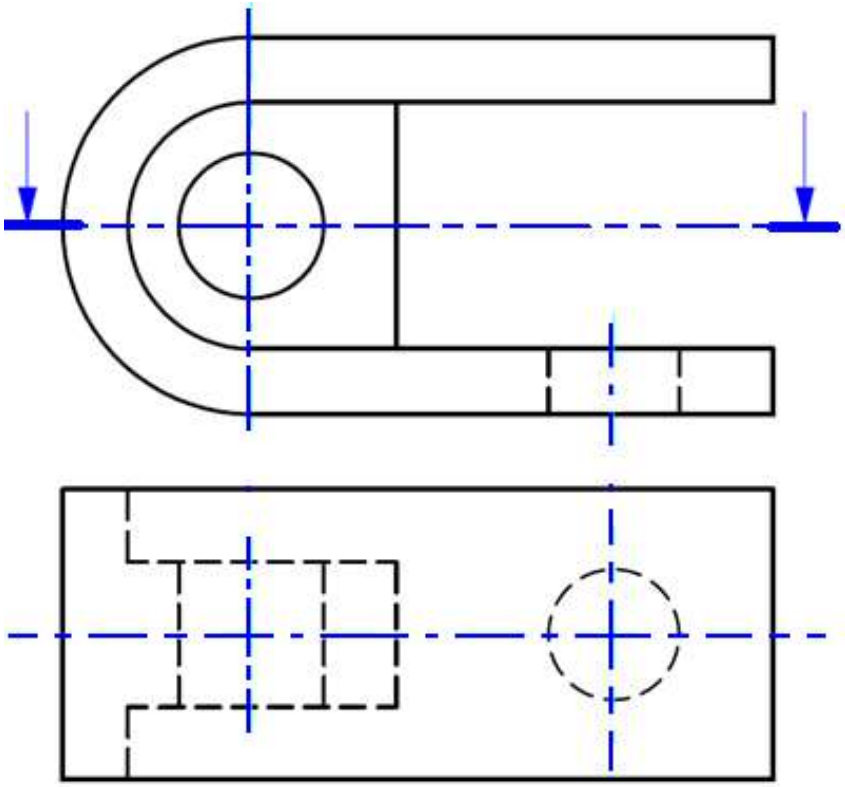
س1: في الاشكال (3 - 14)، (3 - 15)، (3 - 16)ارسم اللوحات الآتية بمقياس رسم مناسب (تؤخذ الابعاد من الرسم في حالة عدم تعيينها على الرسم) مع الاخذ بنظر الاعتبار المطلوب أمام كل لوحة .

أ- أعد رسم المسقطين واستخرج المقطع الجانبي.



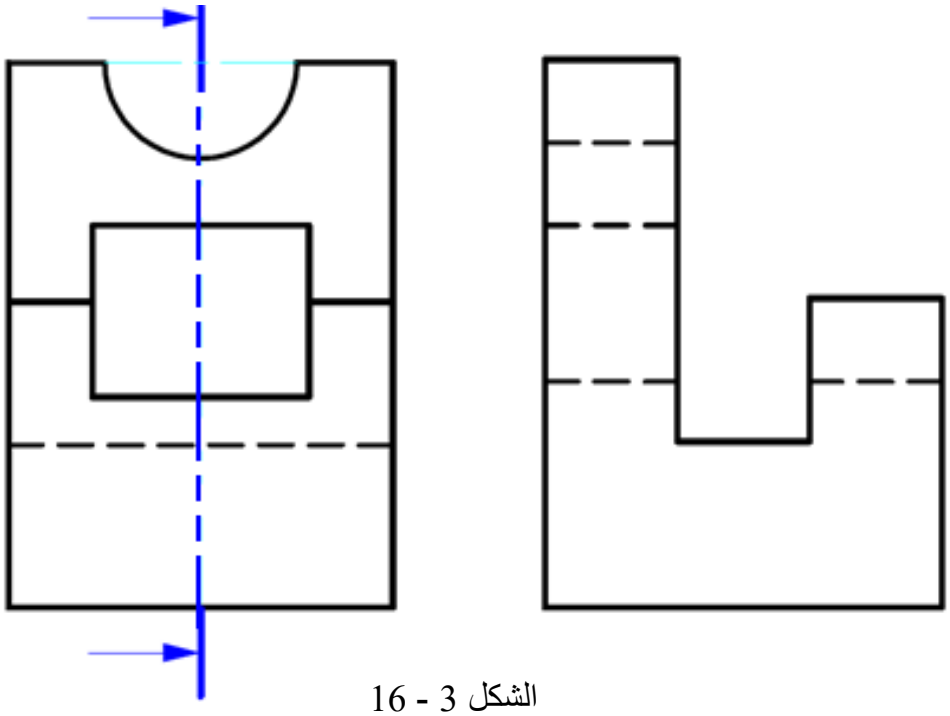
الشكل 3 - 14

ب- أعد رسم المسقطين واستخرج المسقط الجانبي والمقطع الافقي.



الشكل 3 - 15

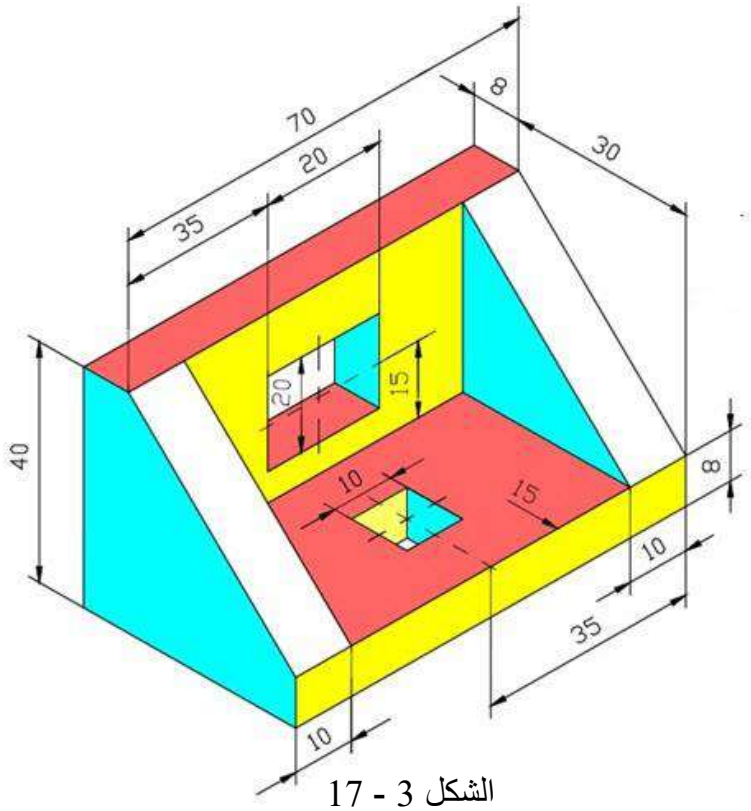
جـ - أعد رسم المسقطين واستخرج المسقط الافقي والمقطع الجانبي.



الشكل 3 - 16

س2: الشكل (3 - 17) يبين منظوراً هندسياً ، المطلوب رسم الآتي :

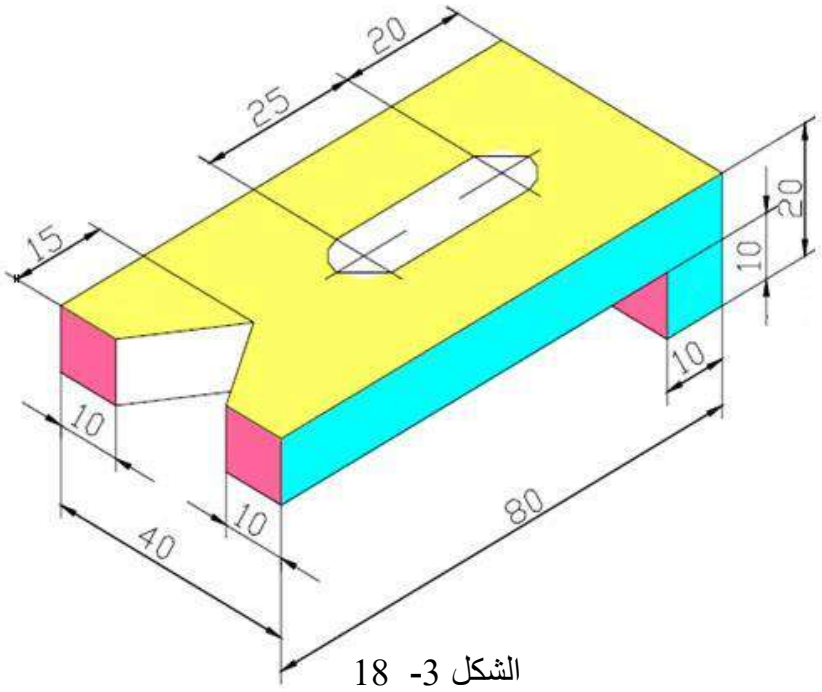
1- المسقط الرأسي 2- المقطع الجانبي 3- المسقط الأُفقي.



الشكل 3 - 17

س3 : الشكل (3 - 18) يبين منظوراً هندسياً ، المطلوب رسم الآتي :

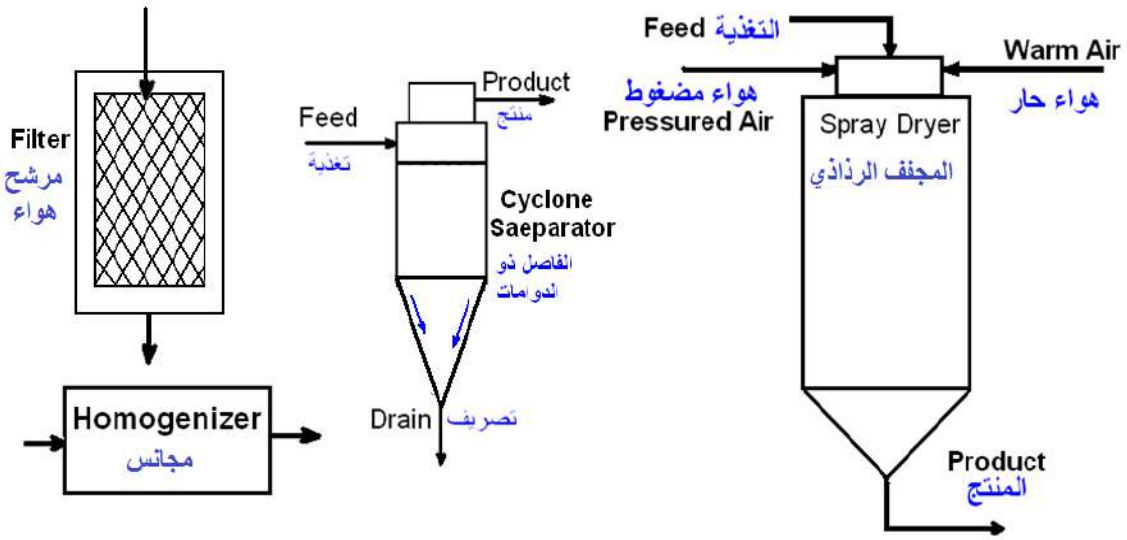
1- المقطع الرأسي 2- المسقط الجانبي 3- المسقط الافقي.



الشكل 3- 18

الفصل الرابع

الرموز العالمية للأجهزة شائعة الاستعمال في الصناعات البتروكيمياوية



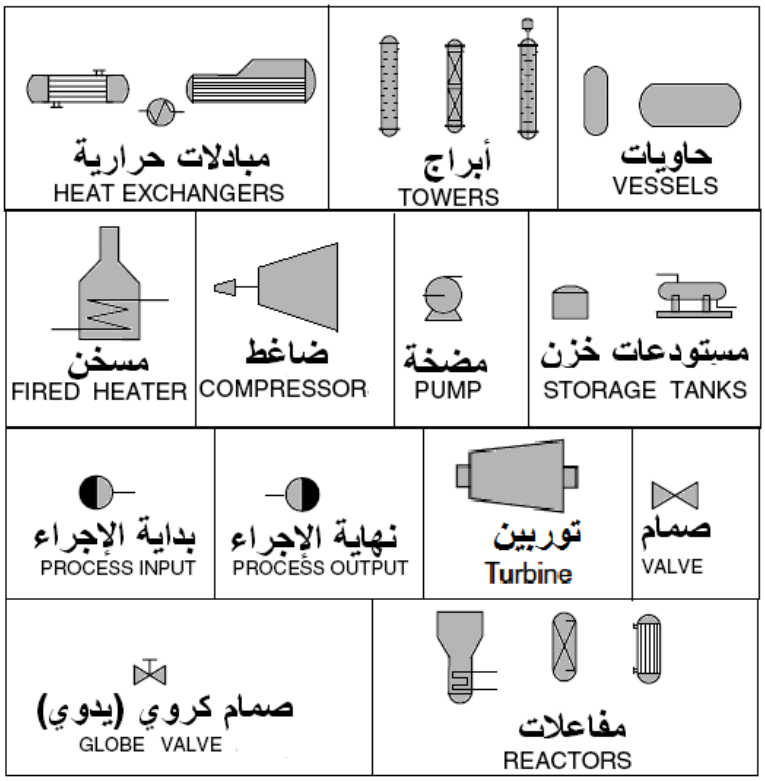
الاهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

1. يميّز رموز العمليات الصناعية.
2. يستعمل مخططات العمليات الصناعية والمعلومات التي تحتويها.
3. يرسم الرموز المستعملة في مخططات العمليات الصناعية.

4 - 1 تمهيد

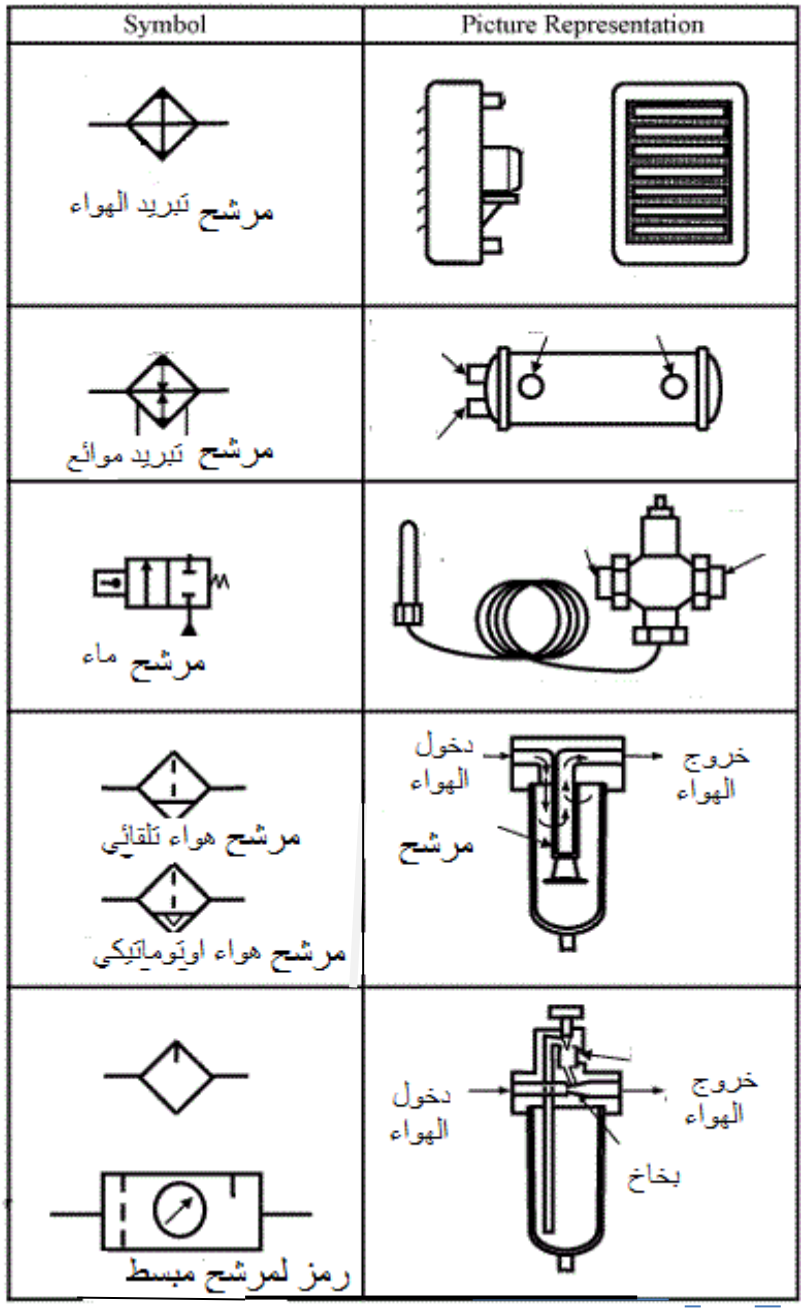
تستعمل الرموزفي المخططات للدلالة على أجهزة ومعدات صناعية تصل بينها الخطوط الناقلة للمواد الأولية والصناعية المستخدمة في تصنيع المواد البتروكيمياوية وقد اتفق على رموز ثابتة على وفق النظام العالمي ISO(International Organization For Standardization) لكي تكون مفهومة للمعنيين كافة،فضلاً عن المصمم والمنفذ والفني وبشكل موحد من دون اللجوء إلى استعمال اللغات المختلفة للتعبير عن الحالة الهندسية المطلوبة ،كالمضخات ،الضاغطات ،الغلايات ،المبخرات ،أبراج التبريد ،وصمامات التحكم ....الخ،الشكل (4 -1)يبين رموز البعض المعدات الصناعية. في هذا الفصل سنتناول اهم الاجهزة المستخدمة في المصانع البتروكيمياوية .



الشكل4 – 1 رموز لبعض المعدات الصناعية

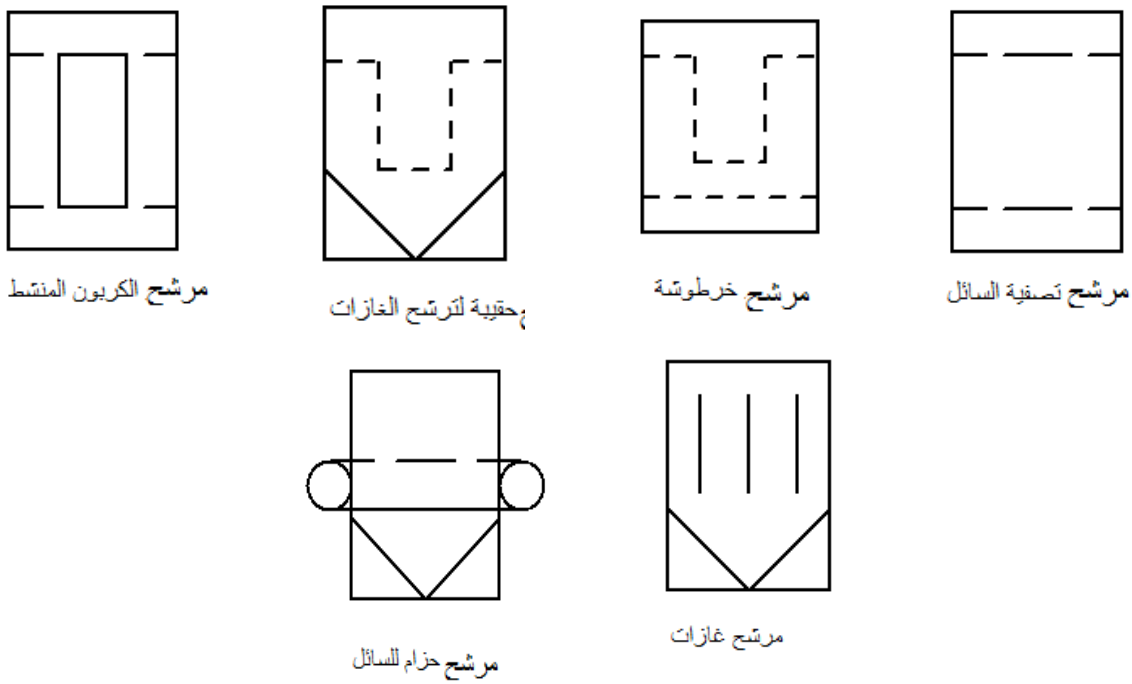
4 - 2 أنواع المرشحات Types of filters

الترشيح هو عملية فيزيائية تستخدم لفصل المواد الصلبة من الموائع (السوائل أو الغازات) بواسطة وسيلة عن طريقها فقط يمكن أن تمر السوائل. ويستخدم الترشيح أيضا لوصف بعض العمليات البيولوجية ، ولاسيما في مجال معالجة المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي التي يتحقق فيها إزالة المكونات غير المرغوب فيها وفي أدناه الرموز العالمية لبعض أجهزة الترشيح المستخدمة في الصناعات البتروكيمياوية .



الشكل 4 - 2 رموزبعض المرشحات

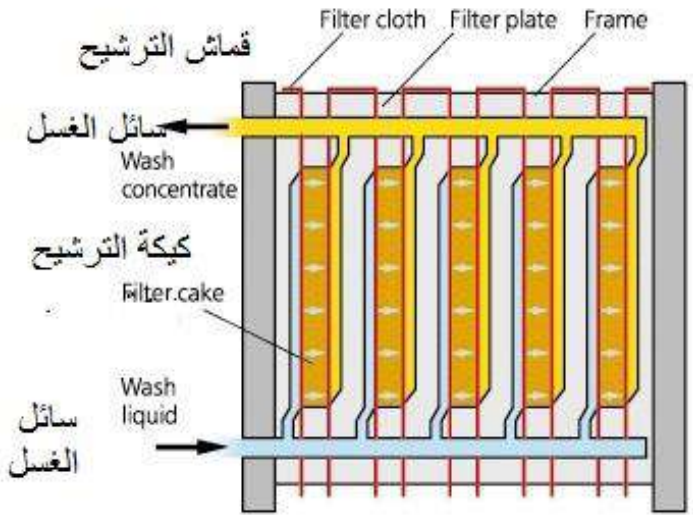
ويبين الشكل (4 - 2 - أ) بعض المرشحات البسيطة والتي تستخدم في العمليات الصناعية البتروكيمياوية ليتعرف الطالب عليها وعلى رسمها .



الشكل 4-2-أ

الشكل 4 - 2 - ب يبين مرشحات الهواء المضغوط التلقائي والاتوماتيكي

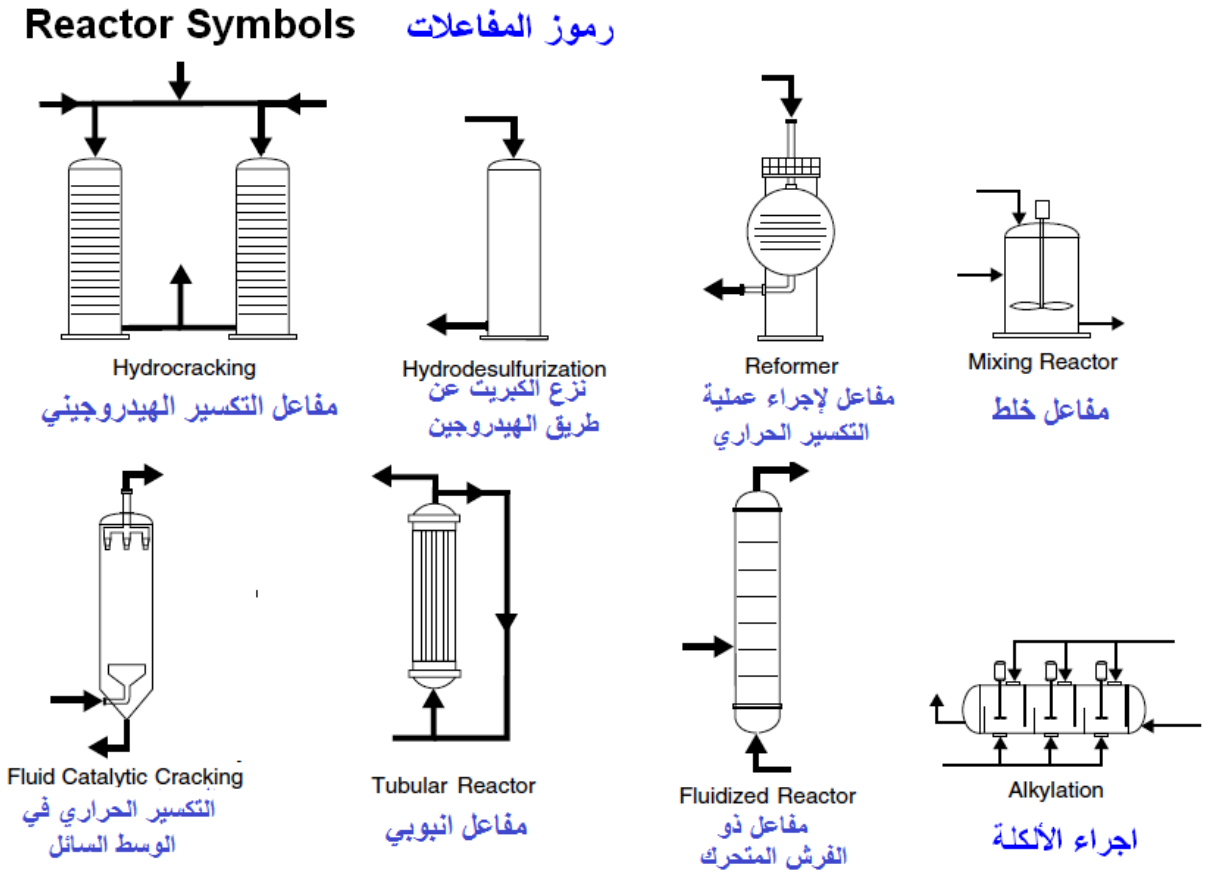
يبين الشكل (4 - 2- جـ)الترشيح بالضغط باستخدام قماش الترشيح .



الشكل 4 - 2 - جـ (للاطلاع)

4 - 3 رموز المفاعلات (Reactors Symbols)

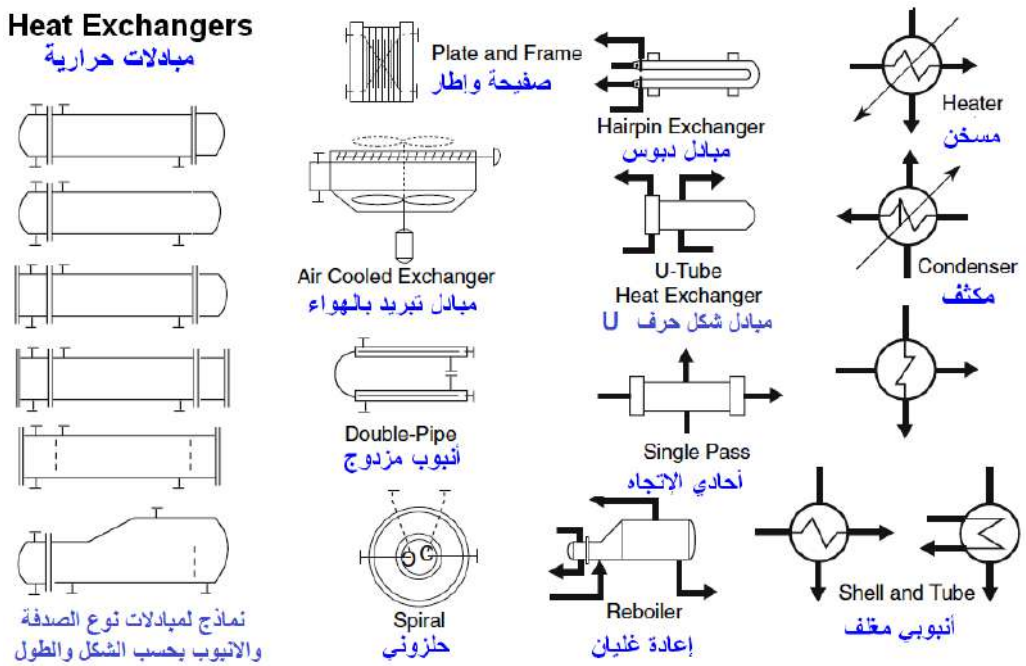
يبين الشكل (4 - 3) بعضاً من الرموز القياسية للمفاعلات التي تكون على شكل حاويات أوأوعية متعددة الأنابيب ،وتصنّف المفاعلات على مفاعلات الدفعة (Batch) ،مفاعلات نصف الدفعة (Semi batch) أو المفاعلات المستمرة (Continuous) والغرض الرئيس من استعمال المفاعلات هو إنجاز التفاعلات الكيماوية بالشكل الأمثل من أجل الحصول على منتجات بالمواصفات المطلوبة .



الشكل4 - 3 رموز المفاعلات.

4 - 4 رموز المبادلات الحرارية Heat Exchangers Symbols

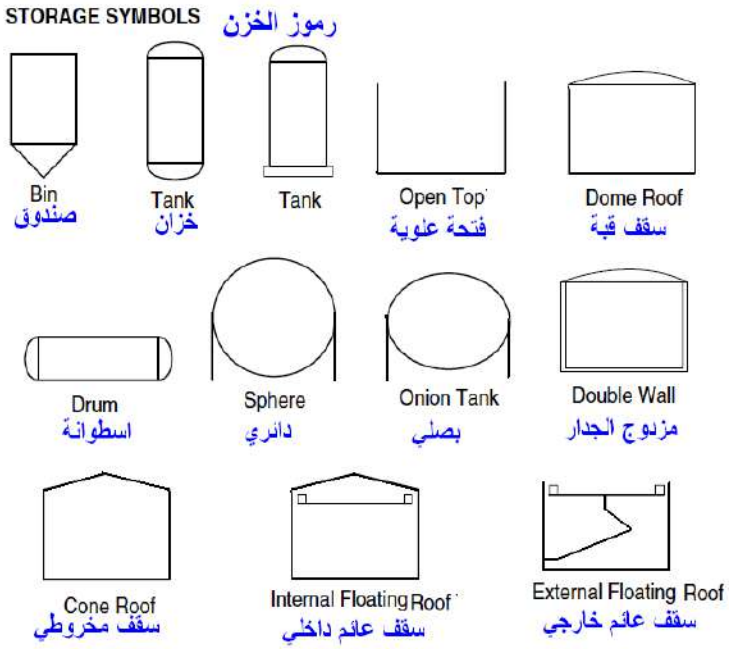
المبادلات الحرارية من المعدات الصناعية التي تستعمل لنقل الطاقة الحرارية بين مائعين لكل منهما استعمال محدد في العملية الإنتاجية ،تعمل بمبدأ التبادل الحراري بالتوصيل والحمل (Conductive and Convective)،و يبين الشكل (4 - 4) الرموز القياسية لمختلف الأنواع المستخدمة في مخططات العمليات الصناعية ،ويشير اتجاه الأسهم في بعض الرموز إلى نوع عملية التبادل الحراري،فالسهم الصاعد يدل على التبريد أما السهم النازل فيدل على التسخين.



الشكل4 - 4 رموز المبادلات الحرارية.

4 - 5 رموز الخزانات (Storages Symbols)

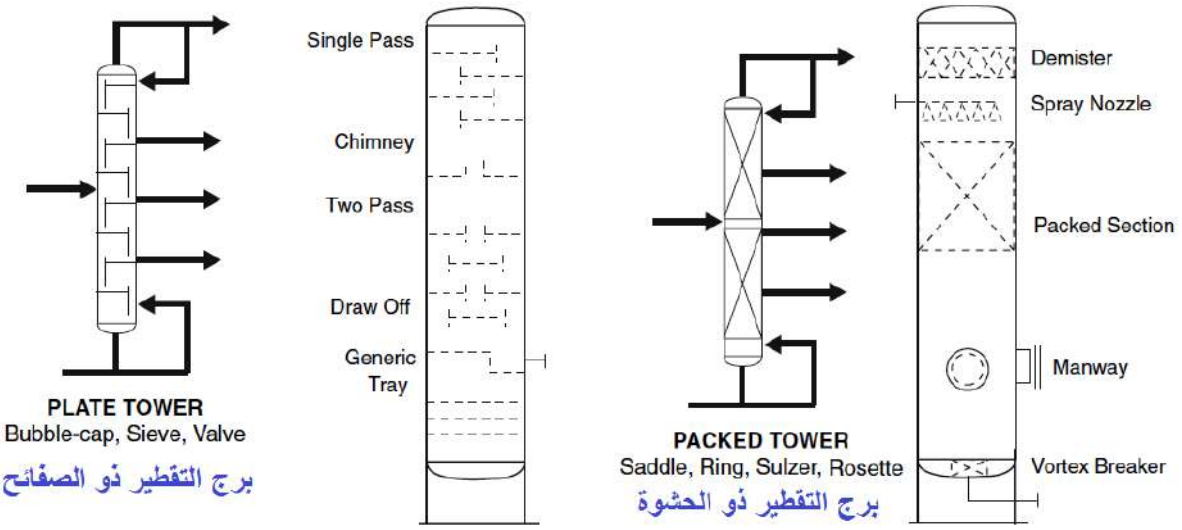
تستعمل الخزانات في المعامل لتجهيز المواد الأولية وخزن المنتج وتختلف رموز الخزانات تبعاً لنوع استعمالها، ويبين الشكل (4 - 5) أنواع الرموز القياسية للخزانات المستعملة في مخططات عمليات التدفق.



الشكل 4 - 5 رموز الحاويات المستعملة في الخزن

4 - 6 رموز الأبراج(أبراج التقطير) (Distillation Columns Symbols)

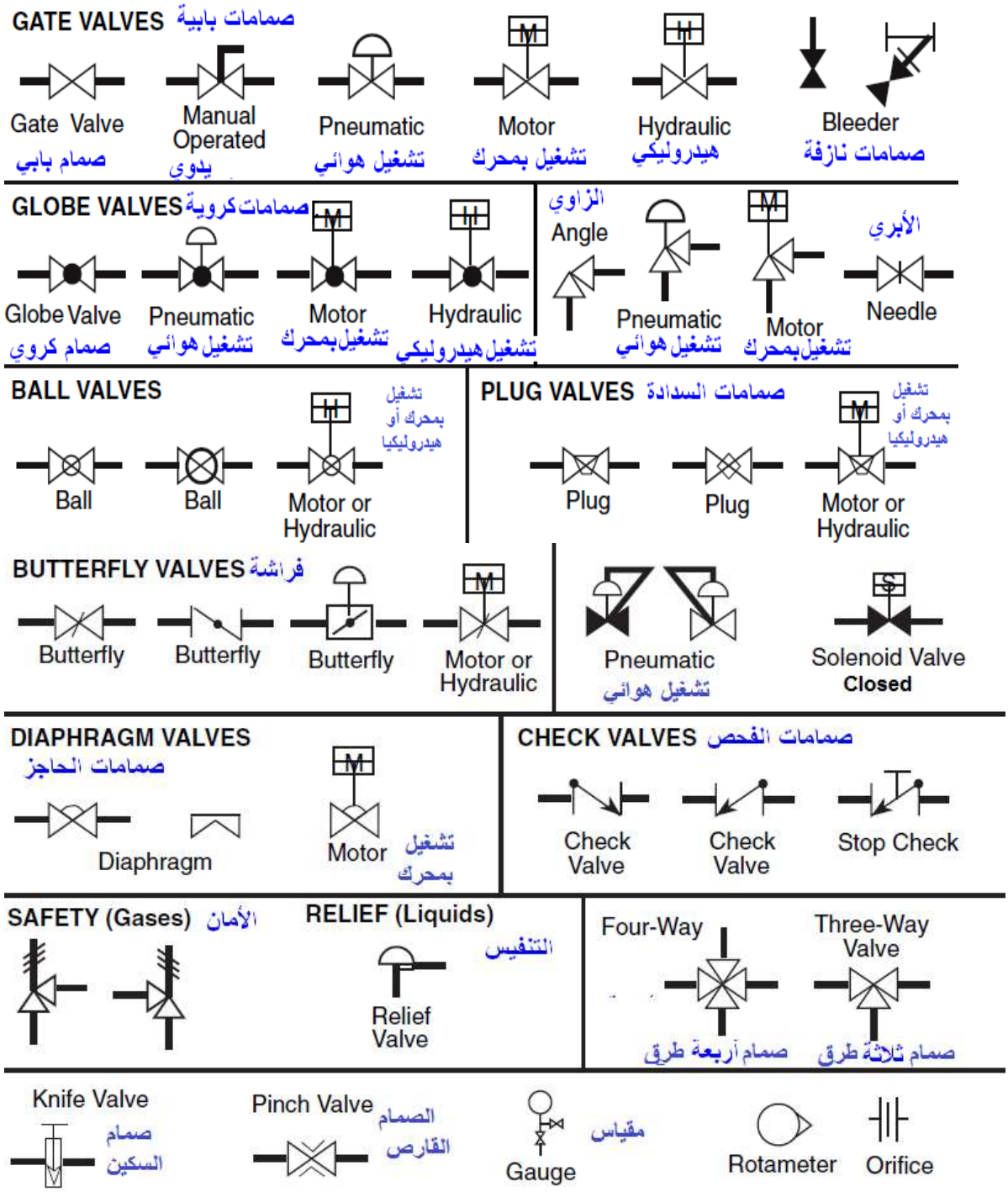
التقطير عملية فصل المكوّنات المختلفة لخليط بالاستناد إلى الاختلاف في درجات غليان هذه المكونات ،وهناك نوعان رئيسان من أعمدة التقطير،النوع الأول : أعمدة التقطير ذات الصفائح (Plate Type) والنوع الثاني: أعمدة التقطير ذات الحشوة (Packed Type)،ويوضح الشكل (4 - 6) رموز أبراج التقطير.



الشكل4 - 6 رموز أبراج التقطير.

4 - 7 رموز الصمامات (ValvesSymbols)

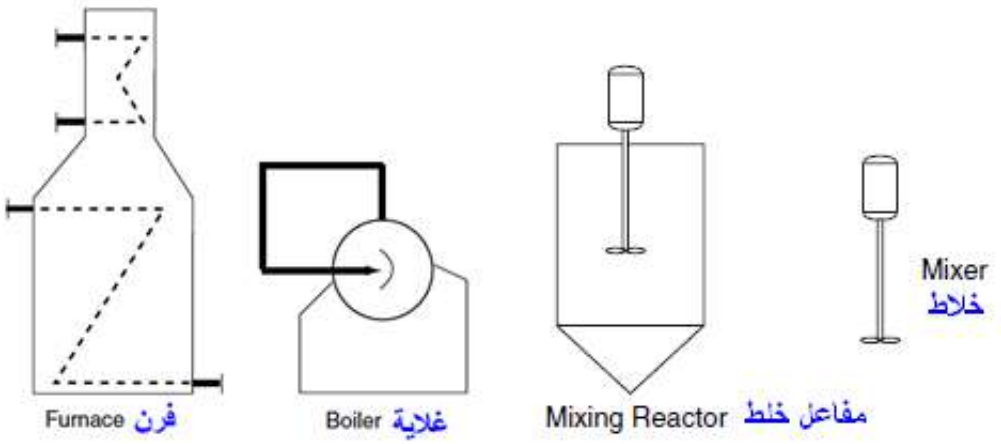
تستعمل الصمامات للسيطرة على تدفق المواد المنقولة عبر الأنابيب في العمليات الصناعية ،ويبين الشكل (4 - 7)الأنواع المختلفة للصمامات مثل ذات البوابة (Gate Valves) والكروية (Globe) وغيرها ،وطريقة التعبير عن طريقة تشغيلها بواسطة الرموز (يدوياً،محرك كهربائي ،قوة الهواء ،أو بالقوى الهيدروليكية).



الشكل4 - 7 رموز الصمامات.

4 - 8 رموز المراجل والأفران (Furnaces and Boilers Symbols)

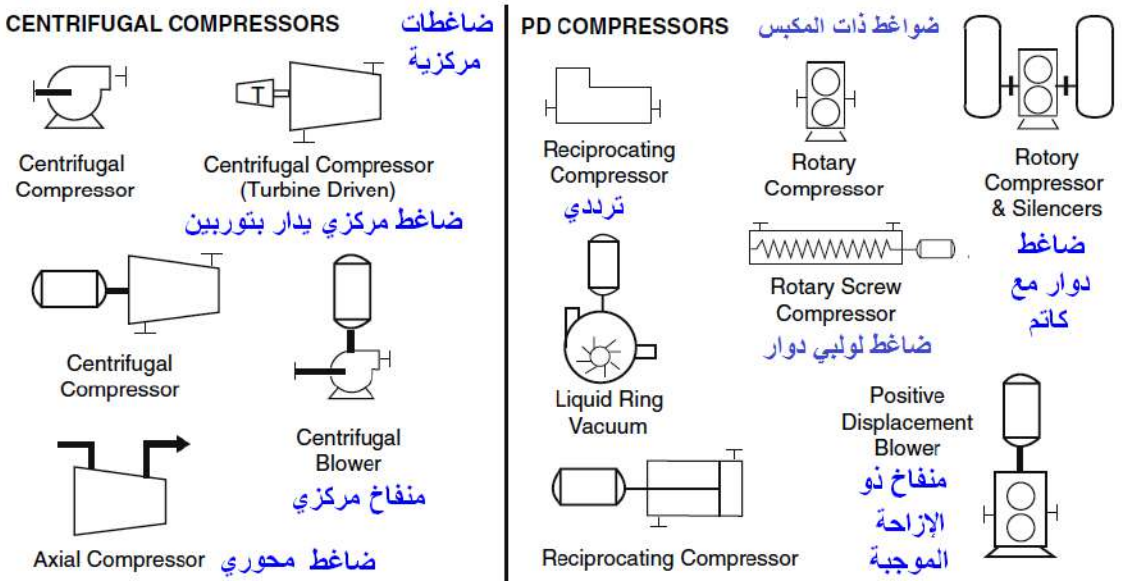
يبين الشكل (4 - 8) الرموز القياسية للفرن والغلاّية والفتحات التي تدخل فيها المادة المتدفقة ،فضلاً عن تمثيل الخلاط بالرموز ،علماً أن المصمم يمكن أن يغيّر من الشكل بحسب تصميم الأجهزة الفعلية.



الشكل4 – 8 رموز الفرن ،الغلايّة ،والخلاط

4 - 9 رموز الضواغط و التوربينات (Compressors& Turbines Symbols)

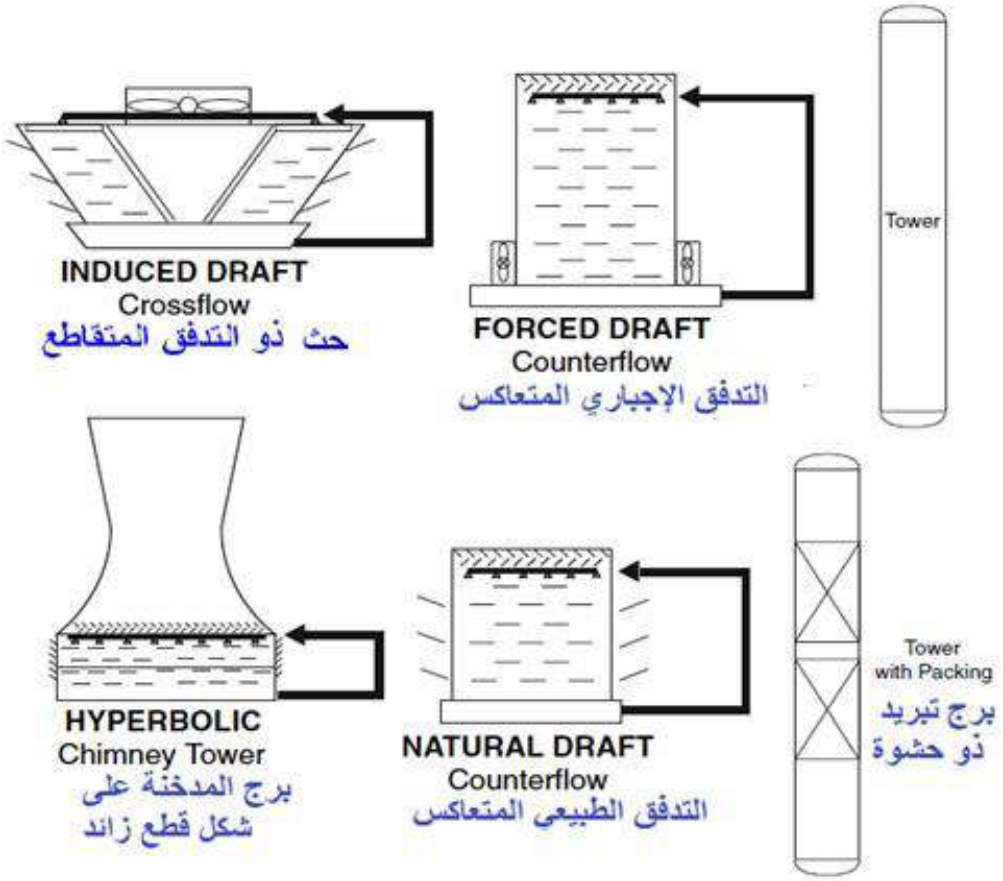
معدات صناعية تعمل بالطاقة الكهربائية تعمل على رفع ضغط الغازات (كالهواء الجوي) مما يزيد من طاقته ،ثم ضخه بكميات إلى منظومة تعمل بالهواء المضغوط لتحرير تلك الطاقة إلى تطبيق محدد في العمليات الصناعية ،وتعمل بمبدأ الإزاحة الموجبة أو الحركية (Positive or Dynamic Displacement) ، ويكون رمز الضاغط عادة أكبر من رمز المضخة (Pump) ،وفي الضواغط الطاردة المركزية متعددة المراحل ،فإن تطبيق الرمز من اليسار إلى اليمين يدل على ضغط المائع قبل تحريره ،هذا عندما يقارن مع التوربين والذي يصور الإجراء المعاكس إذ يتمدد المائع ذو درجة الحرارة والضغط العاليين فيه لتحرير الطاقة وتحويلها إلى حركة دورانية ،وفي التطبيقات الحديثة للرموز يتبين ربط رمز المحرك مع المضخة أو مع الضاغط أو الخلاط ، ويبين الشكل (4-9) الأنواع المختلفة للضواغط.



الشكل4 - 9 رموز الضواغط.

4 - 10 رموز أبراج التبريد (Cooling Towers Symbols)

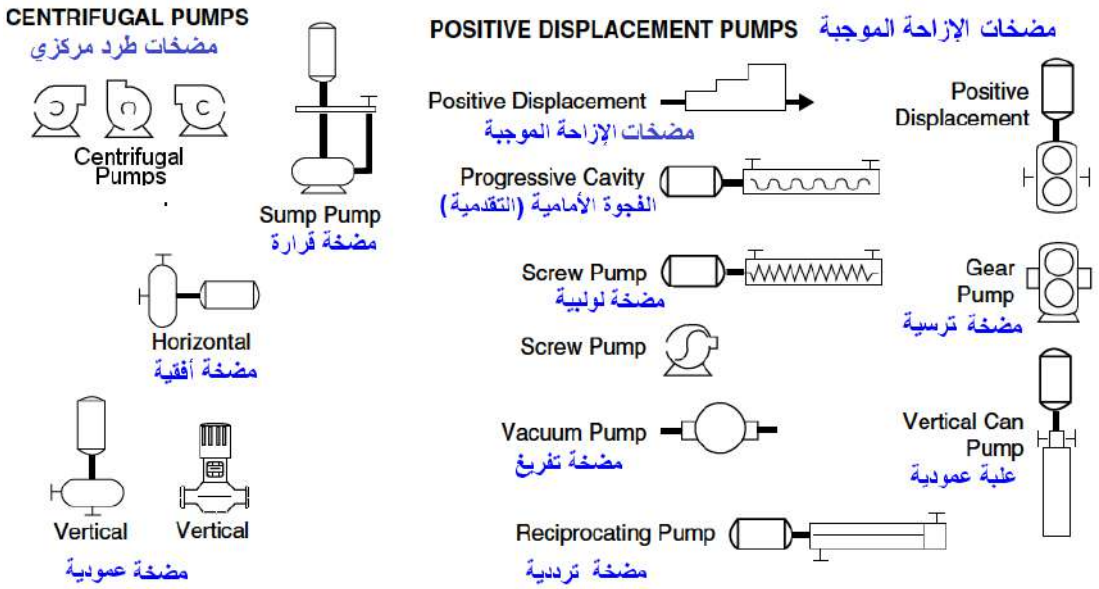
هي معدات صناعية تستخدم في الخطوط الإنتاجية لنقل الطاقة الحرارية (كوظيفة المبادلات الحرارية) باستعمالها مبدأ التبخير ، يبين الشكل (4 - 10) الرموز القياسية لأنواع مختلفة من أبراج التبريد ،إذ يتدفّق المنتج المبرّد خارج قاع البرج ومن ثَمّ إلى وحدات التشغيل ،بعدها يعود الماء الحار إلى نقطة محددة في مكان فوق فتحة المليء ،لكن الرمز لايوضح كلّ المكوّنات المختلفة لعملية التبريد الحاصلة في البرج.



الشكل - 10 رموز أبراج التبريد.

4 -11 رموز المضخات Pumps Symbols

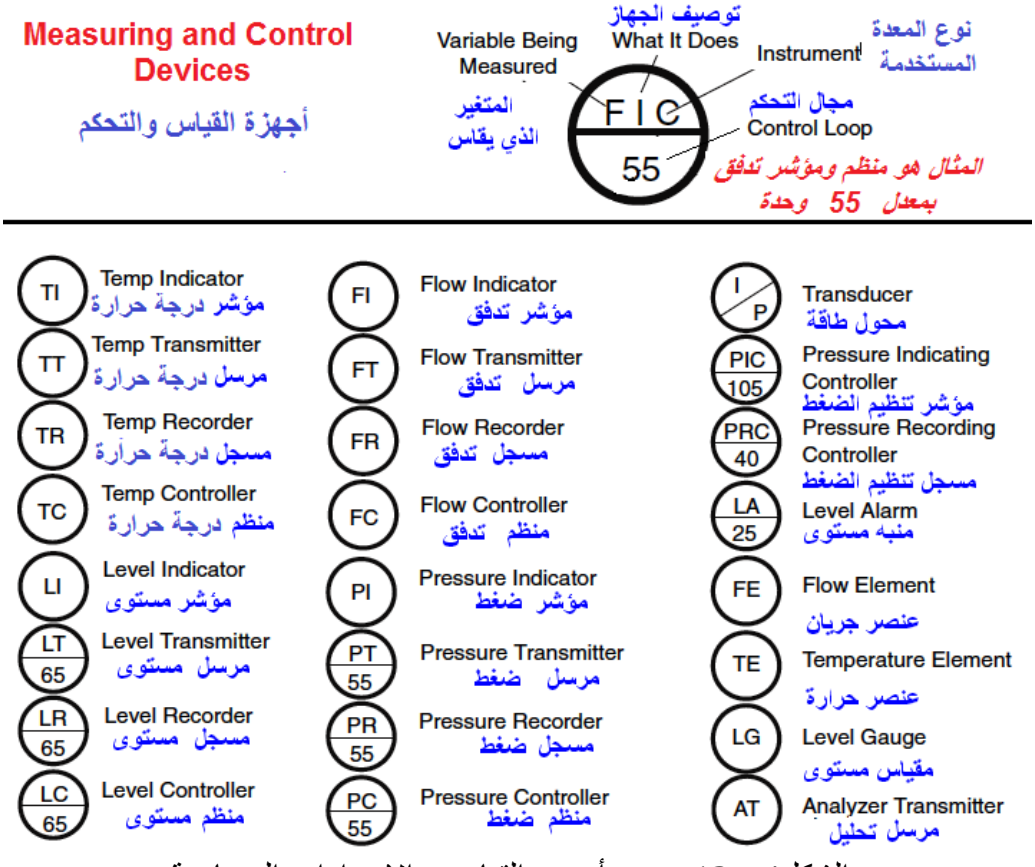
تستعمل المضخات لنقل السوائل من معدة إلى أخرى، وتكون رموز المضخات عادة عمودية في مخططات العمليات الصناعية ،ويبين الشكل (4 -11) الرموز الأساسية للمضخات.



الشكل4 -11 رموز المضخات.

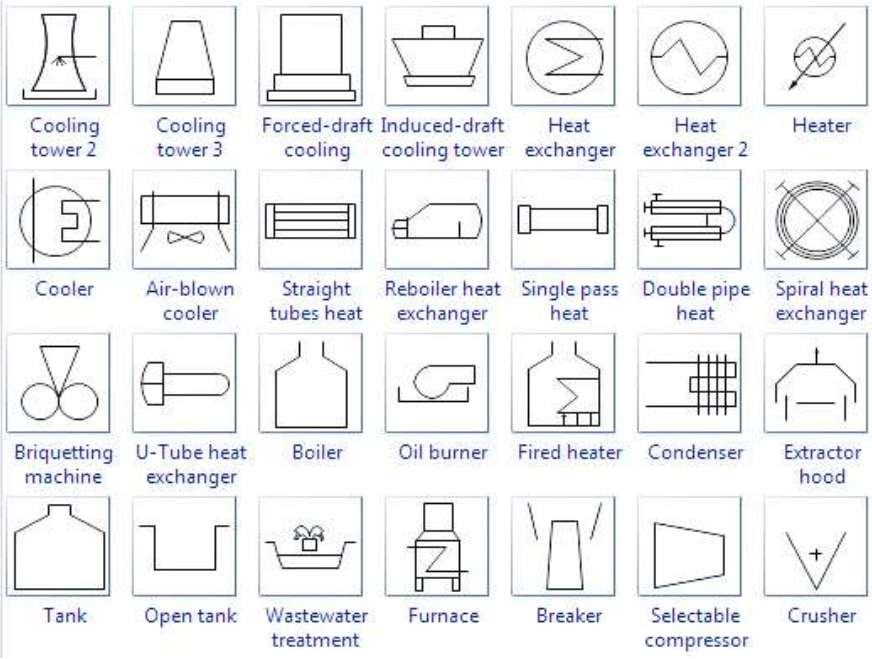
4 - 12 رموز أجهزة القياس والتحكم Measuring and Control Devices Symbols

تتضمن المخططات التفصيلية للعمليات الصناعية بعضاً من رموز أجهزة القياس و الاستشعار والسيطرة ،والتي تكون على شكل دائرة تكتب داخلها مختصرات لنوع القياس و أداته (الحروف الأولى)، ويبين الشكل (4 - 12) الرموز القياسية لتلك الأجهزة ومعاني الحروف الدالة عليها.



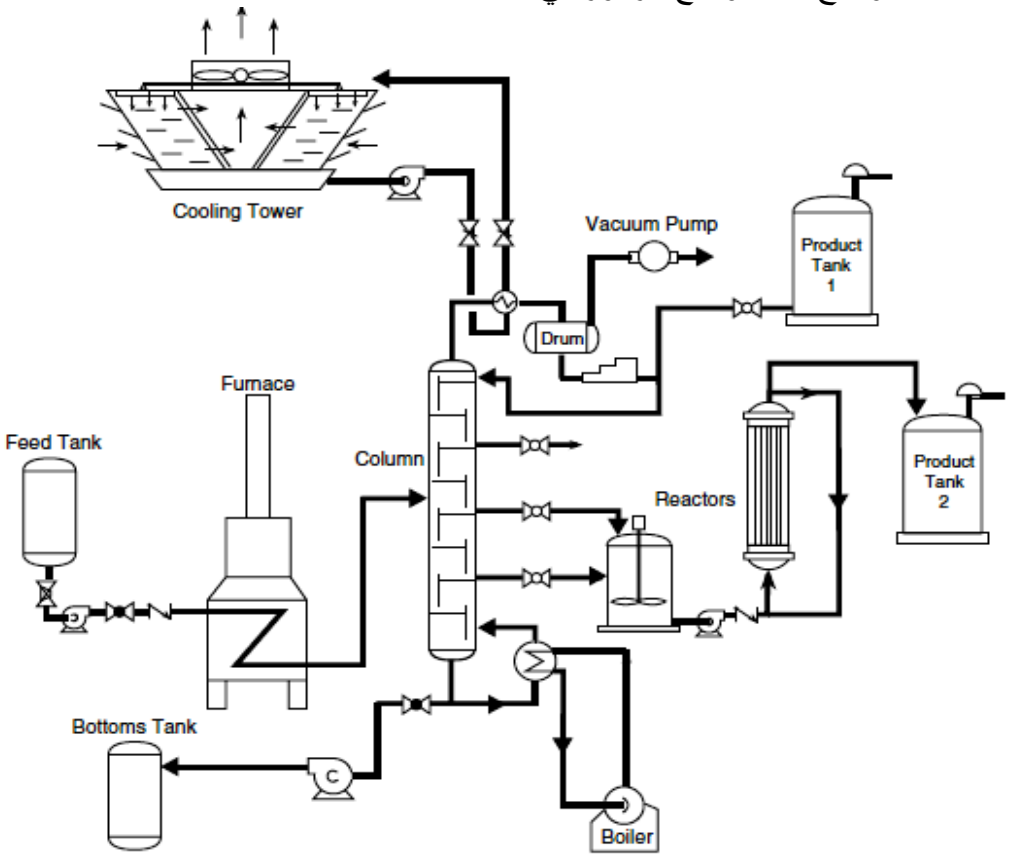
الشكل4 - 12 رموز أجهزة القياس و الاجراءات الصناعية.

والشكل(4 - 13) يبين بعض الرموز التي تم اختيارها من جداول الرموز اعلاه ليتسنى للطالب رسمها بعد الاطلاع على المجاميع المختلفة من الرموز

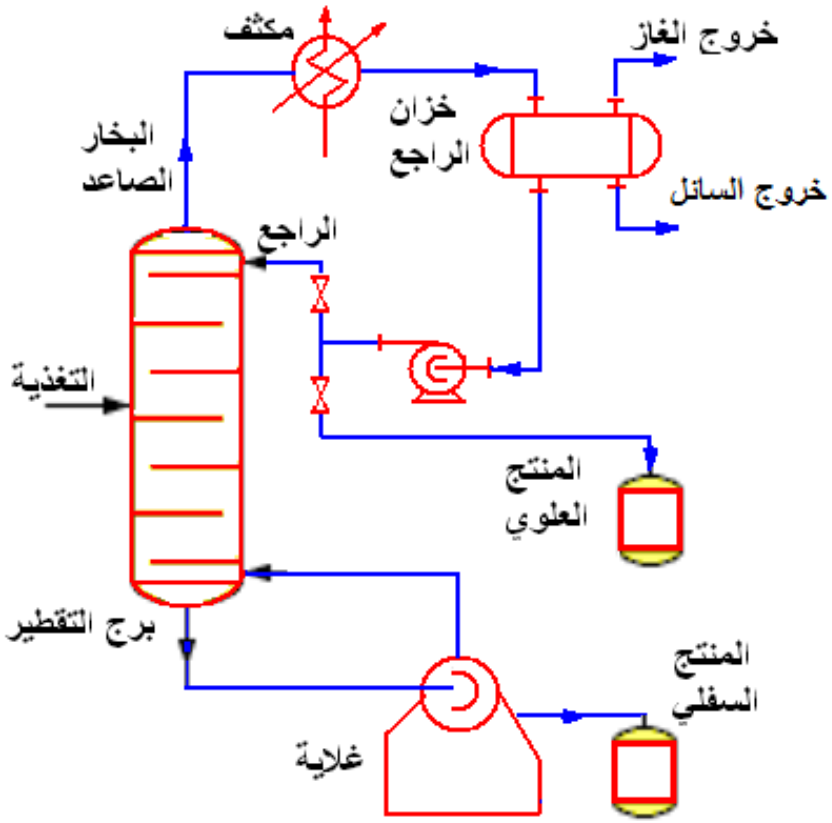


الشكل 4 - 13

والمخططات الآتية توضح كيفية وضع الرموز في مخططات بعض العمليات الصناعية بشكل هندسي.



الشكل 4 - 14 رموز بعض المعدات في وحدة صناعية(للاطلاع)



الشكل 4 - 15 وحدة تقطير تجزيئي

أسئلة الفصل الرابع

س1: ارسم بمقياس رسم مناسب رموز الصمامات الآتية :- صمام بابي ،صمام كروي ،صمام ذي حاجز ، صمام تنفيس، صمام ثلاثة طرق.

س2: ارسم بمقياس رسم مناسب رموز الضواغط الآتية :- ضاغط مركزي ضاغط مركزي يدار عن طريق توربين ،ضاغط لولبي دوار ، ضاغط ترددي ،مضخة مركزية ،مضخة تفريغ ، مضخة عمودية.

س3: ارسم بمقياس رسم مناسب رموز المبادلات الحرارية الآتية :- مبادل حراري (أربعة منافذ)، مسخن، مكثف، مبادل أنبوبي مزدوج.

س4: ارسم بمقياس رسم مناسب الرموز الآتية :- فرن ،غلاّية ،مفاعل خلط، برج تقطير صفائحي، خزان بفتحة علوية، خزان دائري، خزان ذي سقف عائم خارجي.

س5: ارسم بمقياس رسم مناسب رموز أجهزة القياس الآتية :- مؤشر درجة الحرارة، منظم درجة الحرارة، مؤشر مستوى، منبه مستوى، منظم ضغط ، مؤشر تنظيم الضغط.

س6: ارسم رموز المرشحات الآتية بمقياس رسم مناسب:- مرشحات الهواء المضغوط بنوعيه التلقائي و الاتوماتيكي ، مرشح غازات مرشح حزام للسائل مرشح الكربون المنشط .

س7: ارسم بمقياس رسم مناسب مخططاً بالرموز يصف عملية التقطير التجزيئي .

س8: ارسم بمقياس رسم مناسب المجفف الرذاذ مسخن وحدة تنقية الهواء من المسحوق.

الفصل الخامس

رسم المخططات الصناعية

مجمع البتروكيمياويات في البصرة وحدة الأيثان - الأثيلين

الاهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

1- يعرف أنواع المخططات المستخدمة في تصميم وتشغيل الوحدات الصناعية.

2- يقرأ المخططات ويميز بين مخطط وآخر.

3- يرسم المخطط الصندوقي لأي عملية صناعية من معلومات أولية.

4- يقرأ مخطط الجريان ويميز بين الأجهزة والمعدات الموجودة ومعنى الأرقام والحروف والرموز على المخطط.

5-1 تمهيد

يغطي هذا الفصل عملية تهيأة مخططات العمليات الصناعية وعرضها. وتعدُّ هذه المخططات خارطة طريق في تصميم العمليات الصناعية إذ توضح كيفية ترتيب المعدات التي اختيرت وكيفية ربط الأجهزة بخطوط جريان موضح عليها معدلات الجريان والتراكيب فضلاً عن درجات الحرارة والضغط (الظروف التشغيلية) لكل خط.

تستخدم المخططات من قبل مجموعة متخصصة من المهندسين والفنيين وتعدُّ لغة مشتركة لكل المعنين في تصميم العمليات الصناعية وانشائها وتشغيلها. وترسم اعتمادا على حسابات التوازن للمادة والطاقة. وتتوافر الآن برامج حاسوبية مهيأة لرسم هذه المخططات.

5 - 2 مخطط الجريان Process Flow Diagrams

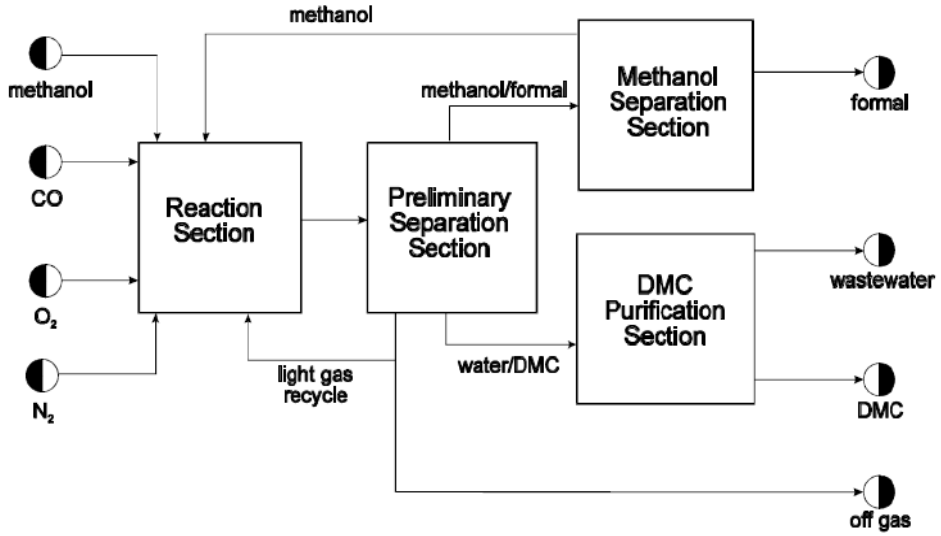
تصميم العمليات الصناعية عبارة عن كلمات وأرقام ورسوم. ويفكر المهندس بشكل طبيعي بالمخططات والرسوم، والتي هي بمثابة الصور له. ولأجل معالجة مشكلة سيبدأ بمخطط صندوقي يمثل تتابع العملية الصناعية ويوضح خطوط الجريان الداخلة والخارجة بكمياتها وتركيبها والظروف التشغيلية لكل خط. مثل هذه المخططات تتطور الى مخططات جريان والتي هي أكثر تفصيلا إذ تمثل الأجهزة برموزها الهندسية وتسلسل العملية الصناعية والأداء المتوقع لها. ولأجل التوضيح واجابة العاملين عليها وتخمين التكاليف والمشتريات والتصنيع والادامة والادارة فان مجموعة أنواع من المخططات ستصبح ضرورية. ستوصف وتوضح ثلاثة أنواع رئيسة منها لاحقا.

ويأتي دور الفني في القيام بتحويل هذه التخطيطات الى مخططات تقنية مما يجعل معرفته بالرموز والأشكال والتأشيرات ضرورية وجزءالايتجزأ من تدريبه ليترجم بدقة الأفكار التصميمية التي يحولها له المهندس. وستشرح هذه المخططات ورسوماتها في الفقرات الآتية.

5 - 3 المخطط الصندوقي Block Diagram (BD)

يعدُّ المخطط الصندوقي من أبسط المخططات التي تستخدم في توضيح العملية الصناعية. كل صندوق يمثل جهازا واحد أو مرحلة صناعية متكاملة. تكون هذه المخططات مفيدة في المراحل التصميمية الأولـــية وتستخدم في توضيح العمليـــات الصنـــاعية المعقدة بتقسيمهـــا الى مراحـل رئيسة.

من الممكن استخدام هذا النوع من المخططات في التقارير والكتب المنهجية للتوضيح فقط، أما استخدامها الهندسي فمحدود جدا. ويمكن توضيح معدلات الجريان وتركيز المواد على هذا المخطط بجانب خطوط الجريان عندما تكون المعلومات المتوافرة قليلة. وأيضا يمكن وضعها في جداول منفصلة بجانب المخطط.



الشكل 5 - 1 مخطط صندوقي لعملية انتاج ثنائي مثيل كاربونيت (DMC)

مفاتيح الشكل (5 - 1)	
Reaction Section	مقطع التفاعل
Preliminary Separation Section	مقطع الفصل الأولي
Methanol Separation Section	مقطع فصل الميثانول
DMC Purification Section	مقطع تنقية ثنائي مثيل كاربونيت
Light gas recycle	خط ارجاع الغاز الخفيف
off gas	الغاز الفائض غير المرغوب فيه
waste water	ماء التصريف
formal CH_3-O-CH_2-O-CH_3	ثنائي ميثواوكسي ميثان
DMC	ثنائي مثيل كاربونيت
CO	أول اوكسيد الكاربون
O_2	اوكسجين
N_2	نتروجين

5 – 4 مخطط الجريان للعمليات الصناعية Process Flow Diagram (PFD)

يتضمن مخطط الجريان معلومات موسعة للعملية الصناعية إذ ترسم الأجهزة بحسب الرموز المتفق عليها عالميا ولكل جهاز، أو معدة، رمز خاص وكما وضِّحَ في الفصل الرابع إذ تعدُّ هذه الرموز اللغة المشتركة بين كل المعنين في المصنع أو الوحدة الانتاجية.

يوضح المخطط جميع الأجهزة المستخدمة في العملية الصناعية مثل المفاعلات, أجهزة التقطير, أجهزة الامتصاص, الخزانات, المبادلات الحرارية, الأفران, المضخات , الكابسات...الخ. ويكون الربط بين الأجهزة بخطوط مستقيمة تنتهي بأسهم نظامية تبين اتجاه الجريان وتكون هذه الخطوط ذات سمك ثابت.

يُعدُّ الـ PFD من أهم المخططات إذ يستخدم في كل مراحل العملية الانتاجية بدءا بموازنة المادة والطاقة وتصميم الأجهزة والمعدات وتصنيعها وتثبيتها في الموقع ثم التشغيل التجريبي والنهائي وفي عمليات التوقف القسري وفي تدريب العاملين الفنيين وكذلك في البحوث لتحسين أداء الأجهزة أو الوحدة الانتاجية.

يتألف مخطط الجريان مما يأتي:

1- جميع الأجهزة والمعدات المستخدمة في العملية الانتاجية موضحة برموزها وأسمائها والأرقام التعريفية لها.

2- خطوط الجريان الرئيسة والراجعة واتجاهاتها ومعدلات جريانها ودرجات الحرارة والضغط.

3- خطوط الأنابيب وربطها مع الأنظمة الأخرى.

4- أجهزة السيطرة على كل جهاز وتوضح بالرموز المعتمدة عالميا.

وهناك بعض التفاصيل التي لا يتضمنها هذا المخطط وهي:

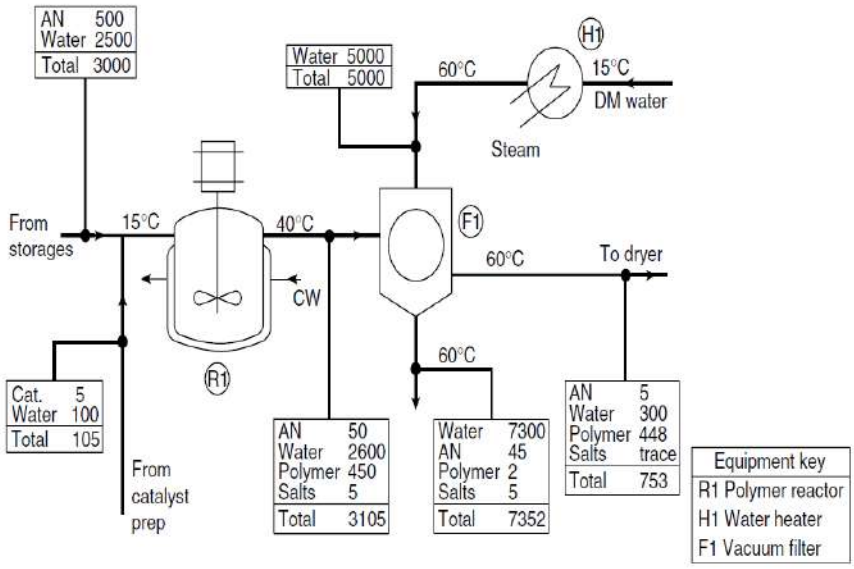
1- قياسات الأنابيب ونوعها.

2- صمامات العزل والغلق وصمامات الأمان.

3- خطوط الجريان الثانوية.

4- وسائل تثبيت الأجهزة (الأعمال المدنية) في موقع الوحدة الأنتاجية.

ويمكن كتابة معدلات الجريان والتراكيز فضلاً عن درجات الحرارة والضغط على كل خط جريان عندما تكون العمليات الصناعية مؤلفة من عدد بسيط من الأجهزة الشكل (5 - 2).

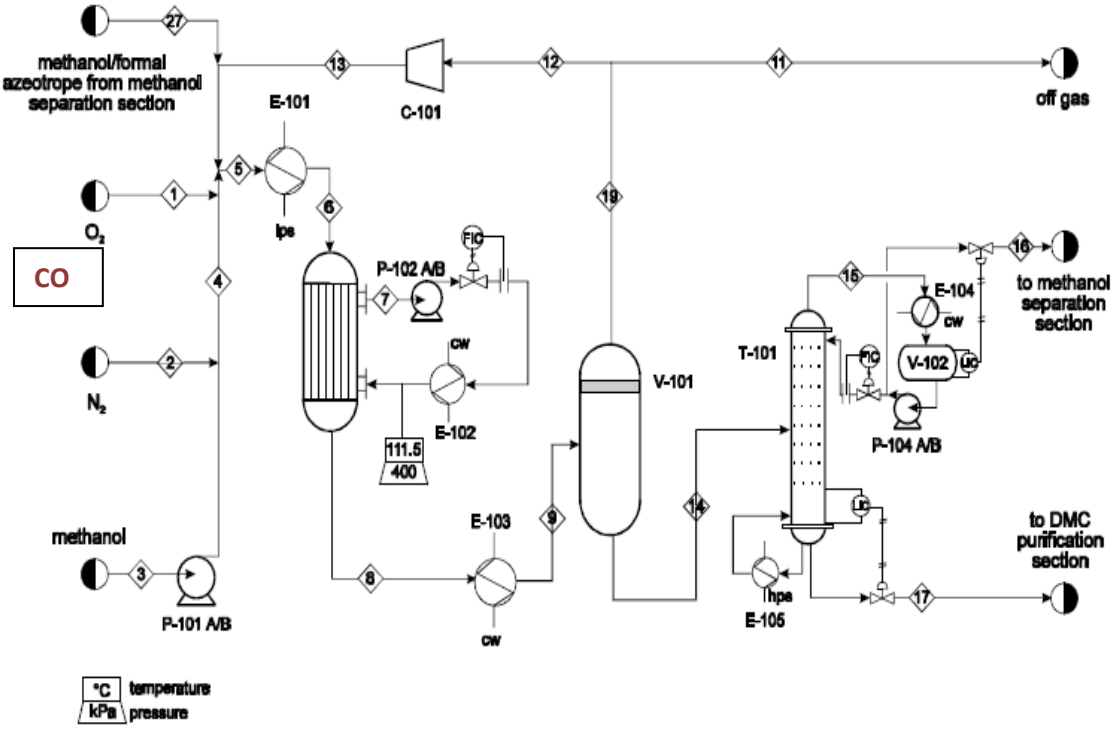


ألشكل 5 - 2 مخطط جريان لعملية انتاج بوليمر(ألكميات جميعها مقاسة بوحدات باوند - ساعة) (للاطلاع)

مفاتيح الشكل (5 – 2)		
R1	Reactor 1	مفاعل بلمرة
H1	Heat Exchanger 1	مبادل حراري للتسخين
F1	Vacuum Filter 1	مرشح فراغي
Cat.	Catalyst	عامل مساعد
CW	Cooling Water	ماء تبريد
AN	Monomer	مونيمر
DM Water	Demineralized	ماء خال من الأملاح
	Steam	بخار ماء للتسخين
	Polymer	بوليمر
	From Storage	من الخزان
	To Dryer	الى مجفف
Prep	From Catalyst Preparation	من تحضير العامل المساعد

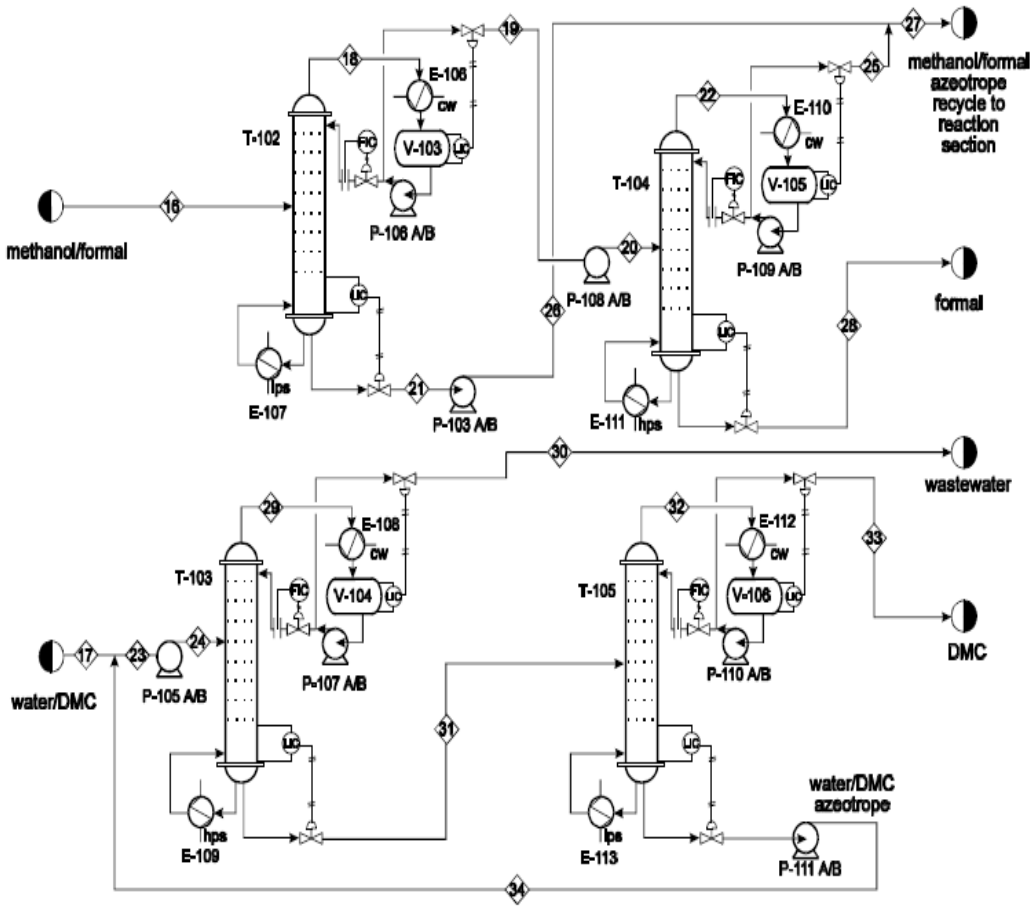
ويوضح الشكل (5 - 2) وحدة تحضير او انتاج بوليمر من مونيمرإذ يخلط جزء واحد من المونيمر مع خمسة أجزاء ماء وعامل مساعد وترسل الى مفاعل بلمرة محاط بتبريد (Jacketed) لإزالة الحرارة الناتجة من التفاعل إذ تحدث عملية البلمرة ثم ترسل نواتج التفاعل الى مرشح فراغي لفصل البوليمر عن المواد الاخرى. بعد فصل البوليمر يجفف في مجففات خاصة ومن ثم يعبأ.

الأشكال (5 - 3) و (5 - 4) فانها توضح مخططات جريان لانتاج ثنائي مثيل كاربونيت الذي وضحنا مخططه الصندوقي مسبقا وتعدُّ هذه المخططات معقدة لكثرة الأجهزة المستخدمة وتنوعها لذلك تم رسم الجزء الخاص بالتفاعل منفصلا عن جزء الفصل. ونرى بوضوح استخدام مفاعل وأجهزة تقطير متنوعة لذلك من الضروري جدا اعطاء أرقام وحروف للأجهزة المكررة والمتشابهة في الأداء.



الشكل 5 - 3 الجزء الخاص بالتفاعل في وحدة انتاج ثنائي مثيل كاربونيت (اثرائي)

مفتاح الشكل (5 - 3)		
Exchanger	E	مبادل حراري
Reactor	R	مفاعل
Pump	P	مضخة
High pressure steam	hps	بخار ضغط عالي
Flow control	FIC	سيطرة الجريان
Vessel	V	خزان فصل غاز-سائل
CompressorAir	C	ضاغطة هواء
Low pressure steam	lps	بخار ضغط واطي
Tower	T	عمود او برج
Temperature		درجة الحرارة



الشكل 5-4 الجزء الخاص بالفصل لعملية انتاج ثنائي مثيل كاربونيت (اثرائي)

مفتاح الشكل(5 - 4)	
Methanol/Formal Azeotrope	مزيج ميثانول مع الفورمال وهو مزيج ايزوتروبي. يعرف المزيج الايزتروبي بأن مواده تصل حالة التوازن في درجة حرارة وضغط معينين ولايمكن فصل مكوناته آنذاك وهي ظاهرة طبيعية تعيق عملية الفصل الا اذا تم تَغيَّير الضغط او أُضيفت مادة أخرى لكسر الأيزوتروب
Waste Water	مياه تصريف
DMC	ثنائي مثيل كاربونيت
Methanol	الكحول المثيلي
Formal	مادة كيمياوية ناتجة من التفاعل واسمها ثنائي ميثوكسي ميثان $CH_3OCH_2OCH_3$

ويتضح مما سبق أن كمية المعلومات المطلوب تأشيرها على المخطط كبيرة وتعتمد على خبرة المجاميع التصميمية. لذلك من الممكن أن تقسم هذه المعلومات الى قسمين ، معلومات أساسية ومعلومات اختيارية. المعلومات الأساسية مهمة جدا ويجب أن تؤشر على المخطط وهي :

1- تراكيز المواد لكل خط ويمكن أن تكون:

- ❖ معدل الجريان لكل مادة موجودة في الخط وتكون وحداتها (كغم/ساعة) وهي الأفضل. أو
- ❖ النسبة الوزنية لكل مادة موجودة في خط الجريان المعين.

2- معدل الجريان الكلي لذلك الخط بوحدة (كغم/ساعة) .

3- درجة حرارة خط الجريان ويفضل أن تكون (°C) .

4- الضغط التشغيلي لذلك الخط بوحدة (جو) أو كيلو باسكال .

أما المعلومات الاختيارية تكون:

1- النسبة المولية للمواد .

2- الخواص الفيزياوية لخط الجريان مثل معدل الكثافة (كغم/م^3) ومعدل اللزوجة (ملي نيوتن ثا/م^2).

3- عنوان خط الجريان ويفضل أن يكون مختصرا بكلمة واحدة ولا تزيد على ثلاث، مثل بخار ماء محمص، أو ماء غلايات.

5 - 5 مخطط الأنابيب والأجهزة الدقيقة (P&ID)

Piping and Instrumentation

وهي نوع من المخططات المعتمدة كوثيقة أساسية في انشاء الوحدة الصناعية. وتستخدم كدليل في التشغيل الأولي والتشغيل الاعتيادي فضلا عن استخدامها في تدريب الفنيين وتستخدم كمصدر مهم في اجراءات السلامة المهنية. وهي تحوي معلومات غير موجودة في المخططات الاخرى ومنها على سبيل المثال نوع جميع أجهزة السيطرة والقياس ونوعها موقع الصمامات وأنواعها فضلاً عن الأنابيب وأحجامها وأنواعها والمواد المصنوعة منها.

لذلك يجب ان يحتوي هذا النوع من المخططات على ما يأتي :

1- رسوم واضحة ومختصرة لكل الأجهزة والصمامات وأجهزة القياس والسيطرة حتّىّ توفر فهما جيدا للعملية الصناعية لكل المعنيين بها.

2- معلومات كافية تساعد في تحليل أخطار العمل وتؤمن الحماية اللازمة من الأخطاء المحتملة.

3- معلومات تساعد في تطوير العمل واجراءات الصيانة.

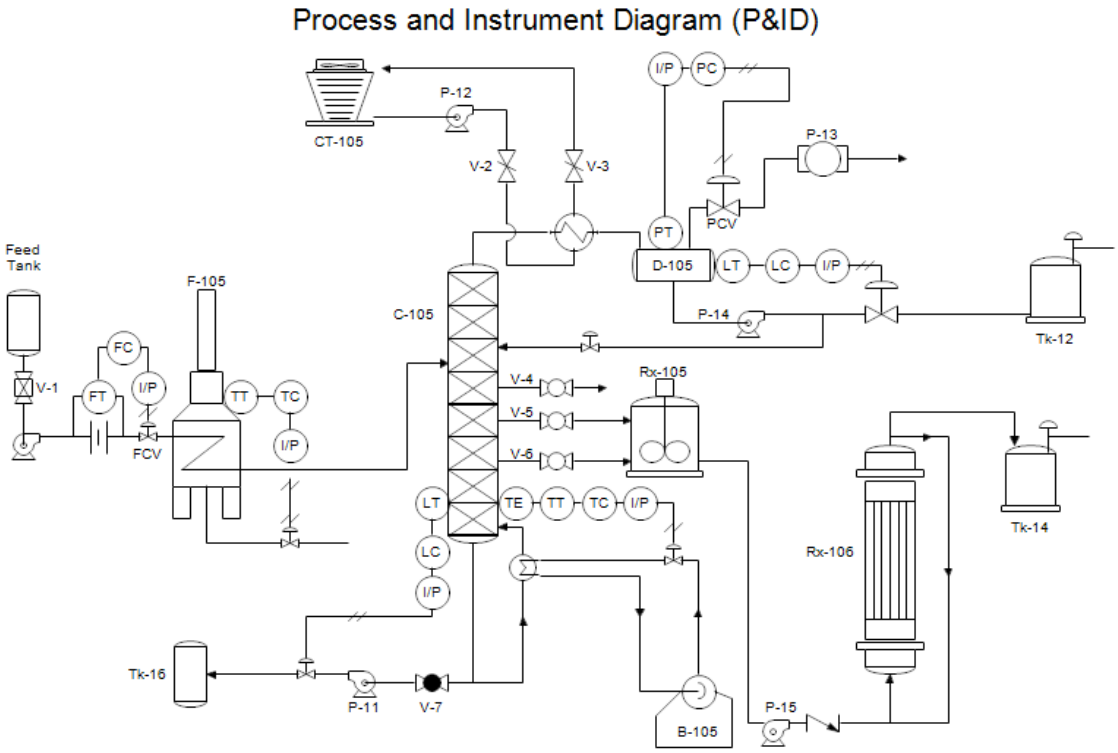
4- تعتمد كسجل لما هو موجود فعلا فيمكن دراسة التطوير للعملية الصناعية والتخطيط له بشكل مأمون وفعال.

الشكل (5 - 5) يوضح مثالاً مبسطاً لهذا النوع من المخططات لوحدة صناعية إذ يجب السيطرة على معدل الجريان والحرارة والضغط لهذه العملية الانتاجية لاستخدام فرن ومفاعلات وتكون درجات الحرارة عالية وكذلك الضغط.

ومن خلال التعرف المسبق على الرموز المستخدمة في السيطرة وأنواع الصمامات في الفصل الرابع من هذا الكتاب، يمكن قراءة المخطط بسهولة.

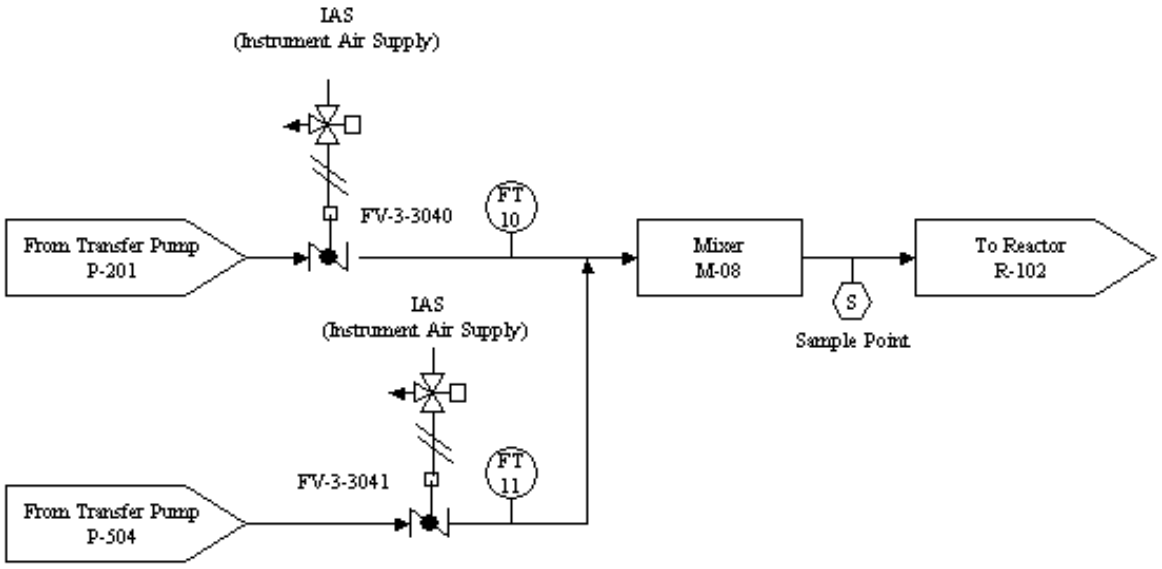
أما الشكل (5 - 6) فيمثل مخطط P&ID لعملية صناعية تكميلية موضحاً عليه جميع التفاصيل من أجهزة سيطرة وأجهزة قياس وقياسات الأنابيب المستخدمة.

الشكل (5 - 7) يوضح كيفية السيطرة على معدل الجريان لجهاز فصل مزيج ذي ثلاثة أطوار(بخار-سائل-سائل) ويتضح من الرسم اهمية السيطرة على مستوى السائل لكل طبقة وكذلك السيطرة على الضغط لفصل الأبخرة.



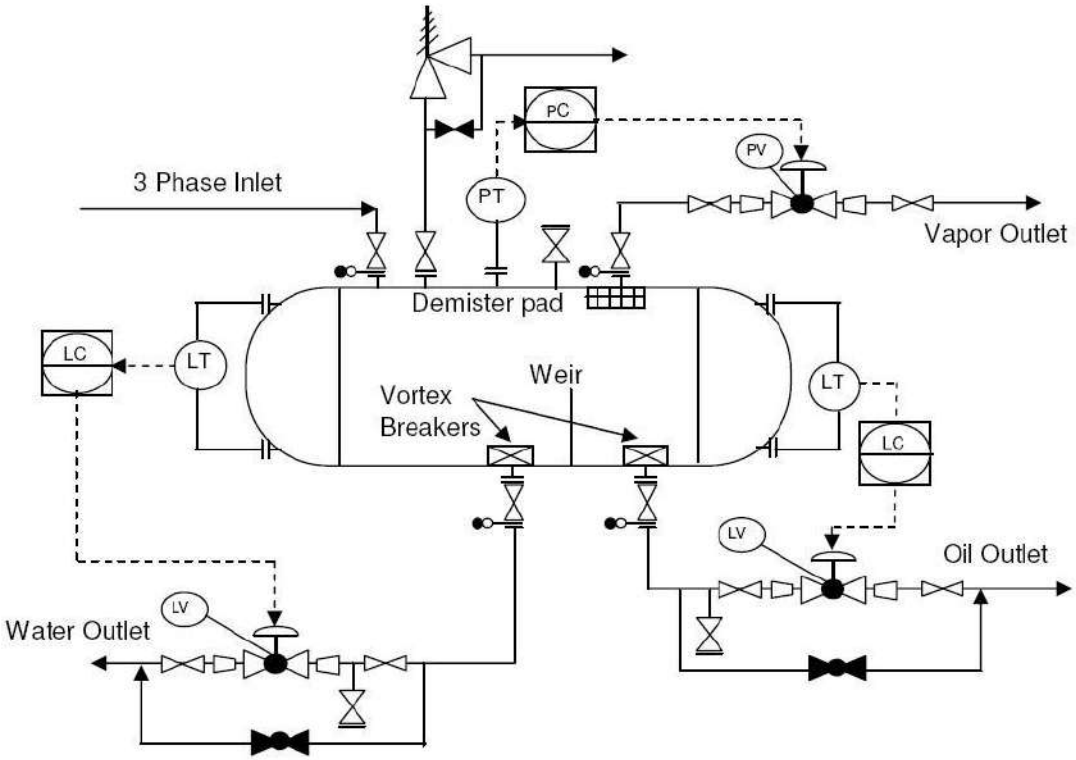
الشكل 5- 5 مخطط الأنابيب وأجهزة السيطرة

مفتاح الشكل (5 - 5)		
	Feed Tank	خزان التغذية
V-1	Valves	صمامات
FC	Flow Controller	مسيطر الجريان
FT	Flow Transmitter	مرسل الجريان
VP	Pressure Valve	صمام ضغط
FCV	Flow Control Valve	صمام سيطرة الجريان
F-105	Fired Heater	فرن
Tk	Tank	خزان
P-11	Pump	مضخة
LT	Level Transmitter	مرسل مستوى السائل
LC	Level Controller	مسيطر مستوى السائل
TT	Temperature Transmitter	مرسل درجة الحرارة
TC	Temperature Controller	مسيطر درجة الحرارة
TE	Temperature Element	مقوم درجة الحرارة
Rx	Reactor	مفاعل
B	Blower	المنفاخ
D	Drum	اسطوانة او خزان
CT	Cooling Tower	برج تبريد



شكل 5 - 6 وحدة مبسطة لمخطط الأنابيب وأجهزة السيطرة

مفتاح الشكل (6 - 5)		
From Transfer Pump	P	من مضخة ناقلة
Instrument Air Supply	IAS	مجهز هواء الأجهزة الدقيقة
Flow Valve	FV	صمام جريان
Flow Transmitter	FT	مرسل اشارة للجريان
Mixer	M	خلاط
Sampling Point	S	نقطة اختبار لنموذج
To Reactor	R	الى المفاعل



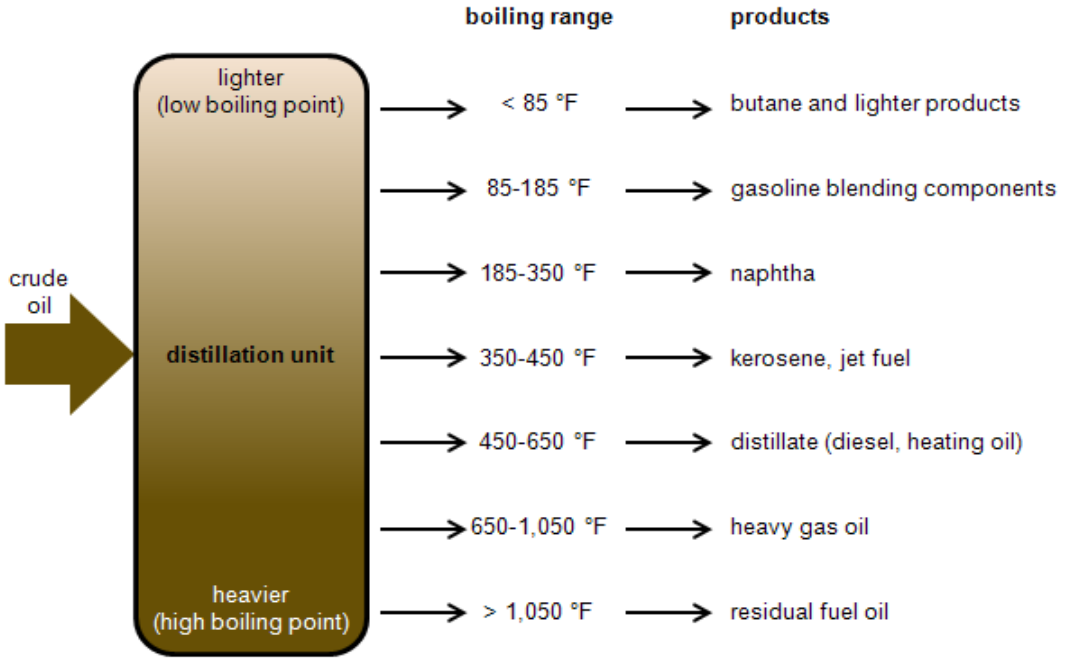
الشكل 5-7 أجهزة السيطرة على جهاز فصل لمزيج ذي ثلاثة أطوار

مفتاح الشكل (5 - 7)		
3 Phase Inlet		مدخل مزيج ذو ثلاثة أطوار
Level Controller	LC	مسيطر مستوى السائل
Level Transmitter	LT	مرسل اشارة مستوى السائل
Water Outlet		خروج الماء
Level Valve	LV	صمام مستوى السائل
Vortex Breaker		كاسر الدوامات
Weir		سد مانع
Demister Pad		حشوة لالتقاط القطرات الصغيرة
Pressure Controller	PC	مسيطر الضغط
Pressure Valve	PV	صمام الضغط
Pressure Transmitter	PT	مرسل اشارة الضغط
Vapor Outlet		خروج الأبخرة
Oil Outlet		خروج الزيت

5 - 6 مخطط التقطير الجوي للنفط الخام

Atmospheric Distillation Column for Crude

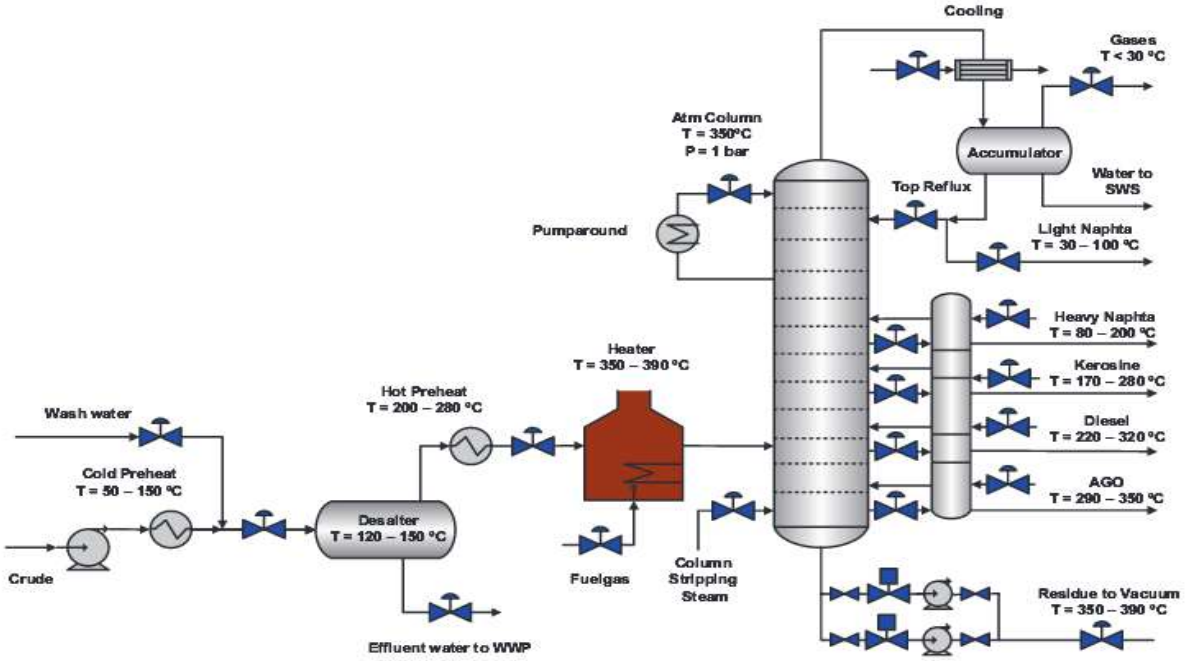
تُعدُّ عملية التقطير الجوي للنفط الخام الخطوة الأساسية الاولى في المصافي النفطية والتي تروم الحصول على مشتقات نفطية (قطفات) ذات مديات غليان مختلفة وكما هو موضح في الشكل (5-8). ويعتمد تصميم عمود التقطير الجوي على الطاقة الانتاجية للقطفات ونوعية النفط الخام.



الشكل5- 8 نواتج عمود التقطير الجوي للنفط الخام مع مديات درجات الغليان لكل قطفة

مفتاح الشكل (8 - 5)	
butane and lighter products	البيوتان والمركبات الخفيفة ويسمى غازات بترول المسيلة
gasoline blending components	المواد المضافة للنفثا وتسمى النفثا الخفيفة في بعض المصادر
Naphtha	النفثا وتسمى في بعض المصادرالنفثا الثقيلة
kerosene, jet fuel	الكيروسين او النفط الأبيضوقود الطائرات
distillate(diesel, heating oil)	المقطر(وقود الديزل و زيوت التدفئة)
heavy gas oil	زيت الغاز الثقيل
residual fuel oil	مخلفات زيت الوقود
low and high boiling points	درجات الغليان الواطئة والعالية

والشكل (5 – 9) يوضح مخطط الجريان PFD لهذه العملية.



الشكل 5 -9 المخطط الانسيابي لوحدة التقطير الجوي للنفط الخام

أسئلة الفصل الخامس

س1 : اذكر أنواع المخططات واشرح بايجاز كل نوع منها.

س2 : ارسم مخططاً صندوقياً لانتاج بوليمر من مونيمر. يمكنك الاستعانة بمخطط الجريان

س3 : ارسم مخططاً صندوقياً لوحدة التقطير الجوي للنفط الخام موضحا عليه القطفات و استخدامتها.

س4 : ارسم مخططاً صندوقياً لوحدة انتاج ثنائي مثيل كاربونيت.

س5 : ارسم مخطط الجريان لوحدة انتاج البنزين من التولوين.

س6 : ارسم مخطط الجريان لجزء التفاعل لانتاج ثنائي مثيل كاربونيت.

س7 : ارسم مخطط جريان لجزء الفصل لوحدة انتاج ثنائي مثيل كاربونيت.

س8 : لإنتاج الصابون من الدهون، تؤخذ الدهون مع العامل المساعد وترسل الى جهاز خلط وتسخن، ويرسل الخليط الى مفاعل إذ يضاف الماء بدرجات حرارة قريبة من درجة الغليان فتتحول الدهون الى حوامض شحمية تؤخذ من أعلى المفاعل والكليسيرين الخام مع الماء من الأسفل. الحوامض الشحمية ترسل الى جهاز معادلة الحامضية وذلك بأضافة هيدروكسيد الصوديوم وتتحول الحوامض الشحمية الى أملاح الصوديوم ثم الى وحدة التنقية لازالة اللون والرائحة ثم الى خزان لأضافة المواد المالئة والعطور واللون ثم يرسل الى جهاز التجفيف والقولبة ومن ثَمّ الى وحدة التعبئة. أما الناتج السفلي من المفاعل والذي يحوي على الكليسيرين يرسل الى مبخرات لأزالة الماء ونحصل على الكليسيرين الخام. ارسم مخططاً صندوقياً ومخطط جريان لهذه الوحدة الأنتاجية.

الفصل السادس

مخطط توزيع الوحدات و الاجهزة في مصانع المواد البتروكيمياوية

الاهداف:

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على ان:

1- يفهم الرموز المستخدمة في تنفيذ المخططات لإنتاج بعض المواد البتروكيمياوية الأساسية.

2- يرسم المخططات الإنتاجية باستخدام الرموز العالمية للأجهزة و المعدات.

3- يرسم المخططات الخاصة بأجهزة التقطير الامتصاص الاستخلاص و المزج.

4 – يقرأ مخططات العمليات التصنيعية الخاصة بالمصانع البتروكيمياوية .

6 - 1 تمهيد

تُعدُّ مخططات العمليات الصناعية لإنتاج المواد البتروكيمياوية الأوليةوالوسطية والنهائية من الأمور المهمة التي يجب ان يتعلم رسمها الطالب لتمكنه من فهم طبيعة العملية الصناعية أولا وتتابع وحدات التشغيل ثانيا. وبناءً على ذلك نوصي بضرورة انجاز عملية الرسم بفهم دقيق للعمليات الصناعية.

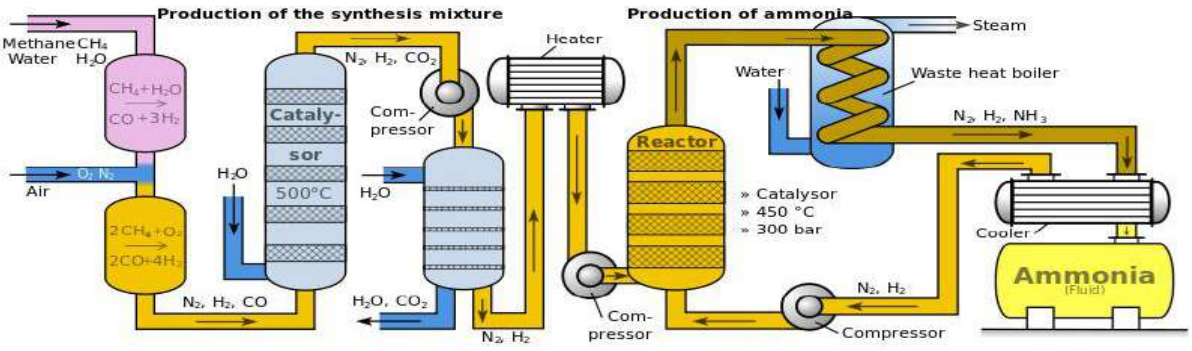
6 - 2 سير العمليات في وحدة إنتاج الأمونيا

الشكل (6 - 1) والشكل (6 - 2) يوضحان إنتاج الأمونيا بطريقة هابر-بوش و هي طريقة تصنيع الأمونيا مباشرة من الهيدروجين و النيتروجين .

تُعدُّ طريقة هابر من أولى الطرائق الصناعية التي يستخدم فيها الضغط العالي لإجراء التفاعلات الكيميائية ، ففي هذه الطريقة يتم تفاعل النيتروجين مع الهيدروجين مباشرة تحت ضغط عالٍ و درجة حرارة عالية. وتمر عملية إنتاج الأمونيا عبر مجموعة مراحل بدءاً من مرحلة إنتاج الهيدروجين مروراً بتنقية خليط الهيدروجين والنيتروجين من الماء وأكاسيد الكاربون المصاحبة ثم فصل غاز ثاني اوكسيد الكاربون إنتهاءً بتحويل خليط الهيدروجين والنيتروجين الى أمونيا عن طريق تفاعل محفز بالعامل المساعد عند ظروف محددة. وتستخدم 90% من الأمونيا المنتجة بالمصنع في إنتاج اليوريا المحببة ويسوق فائض الأمونيا بالسوق المحلية.

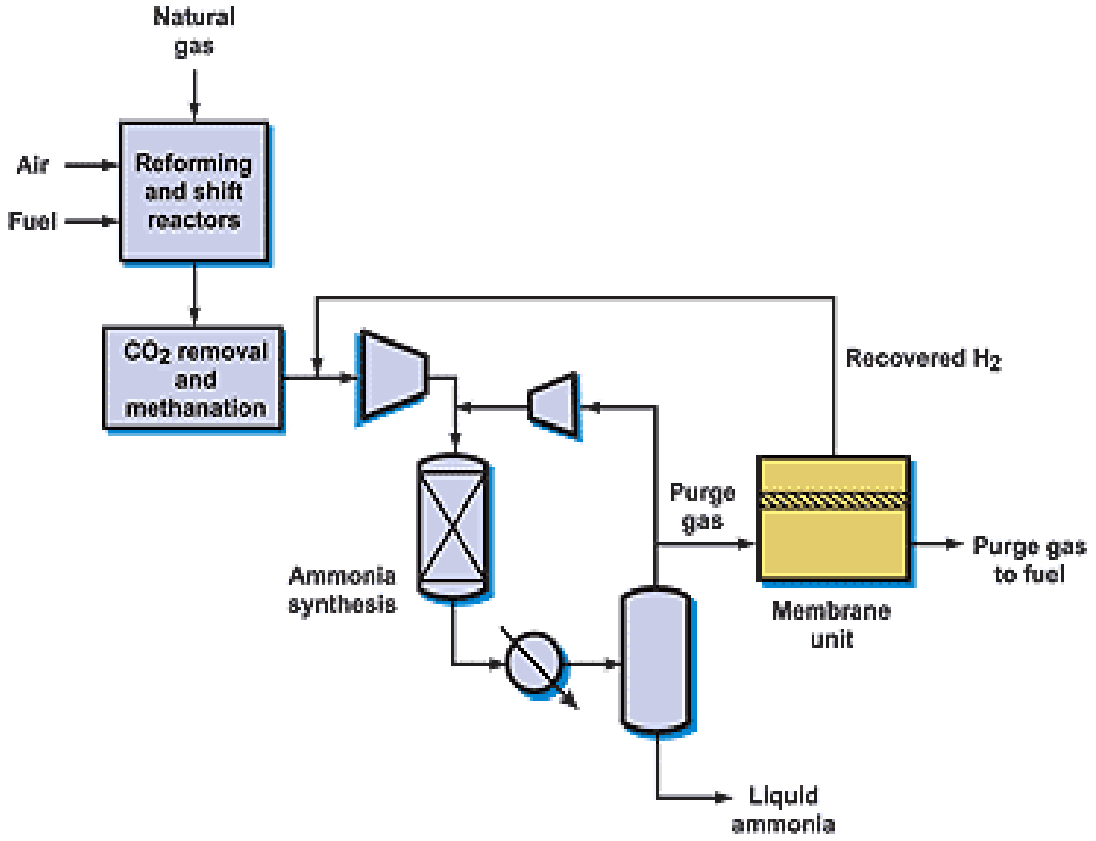
مواصفات الأمونيا السائلة المنتجة:

الامونيا	99.8% وزنا
الماء	0.2% وزنا
الزيت	5 جزء في المليون



شكل 6 – 1 مخطط طريقة هابر- بوش لإنتاج الأمونيا (اثرائي)

مفتاح الشكل (6 - 1)					
1	Reactor	مفاعل	6	Steam	بخار ماء
2	Catalyst	عامل مساعد	7	Production	انتاج
3	Compressor	ضاغط غازات	8	Synthesis mixture	خليط تخليق
4	Heater	مسخن	9	Boiler	مرجل
5	Air	هواء	10	Waste heat	حرارة فائضة



شكل 6 – 2 مخطط مبسط لإنتاج الأمونيا بطريقة هابر- بوش

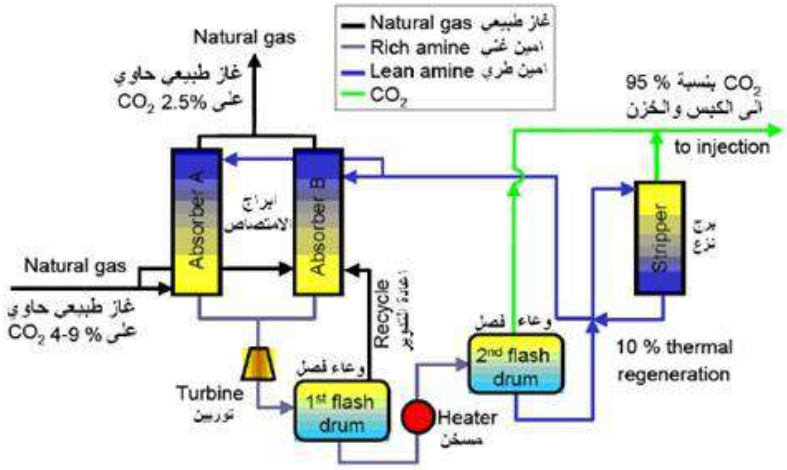
مفتاح الشكل (6 - 2)					
1	Reactors	مفاعلات	6	Liquid	سائل
2	Reforming	تشكيل	7	Purge gas	غاز تنفيس
3	Shift	إزاحة	8	Ammonia Synthesis	تخليق امونيا
4	Removal	إزالة	9	Membrane unit	وحدة اغشية
5	Recovered H_2	هيدروجين معاد	10	Natural gas	غاز طبيعي

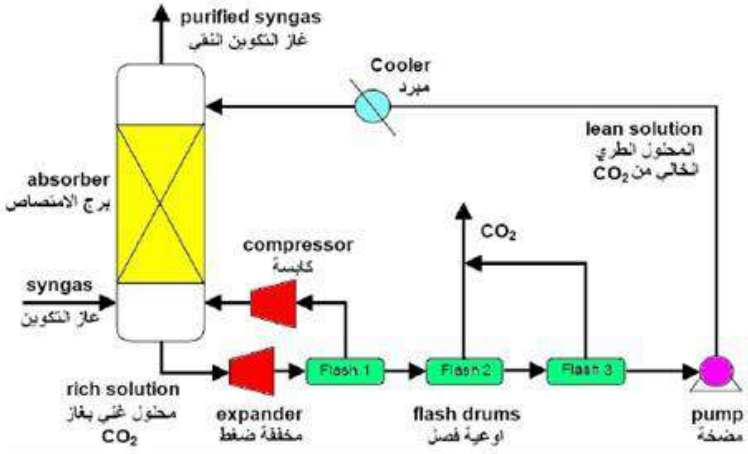
6 - 3 وحدة معالجة الغازات

الغازات النفطية تحتوي على ملوثات كثيرة منهاغاز ثاني أوكسيد الكاربون وهناك مجموعةطرائق لمعالجتها واهمها الطرائق الكيمياوية التي تعتمد على حدوث تفاعلات كيمياوية بين محاليل مركباتالأمين (وهي مركبات عضوية) وغاز ثاني أوكسيد الكاربون في الغاز السائل في برج الامتصاص وتُعاد فعالية محلول الأمين بإزالة غاز ثاني أوكسيد الكاربون الممتص من هذهالمحاليل.تتألف الوحدة التشغيليةمن جزأين رئيسين:

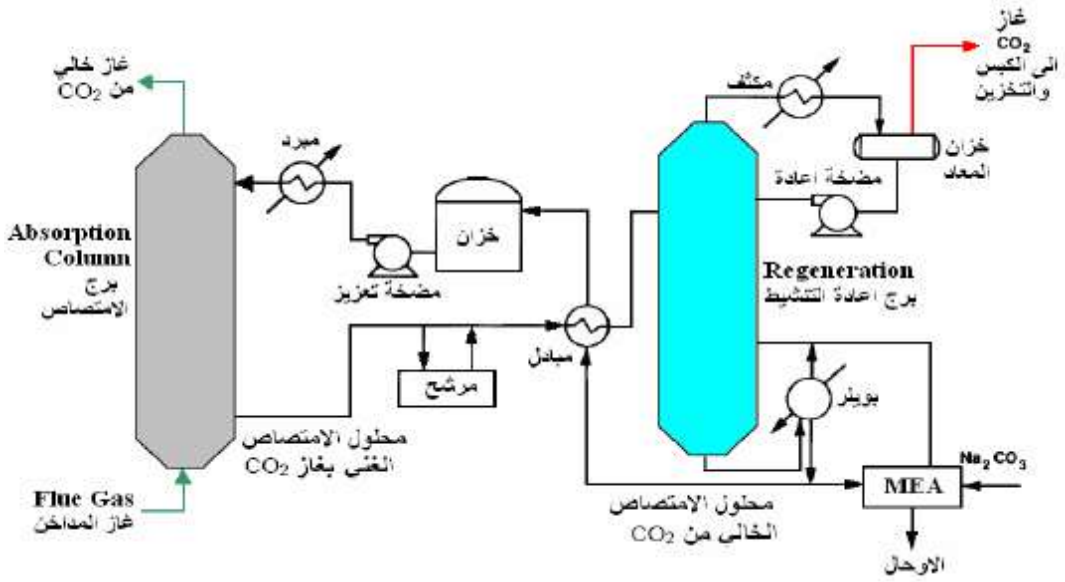
1. برج النزع .
2. برج الامتصاص.

والشكل (6 -3) يوضح مخطط عزل غاز ثاني أوكسيد الكاربون عن غاز التكوين بطريقة الامتصاص الفيزياوي أما الشكل(6 - 4)فيوضح مخطط تقنية عزل غاز ثاني أوكسيد الكاربون بطريقة الامتصاص الكيمياوي.





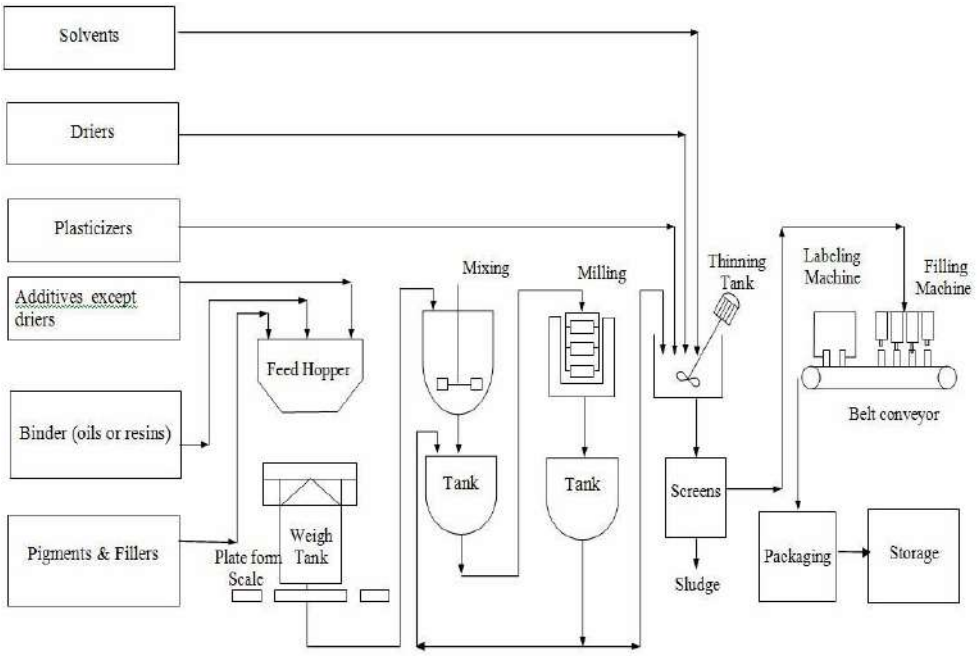
شكل 6 - 3عزل غاز ثاني أوكسيد الكاربون عن غاز التكوين بطريقة الامتصاص الفيزياوي



شكل 6 – 4 مخطط تقنية عزل غاز ثاني أوكسيد الكاربون بطريقة الامتصاص الكيمياوي

6 - 4 وحدة إنتاج الأصباغ

تُنتج جميع أنواع الأصباغ تبعاً لعمليات صناعية متماثلة. تتكون الخطوات الأساسية لهذه العمليات من : 1-الطحن. 2- الغربلة. 3- تدريج الألوان. 4-التخفيف. والشكل (6 - 5) يوضح مخطط سير العمليات في وحدة نموذجية لانتاج الاصباغ و البويات.



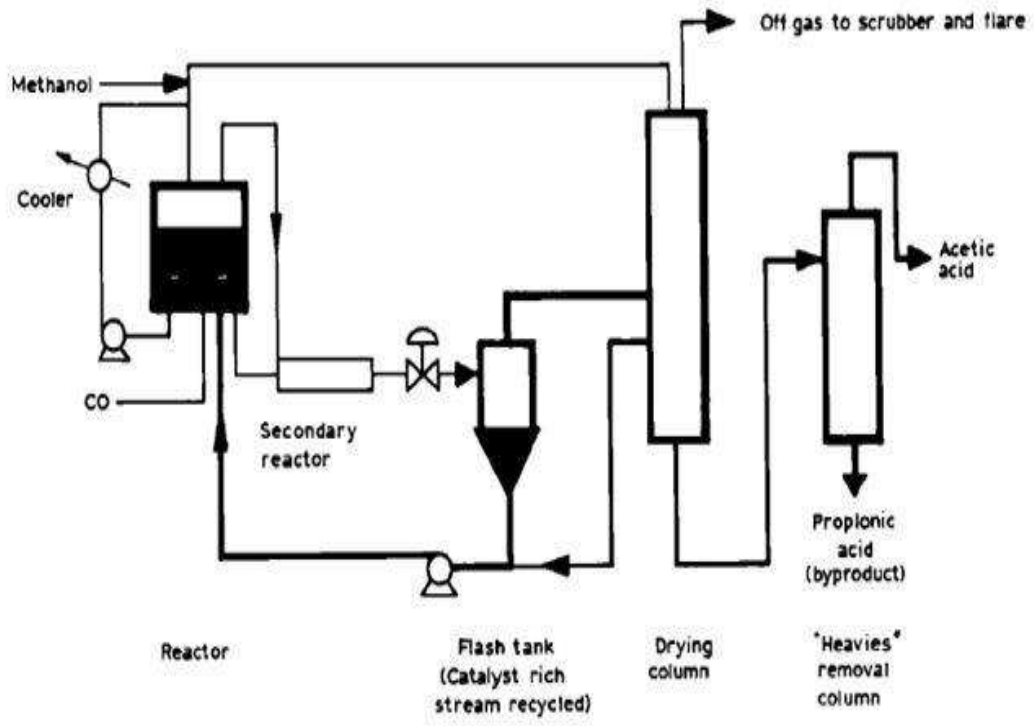
شكل 6 - 5مخطط سير العمليات في وحدة نموذجية لإنتاج الأصباغ

مفتاح الشكل (6 - 5)					
1	Solvents	مذيبات	9	Thinning tank	خزان تخفيف
2	Driers	مجففات	10	Conveyer belt	حزام ناقل
3	Additives	مضافات	11	Labelling machine	ماكنة وضع العلامة
4	Plasticizers	ملدنات	12	Filling machine	ماكنة تعبئة
5	Binder	مادة ماسكة	13	Packaging	تغليف
6	Pigment	صبغة	14	Storage	خزن
7	Feed hoper	قمع تغذية	15	Screens	غرابيل
8	Weight tank	خزان وزن			

6 - 5 وحدة انتاج حامض الخليك

ان طريقة الإنتاج الصناعي تعتمد على كربنة الميثانول باستخدام الروديوم كعامل مساعد إذ يضخ الميثانول مع اول أوكسيد الكاربون إلى مفاعل يعمل بضغط 30 جو ودرجة حرارة 190°c التفاعل باعث للحرارة ولذلك يُبرد خليط التفاعل بملفات تبريد. المواد الخارجة من المفاعل ترسل إلى أعمدة فصل و تقطير لزيادة نقاوة الميثانول عن طريق فصل الغازات و المواد الثقيلة غير المرغوب فيها. الشكل

(6 -6) يمثل مخطط إنتاج حامض الخليك.



مفتاح الشكل (6 - 6)					
1	Cooler	مبرد	6	Drying Column	عمود تجفيف
2	Reactor	مفاعل	7	Off gas	غاز خارج العملية الانتاجية
3	Secondary reactor	مفاعل ثانوي	8	Scrubber	وعاء غسل
4	Flash tank	خزان فصل	9	Flair	مدخنة
5	Catalyst rich stream recycled	خط سريان مدور غني بالعامل المساعد	10	"Heavies" removal column	عمود ازالة المادة الثقيلة

شكل 6–6 مخطط إنتاج حامض الخليك

6 - 6 وحدة انتاج الميثانول

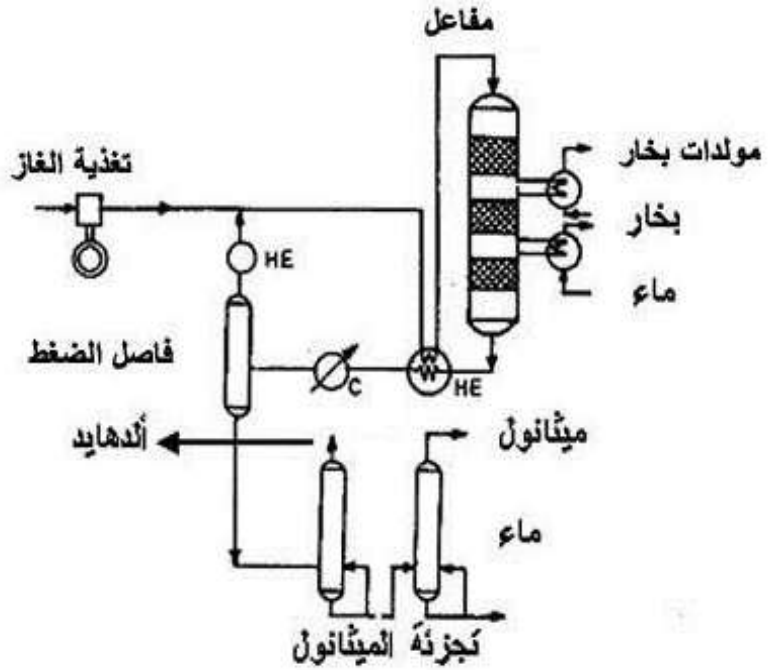
الشكل (6 - 7) يوضح الطريقة الصناعية لإنتاج الميثانول من تفاعل الميثان (من الغاز الطبيعي) مع ثاني أوكسيد الكاربون. إذ يكون الانتاج بحسب المراحل الآتية:

1-مرحلة تنقية الغاز الطبيعي من مركبات الكبريت والكلور.

2-مرحلة التشكيل الكيمياوي للغاز الطبيعي(التعديل).

3-مرحلة التفاعل لإنتاج الميثانول الخام بمفاعل إنتاج الميثانول.

4-مرحلة التقطير وتنقية الميثانول الخام والوصول به إلى المنتج النهائي بحسب المواصفات العالمية.

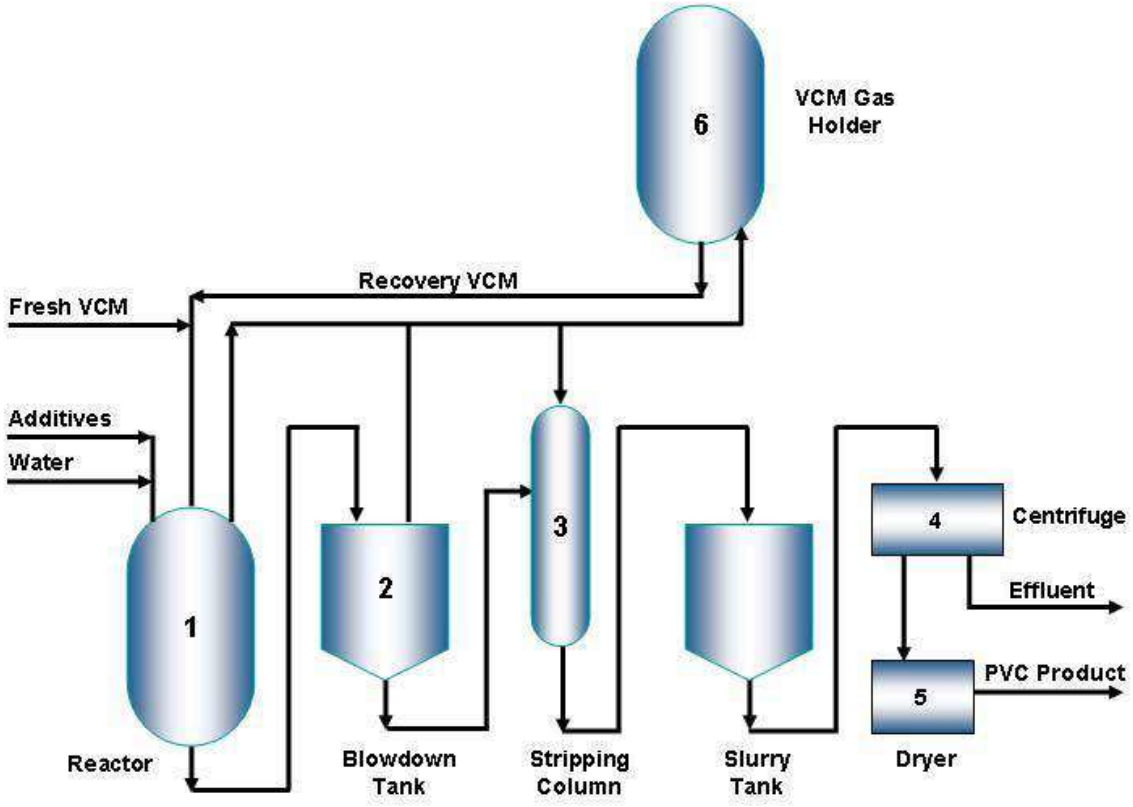


شكل6 - 7مخطط انتاج الميثانول من الغاز الطبيعي

C: Cooler = مبرد (HE: Heat exchanger) = مبادل حراري

6 – 7 وحدة انتاج بولي فنيل كلورايد (PVC)

يصنع ال PVCبطريقة المعلق Suspension.أن نوعية المنتج تكون جيدة اذ يسهل تشكيله وتحويله الى رقائق إلى جانب سهولة التحكم بعملية البلمرة . في هذه العملية تنجز عملية الفصل في الوسط المائي والذي به ينتشر كلوريد الفنيل السائل وبوجود منظم للعوالق . ويوضح الشكل (6 - 8) مصنع إنتاج PVC بطريقة المعلق.

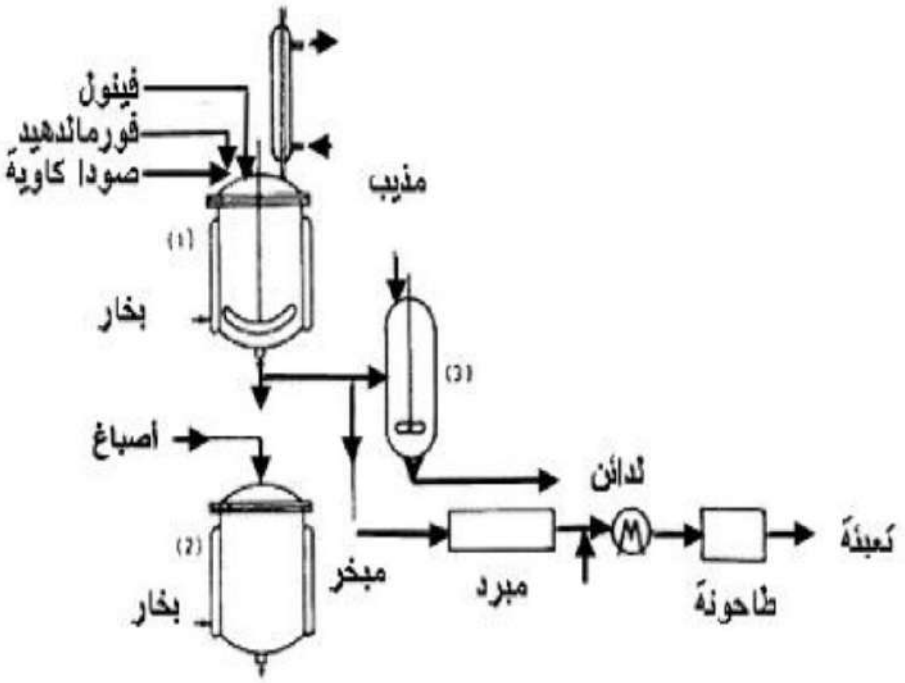


شكل 6 - 8 مخطط انتاج البولي فنيل كلورو ايثلين بطريقة المعلق.

مفتاح الشكل (6 - 8)					
1	Fresh VCM	مونمر فنيل الجديد	8	Dryer	مجفف
2	VCM gas holder	خزان ابخرة المونمر	9	Additives	مضافات
3	Recovery VCM	استرجاع المونمر غير المتفاعل	10	Centrifuge	طارد مركزي
4	Reactor	مفاعل	11	Effluent	خروج
5	Blowdown tank	خزان التجميع والتفريغ	12	PVC product	منتج PVC
6	Sripping column	عمود النزع			
7	Slurry tank	خزان المعلق			

6- 8 وحدة انتاج الفينول فورمالديهايد

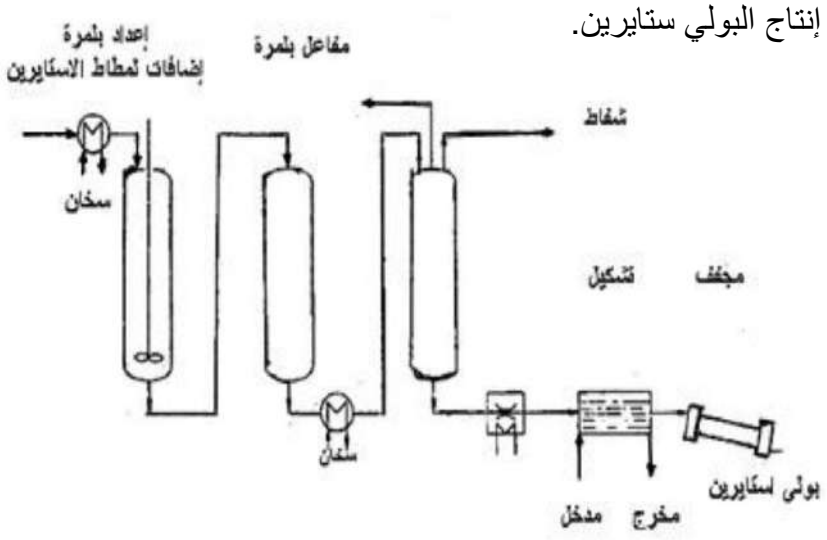
لدائن الفينول- فورمالديهايد تعد من اقدم اللدائن ويطلق عليها اسم باكيلايت (Bakelite) وقد استخدمت على نطاق واسع في الصناعات الكهربائية و صناعة السيارات وتُنتج بأشكال مختلفة . الشكل (6 - 9) يوضح مخطط وحدة إنتاج الفينول- فورمالدهايد.



شكل 6 – 9 مخطط وحدة إنتاج الفينول- فورمالدهايد

6 - 9 وحدة إنتاج البولي ستايرين

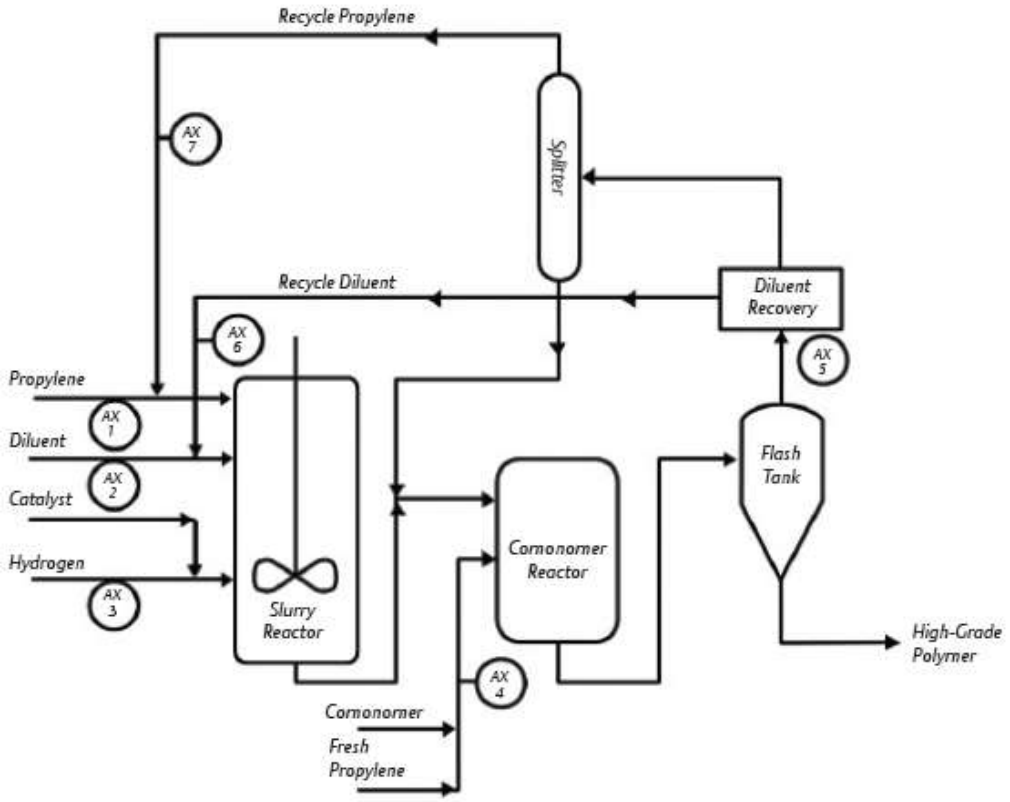
تعدّ عمليات بلمرة المعلق من أكثر العمليات شيوعًا في إنتاج البولي ستايرين.والشكل (6 - 10) يوضح مخطط إنتاج البولي ستايرين.



شكل 6 - 10مخطط إنتاج البولي ستايرين.

6 - 10وحدة انتاج البولي بروبلين

ان مصانع إنتاج البولي بروبلين تشبه إلى حد كبير مصانع إنتاج البولى إثيلين عالي الكثافة، بل إنه يمكن استخدام المصانع نفسها في الإنتاج. التغذية هنا تكون بواسطة بروبلين عالي النقاوة. إن مصانع إنتاج البولي بروبلين مزودة بوحدات إضافية لإزالة البولي بروبلين منخفض الوزن الجزيئي والشكل (6 - 11) يمثل مخطط سير العمليات في وحدة إنتاج البولي بروبلين.

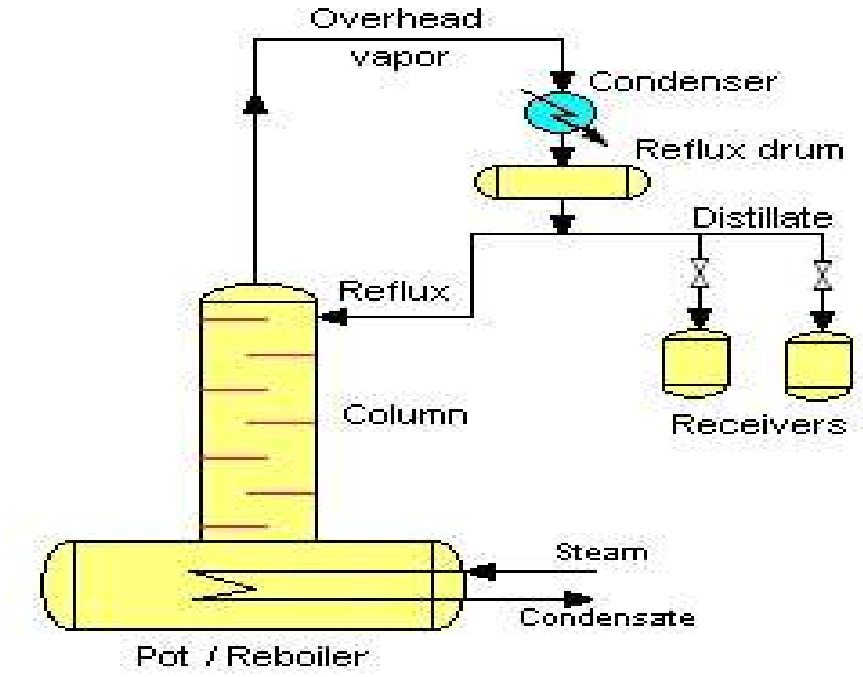


شكل 6-11مخطط إنتاج البولي بروبلين.

مفتاح الشكل (6 -11)					
1	Reactors	مفاعلات	6	Liquid	سائل
2	Reforming	تشكيل	7	Purge gas	غاز تنفيس
3	Shift	ازاحة	8	Ammonia Synthesis	تخليق امونيا
4	Removal	ازالة	9	Membrane unit	وحدة اغشية
5	Recovered H_2	هيدروجين معاد	10	Natural gas	غاز طبيعي

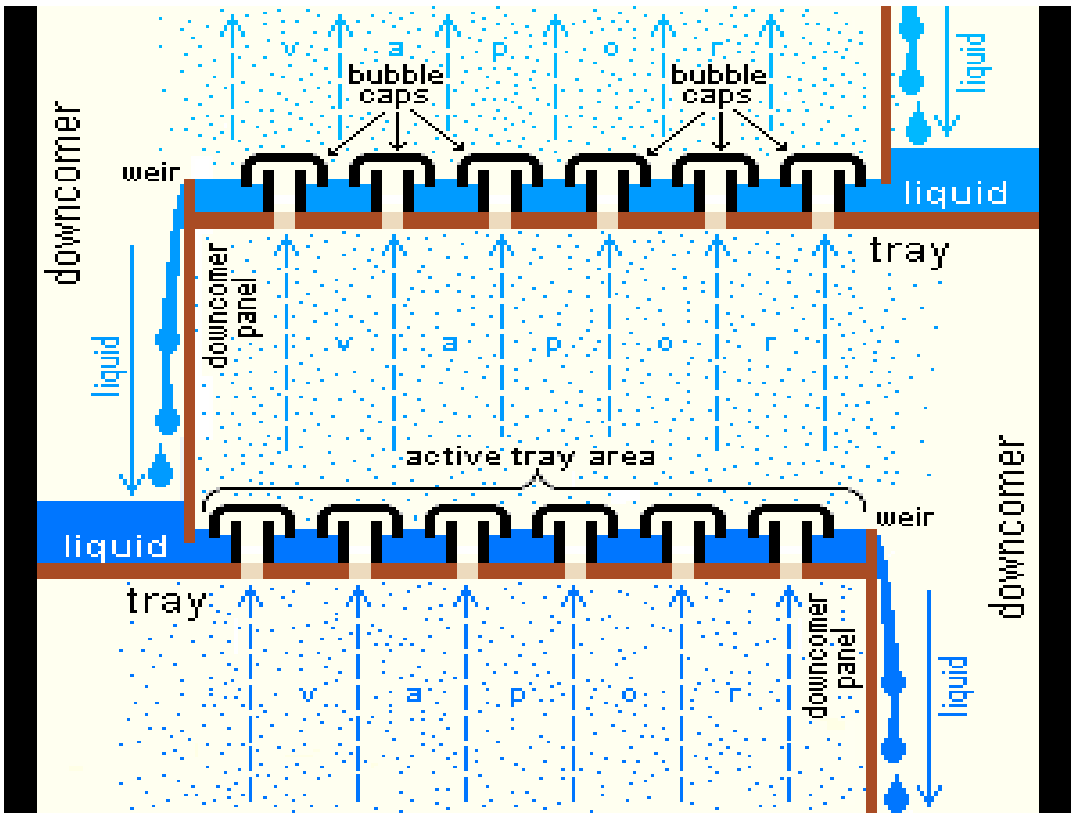
6 - 11 اعمدة التقطير

التقطير (distillation) هو تقنية هدفها فصل مواد كيمياوية بعضها عن بعض اعتمادا على اختلاف درجة غليانها فنحصل على مادة غنية بالمركب الخفيف (درجة غليان واطئة) من اعلى عمود التقطير. اما من اسفل العمود فنحصل على مادة غنية بالمركب الثقيل (درجة غليان عالية).تكون معظم عمليات الفصل في اجهزة عمودية تسمى ابراج واعمدة .ان البرج كله يعمل تحت تأثير تدرج حراري إذ تكون قمة البرج اقل درجة حرارة في حين تكون درجة حرارة قاع البرج هو اعلى درجة . الشكل (6-12) يمثل مخططاً مبسطاً لمنظومة تقطير متكاملة تعمل بنظام الوجبة (Batch distillation). اما الشكل(6-13) فيمثل اسلوب عمل مرحلة (صينية) التقطير داخل العمود.



شكل 6 - 12عمود تقطير مع ملحقاته

مفتاح الشكل(6 - 12)					
1	Reflux drum	وعاء للراجع	6	Column	عمود
2	Receivers	اوعية استلام	7	Overhead product	منتج اعلى البرج
3	Distillate	مقطر	8	Reboiler	غلاية
4	Tray	مرحلة تقطير (صينية)	9	Reflux	راجع للبرج
5	Downcomer	المجرى النازل	10	Condenser	مكثف



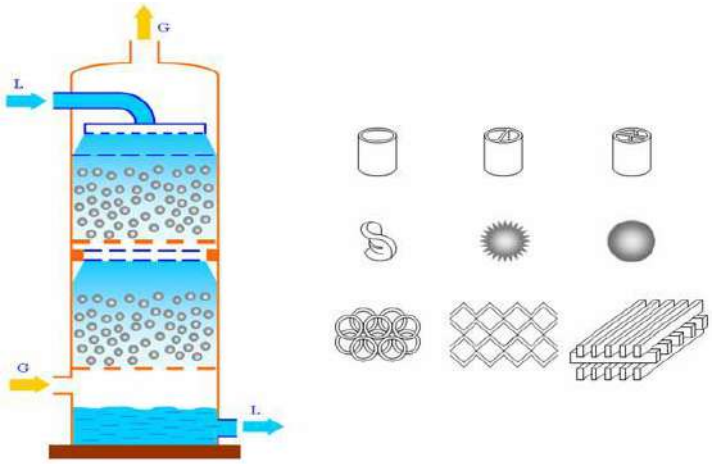
شكل 6 - 13 مرحلة تقطير (صينية تقطير)

مفتاح الشكل(6 - 13)					
1	Liquid	سائل	6	Bubble cup	كأس الفقاعة
2	Vapor	بخار	7	Downcomer panel	لوح المجرى النازل
3	Weir	سياج الصفيحة	8	Active tray area	المساحة الفعالة للصينية
4	Tray	مرحلة تقطير (صينية)			
5	Downcomer	المجرى النازل			

6 - 12 اعمدة الامتصاص

الامتصاص واحد من العمليات الاساسية في المصانع الكيمياوية. وهو يعني عادة امتصاص الغاز. وفي هذه العملية يكون مزيج الغازات (أو البخار)على تماس مع السائل المذيب المختار ليمتص نوعاً واحداً أو أكثر من مكونات المزيج الغازي. والغاية هي إما استرجاع مركب من المزيج الغازي أو تخليص المزيج من الشوائب. وتسمى العملية الأخيرة بغسل الغاز (gas scrubbing) حالما يُمتص الغاز في السائل، يكون في حالة منحلة تماماً وبالتالي يكون جزءاً من الطور السائل. الشكل (6 - 14)

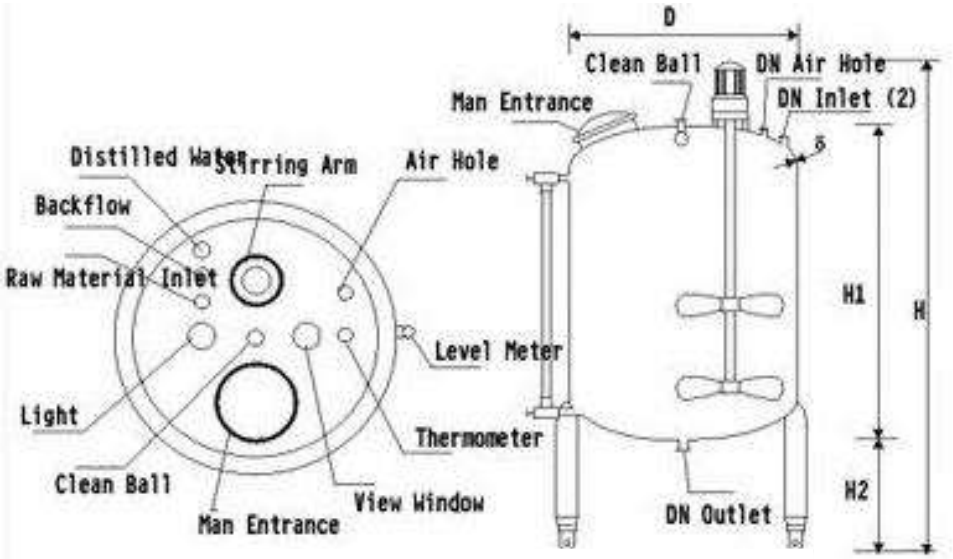
يوضح مخطط نموذجي لبرج امتصاص غاز (G) بوساطة محلول سائل (L). وفي عملية امتصاصالغاز، إما ألا تحدث تغيرات للمركب الغازي عندما يُمتص في المذيب السائل، أو أن المركب الممتص (المذاب) سيصبح مشتركاً بتفاعل كيميائي مع المذيب في الطور السائل. ففي الحالة الاولى تسمى العملية بالامتصاص الفيزياوي للغاز ، وفي الحالة الثانية تسمى العملية بالامتصاص الكيمياوي للغاز.



شكل 6 - 14 مخطط نموذجي لبرج امتصاص غاز (G) بواسطة محلول سائل (L) الجهة اليمنى من الشكل تبين انواع الحشوات المستخدمة داخل البرج

6 – 13 الخلط والمزج

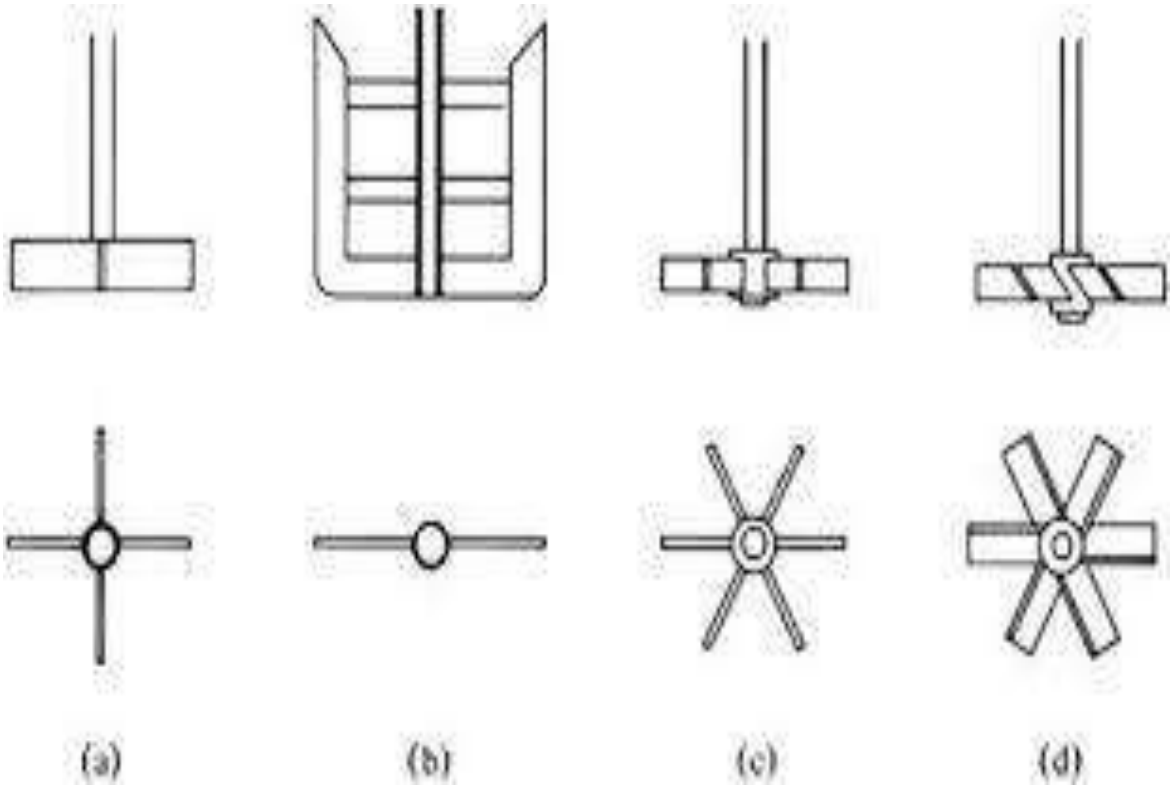
كلمة المزج تعني الخلط والعكس صحيح وكلاهما تعني وضع مجموعة مكونات معا وتقلبيها او مزجها او خلطها معا لتعطي مكوناً واحداً في النهايةومن المتعارف عليه ان المزج تستخدم للمواد السائلة والخلط تستخدم للمواد الصلبة. تجري عملية المزج في اوعية مغلقة مزودة بقلاب يُحرَّك بواسطة عمود مرتبط بمحرك كهربائي. الشكل رقم (6 - 15) يمثل خلاط نموذجي.



شكل 6 - 15 مخطط نموذجي لوعاء مزج سوائل

مفتاح الشكل(6-15)					
1	Air hole	فتحة دخول الهواء	7	Raw material	ماده اوليه (خام)
2	Inlet	دخول	8	Light	مصباح
3	Outlet	خروج	9	Level meter	مقياس مستوى
4	Man Entrance	فتحة دخول رجل الصيانة	10	Thermometer	مقياس درجة حرارة
5	Stirring arm	ذراع التقليب	11	Back flow	التدفق الراجع
6	Distilled water	ماء مقطر			

يوضح الشكل(6 -16) بعض أنواع القلابات المستخدمة في مزج السوائل



شكل 6 - 16 انواع القلابات المستخدمة في مزج السوائل

(أ- خلاط توربيني رباعي ب- خلاط بوابي ج- خلاط توربيني سداسي

د- خلاط توربيني مائل الشفرة سداسي)

أسئلة الفصل السادس

ملاحظة: كل مسميات المخططات تكتب باللغة العربية.

س1 : اعد رسم مخطط جريان وحدة انتاج الامونيا بطريقة هابر- بوش (الشكل 6 - 2) مستخدما رموز المعدات الواردة في الفصل الرابع ليكون اكثر تفصيلا.

س2 : ارسم مخطط الجريان لعملية انتاج حامض الخليك في الشكل (6 - 6) بمقياس (1 : 2) مستخدما الرموز المكافئة للاجهزة و الموجودة في الفصل الرابع.

س3 : استخدم مقياس رسم (1 : 2) لرسم مخطط الجريان لعملية انتاج الميثانول.

س4 : انظر الى الشكل(6 - 12)، المطلوب الغاء العمود و الغلاية واستبدالهما بعمود التقطير الجزئي وفرن التقطير بالشكل (6 - 14) اي رسم شكل واحد بمقياس رسم (1 : 2) ، الغاء المسميات من المخطط ووضعها في مفتاح موحد للمخطط مع ترقيم الاجهزة.

س5 : اعد رسم برج الامتصاص و برج التنشيط و جهاز الترشيح في الشكل (6 - 4) مستخدما رموز مكافئة للمعدات والاجهزة من الفصل الرابع.

س6 : بمقياس رسم مناسب ارسم المخطط الصندوقي لعملية انتاج الاصباغ.

س7 : اختر رموز اجهزة و معدات مكافئة من الفصل الرابع و استخدم مقياس رسم (1 : 1) لرسم مخطط الجريان لعملية انتاج البولي فنيل كلورواثيلين من الفينول.

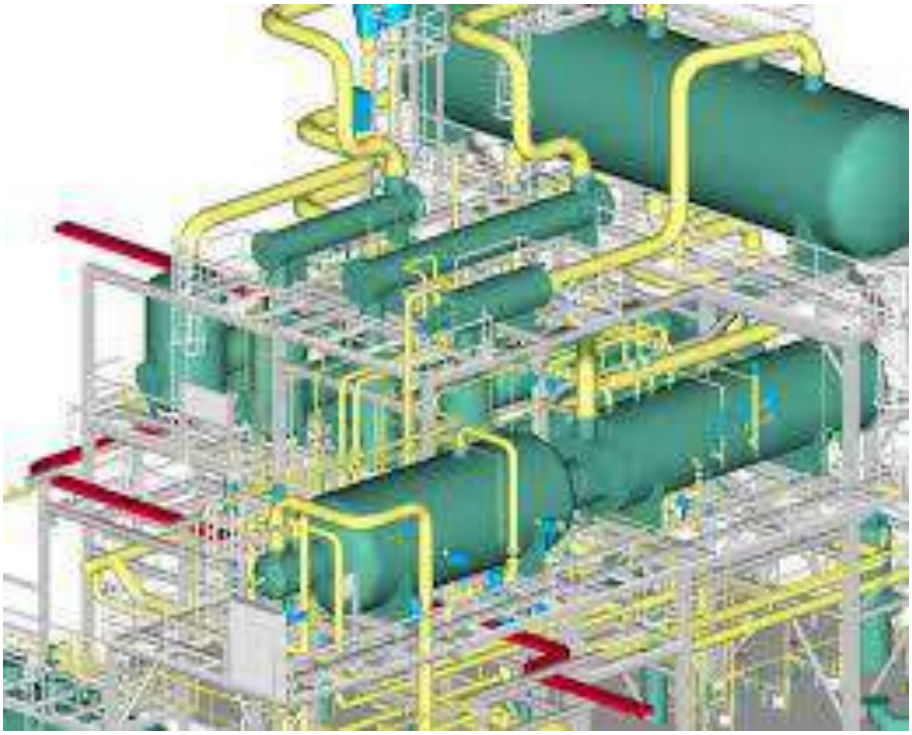
س8 : الشكل (6 - 13) يمثل مرحلة تقطير في برج تقطير ريادي (شبه صناعي). ارسم تفاصيل صينية التقطير بمقياس رسم (1 : 1) .

س9 : ارسم الشكل (6 - 16) مرسوم بمقياس رسم (1 : 2) مع تغيير نوع القلاب الى توربيني رباعي.

س10 : ارسم الشكل (6 - 9) بمقياس رسم (1 : 2) مع ابدال نوع القلاب الى توربيني سداسي في المفاعلين (1) و (3) ، الغاء مسميات المعدات من الشكل ووضعها في مفتاح للشكل.

الفصل السابع

مخططات سير العمليات في الصناعـــات البتروكيمياويـــة



الأهداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

أولا- يرسم الوحدات الصناعية البتروكيمياوية الأتية :

1- وحدة إنتاج اليوريا.

2- وحدة بلمرة الأثيلين.

3- وحدة إنتاج مطاط البيوتاديين.

4- وحدة التكسير الهيدروجيني.

5- وحدة إنتاج كلوريد الأثيلين.

ثانياً- يقرأ المخططات الخاصة بالعمليات التصنيعية البتروكيمياوية.

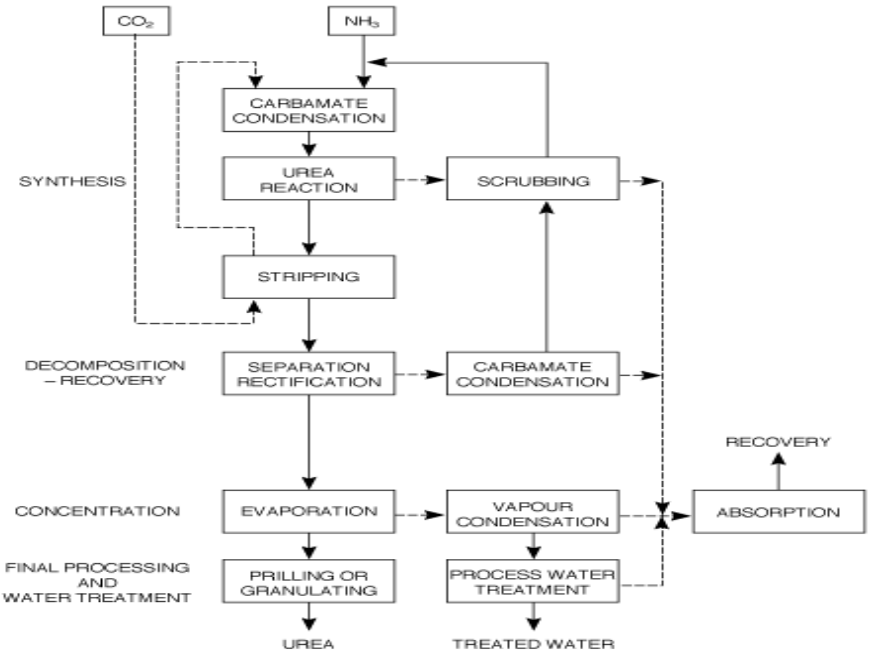
7 - 1 تمهيد

ان تدريب الطالب على رسم المخططات الخاصة بالوحدات الصناعية او خطوط الإنتاج او المعامل المتخصصة بإنتاج المواد البتروكيمياوية يُسهم في تتابع العمليات الصناعية والتشغيلية فضلاً عن القدرة على قراءة المخططات المعدة من قبل المصممين والشركات المصنعة للأجهزة والمعدات والتي تشكل مجموعها خطوط الإنتاج.

في هذا الفصل كان التركيز على وحدات إنتاج بعض المواد البتروكيمياوية الوسيطة او النهائية والمهمة من حيث الاستخدام البشري والصناعي .

7 - 2 مخطط وحدة انتاج اليوريا

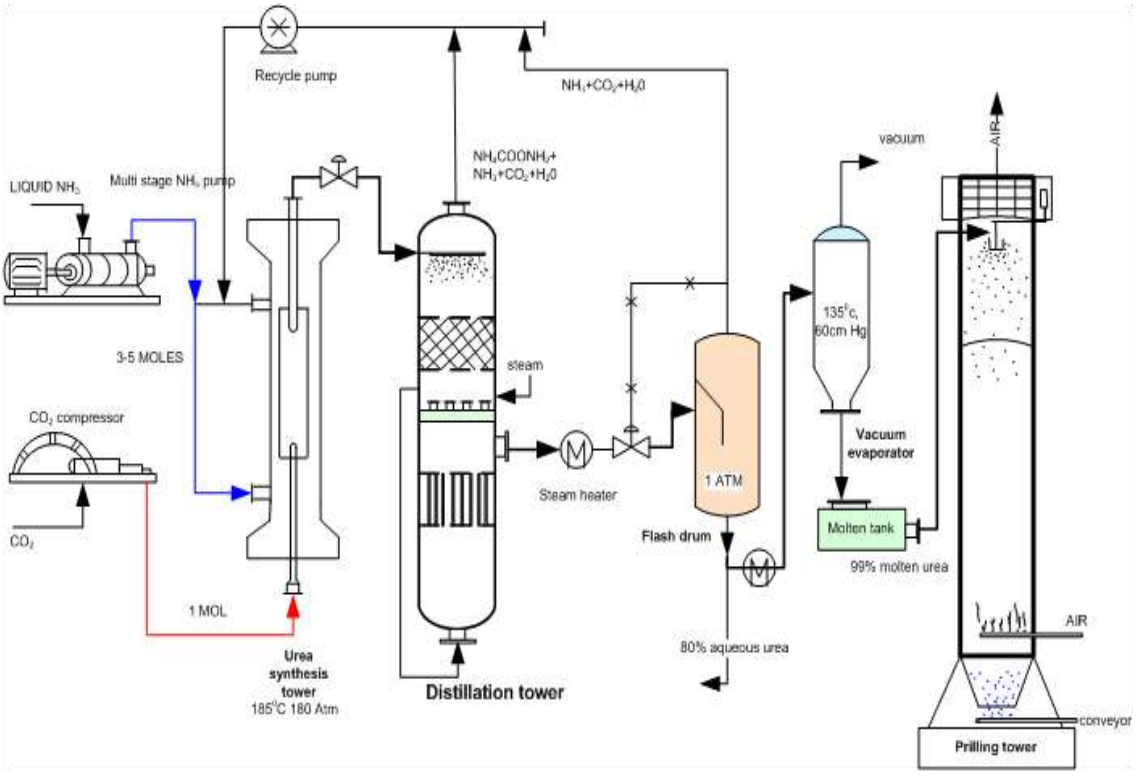
تُعدُّ اليوريا (NH_2CONH_2) من المنتجات المهمة في المجالات الزراعية بعدِّها أسمدة كيمياوية غنية بالنتروجين وتستخدم كذلك في تغذية الماشية فضلاً عن استخدامها في صناعة الفورمالديهايد. تنتج اليوريا من تفاعل الأمونيا مع غاز ثاني أوكسيد الكاربون تحت ضغط ودرجة حرارة عاليين في مفاعل، و يكون التفاعل باعثا شديدا للحرارة والتي يُستفادُ منها الحصول على بخار الماء. المفاعل الثاني يعمل تحت ضغط متوسط. يجب أن تنقى اليوريا في ثلاث مراحل تحت ضغوط مختلفة وترسل الغازات إلى جهاز امتصاص ومن ثم ترجعإلى المفاعل الأول. يدخل الناتج إلى مبخر آخر للحصول على يوريا بتركيز 99% ويرسل المحلول المركّز إلى مجفف رذاذي إذ تجفف وترسل إلى وحدة التعبئة. الشكل (7-1) يبين المخطط الصندوقي لهذه العملية الصناعية.



الشكل 7–1 المخطط الصندوقي لعملية إنتاج اليوريا (اثرائي)

مفتاح الشكل (7 - 1)			
التبخير	Evaporation	غاز ثاني أوكسيد الكاربون	CO_2
تكثيف الأبخرة	Vapor Condensation	غاز الأمونيا	NH_3
الامتصاص	Absorption	تكثيف الكاربامات	Carbamate Condensation
عملية الاسترداد	Recovery	مفاعل اليوريا	Urea Reaction
المعالجة النهائية	Final Processing	عملية امتصاص الغازات	Scrubbing
تنقية الماء	Water Treatment	عملية الانتزاع	Stripping
تكوين الحبيبات	Prilling or Granulating	تصنيع	Synthesis
اليوريا	Urea	استعادة المواد الأولية	Decomposition-Recovery
تنقية الماء الصناعي	Process Water Treatment	عمليات الفصل	Separation-Rectification
الماء المعالج	Treated Water	زيادة التركيز	Concentration

الشكل (7 - 2) يمثل مخطط الجريان PFD لوحدة إنتاج اليوريا ويمكن متابعة العمليـــة مع الشـــرح الموضح سابقا وعلى الطالب متابعة الأجهزة ووظائفها .



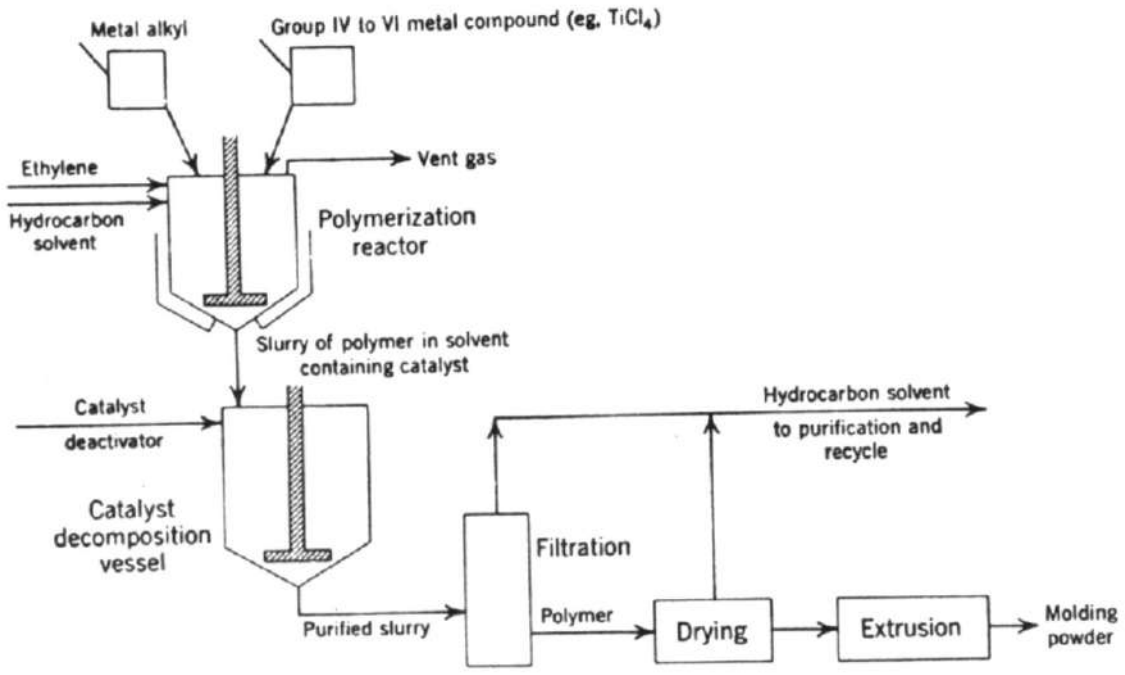
الشكل 7 - 2 مخطط الجريان لوحدة انتاج اليوريا

مفتاح الشكل (7 - 2)	
Liquid NH_3	امونيا سائلة
Multi stage NH_3 pump	مضخة متعددة المراحل لضخ الأمونيا
CO_2 Compressor	كابسة غاز ثاني اوكسيد الكاربون
Urea Synthesis Tower	مفاعل تصنيع الأمونيا185°cو 180 جو
Recycle Pump	مضخة السوائل الراجعة
Distillation Tower	برج تقطير
Steam	بخار
Stream Heater	سخان للمواد الخارجة من جانب العمود
Flash Drum	جهاز الفصل الومضي
80% Aqueous Urea	80% محلول اليوريا المائي
Vacuum	ضغط فراغي
Vacuum Evaporator	مبخر فراغي
Molten Tank	خزان تمييع اليوريا 99%
Air	هواء
Conveyor	حزام ناقل
Prilling Tower	برج تكوين الحبيبات

7 - 3 مخططوحدة بلمرة الأثيلين بوجود مجفف (طريقة هوكست)

يُعد البولي أثيلين بمختلف أصنافه وأنواعه اهم البوليمرات السلعية ومن المنتجات البتروكيمياوية الأكثر انتشارا. ومن أسباب انتشار البولي أثيلين سهولة تصنيعه و انخفاض كلفته نسبيا ويتميز بلدونته و مقاومته للكيمياويات. على النطاق التجاري توجد ثلاثةأصناف رئيسة من البولي اثيلين(واطئ الكثافة – عالي الكثافة – واطئ الكثافة الخطي).

الشكل (7 - 3) يوضح طريقة هوكست لإنتاج البولي اثيلين عالي الكثافة. ويتضح من الشكل ان الأثيلين مع الهكسان الحلقي (كمذيب) يضافان إلى مفاعل البلمرةإذ يضاف العامل المساعد ثم ينقل الناتج إلى وعاء فصل العامل المساعد ثم يرشح لفصل المذيب ويرسل البوليمر الناتج للتجفيف ثم للتقطيع وبعد ذلك للتعبئة.

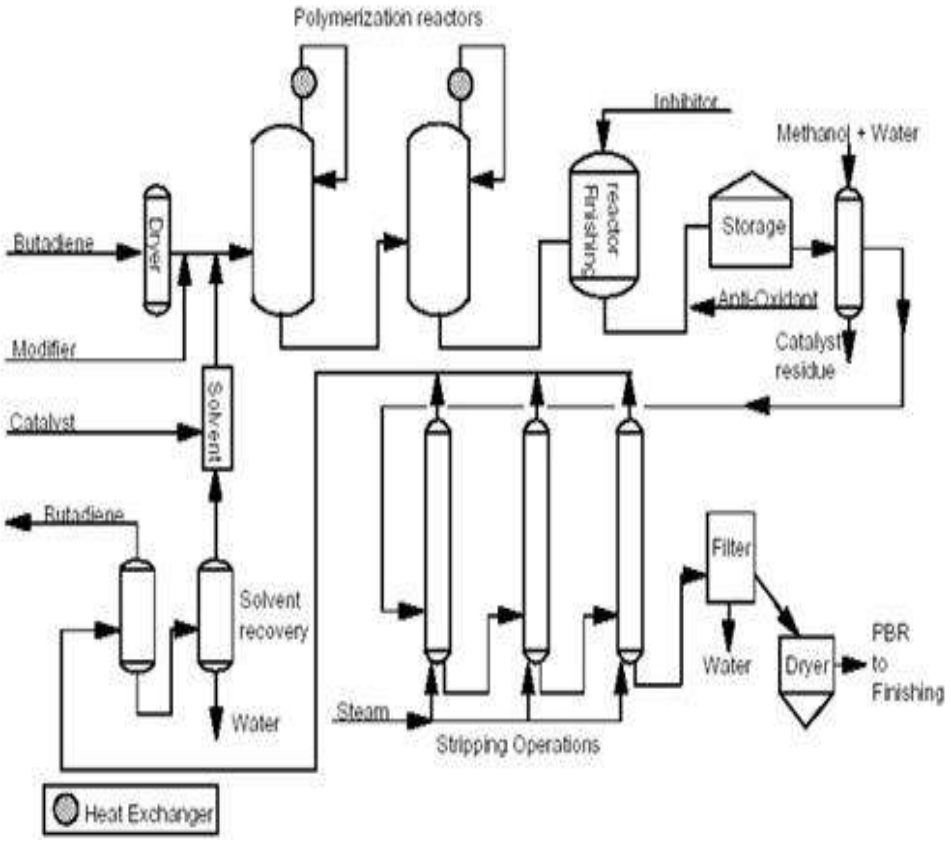


الشكل 7 - 3 مخطط بلمرة الأثيلين بوجود مجفف

مفتاح الشكل (7 - 3)			
Slurry of polymer and solvent with catalyst	مستحلب البولمر مع المذيب والعامل المساعد	Metal Alkyl	الكيل معدني
Filtration	ترشيح	Hydrocarbon solvent	مذيب هيدروكاربوني
Purified slurry	بوليمر منقى	Polymerization Reactor	مفاعل البلمرة
Drying	تجفيف	Vent gas	غاز عادم
Extrusion	بثق	Catalyst deactivator	مثبط العامل المساعد
Molding powder	مسحوق قولبة	Catalyst Decomposition Vessel	خزان تفكك العامل المساعد

7 - 4 مخطط وحدة إنتاج مطاط البيوتادايين بطريقة بلمرة المحلول (طريقة فيليبس)

مركب 1، 3 - بيوتادايين يعدّ أوليفين ثنائي، وهو المكون الرئيس للمطاط الصناعي، ويكون إما من الكحول الأثيلي أو من الأثيلين أو البيوتان. صناعة البيوتادايين من الأثيلين هي الأكثر اقتصاديا إذ يُبلمر الأثيلين إلى بيوتيلين ثم تأتي عملية نزع الهيدروجين أو يُنزع الهيدروجين من البيوتان . للحصول على البيوتادايين تتلخص طريقة الإنتاج بإدخال البيوتادايين النقي الجاف مع مذيب وعامل مساعد الى مفاعلات البلمرة (عدد 2 مربوطة على التوالي) ثم ينقل الناتج إلى مفاعل ثالث يضاف اليه مانع أكسدة لإكمال نسبة التحول المطلوبة ويغسل الناتج بالميثانول لفصل البيوتادايين غير المتحول مع العامل المساعد ويجفف المطاط بعد ذلك. الشكل (7 - 4) يوضح مخططاً مبسط لإنتاج مطاط البيوتادايين بطريقة فيليبس. ويظهر الشكل مفاعلات البلمرة ، مفاعل الإنهاء ، مبادلات حرارية خزان تجميع وعاء استعادة المذيب، أعمدة تسخين بالبخار المباشر،مرشح و مجفف.



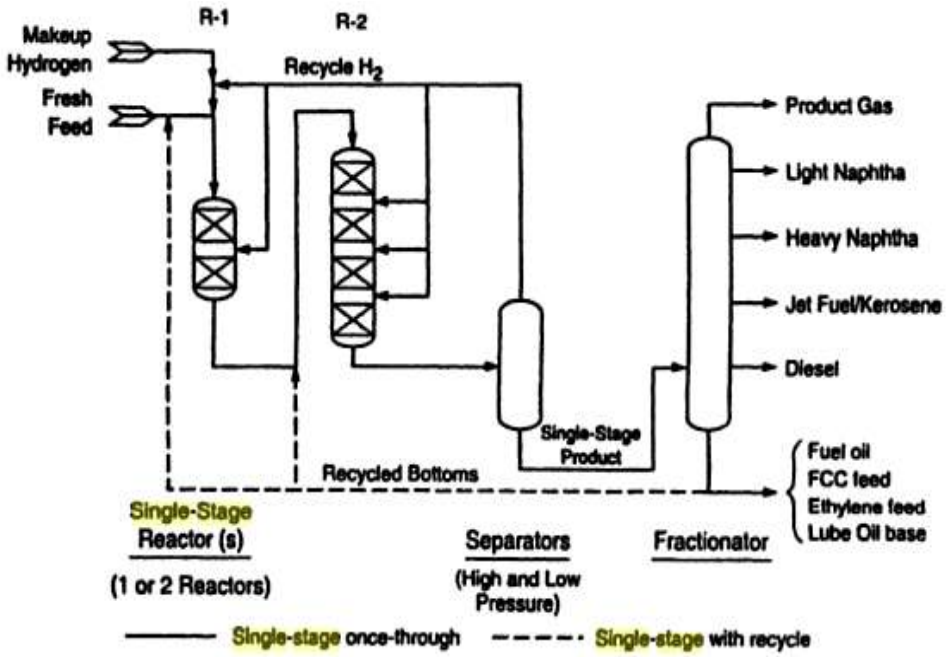
الشكل 7 - 4 مخطط مبسط لوحدة إنتاج مطاط البيوتادايين.

مفتاح الشكل (7 - 4)			
وعاء خزن	storage	مجفف	Dryer
مانع اكسدة	Anti-oxidant	مرشح	Filter
مفاعل البلمرة	Polymerization Reactor	مذيب	solvent
مفاعل انهاء	Finishing reactor	بخار ماء	steam
مثبط العامل المساعد	Inhibitor	فصل بالبخار	Stripping operation
العامل المساعد	Catalyst	استعادة المذيب	Solvent recovery
محسن	Modifier	ماء	water
بقايا العامل المساعد	Catalyst residue	مبادل حراري	Heat exchanger

7 - 5 مخطط وحدة التكسير الهيدروجيني بطريقة المرحلة الواحدة

عملية تكسير المشتقات النفطية الثقيلة عملية كيمياوية تجري تحت تأثير الحرارة والضغط وبوجود عامل مساعد حيث تتكسر السلاسل الهيدروكربونية الطويلة إلى سلاسل أصغر. وتُعدُّ عملية التكسير من العمليات التكريرية الهامة لتحويل المخلفات النفطية ذات القيمة المنخفضة إلى مشتقات خفيفة ذات مردود اقتصادي مرتفع.

من الممكن إجراء هذه العملية بطريقتين رئيستين ، التكسير الهيدروجيني بطريقة المرحلة الواحدة والتكسير الهيدروجيني بطريقة المرحلتين. الطريقة الأولى هي الأبسط وتستخدم عاملاً مساعداً واحداً ومفاعلاً واحداًأو مفاعلين الواحد تلو الآخر. الشكل (7 - 5) يبين مخطط الجريان لهذه الوحدة.

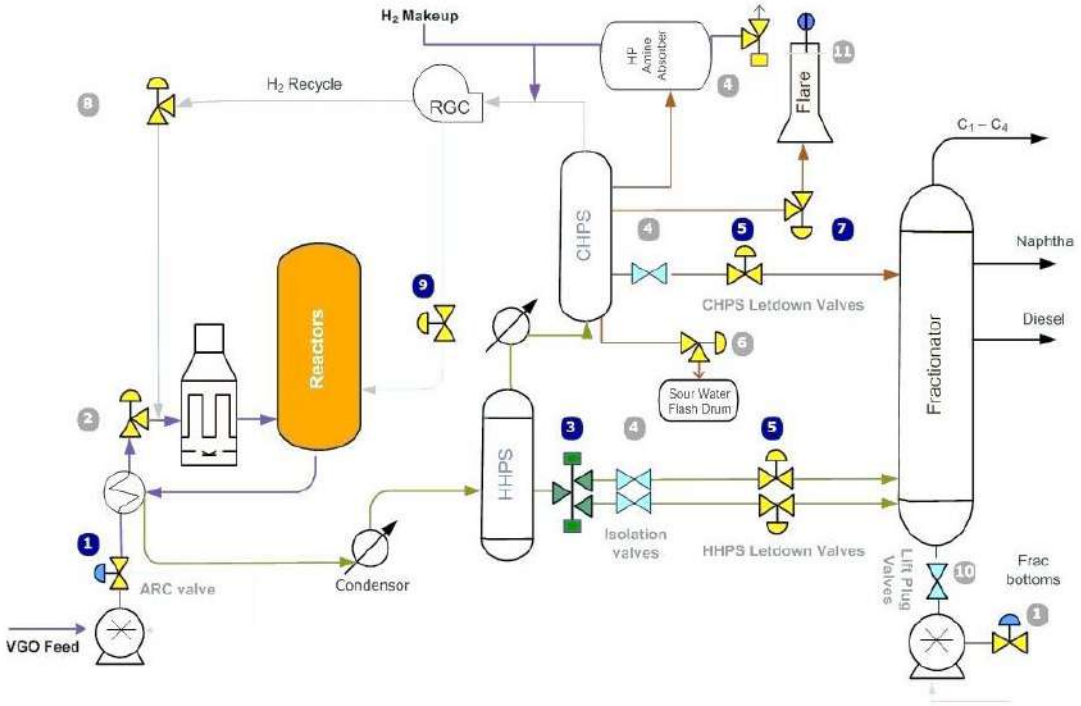


R-1: Hydrotreating Reactor
R-2: Hydrocracking Reactor

الشكل 7– 5 مخطط الجريان لوحدة التكسير بالهيدروجين بطريقة المرحلة الواحدة.

مفتاح الشكل (7 - 5)	
Makeup Hydrogen	الهيدروجين المضاف
Fresh Feed	مغذي نقي
Single Stage Reactor	مفاعل المرحلة الواحدة
Hydrotreating Reactor (R-1)	مفاعل المعاملة بالهيدروجين
Hydrocracking Reactor (R-2)	مفاعل التكسير الهيدروجيني
Recycle H_2	الهيدروجين الراجع
Recycled Bottoms	النواتج السفلية الراجعة
Single Stage Product	نواتج المرحلة الواحدة
Separators	اجهزة فصل
High and Low Pressure	ضغط عالي وواطيء
Fractionator	جهاز التجزئة
Product Gas	الغاز الناتج
Light Naphtha	النفثا الخفيفة
Heavy Naphtha	النفثا الثقيلة
Jet Fuel/Kerosene	وقود الطائرات/الكيروسين
Diesel	الديزل
Fuel oil	زيت الوقود
FCC Feed	مغذي وحدة التكسيرالمسيل
FCC(Fluid Catalytic Cracking)	التكسير المسيل بوجود عامل مساعد
Ethylene Feed	خط تغذية وحدة انتاج الأثيلين
Lube Oil Base	المادة الأساسية لزيوت التزييت

الشكل (7 - 6) يمثل مخطط الجريان مع الصمامات وأنواعهاومن الممكن اختبار معلومات الطالب حول الصمامات وأنواعها والتي سبق وأن درسها في الفصل الرابع.



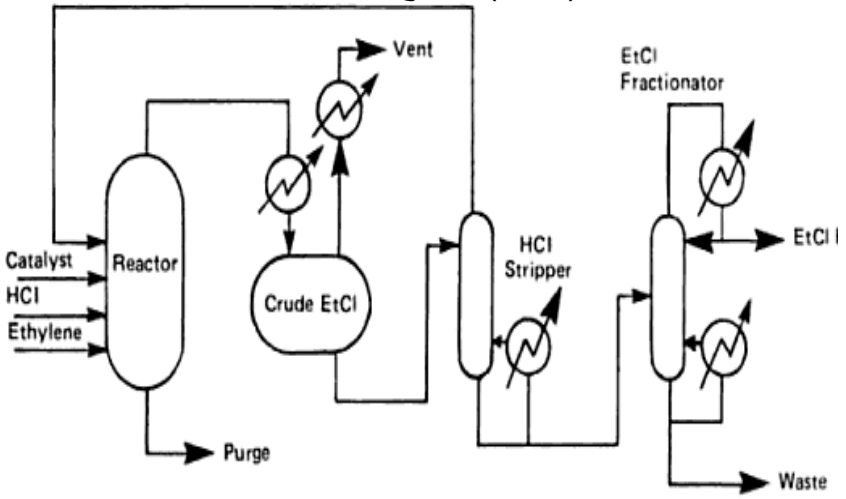
الشكل 7 - 6 مخطط أجهزة السيطرة لوحدة التكسير الهيدروجيني بطريقة المرحلة الواحدة.

مفتاح الشكل (7 - 6)			
1)Automatic recilculation	صمام اعادة تدوير اوتوماتيكي	VGO	زيت الغاز الفراغي
2) Flow control valve	صمام سيطرة على الجريان	Reactor	مفاعل
3) Diverter valve	صمام تحويل	H_2 Recycle	هيدروجين مدور
4) High pressure isolation valve	صمام عزل للضغط العالي	Condenser	مكثف
5) Multi-stage pressure letdown control valve	صمام سيطرة متعدد المراحل لتقليل الضغط	HP Amine Absorber	جهاز امتصاص الأمين عالي الضغط
6) Level control valve	صمام سيطرة على مستوى السائل	RGC	كابسة هيدروجين
7) Letdown control valve-cage	صمام قفصي للسيطرة على الهبوط	Flare	شعلة
8) Pressure surge control valve	صمام سيطرة للحفاظ على الضغط	HHPS	جهاز فصل الهيدروجين عالي الضغط
9) Y-Globe control valve	صمام سيطرة شكل Y	CHPS	جهاز فصل عالي الضغط
10) Lift Plug isolation Valve	صمام العزل برفع السدادة	Sour water flash drum	جهاز فصل المياه الحامضية
11) Line blind system	منظومة الغلق الخطية	Fractionator	جهاز تجزئة

7 - 6 مخطط وحدةإنتاج كلوريد الاثيل

7 - 6 - 1 طريقة هدرجة وكلورة الأثيلين

ان طريقة هدرجة الأثيلين وكلورته تُعدُّ من الطرائق المفضلة ويكون التفاعل في مفاعل ذي طبقة ثابتة من العامل المساعد إذ تمر الغازات (كلوريد الهيدروجين والأثيلين) في درجة حرارة وضغط عاليين. نسبة تحول الأثيلين تكون 90% وترسل الغازات الخارجة من المفاعل الى مكثف ثم الى جهاز فصل الغازات غير المتكثفة ثم إلى جهاز انتزاع كلوريد الهيدروجين وبعدها إلى جهاز تقطير لفصل كلوريد الأثيل عن المواد الأخرى. الشكل (7 –7) يوضح مخطط الجريان لهذه العملية.

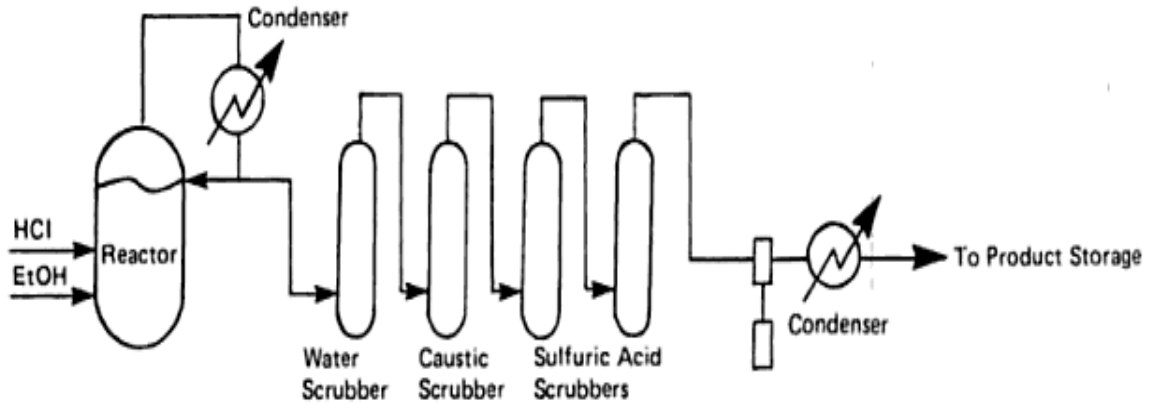


الشكل 7 - 7 مخطط جريان وحدة إنتاج كلوريد الأثيل من الأثيلين وكلوريد الهيدروجين

مفتاح الشكل (7 - 7)	
Catalyst	عامل مساعد
HCl	كلوريد الهيدروجين
Ethylene	غاز الأثيلين
Reactor	مفاعل
Purge	ازالة المواد الغير مرغوب بها
Crude EtCl	كلويد الأثيل الخام
Vent	منفذ الغازات الفائضة
HCl Stripper	برج انتزاع كلوريد الهيدروجين واعادته الى المفاعل
EtCl Fractionator	برج تقطير كلوريد الأثيل
EtCl	كلوريد الأثيل
Waste	المواد السائلة المتبقية

7 - 6 – 2 طريقة إنتاج كلوريد الأثيل من الإيثانول

في هذه العملية يتفاعل غاز كلوريد الهيدروجين مع بخار الإيثانول في درجة حرارة مرتفعة نسبيا بوجود عامل مساعد مثل كلوريد الزنك. من محاسن هذه الطريقة الإنتاجية العالية وإنتاج نوعية ممتازة من كلوريد الأثيل. تمرر الغازات الناتجة من المفاعل إلى مكثف للتخلص من الماء الحامضي المتكون في المفاعل ويرجع قسم من هذا الماء إلى المفاعل. يبقى كلوريد الأثيل في حالة غازية ويمرر على أجهزة غسل متعددة للتخلص من الحوامض العالقة إذ تغسل هذه الغازات بالماء ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ثم بحامض الكبريتيك للمعادلة وبعد ذلك يؤخذ الغاز المنقى إلى مكثف لتحوليه إلى الحالة السائلة ثم يخزن في خزانات. الشكل (7 - 8) يوضح مخطط الجريان لهذه العملية الإنتاجية.

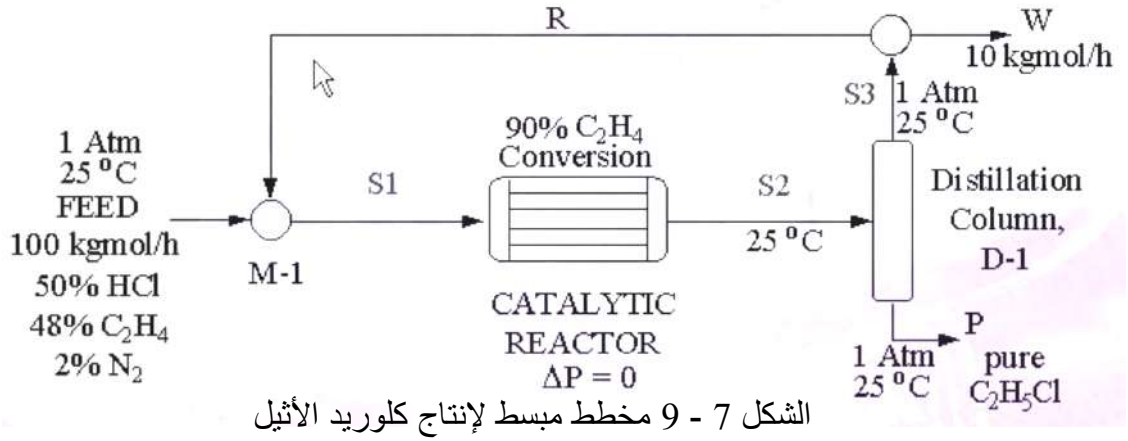


الشكل 7 – 8 مخطط جريان وحدة انتاج كلوريد الأثيل من الايثانول

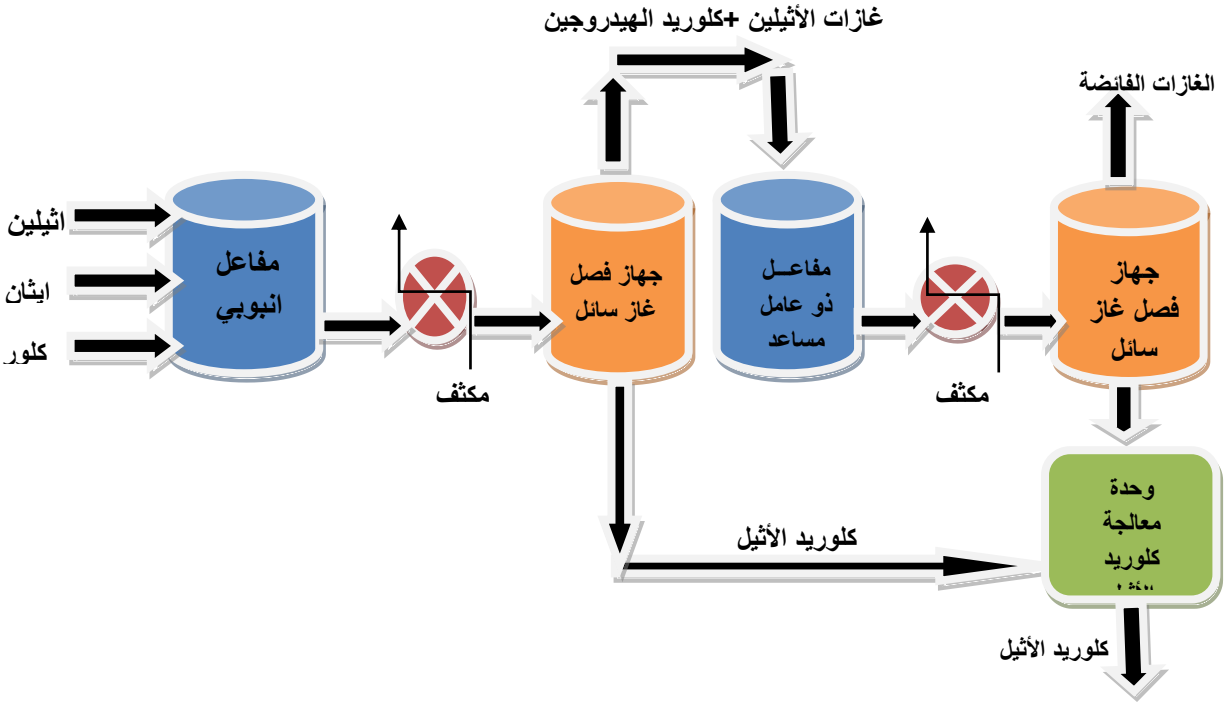
مفتاح الشكل (7 - 8)	
HCl	غاز كلوريد الهيدروجين
EtOH	كحول الأيثانول
Condenser	مكثف
Water Scrubber	برج غسل الغازات بالماء
Caustic Scrubber	برج غسل الغازات بالصودا الكاوية
Sulfuric Acid Scrubbers	ابراج غسل الغازات بحامض الكبريتيك
To Product Storage	الى خزانات المنتج

7 - 7 مخطط مبسط لوحدة انتاج كلوريد الأثيل من الايثان والأثيلين والكلور

في هذه الطريقة يُستخدم مفاعلين، المفاعل الأول تجري فيه عملية كلورة الايثان بوجود الأثيلين ويكون التفاعل في الطور الغازي. ترسل الغازات التي فُصِلت إلى مفاعل ثاني يحوي على عامل مساعد وتُجرى في هذا المفاعل عملية هدرجة الأثيلين وكلورته لإنتاج كلوريد الأثيل الذي يخلط مع كلوريد الأثيل الناتج من المفاعل الأول ويرسل إلى أبراج المعالجة للتخلص من كلوريد الهيدروجين الفائض ومعادلة النواتج وكذلك للتخلص من الرطوبة. الشكل (7-9) يوضح شكلاً مبسطاً للظروف التشغيلية للتفاعل مع نسبة التحول ونقاوة المواد الأولية والنواتج. الشكل (7-10) يوضح مخططاً صندوقياً لهذه الطريقة ومرحلة المعالجة تكون مشابهة كما في الطرق الأخرى.



الشكل 7 - 9 مخطط مبسط لإنتاج كلوريد الأثيل



الشكل 7–10 مخطط صندوقي لإنتاج كلوريد الأثيل من الايثان والأثيلين والكلور.

أسئلة الفصل السابع

ملاحظة: الترميزوالتعريف داخل اي مخطط مطلوب في الاسئلة يكتب باللغة العربية.

س1 :ارسم مخطط الجريان PFD لوحدة إنتاج اليوريا بمقياس رسم (1 : 1) .

س2 : ارسم مخطط بلمرة الاثيلين بوجود مجفف مرسوم بمقياس 1 : 2 مستخدما رموز أجهزة من الفصل الرابع مكافئة لما مذكور في الشكل (7 - 3).

س3 : ارسم مخططاً لوحدة إنتاج مطاط البيوتادايين مرسوم بمقياس (1 : 1). استبدل كلالأجهزة الموجودة في الشكل برموز اجهزة مكافئة من الفصل الرابع .

س4 : ارسم مخطط الجريان لوحدة التكسير بالهيدروجين بطريقة المرحلة الواحدة في الشكل(7 - 5) بمقياس (1 : 2) .

س5 : ارسم المخطط الصندوقي لعملية التكسير الهيدروجيني.

س6 : الشكل (7 - 7) يوضح مخطط جريان وحدة إنتاج كلوريد الأثيل من الأثيلين وكلوريد الهيدروجين اعد رسم الشكل بمقياس (1 : 2) مستعينا برموز معدات من الفصل الرابع مكافئة للموجودة في الشكل (7 - 7).

س7 : ارسم المخطط الصندوقي لإنتاج كلوريد الأثيل من الأيثانول.

س8 : بمقياس رسم مناسب ارسم المخطط الصندوقي لعملية إنتاج كلوريد الأثيل من الأيثان والأثيلين.

س9:ارسم الشكل (7 - 9) مرسوم بمقياس رسم (1: 2) مع إمكانية استخدام رموز أجهزة من الفصل الرابع مكافئة لما موجود في الشكل موضوع السؤال.

س10 : استعن برموز المعدات في الفصل الرابع لتحويل الشكل(7 - 10) من صندوقي إلى مخطط الجريان لعملية إنتاج كلوريد الأثيل من الايثان والأثيلين والكلور.

الفصل الثامن

الرسم المعان بالحاسوب (الأوتوكاد) Computer Aided Drafting

الاهداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادرا على:

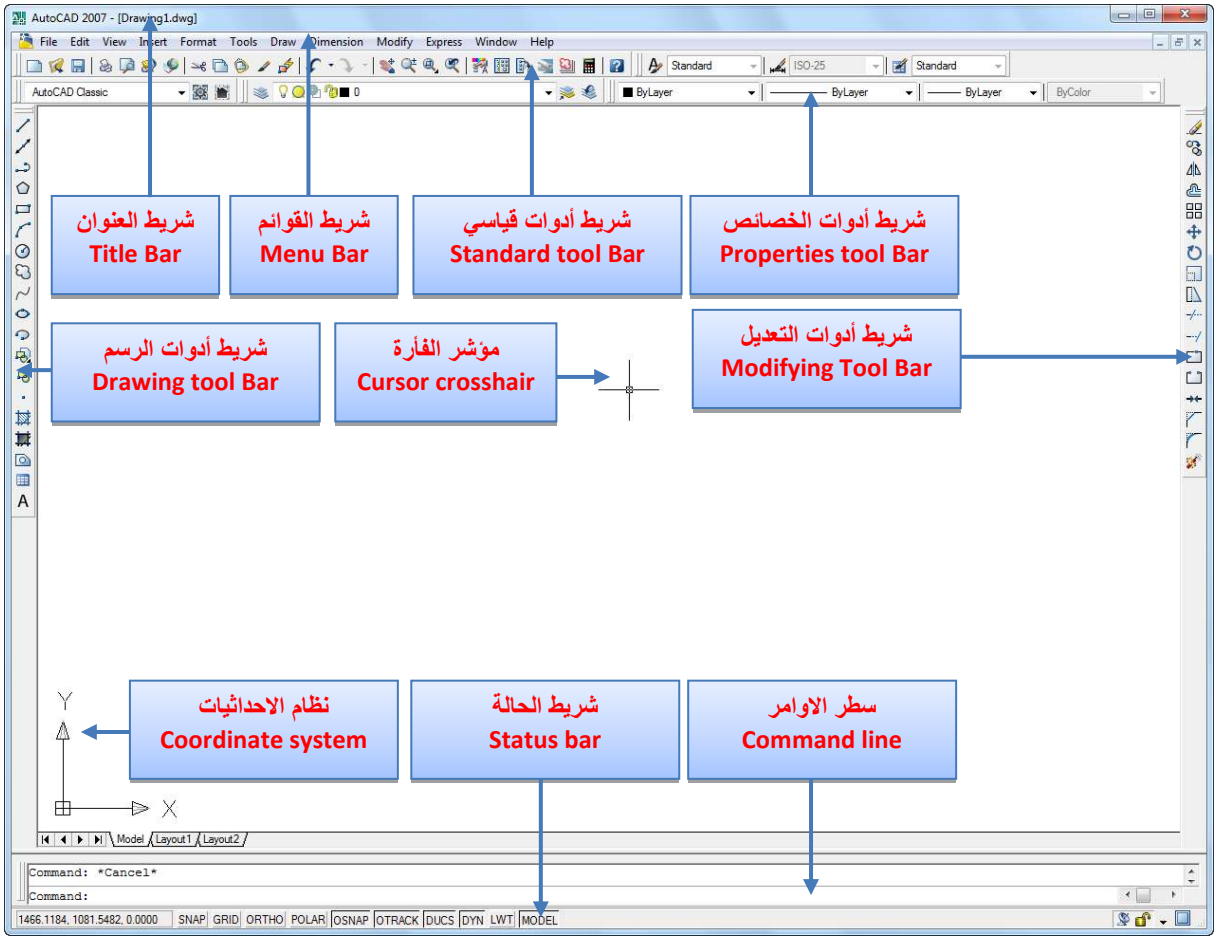
1. التعرف على واجهة البرنامج
2. التعرف على أوامر الرسم والتعديل (ثنائي الابعاد)
3. التعرف على شريط الابعاد
4. تنفيذ تمارين رسم باستخدام برنامج الاتوكاد.

8 - 1 تمهيد

يعد برنامج أوتوكاد AutoCAD (من إصدارات شركة أوتودسك Auto Desk) وأحد أهم برامج الرسم الصناعي المتوافقة مع تطبيقات الويندوز بمختلف اصداراته ،وبزيادة استخدام الحاسبات في مجالات الرسم الصناعي كان لابد من أن يلم الطالب بقواعد الرسم المعان بالحاسوب لغرض زيادة الدقة في الرسم المنجز، وامكانية اجراء التعديلات على الرسوم بسهولة ، وتوافر الوقت بصورة ملحوظة ،سهولة الحمل والنقل والخزن ، إمكانية الرسم بالألوان ولطبقات كثيرة بسهولة ويسر، فضلاً عن إمكانيات كثيرة وعديدة منها ان برنامج الأوتوكاد يقوم بعمل جميع الأشكال ثنائية البعد وثلاثية البعد، فضلاً عن المقاطع المتعددة من الأشكال ثنائية البعد و ثلاثية البعد،التضليل ،أي بصيغة أخرى جميع عمليات الرسم الهندسي وبجميع التفاصيل لذلك ننصح أي طالب صناعي بضرورة الاهتمام بتعلم برنامج الاتوكاد وزيادة عدد ساعات التدريب العملي له للوصول إلى المهارة العملية المناسبة في التطبيق.

8 - 2 التعرف على واجهة البرنامج

نعرض لك هذه الواجهة وتسميات محتوياتها ليعيد الى ذاكرتك ما قد نسيت منها.



الشكل8-1 واجهة البرنامج للرسم ثنائي الأبعاد 2D.

8 - 3 أوامر الرسم والتعديل (ثنائي الابعاد)

أوامر الرسم		أوامر التعديل	
(Line)	خط	مسح	(Erase)
(Construction Line)	خط انشاء	نسخ	(Copy)
(Multi-Line)	خط متعدد	انعكاس	(Mirror)
(Polyline)	خط مركب	موازي	(Offset)
(Polygon)	مضلع	مصفوفة عناصر	(Array)
(Rectangle)	مستطيل	تحريك	(Move)
(Arc)	قوس	تدوير	(Rotate)
(Circle)	دائرة	مقياس	(Scale)
(Spline)	خط مرن	تمديد	(Stretch)
(Ellipse)	قطع ناقص	تطويل	(Lengthen)
(Insert Block)	ادراج كتلة	قطع	(Trim)
(Make Block)	صنع كتلة	تمديد خط	(Extend)
(Point)	نقطة	كسر	(Break)
(Hatch)	تمشير	شنفرة	(Chamfer)
(Region)	منطقة	تدوير	(Fillet)
(Multiline Text)	ادراج نص	تفجير	(Explode)

الشكل 2 - 8 أوامر الرسم والتعديل

سبق وان تعرفت على أوامر الرسم والتعديل مع تفصيلاتها كما في الشكل (8 - 2) وفي هذا الفصل نستذكر بعضاً منها :

8 - 3 - 1 أوامر الرسم

1-أمر رسم قوس (Arc):

هناك إحدى عشرة طريقة لرسم الأقواس وسوف نتعرف على خمس طرائق منها أما بقية الطرائق فسوف تكتشفها بنفسك في أثناء ممارستك للتمارين وهي كالآتي :

نشط القائمة Draw ← اختر Arc ← سوف تظهر القائمة المنسدلة الآتية :

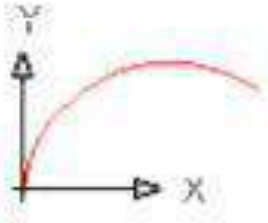
الشكل 8 - 3 طرق رسم الاقواس

ملاحظات عند رسم الاقواس:

1. يرسم القوس في عكس اتجاه عقارب الساعة ما عدا الطريقة رقم (1) .
2. يجب رسم القوس بحسب ترتيب القيم المعلومة فمثلا الطريقة (2) والطريقة (4) متشابهة ولكن تسلسل الترتيب يختلف .
3. غالباً تحدد نقاط البداية والنهاية والمركز من قائمة Object Snap دون الحاجة إلى إدخال النقاط من لوحة المفاتيح.

مثال 81: رسم قوس بمعلومية ثلاث نقاط فقط ، شكل (8 - 4)

1. انقر على الأمر Arcarc
2. أمام الرسالة الآتية أدخل النقطة الاولى0,0:Specify start point of arc or [Center]
3. أمام الرسالة الآتية أدخل النقطة الثانية Specify second point of arc or [Center/End]:50,30
4. أمام الرسالة الآتية أدخل النقطة الثالثة Specify end point of arc:60,25

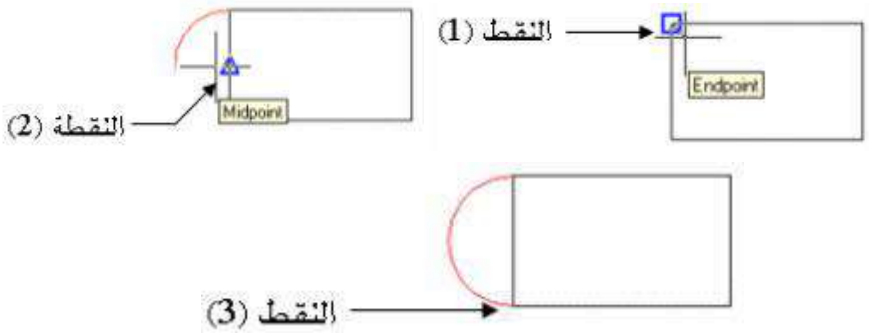


الشكل 8 - 4 رسم قوس بمعلومية ثلاث نقاط فقط

مثال 8 - 2: رسم نصف دائرة قطرها يقع على الضلع الصغير لمستطيل معلوم بمعلومية النقاط (البداية و المركز و النهاية)، شكل (8 - 5).

1. نشط القائمة Draw ← اختر Arc ← اختر

2. التقط بمؤشر الفأرة ، النقطة (1).
3. التقط بمؤشر الفأرة وسط الخط ، النقطة (2).
4. التقط بالفأرة نهاية الخط ، النقطة (3)



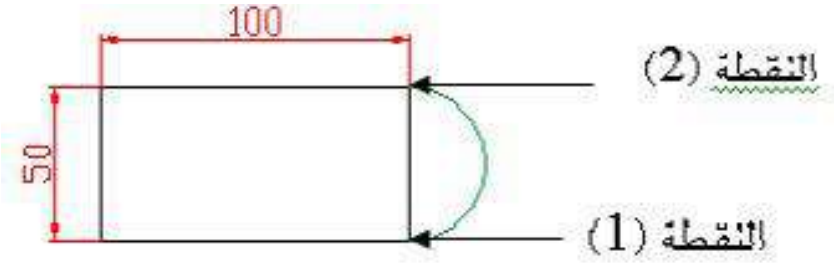
الشكل 8-5 رسم قوس بمعلومية نقطة (البداية ، المركز ، النهاية)

مثال 8 - 3: رسم قوس نصف دائرة على ضلع مستطيل بمعلومية نقطة (البداية ، والنهاية ، المركز)، شكل (8 - 6).

1. نشط القائمة Draw ← اختر Arc ← اختر

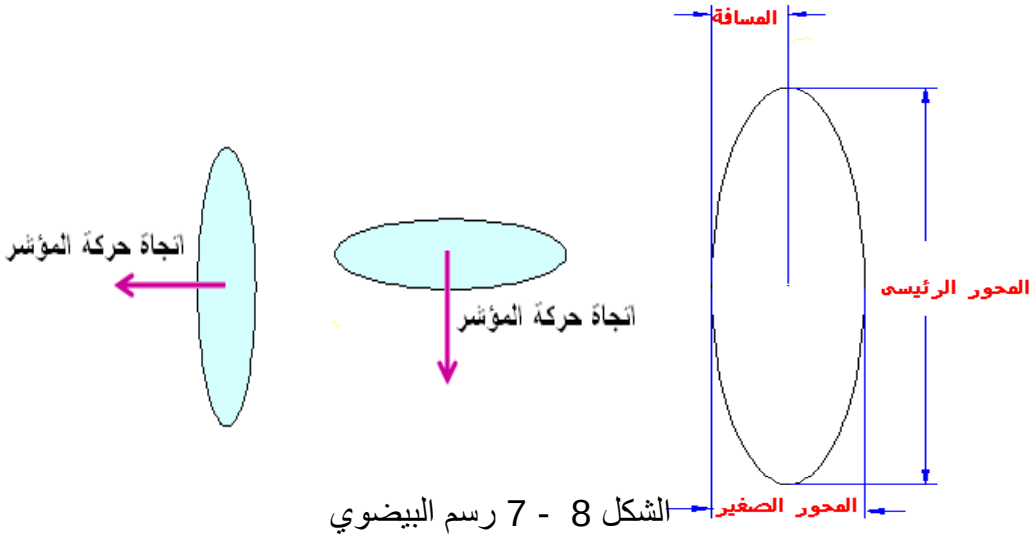
2. التقط بمؤشر الفأرة , النقطة (1).
3. التقط بالفأرة نهاية الخط , النقطة (2).
4. أدخل القيمة (25) وهي نصف قط القوس ، ثم اضغط Enter

سوف يبدو رسمك كما في الشكل (8-6)



الشكل 8-6 رسم قوس بمعلومية نقطة (البداية ، والنهاية ، المركز).

2- أمر رسم الشكل البيضوي (Ellipse):



الشكل 8 - 7 رسم البيضوي

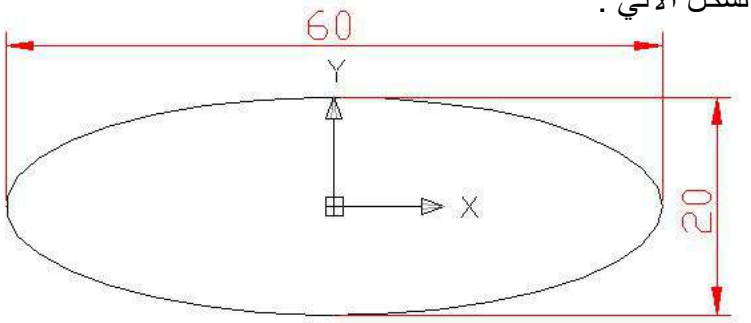
يستخدم هذا الامر لرسم الشكل البيضوي و ويمكن تفعيل الامر كما اسلفنا من أي من المسارات الآتية:

1. شريط الاوامر المنسدلة إذ نختار Draw ← Ellipse .
2. شريط أدوات الرسم إذ نختار الرمز
3. كتابة أختصار الامر في شريط الاوامر وهو El.

هنالك مجموعة طرائق لرسم الشكل البيضوي:

1. ادخال الامر Ellipse ثم ادخال الحرف C للدلالة على المركز.
2. تحديد المركز
3. اعطاء احداثي يمثل نهاية القطر الكبير(Major Diameter)
4. تحديد احداثي نهاية القطر الصغير (Minor Diameter)

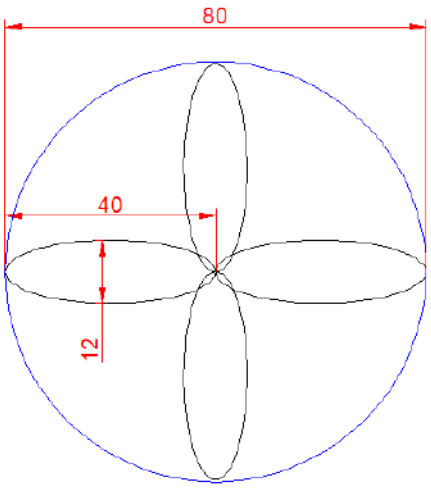
مثال 8 - 4: ارسم الشكل الاتي :



الشكل 8 - 8

Command: _ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:c
Specify center of ellipse: 0,0
Specify endpoint of axis: 30,0
Specify distance to other axis or [Rotation]:0,10

مثال8 - 5: ارسم الشكل الآتي:



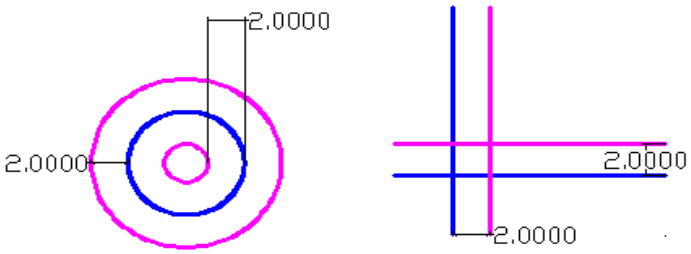
الشكل 9 - 8

Command :_ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:c
Specify center of ellipse:20,0
Specify endpoint of axis: 20,0
Specify distance to other axis or [Rotation]:@6<90
Command :_ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:c
Specify center of ellipse: 0,20
Specify endpoint of axis: 0,20
Specify distance to other axis or [Rotation]:@6<0
Command :_ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:c
Specify center of ellipse: -20,0
Specify endpoint of axis: -20,0
Specify distance to other axis or [Rotation]:@6<90
Command :_ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:c
Specify center of ellipse: 0,-20
Specify endpoint of axis: 0,-20
Specify distance to other axis or [Rotation]:@6<0
Command:_circle
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr(tan tan radius)]:0,0
Specify radius of circle or [Diameter] : 40

2-3-8 أوامر التعديل (Modify):

تستخدم هذه الاوامر من أجل التعديل على الرسومات الموجودة في شاشة الرسم .

1- أمر Offset



1- ارسم العناصر المراد تكرارها الموضحة بالخطوط الزرقاء.
2- قم بتنشيط الأمرOffset

3- بمجرد تنشيط الأمر يسأل عن المسافة (distance) بين العنصر الاصلى و المراد التكرار

Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <10.0000>:2

نكتب رقم 2

4 – ثم يسأل عن العنصر المراد تكراره ، قم بالنقر عليه ليتحول الى خطوط منقطة

Select object to offset or [exit/Undo] <Exit>:

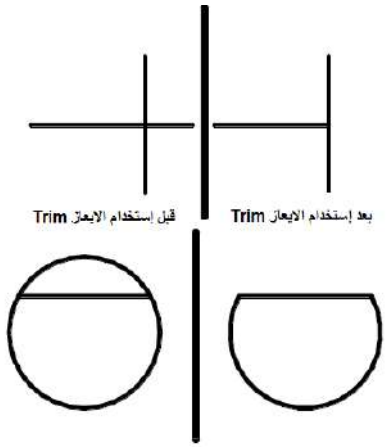
5- يسأل عن الاتجاه (Side) من الداخل أوالخارج ، حدد بالماوس داخل الشكل أو خارجه

Specify point on Side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:

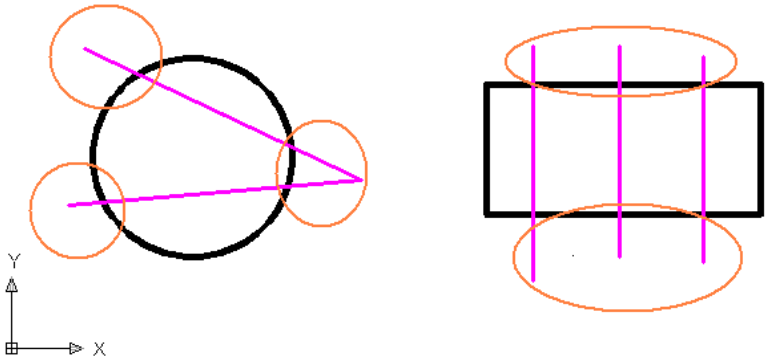
6- اضغط على Esc لإنهاء الأمر.

2- الامر Trim

يستخدم هذا الامر في القطع ويجب ان نفرق بينه وبين أمر Erase فبينما يقوم Eraseبمسح الخط فأن امر Trim يستخدم لمسح جزء من الخط .



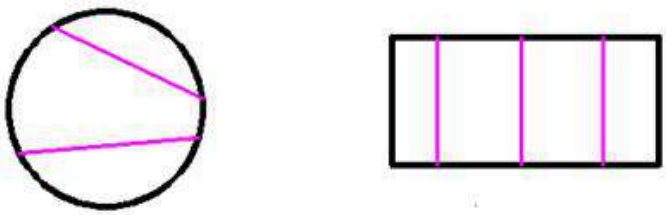
مثال 8 - 6: فى الشكل الآتي قم بازالة الخطوط غير المرغوب فيها و الخارجة عن الشكل.



الحل

1- نشط الامر Trim

2- اختر العنصر الذي لاتريد إزالته (الحد القاطع)ثم اضغط زرالإدخالEnter
3- اختر العنصر الذي تريد ازالته (المقطوع)
4- أضغط على زر Esc للخروج من الامر



3- أمر الرسم Extend

نستخدم هذا الأمر لتمديد العناصروالأطوال وان هذه العناصر عند تمديدها يجب أن تشكل نقطة تقاطع بمعنى آخر يجب أن يكون الخط او الخطوط التي تريد أن تمددها تشكل نقطة تقاطع وهمية مع خط آخر.

فمثلا إذا كان لديك خطان متوازيان وتريد أن تمددهما أحدهما إلى الآخر فهذا أمر مستحيل لأن الخطوط المتوازية لا تلتقي إذا يجب أن تكون هنالك نقطة تقاطع وهمية في البداية حتى يتحقق أمر التمديد

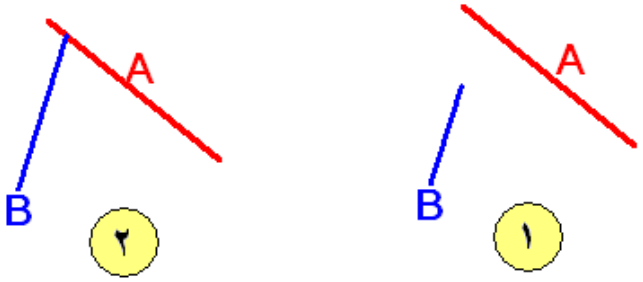
- يستخدم هذا الأمر للخطوط فقط ... ولا يستخدم للسطوح والمضلعات المغلقة
- يستخدم هذا ا لأمر في ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد أيضا على شرط أن تكون الخطوط التي تريد تمديدها موجودة في المستوي نفسه

ويمكن الحصول على هذا الامر كالآتي :

- افتح قائمة Modify ثم اختر منها Extend
- أو من شريط Modify نختار الرمز الآتي كما موضح في الشكل.

الخطوات :

- قم برسم العنصر كما في الشكل (8-10) رقم 1

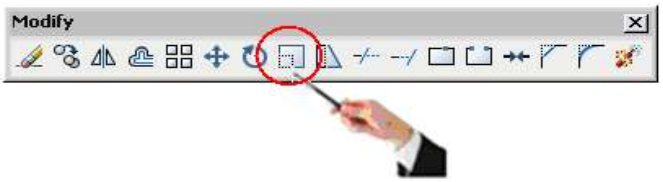


شكل 10 - 8

- قم باختيار الاداة Extend ثم حدد على العنصر B & A و ذلك بالنقر عليهما
- اضغط على مفتاح الإدخال ENTER
- اضغط على العنصر B ليمتد ويقطع العنصر A يظهر كما في الشكل (8-10) رقم 2

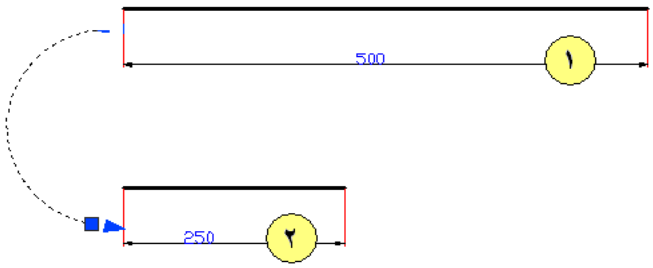
4-الأمر Scale :

تغير مقياس عنصر معين أو حجمه فلو فرضنا أن لدينا قطعة مستقيمة بطول 500 وأردنا تغيير طولها لتصبح النصف أي 250 فنختار هذا الأمر وللحصول على هذا الامر من شريط Modify نختار Scale



الخطوات:

- قم برسم العناصر المراد تغير مقياس الرسم لهاكما في الشكل رقم (8-11) رقم (1).
- قم بالنقر على الأيقونة المعبرة عن Scale ثم انقر Enter
- يحصل اختيار النقطة الاولى ثم كتابة النسبة وليكن مثلا 0.5
- يتحول الرسم الى الشكل رقم (8-11) رقم (2) .



شكل 8 – 11

5- الامر انعكاس (Mirror):

يقوم هذا الامر بعمل صورة عكسية لأي رسم ولعمل ذلك نتبع ما يأتي:

1. نشط الامر
2. اختر العنصر الذي تريد عمل تناظر له ثم اضغطEnter
3. حدد النقطة الاولى لخط التناظر ثم حدد النقطة الثانية لخط التناظر
4. هل تريد مسح الشكل الاصلي أم لا ؟ أضغط Enter أو اكتب (Y) للموافقة على المسح.

مثال 8 - 7: ارسم نظير الشكل المثلث الموضح في الشكل (8 - 12).

1. نشط الامر Mirror
2. اختر المثلث عندما تظهر الرسالة التاليةSelect objects()

سوف يبدو المثلث منقطاً (نشطاً)، كما في الشكل (8 - 13).

الشكل 8 - 12

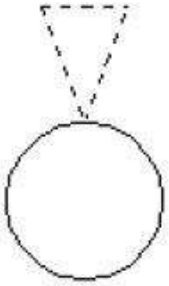
3. اضغط Enter لإنهاء الاختيار.
4. حدد النقطة الأولى لخط التناظر عندما تبدو الرسالة الآتية, ثم انظر الشكل (148)

Specify first point of mirror line

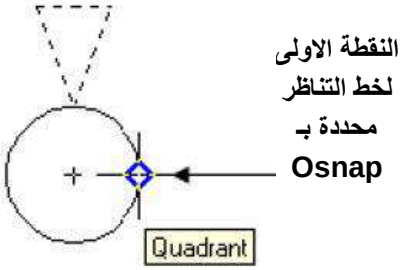
5. حدد النقطة الثانية لخط التناظر عندما تبدو الرسالة الآتية, ثم انظر الشكل (8 - 15)

Specify second point of mirror line

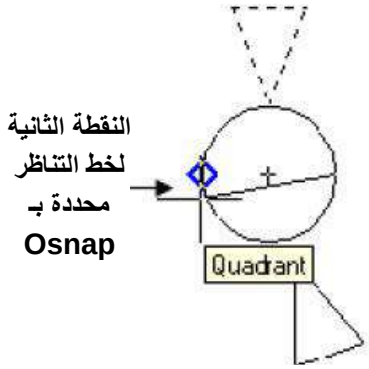
سوف يختفي النظير حتى يُجابُ على السؤال الآتي:
أتريد مسح الشكل الاصلي أم لا,أجب الرسالة في أدناه بـ ضغط Enter.انظر الشكل(8 - 16)
Delete source objects? [Yes/No]<N>



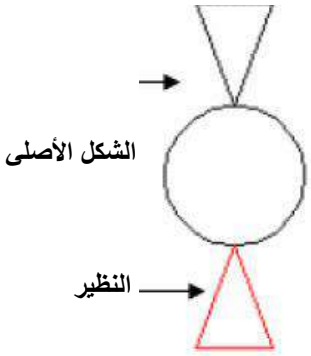
الشكل 8 - 13



الشكل 8 - 14



الشكل 8 - 15



الشكل 8 - 16

4-8 شريط الابعاد

يتضمن شريط الأبعاد مجموعة من الخيارات التي تتيح وضع الأبعاد على الرسومات،والأوامر هي:

1. البعد الخطي Linear : يستعمل في قياس الأبعاد الأفقية والرأسية ويكون ذلك عن طريق النقر على بداية الخط والنقر على نهايتهِ.
2. البعد الموازي Aligned : يستعمل في قياس الأبعاد المائلة والرأسية والأفقية عن طريق النقر في بداية الخط ونهاية الخط .
3. البعد المرتب Ordinate : يستعمل في قياس بعد النقطة عن نقطة الأصل في مستوي Y، X .
4. البعد نصف القطري Radius : يستعمل لقياس نصف القطر وذلك عن طريق أخذ الأمر والنقر على الدائرة لقياس نصف قطرها .
5. البعد نصف القطري بشكل متعرج Jogged : يستعمل لقياس نصف القطر أيضاً ولكن يعطى شكل خط البعد يمكن التحكم فيه على شكل حرف Z.
6. البعد القطري Diameter : يستعمل لقياس قطر الدائرة عن طريق أخذ الأمر والنقر على الدائرة وتثبيت البعد في المكان المطلوب.

7. البعد الزاوي Angular : يستعمل لقياس الزاوية المحصورة بين ضلعين عن طريق النقر على الأمر ثم النقر على الخط الأول والنقر على الخط الثاني وتثبيت مقاس الزاوية بالمؤشر .
8. البعد السريع Quick Dimension : لقياس جميع المقاسات بسرعة ومرة واحدة، ويوجد فيه مجموعة اختيارات، منها الاختيار Staggered والذي يقوم بالقياس بحيث المقاسات لا تكون على خط واحد، واختيار Baseline لقياس المحاور أو الخطوط بحيث تبدأ المقاسات من نقطة واحدة، واختيار Datum Point يمكن عن طريقه تحديد نقطة يبدأ القياس منها.

Specify dimension line position,
orContinuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/se
Ttings

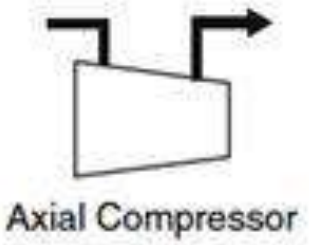
9. أدوات وضع الأبعاد Dimension style : للتأكد من الإعدادات الافتراضية للبرنامج ومدى مطابقتها لنظام وضع الأبعاد المتبع في الرسم للتوافق مع طبيعة اللوحة، فلكل تخصص أسلوب في وضع الأبعاد، فاللوحة الميكانيكية تختلف عن اللوحة الالكترونية في طبيعة الأرقام والرموز وحجمها، ويجرى ذلك عن طريق النقر على الأيقونة الموجودة في شريط الادوات.
10. الأمر blipmode : يستعمل لوضع نقطة إرشادية في اللوحة ونقوم بكتابة الأمر في شريط الأوامر ونختار on ولمسح هذه النقاط من على الشاشة نقوم بكتابة الأمر RE، (يفيد أيضاً عند وجود تجاعيد في الأشكال مثل الدائرة تكون غير المنتظمة) أو بكتابة الأمر نفسه ونختار off

Command:blipmode.

Enter mode [ON/OFF] <ON>:OFF

5-8 تمارين عملية

تمرين 1: ارسم باستعمال أوامر الرسم والتعديل في برنامج الأوتوكاد 2Dضاغط محوري كما في الشكل (8-17).



شكل 8-17

1. باستخدام الامر lineنقوم برسم مستطيل بطول 200 وحدة وعرض 100 وحدة

LINE Specify first point: 0,0
Specify next point or [Undo]: @200,0
Specify next point or [Undo]: @0,100
Specify next point or [Close/Undo]: @-200,0
Specify next point or [Close/Undo]: c
Command: _offset
Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0

Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>: 20
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: e

2. باستخدام الامر offset نقوم بعمل خطوط موازية للمستطيل من الاعلى والاسفل وللداخل(بمقدار 20 وحدة).

Command: l
LINE Specify first point:
Specify next point or [Undo]:
Specify next point or [Undo]: *Cancel*

3. باستخدام الامر line نصل بين اطراف الخطوط في الشكل للحصول على خطوط مائلة.

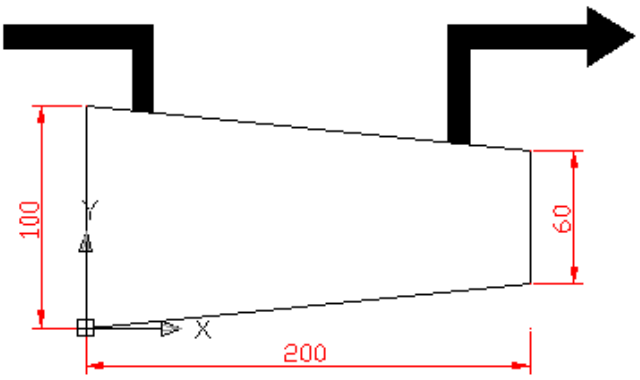
Command:
Command: _.erase 1 found

4. باستخدام الامر erase نقوم بمسح الخطوط الزائدة

Command: _trim
Current settings: Projection=UCS, Edge=None
Select cutting edges ...
Select objects or <select all>: Specify opposite corner: 3 found
Select objects:
Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: *Cancel*

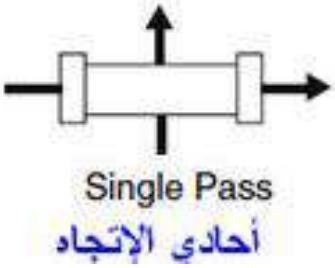
5. باستخدام الامر trim نقوم بمسح الخطوط الزائدة

6. ثم نقوم بطريقة الرسم الحر برسم الانبوب الداخل والخارج الى الضاغط ووضع الابعاد على الرسم، لنحصل على الشكل (18-8).



شكل8 - 18

تمرين 2: ارسم باستعمال أوامر الرسم والتعديل في برنامج الأوتوكاد 2D مبادل حراري احادي الاتجاه كما في الشكل (8 - 19).



شكل8 - 19

1. باستخدام الامر lineنقوم برسم مستطيل بطول 100 وحدة وعرض 30 وحدة

```
Command: l
LINE Specify first point: 0,0
Specify next point or [Undo]: 0
Specify next point or [Undo]: @0,30
Specify next point or [Close/Undo]: @-100,0
Specify next point or [Close/Undo]: c
```

2. باستخدام الامر offset نقوم بعمل خطوط موازية للمستطيل من اليمين واليسار وللداخل (بمقدار 10 وحدات).

ومن الاعلى والاسفل وللداخل (بمقدار 5 وحدات).

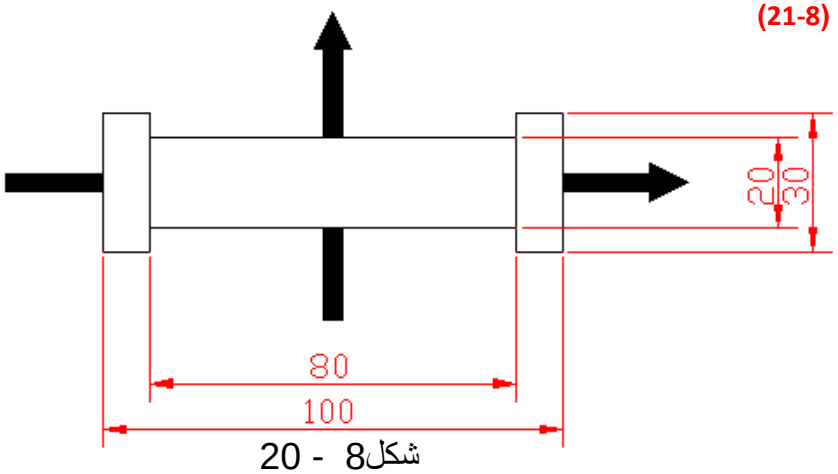
```
Command: _offset
Current settings: Erase source=No  Layer=Source  OFFSETGAPTYPE=0
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <2.0000>: 10
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:

Command: _offset
Current settings: Erase source=No  Layer=Source  OFFSETGAPTYPE=0
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <10.0000>: 5
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
```

3. باستخدام الامر trim نقوم بمسح الخطوط الزائدة

```
Command: _trim
Current settings: Projection=UCS, Edge=None
Select cutting edges ...
Select objects or <select all>: Specify opposite corner: 8 found
Select objects:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
```

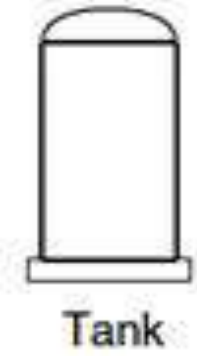
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:

4. ثم نقوم بطريقة الرسم الحر برسم الانبوب الداخل والخارج الى المبادل الحراري ووضع الابعاد على الرسم، لنحصل على الشكل (8-21)



شكل8 - 20

تمرين 3: ارسم باستعمال أوامر الرسم والتعديل في برنامج الأوتوكاد 2D حاوية خزن(Tank) كما في الشكل (8-21).



شكل8 - 21

1. باستخدام الامر lineنقوم برسم مستطيل بطول 50 وحدة وعرض 100 وحدة

Command: l
LINE Specify first point: 0,0
Specify next point or [Undo]: @50,0
Specify next point or [Undo]: @0,100
Specify next point or [Close/Undo]: @-50,0
Specify next point or [Close/Undo]: c

2. باستخدام الامر offset نقوم بعمل خطوط موازية للمستطيل من اليمين واليسار ومن الاسفل وللداخل (بمقدار 5 وحدات).

Command: _offset
Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <20.0000>: 5
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit:<
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit:<

Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit:<
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<
Command: _offset
Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <5.0000>: 25
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit:<
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: _u
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit:<

3. باستخدام الامر offset نقوم بعمل بتحديد خط المركز ويبعد بمقدار 25 وحدة من اليمين او اليسار.

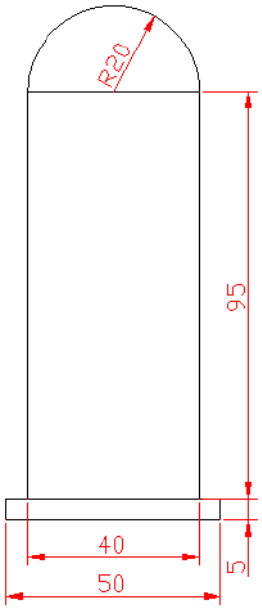
Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius:[(
Specify radius of circle or [Diameter] <20.0000>: 20

4. باستخدام امر رسم circle نقوم برسم دائرة من خط المركز بنصف قطر 20 وحدة.

Command: _trim
Current settings: Projection=UCS, Edge=None
Select cutting edges ... 9 found
Select object to trim or shift-select to extend or]Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo:

5. باستخدام الامر trim نقوم بمسح الخطوط الزائدة

6. ثم نقوم بوضع الابعاد على الرسم، لنحصل على الشكل (8-22).



الشكل 8 - 22