الرسم الهندسي

(1)

الدكتور المهندس

هيثم وردة

المقدمة

يمثل الرسم الهندسي لغة التعبير الأساسية عند الفنيين والمهندسين عن الأفكار الفنية في أطوارها الأولية ، حيث أن المخططات والرسوم لتصاميم الهندسية الميكانيكية ، وفي مراحلها المختلفة وعند الانتقال للتنفيذ والتصنيع هي الأساس والقاعدة التي يعتمدها الفنيون والعمال في المصانع والمؤسسات الإنتاجية لتحويل هذه المشاريع والأفكار إلى أجهزة وآلات حسب الحاجة والهدف .

كما أن المخططات الهندسية بأشكالها المختلفة هي وسيلة هامة لايستغنى عنها ليس فقط عند تجميع عناصر الآلات في وحدات متكاملة سواء في مواقع تصنيعها أو بعد نقلها إلى المستهلكين ، بل أيضاً في حالات الإصلاح والصيانة لمعظم الآلات والتجهيزات التقنية .

لا ينحصر مجال التعامل بلغة الرسم الهندسي في الصناعات والإنشاءات بل يشمل معظم المجالات العلمية والفنية الأخرى .

لكل ما تقدم فإن الرسم الهندسي يمثل اللغة المشتركة لكافة العلوم التقنية والتي يجب أن يتقنها المهندس والفني مهما كان اختصاصه .

وقد حاولنا في هذا الكتاب توضيح الجوانب الأساسية من مبادئ الرسم الهندسي حسب مفردات المقرر لطلاب الهندسة الميكانيكية والكهربائية وبطريقة مبسطة ودعمه بالتمارين العديدة لتساعد الطالب على فهم واستيعاب المقرر .

أملين أن نكون قد وفقنا في تقديم المعلومات اللازمة لطلابنا الأعزاء لتكون عوناً لهم في حياتهم الهندسية ، وأن نكون قد قدمنا جزءاً من الواجب تجاه الوطن والله الموفق .

الدكتور المهندس

هيثم وردة

القسم النظري

الفصل الأول

أدوات الرسم الهندسي و كيفية استخدامها

1-1-تمهيـــــد :

إن الاستخدام الصحيح والأمثل لأدوات الرسم الهندسي ، يقلل الزمـــن الـــلازم لوضع المصورات النهائية للتصاميم مما يخفض كلفة إنتاج السلعة ، إذ يعتبر الرسم الهندســي عملاً تخصصياً مكلفاً تضطر المؤسسات إلى تخفيض الأجور النهائية له عن طريق تخفيـــض الوقت اللازم لوضع هذه المصورات وفي هذا البحث ندون أهم أدوات الرسم الهندســـي التي سيستخدمها المهندسون والرسامون في مكاتب الرسم .

1-2-قلم الرصاص :

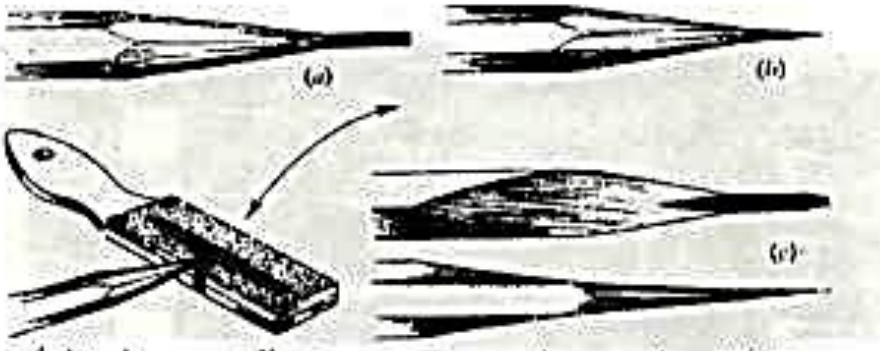
يمثل الأداة الرئيسية للرسم وتتباين الأقلام المستخدمة في جودتهـــا ونوعيتـــها ، وبالتأكيد تساعد النوعية الجيدة على تنفيذ رسومات دقيقة وجيدة .

يتكون قلم الرصاص من غلاف خشبي ولب من الغرافيت ، الذي تضاف إليـــه نسبة معينة من مواد ملينة من أجل الحصول على درجات مختلفة من القساوة ، تـــتراوح درجات القساوة ، عموماً ، من (10 H) الأكثر قساوة إلى (8B) الأكـــثر طـــراوة . تتدرج القساوة وفق الجدول التالي :

درجة الصلابة	قاسية	وسط	لينه
قلم الرصاص	5H 7H 8H 9H 10H	H HH H 2H 3H 4H	8B 7B 6B 5B 4B 3B 2B
الاستخدام	الرسم على مواد قاسية	إعداد المصورات والكتابة على الرسوم الهندسية	الفنانون والرسامون والمصورون

إلا أن درجات القساوة المستخدمة في الرسم الهندسي تنحصر بين (B – 4H) حيث تستخدم درجات القساوة (4H – 2H) في إنشاء الرسم و تغميق خطوط التهشير (المقاطع) وخطوط الأبعاد والمحاور ، وتستخدم درجات القساوة (H - BH) لتغميق الرسم على ورق الرسم الأبيض . أما درجات القساوة (B-BH) فتستخدم للكتابة .

يهيأ القلم ببروة وتدبيب اللب بشكل اسفيني مسطح عند تغميق خطوط الرسم ، ولا يدبب بشكل حاد (هرمي) لأن ذلك يؤدي إلى تباين سمك خطوط الرسم المرسومة تباعاً ، نتيجة تآكل النهاية المدببة وازدياد سمك اللب من خط لآخر ويفضل القيام بتدبيب القلم بشكل اسفيني مسطح ومنتظم بواسطة ورق سمبادج ناعم (الشكل ١ – ١) .



الشكل (١– ١)

يستخدم قلم الرسم المدبب الرأس (هرمي الشكل) عند إنشاء الرسم ككل بدون تغميق الخطوط ، إذ أن القلم الكليل يؤدي إلى رسم غير دقيق وخطوط غير منتظمة الشكل (1–2) .

الشكل (1- 2)

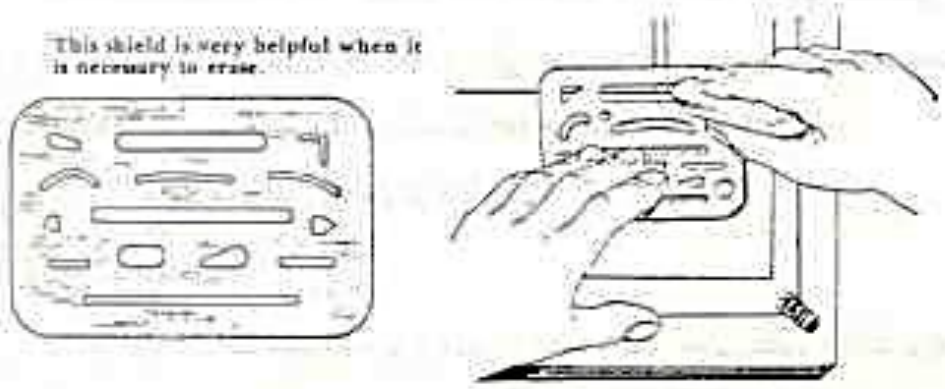
وتشير إلى أن هناك أنواعاً أخرى من أقلام الرصاص تعطي عند استعمالها خطوطاً ذات سماكات ثابتة الشكل (1 — 3) .

الشكل (1-3)

1—3—المحاة :

يتوفر في الأسواق مماح مختلفة الحجوم والقساوات ويستحسن أن تكون المحاة المستخدمة أثناء إنشاء الرسم بقلم الرصاص متوسطة الحجم وغير قاسية أو ناشفة، كما يوجد أنواع خاصة قاسية من المماح تحوي في تركيبها على حبيبات رملية كالشظية تستعمل لمحي الخطوط المعمقة أو الحبرة ، ولكن استخدام هذه المماح يؤدي إلى إتلاف

إتلاف سطح ورقة الرسم ، تستعمل المماحي الطرية لتنظيف الورقة من بقايا خطوط الإنشاء واللطخات وذلك بعد التحبير أو التحبير .يستخدم درع الوقاية شكل (١ — ٤) المصنوع من صفائح المعدن الرقيق أو من اللدائن وذلك لوقاية الخطوط المجاورة أثناء المحي ، تزال بقايا الممحاة عن ورقة الرسم بالنفخ أو بالفرشاة أو بالقطن .



الشكل (١-٤)

١ —٤— ورق الرسم :

يتوفر ورق الرسم في الأسواق على شكل ملفات أو صفائح بقياسات ومماكسات عيارية معينة ، وأنواعه متعددة ، لكن أنواع ورق الرسم المستخدمة في الرسم الهندسي هي :

1- الورق ذو المربعات .

2- الورق ذو التدريجات اللغريتميه .

3- الورق الناعم .

4- كرتون الرسم الأبيض (كانسون) : من مواصفات ورق الرسم الأبيض الجيد ، أن تكون أليافه مدمجة ومتماسكة حتى لا يتلف سطحه أثناء المحي ، وأن يكون قاسيا حتى

لا يبرز فيه رأس القلم ويشكل أخاديد وأن لا يصفر لونه ويصبح قصيفاً بمرور الوقت وأن يكون خشن السطح قليلاً ليلتقط ذرات الغرافيت من القلم لنحصل على خطوط سوداء غامقة مناسبة . شريطة أن لا تؤدي زيادة الخشونة إلى الحصول على خطوط غير منتظمة الحوانب .

5- الورق الشفاف (الكالك) :

يستخدم لشف الرسومات النهائية عليه بالحبر ، ليتم بعدئذ طباعتها على ورق النسخ (ورق حساس للضوء) بغية الحصول على عدد من النسخ التي تستخدم في الورشات لتنفيذ التصميم الذي تمت دراسته ورسمه هندسياً .

6- ورق الشفاف المعاكس (الكونتركالك) .

1-5-لوحة الرسم :

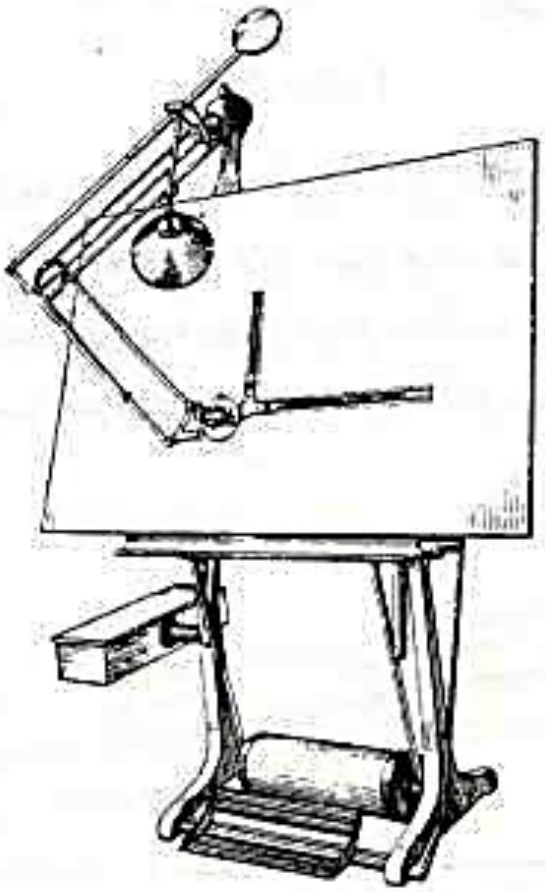
إن أي طاولة ذات سطح مستوٍ وأملس وحانب أيسر مستقيم وذات ارتفاع مناسب يمكن أن تستخدم كطاولة رسم ، وسابقاً كان ترس الطاولة أو لوحة الرسم المنفصلة يصنعان من الخشب الطري حتى يمكن غرس مسامير الكبس فيه ، أما الآن وبعد توفر شريط لصق ملائم لتثبيت ورقه الرسم ، أصبح بالإمكان صنع ترس الطاولة من أخشاب مختلفة وتغطيته بالمازونيت أو الفورميكا .

وتساعد طاولة الرسم الخاصة المجهزة بآلية مساطر شكل (1-5) الرسام على العمل وهو معتدل القامة مرتاح ، لأن هذه الطاولة قابلة لتغيير ارتفاعها وإمالتها حسب راحة الرسام ، كما أنها تحوي على آلية مساطر تستعيض بها عن بعض الأدوات ، ويوفر علينا استخدامها وقتاً كبيراً.

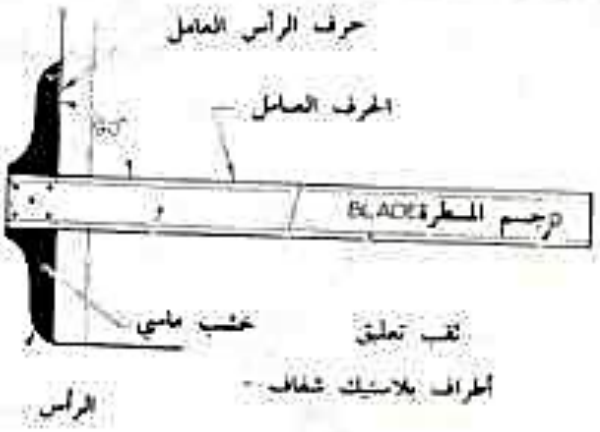
1-6-المسطرة حرف T :

ينزلق رأس هذه المسطرة على الحافة اليسرى للوحة الرسم شكل (1-6) .تصنع المسطرة من اللدائن الشفافة أو من الخشب المزلق فيه قضيب من اللدائن الشفافة . ويجب أن يكون حرف المسطرة العلوي المستخدم للتسطير مستقيماً تماماً ، وأن

يكون جزئي المسطرة مثبتين مع بعضهما بإحكام بواسطة مادة لاصقة وبراغي كما يفضل أن يكون حرف المسطرة مشطوفاً .

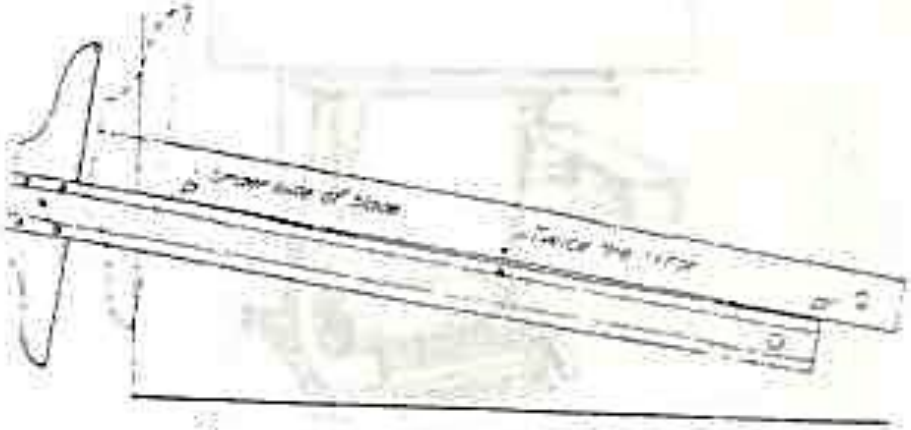


الشكل (1-5)



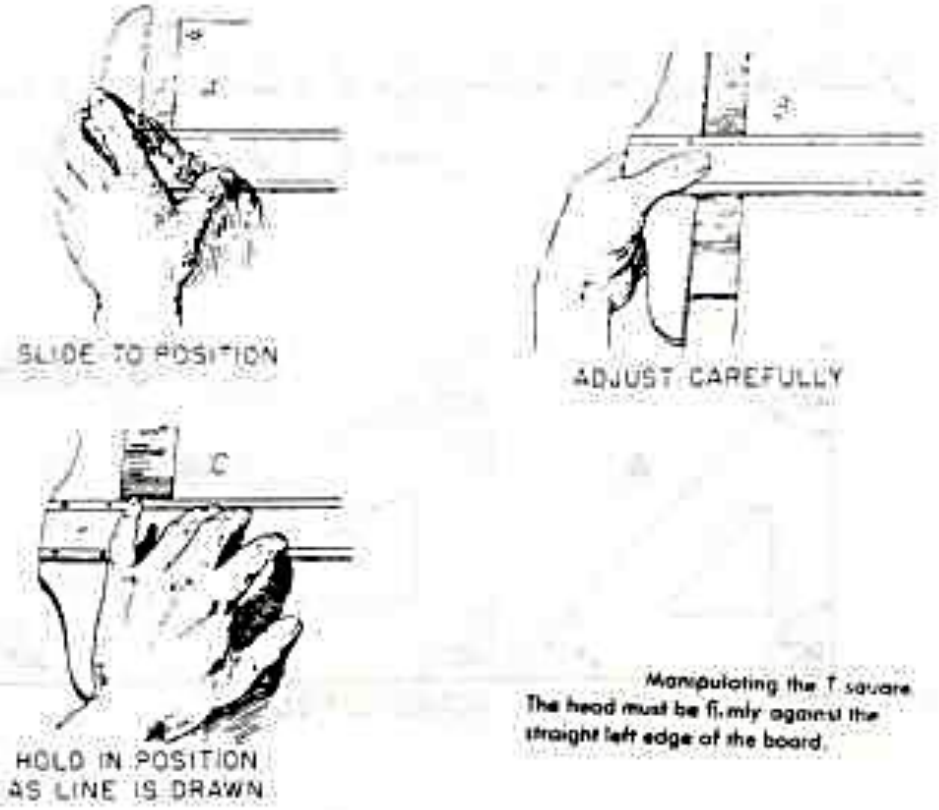
الشكل (1-6)

يتم فحص استقامة حرف المسطرة شكل (1-7) وذلك برسم مستقيم ثم قلب المسطرة 180° ورسم مستقيم ينطبق على الأول لتظهر العيوب مضاعفة . الشكل (1-8) يبين طريقة مسك المسطرة على حافة الطاولة أثناء الرسم .أما الشكل (1-9) يبين الطريقة الصحيحة لرسم الخطوط الأفقية ووضعية القلم أثناء الرسم .



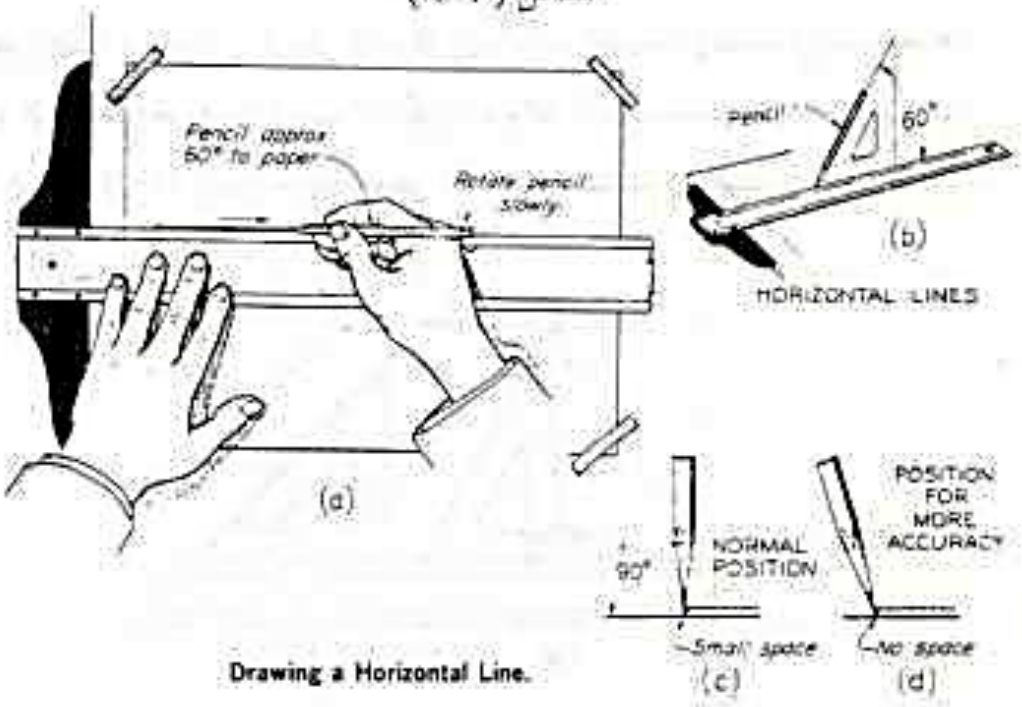
To test a T square. Turn the T square upside down; draw the line; turn it right side up and align it with the original line; draw the second line and compare it with the first.

الشكل (1-7)



Manipulating the T square. The head must be firmly against the straight left edge of the board.

الشكل (1-8)

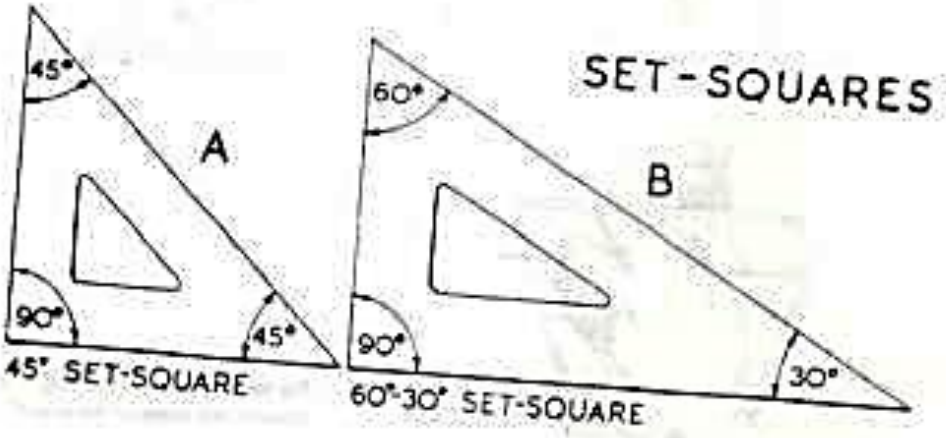


Drawing a Horizontal Line.

الشكل (1-9)

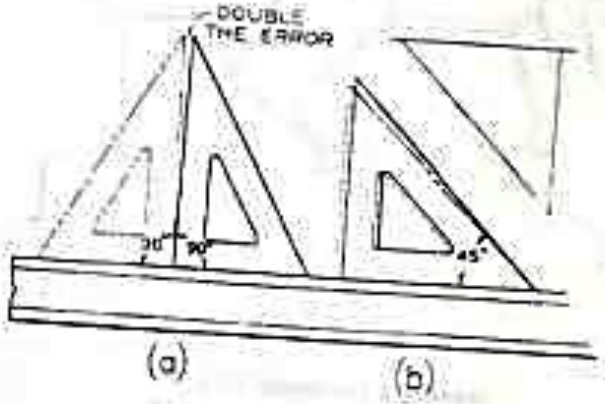
1-7 المثلثات :

تستخدم المثلثات لرسم الخطوط الشاقولية والخطوط المائلة بزوايا معينة ، الشكل (1-10) يبين المثلثين المستخدمين في الرسم الهندسي .



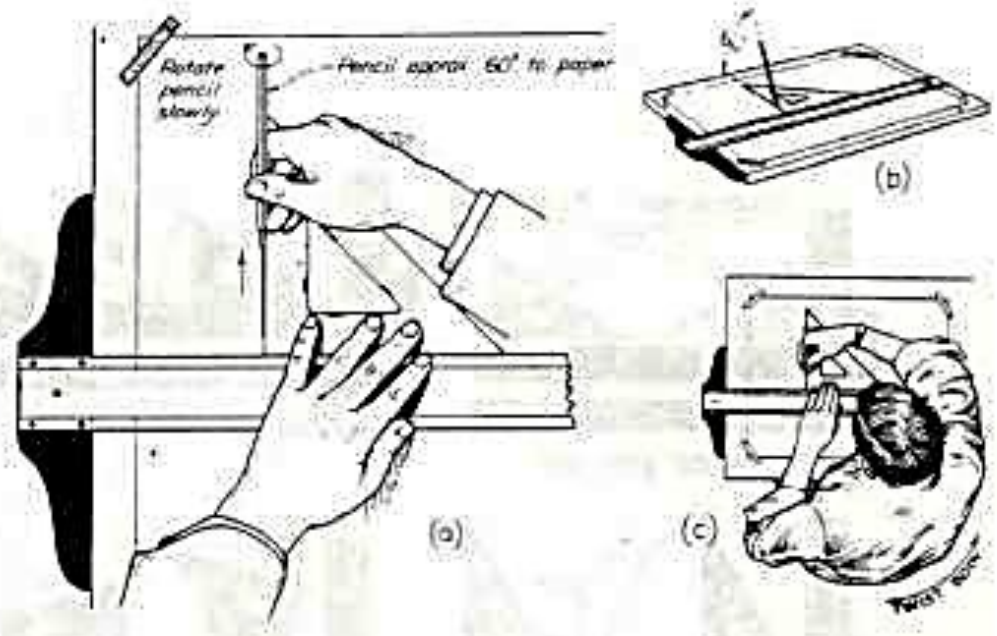
الشكل (1-10)

تصنع المثلثات عادة من اللدائن الشفافة وبقياسات مختلفة ويفضل استخدام المثلثات غير المشطوفة الحروف ، ويجب أن تكون حروف المثلثات مستقيمة وزواياها صحيحة ، الشكل (1-11) يبين طريقة فحص دقة الزاوية القائمة في المثلث .



الشكل (1-11)

الشكل (1-12) يبين الطريقة الصحيحة لمسك المسطرة حرف T والمثلث أثناء رسم مستقيم شاقولي ، الشكل (1-13) يبين الخطوط المائلة الممكن رسمها باستخدام المثلثين .



الشكل (1-12)

1-8 -المنقلة :

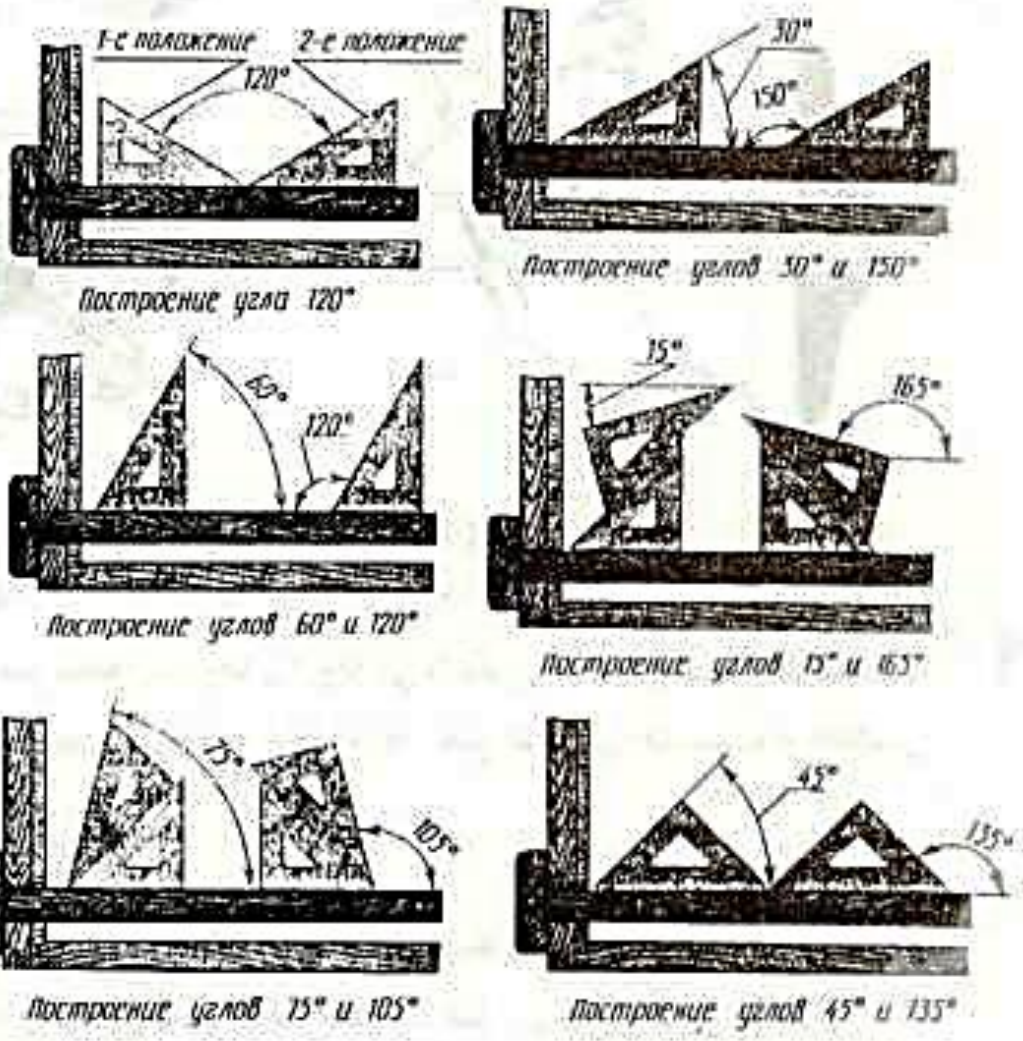
تستخدم المنقلة لرسم وقياس الزوايا التي لا يمكن رسمها بواسطة المثلثات ، الشكل (1-14) يبين بعض أنواع المنقلة العادية .تصنع المنقلة من الخشب أو اللدائن الشفافة أو المعادن .

1-9 -مساطر القياس :

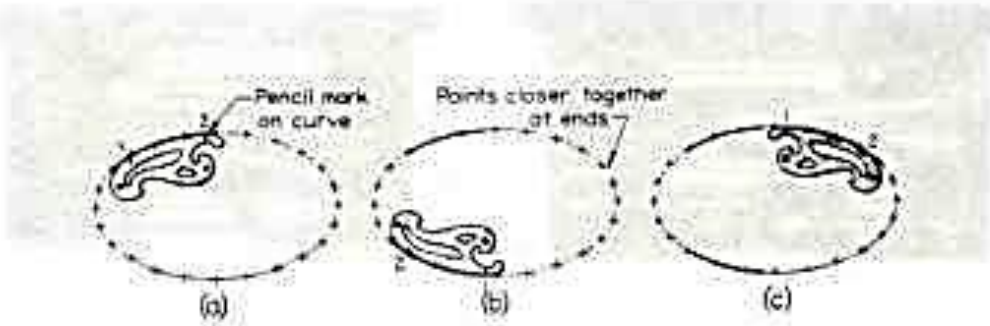
تصنع من الخشب أو اللدائن . وتكون مدرجة بالسنتيمترات أو اليوصات أو بكليهما معاً ، وتستخدم لتحديد وأخذ القياسات فقط . يوجد نوعان من المساطر :

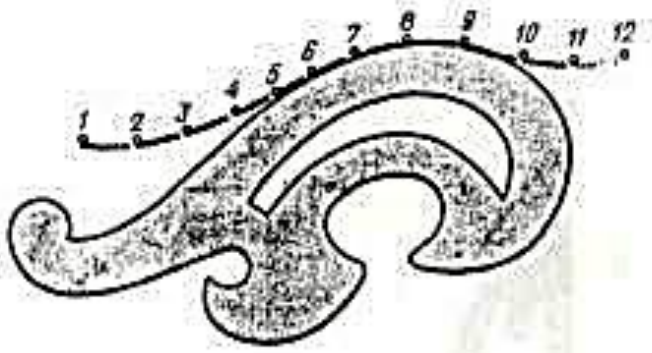
1- المساطر المسطحة ذات الحرف المشطوف ، وهي المفضلة في الرسم الصناعي .

2- المساطر ثلاثية السطوح المستخدمة في أعمال الرسوم المعمارية والمدنية لأنها تعطينا مقاييس رسم عديدة بنسب مختلفة خاصة.


1-е положение
2-е положение
120°
Построение угла 120°
30°
150°
Построение углов 30° и 150°
60°
120°
Построение углов 60° и 120°
15°
165°
Построение углов 15° и 165°
75°
105°
Построение углов 75° и 105°
45°
135°
Построение углов 45° и 135°

الشكل (1-13)



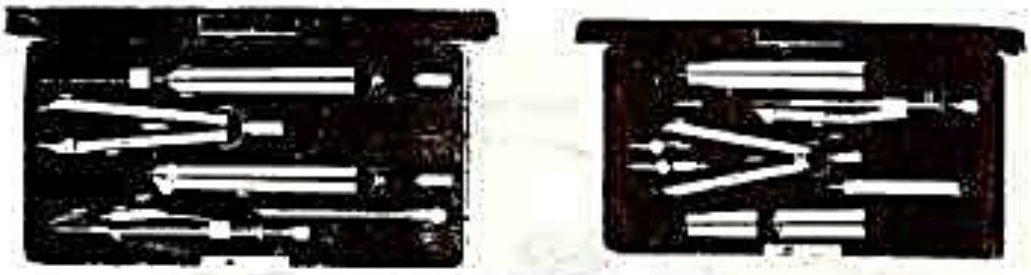


الشكل (1-18)

1-11 – مجموعة القطع الهندسية (علبة البيكار) :

وتباع على شكل مجموعات في علب أو تشترى مجزأة . الشكل (1-19) يبين نماذج لعلبة بيكار متوسطة الحجم تناسب أعمال الطالب ، وأهم هذه القطع هو البيكار العادي المبين بالشكل (1-20) مع قطعه البديلة . الشكل (1-21) يبين بري رصاصة البيكار بالشكل الصحيح .

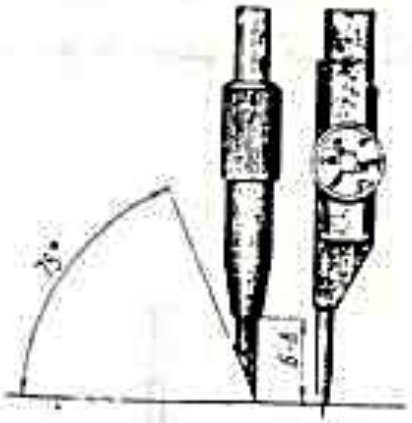
الشكل (1-22) يبين طريقة وضع رجل البيكار في المركز المطلوب ، والشكل (1-23) يبين طريقة مسك البيكار ، أثناء استخدامه بأصابع اليد اليمنى ويميل قليلاً إلى اليمين ويدور باتجاه عقارب الساعة .



الشكل (1- 19)

الشكل (1- 20)

الشكل (1-22)



الشكل (1-21)

Using the Giant Bow Compass.

الشكل (1-23)

17

الفصل الثاني

أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم الهندسي

2-1-تمهيد :

تتنوع الخطوط المستخدمة في الرسم بتحاناتها وأشكالها ولكل نوع دلالته واستعمالاته حيث بمجرد النظر إليه يمكن فهم معناه . الشكل (2-1) يوضح المجموعات الأساسية للخطوط المستخدمة في الرسم الهندسي .

Thickness of Line (mm)							
Group 1, 2		Group 0,8		Group 0,5		Group 0,3	
———	1,2	———	0,8	———	0,5	———	0,3
———	0,4	———	0,3	———	0,2	———	0,1
- - - - -	0,6	- - - - -	0,4	- - - - -	0,3	- - - - -	0,2
—·—·—	1,2	—·—·—	0,8	—·—·—	0,5	—·—·—	0,3
—·—·—	0,4	—·—·—	0,3	—·—·—	0,2	—·—·—	0,1
~~	0,4	~~~~~	0,3	~~~~~	0,2	~~~~~	0,1

الشكل (2-1)

2-2-أنواع الخطوط المستخدمة في الرسومات الصناعية :

2-2-1- الخطوط الحقيقية المرئية :

تمثل الحواف الظاهرة من الجسم والمعبرة عن تقاطعات السطوح (المستويات) المختلفة فيه . هذه الخطوط ترسم على شكل خطوط مستمرة سميكة ، يختلف سمكها حسب حجم الرسم ودرجة تعقيده .

2-2-2- الخطوط الحقيقية غير المرئية :

تمثل الحواف الداخلية أو الخلفية للجسم ،المعبرة عن تقاطع سطوحه غير الظاهرة للمشاهد ، هذه الخطوط ترسم على شكل خطوط متقطعة منتظمة ومتساوية .

2-2-3- الخطوط الوهمية :

هي خطوط غير موجودة في الجسم المادي لكنها ضرورية لتوضيح الرسم وتسهيل قراءته وتنفيذه بدقة ، من هذه الخطوط :

2-1-3-1- خطوط المحاور :

تمثل هذه الخطوط المحاور المتقاطعة المحددة لمراكز الدوائر والأقواس ومحاور الأجسام الأسطوانية والكروية ومحاور التماثل (التناظر) والمواضع ، هذه الخطوط ترسم خطوط متقطعة طويلة تتوسط كل فاصلة بين خطين نقطة .

2-1-3-2- خطوط القياسات :

تستخدم هذه الخطوط لتوضيح قياسات وأبعاد الأشكال المرسومة الحقيقية . تتكون هذه الخطوط من خطوط تحديد الجزء المراد قياسه وخطوط كتابة القياس أو البعد . خطوط كتابة القياس تنتهي في طرفيها بأسهم تحدد البعد المقيس .

2-2-3-3- خطوط تحديد موقع القطع :

تحدد هذه الخطوط موقع مستويات القطع (الوهمية) المارة خلال الجسم المعني . تكون هذه الخطوط خطوطاً قصيرة سميكة .

2-2-3-4- خطوط الاستقطاع :

في كثير من الأجسام الهندسية يكون الاختلاف بين أبعادها الثلاثة كبيراً بحيث يصعب التوفيق بينها للحصول على رسم مناسب لها ضمن مساحة ورقة الرسم ، من جهة أخرى تكون أجزاء كبيرة من هذه الأجسام ذات وضعية ووتيرة واحدة بحيث أن اختزال أو استقطاع جزء منها (وهمياً) لا يؤثر على التصور الكامل والصحيح لها . عملية الاستقطاع هذه تتم بفصل استمرارية خطوط الشكل بواسطة خطوط متعرجة رفيعة .

2-2-3-5- خطوط القطع (التهشير) :

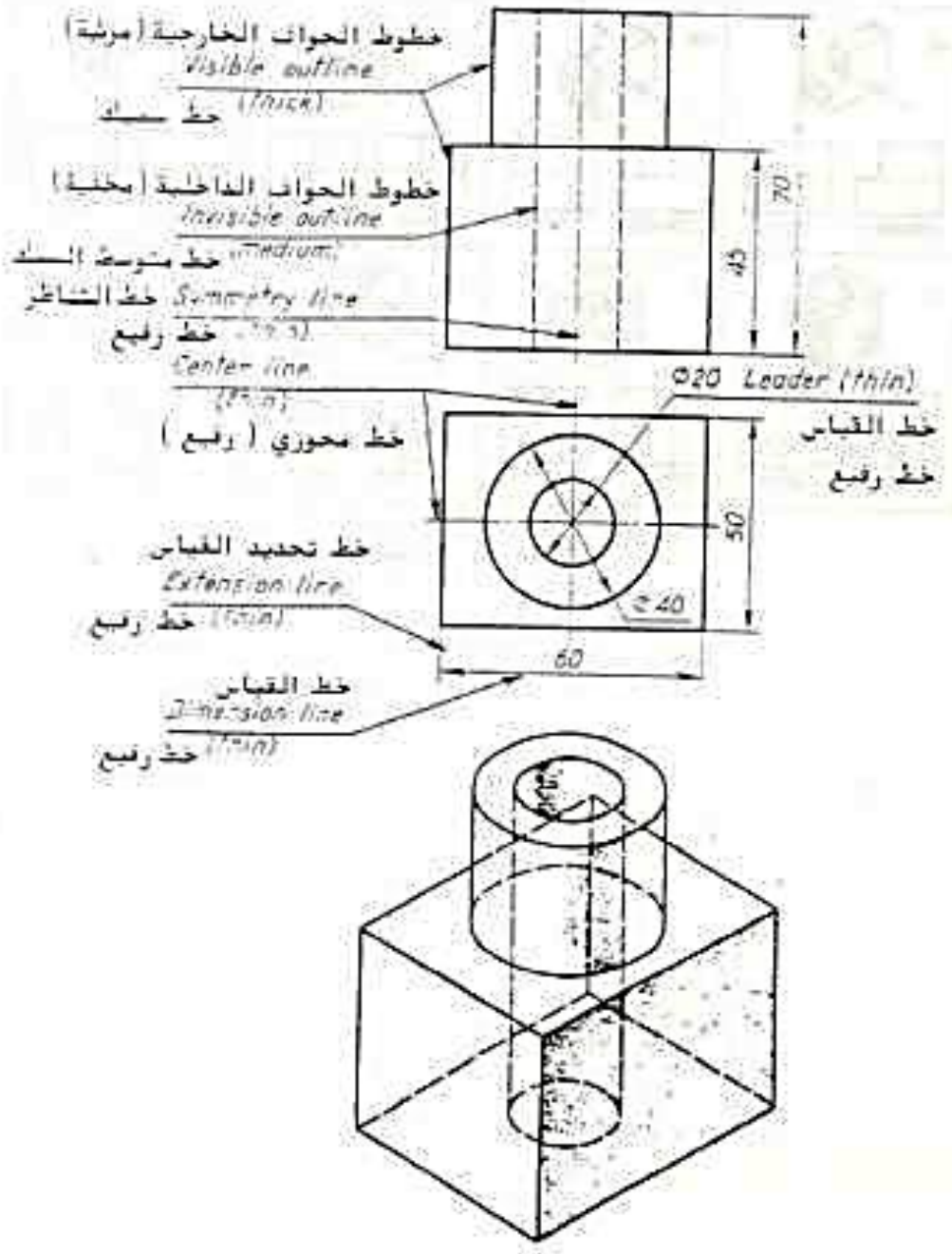
تستخدم هذه الخطوط لتحديد الأجزاء المقطوعة (وهمياً) من مادة الجسم وللدلالة على نوعية المادة المصنّع منها الجسم ، هذه الخطوط ترسم خطوط رفيعة مائلة بزاوية (45°) أو خطوط متموجة أو متقطعة حسب نوع المادة المقطوعة .

في الجدول أدناه الشكل (2-2) أنواع الخطوط المستخدمة ومجال استخدامها ومواصفاتها القياسية .

نوع الخط	استخدامه	سمكه رسم الخط
سميك متصل	الخط الحقيقي المرئي (خط حافة الجسم المرئية)	$0,5 < s < 1,5$
منقطع قصير	الخط الحقيقي المخفي (خط حافة الجسم غيرالمرئية)	من $s/3$ حتى $s/2$
منقطع طويل بتوسطه نقطة	خط محوري وخط تناظر (خط وهمي)	من $s/3$ حتى $s/2$
منقطع طويل بتوسطه نقطتان	خط حتى على السطوح المنشورة أو خط استقطاع لقياس كبير	=
رفيع متصل	خط تحديد الأبعاد المقاسة وخط كتابة القياس (خط وهمي)	=
متموج رفيع	خط تحديد موقع القطع	=
سميك جدا	خط تحديد موقع القطع (خط وهمي)	في حدود $(5-1\frac{1}{2}\ S)$

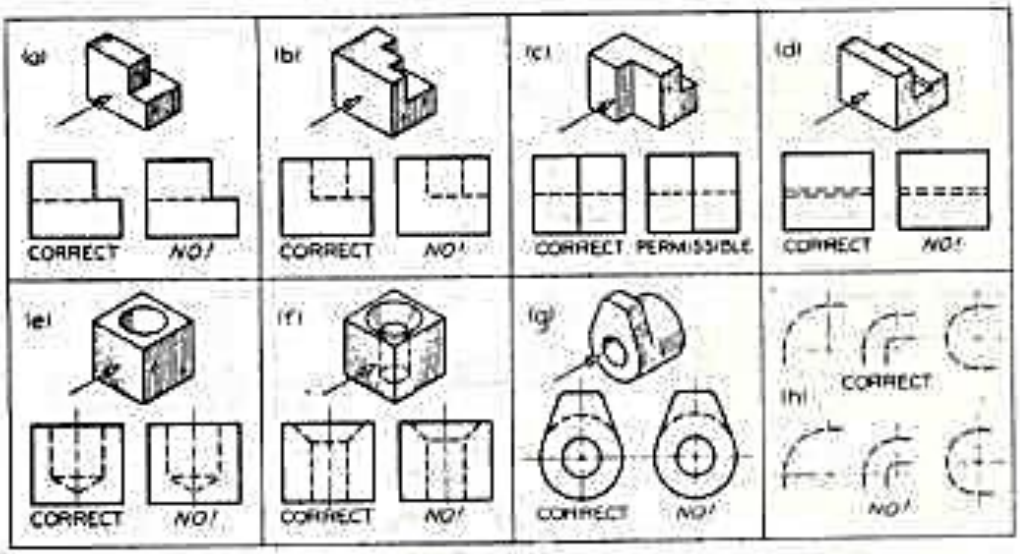
الشكل (2-2)

أما في الشكل رقم (2-3) فموضع الاستخدام التطبيقي لهذه الخطوط .



الشكل (2-3)

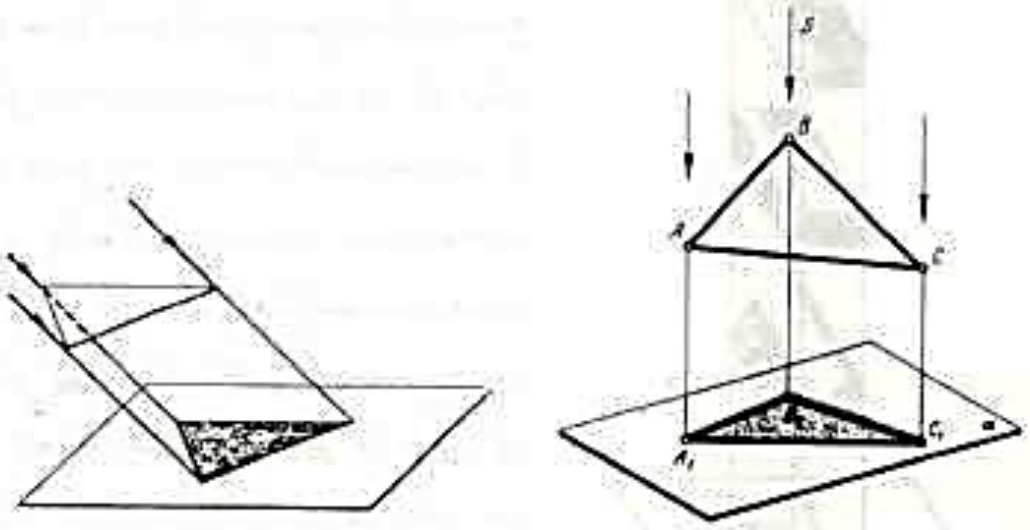
يميز الشكل رقم (2-4) بين الطريقتين الصحيحة والخاطئة لرسم الخطوط واستخداماتها .



الشكل (2-4)

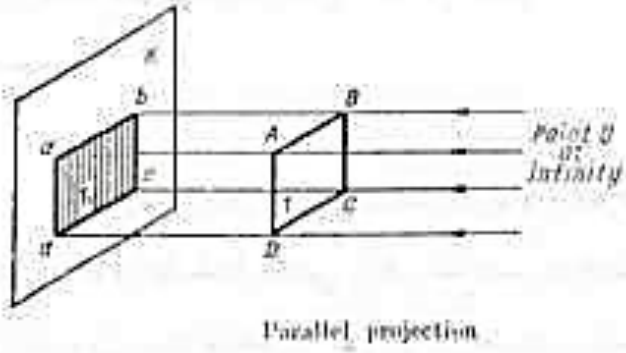
5-2-2- الإسقاط المتوازي (الأسطواني) :

يتم الرسم الإسقاطي لهذه بتخيل خطوط إسقاط مستقيمة تنطلق من اللانهايـــة ، تعتبر خطوط الإسقاط في هذه الحالة متوازية وتمر من نقاط الشكل وتمتد حتى تتقاطع مـــع مستوي الإسقاط . في هذه الطريقة ممكن أن تكون خطوط الإسقاط المتوازية متعـــامدة أو غير متعامدة مع مستوي الإسقاط الشكل (5-2) .



الشكل (5-2)

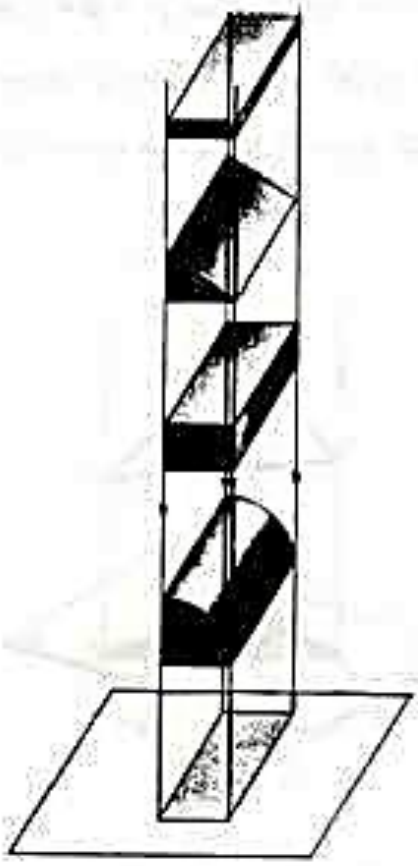
هنا يجب التنويه إلى أن الأبعاد الحقيقية للشكل تتساوى مع أبعـــاد مســـقطه إذا توازى مستوي الإسقاط مـــع المستوي المار بالشكل ، وبمعنى آخـــر إذا كـــانت خطـــوط الإسقاط متعامدة مع مســـتوي الشكل ومستوي الإسـقاط في نفس الوقت الشكل (5-3) .



الشكل (5-3)

5-3- تمثيل القطع الميكانيكية بعدد معين من المساقط :

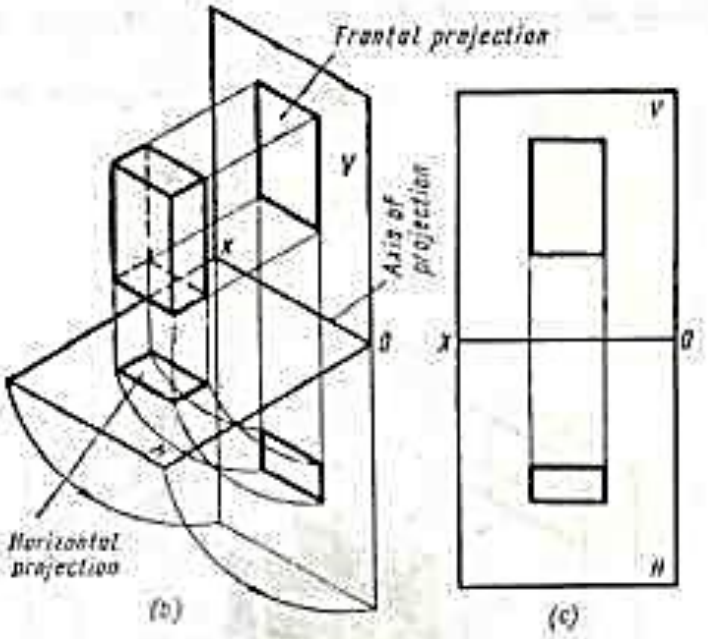
يمكن تمثيل القطع الميكانيكية بالرسم الصناعي إما برسم المنظور أو برسم عدد معين من المساقط المنفصلة ، وذلك لإعطاء جميع البيانات الضرورية عن شكل الجسم وأبعاده . إذا وضعنا الأجسام التي منظورها موضح بالشكل (5-4) أمام مستوي إسقاط ، وبحيث تكون السطوح الكبيرة لهذه الأجسام موازية لمستوي الإسقاط ، وأسقطناها إسقاطاً عمودياً متوازياً على هذا المستوي فإننا نحصل على مستطيل يبين الشكل الحقيقي لوجه من وجوه هذه الأجسام رغم اختلافها في الشكل . إن الإسقاط على مستوٍ واحد يظهر بعدان فقط من الأبعاد الثلاثة التي يملكها كل جسم .



الشكل (5-4)

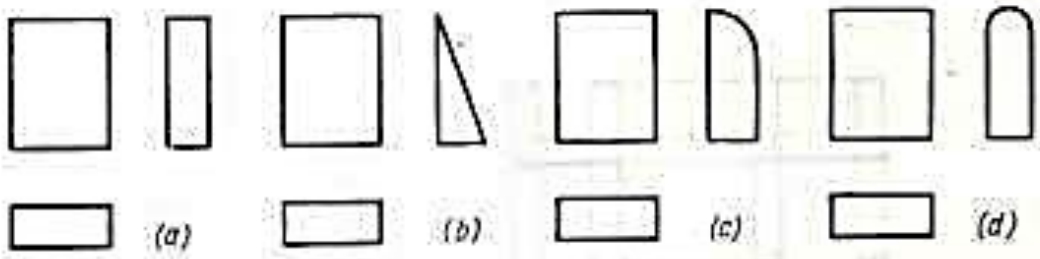
نستنتج مما سبق أن مسقطاً وحيداً لا يكون عادة كافياً لإعطائنا تصوراً تاماً عن شكل الجسم .

فإذا وضعنا متوازي مستطيلات في الزاوية الفراغية شكل (5-5) المشكلة من تقاطع مستوي الإسقاط الجبهي (V) مع مستوي الإسقاط الأفقي (H) وأسقطناه على المستويين إسقاطاً عمودياً متوازياً ، وبعد تدوير مستوي الإسقاط الأفقي حتى يصبح على استقامة المستوي الجبهي ، فإننا نحصل في هذه الحالة على جميع تفاصيل وأبعاد الشكل



الشكل (5-5)

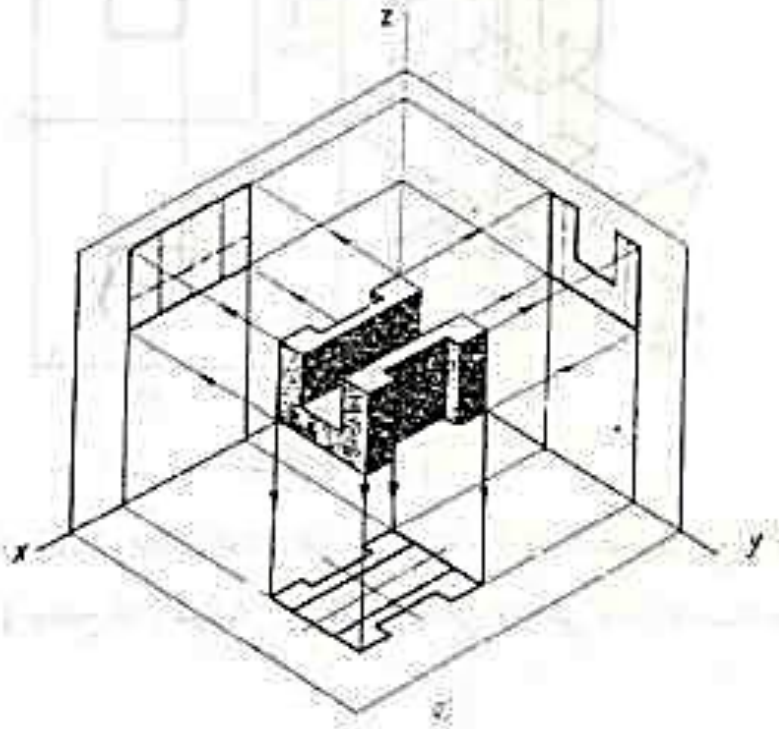
ولكن المسقطين السابقين بالذات غير كافيين دوماً لبيان شكل جميع الأجسام و الشكل (5-6) يوضح أنه رغم تماثل المسقطين الأمامي والأفقي لهذه الأجسام فإنها في الواقع مختلفة .

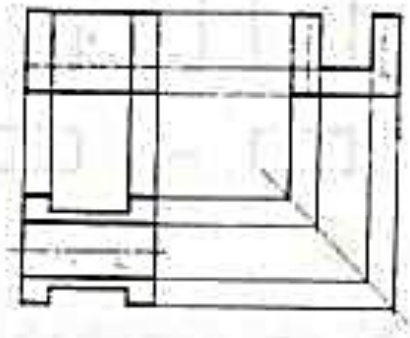


الشكل (5-6)

لهذا فإننا عادة نلجأ إلى إسقاط الأجسام على ثلاثة مستويات أو أكثر للحصول على تصور صحيح يبين شكل الجسم دون أي التباس أو شك .

فتطبيق طريقة مونج المتطورة في الإسقاط والتي تستخدم ثلاثة مستويات إسقاط متعامدة فيما بينها : أمامي وأفقي وجانبي الشكل (5-7) ، تعتبر الطريقة الأساسية المتبعة حالياً في الرسم الهندسي الميكانيكي والتقني .



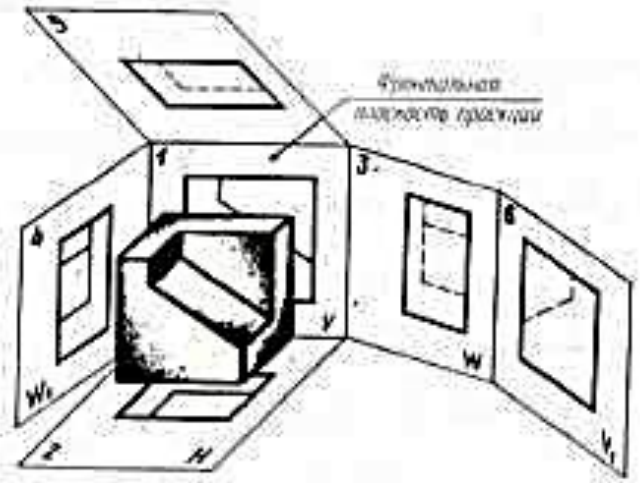


الشكل (5-7)

من الممكن الحصول ، إذا احتاج الأمر ، على ستة مساقط عاديـــة لأي جســـم وذلك باعتبار الجسم موضوع في فراغ مكعب بحيث تكون وجوه الجسم موازية لســـطوح المكعب ما أمكن . إسقاط وجوه الجسم على مستويات المكعب الستة وفتح سطوح هـــذا المكعب الشكل (5-8) نحصل على ست مساقط للجسم حسب تسلسل الترقيم نجـــد أن :

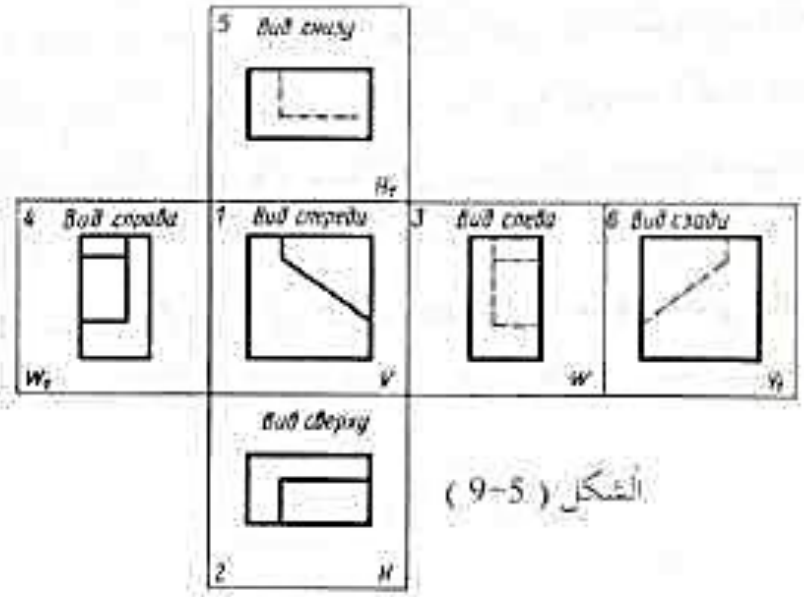
1- المسقط الأمامي . 2- المسقط الأفقي . 3- المسقط الجانبي الأيمن .

4- المسقط الجانبي الأيسر . 5- المسقط من الأسفل . 6- المسقط من الخلف .



الشكل (5-8)

الشكل (5-9) بعد فتح مستويات المكعب بشكل كافي لتصبح في مستو واحد .



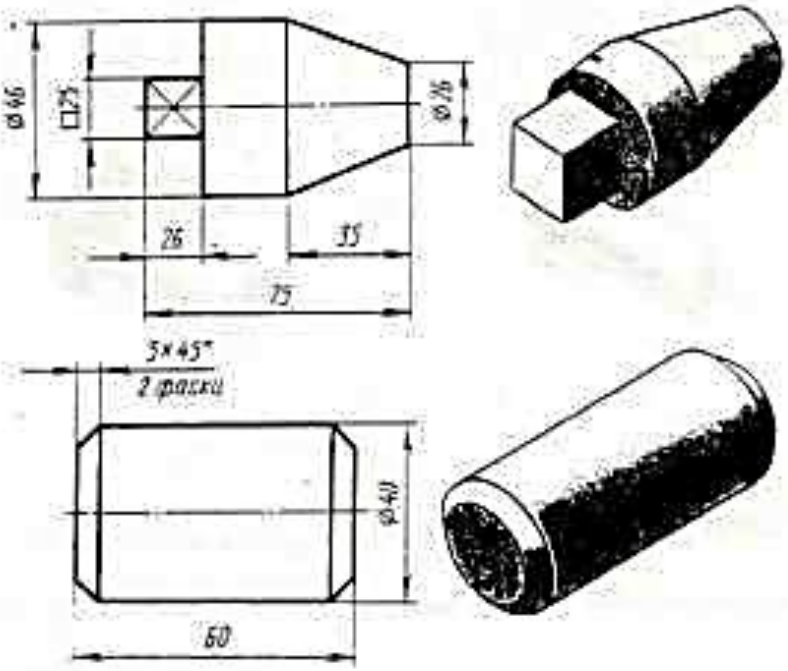
الشكل (5-9)

5-4- العدد المناسب من المساقط :

عند رسم مساقط جسم فراغي ما ، ينبغي أن يكون عدد المساقط أقل ما يمكن ، وأن تقدم هذه المساقط التوضيح الكامل عن شكل الجسم ومواصفاته .

تكون أشكال وتراكيب بعض الأجسام بسيطة بحيث يمكن التعبير عنها بمسقط واحد ، بينما يكون المسقط الواحد غير كاف لإعطاء التصور المطلوب لبعض الأجسام الأخرى ، ويمكن الحصول على التعبير الدقيق عنها بواسطة مسقطين فقط ، في الوقت ذاته ، هنالك كثير من الأجسام التي يكون تكوينها معقدا والتي يتطلب الحصول على التعبير الدقيق عنها إلى ثلاثة مساقط عادية أو أكثر .

يوضح لنا الشكل (5-10) أن مسقطاً واحداً للأشكال الفراغية المبينة كافياً لتوضيح شكل الجسم .

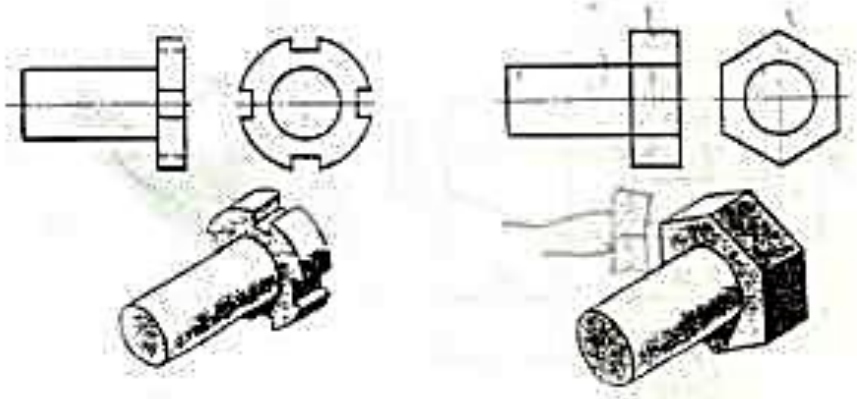


الشكل (5-10)

والشكل (5-11) يوضح أن الأجسام المشكلة من الصفائح ذات السماكة والاستقامة الواحدة ، يكفي مسقطاً واحداً لتوضيح شكل الجسم .

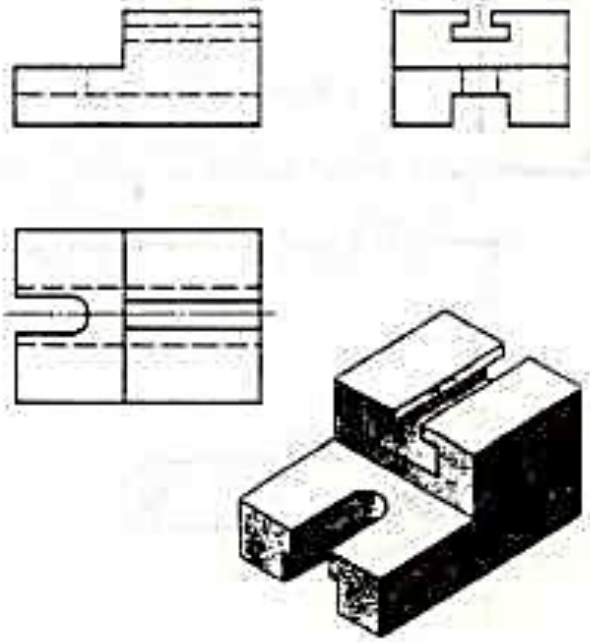
الشكل (5-11)

أما الشكل (5-12) يوضح أن مسقطا واحدا للأشكال الفراغية المبينة غير كاف لإظهار تفاصيل الجسم ومن الضروري مسقطين لكل من هذه الأشكال .



الشكل (5-12)

أما بالنسبة للجسم الفراغي المبين في الشكل (5-13) فمن الواضح أن مسقطين له غير كافيين لإعطاء الصورة الواضحة والدقيقة للجسم ، لذلك يتوجب رسم ثلاثة مساقط لتوضيحه بصورة كاملة



الشكل (5-13)

5-5- اختيار وضعية الإسقاط وتوضع المساقط على لوحة الرسم :

إن اختيار وضعية الإسقاط لأي جسم يعتمد بشكل عام على أن يكون عدد المساقط التي توضح تفاصيل الجسم أقل ما يمكن ، وأن تكون الخطوط الحقيقية غير المرئية أقل ما يمكن على المساقط .

يتم ذلك من خلال تحديد وضعية المسقط الأمامي ، الذي يسمى أيضا بالمسقط الرئيسي الذي يحدد الشكل العام للجسم . فمثلا :

نجد في الشكل (5-14) أن الوضعية الأفضل المعبرة عن الجسم في مسقطه الرئيسي (الأمامي) هي الوضعية رقم (1) .

بينما في الشكل (5-15) تكون الوضعية (3) هي الأفضل .

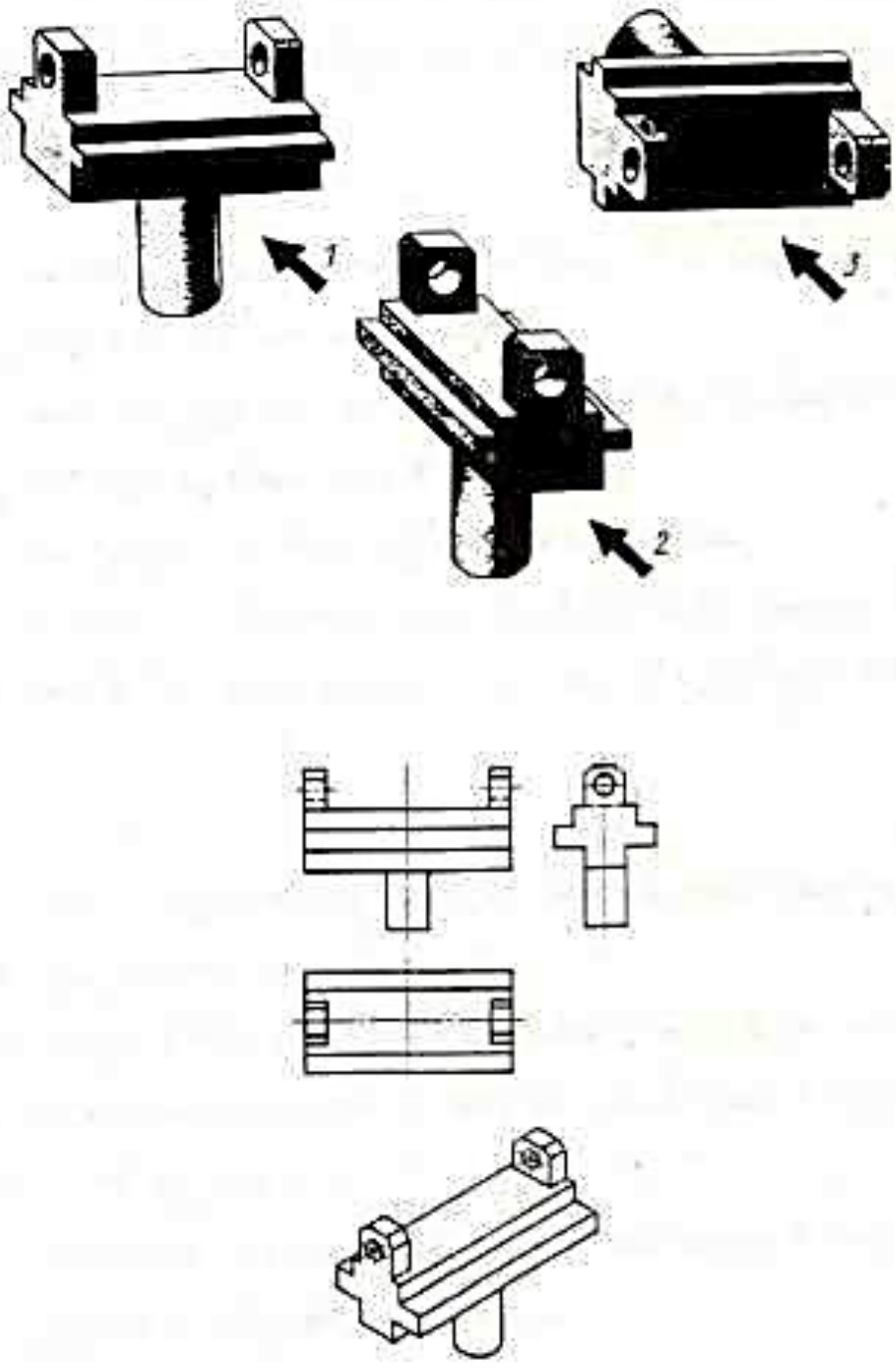
أما الشكل (5-16) فيفضل الترتيب في (b) وذلك لأن المسقط الأمامي مأخوذ باتجاه تكون فيه الخطوط في المسقط الجانبي ظاهرة بدلا من أن تكون وهمية كما في (a) .

بالنسبة لتوضع المساقط على لوحة الرسم فيعتمد على اختيارنا لمقياس وعدد المساقط المراد رسمها وعلى أبعاد لوحة الرسم .

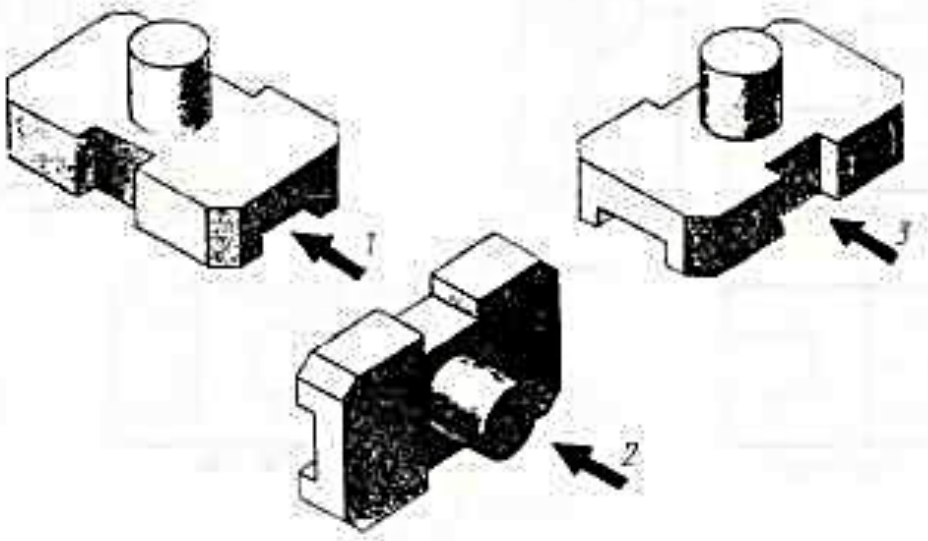
- الشكل (5-17) يوضح لنا أن توضع المساقط في الحالة (d) هو التوضع الأمثل لأن اختيار مقياس الرسم وعدد المساقط وأبعاد لوحة الرسم أدى إلى التوزيع المنطقي للمساقط على لوحة الرسم .

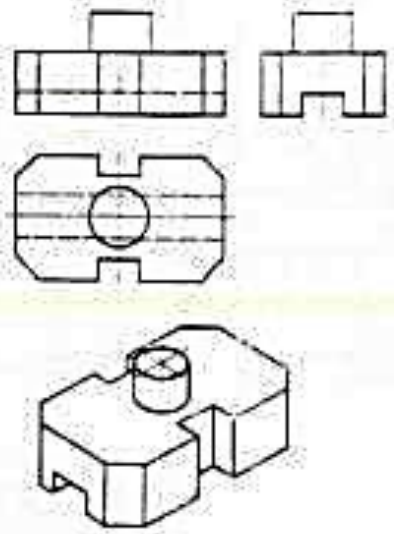
أما الحالة (a) و (c) يوضحان لنا عدم الاختيار الصحيح لمقياس الرسم وعدم توزيع المساقط بشكل منطقي على لوحة الرسم .

أما بالنسبة للحالة (b) فواضح أن توزيع المساقط على لوحة الرسم غير منطقي على الرغم من أن اختيار مقياس الرسم وأبعاد اللوحة كان صحيحا .

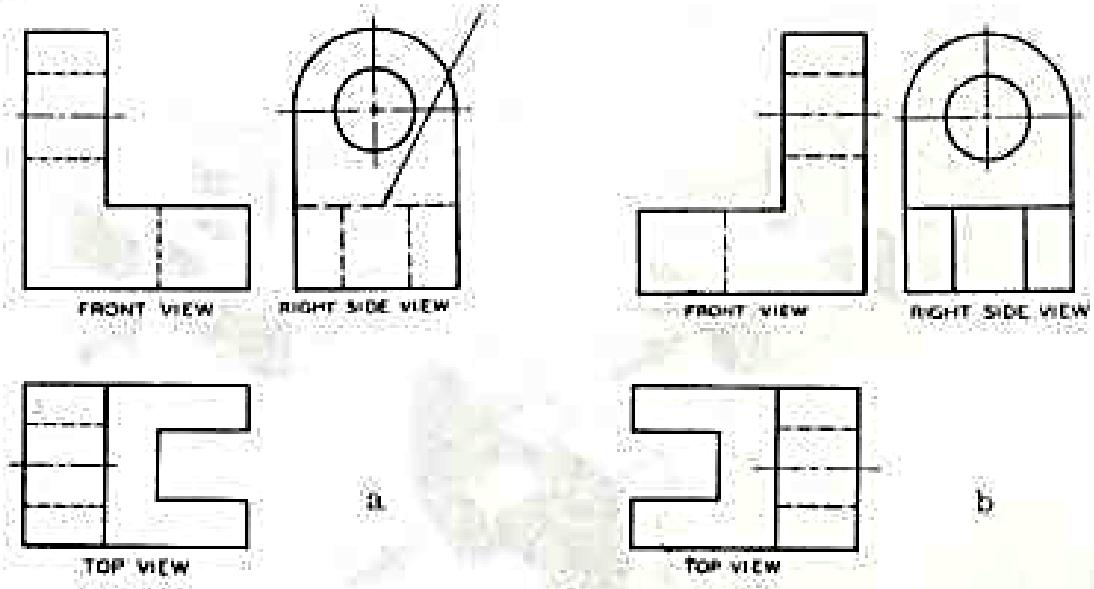


الشكل (5-14)

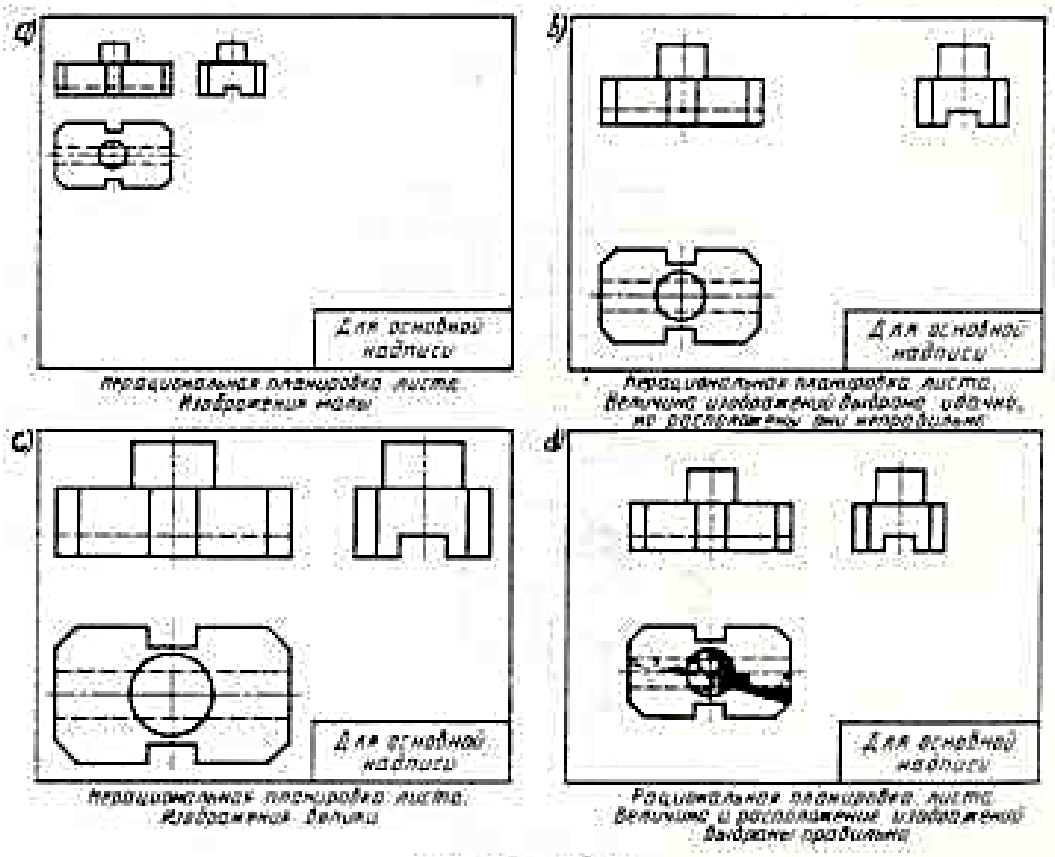




الشكل (5-15)



الشكل (16-5)



الشكل (17-5)

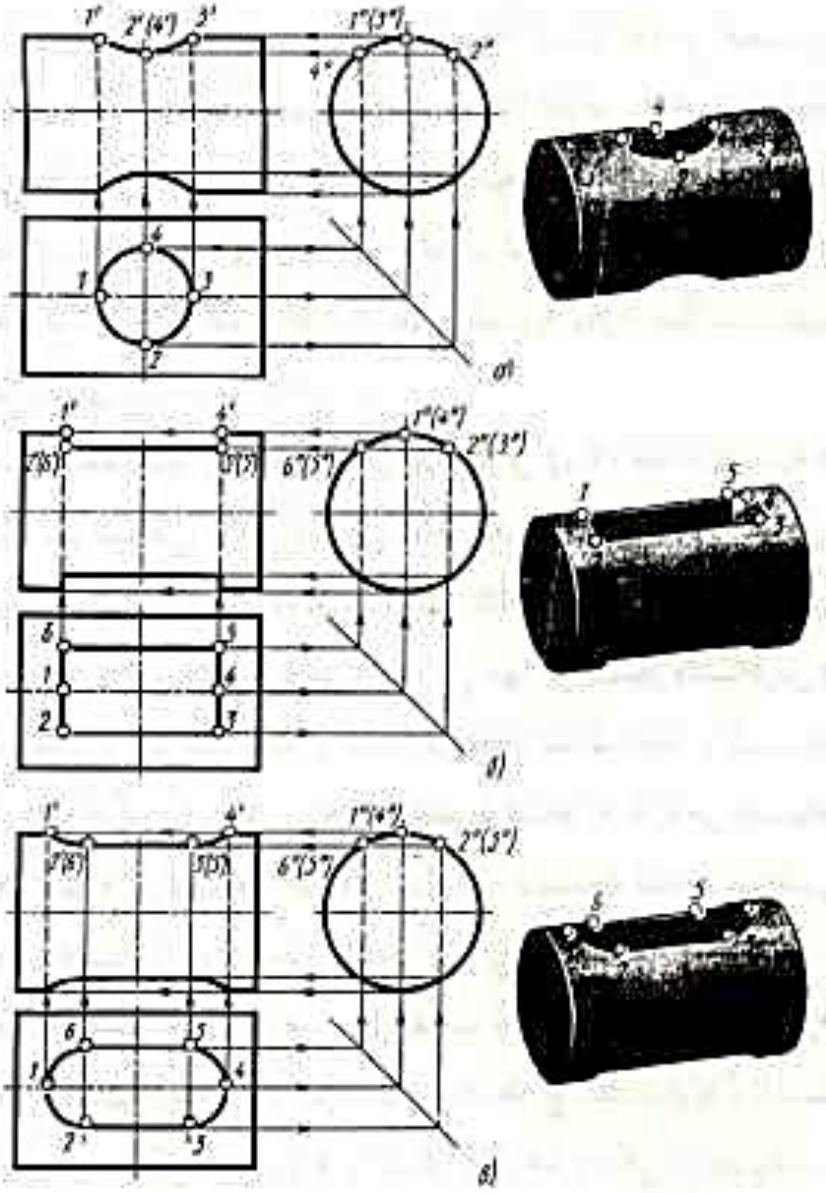
5-9- تحديد خطوط تقاطع السطوح المنحنيـــة في الأجســـام المتكـــورة في التعبـــير الإسقاطي :

عند رسم المساقط الثلاثية للاسطوانات المثقوبة المبينة في الشكل (5 – 33) نجد أننا نستطيع رسم المسقطين الأفقي والجانبي بصورة مباشرة ، أما المسقط الأمامي فيحتـــاج إلى خطوات إضافية مساعدة لتحديد نقاط حواف الثقوب ، لهذا الغرض نأخذ نقاطاً تحدد حواف المسقط الأفقي للثقب ولتحدد بواسطتها مساقطها الجانبية ومن ثم نحدد ، حســـب قواعد الإسقاط العامة ، مساقطها الأمامية ونمرر منها الخطوط الملائمة ، ففـــي الثقـــوب الأسطوانية يكون الخط قوساً ، وفي الثقوب ذات السطوح المستوية يكون خطاً مســـتقيماً الشكل(b) لتوضيح ما سبق ، نأخذ المثال التالي :

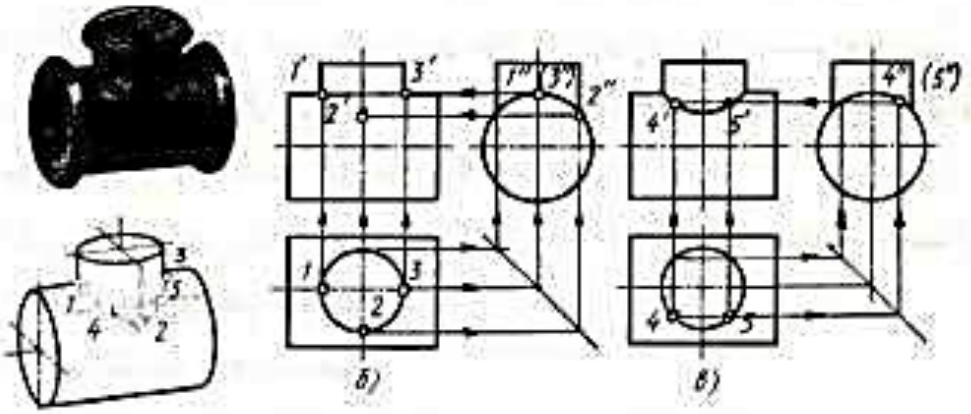
خطوات رسم المسقط الأمامي لحواف الثقب الأسطواني في الاسطوانة المبينـــة في الحالة (a) : بعد رسم المسقطين الأفقي والجانبي والخطوط الأولية للمسقط الأمـامي ، نأخذ نقاطاً تحدد حواف الثقب في المسقط الأفقي ، ولتكن النقاط 1 و2 و3 و 4 ، حيـث تحدد مساقطها الجانبية ($3^{"}$) $1^{"}$ و $2^{"}$ و $4^{"}$ ، التي تأخذ كل منها موقعـــين متـــاظرين في أعلى وأسفل المسقط الجانبي ، بعد ذلك نحدد ، حسب قواعد الإسقاط العامة ، المســـاقط الأمامية لهذه النقاط : $1^{'}$ و ($4^{'}$) $2^{'}$ و $3^{'}$ من تقاطع الخطوط الشاقولية المارة من المســـاقط الأفقية والخطوط الأفقية المارة من المساقط الجانبية ، نصل هذه النقـــاط فنحصـــل علـــى المسقط الأمامي لحواف الثقب في أعلى وأسفل المسقط الأمامي للاسطوانة .

من جهة أخرى ، يمكننا اعتبار حواف هذه الثقوب ناتجة عن تقاطع الاســـطوانة مع اسطوانة أخرى أو مع سطوح منحنية أو مع متعددات السطوح المســـتوية ، لذلـــك تحديد خط تقاطع اسطوانتين يشكل حرف (T) الشكل (5-34) يمكن أن يتم وفـــق نفس الطريقة المتبعة في المثال السابق .

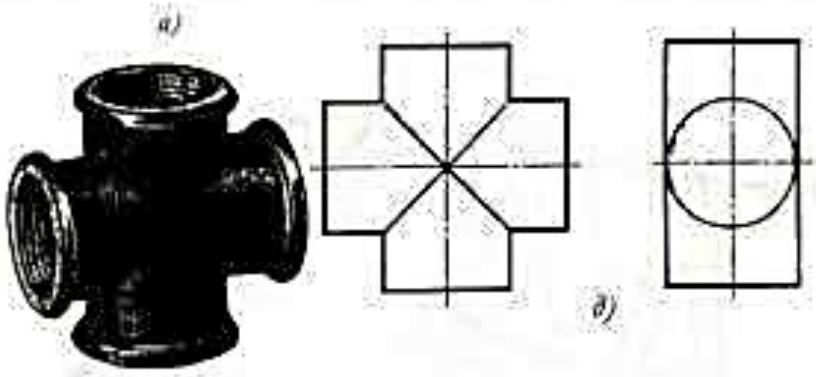
يوضح الشكل (5-35) منظوراً و مساقط اســـطوانتين متقـــاطعتين بشـــكل متصالب .



الشكل (5-33)



الشكل (5–34)



الشكل (5–35)

الفصل السابع

معلومات أساسية في تنفيذ الرسومات

تمهيد:

يقلل الاستخدام الصحيح والأمثل لأدوات الرسم الزمن اللازم لوضع الرسومات الهندسية النهائية للتصاميم، مما يخفض الكلفة النهائية للمنتج، كما يجب أن تتسم هذه الرسومات بالدقة والوضوح أيضاً. ولا بد عند التحضير للرسم من مراعاة بعض الأمور التي تساعد على بلوغ الأهداف المنوه عنها أعلاه، نذكر منها:

7-1- اختيار ورقة الرسم:

يصادف في الحياة العملية أنواعاً مختلفة للورق المستخدم في تنفيذ الرسومات الهندسية تبعاً للهدف المراد تحقيقه، وأهم هذه الأنواع:

7-1-1- الورق ذو المربعات: يستخدم بشكل عام لرسم الخطوط البيانية وللرسم باليد الحرة لسهولة تقدير قياس الأبعاد عليه، وقد يكون من الورق العادي أو الورق الشفاف (الكالك).

7-1-2- الورق ذو التدريجات اللوغاريتمية: يستخدم هذا النوع من الورق لرسم الخطوط البيانية حصراً ويصنع أيضاً من الورق العادي أو الشفاف.

7-1-3- الورق الناعم: يستخدم هذا النوع من الورق لرسم مسودات المصورات.

7-1-4- كرتون الرسم الأبيض (كانسون): يستخدم بشكل عام لوضع الرسومات الهندسية.

7-1-5- الورق الشفاف (الكالك): يستخدم لوضع الرسومات النهائية عند تحبيرها.

7-1-6- ورق النسخ (التيراج): ورق حساس للضوء، يتم عليه تصوير الرسومات النهائية والمعدة من الورق الشفاف للحصول على صورة طبق الأصل منها ليتم توزيعها وتداولها حسب الطلب.

7-1-7- الورق الشفاف المعاكس (الكونتر كالك): ورق حساس للضوء، تصور عليه الرسومات من الورق الشفاف (الكالك) ليتم بعدئذ إجراء بعض التعديلات عليها، ليعاد استخدامها كنسخة أساسية لطباعتها على ورق النسخ من جديد.

يستخدم هذا النوع من الورق لتقليل الزمن اللازم لإنجاز الرسومات الأساسية.

تستخدم جميع الأنواع السابقة من الورق حسب مقاسات متفق عليها دولياً وذلك لسهولة التداول والحفظ والأرشفة، حيث اتخذ المتر المربع أساساً لها.

وتحدد العلاقة بين طولها وعرضها وفق العلاقة:

$$\frac{\text{الطول}}{\text{العرض}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

ويمكن الحصول على هذه المقاسات باستخدام ورقة أبعادها A_0=841×1189 ومن ثم يمكن اشتقاق جميع المقاسات الأخرى منها وفق الجدول التالي:

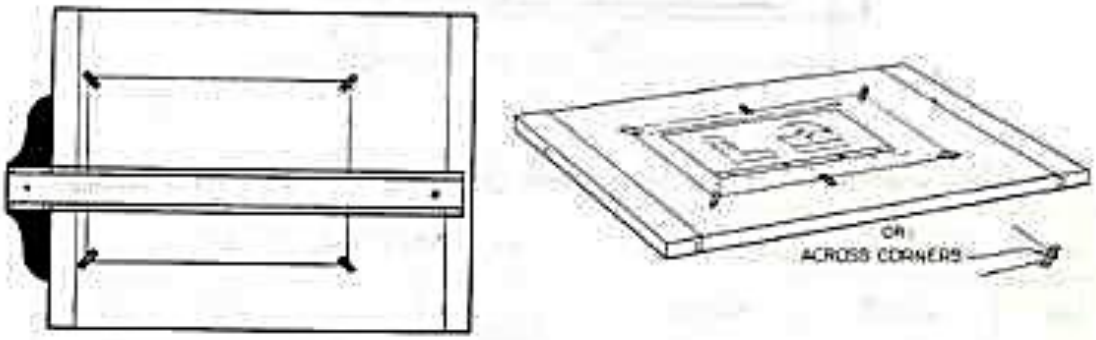
A_0	A_1	A_2	A_3	A_4
841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

وكما يظهر الشكل (7-1).

حيث يمكن الحصول على المقاس الأصغر بتنصيف المقاس الأكبر، ويعتبر المقاس A_4 أصغرها كما يسمح عند الضرورة استخدام المقاس A_5 A_5 148×210mm.

بعد اختيار نوع الورقة المستخدمة ومقاسها الملائم للرسم المطلوب يتم تثبيتها على طاولة الرسم بواسطة شريط لاصق بعد أن يتم تحديد أفقيتها بمساعدة مسطرة الـ T كما في الشكل (7-2).

الشكل (7-1)

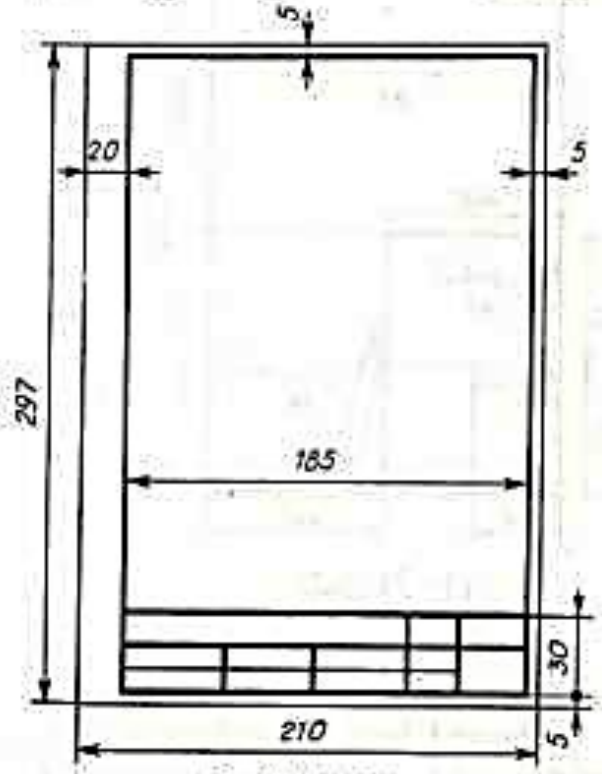


الشكل (7-2)

7-2- إطار اللوحة:

لقد وجد الرسامون أنه من غير المستحسن استخدام كامل ورقة الرسم لـــذا يـــترك إطار محيطي وتحدد أبعاده انطلاقاً من مقاس الورقة وأبعادها حيث يترك في بعـض الدول 20mm من الطرف اليساري للورقة بهدف ترك مكان لخرزها عند تجمعـــها

وحفظها أثناء النقل أو التداول أو الأرشفة، 5mm من الجهات الأخـــرى، ويرســم الإطار بخط متصل عريض أو بالخط الأساسي، كما في الشكل (7-3).



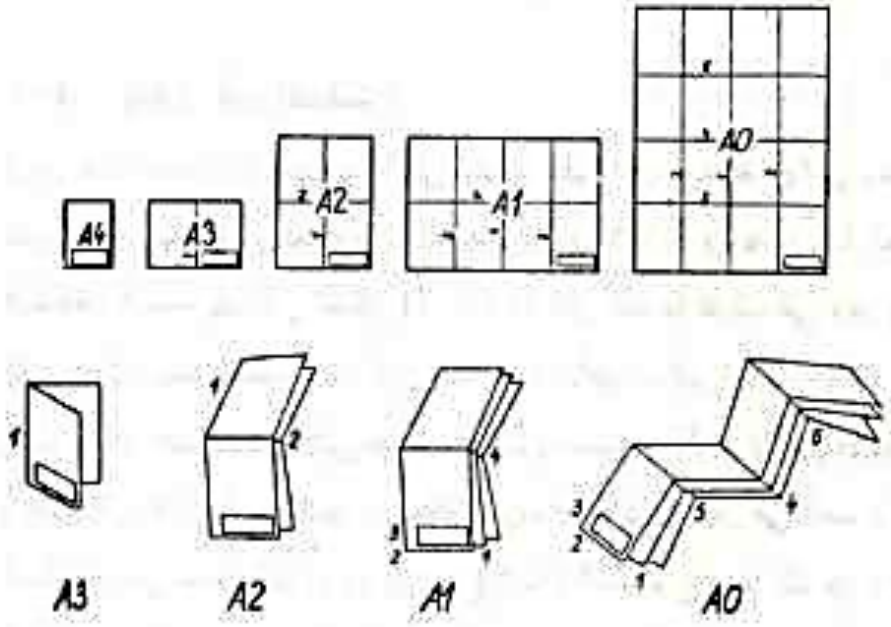
الشكل (7-3)

في حين يبين الجدول التالي هوامش إطار اللوحة لبعض أنظمة القياس الأخرى.

مقاس ورقة الرسم	أبعاد ورقة الرسم		الهامش حول البطاقة الاسمية	هامش إطار اللوحة	
	العرض	الطول		الجانب الأيسر	بقية الحواف
$4A_0$	1682	2378	5	20	10
$A_0 2$	1189	1682	5	20	10
A_0	841	1189	5	20	10
A_1	594	841	5	20	10
A_2	420	594	5	20	10
A_3	297	420	5	20	5
A_4	210	297	5	20	5
A_5	148	210	5	15	5

يتم حفظ لوحات الرسم الأصل دون طي لأن التجاعيد الناشئة عن طيها تترك خطوطا رفيعة على النسخ المطبوعة عند نسخ هذه الرسومات الأصلية، لذلك تعلق في خزائن أو أدراج أو تلف على شكل أسطواني وتوضع في أنابيب خاصة مصنوعة من البلاستيك أو الجلد، أما النسخ المطبوعة والمتداولة بشكل كبير فيتم طيها وتصغيرها لتصبح مساوية للمقاس A4 ويجب أن تبقى البطاقة الاسمية ظاهرة لتسهل قراءتها دون الحاجة إلى فتحها.

كما يوضح الشكل (7-4) ذلك بالنسبة لمقاسات لوحات الرسم النظامية.



الشكل (7-4)

7-3- البطاقة الاسمية:

تمثل البطاقة الاسمية الهوية الشخصية للرسم المنجز حيث تحتوي على جميع المعلومات التي تخصه كاسم المصمم أو الرسام واسم المدقق وتاريخ التصميم والتدقيق ومقياس الرسم واسم المؤسسة التي تنفذ التصميم ورقم اللوحة إذا كان الرسم مؤلفاً من أكثر من لوحة لنفس الموضوع.

توضع البطاقة الاسمية في أسفل ورقة الرسم وفي الجهة اليمنية دائما ما عدا لوحة الرسم A0 حيث تشغل عندئذ اسفل اللوحة كاملاً كما في الشكل (7-3).

ويبين الشكل (7-5) التقسيمات الداخلية للبطاقة الاسمية لجميع مقاسات لوحات الرسم وقد تختلف هذه التقسيمات في بعض المراجع ولكن المعلومات التي تحويها تكون واحدة.

وتكتب هذه المعلومات بالخط الهندسي المبسط وتستخدم الأحرف الكبيرة عند كتابة المعلومات الأكثر أهمية.

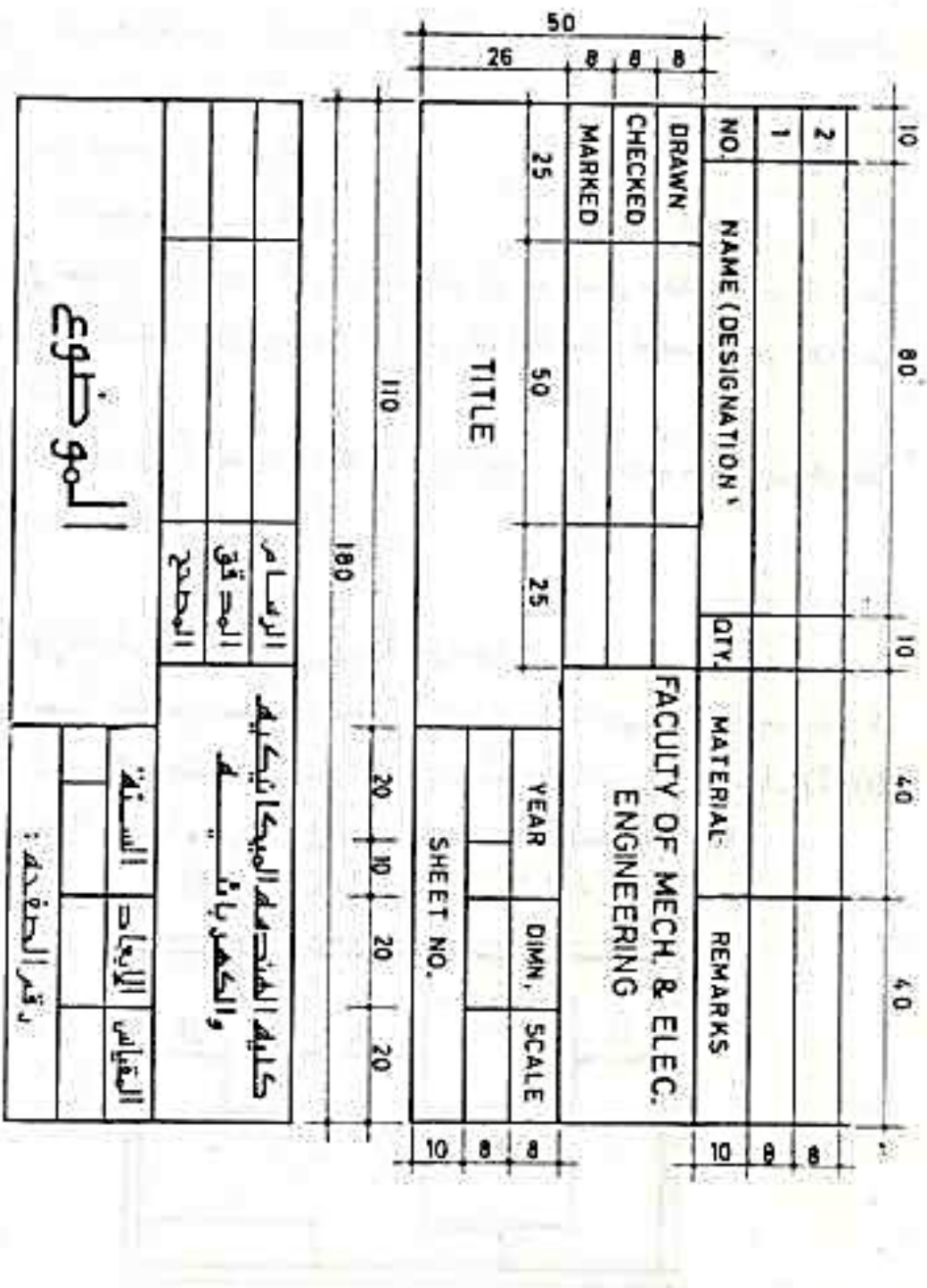
7-4- جدول المواصفات:

يرفق هذا الجدول بالرسومات التي تحوي على أجزاء عديدة والتي يجب تجميعها حيث تذكر فيه جميع المعلومات المتعلقة بهذه الأجزاء ويوضع هذا الجدول فوق البطاقة الاسمية كما في الشكل (7-5) إذا كان عددها قليلاً، في حين ينفذ جدول المواصفات بشكل مستقل إذا كان عدد هذه الأجزاء كبيراً.

يقسم جدول المواصفات إلى خمسة أعمدة يخصص الأول لأرقام الأجزاء المتسلسلة ويكتب في الثاني اسم الأجزاء المكونة ومواصفاتها ويذكر في العمود الثالث العدد المطلوب من هذه الأجزاء ويذكر نوع المادة المصنوع منها كل جزء في العمود الرابع، في حين تدون جميع الملاحظات الأخرى التي تخص هذه الأجزاء في العمود الأخير.

7-5- مقياس الرسم:

يفضل تنفيذ الرسومات الهندسية بالحجم الطبيعي للأجسام أي أن أبعاد القطع في الواقع تساويها على الرسم عندئذ يكتب مقياس الرسم 1:1 وإذا تعذر ذلك فلا بد من اختيار مقياس رسم تصغير أو تكبير مناسب.


NO.
NAME (DESIGNATION)
QTY.
MATERIAL
REMARKS
DRAWN
CHECKED
MARKED
TITLE
FACULTY OF MECH. & ELEC. ENGINEERING
SHEET NO.
YEAR
DIMN.
SCALE
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الرسام
المدقق
المصحح
الموضوع
المقياس
الإبعاد
السنة
رقم الصفحة :

الشكل (7-5)

113

يستخدم مقياس التصغير عند كبر أبعاد الجسم المراد رسمه أما مقياس التكبير فيستخدم عند صغرها بحيث لا يمكن التعبير عليها بوضوح دون تكبيرها، ويبين الجدول التالي تمثيل مقاييس الرسم المختلفة:

مقياس الرسم التصغيري	1:20	.....	1:4	1:3	1:2
مقياس الرسم التكبيري	20:1	.....	4:1	3:1	2:1

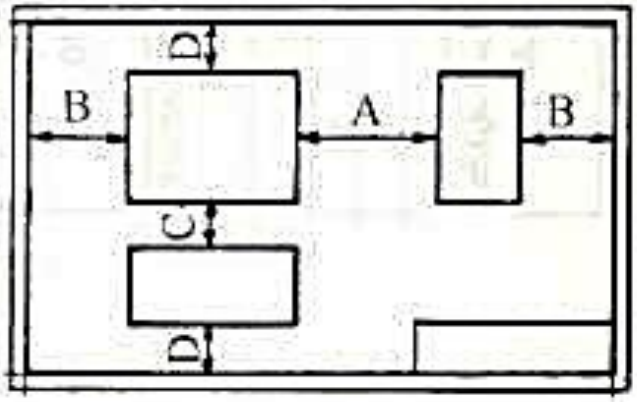
وعليه فإن المقياس 1:3 يشير إلى أن البعد على الرسم أصغر بثلاث مرات من البعد الحقيقي وبالعكس يشير المقياس 2:1 إلى أن البعد على الرسم أكبر بمرتين من البعد الحقيقي.

تجدر الإشارة هنا إلى أنه تكتب الأبعاد الحقيقية للجسم على الرسم مهما كان مقياس الرسم تكبيريا أم تصغيريا.

7-6- توزيع الرسومات على ورقة الرسم:

رأينا في الفصل الخامس الحالات المختلفة لتوزيع المساقط على ورقة الرسم، ولا بد هنا من تحديد المسافات التي تؤمن التوزيع الصحيح لها، يبين الشكل (7-6) حالة رسم ثلاثة مساقط وطريقة توزيعها بشكل عام وفق العلاقات التالية:

$$C=(1.5\text{-}2)\,D, \quad A=(1.5\text{-}2)\,B$$



الشكل (7-6)

حيث تحدد بشكل دقيق من قبل الرسام وحسب المعطيات الخاصة بكل حالة.

7-7- تنفيذ الرسم على ورقة الرسم:

بعد اختيار مقاس الورقة المناسبة ومقياس الرسم الملائم وتحديد أماكن المساقط وتوزعها على اللوحة، نقوم برسم هذه المساقط بخطوط إنشاء قليلة السماكة ودون الضغط على القلم لسهولة محي الخطوط الزائدة فيما بعد بحيث لا يبقى أي أثر لها ويتم تنفيذ الرسم وفق التسلسل التالي:

1ـ رسم خطوط المحاور.

2ـ رسم الدوائر والأقواس والخطوط الخارجية المماسة.

3ـ رسم بقية الخطوط الداخلية.

4ـ رسم خطوط تحديد الأبعاد والأبعاد على المساقط.

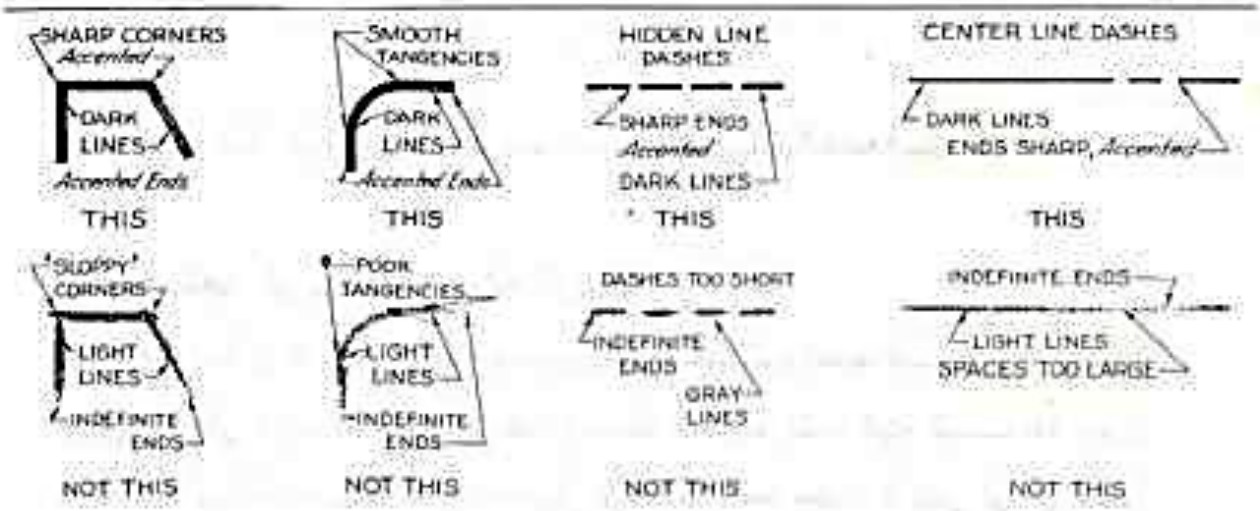
5ـ مسح الخطوط الزائدة.

6ـ إنهاء الرسم بتغميق الخطوط بقلم الرصاص وحسب سماكة الخطوط المناسبة لحجم الرسم أو بالتحبير حسب أقلام التحبير المناسبة لسماكة الخطوط.

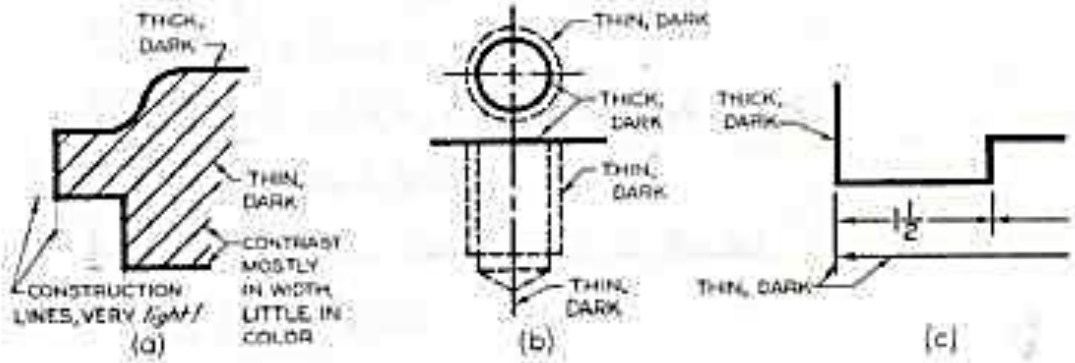
يجب عند استخدام قلم الرصاص في الرسم أن تكون الخطوط متجانسة بالسماكة وبدرجة الضغط على القلم للحصول على لون واحد للخط، بحيث لا تكون حواف الخطوط فاتحة ووسطها غامقاً كما في الشكل (7-7) حيث تظهر الطريقة الصحيحة (الجهة العليا) والخاطئة (الجهة السفلية) لرسم الخطوط المختلفة.

وللحصول على سماكات مختلفة للخطوط وبنفس القلم ذي السماكة الثابتة نقوم بتكرار رسم الخط بإمرار القلم مرات عديدة متلاصقة، وإذا أردنا الحصول على خطوط غامقة نقوم بإمرار القلم مرات عديدة على نفس الخط للمحافظة على سماكته.

يوضح الشكل (7-8) بعض هذه الخطوط المختلفة السماكات ودرجة اللون.



الشكل (7-7)



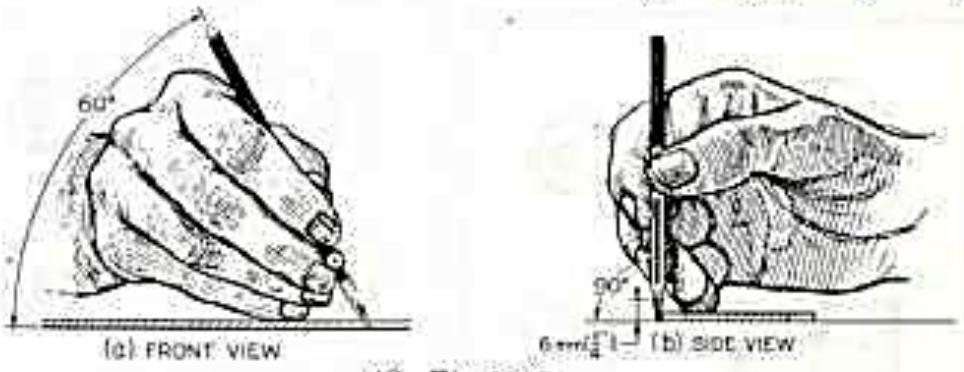
الشكل (7-8)

أما إذا استخدم التحبير لإنهاء الرسومات فإن دقة الرسم تكون أكبر حيث يمكن التحكم بسماكة الخطوط بواسطة رؤوس أقلام التحبير المتعددة السماكات.

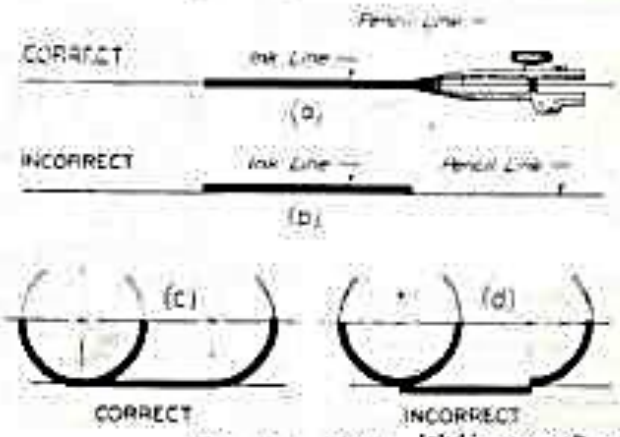
يجب أن يكون القلم عند التحبير عمودياً على الورقة كما في الشكل (7-9) للحصول على سماكة منتظمة للخطوط ويحرك بسرعة منتظمة وببطء بحيث يبقى ملاصقاً لحافة المسطرة المرفوعة عن لوحة الرسم بسبب الميلان الموجود عليها لمنع الحبر من التغلغل تحت المسطرة.

ترسم الخطوط القصيرة بتحريك القلم بالأصابع فقط في حين ترسم الطويلة منها بتحريكه بواسطة اليد، كما يجب الانتباه إلى أن سماكة خطوط التحبير تكون أحياناً أعرض من سماكة خطوط قلم الرصاص لذلك يجب أن نمرر خط قلم التحبير على

خط قلم الرصاص وذلك للحصول على نقاط وصل سلسة ودون تدرجات تشوه الرسم كما في الشكل (7-10)



الشكل (7-9)



الشكل (7-10) Ink Lines over Pencil Lines.

يبين الشكل (7-11) مثالاً لخطوات عملية التحبير:

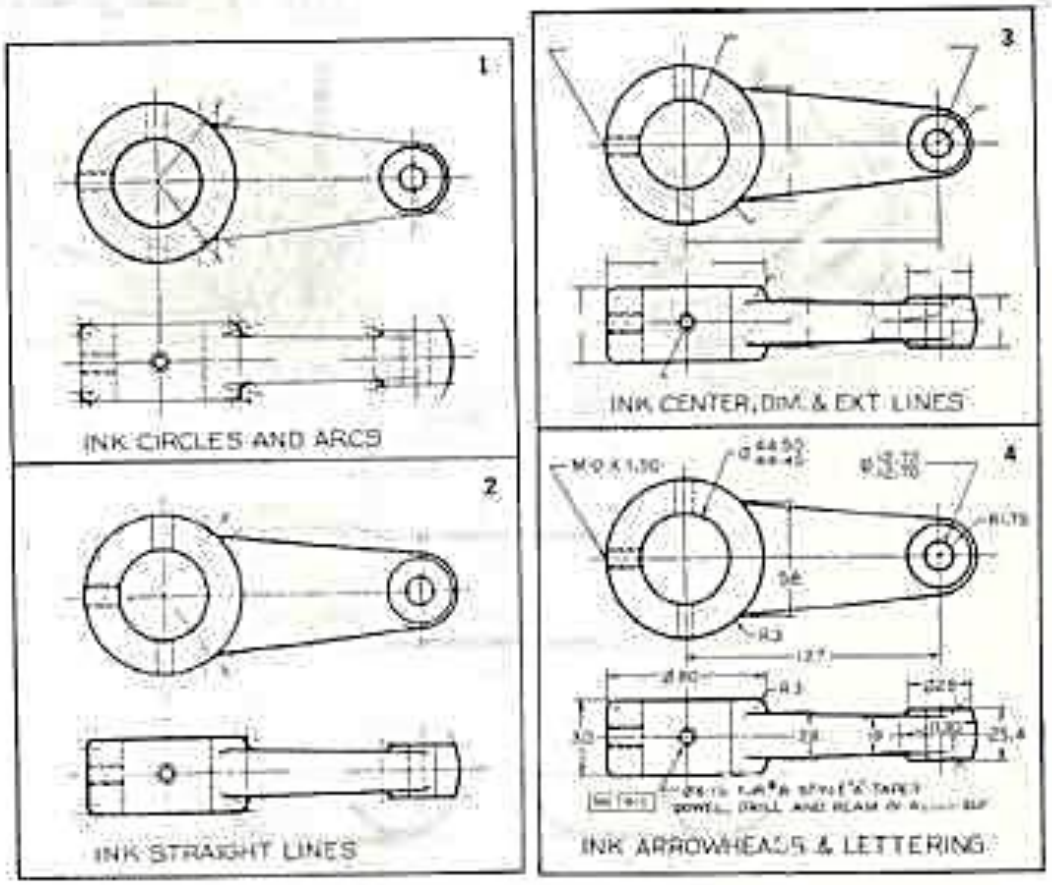
1ـ تعلم كل نقطة تماس مباشرة على الورق الشفاف أو على الرسم بقلم الرصاص.

2ـ تثقب جميع المراكز التي سيتوضع فيها رأس الفرجار.

3ـ تحبر الدوائر والأقواس المرئية ابتداءاً بالأصغر ثم الأكبر وهكذا.

4ـ تحبر الدوائر والأقواس غير المرئية (الوهمية) ابتداءاً بالأصغر ثم الأكبر أيضاً.

5ـ تحبر المنحنيات غير المنتظمة إذا وجدت.



الشكل (7-11)

6ـ الخطوط المستقيمة الأفقية من الأعلى إلى الأسفل و الشاقولية من اليسار إلى اليمين أما المائلة فكل اتجاه على حدا.

7ـ تحبر الخطوط المستقيمة الوهمية بنفس ترتيب الخطوط المرئية.

8ـ تحبر خطوط المحاور وخطوط الأبعاد.

9ـ تحبر رؤوس الأسهم وأرقام الأبعاد.

10ـ تحبر خطوط التهشير.

11ـ الملاحظات والكتابات والعناوين والإطار.

الفصل الثامن

الأبـــــــــــعاد

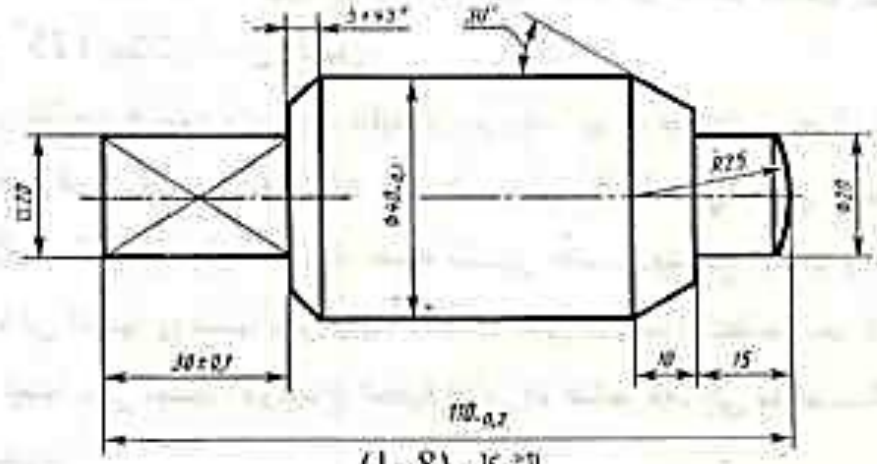
تمهيد:

وضع الأبعاد هي عملية كتابة الأبعاد على الرسم، حيث أن رسم مساقط أي جسم أو منظور، تعطي تفاصيله وتحدد معالمه وتكوينه من حيث الشكل فقط ولا تكون كافية عند الإنتاج والتصنيع بدون توفر الأبعاد والمقاييس اللازمة.

لذلك أصطلح على وضع الأبعاد والمقاييس وفق نظام معين، حيث يسعى المهتمون في الصناعة والبناء إلى توحيد طرق وضع الأبعاد ودرجة التفاوت المسموح بها ودرجة إنهاء السطوح ..... إلى ما هناك من أرقام ورموز تسهل قراءة الرسومات وعملية تنفيذها.

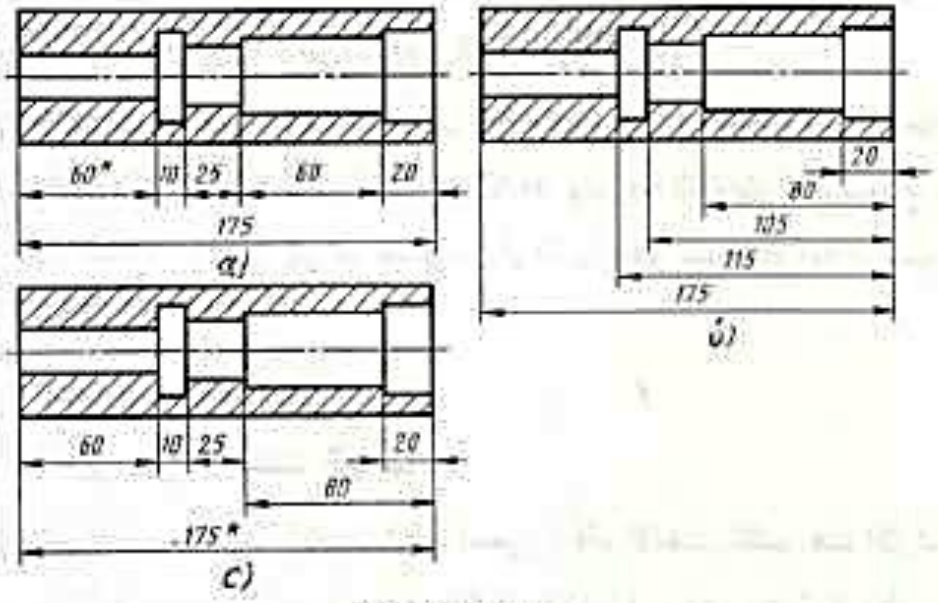
8-1- التعبير عن قياسات الجسم:

يعبر عن قياسات الجسم على الرسم بأرقام تسمى أرقام الأبعاد، تكتب هذه الأرقام فوق خطوط الأبعاد وفي منتصفها كما في الشكل (8-1)، وتنتهي خطوط الأبعاد بأسهم تمس رؤوسها خطوط تحديد الأبعاد في حالة الأبعاد المستقيمة.



الشكل (8-1)

يمكن وضع الأبعاد على الرسم بشكل عام وفق طرق مختلفة ولنفس القطعة كما يوضح ذلك الشكل (8-2) فتكون على شكل سلسلة حيث البعد تلو الآخر أو بشكل متدرج حيث تبدأ بالبعد الأصغر وهكذا حتى تنتهي بالبعد الأكبر، في حين الطريقة الأكثر شيوعا لتوضع الأبعاد هي أن تكون مختلفة كما في الشكل (8-2-C).



الشكل (8-2)

يرمز للأبعاد الدليلية بـ * فوق الرقم الدال عليها، نجد من الشكل السابق أن الرقم 60^{*} و 175^{*} يمثلان بعدان دليليان.

ولا يكون للأبعاد الدليلية تأثير عند تنفيذ الرسم وإنما لها فوائد عند استعمال الرسم.

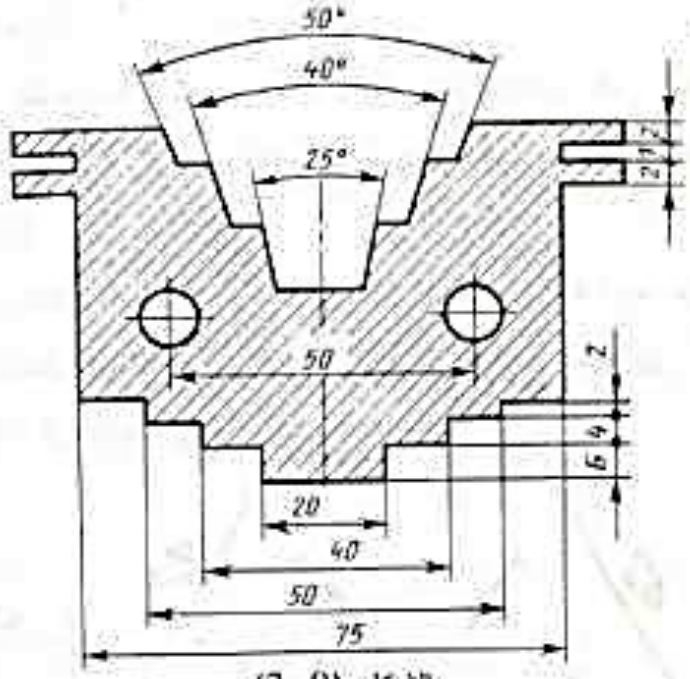
كالبعد 60^{*} الذي يعتبر سلسلة الأبعاد على الرسم أو 175^{*} الذي يعطي المجموع الكلي للأبعاد الفرعية، ولهذه الأبعاد أهمية أكبر عند تجميع الآلات واجزائها للمساعدة في تثبيتها ووصلها وتركيبها، وللدلالة على الأبعاد الأعظمية بعد التجميع وتساعد أيضا على تحديد الأوضاع الحدية للأجزاء المتحركة، إلى ما هنالك من أبعاد مشابهة.

8-2- القواعد المتعلقة بوضع الأبعاد وتنفيذها:

8-2-1- يرسم خط البعد موازيا للبعد المستقيم على الرسم بحيث يقع خارج مسقط الجسم.

8-2-2- ينبغي أن تساوي المسافة بين خطوط الأبعاد الموازية لخطوط الجسم حوالي 6÷10mm حسب عددها ومكان توضعها.

8-2-3- يفضل عدم استخدام خطوط الأبعاد داخل المناطق المهشرة إلا في حالات الضرورة ولا تهشر عندئذ المنطقة التي تحوي أرقام البعد كما في الشكل (8-3).



الشكل (8-3)

8-2-4- يحدد البعد بواسطة نقاط أو خطوط قصيرة مائلة في حال عدم إمكانية رسم سهم تحدد هذه الأبعاد بسبب ضيق المكان أو صغر هذه الأبعاد كما في الشكل (8-3).

8-2-5- تكون خطوط تحديد الأبعاد متصلة مع خطوط الجسم إذا كانت الأخيرة سميكة وتبعد عنها حوالي 0.5÷1mm إذا لم تكن سميكة.

8-2-6- لا تكتب الأرقام فوق بعضها إذا كانت كثيرة وإنما تكتب بالتناوب يمينا ويسارا كما في الشكل (8-3).

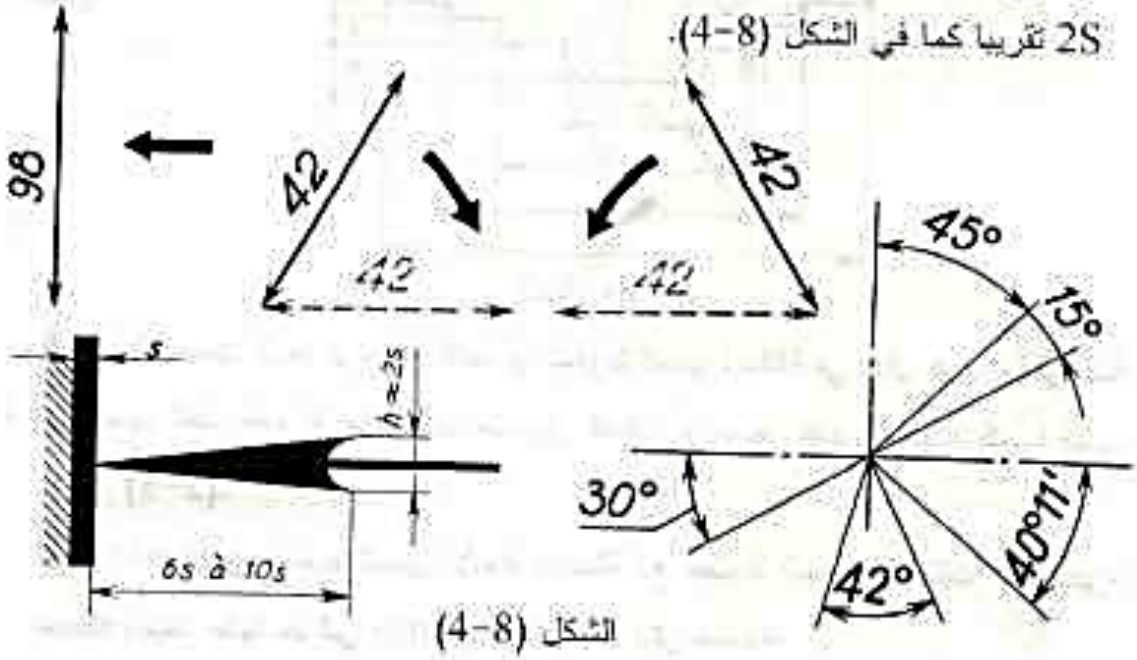
8-2-7- يمتد خط تحديد البعد بعد خط البعد حوالي 1÷5mm.

8-2-8- لا يجوز استعمال خطوط الجسم وخطوط المحاور والمراكز كخطوط الأبعاد.

8-2-9- لا يجوز أن تتقاطع خطوط الأبعاد فيما بينها أو مع خطوط الجسم والمحاور والمراكز.

8-2-10- يكتب البعد الأصغر أولا بحيث يكون الأقرب إلى مسقط الجسم، ثم يكتب البعد الأكبر ليكون أبعد وهكذا حتى تكتب كافة الأبعاد انظر الشكل السابق (8-1).

8-2-11- يحدد شكل ومقياس السهم الذي ينتهي به خط البعد من طرفيه انطلاقا من عرض الخط المستخدم عند الرسم S حيث يتراوح طوله بين 5÷10S وعرضه 2S تقريبا كما في الشكل (8-4).



الشكل (8-4)

8-2-12- يجب أن يكون مقياس الأسهم متساويا تقريبا على كل رسم هندسي.

8-2-13- يكتب كل بعد على الرسم مرة واحدة فقط ولا يجوز تكراره على المساقط المختلفة.

8-2-14- تكتب الأبعاد الخطية وفقا لموضع خطوط الأبعاد كما في الشكل (8-4).

8-2-15- تكتب الأبعاد على يسار الخط إذا كان خط البعد شاقوليا.

8-2-16- تكتب الأبعاد على خطوط الأبعاد المائلة بحيث تكون قراءتها سهلة إذا تم إسقاطها إلى الوضع الأفقي، انظر الشكل (8-4)

8-2-17- تكتب الأبعاد الخطية على الرسومات الهندسية بالميليمترات دون ذكر وحدة الميليمتر عليها وبجانب الأرقام الدالة عليها.

8-2-18- توزع الأبعاد على جميع المساقط والمقاطع بالتساوي قدر الإمكان.

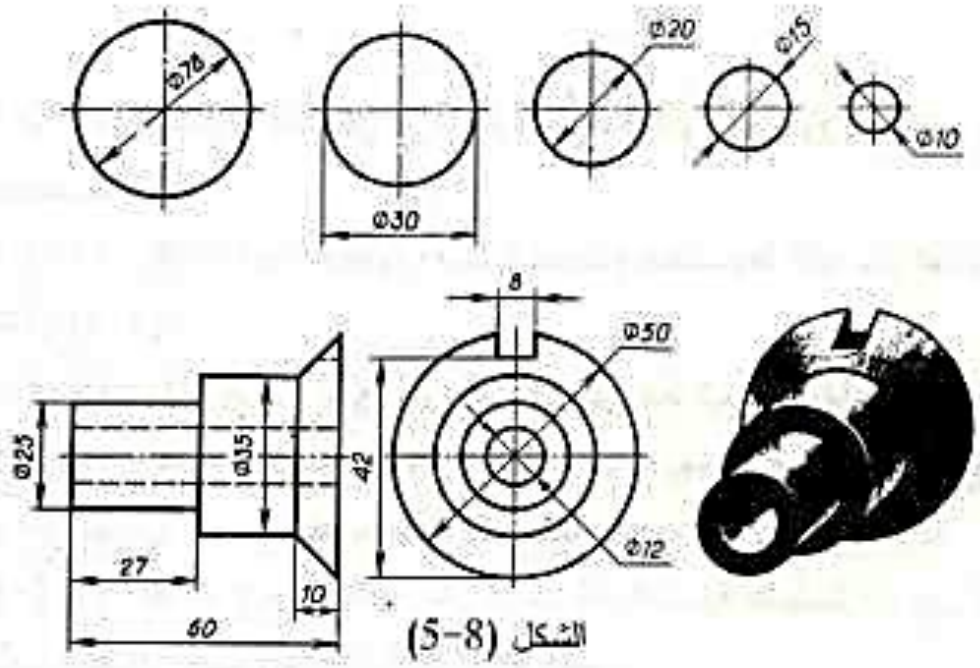
8-2-19- يجب أن يكون عدد الأبعاد على الرسم أقل ما يمكن شرط أن يكون كافيا عند تصنيعه أو مراقبته.

يعبر عن أبعاد الزوايا كما في الشكل (8-4) حيث يرمز للدرجات بـ (°) وللدقائق بـ (′) وللثواني بـ (″)، ويرسم خط البعد على شكل قوس دائري مركزه يقع في رأس الزاوية نفسها.

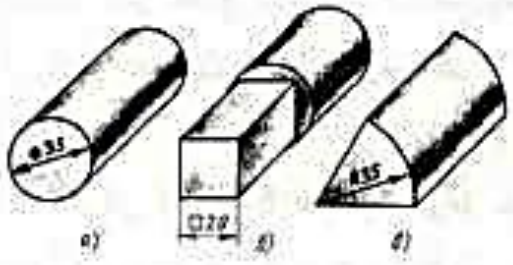
ويعبر عن قطر الدوائر في الأوضاع المختلفة كما في الشكل (8-5).

حيث تنتهي خطوط الأبعاد بأسهم تمس رؤوسها محيط الدوائر ويوضع على يسار الرقم الرمز ϕ أو D للدلالة على القطر، أما التعبير عن نصف قطر الدوائر والأقواس فيتم بكتابة الحرف R على يسار الرقم المساوي لنصف القطر المقاس كما في الشكل (8-6) والشكل (8-1).

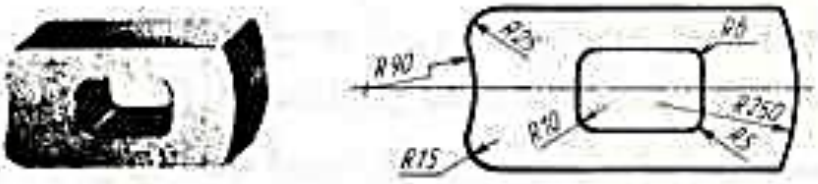
ونلاحظ أن خط نصف القطر ينتهي بالسهم من طرف واحد والطرف الآخر ينطلق من مركز القوس أو الدائرة، ويكتفى في بعض الأحيان بالإشارة إلى القوس دون تحديد مركزه كما يظهر الشكل (8-7) ذلك.



الشكل (8-5)

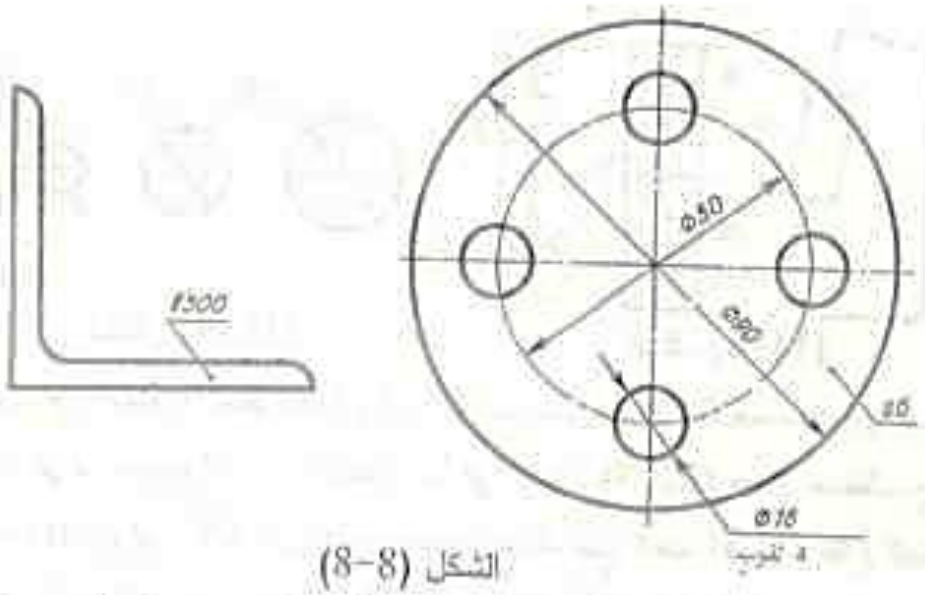


الشكل (8-6)



الشكل(8-7)

عندما تحتوي الأجسام على عدة ثقوب متساوية يكتب أبعاد أحدها ويذكـــر عددهـــا، مثلاً 4 ثقوب $\phi 16$ كما هو في الشكل (8-8)

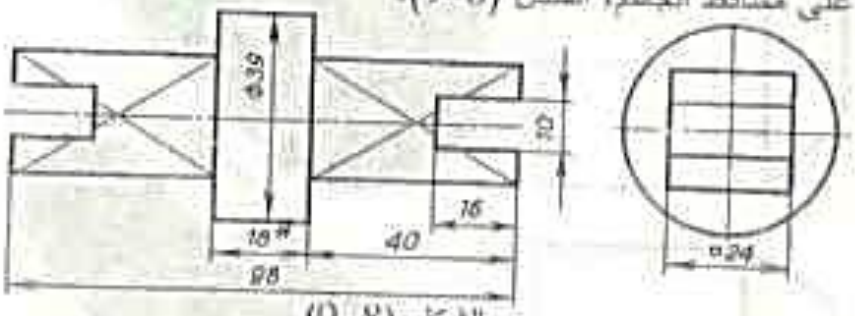


الشكل (8-8)

إذا كان الجسم ممثلا بمسقط واحد فإن سماكته أو طوله يكتب على الرسم كما يظهر ذلك على الشكل السابق حيث يكتب على يسار الرقم الذي يشير الى سماكة الجسم S وعلى يسار الذي يشير الى الطول الحرف .l.

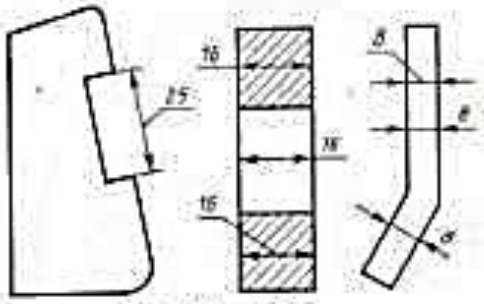
يرمز إلى المقاطع المربعة الشكل بمربع صغير، ثم يكتب على يمينه طول ضلع المربع كما في الشكل (8-6) والشكل (8-1).

كما يشار الى السطوح المستوية والثقوب المربعة بخطين رفيعين متقاطعين يسلان رؤوسها على مساقط الجسم، الشكل (8-9).

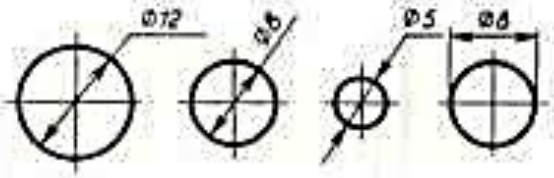


الشكل (8-9)

عند ضيق المكان لكتابة الأبعاد على المسقط يمكن أن تكتب على جوانبه كما في الشكلين (8-10) و(8-11) وبنفس الطريقة تكتب أقطار وأبعاد الخطوط المستقيمة الأخرى.

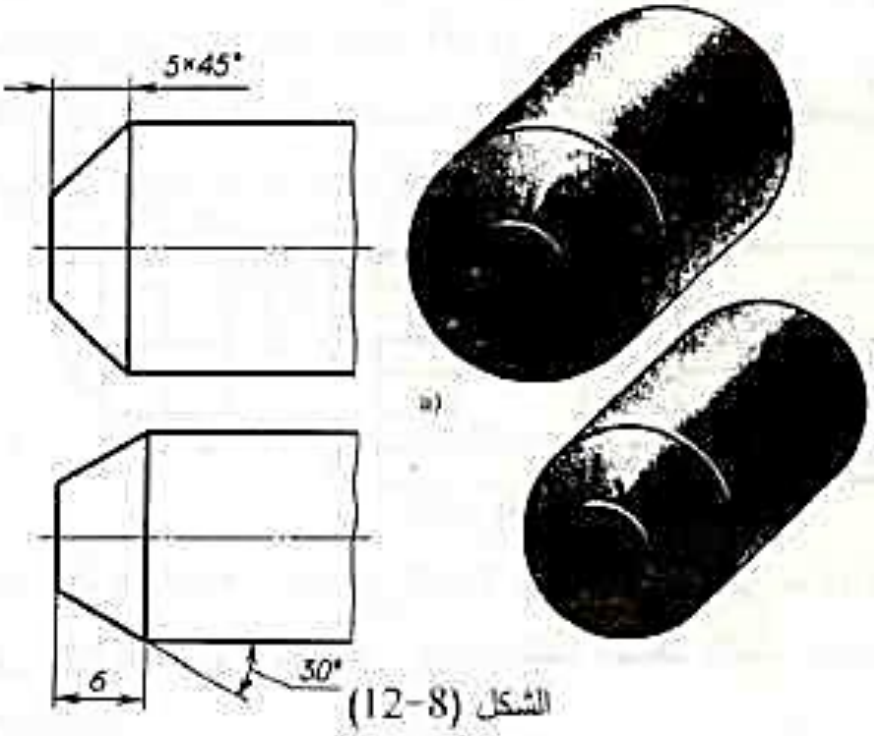


الشكل (8-11)

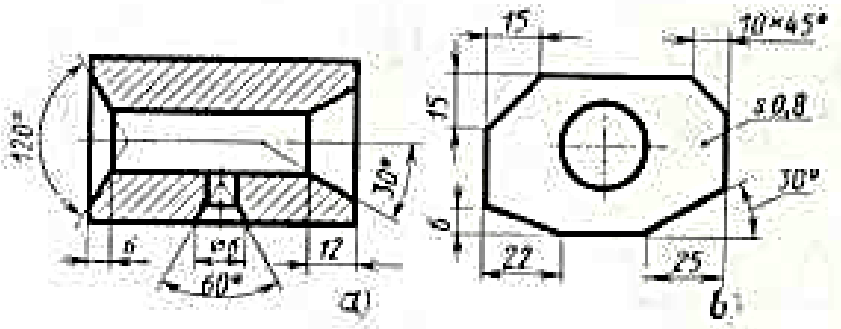


الشكل (8-10)

يتم التعبير عن السطوح المخروطية والتي تتواجد على حواف الأجسام الهندسية على شكل حواف مشطوفة بزوايا معينة كما في الشكل (8-12) حيث اصطلح إذا كانت مشطوفة بزوايا 45° بأن تكتب أبعادها بحيث يبين العدد الأول ارتفاع الحافة المشطوفة والعدد الثاني زاوية القطع (الشطف) مثلا 5x45° أما إذا اختلفت الزاوية عن 45 فتكتب أبعاد الحافة كما في الشكل السابق ويعبر عن زاوية الشطف بالشكل الاعتيادي، كما يعبر عنها بشكل زوايا وخطوط كما في الشكل (8-13-a) أو بشكل خطوط فقط كما في الشكل (8-13-b).

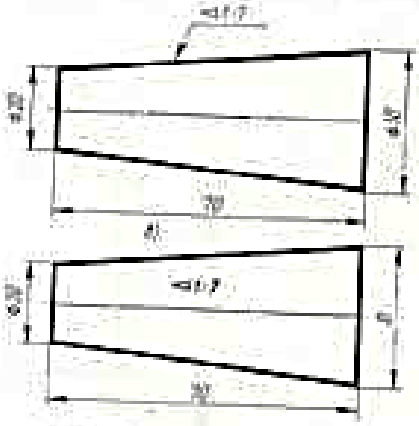


الشكل (8-12)

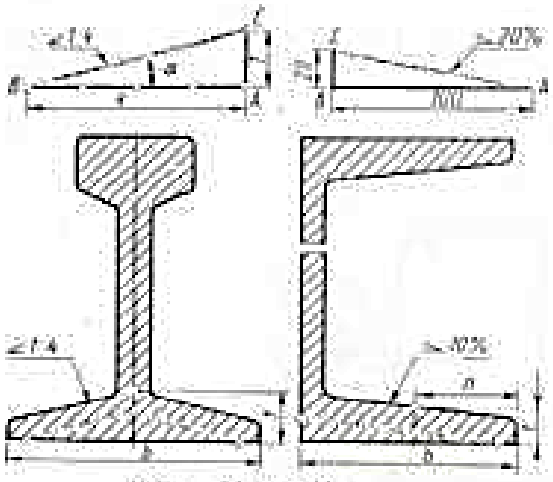


الشكل (8-13)

يرمز إلى الشكل المخروطي بواسطة الإشارة (⊲) حيث يتجه رأس الزاوية باتجاه رأس المخروط بالإضافة إلى الرقم الدال على ميله كما يظهر ذلك في الشكل(8-14).



الشكل (8-14)



الشكل (8-15)

أما إذا كان البعد يرمز إلى الميلان فقط فتوضع الإشارة (<) إلى يسار الرقم الذي يدل على الميل الذي يكتب على شكل نسبة مئوية أيضاً كما واضح على الشكل (8-15).

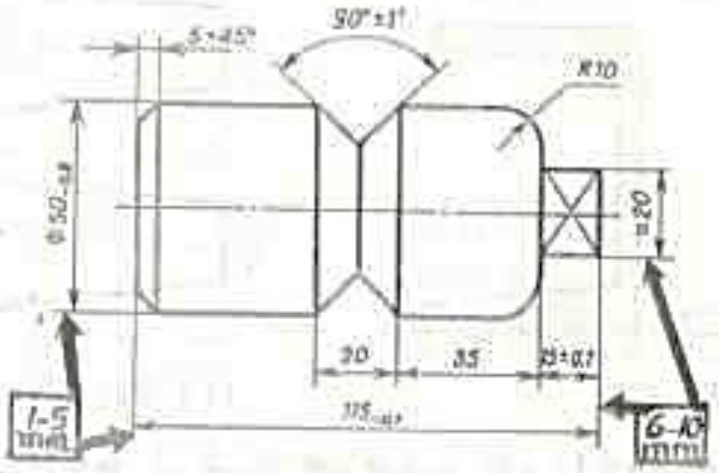
ويكون اتجاه رأس الزاوية الحادة باتجاه ميلان السطح أيضاً.

أما فيما يخص التفاوتات في الأبعاد والتي تدل على الانحرافات المسموح بها عند تصنيع القطع فيتم التعبير عن قيمها واتجاهاتها على الرسم أيضا ويبين الشكل(8-16) كيفية كتابة البعد الاسمي مع الانحرافات الحدية المسموح بها.

الشكل (8-16)

مثلاً يشير البعد ذو الانحرافات الحدية $16^{+0.2}_{-0.1}$ إلى أنه يسمح عند صناعة القطعة ذات البعد الاسمي 16mm بخطأ أكبر من 16mm بمقدار 0.3mm وأقل من 16mm بـ 0.4mm

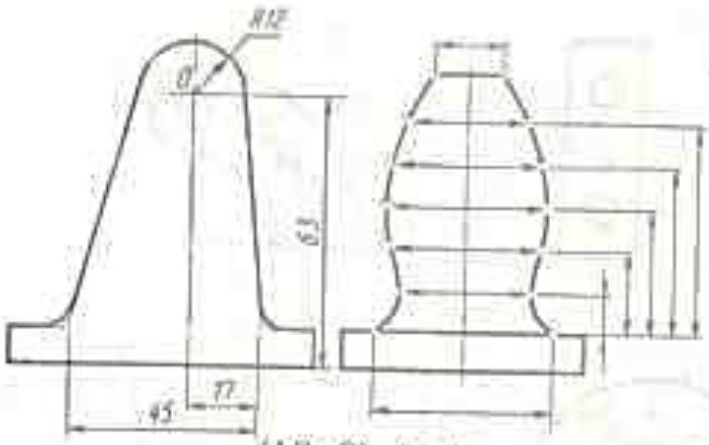
كما يظهر في الشكل (8-17) كيفية تنفيذ الحالات المختلفة لهذه التفاوتات على الرسم.



الشكل (8-17)

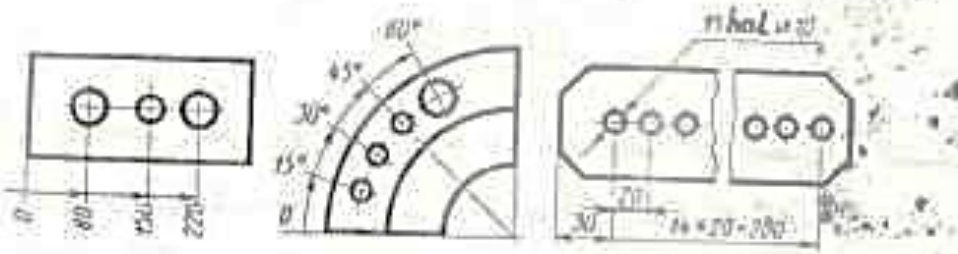
8-3- بعض الحالات الخاصة عند تنفيذ وكتابة الأبعاد على الرسم:

8-3-1- توضع الأبعاد الخاصة بالأجسام المنحنية بشكل مغاير والاستثنائي كما يظهر ذلك في الشكل (8-18) عندما لا يمكن التعبير عنها بشكل تقليدي.



الشكل (8-18)

8-3-2- يسمح بوضع الأبعاد الخطية والزوايا عند زيادة عددها ابتداء من سطح واحد أساسي كما في الشكل (8-19).



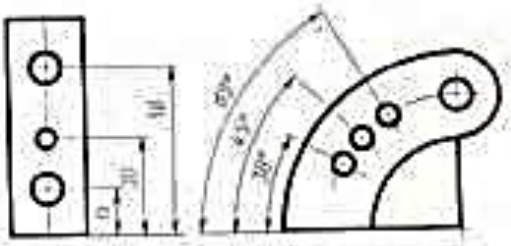
الشكل (8-19)

8-3-3- عند تحديد الأبعاد التي تفصل المسافة بين عناصر متناظرة (ثقوبا مثلا) كما في الشكل (8-19) يمكن وضع المسافة بين عنصرين متجاورين فقط والبعد الكلي على شكل مضاريب: عدد العناصر x المسافة.

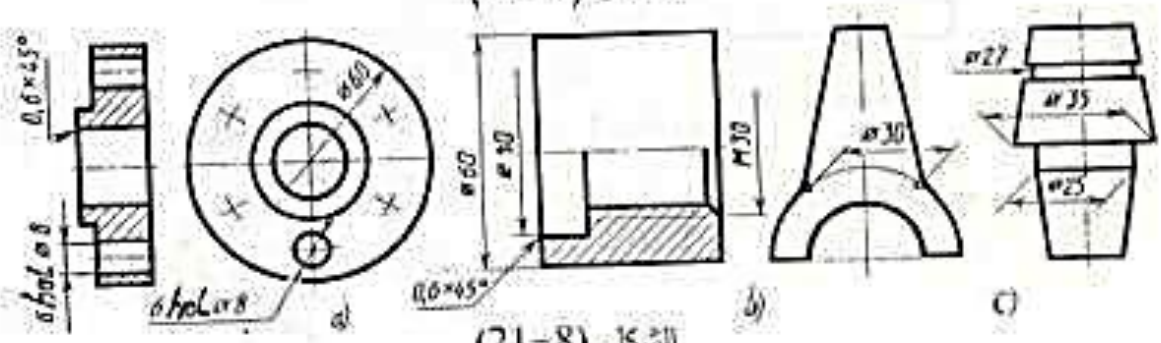
8-3-4- عند توضع عناصر جسم ما (ثقوب، مجاري،)على محور واحد أو على دائرة واحدة يتم وضع الأبعاد اعتبارا من سطح أساسي واحد كما في الشكل(8-20).

8-3-5- يتم التعبير عن شطفة الحواف إذا كانت زاويتها 45^0 وسماكتها أقل من 1mm كما في الشكل (8-21-a) حيث لا ترسم وإنما يشار إلى مكانها.

8-3-6- يتم وضع أبعاد العناصر المنتظمة التوزع على دائرة بشكل بسيط كما في الشكل (8-21).



الشكل (8-20)



الشكل (8-21)

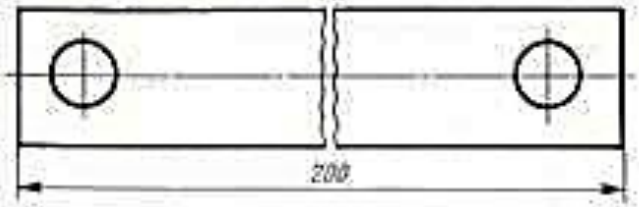
8-3-7- يتم تمثيل أقطار الدوائر بخطوط أبعاد غير كاملة عند القطاعات النصفية والحالات الخاصة التي لا تسمح برسمها كاملة كما في الشكل (8-21- b) ولكن يجب أن تتجاوز قليلا محور الثقب.

8-3-8- ترسم خطوط تحديد البعد بشكل مائل في بعض الحالات التي يكون شكل الجسم الدوراني معقداً، الشكل (8-21-C) حيث يسمح برسم قطر الدائرة ϕ 27 في مثل هذه الحالات كما هو مبين على الشكل السابق.

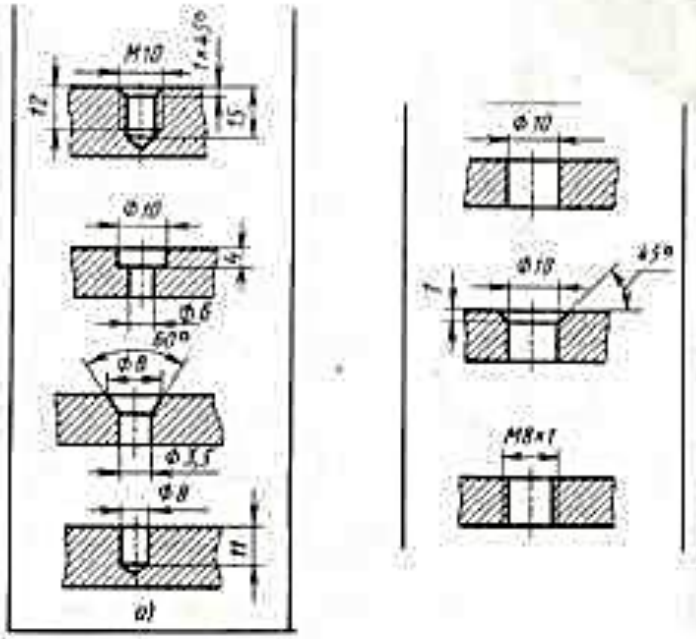
8-3-9- توضع أبعاد العناصر المتناظرة مرة واحدة بدون تبيان عددها ماعدا الثقوب.

8-3-10- يرسم خط البعد للأجسام التي اقتطع جزء منها بمقداره الحقيقي وبدون قطع ويوضح الشكل (8-22) ذلك.

8-3-11- يظهر الشكل (8-23) أبعاد الثقوب المختلفة في حالة القطع.



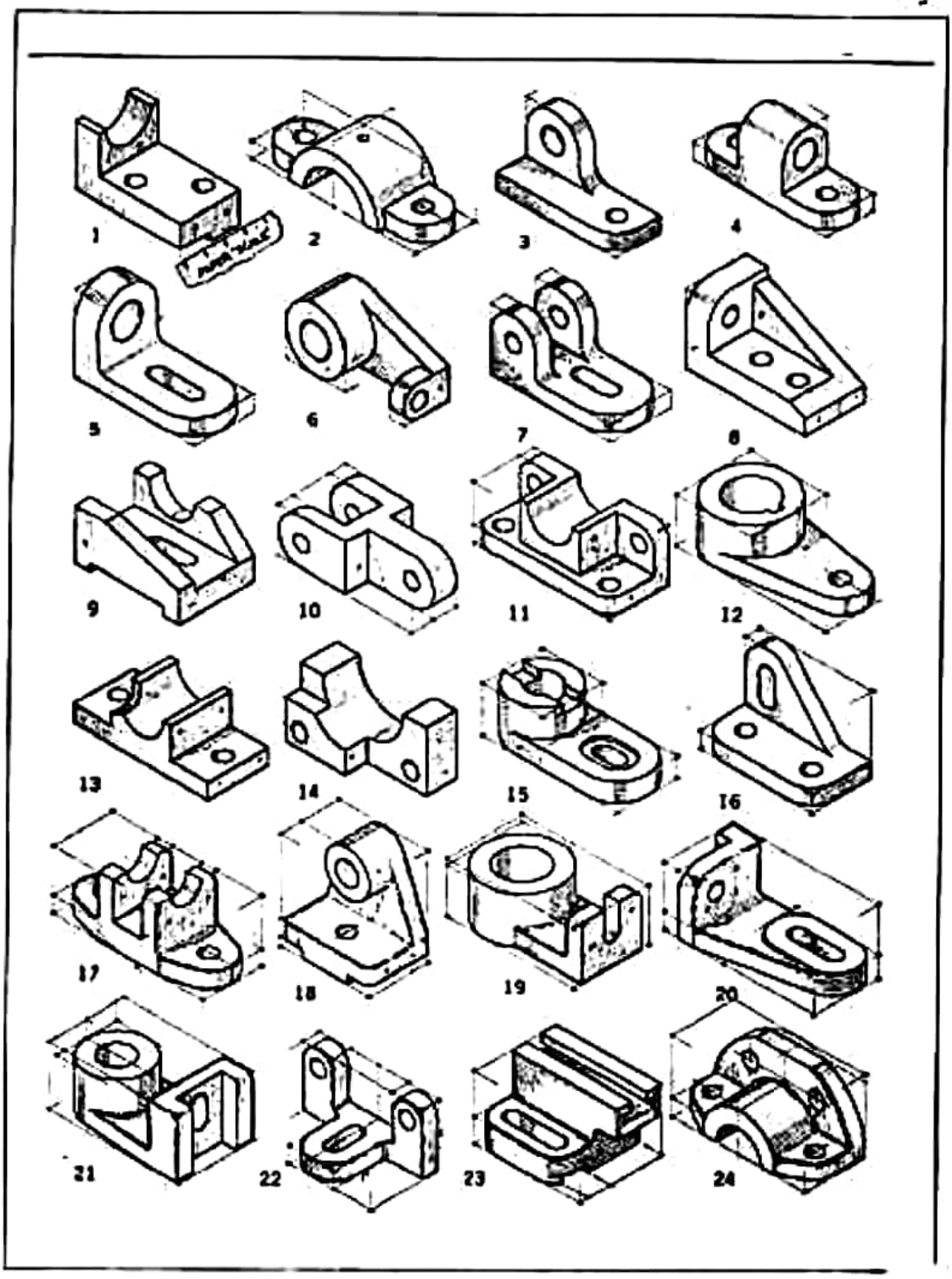
الشكل (8-22)



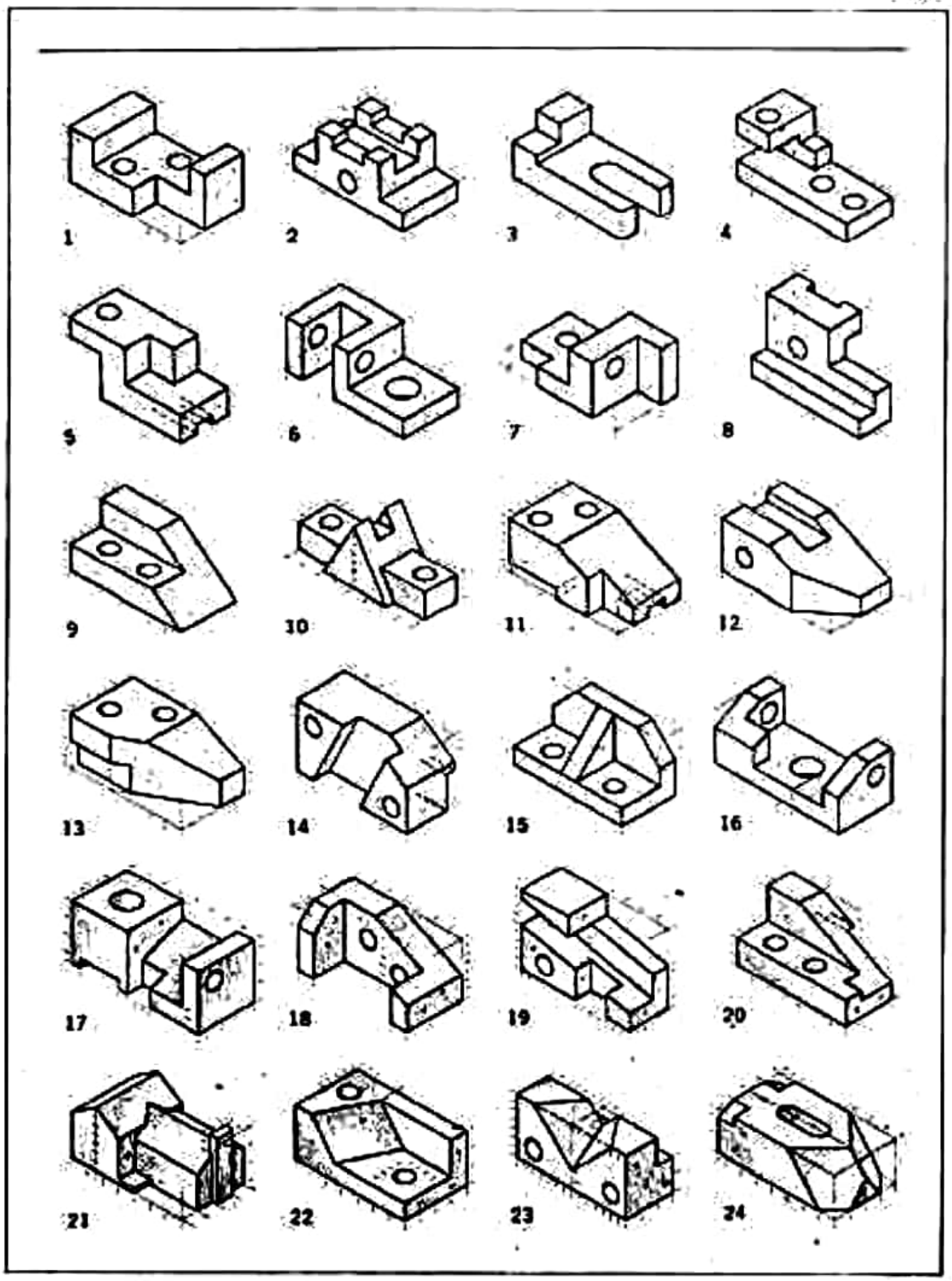
الشكل (8-23)

القسم العملي

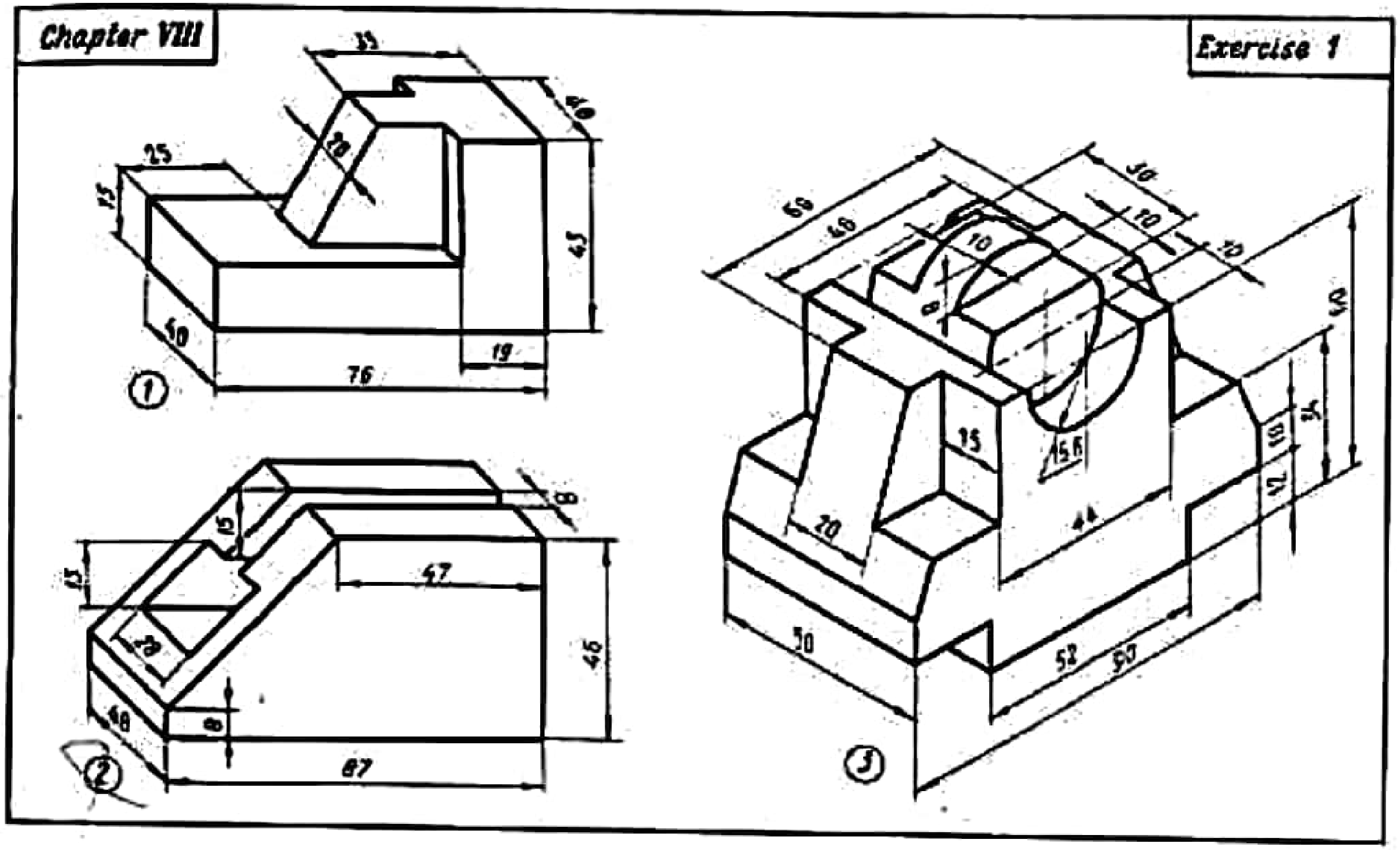
ارسم المساقط الثلاثة للأجسام المبينة في الشكل مستخدماً طريقة أخذ الأبعاد المتبعة فيه:



ارسم المساقط الثلاثة للأجسام المبينة فى الشكل مستخدماً طريقة أخذ الأبعاد المتبعة فيه:



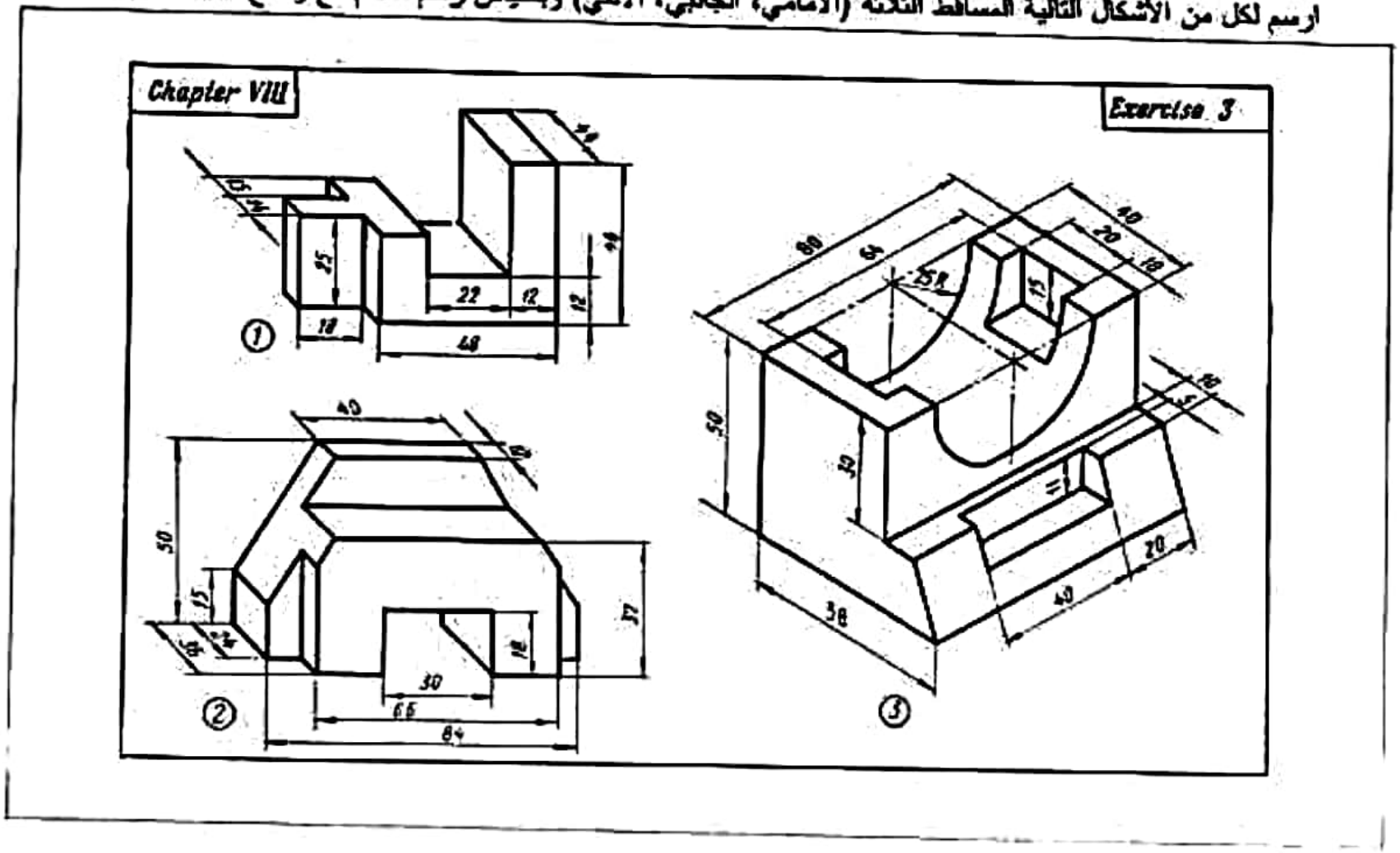
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

طرابيش
حمزه العبود

ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



222

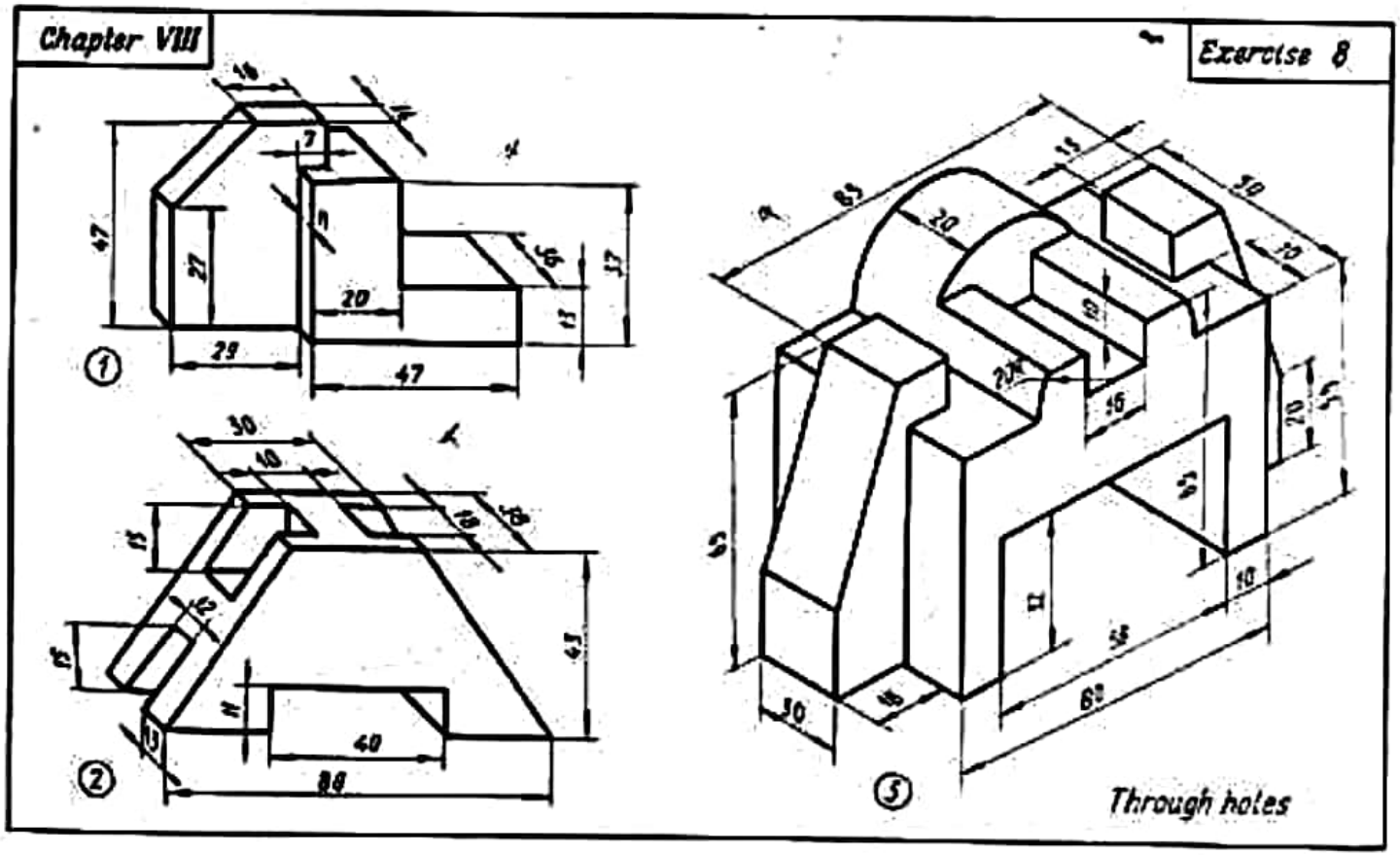
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

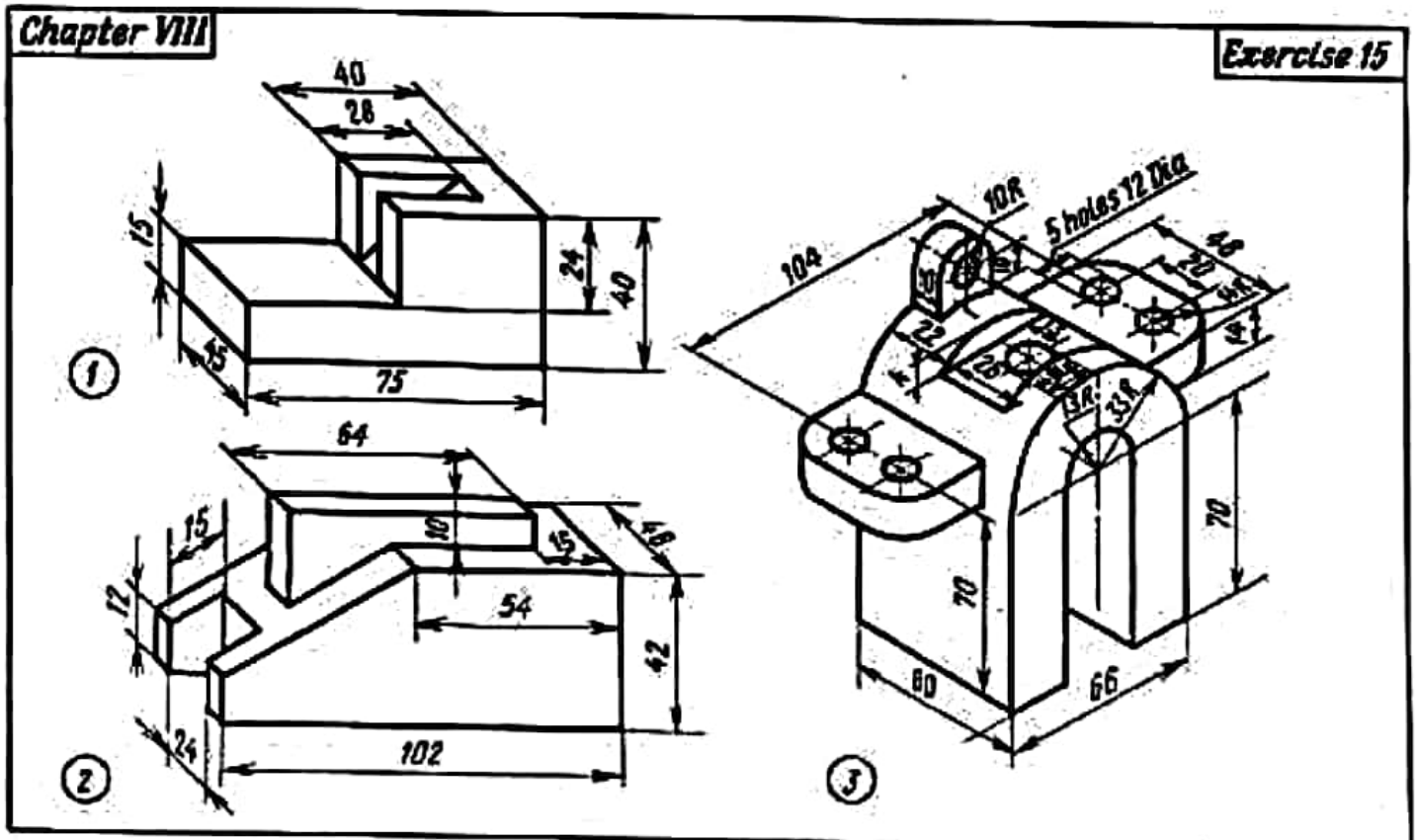
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

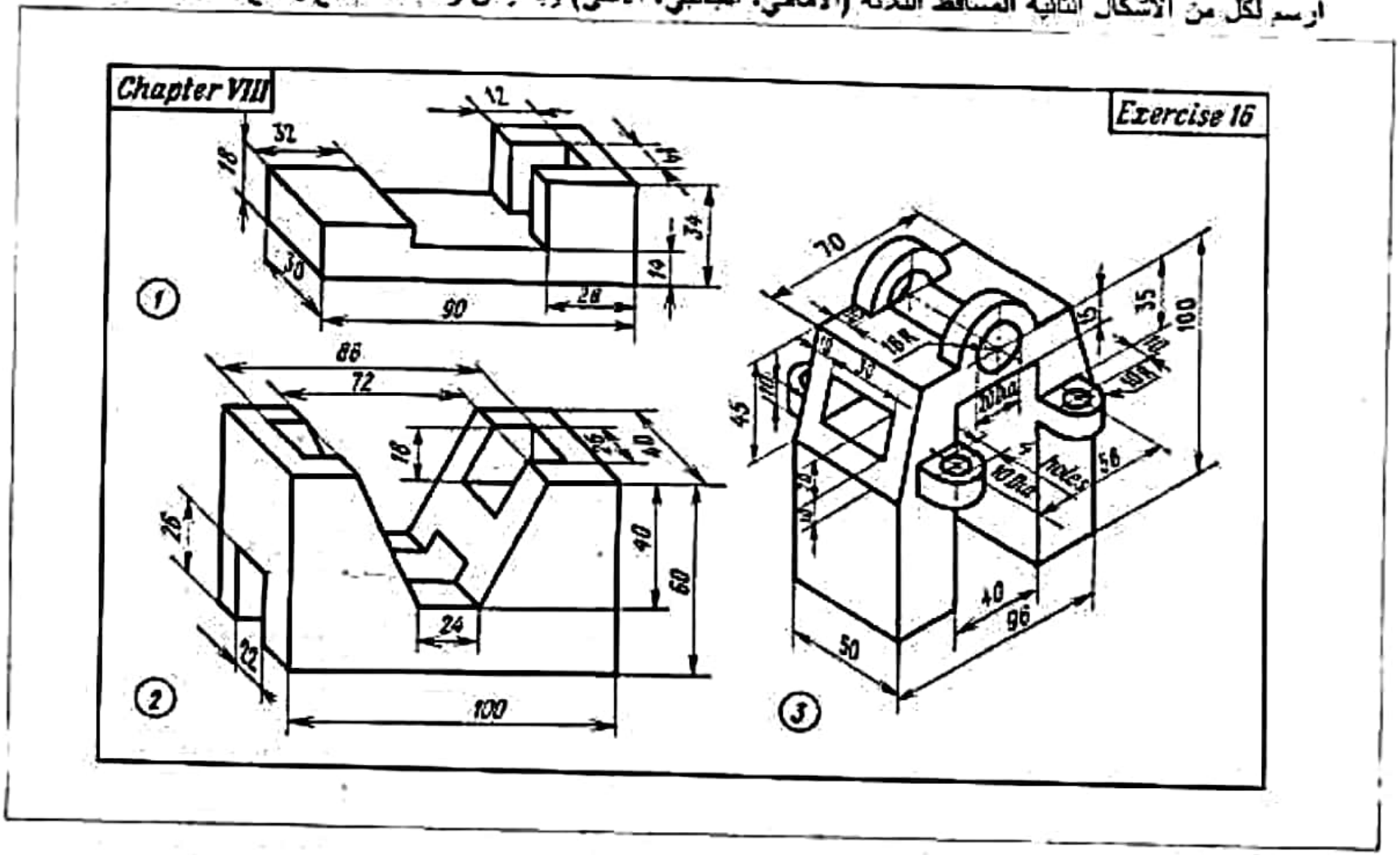
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



لرسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

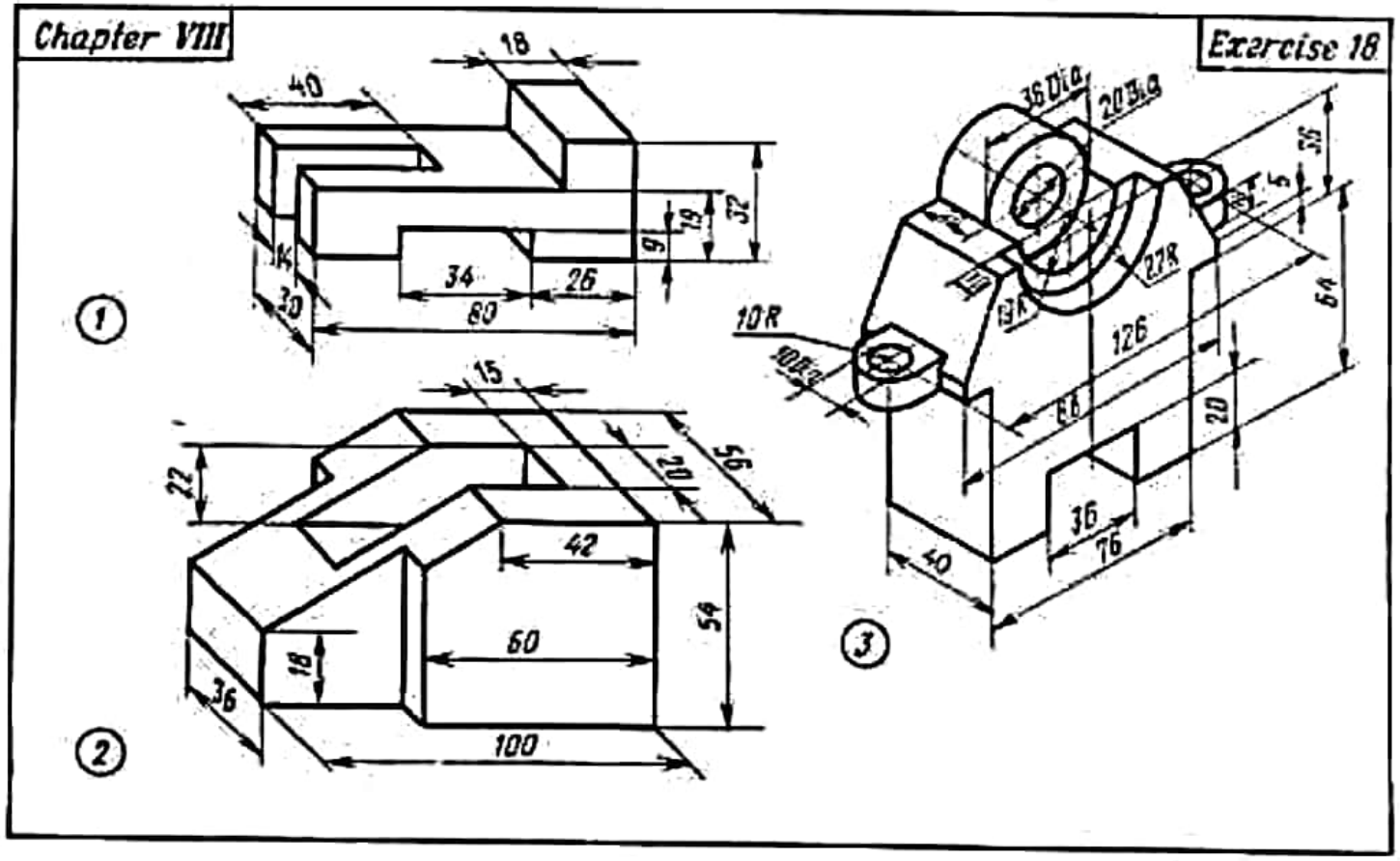


ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



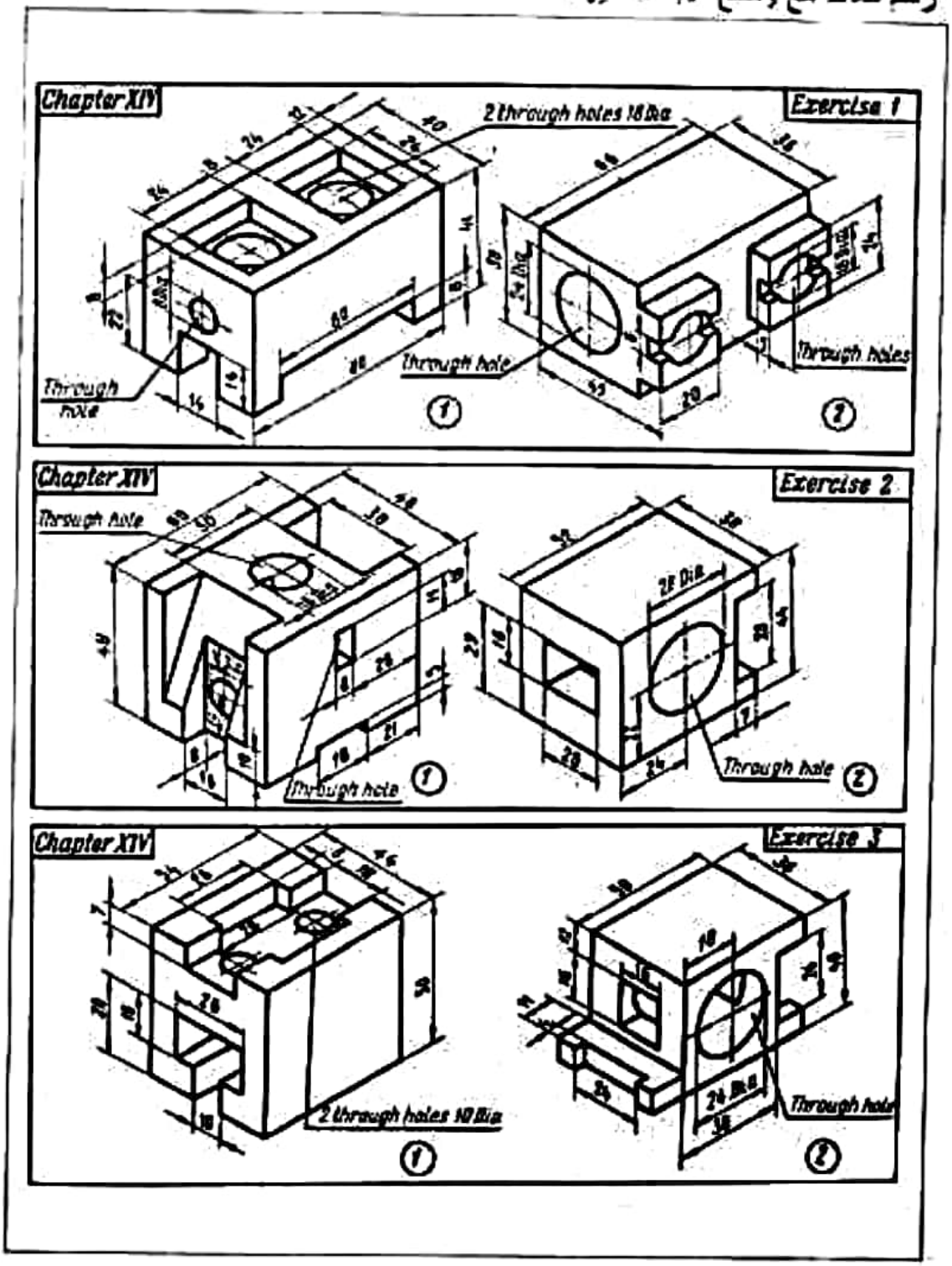
لرسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

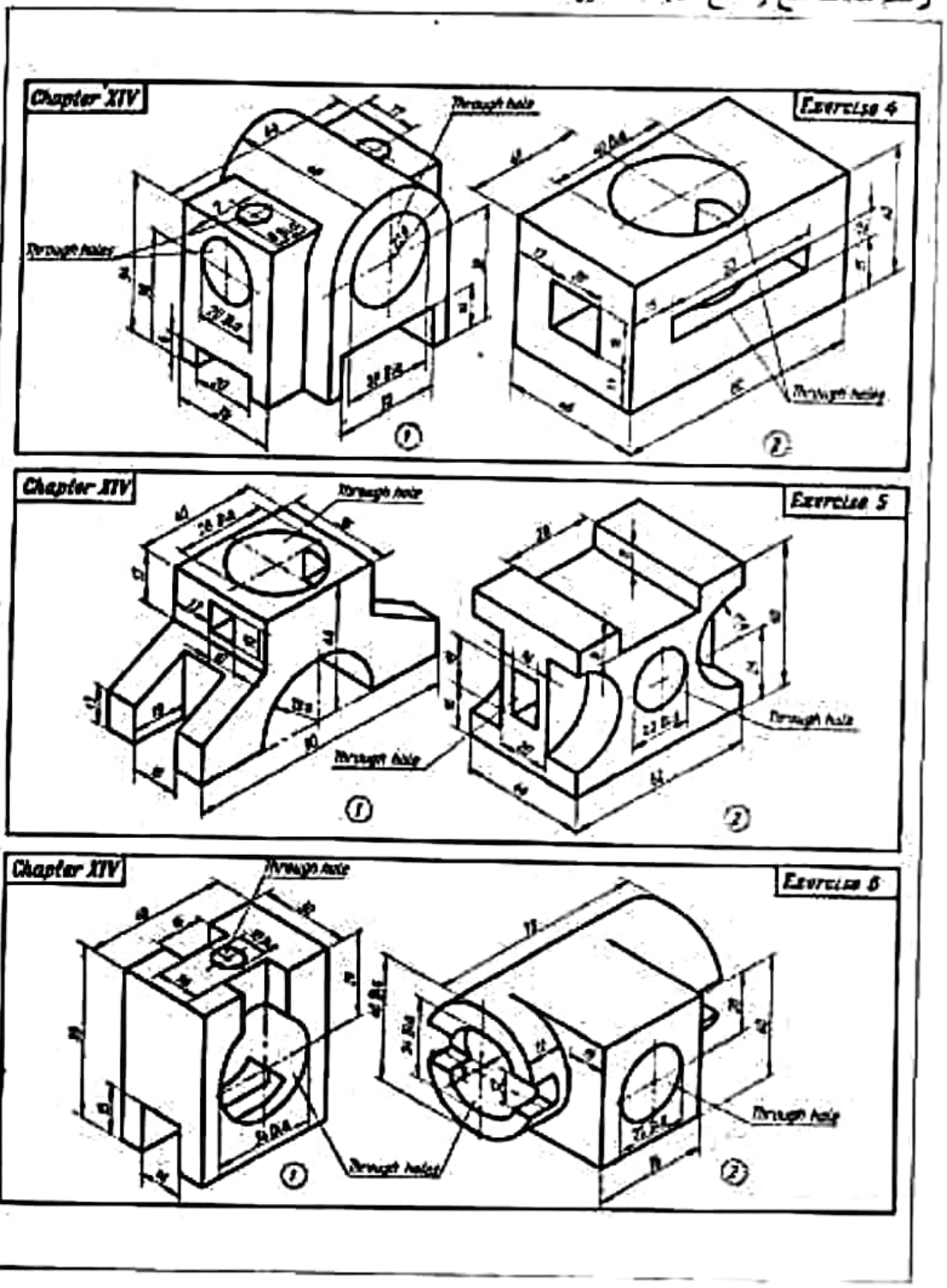


ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

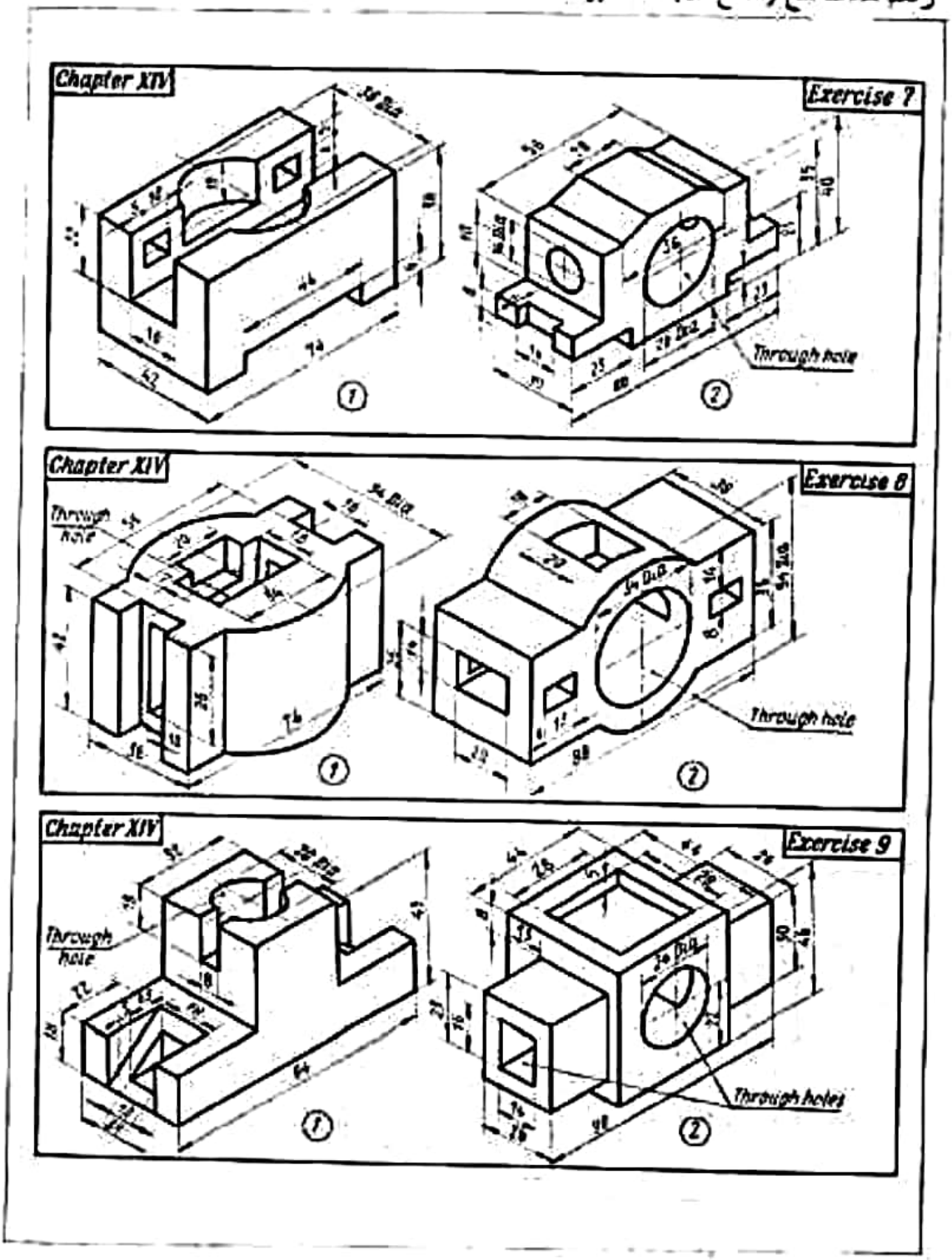
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقياس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



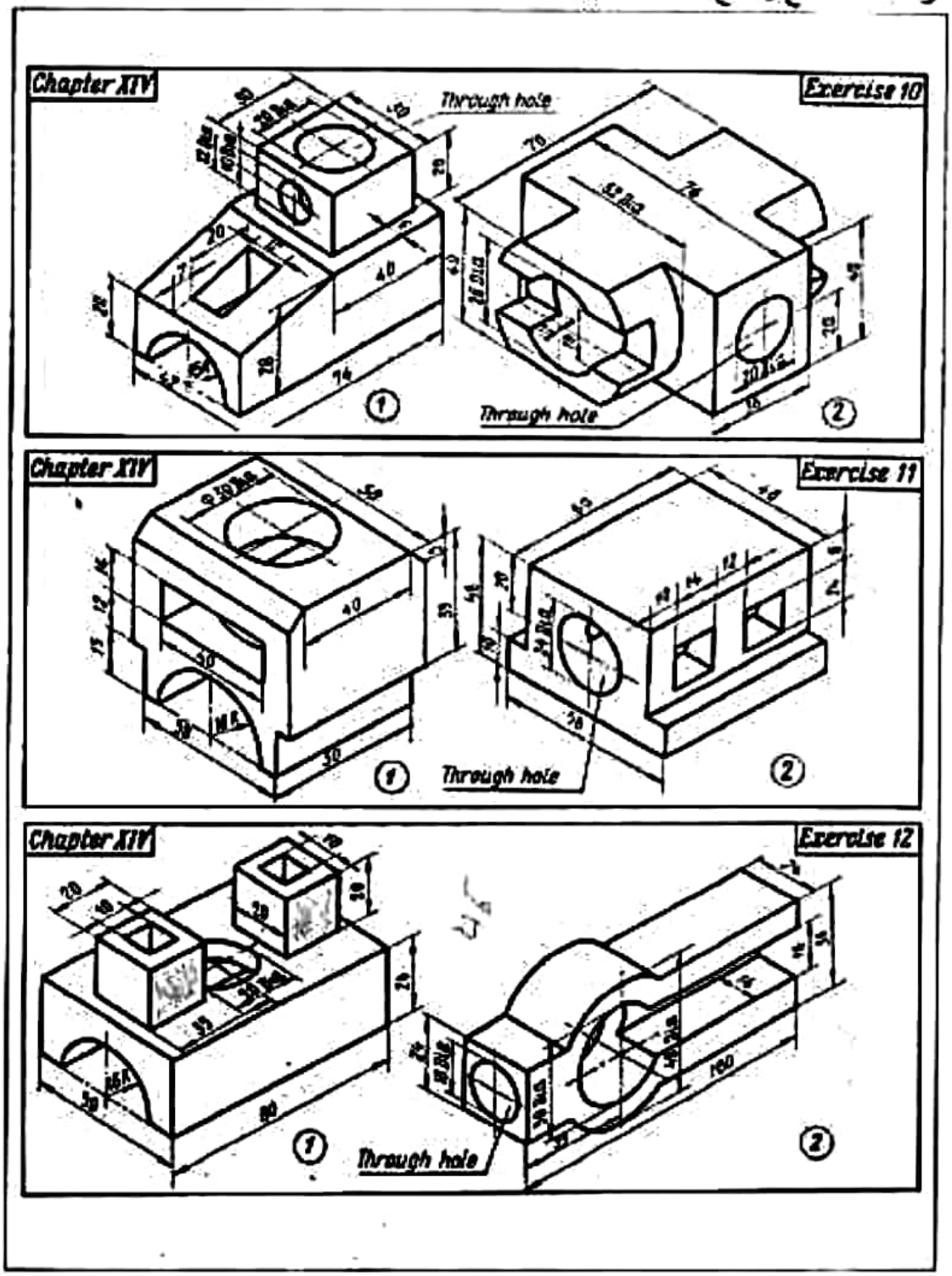
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



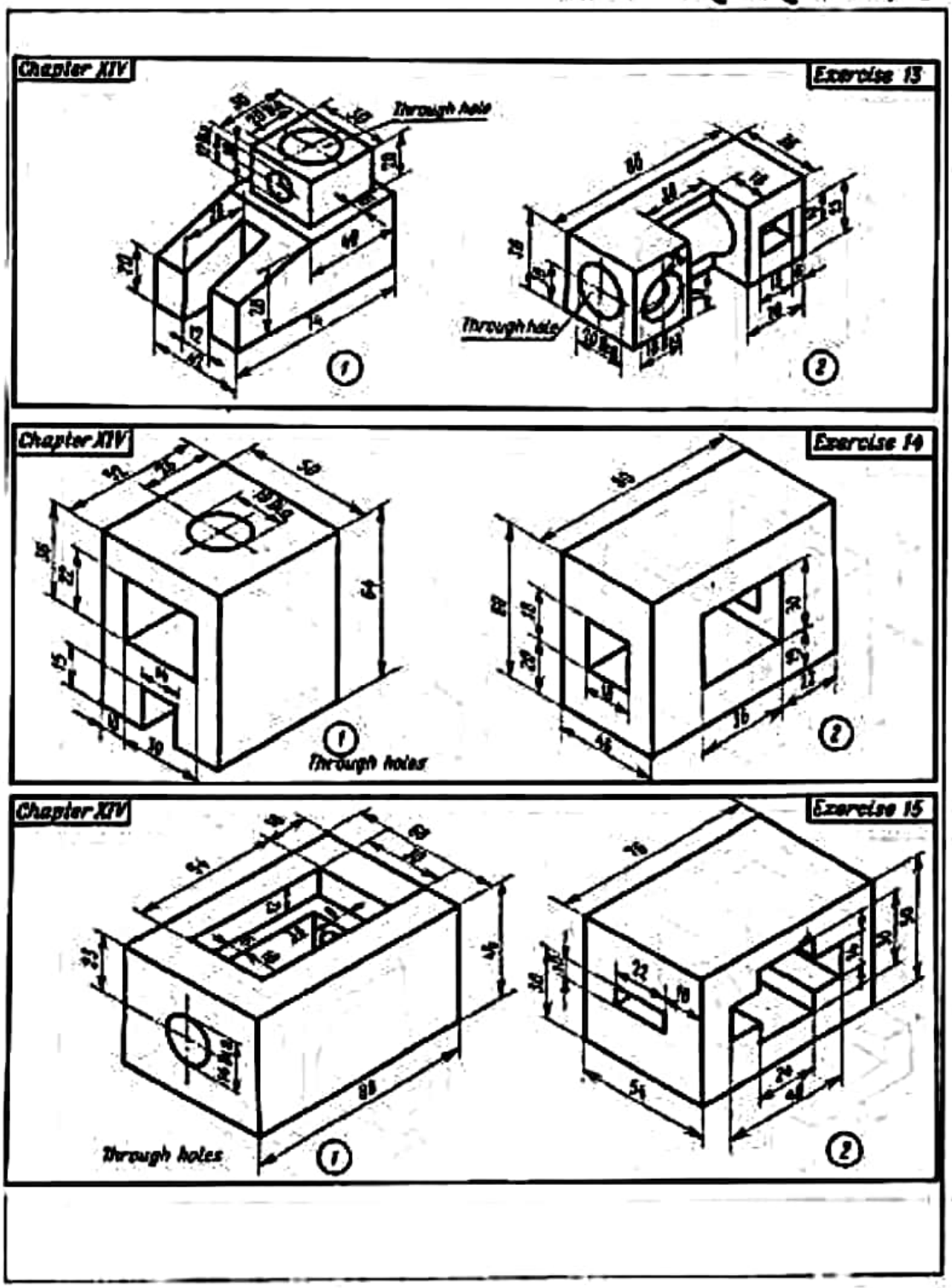
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم مناسب مع وضع الأبعاد عليها:



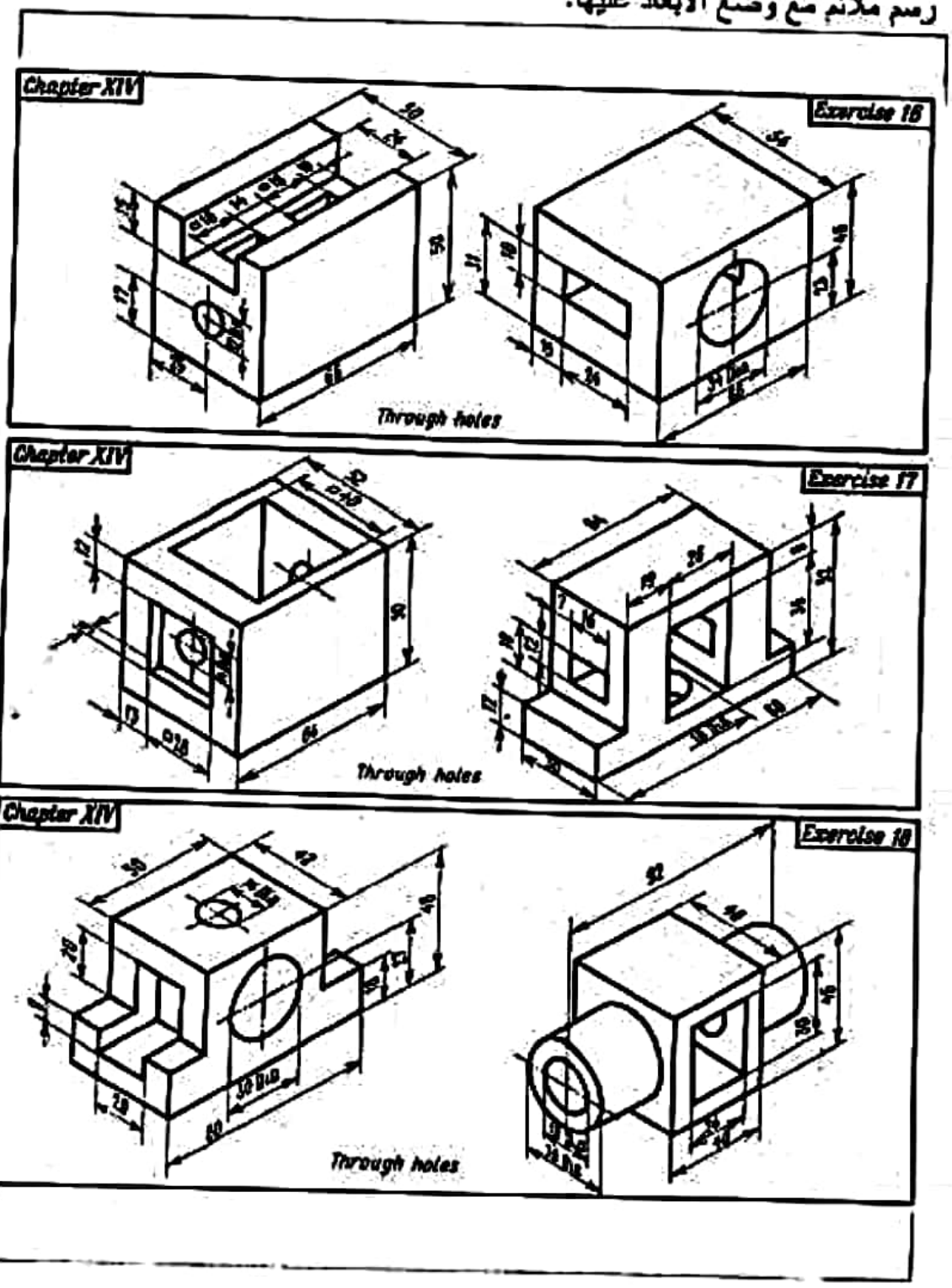
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



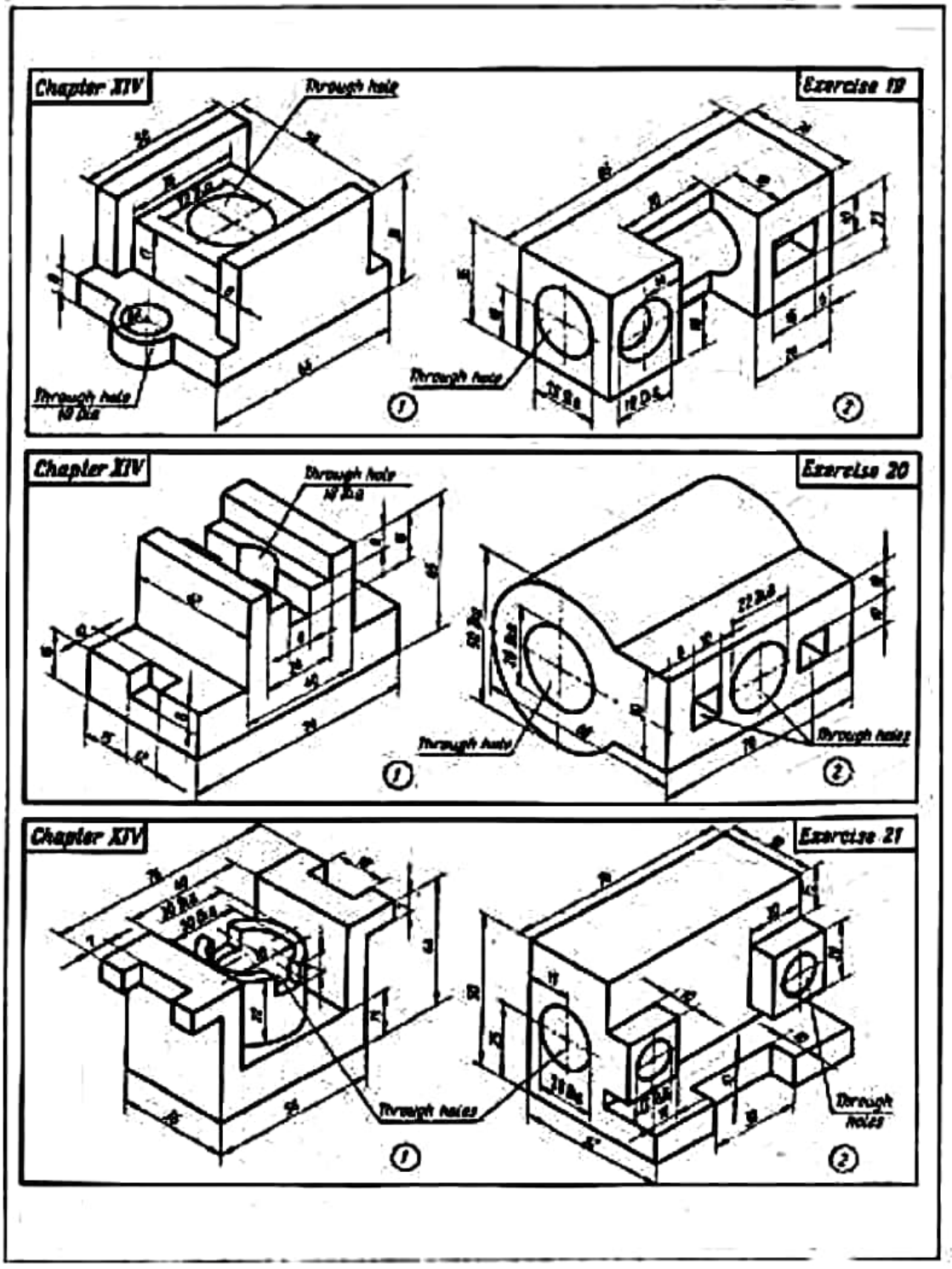
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



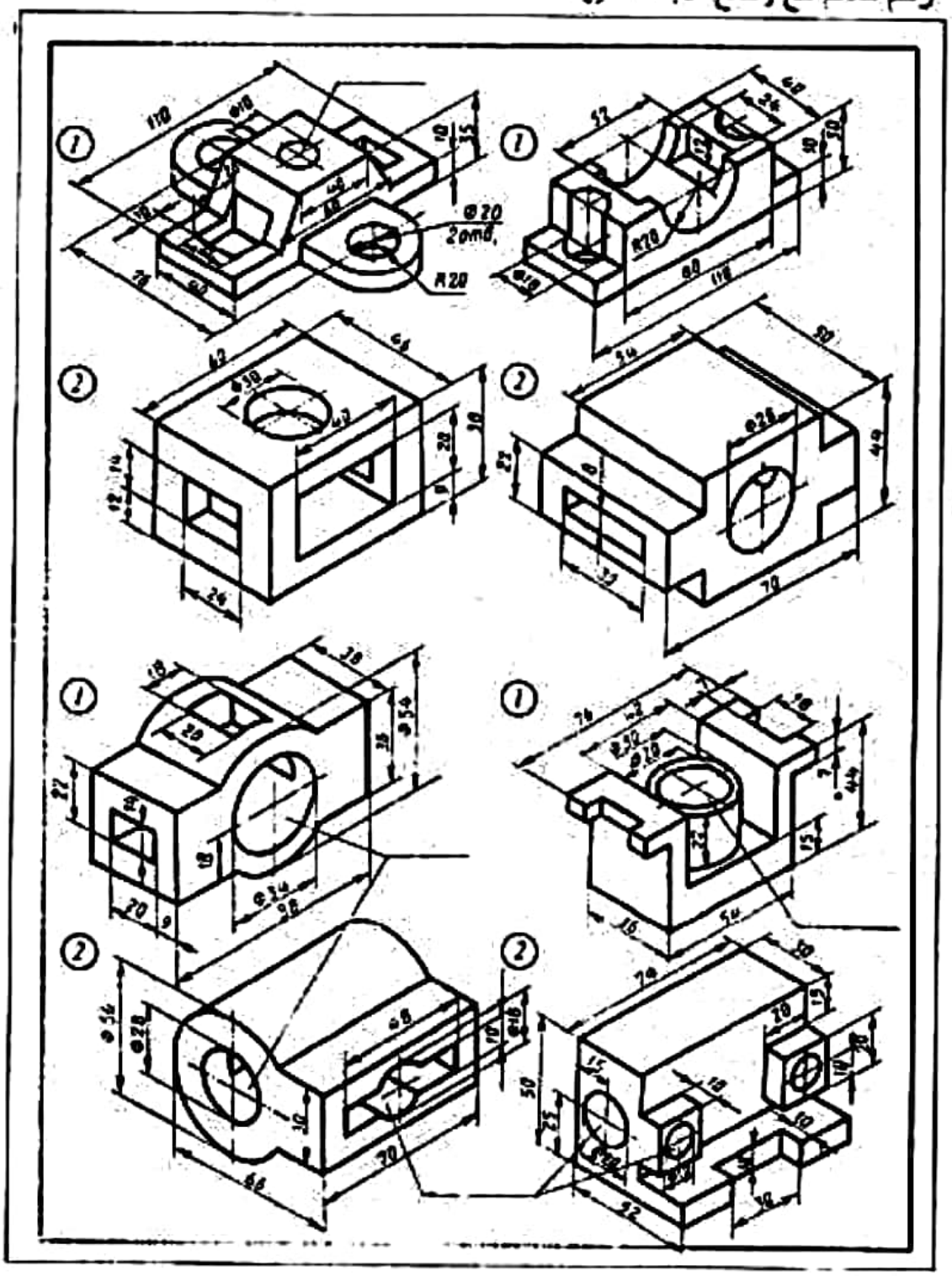
ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:



ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم مناسب مع وضع الأبعاد عليها:



ارسم لكل من الأشكال التالية المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، الأفقي) وبمقيـــاس رسم ملائم مع وضع الأبعاد عليها:

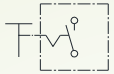
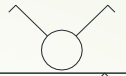
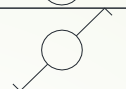
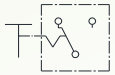
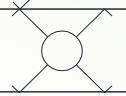
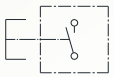
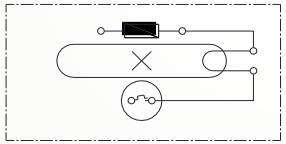


240

التمديدات الكهربائية للمنازل

الرموز والمصطلحات المستعملة في الدوائر الكهربائية :

يختلف هدف رسم التوصيلات في الهندسة الكهربائية عن هدف الرسم الفني في الهندسة الميكانيكية. ففي الرسم الفني الميكانيكي يكون الاهتمام بمنظر أو شكل القطعة أو الجزء المراد رسمه. أما رسم التوصيلات الكهربائية فيهتم بتوضيح أداء الجهاز أو تركيبة دائرة مسار التيار أو يبين طريقة مد أسلاك التوصيل بين الأجهزة أو الوحدات المختلفة. وتمثل الأجهزة في رسم التوصيلات الكهربائية برموز خاصة. وهذه الرموز تكون في صورة رسم دال على مغزى الجزء، ولا تتيح هذه الرسومات التعرف على الشكل الخارجي للجزء الممثل إنما توضح فقط فائدة الجزء بطريقة رمزية. وقد تم توحيد الرموز المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية.

اسم العنصر	الرمز في دارات التمديد	الرمز في دارات التنفيذية
مفتاح مفرد		
مفتاح مزدوج		
مفتاح تبادل		
مفتاح تصالب		
ضاغطة		
علبة توزيع		
لمبة		
مأخذ مؤرض		
لمبة فلوريسنت		
بادئ إضاءة		
ملف خانق		
متمم صدمة تيار		
جرس كهربائي		
نقطة قابلة للفك		

الدوائر الكهربائية الخطية والتنفيذية للإنارة:

توجد الرموز والمصطلحات الكهربائية المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية. وهي تعطي مدلولا واضحاً للآلات والأجهزة والمعدات والتركيبات الكهربائية من حيث خواصها من الناحية التوصيلية دون التعرض لشكلها وتفاصيل مكوناتها أو أبعادها أو التكوين والفعل الميكانيكي فيها. بل يكون كل تفكيرنا ودراستنا من حيث توصيلها في الدائرة وكل ما يتعلق بها كهربائياً. وسوف نقوم بتعريف كل من الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية على النحو التالي:

1- **الدائرة الكهربائية الخطية:**

هي الدائرة التي تحتوي على المفهوم العام للدائرة الكهربائية ومكوناتها من حيث عدد الأسلاك وأنواع الأحمال والمفاتيح والحماية دون التعرض للتفاصيل.

2- **الدائرة الكهربائية التنفيذية:**

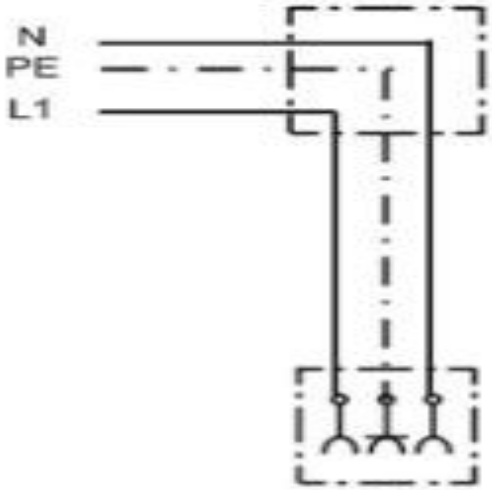
هي الدائرة التي توضح جميع التوصيلات في الدائرة من المصدر إلى المفاتيح ثم إلى الأحمال.

3- **دائرة مسار التيار:**

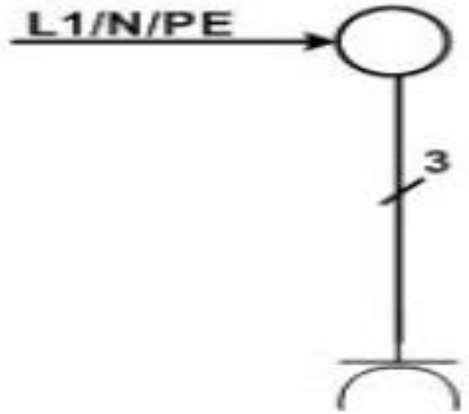
هي الدائرة التي توضح اتجاه مرور التيار في الدائرة من المصدر إلى المفاتيح ثم إلى الأحمال.

أمثلة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية للإنارة:

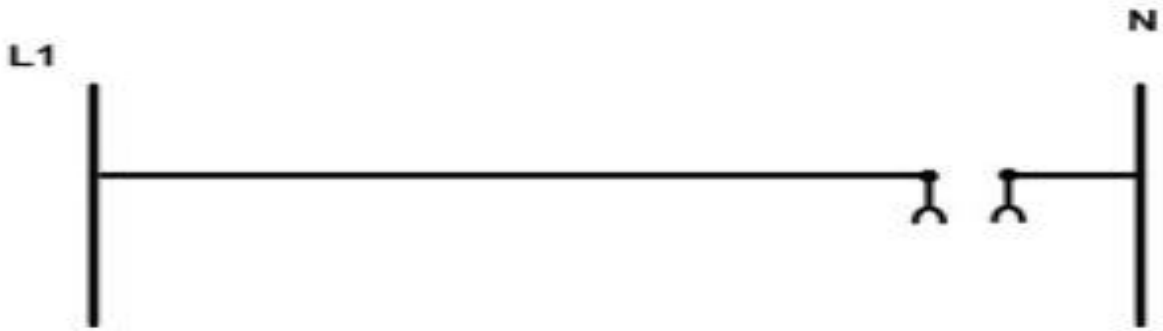
الشكل (2- 1) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيارلتوصيل بريزة (220) فولت من المصدر مباشرة .



الدائرة الخطية

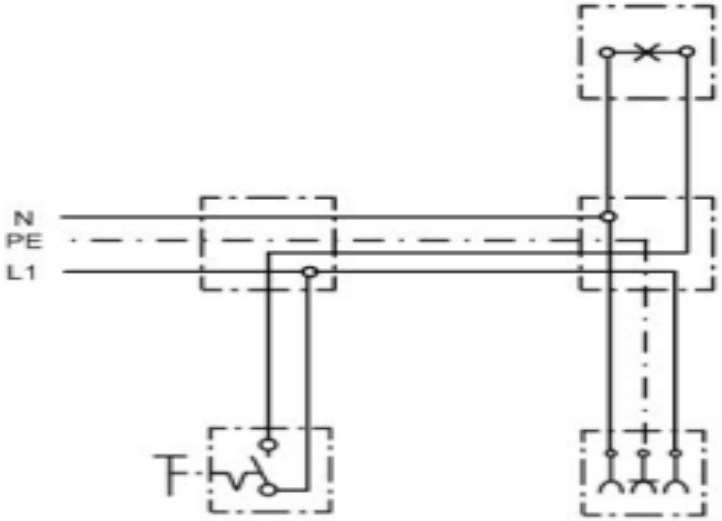


الدائرة التنفيذية

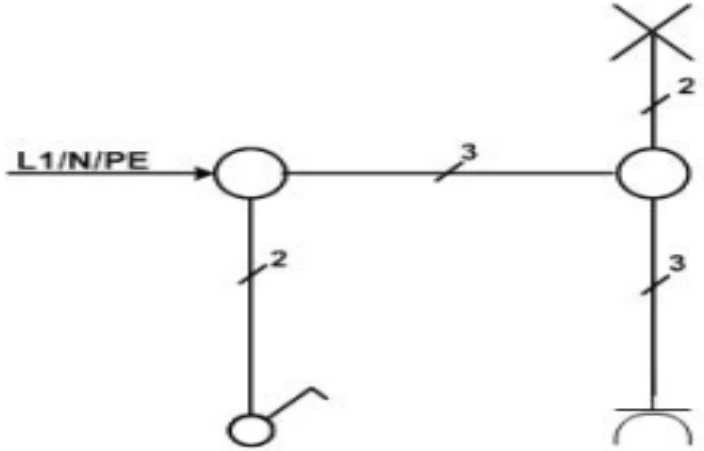


دائرة مسار التيار

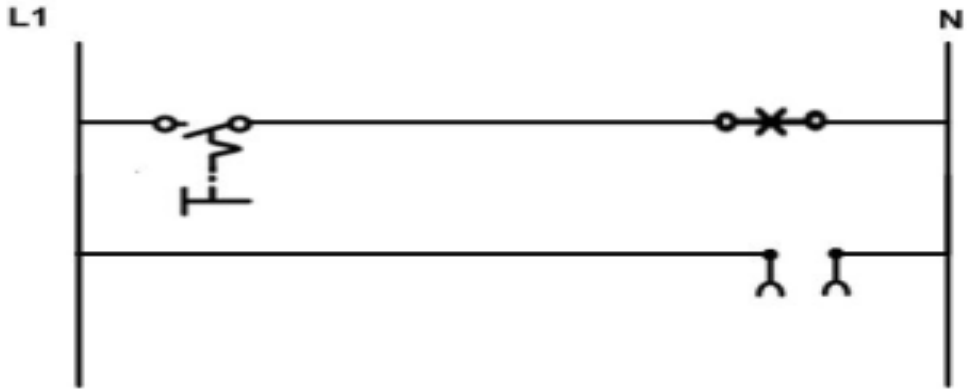
الشكل(2- 2) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباح كهربائي عن طريق مفتاح مفرد وإضافة بريزة .



الدائرة الخطية

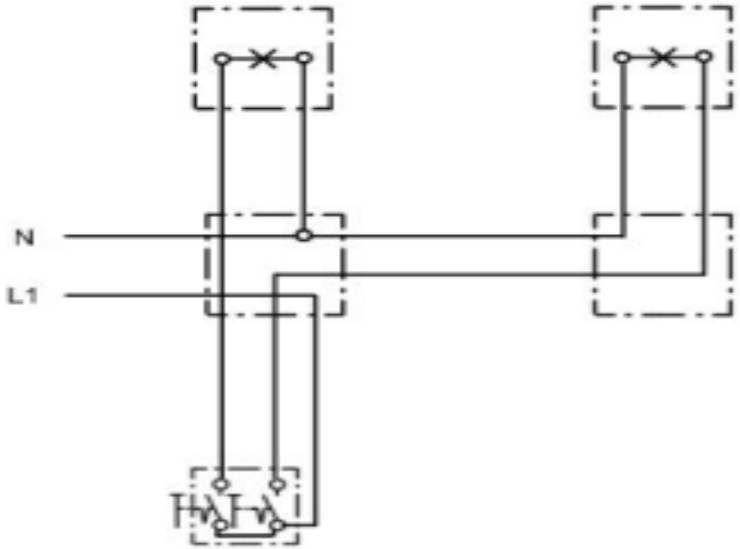


الدائرة التنفيذية

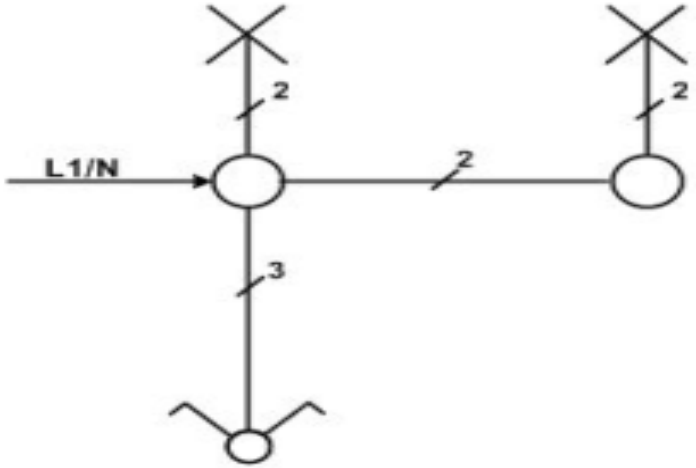


دائرة مسار التيار

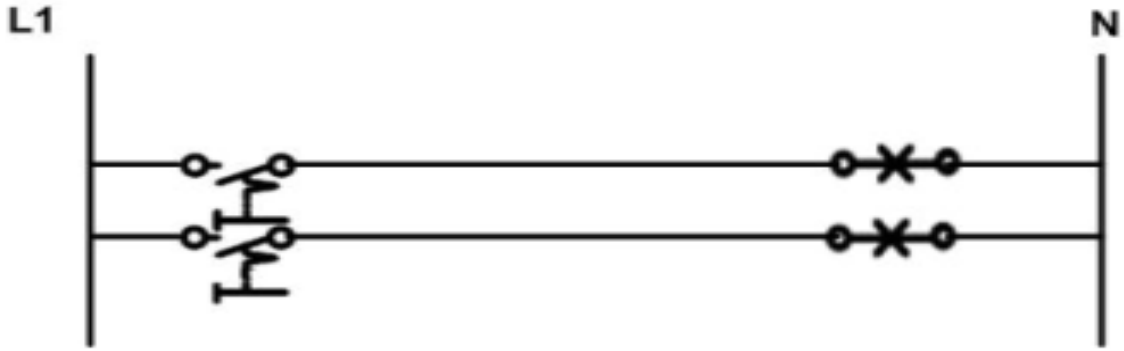
الشكل (2- 3) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مزدوج .



الدائرة الخطية

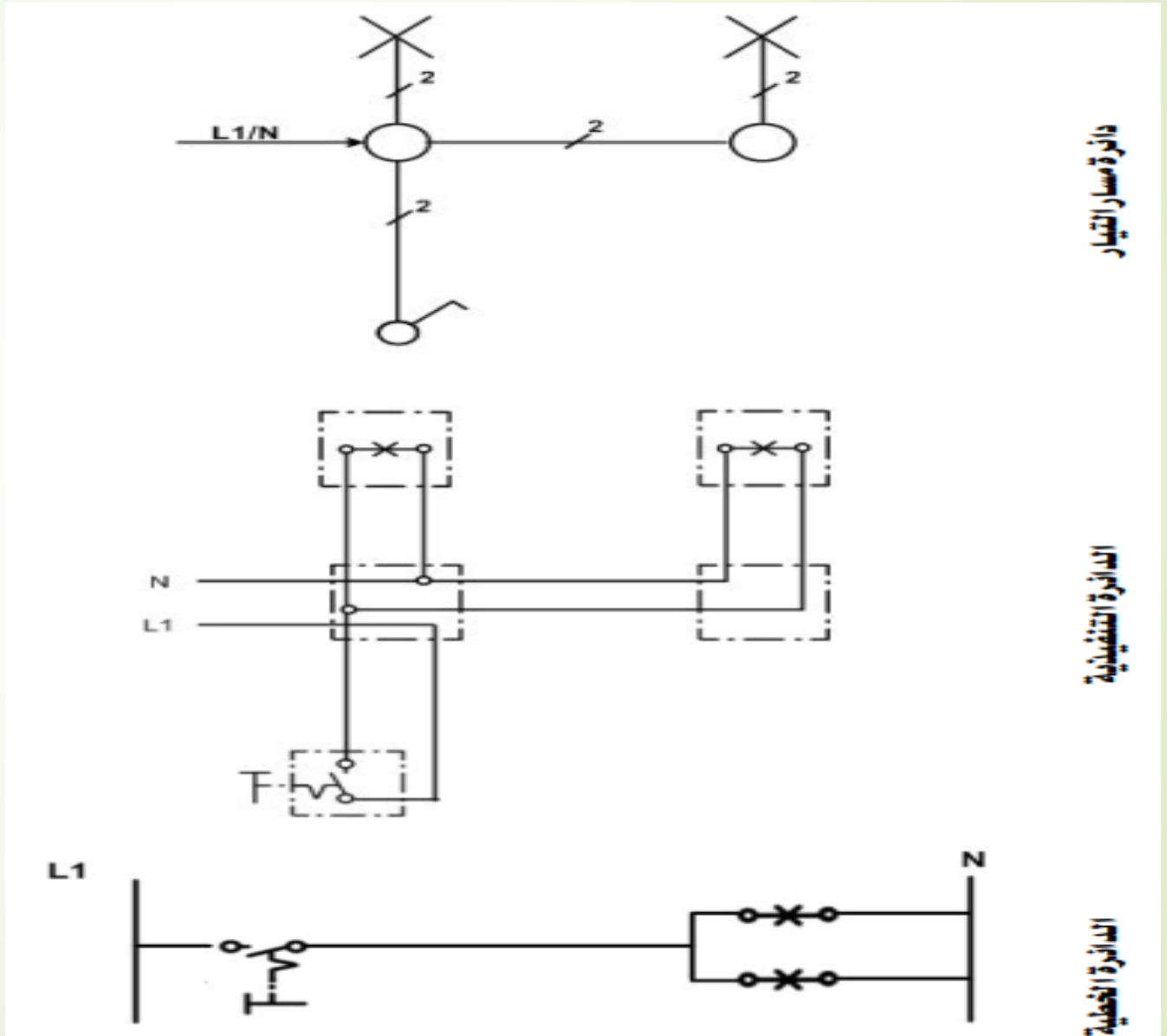


الدائرة التنفيذية

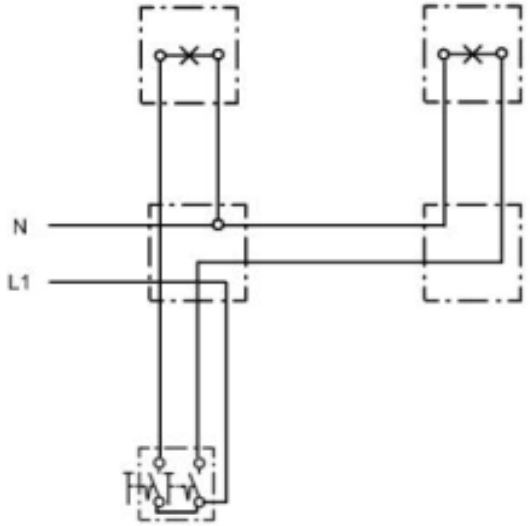


دائرة مسار التيار

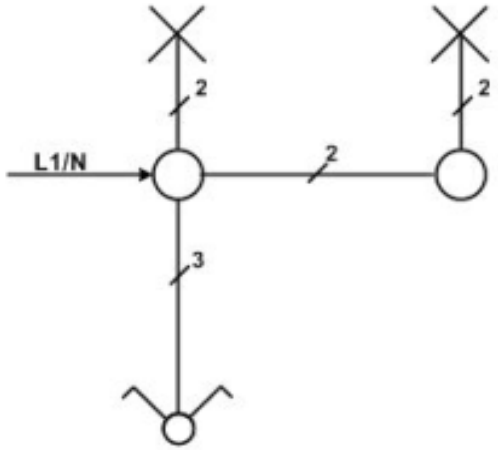
الشكل (2- 4) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد .



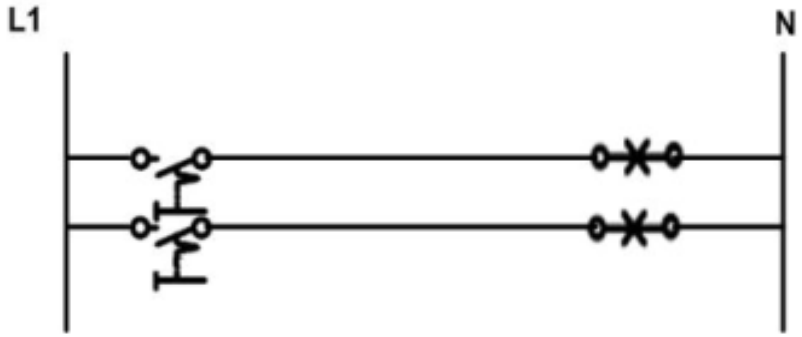
الشكل (2- 5) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح طرف سلم .



الدائرة الخطية

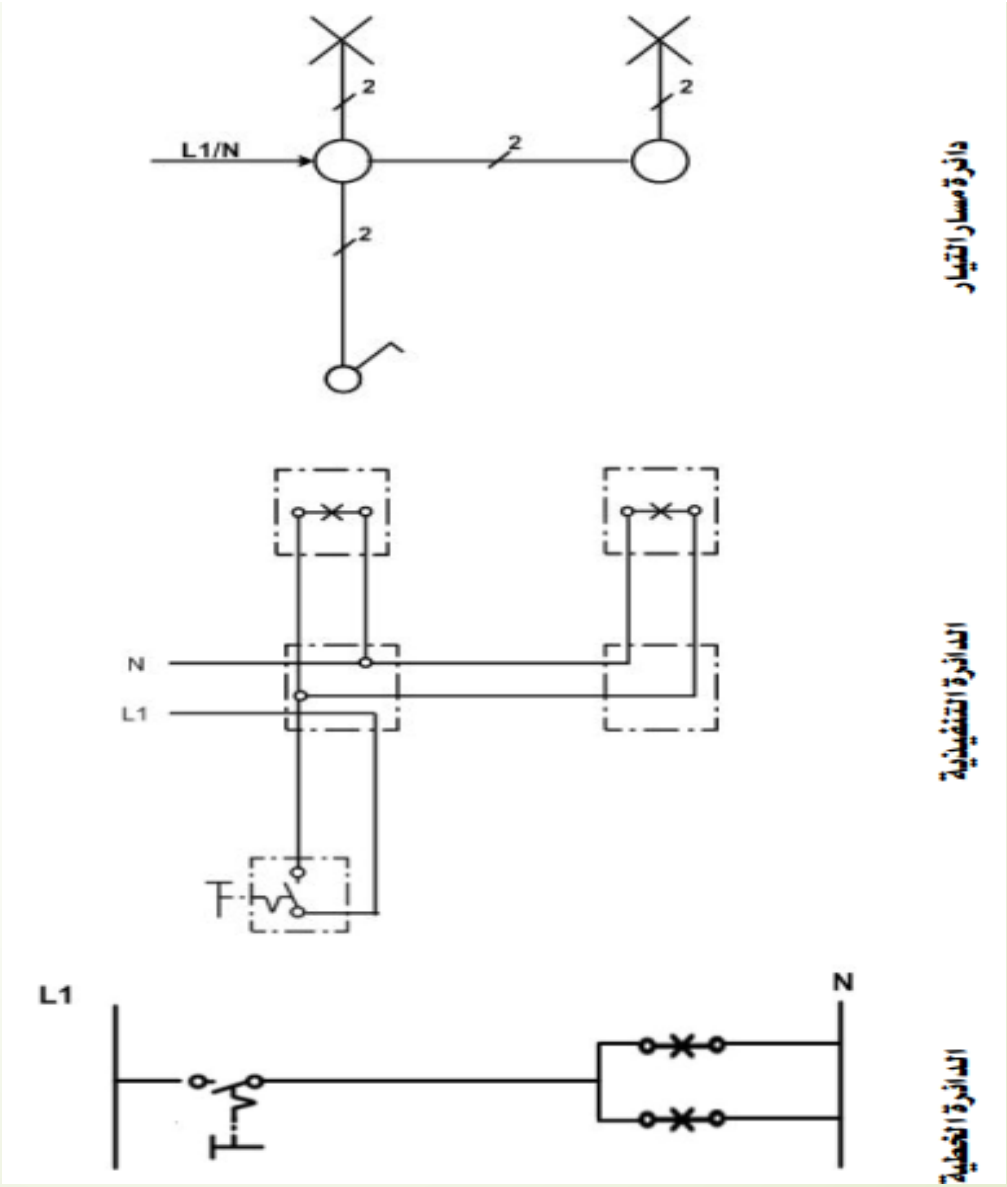


الدائرة التنفيذية

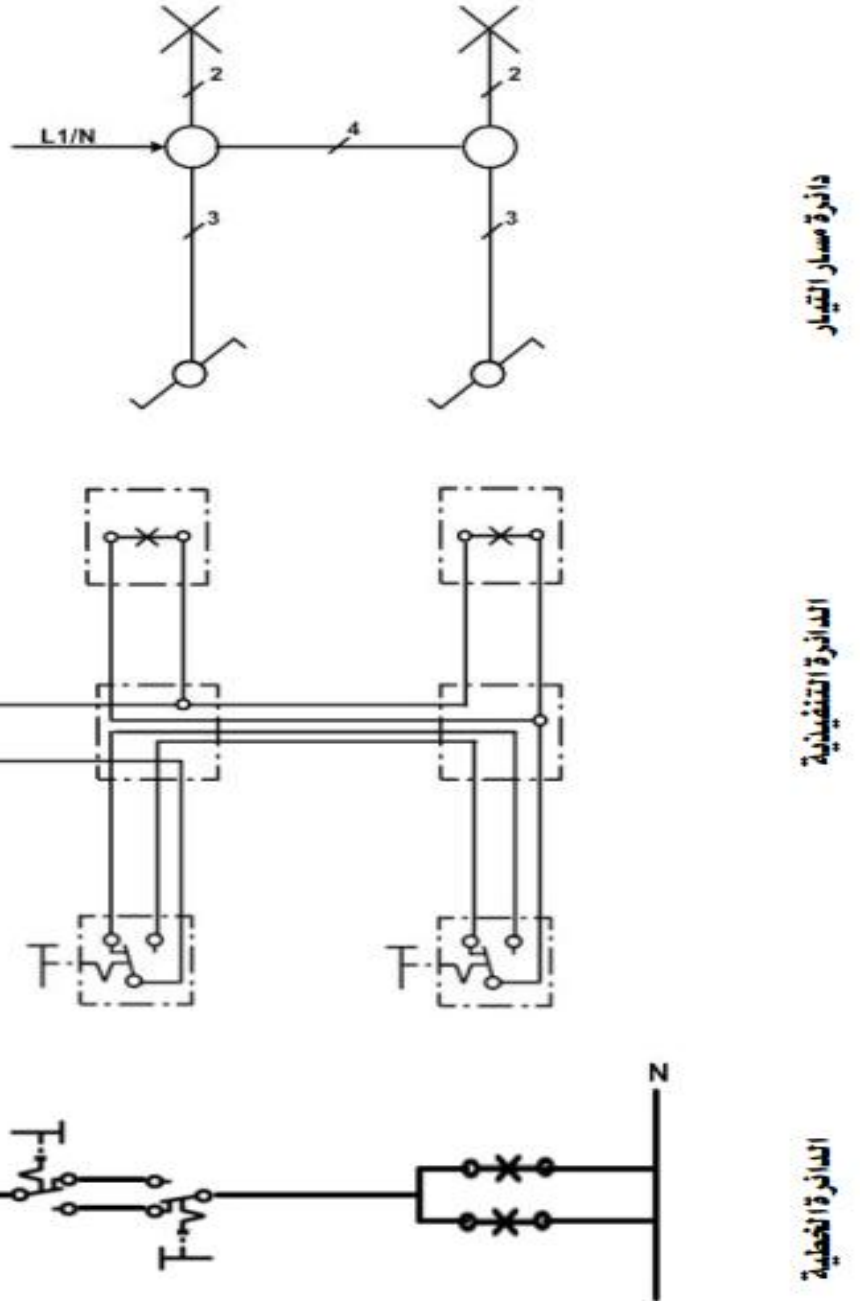


دائرة مسار التيار

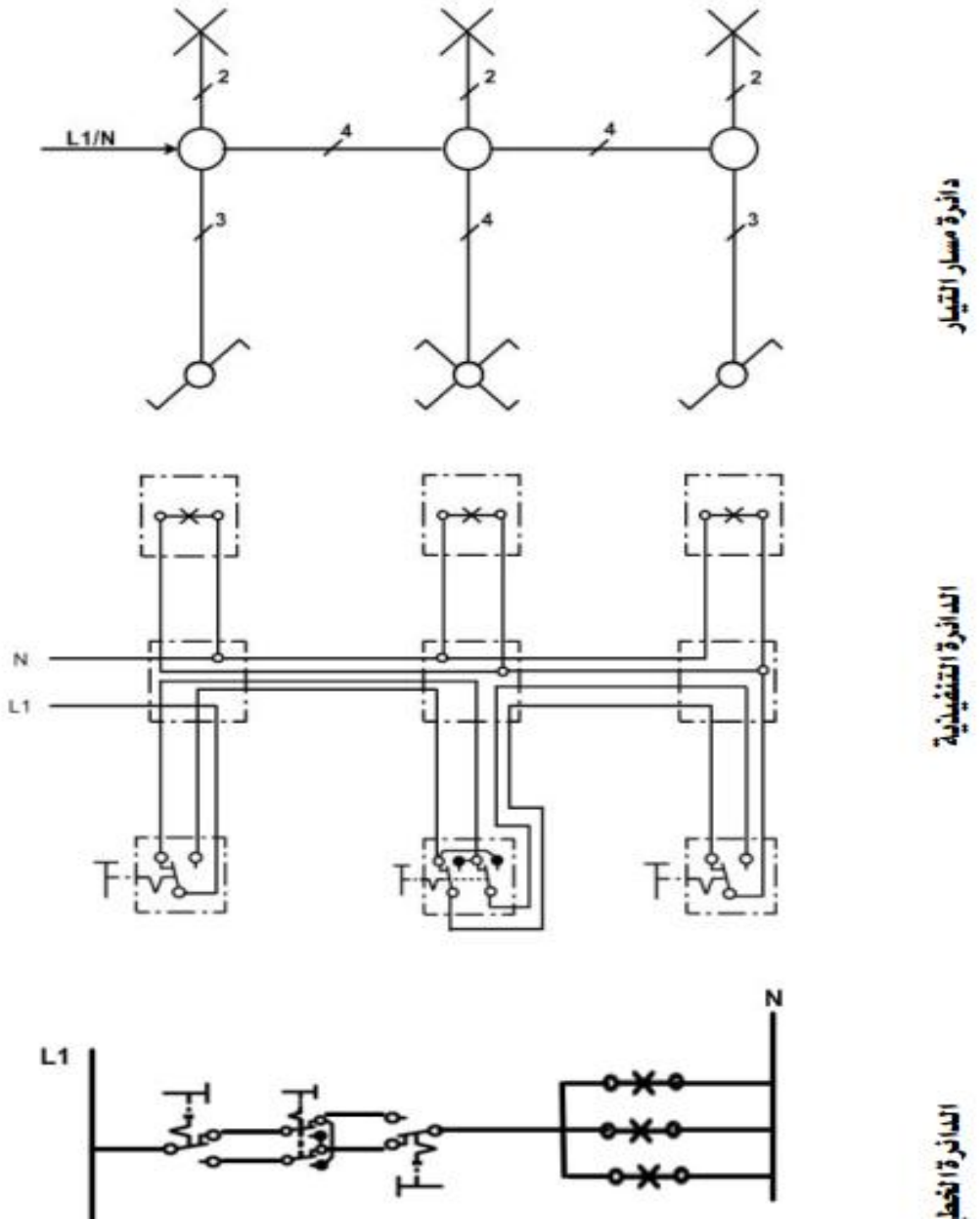
الشكل (2- 4) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد .



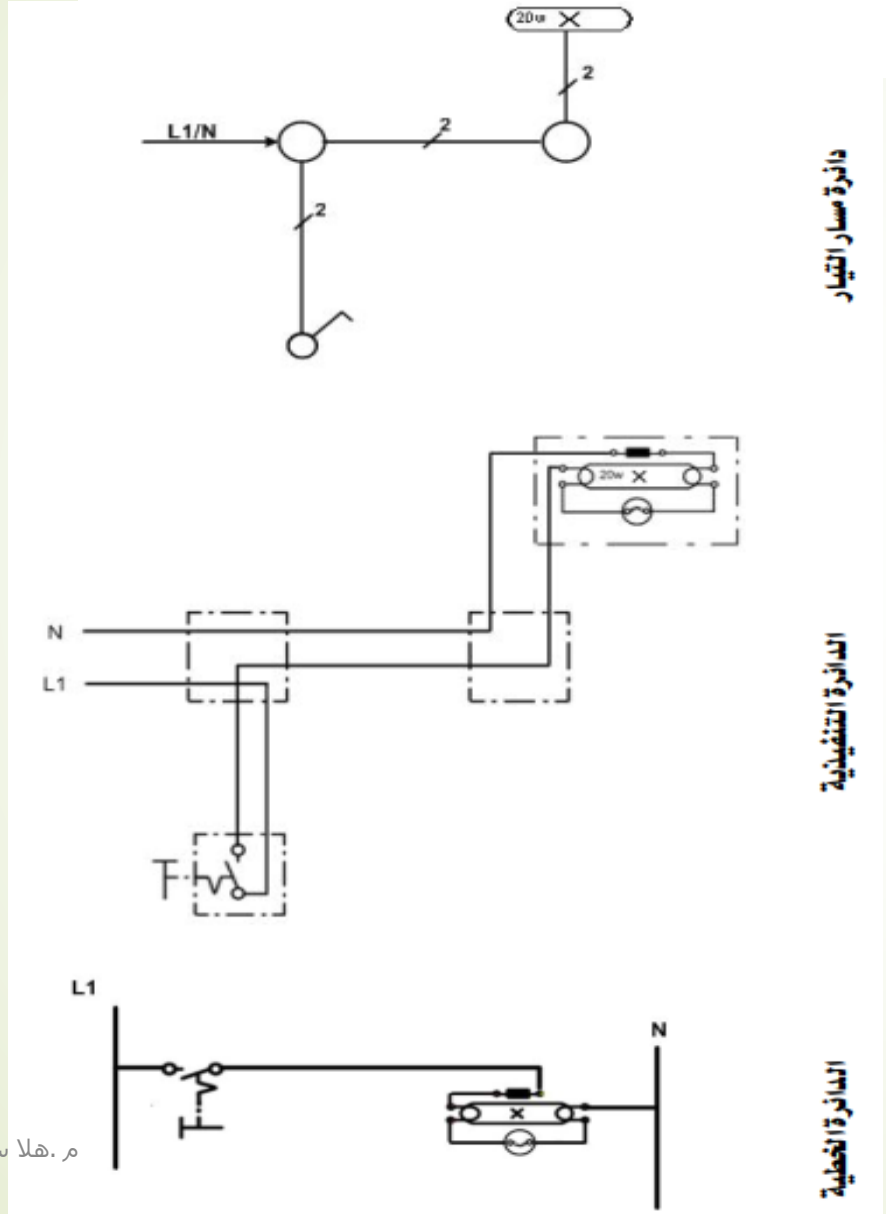
الشكل (2- 5) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح طرف سلم



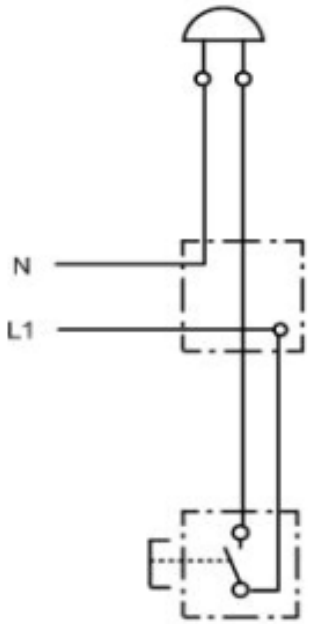
الشكل (2- 6) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل ثلاثة مصابيح عن طريق مفتاح وسط سلم.



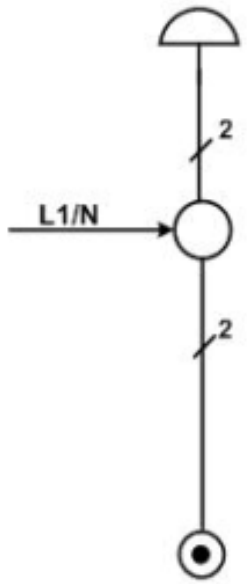
الشكل (2- 7) يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مصباح فلورسنت (20 وات) عن طريق مفتاح مفرد.



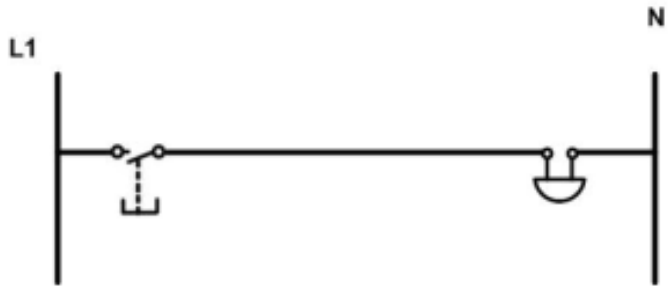
الشكل (2- 8)يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل جرس كهربائي(220) فولت عن طريق ضاغط .



الدائرة الخطية

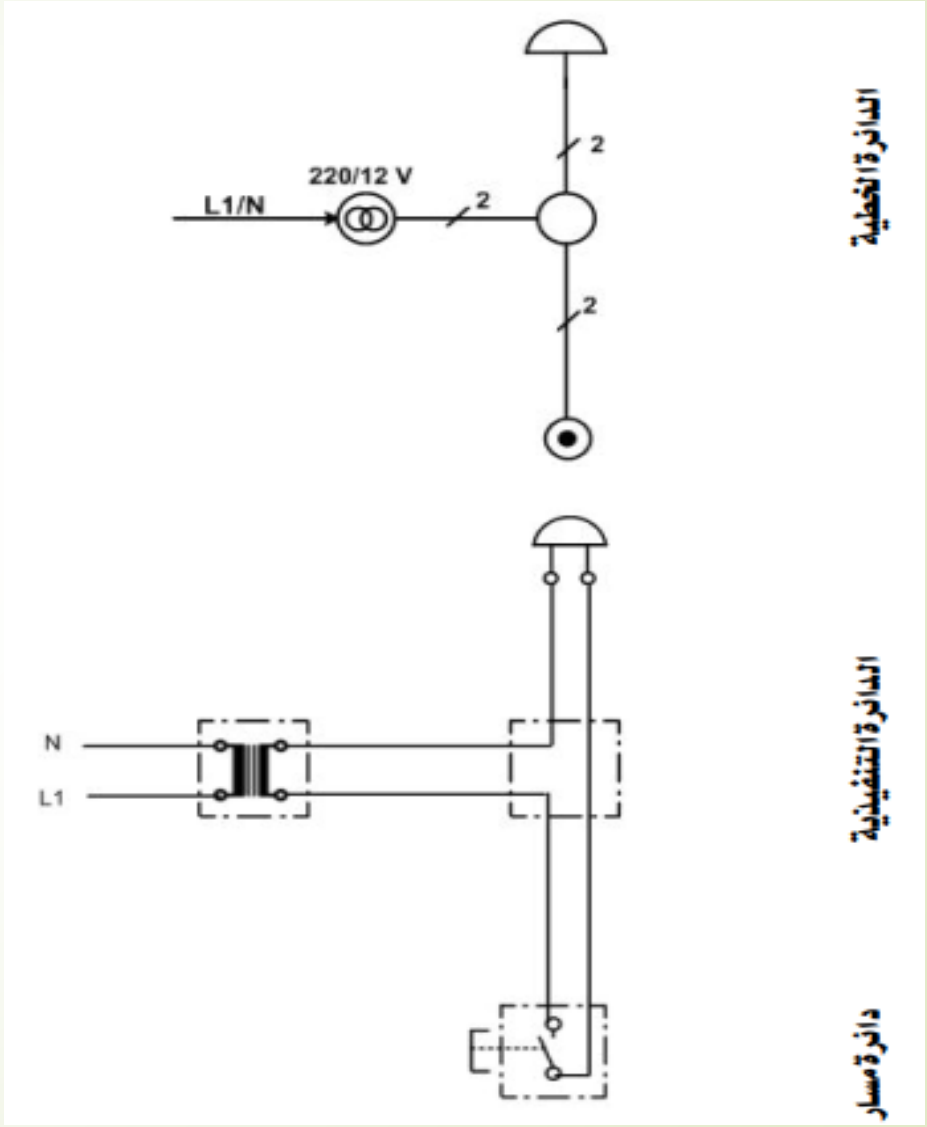


الدائرة التنفيذية

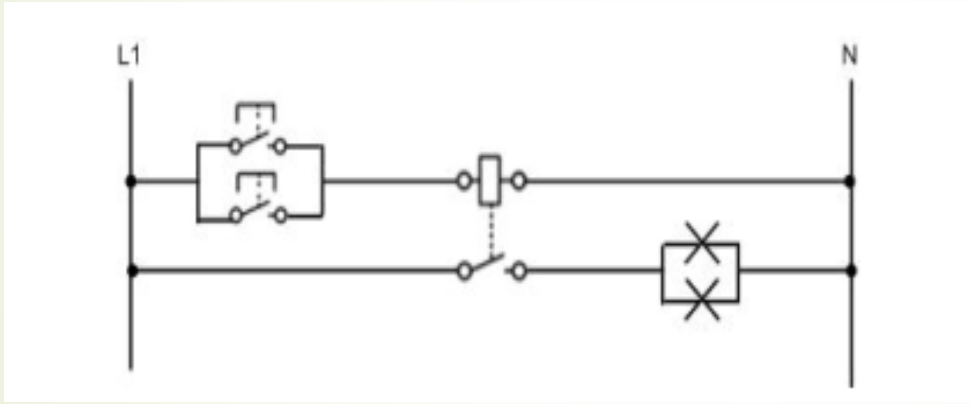


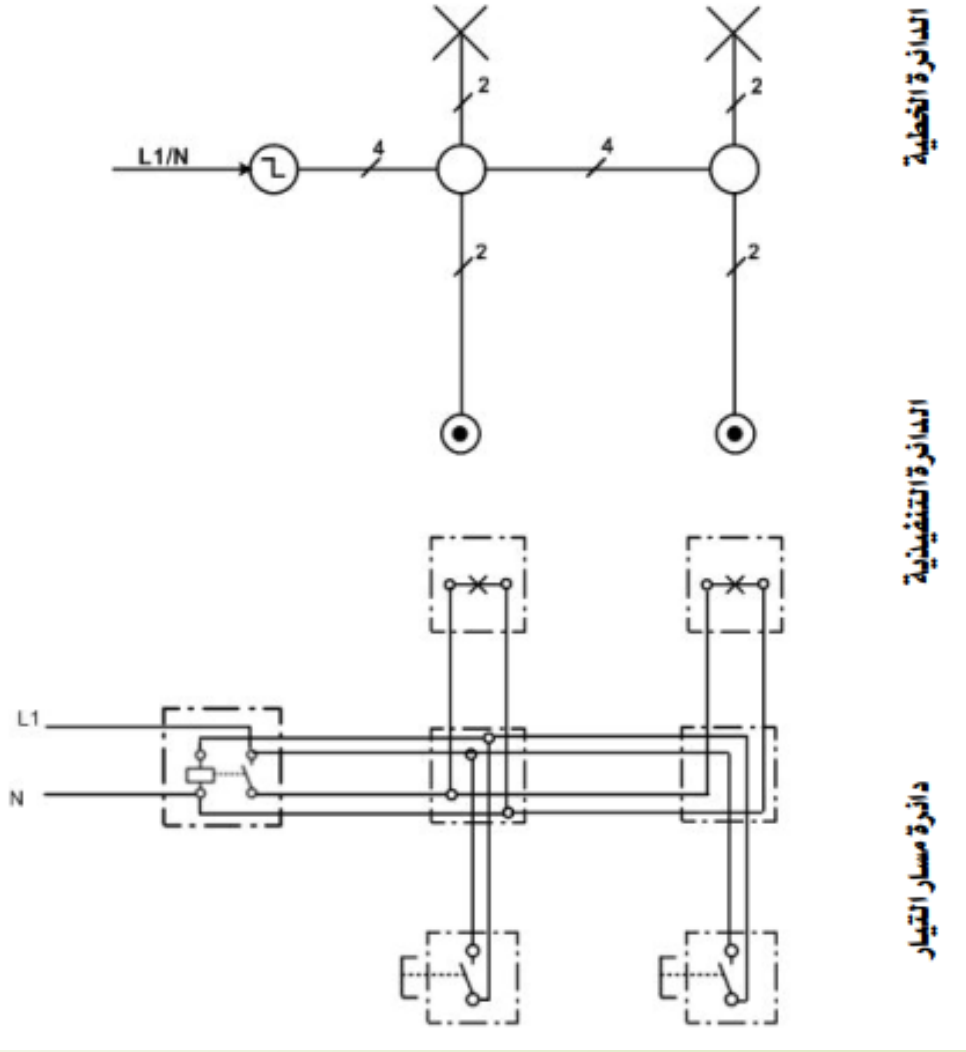
دائرة مسار التيار

الشكل (2- 9)يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل جرس كهربائي يعمل على جهد منخفض (12) أو (24) فولت عن طريق ضاغط .



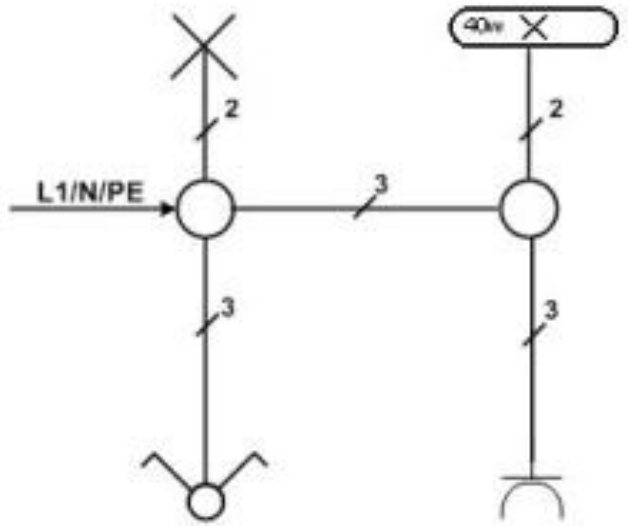
الشكل (2- 10)يبين الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار لتشغيل مفتاح صدمة تيار يشغل مصباحين إنارة لممر طويل أو مدخل عمارة يمكن التشغيل من مكانين بواسطة الضواغط.





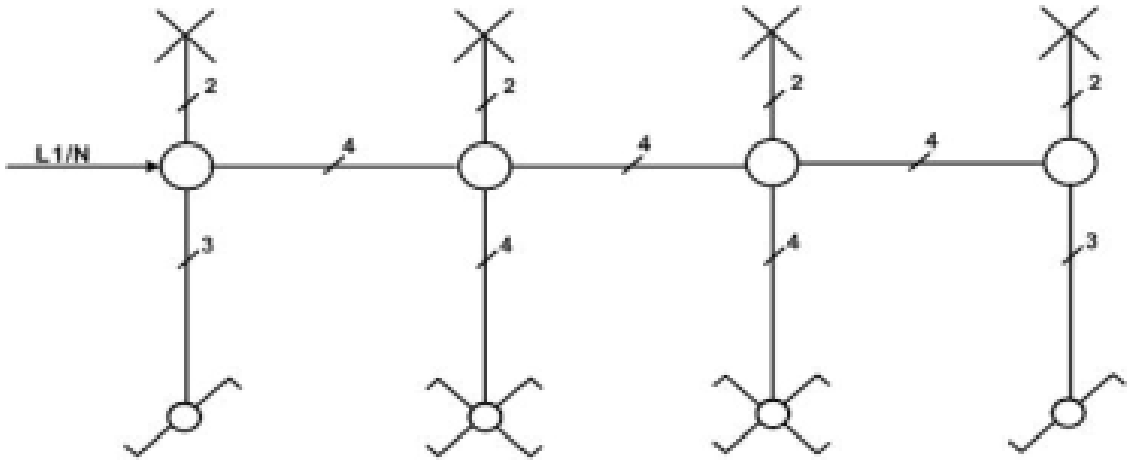
تمارين

1/ من الدائرة الخطية التالية المطلوب رسم الدائرة التنفيذية ومسار التيار لدائرة تشغيل مصباح متوهج ومصباح فلورسنت (40 وات) عن طريق مفتاح مزدوج مع إضافة بريزة (220 فولت) وعمل التوصيلات اللازمة حسب ما هو موضح في الدائرة الخطية .



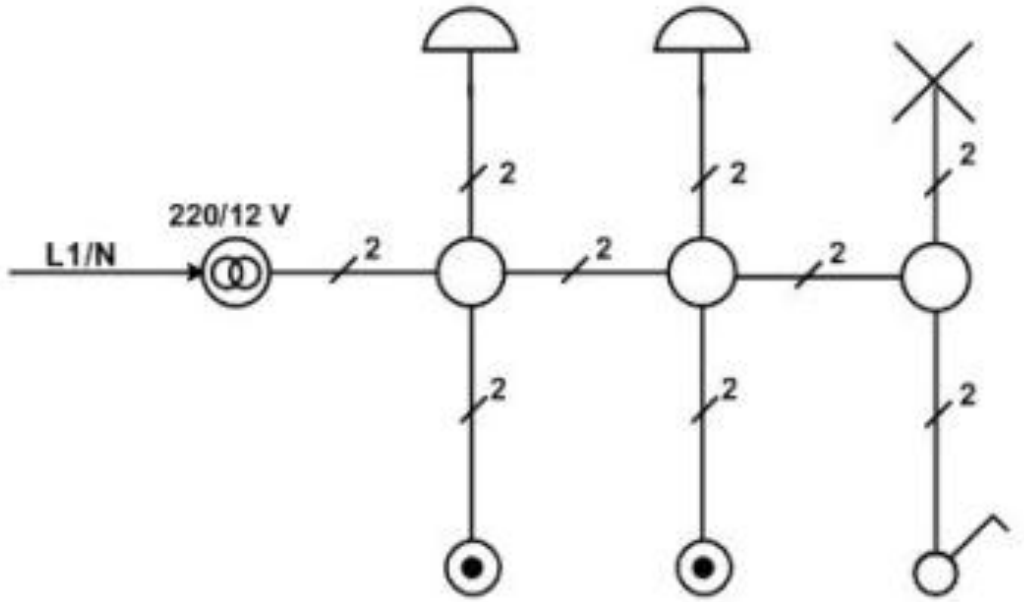
الدائرة الخطية

2/ من الدائرة الخطية التالية المطلوب رسم الدائرة التنفيذية ومسار التيار لدائرة تشغيل مصابيح من أماكن مختلفة (دائرة وسط سلم) يدوياً وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية.



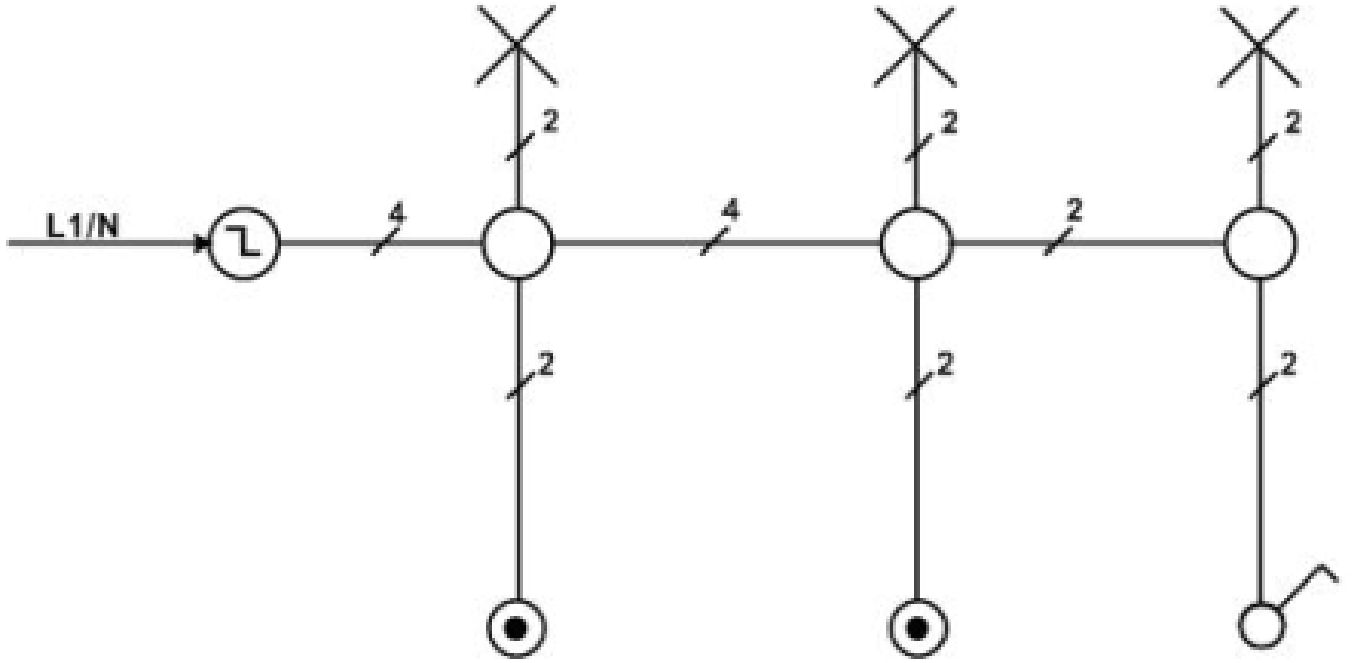
الدائرة الخطية

3/ من الدائرة الخطية التالية المطلوب رسم الدائرة التنفيذية ومسار التيار لتشغيل مصباح عن طريق مفتاح مفرد وكذلك تشغيل جرسي بجهد منخفض (12فولت) عن طرق الضواغط وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية.



الدائرة الخطية

3/ من الدائرة الخطية التالية المطلوب رسم الدائرة التنفيذية ومسار التيار لتشغيل مصباحين عن طريق الضاغط ومفتاح صدمة التيار وكذلك تشغيل مصباح عن طريق مفتاح مفرد وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية.



الدائرة الخطية

دارات الخطية و التنفيذية للمعامل

٣- ١ مقدمة :

نظراً لأن كل منشأة صناعية لها ملامحها وخصائصها ومتطلباتها الخاصة من ناحية توزيع الطاقة الكهربائية فيها فإنه لا يمكن وضع قواعد قياسية عامة بهدف إتباعها في عمل مخططات التغذية داخل المصانع ومع هذا فإن عمل التصميم متشابه إلى حد كبير في القواعد والمبادئ الأساسية. يتم توزيع الطاقة الكهربائية على الأحمال حسب توزيعها داخل المنشآت " المصانع " وبالتالي يجب معرفة القدرة الكهربائية والجهد والتيار لهذه الأحمال. وقد جُمعت أجهزة الوقاية والتحكم على لوحات تسمي لوحات التوزيع.

٣- ٢ مخططات التغذية في المصانع :

تستخدم الشبكات الكهربائية الشعاعية في الصناعة وهي تتميز بأن أفرع الموصلات تنطلق من نقطة التغذية بشكل شعاعي ويكون على كل جزء من الموصل عدة أحمال ، وهذا النوع يستخدم في شبكات الجهد المنخفض والمتوسط ، وتتميز الشبكات الشعاعية في المصانع بأنه عند حدوث عطل في أي شعاع لا يتضرر باقي المصنع من ذلك. وفي العادة لا يمكن تغذية المصانع من الشبكة المحلية بل تغذى من شبكة الجهد المتوسط وفى حالات عديدة من شبكة الجهد العالي. ويجب على المصانع أن تنشيء تجهيزات تحويل وتجهيزات مفاتيح خاصة بها وأن تعتني بها. وتوزيع الطاقة يعتمد على ترتيب الأحمال على أرض المصنع وعلى درجة الأمان المطلوبة للإمداد. الشكل (٣- ١) يبين مخططاً لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع ويحتوي على الآتي:

٣- ٢ مخططات التغذية في المصانع:

تستخدم الشبكات الكهربائية الشعاعية في الصناعة وهي تتميز بأن أفرع الموصلات تنطلق من نقطة التغذية بشكل شعاعي ويكون على كل جزء من الموصل عدة أحمال ، وهذا النوع يستخدم في شبكات الجهد المنخفض والمتوسط ، وتتميز الشبكات الشعاعية في المصانع بأنه عند حدوث عطل في أي شعاع لا يتضرر باقي المصنع من ذلك. وفي العادة لا يمكن تغذية المصانع من الشبكة المحلية بل تغذى من شبكة الجهد المتوسط وفى حالات عديدة من شبكة الجهد العالي. ويجب على المصانع أن تنشيء تجهيزات تحويل وتجهيزات مفاتيح خاصة بها وأن تعتني بها. وتوزيع الطاقة يعتمد على ترتيب الأحمال على أرض المصنع وعلى درجة الأمان المطلوبة للإمداد. الشكل (٣- ١) يبين مخططاً لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع ويحتوي على الآتي:

(أ) مفتاح قدرة أوتوماتيكي: يعمل كمفتاح وقاية للمحول ووقاية لموصل تغذية الموزع الرئيس ووقاية للموزع الفرعي ويمكن عن طريقه فصل الكهرباء عن المنشأة بأكملها.

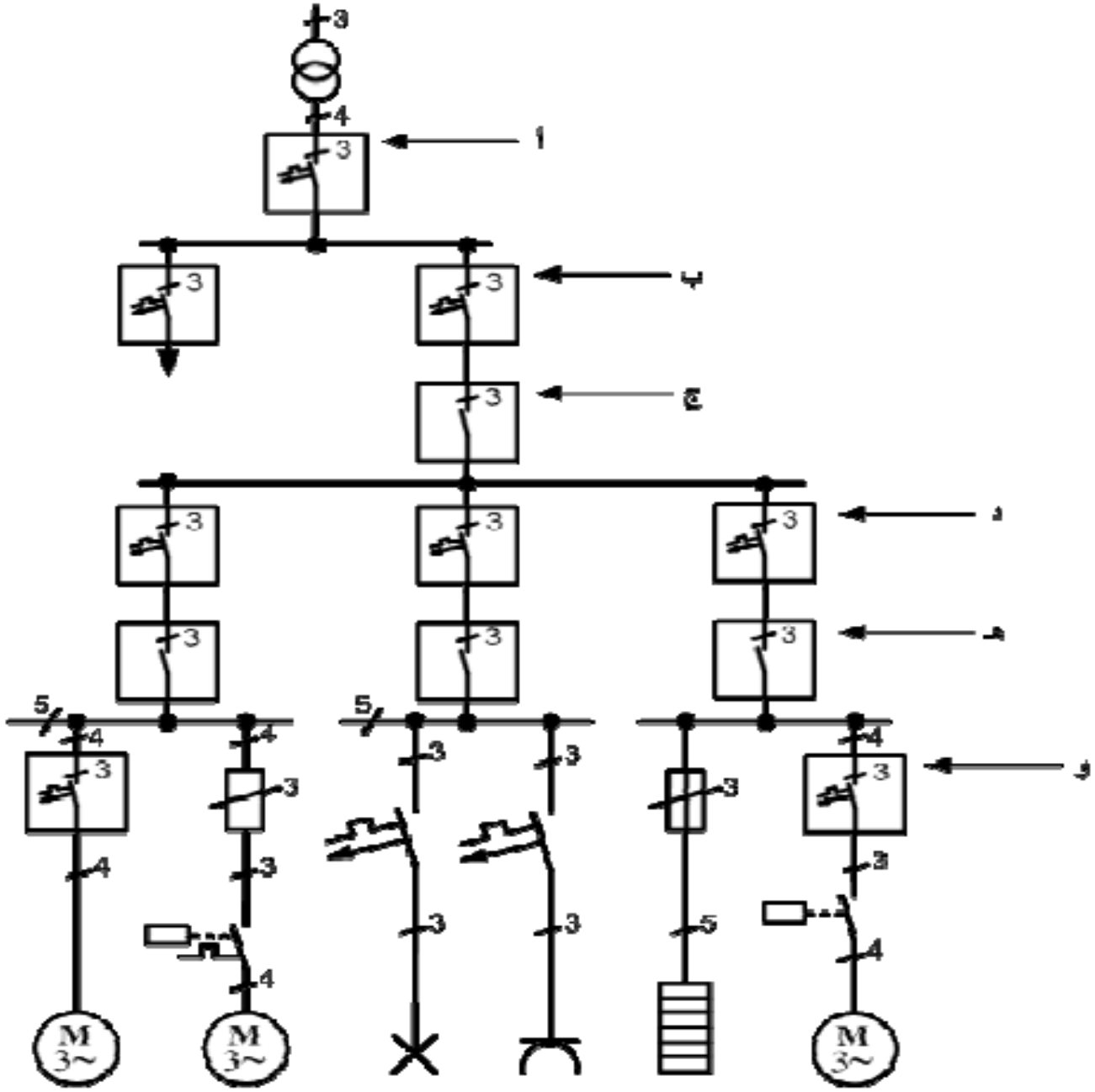
(ب) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الفرعي وللموزع الفرعي نفسه.

(جـ) مفتاح قدرة في مدخل الموزع الفرعي : يعمل على فصل الموزع الفرعي.

(د) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية موزع الأحمال و لموزع الأحمال نفسه.

(هـ) مفتاح قدرة في مدخل موزع المستهلك : يعمل على فصل موزع الأحمال.

(و) تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة.



الشكل (٣- ١) مخطط لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع

٢- ٢لوحات التوزيع داخل المصانع:

تختلف لوحات التوزيع داخل المصانع ، إذ يجب أن تتحمل المفاتيح وقواطع الدائرة الكهربائية أقصى حمل يحتمل استخدامه عند فترة الذروة وغالبا ما تكون ١٠٠٪ من الحمل الموجود في الموقع ، لذا يجب توفير لوحات ذات سعات كافية لتحمل تيار الأحمال الموجودة فعلاً مع الأخذ في الاعتبار التوسعات المستقبلية.

وبصورة عامة يكون للوحات التوزيع واجبان:

(١) عدم السماح بمرور تيار أكبر من قابلية الشبكة.

(٢) قطع الدائرة بسرعة مع تجنب حدوث دائرة قصيرة أو تسرب تيار أكثر من الطبيعي.

هناك ناحية أخرى تتميز بها لوحات التوزيع للأحمال الكبيرة وهي تحمل التيار عند حدوث خطأ قصر الدائرة حيث إن خطأ الدائرة القصيرة ٢٥٠٠٠ ك.ف.أ تقريباً وبما أن لوحات التوزيع بما تحتويه من قواطع دورة يجب أن تكون قادرة على تحمل هذه الشدة وإزالة مثل هذه الأخطاء ، لذلك يفضل استخدام النوع المسمى بقواطع الدورة ذات سعات العزل العالية إذ يجب أن تعمل بسرعة عند حدوث الدورة القصيرة، أما إذا كان الخطأ عابراً ولفترة قصيرة فيمكن أن تتحمل التيارات العابرة الناتجة عن ذلك .

ملاحظة: جميع الأمثلة على هذا الباب تختلف من مصنع إلى آخر ومن موقع إلى آخر. لذلك يتم تصميم لوحات التوزيع في المصانع بحسب المساحات والأحمال حسب التجهيزات والمسافات بينها.

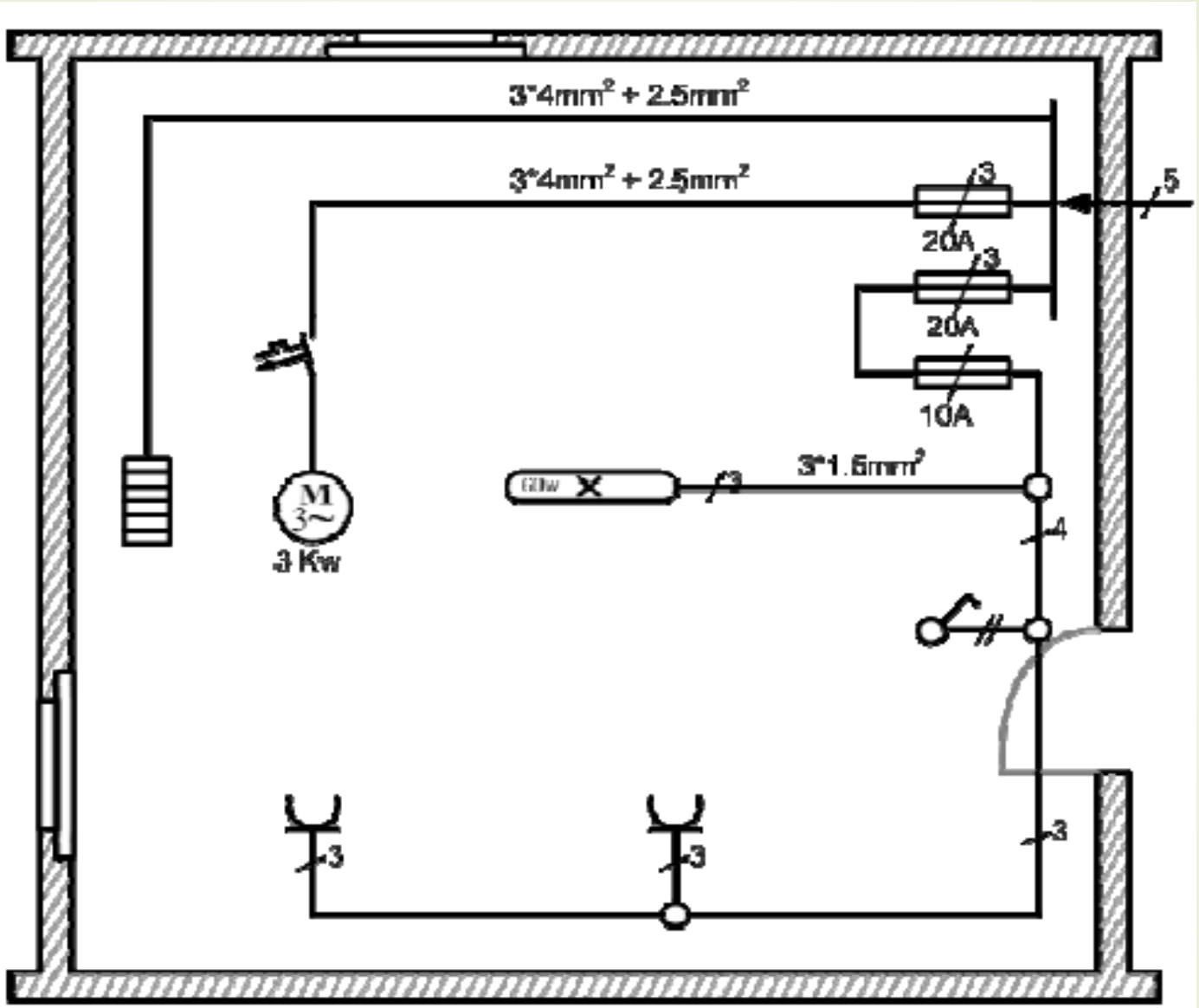
٣- ٣- ١ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإضاءة:

عندما يراد توصيل الطاقة الكهربائية داخل المصانع و الورش غالباً ما تستخدم محركات في إدارة الآلات أو معدات تسخين للصهر أو صناعة البلاستيك أو أي معدات أخرى تحتاج إلى الطاقة الكهربائية كقوة للتشغيل أو الإدارة. وفي هذه الحالة يحسب مقطع الكابل الذي يحمل الطاقة الكهربائية من علبة التوزيع " المصدر " حتى آلة التشغيل عندما تعرف قدرة هذه الآلة وضغط تشغيلها حيث يمكن حساب التيار وبالتالي يمكن معرفة مقطع هذا السلك بالمليمتر المربع. وغالباً تستخدم كابلات معزولة توضع في باطن الأرض من أماكن لوحات التوزيع حتى المكان الموضوع فيه الآلة أو المحرك.

والشكل (٤- ٢) يبين قطاعاً أفقياً لورشة صغيرة بها محرك ثلاثي الأوجه ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات وسخان خاص بماكينة تشكيل بلاستيك ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات ومصباح فلورسانت للإضاءة مع (٢) مقبسين.

ملاحظة: عند عمل التوصيلات داخل المصانع و الورش يجب أن تحدد مواقع المحركات داخل المصنع والورشة وكذلك أماكن توزيع المصابيح للإضاءة ، ويجب أن تخصص لوحة للإضاءة وأخرى للقوى حتى تكون الإضاءة منفصلة تماماً عن القوى ويجب أن تحدد قدرة كل محرك حتى يمكن اختيار الكابل المناسب لكل محرك وكذلك الأسلاك المناسبة للإضاءة.

فمثلاً عند عمل التوصيلات اللازمة لمصنع صغير به ٤ محركات تيار متغير ثلاثي الأوجه و (٢) محركا تيار متغيرا وجه واحد وكذلك الإضاءة لخمسة مصابيح فلورسانت فتجهز لوحة للقوى الرئيسة وكذلك لوحة للإضاءة على أن تمد الكابلات من اللوحة الرئيسة حتى أماكن المحركات وكذلك تمد الأسلاك من لوحة الإضاءة حتى مواقع المصابيح .



الشكل (٣- ٢) قطاع أفقي لورشة صغيرة فيها التوصيلات الكهربائية للإدارة والإضاءة

٣- ٣- ٢ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسة في المصانع والورش:

يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميم لوحات التوزيع موضوع حماية النظام الكهربائي والأجهزة المتعلقة به كذلك أخذ سلامة العاملين والفنيين من خطر الصدمة الكهربائية. لذا يجب أن تتوافر المواصفات الآتية في تصميم لوحات التوزيع:

(١) أن تصنع اللوحة من صاج سمك ٢مم وتكون مدهونة بدهان الكتروستاتيكي.

(٢) أن توضع على قاعدة خرسانية بسمك ٢٠ سم.

(٣) أن يتطابق المستوى المشرر لكل قاطع دائرة مع الدائرة التي يقوم بحمايتها هذا القاطع.

(٤) أن تكون القواطع مناسبة من ناحية النوع والحجم مع اللوحة التي تركب فيها هذه القواطع.

(٥) أن تحتوي اللوحة على أجهزة أميتر لقياس شدة التيار وفولت ميتر لقياس الجهد.

(٦) أن تحتوي اللوحة على لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

(٧) أن تحتوي على قضيب أرضي للوقاية.

(٨) أن تحتوي على قاطع أوتوماتيكي رئيس للتحكم في الحمل الكامل مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الجهد عن الحد الأقصى.

٣-٣-٣ مواصفات لوحة توزيع القوى الرئيسة في الورش و المصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم أجهزة التشغيل والوقاية الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع القوى لورشة تحتوى على ٤ محركات تيار متغير ثلاثي الأوجه وعدد ٢ محركا تيار متغيرا وجه واحد تكون مواصفات اللوحة كالتالي:

تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٢٠٠x٨٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما موضح في الشكل (٤-٣) ويكون الصاج ملحوما في خوص حديد كهيكل للوحة التوزيع الحر، ويمكن تثبيت هذه اللوحة على قاعدة خرسانية ترتفع عن أرضية الورشة ٢٠ سم ويكون مقطع الكابل الرئيس ٣x٥٠ مم^2 +٢٥مم^2 ألمينيوم.

ويركب على اللوحة السابقة أجهزة التشغيل والوقاية الآتية:

(٢) مصباحا إضاءة للوحة أحدهما من الأمام والآخر من الخلف للإنارة عند الكشف عن أجزاء اللوحة أو عمل صيانة ثلاثة أجهزة أميتر تيار متغير مدى ١٠٠ أمبير لقراءة التيار الرئيس عند تشغيل المحركات.

(٣) ثلاثة لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

(٤) ثلاثة مصاهر سريعة القطع ١٠٠ أمبير لكل مصهر.

(٥) مفتاح أوتوماتيكي للتحكم في الحمل الكامل للورشة مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الضغط عن الحد الأقصى للمحركات جميعاً.

(٦) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية ثلاثية الأوجه (باك سويتش) بمواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ٢٥ أمبير و ٣٨٠ فولت.

(٧) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد (باك سويتش) بمواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ١٥ أمبير

و ٢٢٠ فولت.

ويركب على اللوحة السابقة أجهزة التشغيل والوقاية الآتية:

(٢) مصباحا إضاءة للوحة أحدهما من الأمام والآخر من الخلف للإنارة عند الكشف عن أجزاء اللوحة أو عمل صيانة ثلاثة أجهزة أميتر تيار متغير مدى ١٠٠ أمبير لقراءة التيار الرئيس عند تشغيل المحركات.

(٣) ثلاثة لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

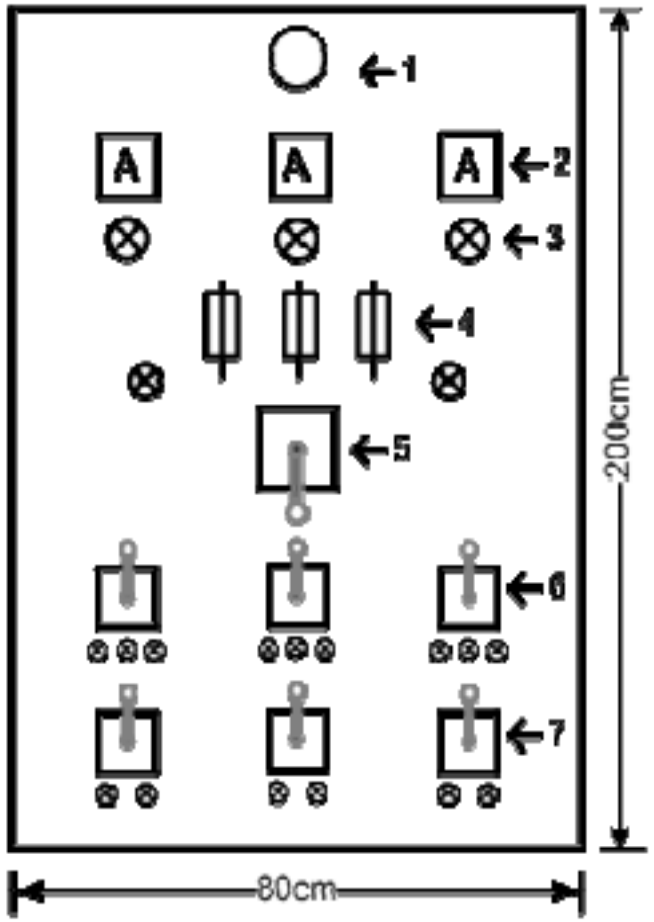
(٤) ثلاثة مصاهر سريعة القطع ١٠٠ أمبير لكل مصهر.

(٥) مفتاح أوتوماتيكي للتحكم في الحمل الكامل للورشة مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الضغط عن الحد الأقصى للمحركات جميعاً.

(٦) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية ثلاثية الأوجه (باك سويتش) بشواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ٢٥ أمبير و٣٨٠ فولت.

(٧) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد (باك سويتش) بشواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ١٥ أمبير

و٢٢٠ فولت.



الشكل (٣- ٣) لوحة توزيع القوى لورشة

أما الطيلون الخاص بالإنارة فتحتوي التالي:

(١) عدد ١٢ مصهراً ٢٢٠ فولتاً ١٥ أمبيراً.

(٢) عدد ٤ مصاهر ٢٢٠ فولتاً ١٠ أمبيرات.

مثال: شكل (٣- ٤) يوضح لوحة توزيع الثوى لمصنع شاملة أجهزة التحكم والشياس. وتتكون لوحة التوزيع من ثلاث خلايا : خلية للدخول واثنتين للخروج تتحمل اللوحة ١٠٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي ويجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/مم^2. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة. وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

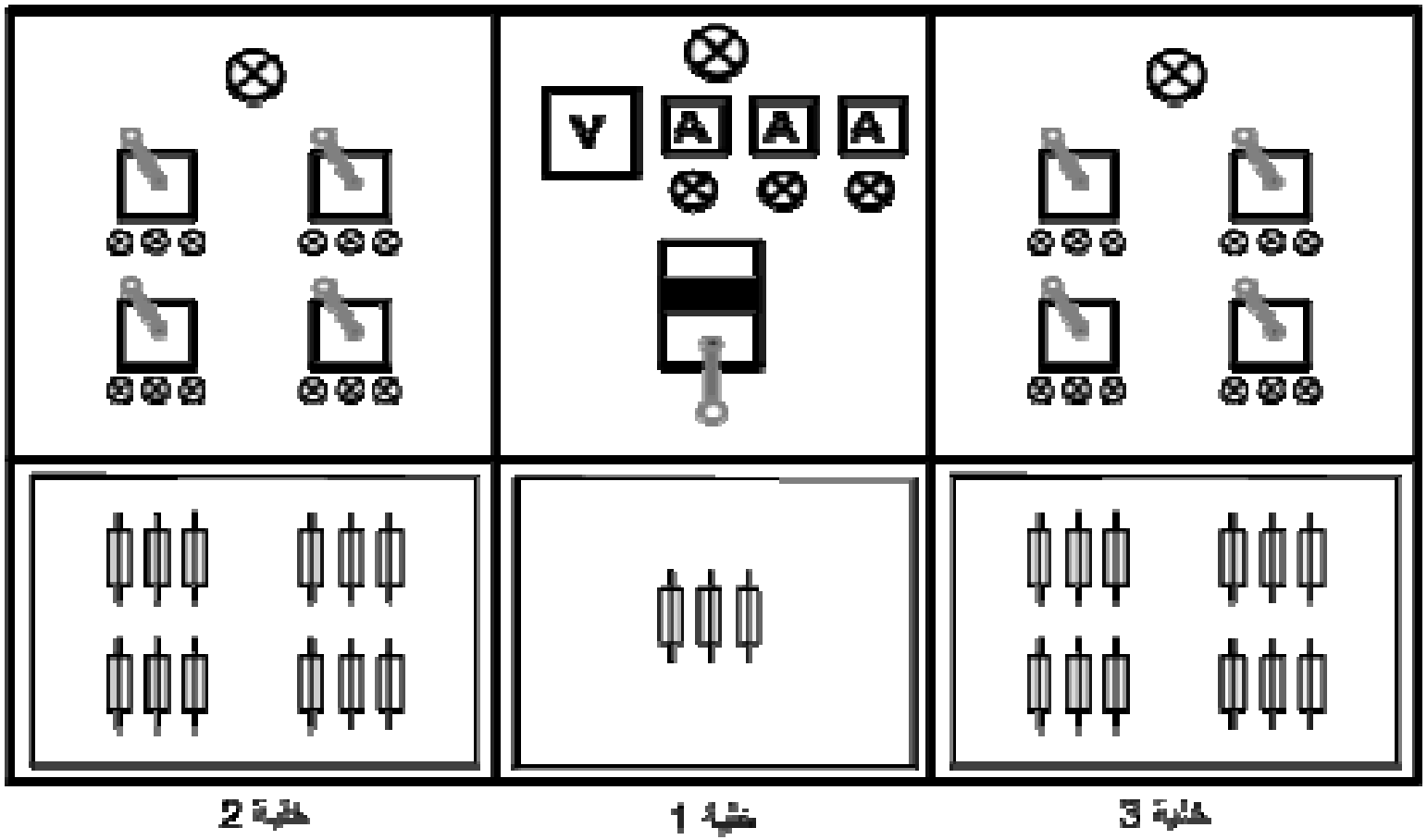
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة ـ فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- ثلاثة أميترات سعة ٦٠٠ أمبير.
- ثلاثة لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي مزود بالحماية ضد زيادة الحمل.
- ثلاثة مصاهر (سعة عالية).
- محولات الشياس (تيار ـ جهد) ثلاثة أوجه.

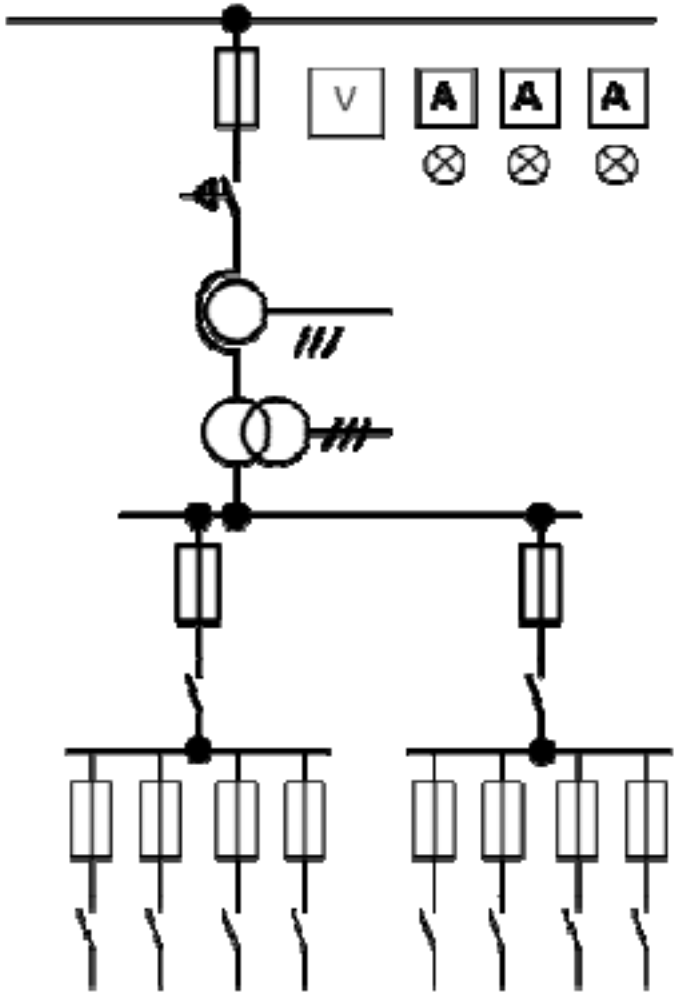
تحتوي خلية الخروج على الآتي:

- لمبة بيان.
- أربعة مفاتيح باك سويتش سعة ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- اثنا عشر مصهراً سعة ٣٦ أمبير.

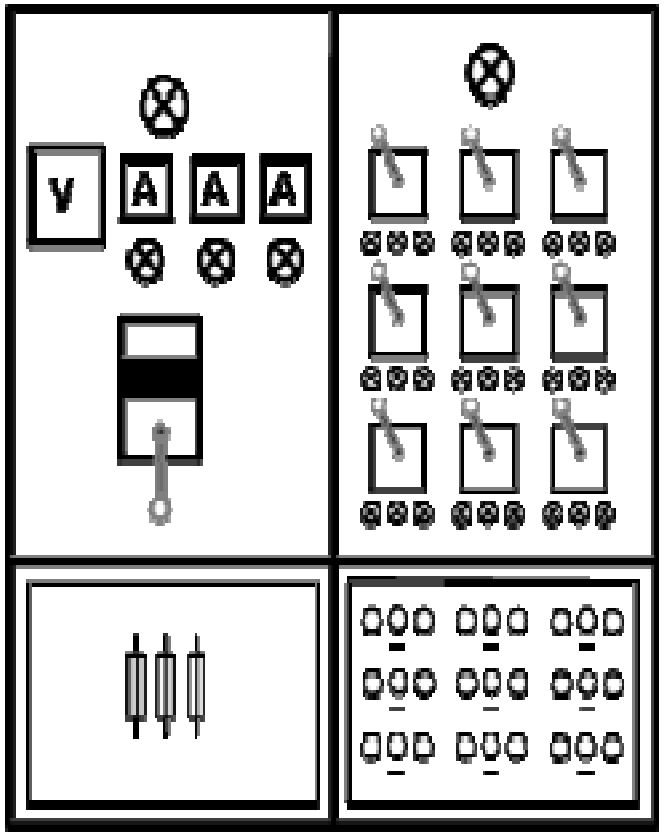
الشكل (٣- ٤- أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة توزيع القوى. والشكل (٣- ٤- ب) يبين الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى.



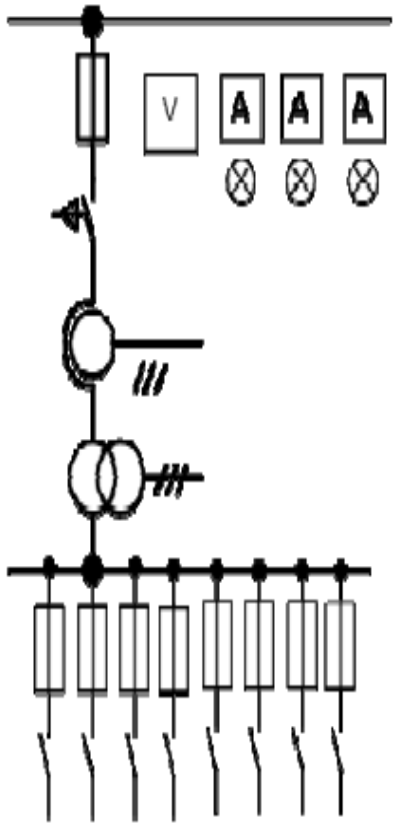
الشكل (٣- ٤ - أ) الواجهة الأمامية للوحة التوزيع الخاصة بالمصنع



الشكل (٣- ٤- ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى الخاصة بالمصنع



الشكل (٣- ٧- أ) الواجهة الأمامية للوحة توزيع الإضاءة



الشكل (٣- ٧ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع الإضاءة مبين عليها الأجهزة والمعدات اللازمة

٣- ٣- ٤ مواصفات لوحة توزيع الإضاءة الرئيسة للورش والمصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم الشواطع الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع الإضاءة لورشة تحتوى على خمسة مصابيح فلورسانت تكون مواصفات اللوحة كالتالي:

تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٨٠x٨٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما هو موضح في الشكل (٣- ٥) ويكون الصاج مدعماً من الداخل بخوص حديد ، ويمكن تثبيت اللوحة في الحائط بخوص وتحتوى اللوحة على الأجهزة والمعدات الآتية:

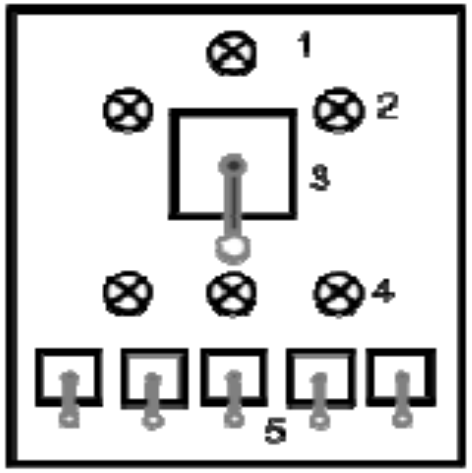
(١) مصباحاً واحداً لإضاءة اللوحة من الأمام.

(٢) مفتاحاً واحداًأوتوماتيكياً وجه واحد ٢٠ أمبير ٢٢٠ فولت.

(٣) لمبة إشارة واحدة للتأكد من وجود التيار في اللوحة.

(٤) ثلاثة مصاهر ٢٢٠ فولت ٥ أمبير.

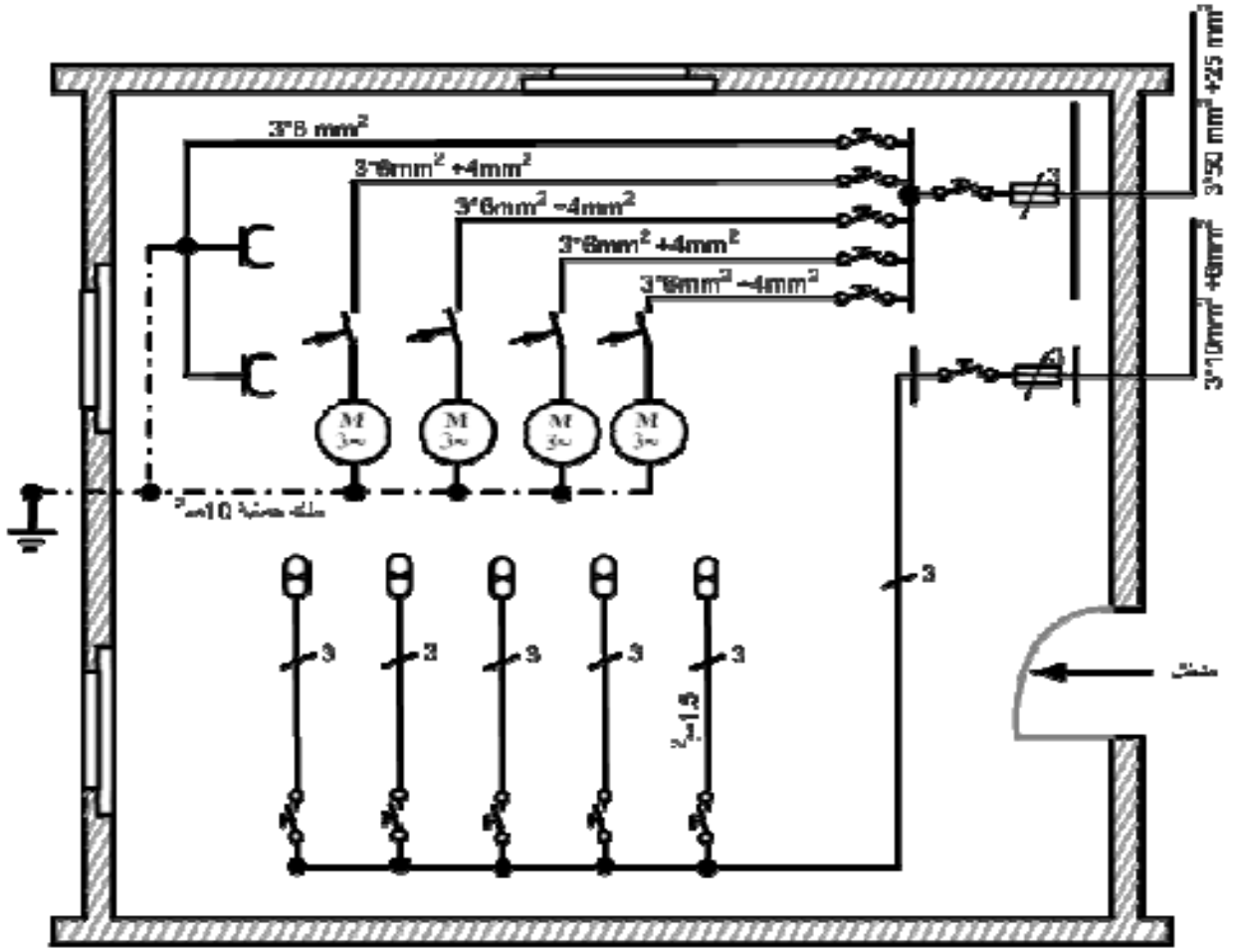
(٥) خمسة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد ٥ أمبير ٢٢٠ فولت.



الشكل (٣- ٥) لوحة توزيع الإضاءة لورشة

ملاحظة: يجب توصيل سلك أرضي عام للوقاية يتصل كهربيا بالأجزاء المعدنية بجسم المحرك ثم يتصل بالتضيب الأرضي في لوحة التوزيع. تستخدم الكابلات الخاصة بنقل الطاقة الكهربية ذات أربعة أسلاك ثلاثة منها مساحة مقطع ٦ مم^2 والرابع ٤ مم^2 يستخدم كسلك أرضي.

الشكل (٣- ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة.



الشكل (٣- ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة

الشكل (٣- ٧) يوضح لوحة توزيع الإضاءة لمصنع شاملة أجهزة التحكم والشياس.

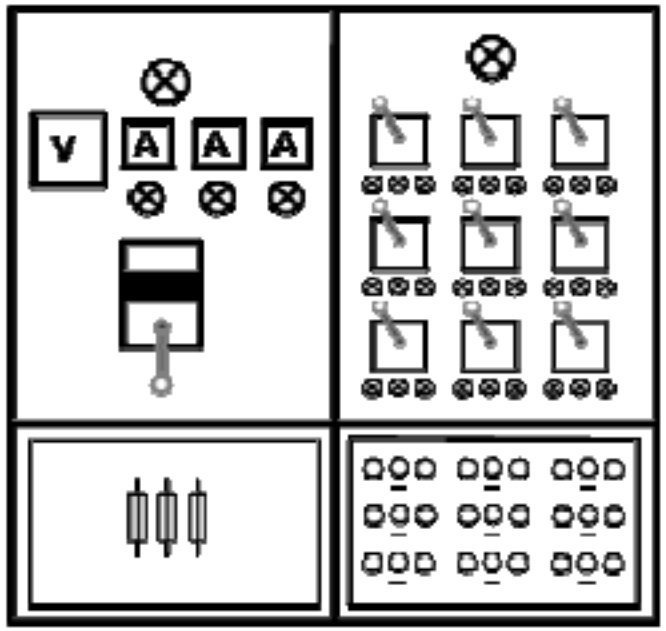
تتكون لوحة توزيع الإضاءة من خليتين : خلية للدخول وأخري للخروج تتحمل اللوحة ٥٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي للأوجه الثلاثة المميزة (الأحمر- الأصفر- الأزرق) بمقطع مناسب حسب الأحمال الفعلية. يجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/ مم^{2}. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة ، وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة - جهاز فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- ثلاثة (٣) أميترات سعة ٤٠٠ أمبير.
- ثلاثة (٣) لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي ثلاثة (٣) أوجه مزود بالحماية ضد زيادة الحمل ٤٠٠ أمبير.
- محولات الشياس (تيار - جهد) ثلاثة(٣) أوجه .

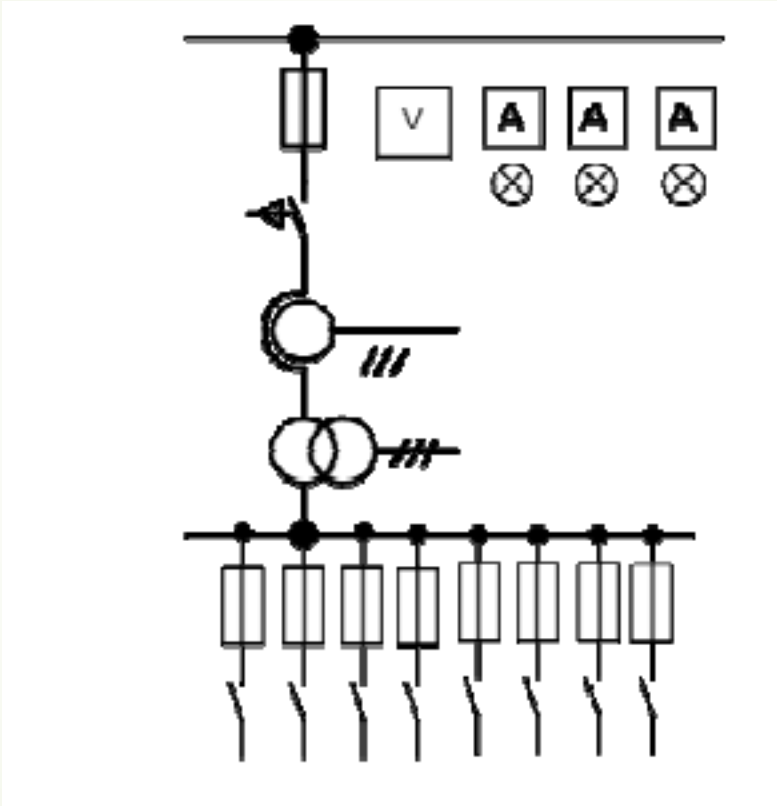
وتحتوي خلية الخروج على الآتي:

- لمبة بيان.
- تسعة (٩) مفاتيح باك سويتش سعة كل مفتاح ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- ثمانية عشر مصهراً أحادياً أوتوماتيكياً.



الشكل (٣- ٧- أ) الواجهة الأمامية للوحة توزيع الإضاءة

الشكل (٣- ٧- أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة التوزيع. والشكل (٣- ٧- ب) يبين الدائرة الخطية للوحة التوزيع مبيناً عليها الأجهزة والمعدات اللازمة.



الشكل (٣- ٧ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع الإضاءة مبين عليها الأجهزة والمعدات اللازمة

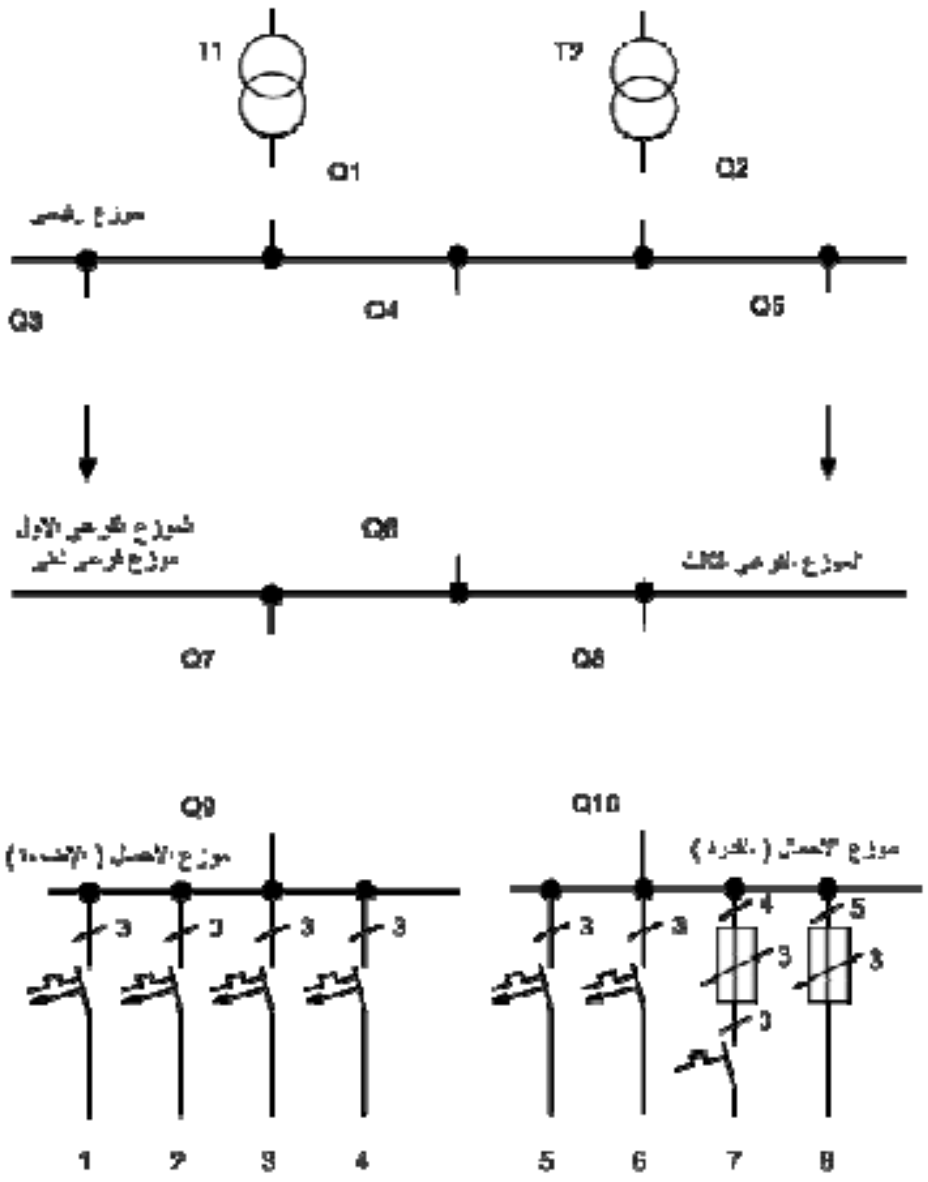
٣- ٥ تمارين:

(١) في شكل (٣- ٨) ارسم لوحة التوصيلات اللازمة لبناء شبكة شعاعية تحتوي على الآتي:

- Q1 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T1
- Q2 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T2
- Q3 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الأول
- Q4 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثاني
- Q5 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثالث
- Q6 مفتاح قدرة للموزع الفرعي الثاني
- Q7 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (الإضاءة)
- Q8 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (القدرة)
- Q9 مفتاح قدرة لموزع المستهلك (الإضاءة)
- Q10 مفتاح قدر لموزع المستهلك (القدرة)

مسار التيار في التوزيع للمستهلكات

1. مثابس بملامسات وقاية
2. مصابيح تفريغ كهربائية
3. مصابيح توهج
4. محول جهد صغير
5. محرك ثلاثي الأوجه
6. مثابس ثلاثية الأوجه
7. مروحة بمحرك ثلاثي الأوجه
8. مثاومات تسخين



الشكل (٣- ٨) توزيع الطاقة الكهربية

(٢) في شكل (٣- ٩) ارسم مسار الموصلات واكتب جميع البيانات عن طريق التمديد في مخ

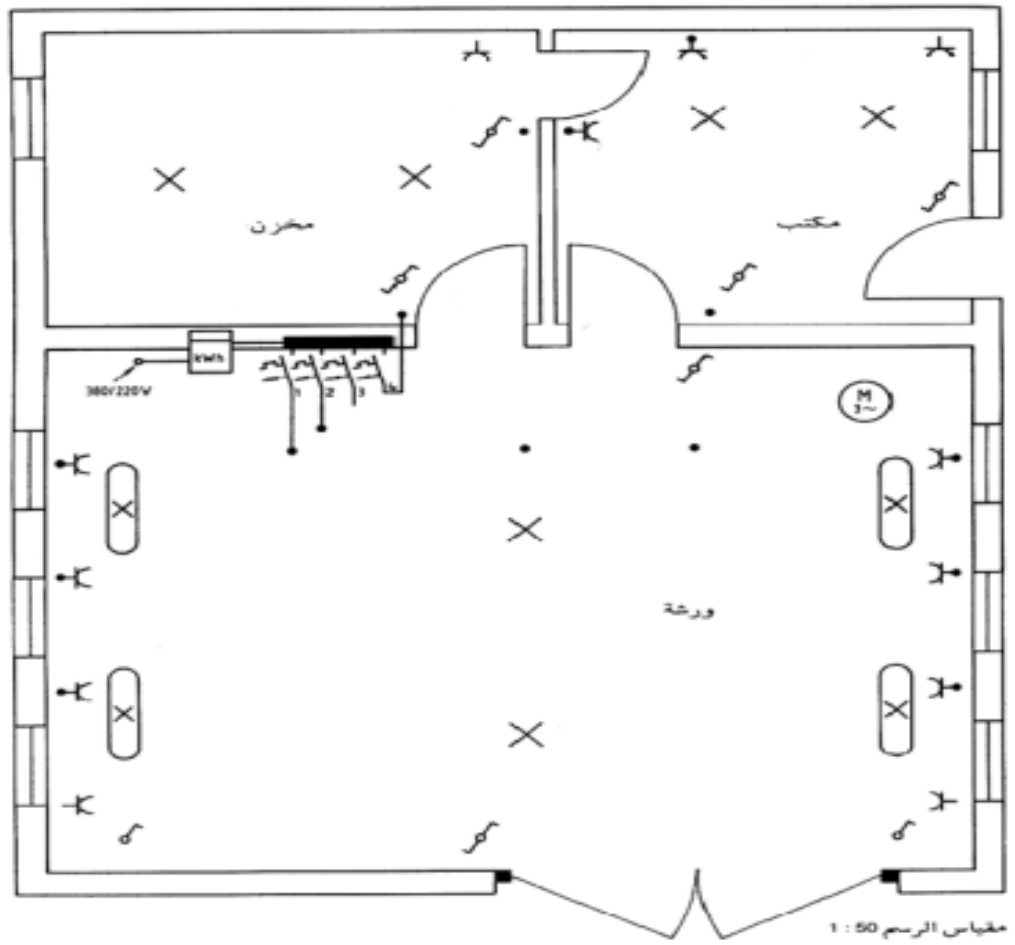
التركيبات الموضح:

الدائرة الأولى: إضاءة الورشة.

الدائرة الثانية : مشابس في الورشة.

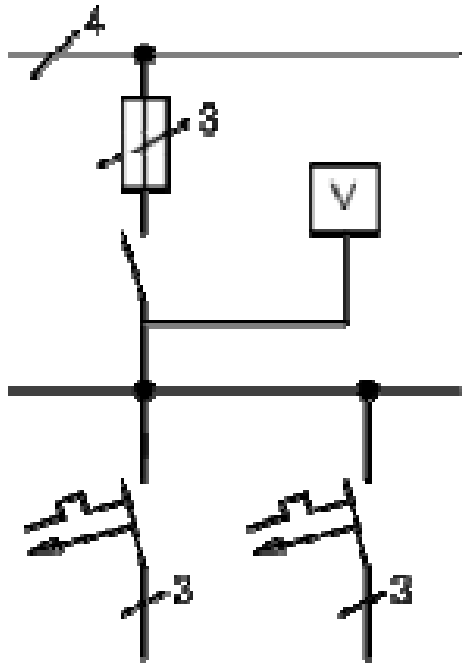
الدائرة الثالثة : محرك ثلاثي الأوجه.

الدائرة الرابعة : إضاءة و مشابس في المكتب وفى المخزن.



الشكل (٣- ٩) قطاع أفقي في مبنى ورشة

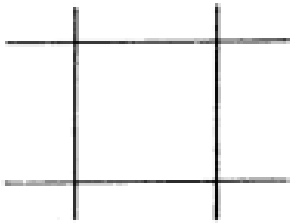
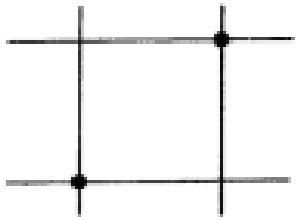
(٣) ارسم الدائرة التنفيذية للدائرة الخطية الموضحة في الشكل (٣- ١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية يتم التحكم فيها بواسطة مفتاح أوتوماتيكي بأزرار تشغيل (فتح ـ غلق) تغذي قاطعين مغناطيسين يغذي كل منهما مجموعة محركات ويتم التحكم بمجموعة أزرار(فتح ـ غلق) واللوحة مزودة بجهاز قياس الجهد لقياس جهد الخط.



الشكل (٣- ١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية

واجب: ارسم الدائرة الخطية والتنفيذية للوحة توزيع ورشة الكهرباء داخل كليتك.

رسم الدارات الإلكترونية

م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبية
١	أسلاك توصيل	———	خطوط ترسم بسمك نصف ملليمتر
٢	أسلاك غير متصلة		الأسلاك تطول وتقصر حسب توصيل العناصر
٣	أسلاك متصلة		توضع نقط اللحام عند مكان الاتصال بدائرة قطرها ٢ مم
٤	ا- أرضى ب- شاسيه		

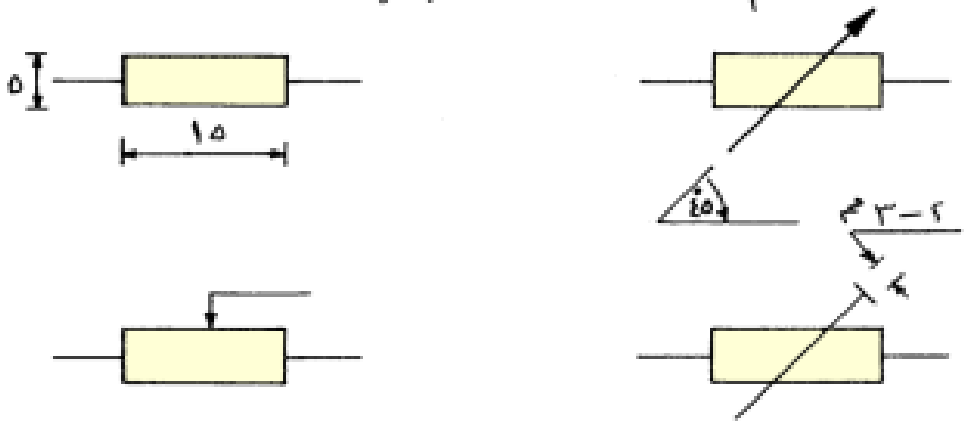
م.هلا سقاف

م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبيه	أشكال عملية
٥	مفتاح			مفتاح فتح وقفل
٦	ا- عمود ب- بطارية	ا- ب-		بطارية
٧	ا- مصهر ب- مصهردقيق			
٨	ا- مصباح ب- لاقطصوتي	ا- ب-		لمبات بيان

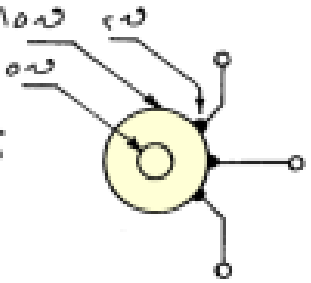
م	اسم الرمز	الرمز
١٣	مقاومة ثابتة	
١٤	مجزء ضغط	
١٥	مقاومة متغيرة	
١٦	مقاومة ثابتة مع نقطة فرعية	
١٧	مسخن من سلك مقاوم	
١٨	مقاومة ضبط	
١٩	مقاومة ذات معامل حرارى سالب	$-t^{\circ}$
٢٠	مقاومة ذات معامل حرارى موجب	$+t^{\circ}$

زوايا وأبعاد نسبية

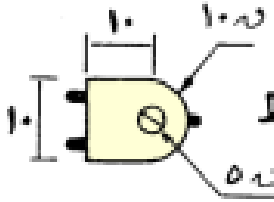
عند رسم المقاومات تكون النسبة بين الطول والعرض ٣ : ١



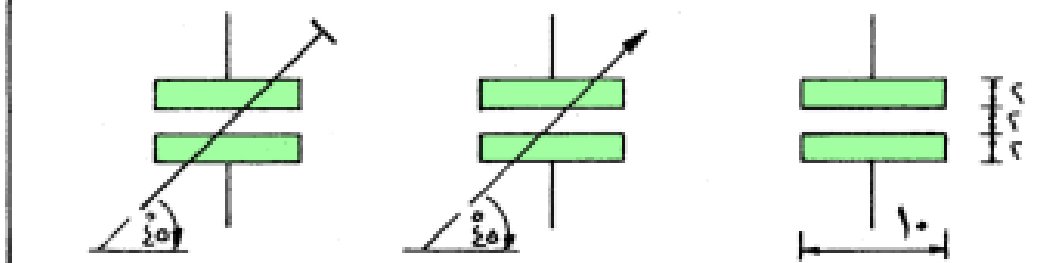
شكل عملى للمقاومة المتغيرة

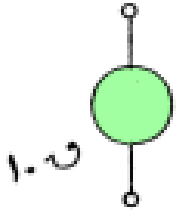


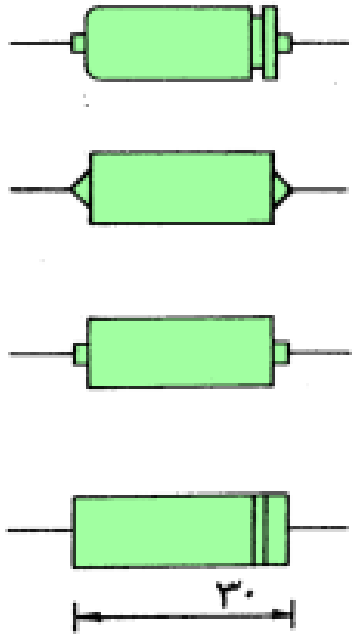
شكل عملى لمقاومة الضبط



م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبية
٢١	مكثف ثابت		
٢٢	مكثف متغير		
٢٣	مكثف ضبط		
٢٤	مكثف كيميائي		

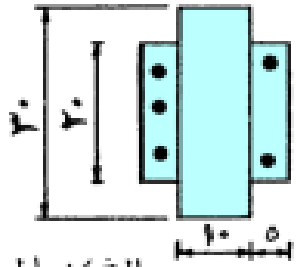
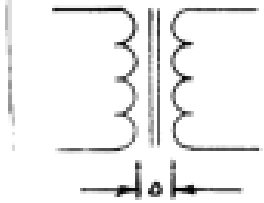
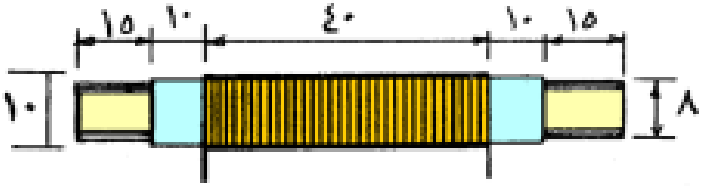






بعض الاشكال العملية
للمكثفات

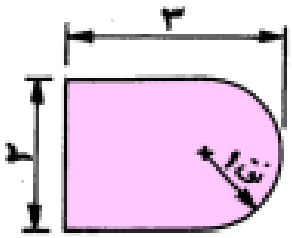
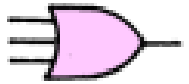
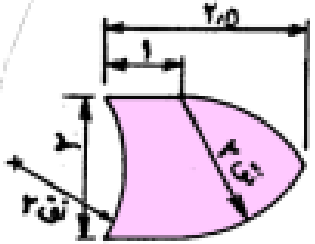
م.هلا سقاف

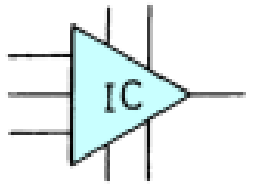
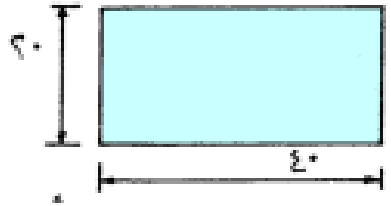
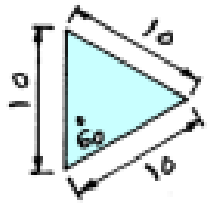
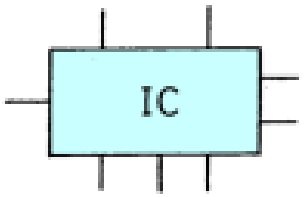
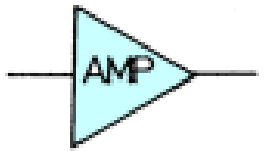
م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبية
٢٥	ملف		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم للفة. ق٨ ٨
٢٦	محول ذو قلب حديدى		  ٣٠ ٢٠ ١٠ ٥  ٥ مم الشكل العملى لمحول القدرة المسافة بين الملفين
٢٧	محول ذو قلب فيرايت		
٢٨	محول ذو قلب هوائى		 ١٥ ١٠ ٤٠ ١٠ ١٥ ١٠ ٨ الشكل العملى لملف ذو قلب فيرايت

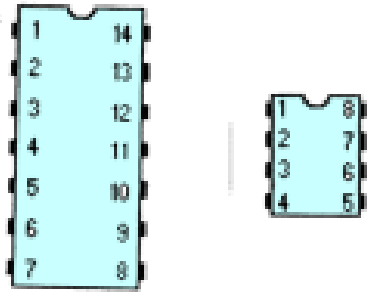
م.هلا سفاف

م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبية
٢٩	أ- ثنائي (موحد) ب- ثنائي زينر جـ- ثايرستور	C G A أ C A ب جـ	ترسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طوله من ٦-٨ سم ٦٠° ٦ ٦
٣٠	أ- ثنائي ضوئي ب- ثنائي مشع للضوء	أ ب	BR1 D ١٠ ٥ ١٥ أشكال عملية للموحدات
٣١	أ- ترانزستور نوع NPN ب- ترانزستور نوع PNP	c b e أ ب	٦٠° ١٠ ٥ ١٠ ١٥ ١٥ ١٥
٣٢	ترانزستور تأثير مجال أ- قناة نوع (P) ب- قناة نوع (N)	D G S أ ب	c b e e c b e b c e b c ٨ ١٢ أشكال عملية للترانزستور

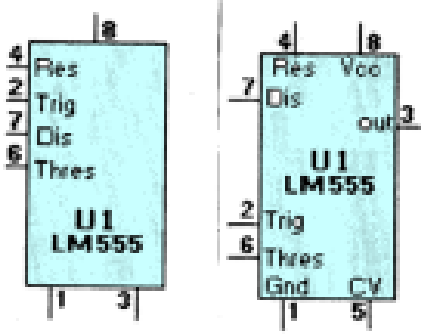
م.هلا سقاف

م	اسم الرمز	الرمز	زوايا وأبعاد نسبية
٣٣	بوابة AND		
٣٤	بوابة OR		
٣٥	بوابة NAND		
٣٦	بوابة NOR		
٣٧	بوابة NOT		XOR

م	اسم الرمز	الرمز	ذوايا وأبعاد نسبية
٣٨	دائره متكاملة (خطية)		• في الدوائر النظرية :   ترسم الدائرة المتكاملة على شكل مثلث متساوى الأضلاع يختلف طول ضلعه حسب عدد الأطراف الموصلة على جوانب المثلث بحيث لاتقل المسافة بين كل طرفين عن ١٥ مم ، وترسم أيضا على شكل مربع أو مستطيل .
٣٩	دائره متكاملة		
٤٠	الرمز العام للمكبر		



الدائرة المتكاملة عمليًا
لاحظ توزيع الأطراف



الدائرة المتكاملة نظريًا
لاحظ توزيع الأطراف

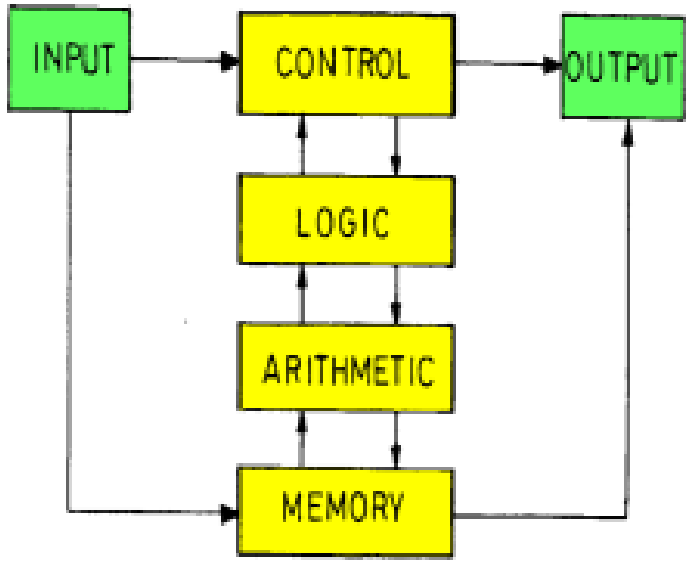
م.هلا سقاف

٢ ١ كيفية رسم الدائرة النظرية لبعض الدوائر الالكترونية وطريقة ترتيب وتوزيع مراحل الدائرة .

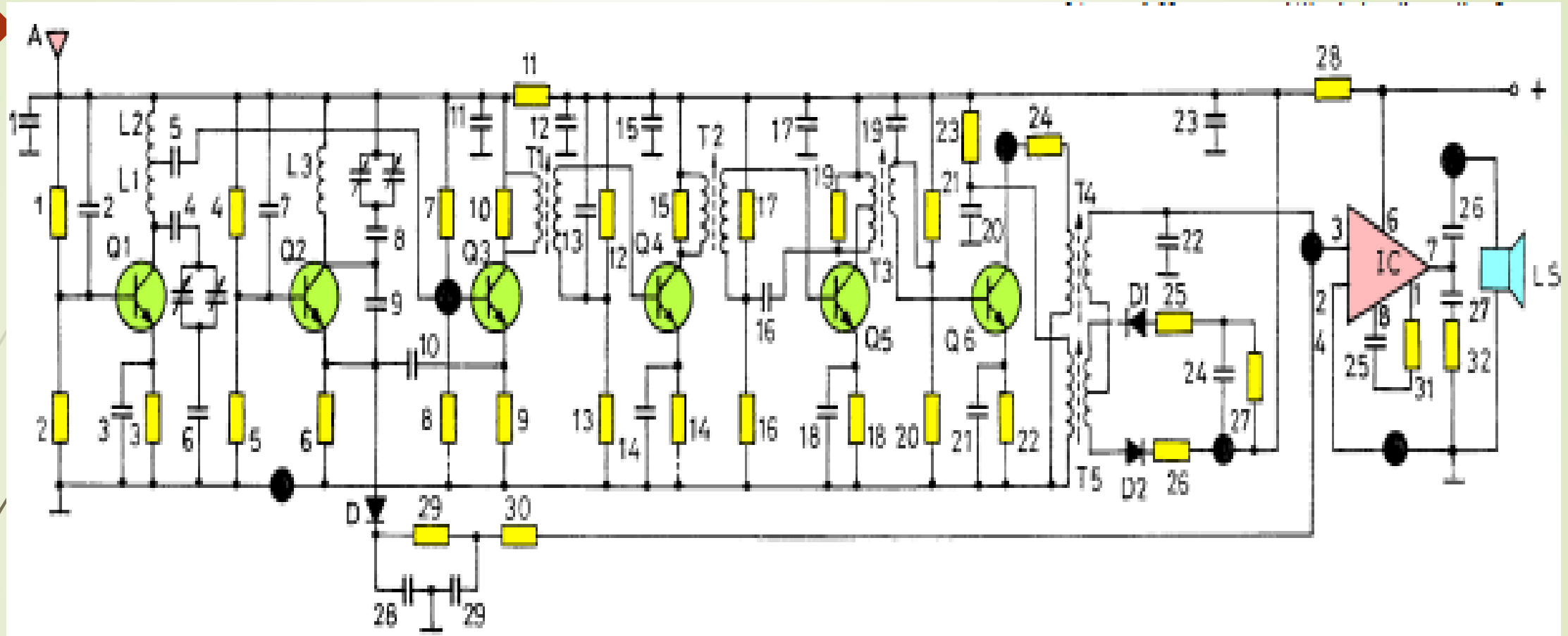
توجد عدة طرق لرسم الدوائر الالكترونية والتعبير عن مكوناتها وطريقة توصيلها ومن هذه الطرق :

١ - الرسم التخطيطي للمراحل Block Digram وهو يوضح المراحل الاساسية الهامة للدائرة ويرسم على هيئة مربعات أو مستطيلات ويوضح بداخل كل مربع أسم المرحلة واتجاه سريان الإشارة من الدخل حتى الخرج .

والشكل يبين رسم تخطيطي لمراحل جهاز الحاسب الآلي ومكوناته الأساسية .



رسم تخطيطي لمراحل جهاز الحاسب الآلي



الشكل يبين الدائرة النظرية بجهاز استقبال موجة FM تحتوى على عدد 6 ترانزستورات ودائرة متكاملة

يراعى عند رسم الدائرة النظرية الالتزام بالقواعد الخاصة بترتيب وضع عناصر الدائرة وطريقة توزيعها واتجاه الدخل والخرج ومكان وحدة التغذية بالنسبة للدائرة وكيفية كتابة أسماء المكونات ونوعها وقيمها بالدائرة ذاتها أو بجداول ملحقة حتى تحقق الهدف المرجو من رسمها والدائرة الموضحة تبين الرسم التخطيطى لدائرة استقبال FM كنموذج لهذا النوع من الدوائر .

طريقة ترتيب وتوزيع مراحل الدائرة :

عند رسم الدائرة الالكترونية (نظرياً) على اللوحة يراعى الأتى :

١ - اختيار نسب وأبعاد للمكونات تتناسب مع مساحة اللوحة المطلوب الرسم عليها .

٢ - استخدام الرموز والمصطلحات بنظام واحد وتوزع بالتساوى بحيث لا يكون هناك فراغ أو تزاحم فى بعض أجزاء الدائرة .

٣ - كتابة رقم أو قيم مكونات الدائرة بطريقة واضحة باستخدام مساطر الحروف وبحيث يتناسب حجم الحرف مع حجم العنصر أو المكونات .

٤ - الالتزام بأبعاد الإطار المحدد للرسم بحيث تقسم اللوحة داخلة رأسياً على النحو التالى .

أ - تعد المكونات الرئيسية للدائرة (ترانزستور – دائرة متكاملة) الموجودة على مستوى أفقى واحد .

ب - نقسم طول اللوحة على عدد المكونات الرئيسية زائد رقم إضافى فينتج عدد الأقسام الرأسية للوحة .

٥ - نقسم اللوحة أفقياً بنفس الطريقة السابقة فيكون تقاطع خطوط التقسيم الرأسية والأفقية مراكز لرسم المكونات الرئيسية .

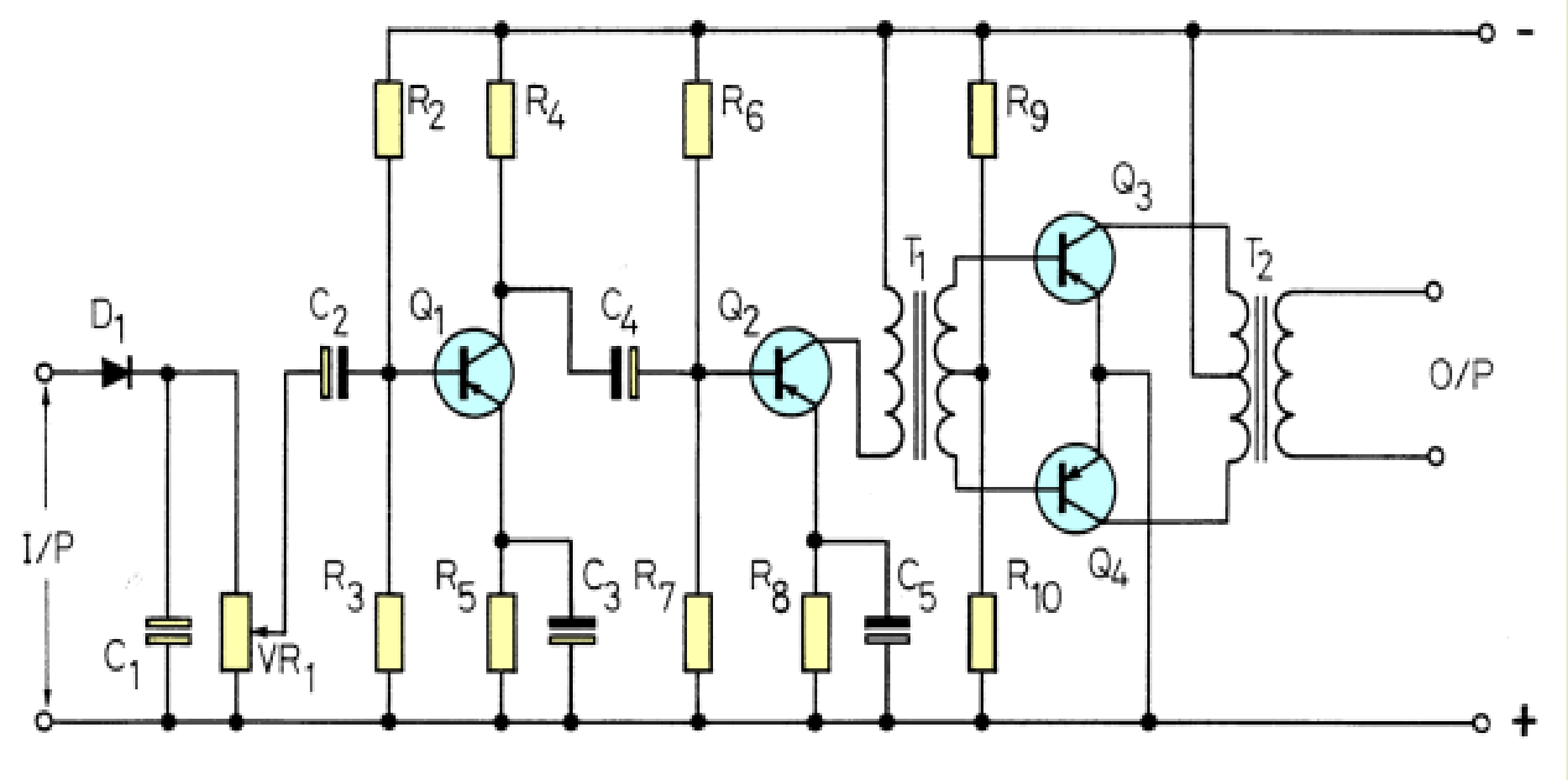
٦ - فى حالة احتواء الدائرة على دائرة تغذية فيخصص لها مساحة من عرض الدائرة تساوى ربع العرض ، ويخصص باقى العرض لرسم الدائرة الأساسية المطلوب رسمها .

٧ - يرسم خطى الموجب والسالب للتغذية على بعد مناسب من داخل الاطار (حوالى واحد سنتيمتر من كل الجوانب) ثم ترسم العناصر الرئيسية بأماكنها وأطرافها مثل (الترانزستورات () الدوائر المتكاملة – محولات الدخل و الخرج) .

٨ - يتم تحديد مستوى لباقى مكونات الدائرة مثل (المقاومات – المكثفات – الموحدات) أعلى وأسفل خطى الموجب والسالب بخطوط أفقية خفيفة البعد بينهما مساو لارتفاع المقاومات .

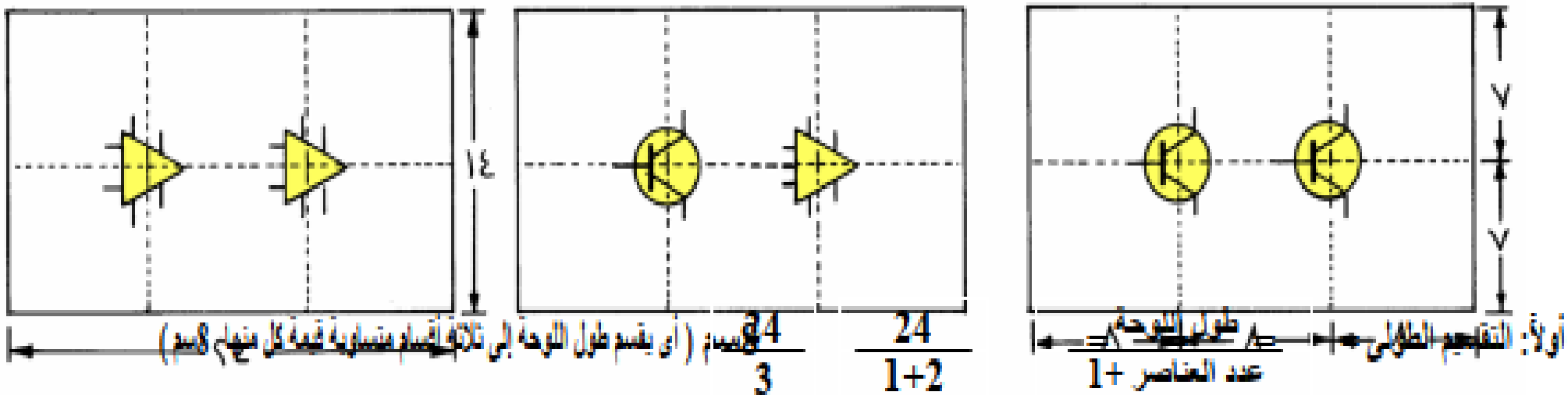
٩ - عند نهاية الرسم تزال الخطوط الخفيفة المساعدة وتظلل العناصر المطلوب تظليلها وتكتب جميع البيانات على اللوحة .

وفى الأمثلة الأتيه بيان لطريقة رسم بعض الدوائر الصغيرة .. وشرح لطريقة تقسيم لوحة تحتوى على عنصرين ولوحة أخرى تحتوى على ثلاثة عناصر وبيان رسمها نظرياً على خطوات .


-
+
I/P
O/P
D1
C1
VR1
C2
R2
R3
Q1
R4
R5
C3
C4
R6
R7
Q2
R8
C5
T1
R9
R10
Q3
Q4
T2

مثال1: كيفية توزيع المكونات على اللوحة :

إذا كان المطلوب رسم أحدى هذه الدوائر داخل إطار أبعادة 24 × 14 سم فإن التقسيم يتم بالطريقة الأتيه :



أولاً: التقسيم الطولي

طول اللوحة
عدد العناصر +1

٨سم (أى يقسم طول اللوحة إلى ثلاثة أقسام متساوية قيمة كل منهم 8سم)

ثانياً: التقسيم العرضى للمرحلة الأولى والثانية

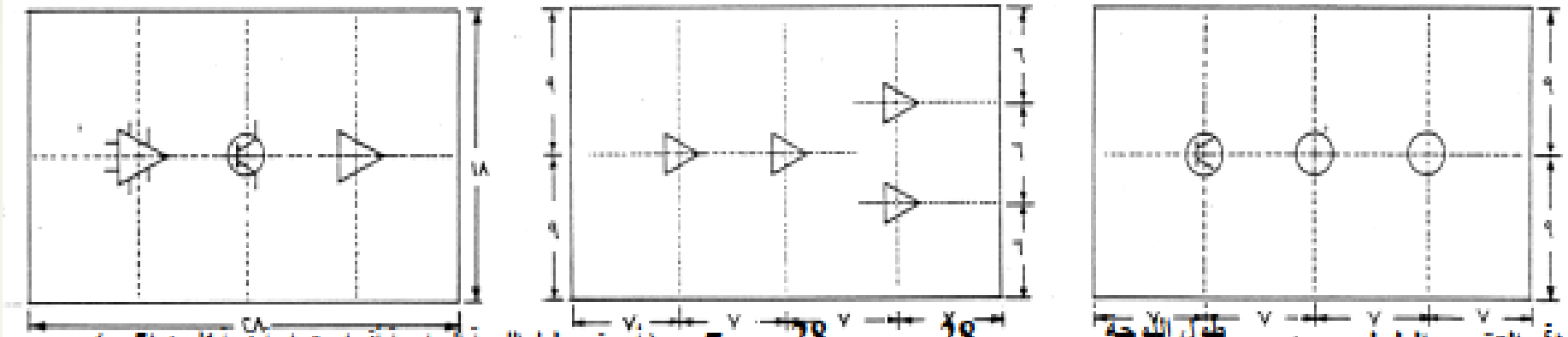
$$= = = = \frac{\text{عرض اللوحة}}{\text{عدد العناصر +1}} \quad \frac{14}{1+1} \quad \frac{14}{2}$$

7سم (أى يقسم عرض اللوحة افقياً إلى قسمين كل منهما 7سم)

ويكون تقابل خطوط التقسيم الأفقية مع خطوط التقسيم الرأسية مراكز لرسم العناصر الرئيسية بأى شكل من الأشكال (مثلث– مربع – مستطيل – دائرة) وترسم جميع الخطوط المساعدة بخطوط خفيفة حتى يسهل محوها فى نهاية العمل مع مراعاة رسم الخطوط الأفقية دفعة واحدة فى جميع أجزاء اللوحة وكذلك الخطوط الرأسية وفى نهاية الرسم توضع نقط اللحام الأساسية وأطراف الدخل والخرج (البنانات) وأطراف البطارية الخاصة بتغذية الدائرة ثم تكتب أسماء العناصر أو القيم الخاصة بها .

مثال2: كيفية توزيع المكونات على اللوحة :

إذا كان المطلوب رسم أحدى هذه الدوائر داخل إطار أبعادة 28 × 18 سم فإن التقسيم يتم بالطريقة الأتيه :



أولاً: التقسيم الطولى = طول اللوحة / عدد العناصر +1 = 28 / 3+1 = 28 / 4 = 7سم (أى يقسم طول اللوحة إلى اربعة أقسام متساوية قيمة كل منها 7سم)

ثانياً: التقسيم العرضى للمرحلة الأولى والثانية

عرض اللوحة / عدد العناصر +1 = = = = 18 / 1+1 = 18 / 2 = 9سم (أى يقسم عرض اللوحة إلى قسمين كل منهما 9سم حتى نهاية المرحلة الأولى والثانية)

ثالثاً: التقسيم العرضى للمرحلة الثالثة والتى تشغل عدد 2 ترانزستور أو 2 دائرة متكاملة

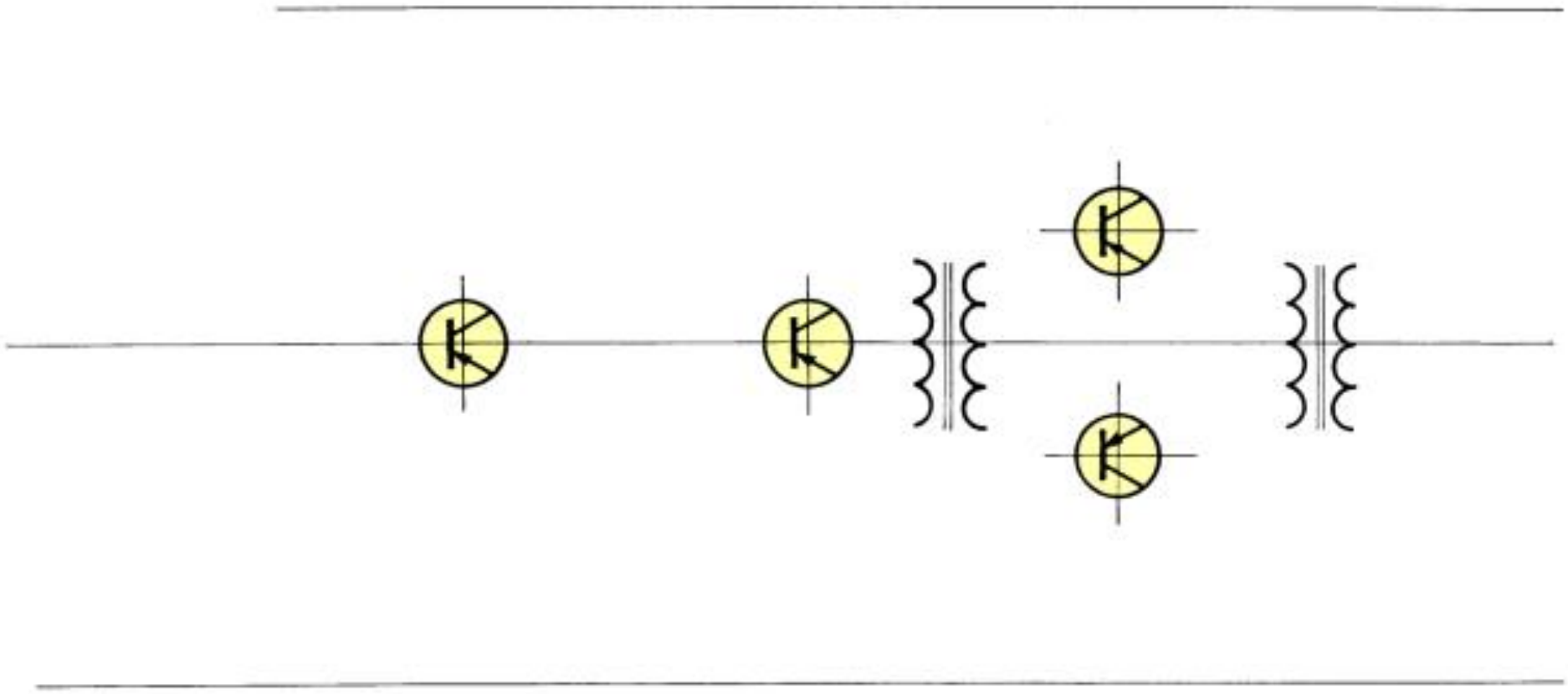
عرض اللوحة / عدد العناصر +1 = = = = 18 / 1+2 = 18 / 3 = 6سم (أى يقسم عرض اللوحة إلى ثلاثة أقسام كل منها 6سم فى المرحلة الثالثة فقط)

ويعتبر تقابل خطوط التقسيم الرأسية والأفقية مراكز لرسم العناصر كما يتضح بالشكل .

الشكل يبين دائرة مكبر مكون من مرحلتين تكبير بالتتابع ومرحلة دفع وجذب باستخدام 4 ترانزستور ومحولين دخل وخرج

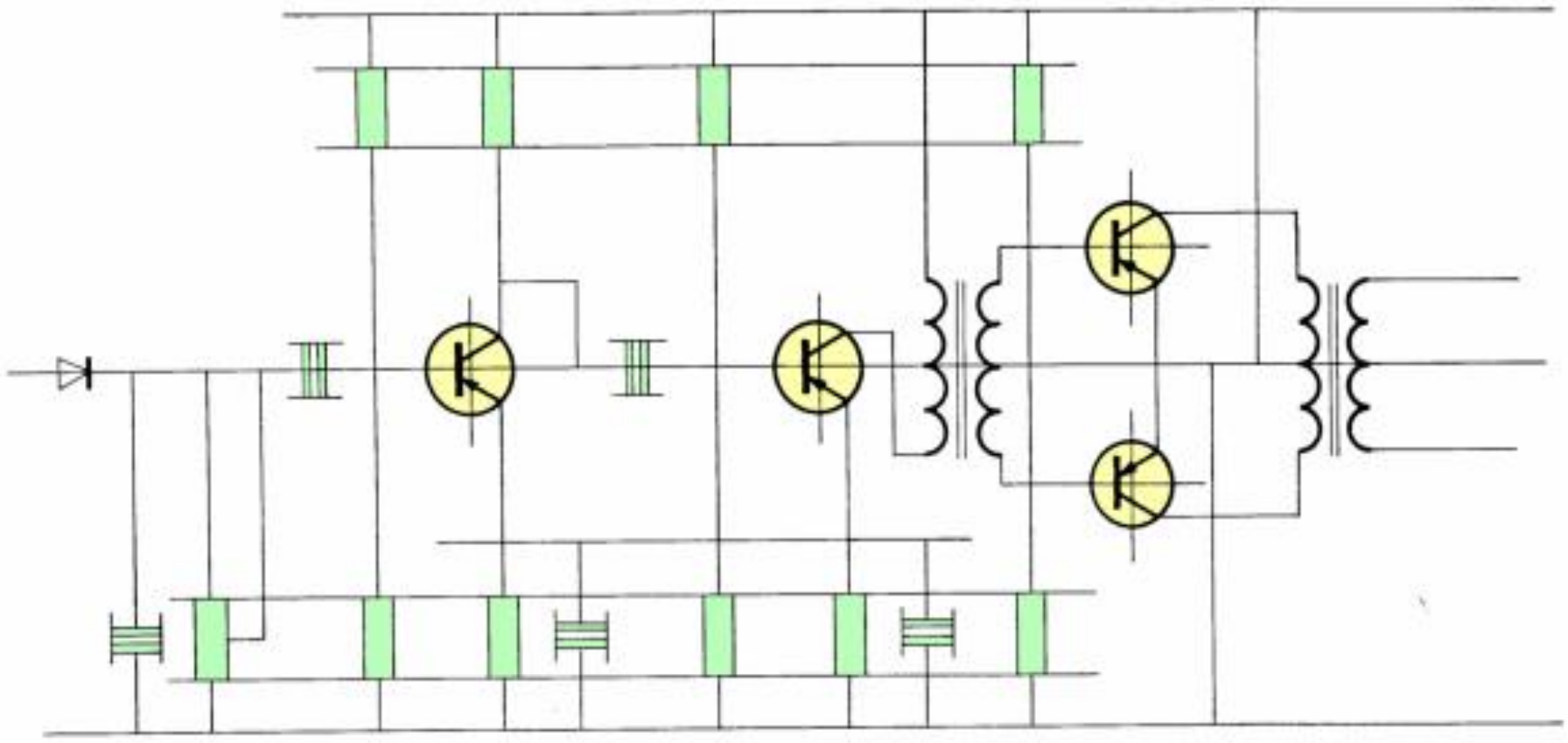
الخطوة الأولى :

تقسم الدائرة رأسياً وأفقياً بخطوط خفيفة وترسم العناصر الرئيسية بالدائرة كما هو موضح .



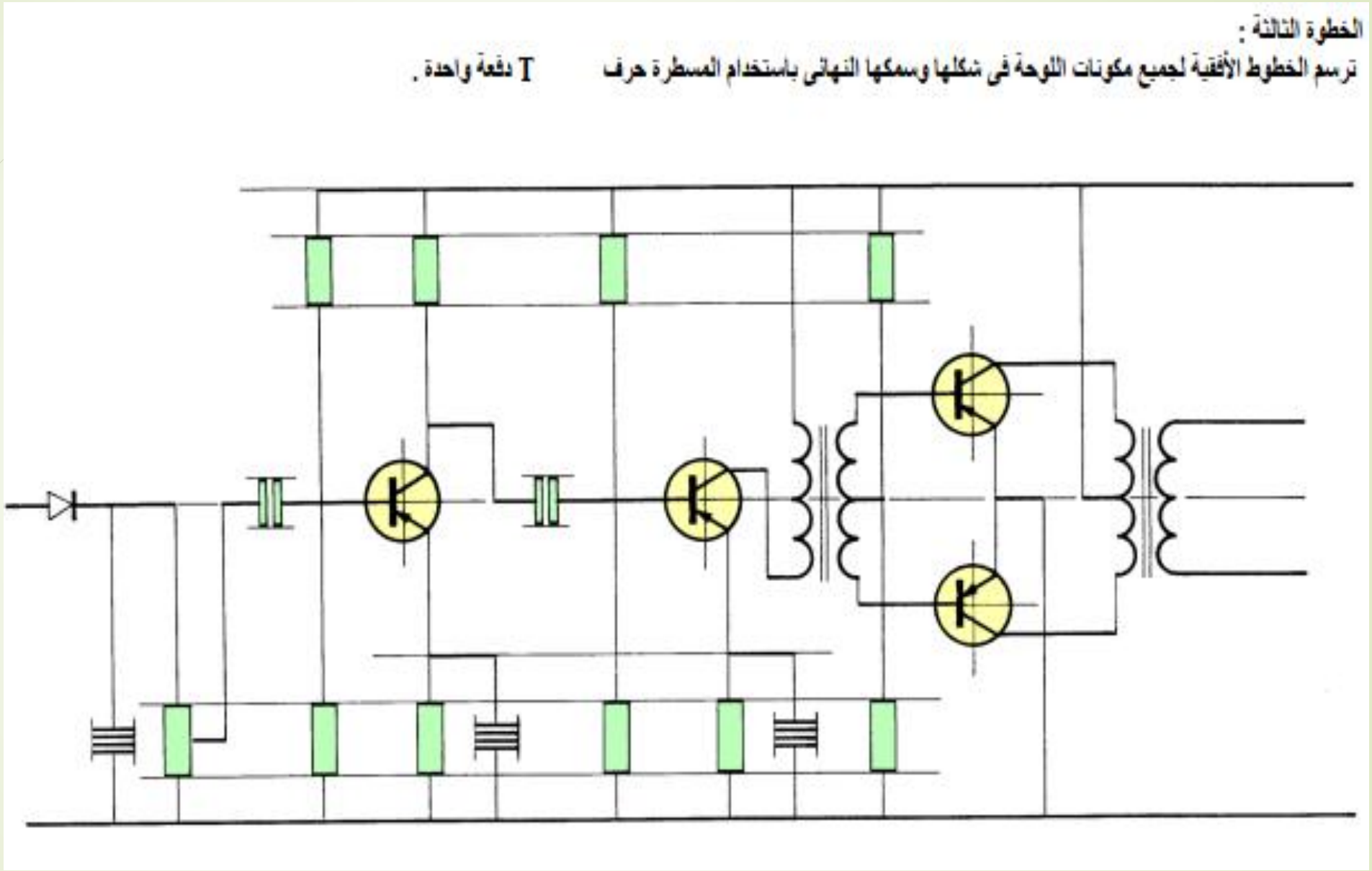
الخطوة الثانية :

رسم خطوط أفقية خفيفة المسافة بينها مساوية لارتفاع المقاومات أعلى وأسفل خطى الموجب والسالب ترسم بينها باقى العناصر بخطوط خفيفة .



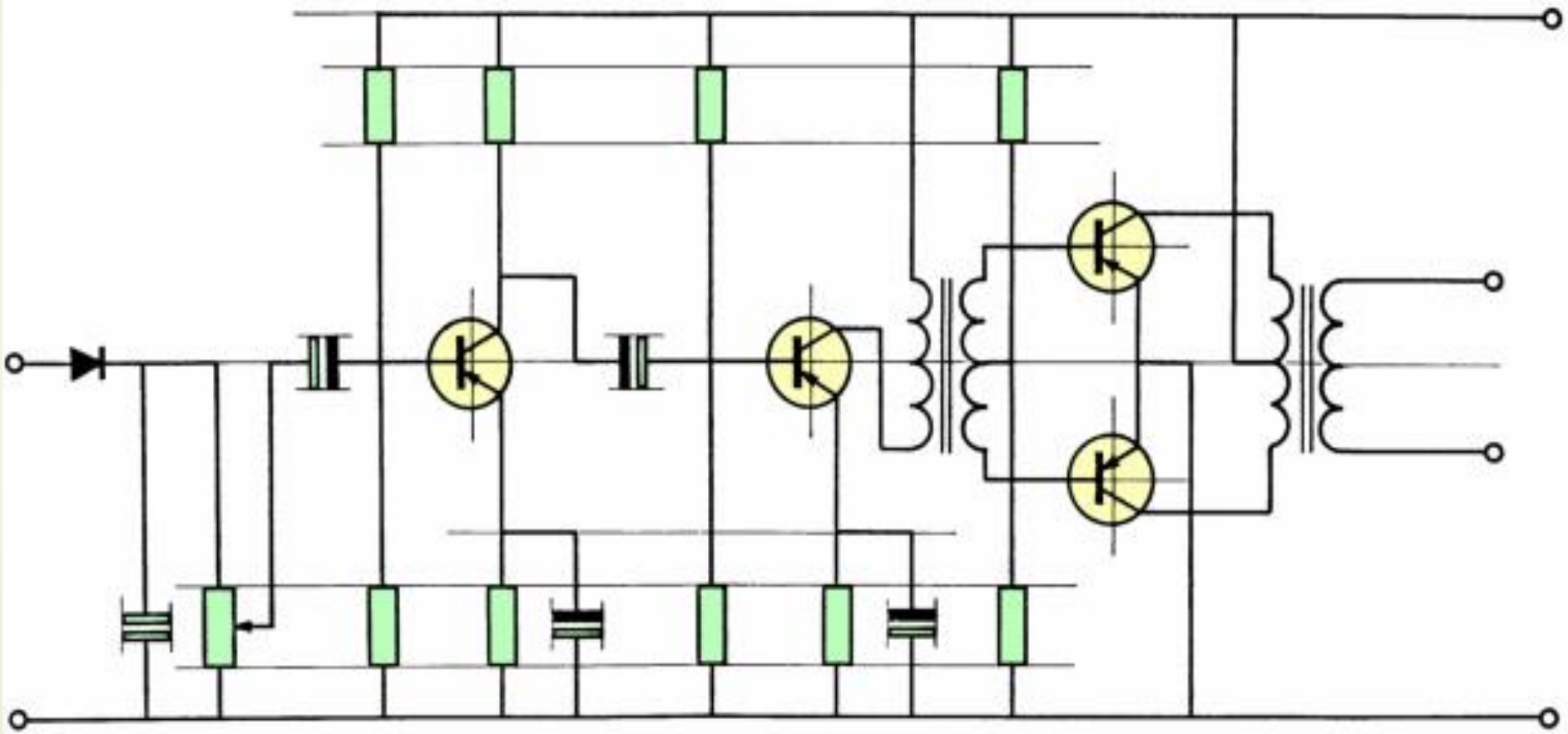
الخطوة الثالثة :

ترسم الخطوط الأفقية لجميع مكونات اللوحة فى شكلها وسمكها النهائى باستخدام المسطرة حرف T دفعة واحدة .



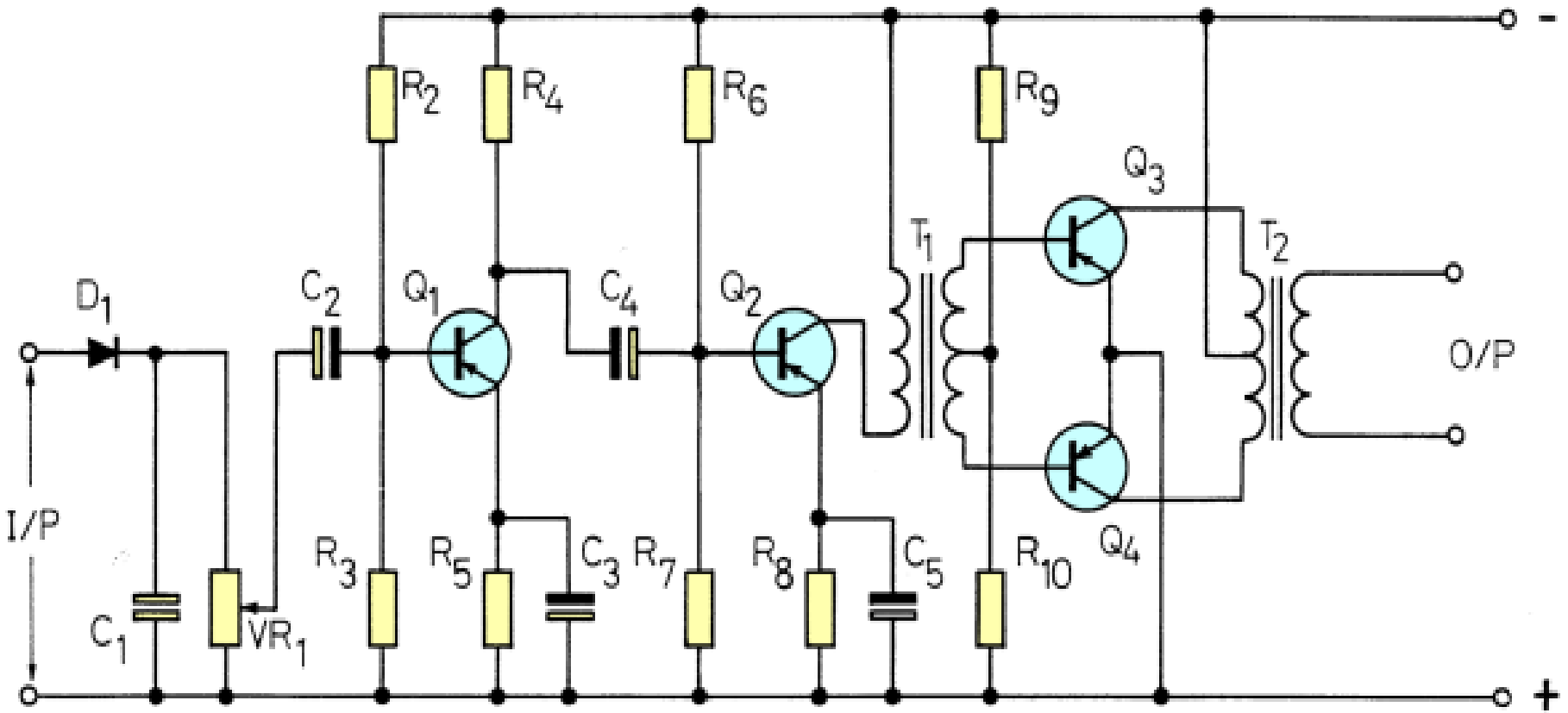
الخطوة الرابعة :

ترسم الخطوط الرأسية لجميع مكونات اللوحة فى شكلها وسمكها النهائى باستخدام المثلث القائم مع المسطرة حرف T دفعة واحدة .

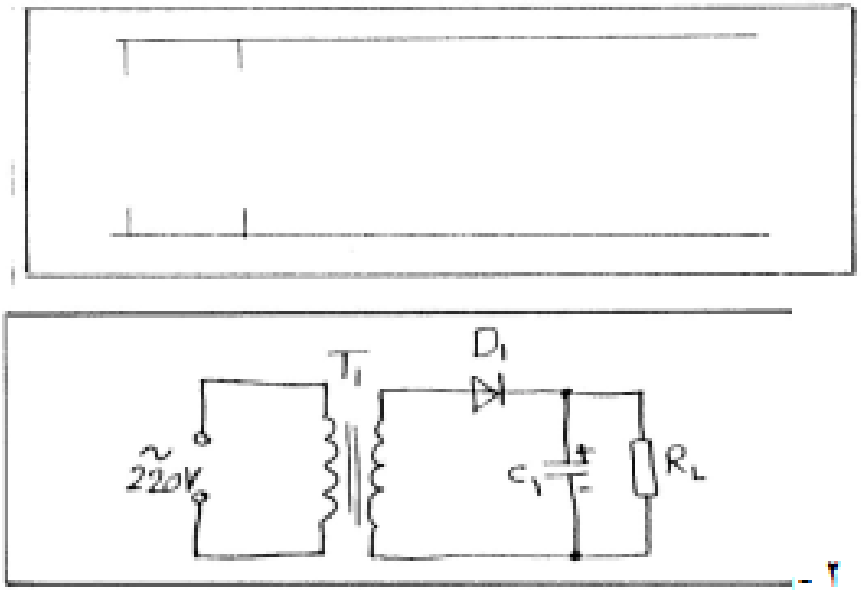


الخطوة الخامسة :

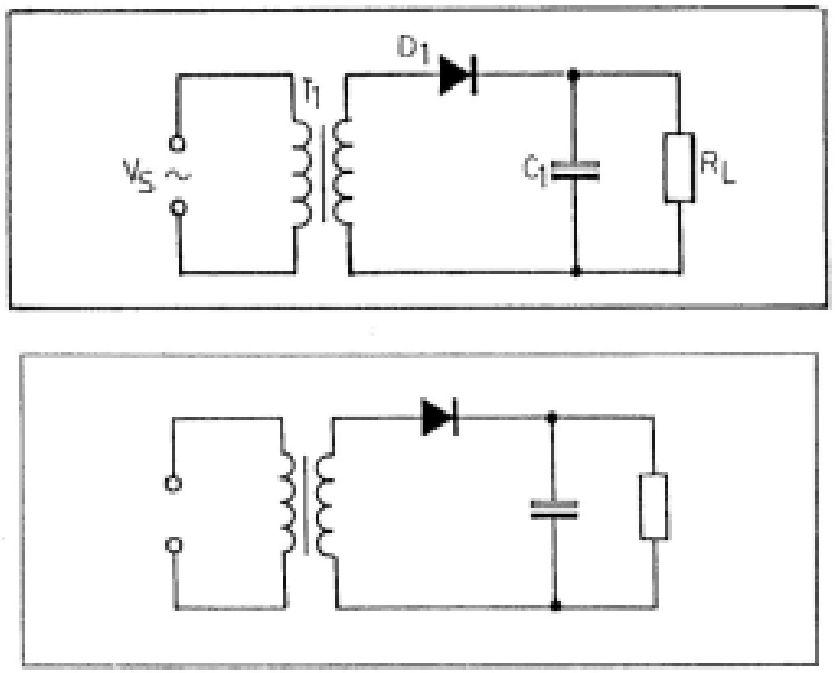
تزال الخطوط المساعدة وتوضع نقط اللحام الأساسية وأطراف الدخل والخرج وتحديد القطبية الموجبة والسالبة وتكتب اسماء أو القيم العناصر .



مثال 2 : الشكل يوضح الرسم الكروكى لدائرة توحيد نصف موجة
باستخدام ثنائى سليكون ومكثف كيميائى :

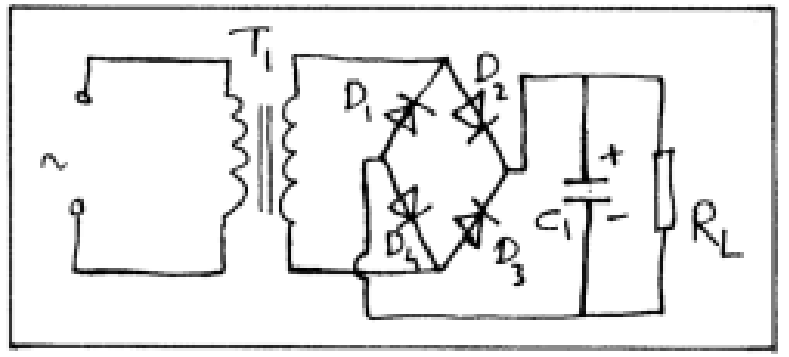


٢ - الرسم النهائى :
ترسم الخطوط بالسمك المناسب وتمحى الزيادات وتوضع نقط اللحام بدوائر مصمتة قطرها 2مم وبنانات الدخل والخرج بدوائر مفرغة قطرها 2مم أيضاً وتكتب البيانات .

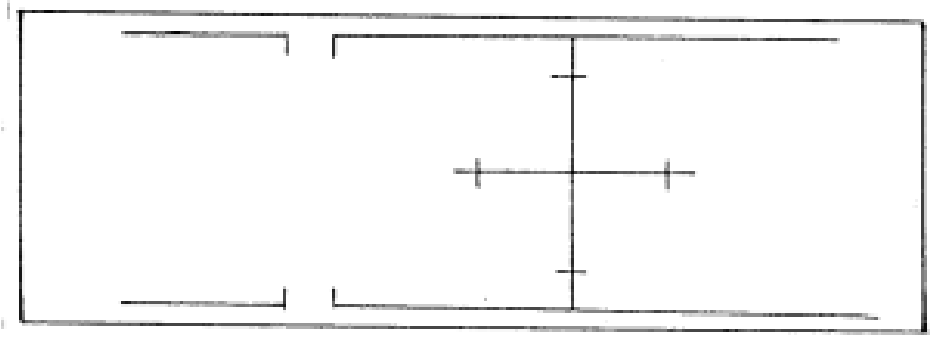


الرأسى ويراعى رسم المكثف فى منتصف ارتفاع المقاومة .

مثال 3 : الشكل يبين الرسم الكروكى لدائرة توحيد موجه كاملة باستخدام أربعة موحدات (قنطرة) .

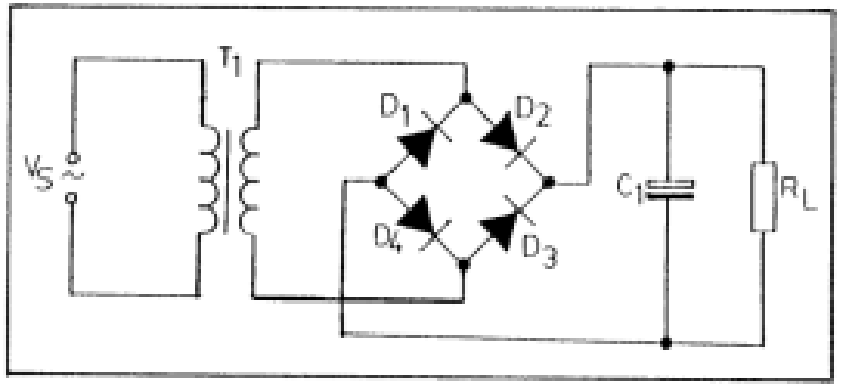


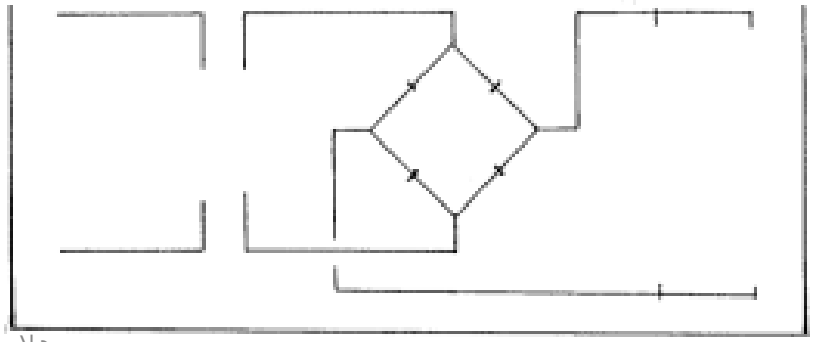
خطو



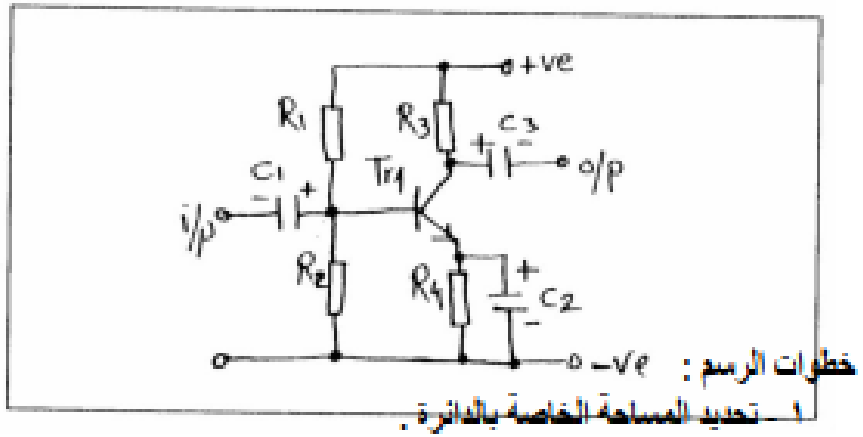
٢ - تحدد أماكن باقى العناصر بحيث تكون فى مستوى واحد فى منتصف المسافة بين خطى الموجب والسالب للدائرة .
(تأكد من صحة اتجاه الموحدات عند رسم القنطرة)

٣ - الرسم النهائى :
يعتبر رسم الدائرة منتهياً عند الانتهاء من كتابة أسماء المكونات ووضع نقط اللحام وأطراف بنانات الدخل والخرج .





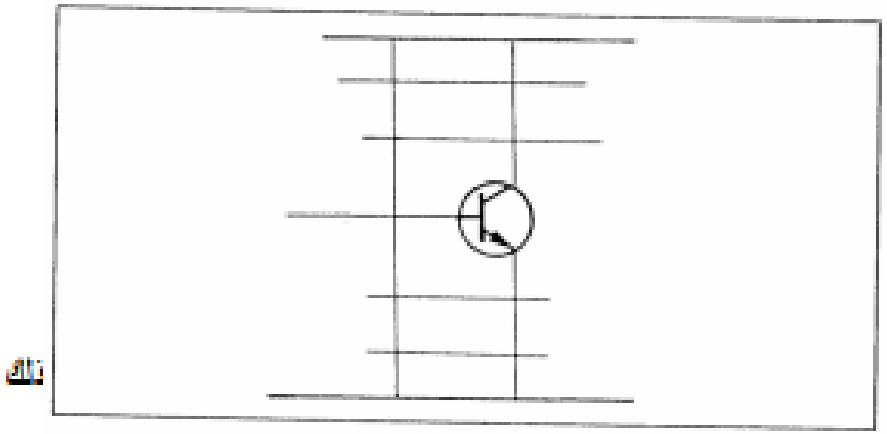
مثال4 : رسم الدائرة الخطية لمكبر مرحلة واحدة باستخدام ترانزستور



خطوات الرسم :

١ ـ تحديد المساحة الخاصة بالدائرة .

٢ ـ يرسم خطى التغذية الموجب ويمثله الخط الأعلى والجهد السالب (الارضى) يمثله الخط السفلى ثم يرسم خطاً موازياً فى منتصف المسافة بينهما .



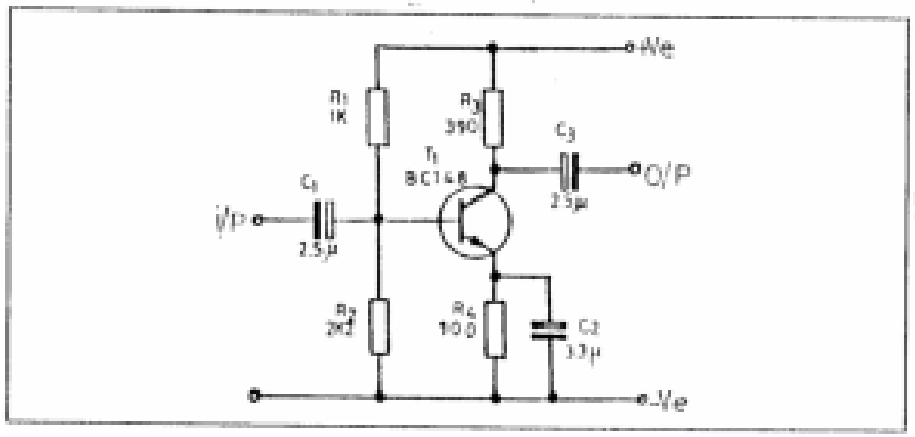
ذلك

.

يرسم خطين متوازيين البعد بينهما مساوٍ لارتفاع المقاومة تحت خط الموجب العام للدائرة وأعلى الخط السالب ، حيث يرسم بينهما جميع المقاومات و المكثفات وباقى عناصر الدائرة فى مستويات واحدة .

٤ ـ الرسم النهائى :

يظهر بالشكل النهائى كتابة أسماء العناصر ونقط اللحام وأطراف الدخل والخرج وإزالة الخطوط الزائدة .

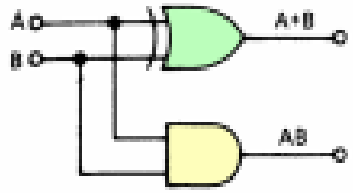


٣ ١ تكبير وتصغير الدوائر النظرية :

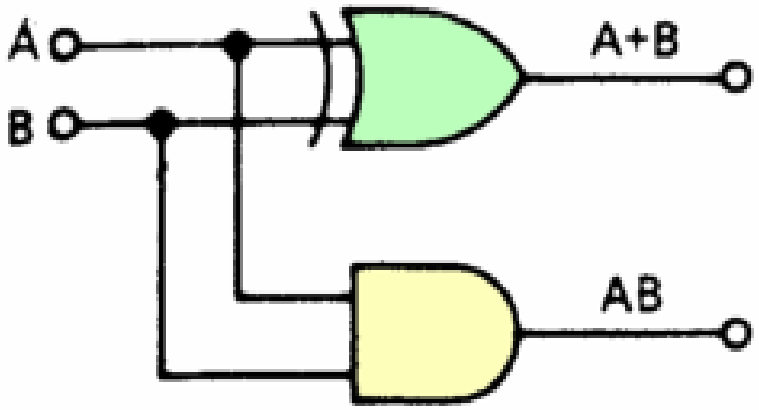
عند دراسة أبعاد المكونات الإلكترونية سواء النظرية أو العملية وجدنا أنها أبعاد نسبية وليست أبعاد ثابتة ، ولكن يختلف حجم العنصر بأختلاف المساحة المرسوم فيها الدائرة .

فعلى سبيل المثال اذا كان المطلوب رسم التوصيلات الخاصة بإحدى التجارب المعملية بكراسة الحصة فى أطار مساحته 10سم طولاً و 7سم عرضاً فيكون طول المقاومة 15مم وعرضها 5مم ولكن عند تنفيذ هذه الدائرة نفسها كوسيلة ايضاح تعليمية مساحتها 100سم طولاً و 70سم عرضاً فيلزم لذلك تكبير جميع العناصر التى ينفذ بها الرسم 10أمثال البعد المرسوم به فى الحجم الصغير .

أى تصبح حجم المقاومة 150مم طولاً و 50مم عرضاً .

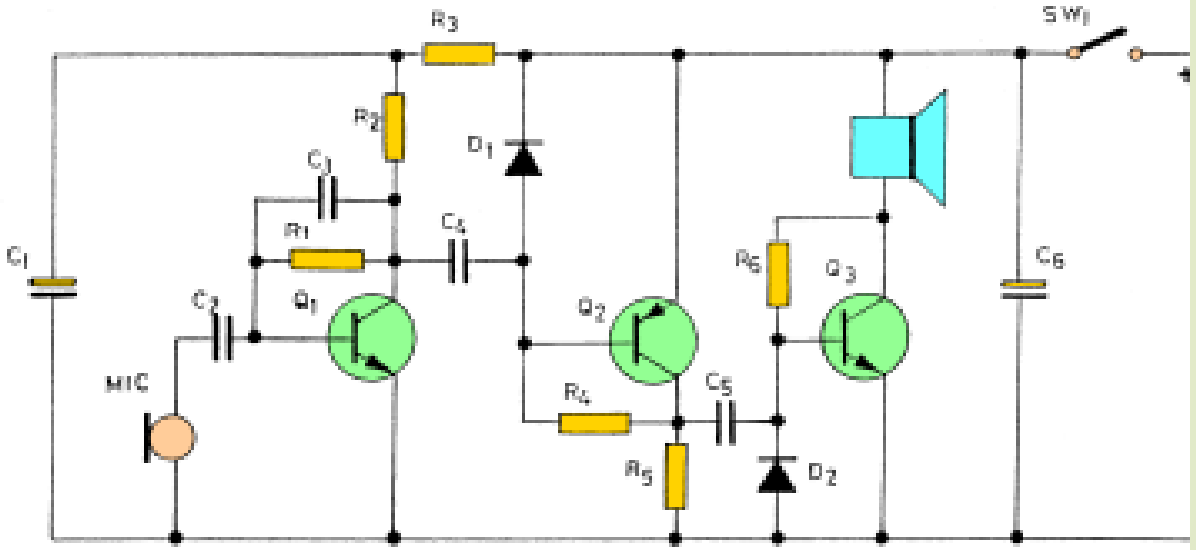


الدائرة المراد تكبيرها

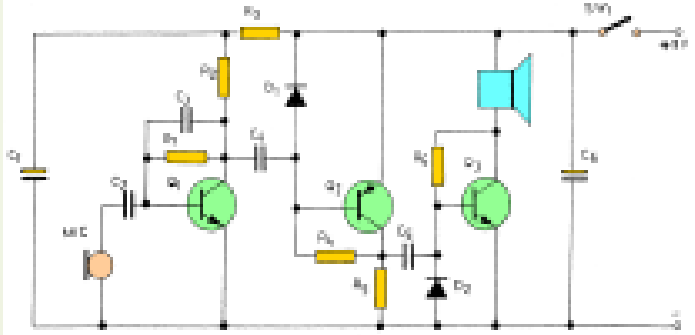


Half-adder

تصغير الدوائر النظرية :
عند التصغير تراعى اختيار النسب للمكونات بحيث تتناسب مع المساحة المرسوم فيها الدائرة وفى هذه الحالة يتم تصغير جميع العناصر بنفس نسبة تصغير المساحة .



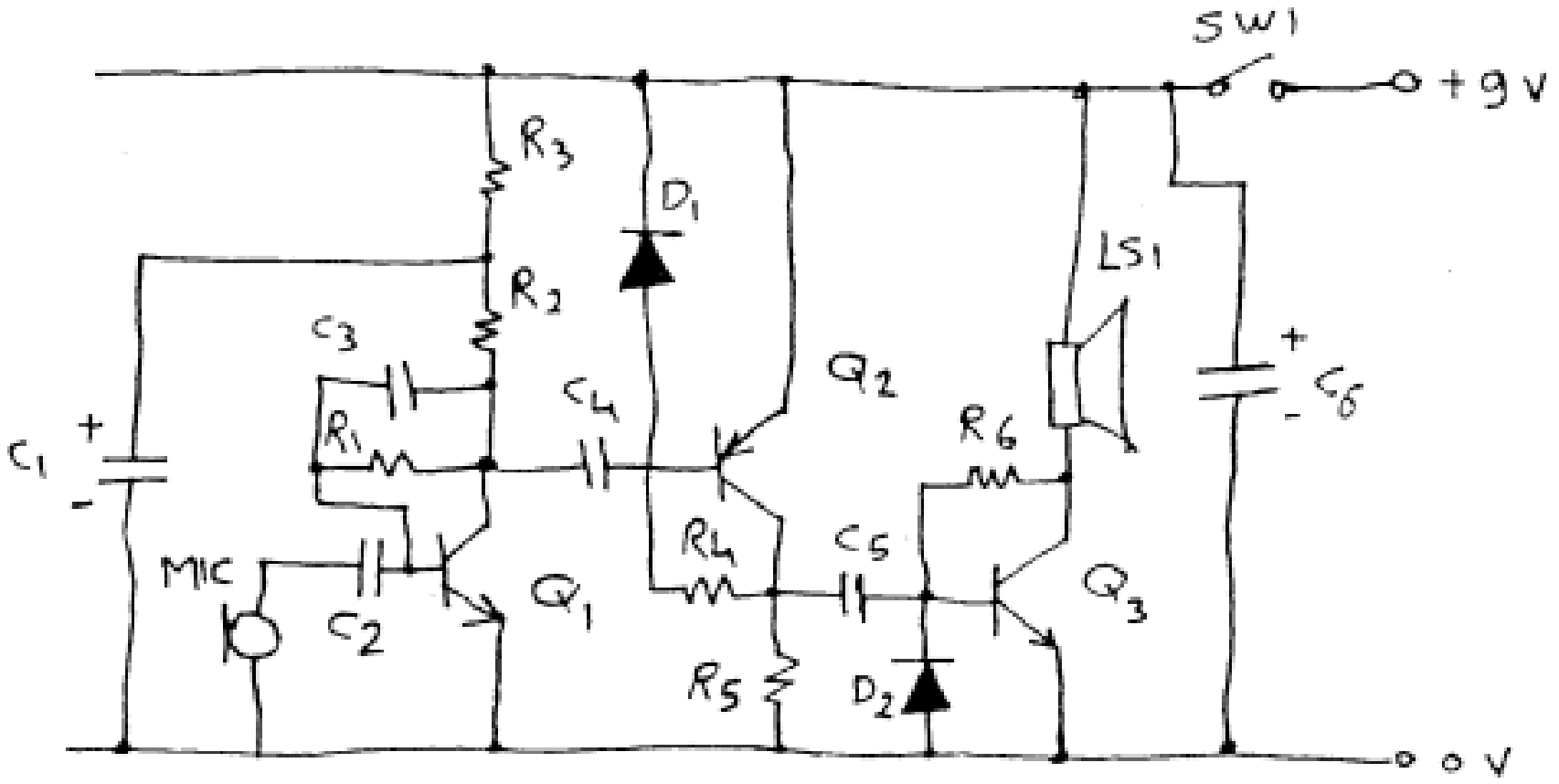
الدائرة المطلوب تصغيرها



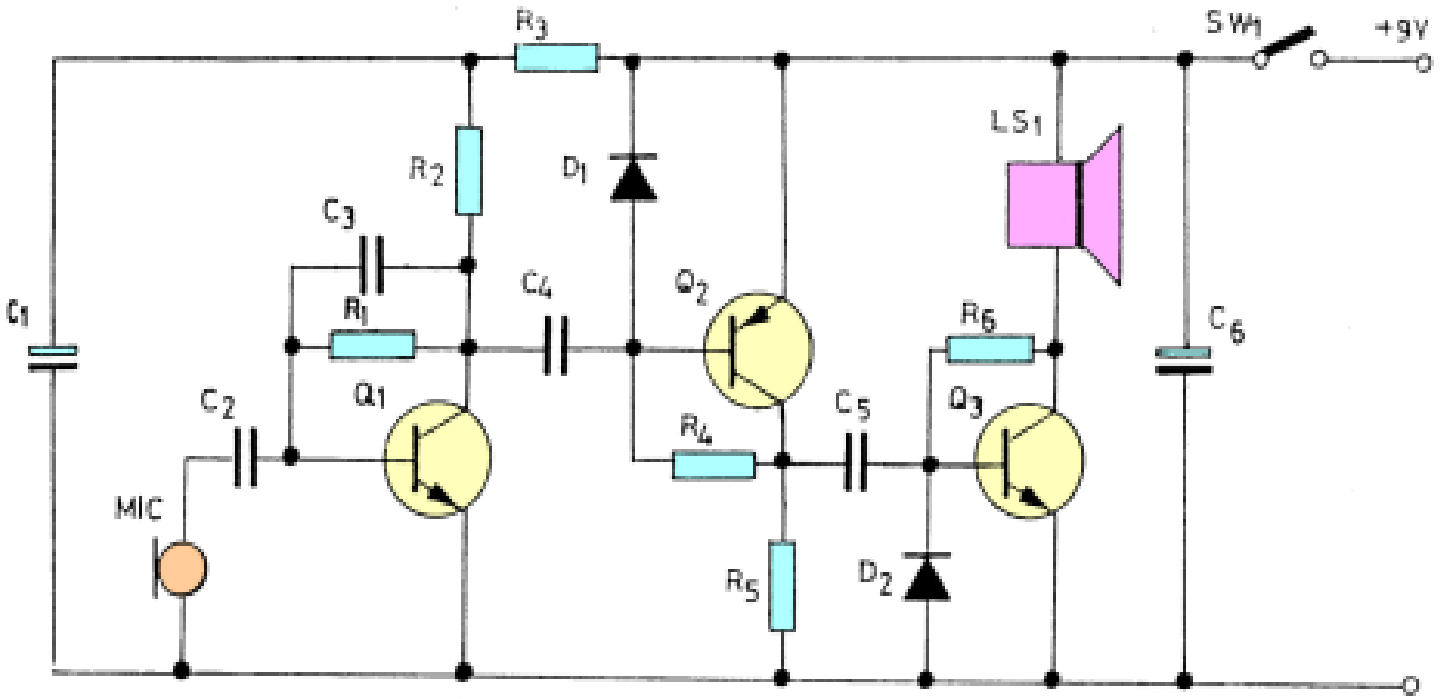
الدائرة بعد التصغير

أمثلة على طريقة ترتيب وتوزيع ورسم الدوائر النظرية

مثال1 : الشكل يبين الرسم الكروكي للدائرة الخطية (الجرس الطفل) والمطلوب رسمها بالأبعاد القياسية داخل اطار مساحته 28×14سم .



حل مثال1 : الدائرة الموضحة تبين رسم الدائرة السابقة بالأبعاد القياسية :



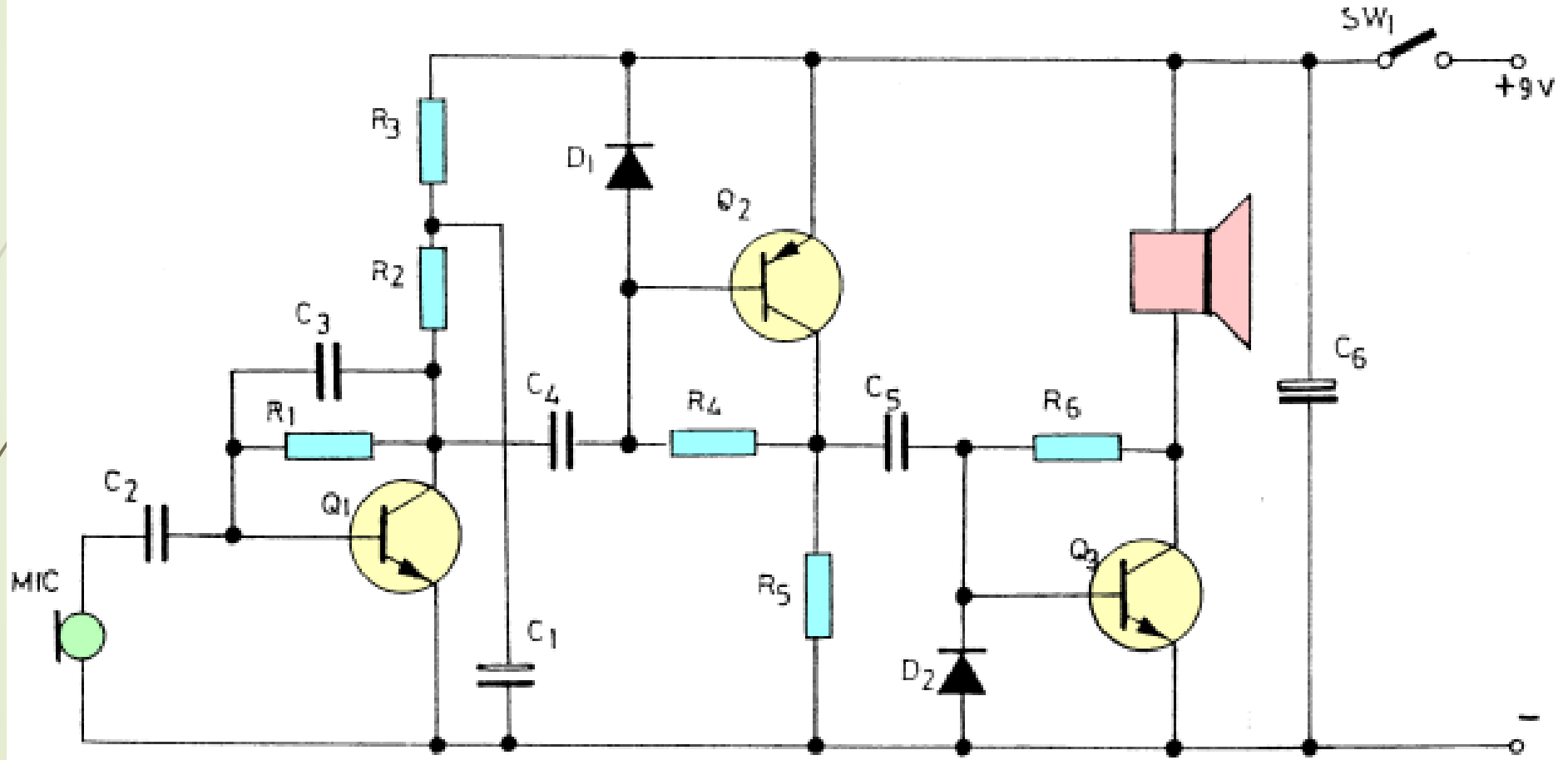
الدائرة الخطية لجرس الطفل المطلوبة

لاحظ على مستوى لانتظام توزيع العناصر على كل مساحة الدائرة

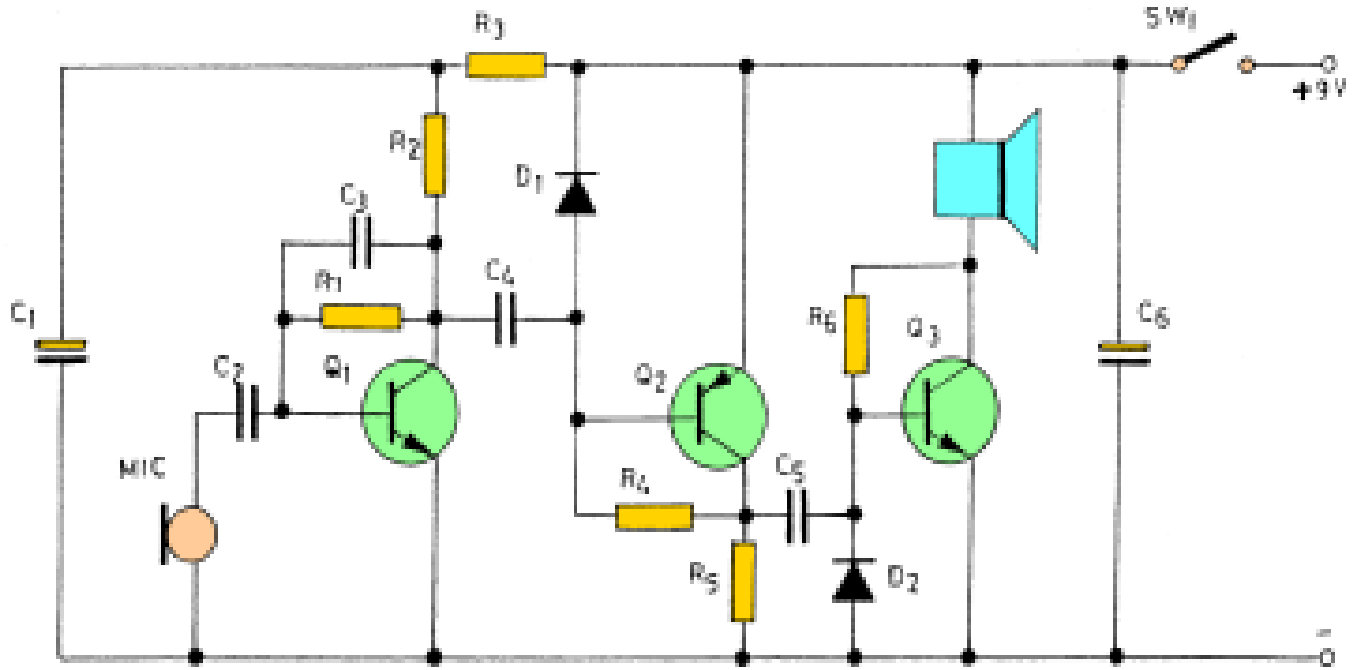
كيفية رسم الترانزستورات اكثر من

حل أخر لمثال1 :

- الشكل يبين توزيع أخر لنفس الدائرة السابقة ، لاحظ الاختلاف بين الدائرتين ومستويات رسم العناصر في كل منهما .

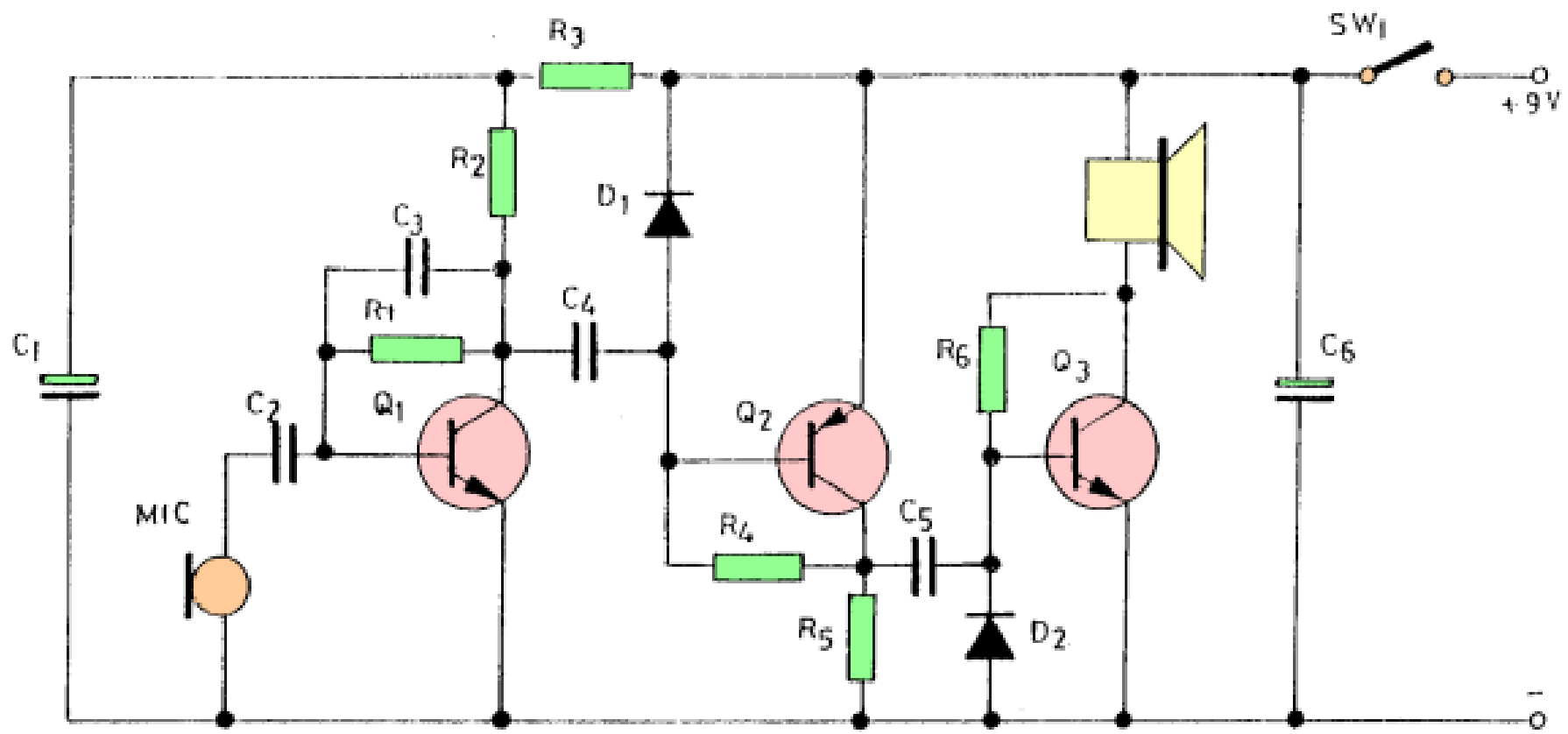


مثال2 : الشكل يبين دائرة الكترونية والمطلوب تكبيرها بمقدار الضعف . وبحيث تكون الترانزستورات فى مستوى أفقى واحد .



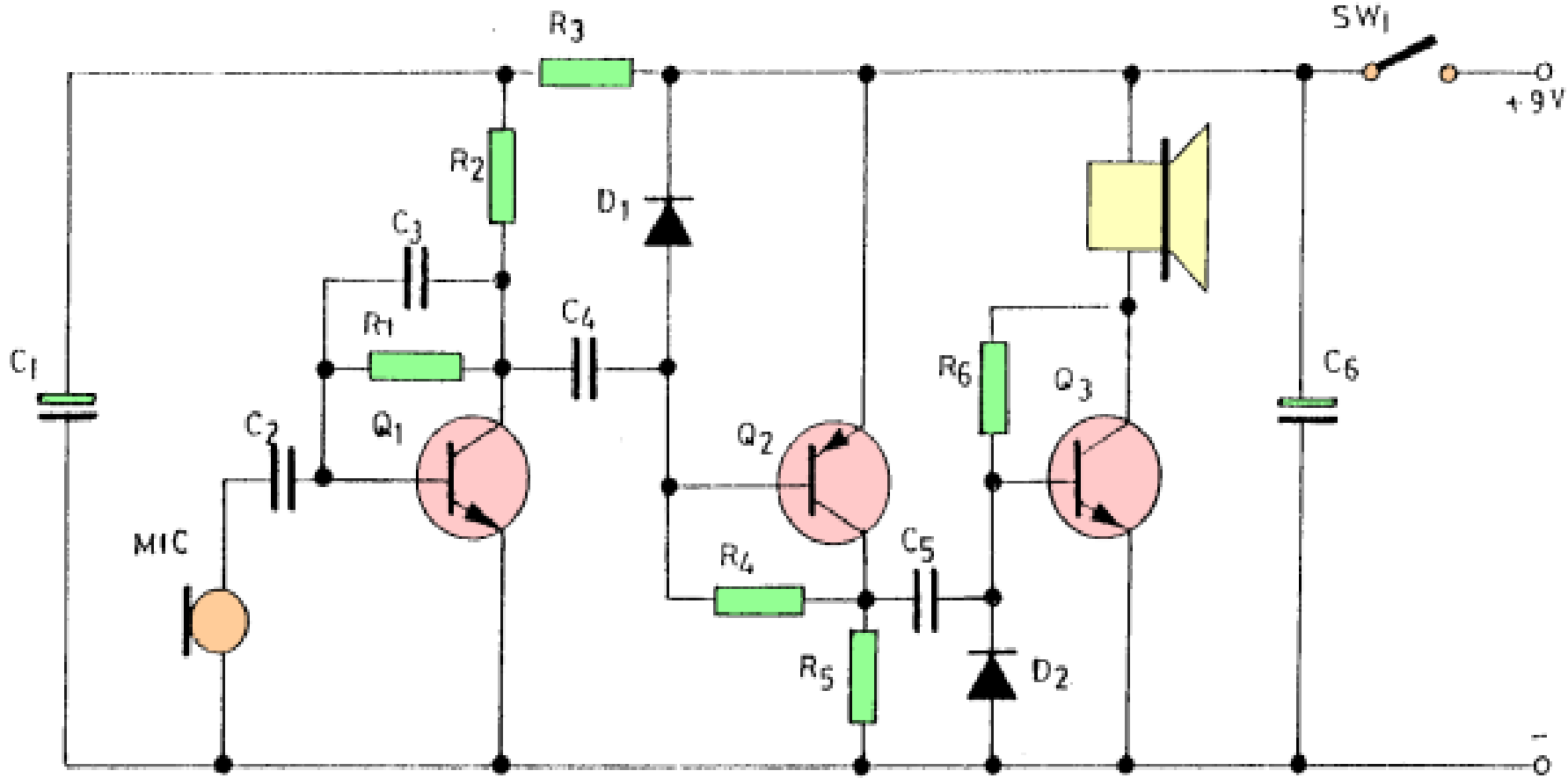
حل مثال2 :

- الشكل يبين الدائرة المطلوبة مكبرة بمقدار الضعف (الاطار 26×14سم) .



حل مثال2 :

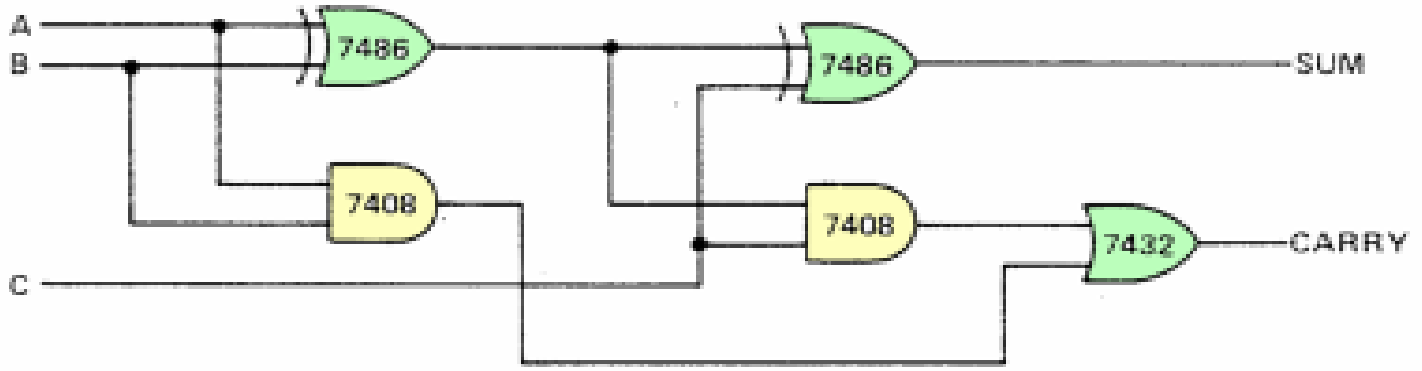
- الشكل يبين الدائرة المطلوبة مكبرة بمقدار الضعف (الاطار 26×14سم) .



تمارين على رسم الدوائر النظرية :

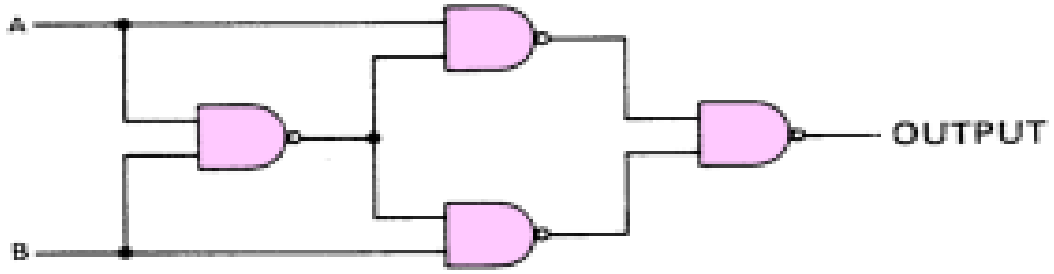
تمرين1 :

أعد رسم الشكل المنطقي الموضح داخل اطار (12×8سم) .



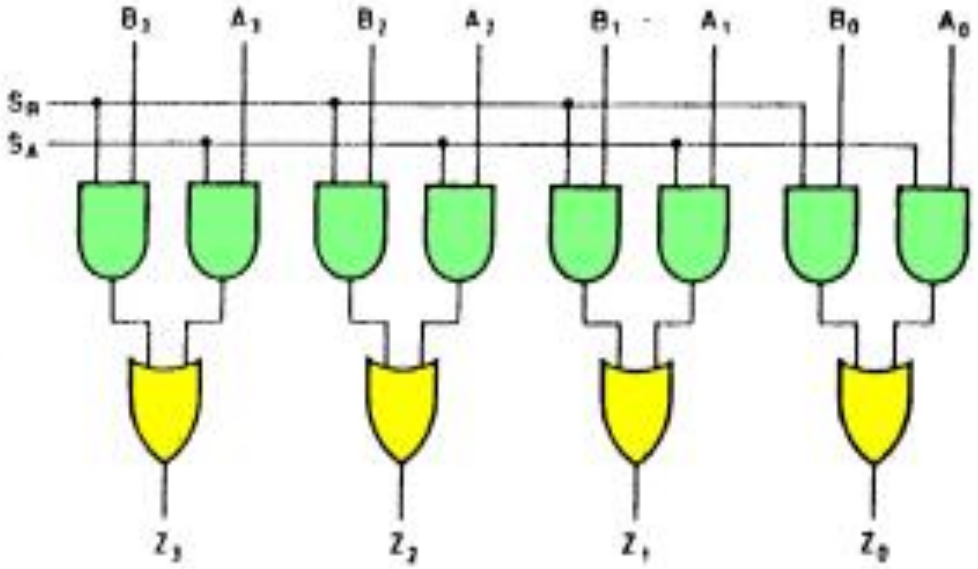
تمرين2 :

أعد رسم الشكل اله



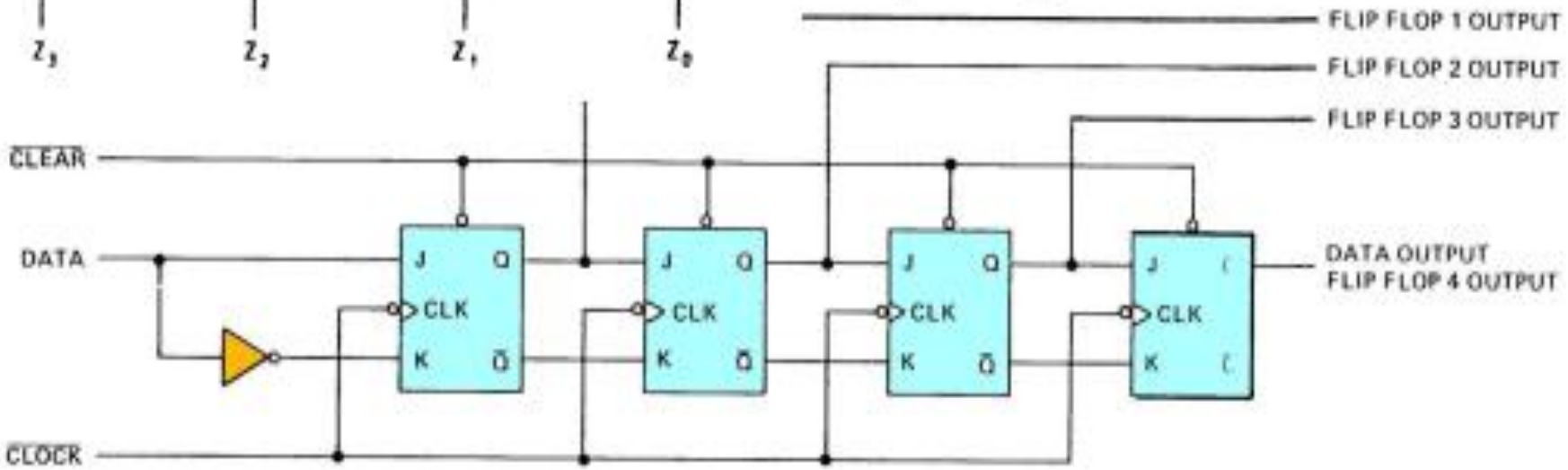
تمرين5 :

الرسم يبين الدائرة المنطقية للدائرة المتكاملة
. HEF 4019P
المطلوب رسم هذه الدائرة المنطقية داخل اطار ابعادة(14×22سم) .



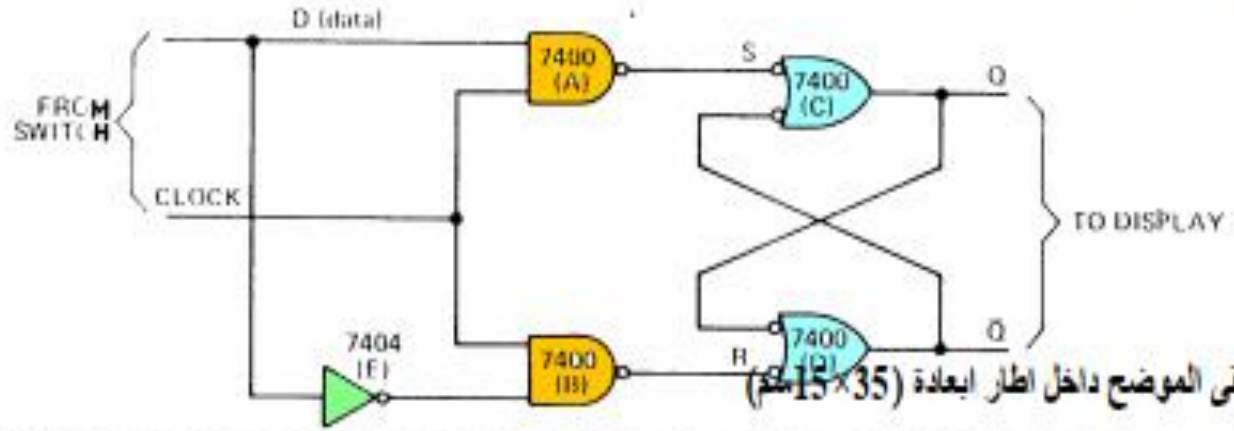
تمرين6 :

الشكل يبين الدائرة المنطقية لمسجل التخزين .
المطلوب رسم هذه الدائرة المنطقية داخل اطار ابعادة(32×12سم) .



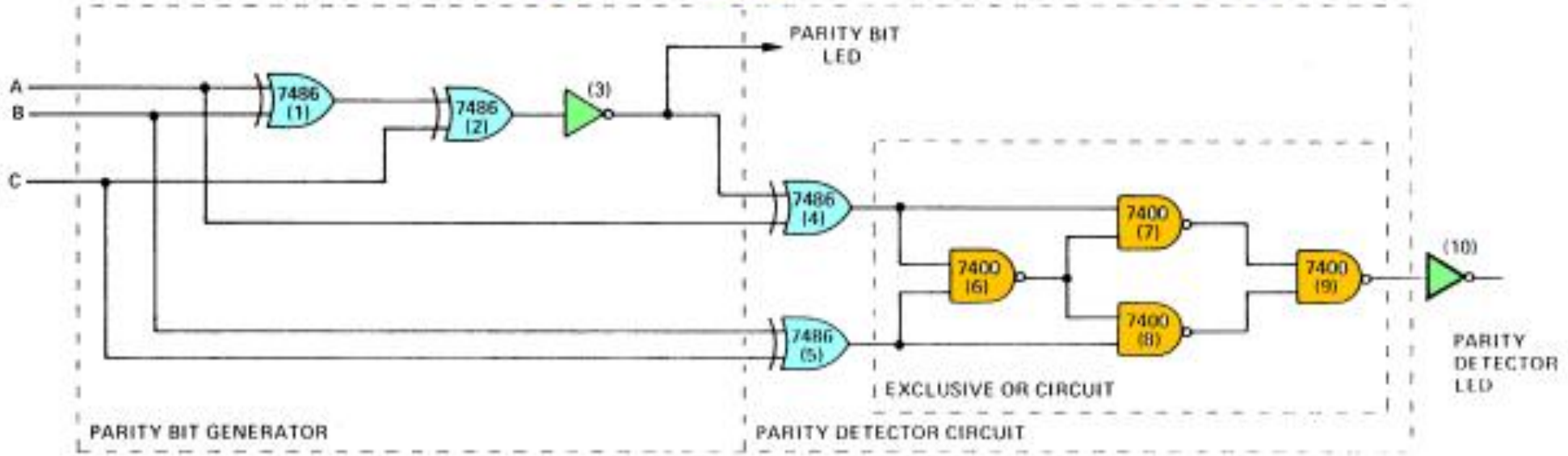
تمرين7 :

أعد رسم الشكل المنطقي الموضح داخل اطار ابعادة (30×12سم)



تمرين8 :

أعد رسم الشكل المنطقي الموضح داخل اطار ابعادة (35×15سم)



تمرين 9 :

الشكل يبين أحدى الدوائر الالكترونية التى تحتوى على عدد 2 ترانزستور ودائرة متكاملة .

المطلوب اعادة رسمها حسب الأبعاد القياسية داخل اطار ابعادة 35×20سم .