جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الصناعي / توليد الطاقة الكهربائية ونقلها

الثاني

تأليف

ا.م. د ضاري يوسف محمود

د. حسين مجيد صالح

المهندس حسين علاوي فالح

المهندس صفاء شوكت عباس

المهندس مهدي صالح الحمداني

المهندسة عامرة ماجد ثابت

المهندس عبد الوهاب عبد الرزاق نجم

الطبعة الثالثة

1443 هـ - 2021 م

المقدمة

يعتبر الرسم الصناعي لجميع الاختصاصات الفنية من المواضيع الواجب معرفتها لتنفيذ المشاريع الهندسية المختلفة ، فهو لغة مشتركة للجميع فقد أستعمل الأنسان منذ بداية الثورة الصناعية المخططات التوضيحية البسيطة والتفصيلية والشاملة باستعمال وسائل بسيطة ، ثم تطورت هذه الوسائل وتم إدخال الحاسوب في تنفيذ المخططات المختلفة .

تم التعرف على العمليات الاساسية في مجال الرسم في الصف الاول ، الذي هو منهج عام ، وفي هذه المرحلة سيتم التعرف على المخططات للأشكال المختلفة في الفروع التي تجمع الميكانيك والكهرباء . في فرع الميكانيك اشتمل الكتاب مواضيع متعددة منها انواع الربط الميكانيكي البراغي (اللوالب) ، الخوابير ، اللحام ، ومخططات منظومات الانابيب المختلفة وغيرها) ، اما في مجال الكهرباء فانه سيتم التعرف على (قراءة وتنفيذ جداول الرموز الكهربائية ومخططات المولدات ومحركات التيار المستمر ومحركات التيار المتناوب ومعرفة تغيير اتجاه الدوران لهذه المحركات باستعمال المفاتيح المختلفة ، ورسم مخططات المولدات التوافقية (التزامنية) ، ومخططات ربط المولدات التوافقية على التوازي في محطات التوليد) .

وفقنا الله وأياكم لخدمة بلدنا العزيز ...

المؤلفون

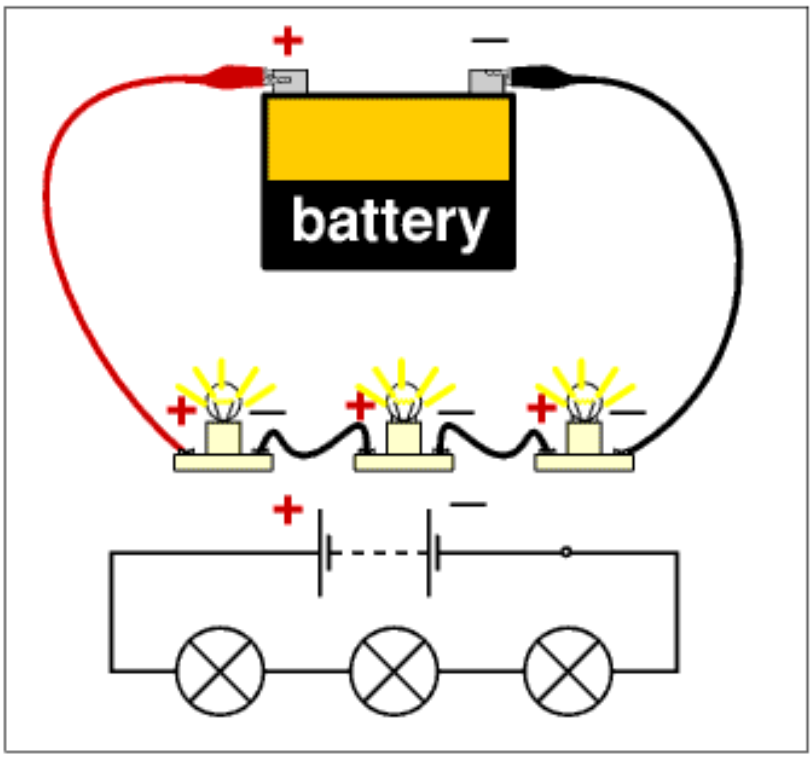
الفهرست

الموضوع	رقم الصفحة
الموضوع الاول /الرموز المستعملة في الكهربائية	5
الموضوع الثاني / مولدات التيار المستمر	12
الموضوع الثالث /محرك توالي	16
الموضوع الرابع /محركات الطور الواحد الحثية	21
الموضوع الخامس / عكس اتجاه دوران المحركات الحثية ذي الثلاث اطوار (القفص السنجابي) باستعمال المفاتيح اليدوية او المرحلات (الكونتكترات)	25
الموضوع السادس/ مفتاح (ستار / دالتا)	30
الموضوع السابع /المحركات الحثية ذات الحلقات الانزلاقية	33
الموضوع الثامن /رسم موجة التيار احدي الطور	36
الموضوع التاسع /المكائن التوافقية (المولدات والمحركات التوافقية)	39
الموضوع العاشر/ربط المولدات التوافقية على التوازي والى شبكة واحدة	43
الموضوع الحادي عشر/ مفاتيح التحويل اليدوية والاوتوماتيكية	48
الموضوع الثاني عشر / المبدلات	51
الموضوع الثالث عشر / استخدام الثايروستورات في دوائر التقويم ودوائر التحكم بالسرعة لمحرك التيار المستمر	54
الموضوع الربع عشر / الاعمدة	56
الموضوع الخامس عشر / الربط باللولب (البراغي)	63
الموضوع السادس عشر / الربط باستعمال الخوابير	75
الموضوع السابع عشر / الربط باللحام	82
الموضوع الثامن عشر / السباكة (الصب)	88
الموضوع التاسع عشر /الانابيب	91
المصادر	104

الموضوع الاول

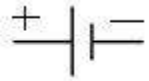
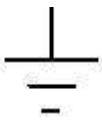
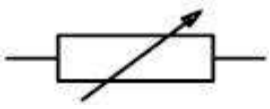
الرموز المستعملة في الدوائر الكهربائية :

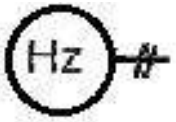
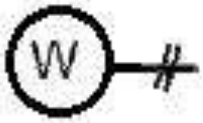
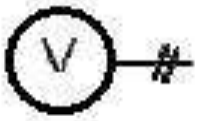
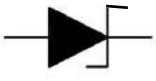
يختلف هدف رسم التوصيلات في الهندسة الكهربائية عن هدف الرسم الفني في الهندسة الميكانيكية . ففي الرسم الفني الميكانيكي يكون الاهتمام بمنظر او شكل القطعة او الجزء المراد رسمه . اما رسم التوصيلات الكهربائية فيهتم بتوضيح اداء الجهاز او تركيبة دائرة مسار التيار ، او يبين طريقة مد اسلاك التوصيل بين الاجهزة و الوحدات المختلفة . وتمثل الاجهزة في رسم التوصيلات الكهربائية برموز خاصة . وهذه الرموز تكون في صورة رسم دال على مغزى الجزء، ولاتتيح هذه الرسومات التعرف على الشكل الخارجي للجزء الممثل انما توضح فقط فائدة الجزء بطريقة رمزية أنظر الشكل (1-1)

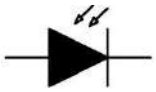
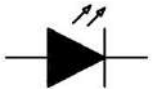
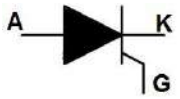
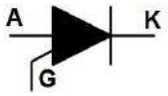
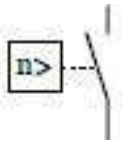
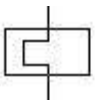
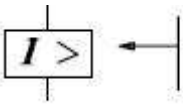
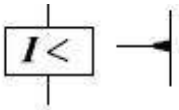
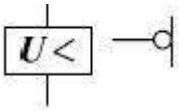


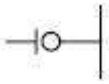
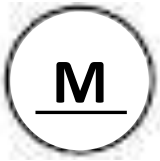
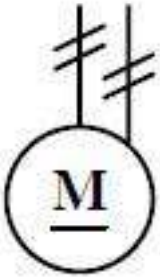
شكل (1) يوضح الدائرة الكهربائية وكيف يتم تمثيلها بالرموز الكهربائية

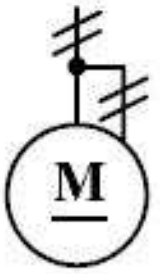
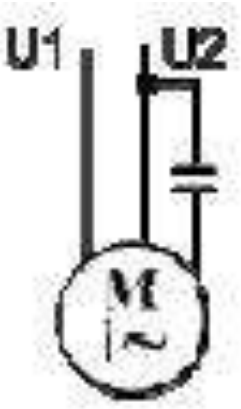
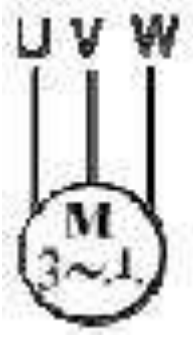
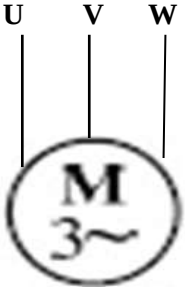
لقد تم توحيد الرموز المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية واصبح نظاماً عالمياً وفيما يأتي جدول رقم (1) الذي يوضح بالرموز الكهربائية .

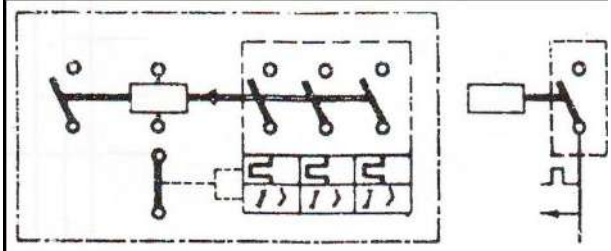
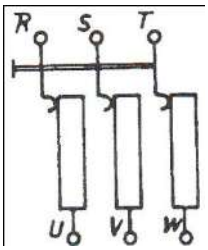
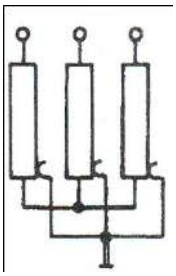
ت	وصف الرمز الكهربائي	الرمز الكهربائي	الملاحظات
1	مصدر تيار مستمر		مقياس الرسم دائرة قطرها 20ملم
2	مصدر تيار متناوب		مقياس الرسم دائرة قطرها 20ملم
3	بطارية او منبع قدرة تيار مستمر		
4	نقطة توصيل ارضي		
5	مقاومة		مقياس الرسم للمقاومة 5X20ملم
6	مقاومة متغيرة القيمة		مقياس الرسم للمقاومة 5X20ملم
7	ملف		مقياس الرسم للملف 5X15 ملم
8	ملف متغير القيمة		مقياس الرسم للملف 5X15 ملم

9	مكثف		
10	مقياس تيـــــار (أمبير ميتر)		مقياس الرسم دائرة قطرها 15 ملم
11	مقياس فولت (فولت ميتر)		مقياس الرسم دائرة قطرها 15 ملم
12	مقياس اوم (اوم ميتر)		مقياس الرسم دائرة قطرها 15 ملم
13	مقياس قدرة (وات ميتر)		مقياس الرسم دائرة قطرها 15 ملم
14	مقياس تردد(هيرتز)		مقياس الرسم دائرة قطرها 15 ملم
15	مصباح		مقياس الرسم للمصباح خطان متقاطعان طولهما 10 ملم
16	دايود		
17	دايود زينر		

18	دايود ضوئي		
19	دايود مشع		
20	ثايرستور قابل للتحكم من جهة المهبط		
21	ثايرستور قابل للتحكم من جهة المصعد		
22	مفتاح تشغيل ميكانيكي يعمل بالقوة الطاردة المركزية		
23	متمم حراري يعمل عند زيادة الحمل		
24	قاطع كهرومغناطيسي ضد زيادة التيار الزائد		
25	قاطع كهرومغناطيسي ضد التيار المنخفض		
26	قاطع عند الجهد المنخفض		

27	قاطع عند جهد الخلل		
28	مصهر		مقياس الرسم 5X15 ملم
29	محرك تيار مستمر		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
30	مولد تيار متردد ثلاثي الاوجه		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
31	محرك تيار متردد ثلاثي الاوجه		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
32	محرك تيار متردد احادي الوجه		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
33	مولد تيار مستمر منفصل التغذية		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
34	محرك تيار مستمر منفصل التغذية		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم

35	مولد تيار مستمر توازي		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
36	محرك تيار مستمر مركب		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
37	محرك تيار متردد احادي الوجه مع مكثف تشغيل		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
38	محرك تيار متردد احادي الوجه مع مكثف بدء ومكثف تشغيل		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم
39	محرك تيار متردد ثلاثي الاوجه عضو دائر قفص سنجابي توصيلة نجمة		مقياس الرسم دائرة قطرها 20 ملم

40	مفتاح حماية المحرك ضد زيادة التيار مغناطيسي وحراري		30ملم x 30ملم
41	مقاومة بدء الحركة واقعة بين العضو الثابت والمصدر		5 ملم x20 ملم
42	مقاومة بدء الحركة واقعة بين العضو الثابت ونقطة النجمة		5ملم x 20ملم

جدول رقم (1) يمثل الرموز الكهربائية

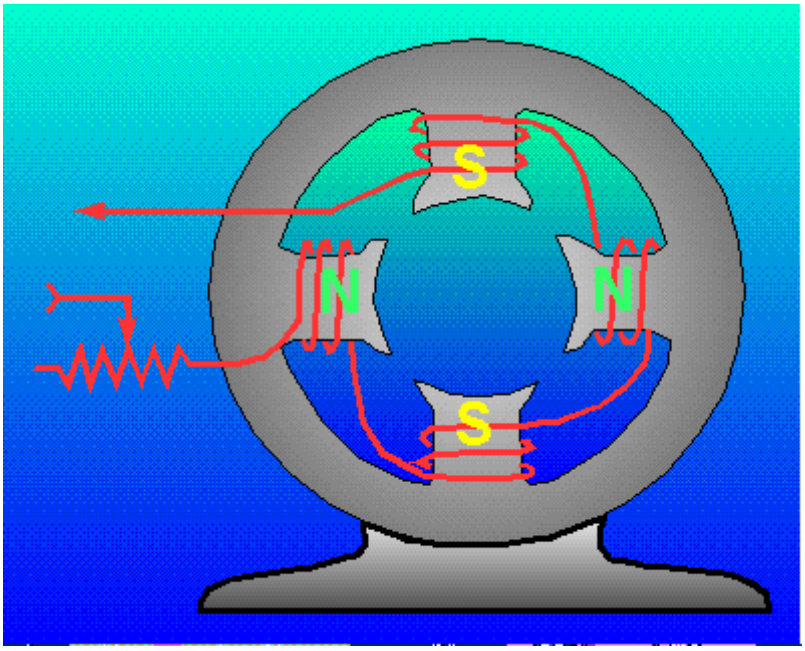
الموضوع الثاني

مولدات التيار المستمر:

لاتزال الحاجة قائمة لها في توليد التيار المستمر في كثير من المجالات الصناعية و يتكون المولد من جزئيين اساسين هما الجزء الثابت والجزء الدوار:

الجزء الثابت :

يحتوى على ملفات الاقطاب المغناطيسية وتوصل على التوالي فيما بينها بحيث يعكس اتجاه التيار في الملف التالي لكى نحصل على قطبية مختلفة (شمالي وجنوبي وهكذا) وفى الاخير نحصل على طرفين فقط يوصلان الى مصدر للتيار المستمر (اما تغذية منفصلة او تغذية ذاتية) ، كما في شكل (1- 2)



شكل (2 – 1) يمثل ملفات الاقطاب المغناطيسية

ويمكن تمثيل الملفات (N S N S) في الرسم الكهربائي الفني على شكل مستطيل واحد ابعاده (5×15) ويظلل المستطيل بداخله كما في الشكل

(2 – 2)

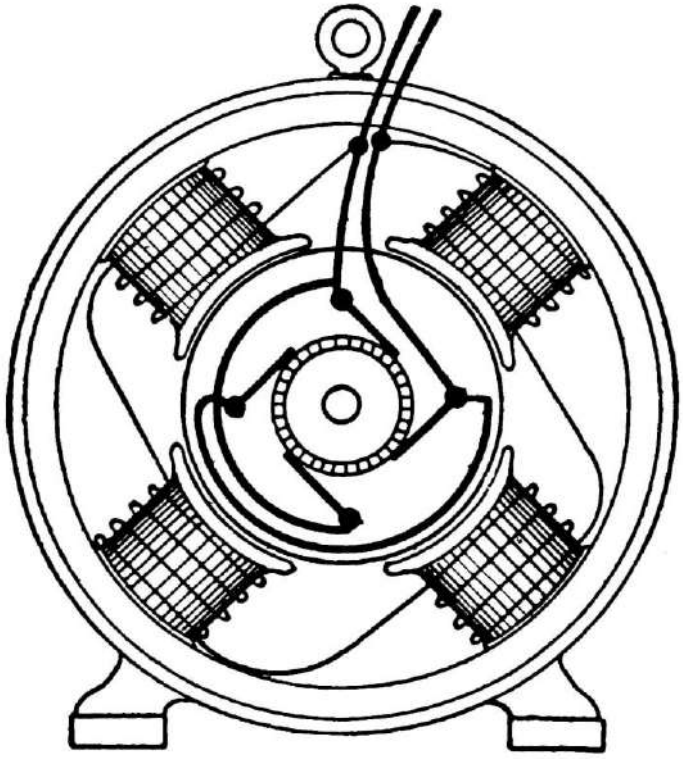
شكل (2 – 2) مستطيل (5×15) يظلل في داخله

الجزء الدوار :

ويحتوى على ملفات المنتج التي تنتج ال (ق . د . ك) ويمثل بدائرة قطرها (20) ملم ويكتب بداخلها (G) كما في الشكل (2 – 3)

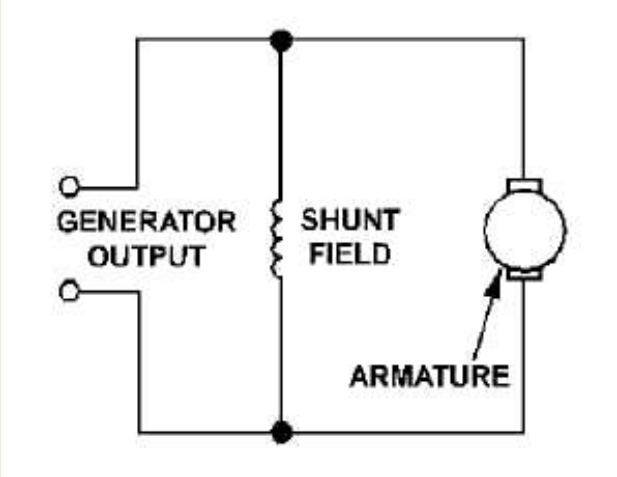
الشكل (2 – 3) يمثل رمز للجزء الدوار لمولد تيار مستمر

في الشكل (2 – 4) ادناه يمثل مقطع عرضي للمولد الذى يحتوى على ملفات الاقطاب المغناطيسية موصولة على التوازي مع ملفات المنتج عن طريق الفرش الكربونية المثبتة على الموحد

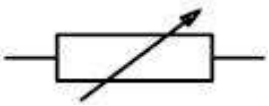


شكل (2 – 4) يمثل مقطع عرضي لمولد تيار مستمر

يمكن ان نمثل الرسم في شكل (2 – 4) بدائرة كهربائية مكافئة كما في الشكل ادناه (2– 5) والتي تحتوى على ملفات الاقطاب المغناطيسية و ملفات المنتج يتم توصيلها بوساطة الفرش الكربونية .



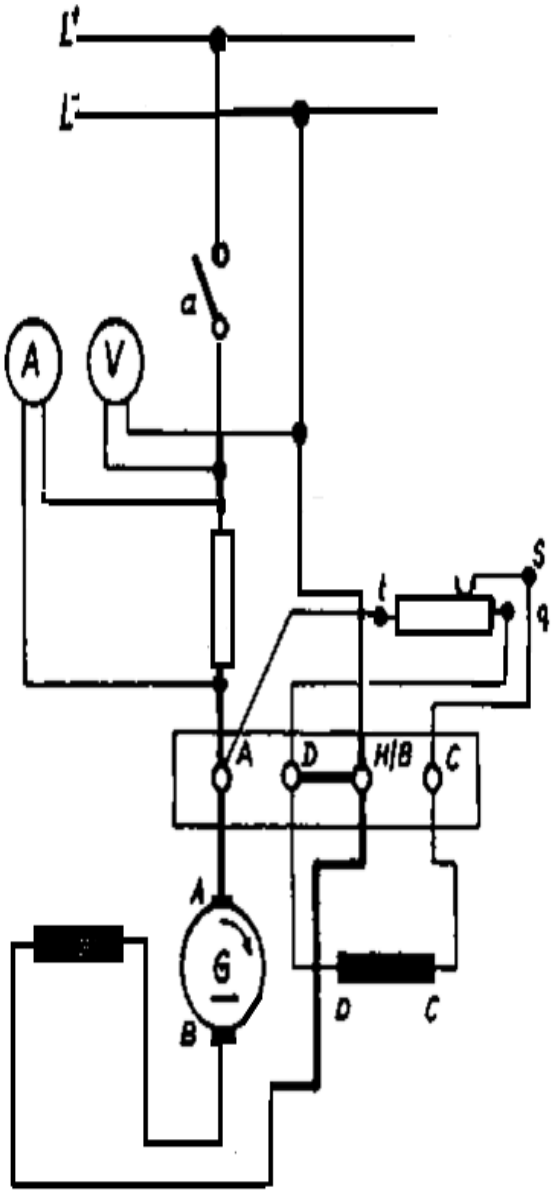
شكل (2 – 5) يوضح دائرة كهربائية مكافئة



شكل (2 – 6) منظم للجهد (5×20) مستطيل غير مظلل فوقه عتله تتحرك للتحكم فى تيار التغذية

التمرين رقم (1):-

ارسم الدائرة الكهربائية الكاملة لمولد توازى دورانه مع عقرب الساعة يغذى شبكة تيار مستمر عن طريق مفتاح (قاطع دورة أحادي) يمكن التحكم بمقدار (ق د ك) بوساطة منظم جهد اطرافه (t s q) يوصل على التوالي مع ملفات الاقطاب المغناطيسية وتربط مقاومة على التوازي مع جهاز قياس التيار (ampere meter) للمساعدة في قياس التيار العالي وفى الدائرة جهاز لقياس الجهد وتحتوى الدائرة على ملفات اقطاب التوحيد وتمثل اطرافها (G H) ، كما في الشكل (2 – 7)



شكل (2-7) يوضح مولد تيار مستمر توازي

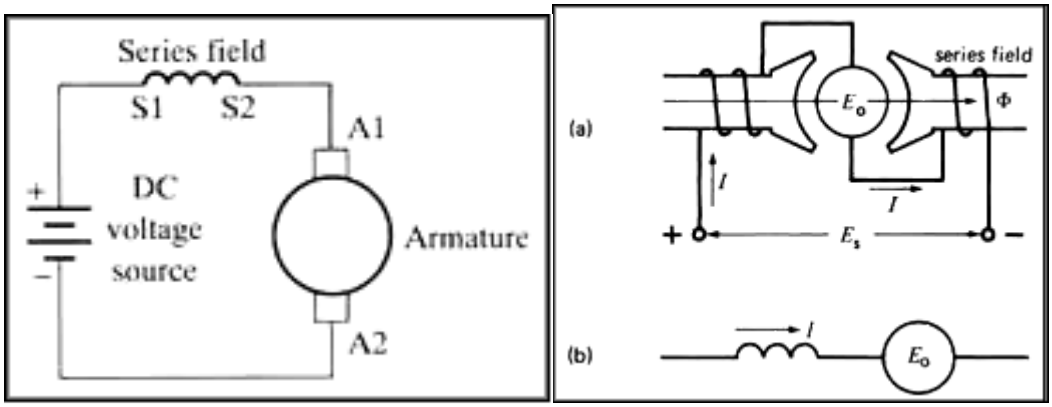
الموضوع الثالث

محرك التوالي :

يعتبر محرك التوالي ذو التيار المستمر من المحركات ذات عزم دوران ابتدائي عال وسمى بالتوالي لان ملفات الاقطاب المغناطيسية موصلة على التوالي مع ملفات المنتج ومن محركات التوالي بادئ تشغيل السيارة (السلف) كما في شكل (3 – 1) .

شكل (3 – 1) بادئ الحركة في السيارة (السلف)

يتكون من جزئيين الثابت(ويحتوى على ملفات الاقطاب المغناطيسية) والدوار (ويحتوى على ملف المنتج والفرش الكربونية المثبتة على الموحد) كما في شكل (10) التي تمثل الدائرة الكهربائية لمحرك توالى يلاحظ ملفات التوالي (series field) موصلة على التوالي مع ملفات المنتج (E_0) ويتم تغذيته عن طريق المصدر (±)



شكل (3 – 2) يوضح الدائرة الكهربائية لمحرك التوالى

مثال (3 – 1) :

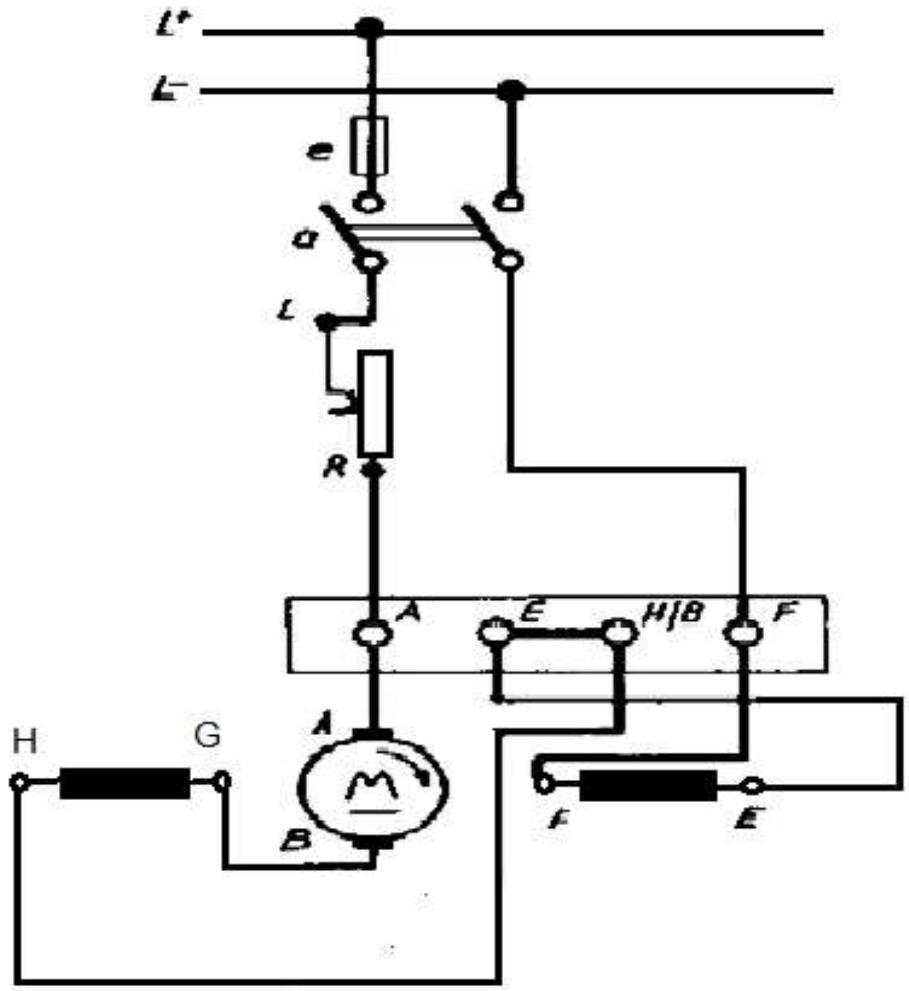
التوصيلة الكهربائية لمحرك تيار مستمر (توالى) يغذى من مصدر تيار مستمر (L+ L) (N P)

عن طريق مصهر (e) ومفتاح ذي قطبين (a)ومقاومة متغيرة لتشغيل المحرك ولحماية ملفات المنتج من التلف بسبب التيار الابتدائي العالي عند بدء تشغيل المحرك واطرافها هي (R L) يدور المحرك باتجاه عقرب الساعة

(E F) تمثل اطراف ملفات الاقطاب المغناطيسية (ملفات التوالي)

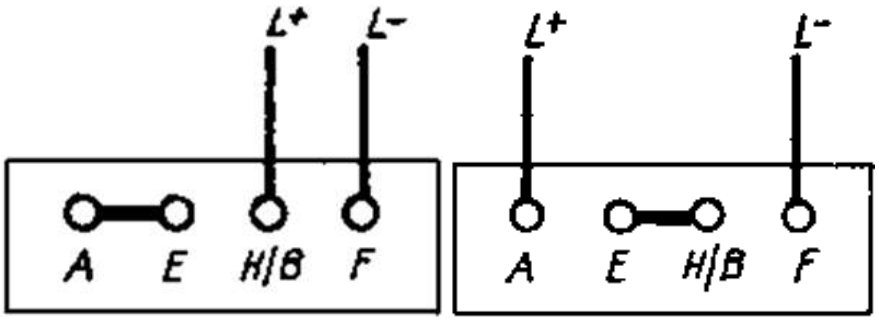
(H G) تمثل اقطاب التوحيد

كما في شكل (3 – 3)



شكل (3 – 3) توصيلة محرك توالى للتيار المستمر

يمكن عكس اتجاه دوران المحرك كما مبين في الشكل (3 – 4)

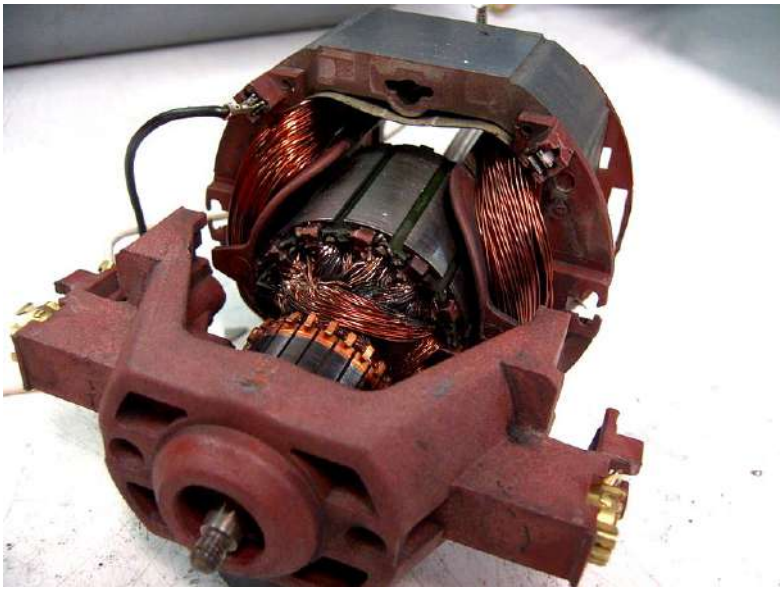


يدور مع عقرب الساعة يدور عكس عقرب الساعة

شكل (3 – 4) يوضح طريقة التوصيل لعكس أتجاه الدوران

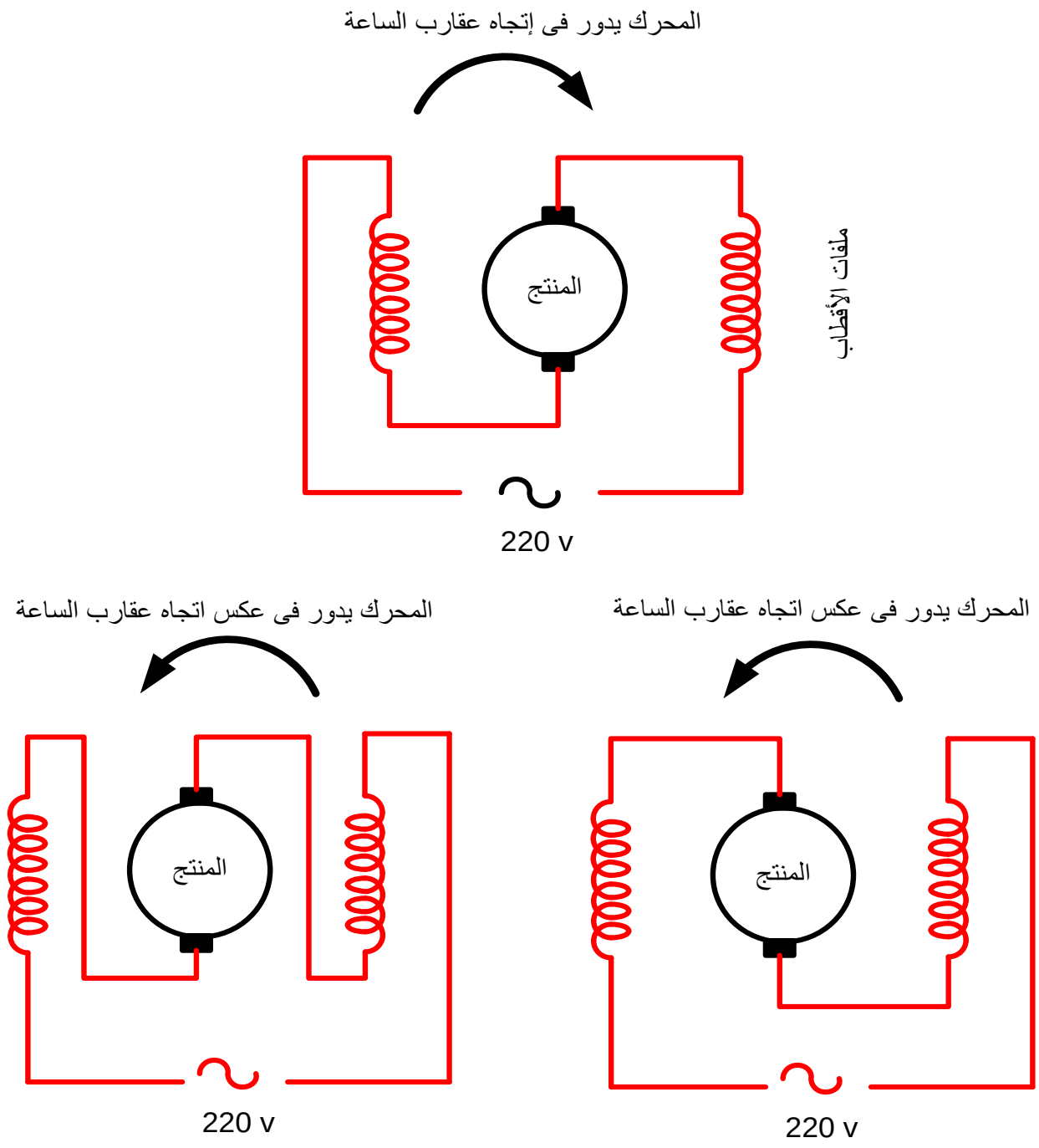
المحرك العام :

يتكون من جزئيين (الثابت والدوار) ويعمل على كلا التيارين (المتناوب والمستمر) كما في شكل (3 – 5) ، وهو شائع الاستعمال وخاصة في الاجهزة المنزلية



شكل (3 – 5) يوضح محرك عام (universal)

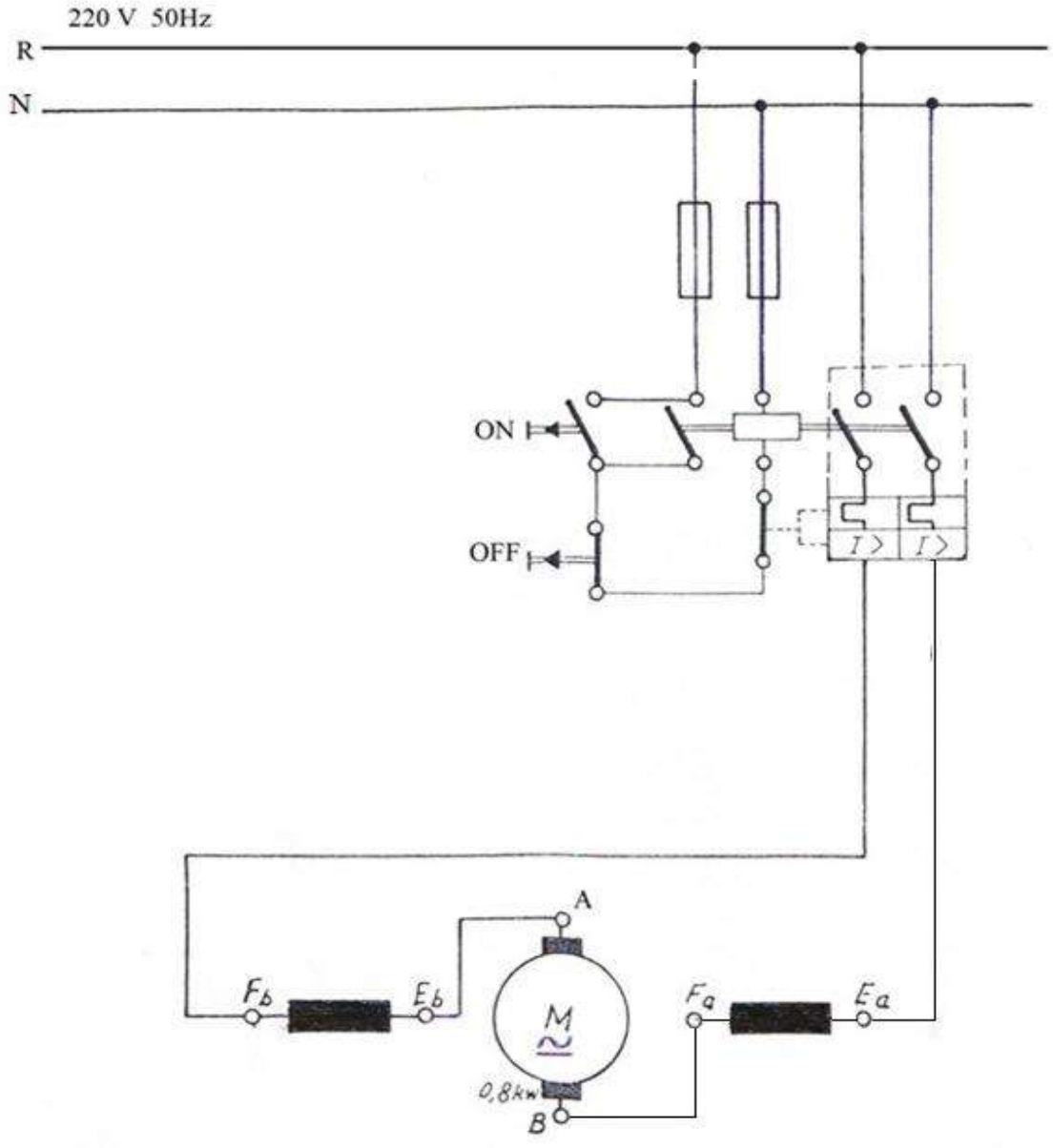
يمكن تمثيل محرك التوالي بالدائرة الكهربائية كما في الشكل (3 – 6)



شكل (3 – 6) يمثل الدائرة الكهربائية لمحرك التوالي

التمرين رقم (2) :

أرسم التوصيلة الكهربائية لمحرك عام يغذى من مصدر تيار متناوب 220 فولت عن طريق مفتاح (ذو وسيلتين للحماية حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار) يتحكم في ملف مفتاحين ضاغط احد هم لتشغيل المحرك والاخر لأطفاه موصلين بالشبكة بوساطة مصدرين ، كما في الشكل (3-7) .

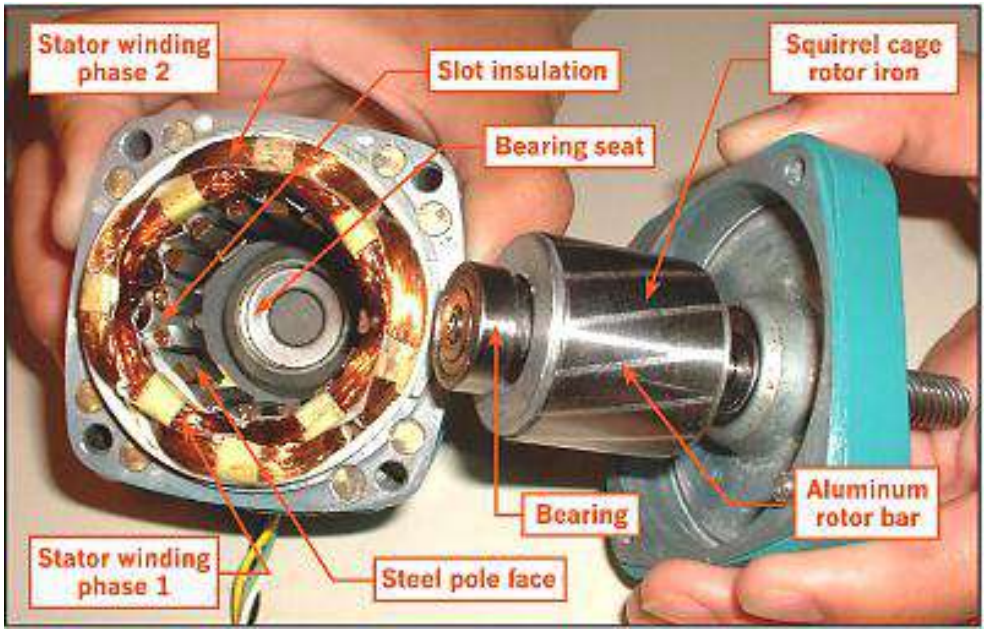


شكل (3 – 7) يوضح تمرين رقم (2)

الموضوع الرابع

محركات الطور الواحد الحثية Single phase induction motors

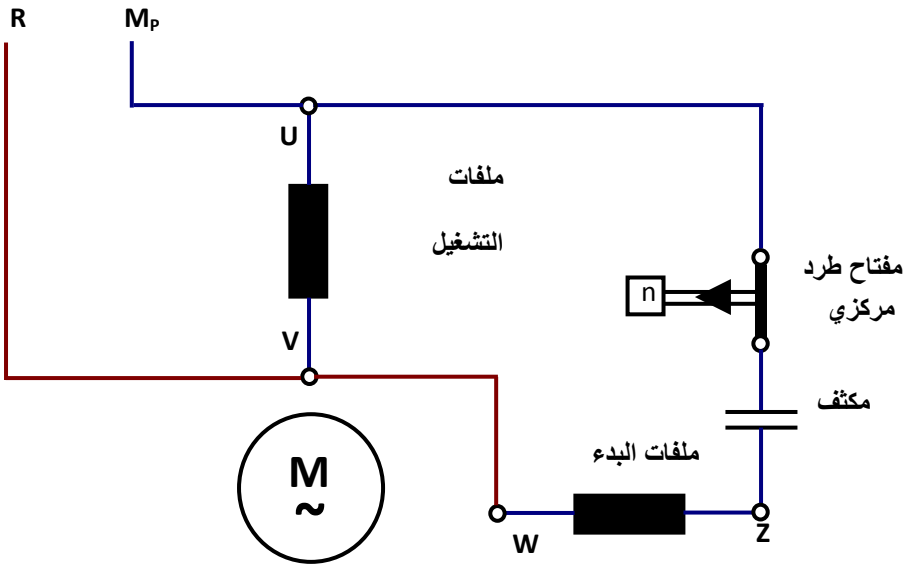
محرك الطور الواحد الحثي من المحركات التي لا تستطيع ان تدور تلقائيا عند توصيل المحرك الى المصدر مالم يكون هناك وسائل مساعدة لتدوير المحرك اي ان وجود ملفات التشغيل الرئيسة لوحدها لا تكفي لخلق مجال مغناطيسي لتدوير الجزء الدوار ولهذا كان وجود ملفات بدء الحركة والمكثف عوامل مساعدة هامة في هذه العملية اذ ان ملفات البدء بمواصفاتها من حيث مساحة المقطع والمقاومة ينشأ مجال مغناطيسي يختلف عن المجال المغناطيسي الناشئ من ملفات الحركة بزاوية (90°) ومحصلة المجالين تولد قوة لتدوير الجزء الدوار أنظر الشكل (4 – 1) .



شكل (4 – 1) يوضح محرك حثى ذو طور واحد

مثال (4 – 1) :

رسم توصيلة محرك حثي طور واحد يحتوي على مكثف ومفتاح الطرد المركزي ويدور باتجاه عقرب الساعة ، توصل ملفات البدء (W- Z) بالتوازي مع ملفات التشغيل الرئيسة (U – V) وتوصل على التوالي مع مفتاح الطرد المركزي (n) كما في الشكل (4 – 2) .



شكل(A) يدور باتجاه عقرب

شكل (4 – 2) الدائرة الكهربائية لمحرك حثى طور واحد يدور باتجاه عقرب الساعة

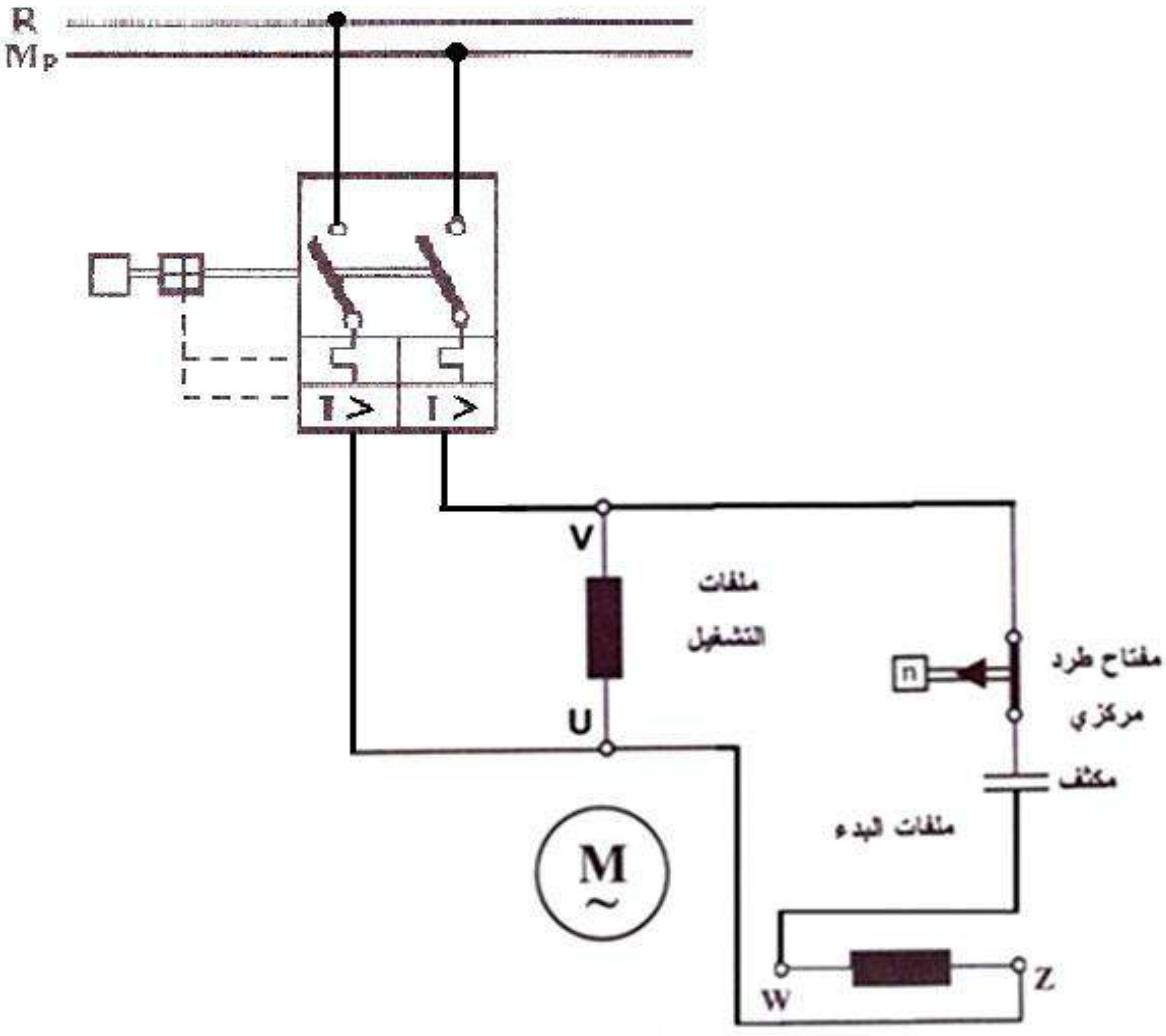
Cap مكثف

Start ملفات البدء

Run ملفات التشغيل

To line الى المصدر

ولعكس اتجاه الدوران تعكس اطراف ملفات البدء الموصلة الى ملفات التشغيل ، كما موضح في الشكل رقم (4 – 3) .



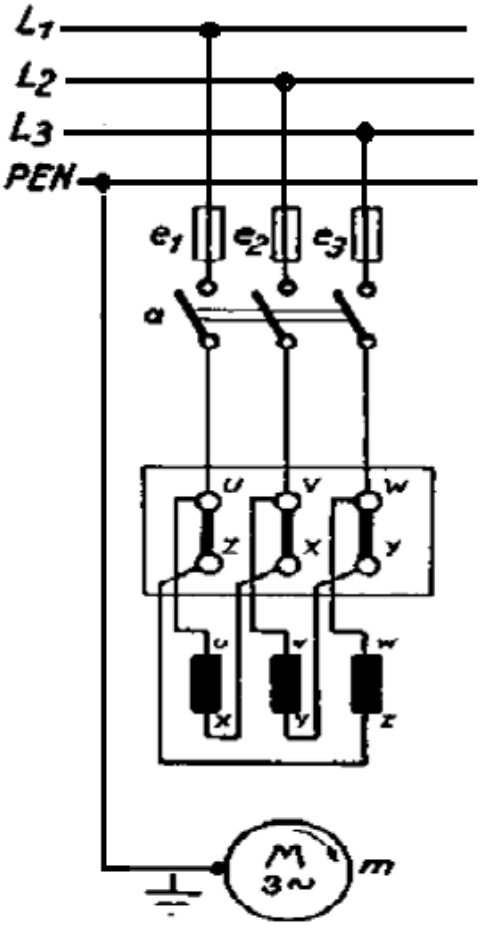
شكل (B) يدور باتجاه عكس عقرب الساعة

شكل (4 – 3) الدائرة الكهربائية لمحرك حثى طور واحد يدور عكس أتجاه عقرب الساعة

التمرين رقم (3) :

ارسم التمرين الموضح في الشكل (4 – 4) والذي يوضح محرك ثلاثة اطوار حثي قفص سنجابي يتصل بالمصدر عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب وثلاث مصهرات ، وتوصيل جسم المحرك بسلك الحماية بالأرضي ، (PEN) وتوصيل ملفات الجزء الثابت على شكل دلتا للحصول على اعلى قدرة ممكنة.

3Ø 220 / 380v 50H

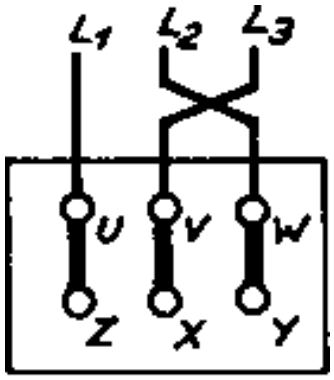


شكل (4-4) يوضح التوصيلة الكهربائية لمحرك حثي ثلاث اطوار

الموضوع الخامس

عكس اتجاه دوران المحركات الحثية ذى الثلاث اطوار (القفص السنجابى) باستعمال المفاتيح اليدوية او المرحلات (الكونتكترات) :

يتم عكس اتجاه دوران المحرك (الثلاث اطوار) وذلك بتغيير توصيل أي خطين الواحد بدل الاخر كما في الشكل (5 – 1) .

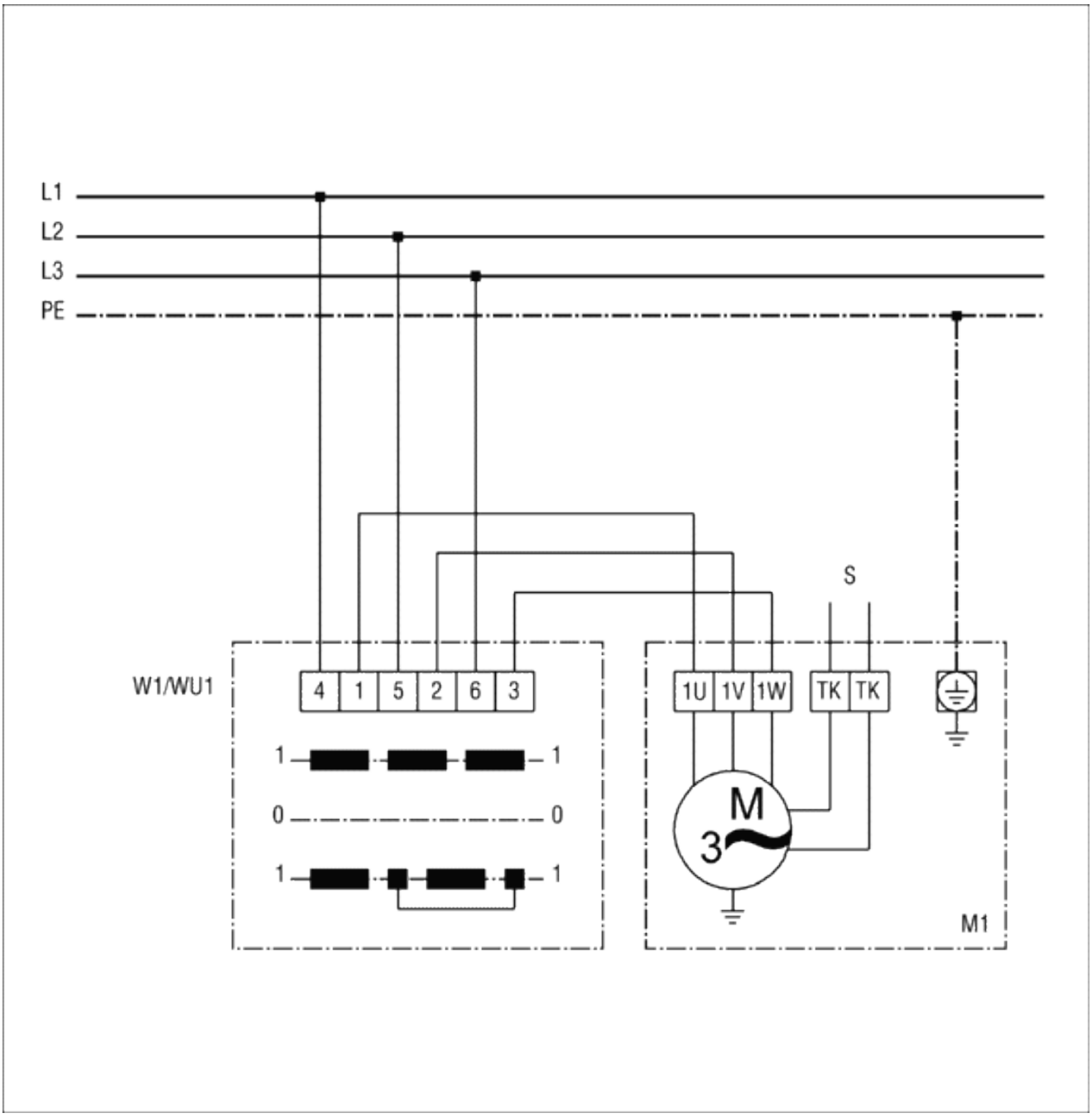


الشكل (5 – 1) يبن كيفية عكس اتجاه الدوران للمحركات الحثية ذات الثلاث اطوار

المفتاح الدوار يستعمل لعكس اتجاه دوران المحرك (5 – 2)

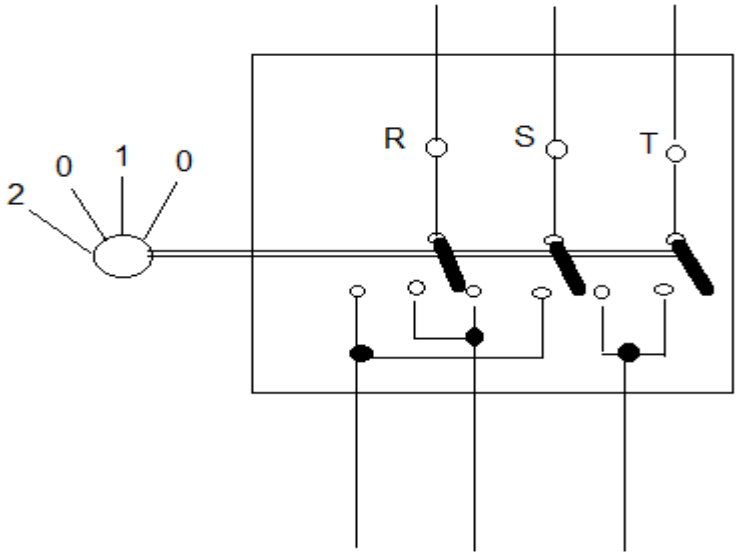
الشكل (5 – 2) مفتاح (دوار) عاكس لاتجاه الدوران

يمثل الشكل (5 – 4) توصيلة الدائرة الكهربائية الكاملة لمحرك حثى ثلاث اطوار موصل الى شبكة تيار متناوب ثلاث اطوار (L_1 L_2 L_3) عن طريق مفتاح دوار مع سلك ارضى(PE) موصل الى جسم المحرك .



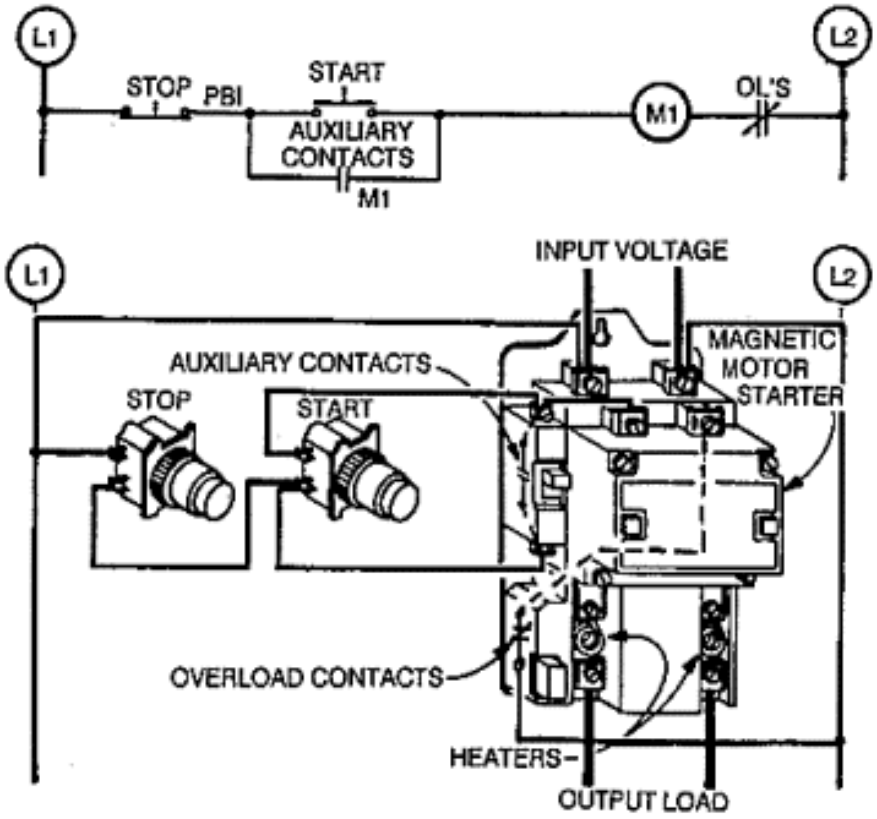
الشكل (5 – 3) يمثل مفتاح دوار عاكس اتجاه الدوران مع محرك ثلاث اطوار

كذلك المفتاح الاعتيادي يستعمل ايضا لعكس اتجاه الدوران كما في شكل (5 – 4) .



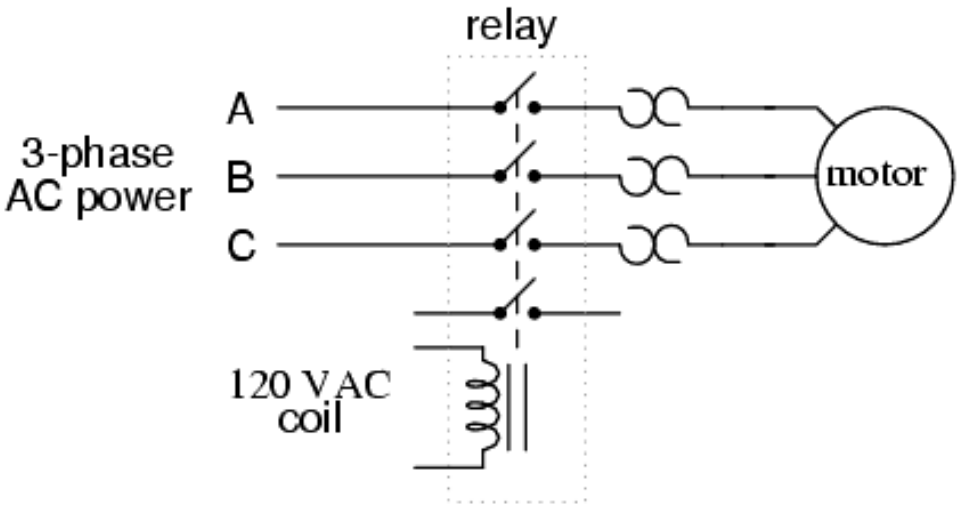
شكل (5-4) يوضح مفتاح عاكس اتجاه الدوران الاعتيادى

الكونتكتر : هو جهاز يعمل اتوماتيكيا لفصل او توصيل التيار من المصدر الى الحمل كما في شكل (5 –6)



شكل (5 – 5) يوضح الكونتكتر

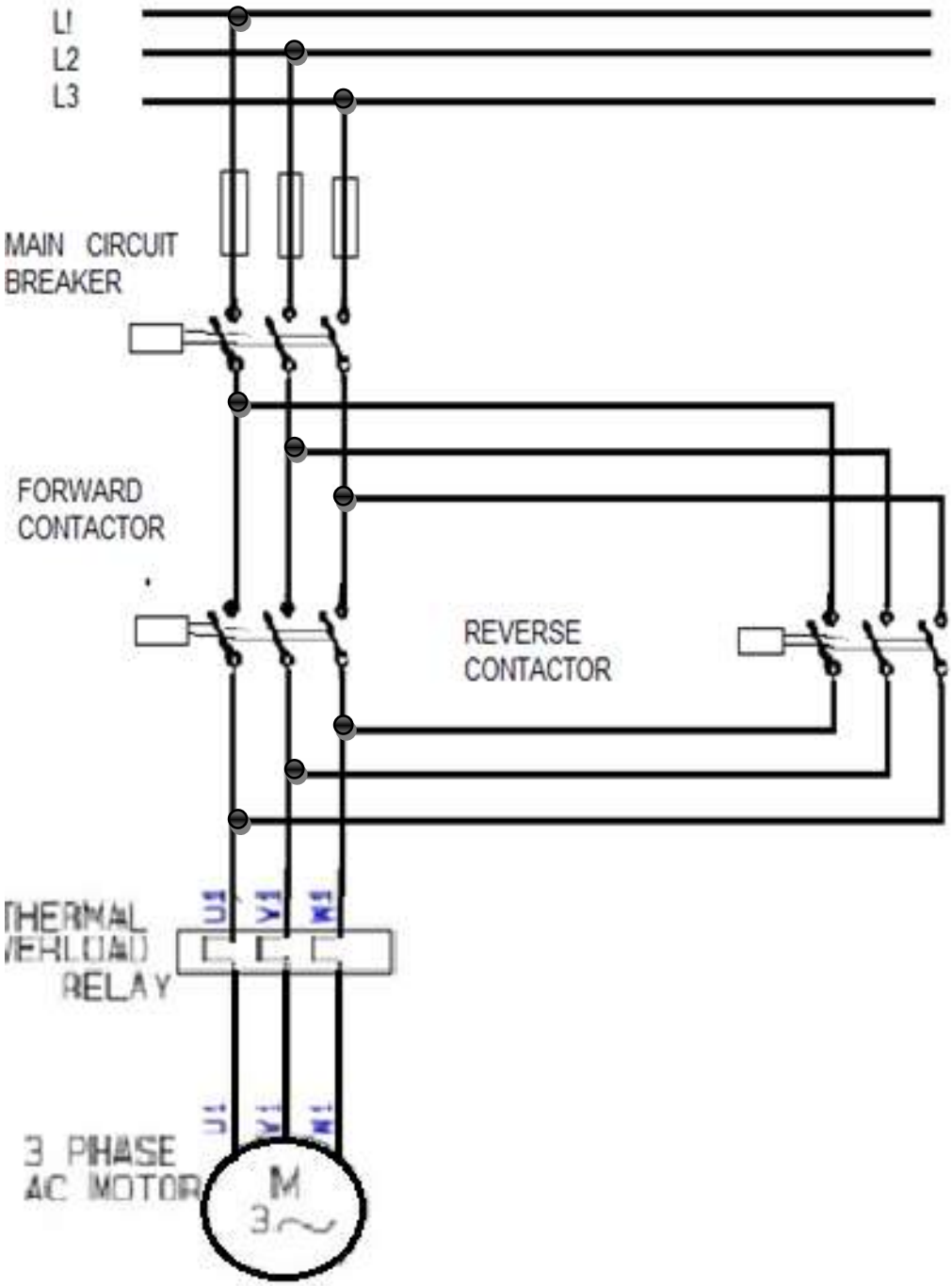
المرحل : هو جهاز يعمل اتوماتيكيا لفصل او توصيل التيار من المصدر الى الحمل كما في شكل (5-6) ويعمل ملف (المرحل) (realy) لأي جهد يصمم عليه لا علاقة له بجهد المصدر وبعض المرحلات يستعمل تيار ذو جهد معين لتغذية ملف المرحل وادناه جهد الملف المستعمل (120) فولت



شكل (5 – 6) يوضح محرك يغذى بمصدر ثلاث اطوار بوساطة كونتكتر و ملفه يغذى بمصدر 120 فولت

التمرين رقم (4) :

أرسم الدائرة الكهربائية الكاملة لتوصيل محرك حثى ثلاث اطوار قفص سنجابي لعكس اتجاه دورانه باستعمال ثلاث كونتكترات احدهما رئيسي لفصل وتوصيل التيار للمحرك والاخران لتغير اتجاه دوران المحرك احدهما يمينا والاخر في الاتجاه المعاكس له (يغير الاتجاه الاخر بعد حالة السكون) تستعمل المصهرات كوسائل حماية للمحرك وشبكة المصدر (L_1 L_2 L_3) ، كما في شكل (5 – 7)



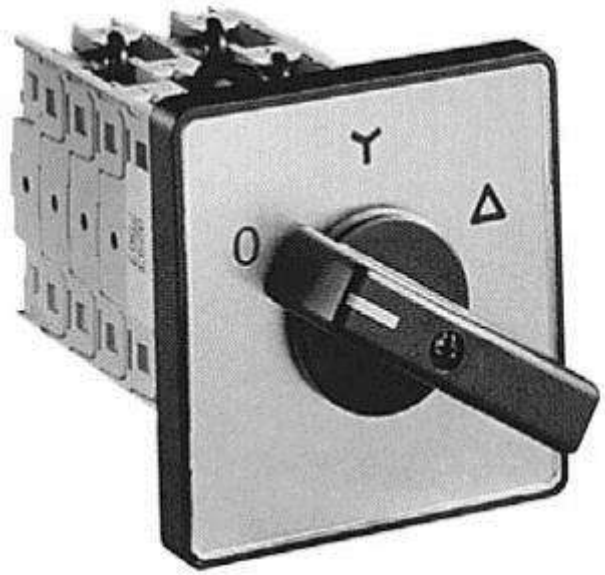
شكل (5 – 7) يوضح عكس أتجاه دوران المحرك باستعمال الكونتكترات

الموضوع السادس

مفتاح (ستار – دلتا) :

يوجد نوعين من مفاتيح مرحلتين (ستار – دلتا) نوع دوار والاخر اعتيادي حيث يوصل الثلاثي الأطوار إليه عن طريق قاطع فيه حماية وكذلك توصل إلية إطـــــراف ملفات الأطوار الثلاثة للمحرك وعددها ستة أسلاك وبهذه يصبح عدد الأسلاك الموصـــــلة للمفاتيح تسعة أسلاك ، وعادة يكون هذا المفتاح داخل علبة معدنية مزودة بعتلة جانبية لتشغيله ويثبت بجوار المحرك . كما في شكل (1 – 6)

يمكن توصيل ملفات محركات الثلاث اطوار بطريقتين اما نجمة (STAR) او مثلث (DELTA) ومن خلال اطراف ملفاتها بوساطة المفاتيح الاعتيادية او لتحويل ملفات المحرك في بداية الامر الى نجمة ثم الى مثلث بعد فترة زمنية قصيرة .

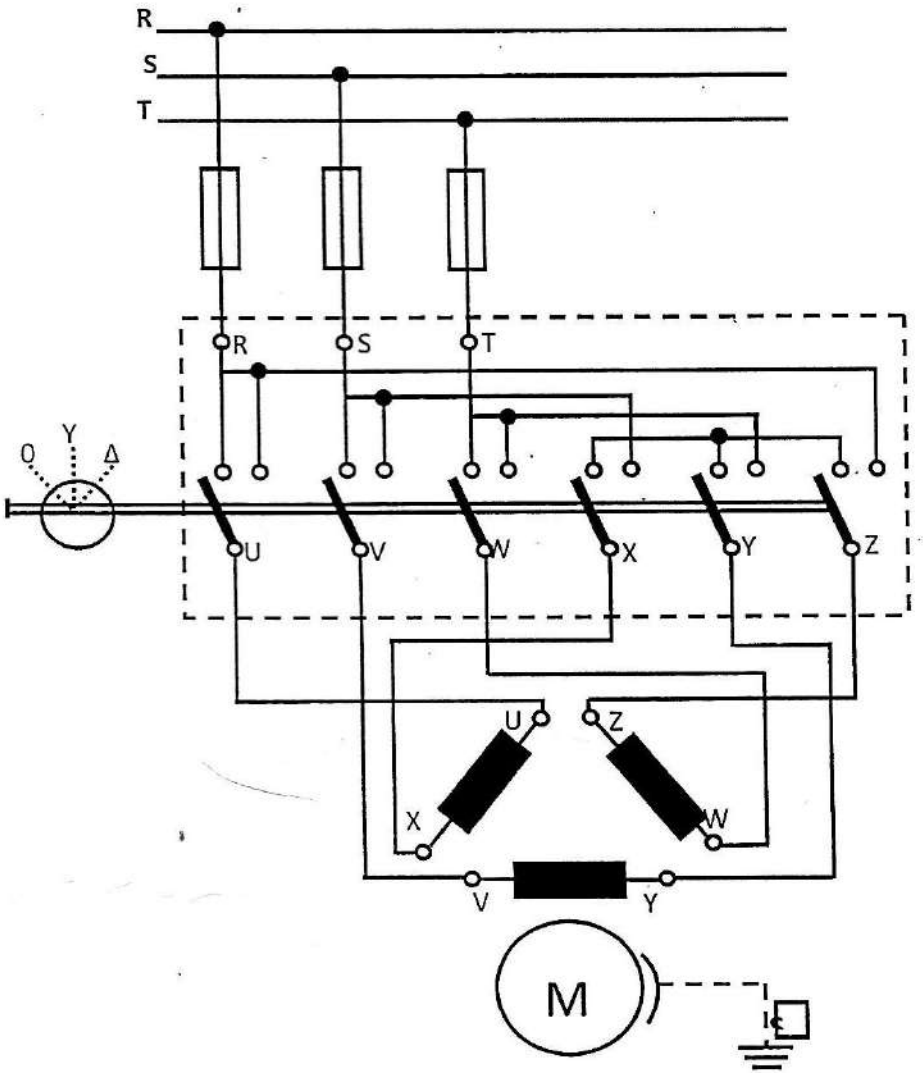


شكل (6 – 1) يمثل مفتاح يدوى ستار / دلتا

مثال (6 – 1) :

رسم توصيلة محرك حثى (قفص سنجابي) ثلاث اطوار عن طريق مفتاح ستار /دلتا يدوى (اعتيادي) موصل الى شبكة تيار متناوب ثلاث اطوار (L1 L2 L 3) والتي تمثل (T S R)

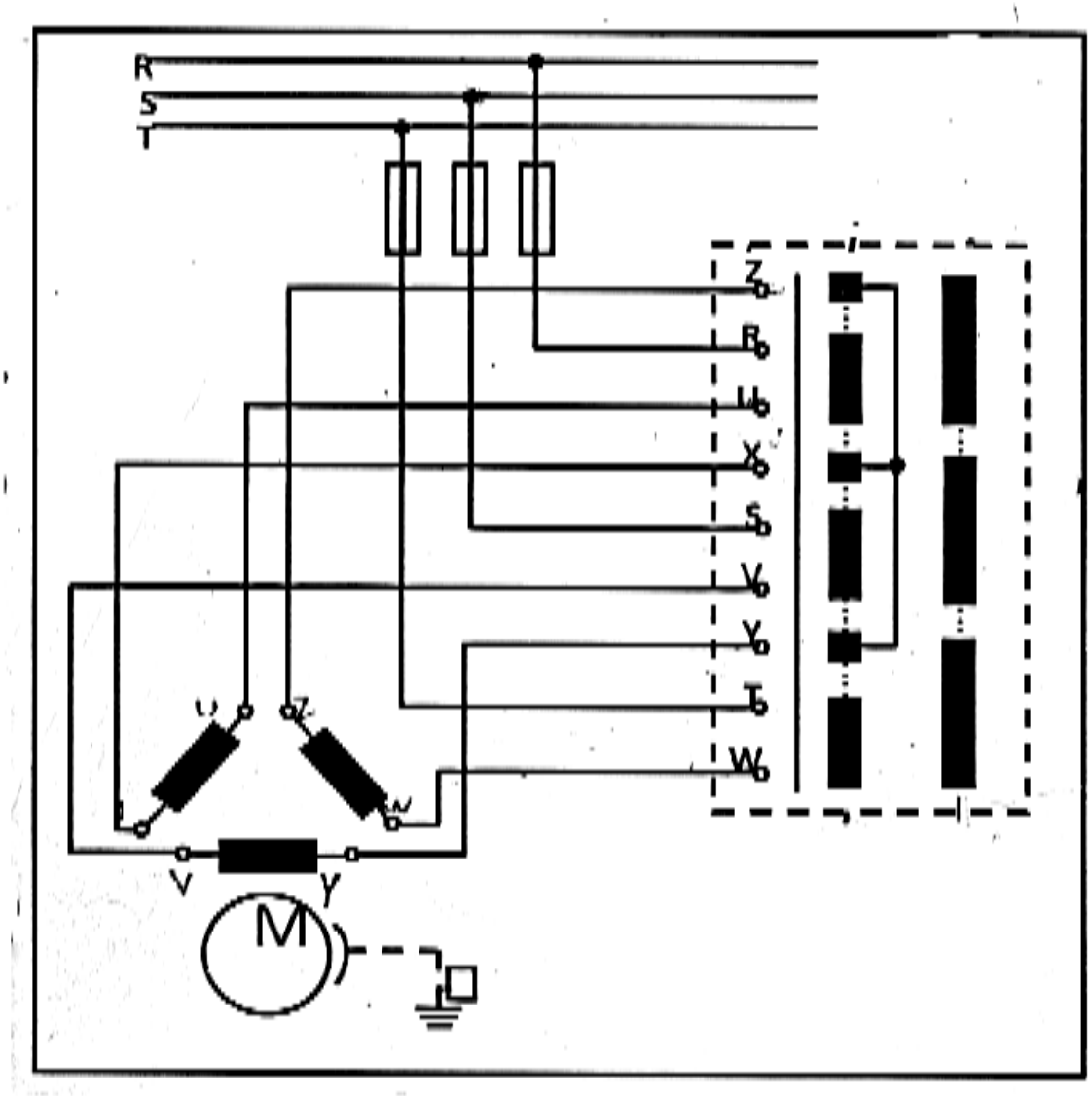
يعمل المفتاح اليدوي بتوصيل ملفات المحرك في بداية الامر نجمة (STAR) وبعد فترة قصيرة جدا يحول الى مثلث (DELTA) موصل المفتاح الى الشبكة عن طريق ثلاث مصهرات تستعمل لحماية المحرك جسم المحرك متصل بالأرضي كما في الشكل (2-6)



شكل (6 – 2) يوضح مفتاح اعتيادي ستار / دلتا

التمرين رقم (5) :

ارسم توصيلة محرك حثى ثلاث اطوار (قفص سنجابي) موصل الى شبكة تيار متناوب ثلاث خطوط (R S T) عن طريق مفتاح دوار (نجمة / مثلث) (STAR / DELTA) ويعمل المفتاح الدوار على توصيل ملفات المحرك نجمة في بداية الامر ومن ثم مثلث بعد فترة قصيرة ، كم في الشكل (6 -3) جسم المحرك متصل بالأرضي مع ثلاث مصهرات في بداية التوصيل لحماية المحرك



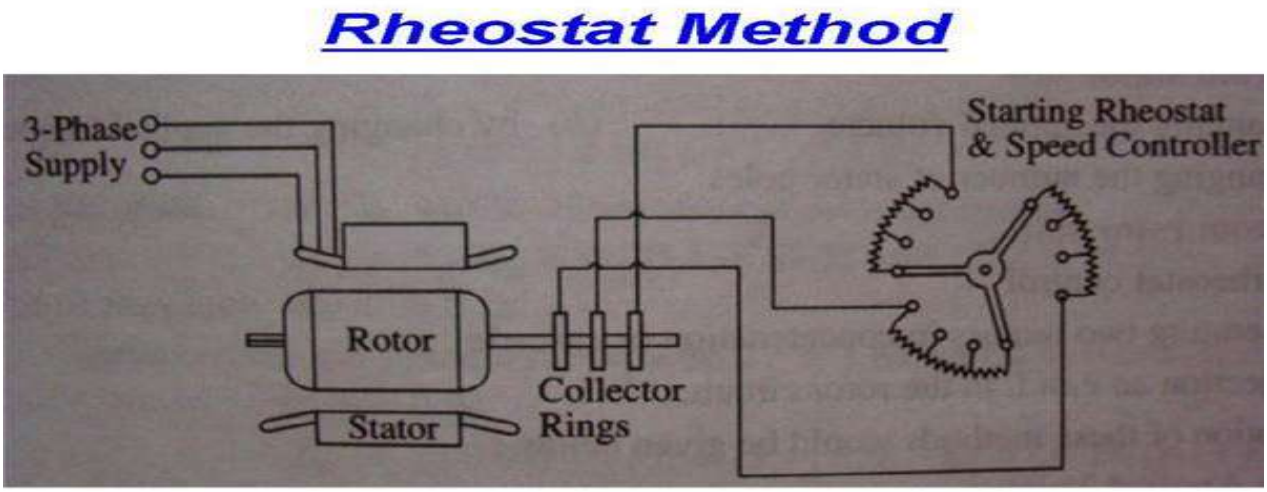
شكل (6 – 3) يوضح التمرين

الموضوع السابع

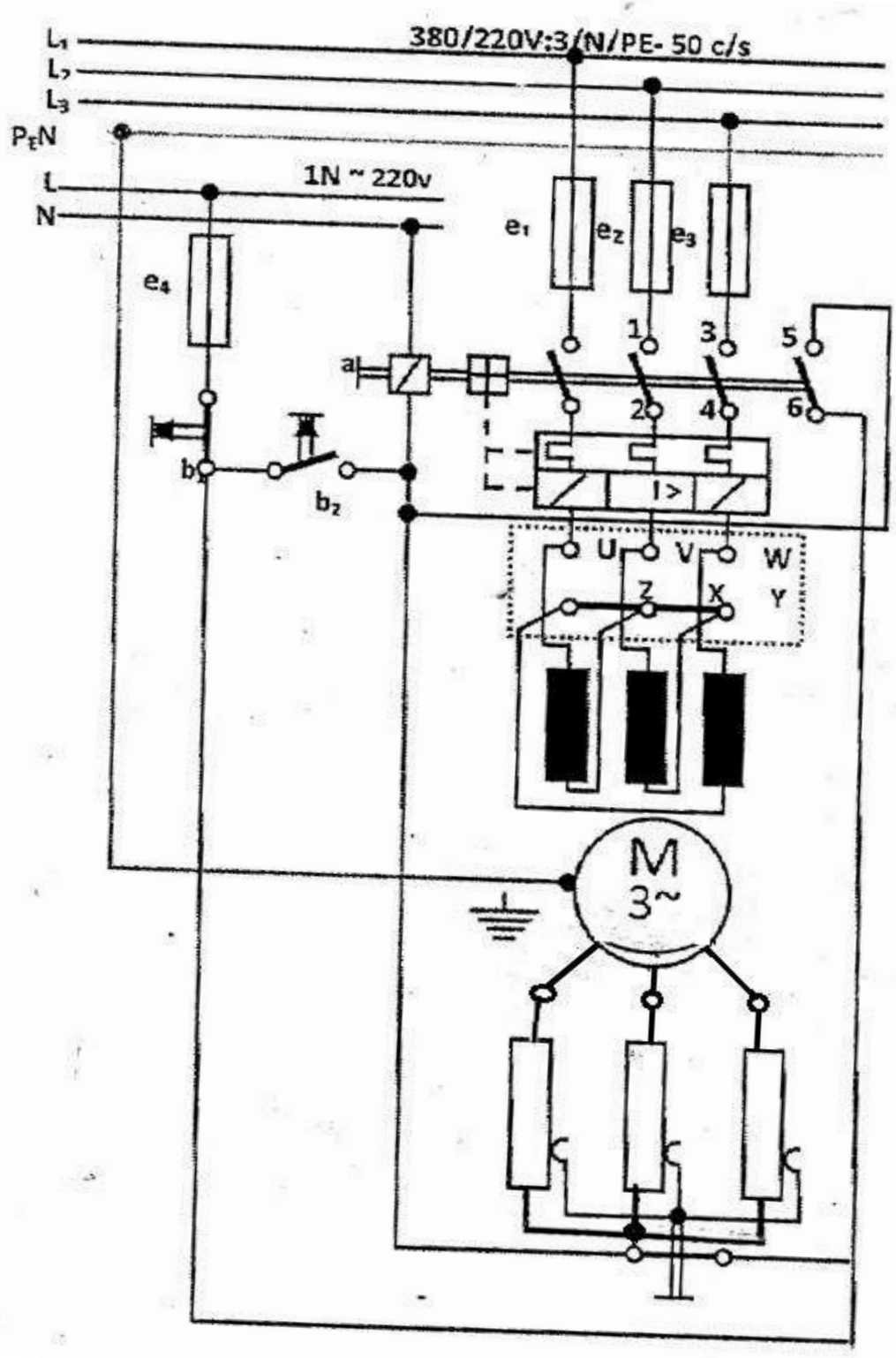
المحركات الحثية ذات الحلقات الانزلاقية :

عندما نحتاج الى قدرات عالية جدا لا يمكن ان نحصل عليها من المحركات الحثية ذات القفص السنجابي لذا فالمحركات الحثية ذات الحلقات الانزلاقية يمكن صنعها الى قدرات عالية جدا في الشكل (28) يمثل الرسم التخطيطي لمحرك حثى ذي حلقات انزلاقية .

في الشكل (7 – 1) يبين توصيلة محرك حثى (ذو حلقات انزلاقية) يغذى من شبكة تيار متناوب ثلاث اطوار (L_1 L_2 L_3) مع سلك ارضى (PE) عن طريق ثلاث مصهرات ومفتاح ذو وسيلتين للحماية (حرارية ومغناطيسية ضد زيادة التيار) و جسم المحرك متصل بالأرضي ومفتاحين ضاغط (بوش بتم) لتشغيل واطفاء المحرك ملفات المحرك متصلة نجمة (ستار) تتصل مقاومة بدء الحركة مع ملفات الجزء الدوار للمحرك (وتتكون من ثلاث مقاومات متغيرة متصلة على شكل نجمة مع بعضها .



شكل (7 – 1) يوضح مخطط لتوصيلة محرك ثلاث اطوار ذي حلقات انزلاقية

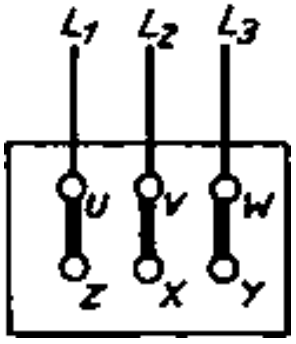


شكل (7 – 2) يوضح التوصيلة الكهربائية لمحرك حثى ذي حلقات انزلاقية (ثلاث اطوار)

ملاحظة :- ترسم الرموز الكهربائية بالقياسات النظامية كما في جدول الرموز رقم 1.

تمرين رقم (6) :

أرسم التوصيلة الكاملة لمحرك حثى ذو حلقات انزلاقية كما في المثال السابق على ان تكون ملفات الجزء الثابت موصلة على شكل مثلث (دلتا) ، كما في الشكل (7 – 3).

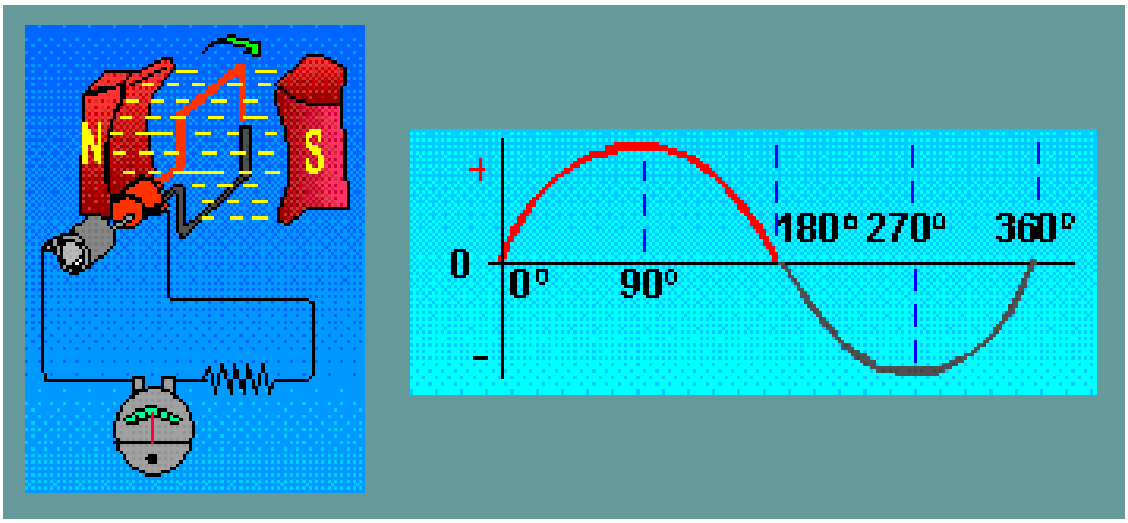


شكل (7 – 3) يوضح توصيلة مثلث (دلتا)

الموضوع الثامن

رسم موجة التيار احادي الطور :

ان موجة التيار المتناوب تتولد نتيجة قطع ملف لخطوط المجال المغناطيسي حسب نظرية فرداي وعند دوران الملف دورة كاملة تتولد موجة جيبيه تحتوي على نصف موجة موجبة والتي تكون فوق المحور الافقي ونصف موجة سالبة ويكون تحت المحور الافقي وتتغير بشكل منتظم من الموجب إلى السالب ، كما في الشكل (8 – 1) .



شكل (8 – 1) يوضح موجة كاملة لتيار متناوب نتيجة دوران ملف داخل مجال مغناطيسي

رسم الموجة :

أولا : نرسم المحور الأفقي وكذلك نرسم دائرة باستعمال الفرجال وبقياس نصف قطر (1) سم .

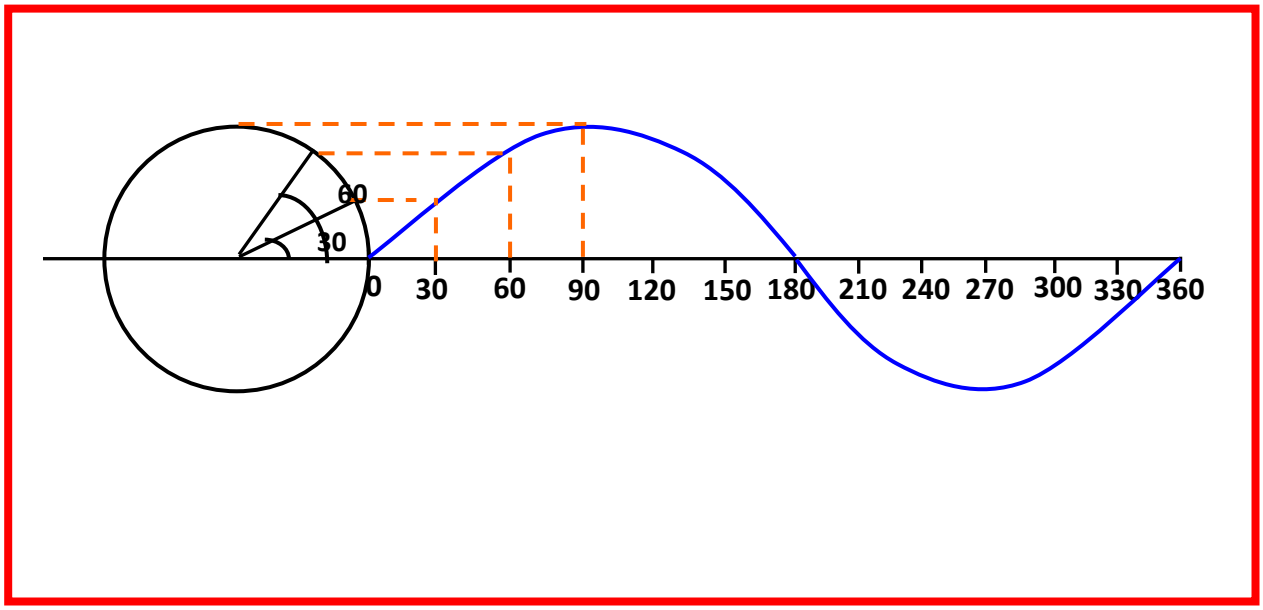
ثانيا: بعد رسم الدائرة نبدأ بتقسيمها الى اقسام متساوية باستعمال المنقلة ولتكن (30) درجة .

مثلا فيكون (صفر ,30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360)

ثالثا : نبدأ بتقسيم المحور الافقي بمقدار (1)سم ابتداء من الصفر ووفقا لزوايا الدائرة تقسيماتها أي انه يصبح (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360,

رابعا : نرسم خطوط عمودية خفيفة من التقسيمات المؤشرة

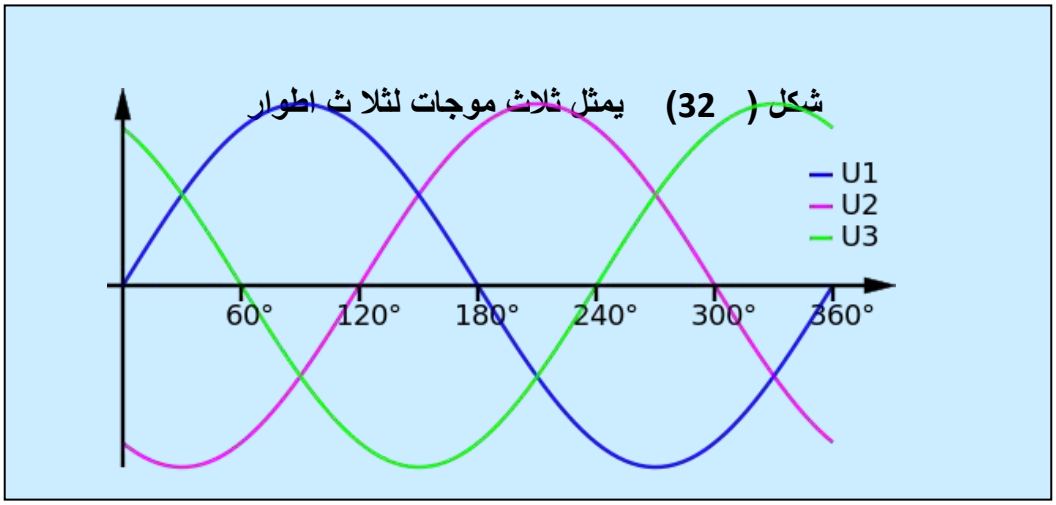
خامسا :نرسم خطوط افقية خفيفة موازية للمحور الأفقي من الدائرة والزوايا المؤشرة على محيط الدائرة كما موضح في شكل (8 – 2)



شكل رقم (8 – 2) يوضح كيفية رسم موجة جيبيه

ففي حالة رسم اكثر من موجة مثلا رسم موجتين متفاوتة بزاوية (60) درجة ستبدأ الاولى من الصفر كما هو معمول في الخطوات السابقة من (1 الى 5) وتبدا برسم الموجة الثانية انطلاقا من زاوية (60) وتنتهى من اليمين (360) ومن اليسار (الصفر) تقاطع المحورين السيني والصادي وهكذا بالنسبة لبقية الزوايا .

أما في حالة الثلاث اطوار نرسم ثلاث موجات متفاوتة (0 , 120, 240) درجة أي ان الاولى تبدا من الصفر والثانية من (120) درجة والثالثة من (240) درجة ، كما في شكل (8 – 3)



شكل (8 – 3) يوضح ثلاث موجات لثلاث أطوار

تمرين رقم (7) :

1- أرسم موجة جيبيه للتيار المتناوب أحادي الطور

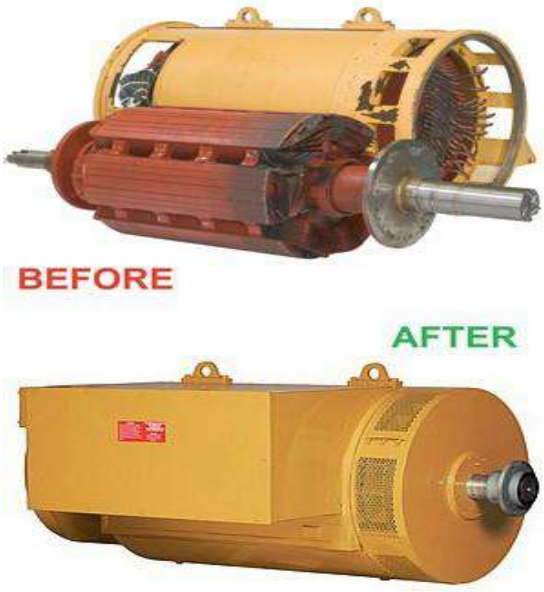
2- أرسم موجتي تيار متناوب بينهما زاوية فرق طور مقدارها (150)درجة

3- أرسم ثلاث موجات بين كل موجة واخرى زاوية فرق طور مقدارها (120) درجة

الموضوع التاسع

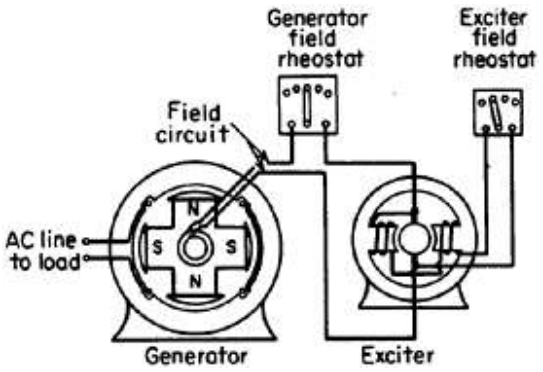
المكائن التوافقية (المولدات والمحركات التوافقية)

المولدات التوافقية شكل (9 – 1) تتكون من جزئيين الجزء الثابت ويحتوى على الملفات الرئيسية التي تتولد فيها القوة الدافعة الكهربائية وتتمثل في الرسم الكهربائي الفني على شكل مستطيل (يظلل داخله) في حالة الطور الواحد وثلاث مستطيلات (مظللة داخلها) في حالة الثلاث اطوار والجزء الدوار يرسم عبارة عن دائرة يكتب بداخلها (G~) قطرها 20 ملم .



شكل (9 – 1) يوضح مولد توافقي ذو طور واحد

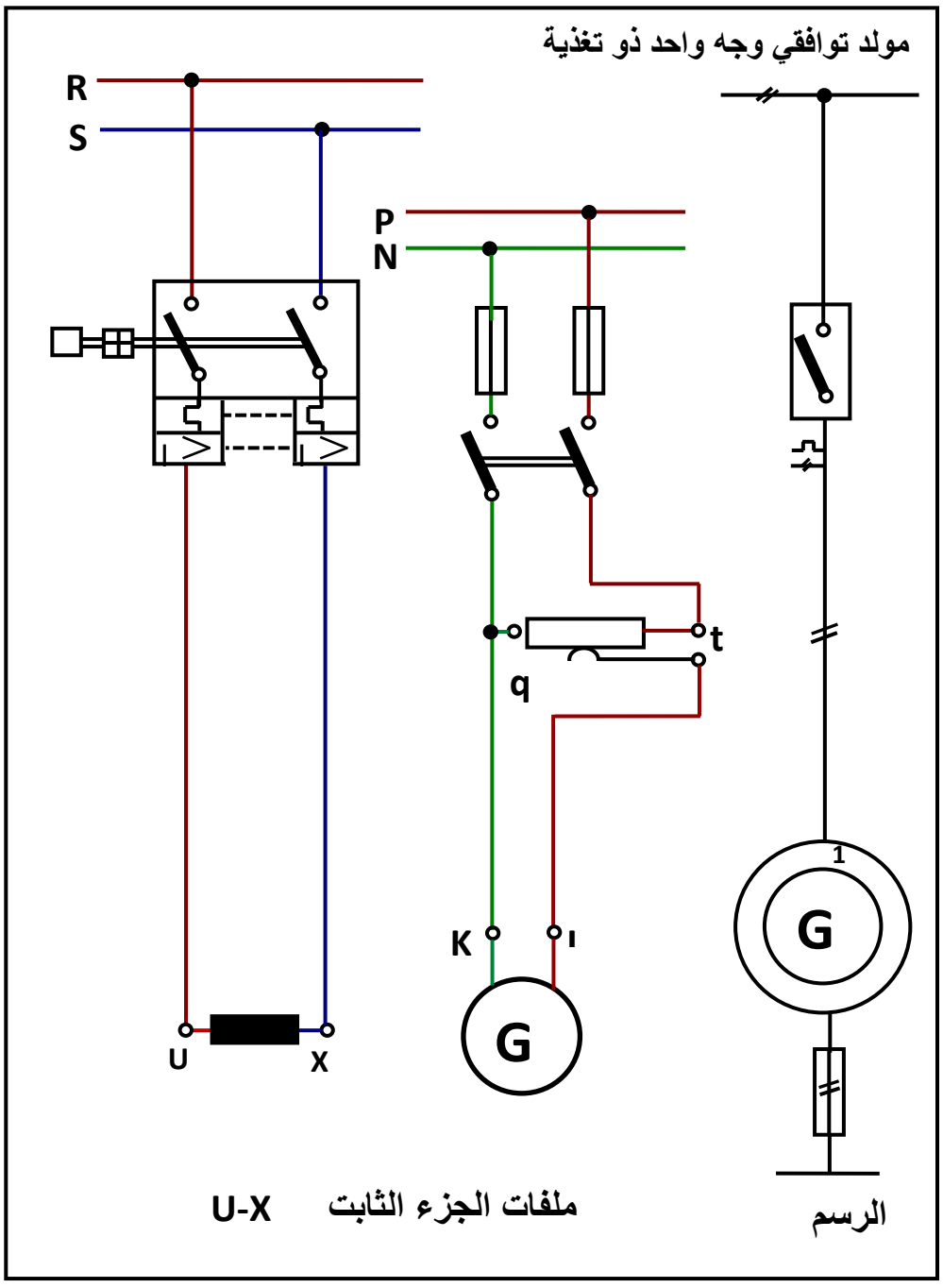
عادة تثبت ملفات الاقطاب المغناطيسية على الجزء الدوار وتغذى بتيار مستمر اما من مصدر خارجي للتيار المستمر مثلا (مجموعة من البطاريات) او من مولد تيار مستمر (توازى الربط) كما مبين في الرسم التخطيطي لذلك شكل (9 – 2) .



شكل (9 – 2) يوضح الرسم التخطيطي لمولد توافقي يغذى من مولد تيار مستمر

مثال (9 – 1) : رسم دائرة مولد توافقي طور واحد تغذية خارجية

التوصيلة ادناه تمثل مولد توافقي طور واحد ملفات الجزء الثابت فيه موصلة للشبكة عن طريق مفتاح أوتوماتيكي له وسيلتان للحماية مغناطيسية وحرارية ضد زيادة التيار ، يتصل الجزء الدوار إلى مصدر تيار مستمر وذلك عن طريق منظم للضغط ومفتاح قاطع دورة و مصهرات ، جسم المولد متصل مع سلك الحماية بالأرضي ، والى جانبه الرسم المختصر للدائرة ، كما في الشكل (9 – 3) .



شكل (9 – 3) يوضح رسم توصيلة مولد طور واحد وتغذية خارجية ، والرسم المختصر للدائرة

يمكن الاشارة الى ان المولدات التوافقية يمكن اشتغالها كمحركات توافقية وتتكون من الاجزاء نفسها حيث يحتاج المحرك التوافقي ذي الثلاث اطوار الى محرك أخر لتدويره لإيصاله الى السرعة التوافقية (في المحركات الثلاث اطوار ذات القدرات العالية جدا) لذا المحرك التوافقي يحتاج الى تيار مستمر ايضا لتغذية ملفات اقطابه المغناطيسية .

تمرين رقم (8) :

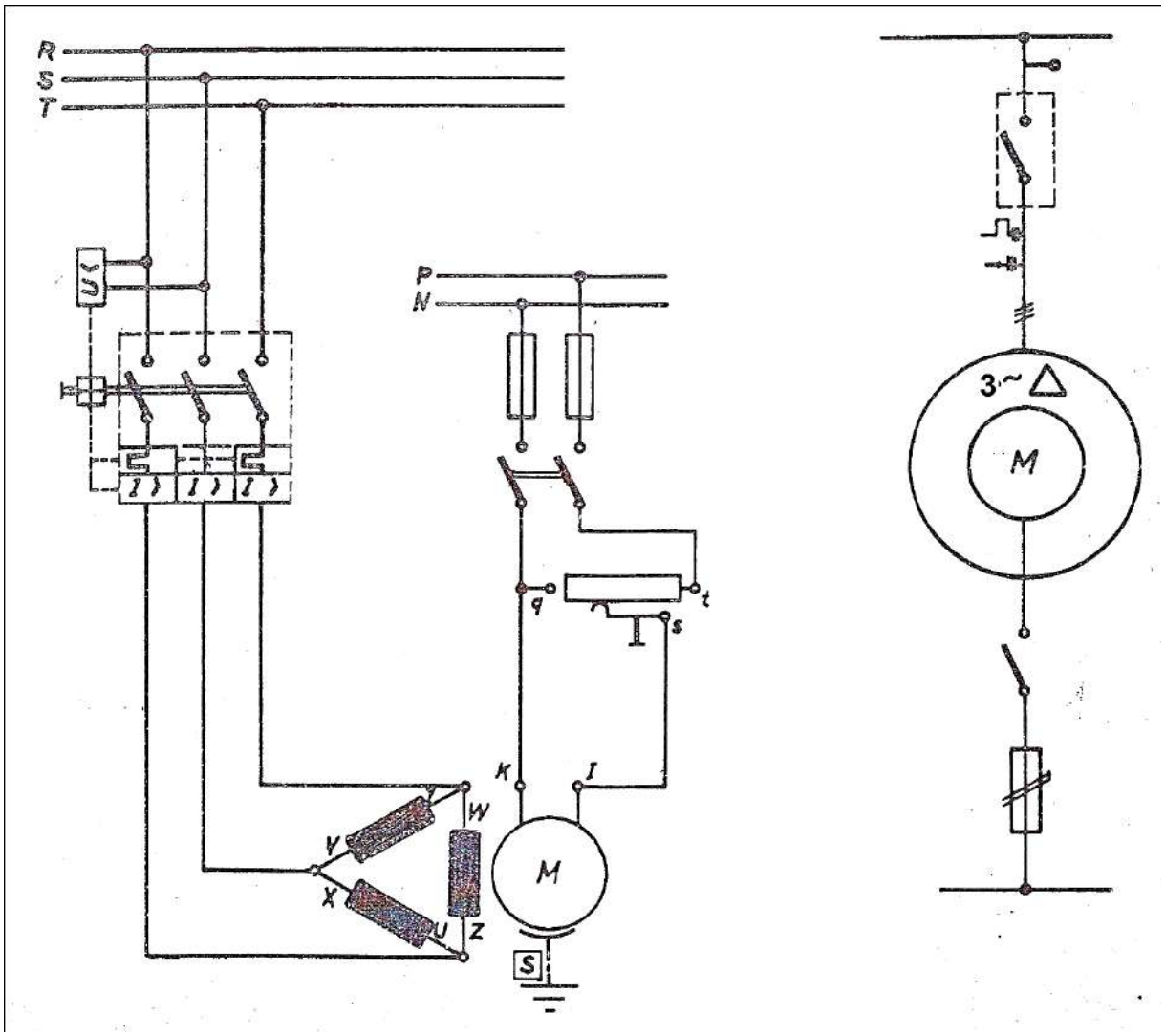
أرسم التوصيلة الكهربائية لمحرك توافقي ثلاث اطوار يغذى الجزء الدوار فيه من مصدر تيار مستمر كما موضح في شكل (9 – 4) يمكن الاستفادة من المثال شكل (35) في رسم الرموز بالقياسات النظامية .

يجب ملاحظة ما يأتي :

1- رسم منظم الجهد (المقاومة المتغيرة) بقياس (5×20) ملم وعلى شكل مستطيل والممثلة بـ (t q s)

2- يضاف الى الرسم مفتاح ذو وسيلتين للحماية (مغناطيسية وحرارية ضد زيادة التيار) بقياس (30 ×30) ملم يوضع بين المصدر (R S T)والجزء الثابت للمحرك التوافقي مع مفتاح ضد الفولتية العكسية بقياس (5×10) ملم .

3- الرسم المختصر يمثل الدائرة الكهربائية لذلك التمرين .

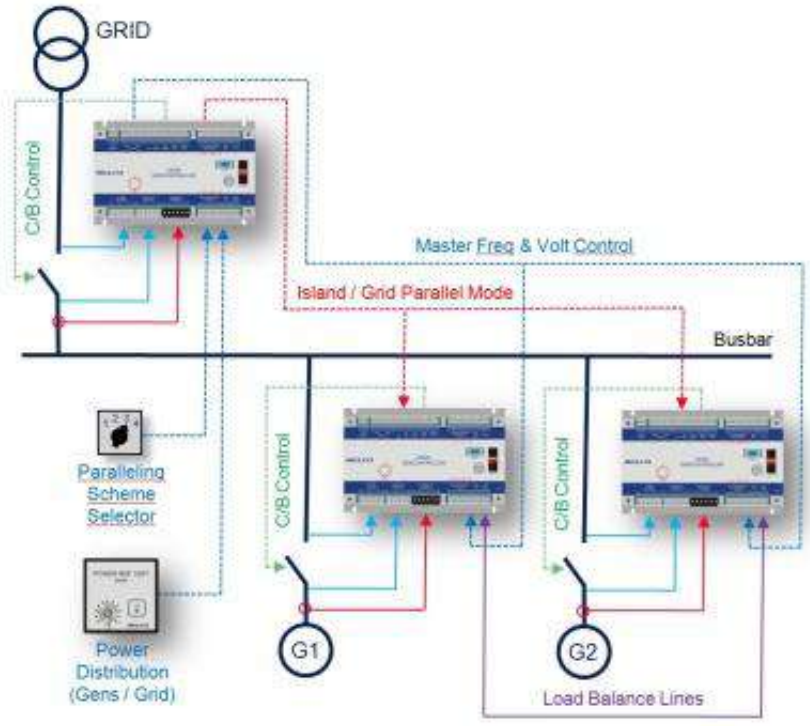


شكل (9 – 4) يوضح تمرين رقم (8) محرك توافقي ثلاث أطوار

الموضوع العاشر

ربط المولدات التوافقية على التوازي والى شبكة واحدة

لزيادة الطاقة الكهربائية المتولدة في محطات التوليد يتطلب في بعض الاحيان ربط اكثر من مولدة تربط على التوازي مع الشبكة للحصول على طاقة كهربائية بمجموعها كما في الشكل رقم (10 – 1) .



شكل (10 – 1) يوضح مولدتين مربوطتين على التوازي

وقبل ربط المولدة الى الشبكة الوطنية لابد من اجراء بعض الاختبارات عليها قبل الربط كون ان التيار المراد ربطه هو تيار متناوب وعبارة عن ثلاثة خطوط بين كل طور واخر زاوية (120) درجة وعند عدم توافق المولدة مع الشبكة الوطنية في هذه الاختبارات قد يحدث فرق في الجهد بين الخطوط مما يؤدي الى نتيجة عكسية ، وهذه الاختبارات تسمى بعمليات التوافق والتي تتحقق عندما يكون :-

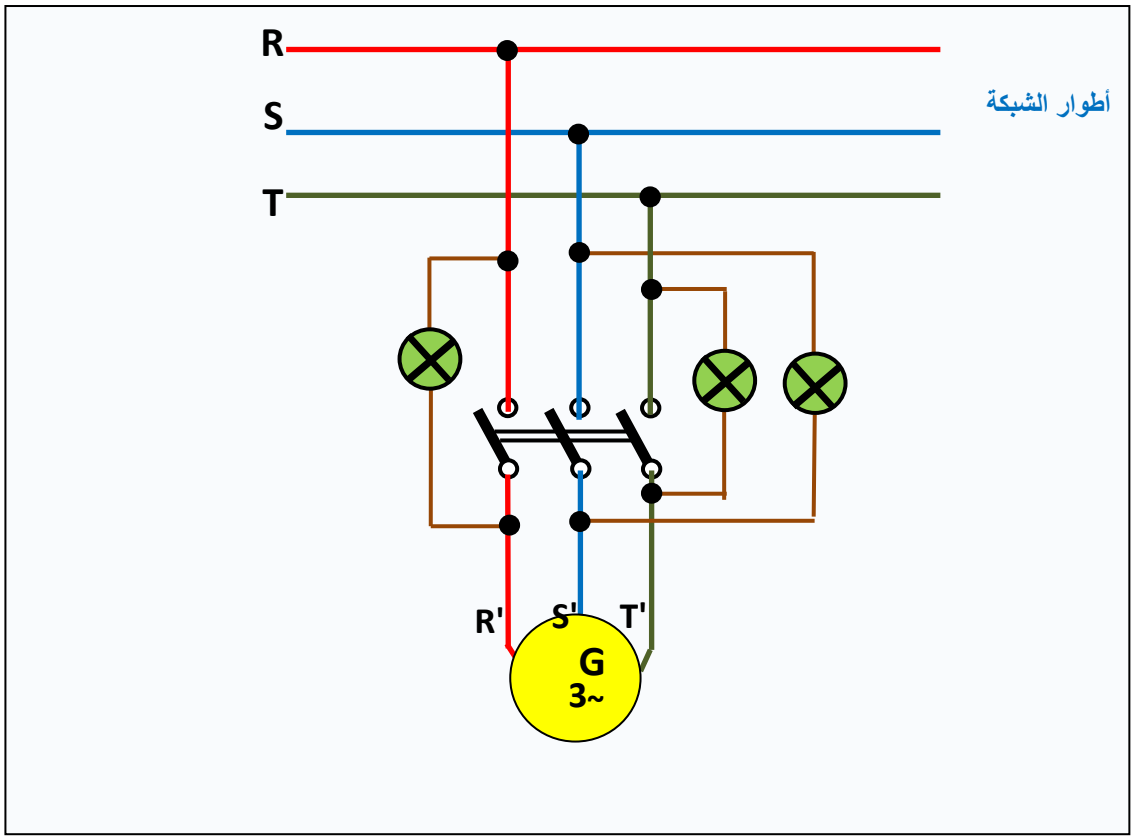
1- تساوي الجهد لكل من المولدة والشبكة الوطنية .

2- تساوي التردد لكل من المولدة والشبكة الوطنية .

3- توافق موجتي الجهد لكل من المولدة والشبكة الوطنية .

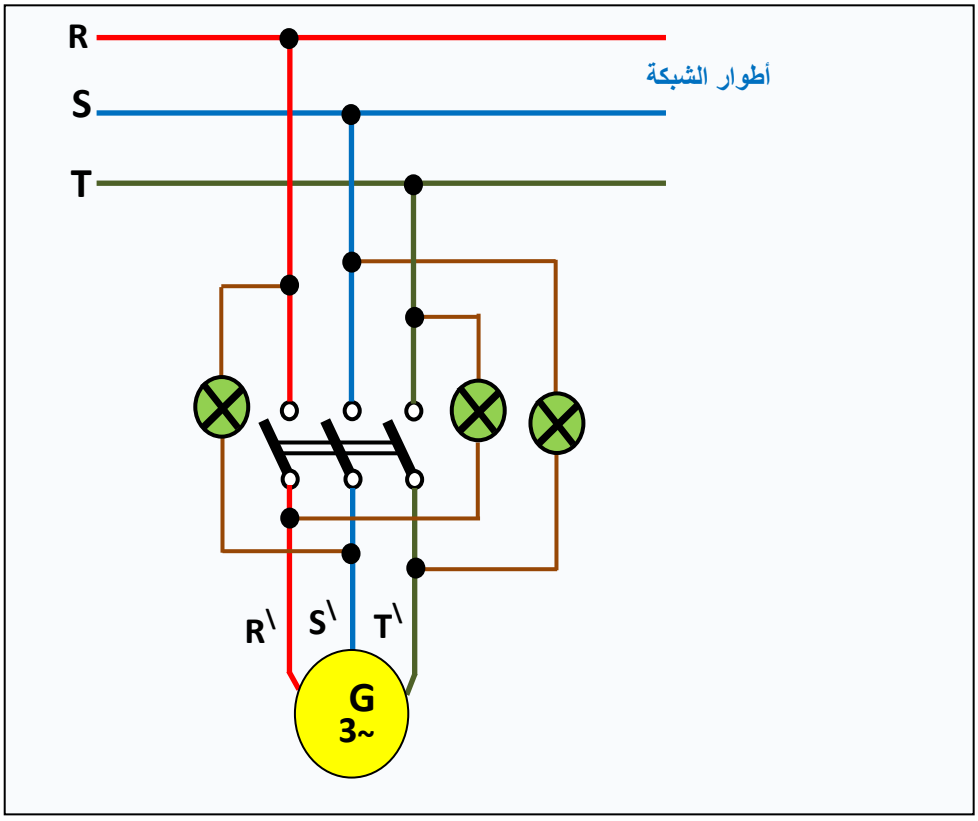
ويمكن مراقبتها عن طريق مجموعة مصابيح واجهزة قياس الجهد والتردد وعمليات التوافق ثلاثة انواع هي كما يأتي :-

1- **الطريقة المعتمة للمصابيح** – حيث يتم ربط كل مصباح بين طور المولدة ونظيره من طور الشبكة اي (R – R) وهكذا بين بقية المصابيح ، وعندما تتحقق الشروط الثلاثة تنطفئ المصابيح الثلاثة فيتم توصيل المولدة بالشبكة الرئيسة ، كما في شكل (2 – 10) .



شكل (10 – 2) يوضح الطريقة المعتمة

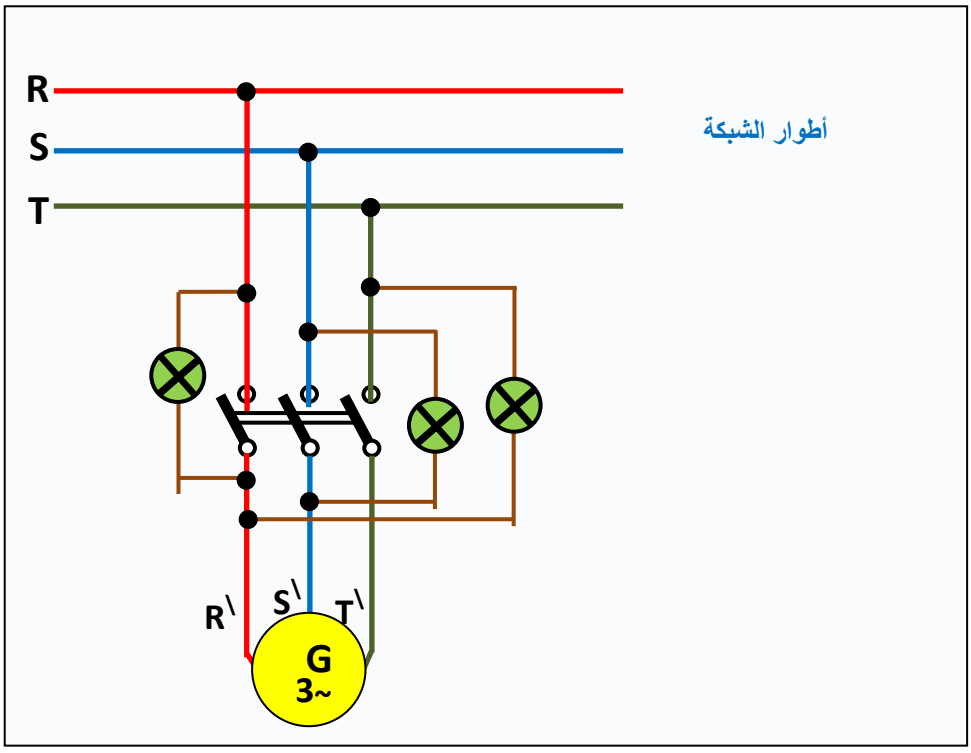
2- **الطريقة المضيئة للمصابيح** – يتم توصيل طرفي كل مصباح الى طورين مختلفين بين المولد والشبكة فمثلا المصباح الاول بين (S – R) وهكذا لبقية المصابيح ، تحدث عملية التوافق عند توهج المصابيح بشكل كامل ، كما في شكل رقم (10 – 3) .



شكل (10 – 3) يوضح الطريقة المضيئة

3- **التوصيلة المركبة** : – يربط احد المصابيح الثلاثة بطريقة المصابيح المعتمة والمصباحان

الاخران يربطان بطريقة المصابيح المضيئة. كما في شكل رقم (10 – 4)

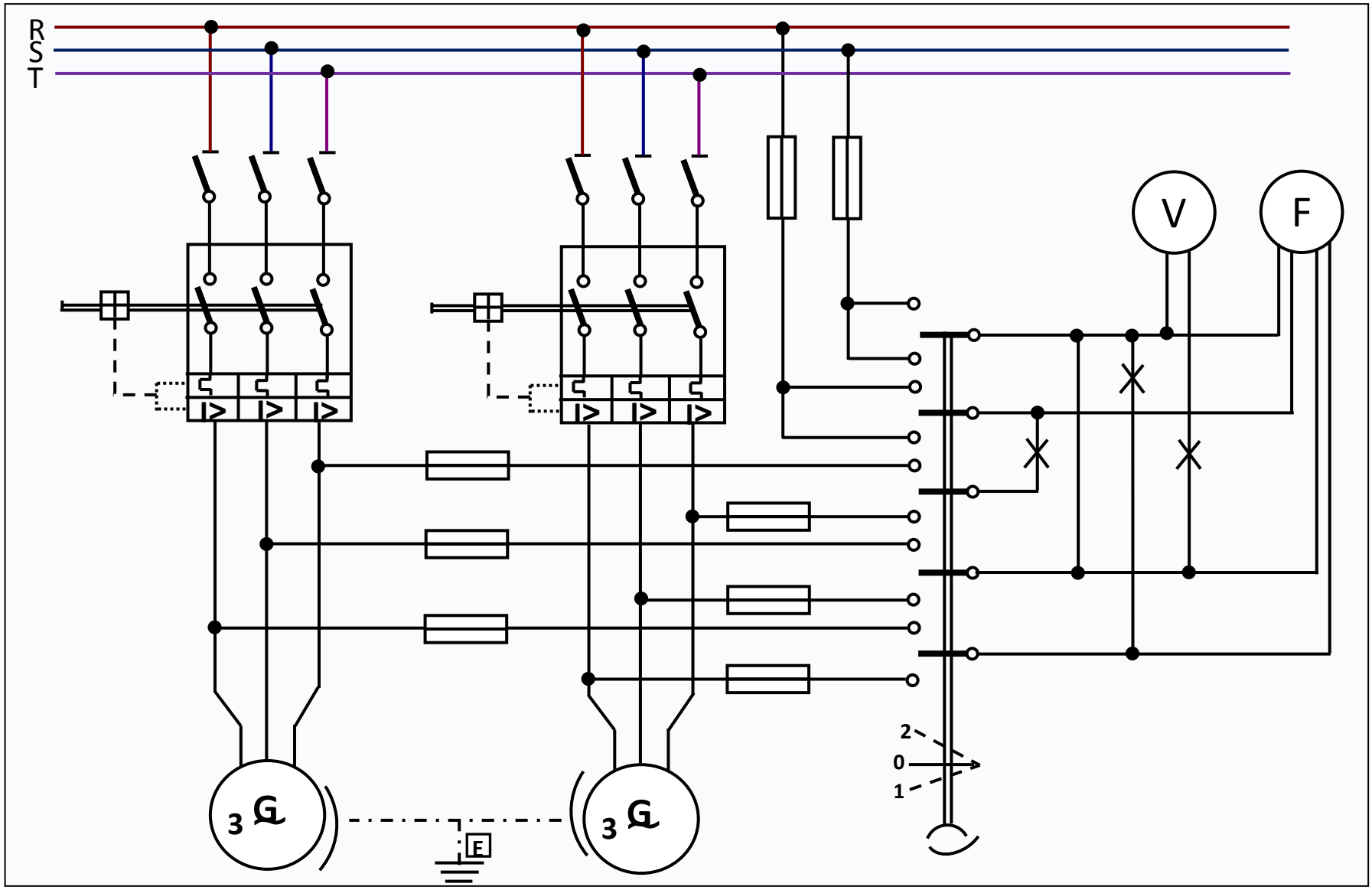


شكل (10 – 4) يوضح التوصيلة المركبة

تمرين رقم (9) :

المطلوب : أرسم التوصيلات الأتية .

1- اربط مولدتين على التوازي مع اجهزة قياس الجهد والتردد واجراء عمليات التوافق حيث يتم ربط كل مولدة الى الشبكة الوطنية عن طريق مولدتين على التوازي ومفتاح قطع ثلاثي الاطوار ومن ثم بمفتاح اوتوماتيكي ذي حماية مغناطيسية وحرارية ، وعملية التوافق تتم بربط مفتاح خماسي الاقطاب ذو طريقتين لكي تتم عملية التوافق بين كل مولدة والشبكة بشكل منفصل عن المولدة الثانية ، توصل جسمي المولدتين الى الارضي وكذلك وضع مصهرات للحماية ، كما في شكل (10 – 5) .



شكل (10 – 5) مولدتين على التوازي مع مستلزمات عملية التوافق

الموضوع الحادي عشر

مفاتيح التحويل اليدوية والاوتوماتيكية :

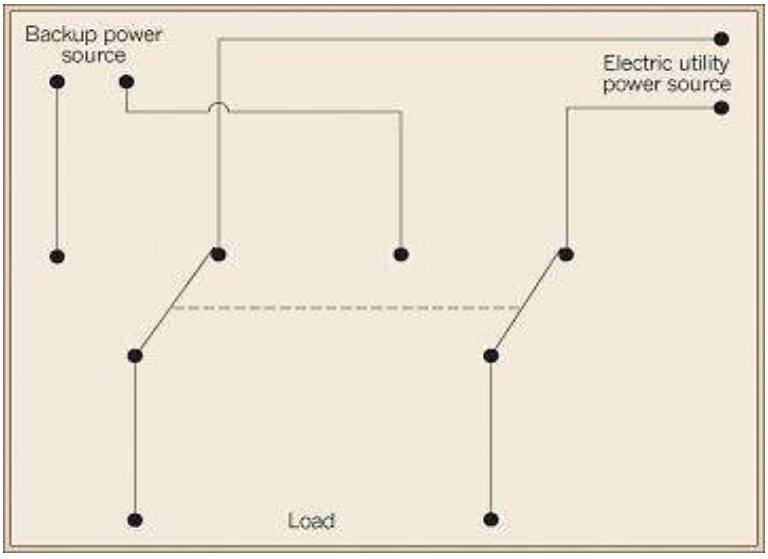
أصبح هذا النوع من المفاتيح مهم جدا في حياتنا العملية حيث يمكن فصل وتشغيل المولد تارة والشبكة الوطنية تارة اخرى .

يوجد منها انواع كثيرة للطور الواحد وللثلاثة اطوار ولعدة خطوط حسب الحاجة لها حيث يتم في نفس اللحظة توصيل دائرة وفصل الاخرى كما في شكل (11 – 1)

المفاتيح اليدوية :

شكل (11 – 1) مفتاح تحويل يدوى

يمكن رسم الدائرة الكهربائية لمفتاح التحويل اليدوي كما في شكل (11 – 2)

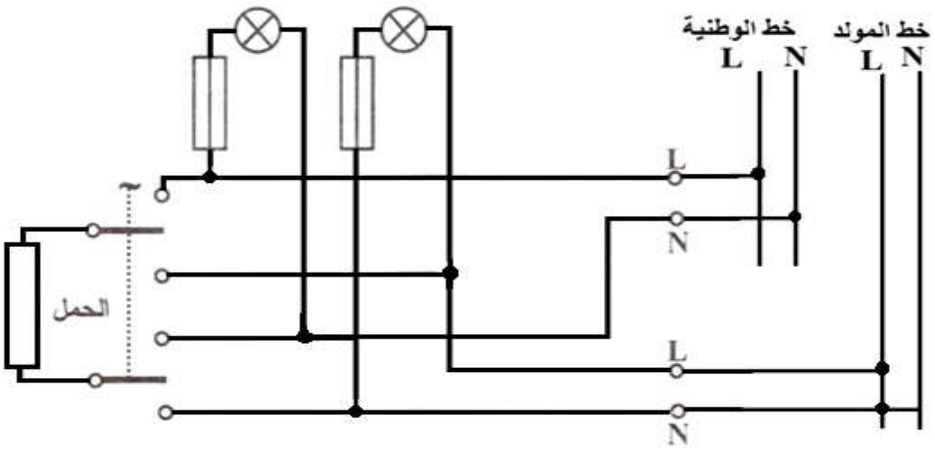


شكل (11 – 2) الدائرة الكهربائية للمفتاح التحويل اليدوي

مثال (11 – 1) : رسم توصيلة مفتاح تحويل يدوي طور واحد .

يستخدم مفتاح التحويل اليدوي طور واحد ويرمز لـــــه (MTS) مختصـــــر (Manual Transfer Switch) وكذلك يسمى (جنج اوفر) (Change over) وهو مشابه لمفتاح المجموعات حيث يمكن ان يعمل بين شبكتين حيث تمثل الاولى الشبكة الوطنية والثانية تمثل مولد خارجي حيث يقوم بتوصيل احدى هذه الشبكات الى الحمل يدوياً مع وجود وسائل الحماية .

الشكل (11 – 3) أدناه يمثل توصيلة مفتاح تحويل يدوي بقطبين حيث يستلم المفتاح الطاقة الكهربائية من احد المصدرين مثلاً احدهما يكون من الشبكة الوطنية والمصدر الثاني من مولدة كمصدر احتياطي في حالة انقطاع تيار شبكة الكهرباء الوطنية مع وجود مصباح إشارة لمعرفة الشبكة التي تغذي الحمل مع مصهرات .



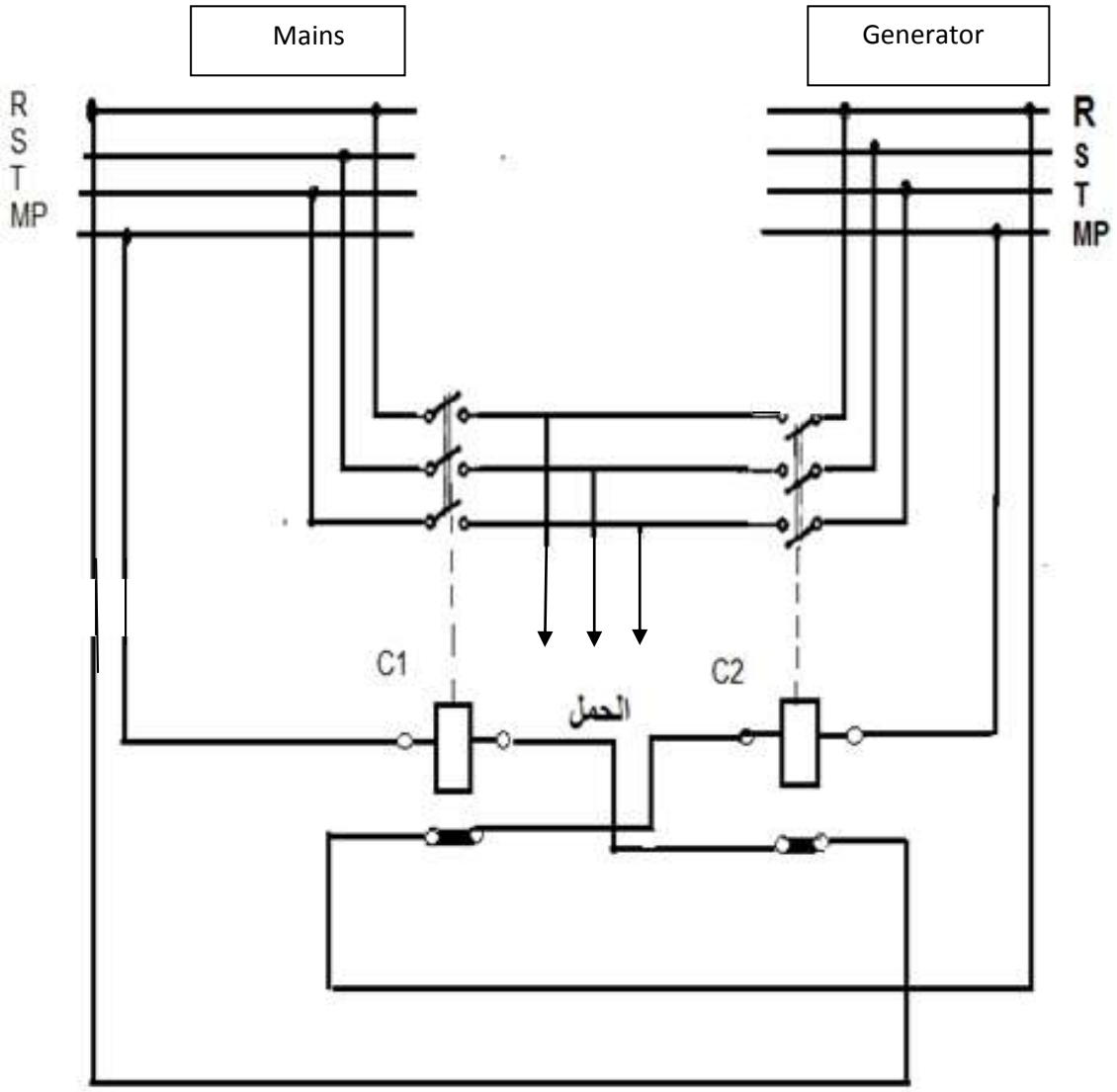
مفاتيح التحويل الاوتوماتيكية :

تستعمل اجهزة الكونتكترات لعمل مفاتيح التحويل الاوتوماتيكية كما في شكل (11 – 4)

شكل (11 – 4) يوضح مفتاح تحويل أوتوماتيك

تمرين رقم (10) :

أرسم الدائرة الكهربائية لمفتاح تحويل أوتوماتيك باستعمال كونتكتر عدد (2) كما في الشكل (5 – 11)



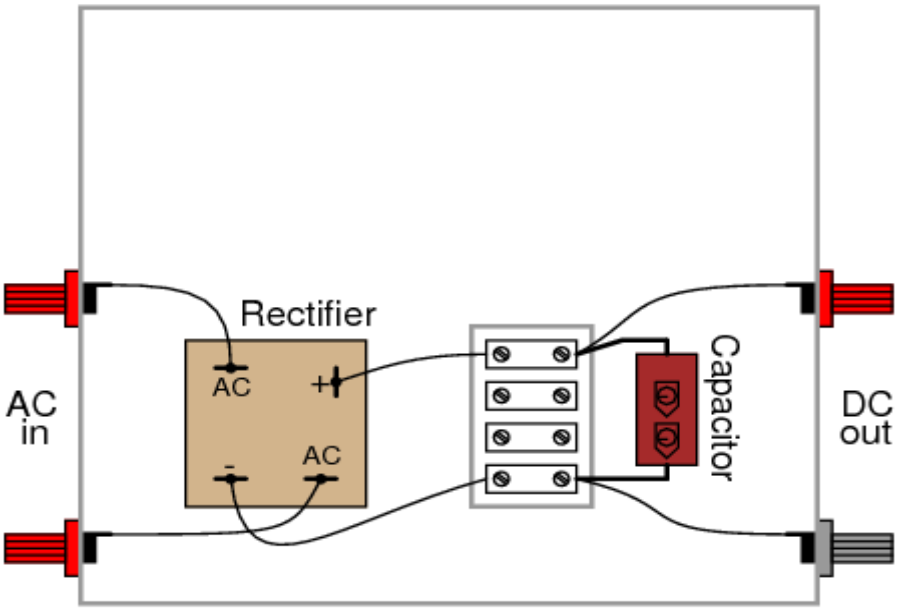
شكل (5 – 11) يوضح الدائرة الكهربائية لمفتاح تحويل أتوماتيكي

الموضوع الثاني عشر

المبدلات :

أصبح من الضروري استعمال المبدلات في كثير من الاجهزة الالكترونية وغيرها من الاجهزة الكهربائية ، فالمبدل هو جهاز يعمل على تبديل التيار المتناوب الى تيار مستمر كما في شكل (1-12)

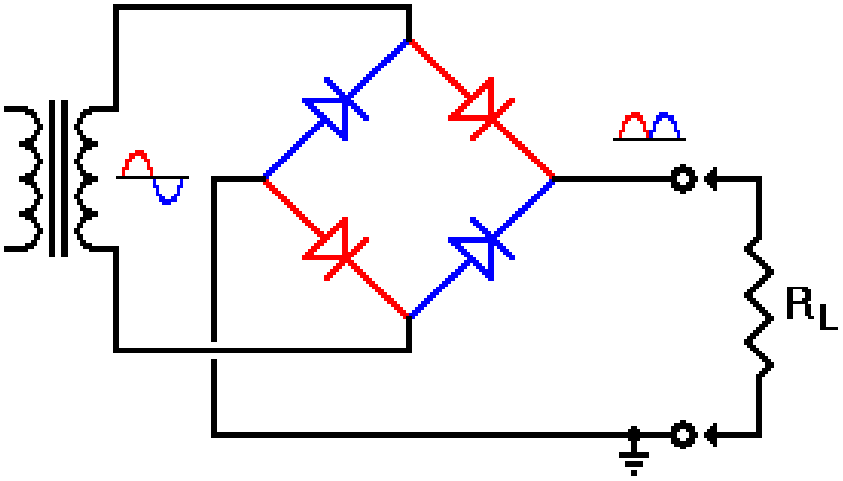
شكل (12 – 1) يوضح أحد أنواع المبدلات



شكل (12 – 2) مبدل للتيار المتناوب الى تيار مستمر تستعمل طرفين لدخول التيار المتناوب والطرفين الأخرين لخروج التيار المستمر

مثال (12 – 1) :

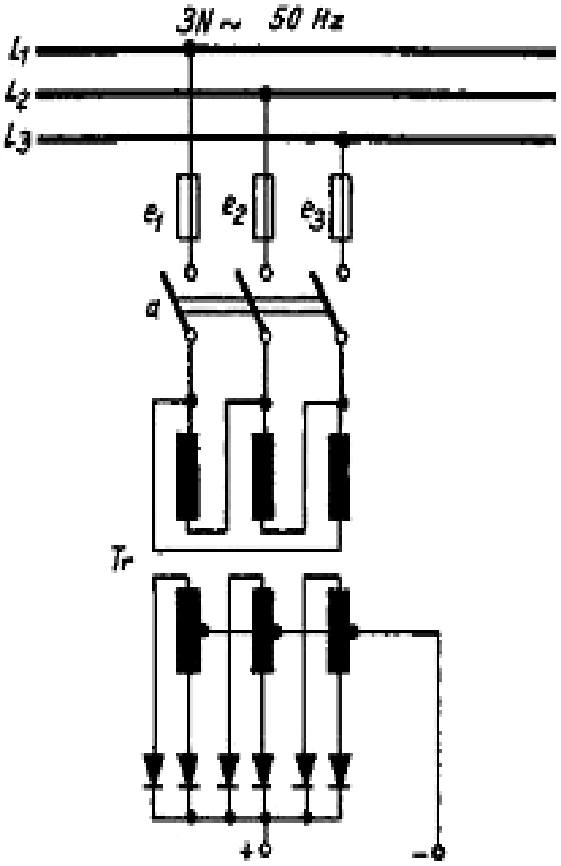
توجد طرق كثيرة للحصول على تيار مستمر منها استعمال الدايود الثنائي عند ربطهما على شكل (قنطرة) جسر يتم فيها تبديل موجة كاملة ، كما في الشكل (12 – 3)



الشكل (12 – 3) يوضح توصيلة قنطرة (جسر)

تمرين رقم (11) :

توصيلة تبديل تيار متناوب ثلاث اطوار باستعمال الدايودات الثنائية وبعدد (6) عن طريق مفتاح ثلاثي الأقطاب وثلاث مصهرات حماية مع محول (دلتا /ستار) ، كما في شكل (12 – 4)



شكل (12 – 4) يوضح التمرين رقم (11)

ملاحظة : يتم الرسم بالقياسات النظامية حسب جدول رقم 1

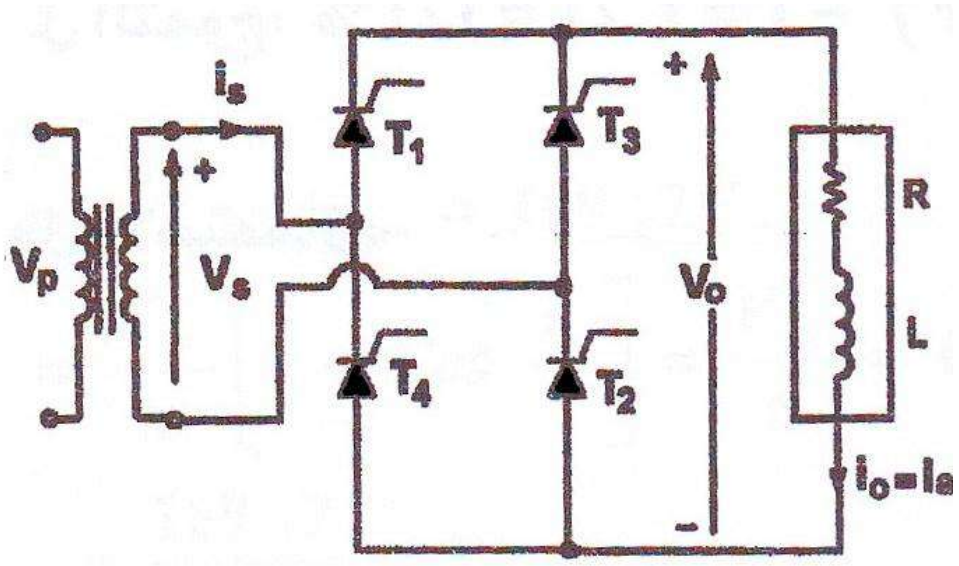
الموضوع الثالث عشر

إستخدام الثايرستورات في دوائر التقويم ودوائر التحكم بالسرعة لمحرك التيار المستمر

مثال (13 – 1) :- دائرة تقويم قنطرة أحادي الطور موجة كاملة

Single –Phase Full-Wave Bridge Control Rectifier

الشكل (13 – 1) يوضح الدائرة الكهربائية لمقوم احادي الطور موجة كاملة وتحتوي على اربعة ثايرستورات مربوطة على شكل قنطرة تعمل على تجهيز حمل طبيعي وحثي .



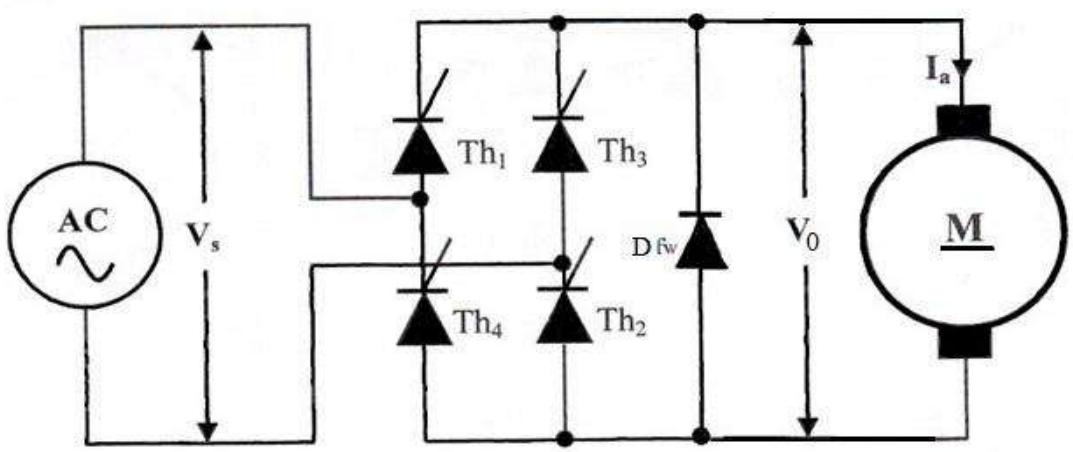
شكل (13 - 1) يوضح مقوم أحادي الطور موجة كاملة

ملاحظة : ترسم ملفات المحولة (V_S , V_P) بشكل مستطيل بقياس (5 × 15) ملم ويظلل بداخله وكذلك الحمل (L) على شكل مستطيل فارغ .

تتكون الدائرة الكهربائية في شكل (13 – 1) من مصدر تيار متناوب منخفض الجهد باستعمال محولة تغذى من طرفي الملف الثانوي (ذو الجهد المنخفض) اربعة ثايرستورات (T1 T2 T3 T4) موصولة على شكل قنطرة ويعمل كل أثنين معا (T1 T2) و (T3 T4) ، ويتعاكسان في العمل في حالة النصف الاول للموجة ان كان موجبا أو سالبا .

تمرين رقم (12) :

أرسم الدائرة الكهربائية للسيطرة على سرعة محرك التيار المستمر باستخدام اربعة ثايرستورات مع دايود الانطلاق الحر ، كما موضحة في الشكل (13 – 2) والتي تمثل دائرة موحد قنطرة موجة كاملة محكوم مع حمل حثي (محرك تيار مستمر) للتحكم في سرعته .



شكل (13 – 2) يوضح تمرين رقم (12)

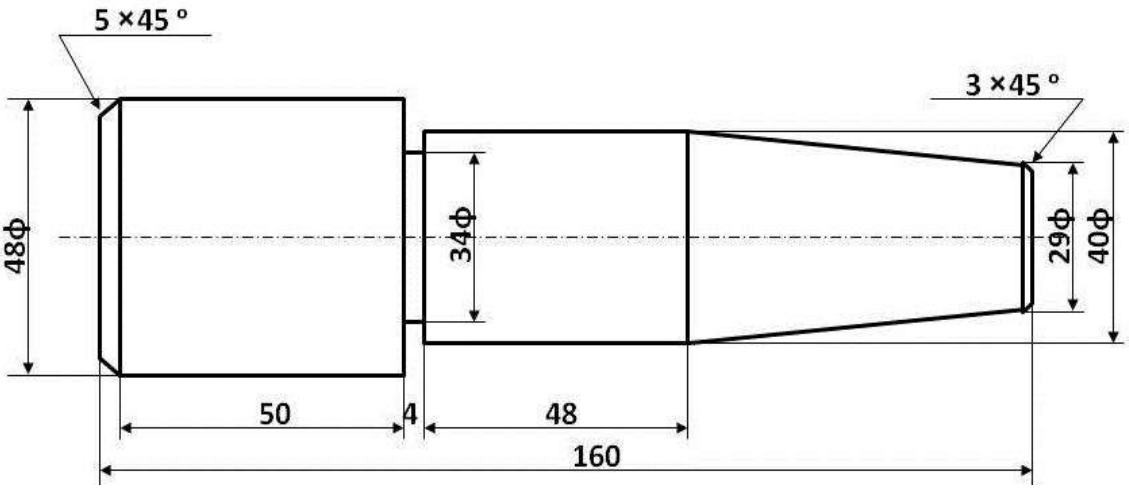
الموضوع الرابع عشر

الأعمدة Shafts

تعتبر الأعمدة (Shafts) من الأجزاء المهمة والواسعة الاستعمال في كل مجالات الصناعة ، اذ أن شكلها الأسطواني يسمح لها بالدوران حول محور ثابت (Centre line) ، الأعمدة هي وسيلة ربط وتحكم ونقل الحركة والقدرة ، حيث يثبت عليها البكرات والمسننات أو الأفلنجات ، ويتم انتاجها بطرق متعددة منها الخراطة والدرفلة والطرق لأجزاء منها والسباكة الحديثة ، ويوضح الشكل (14 – 1) نموذج لأعمدة متنوعة حيث نلاحظ التناظر في شكل العمود بسبب الدوران والنعومة العالية لمناطق الارتكاز على المساند .

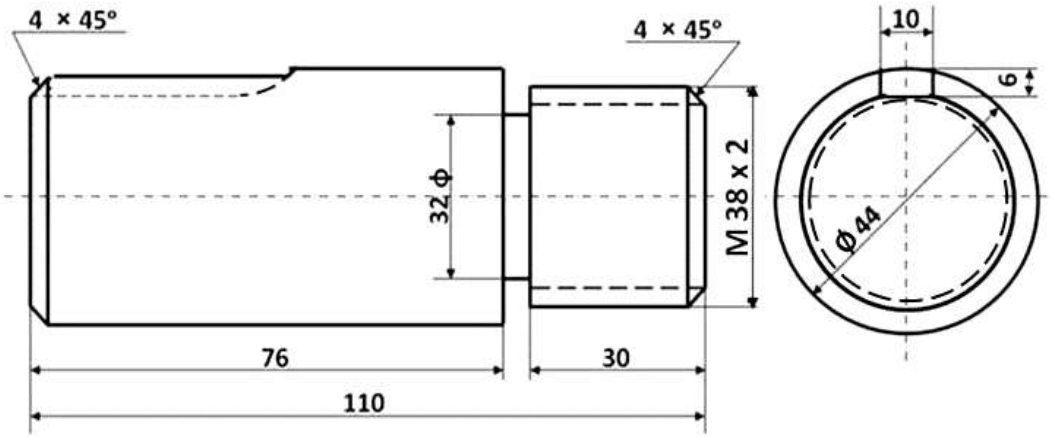
شكل (14 – 1) يوضح نماذج لأعمدة مختلفة

عند رسم الأعمدة من الممكن الاكتفاء بالمسقط الأمامي لتوضيح القياسات المطلوبة كما في يوضح الشكل (14 – 2) .



شكل (14 – 2) يوضح المسقط الأمامي لعمود

لكن في حالة أجراء عمليات تشغيل أخرى للعمود مثل (قطع ، قشط ، تفريز ...الخ) سوف نحتاج الى مسقط أخر لتوضيح الرسم والأبعاد المطلوبة ، وكما في الشكل (14 – 3) .

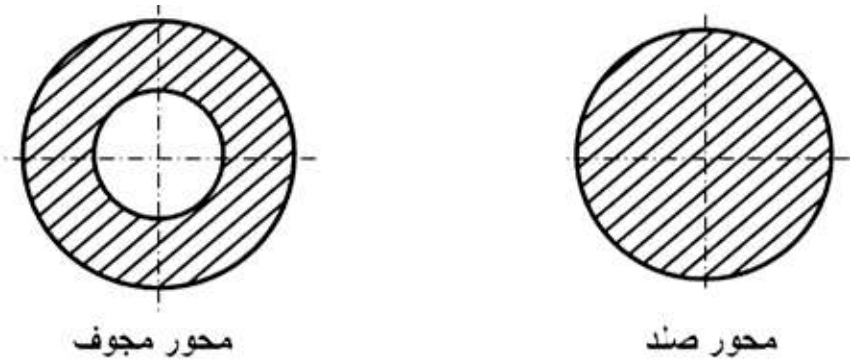


شكل (14 – 3) يوضح رسم مسقطين لتوضيح الأبعاد

قطع الاعمدة :

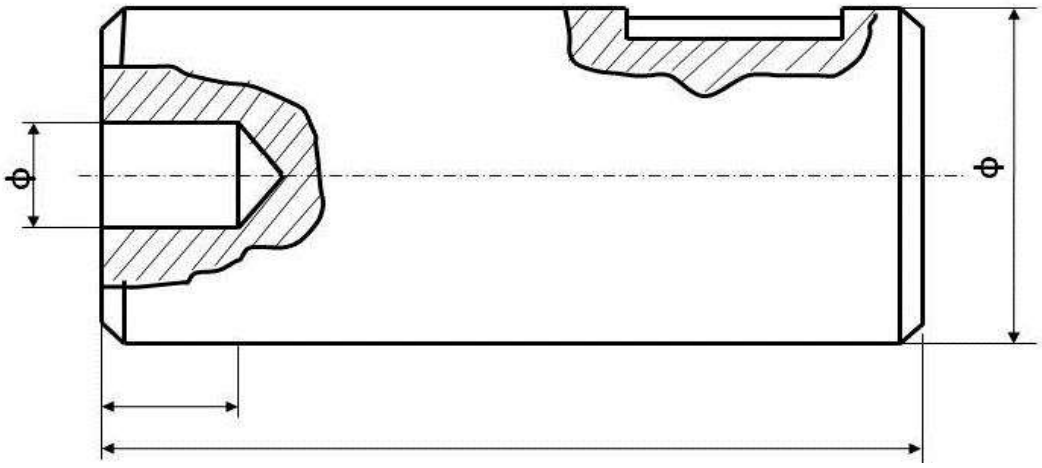
تكون الأعمدة صلدة أو مجوفة جزئياً أو كلياً ومصنوعة من معادن أو مواد أخرى، وعند القطع تقطع طولياً أو عرضياً وكما يأتي :

أولا - القطع العرضي (الجانبي) (Side section) : اذ يتم قطعها عرضياً ويتم رسم المقطع كما موضح في الشكل (14 – 4) .



شكل (14 – 4) يوضح القطع العرضي للأعمدة

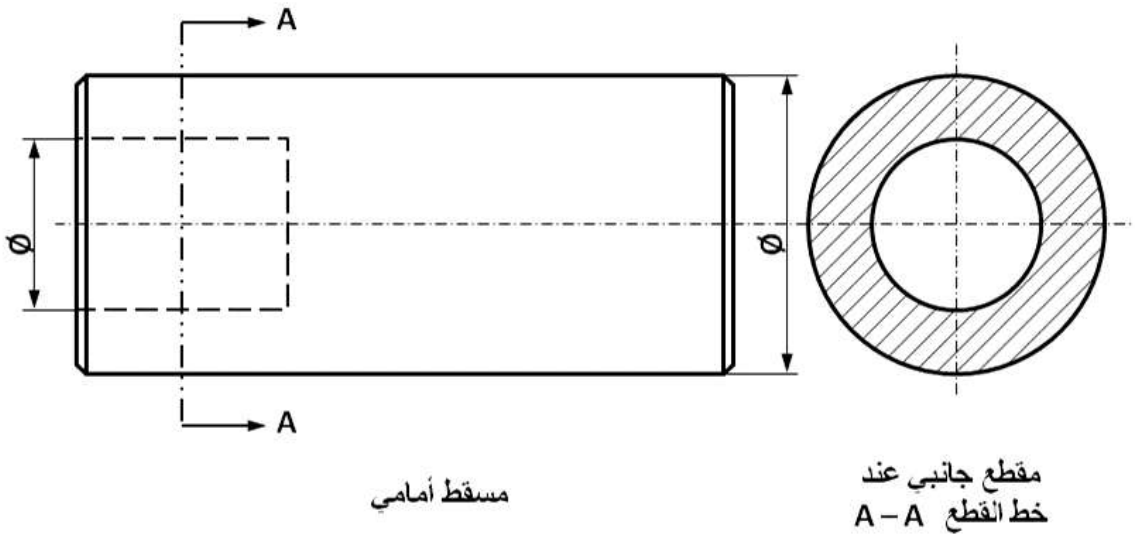
ثانياً - القطع الطولي للأعمدة (Front section): يتم قطع الأعمدة طوليا ولكن المقطع لا (يهشر) فيكون المقطع والمسقط متشابه ألا في حالة القطع الجزئي لتوضيح التجاويف الداخلية وعمليات القطع المراد توضيحها وكما موضح في الشكل (14 – 5) .



شكل (14 – 5) يوضح القطع الجزئي في العمود

ثالثاً - القطع المحدد بخط قطع معلوم في الاعمدة : (Section line)

في حالات القطع الطولي والعرضي فإن القطع يكون من الوسط باتجاه المحور (المركز) وتوجد حالات أخرى يتم القطع فيها من مكان أخر يتم تحديده بخط قطع لتوضيح التجاويف الداخلية ، وكما موضح في الشكل (14 – 6) .

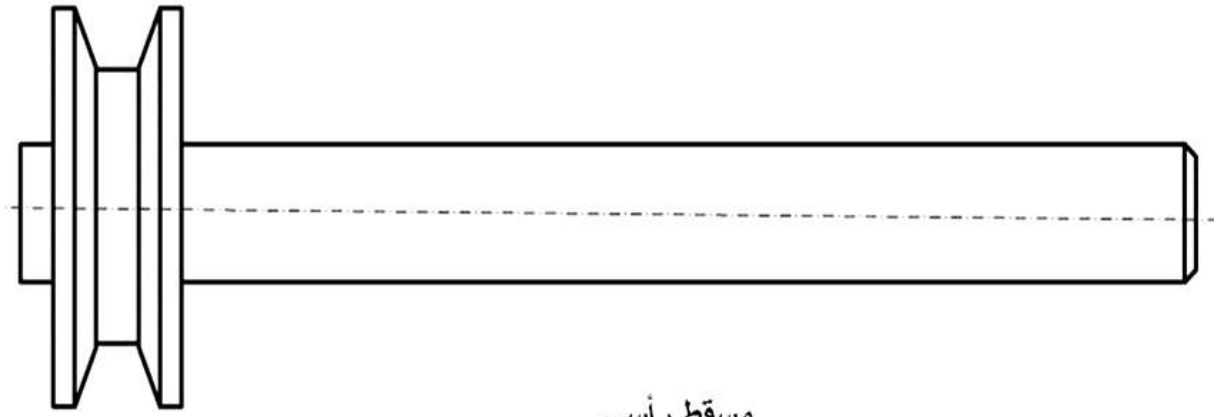


شكل (14 – 6) يوضح مسقط رأسي ومقطع جانبي عند خط القطع (A - A)

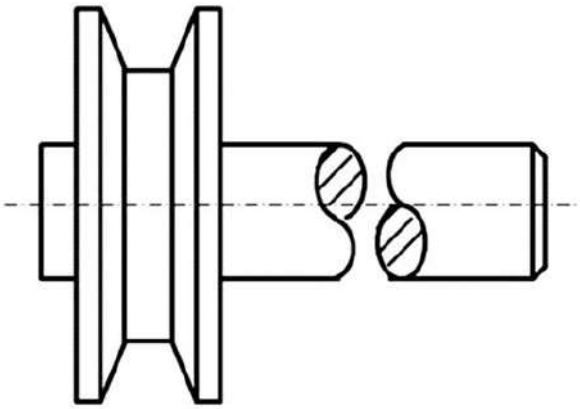
أرسم بالحاسوب : الرسم التوضيحي (14 – 6)

رابعاً – قطع الأعمدة الطويلة :

نلاحظ في كثير من الرسومات وفي اللوحات التجميعية للمكائن أن الأعمدة يتم قطعها عرضياً (Side Section) في حالة كون المحاور طويلة اذ يتم قطعها للحفاظ على مقياس رسم مناسب ، وملائمة طول المحور مع الاجزاء الاخرى في ورقة الرسم كما موضح في الشكل (7 – 14) .



مسقط رأسي



مسقط رأسي فيه قطع جزئي

شكل (7 – 14) يوضح القطع العرضي للمحاور الطويلة

تمرين رقم (13) :

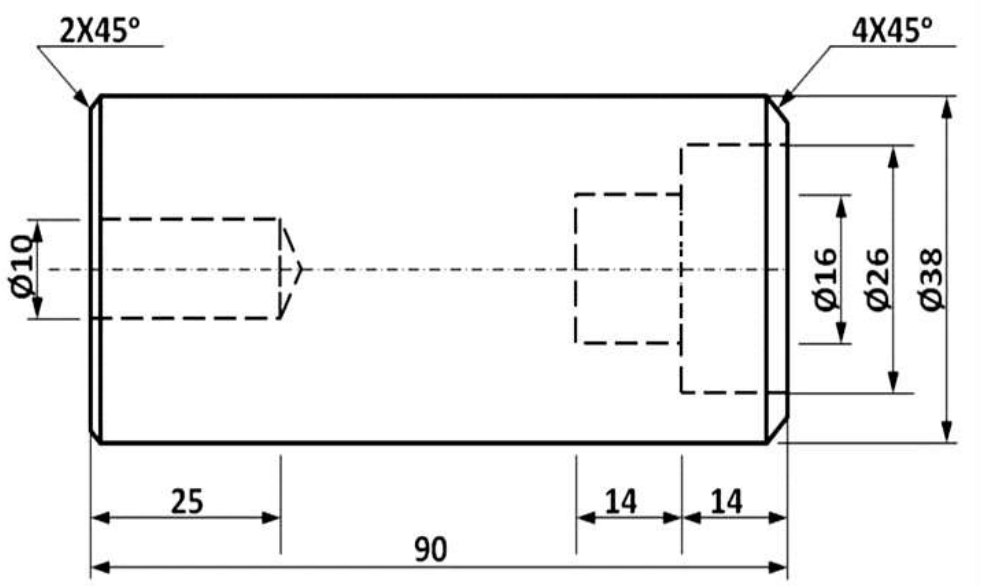
يوضح الشكل (14 – 8) المسقط الرأسي لعمود يحتوي تجاويف داخلية مصنوع من الصلب المقسى .

المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

1 – أرسم مقطع رأسي كامل موضحاً فيه قطع جزئي يوضح التجويف والثقب .

2 – ضع القياسات .

ملاحظة : الأبعاد بالملمتر .



شكل (14 – 8) مسقط رأسي لمحور

تمرين رقم (14) : (واجب بيتى)

يوضح الشكل (14 – 9) يوضح بكرة مدرجة مصنوعة من الصلب الكربوني تحتوي تجاويف داخلية و (مجرى خابور) .

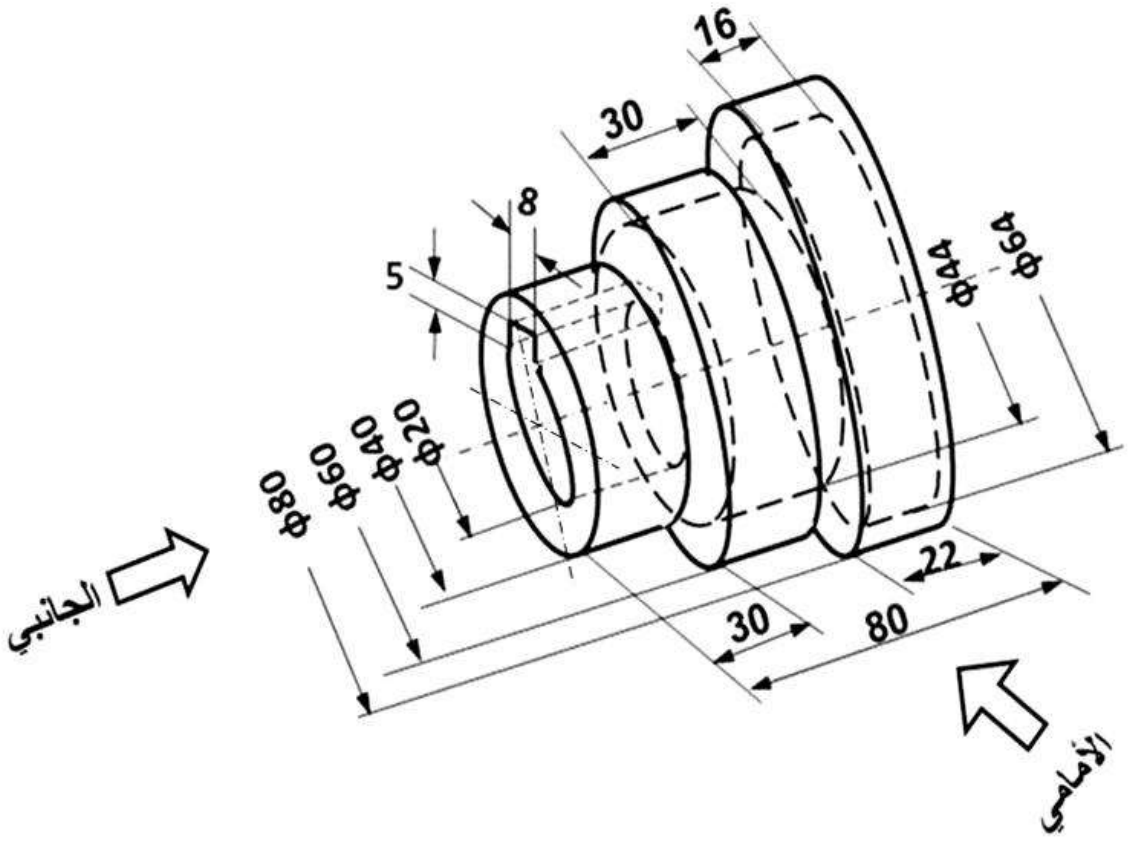
المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

1 – المقطع الرأسي (الأمامي) .

2 – المسقط الجانبي .

3 – ضع القياسات .

ملاحظة : الأبعاد بالملمتر .

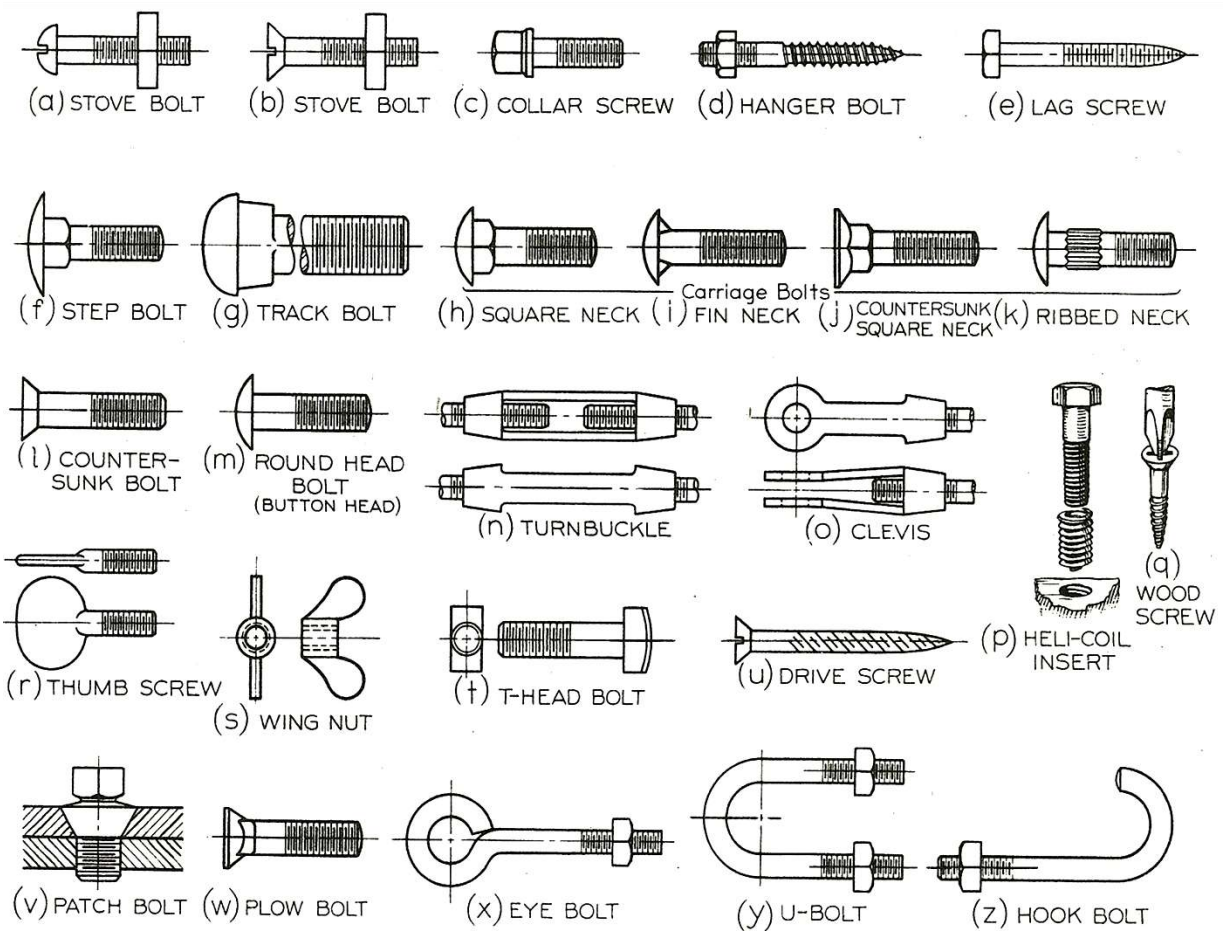


شكل (14 – 9) بكرة مدرجة مجوفة لتخفيف الوزن و(مجرى خابور)

الموضوع الخامس عشر

الربط باللوالب (البراغى) Screw connection

تعتبر طريقة الربط باللوالب (البراغي) من الطرق الواسعة الاستعمال في مجالات الصناعة المختلفة فهي وسيلة للتثبيت وإحكام الحركة بين الأجزاء واللوالب بأشكال وأحجام مختلفة بعضها خاصة والبعض الأخر عامة الاستعمال ، ونظام التسنين بأنواع مختلفة أيضاً ، تصنع من معادن مختلفة بحسب طبيعة الاستعمال ، ومن مميزاتها هو سهولة ربطها عند التثبيت وفتحها عند الصيانة أو الانتهاء من استخدامها ويوضح الشكل (15 – 1) بعض أنواع اللوالب .



شكل (15 – 1) يوضح بعض أنواع اللوالب (البراغي)

أنواع اللوالب (البراغي) المستعملة في الربط :

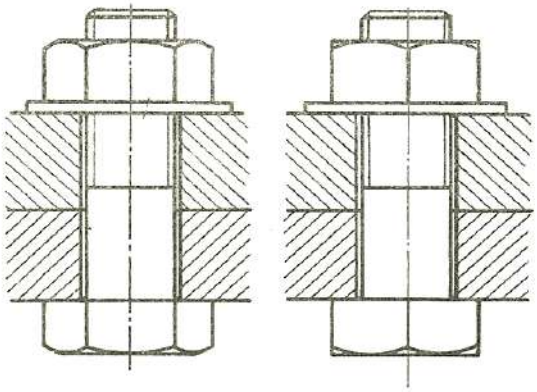
1 – اللولب مع الصامولة (برغي مع صامولة) (Bolt & Nut) :

يوضح الشكل رقم (15 – 2) اللولب مع الصامولة والذي يسمى (Bolt & Nut) .

شكل (15 – 2) يوضح لولب مع صامولة (برغي وصامولة)

من الضروري معرفة نوع اللولبة (الأسنان) ، اذ توجد أنظمة عالمية للأسنان ومنها النظام الإنكليزي (British standard) الذي يكون فيه القياس بالأنجات وزاوية رأس السن (55°) ، أو بالنظام الفرنسي (Metric System) الذي يكون فيه القياس بالمليمترات وزاوية رأس السن (60°) ، وكل نوع له مواصفات خاصة يتميز بها .

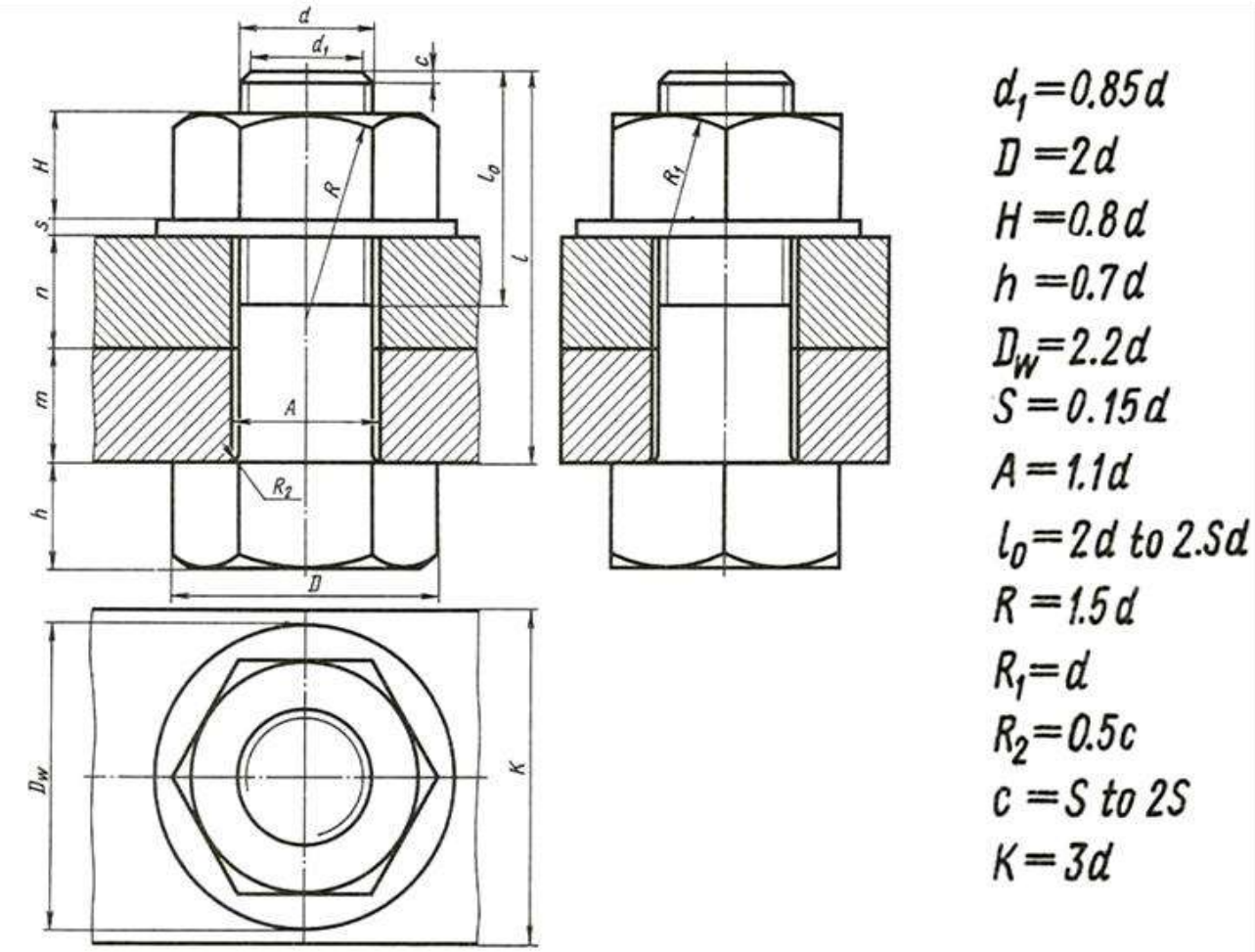
تكون عملية الربط (الشد) كما في الشكل (15 – 4) حيث يتم حصر قطعتان او اكثر باستعمال اللولب مع الصامولة ، حيث يتم ثقب القطع المراد تثبيتها ببريمة قياسها أكبر بقليل من القطر الخارجي (للبرغي) وتوجد جداول خاصة متفق علها عالمياً تحدد العلاقة بين قطر الثقب للمشغولات المراد تثبيتها والقطر الخارجي (للبرغي) المستخدم .



شكل (15 – 3) يوضح ربط قطعتين باستعمال اللولب والصامولة

يصنع اللولب مع الصامولة وفق قياسات ثابتة متفق عليها عالمياً مثبتة في جداول (Standard) ، كما يوضح الشكل (15 – 4) .

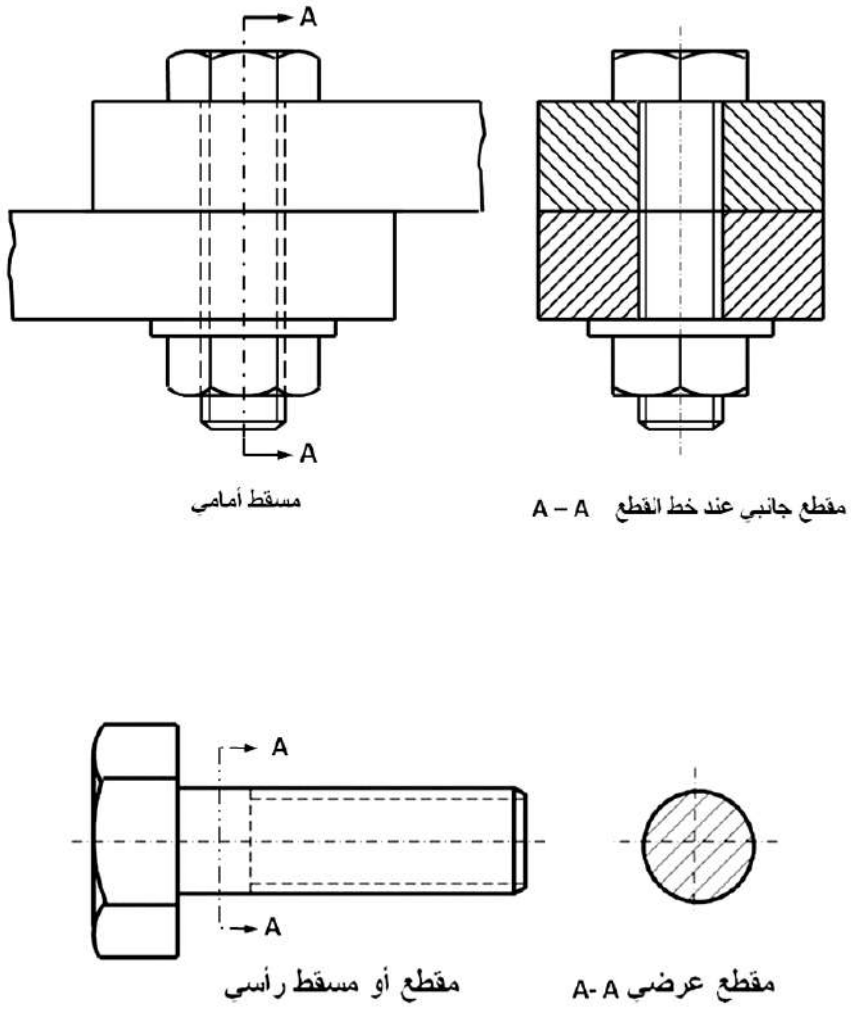
يكون رأس البرغي سداسي في الغالب وكذلك الصامولة ، وتكون اللولبة من طرف واحد (البرغي مسنن من جهة واحدة) .



شكل (15 – 3) يوضح اللولب السداسي وجدول القياسات

قطع اللوالب (البراغي) :

في حالة رسم مقطع لأجزاء ميكانيكية مثبتة مع بعضها بلولب فأن القطع عندما يمر في جميع الأجزاء بما فيها اللولب وقد قطع طولياً يتم تهشير جميع الأجزاء عدا اللولب (أي أن اللوالب عندما تقطع طولياً لاتهشر) فيكون اللولب في المقطع كما هو في المسقط ، أما في حالة القطع العرضي للوالب فيتم القطع والتهشير ، كما يوضح الشكل (15 – 5) .



شكل (15 – 5) يوضح قطع الطولي والعرضي للوالب

تمرين رقم (15) : (واجب بيتي)

يوضح الشكل (15 – 6) قطعتان من الحديد (راسطة) كل منهما تحتوي ثقب للربط بقياس واحد ، أستعمل اللولب (البرغي) والصامولة المناسبين لربط القطعتين وأرسم بمقياس رسم (1 : 1) بعد التجميع :

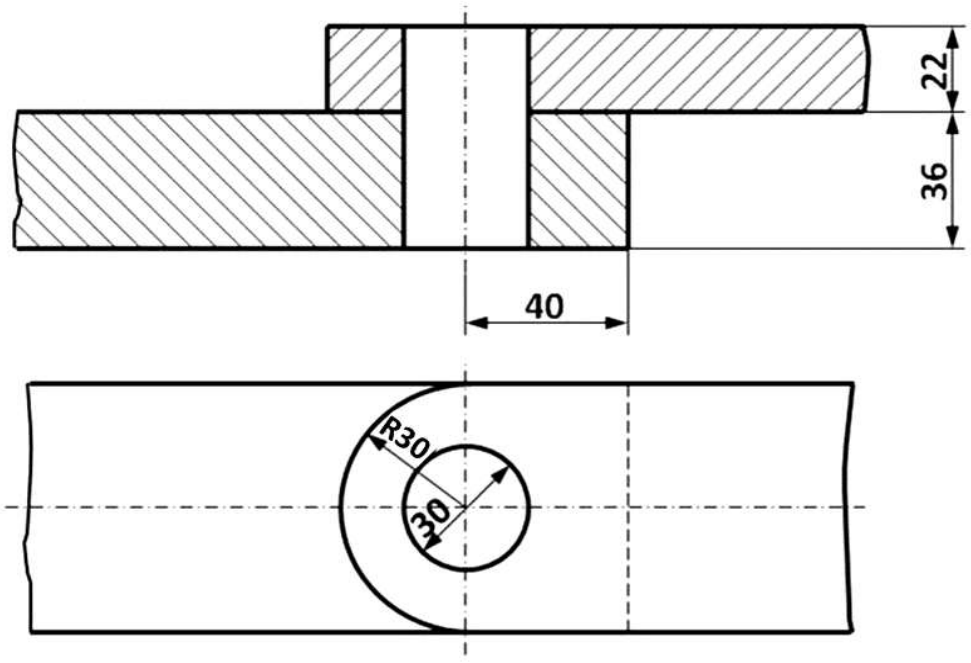
1 – المقطع الرأسي .

2 – المسقط الأفقي .

3 – ضع القياسات .

ملاحظة : 1 – لا تعتمد مقياس الرسم في التمرين .

2 – الأبعاد بالملمتر .



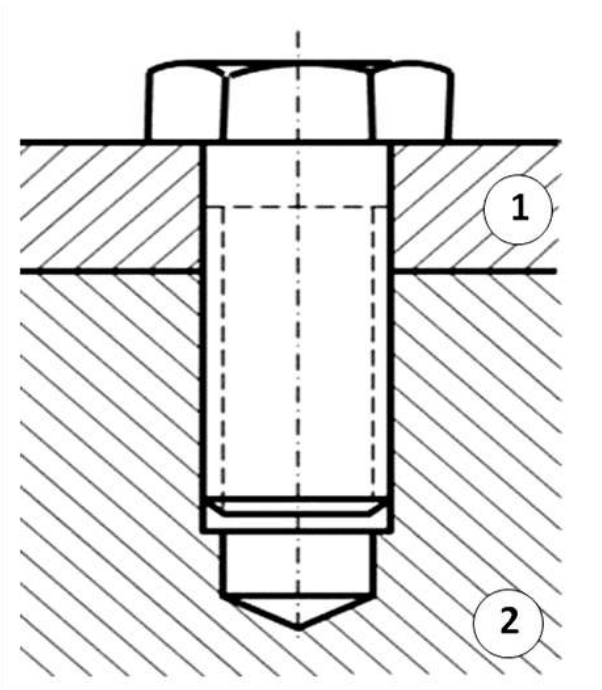
شكل (15 – 6) يوضح قطعتين (حديد راسطة) مهيئة للربط باللولب والصامولة

أرسم بالحاسوب شكل (15 – 6)

2 - لوالب الاغطية (Cover) ويسمى (Cap screw):

يوضح الشكل (15 – 7) هذا النوع من اللوالب ، اذ يكون الرأس سداسي والجهة الثانية ملولبة كلياً أو لبعد معين ، يتم ربط أو تثبيت القطعة العليا (الغطاء) والتي تكون مثقوبة بقياس أكبر بقليل من قياس قطر اللولب بالضغط على القطعة الثانية (القاعدة) والتي يكون بها ثقب ملولب داخلياً وبقياسات مطابقة لقياس ومواصفات اللولب .

في الغالب يكون يكون قياس سمك القطعة الثانية أكبر من قياس سمك القطعة الأولى أو مساويا لها ولا يكون أصغر وذلك للحصول على قوة ربط وتثبيت عالية .



شكل (15 – 7) يوضح طريقة الربط بلوالب الأغطية

تمرين رقم (16) :

يوضح الشكل رقم (15 – 8) قطعتان من الحديد (st 37) مطلوب تثبيتهما بواسطة لولب ، أختر اللولب المناسب للتثبيت وأرسم بمقياس رسم (1 : 1) :

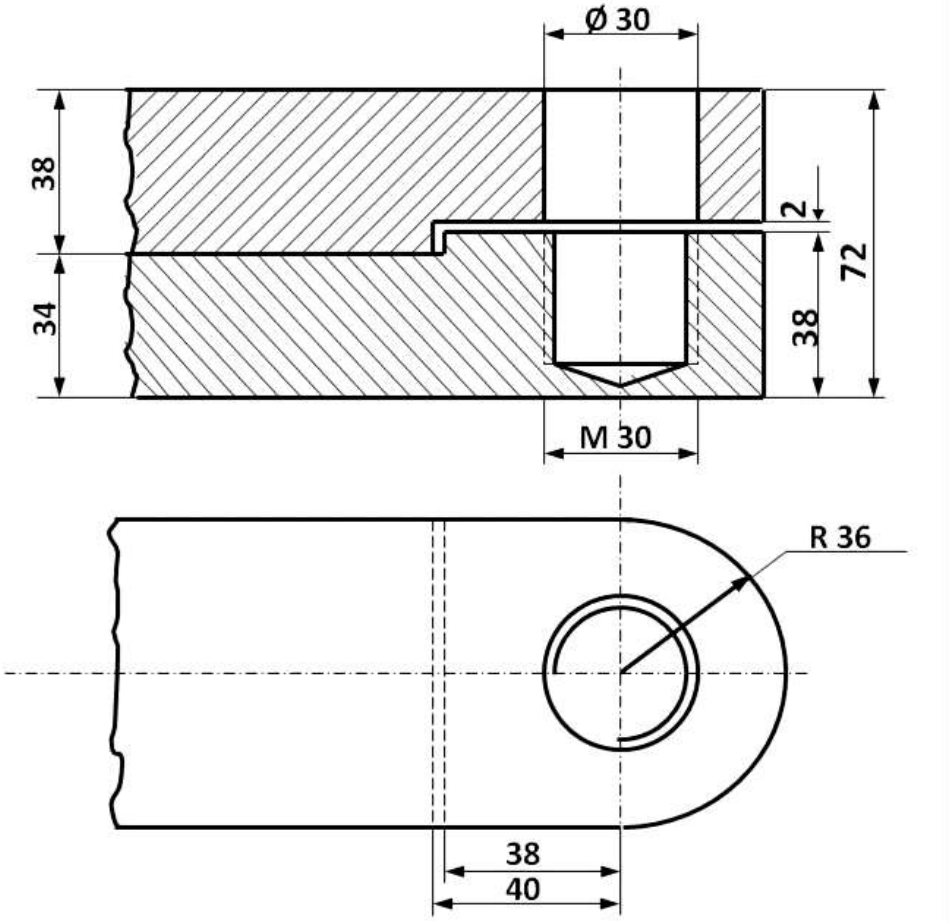
1 – المقطع الرأسي بعد التثبيت باللولب .

2 – المسقط الأفقي .

3 – ضع القياسات

ملاحظة : 1 – لا تعتمد مقياس الرسم في التمرين .

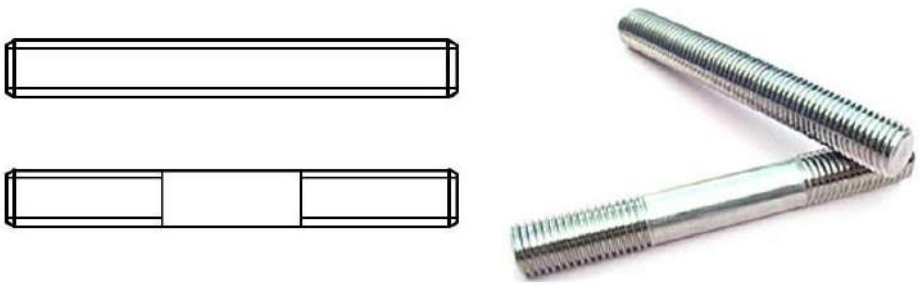
2 – الأبعاد بالملمتر .



شكل (15 – 8) قطعتان مهيئة للربط بلولب

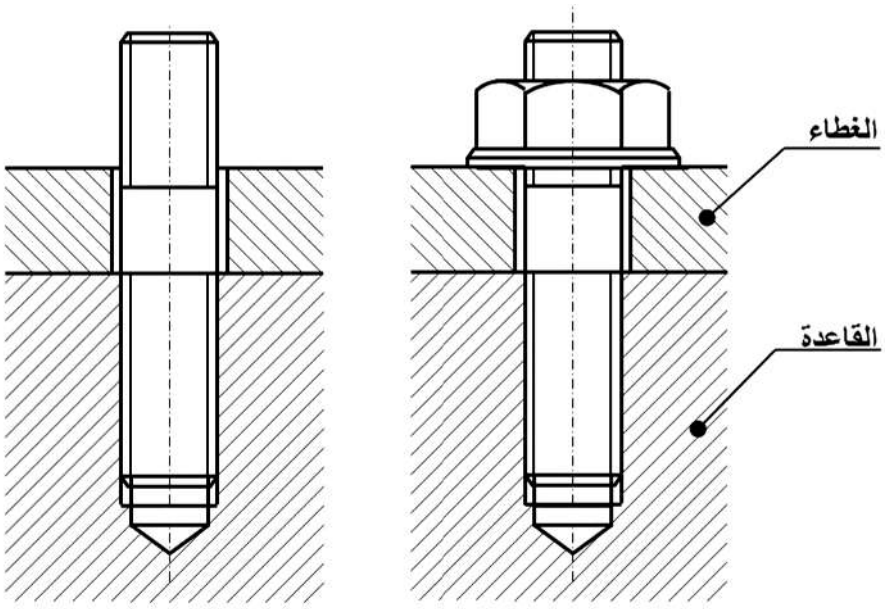
3 - اللوالب المسننة من طرفين (Studs):

يوضح الشكل (15 – 9) اللولب المسنن من طرفين ويبقى من المنتصف بدون تسنين ، أو تسنين الطول الكلي.



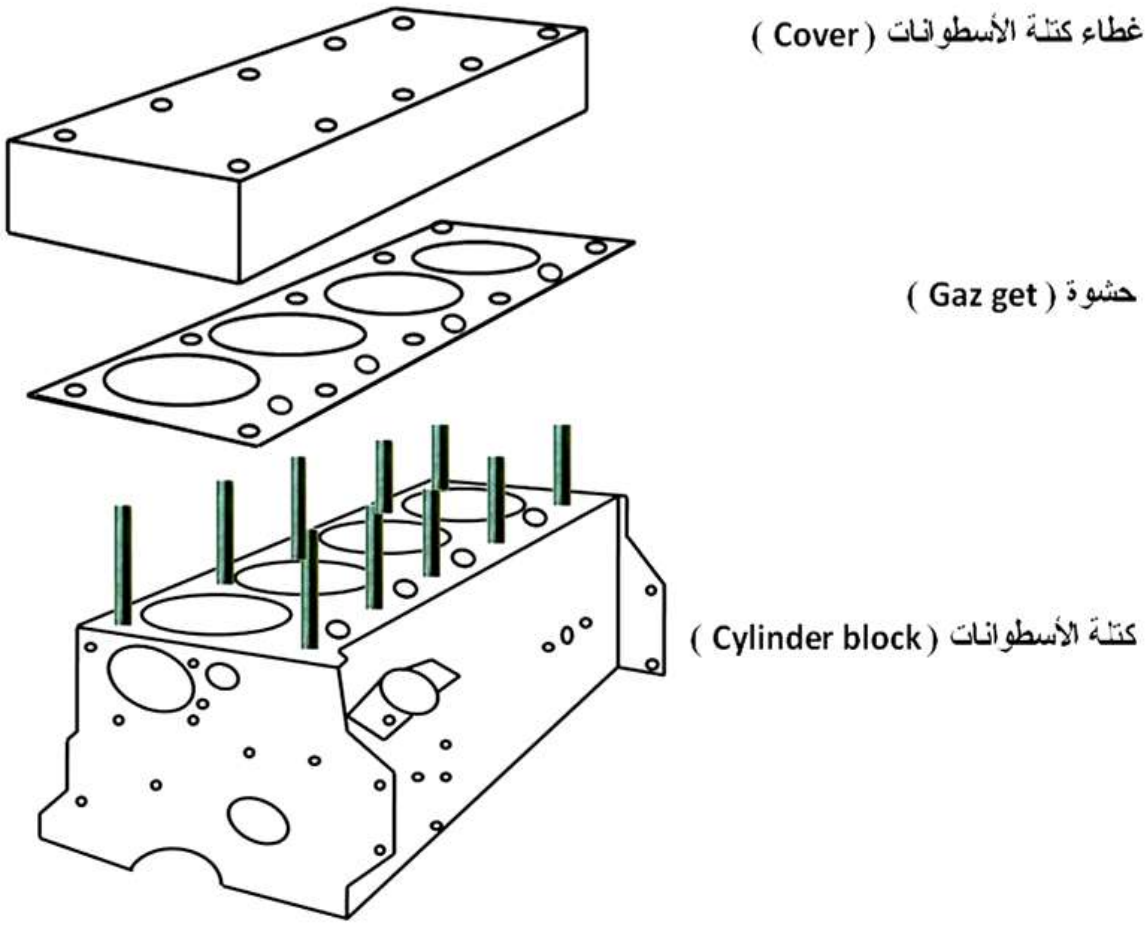
شكل (15 – 9) يوضح اللولب (المسنن) من الطرفين

هو عمود ملولب من طرفين مع صامولة او صامولتين للتثبيت ، هذا النوع من اللوالب له استخدامات خاصة ، فهو يستخدم لربط قطعتين أو أكثر ، وكما في الشكل (15 – 10) اذ تكون القطعة الأولى مثقوبة بدون لولب في حين تكون القطعة الثانية ملولبة من الداخل .



شكل (15 – 10) يوضح التثبيت باللولب (المسنن) من الطرفين

من الامثلة العملية التطبيقية لهذا النوع من الربط هو تثبيت غطاء الاسطوانات (Cover) مع كتلة الاسطوانات (Cylinder block) كما في الشكل (15 – 11) .



شكل (15 – 11) يوضح ربط غطاء كتلة الاسطوانات باللوالب (المسننة) من جهتين (Stud)

تمرين (17) :

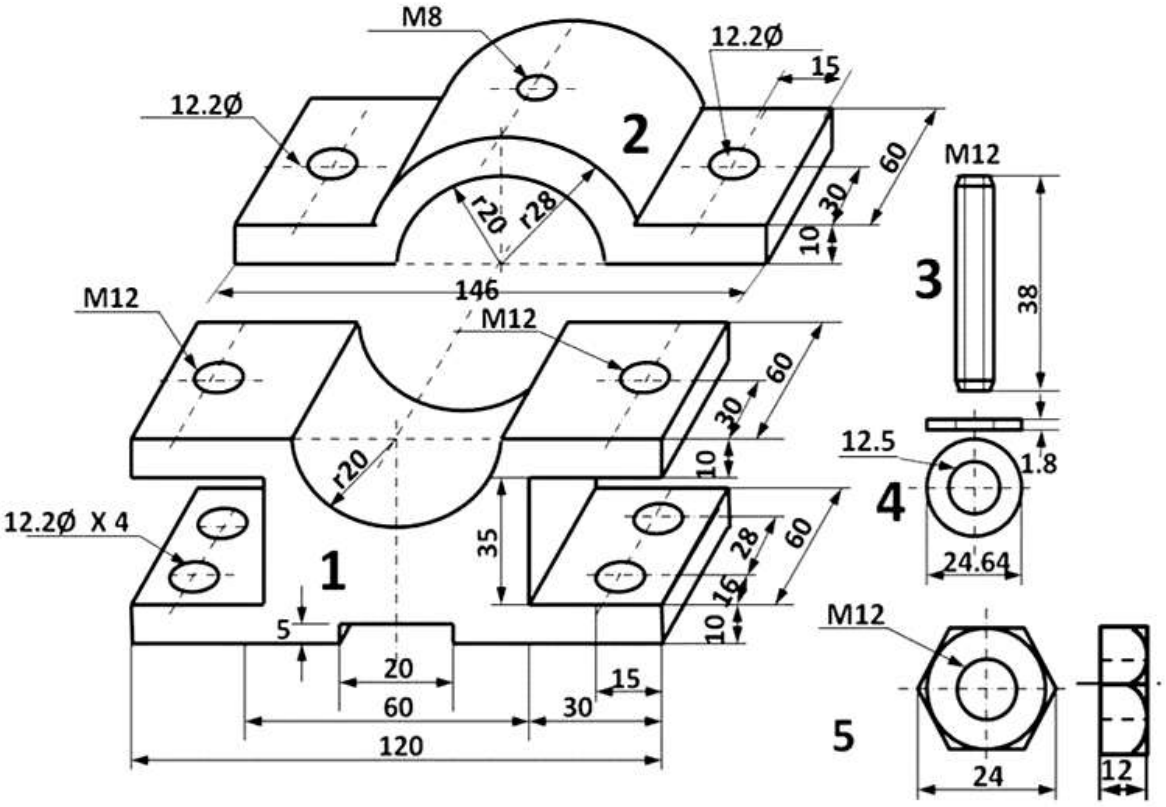
يوضح الشكل (15 – 12) حامل عمود دوران يتكون من قاعدة وغطاء ولوالب مسننة من الطرفين للتثبيت .

المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

1 – المسقط الأمامي (الرأسي) .

2 – المسقط الأفقي .

ملاحظة : الشكل متناظر ، ثقوب القطعة رقم (1) متساوية بالقياس ، أعتمد القياسات المثبتة على الرسم ، جميع القياسات بالملمتر .



شكل (15 – 12) يوضح أجزاء حامل عمود دوران

1 – القاعدة ، 2 – الغطاء ، 3 – لولب (Stud) ، 4 – واشر ، 5 – صامولة (M12)

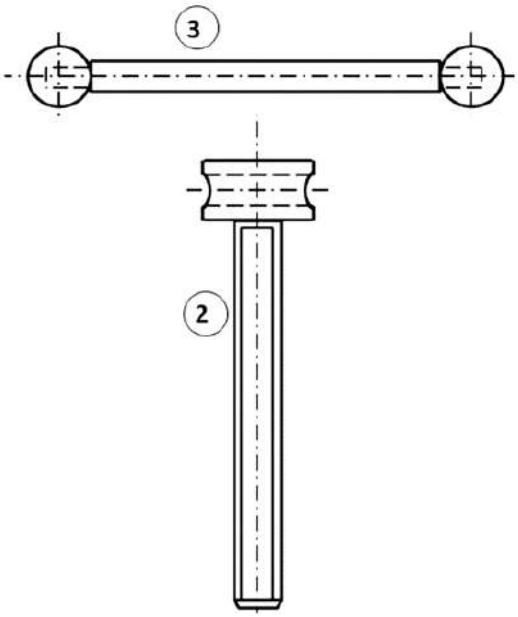
إستعمالات اللولبة (البراغي) :

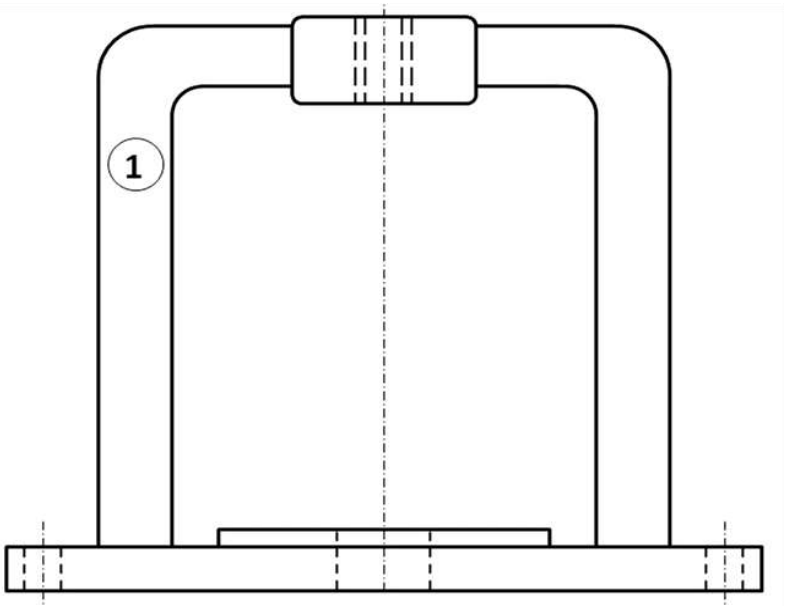
اللوالب لها تطبيقات متعددة في مجالات الصناعة ، فب الإضافة الى عمليات التثبيت والربط فأنها تستعمل في نقل الحركة والقدرة ومضاعفة القوة ، ومثال ذلك الرافعات (الجكات) المتنوعة وكذلك المكابس .

تمرين رقم (18) :

يمثل الشكل رقم (15 – 13) مكبس يدوي (Hand press) ، 1 – هيكل مصنوع من الصلب الكربوني ، 2 – عمود ملولب ذوبابين (Spindle) مصنوع من الحديد (St37) ، 3 – ذراع التدوير مصنوع من الحديد (st40) يحتوي مصدات كروية .

المطلوب : أرسم بمقياس رسم مناسب بعد التجميع (المقطع الأمامي) .





شكل (15 – 13) يوضح أجزاء مكبس يدوي يعمل بلولب ذي بابين

الموضوع السادس عشر

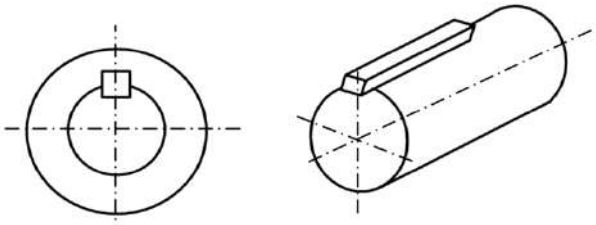
الربط باستعمال الخوابير

إن الربط بالخوابير هو إحدى وسائل الربط الواسعة الاستعمال في تثبيت القطع الهندسية الدائرية (الدوارة) مثل التروس ، البكرات ، العجلات ... الخ مع أعمدة الدوران (Shafts) .

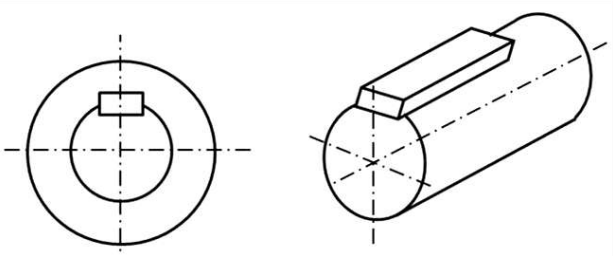
الخوابير (Keys) :

هي قطع هندسية لها أشكال متعددة تصنع من معادن ذات صلادة عالية ونعومة أسطح عالية ودقة قياسات عالية ويعتبر الصلب هو احد هذه المعادن أذ يتعرض الخابور الى قوى (عزوم) عالية وهي عزم التدوير اذ ان الخوابير تمنع الحركة الانتقالية للأجزاء الدوارة وتجعلها ثابتة في مكان محدد .

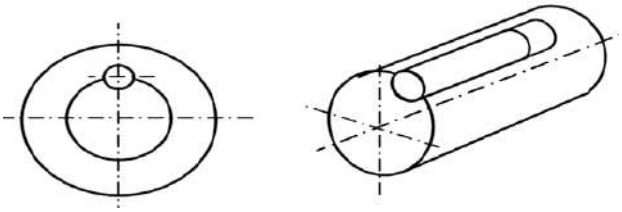
من مميزات الربط بهذه الطريقة هو سهولة الفتح والربط (الصيانة) ، ويوضح الشكل رقم (16 – 1) بعض أنواع الخوابير .



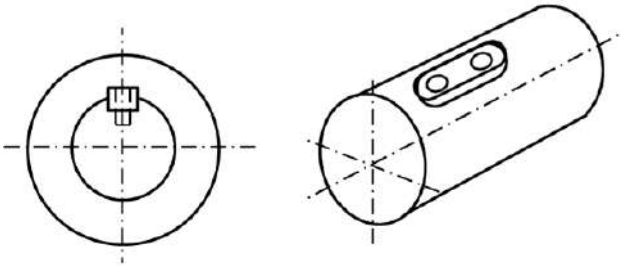
خابور ذات مقطع مربع



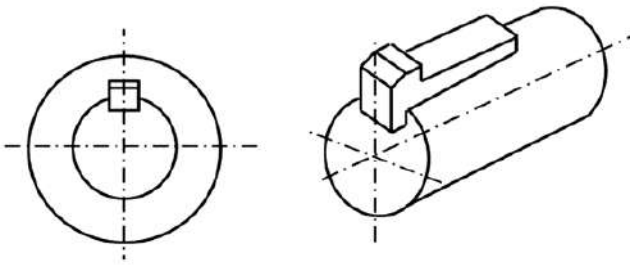
خابور ذات مقطع مستطيل



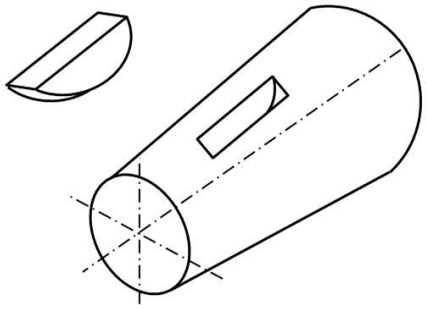
خابور ذات مقطع دائري



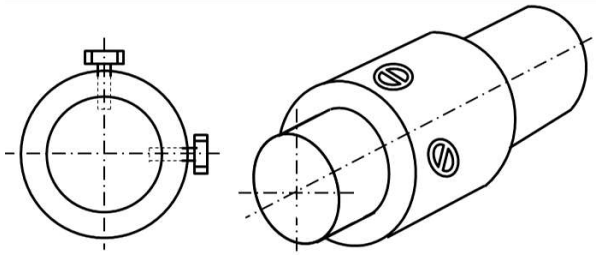
خابور يثبت بلوالب



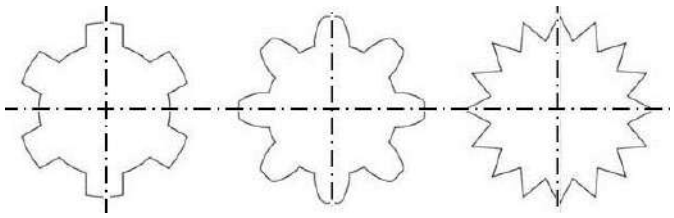
خابور سلبة مقطع مستطيل



خابور نصف دائري (نصف أسطواني)



التثبيت باللوالب



التثبيت بالمحاور المسننة

شكل (16 – 1) يوضح بعض أنواع الخوابير

أختر أثنان من الرسومات في الشكل (16 – 1) وأرسمها بالحاسوب

تستعمل الخوابير المربعة المقطع للأحمال المتوسطة والقليلة وتستعمل الخوابير المستطيلة المقطع للأحمال العالية نسبيا .

في حالة الاحمال العالية (العزوم العالية) تستعمل طريقة المزلقات (Spline joint) وكما موضح في الشكل (16 - 2) .

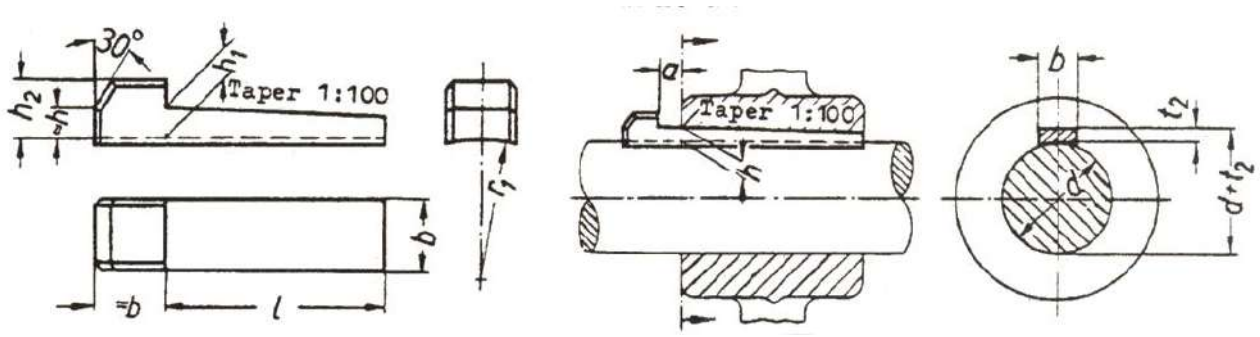
شكل (16 – 2) يوضح التثبيت بالمحور المسنن طوليا (Spline joint)

يتم عمل أخاديد في المحور وأخرى مطابقة لها في القطعة الأسطوانية المعدة للمحور في الأجزاء الدوارة وبموجب قياسات يتم تحديدها من جداول خاصة ، يتم عمل هذه الأخاديد باستعمال مكائن القشط والتفريز .

قطع الخوابير :

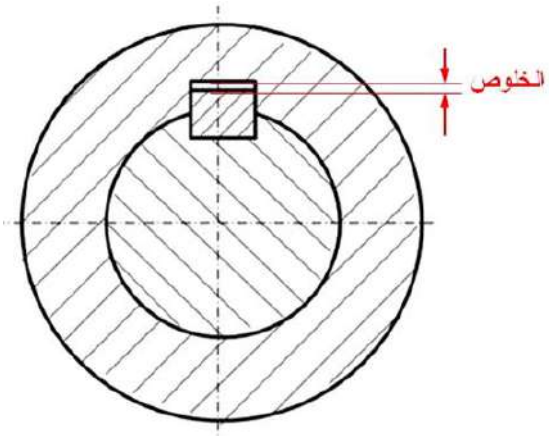
أولا - المقطع العرضي : يتم إجراء القطع والهشير .

ثانيا - المقطع الطولي : يتم إجراء القطع بدون تهشير ، كما يوضح الشكل (16 – 3) .



شكل (16 – 3) يوضح (قطع الخابور)

تكون قياسات الخوابير مقاربة الى قياسات الأخاديد ويكون انطباق الأسطح من جهتين أو ثلاثة ، بصورة عامة يترك فراغ (خلوص Clearance) ليسهل دخول الخابور ويوضح الشكل رقم (16 – 4) الحالة العامة للربط بالخوابير .



شكل (16 – 4) يوضح مقطع لعجلة مثبتة بخابور على محورها مع خلوص قليل

أرسم بالحاسوب الشكل (16 – 4)

هنالك علاقة بين قطر المحور وعرض الخابور وارتفاعه وهذا موجود في جداول قياسية يتم الرجوع اليها عند عمل الأخاديد .

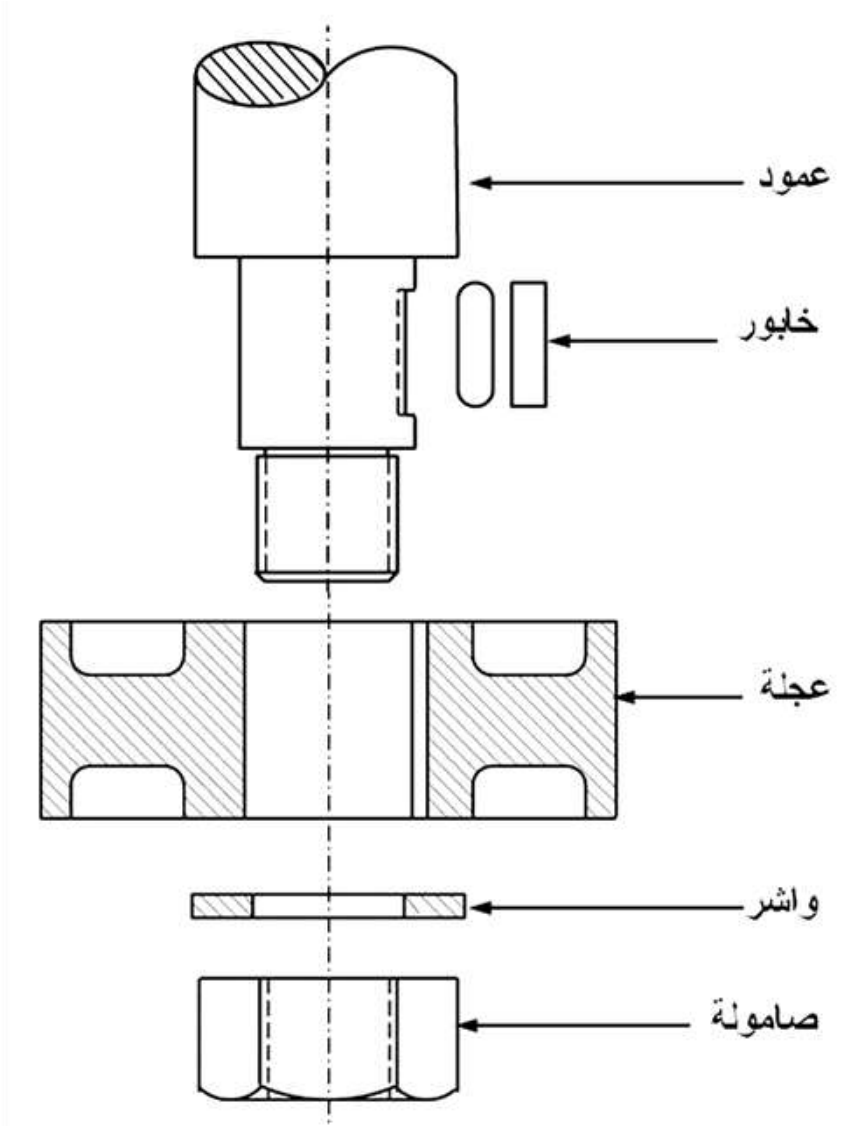
تمرين رقم (19) :

يوضح الشكل (16 – 6) الأجزاء الأتية : 1 – عجلة من الألمنيوم فيها أخدود خابور ، 2 – محور مصنوع من الحديد (st37) أحدا نهايتيه لولب (M26) يحتوي أخدود خابور تغطيس ، 3 – واشر ، 4 – صامولة M26 ، 5 – خابور تغطيس .

المطلوب : بعد تجميع الأجزاء أرسم بمقياس رسم 1 : 1 :

المسقط الرأسي مع قطع جزئي يوضح الخابور .

ملاحظة : خذ جميع الأبعاد من الرسم



شكل (16 – 6) يوضح عجلة ومحور يحتوي مجرى خابور ونهاية مسننة للربط بالصامولة مع واشر ، مع خابور تغطيس لتثبيت العجلة

تمرين رقم (20) :

يوضح الشكل (16 – 7) الأجزاء الأتية :

1 - عمود دوران مصنوع من الحديد (st37) يحتوي تسطيح للتثبيت .

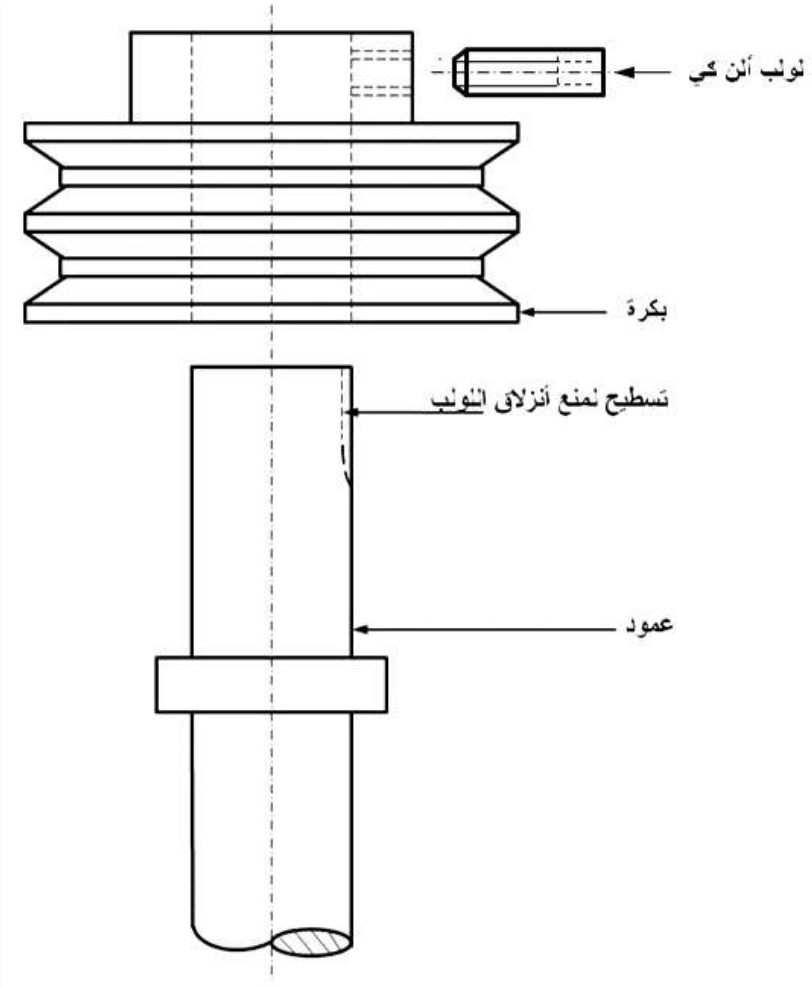
2 – بكرة ذات أخدودين وتقب ملولب للتثبيت على عمود الدوران .

3 – لولب نوع (ألن كي) مطابق للثقب الملولب في البكرة .

حدد الأبعاد التي تناسب ورقة الرسم وأرسم :

1 – المسقط الرأسي مقطوع جزئيا لتوضيح عمل اللوالب في تثبيت البكرة على العمود.

2 – المسقط الجانبي .

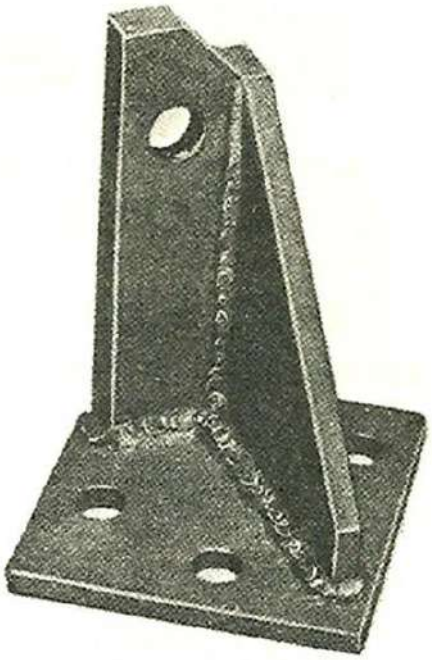


شكل (16 – 7) يوضح بكرة وعمود دوران

الموضوع السابع عشر

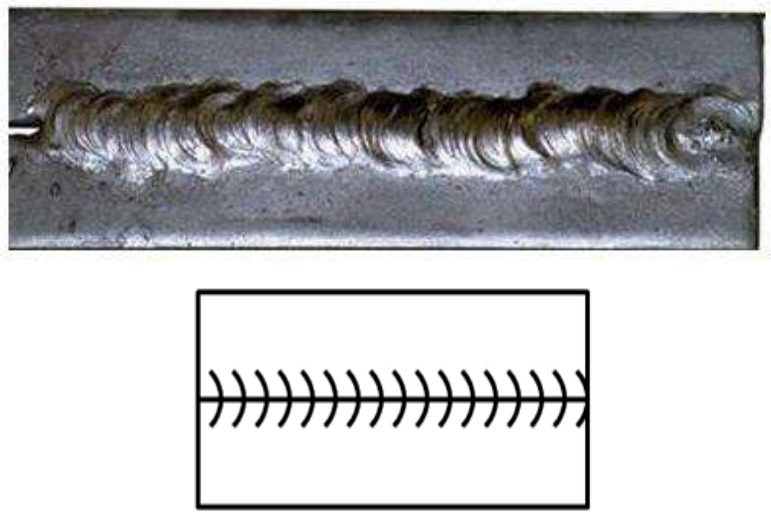
الربط باللحام (Welding Joint)

هو من طرق الربط الدائمة للمعادن (غير قابلة للفصل الميكانيكي) أنظر الشكل (17 – 1) .



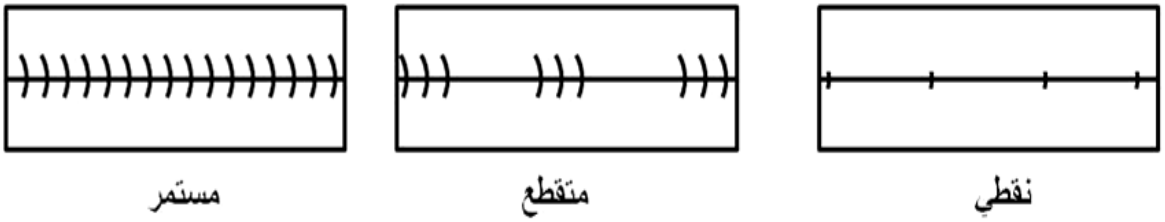
شكل (17 – 1) يوضح قطع معدنية ملحومة لايمكن فصلها

فهو يعطي استمرارية بالربط فالقطع الملحومة لا يمكن فتحها بسهولة ، واللحام الشائع الاستعمال هو لحام القوس الكهربائي والأوكسي أستيلين ، يتم تمثيل خط اللحام كما يوضح الشكل (17 – 2) .



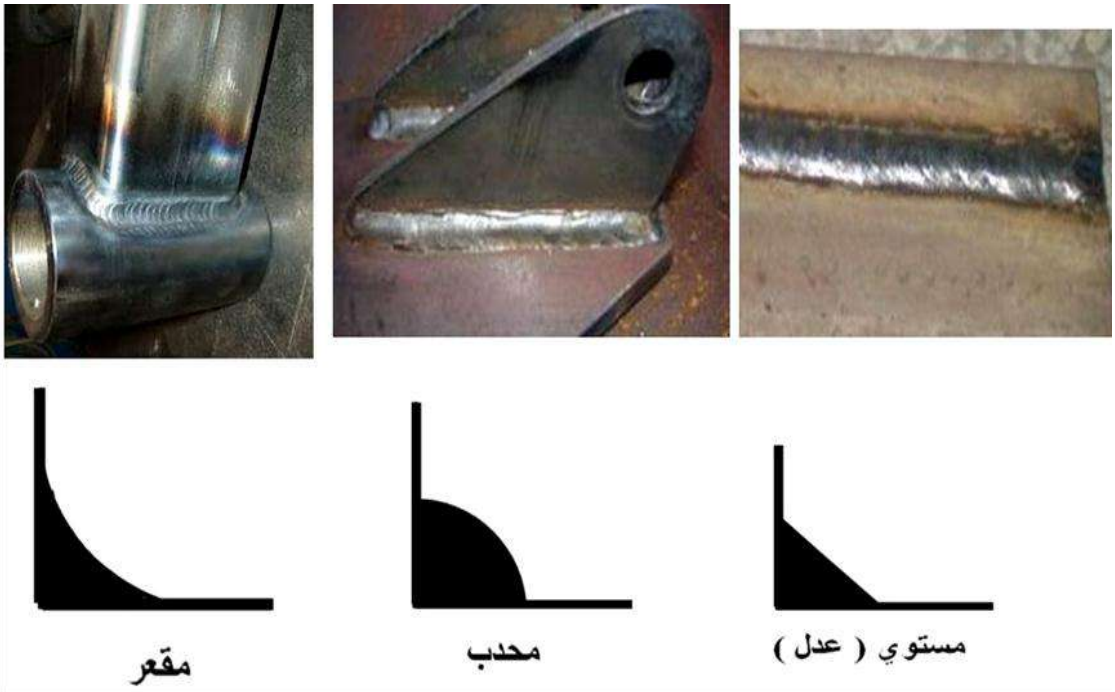
شكل (17 – 2) الصورة والرسم الهندسي لقطعتين تم لحامهما بالقوس الكهربائي

خط اللحام أما أن يكون مستمر أو متقطع أو نقطي كما في الشكل (17 – 3) .



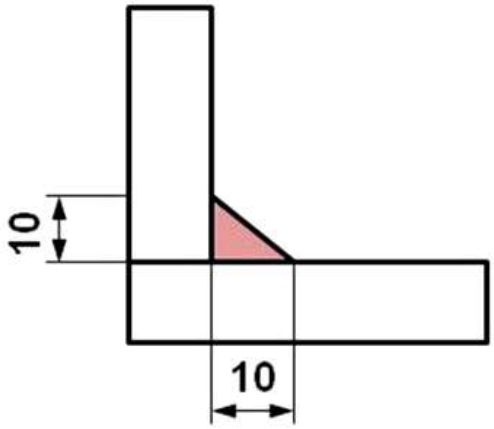
شكل (17 – 3) أنواع خط اللحام

اللحام له مقاطع متنوعة أي عند انصهار سلك اللحام على القطع المعدنية التي تلحم فأما أن يكون خط اللحام مستويا (عدل) أو محدب (مقبب) أو مقعر ، يوضح الشكل (17 – 4) مقطع اللحام .



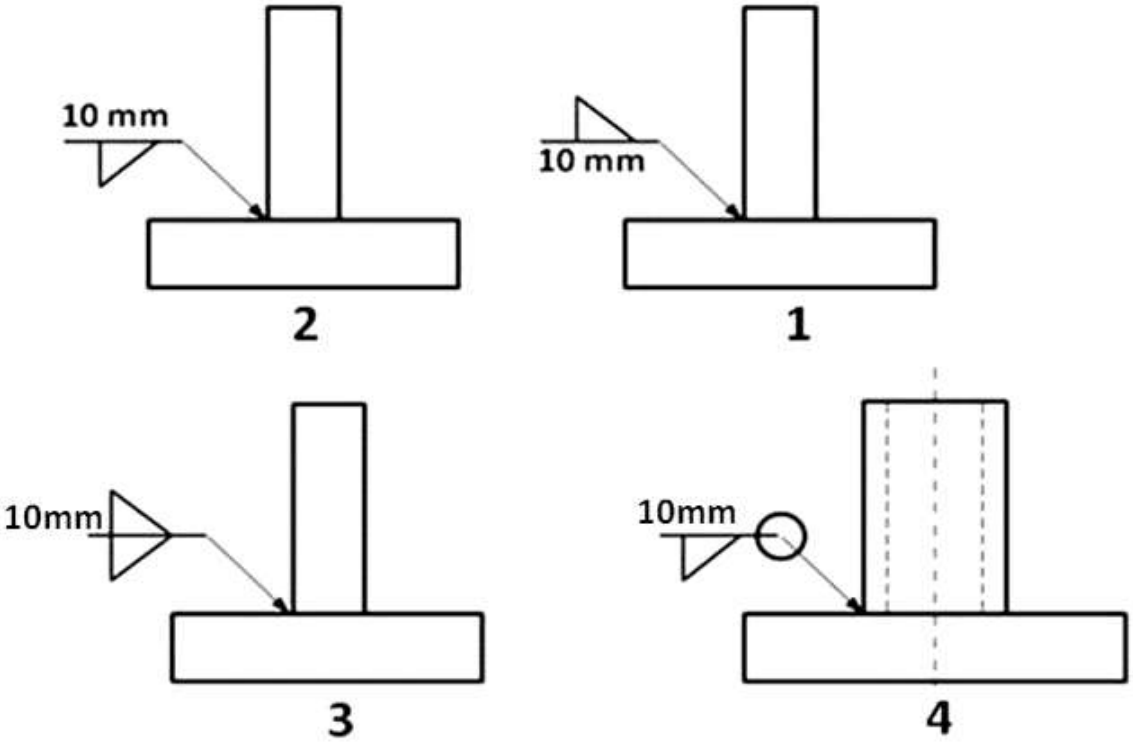
شكل (17 – 4) يوضح شكل مقطع اللحام

خط اللحام له قياسات تحدد من قبل المصمم حيث يتم تحديد قياس مقطع خط اللحام كما في الشكل (17 – 5) وهذا يأخذ حيز أكبر وأعقد في لوحة الرسم .



شكل (17 – 5) يوضح قياسات خط اللحام

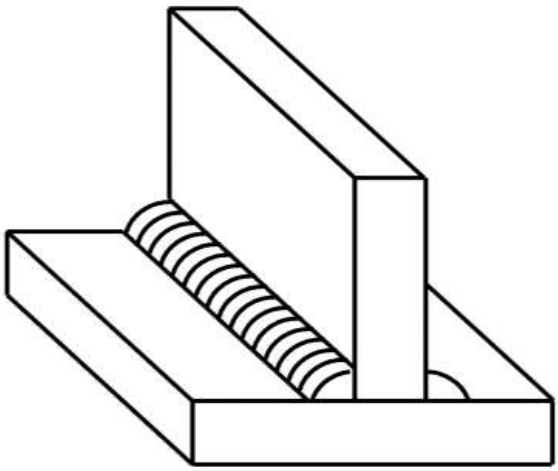
وبذلك تم اختصارها إلى رموز ، كما في الشكل (17 – 6) .



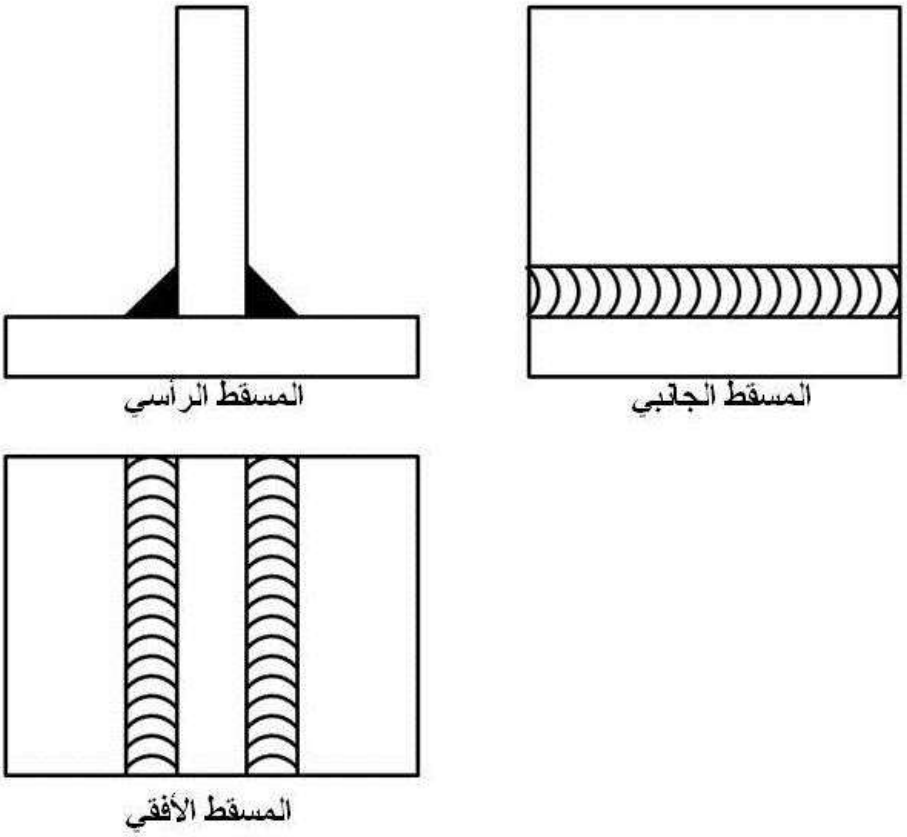
شكل (17 – 6) يوضح رموز اللحام ، 1 – لحام يمين سمك 10 ملم ، 2 – لحام يسار سمك 10 ملم ، 3 – لحام جهتين أيمن وأيسر سمك 10 ملم ، 4 – لحام دائري (أنبوب) سمك10 ملم .

رسم خطوط اللحام :

تمعن جيدا في المثال الاتي شكل (17 – 7) حيث تم تثبيت قطعتين بواسطة اللحام بشكل حرف (T) وخطي اللحام من الجانبين كما يوضح الرسم .



شكل (17 – 7) يوضح رسم خطوط اللحام لقطعتين تم تثبيتهما باللحام



شكل (17 – 8) يوضح رسم خطوط اللحام في المساقط الثلاث

تمرين رقم (21) :

يوضح الشكل (17 – 9) الأجزاء الأتية :

1 – قاعدة حديد (st37) بشكل متوازي مستطيلات فيها ثقب اسطواني قطره 26 ملم .

2 – أنبوب حديد (st37) قياس القطر الخارجي 36 ملم والقطر الداخلي 26 ملم وارتفاعه 80 ملم .

3 – مسندين حديد (st37) بشكل مثلث قائم متساوي الساقين .

المطلوب : لحام الاسطوانة على القاعدة ولحام المسندين على القاعدة والأسطوانة ، باستعمال لحام القوس الكهربائي .

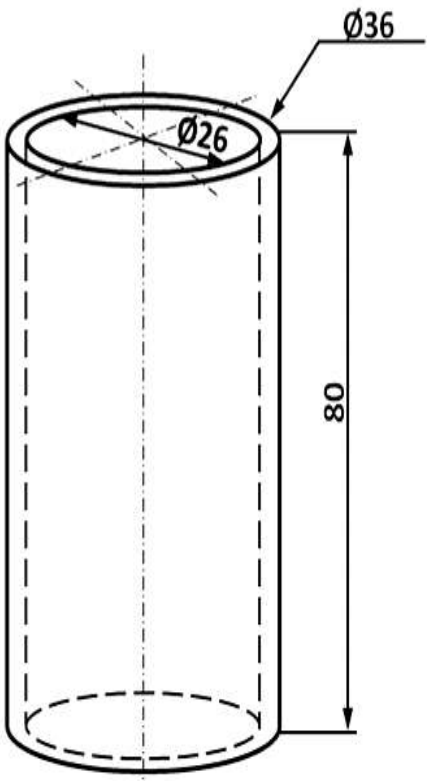
أرسم بعد التجميع واللحام بمقياس رسم 1 : 1 :

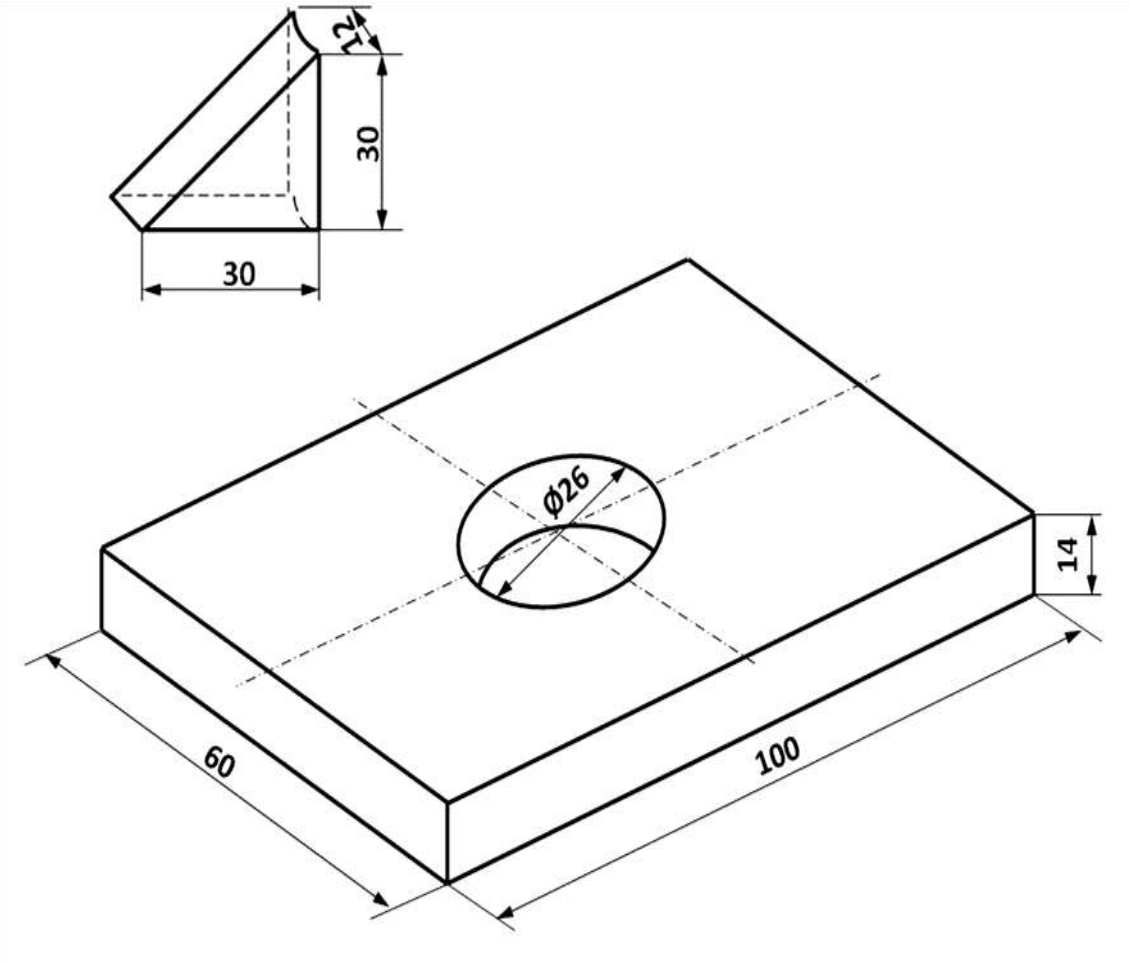
1 - المسقط الرأسي .

2 - المسقط الجانبي .

3 - ضع علامات اللحام في المسقطين .

ملاحظة : سمك اللحام 4 ملم ، جميع الأبعاد بالملمتر



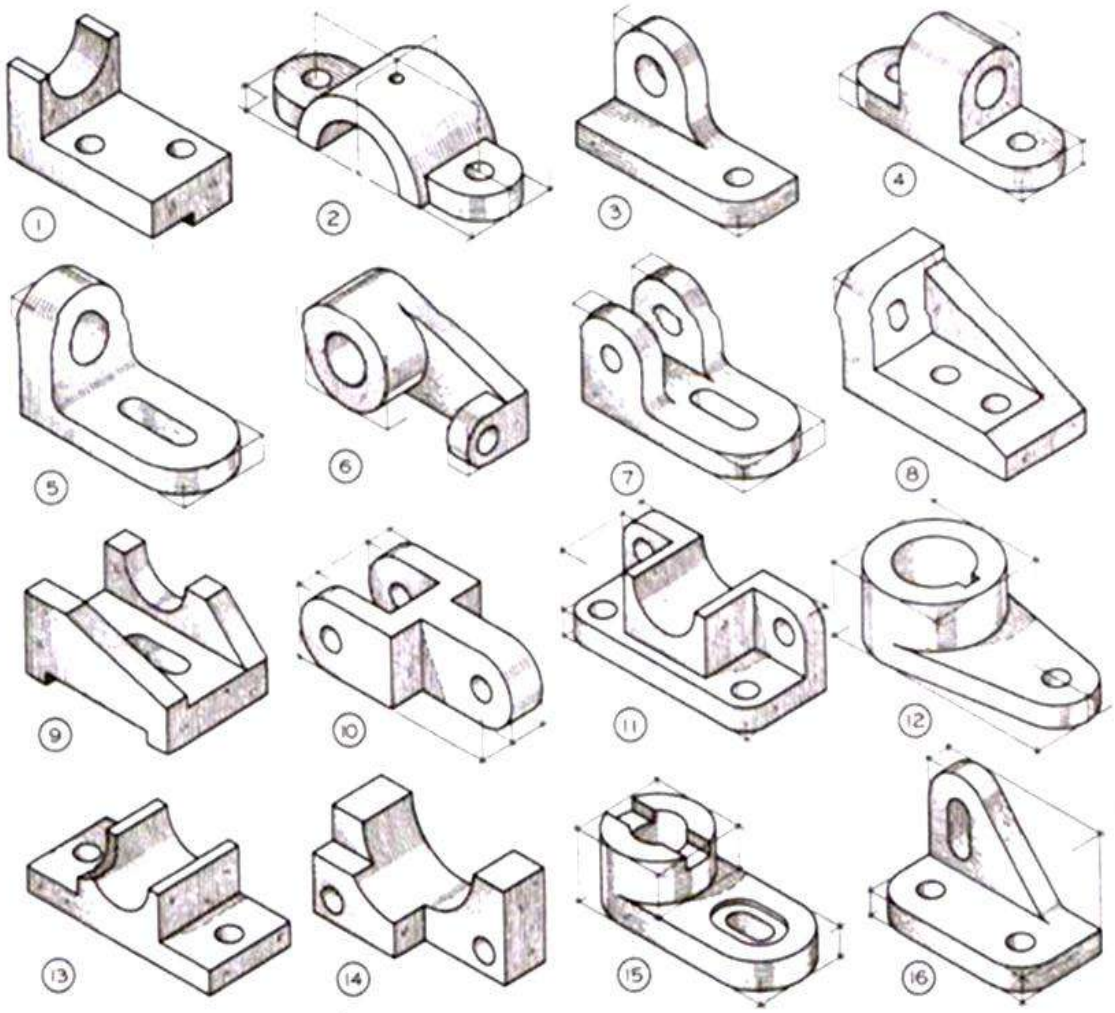


شكل (17 – 9) يوضح قاعدة وأسطوانة ومسندين مهيئة للحام

الموضوع الثامن عشر

السباكة (الصب) (Casting)

تعتبر السباكة من الطرق القديمة المستعملة في صنع الأجزاء الميكانيكية (بصب) المعادن والسبائك ، وذلك بصهر المعدن أو السبيكة ووضعه في قالب يسمى قالب السباكة ، والسباكة أما ان تكون رملية وهي طريقة قديمة أو السباكة بالقوالب الحديثة ، وبصورة عامة القطع المنتجة بالسباكة تكون أسطحها الخارجية خشنة وبحاجة إلى عمليات تشغيلية للحصول على نعومة أسطح ودقة قياسات ، وأن السباكة الحديثة قد اقتربت من المواصفات النهائية ولكن بصورة عامة فهي بحاجة الى عمليات تشغيل أخرى كالخراطة والتفريز والتثقيب والصقل النهائي ، يوضح الشكل (18 – 1) نماذج تم صنعها بالسباكة .



شكل (18 – 1) يوضح أشكال مختلف لأجزاء ميكانيكية صنعت بالسباكة (الصب)

تمرين رقم (22) :

يوضح الشكل (18 – 2) مسبوكة من الصلب الكربوني تحتوي ثقوب نافذة وأخدود للتثبيت بالخابور .

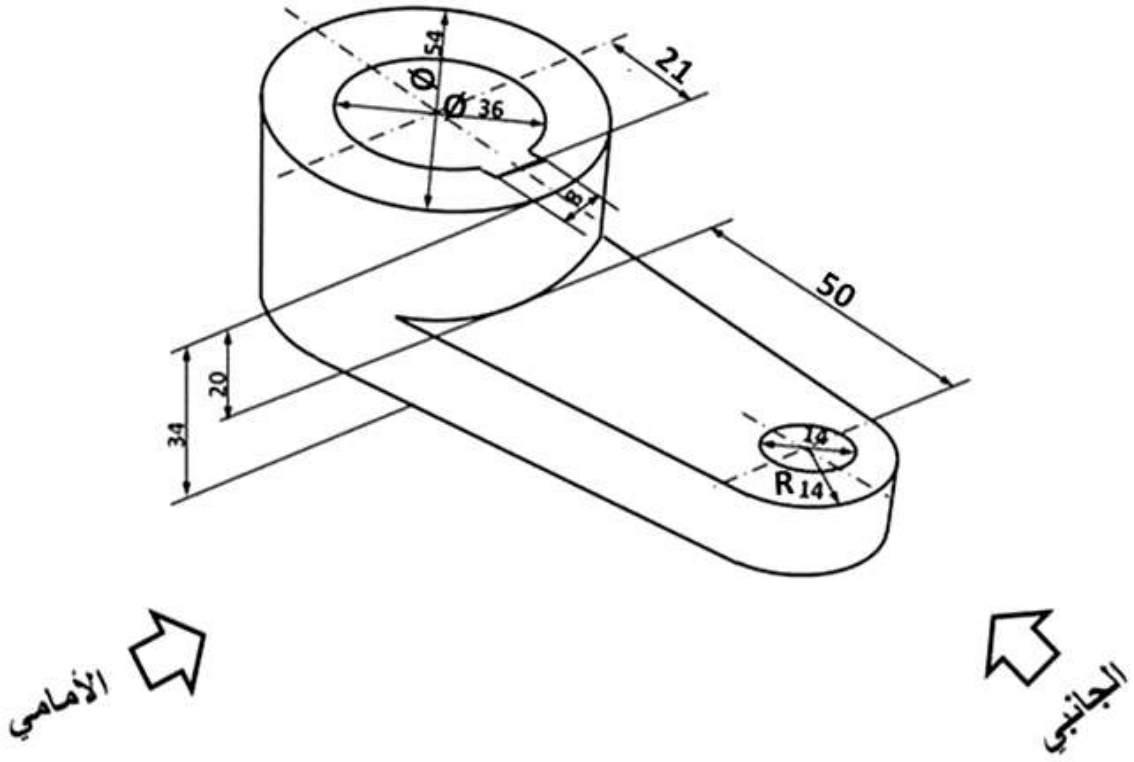
المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

1 – المسقط الرأسي (الأمامي) .

2 – المسقط الأفقي .

3 – ضع الأبعاد على الرسم

ملاحظة : الأبعاد بالملمتر



شكل (18 – 2) يوضح مسبوكة صنعت من الصلب الكربوني تحتوي أخدود (مجرى) خابور

تمرين رقم (23) :

يوضح الشكل (18 – 3) غطاء لحامل عمود دوران مصنوع بالسباكة من الصلب الكربوني .

المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

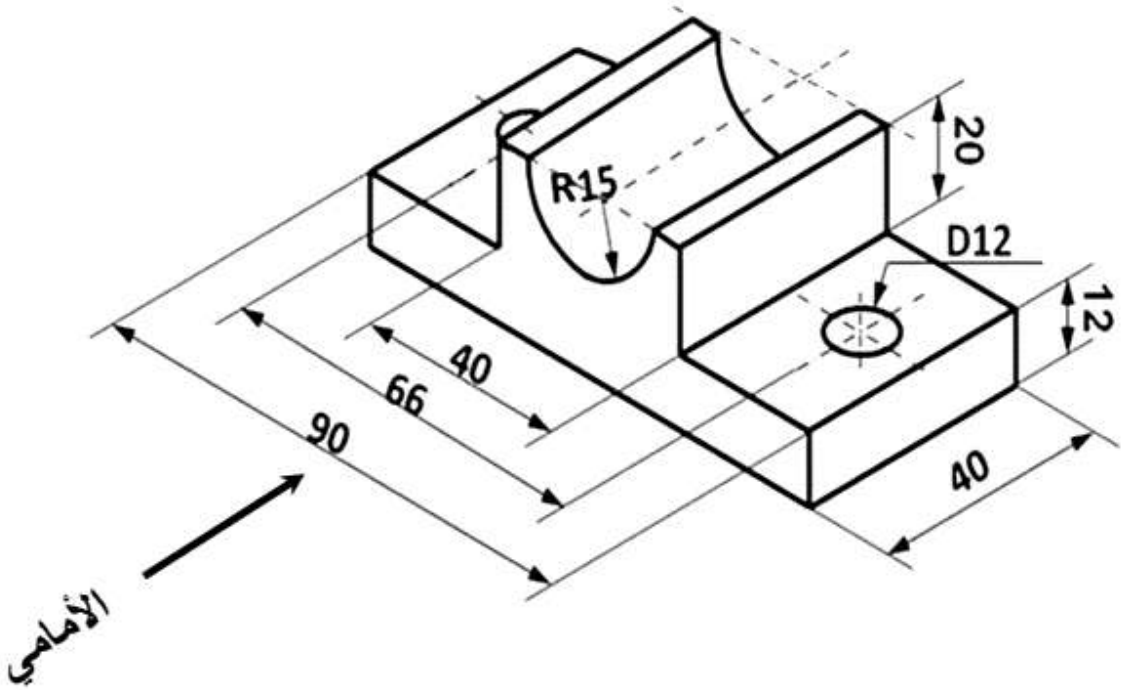
1 – المقط الرأسي .

2 – المسقط الجانبي .

3 – المسقط الافقي .

4 – ضع جميع الأبعاد على الرسم .

ملاحظة : الأبعاد بالملمتر ، الثقوب نافذة .



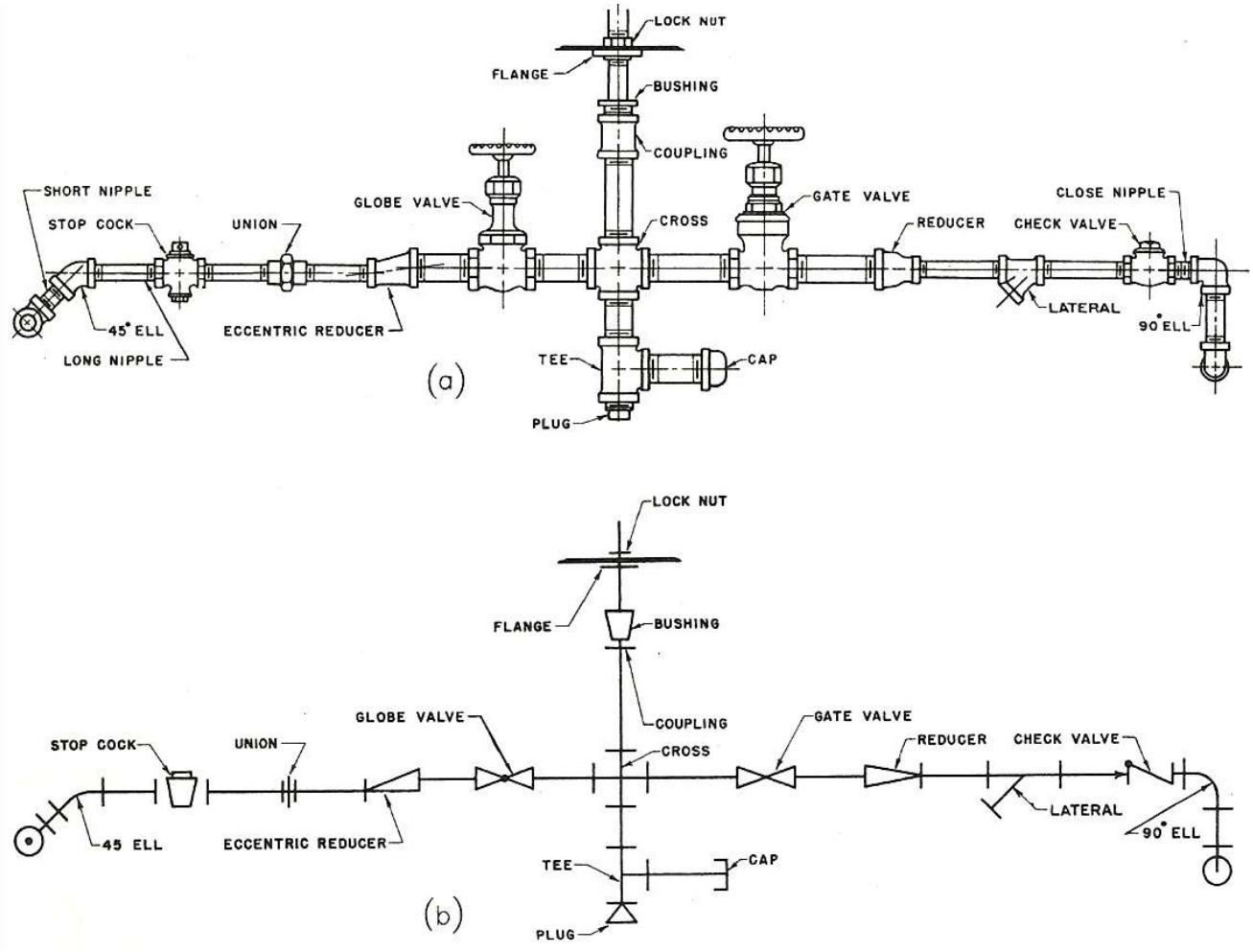
شكل (18 – 3) يوضح غطاء حامل محور مصنوع من الصلب الكربوني

الموضوع التاسع عشر

الأنابيب (Piping Drawing)

تستعمل الأنابيب (Pipes) والقطع الرابطة (Fitting) والأفلنجات (Flanges) في منظومات الماء والبخار والوقود والغازات ومواد أخرى مختلفة في محطات توليد الطاقة الكهربائية .

منظومات الانابيب (Piping system) : يتم وتوصيل هذه المنظومات بالاستعانة بالرسومات والمخططات الهندسية ، ومن الضروري معرفة وقراءة هذه المخططات ويوضح الشكل رقم (19 – 1) رسم توضيحي لأحدى المنظومات وكيفية تمثيلها بالرموز .



شكل (19 – 1) يوضح الرسم الهندسي و خارطة (مخطط) لتوصيلات الأنابيب وملحقاتها

الأنابيب (Pipes) :

تستعمل الأنابيب في المنظومات المختلفة في محطات التوليد ، فهي وسيلة لنقل ومرور وحمل السوائل والغازات او الأبخرة اذ يتم السيطرة على تدفق هذه المواد داخل الأنابيب عن طريق متحكمات (صمامات Valves) .

الأنابيب لها أحجام وأشكال مختلفة مثبتة في جداول قياسية (standers) فهي إما أن تكون بالنظام الانكليزي (British standard) او بالنظام الفرنسي (مليمترات Metrics) ، تصنع الأنابيب من مواد مختلفة منها الحديد بأنواعه ، الألمنيوم ، البراص ، الكونكريت المخلوط بأنواع من الاسبستوس ، النحاس ، الزجاج ، البلاستك ، المطاط ، الخشب ، والمواد الصناعية Composite materials ، ولكل نوع من هذه الأنابيب استعمال معين ومواصفات فنية مثبتة في جداول عالمية .

طرفي الأنبوب إما أن تكون ذات أفلنجة متثقبة للتثبيت مع أنبوب مماثل له باللوالب والصواميل ، أو أحد الطرفين بقياس قطر داخلي مساوي لقياس القطر الخارجي للأنبوب فيكون توصيل الأنابيب بتداخل أحدهما بالأخر ، أو نهايتي الأنبوب عدلة فيكون توصيل الأنابيب باللحام أو استعمال الأجزاء المساعدة (Fitting) .

توصيل الأنابيب :

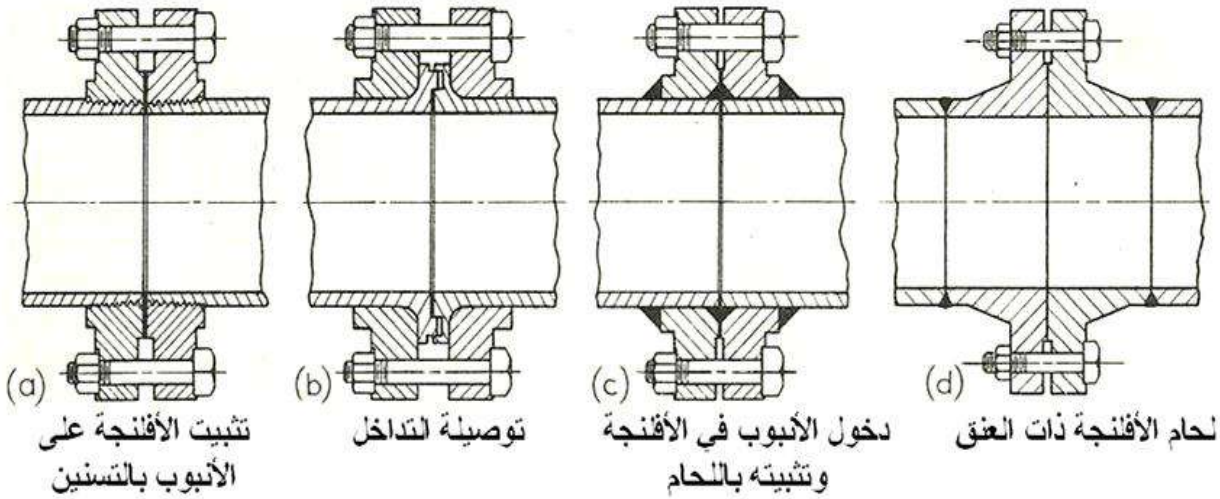
أطوال الأنابيب تكون قياسية (Standard) ومثبتة في جداول عالمية ، وللحصول على خطوط نقل لمسافات طويلة يتم ربطها مع بعضها وفق التصاميم والخرائط بواسطة ما يأتي :

أولا - (الأفلنجات) Flanges :

في خطوط النقل المتنوعة يتم ربط الأنابيب مع بعضها باستعمال الأفلنجات وبذلك يتم تحديد الطول المطلوب للأنابيب ثم يتم ربط الأفلنجات في نهاياتها بواسطة اللحام أو اللولبة (التسنين) ، بعد ذلك يتم توصيل الأنابيب باستعمال اللوالب المختلفة وهذا النوع من الربط يكون أفضل عند إجراء الصيانة لسهولة الفتح والشد ، أنظر الشكل (19 – 2) ،

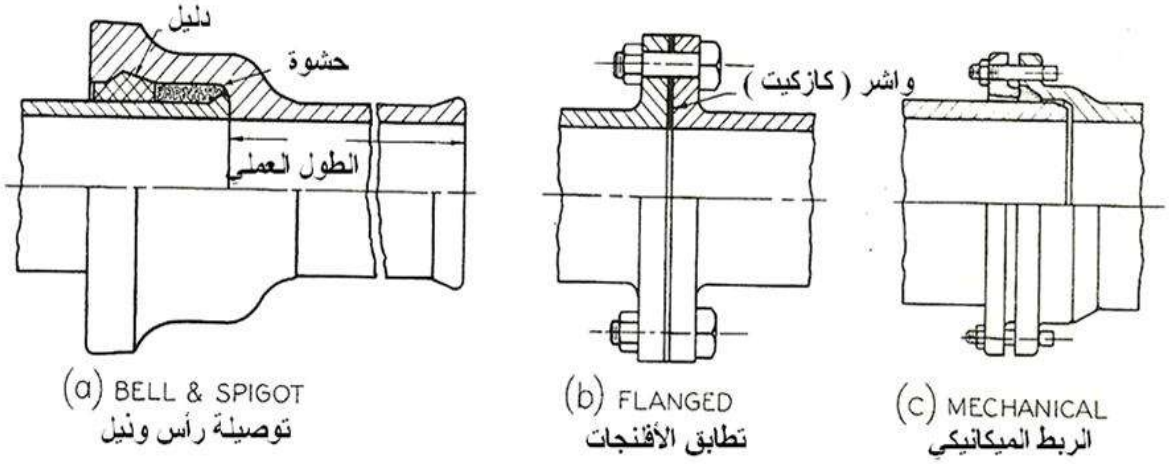
شكل (19 – 2) يوضح توصيل الأنابيب بالأفلنجة واستعمال اللوالب للربط

توجد أنواع مختلفة من الأفلنجات ولكل نوع طريقة للتثبيت مع الأنبوب ، ولكن تجميعها مع أنبوب أخر يجب أن يكون مع أفلنجة مماثلة وبإستعمال اللوالب والصواميل ، والطرق الاربع الموضحة بالشكل (19 – 3) هي الأكثر استعمالا .



شكل (19 – 3) يوضح ربط الأنابيب بالأفلنجات

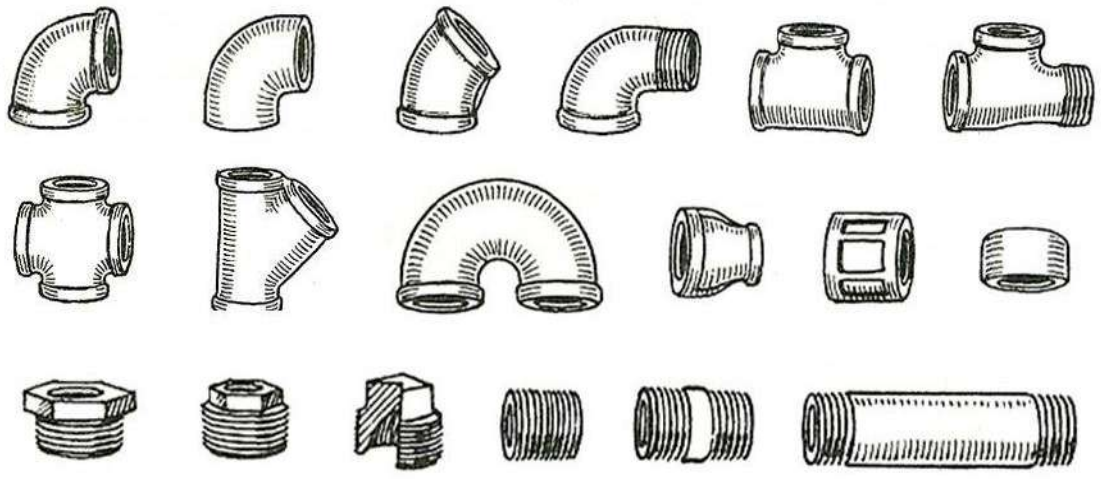
أما الأنابيب المصنوعة من حديد الصب (Cast iron) تربط مع بعضها كما موضح في الشكل (19 – 4) .



شكل (19 – 4) يوضح توصيلات الأنابيب المصنعة من حديد الصب

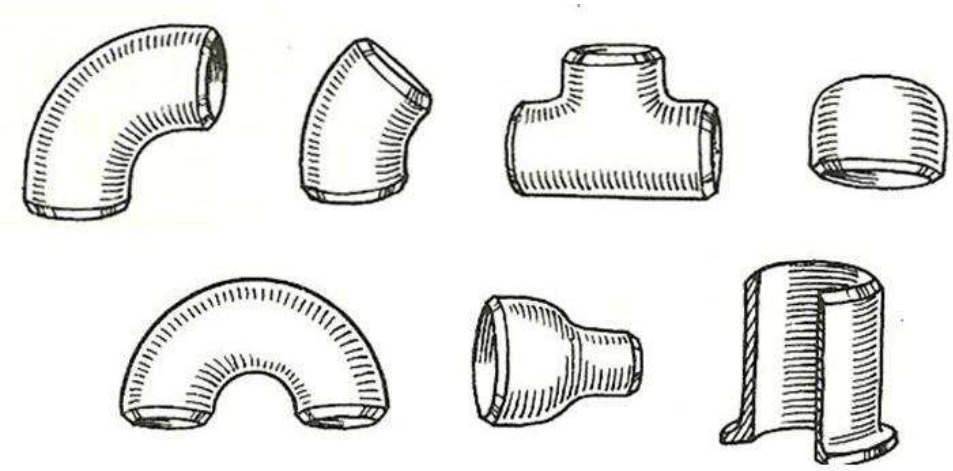
ثانيا ـ القطع المساعدة في الربط (التوصيلات) (Fitting) :

هي قطع هندسية لها اشكال مختلفة يعتمد شكلها على العمل الذي تؤديه ، تربط هذه القطع بطرق متعددة مع الأنابيب منها اللولبة كما في الشكل (19 – 5) ، اذ تحتوي هذه القطع على لولب خارجي أو داخلي .



شكل (19 – 5) يوضح ربط الأنابيب بالتوصيلات الملولبة

أو تثبيت التوصيلات المساعدة باللحام كما في الشكل (19 – 6) اذ تكون الحافات مسلوبة (مشطوفه) بزاوية معينة من أجل تسهيل عملية اللحام مع الأنابيب، وهذه القطع لها قياسات عالمية مثبتة في جداول .

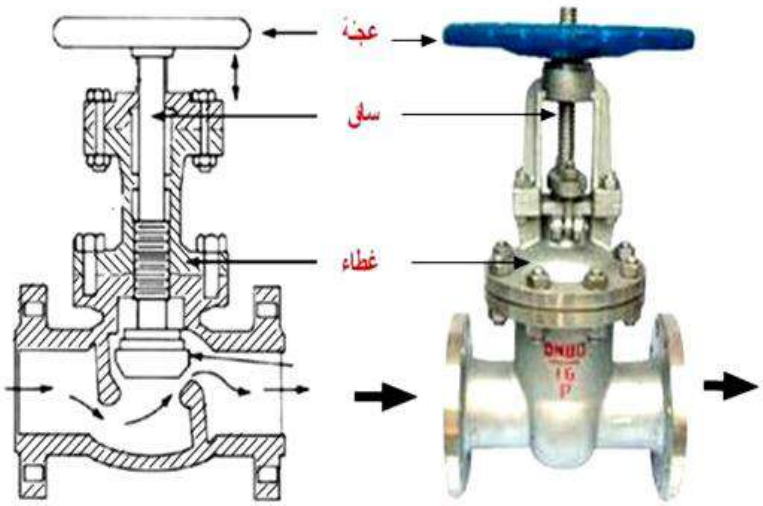


شكل (19 – 6) يوضح القطع المساعدة التي تربط باللحام

ثالثا ـ الصمامات (Valves):

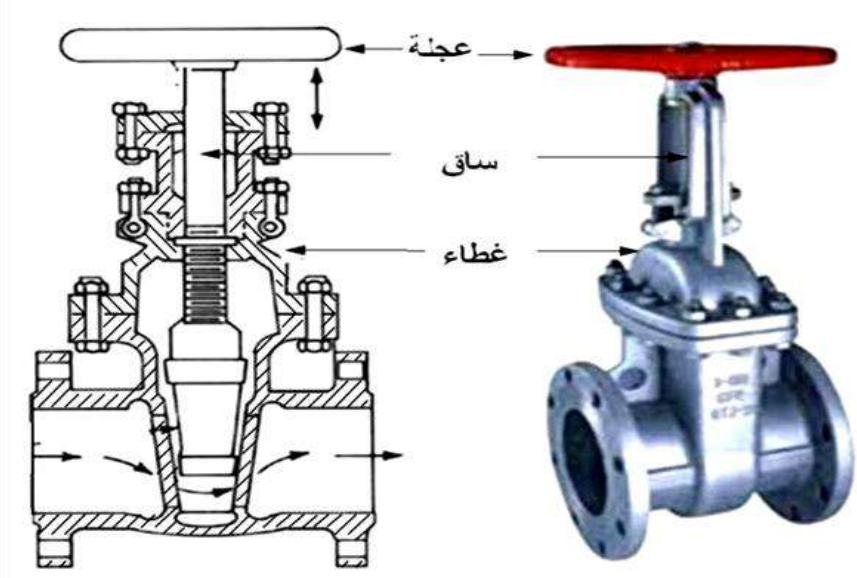
تستخدم الصمامات للسيطرة على تدفق الغازات والسوائل في خطوط الأنابيب والمنظومات المختلفة ، والصمامات بأنواع مختلفة ومنها ما يأتي :

1 - الصمام الكروي (للسيطرة على مرور الغازات) (Global valve) : كما في الشكل (19 – 7) .



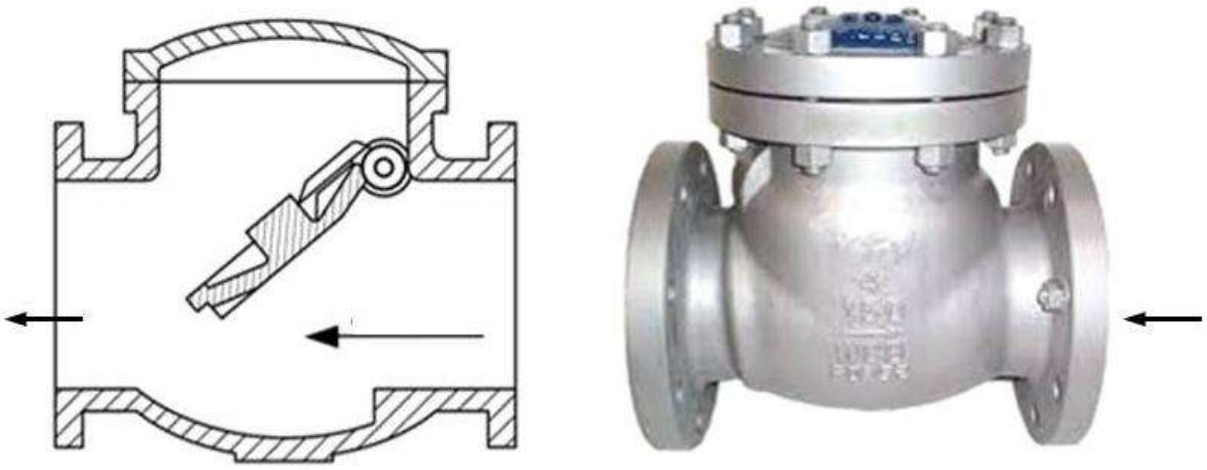
شكل (19 – 7) يوضح الصمام الكروي

2 – الصمام البوابي (صمام مرور من جهتين) (Gate valve) كما في الشكل (19 – 8).



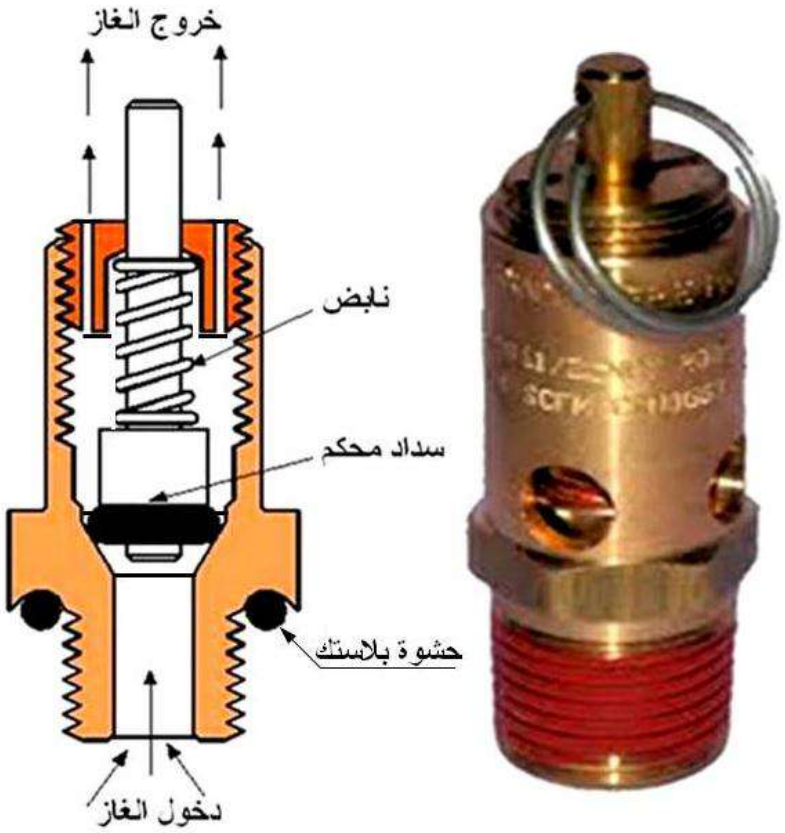
شكل (19 – 8) يوضح الصمام البوابي

3 – صمام منع الإرجاع (السيطرة على نقل السوائل من جهة واحدة) (Check valve)
كما موضح في الشكل (19 – 9) حيث يحتوي على بوابة تنفتح بفعل جريال المائع (Fluid)
في الشبكة وباتجاه الجريان ، وتغلق عند توقف الجريان أو الجريان باتجاه معاكس .



شكل (19 – 9) يوضح صمام منع الإرجاع

4 – صمام التحكم أو صمام الأمان (السيطرة على مقدار ضغط السوائل والغازات والابخرة)
(Safety valve) كما موضح في الشكل (19 – 10) .



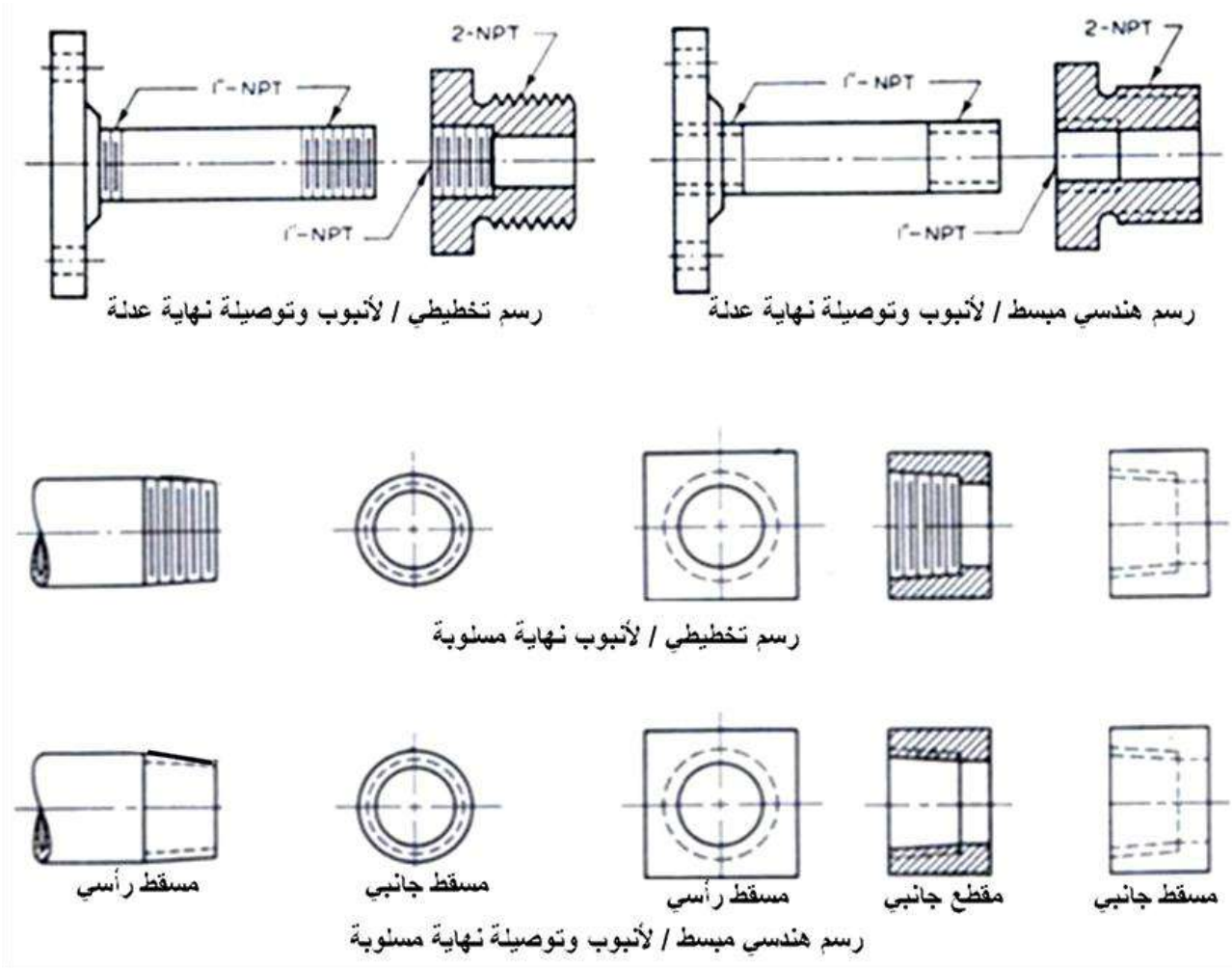
شكل (19 – 10) يوضح صمام التحكم أو الأمان

رسم الأنابيب وملحقاتها :

الأنبوب هو جسم اسطواني مجوف له قطر خارجي وقطر داخلي ، في الغالب تكون الأنابيب دائرية المقطع لها بداية ملولبة (مسننة) ومنطقة اللولب (بداية الأنبوب) أما أن تكون :

1 - البداية مسلوبة وتسمى (NPT) (National Pipe Taper) وفائدة السلبة هي سهولة الربط بين الأنابيب والتوصيلات (Fitting) .

2 - البداية مستقيمة (عدلة) وتسمى (NPS) (National Pipe Straight) وكما موضح في الشكل (19 – 11).



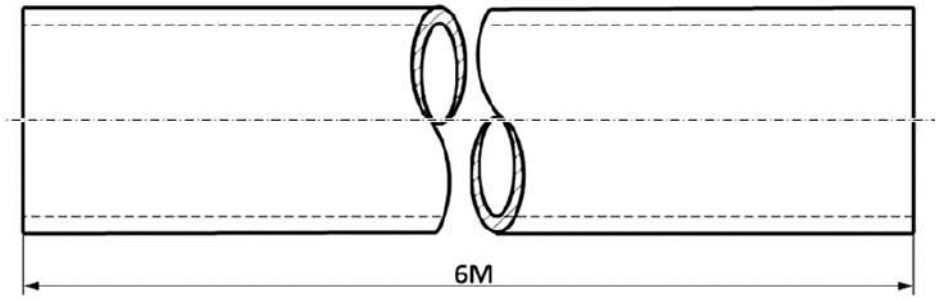
الشكل (19 – 11) يوضح الرسم الهندسي والتخطيطي للأنابيب وتوصيلاتها المستقيمة والمسلوبة

أختر أثنان من الرسومات في الشكل (19 – 11) وأرسمها بالحاسوب

بصورة عامة بالإمكان رسم بداية السن مستقيمة ووضع العلامة أما NPT أو NPS والابتعاد عن رسم السلبة .

توجد الأنابيب في أطوال مختلفة تصل الى عدة أمتار وبذلك لا يمكن أيجاد مقياس رسم مناسب لرسم أطوالها على ورقة صغيرة .

يتم رسم الأنابيب حسب مقياس الرسم المناسب وفي حالة الانابيب الطويلة فانه يتم قطع الانبوب من مكان محدد ويوضع قياس الطول المعمول به (المتر أو أجزاءه ، اليارده أو أجزاءها) وكما في الشكل (19 – 12) .



شكل (19 – 12) يوضح رسم الأنابيب الطويلة

تقاس الأنابيب من القطر الداخلي ، فعندما نقول أنبوب 2 أنج فأننا نقصد أن القطر الداخلي للأنبوب هو (2) أنج ، ويعطى سمك الأنبوب (سمك الجدار) وهذا يتعلق بنوع الاستعمال (لنقل بخار أو غازات أو سوائل) و (بضغط عالٍ أو منخفض) حيث ان لكل نوع أنبوب وبمواصفات معينة .

الأنابيب التي تصنع من اللدائن او البلاستك والمواد الصناعية :

تستعمل هذه الأنواع في الوقت الحاضر بصورة واسعة وذلك نظراً لمواصفاتها العالية وتحملها لظروف الضغط والحرارة العالية والتفاعلات الكيميائية وسهولة ربطها وتثبيتها وخفة وزنها حيث يتم ربط المنظومة باستعمال الحرارة أو التداخل أو استعمال اللواصق (الأصباغ) أو اللولبة .

تمرين رقم (24) :

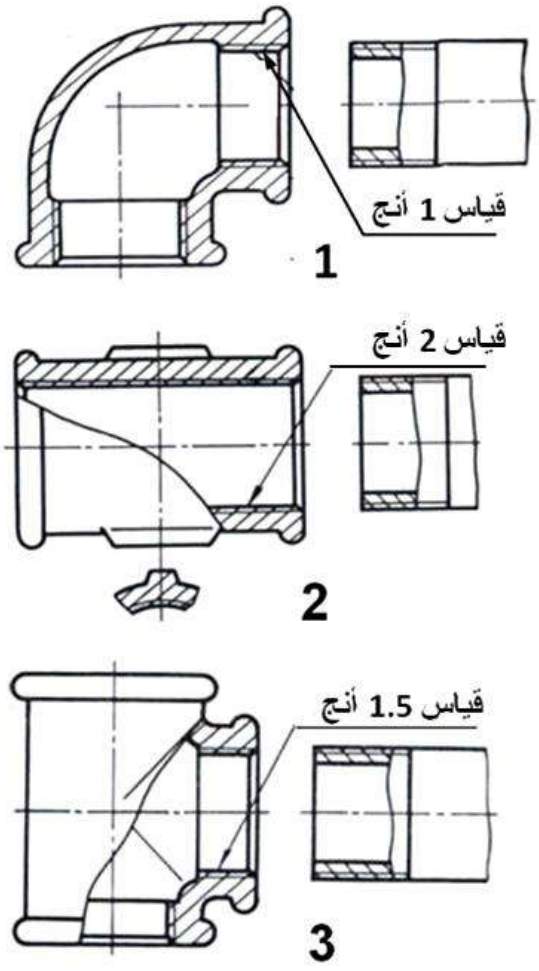
في الشكل (19 – 13) قطع أنابيب مع توصيلاتها وهي :

1 – توصيلة زاوية (90 °) مع الأنبوب .

2 - توصيلة مستقيمة مع الأنبوب .

3 – توصيلة (T) مع الأنبوب .

أختر مقياس رسم مناسب وأرسم يدوياً (Free hand) تجميع القطعة (التوصيلة) مع الأنبوب للرسومات الثلاث .



شكل (19 – 13) يوضح أنابيب مع قطع توصيل مختلفة

تمرين رقم (25) :

يوضح الشكل (19 – 14) أفلجنه مصنوعة من الحديد (st37) من النوع الذي يثبت باللحام على الأنابيب .

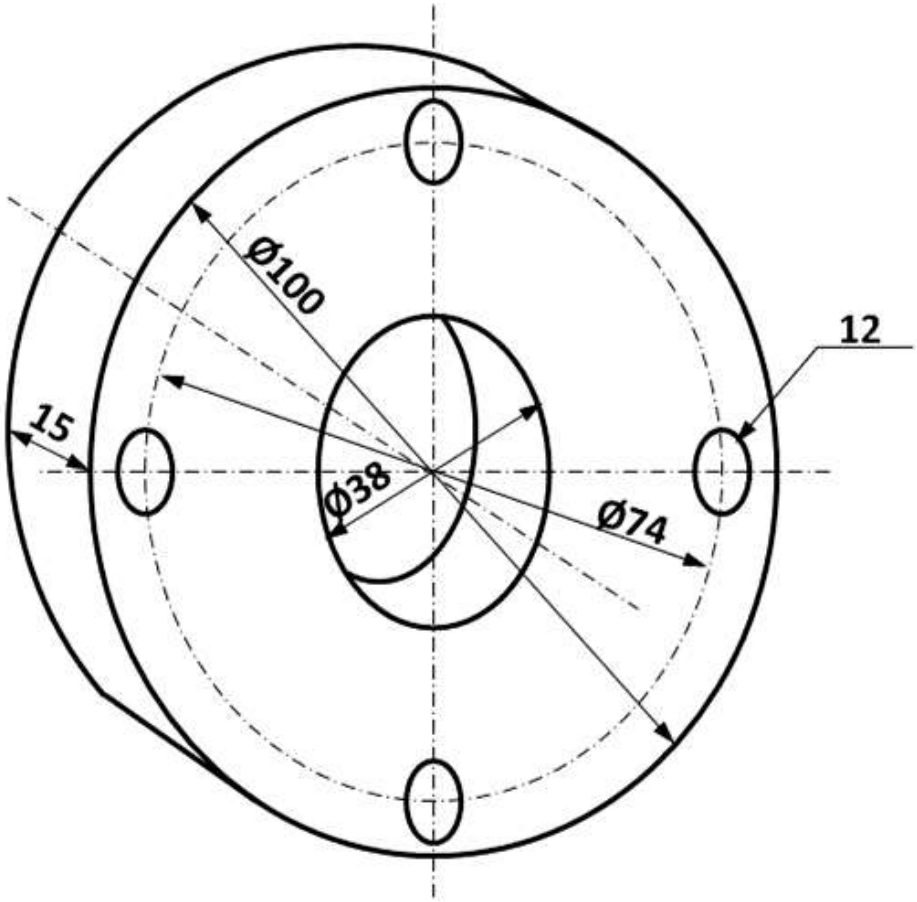
المطلوب : أرسم بمقياس رسم 1 : 1

1 – المسقط الامامي .

2 – المقطع الجانبي .

3 – ضع القياسات على الرسم .

ملاحظة : الأبعاد بالملمتر



شكل (19 – 14) يوضح أفلجنه

تمرين رقم (26) :

يوضح الشكل (19 – 15) الأجزاء الأتية :

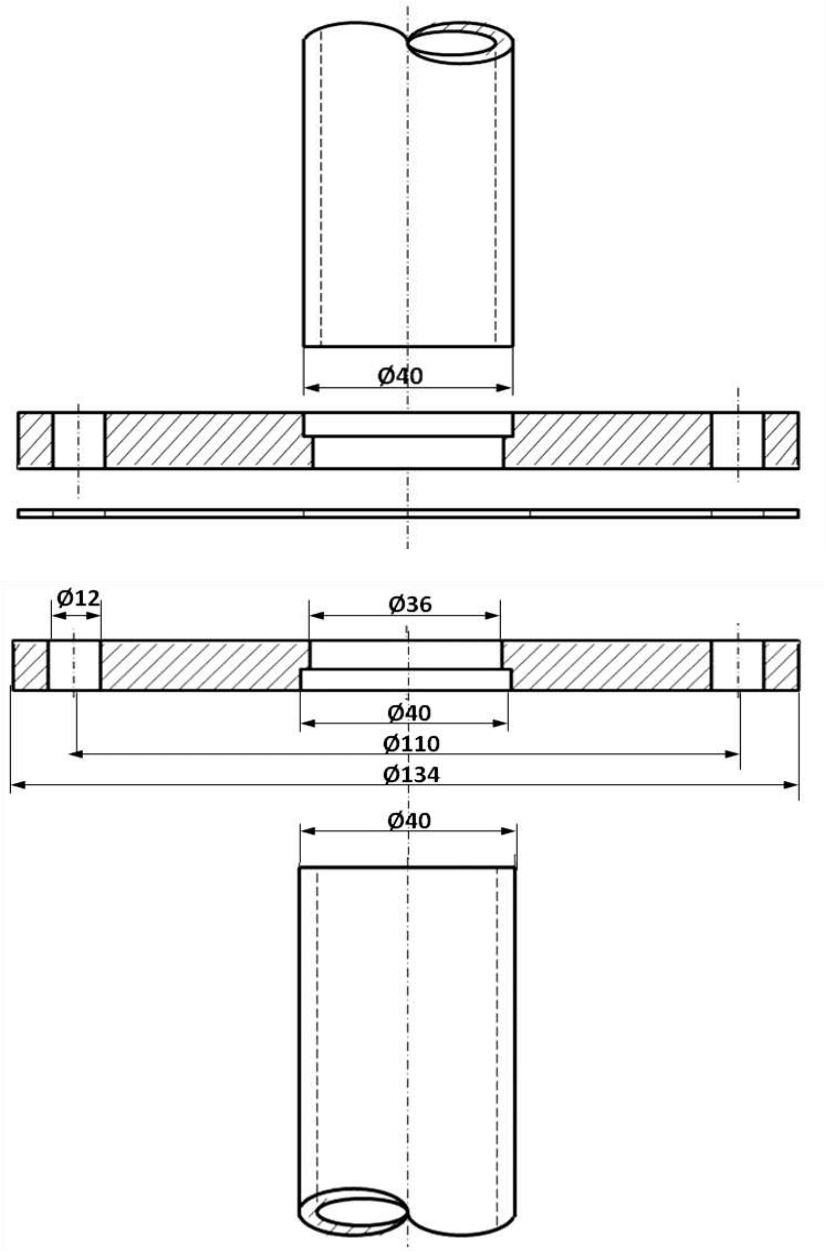
1 - أنبوب قياس (40) ملم عدد (2) .

2 - أفلنجة ذات أربع ثقوب للربط باللوالب عدد (2) .

3 - حشوة .

المطلوب : تثبيت الانبوبين على الأفلنجتين باللحام (لحام دائري) ، ثم أربط الأفلنجتين مع بعضهما مستعملاً اللوالب والصواميل مع وضع الحشوة بينهما .

أرسم بمقياس رسم مناسب المقطع الرأسي بعد تجميع الأجزاء ، مع وضع علامات اللحام .



شكل (19 – 15) يوضح الربط والتوصيل بالأفلنجات المثبتة باللحام

المصادر

1 – The Fundamentals of Engineering Drawing and Graphic Technology Third Edition by Thomas E. French & Charles J. Vierck

2 – Technical Drawing Fifth Edition

(Giesecke , Mitchell, Spencer, Hill)

3 – Exercises in Machine Drawing S. H. BOGOLY UBOV

4 – الرسم الهندسي عبد الرسول الخفاف الجامعة التكنولوجية / بغداد .

5 – شبكة المعلومات العالمية (الأنترنت) .