جمورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصف الثالث صناعي

الكـهربـاء

تأليـــف
المهندس
عبد الوهاب خليل ابراهيم
المهندس
مهدي صالح الحمداني
المهندسة
عامرة ماجد ثابت

الطبعة الثالثة
١٤٣٤هـ - ٢٠١٣م

الأهداف التربوية للمنهج العملي للصف الثالث الصناعي باختصاص الكهرباء العام

التخصص	المادة	الصف	عدد الساعات الأسبوعية
الكهرباء	التدريب العملي	الثالث	١٤

أولاً : الهدف المعرفي

١- التعرف على المولدة الكهربائية ذات الثلاثة أطوار بالقدرات المتوسطة والكبيرة ، المستعملة في المنازل والدوائر والمصانع وطرق صيانتها والاستفادة من كامل قدرتها.

٢- التعرف على المحولات الكهربائية الكبيرة ذات الثلاثة أطوار وطرق صيانتها.

٣- التعرف على محركات الثلاثة أطوار المألوفة في الحياة العملية وخاصة المصانع والورش ، وطرق تشغيلها وإيقافها وتحديد سرعتها وأساليب السيطرة الإعتيادية والأوتوماتيكية والألكترونية المدمجة المبرمجة.

٤- التعرف على المصاعد الكهربائية بكافة أنواعها وأسلوب إشتغالها وصيانتها ووسائل السلامة والأمان فيها.

٥- التعرف على أساليب تحويل مصادر الطاقة عند إنقطاعها والمحافظة على صحة ربطها.

٦- التعرف على أساليب تبديل وتوحيد التيار المتناوب وإعادة تنشيط البطاريات.

٧- التعرف على لوحات توزيع الضغط الرئيسية (Panel) وطرق بنائها وتسليكها وأجهزة المراقبة الخاصة بها.

ثانياً : الهدف المهاري

١- اكتساب الخبرة والمهارة لصيانة المكائن الكهربائية والمحولات والمولدات والمصاعد في المصانع والورش والمباني.

٢- اكتساب المهارة في تنفيذ أعمال تشغيل المحركات الكهربائية لكافة أنواع المكائن والمصاعد وتركيب لوحات التوزيع الرئيسية (Panel).

٣- اكتساب المهارة للعمل بأجهزة السيطرة الألكترونية المبرمجة.

٤- اكتساب المهارة لأدامة توفير مصدر التيار المستمر لتشغيل الأجهزة الألكترونية الثابتة والنقالة.

٥- اكتساب المهارة على ضبط وتحويل مصادر الطاقة الكهربائية.

ثالثاً : الهدف الوجداني

١- تنمية روح العمل الجماعي.

٢- استخدام المعلومات الفنية في تشخيص واصلاح الأعطال للأجهزة والمكائن المألوفة في المصانع والمباني.

٣- اكتساب الطالب الثقة في الاعتماد على النفس في صيانة الأجهزة وتشغيل المكائن بصورة عامة.

٤- تهيئة الطالب للعمل اليدوي ومجابهة الصعوبات وحلها.

مفردات منهج التدريب العملي للصف الثالث كهرباء

(فهرست المواضيع)

ت	الأسبوع	تفاصيل المفردات الواجب تطبيقها	الصفحة
١-	الأول + الثاني + الثالث + الرابع	التدريب على إعادة لف المحركات ذات الثلاثة أطوار	١٠
٢-	الخامس	التدريب على فتح وتجميع وصيانة المولد ثلاثي الطور (منزلي أو صناعي).	٧٤
٣-	السادس	١- التدريب على ربط وصيانة محولات القدرة ذات الثلاثة أطوار. ٢- التدريب على ربط أجهزة تحسين معامل القدرة (PFC).	١٠٥ ١٢٥
٤-	السابع	١- التدريب على فرملة المحركات الكهربائية. ٢- استعمال أجهزة قياس السرعة :- أ- الألكترونية. ب- الميكانيكية. ج- الضوئية.	١٣٥ ١٤٢ ١٤٦ ١٤٧ ١٤٨
٥-	الثامن	التدريب على :- مبدلات التيار المتناوب والشاحنات الكهربائية ١- مبدلات التيار المتناوب. ٢- الشاحنات الكهربائية.	١٥١ ١٥٣ ١٧٢
٦-	التاسع	التدريب على :- ١- أنواع المفاتيح المستخدمة في دوائر السيطرة لتشغيل المحركات الكهربائية.	١٨٢

ت	الأسبوع	تفاصيل المفردات الواجب تطبيقها	الصفحة
		٢- أجهزة الحماية المستخدمة في دوائر السيطرة الكهربائية (الحرارية والمغناطيسية).	١٨٦
٧-	العاشر	١- التدريب على فتح وتجميع وصيانة الموصل الهوائي . ٢- التدريب على ربط وتشغيل الموصلات الهوائية. ٣- التدريب على ربط وتشغيل الموصلات الهوائية من عدة مواقع. (يتم التشغيل بدون حمل).	٢٠٠ ٢٠٤ ٢١١
٨-	الحادي عشر	١- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق مفتاح قاطع دورة ميكانيكي يدوي. ٢- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوارعن طريق مفتاح قاطع دورة ذو حماية حرارية ومغناطيسية.	٢١٦ ٢٢١
٩-	الثاني عشر	التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق موصل هوائي وأزرار تشغيل (On - Off).	٢٢٧
١٠-	الثالث عشر + الرابع عشر	١- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي. ٢- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران عن طريق الموصلات الهوائية وأزرار التشغيل.	٢٣٧ ٢٤٣
١١-	الخامس عشر + السادس عشر	١- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار - دلتا) عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي. ٢- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار(ستار - دلتا) عن طريق الموصلات الهوائية وأزرار التشغيل.	٢٥٢ ٢٦٢
١٢-	السابع عشر	التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار - دلتا) عاكس دوران عن طريق الموصلات الهوائية وأزرار التشغيل.	٢٧٢

١٣-	الثامن عشر + التاسع عشر	١- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي. ٢- التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق الموصلات الهوائية وأزرار التشغيل.	٢٨٣ ٢٩١
١٤-	العشرون + الواحد والعشرون	التدريب على صيانة المصاعد الكهربائية :- الكابينة (عربة النقل) - لوحة السيطرة - معدات البيانات - غرفة المحركات.	٣٠٣
١٥-	الثاني والعشرون	التدريب على ربط وتشغيل المحركات الكهربائية عن طريق السيطرة بالدوائر الألكترونية.	٣٣٧
١٦-	الثالث والعشرون + الرابع والعشرون	١- التدريب على استعمال :- أ- جهاز مبين تتابع الأطوار. ب- ربط رلي منع انعكاس الأطوار. ج- ربط جهاز التوافق (Synchronization). ٢- التدريب على ربط مفتاح تحويل بين الشبكة والمولدة :- أ- اليدوي (MTS). ب- الآلي (ATS).	 ٣٥٢ ٣٥٩ ٣٦٤ ٣٦٧ ٣٦٩ ٣٧٠
١٧-	خامس وعشرون + سادس وعشرون	١- التدريب على ربط لوحة الضغط الواطئ وأجهزة القياس والسيطرة التابعة لها. ٢- التدريب على عمل حزم الأسلاك بواسطة :- أ- الخيط (بندجة). ب- الشريط اللولبي البلاستيكي (سبايرول). ج- أحزمة الربط البلاستيكية مع القاعدة اللاصقة (ستكر). د- القنوات البلاستيكية (ترنكات).	٣٨٢ ٤٠٢ ٤٠٣ ٤٠٤ ٤٠٦ ٤٠٨

تعليمات للمدرب

لا يخفى على أحد الجهود المبذولة من قبل المدربين وتعاون أبنائنا الطلبة التي أوصلتهم إلى هذه المرحلة الثالثة وهي الأخيرة قبل إنهائهم المنهاج المقرر لتهيأتهم كفنيين مؤهلين لاستلام زمام الأمور في الإعمار والإدامة لمجمل المشاريع الكهربائية.

أدت اللجان المختصة واجباتها بتوزيع مفردات المنهاج الكامل لهذا الغرض على ثلاث مراحل ، بالأحرى ثلاث سنين دراسية :

المرحلة الأولى : هيأت الطالب للعمل اليدوي ونمّت فيه روح العمل الجماعي ، وأكسبته الخبرة والمهارة لاستخدام العُدَد المناسبة لشتى أنواع العمل ، وفتحت أمامه الأبواب للدخول ووضع الخطوات الأولى للوصول إلى معترك الحياة العملية التخصصية في مجال العلوم الكهربائية العامة.

المرحلة الثانية: أكسبته الخبرة والمهارة لممارسة مهنة الكهرباء دون التعرض لمخاطرها ، وهيأته للتنفيذ أو الإشراف على التنفيذ للمشاريع الكهربائية في المباني وباستخدام المعلومات الفنية في تشخيص وإصلاح الأعطال للأجهزة الكهربائية المألوفة في الحياة اليومية العملية ، ومجابهة الصعوبات وحلها.

بقي لدينا التعاون لإيصال ما تبقى من رسالتنا الى أبنائنا الطلبة بعد أن وزّع على شكل مفردات ، تمّت ترجمتها إلى واقع عملي مفصّل لتدريبهم وإغنائهم بالمعلومات التي تم جمعها من خبرات طويلة عملية وعلمية وتعليمية ، ليحصل من خلالها على خلفية أساسية فنية وعلمية لممارسة الحياة العملية في مجال الأعمال الكهربائية ، بما يمكنه من إثبات جدارته ليكون عنصراً حيوياً للمشاركة في مجالات التنفيذ أو الإشراف بموجب القواعد العلمية النظامية المقتبسة من الأنظمة الدولية المعروفة في هذا المجال ، لإستخدامها في تنفيذ الأعمال الكهربائية في المصانع والورش والمباني وعلى جميع الأصعدة الإعتيادية والأوتوماتيكية والألكترونية المدمجة والمبرمجة ، ليتخرج ويكون مستعداً كفني ماهر باختصاص (الكهرباء العام).

سلكت اللجنة المكلفة بإعداد هذا الكتاب ذات النهج لكتاب السنة الماضية للمرحلة الثانية ، في التطبيق والتطوير والسرد والتوضيح للمفردات المعدّة والمخصصة ، وكذلك تنفيذ التمارين العملية من قبل الطلبة بإشراف المدرب.

تم كذلك تفصيلها بكافة مستلزماتها سواء من العدد المطلوبة أو الأجهزة والمواد المراد استعمالها لتنفيذها ، والتي على أساسها تتم تهيئة المواد والأجهزة والعدد قبل البدء بالتطبيق. وبالوقت نفسه لإعداد قوائم الإحتياجات المخزنية السنوية للمستلزمات المطلوبة من قبل الجهات المختصّة.

وبالأسلوب نفسه أخذت اللجنة بنظر الإعتبار إحتمال تعذر توفير بعض المستلزمات التي قد تعيق تطبيق التمارين العمليّة لأي سبب كان ، فقامت بسرد المواضيع من جوانبها العملية البحتة ودعمها بالمخططات والصور الحيّة لغرض توضيحها من قبل المدرب ، وتكليفهم بالواجبات الصفيّة والبيتية ومناقشتهم بمضمونها من خلال الأسئلة التي وضعناها في نهاية كل موضوع لغرض التقويم والإغناء بإستيعاب التطبيق.

كما نؤكد على الالتزام بالمدد الزمنية المخصصة لكل موضوع ، ولا ضرر في التقديم والتأخير بالمواضيع وحسب إمكانيّة القسم وتوزيع مجاميع الطلبة على المدربين.

وأخيراً نؤكد رجائنا لإخواننا المدربين والمختصين المطلعين على محتوى هذا الكتاب بإبداء آرائهم ومقترحاتهم ونقدهم الإيجابي البنّاء لتقويمه وتطويره.

فبحمد الله وعونه ومن علّمنها وهيّأنا لتقديم ما قدّر لنا من إعداده لهذا الجهد المتواضع.

نسأله تعالى الموفقية لمن شارك فيه والنجاح لأبنائنا الطلبة ليكونوا عنصراً فعّالاً في بناء الوطن والذات.

لجنة التأليف

التدريب على إعادة لف المحركات
ذات الثلاثة أطوار



محركات الثلاثة أطوار الحثية تعمل على التيار المتناوب ، تختلف أحجامها كثيراً وكذلك قدرتها حيث تتراوح قدرتها فيما بين كسور الحصان وعدة مئات من الأحصنة ، وان من المعتاد أن تقاس قدرة المحركات بالحصان لأنها قدرة ميكانيكية (دوران شفت) بعزم معين علماً بأن

١حصان = ٧٤٦واط	1 HP = 746 W

وهذه المحركات لها خاصية ثبوت السرعة الى حد كبير وكفائتها أكبر من محركات الطور الواحد وكذلك عزم دورانها الابتدائي يكون عالي وهي لا تحتاج إلى وسائل مساعدة لتدويرها كالتي موجودة في محركات الطور الواحد حيث أن الأطوار الثلاثة متفاوتة (منشطرة) فيما بينها بزاوية (١٢٠°) .

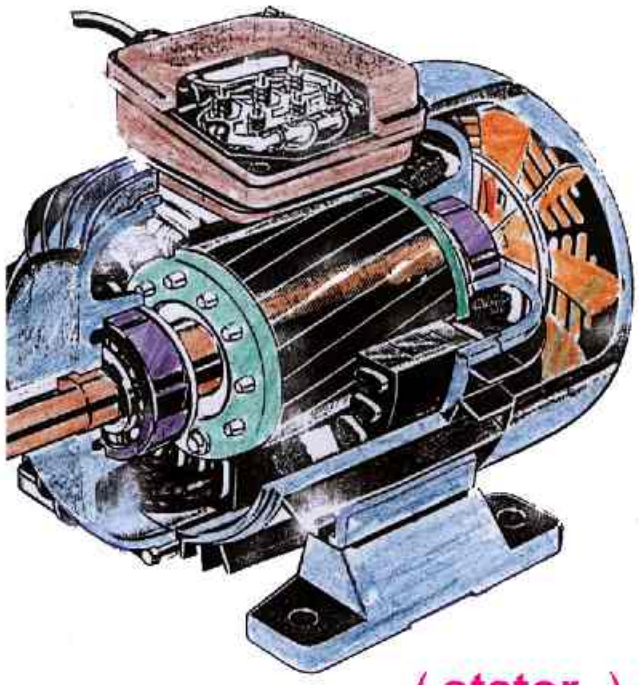
وكذلك يمكن أن تصمم بحيث تختلف خواص عزم الدوران فيها ، فمنها تمتلك عزم دوران إبتدائي مرتفع ، ويمتلك بعضها عزم دوران إبتدائي منخفض ، ويصمم بعضها بحيث يسحب تياراً ابتدائياً معتدلاً ، وبعضها الآخر يسحب تياراً ابتدائياً كبيراً ، ويمكن تغيير اتجاه دورانها بسهولة ، ويتم ربطها حسب متطلبات عمل المحرك على شكل مثلث (دلتا) أو نجمة (ستار) وتربط بشبكة ذات ثلاثة أطوار.

وتستعمل محركات الثلاثة أطوار في الرافعات والمضخات الكبيرة لضخ المياه ، وفي إدارة مكائن الورش ، واستعمالات أخرى عديدة. على الصفحة الآتية نماذج منها :





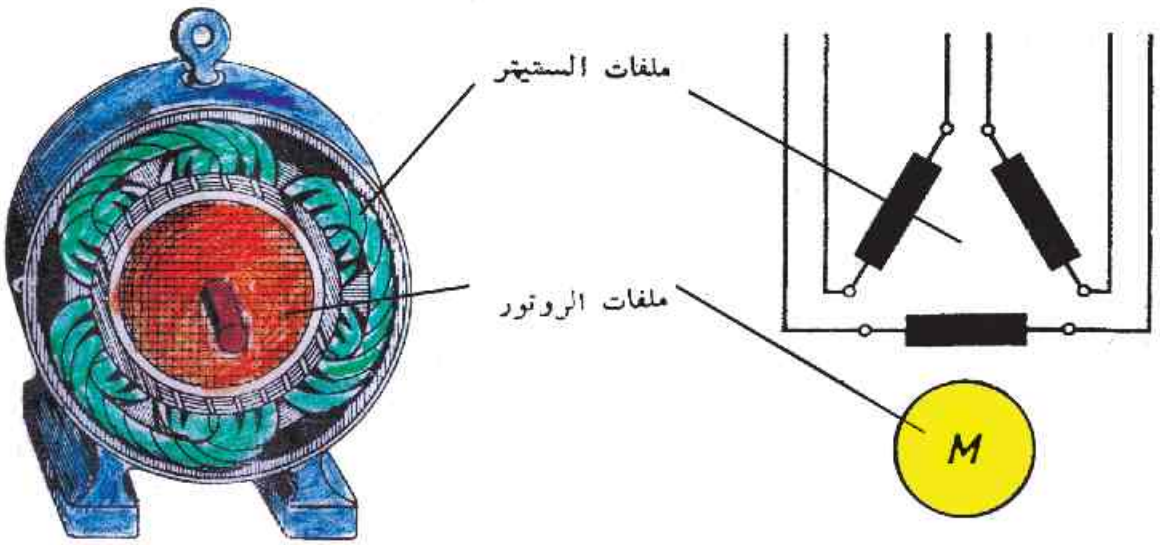
تركيب المحرك الثلاثي الأطوار

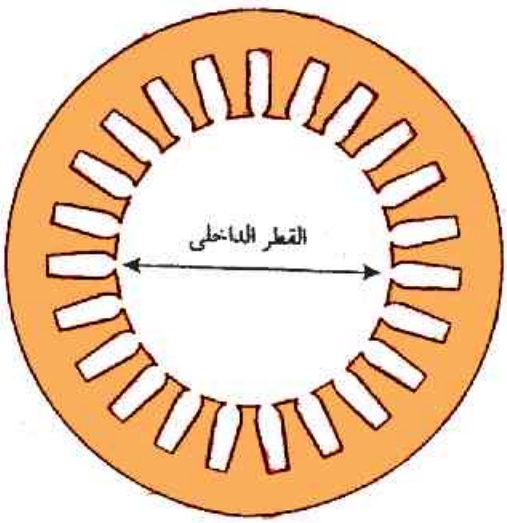


١-الجزء الثابت (stator)

يتكون من إطار من الصلب وقلب حديدي عبارة عن صفائح أو رقائق معدنية ذات سبيكة خاصة لها قدرة عالية على التمغنط وتكون مضغوطة ومعزولة فيما بينها لتفادي إرتفاع درجة الحرارة.

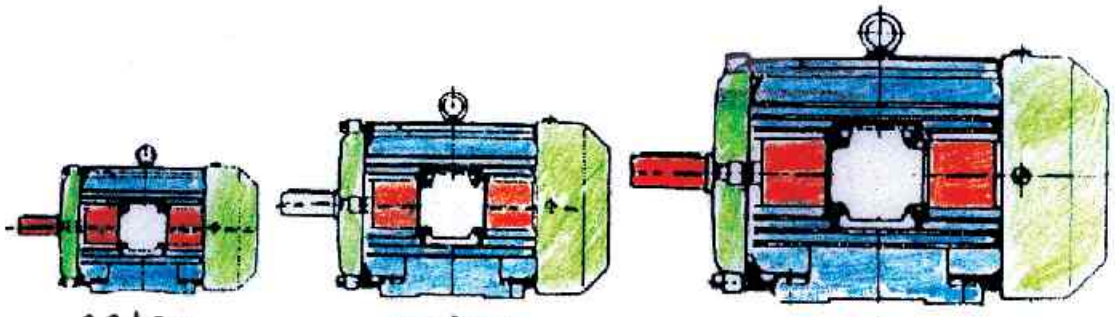
وهذا الجزء يشبه تركيب الجزء الثابت في محركات الطور الواحد أي أنه يحتوي على مجاري توضع فيها الملفات بعد عزلها وهو يحتوي على ثلاثة ملفات بين كل ملف وآخر زاوية (١٢٠°) وتكوّن ثلاث دوائر كهربائية مستقلة تسمى بالأطوار.





مقطع عرضي يوضح شريحة من صفائح القلب الحديدي

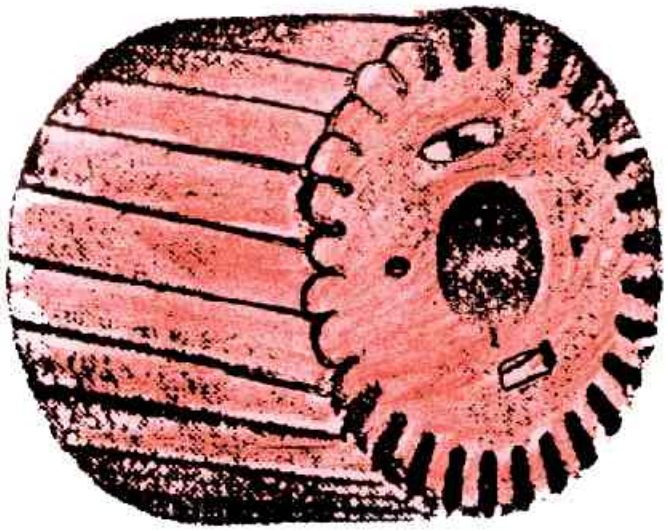
يختلف حجم المحركات الثلاثية الأطوار حسب عدد الأقطاب فيها إذا كانت بالقدرة نفسها.

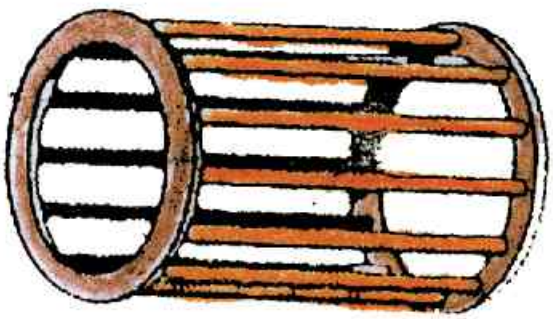


ولهذا لا يمكن تصميم محرك أو إعادة لفه بعدد أقطاب يختلف عن عدد أقطابه الأصلية.

فمثلاً لو كان هناك محرك (٤) أقطاب وعند إعادة لفه صُمم على (٢) قطب فانه سيعمل على سرعة (٢) قطب ولكن سترتفع درجة حرارته عند التحميل ، وكذلك العكس.

٢- الجزء الدوار (Rotor)





يشبه تركيب الجزء الدوار لمحركات الطور الواحد حيث يتكون من قلب حديدي وهو عبارة عن صفائح أو رقائق بسبيكة أقل تكلفة من سبيكة الجزء الثابت وتكون مضغوطة ومعزولة فيما بينها وهو من نوع القفص السنجابي (squirrel cage) .

ويوجد نوع آخر يسمى بمحركات الحلقات الانزلاقية الذي يكون فيه الجزء الدوار يحتوي على ثلاثة ملفات كما في الجزء الثابت.

وسيتم توضيحه بالتفصيل لاحقاً . . . .



محرك حلقات إنزلاقية

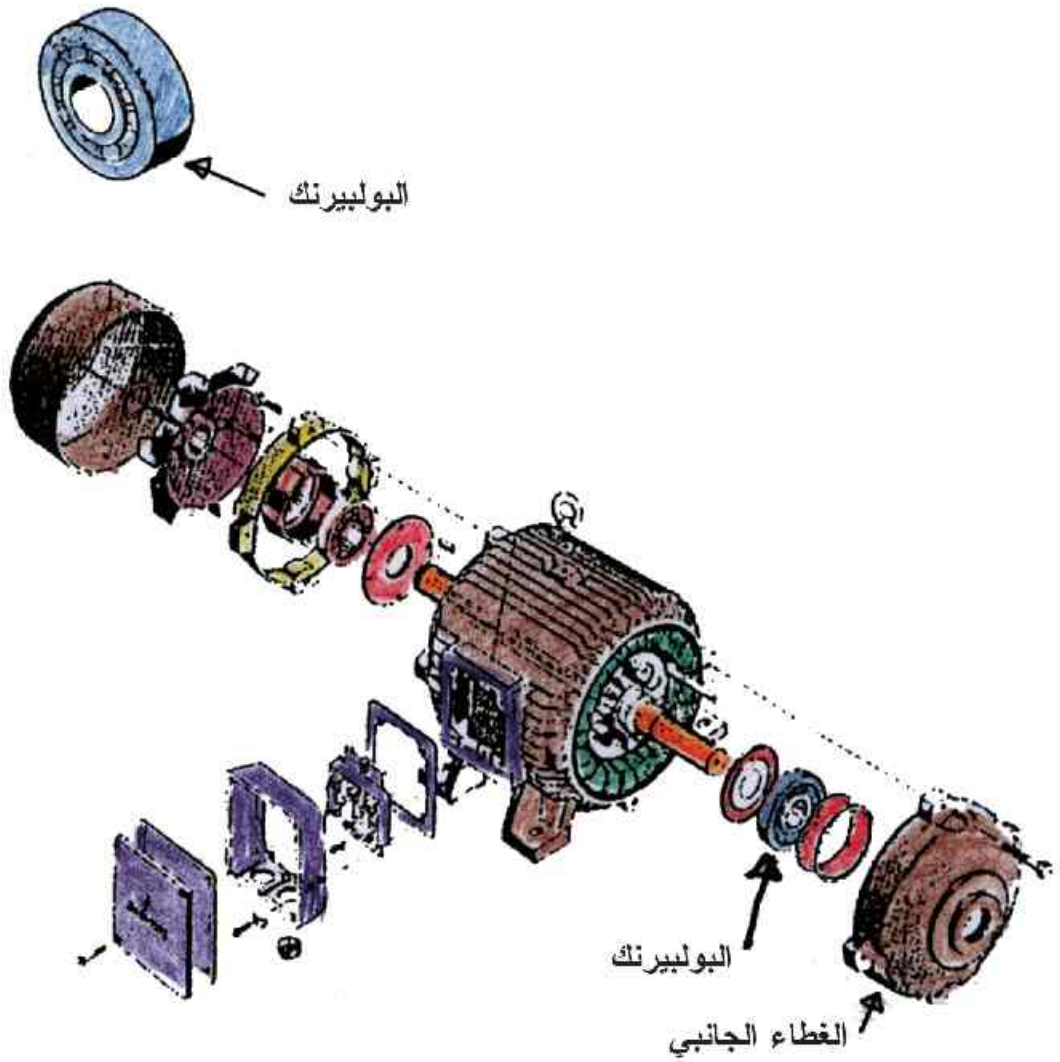
بصورة عامة يجب أن يكون طول المجرى للجزء الدوار مساوياً لطول المجرى للجزء الثابت لتبقى قدرة المحرك ثابتة كما مصمم عليه.

ويكون قطر الجزء الدوار أقل بقليل من قطر الجزء الثابت وكلما كان الفراغ بين الجزء الثابت والدوار كبيراً ارتفعت الحرارة وقلّت كفاءة المحرك لأن مقاومة الهواء تصبح عالية تجاه خطوط المجال المغناطيسي .

بعض المحركات ذات القدرات العالية تسحب تيار بدءٍ عالٍ والذي قد يؤثر على لحام الملفات المقصورة ويؤدي إلى فك نقطة اللحام مما يجعل قدرة المحرك تقل ويسحب تياراً أعلى وترتفع حرارة الجزء الدوار ولا يستطيع الدوران بأقصى حمل.

٣- الأغطية الجانبية :-

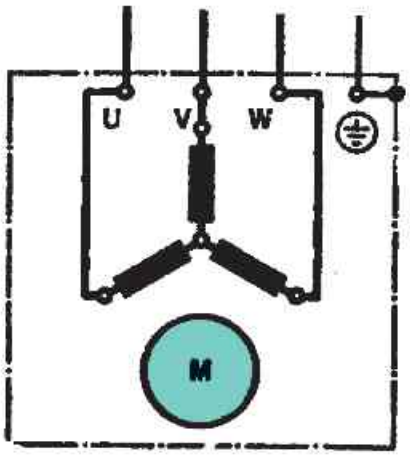
يربط الغطاءان الجانبان مع إطار الجزء الثابت من الجانبين بواسطة (براغي ربط) وهي تحمل محور الجزء الدوار بواسطة بولبرنات.



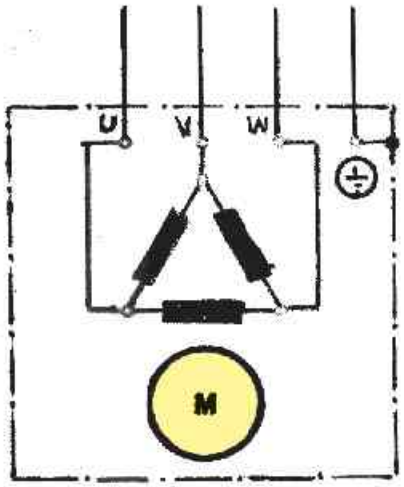
شكل يوضح أجزاء المحرك

لا يحتوي محرك الثلاثة أطوار على مفتاح طرد مركزي وملفات مساعدة ومكثف.

وتربط نهايات الملفات الخارجية (٦أطراف) نجمة (ستار) أو مثلث (دلتا) حسب قدرة المحرك.



توصيلة الستار أو النجمة



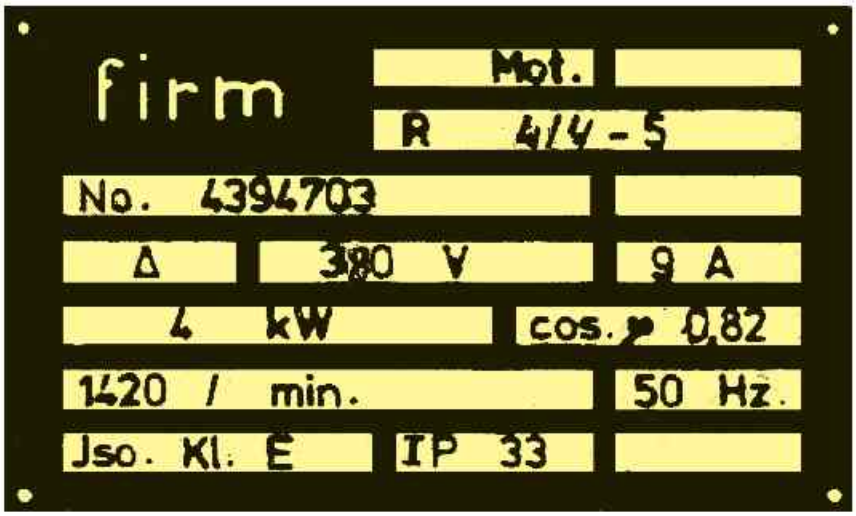
توصيلة الدلتا أو المثلث

يتم ربط النجمة (الستار) بربط نهايات الأطوار الثلاثة بنقطة مشتركة.

ويتم ربط المثلث (الدلتا) بربط نهاية الطور الأول مع بداية الطور الثاني ونهاية الثاني مع بداية الثالث ونهاية الثالث مع بداية الأول.

ولأجل أن يعمل المحرك بصورة صحيحة يجب أن يتفق الضغط المسلط عليه مع الضغط المسجل على لوحة التسمية فعندما يسلط على المحرك ضغط أعلى من المقرر ترتفع درجة حرارته ومن جرّاء ذلك يمكن أن تتلف عوازل الملفات وترتفع قيمة التيار.

وعندما يشتغل المحرك على ضغط أقل من الضغط الاسمي نلاحظ أن سرعته تنخفض ويرتفع التيار المسحوب، وكذلك تزداد درجة الحرارة وتتلف عوازل الملفات، لذا يجب التقيد بالضغط الذي يعمل عليه المحرك والمثبت على لوحة التسمية.



لوحة التسمية للمحرك

أهم البيانات التي تكتب على لوحة التسمية للمحرك

Model – Type – Tipo	موديل
Volt فولت	ستار ⅄
AMP أمبير	دلتا △
Cycle – HZ – P/S – CY – HERTZ	ذبذبة
KW – P	القدرة
HP – CV – PS	القدرة الميكانيكية حصان
RPM – TPM – U/min – UPM – GIRI	السرعة
POLI – POLE	الأقطاب
PH – PHASE	فيز (طور)
CLASS – INS – CL – ISOL – INSUL	درجة العزل
IP	درجة أحكام الغلق (درجة الحماية)
C – MF – UF – CON	سعة المكثف
VC	فولت المكثف
RATING.CON – DUTY CONT – SERVIZIO CONT	خدمة مستمرة
WHIGHT Kg	الوزن
DATE	التاريخ
COS φ - cos ϕ	معامل القدرة
BEARING	رقم المسند (البولبرنك)

CLASS درجة العزل	Y	A	E	B	F	H
TEMP درجة الحرارة	90°	105°	120°	130°	155°	180°

جدول درجات العزل وأقصى حرارة لتحملها

وقد تم ذكر تفاصيل درجات العزل في كتاب الصف الثاني

أي محرك عند بدء تشغيله يحتاج الى طاقة أعلى لبدأ حركته من السكون إلى الدوران ونتيجة ذلك عند بدء دورانه يسحب تياراً أعلى من التيار الذي يسحبه أثناء الدوران .

وكلما ارتفعت قدرة المحرك تضاعفت قيمة تيار البدء ، وتحسب مساحة مقطع السلك الذي سيلف به المحرك على أساس قيمة التيار الذي يدور به المحرك وليس قيمة تيار البدء والتي تصل بعض الأحيان إلى أكثر من سبعة أضعاف.

ولذلك في المحركات ذات القدرات العالية توجد عدة طرق لبدء تشغيلها حتى لا يبدأ بكل قدرته وبالتالي يسحب تياراً أعلى بكثير من الذي يتحمله السلك.

ومن أكثر هذه الطرق هي بدء المحرك ستار ثم دلتا وسيتم توضيح ذلك بالتفصيل لاحقاً.

العوامل المؤثرة على قدرة المحرك :

١- زيادة أو نقصان عدد اللفات يتناسب عكسياً.

٢- زيادة أو نقصان في مساحة المقطع يتناسب طردياً.

٣- إرتفاع وإنخفاض تردد الشبكة يتناسب عكسياً.

٤- زيادة أو نقصان عدد الأقطاب يتناسب عكسياً.

٥- عند تغيير عدد الأطوار التي يعمل عليها المحرك يتناسب طردياً.

ومن المعلوم ان مساحة مقطع السلك يتناسب طردياً مع التيار.
وعدد اللفات يتناسب طردياً مع فرق الجهد.

ملاحظة :-

أي تغيير في قيمة القدرة المصمم عليها المحرك تؤدي الى ارتفاع درجة حرارته.

والعوامل التي ذكرت في النقاط أعلاه تؤخذ بنظر الإعتبار من قبل الشركة المنتجة عند تصميم المحرك.

تمرين عملي (١) :

المطلوب التعرف على جميع المواد والمستلزمات الضرورية والمطلوبة لانجاز عملية إعادة اللف .

والتاكيد على المواد والمحركات التي هي ذاتها تم تناولها في محركات الطور الواحد في المرحلة السابقة ومحركات الثلاثة أطوار لتي سنتناولها في هذه المرحلة .

المستلزمات المطلوبة :-



العُدد المطلوبة :-

١- بلايس.

٢- سيت سباين.

٣- درنفيس عدل ومربع.

٤- ماكنة لف يدوية

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- أنواع من المحركات أو ستيترات مفتوحة جاهزة خالية من الملفات.

٢- أنواع مختلفة من الورق العازل .

٣- أنواع وأحجام مختلفة من السليف.

٤- أنواع مختلفة من الخوابير.

٥- أنواع مختلفة من أسلاك اللف.

٦- أنواع مختلفة من خيوط البندجة.

٧- كاوية مع صولدر .

ملاحظات تابعة للتمرين العملي (١) :-

١- يتم فتح محرك للتعرف على الجزء الخاص باللف (ستيتر) .

٢- عرض أنواع مختلفة من الستيترات لتعريف الطالب بأشكال المجاري وعددها.

٣- عمل نماذج (من قبل المدرب) لأنواع من العوازل الورقية وتهيئتها لأغراض اللف.

٤- عرض أنواع مختلفة من أسلاك اللف.

٥- مشاهدة ماكنة اللف الألية واسلوب عملها لتجهيز الملفات المطلوبة للف.

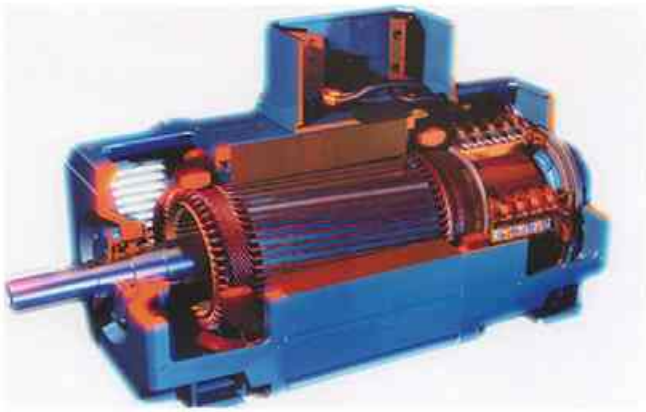
٦- فيما لو لم تتوفر الماكنة الالية يتم عرض اسلوب عمل القالب الخشبي لعمل الملفات.

٧- التعرف على أنواع مختلفة من عوازل الأسلاك (السليف) الاعتيادية والمقاومة للحرارة والرطوبة وغيرها.

٨- مشاهدة أنواع مختلفة من خيوط وأشرطة البندجة.

٩- مشاهدة الورنيش.

محركات الحلقات الإنزلاقية
Slip-Ring-Motors



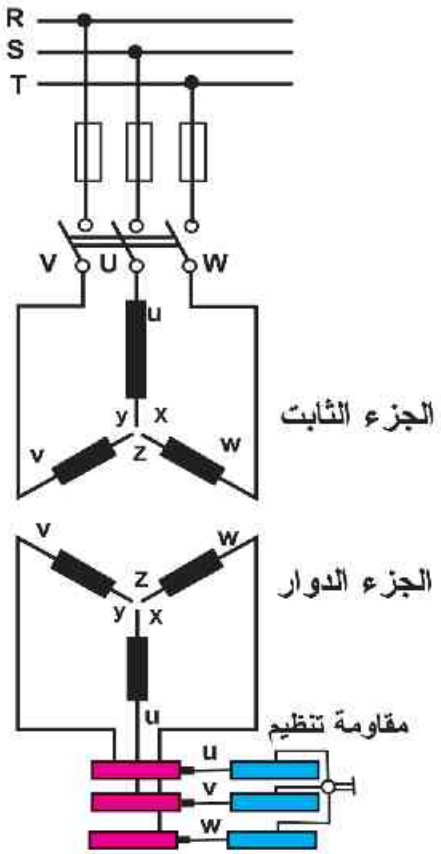


وهي محركات ذات قدرات عالية ، يحتوي الجزء الدوار فيها على مجاري توضع فيها ثلاثة ملفات – كما ذكرنا سابقاً – وهذه الملفات متصلة فيما بينها على شكل ستار أي ان نهاياتها تتصل بنقطة مشتركة والبدايات لكل طور توصل إلى حلقة إنزلاقية تنزلق عليها فرشة كاربونية ومنها الى ثلاث مقاومات خارجية توصل بالتوالي والتي تسمى بمقاومات بدء الحركة.



حلقات إنزلاقية

المخطط الآتي يوضح كيفية توصيل ملفات الجزء الثابت والجزء الدوار

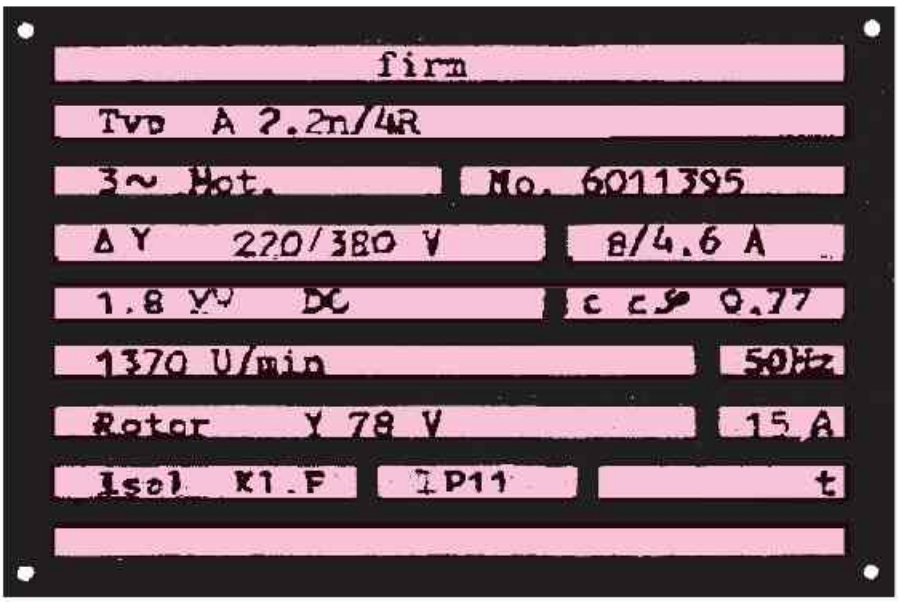


وفائدة مقاومات بدء الحركة هي لتقليل تيار البدء العالي في لحظة تشغيل المحرك ويجب أن تكون قيمة المقاومة عالية لكي يمر تيار قليل الى المحرك ومن ثم تغير قيمتها يدوياً أو آلياً تبعاً لتغير سرعــة المحرك.



مقاومات بدء الحركة

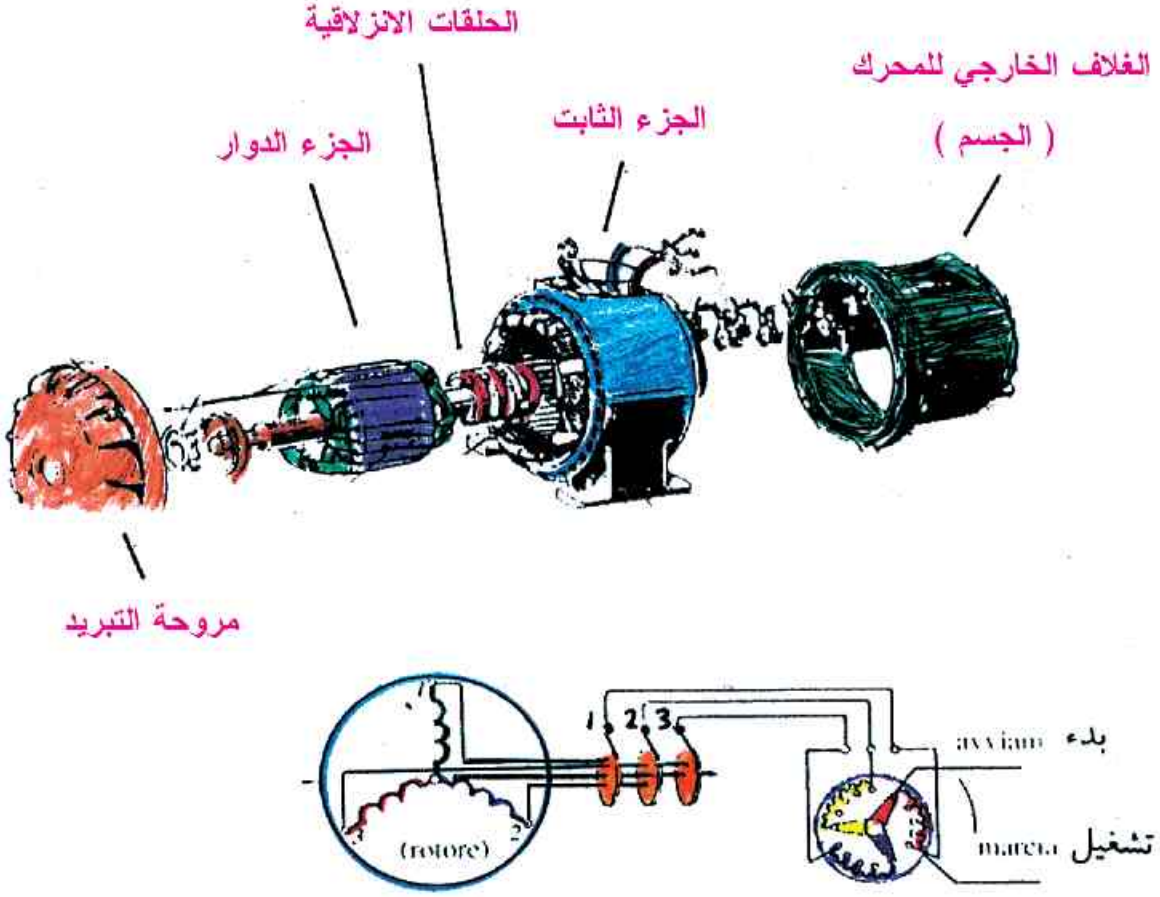
في حالة توقف المحرك (عدم دورانه) يعمل الجزء الثابت والدوار معاً كمحول والضغط المتولد في هذه الحالة يسمى بضغط التوقف للروتور وتعطى قيمته في لوحة التسمية كما مبين في اللوحة الآتية بقيمة (Rotor Y 78V)



واذا اشتغل المحرك بدون المقاومات الخارجية (مقاومات البدء) عندها ستقصر ملفات الجزء الدوار وبهذا يعمل المحرك كالمحرك ذو القفص السنجابي حيث يثير الضغط المتولد في الروتور تياراً كهربائياً وبدوره يولد مجالاً مغناطيسياً وينتج عنه مع المجال المغناطيسي للجزء الثابت عزم دوران ولهذا سميت هذه (بالمحركات الحثية ذات الحلقات الانزلاقية) .

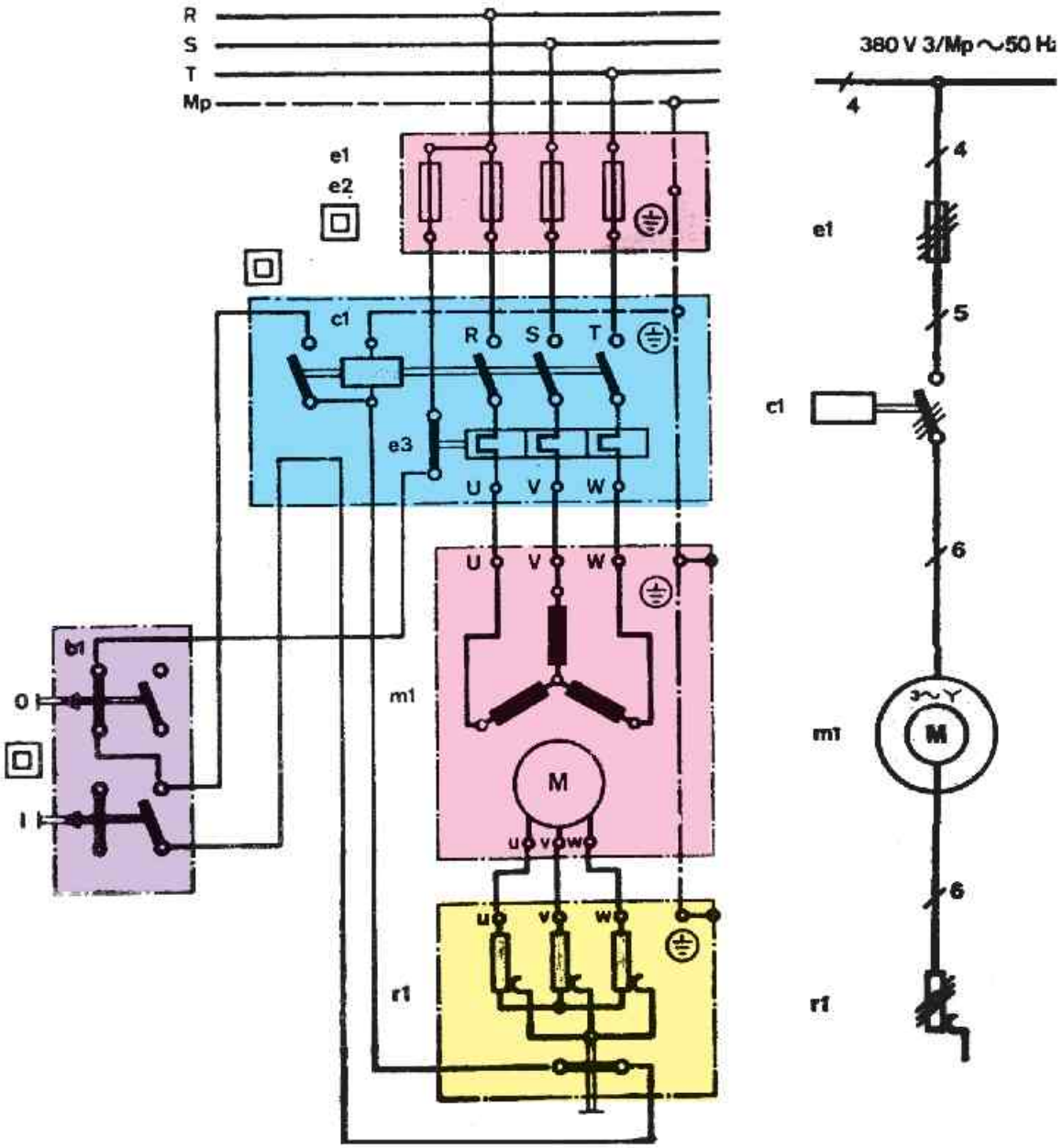
في هذه الحالة سيسحب المحرك تياراً عالياً ويدور ببطء شديد .
ويتلف لهذا يجب ربط المقاومات قبل التشغيل سميت هذه المحركات :
(المحركات الحثية ذات الحلقات الانزلاقية).

يستعمل هذا النوع من المحركات عند الحاجة الى قدرات عالية مثل مضخات المياه الكبيرة والرافعات والخباطات وغيرها .



أجزاء المحرك ذو الحلقات الإنزلاقية

الشكل الآتي يوضح محرك ثلاثة أطوار ذو حلقات إنزلاقية موصل الى مصدر ثلاثي الاطوار عبر قاطع دورة .



نماذج مختلفة من محركات الحلقات الإنزلاقية



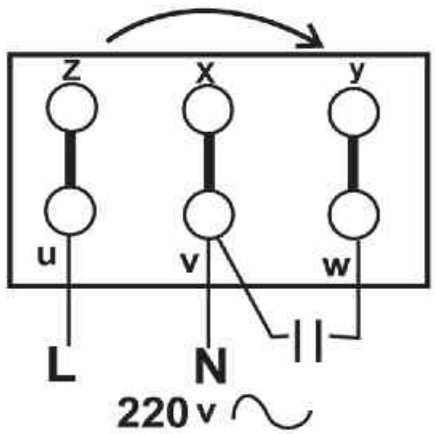




كيفية تشغيل محرك ثلاثة أطوار
على طور واحد

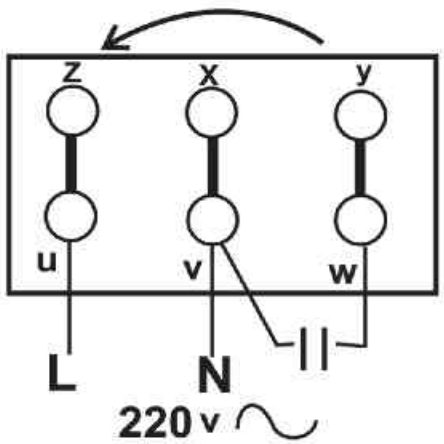
من الممكن تشغيل محركات الثلاثة اطوار والتي لا تتعدى قدرتها (٣) كيلوواط أو اكثر قليلاً وتحويلها إلى محركات طور واحد وذلك بربط مكثف .

وتتم العملية بتوصيل طرفي المصدر للطور الواحد مع أي طرفين من الأطراف الثلاثة ، والطرف الثالث يوصل مع طرف من أطراف المكثف والطرف الثاني للمكثف يوصل مع أي طرف من طرفي مصدر التيار ، والشكل الآتي يوضح الربط :-



ولعكس اتجاه الدوران للمحرك

يوصل الطرف الثاني للمكثف بالطرف الثاني من أطراف مصدر الطور الواحد ، كما في الشكل الآتي :-



تمرين رقم (٢) عملي :

المطلوب تنفيذ عملية إزالة الملفات التالفة من الجزء الثابت لمحرك ثلاثة أطوار ، وقياس أنواع وأحجام مختلفة من أسلاك اللف مع وبدون العازل (الورنيش) .

المستلزمات المطلوبة :-

العُدد المطلوبة :-

١- سيت درنفيس .

٢- سيت سباين .

٣- بلايس .

٤- كتر .

٥- لاوية .

٦- منشار حديد .

٧- مطرقة صغيرة .

٨- فرن تسخين ان وجد .

المواد والاجهزة المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار حسب المتوفر .

٢- مايكروميتر وقالب (S.W.G).

٣- لهيب نار صغير مناسب لإزالة عازل أسلاك اللف.

٤- أنواع وأحجام مختلفة من أسلاك اللف.

ملاحظـــــة :-

يتم تحديد الرقم القياسي للسلك (S.W.G) على مرحلتين :-

١- قياس قطر السلك بواسطة المايكروميتر للحصول على القطر والاستعانة بالجدول الآتي الخاص بتحويل القيم الى الرقم القياسي (S.W.G).

٢- تحديد الرقم القياسي للسلك (S.W.G) مباشرة بواسطة القالب الخاص.

جدول تحويل أقطار أسلاك اللف الى
الأرقام القياسية standerd - wire -Gage (S.W.G)

الرقم القياسي للف S.W.G	قطر السلك بالملم
46	0.060 mm
44	0.080 mm
42	0.1 mm
40	0.125 mm
38	0.150 mm
36	0.2 mm
34	0.236 mm
32	0.280 mm
30	0.315 mm
28	0.375 mm
26	0.450 mm
24	0.568 mm
22	0.710 mm
20	0.900 mm
18	1.250 mm
16	1.6 mm
14	2 mm

لف محركات الثلاثة أطوار



تتم عملية إعادة لف المحرك الثلاثي الأطوار بالخطوات الآتية :

١- **أخذ المعلومات :-** تدوين المعلومات الآتية :-

أ- المعلومات المسجلة على لوحة التسمية.

ب- عدد المجاري.

جـ- عدد الملفات.

د- نوع التوصيل.

هـ- عدد اللفات في كل ملف.

و- قياس قطر أسلاك الملفات القديمة او الرقم القياسي (S.W.G).

ز- خطوة اللف.

ح- نوع العازل.

٢- إزالة الملفات :-

يجب رفع الخوابير التي تقفل المجاري ثم اخراج الملفات كل على حدة.

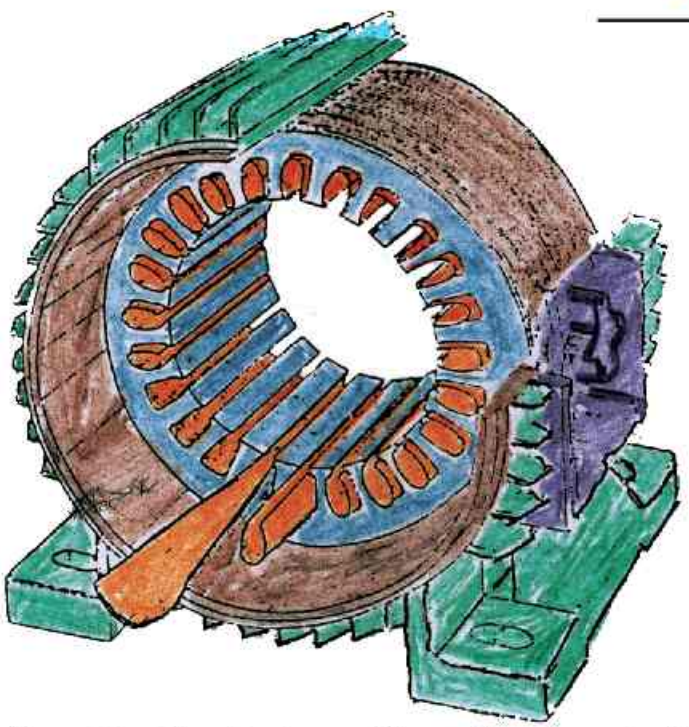
وقد تكون الملفات صلبة نتيجة تحميصها فأنه يصبح من اللازم قطعها من جهة ثم سحبها من الجهة الثانية.

ومن الممكن تسخينها في الفرن لفترة الى أن تلين المادة العازلة مما يُسهّل عملية إزالتها.

ولا يجوز حرقها لأن ذلك يؤدي الى تلف العوازل بين صفائح القلب الحديدي.

ويجب الإحتفاظ بأحَد الملفات لكي نحصل منه على مقاسات الملفات الجديدة ، من حيث العدد والنوع وخطوة اللف ومن المهم جداً قياس الحيز الجانبي الظاهر للملفات (جبهة الملفات) ومن الجانبين قبل رفعها من المجاري - هذه المسافة يجب تسجيلها وملاحظة ان الملفات الجديدة لا تمتد خارج مسافة أكبر منها لكي لا تلامس الأغطية الجانبية وتؤدي إلى تلامس الملفات مع جسم المحرك وتسرب تياراً كهربائياً اليه.

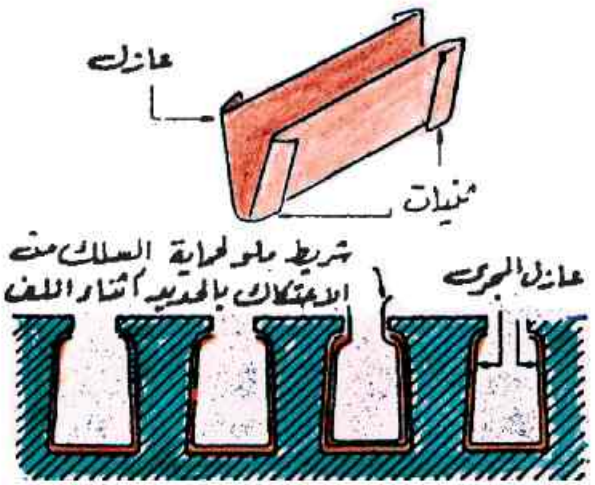
٣- عزل المجاري :-



عند استبدال العازل في مجاري الجزء الثابت يستعمل عازل مناسب لأن عزل السلك بطبقة الورنيش لا تكفي لعزل الملفات عن جسم المحرك ويتحدد نوع الورق العـــازل وسمكه تبعاً لقدرة

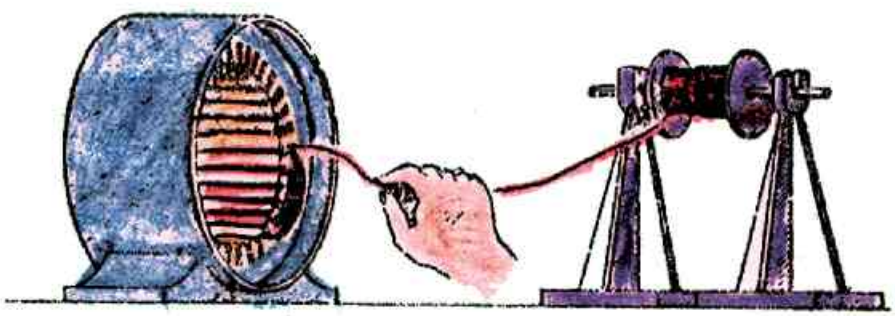
المحرك والضغط الكهربائي الذي سيعمل عليه ، فكلما زادت قيمة العزل بين الملفات وبعضها وبينها وبين الجسم كلما زادت كفاءة المحرك وطال عمر تشغيله.

عند وضع العازل داخل المجرى يراعى أن يكون أطول منها بـــ (١سم) من الجهتين ويطوى من الجانبين بمقدار (٠,٥) سم لكي لا ينزلق العازل وتمس حافة المجرى اسلاك اللف اما بالنسبة للحافتين الطويلتين للمجرى فتكون بزيادة العرض للعازل . الغرض منه عدم خدش الملف أثناء إدخاله في المجرى .



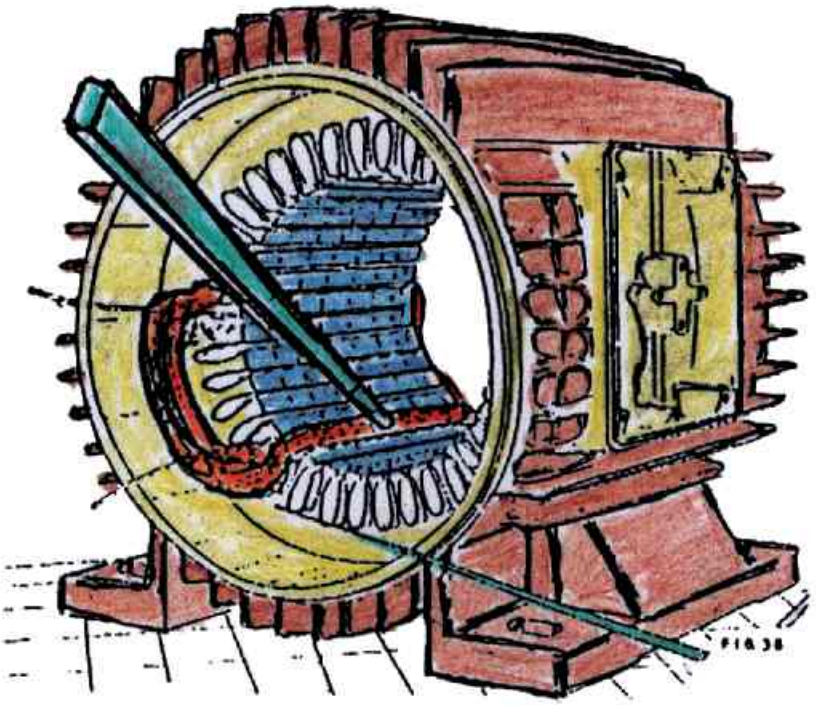
٤- لف الملفات :-

ويكون اللف يدوي أو بواسطة ماكنة خاصة.



والسلك المستخدم عادة في اللف هو سلك نحاسي معزول بطبقة من الورنيش وقيمة السلك الجيد تكون في درجة نقاوة النحاس فكلما زادت نقاوته زادت مرونته وقابلية توصيله للتيار فيتحمل تياراً اعلى يزيد من سهولة اللف ودرجة الحرارة التي تتحملها طبقة الورنيش فتوجد أسلاك تتحمل حتى (١٨٠ف ويرمز لها بـــ (class - H)

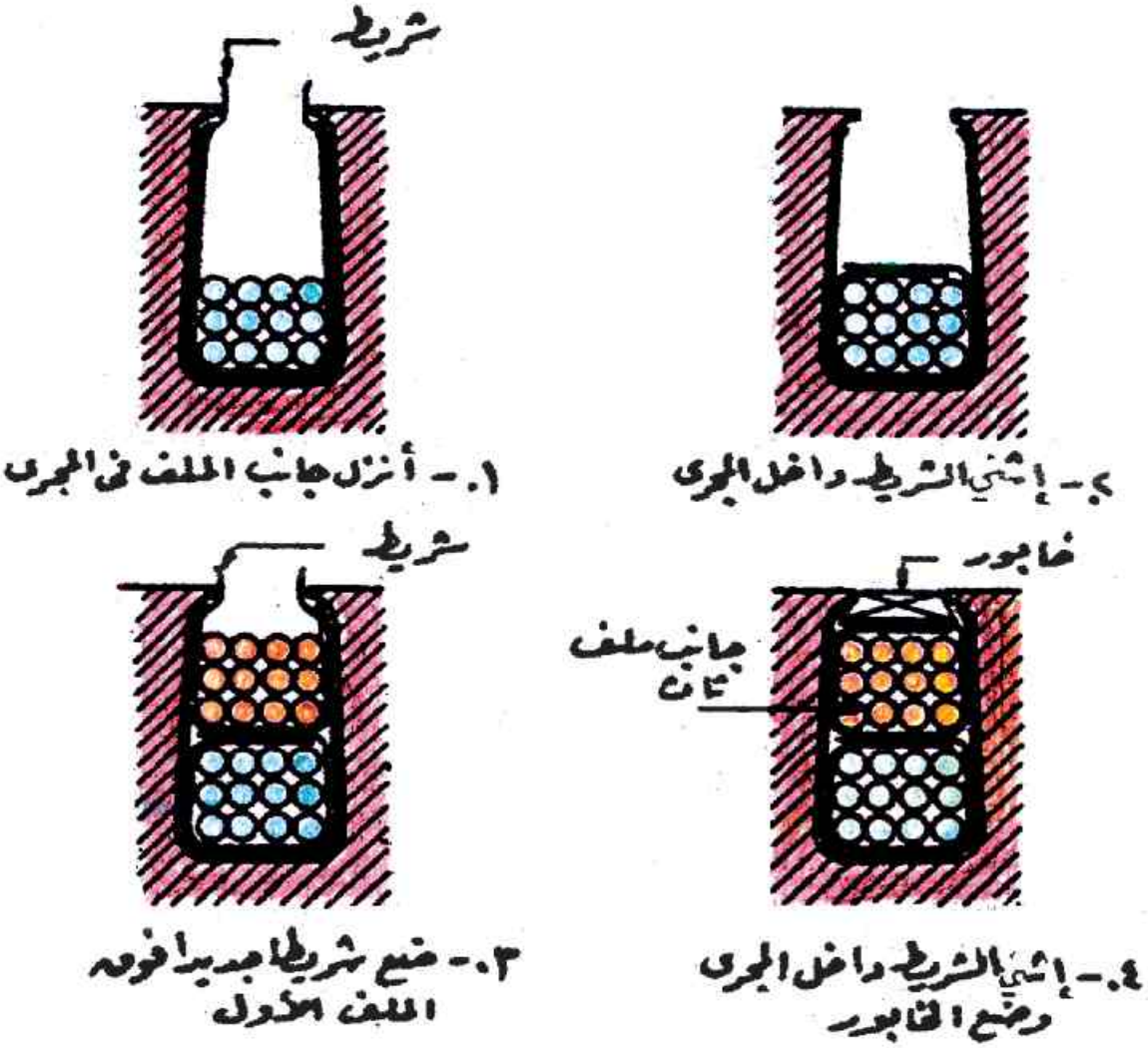
٥- وضع الملفات في المجاري :-



تُنزَّل الملفات في المجاري بعد التأكد من انها قد وُضعت بداخل العازل. تُطوى زيادة الحافتين الطوليّة للمجرى وتُغطى بخابور خشبي أو ورقي سميك لتفادي خروج الملفات من المجرى نتيجة الإهتزازات ويتناسب سمك وعرض وطول الخابور ونوعه مع وضع الملفات في المجرى لتكون في النهاية ثابتة.

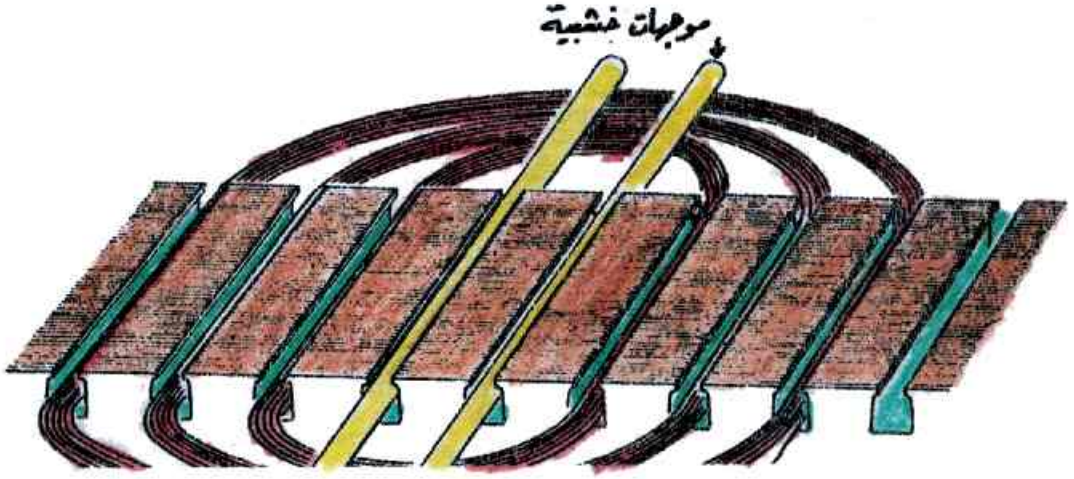
تُعدَّل جبهتي الملفات ويوضع عازل من الورق بين مجموعات الملفات للأطوار ضمن الجبهتين لمنع حدوث قصر بينهما.

الشكل الآتي يوضح خطوات تنزيل ملفين في مجرى واحد :-





المخطط أعلاه يوضح طريقة لف مجموعة واحدة تحتوي على ثلاثة ملفات.



كيفية تنزيل الملفات في مجاري الجزء الثابت

ثم تُلف الجبهة الخلفية (بندجة) بالشريط العازل .



ثم نأتي الى التوصيلات كما يأتي :-

أ- تحديد عدد المجموعات لكل طور ، حيث :-

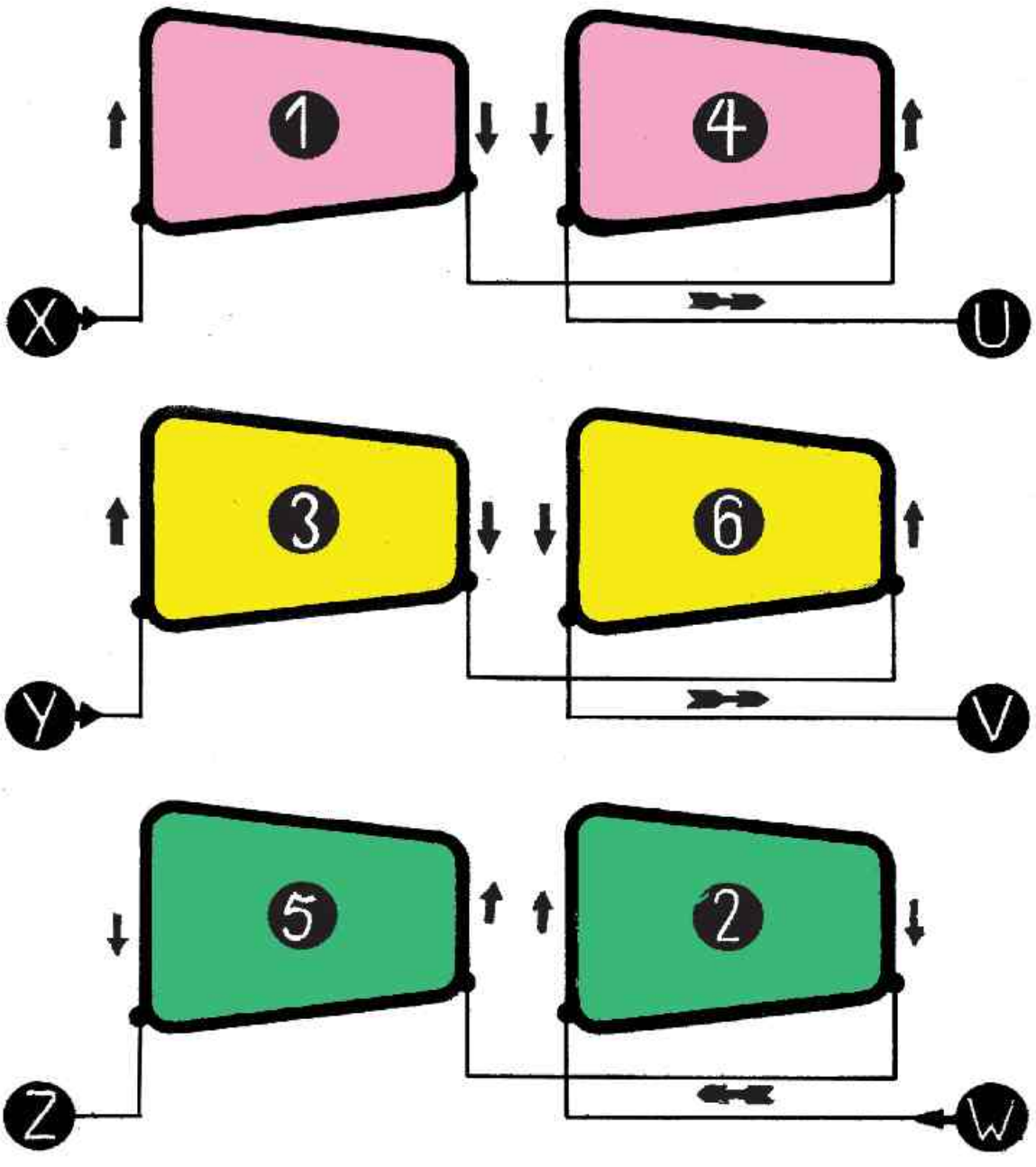
$$\text{عدد المجموعات لكل طور} = \frac{\text{عدد المجموعات الكلية}}{\text{عدد الاطوار}} = \frac{mc}{m}$$

وبهذا نكون قد وضعنا هذه المجموعات في ترتيب خاص يكون وضع الملفات الكلية بزاوية (١٢٠°) كهربائية بين الأطوار الثلاثة.

ب- إجراء التوصيلات الداخلية لمجموعات الأطوار على أساس دخول التيار في المجموعة الاولى باتجاه معاكس لدخوله في المجموعة الثانية .

المخطط الآتي يوضح توصيل المجموعات :-

طريقة توصيل مجموعات الأطوار الثلاثة
بصورة مبسطة يوضح فيها إتجاه التيار



جـ- توصيل أسلاك مرنة وبندجة الجبهة الأمامية (المحتوية على أطراف أسلاك اللف).



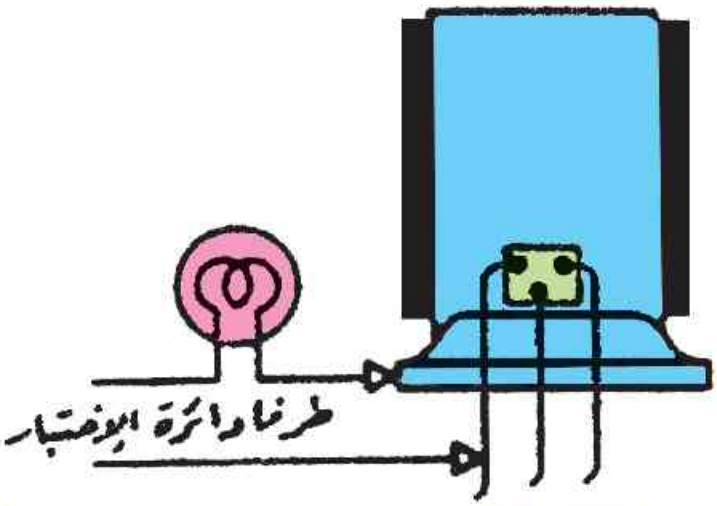
٦- إجراء الإختبارات الأولية :-

يجب إجراء بعض التجارب على المحرك الثلاثي الاطوار بعد لفه أو إصلاحه وذلك للتحري عن وجود أخطاء أو عيوب مثل التماس الأرضي ، الفتحات في التوصيلات (رداءة ربط اطراف الملفات مع بعضها) ، القصر (الشورت) .

أ- بالنسبة الى إختبار التماس الأرضي :-

تستعمل دائرة مصباح الإختبار كما في الشكل الآتي : -

وذلك بتوصيل أحد طرفي الاختبار الى إطار المحرك وطرف الإختبار الآخر مع أحد أطراف المحرك .

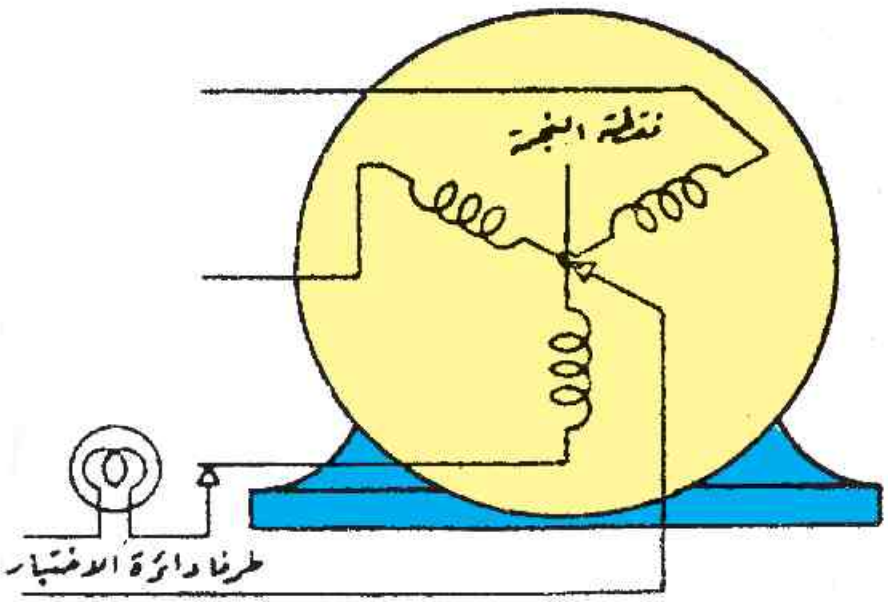


فاذا اضاء المصباح يكون أحد الملفات متماساً مع الأرض وللقيام بالإختبار على أكمل وجه تُجرى هذه العملية مع كل طرف من أطراف المحرك.

ويمكن إجراء هذه العملية بواسطة جهاز قياس العوازل .

ب- الدوائر المفتوحة (رداءة الربط) :-

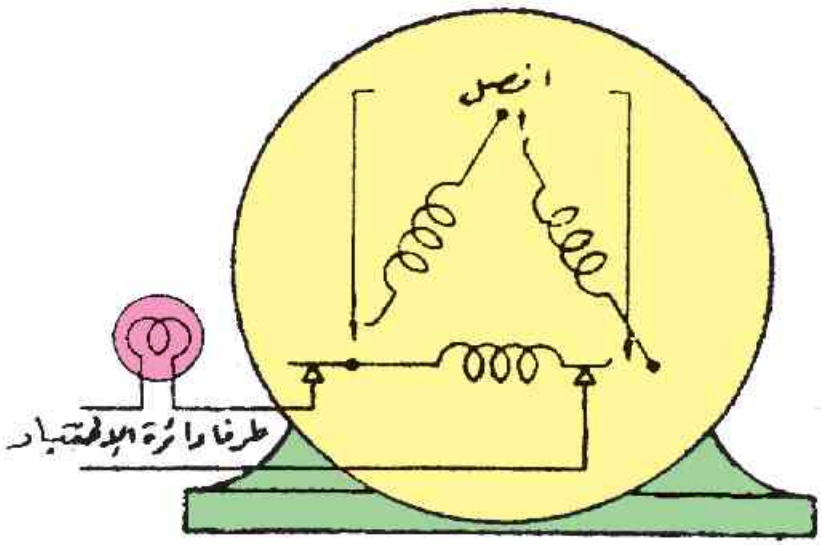
يكون السبب في رداءة ربط أطراف الملفات مع بعضها هو عدم اكتمال الدائرة الكهربائية للملفات (كأنما هناك قطع في الملف) ولتحديد المكان المعني نتبع الطريقة الآتية :-



يستعمل مصباح الإختبار لتعيين الطور المفتوح فإذا كان المحرك موصّل نجمة (ستار)، نضع أحد طرفي الإختبار عند نقطة النجمة ونضع طرف الإختبار الآخر بالتتابع عند كل طرف من الأطوار الثلاثة الباقية للأطوار ، كما في الشكل أعلاه .

ويجب أن يضيء المصباح للدلالة على سلامة الطور مما يدل على عدم وجود قطع أو نقطة ربط رديئة.

وإذا كان المحرك موصّل دلتا (مثلث) فتكون العملية هي فصل الأطوار ونختبر كل طور على حدة كما مبين في الشكل أدناه: -



وسوف لا يضيء المصباح عند إختبار الطور المفتوح يعني يوجد فيه قطع.

وكذلك يمكن معرفة وجود قصر بين ملفات الأطوار الثلاثة أو بين الملفات والجسم بواسطة جهاز قياس العوازل بدل المصباح (الميكر).

جـ- القصر (الشورت) :-

يمكن معرفة إذا كان المحرك مقصوراً وذلك بتوصيل المحرك إلى جهاز قياس التيار أي يوصل كل طور الى الجهاز ويجب أن يكون التيار متساوياً في الأطوار الثلاثة فإذا كانت القراءة في أحد الأطوار أعلى منها في الطورين الآخرين دلّ ذلك على أن الطور مقصور.

ويمكن معرفة ذلك بإستعمال جهاز قياس المقاومات الصغيرة ويجب أن يكون دقيق القراءة لصغر قيمة مقاومة الملفات عادة.

٧- الورنشة والتجفيف :-

يوضع الورنيش السائل فوق الملفات بعد الإنتهاء من عملية اللف بالكامل والغرض الأساس منه أن يجعل الملفات جميعها كتلة واحدة متماسكة فلا يمكن لأي سلك أن يجد مكاناً للحركة ، كما انه يزيد من قيمة العزل.

ويوضع الورنيش بحيث تتشبع الملفات من الجهتين وخاصة داخل المجاري ويجب أن يُترك المحرك مفتوحاً لكي يجف الورنيش (١٢ساعة على الأقل) ويعتمد على نوع الورنيش ، حيث هناك أنواع من الورنيش يجب تسخينه بفرن خاص بعد الورنشة ، ومنها لا يحتاج الى تسخين حيث يجف من تلقاء نفسه

٨- تنظيف المجاري :-

تنظف المجاري وجسم المحرك الداخلي من بقايا الورنيش المترسبة لكي لا تعيق حركة الجزء الدوار.

٩- تجميع اجزاء المحرك .

١٠- إجراء الإختبارات النهائية وتشغيل المحرك لفترة زمنية قصيرة وملاحظة قيمة التيار المسحوب فان أي خطأٍ في التوصيل أو خطأٍ في تحديد البدايات يؤدي الى أن يسحب تياراً أعلى من الطبيعي ولن يصل الى سرعته الطبيعية وبالنتيجة سيتلف.

طرق لف محركات الثلاثة أطوار (ذات القفص السنجابي)
squirrel – cage – motor

١- اللف بطبقة واحدة في المجرى وبملفات ذات قوالب متساوية ومختلفة وهي طريقة المجموعات المستقلة ويتم تنفيذ هذه الطريقة حسب خطوة معينة.

٢- اللف بطبقة واحدة وبقوالب لف متساوية التدرج وتسمى هذه الطريقة بالمجموعات المتداخلة.

٣- طريقة اللف بطبقتين وهي متساوية التدرج ومختلفة وتسمى بطريقة السلّة.

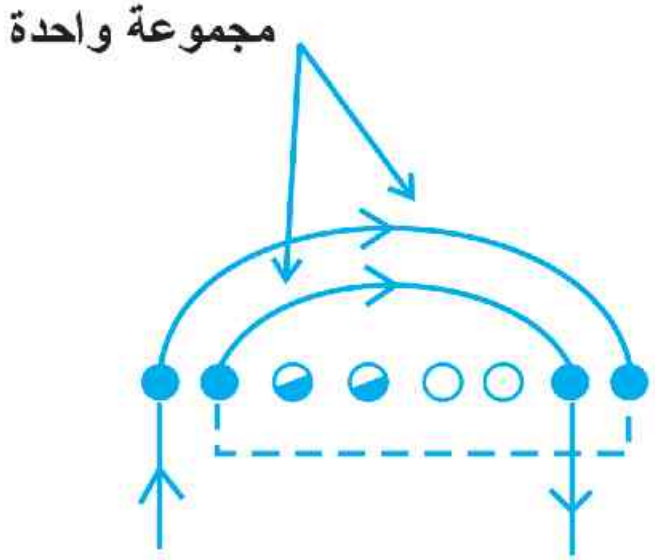


طريقـــة اللف :-

في محركات الثلاثة أطوار يوجد عدد معين من المجموعات من الملفات.

والمجموعة الواحدة هي عبارة عن عدد من الملفات المتجاورة المتصلة فيما بينها بالتوالي.

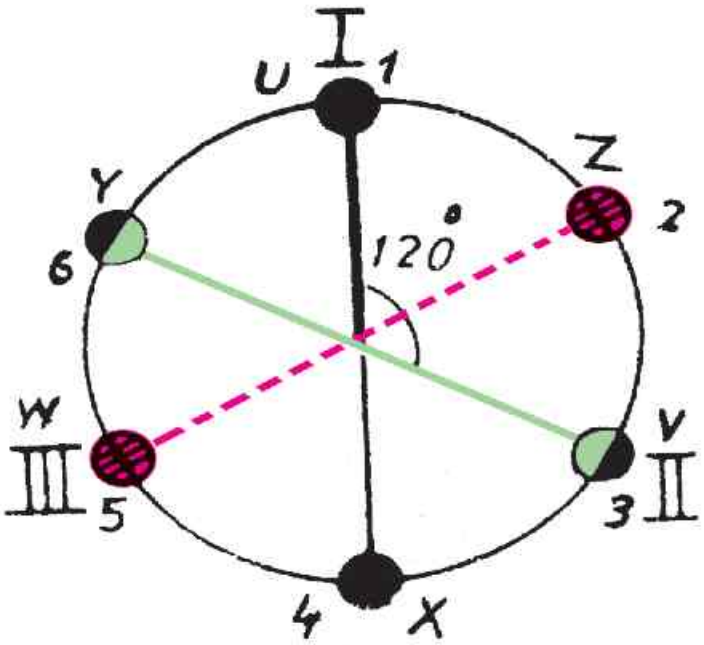
وعادة تلف المجموعة بما تحتويه من أي عدد ملفات بالسلك نفسه بدون لحام ويراعى اتجاه التيار بحيث يكون بالاتجاه نفسه.



شكل يوضح مجموعة واحدة من الملفات متكونة من ملفين

ولا يمكن تسمية المجموعة قطب في محركات الثلاثة أطوار لأن المجموعة هي جزء من قطب وجزء من طور ويجب أن نحصل على (٦) مجاميع كأقل عدد لمحرك ثلاثي الأطوار أي أن كلّ طور يحتوي على مجموعتين من الملفات.

كما موضح في الرسم الآتي:-



تكون الزاوية بين كلّ من (١ ، ٣ ، ٥) تساوي (١٢٠°) ، وهي تمثل بدايات المجموعات وهي بدايات الأطوار الثلاثة (u , v , w) .

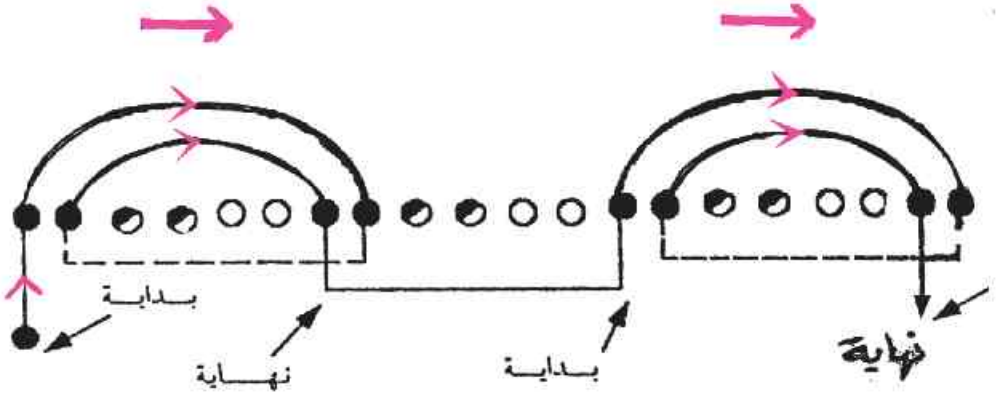
والزاوية بين كلّ من(٢ ، ٤ ، ٦) تساوي أيضاً (١٢٠°) وهي تمثل نهايات المجموعات وهي نهايات الأطوار الثلاثة (X , Y , Z) .

تتصل جميع المجموعات للطور الواحد معاً ،

ويكون التوصيل بينهم :-

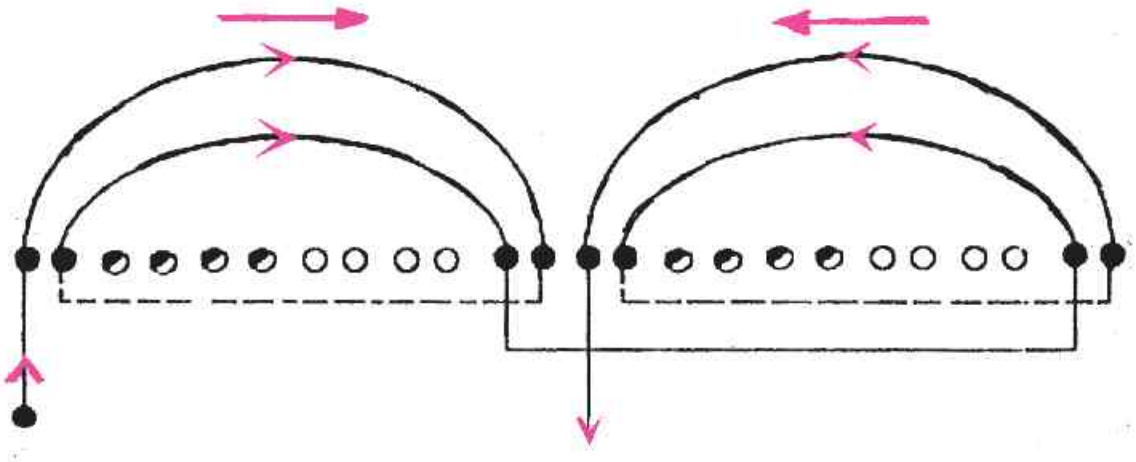
١- نهاية مع بداية إذا كانت مجموعات الطور الواحد غير متجاورة والتيار يسير بإتجاه واحد وعدد الأقطاب يساوي ضعف عدد المجموعات .

كما في الشكل الآتي :-



عدد الأقطاب يساوي ضعف عدد المجموعات أي (٤) أقطاب .

٢- يكون التوصيل نهاية مع نهاية إذا كانت مجموعات الطور الواحد متجاورة ، والتيار يسير بإتجاه معاكس ، وعدد الأقطاب يساوي عدد المجموعات.



عدد الأقطاب يساوي عدد المجموعات أي (٢) قطب

- وكمل قلنا سابقاً :-

أي خطأٍ في التوصيل أو خطأٍ في تحديد البدايات يؤدي إلى ان يسحب المحرك تياراً أعلى من الطبيعي ولن يصل الى سرعته الطبيعية وبالنتيجة سيتلف .

قانون البدايات :-

* بداية الطور الأول **u** يبدأ من أي طرف
* بداية الطور الثاني **v** يبدأ من المجموعة الثالثة
* بداية الطور الثالث **w** يبدأ من المجموعة الخامسة

ملاحظـــة :-

في حالة المجموعات غير المتجاورة من الممكن أن يبدأ الطور الثاني (**v**) من المجموعة الثانية.

ويبدأ الطور الثالث (**w**) من المجموعة الثالثة.

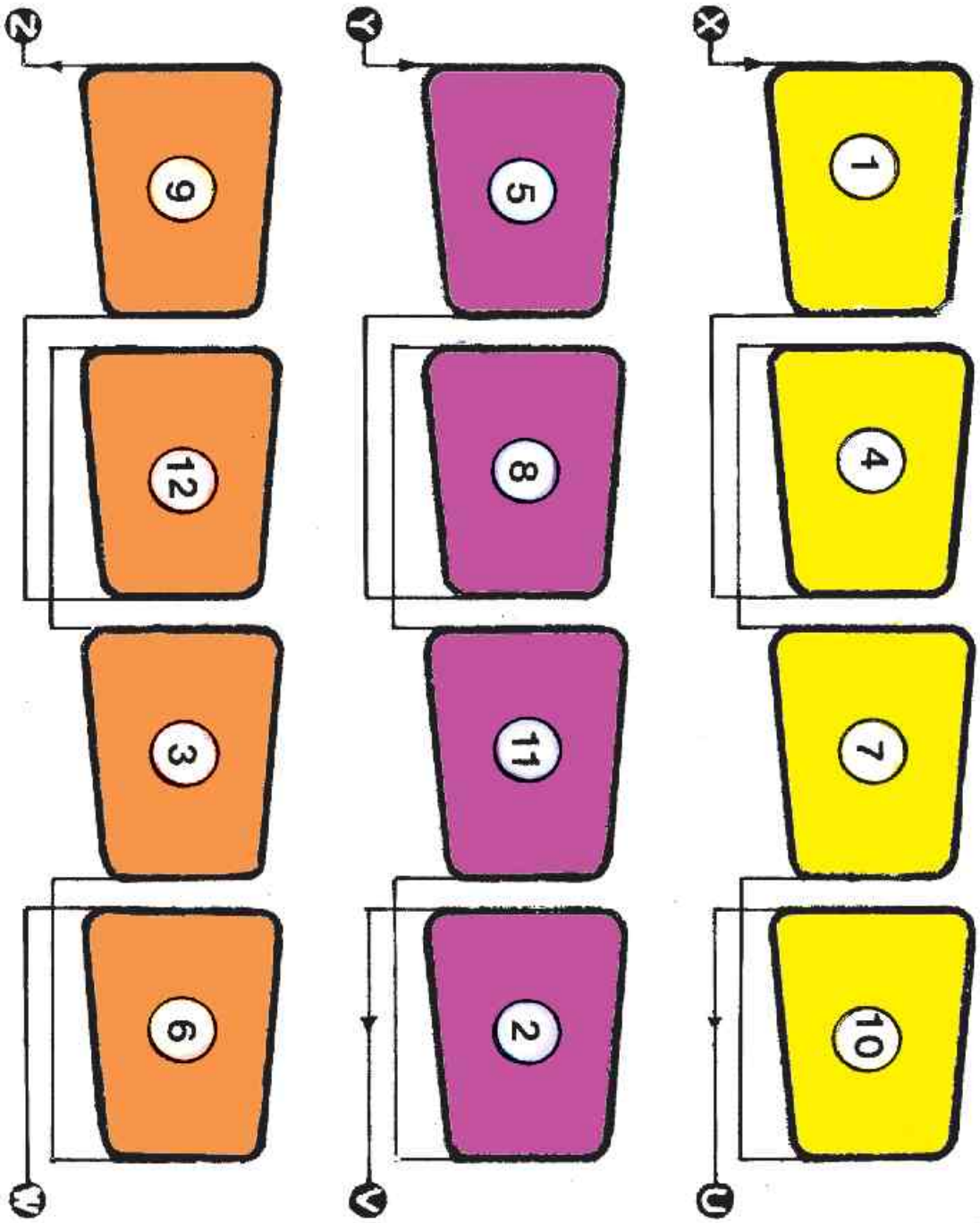
ولا يوجد فرق في تبديل طور وطور آخر ولذلك نجد في بعض الدوائر بداية الطور الثاني (**w**) بدلاً من (**v**) ولن يحدث خطأ في هذا . وكذلك إذا حدث تبديل بين النهايات.

ويبقى القانون العام (قانون البدايات) يمكن تطبيقه في كل حالة إذا كانت المجموعات متجاورة أو غير متجاورة.

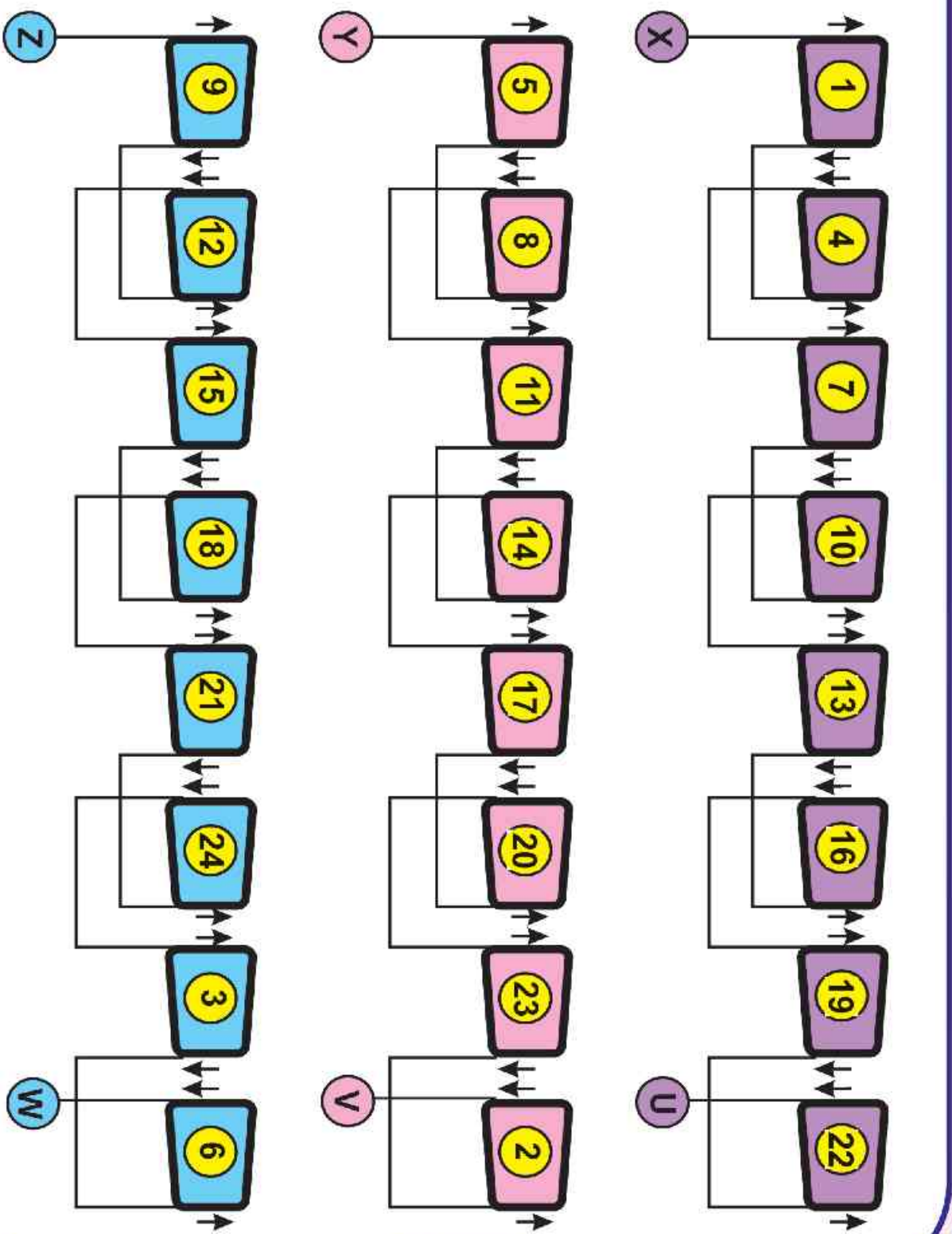
أمثلة تبين كيفية ربط مجموعات الأطوار

(٤) أقطاب ، ٤مجموعات لكل طور على التوالي .

الملفات متساوية أو مختلفة ، لجميع خطوات اللف ولمختلف عدد المجاري .



(٨) أقطاب ، ٨ مجموعات لكل طور على التوالي الملفات متساوية أو مختلفة ، لجميع خطوات اللف ولمختلف عدد المجاري.



اما بالنسبة الى خطوة اللف النهائية :-

فقد تكون خطوة كاملة (Full – pitch) وتحسب من ناتج خطوة اللف الاولية +١

وتطبق هذه الحالة عندما تكون قوالب اللف متساوية .

وقد تكون خطوة اللف مقصرة (short - pitch) في هذه الحالة تحسب – عندما يضرب ناتج خطوة اللف الاولية (× ٨, .) وبعد عملية الضرب تصحح الكسور العشرية بأن يحذف إذا كان أقل من (٥, ٠) و تصحح إلى الواحد الصحيح إذا كانت أكثر من (٥, ٠) ويضاف للناتج بعد التصحيح أو التعديل (١) .

مثال :- لو فرضنا ان الخطوة الأولية للف = ٩

∴ ٩ × ٨ = ٢ ر٧ (يهمل ٢ ر٠) ويصبح الرقم هو (٧)

∴ الناتج = ٧ + ١ = ٨

∴ خطوة اللف النهائية = ١ – ٨

مثال آخر :- لو كانت الخطوة الأولية للف = ٦

∴ ٦ × ٨ ر٠ = ٨ ر ٤ تصبح بعد التعديل = ٥

∴ الناتج = ٥ + ١ = ٦

∴ خطوة اللف النهائية = ١ – ٦

وتطبق هذه الحالة (short – pitch) عندما تكون قوالب اللف مختلفة التدرج.

قوانين طريقة المجموعات المستقلة

١- عدد المجموعات الكلية = عدد الأقطاب × عدد الأطوار / ٢

1- $$mc = \frac{m \times 2p}{2}$$

٢- عدد ملفات المجموعة الواحدة = عدد المجاري الكلية / عدد الأقطاب × عدد الأطوار

2- $$q = \frac{N}{m \times 2p}$$

٣- الخطوة الأولية للف = عدد المجاري الكلية / عدد الأقطاب

3- $$Y = \frac{N}{2p}$$

حيث أن

mc = تمثل عدد المجموعات الكلية لكل طور

m = تمثل عدد الأطوار

2p = تمثل عدد الأقطاب

q = تمثل عدد ملفات المجموعة الواحدة

N = تمثل عدد المجاري الكلية

Y = تمثل الخطوة الأولية للف

اما الخطوة النهائية للف أما تكون :

١- خطوة كاملة.

٢ - خطوة مقصرة .

وقد تم شرح الطريقتين سابقاً .

ملاحظة :-

إذا كانت السرعة معلومة (السرعة الفعلية) للمحرك بدل عدد الأقطاب فنطبق قانون السرعة لإيجاد عدد الأقطاب

$$N = \frac{60 - F}{P}$$

وتكون دائماً السرعة الفعلية (المثبتة على لوحة التسمية) (n) أقل من السرعة التوافقية (Ns) بسبب الإنزلاق فيمكن تقريب السرعة الى السرعة التوافقية.

فمثلاً : إذا كان مكتوب على لوحة التسمية للمحرك سرعة (٢٩٠٠دورة / دقيقة أو ٢٨٥٠ دورة / دقيقة) فيمكن إعتبار السرعة التوافقية (٣٠٠٠) دورة / دقيقة .

وهذا الجدول يوضح عدد الأقطاب والسرعة والتردد.

جدول السرعة

عدد الأقطاب	HZ	سرعة المجال (Ns)	سرعة الروتور (n)
٢	٥٠	٣٠٠٠	٢٩٠٠
٤	٥٠	١٥٠٠	١٤٢٠
٦	٥٠	١٠٠٠	٩١٠
٨	٥٠	٧٥٠	٦٨٠
١٠	٥٠	٦٠٠	٥٢٠

مثال محلول (نظري حسابي)

محرك ثلاثة أطوار يحتوي الجزء الثابت فيه على (٢٤) مجرى ويدور بسرعة (١٤٥٠) دورة / دقيقة ، يراد لفه بطريقة المجموعات المستقلة (طبقة واحدة) وبقوالب لف مختلفة التدرج ، علماً بأن تردد المصدر (٥٠) هرتز.

المطلوب : إجراء العمليات الحسابية الضرورية لذلك.

الحـــل :-

بما ان السرعة الفعلية (١٤٥٠ دورة / دقيقة) إذاً تكون السرعة التوافقية (Ns= ١٥٠٠ دورة / دقيقة) ولإيجاد عدد الأقطاب نطبق قانون السرعة – كما ذكرنا سابقاً –

$$\therefore Ns = \frac{60 \cdot F}{P}$$

$$1500 = \frac{60 \times 50}{P}$$

$$P = \frac{60 \times 50}{1500} = \frac{3000}{1500} = 2 \quad \text{زوج}$$

∴ عدد الأقطاب = ٤

$$\therefore 1 - Mc = \frac{m \cdot 2P}{2} = \frac{3 \times 4}{2} = 6 \quad \text{عدد المجموعات الكلية}$$

$$2 - q = \frac{N}{m \cdot 2P} = \frac{24}{3 \times 4} = 2 \quad \text{ملف (عدد الملفات لكل مجموعة)}$$

$$3 - y = \frac{N}{2P} = \frac{24}{4} = 6 \quad \text{الخطوة الاولية للف}$$

خطوة مقصرة للف $= 6 \times 0.8 = 4.8 \simeq 5$

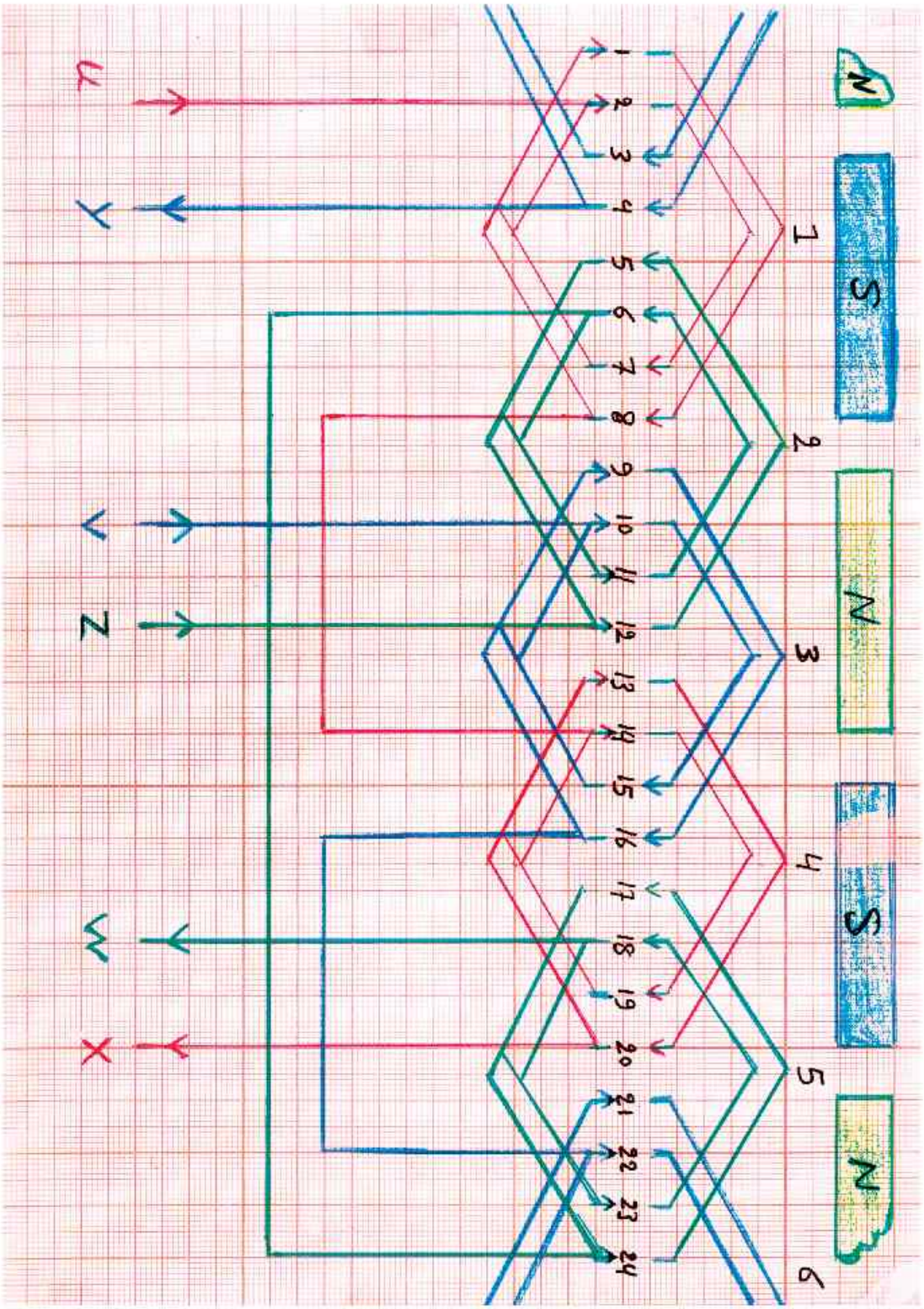
∴ الخطوة النهائية $= 5 + 1 = 6$

∴ خطوة الملف الصغير $= 6 - 1$

خطوة الملف الكبير $= 8 - 1$

اللف بطريقة المجموعات المستقلة – قوالب مختلفة

بما ان المجموعات غير متجاورة للطور الواحد يكون التوصيل نهاية مع بداية



مثال محلول ٢ (نظري حسابي)

اعد التمرين السابق نفسه ولكن بقوالب لف متساوية التدرج.

الحـــل :-

بعد تطبيق قانون السرعة استخرجنا عدد الأقطاب = ٤

عدد المجموعات الكلية $Mc = \frac{m \cdot 2P}{2} = \frac{3 \times 4}{2} = 6$ ∴

ملف $q = \frac{N}{m \cdot 2P} = \frac{24}{3 \times 4} = 2$

(عدد الملفات لكل مجموعة)

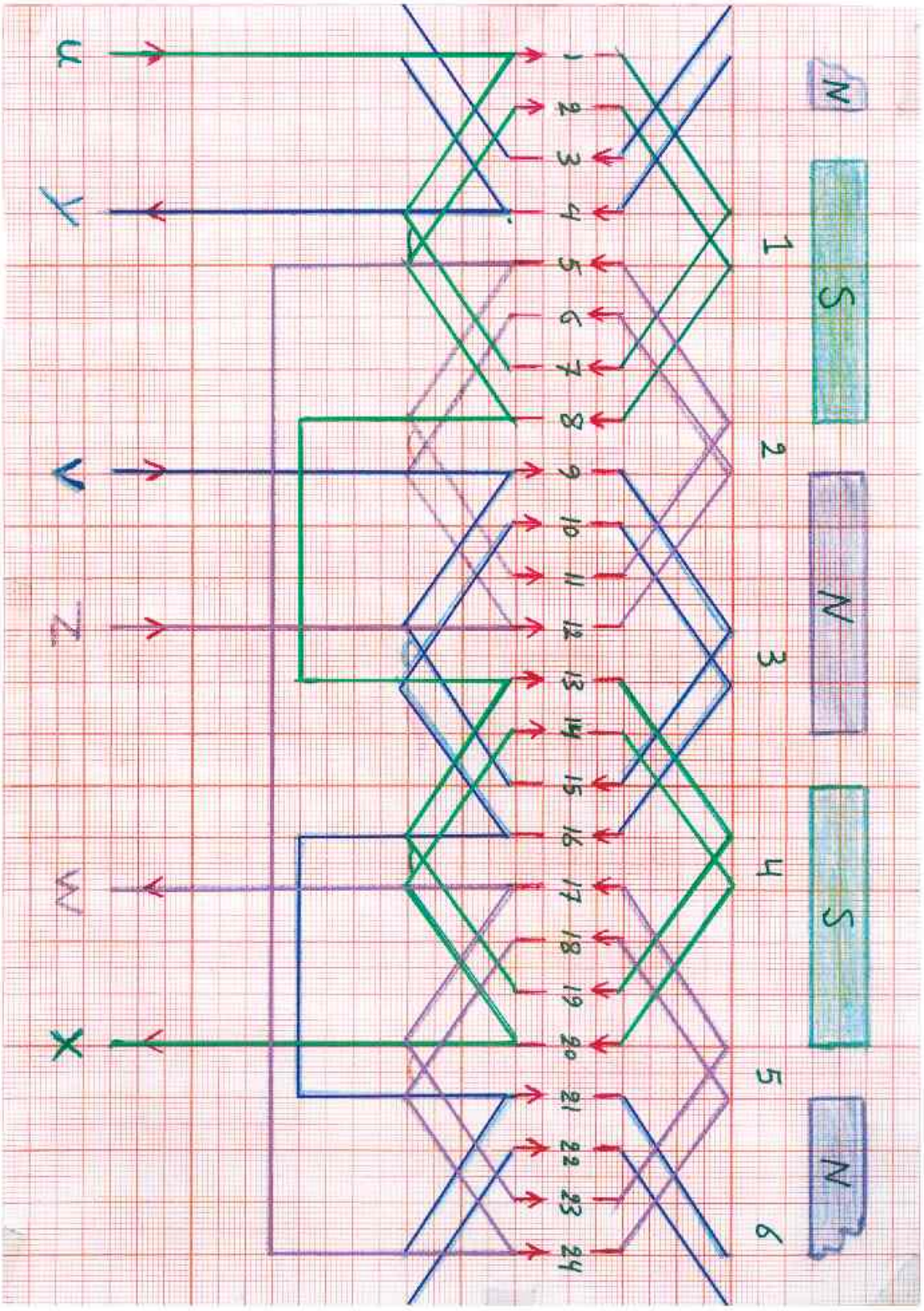
الخطوة الاولية للف $y = \frac{N}{2P} = \frac{24}{4} = 6$

الخطوة الكاملة للف = 6 + 1 = 7

(Full - pitch)

∴ الخطوة النهائية للف = 1 − 7

اللف بطريقة المجموعات المستقلة – قوالب متساوية



تمرين عملي (٣) :-

المطلوب تنفيذ إعادة لف محرك ثلاثة اطوار طبقة واحدة وبقوالب لف مختلفة التدرج ، وحسب المتوفر.

المستلزمات المطلوبة :-

١- العُدد المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة اطوار يكفي الجزء الثابت فقط (stator).

٢- كتر.

٣- بلايس.

٤- مقص.

٥- فرشاة.

٦- سكين لتنظيف الزوائد من الورنيش.

٧- كاوية لحام مع صولدر.

٢- المواد المطلوبة :-

١- ورق بريسبان.

٢- خيوط بندجة.

٣- أسلاك لف.

٤- ورنيش.

٥- سليف عازل.

طريقة المجموعات المتداخلة

تتميز هذه الطريقة بأن الملفات تكون ملفوفة بقوالب لف متساوية وانها تتداخل مع بعضها وان كل مجرى من مجاري الجزء الثابت يحتوي على طبقة واحدة من الملفات.

قوانين المجموعات المتداخلة

١- عدد المجموعات الكلية = عدد الأقطاب × عدد الأطوار

1 - $mc = m \times {}_2P$

٢- عدد ملفات المجموعة الواحدة = عدد المجاري الكلية / ٢ عدد المجموعات ×

2 - $q = \frac{N}{2 \times mc}$

٣- الخطوة الأولية للف = عدد المجاري الكلية / عدد الأقطاب

3 - $y = \frac{N}{{}_2P}$

اما الخطوة التنفيذية للف فقد تكون خطوة كاملة أو خطوة مقصرة.

مثال محلول (نظري حسابي)

محرك ثلاثي الأطوار يحتوي على (٢٤) مجرى و (٤) أقطاب يراد لفه بطريقة اللف المتداخل وبخطوة لف مقصرة.

الحـــل :-

عدد المجموعات الكلية

1 - $mc = m \times {}_2P = 3 \times 4 = 12$

2 - $q = \frac{N}{2 \times mc} = \frac{24}{2 \times 12} = \frac{24}{24} = 1$

أي أن عدد ملفات المجموعة الواحدة = ١ملف

∴ $q =$ (١) ملف

3 - $y = \frac{N}{{}_2P} = \frac{24}{4} = 6$

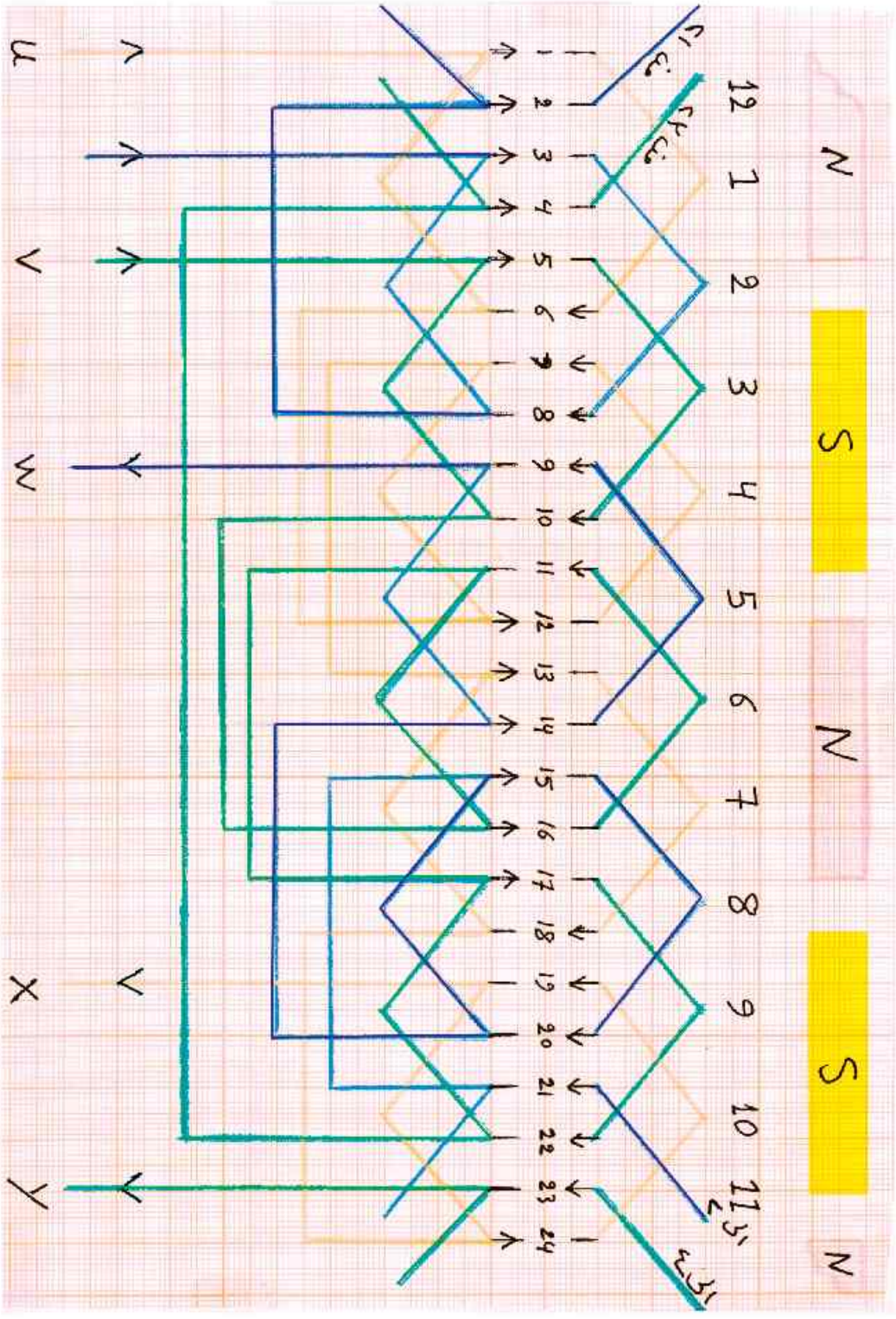
خطوة اللف المقصرة $= 6 \times 0.8 = 4.8 \simeq 5$

∴ الخطوة النهائية $= 5 + 1 = 6$

∴ خطوة اللف النهائية $= 1 - 6$

اللف بطريقة المتداخل وبخطوة مقصرة

بما أن المجموعات متجاورة ، فيكون الربط نهاية مع نهاية



تمرين عملي (٤)

المطلوب تنفيذ إعادة لف محرك ثلاثة أطوار طبقة واحدة وبقوالب لف متساوية التدرج ، وحسب المتوفر.

المستلزمات المطلوبة :-

١- العُدد المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار يكفي الجزء الثابت فقط (stator).

٢- كتر.

٣- بلايس.

٤- مقص.

٥- فرشاة.

٦- سكين لتنظيف الزوائد من الورنيش.

٧- كاوية لحام مع صولدر.

٢- المواد المطلوبة :-

١- ورق بريسبان.

٢- خيوط بندجة.

٣- أسلاك لف.

٤- سليف عازل.

٥- ورنيش.

طريقة اللف المزدوج (السَلّي).

يتم تنفيذ هذه الطريقة من اللف بأن تلف الملفات بقوالب متساوية أو مختلفة التدرج وتوضع الملفات في مجاري الجزء الثابت وتكون على طبقتين معزولة الواحدة عن الاخرى.

قوانين اللف السَلّي

١- عدد المجموعات الكلية = عدد الأقطاب × عدد الأطوار

1 - $$mc = m \times {}_2P$$

٢- عدد ملفات المجموعة الواحدة = عدد المجاري الكلية / عدد المجموعات

2 - $$q = \frac{N}{mc}$$

٣- خطوة اللف الأولية = عدد المجاري الكلية / عدد الأقطاب

3 - $$y = \frac{N}{{}_2P}$$

مثال محلول (نظري حسابي)

محرك ثلاثة أطوار يحتوي الجزء الثابت فيه على (٢٤) مجرى و(٤) أقطاب المطلوب لفه بطريقة اللف المزدوج (السَلّي) وبخطوة مقصرة.

الحـــل :-

عدد المجموعات الكلية

1 - $mc = m \times {}_2P$

$= 3 \times 4 = 12$

2 - $q = \frac{N}{mc} = \frac{24}{12} = 2$ ملف

عدد ملفات المجموعة الواحدة

الخطوة الأولية للف

3 - $y = \frac{N}{{}_2P} = \frac{24}{4} = 6$

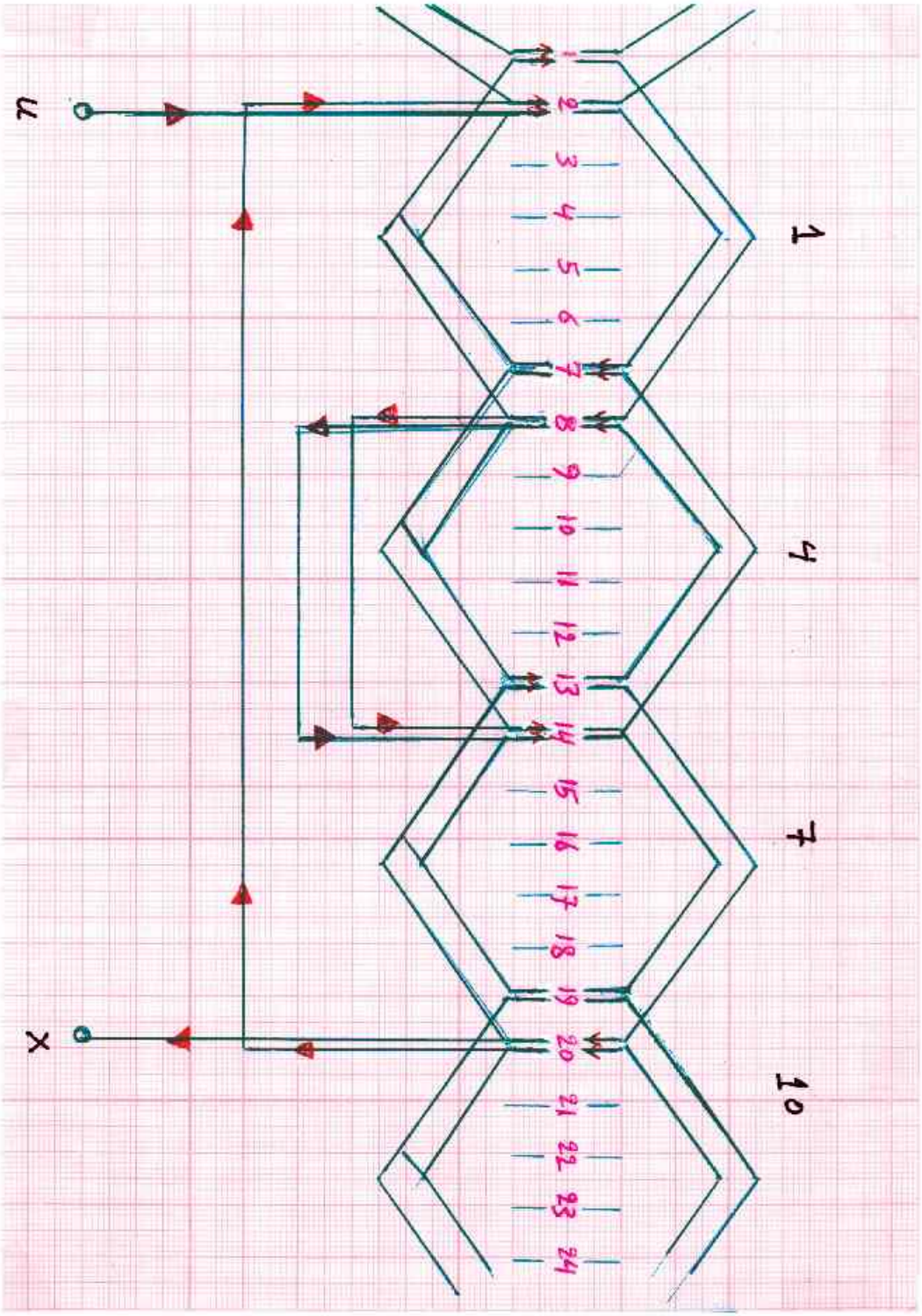
الخطوة المقصرة $= 6 \times 0.8 = 4.8 \simeq 5$

الخطوة النهائية $= 5 + 1 = 6$

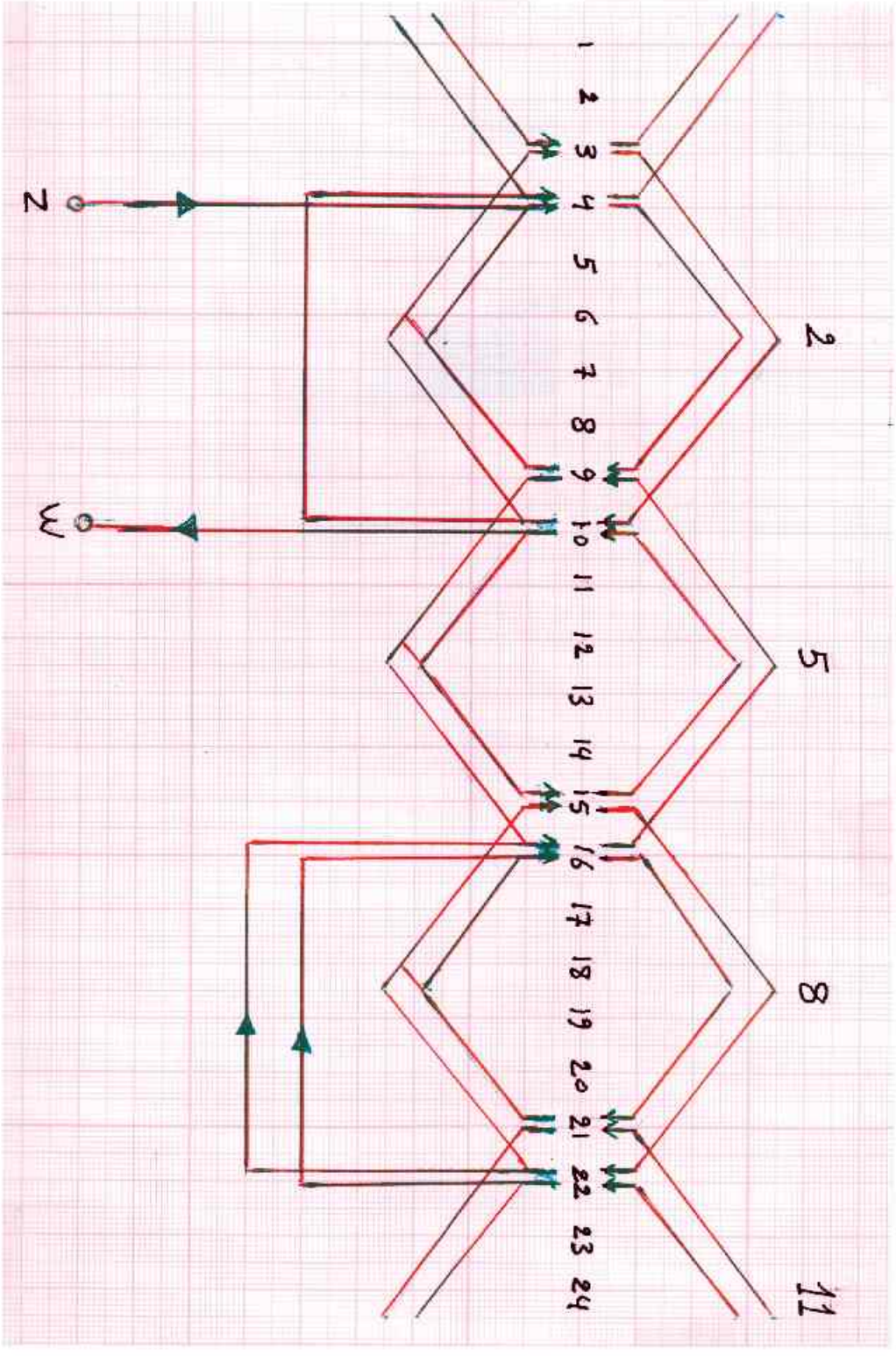
∴ خطوة الملف الصغير $= 1 - 6$

خطوة الملف الكبير $= 1 - 8$

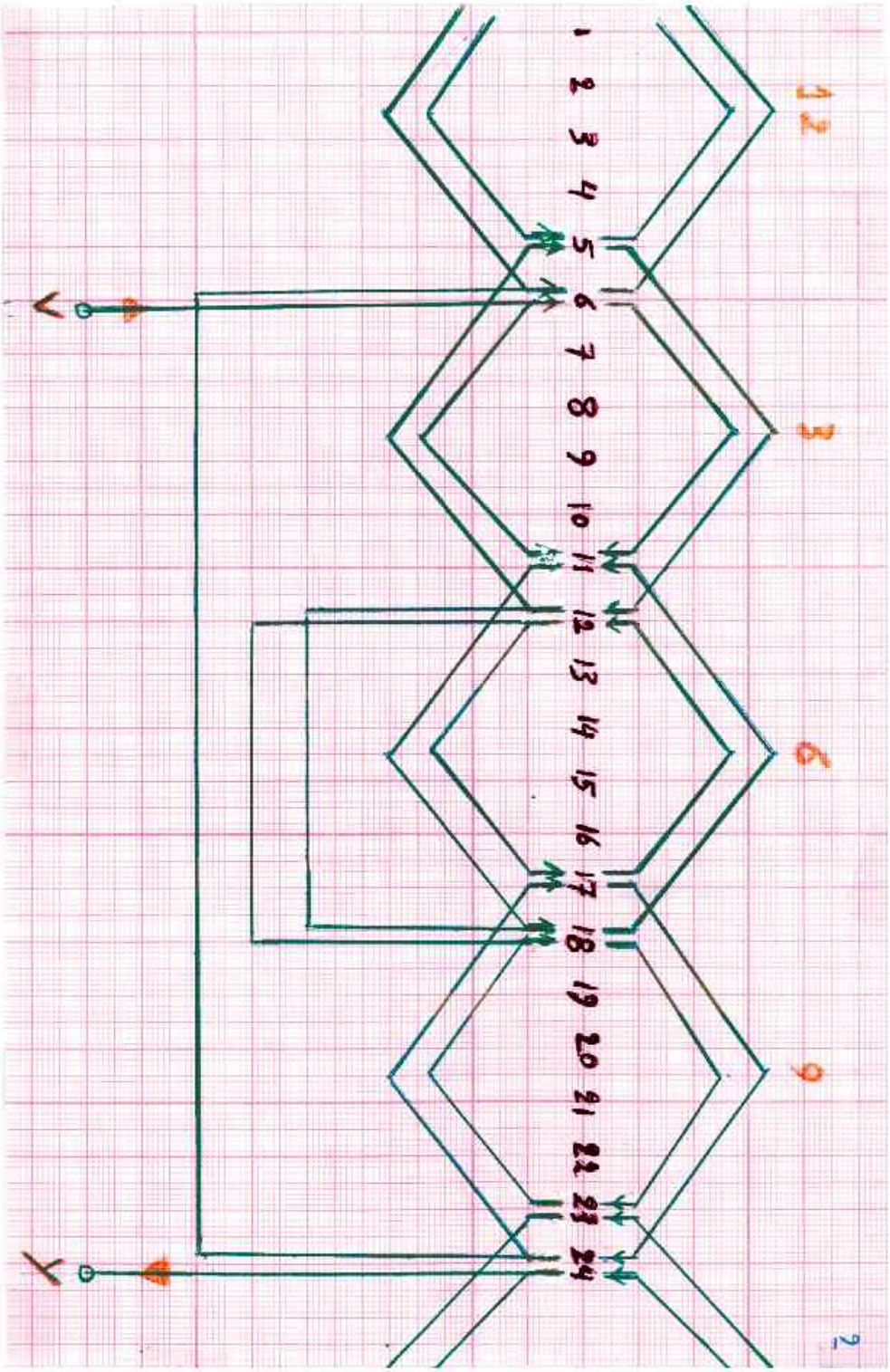
مخطط مجموعات ملفات الطور الأول



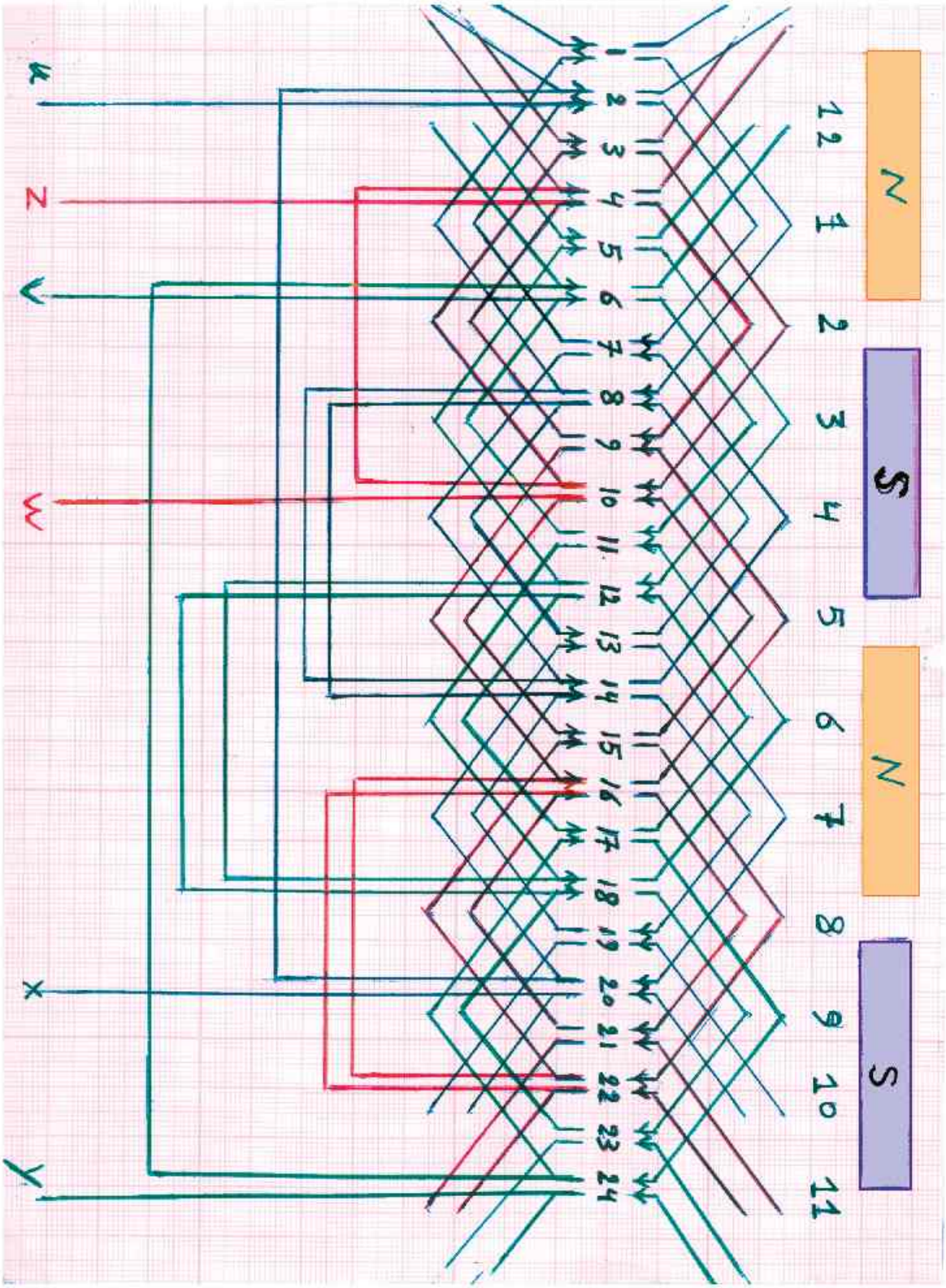
مخطط مجموعات ملفات الطور الثاني



مخطط مجموعات ملفات الطور الثالث



المخطط الكامل



الجدول الآتي يوضح تيار الحمل الكامل لمحركات الثلاثة أطوار (٣٨٠) فولت

القـــدرة بالحصـــــان HP	التيـــــار (I) (A)
١/٢	١ر٣
٣/٤	١ر٤
١	١ر٧
١ ١/٢	٢ر٤
٢	٣
٣	٤ر٥
٥	٧ر٥
٧ ١/٢	١١
١٠	١٤
١٥	١٩
٢٠	٢٦
٢٥	٣٢
٣٠	٣٩
٤٠	٥١
٥٠	٦٣
٦٠	٧٥
٧٥	٩٠
١٠٠	١٢٣
١٢٥	١٥٥
١٥٠	١٨٠
٢٠٠	٢٤٠

على الرغم من أنه من المستحسن إعادة لف المحرك بمقاس السلك نفسه الذي كان مستخدماً في الملفات الأصلية ، فقد تدعو الحاجة في بعض الأحيان إلى إستعمال مقاس آخر (أحياناً يكون البديل سلكين إثنين من مقاس آخر) الجدول الآتي يبين مقاسات الأسلاك المتكافئة (البديلة) .

المقاسات المتكافئة للأسلاك (البديلة)

أسلاك لايمكن الحصول عليها	استخدام
رقم ١٠	اثنين رقم ١٣
رقم ١١	اثنين رقم ١٤
رقم ١٢	اثنين رقم ١٥
رقم ١٣	اثنين رقم ١٦
رقم ١٤	اثنين رقم ١٧
رقم ١٥	اثنين رقم ١٨
رقم ١٦	اثنين رقم ١٩
رقم ١٧	اثنين رقم ٢٠
رقم ١٨	اثنين رقم ٢١
رقم ١٩	اثنين رقم ٢٢
رقم ٢٠	اثنين رقم ٢٣
رقم ٢١	اثنين رقم ٢٤
رقم ٢٢	اثنين رقم ٢٥
رقم ٢٣	اثنين رقم ٢٦
رقم ٢٤	اثنين رقم ٢٧
رقم ٢٥	اثنين رقم ٢٨

أسئلة حول موضوع (إعادة لف المحركات)

س ١: بماذا تمتاز محركات الثلاثة أطوار؟ واين تستعمل؟

س ٢: ما هي أجزاء المحرك ثلاثي الأطوار؟ عدّدها.

س ٣: ما هي أنواع الجزء الدوار في المحركات الحثية الثلاثية الأطوار؟

س ٤: لماذا يجب أن يكون قطر الجزء الدوار أصغر بقليل من قطر الجزء الثابت؟ إشرح ذلك.

س ٥: لماذا يجب أن يكون لحام الملفات المقصورة بشكل جيد؟ وما هي النتائج التي تؤثر على المحرك؟

س ٦: ما هي طرق ربط أطراف الملفات؟ وكيف يتم الربط؟ إشرحها مع الرسم.

س ٧: ماذا يحصل عند تسليط ضغط على المحرك أعلى من المقرر ، وكذلك عند تسليط ضغط أقل؟

س ٨: لماذا يتم تشغيل محركات الثلاثة أطوار ذات القفص السنجابي على شكل ستار ثم دلتا؟

س ٩: ما هي العوامل المؤثرة على قدرة المحرك؟

س ١٠: هل يمكن تشغيل محرك على ضغط (٣٨٠) فولت والضغط المسجل على لوحة التسمية (٢٢٠) فولت؟ مع بيان السبب.

س ١١: هل يمكن إعادة لف محرك (٢) قطب وتشغيله على أساس (٤) أقطـــاب ؟ اذكر السبب.

س ١٢: هل يمكن تشغيل محرك ثلاثي الأطوار على شكل طور واحد ؟ وكيف يتم ذلـــك ؟ مع الرسم ؟

س ١٣: ما المقصود بمحرك الحلقات الإنزلاقية؟ واين يستعمل؟

س ١٤: ما فائدة مقاومات بدء الحركة؟ وكيف توصل مع الجزء الدوار؟

س ١٥: ماذا يحدث إذا اشتغل محرك الحلقات الإنزلاقية بدون ربط المقاومات الخارجية؟

س ١٦: ما هي المعلومات التي تدوّن عند البدء باعادة لف محرك ثلاثي الاطوار؟

س ١٧: كيف يكون ترتيب المجموعات في محركات الثلاثة اطوار؟ مع رسم المخطط.

س ١٨: ما هي خطوات إعادة لف محرك ثلاثة اطوار؟ عددها.

س ١٩: لماذا يجب عزل المجاري جيداً قبل إجراء عملية اللف.

س ٢٠: ما هي خواص السلك المستخدم في اللف.

س ٢١: ما هي الاختبارات الأولية التي تُجرى على المحرك بعد إصلاحه أو إعادة لفه؟ عددها واشرح واحدة منها.

س ٢٢: كم طريقة يمكن بها إعادة لف محرك ثلاثي الاطوار؟

س ٢٣: ما هي عملية الورنشة للملفات؟ وما فائدة الورنيش.

س ٢٤: كيف توصل المجموعات للطور الواحد إذا كانت متجاورة؟ مع الرسم.

س ٢٥: كيف توصل المجموعات للطور الواحد إذا كانت غير متجاورة؟ مع الرسم.

التدريب على فتح وتجميع وصيانة المولد ثلاثي الطور (منزلي أو صناعي)





تعرفنا في السنة الماضية على مولد الطور الواحد المنزلي ولاحظنا اسلوب تشغيله وإدارته وتوليده وعلمنا أنه يتكون من جزئين أساسيين (المحرك الميكانيكي) و(رأس التوليد الكهربائي) وأخذنا بنظر الاعتبار أنه يولد شبكة طور واحد مما يعني أن ملفاته الكهربائية تكوّن دائرة كهربائية واحدة تمثل ملف واحد يخرج منها طرفين إثنين فقط (N و L) تزودنا في الغالب بضغط كهربائي مقداره (220v) يتم من خلاله تشغيل الأجهزة المنزلية بصورة عامة وبحدود قد تكون محصورة بقدرات كهربائية صغيرة نوعاً ما، لذلك سبق وأن ذكرنا وقتها أنها قد لا تفي بالغرض المطلوب في المعامل والمصانع التي تحتاج عادة الى قدرات كهربائية عالية.

فضلاً عن أن تلك المصانع تحتوي بالتأكيد على مكائن ومحركات لا تعمل إلاّ بشبكة ثلاثة أطوار.

لذا لا بد من القاء نظرة علمية وعملية على المولدات الكهربائية الأكبر حجماً والتي قد تصل قدرتها الى حدود مليوني واط (2MW) أو أكثر التي يمكن الاستفادة منها لتشغيل أحمال ضخمة

سواء كانت بيوتاً سكنية ضمن مناطق سكنية معينة أو قد تكون معاملَ أو مصانعَ أو فنادقَ أو أية بنايات تحتاج الى تيارات عالية لسد إحتياجاتها من تلك الأحمال الكهربائية.



من جانب آخر تعلمنا في دروس الكهرباء ومواضيع القدرة الكهربائية وشبكات الطور الواحد والثلاثة أطوار ، أننا يمكن أن نحصل على قدرات بثلاثة أضعاف من مولد بحجم معين فيما لو تم تصميمه مرة ليولد طور واحد ومرة أخرى ليولد ثلاثة أطوار ، يعني يصمم الجزء الثابت لرأس التوليد الكهربائي ليستوعب ثلاثة ملفات تعطينا ثلاثة دوائر كهربائية (N و L_1) و (N و L_2) و (N و L_3) . يعني تخرج من المولدة ستة أطراف يتم ربط هذه الأطراف فيما بينها حسب الطرق التي تعلمناها ، وبالذات يفترض أن يكون الربط على طريقة النجمة (Srat) الذي يعطينا عادة أربعة أطراف ، ثلاثة منها رئيسية (L_1 ، L_2 ، L_3) والخط الرابع يكون محايد (N) أو ما تسمى النقطة الوسيطة (Mp).

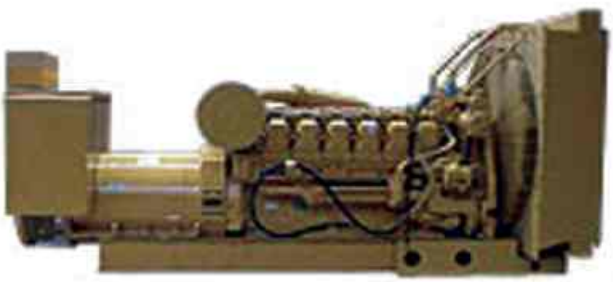
الضغط الكهربائي بين أي من الخطوط الرئيسية الثلاثة فيما بينها هو (380 V) . والتي تمثل شبكة ثلاثية الطور لإمكانية تشغيل المكائن والمحركات التي يكون عملها حصرياً بثلاثة خطوط رئيسية (ثلاثية الطور) . (L1 , L2 , L3) أو تسمى (R , S , T).

في الوقت نفسه يمكن أن نأخذ أحد الخطوط الرئيسة مع الخط المحايد المشترك ليعطينا ضغط كهربائي هو (220 V) التي تمثل شبكة طور واحد.

يعني نحصل من المولدة ثلاثية الطور على ثلاثة شبكات ذات طور واحد (N و L1) , (N , L2) و (N ,L 3) أو تسمى) (R , Mp)و (S , Mp)و (T , Mp)

فمثلاً لو كانت مولدة كهربائية ثلاثية الطور بقدرة معينة تشغّل حصراً محركات ثلاثة أطوار يقاس تيارها المسحوب في كل من الخطوط الرئيسية بمقدار (50 A). هذا يعني أننا نستطيع أن نوزع كل من خطوطها الرئيسية مع آخر محايد الى منزل معين ، يعني نستطيع أن نزود ثلاثة منازل سكنية من المولدة نفسها بتيار كهربائي قدره (٥٠) أمبير على شكل شبكة طور واحد لكل منزل يعني نحصل بالإجمال على (١٥٠) أمبير.



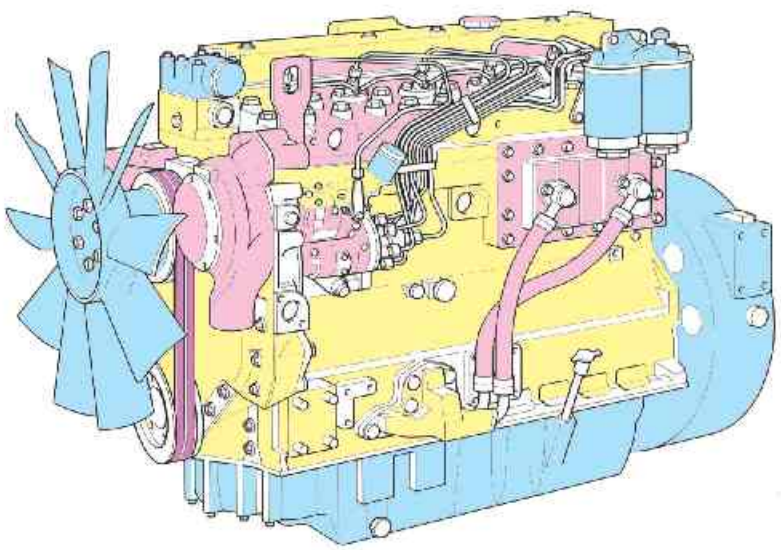


الفكرة الأساسية لعمل وتوليد كل من المولدة الصغيرة المنزلية ذات الطور الواحد والمولدة الصناعية الكبيرة ذات الثلاثة أطوار هي ذات الفكرة ، فكما ذكرنا أن كل منها يحتوي على محرك ميكانيكي لتدوير رأس التوليد الكهربائي.

الفرق بينهما هو الحجم طبعاً ، لذلك يستوجب أكثر ضبطاً وإتقاناً ، وإذا أخذنا بنظر الاعتبار التطورات الحاصلة في الإكتشافات والإبتكارات العلمية والعملية الحديثة نلاحظ أن كل من جزئي مولدة الثلاثة أطوار الضخمة لها مستلزماتها التي تؤمن سلامة عمل أكثر إتقاناً مع وسائل حماية أكبر لديمومة عملها لأطول ساعات عمل ممكنة مع أطول عمر مع كفاءة أكثر في الأداء.



محرك مولدة الثلاثة أطوار الميكانيكي أو تسمى الماكنة (Eenign)



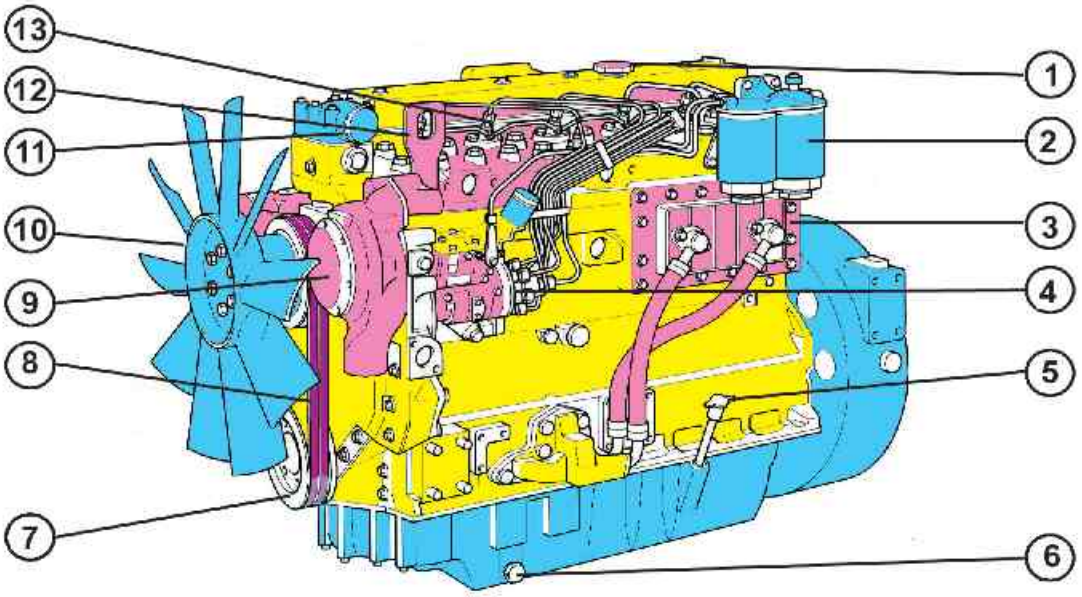
سبق أن ذكرنا كذلك في السنة الماضية أن أسلوب عمل المحرك الميكانيكي للمولدة هو من إختصاص مهندسي وفنيي الميكانيك وإذا ما حدث شيء ما من خطأ ميكانيكي يصعب علينا إصلاحه، فلا ضير أن نلجأ الى الشخص الميكانيكي المختص الذي نسميه في السوق (الفيتر) لإصلاحه، ولكن لا بأس أن تكون لدينا الرغبة والطموح والإستعداد للإلمام ولو بالأمور المهمة والبسيطة في الوقت نفسه لإصلاحها بأيدينا دون اللجوء الى الغير، إختصاراً للوقت وإقتصاداً بالنفقات.



مثل ذلك صاحب السيارة الخصوصية أو سيارة الشـــحن الضخمة التي يضطر سائقها الى حيازة عُدّة تفي بالغرض لإصلاح الأعطال المهمة الممكنة عندما تتوقف شاحنته في طرق خارجية ليواصل مسيره نحو هدفه.

فأصلاً محرك مولدة الثلاثة أطوار كمحرك سيارة الحمل تقريباً وحسب حجم المولدة طبعاً.

مكونات إحدى جوانب محرك مولدة ثلاثة أطوار (Engine)



١- غطاء المحرك لمليء الزيت.

٢- فلتر الكاز.

٣- مبرّد الزيت.

٤- مضخة الكاز.

٥- مقياس مستوى الزيت.

٦- صامولة تفريغ الزيت.

٧- بوللي الكرنك شفت. (pulley)

٨- قايش المحرك.

٩- مضخة الماء (ووتر بمب) .

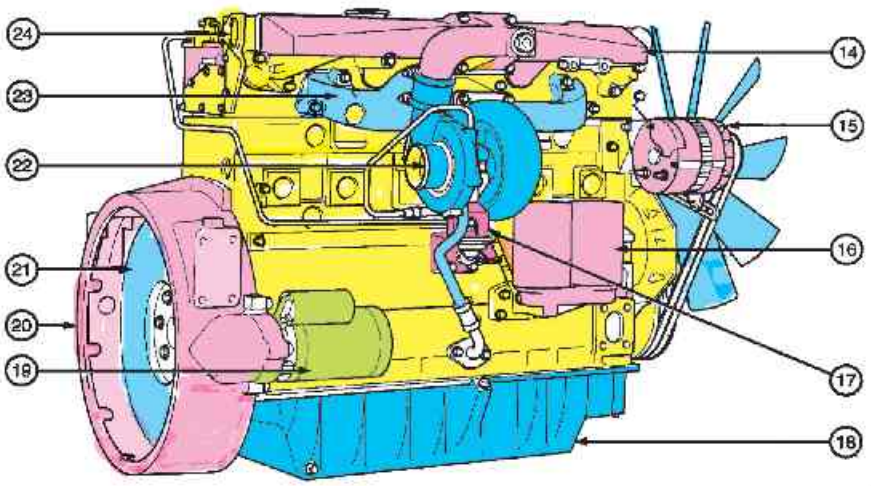
١٠- مروحة التبريد.

١١- مَخرَج الماء الذي يذهب للراديتر.

١٢- البراكيت الأمامي لرفع المحرك بالكرين.

١٣- النوزلات.

مكونات الجهة الثانية لمحرك مولدة ثلاثة أطوار (Engine)



١٤- غطاء المحرك (الكوَر).

١٥- الدايِنمو.

١٦- فلتر الزيت.

١٧- الفيت بمب.

١٨- وعاء حاوي الزيت (الكيْس).

١٩- السلف (الستارتر).

٢٠- غطاء الفلاي ويل .

٢١- الدولاب الطائر (الفلاي ويل).

٢٢- جهاز التوربو.

٢٣- مجمع العادم.

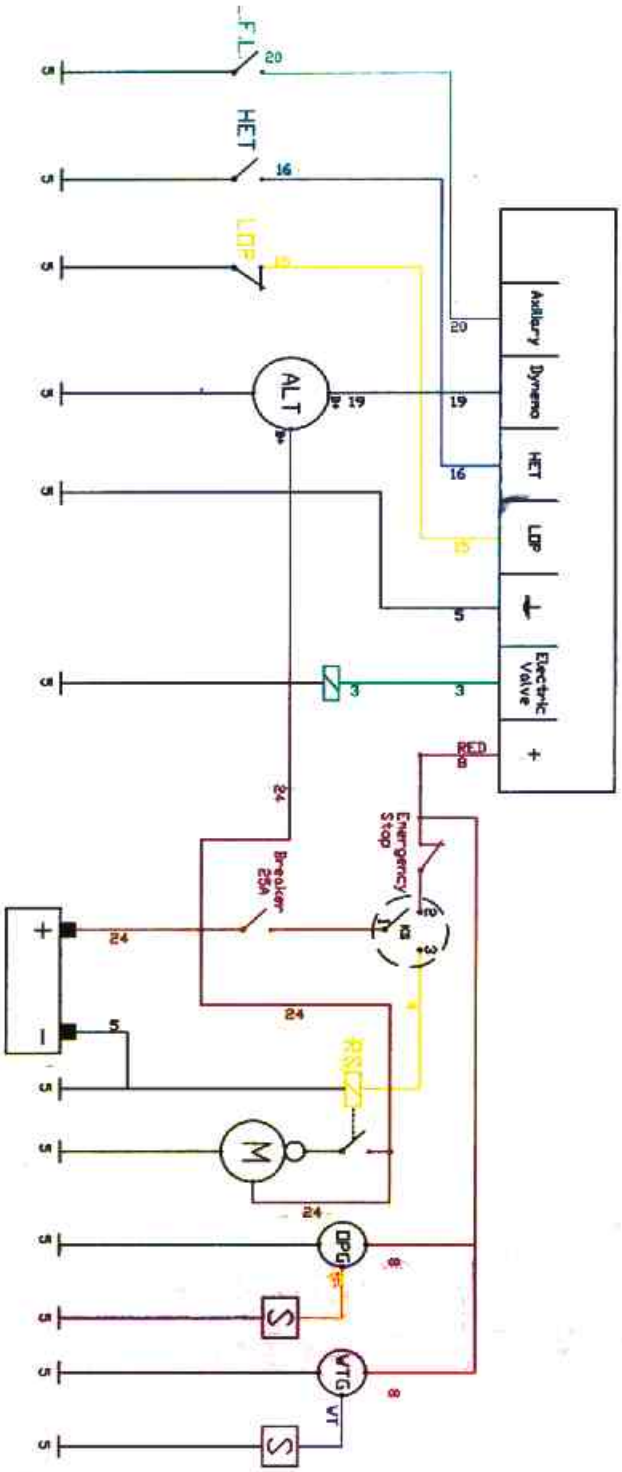
٢٤- البراكيت الخلفي لرفع المحرك بالكرين.

هناك أجزاء كهربائية مهمة للسيطرة على عمل المحرك بالشكل المطلوب من أجهزة قياس وتأشير ، مثل مقياس ضخ الزيت (OPG) ومقياس درجة حرارة المحرك (WTG) التي يجب متابعتها بإستمرار ضمن القياسات الطبيعية لعمل المحرك الإعتيادي.

وهناك مجسات (حساسات) لإعطاء الإيعازات الى دائرة كهربائية معينة لتقطع مرور الكاز الى المحرك كي يتوقف عن العمل في حال وجود عطل معين مثل جوزة الدهن (LOP) وجوزة الحماوة (HET) وكذلك هناك مجس آخر لقياس مستوى الكاز المتوفر الكافي لتشغيل المحرك يسمى الطوافة (L.F.L).

وفيما يأتي المخطط الكهربائي لعمل المقاييس والمجسات الضرورية لديمومة عمل المحرك بالشكل الطبيعي المطلوب.

مخطط توصيل المقاييس الضرورية والمجسات (الجوزات)



علماً أن الرموز المبينة في المخطط أعلاه تعني المسميات الآتية :-

L.F.L – Low Fuel Level	جوزة مستوى انخفاض الكاز
HET – High Edge Temperature	جوزة الحماوة
LOP – Low Oil Pressure	جوزة الدهن
OPG – Oil Pressure Gage	مقياس ضغط الدهن
WTG – Water Temperature Gage	مقياس الحماوة
M – Motor Starter	السلف (الستارتر)
ALT – Alternator	الداينمو
Electric Valve	الصمام الكهربائي للكاز
Emergency Stop	مفتاح الوقوف الإضطراري

تنظيم دوران المحرك

من المعروف أن تردد الضغط المتولد له علاقة بعدد دورات المحرك في الدقيقة الواحدة وبموجب القانون الآتي :-

$$n = \frac{60 \cdot f}{P}$$

علماً أن :-

p – هي عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية للمولدة وتكون عادة ثابتة محددة في تصميمها من الشركة المنتجة.

f – تردد الشبكة المتولدة (Hz) أو ذبذبة في الثانية.

n – دوران المحرك الذي يدير المولدة الذي يقاس بالدورة في الدقيقة الواحدة – RPM.

(Revolution Per Minute)

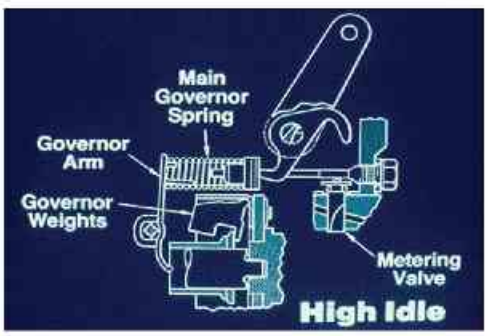
نلاحظ أن الوحدات القياسية الموجودة في القانون والقابلة للتغير حسب ظروف المولدة وطبيعة عملها هي التردد (f) ودورانها (n) فهذه يمكن السيطرة عليها والتحكم بها ، ونلاحظ أن التناسب بينهما طردياً ، فكلما زادت عدد دورات المحرك زاد تردد الضغط والتيار المتولد ، وبدوره يزيد من تردد الشبكة التي تغذي أجهزة الحمل العاملة عليها ، ومن المعروف أن التردد بالذات يجب أن يكون ثابتاً تماماً وليس مسموح بزيادته أو نقصانه ولا بذبذبة واحدة.

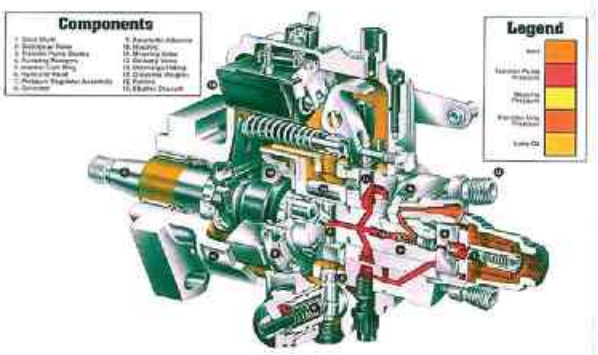
معنى ذلك يجب أن يكون دوران المحرك ثابتاً بعدد معين في كل دقيقة ، فمثلاً إذا كان رأس التوليد مصمم بأربعة أقطاب مغناطيسية يجب أن يكون دوران المحرك بـــ (١٥٠٠) دورة في الدقيقة الواحدة ، وبدون زيادة او نقصان.

وزيادة للعلم نود أن نذكر أنه عند دوران المحرك وأداء المولدة عملها وتزويد الأحمال بالتيار الكهربائي وعند تشغيل أجهزة إضافية على الحمل يعني زيادة التيار المسحوب سنلاحظ إنخفاض دوران المحرك نتيجة إرتفاع الفيض المغناطيسي المعاكس في ملفات التوليد الذي يؤثر على عزم دوران الجزء الدوار ، مما يتطلب ضخ مادة إحتراق أكثر (كاز) لزيادة عدد الدورات وتعويض ذلك الانخفاض وإستقرار تردد الضغط المتولد بثبوته على (٥٠) ذبذبة في الثانية.

لذلك هناك جهاز خاص يقـــوم بهذا العمـــل يسمى (الحاكم) (**Governer**) نوضحه فيما يأتي :-

جهاز منظم السرعة والتردد (Governer) .

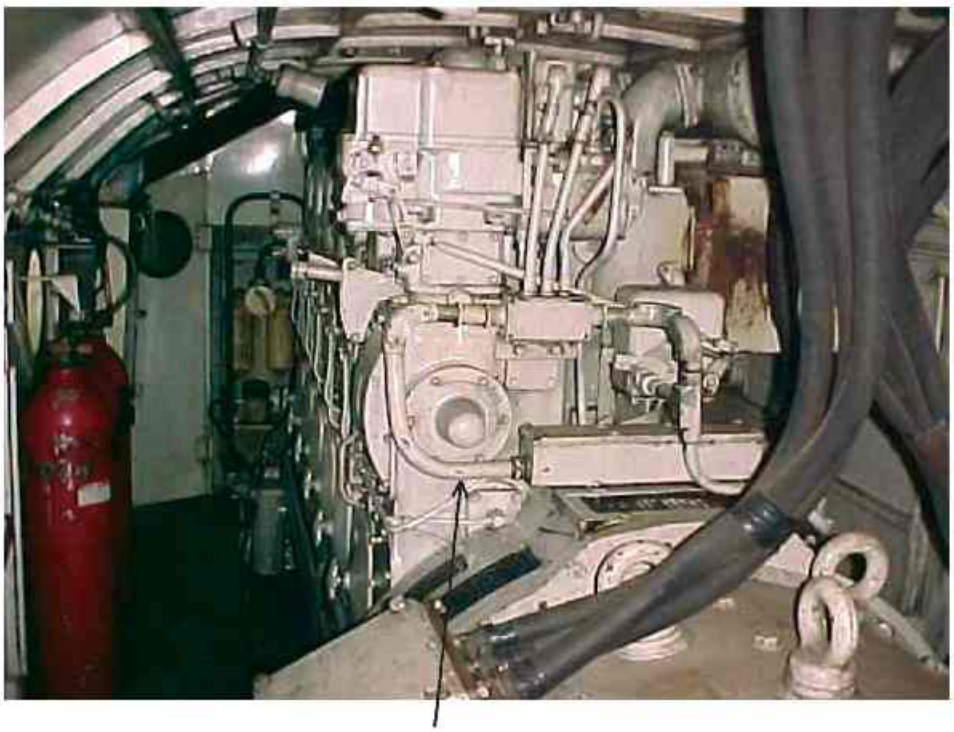




هناك أجهزة كوفرنر ميكانيكية تتأثر بإنخفاض دوران المحرك وتفتح صمام لزيادة الكاز وبدوره يزيد عدد دورات المحرك ليجعله ثابتاً ومستقراً على (١٥٠٠) دورة بالدقيقة ، وفي بعض المولدات الحديثة يكون هذا الجهاز عبارة عن منظومة متكاملة من جهاز ميكانيكي ودائرة الكترونية مع توابعهما لتنظيم ذلك الأداء.

الأجزاء الرئيسية لمنظومة الكفرنر الحديثة :-

١- وحدة السيطرة الالكترونية	Electronic Control Unit (ECU)
٢- الصمام الخانق	Throttle Actuator (TA)
٣- طقم تسليك متكامل	Complete Wiring Harness (CWH)
٤- لوحة سيطرة	Control Panel (CP)
٥- متحسس التردد	Frequency Sensor (FS)



صورة تبين موقع الكوفرنر في ماكنة المولدة

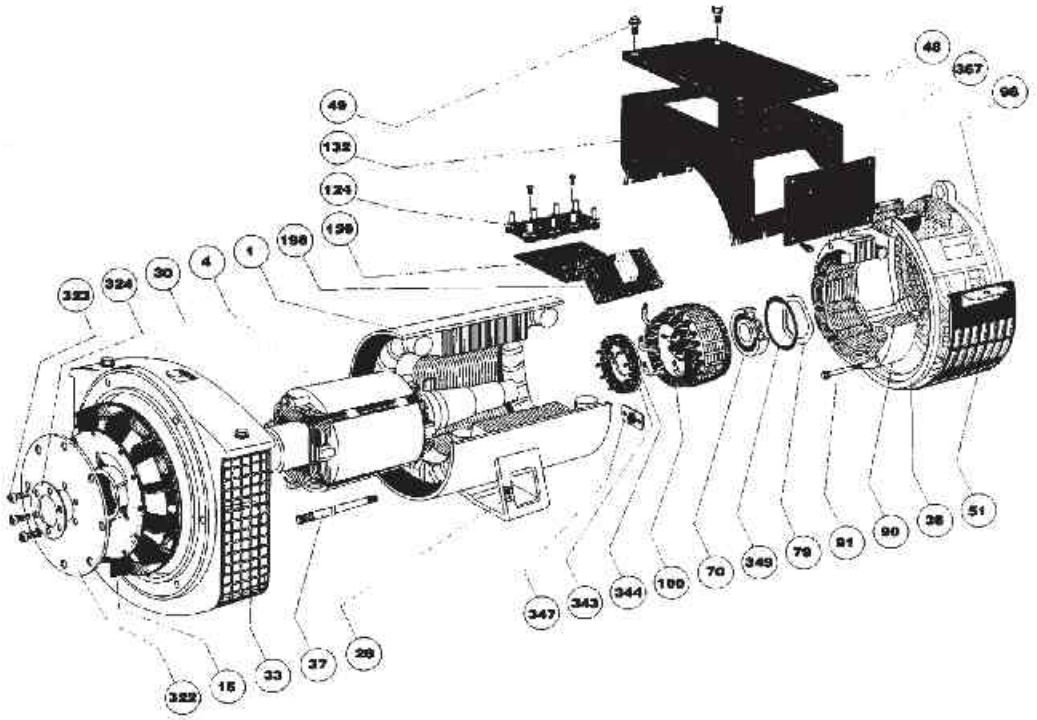
رأس التوليد Alternator



كما يتضح لنا من دروس العلوم الصناعية أن رأس التوليد هذا عبارة عن مولدة تيار متناوب ثلاثة أطوار ذات الأقطاب الداخلية ، يعني أن الأقطاب المغناطيسية الثابتة تكون في الجزء الدوار (الروتور - Rotor) الذي يتغذى من مصدر تيار مستمر خارجي ، عادة يكون من مولد صغير مستقل مثبت على محور الدوران نفسه للمولدة ذاتها ويسمى المغذي (Excitor) ليدور معه ويولد التيار المستمر ليغذي الأقطاب المغناطيسية الرئيسية مباشرة.

الجزء الثابت لرأس التوليد يسمى الستيتر (Stator) يحتوي على الملفات الرئيسية التي تتكون كما ذكرنا سابقاً ، من ثلاثة ملفات متباعدة فيما بينها بزاوية قدرها (١٢٠) درجة ، لتوزّع على إمتداد محيط الجزء الثابت لتولد ثلاثة دوائر كهربائية تسمى ثلاثة أطوار.

شكل يوضح أجزاء رأس التوليد (Alternator)



No.	Nbr.	Description	No.	Nbr.	Description
1	1	Stator assembly	98	3	Corner plate
4	1	Rotor assembly	100	1	Exciter armature
15	1	Fan	120	1	Terminal plate support (AREP)
28	1	Earth terminal	124	1	Terminal plate
30	1	DE flange	132	1	Terminal box
33	1	Air outlet grille	198	1	Regulator (AVR)
36	1	N.D.E. bracket	322	1	Coupling disc
37	4	Tie rod	323	6	Fixing screw
48	1	Terminal box lid	324	1	Clamping washer
49	20	Terminal box fixing screw	343	1	Direct diode assembly
51	1	Air intake grille	344	1	Reverse diode assembly
70	1	NDE bearing	347	1	Surge suppressor
79	1	Preloading wavy washer	367	2	Inspection door
90	1	Wound exciter field	349	1	O ring seal
91	4	Field fixing screw			

مسميات أجزاء رأس التوليد حسب أرقامها المؤشرة أزاءها في الشكل السابق

رقم الجزء	إسمه أو نوعه
١	مجموعة أجزاء الجزء الثابت الذي يحتوي على ملفات التوليد.
٤	مجموعة أجزاء الجزء الدوار الذي يحتوي على ملفات الأقطاب المغناطيسية الثابتة الرئيسية.
١٥	مروحة التبريد
٢٨	نقطة ربط التأريض.
٣٠	غطاء حصر هواء التبريد
٣٣	شباك طرد الهواء الساخن.
٣٦	الإطار الخلفي لتثبيت أجزاء رأس التوليد.
٣٧	براغي الشد لتثبيت أجزاء رأس التوليد.
٤٨	غطاء صندوق لوحة الربط.
٤٩	براغي تثبيت صندوق نقاط الربط.
٥١	شباك سحب الهواء.
٧٠	كرسي تثبيت الجزء الدوار (البولبرنك).
٧٩	سبرنك واشر.
٩٠	ملفات المجال المغناطيسي الثابتة للمغذي (مولد التيار المستمر الداخلي).
٩١	براغي تثبيت الملفات الثابتة للمغذي.
٩٨	بليتة لتثبيت شباك سحب الهواء.
١٠٠	آرمبجر المغذي (مولد التيار المستمر) لتغذية الأقطاب المغناطيسية الثابتة الرئيسية الخاصة بالتوليد.
١٢٠	بليتة لتثبيت نقاط الربط.
١٢٤	نقاط الربط لملفات التوليد.

رقم الجزء	إسمه أو نوعه
١٣٢	صندوق حفظ ووقاية نقاط الربط الرئيسية.
١٩٨	منظم الفولتية الآلي (AVR).
٣٢٢	قاعدة الكوبلن.
٣٢٣	براغي تثبيت.
٣٢٤	واشر تثبيت قاعدة الكوبلن.
٣٤٣	موحدات مولد التغذية للأقطاب.
٣٤٤	الموحدات المعكوسة لمولد التغذية للأقطاب.
٣٤٧	مثبت.
٣٦٧	غطاء للفحص.
٣٤٩	واشر.



الشبكة الكهربائية المتولدة في مولدة الثلاثة أطوار

الضغط الكهربائي المتولد في رأس التوليد يجب أن يراقب ، عند إرتفاعه أو إنخفاضه وذلك من خلال جهاز قياس ضغط (فولتمتر) يكون عادة ذو مجال أكبر من الضغط الإسمي ، فإذا كانت المولدة تولد (٣٨٠) فولت فيكون عادة جهاز قياس الضغط ذو مجال قياس (٥٠٠) فولت.

يستعمل لذلك جهاز قياس فولتمتر واحد يرتبط بمفتاح متعدد الخيارات لإمكانية مراقبة الضغوط بين جميع الخطوط الرئيسية وكذلك بين كل خط رئيسي والسلك المحايد.

فهو يقيس بين الخطوط (L2، L1) و (L3، L1) و (L3، L2).

المفروض أن تؤشر قيمة ضغط كهربائي ما بين (٣٨٠- ٤٠٠) فولت ، وكذلك (N، L1) و (N، L2) و (N، L3) المفروض أن تؤشر قيمة ضغط كهربائي ما بين (٢٢٠- ٢٣٠) فولت .

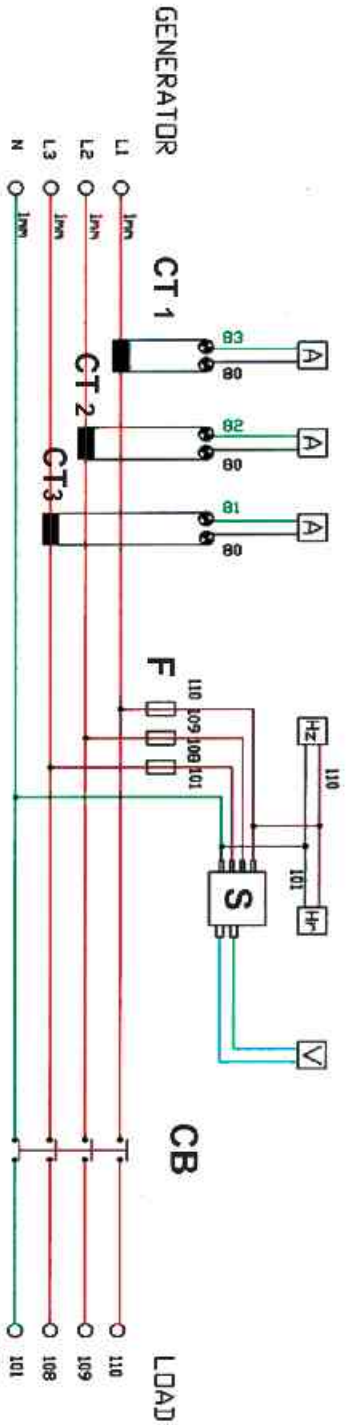
ثم هناك جهاز قياس لمراقبة تردد الضغط الكهربائي المتولد من خلال جهاز قياس الذبذبة (Hz).

فضلاً عن ذلك يجب أن تكون هناك مراقبة للتيار الكهربائي المسحوب للأحمال لمراقبة تحمل المولدة ضمن القدرة المصممة عليها وذلك يتم من خلال ثلاثة أجهزة لقياس التيار تكون عادة مربوطة من خلال محولات للتيار (CT) لكل خط من الخطوط الرئيسية الثلاثة.

ومن الطبيعي أن يكون هناك قاطع رئيسي ذو ثلاثة أطوار يفضل أن يكون ذو حماية حرارية ومغناطيسية لقطع دائرة الحمل في أي طارئ قد يحدث بسبب عطب معين في المولدة.



مخطط ربط أجهزة القياس والمراقبة للطاقة المسحوبة من المولدة ذات الثلاثة



مسميات الرموز المثبتة في مخطط ربط أجهزة القياس والمراقبة للطاقة الكهربائية المسحوبة من المولدة ذات الثلاثة أطوار.

الخطوط الرئيسية للضغط المتولد من المولدة	L1 , L2 , L3
الخط المحايد للضغط المتولد من المولدة	N
أجهزة قياس التيار المسحوب من الأطوار الثلاثة للمولدة (أمبير متر)	A1 , A2 , A3
محولات التيار لأجهزة قياس التيار	CT1 , CT2 , CT3 – Current Transformer
جهاز قياس التردد	HZ
جهاز عدّاد ساعات عمل المولدة	Hr
جهاز قياس الضغط (فولتمتر)	V
مفتاح متعدد الخيارات	S
فيوزات لحماية أجهزة القياس	F
قاطع دورة	CB

تغيّر الضغط المتولد

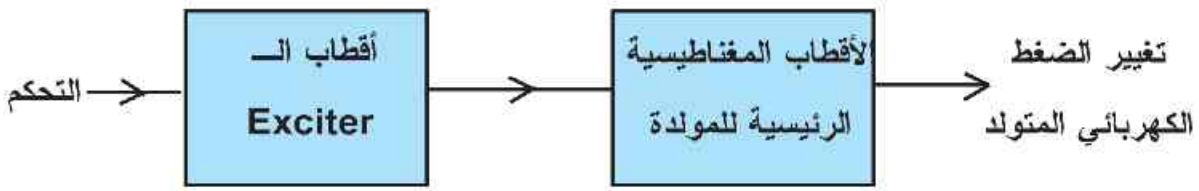
الضغط المتولد في ملفات الجزء الثابت لرأس التوليد للمولدة هو الضغط الكهربائي الذي نحصل عليه لتشغيل الأحمال (Louds) .

هذا الضغط يتأثر بالزيادة والنقصان حسب مقدار الفيض المغناطيسي للأقطاب المغناطيسية الرئيسية ، حيث يكون التناسب طردياً.

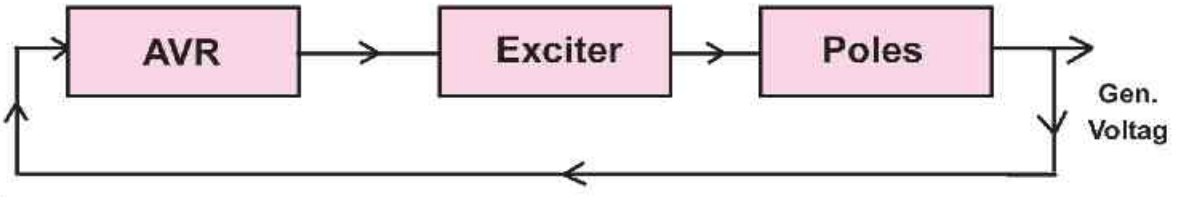
فإذا ما إزداد تيار ملفات الأقطاب المغناطيسية ، يزداد الفيض المغناطيسي ، وبذلك يزداد الضغط المتولد ، والعكس صحيح.

لذلك نستطيع التحكم بمقدار الضغط الكهربائي المتولد عن طريق التحكم بالتيار المغذي للأقطاب المغناطيسية الرئيسية ، ومن الطبيعي أن التيار المستمر الذي يغذي الأقطاب المغناطيسية نحصل عليه من المصدر الخارجي الذي هو عبارة عن مولد صغير يدور مع الجزء الدوار يسمى المغذي (Exciter).

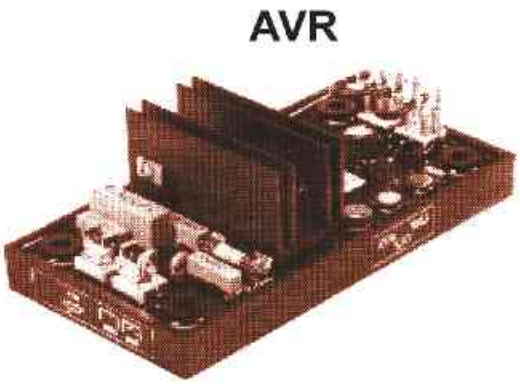
إذاً عندما نتحكم بتيار أقطاب الـ (Exciter) سنتحكم بتيار أقطاب المولدة الرئيسية ، وبذلك بالضغط المتولد في رأس التوليد للمولدة.

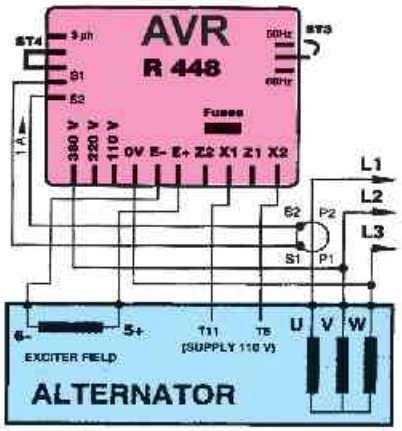


هذا التحكم يتم بواسطة جهاز يسمى (AVR) يتحسس بتغير الضغط المتولد ويتحكم أوتوماتيكياً بتغذية أقطاب الـ (Exciter) لينظم الضغط المتولد ويجعله ثابتاً وكما يأتي:-



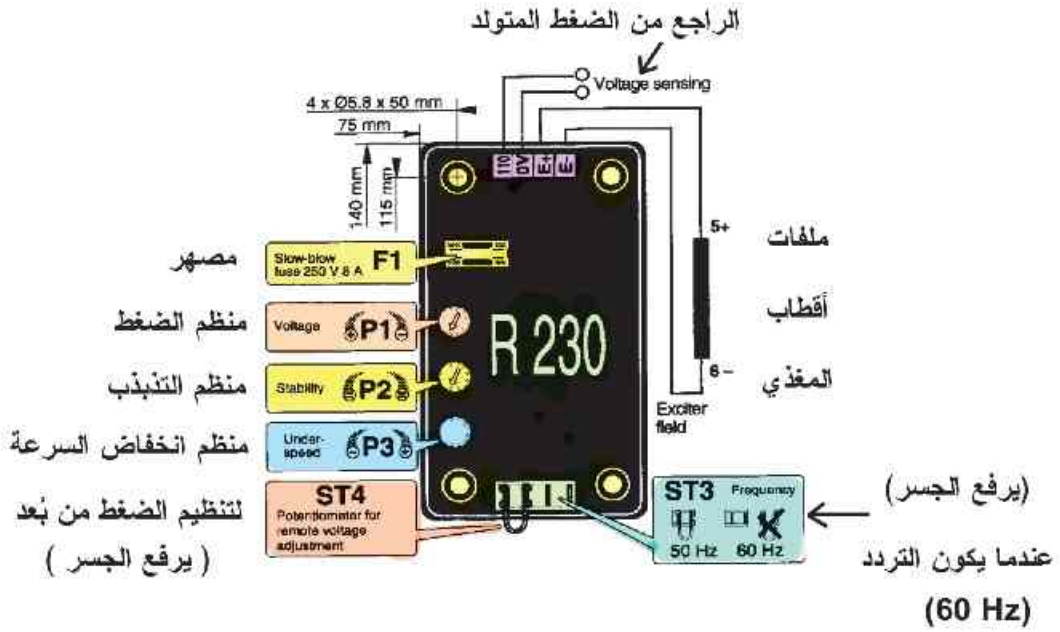
Automatic Voltage Regulator (AVR) جهاز التنظيم الآلي



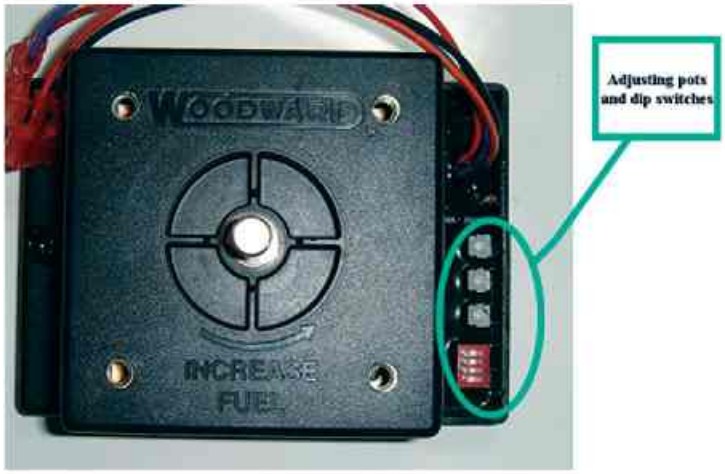


كما ذكرنا يعمل جهاز التنظيم الآلي (AVR) على ثبوت الضغط الكهربائي المتولد في المولدة وكذلك التردد (Hz) أوتوماتيكياً ، ويحتوي على منظمات يمكن التحكم بها عند تذبذب الضغط الكهربائي المتولد أو ترددة.

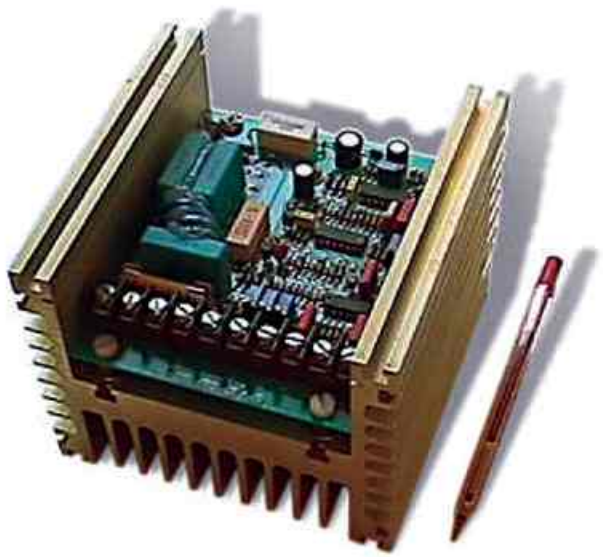
والشكل الآتي يبين ذلك مع طريقة ربطه في المولدة :-



أشكال مختلفة لجهاز تنظيم الضغط الأوتوماتيكي (AVR)







الأخطاء الشائعة في رأس التوليد للمولدة ذات الثلاثة أطوار

الخطأ	التشخيص
١- تلف البولبرنك مما يحدث ارتفاعاً في درجة الحرارة في الجزء الدوار أو الأغطية الجانبية. وأحياناً يظهر عليه لون أزرق أو تشحيمه يتغير الى اللون الاسود. أو جرشة قوية في البولبرن.	يستبدل البولبرن.
٢- درجة حرارة جسم رأس التوليد عالية.	١- التأكد من سلامة شباك التهوية وقد يصل هواء ساخن الى شباك الدخول. ٢- التأكد من عدم زيادة الضغط المتولد عن ١٠٥% من الضغط الإسمي أثناء ربط الحمل. ٣- رأس التوليد محمل أكثر من طاقته.
٣- إهتزاز رأس التوليد.	التأكد من سلامة الكوبلن.
٤- صوت طنين وإهتزاز قويين. (قد يكون نتيجة صدمة قوية برأس التوليد).	١- التأكد من عدم وجود قصر كهربائي. ٢- التأكد من صلاحية الكوبلن. ٣- التأكد من سلامة الشفت. ٤- التأكد من كسر المروحة أو إرتخائها من الشفت. ٥- التأكد من سلامة الدايودات والـ AVR

الخطأ	التشخيص
٥- لا توجد فولتية على طرفي المولدة عند فصل الحمل عنها.	١- إحتمال فقدان المغناطيسية المتخلفة. يتم ربط بطارية جديدة على طرفي (E2 , E1) التي هي طرفي الـ (Ereticx) لمدة (٣) ثواني. ٢- التأكد من صلاحية الـ (AVR). ٣- إحتمال وجود قطع في ملفات الأقطاب المغناطيسية الرئيسية. ٤- إحتمال وجود قطع في ملفات أقطاب المغذي الـ (Ereticx).
٦- الفولتية على طرفي المولدة لا تصل الحد المقرر (القيمة الإسمية).	١- إفحص التوصيل الراجع من الضغط المتولد الى الـ (AVR). ٢- التأكد من سلامة الدايودات. ٣- التأكد من عدم وجود قصر في الآرميجر.
٧- الضغط المتولد منخفض جداً (بعد التأكد من دوران المحرك سرعته النظامية).	١- التأكد من صلاحية وسلامة الـ (AVR). ٢- قصر في ملفات الأقطاب المغناطيسية الرئيسية. ٣- قصر في الدايودات. ٤- قصر في ملفات أقطاب المغذي (Exciter) .

الخطأ	التشخيص
٨- الضغط المتولد عالي جداً.	١- يتم تنظيم المنظم الخاص بالفولتية في الـ(AVR) . ٢- إحتمال تلف الـ(AVR) .
٩- الضغط المتولد يتذبذب إرتفاعاً وإنخفاضاً.	١- التأكد بتنظيم المنظم الخاص بالإستقرار (Stability). ٢- التأكد من إستقرار السرعة. ٣- التأكد من سلامة توصيل نقاط الربط. ٤- التأكد من إحتمال تلف الـ(AVR).
١٠- الضغط المتولد جيد في حالة عدم ربط الحمل بينما عند ربط الحمل بالمولدة ينخفض كثيراً جداً.	١- يتم تشغيل المولدة بدون حمل والتأكد من قيمة الضغط الواصل من (E- , E +) على الـ(AVR). ٢- التأكد من سرعة المحرك. ٣- التأكد من سلامة الدايودات. ٤- التأكد من عدم وجود قصر في الأقطاب المغناطيسية الرئيسية. ٥- التأكد من سلامة آرميجر الـ Exciter.

الصيانة الوقائية الضرورية (صيانة المحرك الميكانيكي أو الماكنة) الدورية

Preventive maintenance Periods



يفترض أن يتم الإطلاع على تعليمات الشركة المنتجة وإتباعها.

وعندما تعطى فترة مجال لصيانة معينة كحد أدنى و أعلى ، مثلاً يقول فحص كمية الماء في الراديتر يتم ما بين (٢٠- ٤٠) ساعة عمل ، فيفضل أن يؤخذ الحد الأدنى المعطى وهو (٢٠) ساعة. ويفضل أن يتم التأكد من عدم وجود تسرب أو تراخي في أي من براغي الشد أو صامولات الفتحات أو الجوزات في كل عملية صيانة.

الجدول الآتي يحتوي على حقول (A , B , C , D , E) مؤشر أزاءها بعلامة (×) للصيانة المطلوبة ، حيث يعني كل حقل فترة معينة ضرورية ، لإجراء تلك الصيانة مبينة كما يأتي :-

A- الصيانة الأولى بعد إستعمال المولدة ما بين (٢٠- ٤٠) ساعة عمل

B- كل يوم أو كل (٨) ساعات عمل

C- كل ستة أشهر أو كل (٢٠٠) ساعة عمل

D- كل (١٢) شهر أو كل (٤٠٠) ساعة عمل

E- كل (٢٠٠٠) ساعة عمل

ت	نوع الصيانة	E	D	C	B	A
١	التأكد من كمية سائل التبريد (الماء).				×	×
٢	فحص تركيز سائل التبريد ، إذا كان مانعاً للانجماد فيجب أن يستبدل على سنتين.		×			
٣	فحص قوة شد القايش.			×		×
٤	تنظيف غرفة الترسبات ومصفاة الفيول بمب.		×			
٥	التأكد من عدم وجود ماء في بداية مصفاة الكاز. أما إذا كان مصدر الكاز متسخ فيكون قبل هذه المدة.			×		
٦	تبديل المستلزمات لمصفاة الكاز.		×			
٧	التأكد من صلاحية النوزلات.	×				
٨	التأكد من منظم السرعة.					×
٩	فحص كمية الزيت (الدهن) .				×	
١٠	التأكد من قوة ضخ الزيت على جهاز قياس ضغط الزيت.				×	×
١١	تبديل الزيت (الدهن).		×			×

ت	نوع الصيانة	E	D	C	B	A
١٢	تبديل علبة مصفاة الدهن (الفلتر) .		X			X
١٣	تنظيف منظومة التنفيس. مع تنظيف منظف الهواء أو إفراغ فلتر الهواء من الغبار.	X				
١٤	التنظيف من الغبار بصورة دقيقة.				X	X
١٥	التنظيف الإعتيادي من الأتربة.			X		
١٦	تنظيف أو تبديل فلتر الهواء إذا لم يستوجب فترة قبل هذه.		X			
١٧	التأكد من نظافة منظومة التوربو.	X				
١٨	تنظيف فلتر الهواء للكومبرسر.			X		
١٩	التأكد من سلامة عمل الكومبرسر والعادم.	X				
٢٠	التأكد من سلامة عمل كل من الداينمو والسلف.	X				



تمرين عملي :

١- المطلوب تنفيذ خطوات إجراءات الصيانة الضرورية الدورية لمولدة ثلاثة أطوار.

٢- فتح غطاء رأس التوليد ومعاينة منظم الفولتية الأوتوماتيكي (AVR) وبقية نقاط الربط المعنية بالإهتمام والفحص.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين:

العُدد المطلوبة :-

١- سيت درنفيسات عدلة.

٢- سيت درنفيسات مربعة.

٣- سيت سباين.

٤- آلة فتح الفلاتر.

٥- فرشة صبغ.

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- مولدة ثلاثة أطوار بالحجم والنوع المتوفر.

٢- قطع قماش للتنظيف.

٣- مادة تنظيف سائلة كأن يكون بنزين.

٤- جهاز نفخ الهواء (بلاور) لتنظيف الأتربة.

أسئلة حول موضوع (مولدة الثلاثة أطوار)

س ١: متى نضطر الى استعمال مولدة ثلاثة أطوار بدل الطور الواحد؟

س ٢: كيف يكون ربط ملفات التوليد الثلاثة في مولدة الثلاثة أطوار؟

هل يكون على شكل نجمة (ستار) أم مثلث (دلتا)؟ ولماذا؟

س ٣: ما الفرق في تصميم محرك المولدة إذا كانت طور واحد أو ثلاثة أطوار؟

س ٤: ما هي أهم المقاييس التابعة للمحرك الميكانيكي (الماكنة) ؟

س ٥: ما هي أهم المتحسسات (الجوزات) الواجب توفرها في المحرك الميكانيكي؟

س ٦: ما هو العامل الذي يتحكم في تردد الضغط الكهربائي المتولد؟

س ٧: ما هو جهاز منظم السرعة والتردد (Governer)؟

س ٨: ما هي الأجزاء الرئيسية التي تتكون منها منظومة جهاز منظم السرعة (الكوفرنر) ؟

س ٩: ماذا تعني لك كلمتي (Engine) و (Alternator) ؟

س ١٠: مم تتغذى الأقطاب المغناطيسية الثابتة لمولدة الثلاثة أطوار؟

س ١١: ما هو المغذي (Exciter) ؟

س ١٢: ما هي أجهزة القياس الكهربائية المهمة الواجب تثبيتها في لوحة سيطرة مولدة الثلاثة أطوار؟

س ١٣: ما هو جهاز التنظيم الآلي للضغط (AVR)؟

س ١٤: ما هي ظواهر إستهلاك البولبرنك؟

س ١٥: ما هي أسباب زيادة درجة حرارة رأس التوليد عن وضعها الطبيعي؟

س ١٦: ماذا يعني لك الكوبلن؟

س ١٧: ما هو إحتمال الخطأ أو العطل عندما لا يوجد ضغط كهربائي على طرفي المولدة أثناء عدم ربط الحمل؟

س ١٨: ما هو إحتمال الخطأ أو العطل عندما نلاحظ أن الضغط الكهربائي المتولد عالي جداً.

س ١٩: ما هو إحتمال الخطأ أو العطل عندما يتذبذب الضغط الكهربائي المتولد ، صعوداً ونزولاً؟

س٢٠:إذا كان الضغط الكهربائي المتولد جيد في حالة عدم الحمل ، بينما عند ربط الحمل ينخفض كثيراً ، فما الأسباب المحتملة؟

س ٢١: ما هي أهم إجراءات الصيانة اليومية لماكنة المولدة (Engine) ؟

س ٢٢: ما هي المدة الواجب تبديل الدهن فيها؟

س ٢٣: ما هي المدة الواجب تبديل فلتر الدهن فيها؟

س ٢٤: ما هي المدة الواجب تبديل فلتر الهواء فيها؟

س ٢٥: ما هي المدة الواجب فحص وضبط سلامة عمل كل من الداينمو والسلف؟

(١) التدريب على ربط وصيانة محولات القدرة ذات الثلاثة أطوار

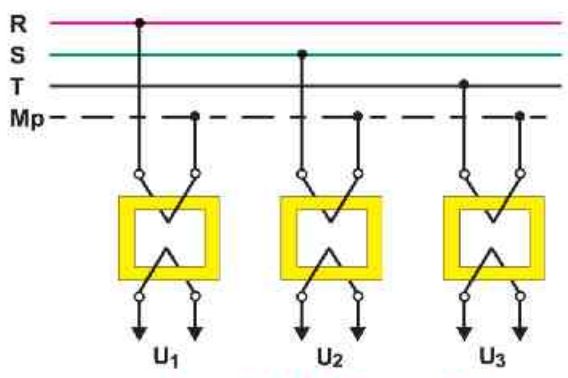




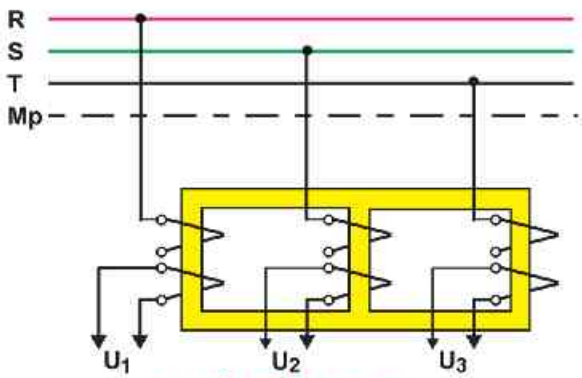
مجموعة من المحولات الكهربائية

درسنا في الصف الثاني محولات الطور الواحد (ذات القدرة الصغيرة). والآن سندرس محولات الثلاثة أطوار (Three Phase Transformers) وهي بالحقيقة مكونة من ثلاث محولات ذات طور واحد متماثلة ، ويتم جمعها في محول واحد للإستفادة منها من الناحية الإقتصادية والفنية.

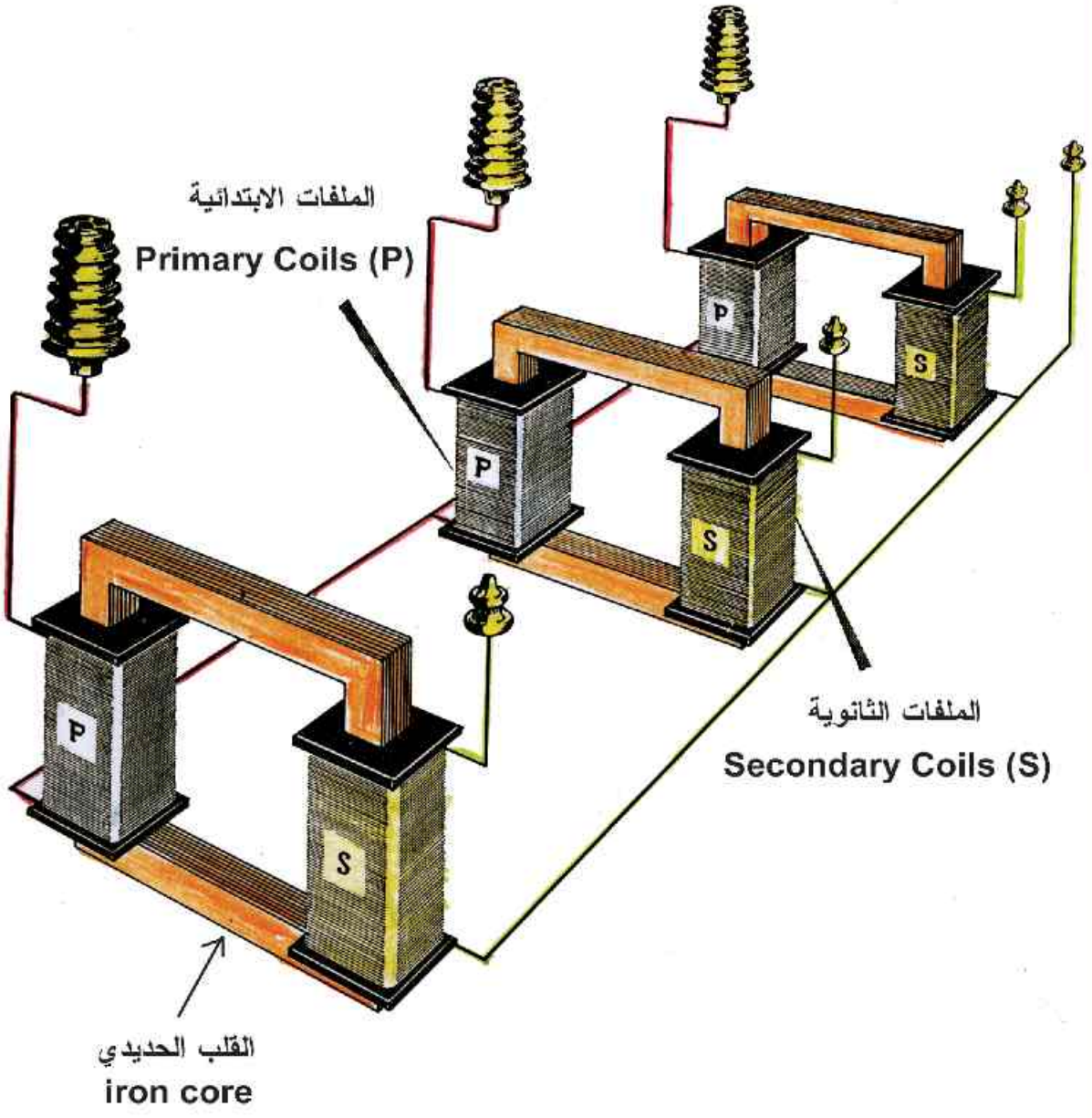
وتعمل بالنظرية السابقة نفسها لمحولات الطور الواحد حيث تدخل القدرة الكهربائية الى الملفات الابتدائية (الثلاثة) وتؤخذ كقدرة خارجة من الملفات الثانوية وبتأثير المجال المغناطيسي المتغير نتيجة سريانه في القلب الحديدي وقطعه للملفات الثانوية بعد فقدان قسم من القدرة الكهربائية الداخلة ، بسبب المفاقيد الحديدية والنحاسية الحاصلة في المحول ، وتكون ملفات المحول الإبتدائية والثانوية معزولة فيما بينها وبين القلب الحديدي(iron core)

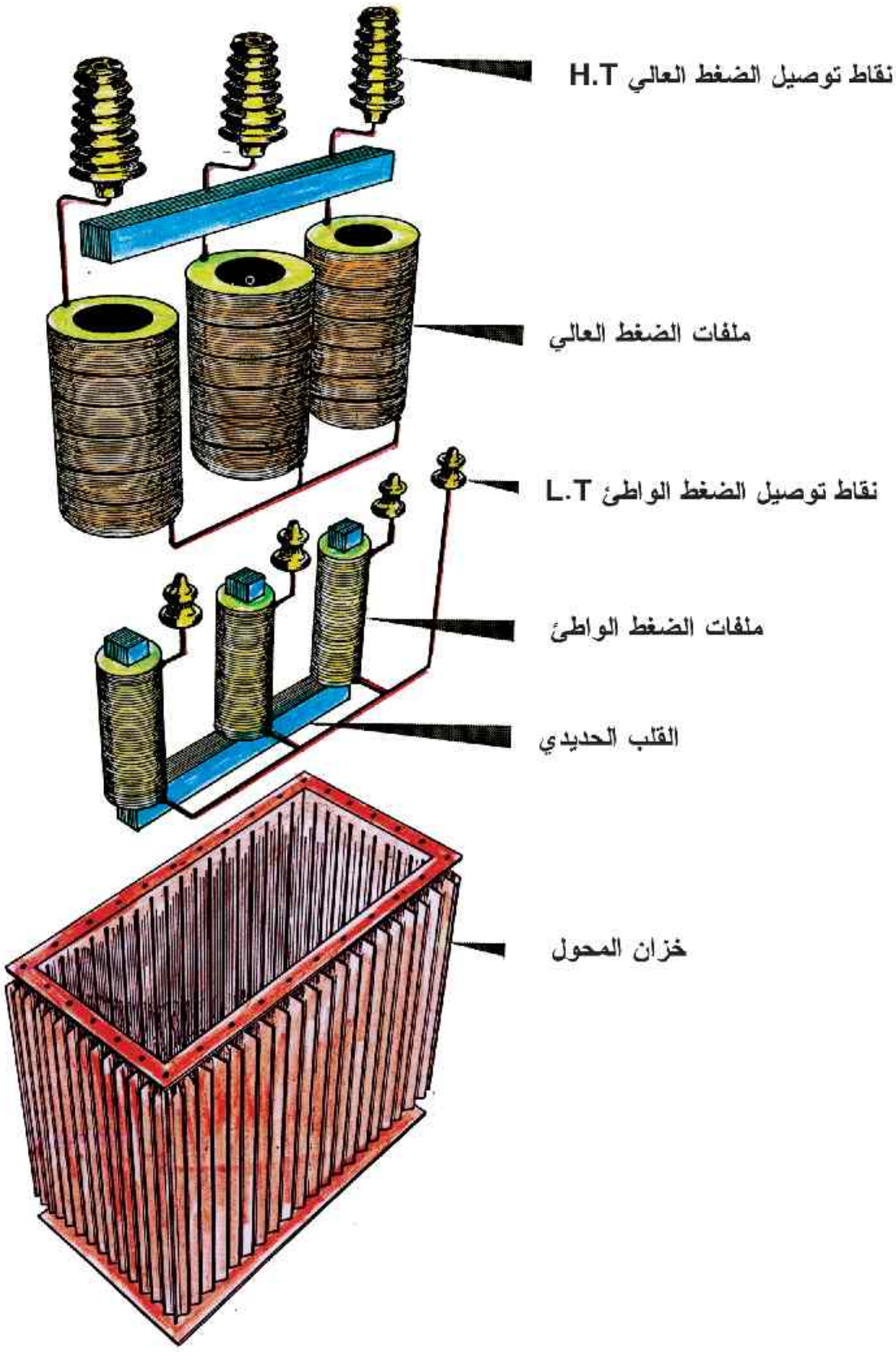


ثلاث محولات ذات طور واحد



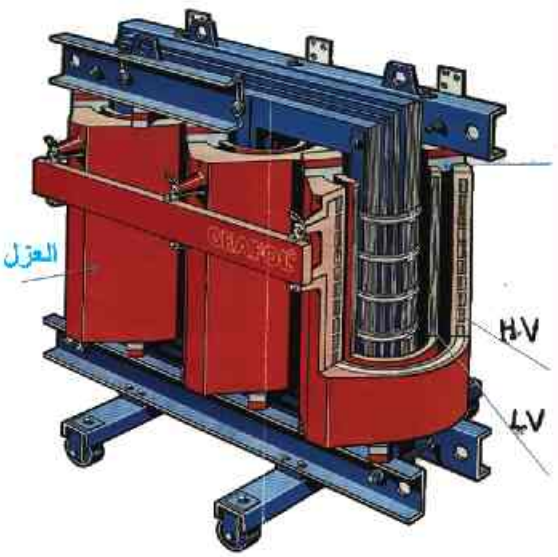
محولة ذات ثلاثة أطوار


الملفات الابتدائية
Primary Coils (P)
الملفات الثانوية
Secondary Coils (S)
القلب الحديدي
iron core
P
S


نقاط توصيل الضغط العالي H.T
ملفات الضغط العالي
نقاط توصيل الضغط الواطئ L.T
ملفات الضغط الواطئ
القلب الحديدي
خزان المحول

تكون ملفات الضغط الواطئ (الثانوي) وبحدود (٤٠٠) فولت في الداخل بعد القلب الحديدي وفوقها ملفات الضغط العالي(الإبتدائي) بحدود (١١ ٠٠٠) فولت .





يبين الشكل وضع الملفات الابتدائية والثانوية

(Low Voltage) L . V الضغط الواطئ

(High Voltage) H . V الضغط العالي

بالامكان تنظيم الضغط الثانوي الواصل الى الحمل الذي هو بحدود (٣٨٠) فولت الذي يتأثر بتغير الحمل وذلك بتغير عدد لفات الملف الإبتدائي (جبهة الضغط العالي) وبحدود ٤% من عدد اللفات بواسطة مفتاح متعدد الإختيارات لتحديد عدد اللفات ويكون موقعه فوق غطاء الخزان العلوي الخارجي وكما موضح في الشكل الآتي :-



لغرض إجراء عملية تنظيم الضغط الثانوي لكلا الحالتين (رفع او خفض) تتبع الخطوات الآتية :-

١- قياس الضغط الثانوي عند وجود الحمل.

٢- فصل الحمل عن المحولة وقياس الضغط الثانوي.

٣- تنظيم الضغط وقياسه حسب ما مطلوب.

٤- إعادة ربط الحمل وقياس الضغط النهائي المطلوب.

توضع الملفات (الإبتدائية والثانوية) في خزان مملوء بالزيت الذي يكون بمواصفات خاصة ، باعتباره كعازل جيد ولتبريد الملفات عند ارتفاع حرارتها عند الاشتغال.



ماكنة لف ملفات محولات الضغط العالي



خزان المحول والملفات والعوازل المستعملة

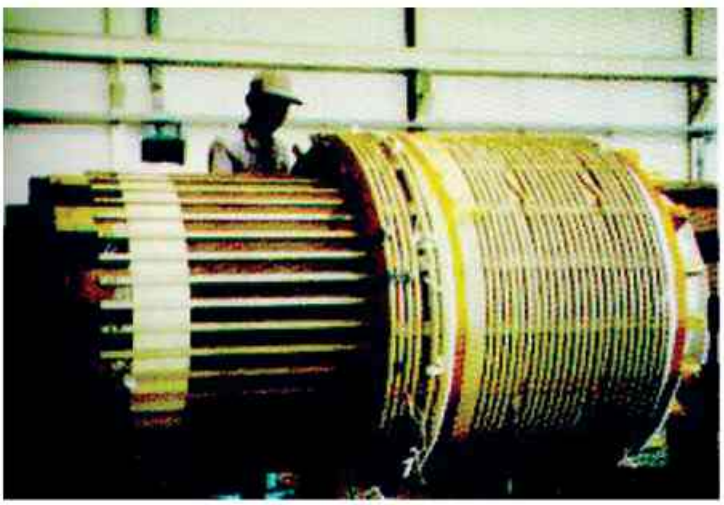
تختلف محولات الثلاثة أطوار عن الطور الواحد بانها تستعمل تحت ضغوط عالية وعالية جداً من (11 kv ولغاية 400 kv أو أكثر والذي يسمى بالضغط الفائق).

وكلما زاد الجهد الكهربائي زادت الحاجة إلى استعمال مواد عازلة ذات متانة جيدة ومقاومة أعلى.





شكل يبين محولات ذات قدرات عالية



مصنع لصنع المحولات ذات القدرات العالية

ان الإقتصاد في نقل القدرة الكهربائية عبر مسافات طويلة يتطلب استخدام ضغوط عالية لخفض التيار لان القدرة عالية جداً لتلبية متطلبات الإستهلاك للطاقة الكهربائية (من دور سكنية بجميع مستلزماتها الكهربائية ومصانع ودوائر وانارة الشوارع وغيرها).

التي تحتاج الى تيار عالٍ يستدعي استعمال أسلاك غليظة جداً يصعب حملها على أعمدة فضلاً عن كلفتها العالية.

لذا يتم تقليل قيمة التيار وحجم السلك والكلفة ، برفع الضغط الكهربائي .



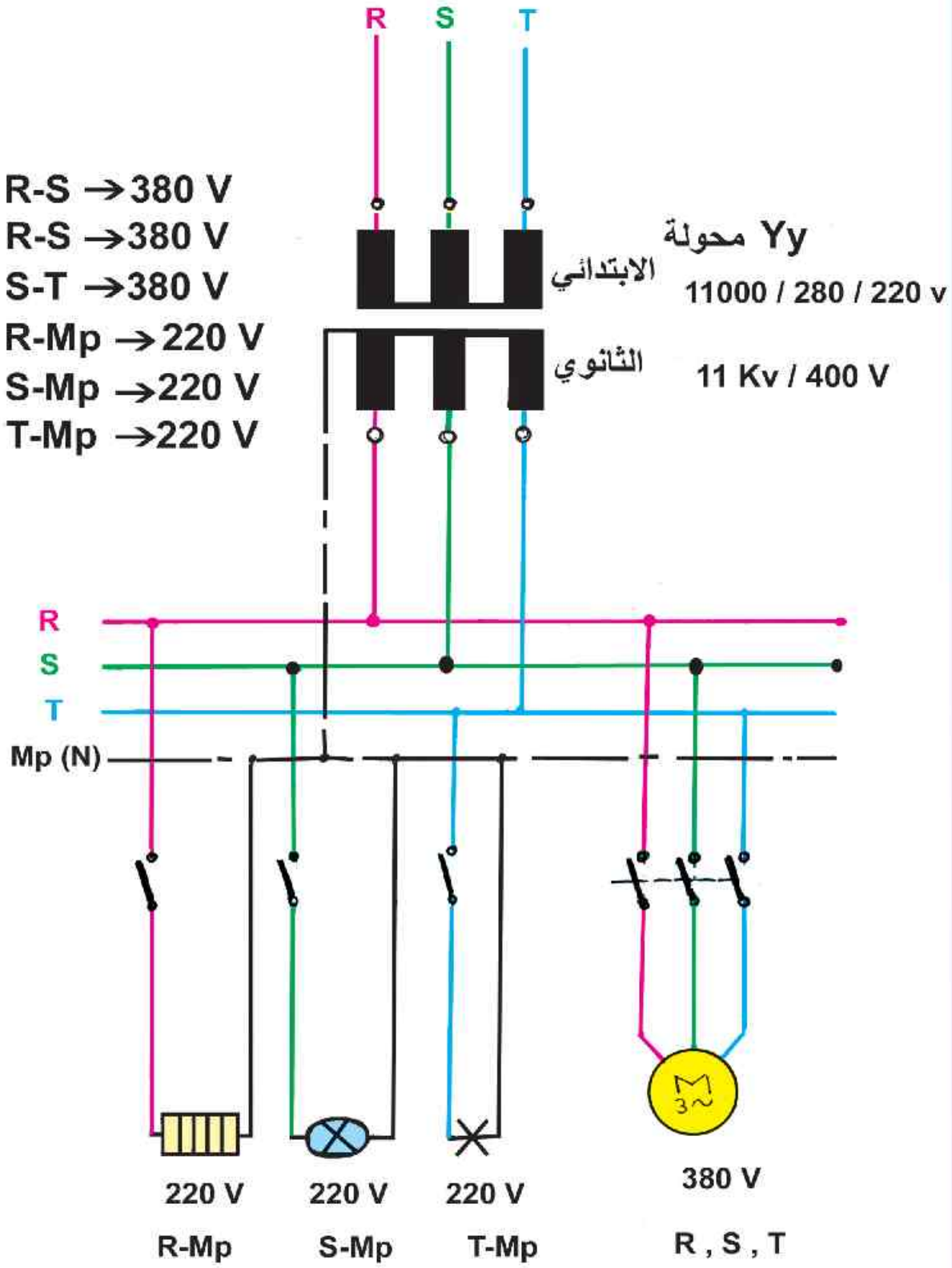
محطة ثانوية Sub Station

لاننا نأخذ بنظر الإعتبار المسافات الطويلة التي تصل الى مئات أو آلاف الكيلومترات لنقل الطاقة الكهربائية بين المدن واحيانا بين الدول.

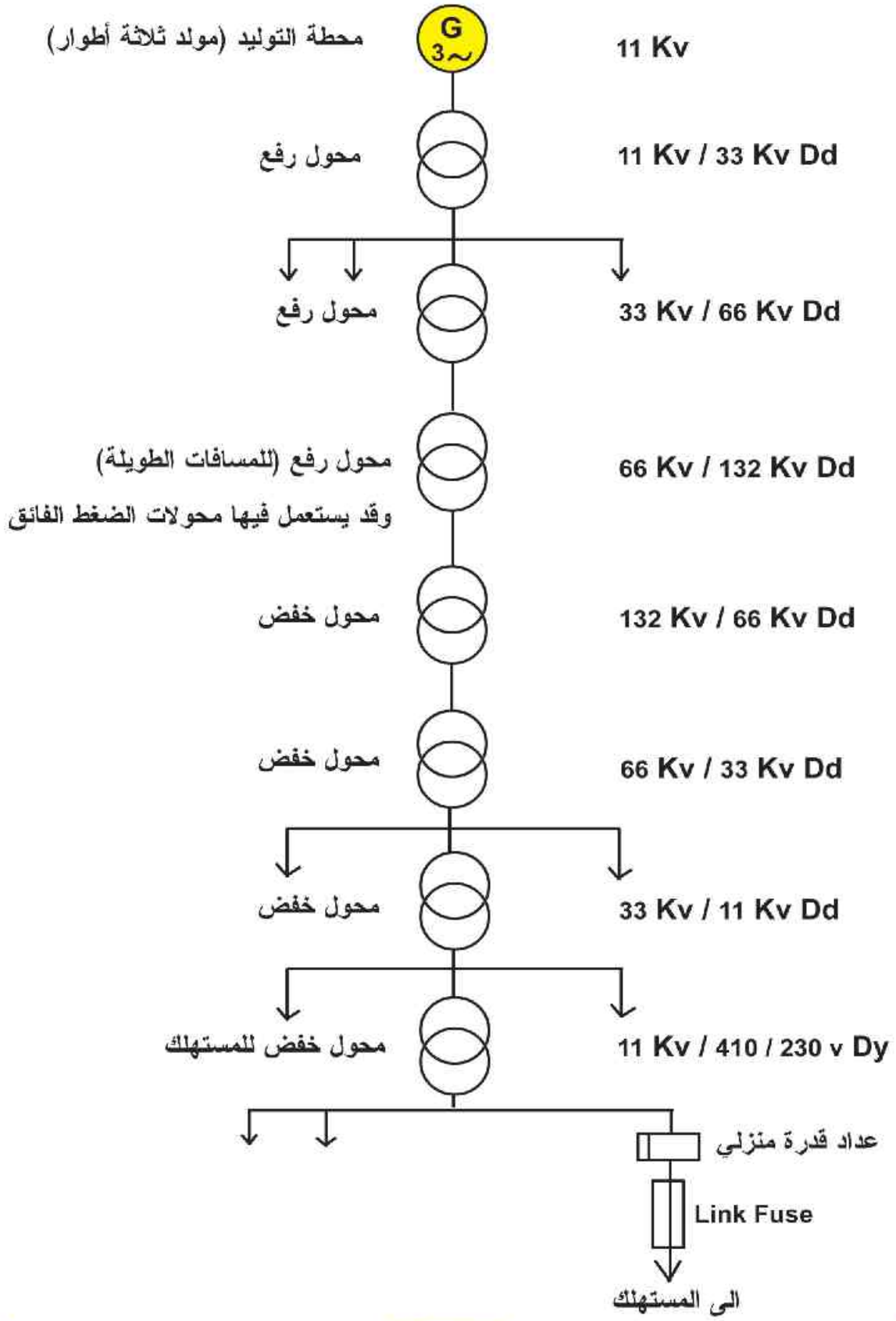
وعمل المحولة هنا لرفع الضغط مع تقليل التيار لان القدرة الداخلة (S1) تساوي القدرة الخارجة (S2) ($S1=S2=I.V$) وكذلك لتقليل الفقدان في الجهد الكهربائي خلال نقل الطاقة الكهربائية.

فكلما زادت المسافة تطلّب زيادة الضغط حيث يصل عبر المسافات البعيدة إلى (400 kV) الذي يسمى بالضغط الفائق بينما المحطات الثانوية للمسافات ما بين محطة التوليد والمستهلك تتراوح بين (11 kV) الى (33 kV) ثم (66 kV) ثم (132 kV) بالقيم نفسها تنخفض لتصل الى المستهلك بـــ (380 V و 220 V).

لنقل الطاقة الكهربائية عبر المسافات الطويلة تحتاج إلى ثلاثة خطوط فقط بدون السلك المحايد. اما المحولات التي توصل الطاقة إلى المستهلك فتحتاج الى النقطة المحايدة (MP) للإستفادة منها للحصول على ضغط ذو طور واحد (220 V) الذي يؤخذ من احد الخطوط الرئيسية (R,S,T) والسلك المحايد (MP) ، فتكون المحولة المستعملة من نوع (دلتا / ستار) (Dy) أو ستار / ستار (Yy) ، الحالة التي تستوجب أن يكون الملف الثانوي دائما على شكل نجمة (ستار) حيث تكون أطراف الملف الإبتدائي (R,S,T) وأطراف الملف الثانوي (R,S,T,MP) وكما موضح في المخطط الكهربائي الآتي :

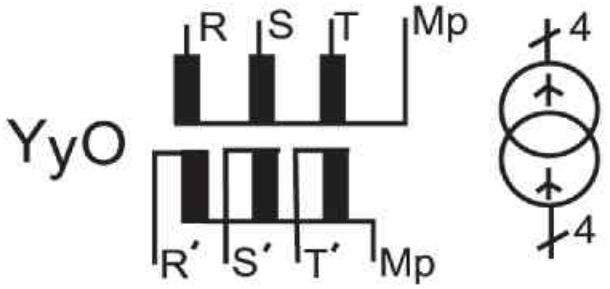

R S T
R-S →380 V
R-S →380 V
S-T →380 V
R-Mp →220 V
S-Mp →220 V
T-Mp →220 V
Yy محولة
الابتدائي
11000 / 280 / 220 v
الثانوي
11 Kv / 400 V
R
S
T
Mp (N)
220 V
220 V
220 V
380 V
R-Mp
S-Mp
T-Mp
R , S , T

مخطط يبين مراحل استعمال المحولات وتوزيعها في نقل القدرة الكهربائية

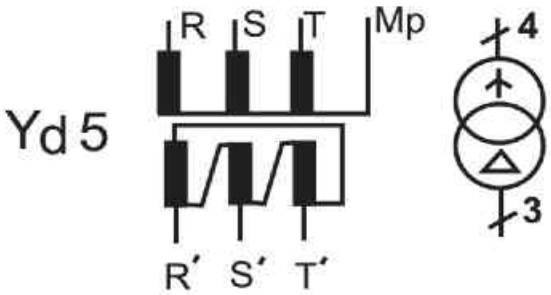


طرق ربط المحولات واستعمالاتها

١- ستار / ستار (**Yy**) يوصل الملف الإبتدائي على شكل نجمة (ستار) (**Star**) ومن هذا النوع (**Yyo**) التي تعتبر محولات توزيع صغيرة وذات حمل متوازن وتكون رخيصة الثمن ولا تصنع لقدرات أكثر من (٢كيلوفولت امبير) وتمثل بالشكل الآتي :

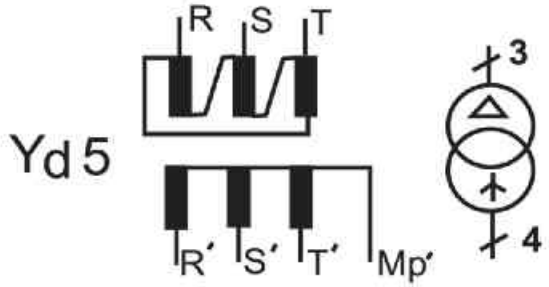


٢- ستار / دلتا (**Yd**) يوصل الملف الإبتدائي على شكل نجمة والثانوي على شكل مثلث (دلتا) ومن هذا النوع (**Yd5**) التي تعتبر محولات ذات قدرة عالية وتستعمل في خطوط نقل الطاقة الكهربائية ذات الضغط العالي وللمسافات البعيدة وتمثل بالشكل الآتي :

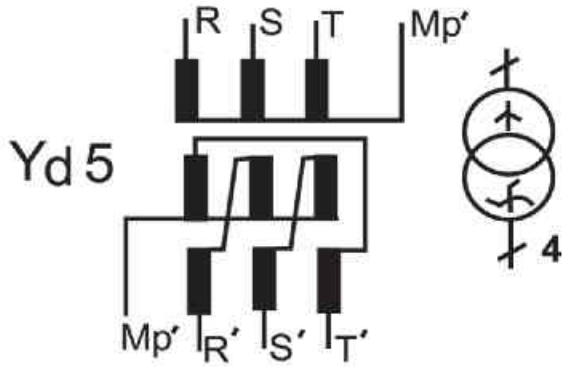


٣- دلتا / ستار (**Dy**) يوصل الملف الإبتدائي على شكل مثلث (دلتا) والثانوي على شكل نجمة (ستار) ومن هذا النوع (**Dy5**) الذي يعتبر من المحولات المرتفعة الثمن وتصنع لقدرات

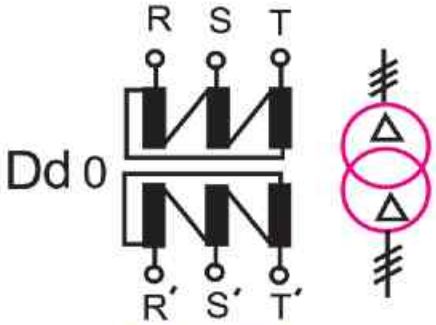
أكثر من (25) كيلوفولت امبير وتكون قليلة التأثر في حالة اختلاف الأحمال على الأطوار الثلاثة وتتمثل بالرسم الآتي :



٤- ستار / زكزاك (Yz) توصيله المتعرج (الزكزاك) تختلف عن بقية المحولات ، يكون الملف الابتدائي موصل على شكل نجمة والثانوي يتكون من نصفين موضوعين على عمودين مختلفين النصف الأول يربط على شكل ستار وبدوره مع النصف الثاني بشكل متعرج ومن هذا النواع (Yz5) التي تعتبر أيضاً من المحـــولات ذات الكلفـــة العالية وتصنع لقدرات لا تزيـــد عـــن (250) كيلوفولت امبير ، وهي لا تتأثر باختلاف الأحمال وتمثل بالشكل أدناه.

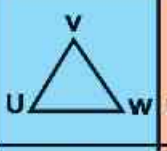
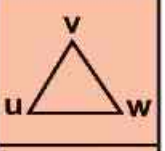
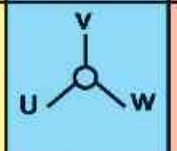
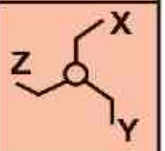
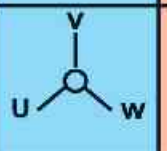
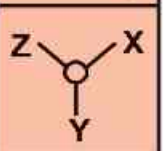
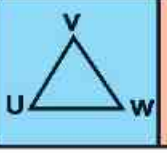
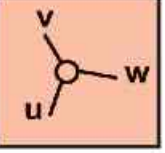


٥- دلتا / دلتا (Dd) يوصل الملف الابتدائي على شكل مثلث (دلتا) (Delta) والثانوي أيضاً مثلث ومن هذا النواع (Dd5) الذي يتميز بالكلفة العالية لذا يكون قليل الإستعمال وفي حالات خاصة.



المحولات الثلاثية الطور تقسم إلى أربعة مجموعات حسب زاوية إنحراف الملف الثانوي عن الإبتدائي التي هي (11, 6 , 5 , 0) تمثل الزاوية التي ينحرف بها الملف حيث يضرب الرقم × ٣٠ليعطينا زاوية الانحراف التي تقلل من المضاعفات الهارمونية والتي تؤدي الى إرتفاع درجات الحرارة في المحول ويرمز للمحولات بحرفين الأول كبير يمثل نوع ربط الملفات الابتدائية والثاني صغير يمثل نوع ربط الملفات الثانوية ثم الرقم الذي بجانبهما يدل على مقدار زاوية الإنحراف .

بعض أنواع توصيل ملفات المحولات

زاوية الانحراف	الرمز	الابتدائي	الثانوي
0	Dd 0		
5	Yz 5		
6	Yy 6		
11	Dd 11		

مثال (Yz5) :-

Y - الحرف الأول الكبير يمثل نوع ربط الملف الابتدائي في هذه الحالة نجمة

Z - الحرف الثاني صغير يمثل نوع ربط الملف الثانوي في هذه الحالة متعرج

5- تمثل المجموعة الثانية الدالة على زاوية انحراف الملف الثانوي عن الابتدائي عندما يضرب × ٣٠ يعني (٥ × ٣٠ = ١٥٠°) إذن في هذه الحالة يكون الملف الثانوي منحرف عن الابتدائي بزاوية قدرها ١٥٠°.

لزيادة القدرة يتم ربط المحولات مع بعضها على التوازي باتباع الشروط المبينة في ادناه :-

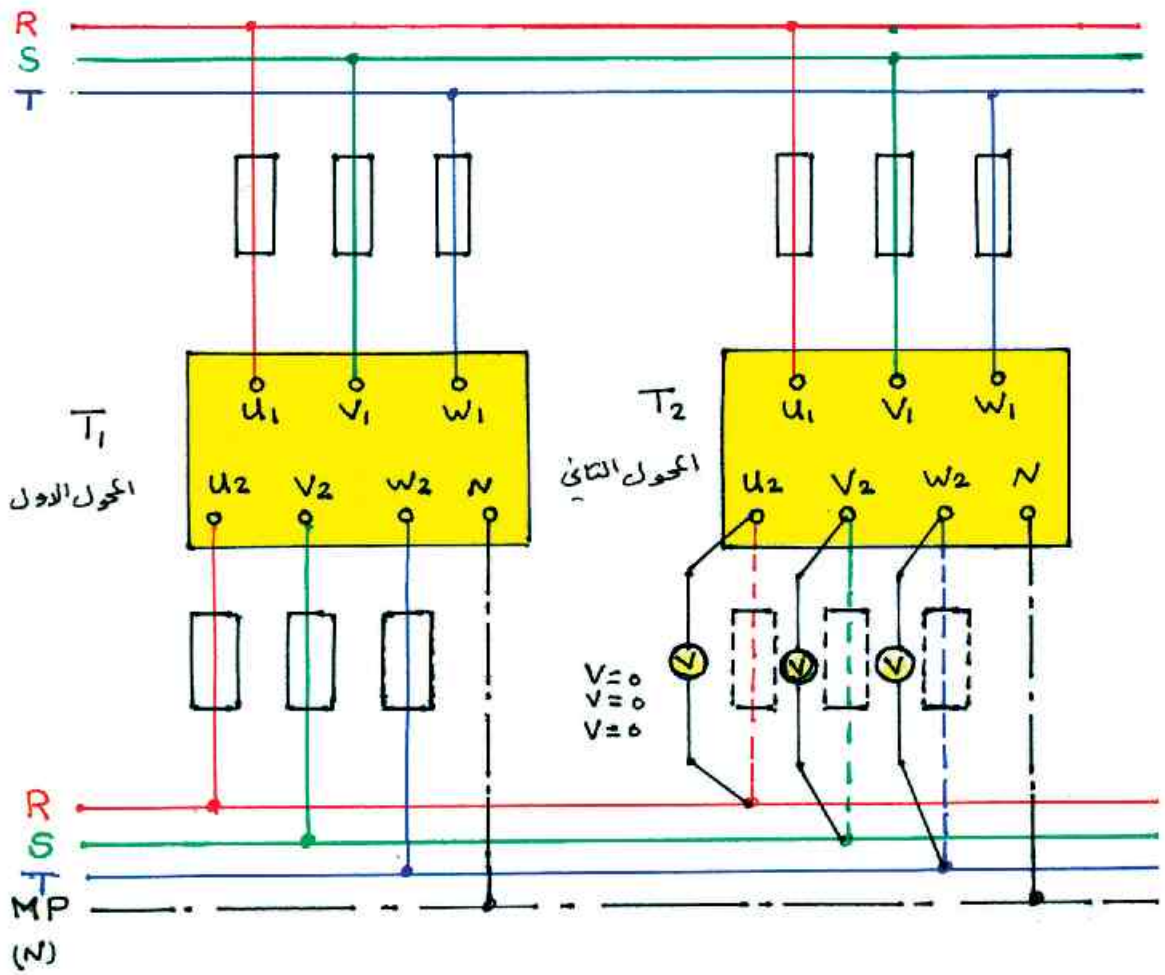
١- ان تكون الضغوط الابتدائية والثانوية لكل منهما متساوية.

٢- ان تكون الأطراف متماثلة ، ويمكن فحصها بواسطة جهاز (الفولت ميتر) يؤخذ طرف من المحول الأول وطرف من المحول الثاني فإذا كان مقدار الضغط بينهما يساوي (صفراً) يعني ان المحولتين متماثلتان.

٣- تكون نسبة التحويل متساوية لكل منهما.

٤- ان يكون جهد القُصر لكل منهما متساوٍ (مثبت على لوحة التسمية).

٥- أن يكون توصيل المحولتين من مجموعات التوصيل الأربعة نفسها.

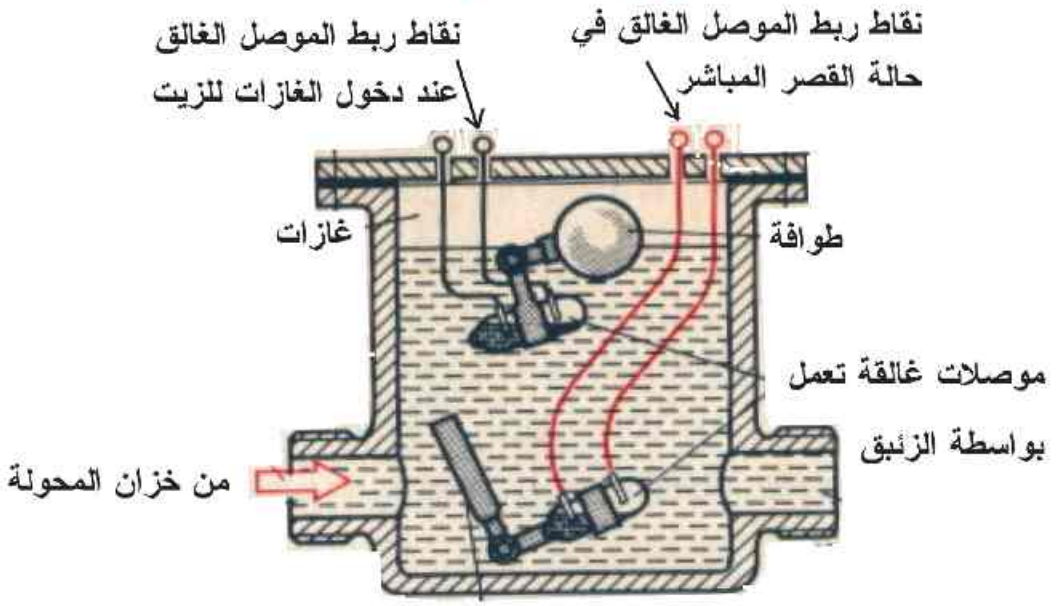


رلي (بوخهولتس) Buchholz Relay

عبارة عن جهاز مثبت داخل إنبوب امرار الزيت بين المحول وعلبة التمدد ، يحتوي في داخله على موصلات مساعده تعطي إشارات وايعازات عن طريق نقاط ربط خارجية إلى مصابيح إشارة ومفاتيح اوتوماتيكية لفصل المصدر عن المحولة في حالة حدوث عطب معين لتفادي تلف المحولة الذي قد يؤدي الى انفجارها نتيجة إرتفاع درجة الحرارة أكثر من الحد المقرر.



رلي (بوخهولتس)



التركيب الداخلي لرلي (بوخهولتس)

محتويات الرلي :-

١- طوافة خاصة تتأثر بزيادة الغازات الموجودة في الخزان وتغير لزوجته وكذلك إنخفاض مستوى الزيت.

٢- بوابة متحركة تتأثر بزيادة ضغط ضخ الزيت نتيجة الإرتفاع العالي في درجة الحرارة.



رلي (بوخهولتس)

الأخطاء الممكن حدوثها في المحولة التي يعمل من جرّائها رلي (بوخهولتس) على فصل المصدر وقطع التيار الكهربائي عنها :-

١- قصر في صفائح القلب.

٢- تلف عوازل القلب والملفات والعوازل الخزفية داخل الخزان وغيرها.

٣- إرتفاع حرارة الملفات جرّاء زيادة الحمل.

٤- رداءة نقاط الربط.

٥- قصر بين الأطوار.

٦- تسرب أرضي.

٧- إنخفاض مستوى الزيت.

٨- دخول هواء الى منظومة الزيت.

الحالات التي يتأثر الرلي من خلالها ويعمل على إيصال الإشارات :-

١- تغير حالة لزوجة الزيت نتيجة دخول الغازات.

٢- إنخفاض مستوى الزيت نتيجة التسرب.

٣- زيادة ضغط ضخ الزيت نتيجة التمدد المفاجئ.



رلي بوخهولتس

١- ملاحظة وجود كمية الرطوبة في الزيت من خلال الزجاجة الشفّافة التي تحتوي على مادة السليكات ذات (لون أزرق) فعند وجود كمية من الرطوبة داخل الزيت يتغير لونها إلى (الأحمر البني) فإذا كانت نسبة الرطوبة عالية جداً تفرغ محتويات المحول من الزيت ويستبدل بزيت جديد ذات مواصفات خاصة والموضحة كما يأتي :-

أ- مقاومة العزل : كلما كان الزيت خالياً من الرطوبة كان استعماله أفضل للضغوط العالية.

ب- السيولة أو الكثافة : كلما كانت سيولـــة الزيت أكثر (الكثافة أقل) كلما كـــان أكثر نقلاً للحرارة.

جـ - أن يكون خالياً من الشوائب.

د- يجب أن تكون النسبة المئوية لتبخر الزيت أقل ما يمكن.

هـ- درجة اشتعال الزيت يجب أن تكون عالية.

و- يكون صالحاً للاستعمال كلما كانت حرارته النوعية عالية.

أهم خاصية للزيت هي مقاومة العزل أو ما يسمى (بضغط التفريغ) الذي يكون بحدود (٢٠ كيلوفولت / ملم) ضغط التفريغ للزيت يهبط بصورة مفاجئة بسبب الرطوبة أو المواد الغريبـــة العالقة فيه.

وتزداد قابليته لإمتصاص الرطوبة بارتفاع درجة الحرارة.

٢- عدم زيادة الحمل والذي يؤدي الى سريان تيار في ملفات المحول أكبر من التيار الإسمي مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة وتلف ملفات المحول لهذا يتطلب وضع أجهزة وقاية في المحولات لفصل المحول عن الشبكة بصورة سريعة قبل تلفه مثلاً استعمال رلي بوخهولتس.

الأخطاء الممكن حدوثها في المحول :

١- تسرب رطوبة إلى الزيت.

٢- حدوث تماس بين الملفات ذاتها.

٣- حدوث تماس بين الملفات وجسم المحول.

معالجة الأخطاء الممكنة أعلاه :

١- بالنسبة الى الزيت :-

أ- يلاحظ لون السليكات ، عند وجود الرطوبة يتغير لونها إلى الأحمر البني.

ب- يقاس ضغط التفريغ في الزيت بواسطة جهاز فحص ضغط التفريغ (Oil dielectric tester).

جـ- قياس لزوجة الزيت (الكثافة) بواسطة الجهاز الخاص (Viscometer).

٢- تقاس مقاومة الملفات للتأكد من سلامتها من عدم وجود تماس ، وذلك بواسطة أوميتر الكتروني دقيق لقياس المقاومات الصغيرة.

٣- يتم التأكد من عدم وجود تماس بين الملفات وجسم المحول ، وذلك بواسطة جهاز قياس العوازل (الميكر).

تمرين عملي (١)

المطلوب : فتح محول ثلاثة أطوار ومشاهدة الأجزاء الداخلية للمحول وتحديد كل من الملف الابتدائي والثانوي والتأكد من سلامة المحولة من الأخطاء الممكن حدوثها :-

١- سلامة الزيت.

٢- سلامة الملفات.

٣- سلامة عزل الملفات عن جسم المحولة.

٤- فحص اداء بوخهولتس رلي.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

أ- العُدد المطلوبة :

١- سيت درنفيسات عدلة ومربعة.

٢- سيت سباين.

٣- بلايس.

ب- المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محولة ثلاثة أطوار 11 KV / 400 V .

٢- جهاز فحص ضغط التفريغ في الزيت. (Oil dielectric tester)

٣- جهاز اوميتر الكتروني دقيق خاص لقياس المقاومات الصغيرة.

٤- جهاز قياس العوازل (ميكر) .

٥- جهاز آيفومتر اعتيادي.

٦- جهاز فحص لزوجة الزيت (Viscometer) .

٧- كمية مناسبة من زيت المحولات لغرض فحص ضغط التفريغ فيه ولزوجته.



جهاز فحص لزوجة الزيت
(Viscometer)



جهاز فحص ضغط التفريغ في الزيت
(Oil dielectric tester)

(٢) التدريب على ربط جهاز تحسين معامل القدرة PFC

Power Factor Corrector

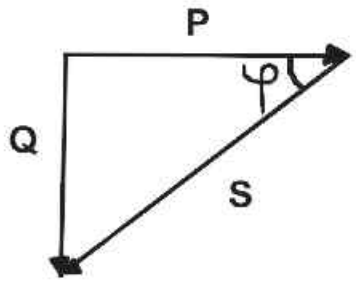


مجموعة من المكثفات تستعمل في تحسين معامل القدرة

قبل البدء بتوضيح جهاز تحسين معامل القدرة علينا أن نفهم ما هو معامل القدرة ولماذا ينخفض وما هو تأثيره ولماذا يجب تحسينه؟

معامل القدرة Power Factor (Cos φ)

هو جيب تمام الزاوية المحصورة في مثلث القدرة كما موضح في ادناه :-



$$P.F = \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

المتجه (S) يمثل القدرة الظاهرة التي تزودنا بها محطة التوليد أو حتى المولدة الصغيرة في البيت أو المصنع ووحدة قياسها (VA) فولت امبير وعندما تكـون هـذه القـدرة كبيرة تقاس بـ (KVA) كيلو فولت امبير التي تمثل الآلاف.

ما المتجه (P) فهو القدرة الحقيقية أو النافعة أو تسمى بالفعالة الواصلة إلى المستهلك ووحدة قياسها (الواط) (W) والكبيرة منها (KW) كيلـــو واط وتساوي (١٠٠٠) واط ومتجـــه الـــ (Q) فهو القدرة الضائعة أو غير الفعالة أو المفقودة بسبب تأثير المقاومات المغناطيسية الموجودة في الأحمال مثل (المحركات ، الفلورسنات ، وغير ذلك) وحدة قياسها (VAr) فولت امبير غير فعال (reactive) والقيم الكبيرة (KVAr) كيلو فولت امبيرغيرفعال وتمثل (١٠٠٠) فولت امبير غير فعال.

نلاحظ من مثلث القدرة أعلاه ان الزاوية (φ) يمكن أن تكبر أو تصغر عندما تزداد أو تقل القدرة الضائعة (Q) الذي يهمنا أن نستغل قدر الامكان الطاقة أو القدرة المتولدة (S) بكاملها دون فقدان. يعني تصغير الزاوية قدر الإمكان ، الى ما يقارب الصفر التي يقترب جيب تمامها الى (١) .

ومن المعروف وما تعلمنـــاه في دروس الرياضيات ان جيب تمام الزاوية (Cos φ) يتراوح أصلاً بين الـــ (صفر – ١) للزوايا ما بين (٩٠– صفر) .

وهذا جيب تمام الزاوية يسمى معامل القدرة.

نلاحظ عندما يكون فقدان كبير في القدرة يعني تقابله زاوية كبيرة يعني معامل قدره صغير وبعد تقليل هذا الفقدان يصغر الـــ (Q) وتصغر فيه الزاوية (φ) بحيث يكبر معامل القدرة ، هذا ما نسميه تحسين معامل القدرة.

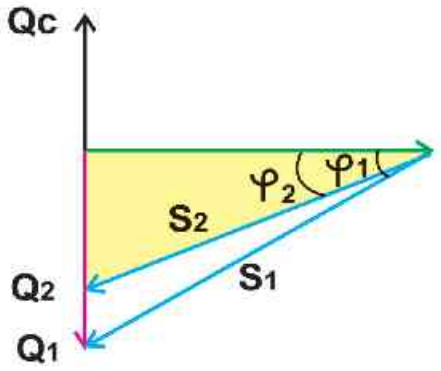
يتم تحسين معامل القدرة بواسطة مكثف الذي بدوره يولد قدرة (Qc) معاكسة للقدرة الضائعة



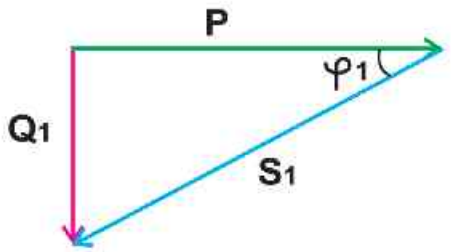


مكثف

مما يؤدي إلى تقليل قيمتها للإستفادة باكبر قدر ممكن من القدرة المتولدة (S) حيث يؤدي كذلك الى تصغير الزاوية (φ) التي يكبر جيب تمامها يعني يكبر معامل القدرة وكما موضح بالشكل في ادناه.



بعد تحسين معامل القدرة



قبل تحسين معامل القدرة

Q 1 – القدرة الضائعة قبل تحسين معامل القدرة.

Q 2 – القدرة الضائعة بعد إستعمال المكثف (أصبحت أصغر من قبل).

S1 – القدرة الواجب توليدها للحصول على قدرة فعالة معينة P

S2 – القدرة الظاهرة الجديدة بعد التحسين (تم تصغيرها باستعمال المكثفات).

φ_1 – الزاوية التي جيب تمامها يمثل معامل القدرة الأول قبل استعمال المكثفات.

φ_2 – الزاوية التي جيب تمامها يمثل معامل القدرة الجديد بعد استعمال المكثفات.

P – القدرة الفعالة التي نلاحظها ثابتة بالقيمة نفسها قبل وبعد إستعمال المكثفات.

يمكن أن نعطي مثال في حالة احتياجنا لطاقة كهربائية مثلاً تقدر بـــ (800 MVA) مليون فولت امبير فإذا لم نستخدم تحسين لمعامل القدرة علينا بناء محطة كهربائية بقدرة 1000 MVA.

وعند رفع معامل القدرة من (0,6 الى 0,9) (بربط مكثف أو مجموعة مكثفات) فعند توليد قدرة مقدارها (1000) فولت امبير تكون القدرة الواصلة إلى المستهلك في حالة معامل القدرة (0,6) تساوي (600) واط أي بقيمة قدرة ضائعة (400) واط .

وفي حالة معامل القـــدرة (0,9) :-

تكون القدرة التي يستلمها المستهلك بحدود (900) واط أي بقدرة ضائعة (100) واط علماً ان توليد القدرة الكهربائية يتم بملايين الـــ (VA) فولت امبير لذا ستكون الخسارة كبيرة جداً عند إنخفاض معامل القدرة.

وهناك منظومات اوتوماتيكية تستعمل لتحسين معامل القدرة في حالة انخفاضه ، تربط في شبكات التغذية للتحكم بمقدار سعة المكثف وبذلك يمكن التحكم بزيادة معامل القدرة والتقليل من القدرة الضائعة في الشبكة.



ثلاث منظومات اوتوماتيكية تستعمل لتحسين معامل القدرة

أجهزة تحسين معامل القدرة الاوتوماتيكية

Automatic Power Factor Correction

في المنشآت ذات الأحمال الضخمة وبالذات الصناعية منها والتي يتوقع ان يكون فيها معامل القدرة منخفض يثبت جهاز لتحسين معامل القدرة ، ويتم وضعه قرب لوحة الضغط الواطئ الرئيسية عند دخوله الشبكة من جهة الضغط الواطئ لمحول الضغط العالي.

تعمل المنظومة على رفع معامل القدرة لحدود (0,95) حيث تتكون من مجموعة مكثفات تربط اوتوماتيكياً وتباعاً حسب الحاجة الى اعدادها تبعاً لطبيعة الحمل المرتبط بالشبكة وكما في الشكل ادناه.



مجموعة من المكثفات تربط اوتوماتيكياً وتباعاً

مواصفات ومحتويات منظومة الجهاز (PFC)

١- المكثفات تكون من النوع المتين والمغلق ويفضل أن لا تقل درجة عزلها عن (IP32) (جدول درجات العزل سبق أن درس في الصف الثاني) .

٢- جميع المحتويات تكون داخل صندوق حديدي متين يثبت في الأرض وعلى الجدار الجانبي بقرب لوحة الضغط الواطئ الرئيسية ويكون مغلق ويفضل أن يكون بدرجة عزل (IP42).

٣- محمية بواسطة مصهرات بحجم مناسب للتيار الاسمي.

٤- كونتكترات ثلاثة أطوار لكل مرحلة لربط المكثفات.

٥- مصهرات (فيوزات) لدائرة السيطرة.

٦- مفتاح يدوي متعدد الإختيارات بوقت تحويل بين كل حالة تحويل تتراوح ما بين (١٠-٢٠) ثانية كوقت لغرض تفريغ شحنة المكثف .

٧- مقبض يدوي للتحويل بين حالات (الإختيار الإعتيادي والإيقاف والاوتوماتيك).

٨- مصباح إشارة أخضر اللون لحالة الـ (ON) وآخر أحمر لحالة الـ (Off) التي يكون عددها بعدد كونتكترات درجات الربط .



منظومة جهاز لتحسين معامل القدرة



منظومة جهاز لتحسين معامل القدرة

٩- باز بارات (Bus bars) نحاسية مناسبة للتيار الرئيسي .



ثلاثة (باز بارات) داخل الصندوق

١٠- محولات تيار (C.T) بتيار ثانوي قدره (5) امبير.

١١- جهاز قياس معامل القدرة.

١٢- سلسلة مكثفات حسب مجال تحسين الجهاز لمعامل القدرة.

١٣- المكثفات تكون ملائمة لربطها تحت ضغط (380) فولت (50) ذ / ثا وكذلك لدرجة حرارة الجو الذي سيثبت فيه الجهاز.

١٤- يحتوي على مقاومات لتفريغ الشحنة الكهربائية التي يخزنها المكثف.

وهناك أجهزة صغيرة لتحسين معامل القدرة تعمل على (220) فولت أو غيرها من الضغوط. كالشكل الآتي :-

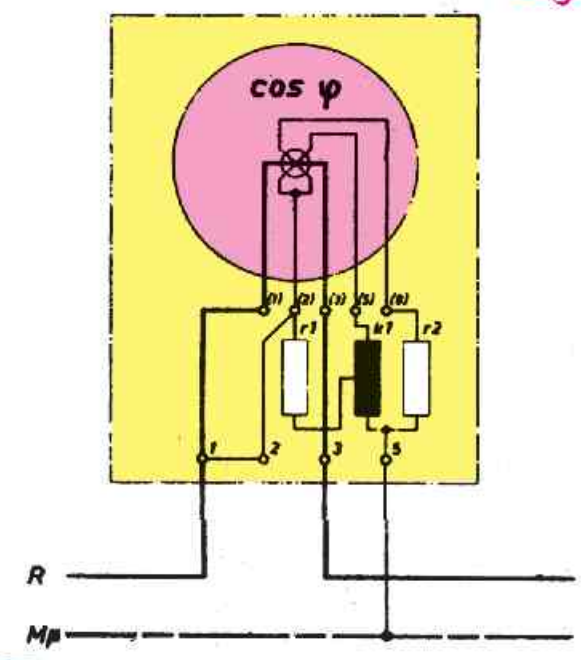


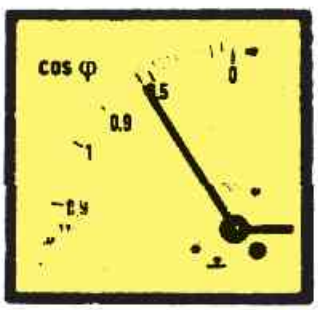
جهاز قياس معامل القدرة

يمكن قياس معامل القدرة بجهاز قياس خاص يسمى جهاز قياس معامل القدرة ($\cos\varphi$) كما موضح في ادناه.

جهاز قياس معامل القدرة في دوائر الطور الواحد

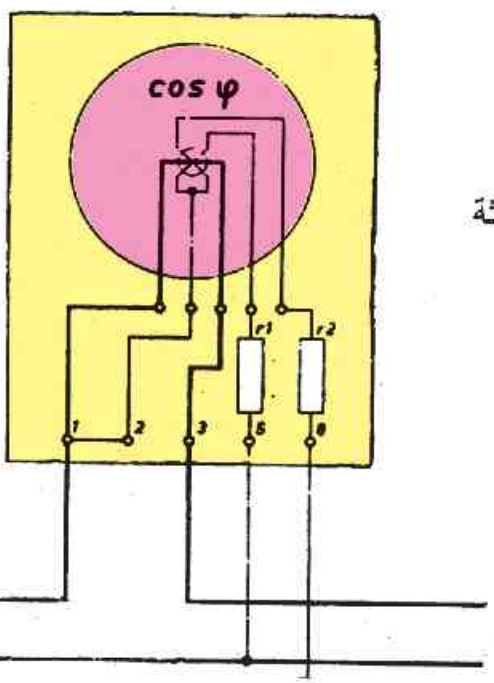
يحتوي الجهاز على مقاومة مغناطيسية لعمل انحراف في الطور لتغير الزاوية





جهاز قياس معامل القدرة في شبكات الثلاثة أطوار

لا نحتاج الى مغير للزاوية في شبكات الثلاثة أطوار وذلك لأن الضغوط فيها منحرفة فيما بينها بزاوية





تمرين (٢) :

المطلوب ربط جهاز قياس معامل القدرة مع محرك متاح لقراءة معامل قدرة المحرك

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-



العُدد المطلوبة :-

١- درنفيس عدل ومربع.

٢- كتر (قاطعة) .

٣- قاشطة.

٤- لاوية.

٥- بلايس.

المواد والاجهزة المطلوبة:-

١- محرك طور واحد.

٢- جهاز قياس معامل القدرة.

٣- مفتاح لحماية المحرك عند تشغيله.

٤- مصباح فلورسنت.

٥- مصباح إعتيادي.

٦- هولدر مصباح إعتيادي.

٧- أسلاك.

ملاحظة : يطبق التمرين على ثلاثة مراحل لتوصيل الحمل لقراءة معامل القدرة لكل حالة وكما يأتي :-

١- إستعمال مصباح إعتيادي فقط كحمل.

٢- إستعمال مصباح إعتيادي مع فلورسنت.

٣- إستعمال مصباح إعتيادي مع فلورسنت مع محرك.

أسئلة حول صيانة محولات القدرة وتحسين معامل القدرة.

س ١: بماذا تختلف محولات الطور الواحد عن الثلاثة أطوار ؟

س ٢: كيف يتم ربط المحولات ذات الثلاثة أطوار (محولات القدرة) ، التي بواسطتها تغذي المنازل والمعامل؟ وما هي الضغوط المستعملة ؟

س ٣: ماذا نعني بمحول Dy5 ، Yy0 ؟ واين تستعمل ؟

س ٤: كيف يتم صيانة المحولات ذات الثلاثة أطوار ؟

س ٥: ما هي الضغوط العالية المستعملة والمطلوب رفعها وخفضها من محطة التوليد وصولاً الى المستهلك ؟

س ٦: ما هو نوع المقاومات التي تؤثر سلباً على معامل القدرة ؟

س ٧: كيف يمكن رفع معامل القدرة وما هي الفائدة منها ؟

س ٨: بماذا يختلف جهاز قياس معامل القدرة للطور الواحد عن جهاز الثلاثة أطوار ؟

س ٩: ما عمل المنظومات الاوتوماتيكية التي تستعمل في تحسين معامل القدرة ؟

س ١٠: ما المقصود برلي (بوخهولتس) ؟ وما الفائدة منه ؟

س ١١: ما هي محتويات رلي بوخهولتس ؟

س ١٢: عدد الأخطاء الممكن حدوثها في المحولة .

س ١٣: ما هي الحالات التي يتأثر من خلالها رلي بوخهولتس ؟

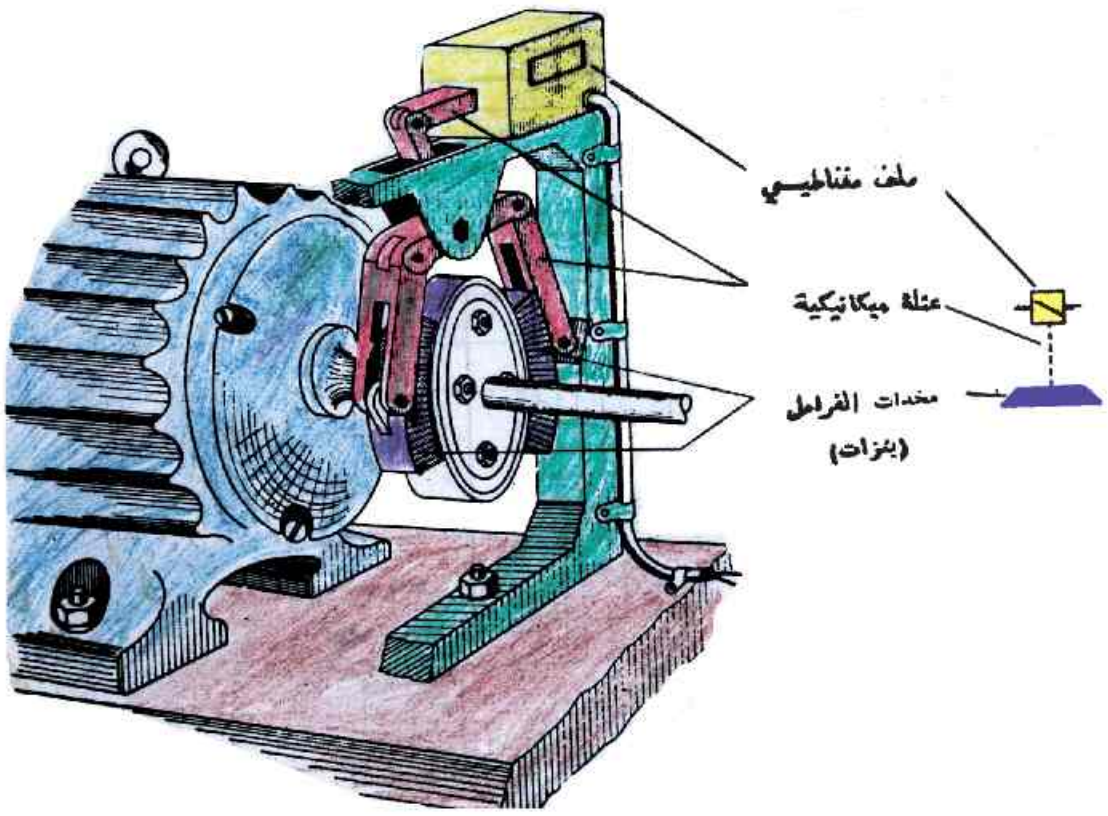
(١) التدريب على فرملة المحركات الكهربائية
واستعمال اجهزة قياس السرعة (الالكترونية – الميكانيكية – الضوئية)

١ – الفرملة في المحركات الكهربائية :- (Break)

من المهم في أحوال كثيرة يكون العمل على ايقاف محرك وبسرعة وعدم تركه يدور حتى يقف من تلقاء نفسه ويمكن الوصول إلى ذلك اما بفرملة المحرك ميكانيكياً أو كهربائياً ، فمثلاً تزود المصاعد الكهربائية بفرامل ميكانيكية تعمل على إيقاف المحرك في وقت محدد في الطابق المعني للوقوف ، وكذلك بعض المكائن الإنتاجية في المصانع وغيرها.

إذن يمكن تعريف الفرملة (البريك) :-

هي عملية إيقاف المحرك عن الاستمرارية في الدوران بعد فصل التغذية عنه



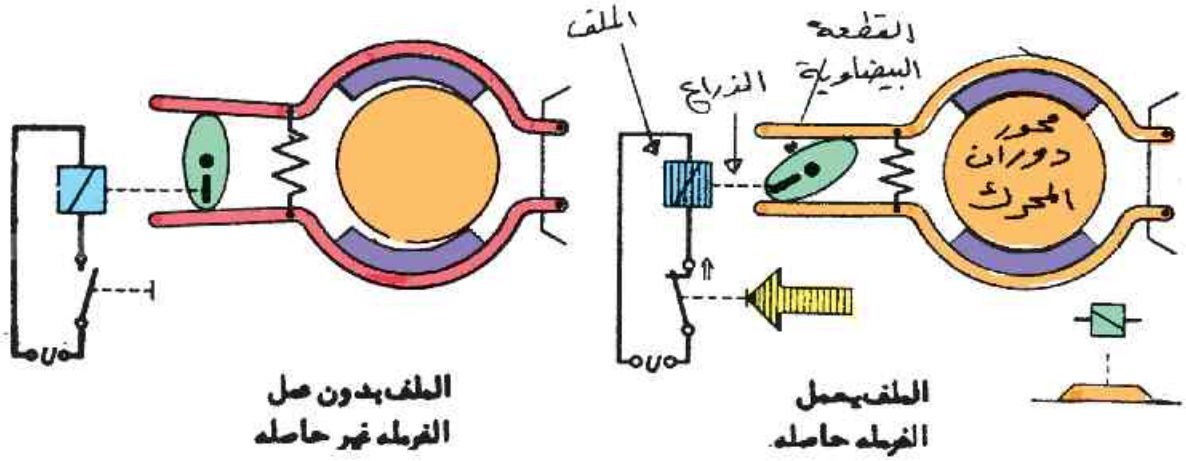
الفرملة تنقسم إلى نوعين :

١- الفرملة الميكانيكية :- وتعمل على شكلين هما :-

أ- الفرملة الغالقة :-

حيث تفرمل بالوقت الذي يحث فيه الملف الكهربائي التي تساعد على سحب فكوك الفرملة.

كما في الشكل الآتي.



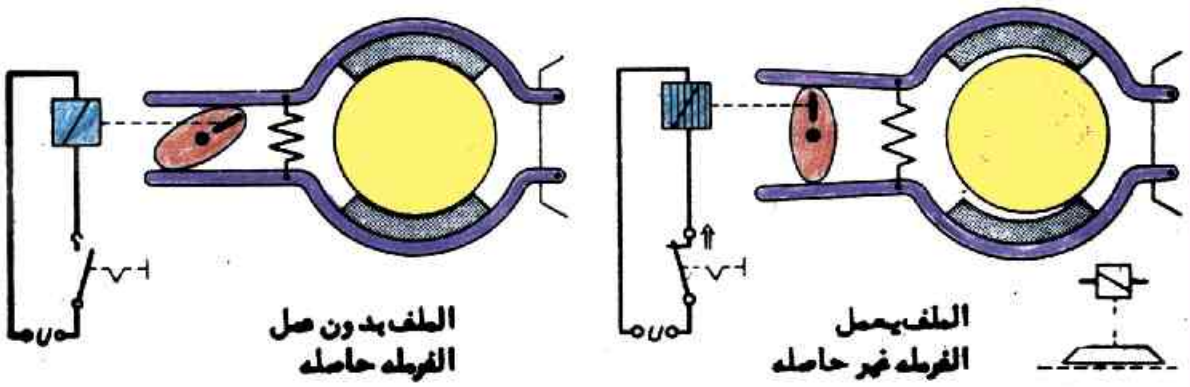
الملف بدون صل
الفرملة غير حاصلة

الملف يحمل
الفرملة حاصلة

ب- الفرملة الفاتحة :-

وتفرمل بالوقت الذي لم يحث فيه المجال الكهرومغناطيسي فتنفتح فكوك الفرملة وتفصل بالوقت الذي تتواجد فيه المغناطيسية الكهربائية التي تساعد على سحب العتلة الخاصة برفع الفكوك كالمستعملة في المصاعد.

والمخطط الآتي يوضح الربط.

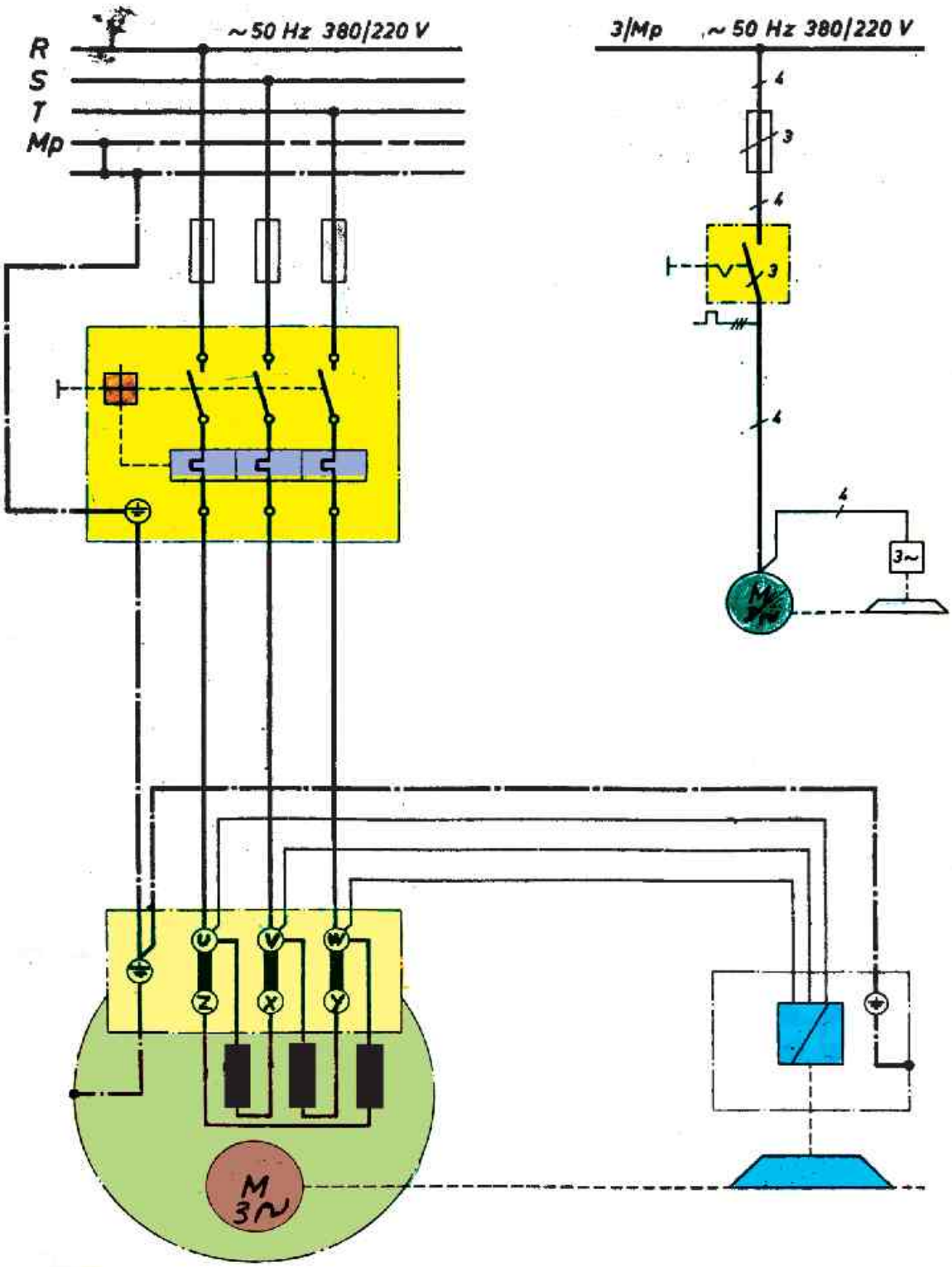


عند توصيل التيار للملف ينجذب الذراع فتكون القطعة البيضاوية في وضع عمودي فينفتح النابض ويصبح المحرك حر الحركة

عند قطع التيار عن الملف يندفع الذراع الى الأمام فتميل القطعة البيضاوية ويطبق النابض على محور دوران المحرك

الدائرة الكهربائية لتشغيل الفرامل توصل مباشرة مع دائرة المحرك (نقاط ربط المحرك) لكي تفتح الفرامل فقط عندما يدور المحرك فستنطبق فكوك الفرامل وتمنعه من الدوران نهائياً والعكس يمكن أن يحدث إذا دار المحرك والفرامل مغلقة (ماسكة) تمنعه من الدوران فسيؤدي الى عطب المحرك.

كما موضح في المخطط الآتي :


R
S
T
Mp
~50 Hz 380/220 V
3/Mp
~ 50 Hz 380/220 V
4
3
4
3
4
4
3~
U
V
W
Z
X
Y
M
3~

٢- الفرملة الكهربائية :-

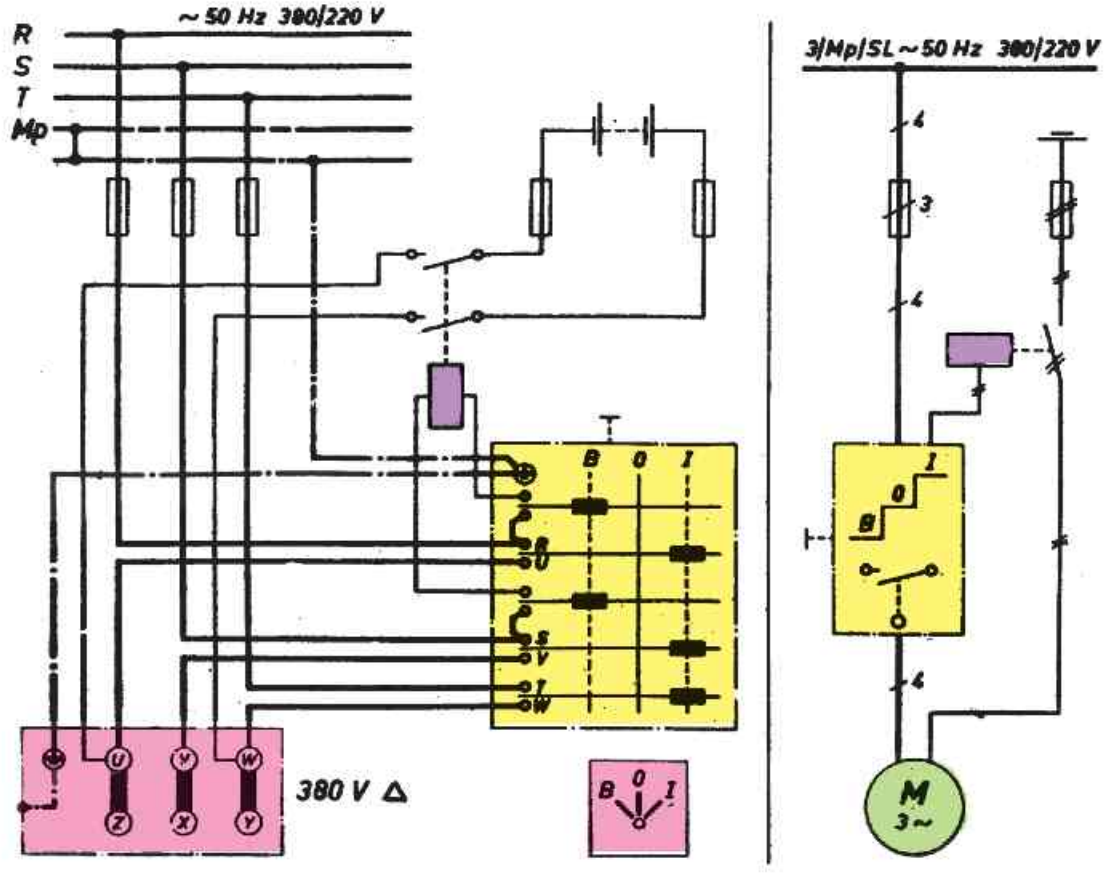
وهي تسليط مصدر تيار كهربائي على ملفات المحرك وتكون على نوعين هما :-

أ- الفرملة بواسطة تيار مستمر

عند تشغيل محرك ثلاثي الأطوار تكون سرعته عالية وعند إيقافه يبقى مستمراً بالدوران لفترة ليست قصيرة نتيجة الاستمرارية ولتفادي ذلك يتم فرملة المحرك بواسطة (تسليط ضغط من مصدر تيار مستمر على مجال الجزء الثابت فينشأ مجال مغناطيسي ثابت يؤثر على المجال المغناطيسي للمحرك فيتم إيقاف الروتور عن الحركة).

ولكي نحافظ على ملفات الجزء الثابت من زيادة الحمل لأن الضغط المستمر لن يلاقي مقاومة مغناطيسية فيجب الإنتباه الى تقليل قيمة الضغط المستمر عن الضغط الاسمي للمحرك.

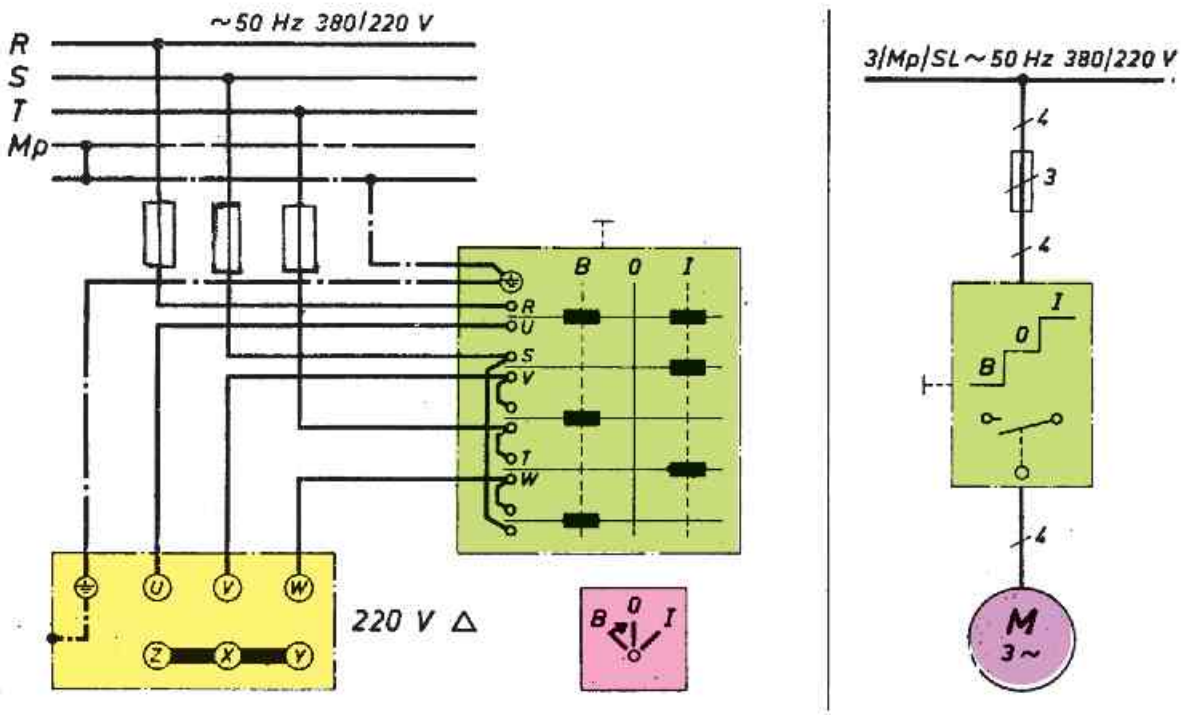
كما موضح في الشكل الآتي.



ب- الفرملة بواسطة عكس اتجاه التيار :-

بعد قطع دائرة المحرك بالإمكان عكس إتجاه التيار بتبديل خطين الواحد مكان الآخر ، كما في المفتاح العاكس فبواسطة المجال المغناطيسي المعاكس يفرمل المحرك بقوة ، ويجب الإنتباه عند استعمال مفتاح يدوي بألاّ يدور المحرك ثانية بالإتجاه المعاكس لذلك يعمـــل المفتاح في منطقـــة (الفرملة – B) بنابض (يرجع ذاتياً) .

كما في الدائرة الموضحة في الشكل أدناه.



تمرين عملي (١) :-

المطلوب تنفيذ تمرين لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح قاطع دورة خاص بالفرملة . يعمل المفتاح في منطقة الفرملة – B بحيث يتحول ذاتياً الى منطقة الصفر (0) أي الإيقاف . كما موضح في الشكل السابق

المستلزمات المطلوبة :-

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيس عدل.

٢- درنفيس مربع.

٣- كتر.

٤- بلايس.

٥- لاوية.

٦- قاشطة.

٧- مخصف.

٨- لوحة خشبية (٦٠ × ٦٠) سم .

٩- براغي للتثبيت.

المواد المطلوبة :-

١- قاطع دورة نوع (On – Off – Break).

٢- محرك ثلاثة اطوار.

٣- أسلاك ربط.

٤- مصهرات عدد (٣) أو سيركت بريكر ذو حماية مغناطيسية وحرارية.

(٢) استعمال اجهزة قياس السرعة
(الالكترونية – الميكانيكية – الضوئية)

قبل الدخول في طرق استعمال أجهزة قياس السرعة لابد من القاء نظرة على أساليب تنظيم سرعة المحركات والعوامل المؤثرة فيها ليتسنى تحديدها وقياسها ضمن الاجهزة الخاصة بذلك. عملياً لا يمكن تنظيم سرعة المحرك بالطرق الإعتيادية التي تعلمناها سابقاً بتشغيلها مباشرة على الشبكة كون ان سرعته تتحدد بعدد الأقطاب وتردد الشبكة ، كما في القانون الآتي :-

$$\text{عدد دورات المجال المغناطيسي} = \frac{60 \times \text{التردد}}{\text{عدد أزواج الاقطاب}}$$

$$Ns = \frac{60 \times F}{P}$$

حيث ان Ns تمثل سرعة دوران المجال المغناطيسي الحاصل في الجزء الثابت وهي ليست السرعة الفعلية (n) المثبتة عادة على لوحة التسمية للمحرك ، لذلك يمكن القول اننا نستطيع التحكم بسرعة دوران المحرك بالسيطرة على أحد العوامل الآتية :-

١- عن طريق تنظيم التردد ويتم ذلك بواسطة أجهزة خاصة.

٢- عن طريق تغيير عدد الأقطاب المغناطيسية بواسطة مفاتيح خاصة سنأتي على ذكرها مع الدوائر الكهربائية الخاصة بها.

٣- عن طريق وضع تروس مسننة (دشالي) تزيد أو تقلل السرعة حسب قطر ومحيط التروس المستعملة ، فاذا كان محيط الكبير مثلاً خمسة أضعاف محيط الصغير تتغير السرعة بنسبة (1: 5) و (5: 1) وهكذا ، ومثال ذلك مثرمة اللحم والمثقب الكهربائي والمخرطة والمصاعد الكهربائية وما شابه ذلك .

٤- هناك محركات خاصة في تصميمها يتم من خلالها السيطرة على السرعة بتغيير الضغط الواصل الى المحرك كأن يكون ربط مقاومات متغيرة قبله وطرق أخرى.

تغيير قيمة التردد في المحركات

يجب أن يعمل أي محرك بقيمة الضغط والتردد نفسها التي تمَّ حسابها في تصميم المحرك فإذا كان المحرك مصمم للتشغيل على (380 فولت / 50 هيرتز) وتم تشغيله بالضغط نفسه ولكن بتردد (60 هيرتز) ، في هذه الحالة سيعمل المحرك بقدرة اقل وبالنتيجة إذا تم تحميله بحمل كامل سيؤدي الى إرتفاع درجة الحرارة وتلف المحرك ، مع ملاحظة ان سرعة المحرك سترتفع تبعاً لقانون السرعة :-

$$Ns = \frac{60 \times F}{P}$$

فمثلاً إذا كان المحرك (٢) قطب في حالة تشغيله على (50) هيرتز تكون سرعته (3000) دورة / دقيقة ، اما إذا اشتغل على تردد (60) هيرتز فستكون سرعته (3600) دورة / دقيقة .

والعكس صحيح أيضاً فاذا كان المحرك مصمماً على (380 فولت / 60 هيرتز) وتم تشغيله على (380 فولت / 50 هيرتز) سترتفع قدرته وترتفع أيضاً درجة حرارته ويؤدي كذلك الى إنخفاض سرعته من (3600) دورة / دقيقة الى (3000) دورة / دقيقة والى تلف ملفاته.



تغيير السرعة بالتحكم في قيمة التردد

ويتم ذلك باستعمال جهاز (Speed – Control) وهو يتحكم الكترونياً في قيمة التردد ، ويمكن بواسطته رفع قيمة التردد ويبقى المحرك يعمل بالكفاءة نفسها ودون إرتفاع في درجة حرارته وهو يتحكم أيضاً في الضغط بحيث كلما زاد التردد يزداد معه الجهد لكي تبقى القدرة ثابتة وكلما انخفض التردد ينخفض الجهد بنسب محددة تجعل عمل المحرك بكفاءته الطبيعية في كل السرعات.









الآن نريد أن نحدد بالضبط مقدار السرعة الفعلية التي هي أصلاً تهمنا عملياً لأن اداء الماكنة يعتمد على سرعة المحرك ولضمان الأداء الصحيح والإنتاج الجيد علينا في حالات كهذه استعمال أجهزة خاصة لتحديد السرعة الفعلية لمحور الدوران وهذه الأجهزة تختلف فيما بينها بالتركيب واسلوب العمل ودقة القياس.









نماذج مختلفة من أجهزة قياس السرعة

(٢) أجهزة قياس السرعة

أ - الأجهزة الالكترونية الرقمية :-

تحتوي على محور دوران ينتهي بقطعة مطاطية يمكن استبدالها باشكال مختلفة تكون مناسبة لملامستها محور دوران المحرك المراد قياس سرعته ، يعمل هذا المقياس على توليد ق.د.ك في داخله لتظهر النتيجة على شكل أرقام تمثل عدد دورات المحرك في الدقيقة الواحدة.





ب – الأجهزة الميكانيكية :-

شكلها الخارجي وطريقة ملامستها للمحرك الذي يراد قياس سرعته تكون مشابهة لذلك الالكتروني الرقمي ولكن تركيبها الداخلي يكون بطريقة ميكانيكية وتظهر النتيجة بشكل مؤشر كمؤشر أجهزة قياس الضغط أو التيار ليقف عند الرقم المناسب لعدد الدورات في الدقيقة الواحدة. ومنها ما يظهر نتائجه على شاشة رقمية.





ج- الأجهزة الضوئية :-

عبارة عن جهاز باعث ضوئي مشابه (للتورج لايت) يرسل اشعاعات منها أشعة فلورية وأخرى تبعث أشعة تحت الحمراء وتكون متذبذبة ويمكن التحكم بذبذبتها بالثانية والدقيقة.

تلصق قطعة صغيرة من شريط ورقي على جانب من محور دوران المحرك المراد قياس سرعته أثناء توقفه ثم تشغيله ليدور بالسرعة المراد قياسها ويوجه الإشعاع الضوني على ذلك الشريط ، فعندما نرى قطعة الشريط اللاصق وكأنها واقفة لا تتحرك (بسبب توافق سرعة ظهور الشريط مع تردد انبعاث الضوء) عندها نلاحظ مقدار التذبذب الإشعاعي الذي يدل على سرعة دوران ذلك المحرك المراد قياس سرعته.



الجهاز نفسه يمكن استعماله للحالتين الالكترونية بواسطة القطعة المطاطية الملامسة للمحور وبالوقت نفسه يمكن استعماله ضوئياً



هذه المروحة تدور عند تسليط الإشعاع عليها تبدو وكأنها واقفة وذلك لتوافق دورانها مع تردد الإشعاع

تمرين عملي (٢) :

المطلوب ربط وتشغيل محرك وقياس سرعته ، بواسطة كل من أجهزة قياس السرعة الالكترونية والميكانيكية والضوئية

المستلزمات المطلوبة :-

العُدد المطلوبة :-



١- كتر.

٢- بلايس.

٣- درنفيس عدل.

٤- درنفيس مربع.

٥- قاشطة.

٦- لاوية.

٧- مخصف.

٨- مطرقة صغيرة.

٩- مسطرة قياس أو فيتة.

المـــــــواد :

١- جهاز قياس السرعة الكتروني أو ذو مؤشر.

٢- جهاز قياس السرعة ضوئي.

٣- جهاز قياس السرعة ميكانيكي.

٤- أسلاك للتوصيل.

٥- محرك (حسب المتوفر).

٦- مفتاح سيركت بريكر لحماية المحرك عند تشغيله.

٧- براغي لتثبيت الأجهزة.

أسئلة عن موضوع فرملة المحركات وقياس سرعتها

س ١: عرف الفرملة وعدد أنواعها.

س ٢: ما المقصود بالفرملة الفاتحة؟

س ٣: ماذا تعني الفرملة الغالقة؟

س ٤: كيف يمكن الحصول على الفرملة بواسطة عكس اتجاه التيار؟

س ٥: كيف تتم الفرملة بواسطة التيار المستمر؟ اشرح ذلك.

س ٦: ما هي العوامل المؤثرة على السرعة؟ وما هو قانون السرعة؟

س ٧: لديك محرك مسجل عليه (380 فولت / 50 هيرتز) وتم تشغيله بالضغط نفسه ولكن بتردد (60 هيرتز) فماذا يحدث؟

س ٨: ما هي الأجهزة المتاحة لتغيير السرعة مع تغيير التردد؟

س ٩: كيف يعمل الجهاز الالكتروني الرقمي لقياس سرعة المحركات؟

س ١٠: ما هو أساس عمل الجهاز الميكانيكي لقياس سرعة المحركات؟

س ١١: اشرح تركيب وعمل الجهاز الضوئي لقياس سرعة المحركات.

التدريب على مبدلات التيار المتناوب
والشاحنات الكهربائية

رغم انتشار التيار المتناوب ومجال استعماله الواسع لتشغيل أغلب الأجهزة المستعملة في حياتنا العملية ، لا زالت الحاجة لتوفير التيار المستمر لتشغيل كثير من الأجهزة الكهربائية الحياتية لاسيما الالكترونية منها مثل أجهزة الهاتف النقال (الموبايل) وأجهزة الإستقبال الإذاعي والتلفزيوني وأجهزة الحاسوب (الكومبيوتر) وغيرها الكثير.

والأسهل والأرخص أن نوصل تلك الأجهزة الى الشبكة الإعتيادية في المنزل أو المكتب لاداء عملها.

ولتبديل التيار المتناوب لمصدر الشبكة الى تيار مستمر ولأجل عمل الجهاز المعني كما يجب توضع داخله مبدلات خاصة لهذا الغرض ، البعض من الأجهزة ومنها الأجهزة النقالة تعمل بالبطارية لأن تيار البطارية أصلاً هو تيار مستمر.

والبطاريات كما نعلم على نوعين : منها ما ينتهي عمره وأداؤه ويستبدل كالبطاريات الجافة المعروفة باحجامها المختلفة الصغيرة والمتوسطة والكبيرة التي تعطينا ضغطاً كهربائياً مستمراً قدره (١،٥) فولت للخلية الواحدة مؤشرة ومحددة أقطابها الموجب (+) والسالب (−).

والنوع الآخر من البطاريات قابل لإعادة تنشيطه بشحنه باستمرار لبقاء الضغط الكهربائي المستمر كما يحصل في أجهزة الموبايل والسيارات.

هذه البطاريات القابلة للشحن منها السائلة مثل بطارية السيارة التي تتكون من عدة خلايا كل منها يعطي (٢) فولت للخلية الواحدة .

والنوع الثاني من هذه البطاريات صغيرة الحجم ، وهي بطاريات معدنية أو ما تسمى (النيكل كادميوم) التي تعطينا ضغطاً (١,٢) فولت للخلية الواحدة.

وتستعمل في الأجهزة النقالة والكاميرا الالكترونية وبعض وسائل الإنارة الصغيرة اليدوية (التورج لايت torch Light) .

من مجمل ما تقدمنا به سنحتاج الى تيار مستمر لتشغيل معظم الأجهزة الالكترونية وبعض المحركات الكهربائية الخاصة والطلاء الكهربائي وتغذية الأقطاب المغناطيسية للمولدات كما في (المغذي) الموجود في مولدات التيار المتناوب (Exciter) وعملية اللحام الكهربائي وغيرها من أجهزة قد تصادفنا في حياتنا العملية التي يستوجب اداء عملها مصدر للتيار المستمر.

وبما ان المصدر الرئيسي للكهرباء الذي في متناول أيدينا هو مصدر تيار متناوب فمن الواجب أن نتعرف على وسائل توحيد التيار المتناوب للحصول على التيار المستمر وكذلك سنحتاج للتعرف على جهاز الشحن الكهربائي الذي يقوم بتنشيط البطاريات الخاصة القابلة للشحن ، لذلك سنتناول موضوعين للشرح والتوضيح :-

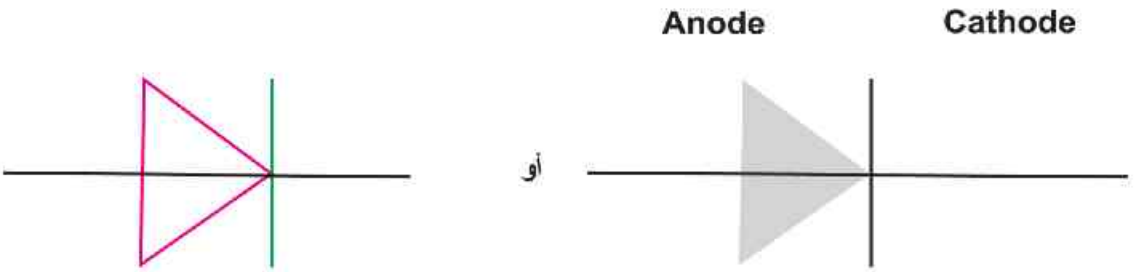
١- مبدلات التيار.

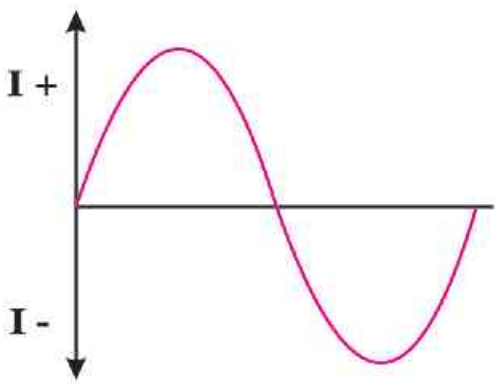
٢- الشاحنة الكهربائية .



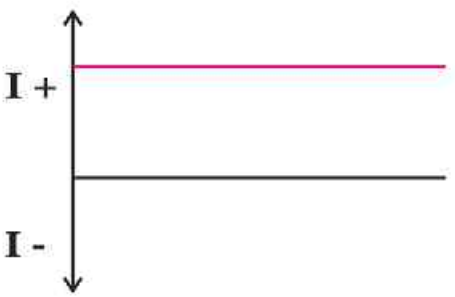
(١) مبدلات التيار المتناوب الى مستمر (Rectifier أو Diode)

يرمز له : -

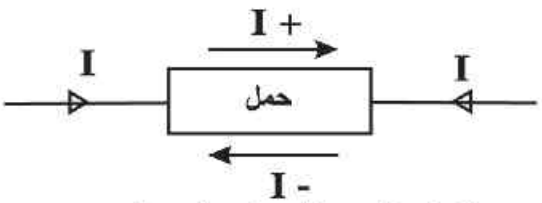


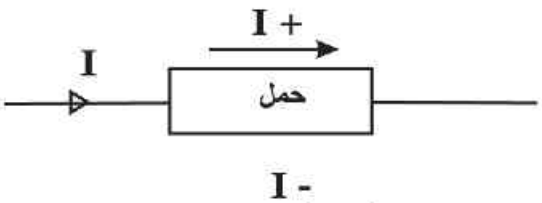


التيار الذي يغذي الحمل متناوب



التيار الذي يغذي الحمل مستمر





عملية التبديل هذه أو تسمى التوحيد أيضاً ، يعني ان نمنع التيار من أن يمر باتجاهين متغيرين وانما في اتجاه واحد فقط (مستمر) تتركز هذه العملية على استعمال مبدل أو (دايود) ويسمى كذلك (ركتفاير) ويوجد منه أنواع وأحجام مختلفة حسب الجهاز الذي تستعمل فيه ومقدار كل من الضغط الذي تعمل عليه وكذلك التيار الذي تتحمل امراره خلالها .

نذكر بعض أنواعها :-

١- المبدلات التي تعمل بالتفريغ الغازي (الصمامات).

٢- المبدلات الزئبقية.

٣- المبدلات الالكترونية (أشباه الموصلات).

٤- مبدل الجرمانيوم.

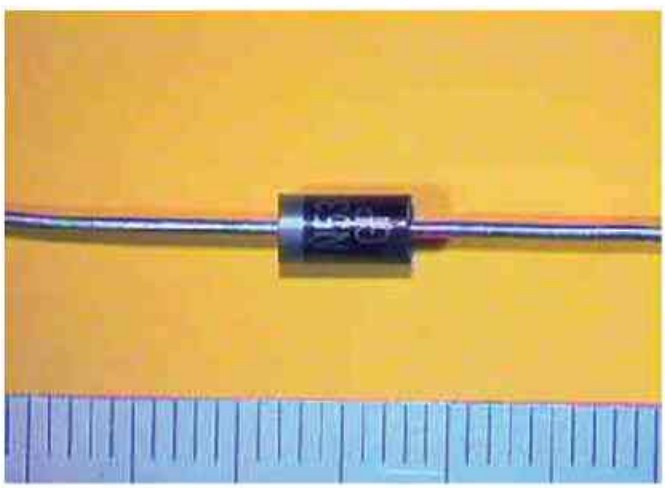
٥- مبدل أوكسيد النحاس.

سنتناول نوعين من هذه الأنواع والتي تعتبر أكثر إستعمالاً في حياتنا العملية :-

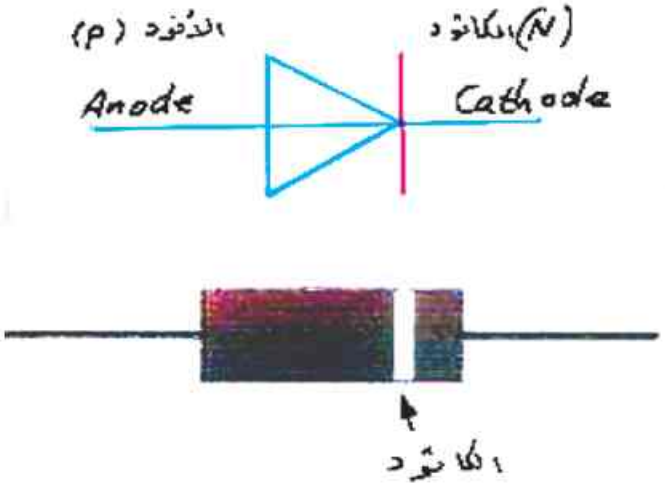
١- المبدلات الالكترونية - التي تستعمل عادة في الأجهزة الالكترونية بصورة عامة.

٢- مبدلات أوكسيد النحاس - التي تستعمل عادة في أجهزة لحام القوس الكهربائي والتي تتحمل إمرار تياراً عالياً.

١- المبدلات الالكترونية (الدايود) .

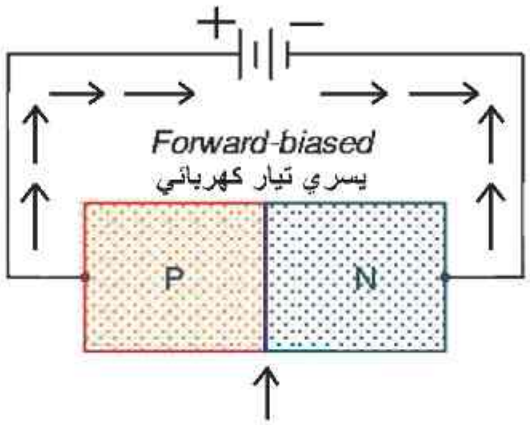


عبارة عن قطعتين متلاصقتين من مادتين شبه موصلة ، أحدهما تسمى أنود (P) تحتوي على أيونات موجبة والثانية تسمى كاثود (N) تحتوي على أيونات سالبة.



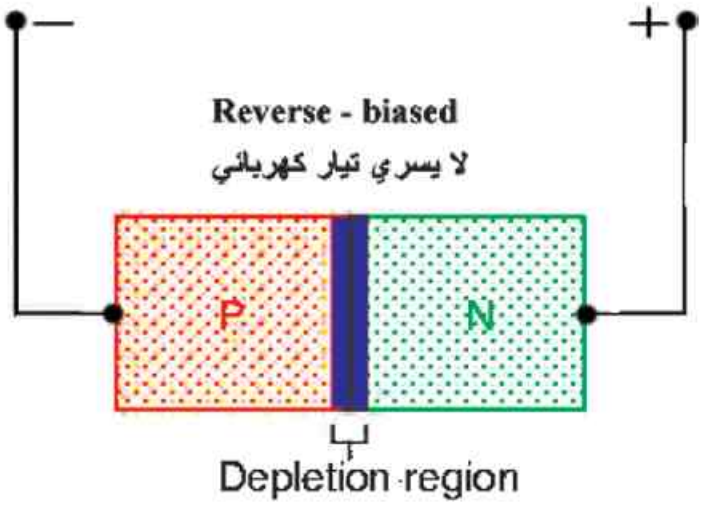
تتكون في الوسط بين القطعتين منطقة محايدة تتعادل فيها الذرات يمكن توسيعها لتعتبر حاجزاً يمنع مرور التيار الكهربائي أو أن تضيق وتتلاشى لتسمح بمرور التيار الكهربائي.

إذا أوصلنا القطب الموجب لمصدر تيار مستمر الى القطعة شبه الموصلة (P) والقطب السالب للمصدر إلى القطعة شبه الموصلة (N) فسيتلاشى الحاجز الجهدي ويسري تيار كهربائي خلال الدايود.



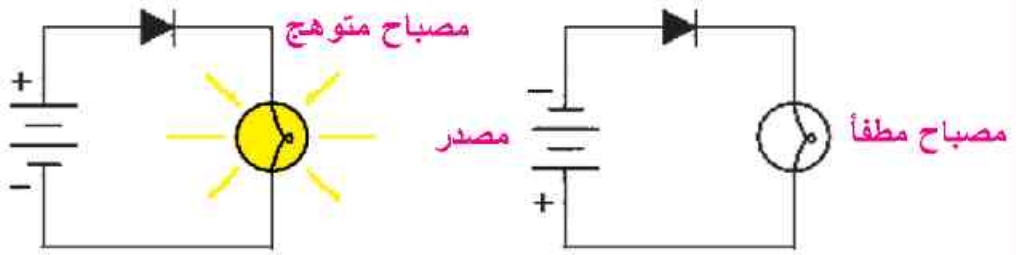
تلاشي الحاجز الجهدي (لا يوجد)

أما إذا عكسنا أقطاب المصدر بحيث يوصل الموجب الى القطعة (N) والسالب الى القطعة (P) فستنتقل الأيونات الزائدة من القطعة (N) وتسد الثغرات في أيونات القطعة (P) وتتزايد الذرات المتعادلة في الحاجز الجهدي ويتسع وتمنع مرور التيار الكهربائي ، وتصبح كأنما عازلة.



الحاجز الجهدي

Diode operation



Current permitted
Diode is *forward-biased*

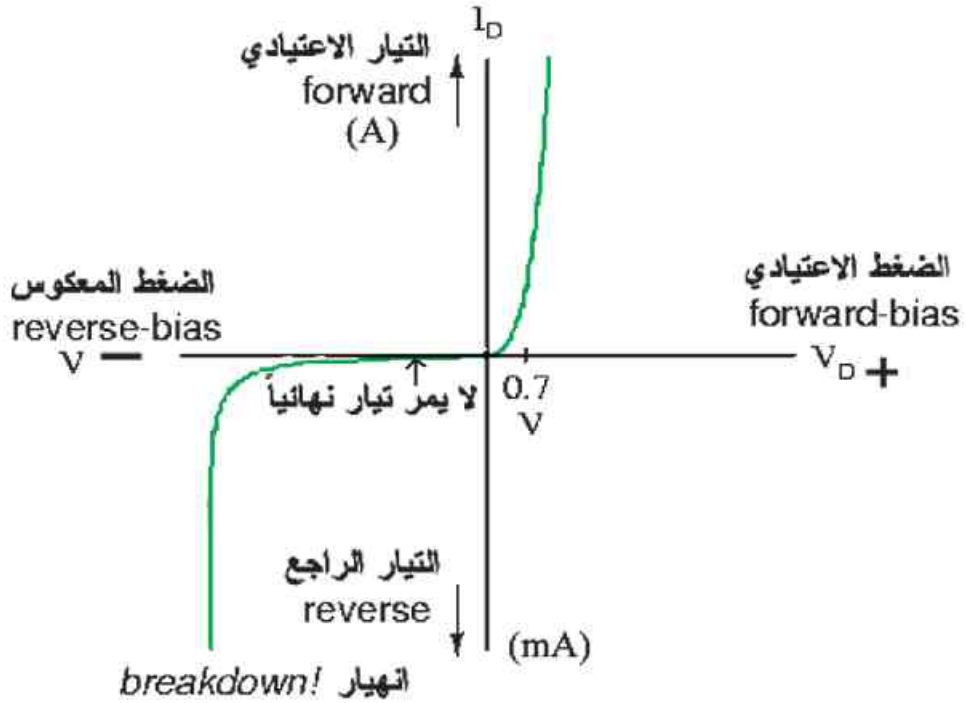
الربط الإعتيادي للبطارية ، الدايود يمرر تياراً كهربائياً المصباح متوهج

Current prohibited
Diode is *reverse-biased*

الربط المعكوس للبطارية ، الدايود يقطع الدائرة الكهربائية ، المصباح مطفأ

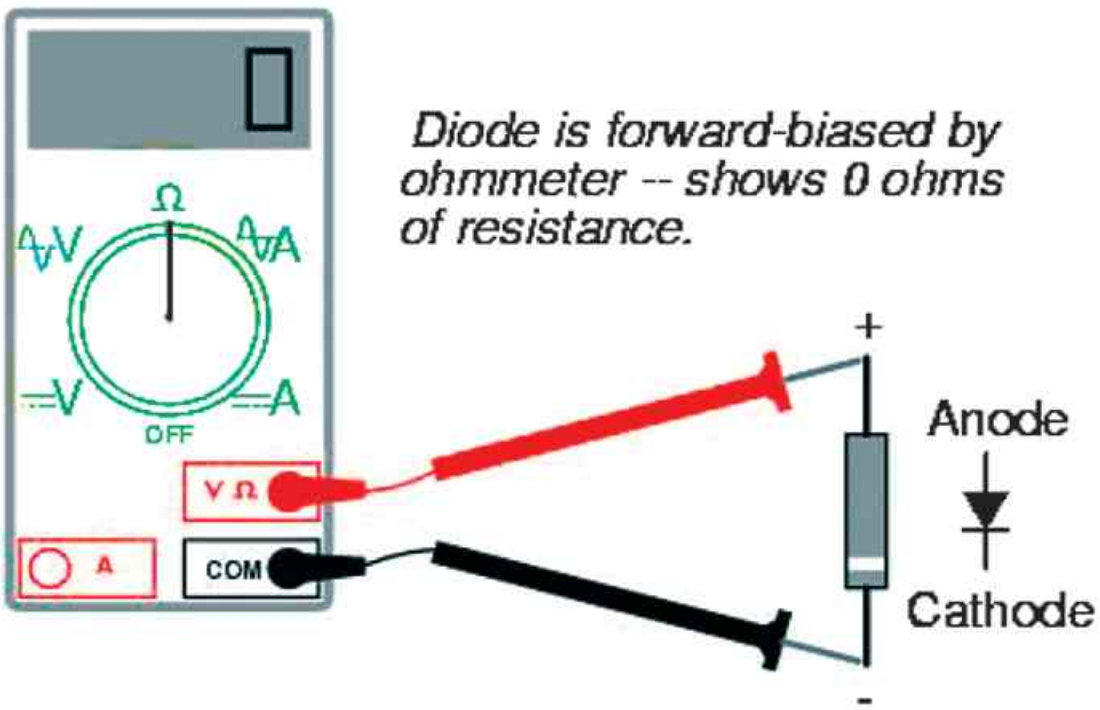
الخط البياني الآتي يوضح مرور التيار الكهربائي (التيار الإعتيادي) عندما يوصل القطب الموجب للمصدر الى القطعة شبه الموصلة (P) (الضغط الاعتيادي) .

ثم نلاحظ عندما تنعكس قطبية المصدر (الضغط المعكوس) لا يمر تيار نهائياً ، إلاّ إذا إزداد الضغط المعكوس عن حده المقرر ، عندها سيمر تيار ضعيف جداً (ملي امبير) وعندما يزداد الضغط المعكوس كثيراً سينهار الدايود ويتلف.



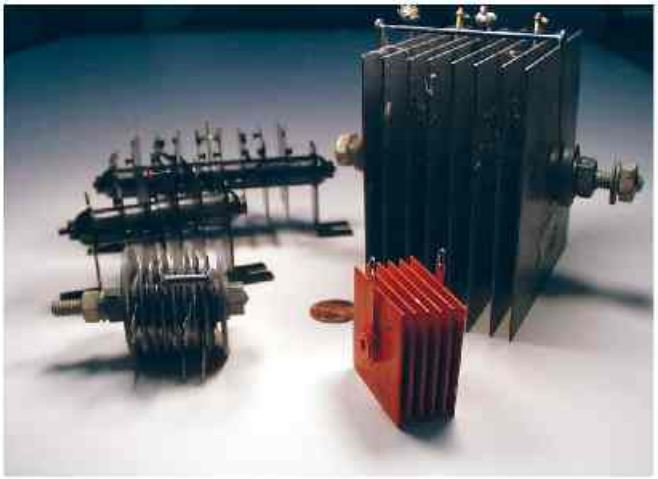
عندما يراد فحص الدايود لمعرفة صلاحيته ، يتم ذلك على مرحلتين :-

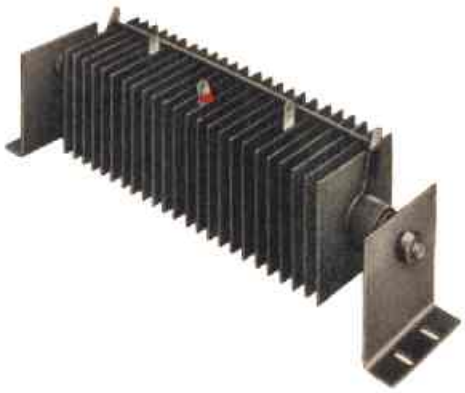
١- بواسطة جهاز قياس المقاومة (اوميتر) ، يفترض أن يؤشر الجهاز مقاومة تقريباً (صفر) وكأنما نفحص موصل.



٢- نغير أطراف توصيل الاوميتر بالدايود بالاتجاه المعاكس ، يفترض أن لا يؤشر أو أن يؤشر مقاومة عالية جداً ، وكأنما نفحص عازل ، ذلك يدل على سلامة وصلاحية الدايود.

٢- مبدل أوكسيد النحاس :-

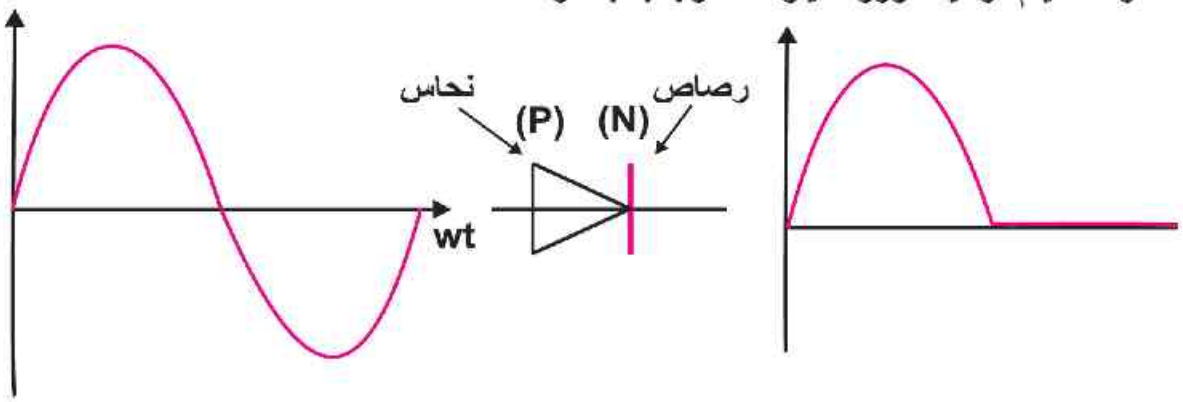




يكون لوح الموحد على الأغلب من النحاس الذي يمثل دخول التيار ويكون جانبه الآخر مؤكسد يضغط عليه لوح من الرصاص يمثل خروج التيار.

بين هاتين المادتين تكون المنطقة المحايدة لتمرير أو حجب التيار الكهربائي ، فعندما يكون القطب السالب على جهة النحاس يمنع التيار من المرور ، اما إذا كان موجب فسيمر التيار الكهربائي.

وهكذا يتم توحيد مرور التيار المتناوب باتجاه واحد فقط.



يصمم كل لوح لتوحيد ضغط متناوب قدره (٢٥) فولت.

فمثلاً إذا أُريد توحيد ضغط مقداره (٢٢٠) فولت الى مستمر فنحتاج الى عدد ألواح كالآتي :-

$$\frac{\text{٢٢٠فولت}}{\text{٢٥فولت}} = ٨,٨$$

وهذا الرقم يحسب (٩) الذي يمثل عدد الألواح التي تربط بالتوالي مع بعضها.

أي أن عدد الألواح يتناسب مع الضغط المطلوب وحجمها له علاقة بالتيار الذي يسري في الألواح.

ولغرض أن تحافظ على أدائها يفترض أن لا ترتفع درجة الحرارة عن (٨٠°م)وللحفاظ على عدم إرتفاع حرارتها يتم تبريدها اما بالهواء الطبيعي أو أحياناً بالزيت الخاص.

طبيعة تكوينها من مجموعة من الألواح يجعل تبريدها ذاتياً حيث الحرارة المنبعثة من زعانفها تطرح الهواء الساخن بعيداً وتسحب بدله هواءً طبيعياً وتعد هذه الحالة تهوية طبيعية.

لهذا السبب يجب أن يكون وضع الألواح بشكل عمودي دائماً.



عند ربط الموحدات في الدوائر الكهربائية يؤخذ بنظر الإعتبار نوع الحمل الذي سيعمل عليه ، فإذا كان الحمل عبارة عن مقاومة طبيعية أو مغناطيسية مثل(تشغيل محرك تيار مستمر أو عملية الطلاء الكهربائي وغيرها) يسمى هذا الحمل (حمل طبيعي) .

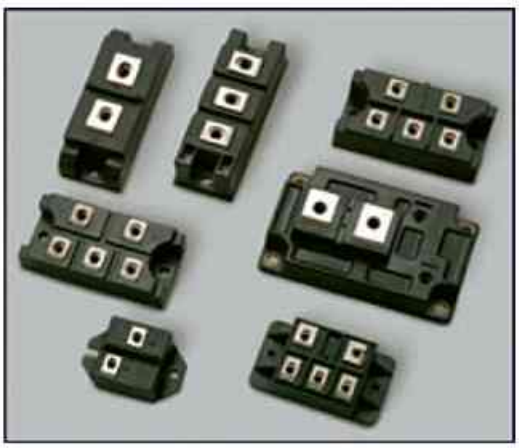
اما إذا كان الحمل الذي يعمل عليه عبارة عن بطارية مثلاً فيسمى هذا الحمل (حمل ذو ضغط معاكس).

ولكي لا يكون الضغطان متساويين بحيث لا يسري تيار فيجب ان يكون ضغط المصدر (ضغط الموحد) أكبر من ضغط البطارية لأجل ان يسري تيار ليؤدي غرض شحن البطارية.

هذا ويفترض أن يثبت على كل موحد اللوح الأمامي (الذي قد يتكون من مجموعة الواح) ، الضغط المتناوب الذي يعمل عليه والضغط المستمر الحاصل منه ثم التيار المسموح إمراره به وكذلك طريقة ربطه ، فضلاً عن اسلوب التهوية التي يعمل عليها الموحد أو المبدل.







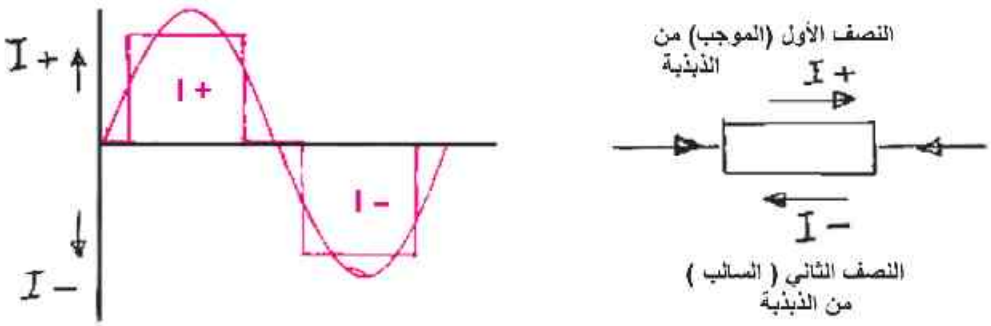


أشكال مختلفة من الموحدات

تبديل التيار المتناوب إلى تيار مستمر (توحيد التيار) :-

علمنا سابقاً ان الموحد (الدايود) يسمح بمرور التيار الكهربائي باتجاه ولا يسمح له بالرجوع بالإتجاه المعاكس.

وبما أن ذبذبة التيار المتناوب الكاملة عبارة عن نصفين أحدهما يمرر التيار باتجاه معين والنصف الآخر يمنع من المرور بالإتجاه المعاكس كما نلاحظ ذلك في الرسم الآتي :-



يعني ذلك ان الذبذبة الواحدة تمثل في نصفها الأول (الموجب) ان البطارية موصلة بالمقاومة (الحمل) بقطبية بحيث تمرر التيار باتجاه معين.



اما في نصفها الثاني (السالب) فكأنما تم عكس قطبية البطارية بحيث تمرر التيار بالإتجاه المعاكس.

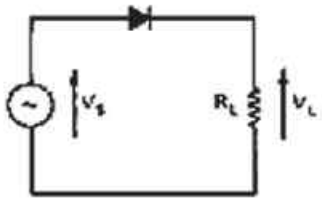


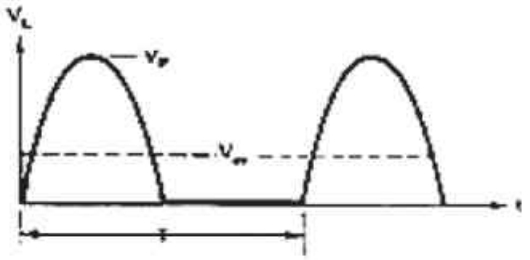
لهذا السبب سيسمح (الدايود) بمرور التيار في نصف موجة (الموجب) فقط والنصف السالب لا يسمح له بالمرور.

طرق تبديل أو توحيد التيار المتناوب الى مستمر

١- الربط الأُحادي :-

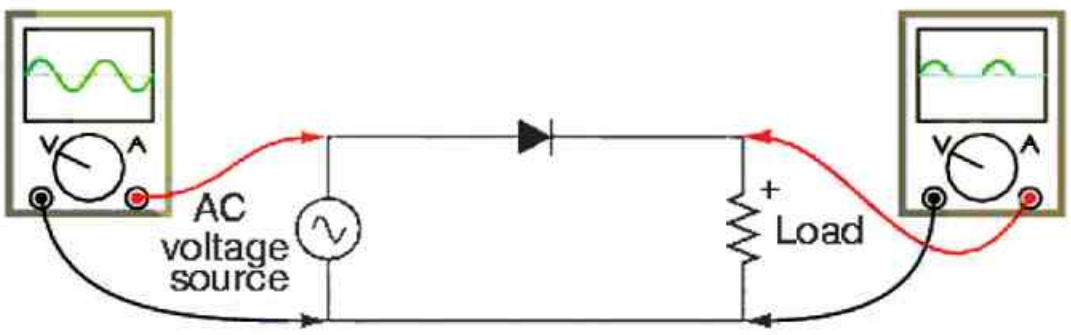
يربط الدايود بالتوالي ويسمح بمرور التيار باتجاه واحد دون السماح له بالمرور بالإتجاه المعاكس ، يعني سنحصل على نصف الموجة الموجب فقط .





نحصل على تيار مستمر متقطع ، حيث يمنع مروره بالإتجاه السالب ، تسمى هذه الدائرة دائرة توحيد بنصف الموجة (Half wave) كما مبين في المخطط التالي الذي يحتوي على جهاز لعرض أي من ذبذبتي التيار أو الضغط لكل من نوعي التيار المتناوب أو المستمر.

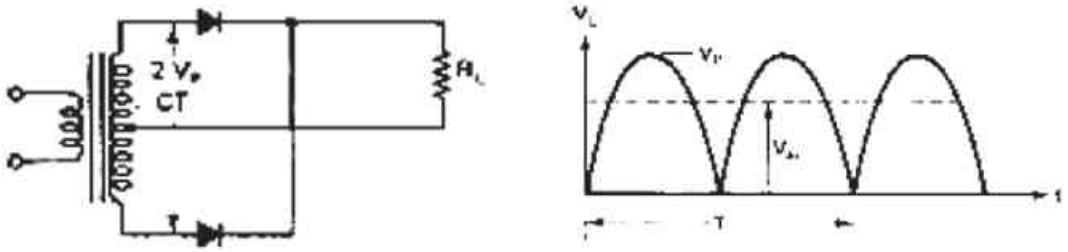
Half-wave rectifier circuit



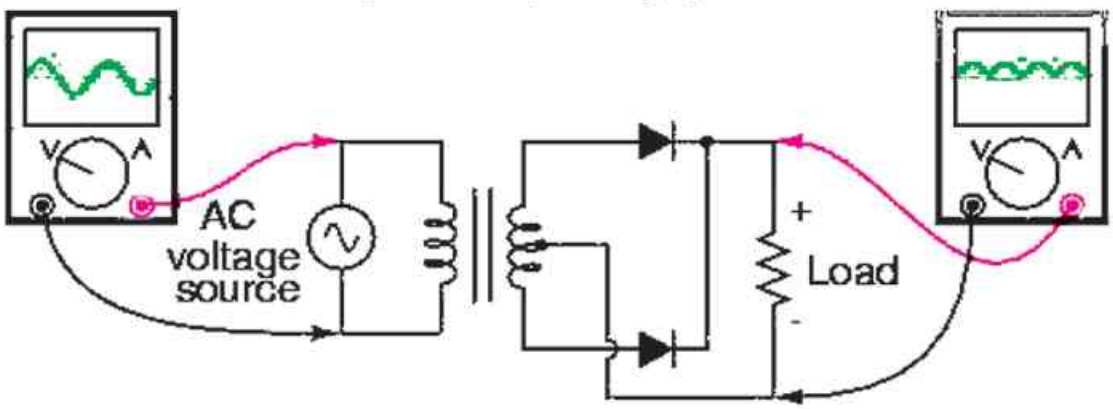
جهاز عرض الذبذبة للتيار أو الضغط الكهربائي

٢- الربط الثنائي :-

بطريقة النقطة الوسطية للمحول ، حيث يمرر كلا التيارين الموجب والسالب لنصفي الموجة باتجاه واحد (الموجب) لنحصل على تيار مستمر بموجة كاملة **Full wave**.

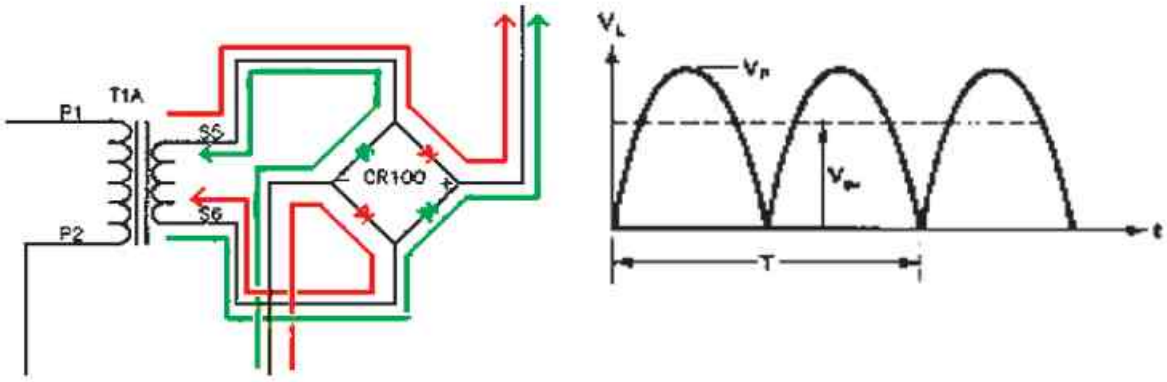


Full-wave rectifier circuit
(center-tap design)

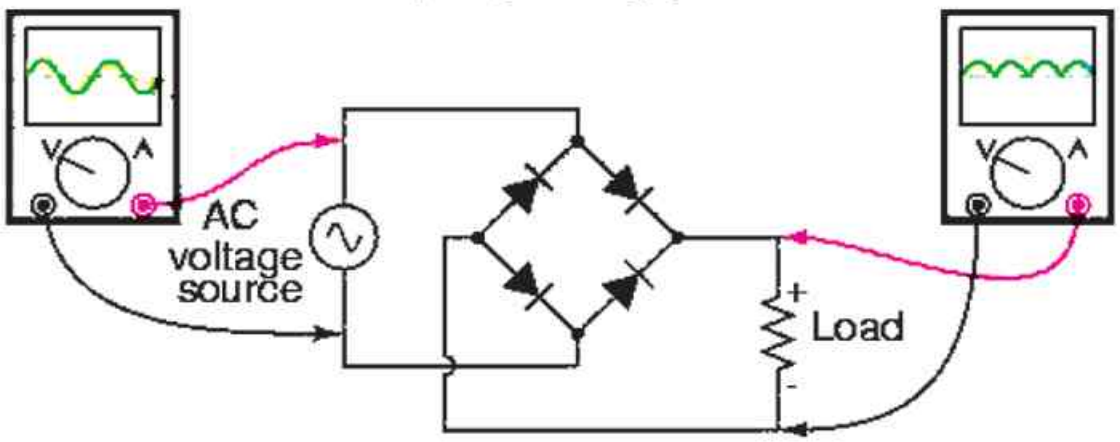


٣- الربط الرباعي (طريقة الجسر) (Bridge Circuit) :-

نحصل كذلك على تيار مستمر بموجة كاملة ، حيث يمرر كذلك كلا التيارين الموجب والسالب باتجاه واحد (موجب) .



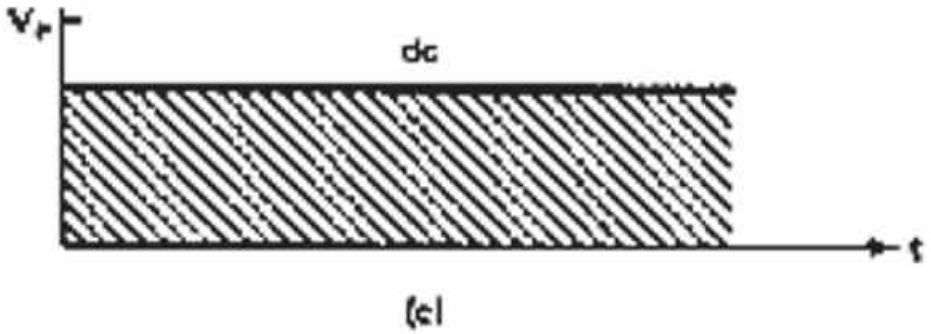
Full-wave rectifier circuit (bridge design)



هذه الموجة الكاملة تمثل تياراً مستمراً لأنه يسري باتجاه واحد فقط ولكنه لا يعتبر نقياً ، كونه يرتفع الى الحد الأعلى وينخفض الى الصفر وهكذا.

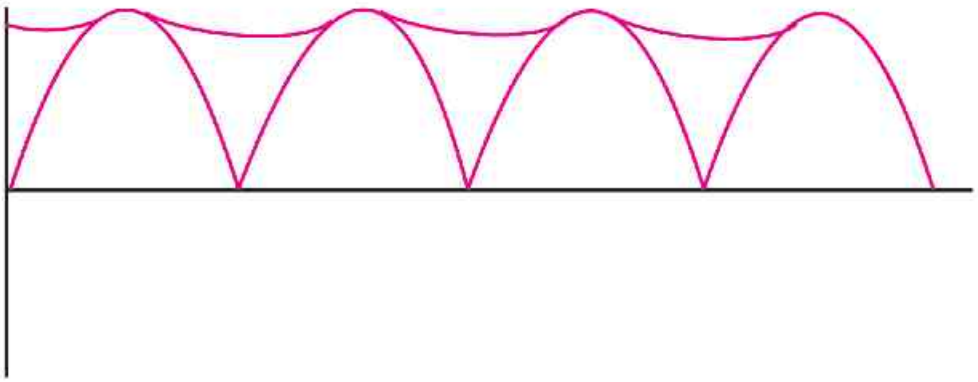
وبما ان التيار المستمر النقي (١٠٠%) يمكن الحصول عليه من البطارية فقط.

والذي يتمثل بالخط البياني الآتي :-

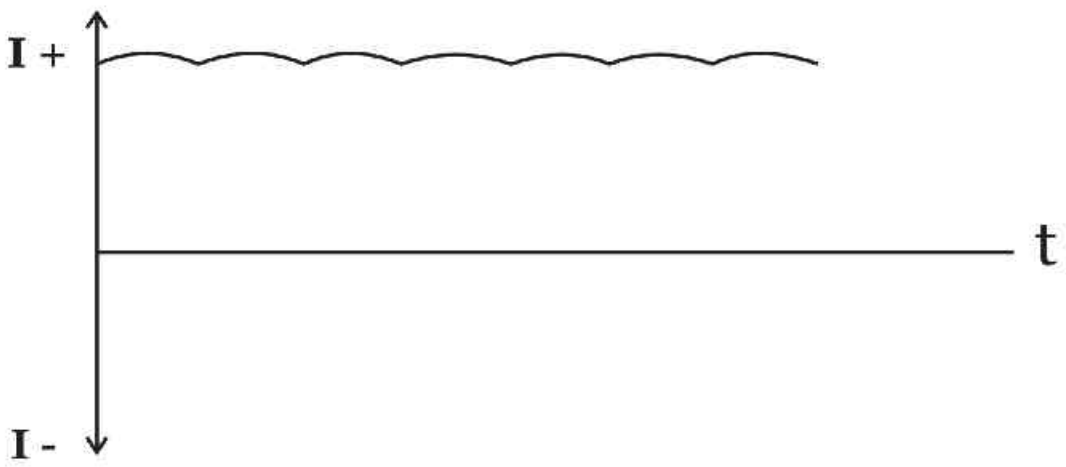


(ج)

لذا بالإمكان تنقية التيار المستمر الذي حصلنا عليه بالموجة الكاملة وذلك باستعمال مكثفات وملفات تسمى المرشحات (Filter) تقوم بخزن القوة الدافعة الكهربائية عند ارتفاع الموجة ووصولها الحد الأعلى ، وعندما تبدأ بالإنخفاض يبدأ المرشح بتفريغ شحنته التي خزنها وهكذا نحصل على تيار مستمر بموجة كاملة وأكثر نقاوة.

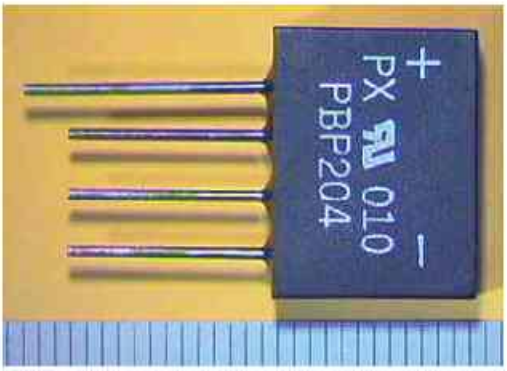


فالتيار الناتج عن ذلك يكون موضح بالشكل الآتي :-



أنواع مختلفة من مبدلات التيار المتناوب





أشكال تمثل (جسر) قنطرة جاهزة مؤشر عليها دخول التيار المتناوب وخروج التيار المستمر



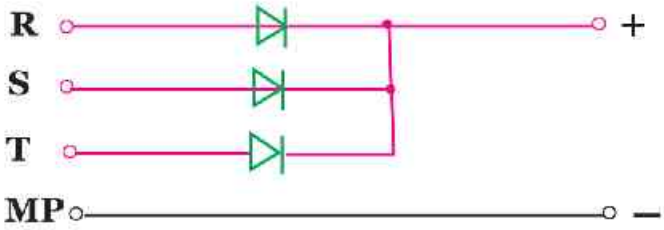
مبدلة قنطرة تعمل على ضغط (١٢) فولت

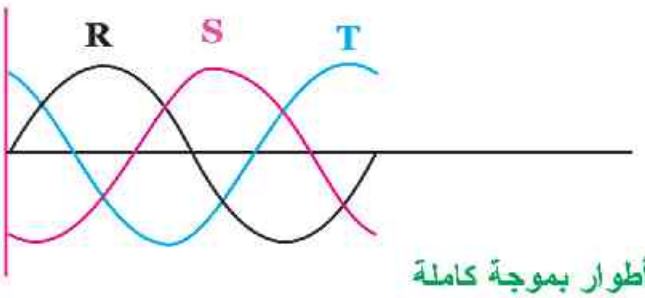


مبدلة خاصة بالربط الثنائي بطريقة النقطة الوسطية

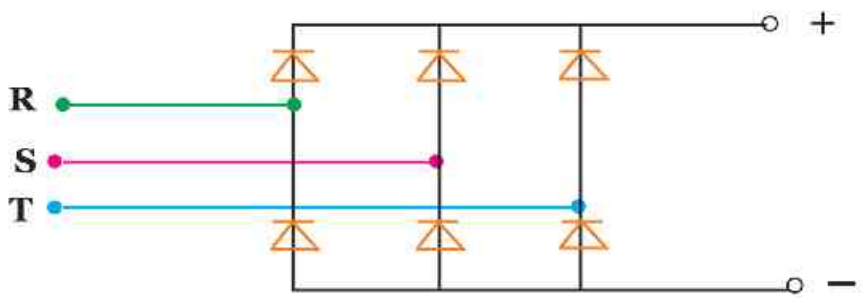
تبديل شبكة الثلاثة أطوار الى تيار مستمر

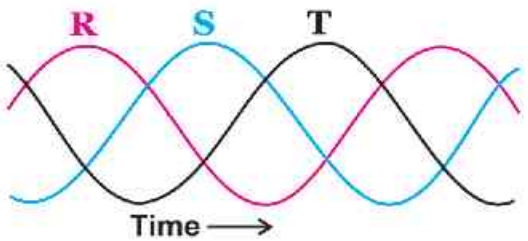
١- مبدلات ثلاثة أطوار بنصف موجة





٢- مبدلات ثلاثة أطوار بموجة كاملة

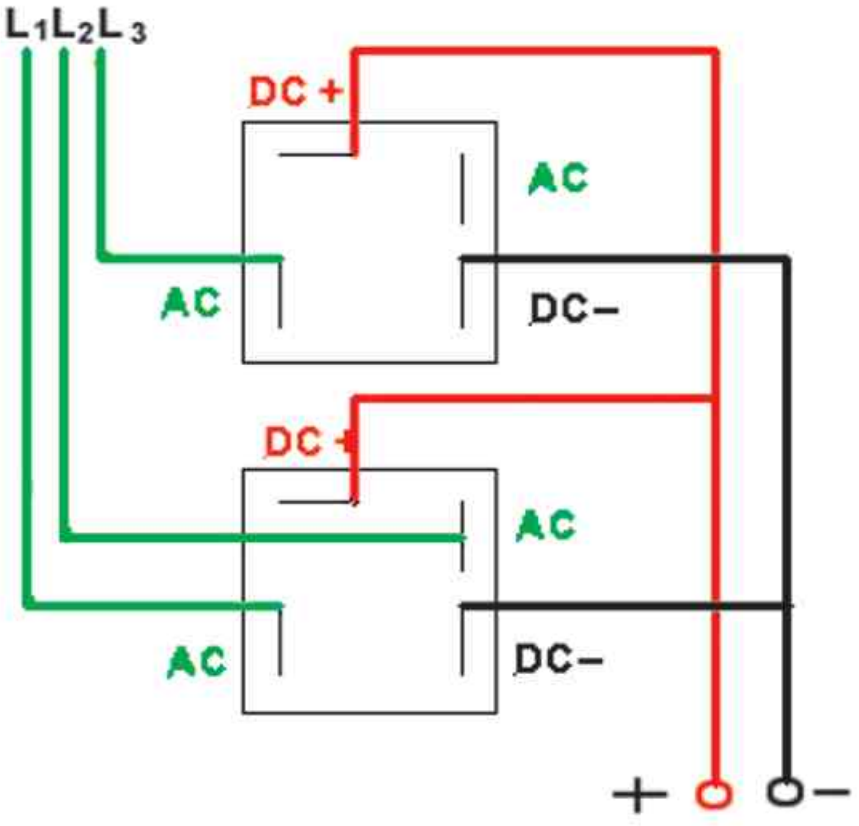






غالباً تستعمل الطريقة السابقة لتبديل شبكة الثلاثة أطوار الى تيار مستمر في مولدات السيارة (الداينمو) وكذلك في مغذي المولد (Exciter) الذي يغذي الأقطاب المغناطيسية الرئيسية في مولدات التيار المتناوب ذات الثلاثة أطوار.

وهناك طريقة اخرى لتبديل شبكة الثلاثة أطوار الى تيار مستمر باستعمال جسرين (قنطرة) جاهزين كما موضحة في الشكل ادناه.



(٢) الشاحنة الكهربائية :-

تعد الشاحنة الكهربائية كمصدر لتزويد التيار المستمر ، لغرض شحن البطاريات القابلة لإعادة تنشيطها – كما ذكرنا سابقاً – مثل بطاريات النيكل كاديوم الصغيرة ، التي تستعمل غالباً في الأجهزة الالكترونية.





شاحنة بطاريات تعمل على
شخاطة السيارة

أو تكون مخصصة لشحن البطاريات السائلة مثلاً التي تستعمل في السيارات أو العاكسات أو غيرها من الأجهزة التي تحتاج بطارياتها للشحن وحسب ضغطها المصممة عليه كأن يكون (٦) فولت أو (١٢) فولت أو (٢٤) فولت.



يختلف حجم الشاحنة الكهربائية حسب مقدار التيار الذي تزوده فهناك شاحنات تشحن بطاريات ضخمة أو تشحن عدة بطاريات في آن واحد على أن تكون جميع البطاريات المراد شحنها سوية بالفولتية نفسها .





لكون الشاحنة مصدر لتزويد الطاقة الكهربائية ، عليه يجب أن يتم تزويدها بطاقة أخرى .

وعلى هذا الأساس تتغذى الشاحنة بطاقة كهربائية من الشبكة الإعتيادية بتيار متناوب وضغط (٢٢٠) فولت مثلاً يتم تحويله أولاً الى ضغط أقل حسب ما مطلوب ثم تبديله الى تيار مستمر بواسطة دايودات مناسبة للتيار المصممة عليه.



ولكون القدرة الخارجة من الشاحنة التي نحتاجها لشحن البطارية تكون بضغط قليل وتيار عالٍ فسيكون حتماً التيار المسحوب من الشبكة صغيراً لأن ضغط الشبكة اعتيادي أكبر بكثير من الضغط الخارج الذي هو ضغط البطارية المراد شحنها حيث ان :-

القدرة الداخلة S_1 = القدرة الخارجة S_2

وحسب القانون المعروف

$$S_1 = S_2$$

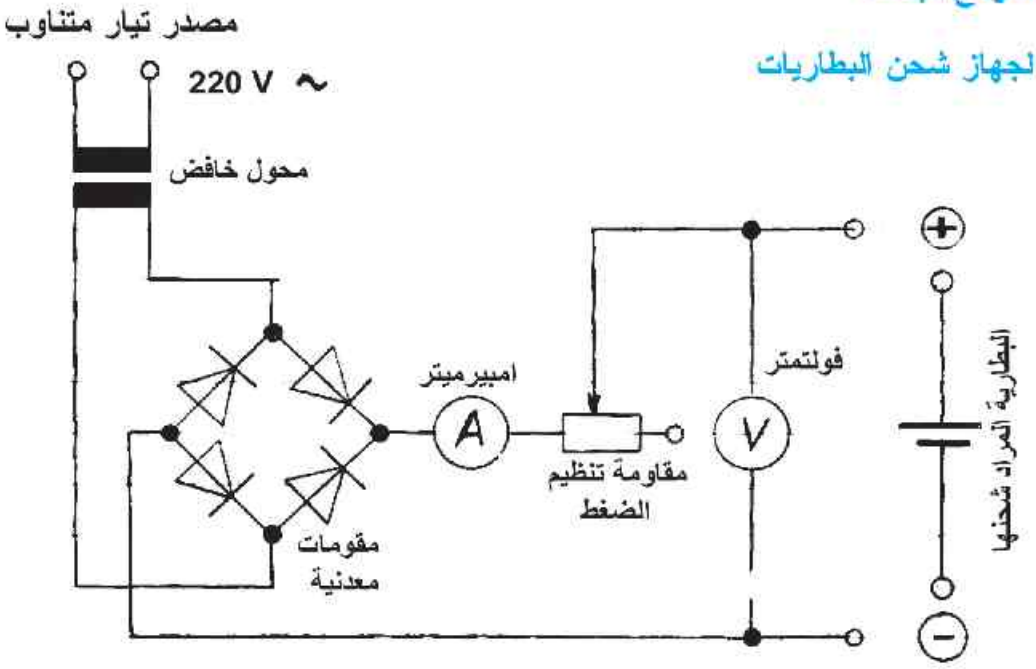
$$I_1 \cdot V_1 = I_2 \cdot V_2 \Longrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

نلاحظ من القانون الاخير أعلاه ان كل من الضغطين الإبتدائي والثانوي يتناسب عكسياً مع كل من التيارين الثانوي والابتدائي

الشكل الآتي يوضح المخطط الداخلي لاحدى الشاحناك الكهربائية

يوضح فيه دخول الضغط المتناوب (ضغط الشبكة) الذي يدخل مباشرة الى المحولة التي تقوم بتخفيض الضغط الى القيم المطلوبة ، ثم تبديله إلى التيار المستمر عن طريق المبدلات (الدايودات) حسب ما تعلمناه سابقاً لنحصل في النهاية على مصدر للتيار المستمر تكون أسلاكه كبيرة الحجم لكبر حجم التيار الذي سيقوم بشحن البطارية.

نموذج مبسط
لجهاز شحن البطاريات



ملاحظة :-

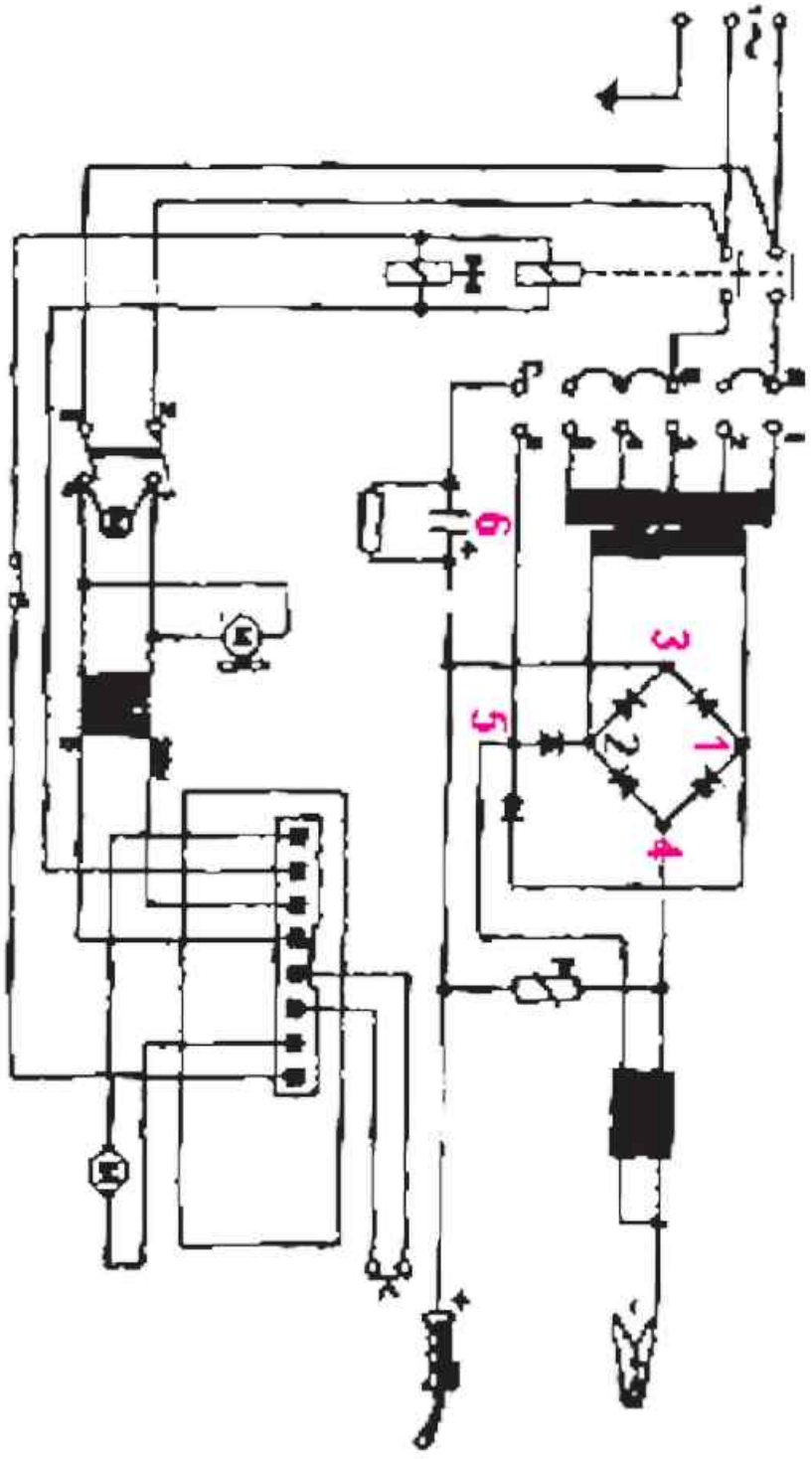
* عند إجراء عملية شحن البطارية الحامضية يجب أن تترك الفوهات الخاصة بالخلايا مفتوحة ليسهل تسرب الغازات المتكونة أثناء عملية الشحن ولا يسمح بتقريب أي لهب ناري الى فوهة البطارية.

* كما يجب ان تكون غرفة الشحن ذات منافذ للتهوية.

* من الممكن أن تحتوي الشاحنة على مفتاح لإختيار حالة الشحن (سريع أو بطيء) ، والفكرة في شحن البطارية على (السريع) أن يتم رفع قيمة الضغط الذي يشحن به البطارية.

فمثلاً إذا كانت البطارية (١٢) فولت يتم شحنها بـــ (١٣،٥) فولت تقريباً حيث سيتم الشحن بوقت أسرع.

علماً أنه يفضل الشحن الإعتيادي (البطيء) لديمومة خلايا البطارية وسلامتها من الاستهلاك السريع.



مخطط نموذجي لجهاز شحن البطاريات

تمرين عملي (١) :-

المطلوب فحص دايود ومعرفة مدى صلاحيته للعمل ، ويمكن ملاحظة ذلك عند فحص الدايود بواسطة جهاز اوميتر فعندما يؤشر الجهاز يدل ذلك على التوصيل ، وعند تغيير أطراف ربط الاوميتر بالدايود فالجهاز لا يؤشر . يدل هذا على صلاحيته .

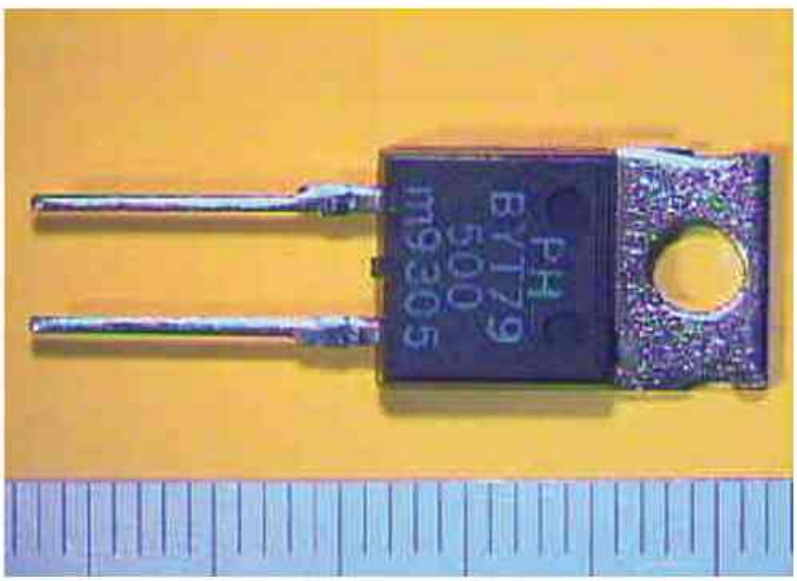
المستلزمات المطلوبة :-

العُدد المطلوبة :-

جهاز اوميتر

المواد المطلوبة :-

دايود (حسب المتوفر) .



تمرين عملي (٢) :-

المطلوب توصيل مبدل جسر (قنطرة جاهزة) مع محولة وحمل (محرك صغير ١٢فولت D.C) يعمل هذا المحرك على تيار مستمر.



المستلزمات المطلوبة :-

العُدد والأجهزة المطلوبة :-

١- مبدلة جسر (قنطرة جاهزة) .

٢- محولة (٢٢٠/ ١٢) فولت.

٣- محرك تيار مستمر ١٢فولت تيار مستمر D.C.

٤- كابسة كلبسات.

٥- كتر.

٦- بلايس.

٧- قاشطة.

٨- درنفيس عدل ومربع.

المواد المطلوبة :-

١- أسلاك الربط.

٢- كلبسات لكبسها في أطراف الأسلاك التي تربط بالموحد مناسبة له.

٣- تيرمنل (كونكتر) لربط أطراف المحرك أو كاوية لحام مع سولدر.

٤- مصهر (فيوز اوتوماتيك) ٢٢٠فولت لحماية الدائرة.

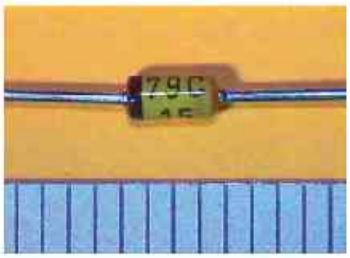
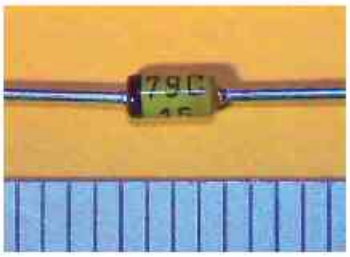
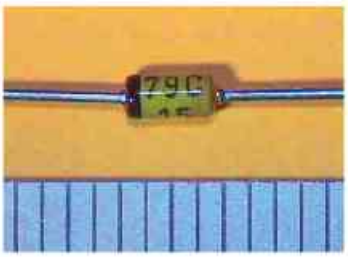
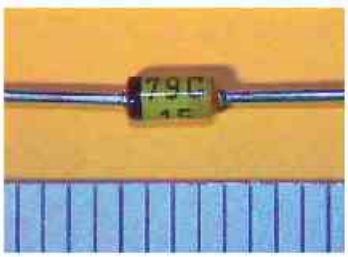
٥- مصهر صغير بجهة التيار المستمر.

ملاحظة :-

بعد إنجاز التمرين وربط المحرك يلاحظ جهة دوران المحرك ثم نقلب أطراف التيار المستمر المغذية للمحرك ويلاحظ عكس اتجاه دوران المحرك.

تمرين عملي (٣) :-

المطلوب ربط توصيلة جسر (٤دايودات) وملاحظة شكل التيار المستمر الناتج من جهاز عرض الذبذبات.

المستلزمات المطلوبة :-

المواد المطلوبة :-

١- أسلاك ربط.

٢- مصهر (٢٢٠) فولت لجهة المصدر.

٣- مصهر صغير لجهة التيار المستمر.

٤-كلبسات.

٥- تيرمنل (كونتكتر) أو كاوية مع سولدر لحام.

٦- دايودات عدد (٤) .

العُدد والأجهزة المطلوبة :-

١- جهاز عرض الذبذبات (اوسلسكوب) أو جهاز قياس الضغط الكتروني.

٢- محولة (٢٢٠/ ١٢) فولت.

٣- كتر.

٤- بلايس.

٥- درنفيس مربع وعدل.

٦- قاشطة.

أسئلة حول موضوع (مبدلات التيار المتناوب والشاحنات الكهربائية)

س ١: ما أهمية التيار المستمر في حياتنا العملية؟

س ٢: كيف يمكن الحصول على تيار مستمر؟

س ٣: عدد أنواع المبدلات.

س ٤: اشرح باختصار المبدل الالكتروني.

س ٥: كيف يمكن توسيع الحاجز الجهدي وتقليله؟ وضح ذلك مع الرسم.

س ٦: بين بالرسم كيفية الإستدلال على اشتغال الدايود بواسطة مصباح.

س ٧: كيف يتم فحص الدايود لمعرفة صلاحيته؟ اشرح ذلك.

س ٨: ما المقصود بمبدل اوكسيد النحاس؟ اشرحه بشكل مختصر.

س ٩: ما هي طرق تبديل التيار المتناوب الى مستمر؟ عددها.

س ١٠: مبدلات ثلاثة أطوار أين تستعمل؟

س ١١: ما هي الشاحنة الكهربائية؟ وأين تستعمل؟

س ١٢: هل يمكن شحن عدة بطاريات معاً في آن واحد؟ وكيف؟

١- التدريب على أنواع المفاتيح المستخدمة في دوائر السيطرة لتشغيل المحركات الكهربائية

تستعمل عدة أنواع من المفاتيح لتوصيل الدائرة الكهربائية وكذلك للحماية والسيطرة على المحركات وهي على نوعين :-

١- مفاتيح توصيل يدوية : **Manul Switches**

وتستخدم لتوصيل وفصل الدورات الكهربائية إذ لا تحتوي على أي نوع من الحماية.

٢- مفاتيح توصيل ذات حماية ذاتية مختلفة

Automatic – Switches – Or – Motor Protective Switches

وتستخدم لحماية الاجهزة من زيادة الحمل أو القصر أو أي عطل في الجهاز أو الدائرة الكهربائية أو الموصلات المغذية للحمل.





(١) أنواع المفاتيح المستخدمة في دوائر السيطرة لتشغيل المحركات الكهربائية

١- مفاتيح قاطعة الدورة الثلاثية الأقطاب :- وتشمل

أ- مفتاح رئيسي Triple – Pole Master – On – Off Switches

ويستعمل لفتح وغلق دوائر المكائن الكهربائية وتشمل عدة محركات ودوائر مختلفة .



ب- قاطع دورة Triple – Pole On – Off Switches

يستعمل لفتح وغلق دائرة معينة ضمن عدة دوائر ويأتي بعد المفتاح الرئيسي ويقطع عادة لحد (٣٠) كيلو واط وتحت ضغط (٥٠٠) فولت.



٢- مفتاح عاكس ثلاثي الأقطاب Triple – Pole reversing Switches

ويستخدم لتشغيل المحرك وتغيير اتجاه دورانه لحد (٣٠ كيلو واط) وتحت ضغط (٥٠٠) فولت.



٣- مفتاح تحويل ثلاثي

Triple – Pole system selection Switches (change – over)

ويستخدم لتوصيل احدى التغذيتين الى جهاز الاستهلاك أو لتوصيل احد جهازي الاستهلاك الى المصدر الكهربائي .



٤- مفتاح ستار - دلتا Star – Delta switches

تستخدم لتشغيل محركات الثلاثة أطوار على شكل ستار ثم دلتا ويستعمل هذا النوع من المفاتيح التي تزيد قدرتها على (٥,٥) كيلو واط أي أكثر من (١٠) امبير وذلك لتلافي ازدياد تيار بدء الاشتغال الذي قد يصل الى (٧) أضعاف التيار الإسمي.



٥- مفتاح ستار - دلتا عاكس Reversing Star – Delta switches

ويستخدم لتشغيل محركات الثلاثة اطوار(ستار ثم دلتا) وتغيير اتجاه دورانه.



٦- مفتاح مغير الأقطاب Pole – changing switches

يستخدم في تغيير السرعة بتغيير عدد الأقطاب بنسبة (١: ٢) مثلاً من (٤) أقطاب الى قطبين أو بنسب أخرى.



٧- مفتاح مغير أقطاب عاكس Reversing pole changing switches

يستخدم لتغيير السرعة بتغيير عدد الأقطاب كما في المفتاح السابق فضلاً عن تغيير اتجاه دورانه.



(٢) أجهزة الحماية المستخدمة في دوائر السيطرة الكهربائية (الحرارية والمغناطيسية)

مفاتيح الحماية الذاتية Automatic Circuit Breakers

لحماية المحرك أو الدائرة بشكل عام من حالات زيادة الحمل أو دوائر القصر (الشورت) يمكن أن يزود المحرك أو الدائرة بجهاز يعمل على فصل المحرك آلياً عن مصدر التيار دون أن يلحق ضرر بالدائرة ويمكن توفير هذه الحماية بواسطة المفاتيح الآتية :-





١- مفتاح حماية ذو فصل حراري Thermo – Breaker

(القاطع الحراري)



المكائن الكهربائية التي تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية يحصل فيها أحياناً حمل ميكانيكي أكثر من طاقتها الإعتيادية المصممة عليها ، فذلك يعمل على سحب تيار كهربائي أكبر من الإعتيادي المثبت على لوحة التسمية للماكنة ، ذلك الازدياد في التيار الكهربائي سيعمل على إتلاف كل من الملفات أو العوازل لذلك يستوجب قطع الدائرة الكهربائية في مثل هذه الحالة من الخلل ريثما يتم معرفة مسبباته وإصلاحه ومن ثم إعادة توصيله للمصدر ،



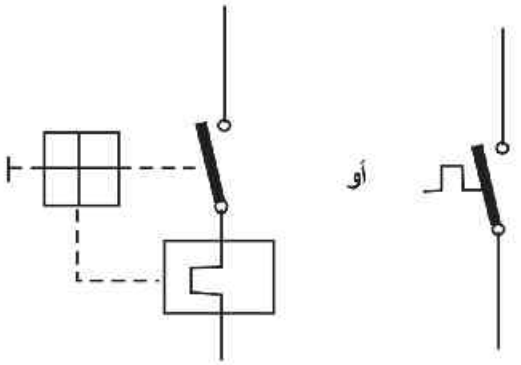
فواصل حرارية Bi - Metal بدون مفتلح



يستعمل لذلك مفتاح يعمل على أساس حراري الذي يتكون من شريطين من المعدن ملتصقان معاً (Bi - metal)



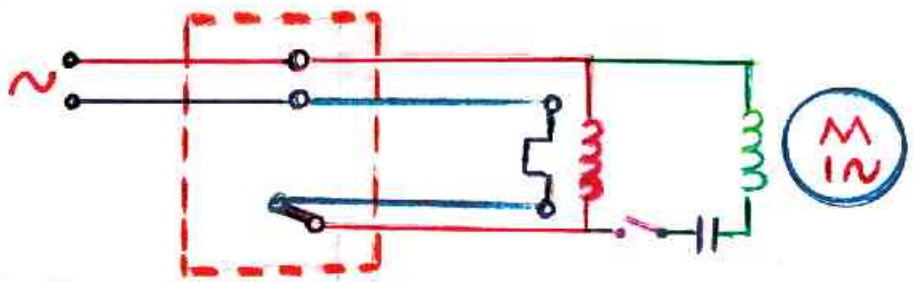
ويسمى بالرلي ويرمز له



ولكل معدن منهما معامل تمدد طولي يختلف عن الآخر وعندما يسخن شريط الإزدواج فأنه يتقوس لأن شريط المعدن السفلي أصبح أطول من الشريط العلوي وبذلك يفصل نقاط التوصيل بعد اكتمال حالة التمدد.



بعض من هذه الأنواع تستعمل لحماية ملفات الحركة من زيادة درجة الحرارة المسموح بها وذلك بوضعها فوق الملف ملاصقة له (داخل المحرك) ، ليخرج طرفي الثنائي كبقية أطراف الملفات الى لوحة الربط وتربط بالتوالي مع الخط الرئيسي ففي حالة إرتفاع درجة حرارة الملف السموح به وفصل الثنائي تقطع الدائرة الكهربائية برمتها ، كما موضحة في الشكل الآتي :

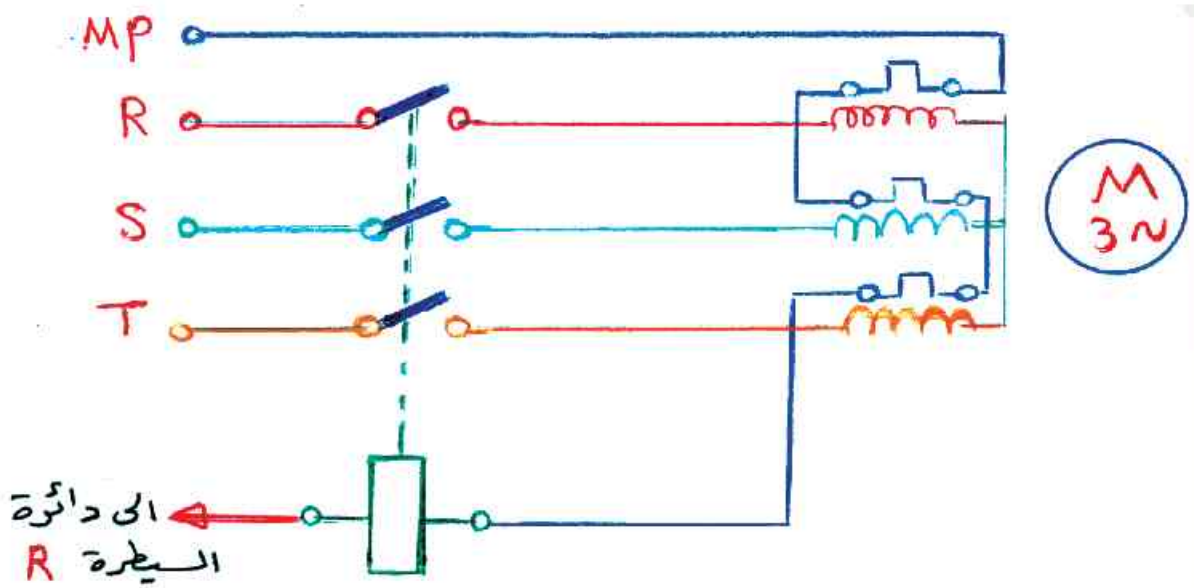


اما في محركات الثلاثة أطوار ولوجود ثلاثة خطوط رئيسية تغذي ثلاث مجموعات من الملفات فتوضع ثلاث ثنائيات حرارية كل واحدة فوق إحدى مجموعات الملفات بشكل ملاصق (لكل طور) تربط هذه الثنائيات مع بعضها بالتوالي لتخرج منها طرفين فقط الى لوحة الربط ، يتم عن طريقها ربط وتشغيل ملف الكونتكتر الرئيسي الخاص بتشغيل وإيقاف المحرك.

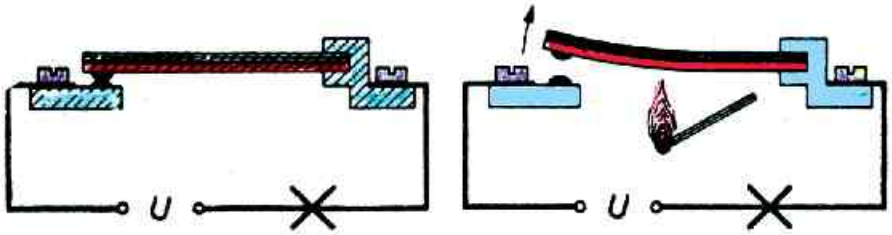
وعند إرتفاع درجة حرارة أي من ملفات المحرك وفصل أي من الثنائيات الثلاثة سيتم قطـــع

التيار الكهربائي عن ملف الكونتكتر الذي بدوره سيقطع الأطوار الثلاثة الرئيسية عن المحرك ويتوقف عن الدوران.

كما موضح في الشكل الآتي:



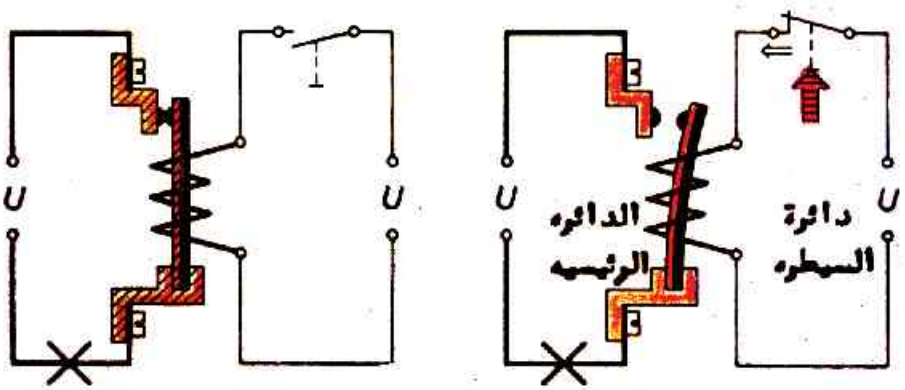
المخطط الآتي يوضح حالة ثنائي المعدن في حالته الطبيعية وحالة بعد التسخين :-



-١- -٢-

ثنائي المعدن منحني بسبب الحرارة المسلطة عليه لذلك تنقطع الدائرة الكهربائية والمصباح ينطفئ	ثنائي المعدن في حالته الطبيعية ويقوم بتوصيل الدائرة الكهربائية لذلك يتوهج المصباح

وتسخَّن وحدة الإزدواج المعدني عادةً بوضع مقاومة حرارية حوله وتوصل على التوالي مع الدائرة الكهربائية فعند مرور تيار أكثر من التيار المسموح به بسبب زيادة الحمل فان المقاومة الحرارية سوف تسخن وتنتقل الحرارة الى شريطي المعدن.

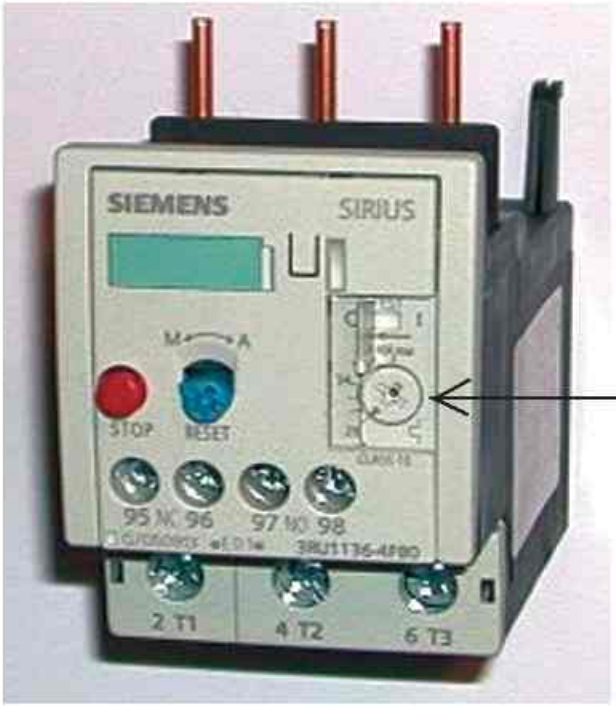


-١- -٢-

ويوجد فيه قرص صغير للتحكم ومؤشر عليه قيمة التيار الواجب فصله ، ويمكن أن ينظم حسب الحدود المطلوبة ولهذا توجد براغي تنظيم خاصة بذلك ، ويوقّت بموجب قدرة ذلك المحرك المربوط.

إذ أن زيادة التيار المار في الملفات نتيجة تحميل أكثر من قدرته الإسمية يمكن أن يؤدي الى تلف الملفات نتيجة تلف العوازل.

ويستعمل هذا المفتاح لحماية المحركات من زيادة الحمل ولهذا يربط قبل المحرك مباشرة ويُعد عمله بطيئاً في الفصل نسبة الى حالة القصر.



قرص التحكم بالتيار المطلوب

٢- مفتاح حماية ذو فصل كهرومغناطيسي (القاطع المغناطيسي)

Electromagnetic – breaker

في حالة حدوث شورت (قصر) في الدائرة الكهربائية المعروف ان قيمة التيار ترتفع الى قيمة كبيرة جداً (ما لا نهاية حسب قانون

اوم $I = \frac{V}{R}$

فان قيمة المقاومة تصبح صفر لذلك تكون قيمة التيار ما لا نهاية).



لذلك ان بقيت الدائرة الكهربائية المعطوبة مقصورة لفترة معينة من الزمن سترتفع حالاً الحرارة الى درجات عالية جداً بحيث تتلف جميع العوازل وانصهار جميع الموصلات والأسلاك الكهربائية مما قد يؤدي الى حدوث حريق في المنشأة أو المبنى.

لذلك يستوجب في لحظة حدوث القصر قطع الدائرة الكهربائية حالاً وفي فترة أجزاء من الثانية وريثما يتم معرفة المسببات وإصلاح العطل.

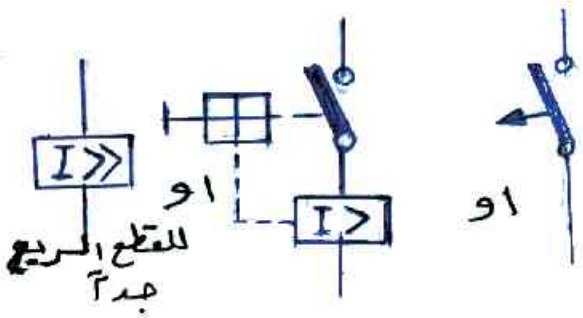
وعليه يستعمل مفتاح مغناطيسي يعمل على قطع الدائرة الكهربائية في الحال ولهذا يسمى هذا القاطع بالقاطع السريع لأنه يحمي جميع النواقل والأجهزة الكهربائية من حالات القصر (الشورت) التي يصل فيها التيار الى قيم عالية جداً بغض النظر عن قدرة المحرك.

ويكون هذا المفتاح مصمماً بحيث يفصل عند إرتفاع قيمة التيار من (٨- ١٦) مرة لتيار المفتاح الإسمي.

ويتكون هذا المفتاح من جزأين أساسيين أو من قطعتين احدهما ثابتة يوضع حولها ملف ويكون الملف مصنوع من سلك غليظ ويوصل على التوالي مع الخط الرئيسي ، والقطعة الثانية متحركة وتتصل بعتلات ميكانيكية تعمل على فصل نقاط توصيل الدائرة الكهربائية.

ويرمز له بالرمز :-





فعند زيادة تيار الدائرة الى الحد غير المسموح به يتولد مجال مغناطيسي كبير يؤدي الى جذب القطعة المتحركة وتحرّك معها العتلات الميكانيكية لفصل نقاط التوصيل ، ويفصل بذلك المحرك عن مصدر التغذية وتبقى الدائرة الكهربائية مفصولة الى أن يُعاد توصيلها.

وفي حالة حدوث القصر وارتفاع قيمة التيار يمكن أن يتكون قوس كهربائي (شرارة) بالرغم من كون نقاط التوصيل مفتوحة ولتفادي تلف هذا المفتاح من ذلك القوس تربط قبله مصهرات إعتيادية.



٣- القاطع المركب Compound – breaker

Electrothermo – magnetic – breaker



يستعمل هذا النوع من المفاتيح لتوصيل المحركات الكهربائية بمصادر الطاقة الكهربائية وذلك لحمايتها من حالتي الحمل الزائد والقصر (الشورت).

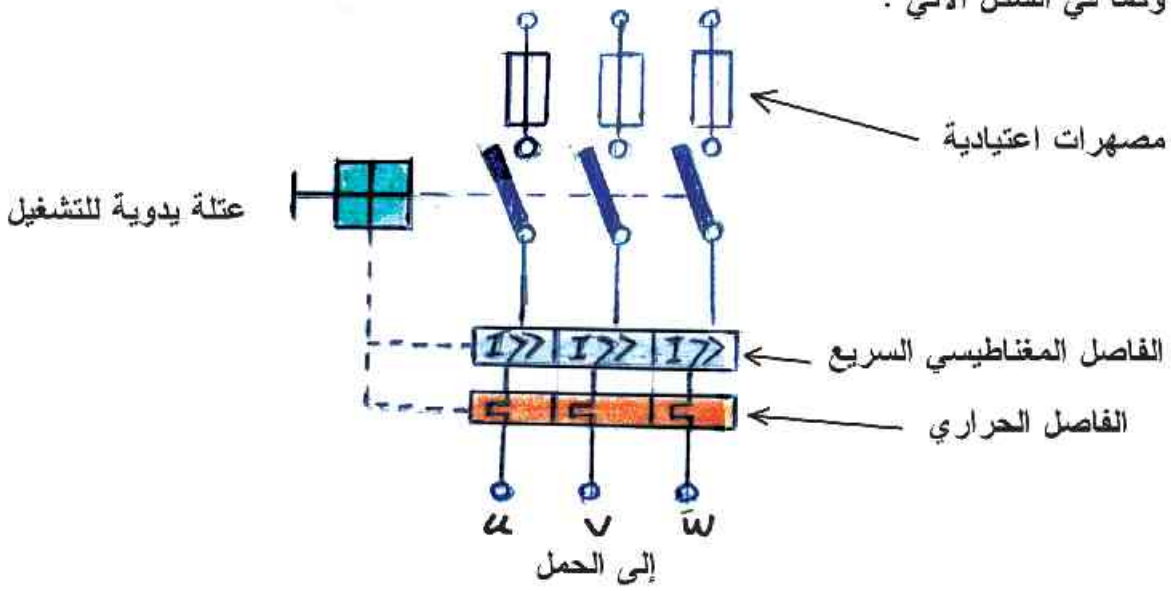
حيث انه يحتوي على فاصل حراري (بايمتل) يفصل في حالة زيادة الحمل على المحرك والذي يتم تنظيمه عادة حسب التيار الإسمي للمحرك.

ويحتوي كذلك على فاصل كهرومغناطيسي والذي يكون مصمماً في تنظيمه على الفصل في حالة تجاوز قيمة التيار بشكل سريع في حالة القصر .

ويثبت عادة على المفاتيح الرئيسية قيمة تيار القصر (Is) الذي يتحمله المفتاح في حالة حدوث القصر ، فمثلاً (20 KA) او (50 KA) وغيرها.

للحصول على حماية أكثر من التأثيرات السلبية للقصر يفضل أحياناً ربط مصهرات إعتيادية قبل المفتاح الاوتوماتيكي.

وكما في الشكل الآتي :





أنواع مختلفة من المفاتيح المستعملة

في الدوائر الكهربائية

تمرين عملي (١)

المطلوب فتح مفتاح حماية حراري مغناطيسي ومشاهدة أجزائه ثم تجميعه مرة ثانية.

وكذلك مشاهدة بعض أنواع المفاتيح المستخدمة في دوائر السيطرة (المتوفرة).

المستلزمات المطلوبة :

المواد المطلوبة :-

١- مفتاح حماية حراري مغناطيسي.

٢- بعض أنواع المفاتيح المستخدمة في السيطرة.

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيس عدل.

٢- درنفيس مربع.

٣- بلايس.

تمرين عملي (٢)

المطلوب ربط مفتاح قاطع حراري ذو قيمة معينة للفصل وربطه مع حمل يسحب تيار بقيمة أعلى من القيمة الإسمية المثبتة على المفتاح وليكن مدفأة كهربائية (هيتر) ، ونلاحظ عملية فصل المفتاح عن الدائرة.

المستلزمات المطلوبة :

المواد المطلوبة :-

١- مفتاح قاطع حراري ذو قيمة أسمية معينة .

٢- مدفأة أو هيتر ذو قدرة يكون فيها التيار الذي يسحبه أعلى من تحمل المفتاح للتيار .

٣- أسلاك حجم (١,٥) ملم للتوصيل والربط .

٤- براغي للتثبيت .

العُدد المطلوبة :-

١- لوحة خشبية لتثبيت مواد التمرين عليها.

٢- بلايس.

٣- كتر.

٤- درنفيس عدل.

٥- درنفيس مربع.

٦- مطرقة.

٧- مخصف.

اسئلة حول موضوع

(المفاتيح وأجهزة الحماية المستخدمة في دوائر السيطرة الكهربائية)

س ١- ما هي انواع المفاتيح المستعملة لتوصيل الدائرة الكهربائية ؟

س ٢- عدد أنواع المفاتيح اليدوية لتشغيل وفصل الدوائر الكهربائية .

س ٣- ماهو استعمال كل من المفاتيح التالية ؟

أ - مفتاح عاكس ثلاثي الأقطاب .

ب - مفتاح ستار / دلتا .

ج- مفتاح مغير أقطاب عاكس .

س ٤- هل يمكن تشغيل المحركات الكهربائية بصورة مباشرة مع المصدر ؟

س ٥- عدد أنواع مفاتيح الحماية الذاتية ؟ ولأي غرض تستعمل ؟

س ٦- ماهي مكونات مفتاح الحماية الحراري ؟ ولأي غرض يستعمل ؟

س ٧- ماهو مبدأ عمل مفتاح الحماية الحراري ؟ وماذا يرمز له ؟

س ٨- ما فائدة المقاومة الحرارية المربوطة على التوالي مع الدائرة لكهربائية في القاطع الحراري ؟

س ٩- ما ضرورة وجود قرص التنظيم في المفتاح الحراري ؟

س ١٠- ماهي مكونات مفتاح الحماية المغناطيسي ؟ وماذا يرمز له ؟

س ١١- ماهو مجال استعمال القاطع المغناطيسي ؟ ولماذا تربط مصهرات اعتيادية قبله ؟

س ١٢- ارسم الرمز المستعمل للقاطع المركب مع ذكر استعماله.

(١) التدريب على فتح وتجميع وصيانة الموصل الهوائي



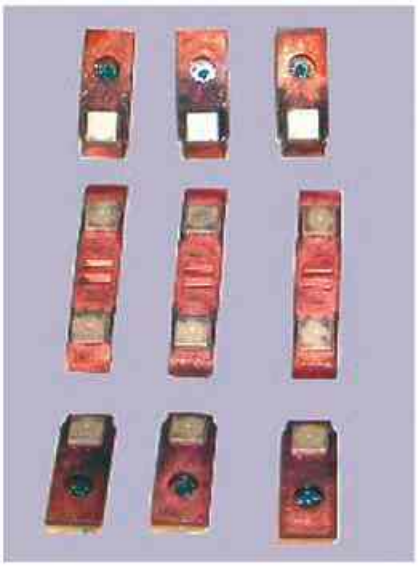
مجموعة من الموصلات الهوائية

يتكون الموصل الهوائي من نقاط توصيل تسمى (كونتاكات) **contact** تتصل بعتلة تتأثر بالمجال المغناطيسي للملف حيث يتم توصيل وفصل الدائرة الكهربائية من خلالها . ويحتوي الموّصل الهوائي بالأساس على ملف (**coil**) في داخله قلب حديدي مثبت بنابض عند ايصال التيار الكهربائي إليه يعمل على سحب القلب الحديدي بتأثير ق.د.م وبدوره يسحب عتلة خاصة تحرك (الكونتاكات) نقاط التوصيل فإذا كانت مفتوحة تغلق نسميها غالق (**No**) واذا كانت مغلوقه تفتح نسميها بالفاتح (**Nc**).





موصلات كهربائية





بعض أجزاء الموصّل الهوائي (كونتاكات)

الآن بعد أن تعرفناعلى أجزاء ومكونات الموّصل الهوائي (**air contactor**) باستطاعتنا فتحه وملاحظة ما تم توضيحه ثم إعادة تجميعه لغرض الفحص والصيانة .

تجري العملية على مرحلتين :-

المرحلة الاولى : فحص الملف يتم بواسطة جهاز قياس المقاومة (الاوميتر) ويكون على ثلاث خطوات :-

١- أحيانا يكون مكتوب على الملف قيمة مقاومته فعليه عند الفحص يجب أن يؤشر جهاز الاوميتر القيمة نفسها المثبتة على الملف مما يدل على سلامة لملف .

٢- إذا أشر جهاز الاوميتر مقاومة مالا نهاية (&) ذلك يدل على أن هنالك قطع في الملف ، مما يدل على عدم صلاحيته فيجب إستبداله .

٣- إذا أشر جهاز الاوميتر مقاومة قيمتها (صفر) يعني ان هناك قصر (شورت) في الملف ، مما يدل على تلفه وعدم صلاحيته يجب استبداله .

المرحلة الثانية : فحص نقاط التوصيل (الكونتاكات) وتكون على خطوتين :-

١- فحص نقاط التوصيل الغالقة (NO) التي تكون عادة مفتوحة فالمفروض أن تكون مفصولة نهائياً في حالة عدم إشتغال الموَصل الهوائي عندها يتم فحصها بوضعها الطبيعي بوسطة الاوميتر ، بحيث يجب أن يؤشر مقاومة عالية جداً (مفتاح إختيار جهاز الاوميتر على أعلى قيمة) . مثلاً (Range MΩ) . فالمفروض أن يؤشر مالا نهاية (∞) واذاأشر جهاز الاوميتر أي قراءة أخرى يعني هذا ان نقاط الوصيل هذه رديئة غير صالحة للإستعمال .

نضغط على الموَصل الهوائي لتغيير حالة (الكونتاكات) (وكأنما الموصّل الهوائي تم تشغيله كهرومغناطيسياً).

عندها تفحص ذات (الكونتاكات) بالاوميتر بـــ (Ω Range 10) الواطيء . فالمفروض أن تؤشر القراءة (صفر) وتكون في حالة توصيل جيدة يعني هذا ان نقاط التوصيل صالحة.

٢- فحص نقاط التوصيل الفاتحة (NC) التي تكون عادة مغلقة فالمفروض أن يكون توصيلها جيداً في حالة عدم اشتغال الموصّل الهوائي عندها يتم فحصها بوضعها الطبيعي بواسطة الاوميتر بحيث يجب أن يؤشر مقاومة قيمتها (صفر) (يوضع مفتاح إختيار جهاز الاوميتر على أدنى قيمة Ω Range).

نضغط على الموصّل الهوائي لتغيير حالة (الكونتاكات) (وكأنما الموصل الهوائي تم تشغيله كهرومغناطيسياً) عندها تفحص ذات(الكونتاكات) بالاوميتر(المدرج العالي Ω Range M) فالمفروض أن تكون في حالة فصل أو عزل يعني هذا ان نقاط التوصيل جيدة وصالحة.

صيانة نقاط التوصيل (الكونتاكات)

بعد إجراء الفحوصات ضمن الخطوتين السابقتين إذا لوحظ من جرّاء تأشير جهاز الاوميتر أي خطأ فقد يكون من جرّاء الاستعمال الكثير وقد تكون (بلاتينات) نقاط التوصيل متآكلة عندها يمكن أن يفتح إن أمكن وتلاحظ تلك الظاهرة في حالة التأكد من وجود التآكل تُهمل نهائياً ولا يسمح بسقلها بأي شكل من الأشكال (سواء باستعمال ورق سقل أو مبرد) اما إذا كان مجرد كاربون أو غبار أو أي إتساخ معين ممكن إزالته فيتم على الشكل الآتي :

أ- بالنسبة لنقاط التوصيل الغالقة (NO) توضع ورقة عادية أو قطعة قماش ناعمة بين (بلاتينات) نقطتي التوصيل ويضغط على الموصّل الهوائي كحالة تشغيل وتمرر الورقة أو قطعة القماش لغرض التنظيف.

ب- بالنسبة لنقاط التوصيل الفاتحة (NC) تعاد العملية السابقة نفسها لغرض التنظيف ولكن دون الضغط على الموصّل الهوائي لأن (بلاتينات) نقطتي التوصيل هي أصلاً منطبقة بدون تشغيل الموصّل الهوائي (الكونتكتر)



نقاط التوصيل الفاتحة (NC)



نقاط التوصيل الغالقة (NO)

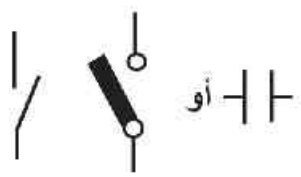
مجموعة من نقاط التوصيل (الكونتاكات).

(٢) التدريب على ربط وتشغيل الموصّلات الهوائية

في أغلب المنشآت الكهربائية الحديثة تستعمل الموصّلات الهوائية كمفاتيح لقطع وتوصيل الدائرة الكهربائية لاستعمالات الانارة والحرارة والمحركات ... الخ.

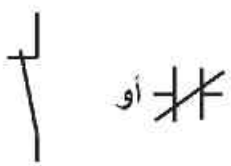
ويمكن السيطرة على عملها من مسافات بعيدة حيث يتم ذلك بواسطة توصيل دائمي أو على شكل نبضات فتستعمل لذلك قواطع دوّارة أو أزرار (بوش) لغلق دائرة الملف المغناطيسي .

فيما يأتي نقاط التوصيل المستعملة في الموصلات الهوائية لغرض تنفيذ دوائر السيطرة تكون على الشكل الآتي :



يسمى غالق (closer) أو (No)

(Nomaly open) يعني عادة مفتوح وبالتشغيل يغلق



يسمى فاتح (opener) أو (Nc)

(Normaly close) يعني عادة مغلق وبالتشغيل يفتح

هذه نقاط التوصيل التي تم التعرف عليها مسبقاً تمثل الحالة الطبيعية عندما يكون الكونتكتر في حالته الإعتيادية بدون تشغيل (بدون توصيل الكهرباء إليه).

وعندما يتم تشغيل الكونتكتر (Contactor) سواء بالقوة الكهرومغناطيسية يعني توصيله بالكهرباء أو يدوياً بالضغط عليه ، عندها ستتحول حالة نقاط التوصيل (الكونتاكات) فالمفتوح يغلق والمغلوق يفتح لهذا سُمّي المفتوح غالق لأنه سيُغلق بعد التشغيل وكذلك سُمّي المغلوق فاتح لأن بعد التشغيل يُفتح.

تكون نقاط التوصيل على نوعين :-

١- نقاط رئيسية (**Main Contacts**) تكون عادة مفتوحة (**NO**) دائماً بعدد (٣) تتحمل تيار الحمل مهما كان حجمه وستقوم بمهمة ربط وتشغيل الحمل في دائرة القوة فتسمى) النقاط الرئيسية (والتي تعوض عن مفتاح قاطع دورة رئيسي لتشغيل محرك مثلاً.

٢- نقاط مساعدة (**Auxilary Contacts**) يكون عددها حسب الحاجة وتركيبها بسيط لأن التيـــار الذي يمر خلالها مجرد أجزاء من الامبير لتشغيـــل ملفـــات الكونتكتـــرات أو رليات (**Realys**) اخرى تابعة للدائرة الكهربائية المعنية ، فمنها تكون غالقة (**NO**) ومنها تكون فاتحة (**NC**).

أسلوب عمل أو اشتغال الكونتكتر

عندما يغذى الملف بتيار السيطرة تتكون فيه قوة دافعة كهرومغناطيسية ويسحب القلب الحديدي الذي بدوره يشغّل ويحول نقاط التوصيل من حالة إلى حالة أخرى وعند إنقطاع تيار السيطرة عن الملف ستزول القوة الدافعة الكهرومغناطيسية للموصّل الهوائي (يسقط) ويرجع إلى حالته الطبيعية أو الإعتيادية بتأثير النوابض الحلزونية الموجودة داخل الموصّل الهوائي بالوقت الذي يعمل فيه الملف المغناطيسي كمستهلك لدائرة تيار السيطرة يعمل في الوقت نفسه كمفتاح رئيسي لتشغيل الحمل في دائرة القوة عن طريق الموصّلات الرئيسية.

تعمل موصلات الكونتكتر على تشغيل دائرتين كهربائيتين كالآتي :-

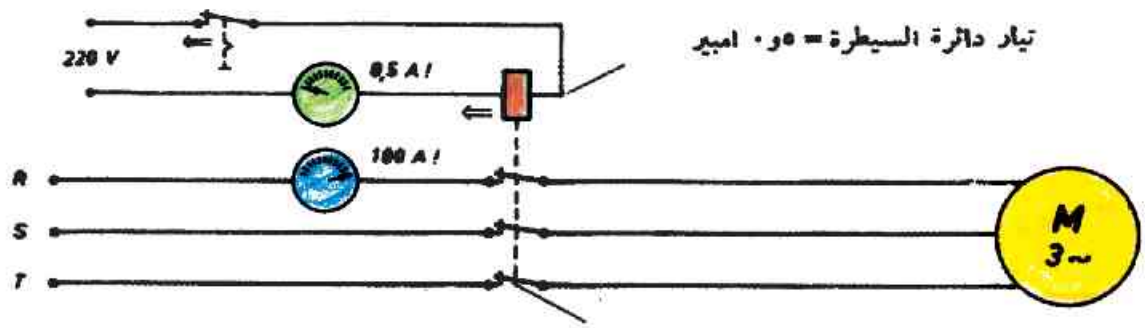
١- دائرة السيطرة : مهمتها توصيل وقطع التيار الكهربائي عن ملفات الكونتكترات والرليات في دائرة السيطرة المعنية ، تقوم بذلك الموصّلات المساعدة (Auxilary).

٢- دائرة القوة : مهمتها توصيل وقطع التيار الكهربائي عن الحمل تقوم بذلك الموصّلات الرئيسية (Main) نلاحظ مما ورد ان كل من النقاط الرئيسية والمساعدة بالأحرى دائرتي السيطرة والقوة معزولة كهربائياً وليس هناك أي إتصال بينهما.

فالرئيسية تعتمد على ضغط الحمل الذي تقوم بتشغيله مثلاً (٢٢٠، ٣٨٠فولت).

أما المساعدة تعتمد على ضغط تشغيل ملفات الكونتكترات التي تقوم بتشغيلها أو فصلها وتكون حسب تصميم ملف الكونتكتر والذي يكون على الأغلب (١٢، ٢٤، ٤٠، ٦٠، ١١٠ ، ٢٢٠، ٣٨٠فولت) والنوع كذلك مستمر أو متغير ، وذلك يثبّت عادة بشكل واضح على ملف الكونتكتر سواء قيمة الضغط الذي يعمل عليه أو نوعه (D.C) أو (A.C)

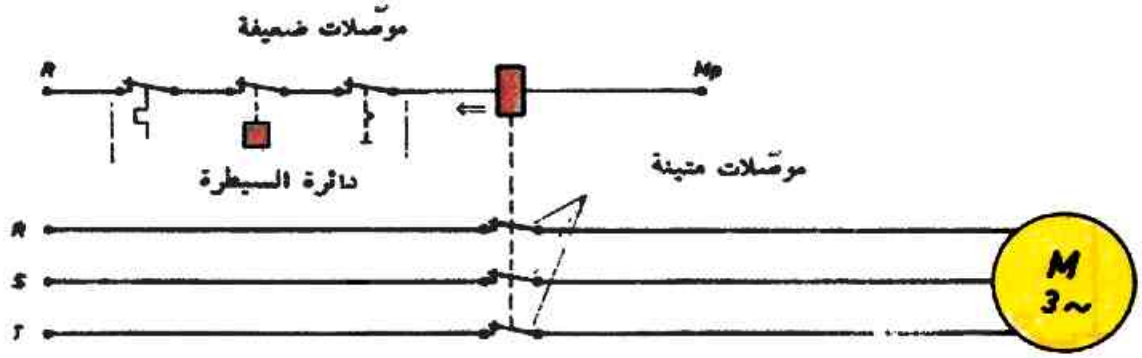
المبدأ الاساس لعمل الموصل الهوائي هو أن دائرة السيطرة تسحب تياراً قليلاً جداً نسبة الى التيار العالي الذي تسحبه دائرة القوة (الدائرة الرئيسية).



تيار دائرة السيطرة = ٥٠ امبير

تيار دائرة القوة = ١٠٠ امبير

جميع أجزاء وعناصر التوصيل ، التي تؤثر على غلق وفتح الدائرة الرئيسية موجودة في دائرة السيطرة .



وبما أننا نحتاج الى استمرارية التوصيل وأن يبقى الملف ممغنطاً كي يسحب العتلة الخاصة بغلق الموصّلات الرئيسية لدائرة القوة ، لذلك وجب بناء نقاط توصيل مساعدة داخل الموصّل الهوائي تابعة لدائرة السيطرة ، فضلاً عن النقاط الرئيسية وتكون حسب الحاجة نقاط غالقة ونقاط فاتحة. يمكن استعمال النقاط الغالقة لتغذية الملف بالتيار بصورة دائمية واستعمال النقاط الفاتحة لقطع التيار عن دائرة الملف المغناطيسي.

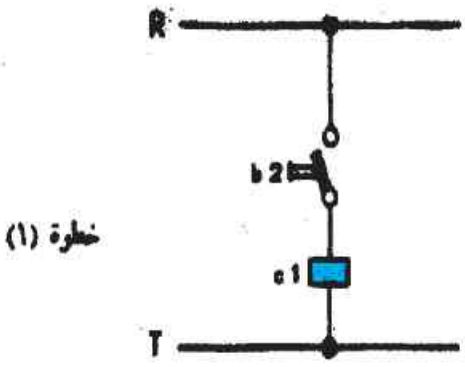
ملاحظة :-

كل موصّل هوائي يجب أن يلائم المحرك المستعمل له. ولإختيار ذلك الموصّل يجب أن يراعى فية تكرار عدد مرات فصل وايصال المحرك عن القوة الكهربائية اي (تيار البدء وتيار الفصل).

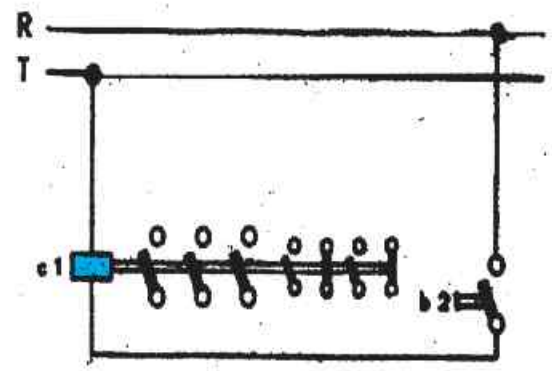
المخططات الآتية ستوضح لنا طريقة اشتغال ملف الكونتكتر وعمل موصّلاته كما يجب .

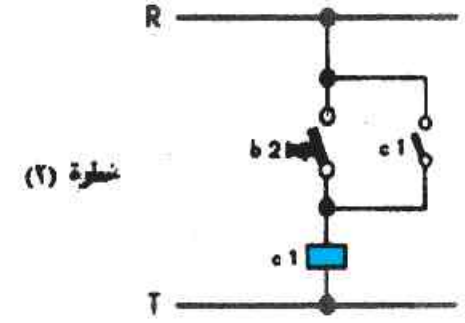
بواسطة زر (بوش) يسمى (on). والخطوات التي ستوضح لنا كيف سيبقى الكونتكتر موصّل حتى عند رفع اليد عن (البوش) وكذلك كيف نوقف عمل الكونتكتر وإعادته إلى حالته الإعتيادية بواسطة (بوش) آخر يسمى - off.

دائرة السيطرة بجميع خطواتها ابتداءً من استعمال قاطع دورة إعتيادي (سويچ) حتى استعمال زرين (بوش) غالق وفاتح :-

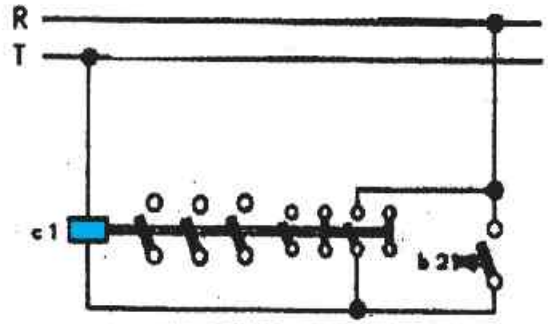


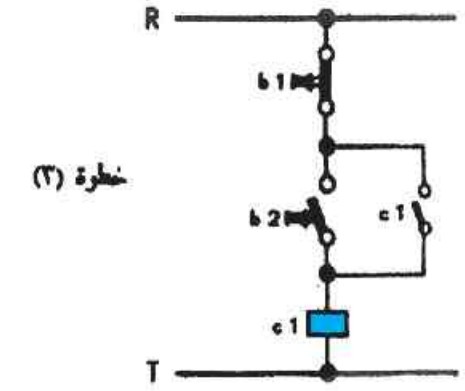
خطوة (١)



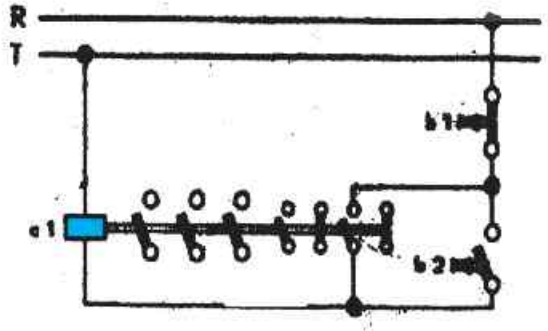


خطوة (٢)





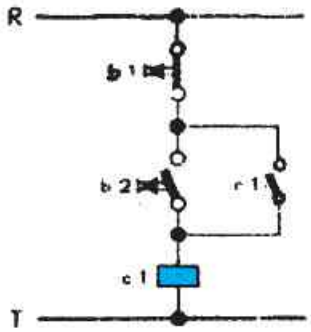
خطوة (٣)



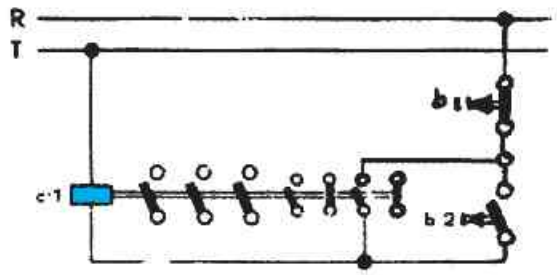
توصيلة سريان التيار

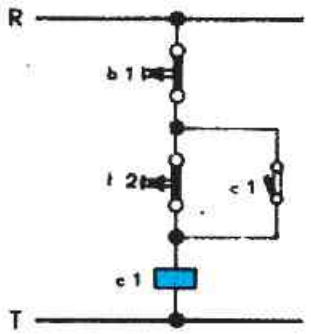
التوصيلة الكاملة

خطوات عمل دائرة السيطرة بواسطة زرين (بوشين) إبتداءً من عملها بقاطع الدورة اليدوي:-

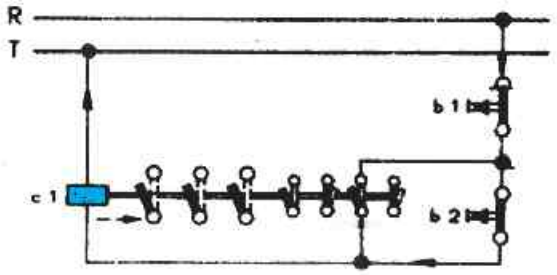


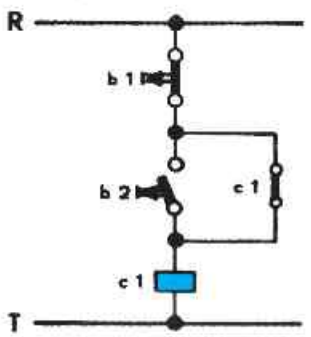
مفتوحة (off)



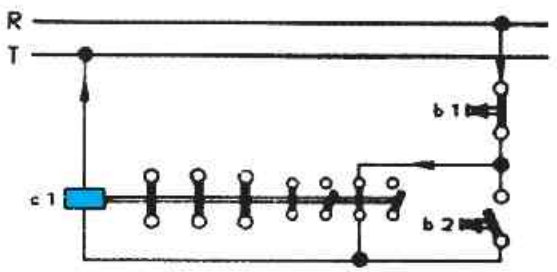


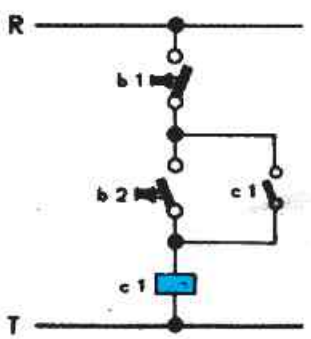
مغلقة (on)



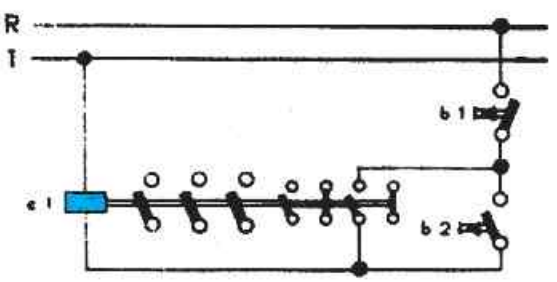


مغلقة (on)





مفتوحة (off)



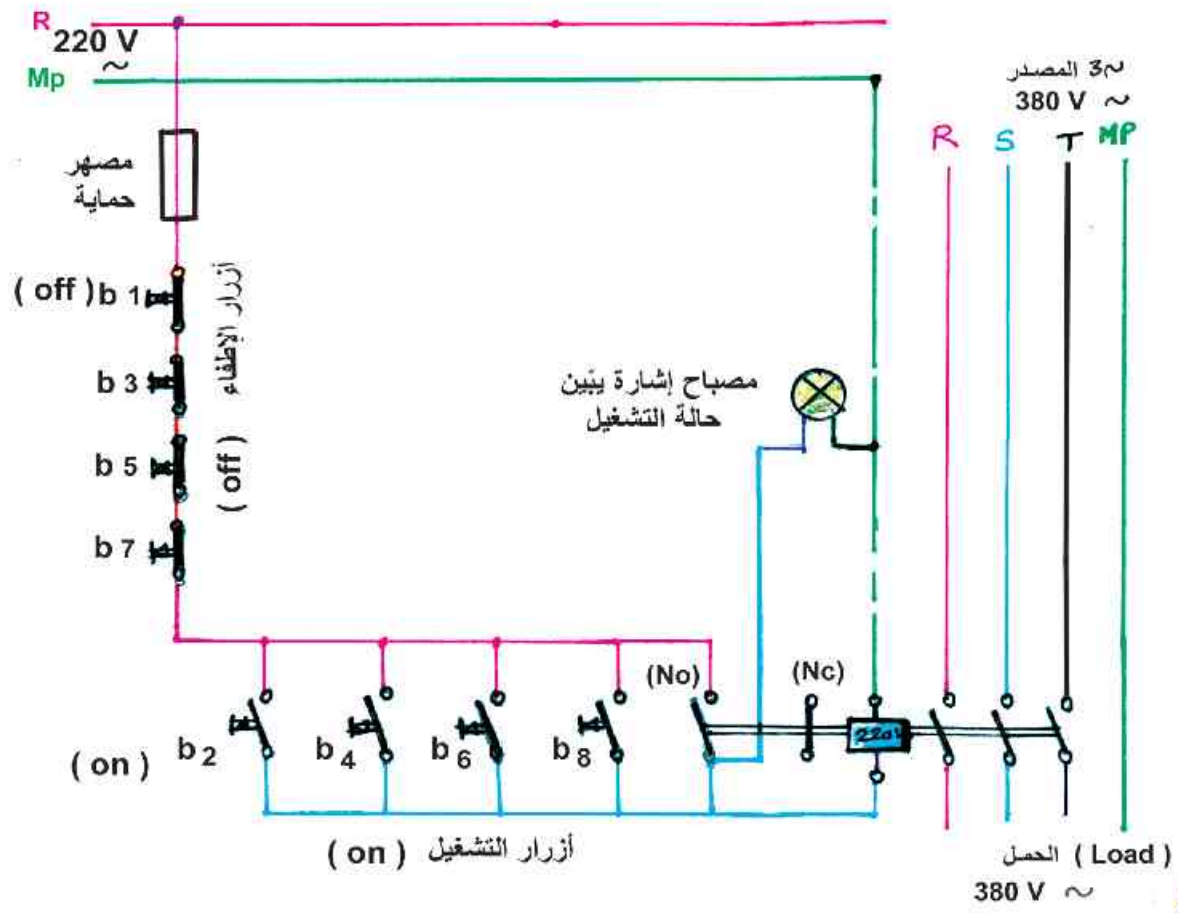
توصيلة سريان التيار

التوصيلة الكاملة

(٣) التدريب على ربط وتشغيل الموصّلات الهوائية من عدة مواقع

(يتم التشغيل بدون حمل)

يمكن تشغيل المحركات الكهربائية بواسطة الموصّل الهوائي من أكثر من موقع (مكان) يلاحظ في الرسم الكهربائي ادناه بأن الازرار (البوش) (b2,b4,b6,b8) هي بوشات (on) لتشغيل المحرك من أربعة مواقع وتوصّل دائما على التوازي لاختيار أي واحد منها لتمرير التيار إلى الملف فزيادة عدد أماكن التشغيل يعني زيادة عدد الأزرار على التوازي ، اما أزار إطفاء المحرك (b1,b3,b5,b7)(off) فتوّصل فيما بينها على التوالي لإمكانية قطع التيار من أي واحد منها وأيضا يكون عددها مساوٍ لعدد المواقع وحسب الحاجة . وفي الرسم الكهربائي ادناه يبيّن تشغيل المحرك من أربعة مواقع وإطفاءه أيضا من أربعة مواقع .



في الدائرة الكهربائية الآتية تشغيل وإطفاء موّصل هوائي (كونتكتر) من ثلاثة مواقع .

تمثل الحروف (e1,e2) مصهرات لحماية الحمل (فيما لو تم ربطه)من حالة الّقصر (S.C) وأما (e3) هو توصيل حراري يحمى الحمل في حالة زيادة التيار عن حده المقرر والحرف (C1) يمثل ملف الكونتكتر والذي يعمل في هذه الدائرة على (220) فولت والأزرار (البوش) (b1,b3,b5) تمثل أزرار الإطفاء (off) والمربوطة على التوالي مع دائرة الملف .

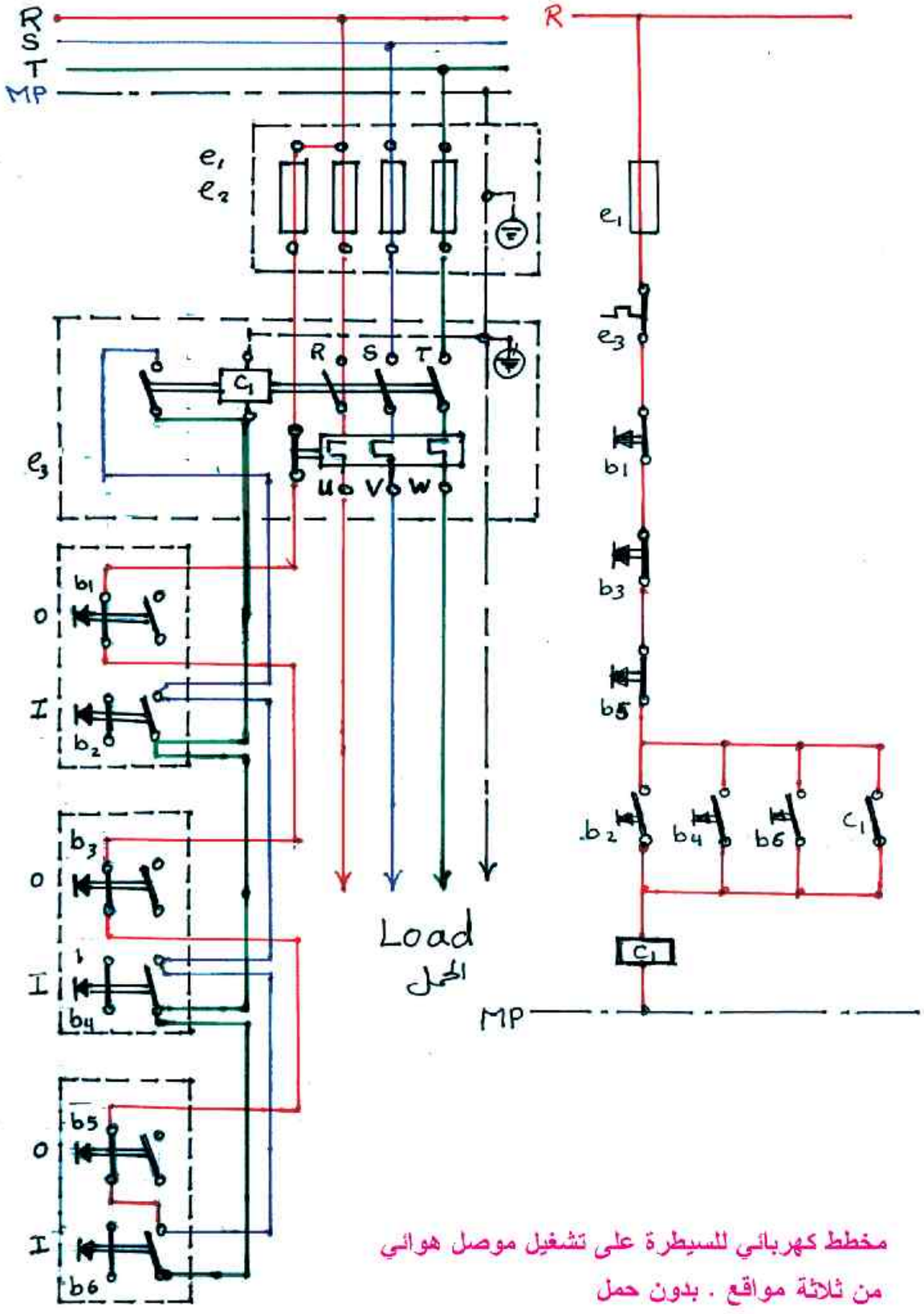
والأزرار (b2,b4,b6) تمثل أزرار التشغيل (on) والمربوطة على التوازي مع الموّصل المساعد (Auxilary) الغالق الخاص بتوصيل التيار الكهربائي للملف .

الرسم ادناه يمثل موّصل هوائي مع (Over Load) (اوفر لود) لحمية الحمل في حالة زيادة التيار عن الحد المقرر :-



اوفرلود
Over Load

موصّل هوائي مع (اوفر لود)



مخطط كهربائي للسيطرة على تشغيل موصل هوائي
من ثلاثة مواقع . بدون حمل

تمرين عملي :

المطلوب تنفيذ تشغيل موّصل هوائي بدون حمل على مرحلتين:-

أ – تشغيله من مكان واحد Off, On

ب – إضافة Off, On آخر من مكان آخر ليصبح تشغيله من مكانيين(Off_1 , On_1) و (Off_2 , On_2).

الأجهزة والمواد المطلوبة :

١ – موّصل هوائي بحيث يحتوي على الأقل على غالق واحد (No)

٢ – أزرار (Off, On) أو أن تكون على شكل مجموعتين متكاملة بحيث تحتوي كل مجموعة على (Off_1 , On_1)

٣ – مصهر (فيوز) (٢ – ٥) أمبير .

٤ – لوحة خشبيه ٦٠×٦٠ سم .

٥ – أسلاك توصيل

٦ – براغي لتثبيت الأجهزة والمستلزمات .

العُدد المستعملة :

١ – درنفيس عدل

٢ – درنفيس مربع

٣ – قاطعة (كتر)

٤ – بلايس

٥ – لاوية

٦ – قاشطة

٧ – مخصف

٨ – مطرقة ٢٠٠غم

٩ – مسطرة قياس أو فيتة

اسئلة حول موضوع (صيانة وربط وتشغيل الموّصلات الهوائية)

س١- مم يتكون الموّصل الهوائي ؟

س٢- كيف يمكن صيانة الموّصل الهوائي ؟

س٣- ماذا يُقصد بنقاط التوصيل المساعدة (auxiliary Contacts) ؟

س٤- ما هو المبدأالاساسي لعمل الموّصل الهوائي ؟

س٥- ما هو ال (Nc) وما هو ال (No) وما وظيفة كل منهما ؟

س٦- كيف يتم ربط أزرار تشغيل المحركات (On) مع بعضها في دائرة السيطرة عندما يُراد تشغيل المحرك من أكثر من مكان ؟

س٧- كيف يتم ربط أزرار الايقاف (Off) مع بعضها في دائرة السيطرة عندما يُراد إيقاف المحرك من أكثر من مكان ؟

(١) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق مفتاح قاطع دورة ميكانيكي يدوي .

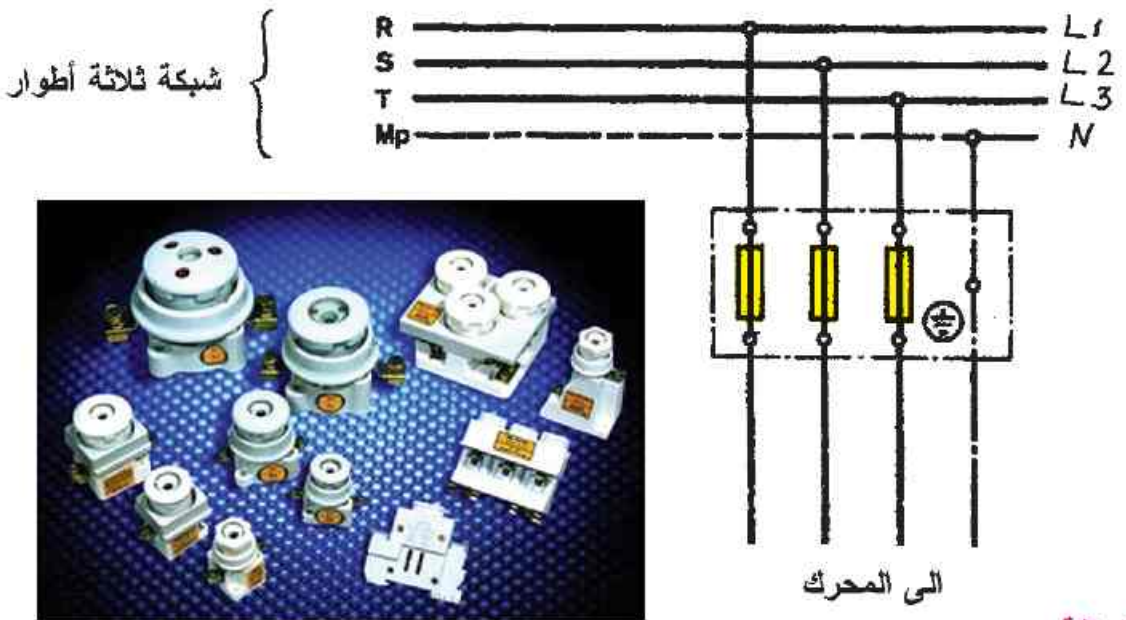
يتم تشغيل المحرك وإيقافه بواسطة مفتاح إعتيادي يدوي يعمل بمرحلة واحدة فقط لتحريكه من الوضع الساكن وضـــع الايقاف (O) أو ما يسمى وضع (Off) إلى وضع التشغيل (I) أو ما يُسمى وضع (ON) .

حيث تعمل نقاط الربط الموّصلة بالمحرك والتي تسُمى (U V W) .

إلى نقاط ربط الشبكة التي تسمى (R S T) أو (L_3 , L_2, L_1) .

في هذه الحالة لا نحتاج إلى نقطة الخط المحايد (Mp) أو (N) .

يتم ربط فيوزات اعتيادية بين الشبكة والمحرك بعدد ثلاثة وبواقع واحد لكل طور .



ملاحظة :

بالإمكان إستعمال هذا المفتاح كقاطع دورة لأغراض الإنارة والتدفئة أو التبريد فضلا عن تشغيل المحركات والمكائن الكهربائية بصورة عامة .

حجم المصهر في التأسيسات الكهربائية اخترناه بحجم معين مناسب ،لحماية أسلاك التأسيس وعوازلها من التلف .

أما في المحركات فيجب أن يُراعى عدم عطب وتلف المحرك من جَراء زيادة تحميله . فالزيادة في الحمل ولأي سبب كان تؤدي الى زيادة التيار المسحوب عن القيمة المصمم عليها والمثبتة عادة على لوحة التسمية . ذلك يؤدي الى تسخين ملفات وتلف عوازلها ثم تلف المحرك كلياً . لذا يجب التقيد بإختيار حجم المصَهر لحماية المحركات الكهربائية .

ومن المعروف ، وكما تعلمنا في السنة الماضية أن أحجام المصَهرات متفق عليها دولياً وبأحجام معينة ، مثلاً (٢، ٤، ٦، ١٠، ١٦، ٢٠، ٢٥، ٣٥، ٥٠، ٦٣، ٨٠، ١٠٠ ، ١٢٥، ١٦٠، ٢٠٠، ٢٢٥، ٢٥٠، ٣٠٠) أمبير .

فإذا كان المحرك يسحب تياراً إسمياً مقداره ما بين رقمين من الأرقام أعلاه ، فيتم إختيار الحجم الذي يليه . وإذا كان تيار المحرك قريباً الى القيمة التي تليه في حجم المصهر ، فيفضل أن يعبر الى القيمة الثانية .

فمثلاً محرك يسحب (٤٣) أمبير ، يتم إختيار المصهر بحجم (٦٣) أمبير . ومحرك آخر يسحب تيار قدره (٥) أمبير ، يتم إختيار مصهر بحجم (١٠) أمبير .

وللتقيد أكثر بإختيار المصهر المناسب ، يتبع الجدول المخصص لذلك ، المبين في الصفحة الآتية :-

علماً أن المصهرات الاعتيادية تتلف وتستبدل بعد الفصل عند حدوث زيادة في التيار عن الحد المقرر .




NGT00


NGT1


NGT3

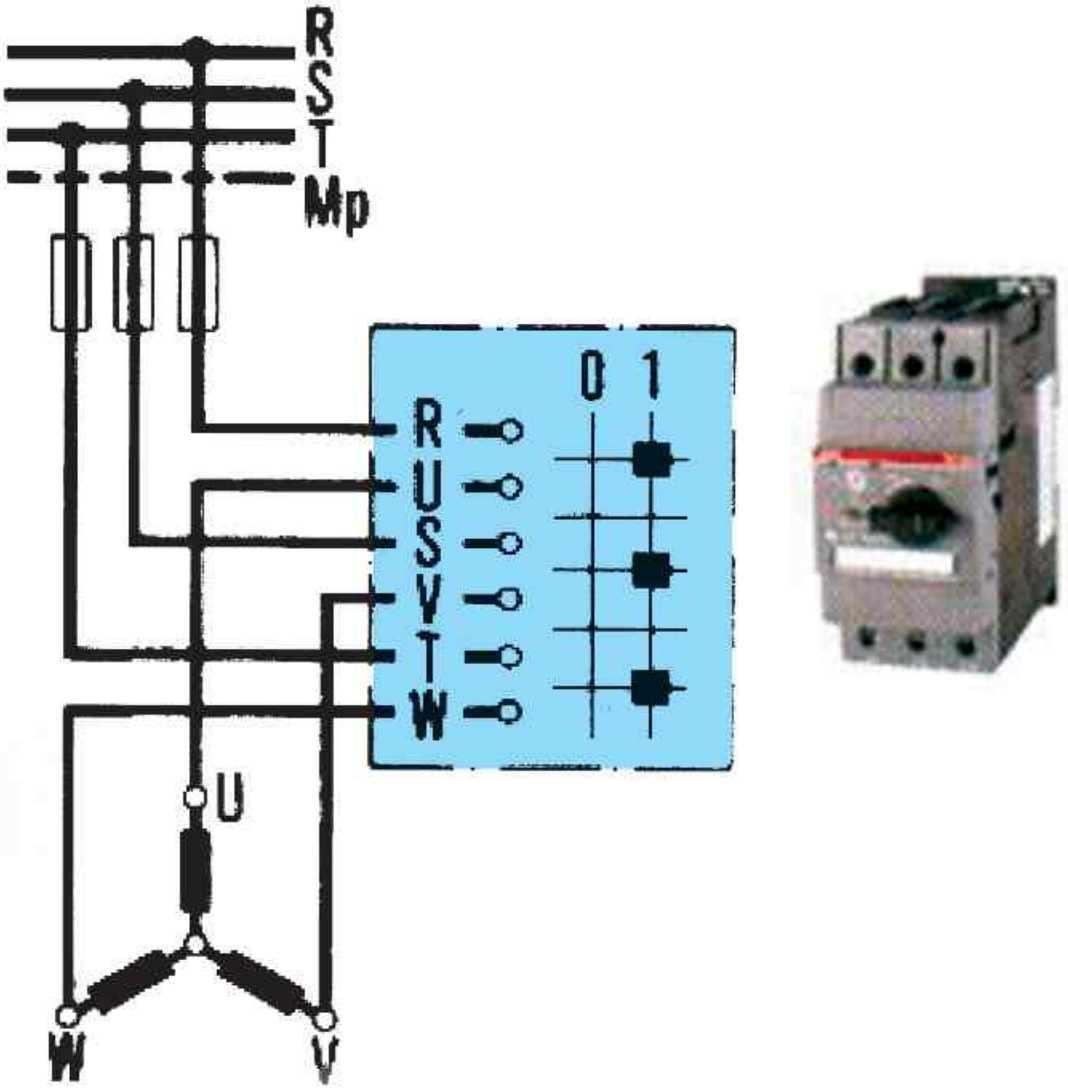
جدول أحجام المصّهرات المستعملة لحماية المحركات ثلاثية الأطوار .
وحسب قدرة الحرك المثبته عادة على لوحة التسمية

القدرة الاسمية Kw	cos φ	الكفـــــاءة	٣٨٠ فولت التيار الاسمي A	حجم المصهّر توصيل مباشر A	حجم المصهّر Y Δ A
٠ر٢	٠ر٦٩	٠ر٦٠	٠ر٧	٢	٢
٠ر٣٣	٠ر٧١	٠ر٦٤	١ر١	٢	٢
٠ر٥	٠ر٧٥	٠ر٦٩	١ر٤	٢	٢
٠ر٨	٠ر٧٨	٠ر٧٤	٢ر١	٤	٤
١ر١	٠ر٨٣	٠ر٧٨	٢ر٦	٤	٤
١ر٥	٠ر٨٣	٠ر٧٩	٣ر٥	٦	٤
٢ر٢	٠ر٨٣	٠ر٨٠	٥ر٠	١٠	٦
٣ر٠	٠ر٨٤	٠ر٨٢	٦ر٦	١٠	١٠
٤ر٠	٠ر٨٥	٠ر٨٤	٨ر٥	١٦	١٠
٥ر٥	٠ر٨٥	٠ر٨٥	١١ر٥	٢٠	١٦
٧ر٥	٠ر٨٥	٠ر٨٦	١٥ر٥	٢٥	٢٠
١١	٠ر٨٦	٠ر٨٧	٢٢	٣٥	٢٥
١٥	٠ر٨٧	٠ر٨٧	٣٠	٥٠	٣٥
٢٢	٠ر٨٨	٠ر٨٧	٤٤	٦٣	٥٠
٣٠	٠ر٨٨	٠ر٨٧	٦٠	٨٠	٦٣
٤٠	٠ر٨٨	٠ر٨٨	٧٩	١٠٠	٨٠
٥٠	٠ر٨٨	٠ر٨٨	٩٩	١٢٥	١٠٠
٦٤	٠ر٨٨	٠ر٨٩	١٢٥	١٦٠	١٢٥
٨٠	٠ر٨٨	٠ر٩٠	١٥٥	٢٠٠	١٦٠
١٠٠	٠ر٨٨	٠ر٩١	١٦٠	٢٠٠	٢٠٠
١٢٥	٠ر٨٨	٠ر٩١	٢٤٠	٢٦٠	٢٦٠
١٦٠	٠ر٨٨	٠ر٩٢	٣٠٠	٣٥٠	٣٥٠
٢٠٠	٠ر٨٩	٠ر٩٢	٣٧٠	٤٣٠	٤٣٠
٢٥٠	٠ر٨٩	٠ر٩٢	٤٦٥	٦٠٠	٦٠٠



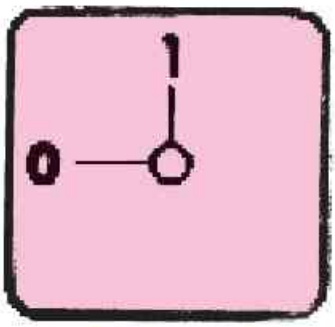
أحجام المصّهرات أعلاه تمثل الحالات التي تعمل بها المحركات بالتبريد بالهواء الاعتيادي ، داخلياً وخارجياً ، ثلاثية الطور ذات القفص السنجابي تدور بسرعة ١٥٠٠دورة / الدقيقة .

التوصيلة الكاملة لتشغيل محرك ثلاثة أطوار
عن طريق مفتاح قاطع دورة ميكانيكي يدوي



أدناه شكل المفتاح قاطع الدورة الميكانيكي اليدوي ذو المرحلة الواحدة

(I-O) أو (ON - OFF).



تمرين عملي (١)

المطلوب توصيل وتشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح قاطع دورة إعتيادي ومصّهرات إعتيادية للحماية .

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم

العُدد والأجهزة المطلوبة :-



١- محرك ثلاثة أطوار بالقدرة المتوفرة .

٢- مصّهرات إعتيادية مناسبة

٣- كتر

٤- بلايس

٥- لاوية

٦- درنفيس عدل قياس (٣، ٥، ٨) ملم

٧- درنفيس مربع بأحجام مختلفة

٨- قاشطة

٩- مخصف

١٠- مسطرة قياس أو فيتة

المواد المطلوبة :-

١- أسلاك توصيل بحجم مناسب لقدرة المحرك .

٢- براغي مناسبة لتثبيت كل من المصهرات وقاطع الدورة .

ملآحظة :-

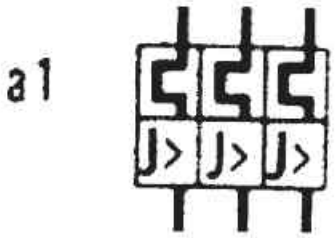
يتم تثبيت كل من المصّهرات وقاطع الدورة على اللوحة الخشبية ، أما المحرك فإذا كان صغير الحجم فيثبت على لوحة ثابتة مماثلة وإذا كان كبيراً يثبت على منضدة العمل أو على الأرض .

(٢) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق مفتاح قاطع دورة ذو حماية حرارية ومغناطيسية .

هناك مصَهرات أوتوماتيكية ذات حماية حرارية ومغناطيسية تعوض عن المصَهرات الاعتيادية بحيث لا تستبدل عند حدوث عطب في الدائرة الكهربائية .

وإنما يعاد توصيلها بتحريك عتلة يدوية معينة مبينة في الشكل الآتي :-



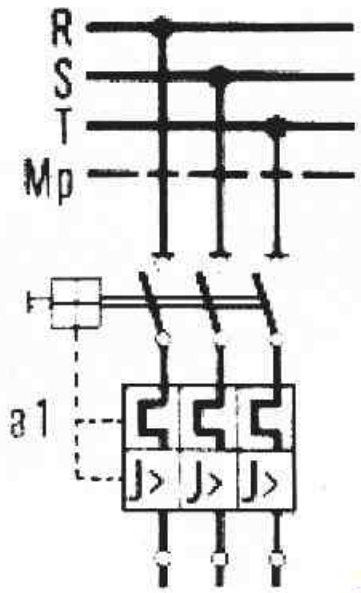


تكون هذه الحماية الحرارية والمغناطيسية عادة مرتبطة آلياً مع قاطع ذو ثلاثة أقطاب ليكون بمجموع مكوناته معوضاً عن كل من المضّهرات وقاطع الدورة الميكانيكي اليدوي ذو المرحلة الواحدة .

يستعمل قاطع حماية المحرك الأوتوماتيكي ذات الحماية الحرارية والمغناطيسية الذي يُسمى (MCB) Miniature Circuit Breaker لتشغيل المحرك ذو الثلاثة أطوار وإيقافه (0– 1) أو (OFF – ON) فضلاً عن حمايته من زيدة التيار عند زيادة الحمل عن الحد المقرر وحماية الدائرة من التماس المباشر (Short Circuit)

ويكون على الشكل الآتي :-





أحياناً تربط في الدائرة الكهربائية لتشغيل المحرك مصّهرات اعتيادية مباشرة بعد الشبكة الرئيسية ذات الثلاثة أطوار ، ومنها الى القاطع الاوتوماتيكي(M C B) ثم الى المحرك ، لتوفير الأمان بشكل أكبر لكل من المحرك والموصّلات فضلاً عن حماية الشخص العامل في المنظومة وذلك بتأريض كل من جسم المصّهرات والمفتاح الأوتوماتيكي إذا كان تغليفها من مادة موصّلة ، وكذلك جسم المحرك .

العامل الآخر لإستعمال المصّهرات الإعتيادية الإضافية هو عندما يكون تيار القصر أعلى من قيمة القطع المسموح بها للقاطع الأوتوماتيكي والمثبتة عادة في الكتلوك المرفق معه الذي يُسمى (Short Current) مختصر – I sh

e

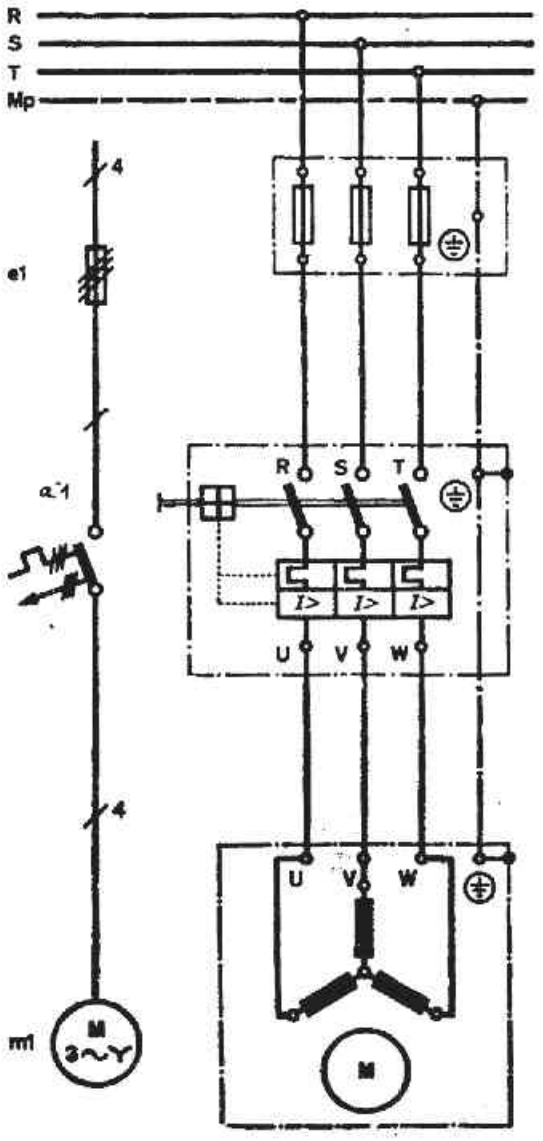


a



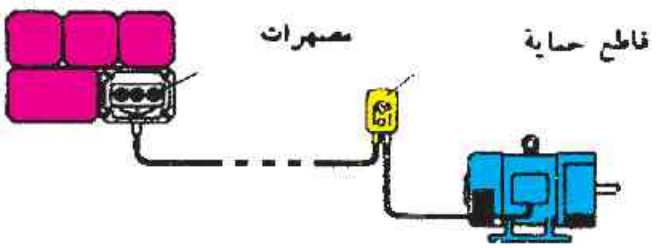
m





هناك مفاتيح أوتوماتيكية تحتوي على فصل حراري فقط ، في هذه الحالة يجب ربط مصَهرات اعتيادية بين الشبكة والقاطع الحراري لتعوض عن الفصل المغناطيسي للحماية من القصر .





المصّهرات المربوطة في الدائرة تحمي المحرك والأسلاك من القصر .

التوصيل الحراري الثلاثي الأقطاب يحمى المحرك من زيادة الحمل .

ملاحظة :

١- عناصر الوقاية (المصهرات) عند استعمالها للحماية ضد القصر يجب أن تربط في البداية أي في لوحة التوزيع وذلك كي تحمي جميع النواقل .

٢- عناصر الوقاية (المصهرات) عند استعمالها للحماية ضد زيادة الحمل . بالإمكان ربطها في أي مكان من النواقل قبل المحرك .

٣- التوصيل الحراري يجب أن ينظم على قيمة التيار الأسمي للمحرك .

تمرين عملي (٢)

المطلو ب توصيل وتشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح قاطع دورة ذو حماية حرارية ومغناطيسية (قاطع حماية المحرك الأوتوماتيكي) (M C B)

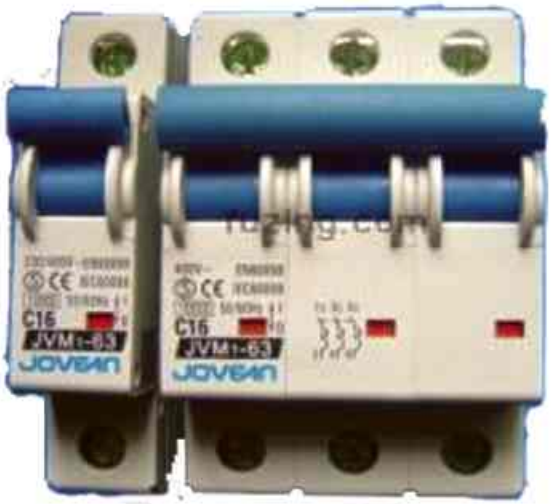
Miniature Circuit Breaker

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين : ينفذ التمين على لوحة خشبية ٦٠ × ٦٠سم

العُدد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ثلاثة أطوار بالقدرة المتاحة

٢- قاطع حماية المحرك الأوتوماتيكي ذو حماية حرارية ومغناطيسية بحجم مناسب لقدرة المحرك.



٣- كتر

٤- بلايس

٥- لاوية

٦-درنفيس عدل (٣، ٥، ٨) ملم

٧- درنفيس مربع بأحجام مختلفة

٨- قاشطة

٩- مخصف

١٠- مسطرة قياس أو فيتة

المواد المطلوبة :- ١- أسلاك توصيل بحجم مناسب لقدرة المحرك

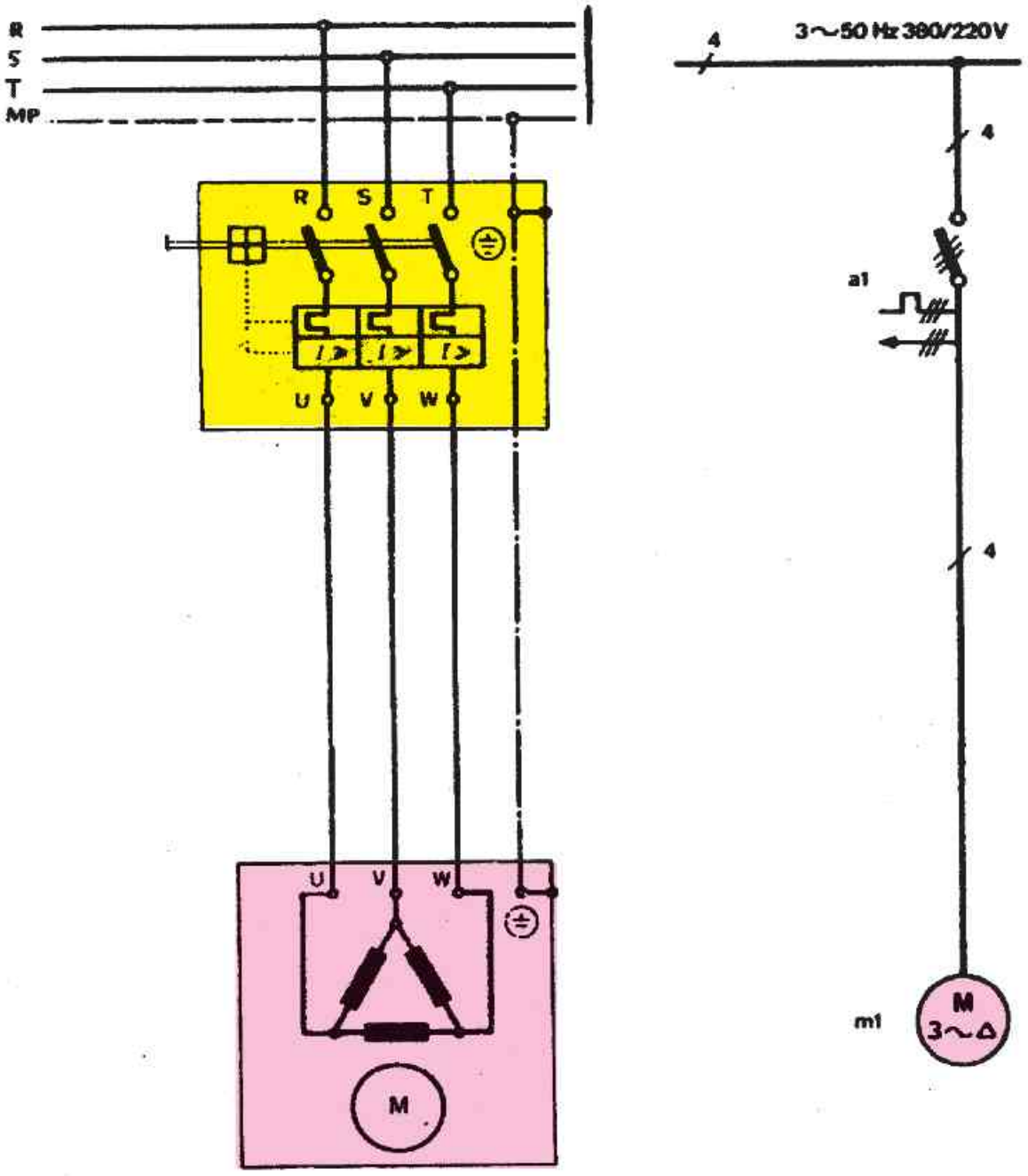
٢- براغي مناسبة لتثبيت كل من المصّهرات وقاطع الدورة

ملاحظة :-

١- يتم تثبيت كل من المصّهرات وقاطع الدورة على اللوحة الخشبية ، أما المحرك فإذا كان صغير الحجم فيثبت على لوحة ثانية مماثلة وإذا كان كبيراً فيثبت على منضدة العمل أو على الأرض.

٢- ينفذ التمرين بموجب الخارطة الآتية على أن لا يتم التقيد بتشغيل المحرك على شكل دلتا أو ستار ، بل يتم التصرف حسب نوع المحرك المستعمل .

مخطط تنفيذ تمرين تشغيل المحرك ثلاثي الأطوار بواسطة مفتاح قاطع حماية المحرك الأوتوماتيكي بالحماية الحرارية والمغناطيسية .



أسئلة حول موضوع (تشغيل المحرك بواسطة مفتاح يدوي)

س ١- ما فائدة كل من الحماية الحرارية (أوفرلود) والفيوزات الإعتيادية المستعملة مع مفتاح توصيل القوة الدافعة الكهربائية للمحركات التي تعمل بالمفتاح اليدوي ؟

س ٢- ما عدد مراحل تحريك المفتاح الإعتيادي اليدوي لتشغيل محرك ثلاثة أطوار ؟

س ٣- ماذا يعني لك مواضع المفتاح اليدوي (I) و (O) ؟

س ٤- كيف يتم إختيار حجم المصهر لدائرة تشغيل المحرك ؟

س ٥- كم عدد المصهرات الواجب ربطها في دائرة كهربائية لتشغيل محرك ثلاثة أطوار؟

س ٦- ما فائدة الحماية المغناطيسية في دائرة تشغيل محرك ثلاثة أطوار ؟

س ٧- هل من الواجب والضروري ربط فيوزات اعتيادية في دائرة تشغيل محرك ثلاثة أطوار ثم ربط قاطع ذو حماية حرارية ومغناطيسية فيها ؟

س ٨- لتشغيل محرك ثلاثة أطوار يستخدم أحياناً قاطع ذو حماية حرارية فقط ، هل يكفي هذا ؟ علل ذلك .

التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق موصّل هوائي وأزرار تشغيل (on – off).

بعض المكائن الكهربائية يستوجب تشغيل محركاتها بسرعة وخفة وسهولة متناهية ، حيث إستعمال كل من المفتاح اليدوي أو حتى المفتاح الأوتوماتيكي التي درسناها في الموضوع السابق قد يأخذ بعض الوقت عند تشغيله أو إيقافه.

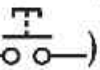
فإستعمال أزرار تشغيل (بوش) (Push Button) يؤدي الغرض المطلوب.

فبمجرد لمسة خفيفة وسريعة على (زر) يمكن أن يبدأ المحرك بالدوران وكذا يمكن أن يتوقف عن الدوران.

لذلك نحتاج الى نوعين من الأزرار أحدهما للتشغيل يكتب عليه (On) أو (I) عادة يكون لونه أخضر ، والآخر للإيقاف يكتف عليه (Off) أو (O) عادة يكون لونه أحمر.



في الحقيقة يجب التمييز بينهما بهذه العلامات التي ذكرناها كي لا نتوهم وتختلط علينا أمور التشغيل والإيقاف ، فقد يؤدي ذلك الإختلاف الى كارثة ، حيث يستوجب أحياناً إيقاف ماكنة معينة في لحظة معينة لدرء خطر معين عن الشخص العامل عليها.

فالتركيب الخارجي ومظهر البوشين متشابهة كلياً ، بينما تركيبها الداخلي مختلف ، فكل واحدة منها تؤدي عمل معين ، فبوش التشغيل (On) يكون عادة من النوع الغالق (**NO**) الذي يكون في وضعه الطبيعي مفتوح وعندما نضغط عليه يغلق ويمرر التيار الكهربائي ()

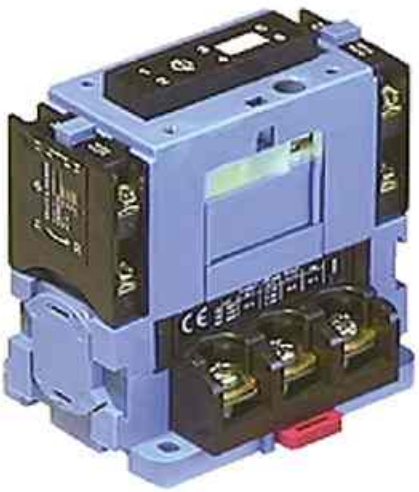
بينما يكون بوش الإيقاف (Off) من النوع الفاتح (NC) الذي يكون في وضعه الطبيعي مغلق ويمرر التيار الكهربائي ، وعندما نضغط عليه يفتح ويقطع مرور ذلك التيار (ـــ ـــ).

ومن الطبيعي أن كل منهما يعمل بنابض لولبي ليعود الى وضعه الطبيعي قبل الضغط ، حال رفع اليد عنه.

بالإمكان أن نستعمل هذه الظاهرة العملية لإيصال التيار الكهربائي الى ملف مغناطيسي لموصّل هوائي (كونتكتر) بدوره يقوم بدور المفتاح الرئيسي ثلاثي الأقطاب لتشغيل محرك كهربائي ثلاثي الأطوار ن وكذلك الطور الواحد ، أو أي جهاز كهربائي مهما يكون أداء عمله سواءً تدفئة أو تبريد أو إنارة وأي عمل آخر لأي جهاز يعمل بالتيار الكهربائي ، فكما ذكرنا في بداية الموضوع ، بلمسة واحدة يتم التشغيل وبلمسة أخرى يتم الإيقاف السريع.

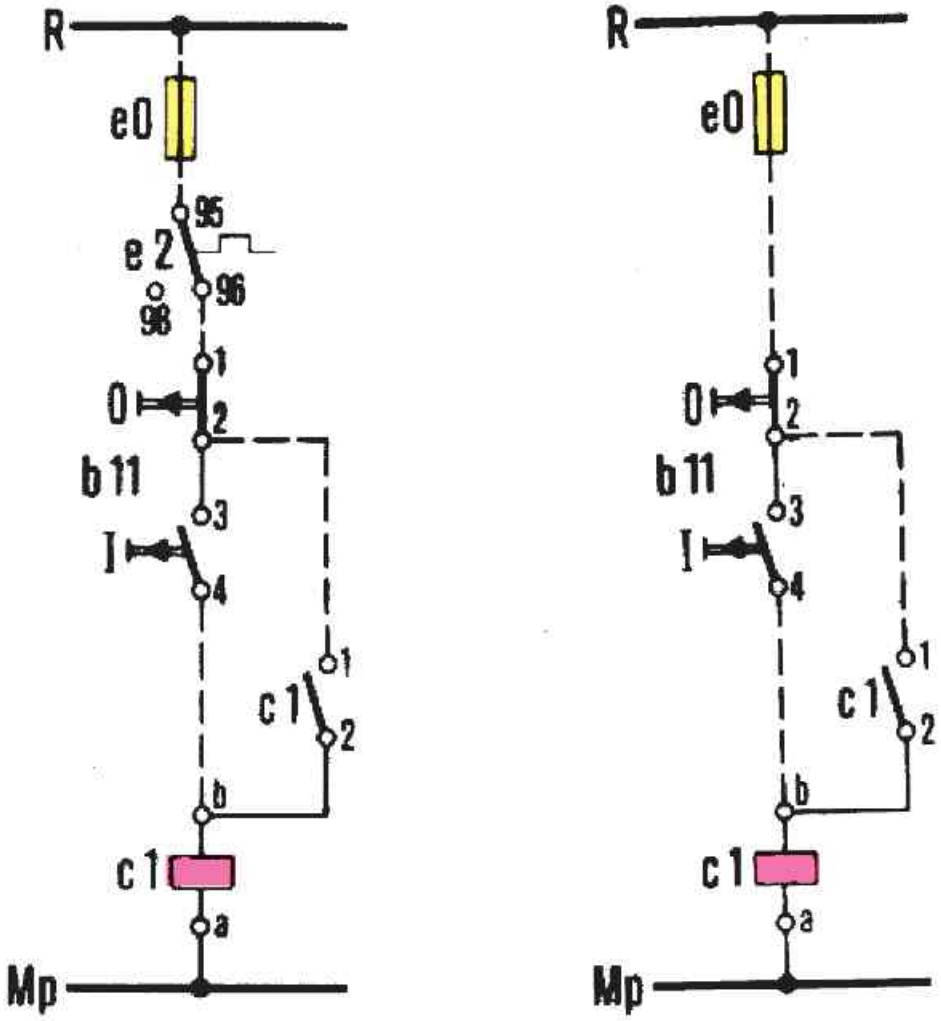
فضلاً عمّا تعلمناه في موضوع سابق لكيفية عمل وإشتغال وترتيب الموصّل الهوائي (Air Contactor).

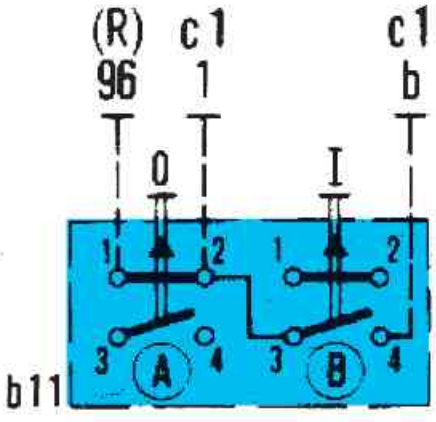




المخططات الآتية تبين عمل توصيلة سريان التيار التي تسمى دائرة السيطرة (Controll Circuit) لعمل ملف الكونتكتر لتشغيل الموصّلات للدائرة الكهربائية الرئيسية التي تسمى (Power Circuit) لتشغيل وإيقاف المحرك.

دائرة السيطرة (Control Circuit).





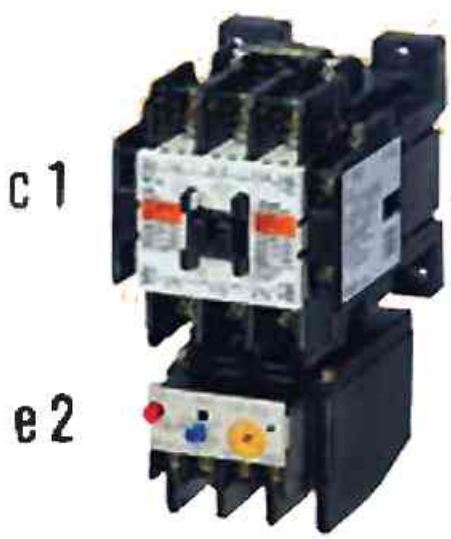
I = ON تشغيل

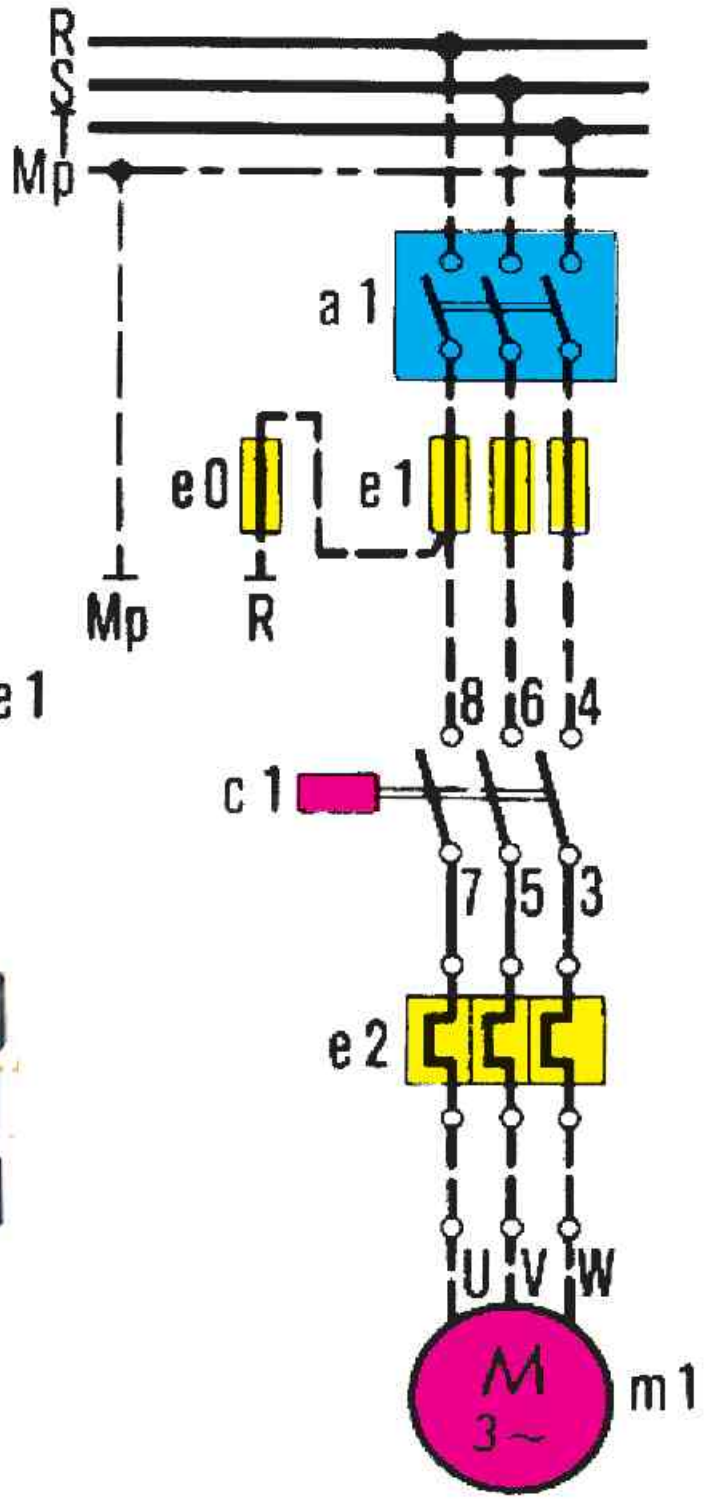
O = OFF إيقاف

دائرة القوة (Power Circuit)









(e2) ثنائي المعدن يعمل عند زيادة التيار عن الحد المقرر له وينحني ، وبدوره يشغّل نقاط التوصيل التابعة له في دائرة السيطرة ، فيفتح النقاط (96- 95)ويقطع التيار عن ملف الكونتكتر (C1) ويفصل الموصلات الرئيسية عن المحرك في دائرة القوة ليتوقف عن الدوران.

بالوقت نفسه يوصل النقاط (98- 95)التي يمكن أن توهج مصباح سيطرة ليعطينا إشارة على أن المحرك متوقف.

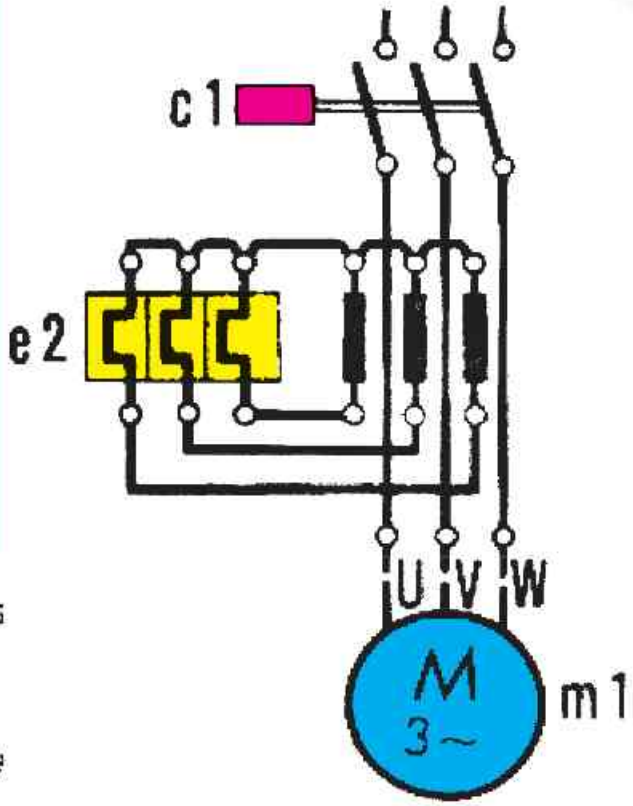
ملاحظة :

١- الخط الرئيسي (R) الذي يغذي دائرة السيطرة يؤخذ من الشبكة بعد المفتـــاح اليدوي الرئيسي (e1) وكذلك المصهّرات الرئيسية (e0) وعبر مصهّر صغير (e0).

٢- عندما يكون المحرك كبير ويسحب تياراً كهربائياً عالياً يستوجب فيه أن تكون قطع ثنائي المعدن كبيرة ، فبالإمكان إستعمال محولات تيار تخفض التيار الى قيم صغيرة ، نستعمل خلالها قطع ثنائي معدن إعتيادية صغيرة الحجم تؤدي الغرض نفسه ، كما في الشكل أدناه :



نموذج لمحول تيار Current (CT) Transformer يستعمل ثلاثة منه بواقع واحد لكل طور من الأطوار الثلاثة.



أسلوب عمل التوصيلة :-

١- مرحلة التشغيل (ON)

بعد تشغيل القاطع اليدوي (a1) ووضعه في حالة (ON) يصبح بالإمكان إيصال التيار الكهربائي الى ملف الكونتكتر (C1) عن طريق الضغط على زر التشغيل اليدوي (I) أو (ON) ، حيث يعمل الملف على تحريك جميع الموصلات الموجودة في الكونتكتر (C1) ويغير حالتها. فالغالق (NO) يغلق والفاتح (NC) يفتح ، لذلك يستمر مرور التيار عن طريق الغالق المساعد (C1) عبر نقاطه (1-2) الى الملف حتى عند رفع اليد عن زر التشغيل اليدوي ، حيث يستمر بتغذية الملف بالتيار الكهربائي.

٢- مرحلة الإيقاف (OFF)

عند الضغط على زر الإيقاف اليدوي (O) أو (OFF) حيث يقطع التيار الكهربائي عن ملف الكونتكتر وعندها ترجع جميع موصلات الكونتكتر الرئيسية 3-4 و 5-6 و 7-8 ، ويتوقف المحرك عن الدوران ، وكذلك يعود الموصّل المساعد (1-2) الى حالته الطبيعية ويقطع التيار الكهربائي عن ملف الكونتكتر.

وما عدا إيقاف المحرك بواسطة زر الإيقاف (O) بالإمكان إجراء العمل نفسه عن طريق القاطع اليدوي الرئيسي (a1) الذي بدوره يقطع الشبكة مباشرة عن المحرك فضلاً عن قطع التيار عن دائرة السيطرة ، الذي كان يتغذى بالتيار الكهربائي عن طـريق كل من المصـهرات (e1) و (e0) ، من بعد ذلك المفتاح الرئيسي اليدوي (a1).

مصابيح الإشارة للدلالة على إشتغال ووقوف المحرك عن الدوران

بالإمكان إستعمال مصباحين صغيرين بلونين مختلفين ، يتوهج أحدهما ليعطي إشارة على حالة المحرك إشتغال أو وقوف.

عادة يستعمل مصباح إشارة بلون أخضر لحالة إشتغال المحرك (ON) ومصباح إشارة آخر بلون أحمر لحالة وقوف المحرك عن الدوران (OFF).



من الطبيعي وكما تعلمنا في التأسيسات الكهربائية – أن المصابيح بطرفين ، يصل أحدهما دائماً بالنقطة المحايدة (Mp) ، وحالما نعطي للنقطة الثانية خط رئيسي (R) يتوهج ، وعندما نفصله ينطفئ.

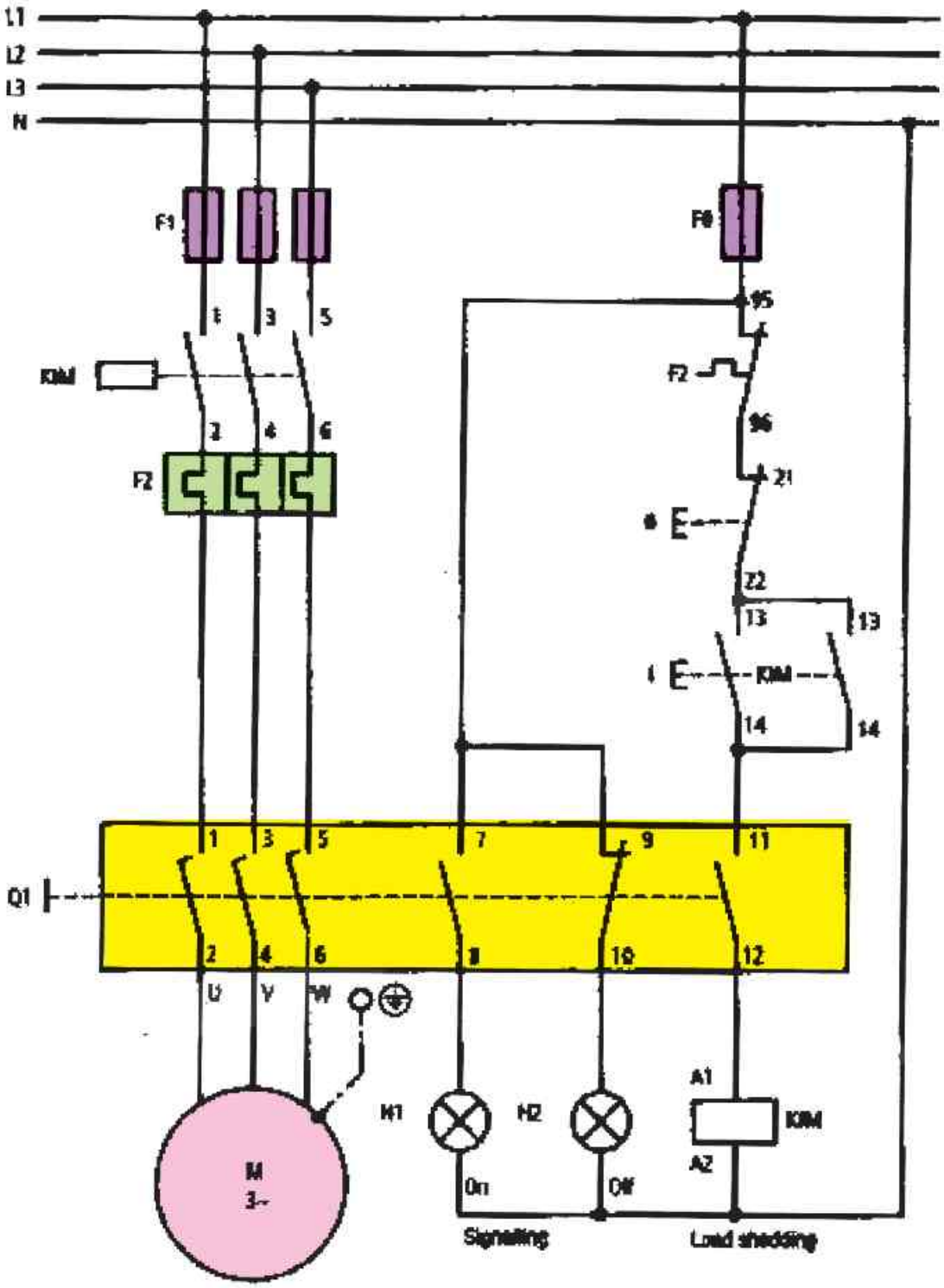
لذا نستعمل موصلات مساعدة أخرى من الكونتكتر الذي يشغل المحـــرك ، أحدهما غالـــق (NO) ليتوهج عن طريق مصباح إشارة التشغيل الأخضر ، عندما يعمل الكونتكتر . وآخر فاتح (NC) ليكون مصباح إشارة الايقاف الأحمر متوهج عند حالة عدم إشتغال الكونتكتر ، بينما ينقطع عنه التيار وينطفئ عند إشتغال الكونتكتر ووقوف المحرك عن الدوران.

نلاحظ في المخطط الآتي لتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق موصّل هوائي وأزرار تشغيل (ON-OFF). فضلاً عن مفتاح يدوي Q 1 لاغراض الصيانة يؤمن حالتي الأطفاء والتشغيل

وجود مصباحين إشارة H1 لحالة الـــ (ON) يأخذ التيار الكهربائي عن طريق الموصّل المساعد الغالق(NO) (7-8).

والمصباح الآخر (H2) لحالة الـــ (OFF) الذي يأخذ التيار الكهربائي عن طريق الموصّل المساعد الفاتح (NC) (9-10).

مخطط تشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق موصّل هوائي وأزرار تشغيل ومصابيح إشارة لحالتي التشغيل والإيقاف(ON-OFF) .



تمرين عملي

المطلوب ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق موصل هوائي وأزرار تشغيل (ON - OFF).

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

يتم تنفيذ التمرين على لوحة خشبية قياس ٦٠ × ٦٠سم

العُدد المطلوبة :

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- لاوية.

٤- قاشطة.

٥- درنفيسات عدل قياس (٣، ٥، ٨ ملم).

٦- درنفيسات مربعة صغير ومتوسط.

٧- مخصف.

٨-مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٩- مسطرة قياس أو فيتة.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ثلاثة أطوار بقدرة متاحة.

٢- كونتكتر بتيار مناسب لقدرة المحرك. ذو موصّلات رئيسية عدد - ٣- غالقة وموصّلات مساعدة غالقة عدد - ٢- وموصّل مساعد فاتح عدد - ١-.

٣- أوفرلود (ثنائي معدن حراري) ثلاثة أطوار مع موصّل مساعد (95-96).

٤- مصابيح إشارة عدد(٢) أحمر وأخضر.

٥- بوش بتن عدد (٢) ، واحد غالق (ON) وواحد فاتح - OFF.

٦- فيوزات عادية عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك. وآخر (٢) أمبير لدائرة السيطرة.

٧- أسلاك (٥، ١) ملم^{2}لدائرة السيطرة.

٨- أسلاك بحجم مناسب لقدرة المحرك.

٩- براغي لتثبيت مستلزمات التمرين.

أسئلة حول موضوع (تشغيل المحرك بواسطة الموصّل الهوائي وأزرار التشغيل)

س١- عندما نضغط على زر التشغيل (ON) يمسك الكونتكتر ، وعندما نرفـــع يدنا عن الزر يبقى الكونتكتر ماسك ، كيف؟

س٢- ما فائدة الحماية الحرارية (أوفرلود) في دائرة تشغيل المحركات بواسطة الكونتكترات؟ وما عدد موصلاته؟ وما وظيفة كل منها؟

س٣- ماذا تعني لك نقاط التوصيل (96 - 95) ؟

س٤- لتشغيل محرك ثلاثة أطوار يكفي مفتاح يدوي إعتيادي. لماذا إذاً نعوض عن ذلك بإستخدام كونتكتر وملحقاته؟

س٥- كيف نميز كل من أزرار التشغيل والإيقاف لتشغيل محرك بواسطة الكونتكتر؟

س٦- ماذا يقصد بكل من دائرة القوة والسيطرة؟

س٧- متى نضطر لاستخدام محول تيار (CT) في دائرة حماية المحرك؟

س٨- ما الألوان المألوف إستعمالها لمصابيح إشارة التشغيل والإيقاف؟

س٩- ما نوع الموصّـــلات المساعدة المستخدمة في كونتكتر تشغيل المحرك عند إستخـــدام مصباحي إشارة للتشغيل والإيقاف؟

(١) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي

من المعروف أن محركات الثلاثة أطوار تتميز بسهولة عكس اتجاه دورانها وذلك بتغيير مكان ربط أي خطين من الخطوط الثلاثة المغذية أو الواصلة من الشبكة إلى نقاط ربط المحرك (الواحد بدل الآخر).

نقاط ربط الشبكة وعلى الترتيب هي (R,S,T) أو (L١،L٢،L٣) توصل الى نقاط ربط المحرك (بعد مرورها بالمصهّرات) وعلى الترتيب نفسه (u,v,w) يعني :-



الدوران باتجاه عقرب الساعة

R ⟶ u

S ⟶ v

T ⟶ w

فيدور المحرك بإتجاه معين مثلاً على اليمين.

كثير من المكائن الكهربائية التي تعمل بمحرك ثلاثة أطوار نحتاج فيها الى عكس إتجاه الدوران ، مرة الى اليمين ومرة الى اليسار ، مثل المخرطة (التورنة) و(الفريزة) وغير ذلك من المكائن.

كما ذكرنا يتم ذلك بتبديل موصَلين الواحد بدل الآخر مثل :-



الدوران عكس اتجاه عقرب الساعة

R ⟶ u } تتبدل

S ⟶ v }

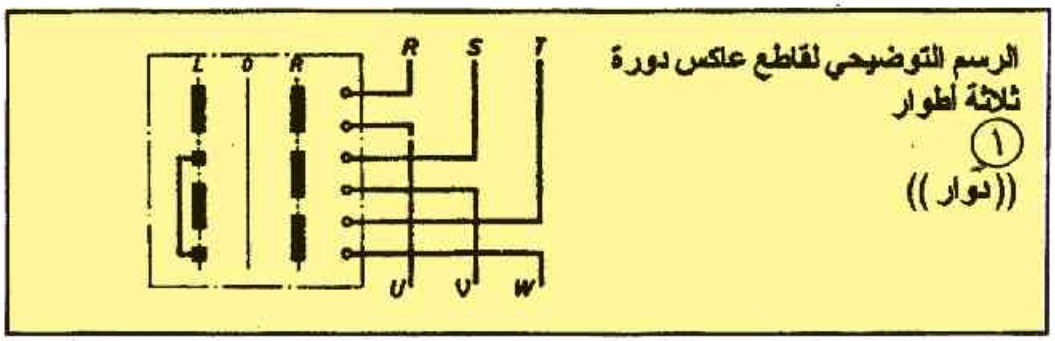
T ⟶ w يبقى على حاله

بالإمكان إجراء ذلك العمل بواسطة مفتاح يدوي يعمل بمرحلتين للتوصيل ، بدأ من مرحلة السكون ، المرحلة التي يكون فيها المحرك ساكن لا يدور ، يعني في حالة (OFF) أو (O) ، ثم تبدأ أول مرحلة للتشغيل وهي دورانه بإتجاه اليمين وهي المرحلة (١) أو (R-Right)، ثم المرحلة الثانية للتشغيل وهي المرحلة (٢) أو (L-Left) ، التي يكون فيها إتجاه الدوران بعكس الأولى يعني على اليسار.

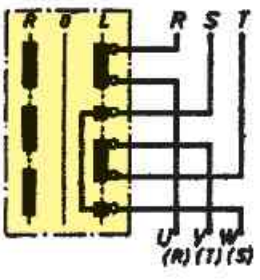
وضعية السكون (O) يجب أن تكون في المنتصف كي لا يتم الإنتقال من مرحلة دوران اليمين مباشرة الى مرحلة دوران اليسار ، لأنه في هذه الحالة سيسحب المحرك تياراً عالياً جداً ، قد يتلف ملفاته وعوازله وقد يؤثر ميكانيكياً على عمله أو عمل الماكنة التي يشغلها.



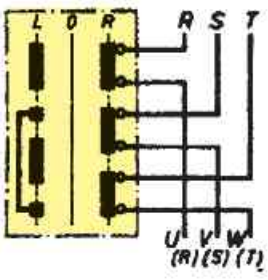
الرسوم التوضيحية الآتية تبين التركيب والتوصيل الداخلي للمفتاح في جميع حالات عمله وعلى نوعيه القلاب والدوار :-



اتجاه الدوران
(يسـار)

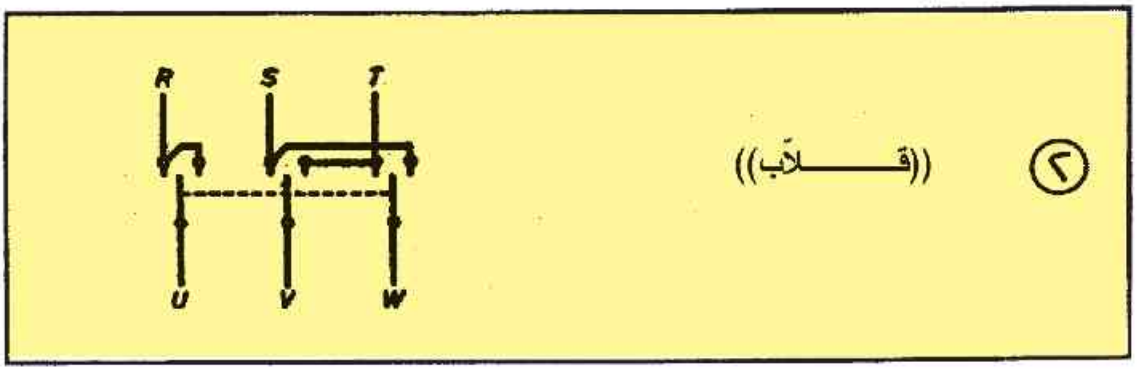


اتجاه الدوران
(يمـين)



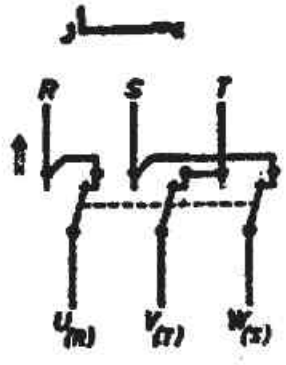


قاطع دورة دوّار

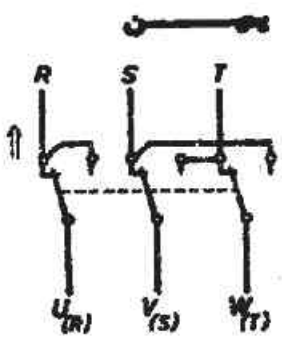


(٢) ((قـــــلاّب))

يسار



يمين

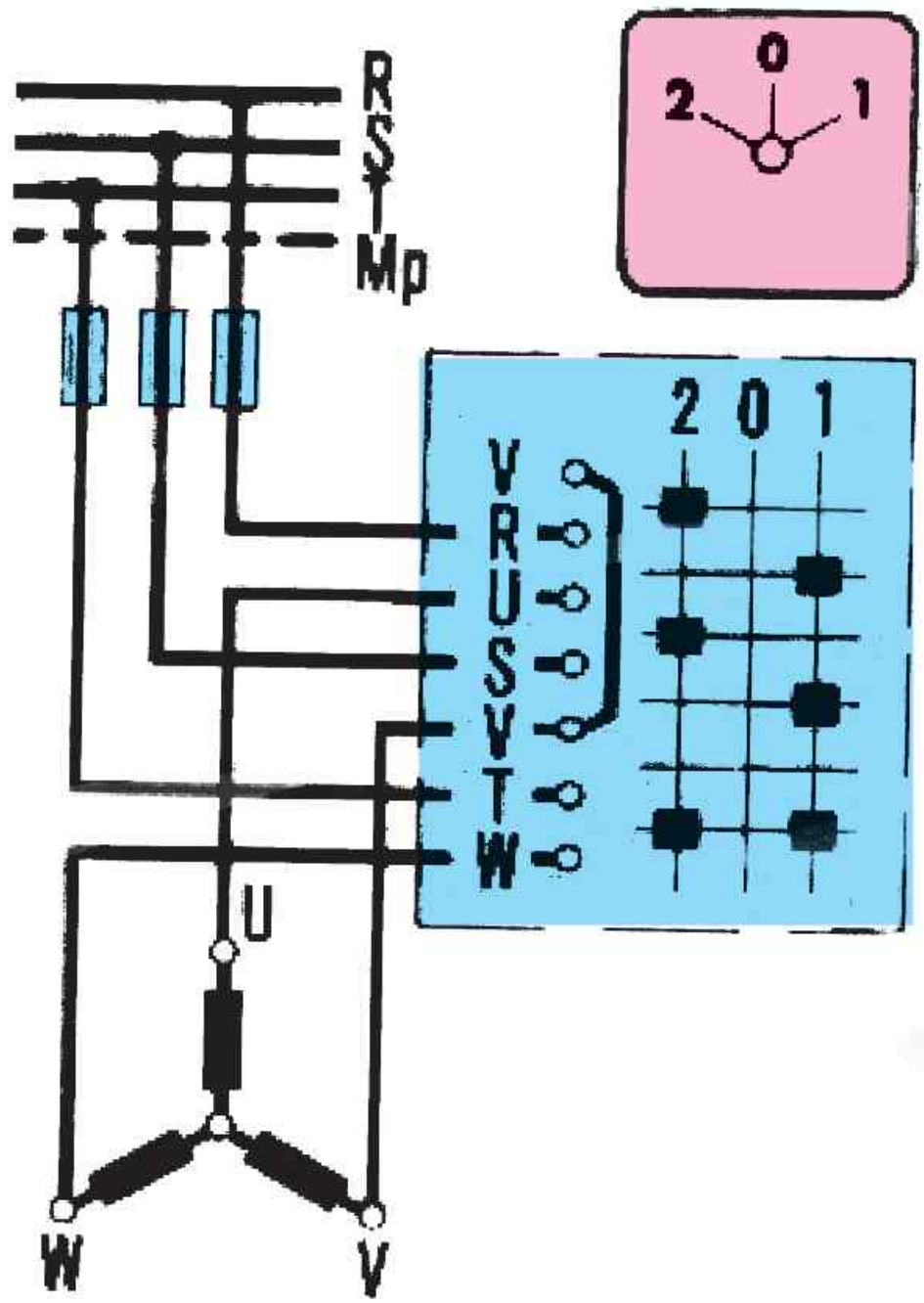




قاطع دورة قلاب

الشكل الآتي يبين مخطط توصيل المفتاح عاكس الدوران بشبكة ثلاثة أطوار لتشغيل محرك ثلاثي الطور.

مع واجهة المفتاح التي تبين وضع مقبض المفتاح (اليدة) على أي من المراحل التي يتم إختيارها

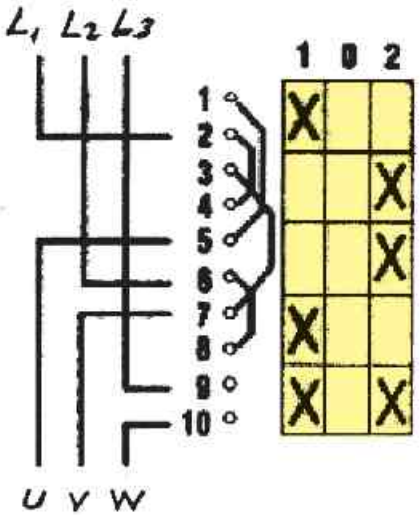


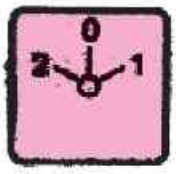
مفاتيح عاكسة دوران المحركات ثلاثية الطور

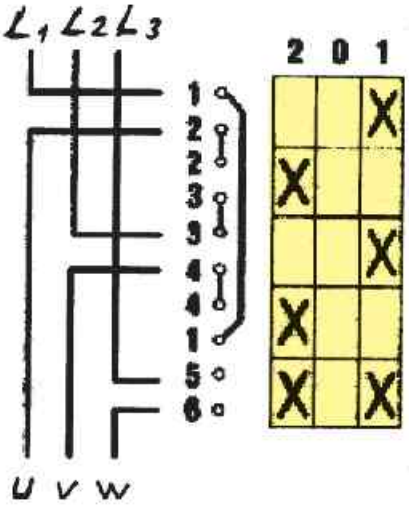
المخططات الآتية تبين أنواع أخرى من المفاتيح لعكس إتجاه دوران محركات الثلاثة أطوار ، فالأول يكون فيه الإنتقال الى مرحلة التشغيل والدوران بإتجاه اليمين بتحريك المقبض اليدوي بإتجاه اليسار .

أما المفتاح الثاني فيكون فيه الإنتقال الى مرحلة التشغيل والدوران بإتجاه اليمين بتحريك المقبض اليدوي بإتجاه اليمين .









ملاحظة :

إتجاه دوران المحرك الى اليمين يقصد به الدوران بإتجاه عقارب الساعة أما دورانه إلى اليسار فيقصد به الدوران بعكس اتجاه عقارب الساعة.

تمرين عملي (١)

المطلوب تنفيذ ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي (إعتيادي).

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

تنفيذ هذا التمرين على لوحة خشبية قياس ٦٠ × ٦٠ سم وبموجب المخططات التي تعلمناها في موضوعنا بهذا الخصوص.

العُدد المطلوبة :-

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- لاوية.

٤- قاشطة.

٥- درنفيسات عدل قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٦- درنفيسات مربعة صغير ومتوسط.

٧- مخصف.

٨- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٩- مسطرة قياس أو فيتة.

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار بقدرة المتوفر منها.

٢- مفتاح عاكس دوران ميكانيكي يدوي ثلاثة أطوار المتوفر منه ، قلاّب أو دوّار.

٣- مصهّرات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك.

٤- أسلاك توصيل.

٥- براغي تثبيت الأجهزة.

(٢) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران عن طريق الموّصلات الهوائية وأزرار التشغيل .

كما تعلمنا في مواضيع سابقة أنه بالإمكان الاستعاضة عن المفتاح الميكانيكي اليدوي بالكونتكترات وأزرار التشغيل (ON) و (OFF) .

وبذلك سنتحاج هنا الى ثلاثة أزرار ، واحد منها للايقاف (O) .

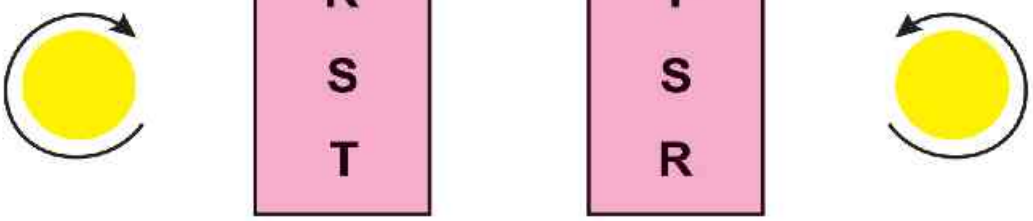
وأثنين للتشغيل أحدهما نسميه (I) أو (1) أو (R- Right) .

يعني يمين . والآخر (II) أو (2) أو (L-left) يعني يسار .

وسنحتاج هنا الى كونتكترات عدد إثنان يكونان على التوازي لأن كليهما يوصل مصدر القوة الدافعة الكهربائية الى المحرك بثلاثة أطواره ، هذا فيما يخص دائرة القوة .

لكن ترتيب دخول الأطوار أو خروجها من الكونتكترات يجب أن يختلف في أحدهما عن الآخر ، بحيث يكون في أحدهما (R) ثم (S) ثم (T) .

والآخر يجب أن يكون مثلاً (T) ثم (s) ثم (R) .



بذلك عندما يتم تشغيل الكونتكتر الأول (C_1) سيدور المحرك بإتجاه عقارب الساعة ، وعندما يتم تشغيل الكونتكتر الثاني (C_2) سيدور بعكس إتجـــاه عقارب الساعة .

وكما تعلمنا في المفتاح الميكانيكي اليدوي ، عندما يعمل المحرك ويراد عكس إتجاه دورانه يجب أن يمر المفتاح الى نقطة الايقاف (O) بين المرحلتين وليس من المهم أن يقف المحرك تماماً عن الدوران ، بل المهم أن تنخفض عدد دوراته وتُزال عنه القوة الكهرومغناطيسية .

والشيْ نفسه يجري على التشغيل بواسطة الكونتكترات ، حيث يفترض الأنتقال من مرحلة التشغيل بإتجاه معين الى مرحلة الاتجاه المعاكس أن يمر حتماً بنقطة الإيقاف (O) .

لأجل أن لا يتم التحويل بين الاتجاهين مباشرة دون المرور بمرحلة ال (O) يتم حماية كل ملف من أي من الكونتكترين بواسطة نقاط توصيل مساعدة فاتح (NC) من الكونتكتر الآخر ، بحيث لا يمكن بأي حال من الأحوال أن يصل تيار كهربائي الى الملف الآخر مادام الأول يعمل .



كونتكتران اثنان لتنفيذ التوصيلة الكهربائية ، ليس من الضرورة أن يثبتا متلاصقان ، يعتمدا في الأداء على الربط الكهربائي .

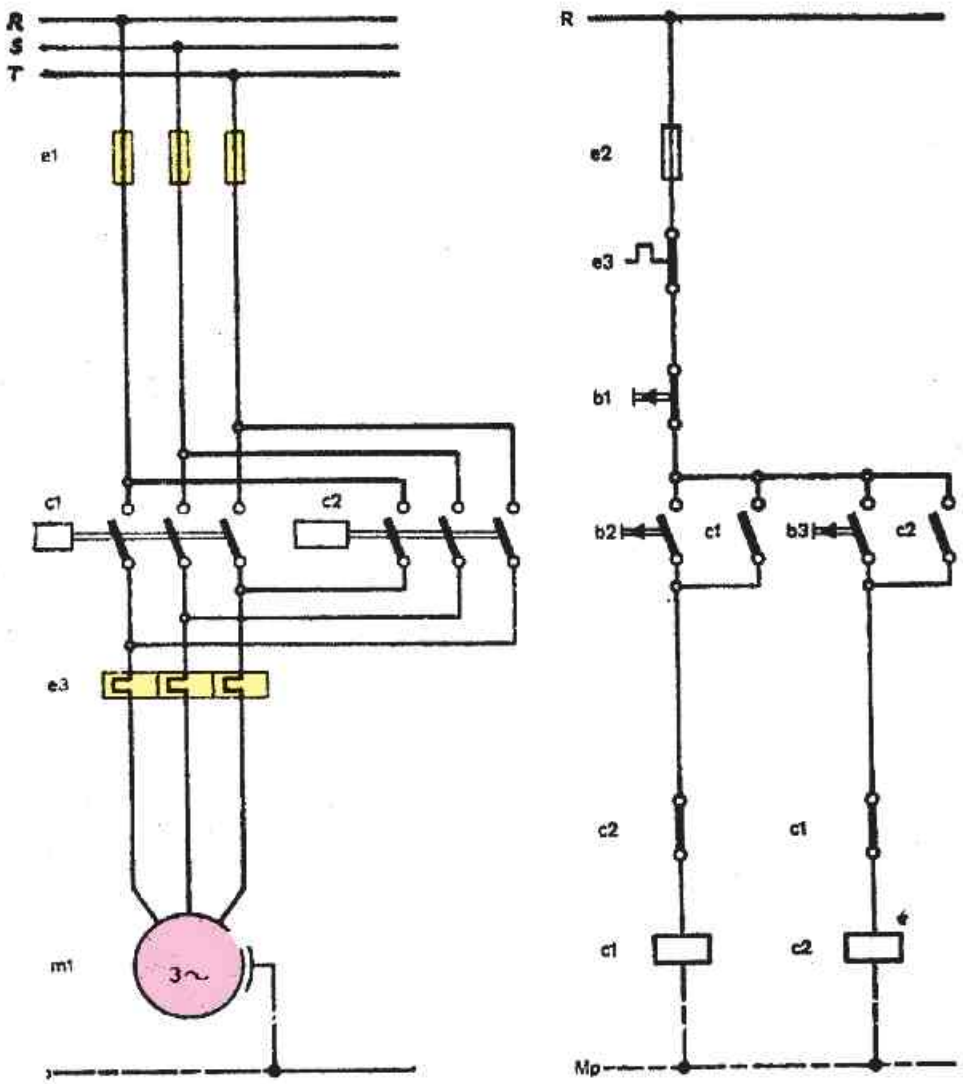


Reversing Combination Contactors

كونتكتران اثنان لتنفيذ التوصيلة الكهربائية ، يجب أن يكونا متلاصقين لأن بينهما ربط ميكانيكي لا يسمح لهما أن يعملان (ينسحبان) سوية .

فعندما يعمل أحدها يمنع الآخر من الإنسحاب حتى لو كن بدفعه باليد .

مخطط تشغيل محرك ثلاثة أطوار أوتوماتيكياً بواسطة الكونتكترات وأزرار التشغيل والإيقاف ($ON_1 - OFF - ON_2$) أو (R– OFF – L) عاكس دوران .

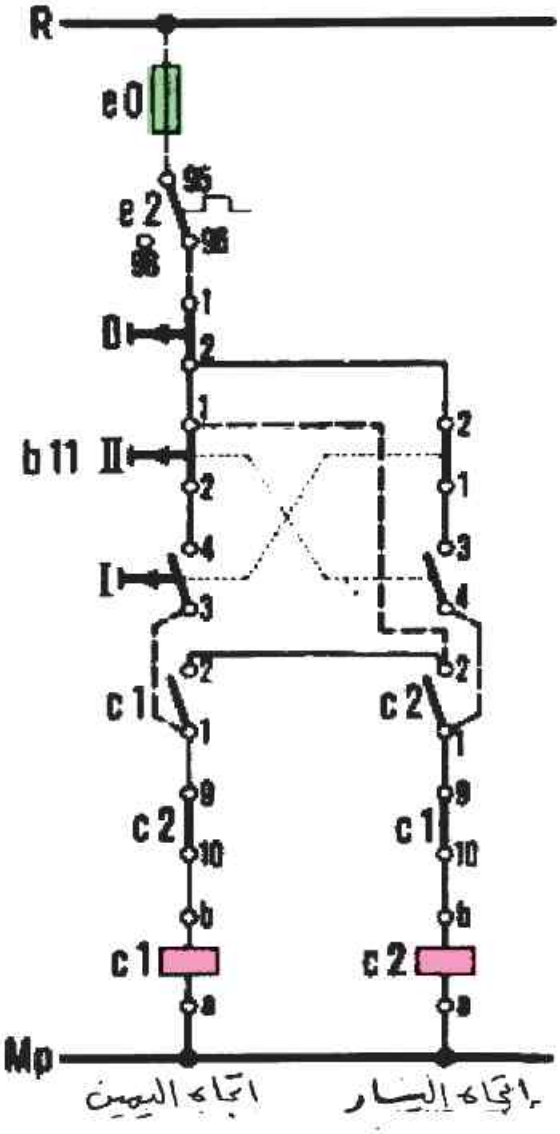


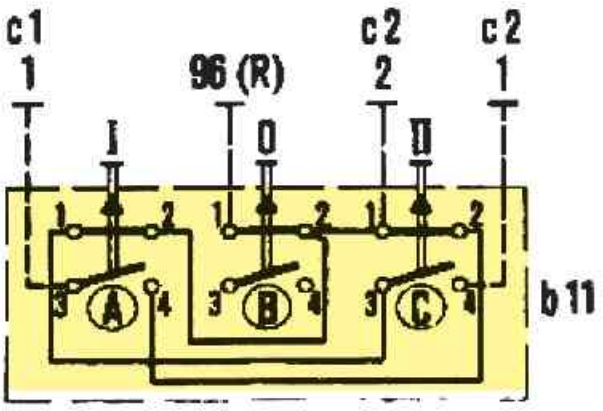
هذه التوصيلة تفي بالغرض المطلوب فيما لو تتبعنا مسير التيار فيها الذي لايسمح أن يعمل الكونتكتران سويةً . ولكن تم الأخذ بنظر الاعتبار لإحتمال أن لا تؤدي الموصّلات المساعدة الفاتحة (NC) عملها لحماية الملفين لكي لا يعملان سويةً ، مما يدعو الى ما لا يحمد عقباه نتيجة القصر الذي قد يحدث .

لذلك تم تطوير المخطط بحيث يبُعد هذا الإحتمال نهائياً .

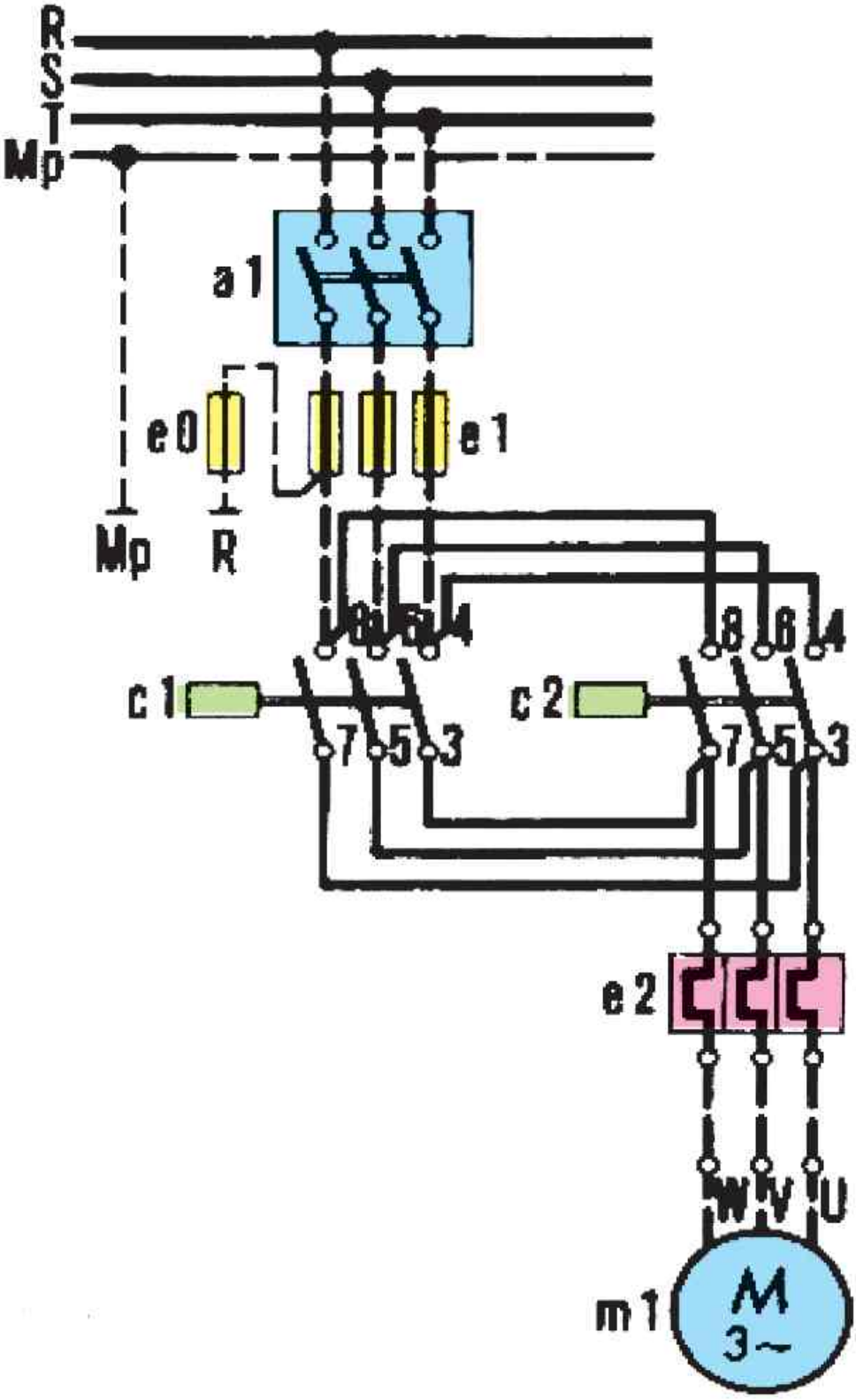
وسنلاحظ ذلك على المخطط الآتي فيما لو تتبعناه بدقة وإمعان .

دائرة السيطرة (Control) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بإتجاهين .





دائرة القوة (Power) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بإتجاهين .



إسلوب عمل التوصيلة

عند الضغـــط على بوش التشغيل الأول (I) يصـــل تيار كهربائي الى ملف الكونتكـــتر (C) فيدور المحرك بإتجاه اليمين ويبقى يدور رغم رفع اليد عن بوش التشغيل (I) لأن التيار يكمل سريانه عبر الموصّل المساعد الغالق (NO) (1 - 2 / C1) وبوش الايقاف (O) . في هذه الأثناء يحجب الموصّل المساعد الفاتح (NC) (10 - 9 / C1) مرور التيار الى ملف الكونتكتر (C 2) ويجعله غير قادر على العمل .

الآن عند الضغط على بوش التشغيل الثاني (II) سينقطع التيار عن الملف (C١) ويوصل الى ملف الكونتكتر الثاني (C 2) فيدور المحرك بإتجاه اليسار . وهكذا يتم إختيار أي من الاتجاهين بمجرد الضغط على أي بوش مطلوب لأي إتجاه كان.

لكن – كما ذكرنا سابقاً – أنه عندما يراد تغيير إتجاه الدوران يجب أولاً الضغط على بوش الايقاف (O) قبل الضغط على البوش الآخر لتغيير إتجاه دورانه.

أما إذا صادف أن تم الانتقال من بوش التشغيل (I) مباشرة إلى بوش التشغيل (II) قبل إيقافه بالبوش (O) فسيؤدي ذلك الى تحميل المحرك أكثر من طاقته ويسحب تياراً عالياً جداً يؤدي الى تسخين ثنائي المعدن (الحماية الحرارية)(e_2) ويفتح الموصّل المساعد (NC) (96 - 95 / e_2) ويقطع التيار الكهربائي عن دائرة السيطرة مما يبطل عمل الكونتكترات وتنفصل الموصّلات الرئيسية لدائرة القوة لكل من الكونتكترين (C_2،C_1) ويتوقف المحرك عن الدوران نهائياً.

ملاحظة :-

بالإمكان إضافة مصابيح إشارة تعمل عن طريق موصّلات مساعدة غالقة (NO) لكل من الكونتكترين لتشير الى أي منهما يعمل. وبدوره يبين إتجاه دوران المحرك.

تمرين عملي (٢)

المطلوب ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار يعمل بإتجاهين عن طريق موصّلات هوائية وأزرار تشغيل وإيقاف (ON1 – OFF – ON2) أو (R – OFF – L) أو (1 – O – 2) لعكس إتجاه الدوران.

وحسب المخطط الآتي :-

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

يتم تنفيذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم

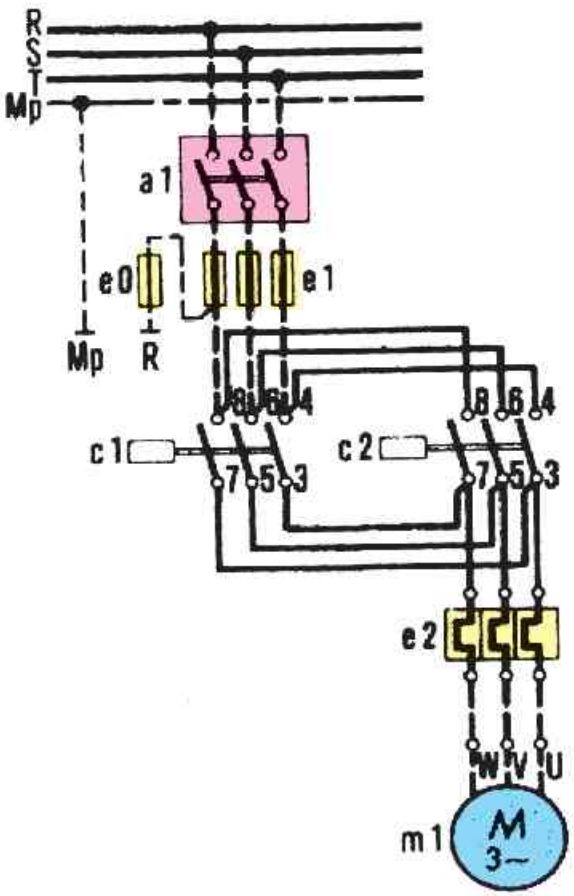
العُدد المطلوبة :-

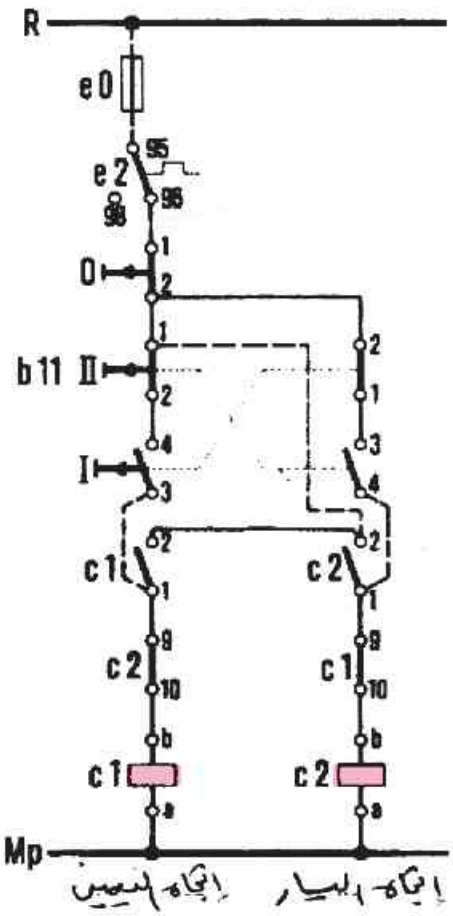
١- كتر.
٢- بلايس.
٣- لاوية.
٤- قاشطة.
٥- مخصف.
٦- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.
٧- مسطرة قياس أو فيتة.
٨- درنفيس عدل عدد (٣) قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.
٩- درنفيس مربع عدد (٢) صغير ومتوسط.

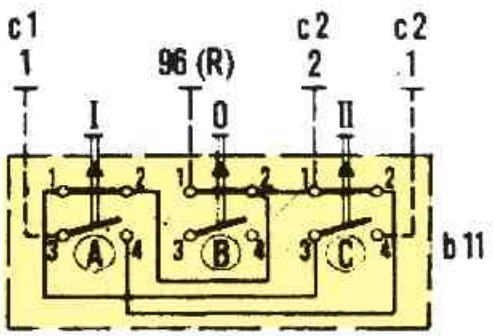
المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار بقدرة المتوفر منها.
٢- كونتكترات عدد (٢) بتيار مناسب لقدرة المحرك ، كل منهما يحتوي على موصلات رئيسية عدد (٣) غالقة ، وموصّلين مساعدة ، أحدهما غالق (NO) والآخر فاتح (NC). وإذا أريد إضافة مصباح إشارة فيضاف موصّل مساعد آخر (NO).
٣- أوفرلود (حماية حرارية) ثلاثة أطوار مع موصّل مساعد (٩٦-٩٥-٩٨).
٤- أزرار تشغيل عدد (٣) كل منها يحتوي على غالق وفاتح ، أو أن تكون الثلاثة بتركيبة واحدة مخصصة لهذا الغرض.
٥- فيوزات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك وآخر حجم (٢) أمبير لدائرة السيطرة.
٦- أسلاك حجم (١,٥) ملم٢ لدائرة السيطرة.
٧- أسلاك بحجم مناسب لقدرة المحرك.
٨- براغي لتثبيت مستلزمات التمرين.

مخطط تنفيذ تمرين ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار يعمل بإتجاهين عن طريق موصّلات هوائية وأزرار تشغيل وإيقاف.







أسئلة حول موضوع (تشغيل محرك ثلاثة أطوار بإتجاهين) :

س١- في حالة استعمال المفتاح اليدوي لعكس اتجاه دوران المحرك ثلاثي الأطوار. هل يمكن الإنتقال من أي إتجاه الى الاتجاه الآخر مباشرة؟ ولماذا؟

س٢- في حالة تشغيل المحرك ثلاثي الأطوار عاكس الدوران بواسطة الكونتكترات. هل يمكن الإنتقال من إتجاه معين الى الإتجاه الآخر؟ كيف ولماذا؟

س٣- كم زر (Push Button) نحتاج لتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران؟ وما وظيفة كل منها؟

س٤- كم كونتكتر نحتاج لتشغيل محرك ثلاثة أطوار عاكس دوران بواسطة الأزرار؟ وما عمل كل منها؟

س٥- كيف يتم حماية كونتكترات دائرة عاكس الدورة أن لا تعمل سوية كي لا تحدث قصر (Short Circuit)؟

س٦- المفتاح اليدوي لعكس اتجاه دوران محرك الثلاثة أطوار ، كم مرحلة ينتقل؟

س٧- ماذا يعمل المفتاح اليدوي الإعتيادي لعكس إتجاه الدوران لمحرك الثلاثة أطوار؟

س٨- المفتاح اليدوي لعكس إتجاه الدوران لدائرة تشغيل المحرك ذو الثلاثة أطوار باتجاهين يكون على مراحل (2 - 0 - 1). هل يمكن أن تكون مراحله على نحو (2 , 1 , O)؟ لماذا؟

س٩- ما هو عمل الموصل المساعد للأوفرلود (NC) (96 - 95 /OL)؟

س١٠- كيف يتم ربط مصابيح الإشارة في دائرة السيطرة لتشغيل المحرك ذو الثلاثة أطوار بإتجاهين؟

(١) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي

من المعروف أن محركات الثلاثة أطوار تتكون عادةً من ثلاثة ملفات لكل منها بداية ونهاية يعني تخرج ستة أطراف :-

البدايات حسب تسلسلها :

U

V

W

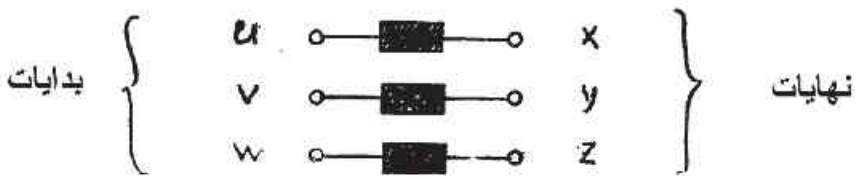
النهايات حسب تسلسلها :

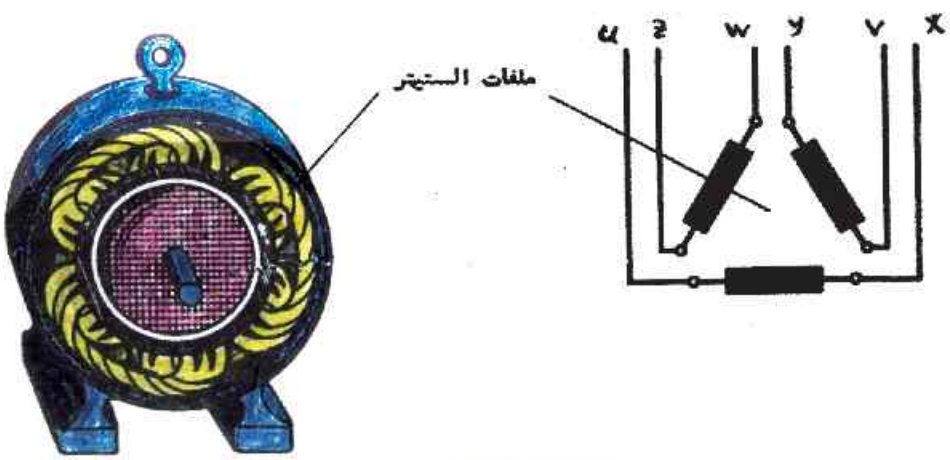
X

Y

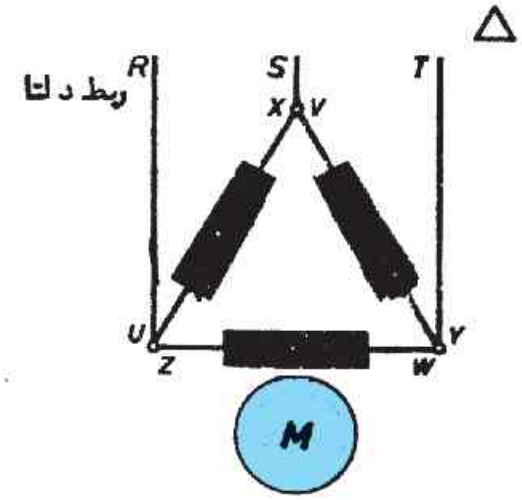
Z

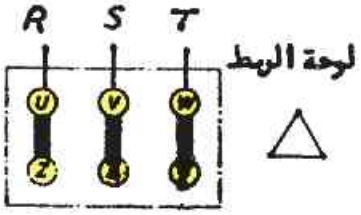
الملفات تكون على الشكل الآتي :

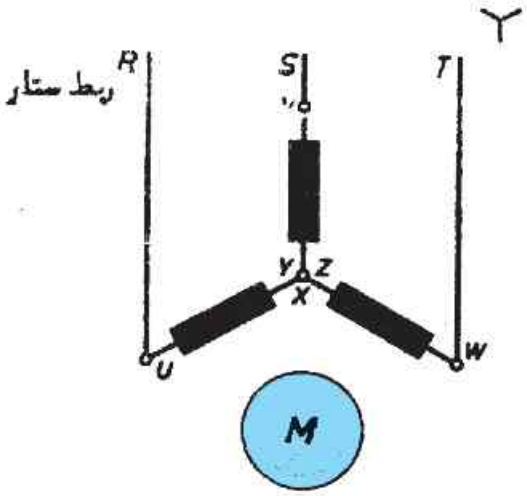


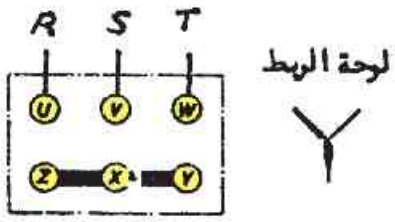


يتم ربط الملفات فيما بينها إما على شكل نجمة (ستار) أو مثلث (دلتا) لتخرج في كل الأحوال ثلاثة أطراف ، توصل الى الشبكة ذات الثلاثة أطوار (R,S,T) أو (L١،L٢،L٣).





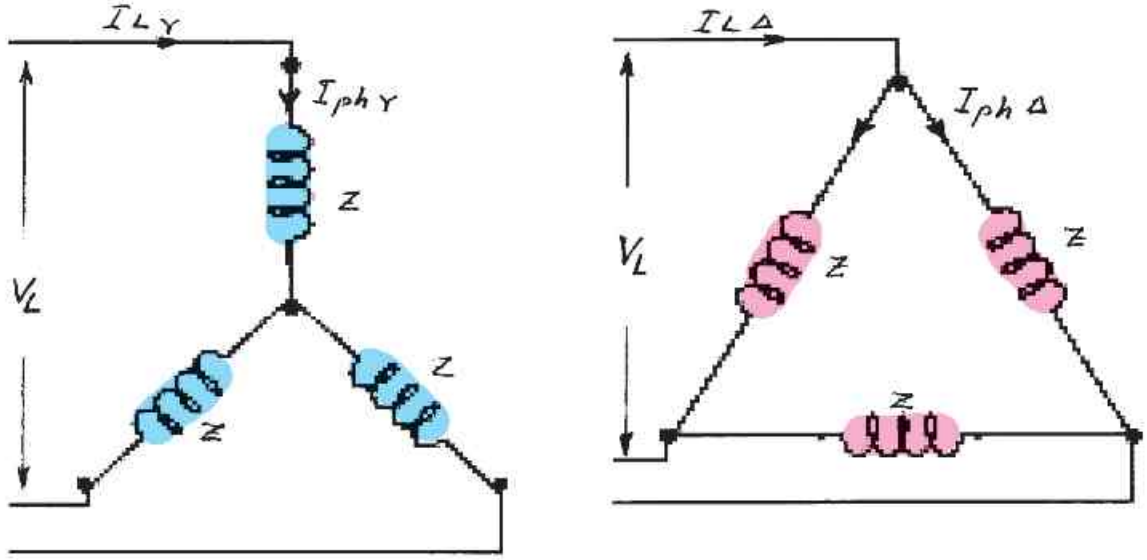




التيار الذي يسحبه المحرك في حالة الربط دلتا (مثلث) يبلغ ثلاثة أضعاف التيار الذي يسحبه في حالة الربط ستار (نجمة).

وهذا يعني أن قدرة المحرك ستتضاعف الى ثلاثة أضعاف ، إذا ربطت أولاً ملفات المحرك على شكل (ستار) ثم بعد ذلك (دلتا).

لإثبات أن التيار المسحوب من المحرك في حالة الدلتا يساوي ثلاثة أضعاف التيار المسحوب في حالة الستار. $IL\Delta = 3ILY$



علماً أن :-

V_L - ضغط الخط (Line Voltage) وهو ضغط الشبكة وهو نفسه لكلتا حالتي الربط .

I_{LY} - تيار الخط للربط ستار (Star Line Current).

I_{phY} - تيار الطور وهو تيار الملف الواحد للربط ستار (Star Phase Current).

$I_{L\Delta}$ - تيار الخط للربط دلتا (Delta Line Current).

$I_{ph\Delta}$ - تيار الطور وهو تيار الملف الواحد للربط دلتا (Delta Phase Current).

ومن المعروف أن عامل الفرق بين كل من ضغط وتيار الخط والطور في كل من حالتي الربط ستار ودلتا هو ($\sqrt{3}$).

ففي الدلتا يكون الضغط ذاته (متساوياً) ، ضغط الشبكة (الخط) وضغط الطور الواحد . بينما التيار يكون ($I_{L\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{ph\Delta}$).

أما في الستار فيكون التيار متساوي في كل من الخط والطور يعني التيار الكلي الذي يسحبه المحرك من الشبكة هو التيار نفسه الذي يمر في الملف الواحد.

بينما الضغط المسلط على الملف الواحد (الطور) يكون أقل من ضغط الشبكة ($V_L = \sqrt{3} \cdot V_{phY}$)

أما (Z) تمثل ممانعة الملف وهي في كلا حالتي الربط نفسها وهي ثابتة لا تتغير. ونعرف أصلاً حسب قانون أوم أن التيار = الضـــغط / المقاومـــة

$$I = \frac{V}{Z}$$

ففي حالة الربط ستار (Y) :

$$V_L = \sqrt{3} \cdot \frac{V_{ph}}{I_{LY} \cdot Z}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_L = \sqrt{3} \cdot I_{LY} \cdot Z} \quad (1)$$

وفي حالة الربط دلتا (△) :

$$I_{L\Delta} = \sqrt{3} \cdot \frac{I_{ph\,\Delta}}{\frac{V_L}{Z}}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{L\Delta} = \sqrt{3} \cdot \frac{V_L}{Z}} \quad (2)$$

وبتعويض المعادلة الأولى في الثانية :

$$I_{L\Delta} = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}\ I_{LY}\ Z}{Z} \quad (\sqrt{3} = 3,\ \frac{Z}{Z} = 1)$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{L\Delta} = 3 \cdot I_{LY}}$$

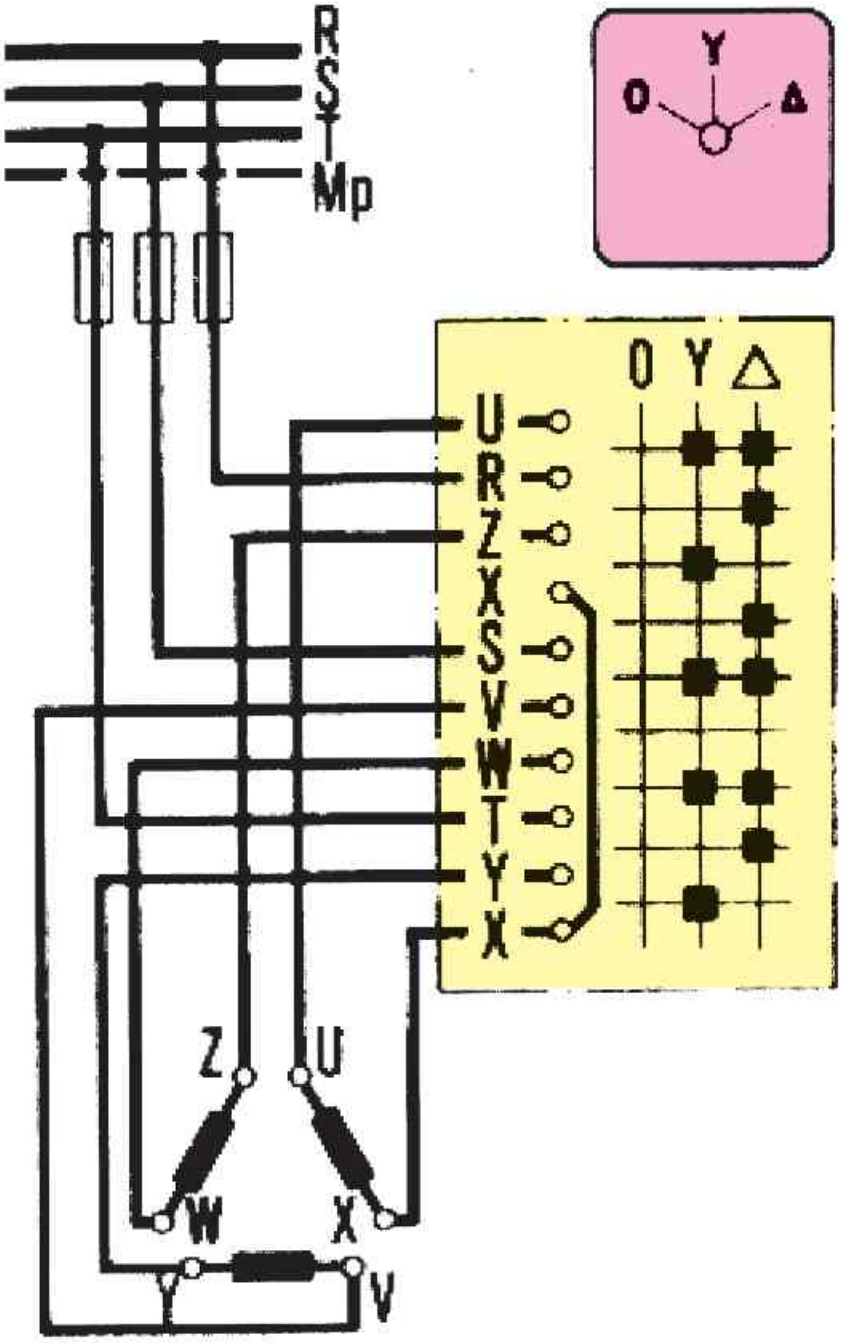
(و . هـ . م)

المحركات التأثيرية ذات القفص السنجابي (Squirrel cage indvction motor) بصورة عامة سواءً كان ربطها ستار أو دلتا ، تسحب تياراً في بداية تشغيلها يُسمى تيار البدء (Starting Current) يكون مقداره حوالي سبعة أضعاف التيار الإسمي للمحرك (name Current) ، بذلك نلاحظ أنه فيما لو إشتغل المحرك بدايةً على شكل دلتا ، فإنه سيسحب تياراً عالياً جداً نسبة إلى تياره الإسمي الذي يسحبه عند تحميله الحمل المقرر له في تصميمه. لذلك يسمح بتوصيل المحركات التي يفترض تشغيلها مباشرة على الربط (دلتا) فقط لحد قدرة (5,5) كيلو وات ، يعني تسحب تياراً بحدود (10) أمبيرات ، وما زاد على ذلك من قدرة للمحرك فيربط في البداية على شكل (ستار) ، لكي ينخفض تيار البدء إلى الـ ($\frac{1}{3}$) ، وبعد أن يدور المحرك وينخفض تيار البدء هذا ، يتم تحويل الربط الى الحالة المطلوبة (دلتا) ليستقر إشتغاله حسب ما مقرر له أن يعمل.



ذلك يتم بواسطة مفتاح خاص له مرحلتان يبدأ من وضع الإيقاف (O) ثم ينتقل في المرحلة الأولى إلى وضع ستار (Y) ثم بعد برهة من الزمن المرحلة الثانية دلتا (△).

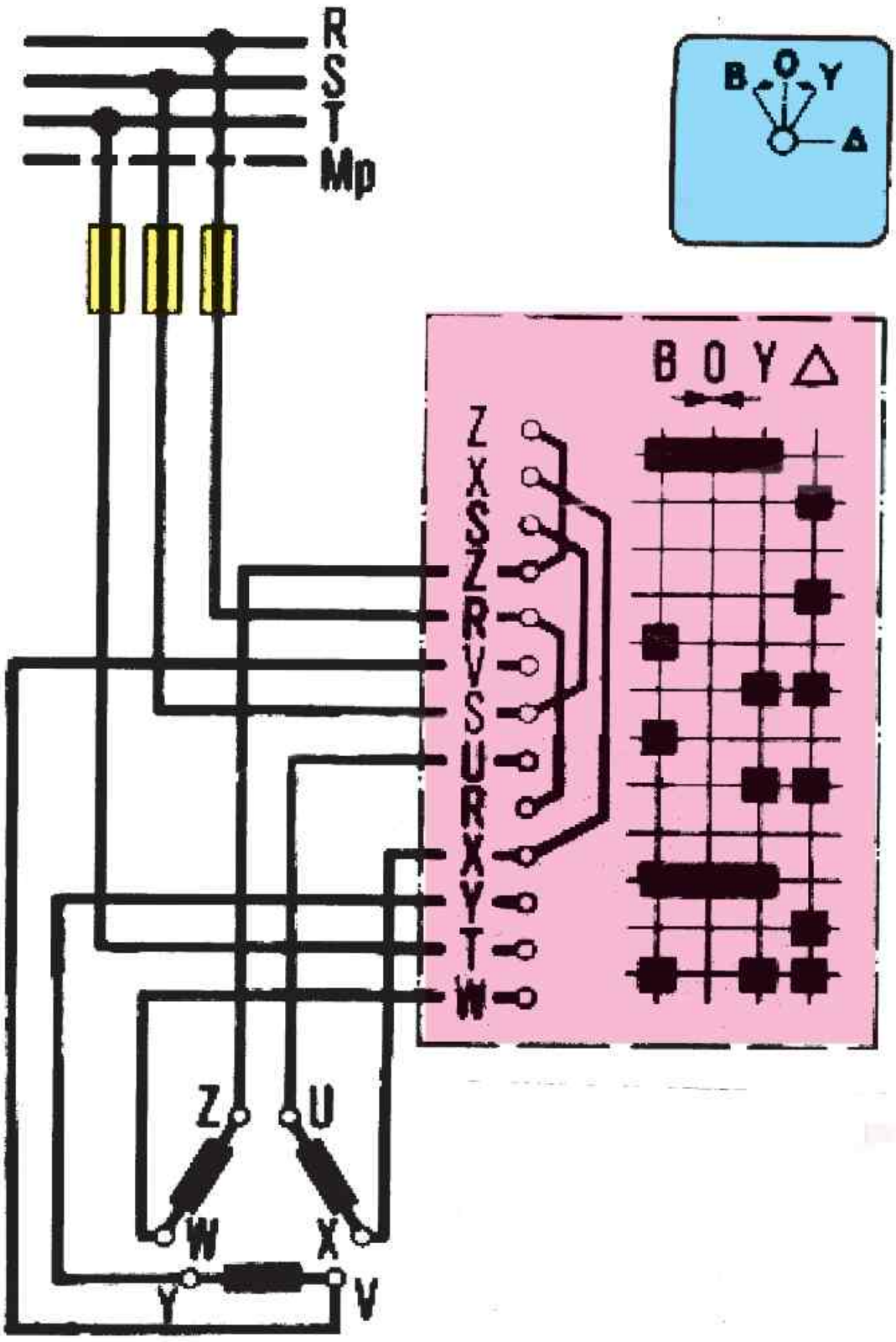
التصميم والتكوين الداخلي لهذا المفتاح موضح في الشكل الآتي فضلاً عن جميع نقاط ربطه من الشبكة والى المحرك والبالغة (9) نقاط ، (3) منها الى الشبكة (R,S,T) أو (L١،L٢،L٣) و(6) أخرى الى أطراف ملفات المحرك (البدايات والنهايات) ، فالبدايات (u,v,w) والنهايات (x,y,z) ، لكل ملف بدايته ونهايته فالأول (u – x) والثاني (v – y) والثالث (w – z).



وهناك نوع آخر من المفاتيح (ستار – دلتا) تحتوي على مرحلة إضافية هي الفرملة (B) (Break) ، فعندما يراد إيقاف المحرك بالمفتاح السابق ووضعه على موضع (O) يبقى يدور بتباطؤ بدون كهرباء الى أن يقف ، أحياناً يراد إيقافه مباشرة ، فبنقله إلى مرحلة (B) يتم تدويره كهربائياً بالإتجاه المعاكس لفترة قصيرة جداً.

لذا يكون هذا الموضع (B) مثبت بنابض إرجاع الى موضع الإيقاف (O) ليعود ذاتياً ويتوقف مباشرة.

مخطط تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح (ستار – دلتا) مع الفرملة



وهنا نود أن نوضح لماذا نستعمل هذا النوع من المفاتيح التي هي أكثر تعقيداً من ناحية الكلفة والتنفيذ العملي لتشغيل المحرك ، كبديل عن قاطع الدورة الإعتيادي (ON – OFF).

بالأحرى لماذا لا نسمح للتيار الكهربائي بالإرتفاع الى الحد الذي نوهنا عنه في بداية موضوعنا هذا :-

---

التيار العالي له مردودات سلبية على كل من المحرك بعوازله وملفاته والمصهّرات ومفتاح التشغيل وغير ذلك.

لذا يثبت على لوحة التسمية للمحرك مقدار التيار الواجب سحبه أثناء تحميله الحمل الكامل المُصمم عليه ولا يتعداه ، ويُسمى هذا التيار بالتيار الإسمي (Name Current).

أما إذا زاد تحميل المحرك عن حده المقرر فسيسحب تياراً أكبر.

زيادة التيار عن الحد المقرر يمكن أن يكون كذلك جرّاء إزدياد ضغط الشبكة الذي يجب أن يكون كذلك متفقاً مع الضغط المثبت على لوحة التسمية.

ويسمح بتغير الضغط الإسمي بنسبة ($\pm 5\%$) فقط ، وضمن هذه الحدود يجب أن يعطي المحرك كامل قدرته المُصمم عليها والمثبتة عادة على لوحة التسمية.

تأثير زيادة ونقصان ضغط المصدر على المحرك :-

١- زيادة الضغط

عندما يزداد الضغط يقل معامل القدرة($\cos\varphi$)وتزداد الكثافة المغناطيسية في القلب الحديدي الى أن تصل حد الإشباع فتتحول الطاقة الزائدة الى حرارة والتي تؤدي الى تلف عوازل الملفات. فترتفع قيمة التيار بشكل متصاعد.

٢- إنخفاض الضغط

عندما يشتغل المحرك على ضغط أقل من الضغط الإسمي مع بقاءه على الحمل نفسه ، فستنخفض سرعته ويرتفع كذلك التيار المسحوب ، وتزداد الحرارة طبعاً.

معامل القدرة (cosφ) وتأثيره على المحرك :

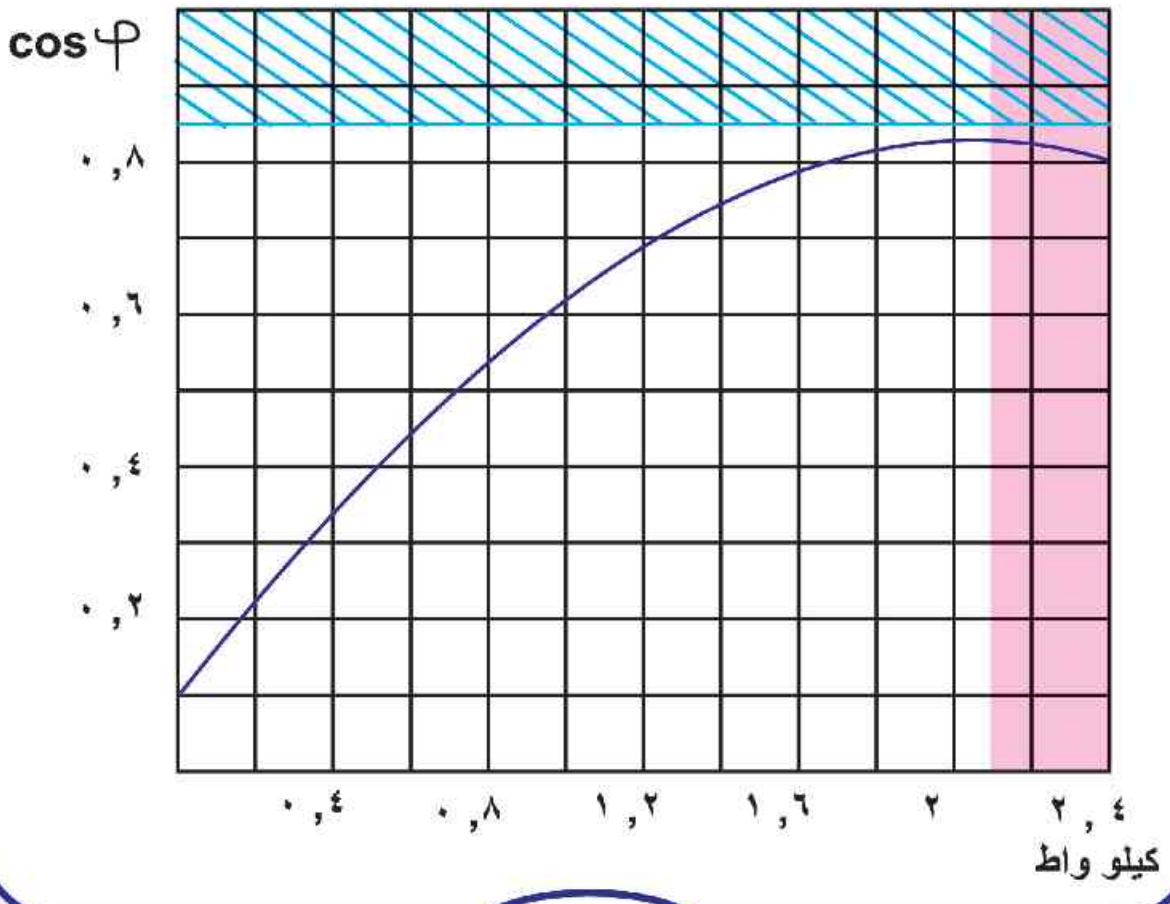
بالنسبة لمعامل القدرة (cosφ) فإن قيمته متعلقة بمقدار تحميل المحرك ، لذا يمكن إجراء تجربة لإحتساب قيم الـــ (cosφ) وذلك بفرملة المحرك ، حيث يمكن الحصول على أحمال مختلفة :-

ففي حالة اللاحمل يكون معامل القدرة (cosφ) صغير جداً حيث يقع ما بين (0,2 – 0,1) بسبب سريان تيار اللا حمل فقط.

حيث يكون التيار الحقيقي قليل جداً.

أما عند تحميل المحرك فيكبر معامل القدرة (cosφ) حيث يصل عند وصول الحمل الإسمي إلى قيمته العظمى.

وفي أدناه يوضح لنا الخط البياني ، علاقة معامل القدرة (cosφ) بالقدرة الحقيقية المعطاة (P) لمحرك ثلاثة أطوار قدرته (1 . 2) كيلو واط.



تمرين عملي (١)

المطلوب ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم

وبموجب المخططات التي تناولناها في موضوعنا بهذا الخصوص.

العُدد المطلوبة :

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- قاشطة.

٤- لاوية.

٥- درنفيسات عدل قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٦- درنفيسات مربعة عدد (٢) صغير ومتوسط.

٧- مخصف.

٨- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٩- مسطرة قياس أو فيتة.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ثلاثة أطوار نوع (دلتا) ٣٨٠ فولت بقدرة المتوفر منها.

٢- مفتاح (ستار – دلتا) ميكانيكي يدوي ، المتوفر منه قلاّب أو دوّار.

٣- مصهرات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك.

٤- أسلاك توصيل.

٥- براغي تثبيت الأجهزة.



(٢) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل

إستعملنا المفتاح اليدوي الميكانيكي (ستار – دلتا) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار.

الآن نستعمل أزرار تشغيل تؤدي العمل بمجرد لمسة خفيفة على (ON) أو (OFF) لتعوض عن مراحل الإنتقال الميكانيكية الالية ، لتشغيل المحرك آليا ً عن طريق كونتكترات على شكل (Y) ثم بواسطة رلي توقيت زمني (Time Relay) يحول تشغيل المحرك آلياً من حالة الستار إلى حالة الدلتا (△).

لتنفيذ ذلك سنحتاج إلى ثلاثة كونتكترات فضلاً عن رلي توقيت زمني .





كيف سنعوض عن مراحل المفتاح اليدوي؟

سنحتاج الى الكونتكترات (الأول) لتوصيل الأطوار الثلاثة لشبكة الكهرباء الرئيسية الى بدايات ملفات المحرك (R ⟶ u) و (S ⟶ v) و (T ⟶ w) ، وفي الوقت نفسه سنحتاج الى الكونتـــكتر (الثاني) الذي سيعمل في الوقت نفسه مع الأول لربط نهايات ملفات المحرك سوية (x + y + z) ليتم إستكمال ربط المحرك على شكل ستار (Y).

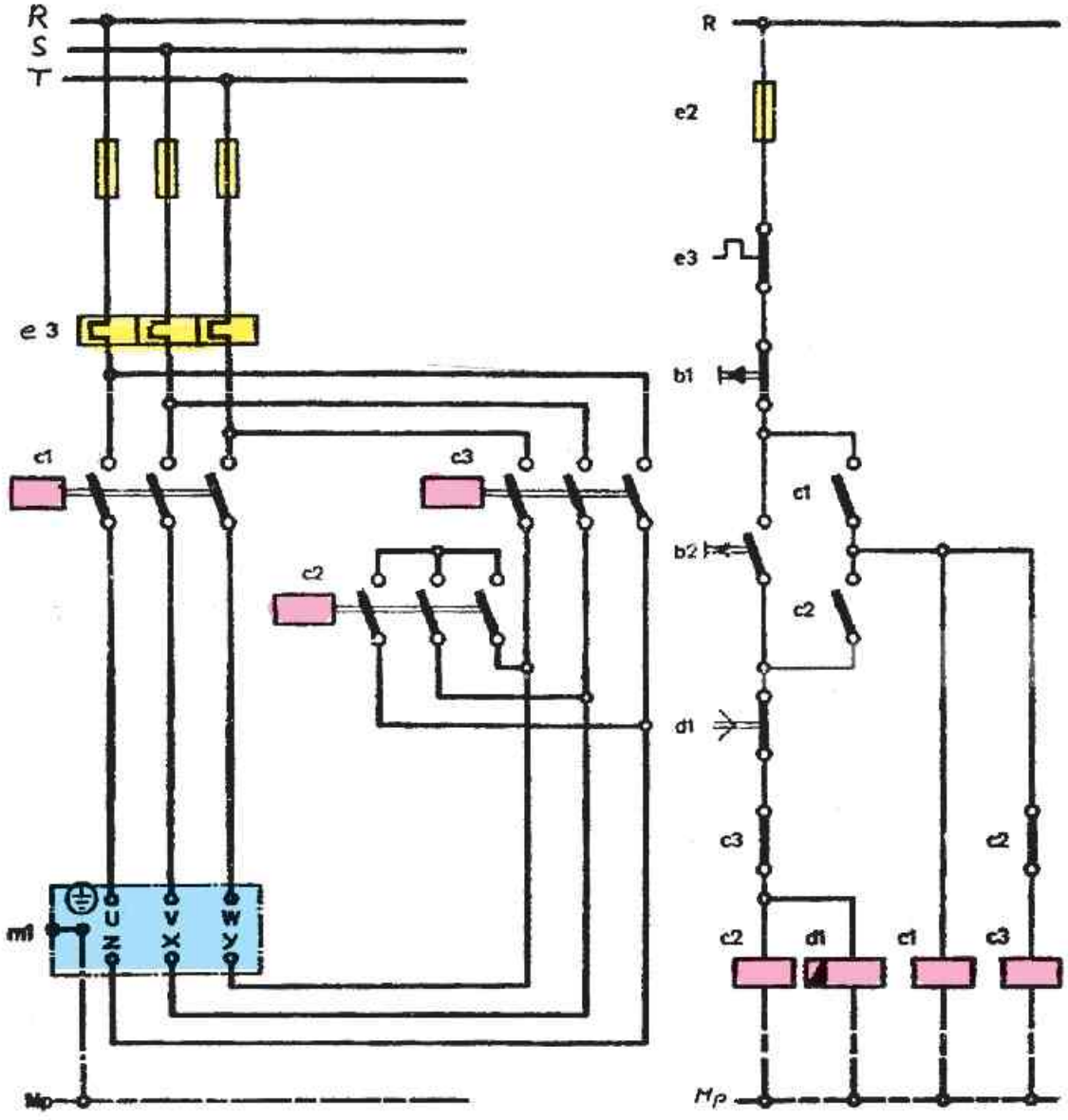
في هذه الأثناء سيبدأ (رلي التوقيت الزمني) (Time Relay) بالعمل كساعة توقيت زمنية ليفصل بعد فترة زمنية مناسبة ، الكونتكتر الثاني ليفتح نهايات الملفات ، وفي الوقت نفسه يشغل الكونتكتر (الثالث) ، ليربط كل من تلك النهايات مع بداية الملف الآخر (u + z) و (v + x) و (w + y).

هذا مع بقاء الكونتكتر الأول موصّلاً للبدايات مع المصدر ، ليعمل المحرك على شكل دلتا.

يمكن إيقاف المحرك حينها بالضغط على زر الإيقاف (O) ليقطع التيار عن جميع الكونتكترات ، وتفصل موصّلاتها الرئيسية ويقف المحرك.

المخطط الآتي يوضح تسلسل الخطوات العملية لتشغيل المحرك ثلاثي الأطوار على شكل ستار ثم دلتا أوتوماتيكياً ، بواسطة الكونتكترات ورلي التوقيت الزمني.

بمجرد الضغط على زر التشغيل (ON) ثم إيقافه بمجرد الضغط على زرالإيقاف (OFF).

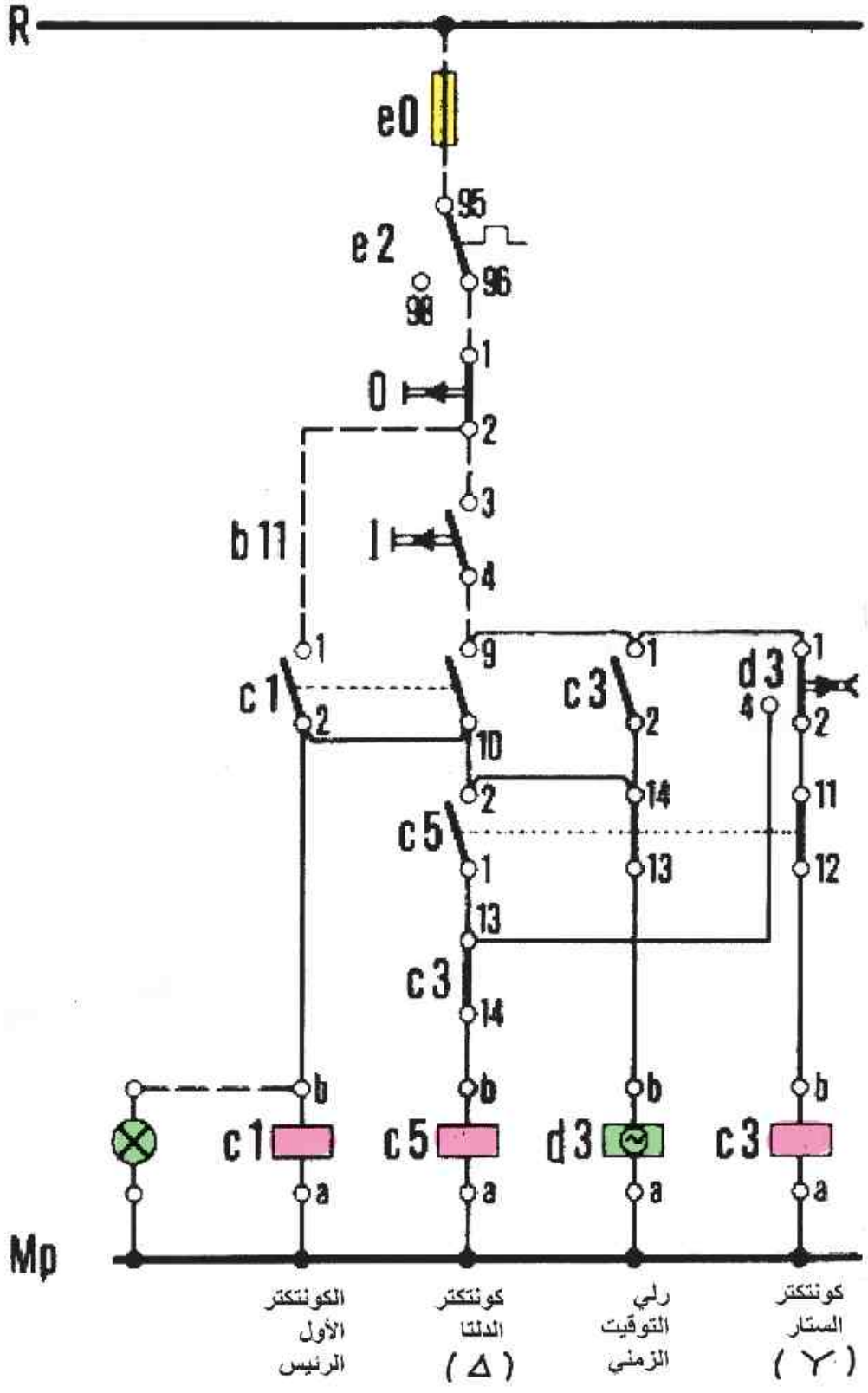


أما المخطط الآتي فيُعد أكثر تطوراً بعد الأخذ بنظر الإعتبار كل الإحتمالات التي يمكن أن تعمل فيها التوصيلة بكل دقة وأكثر أمان.

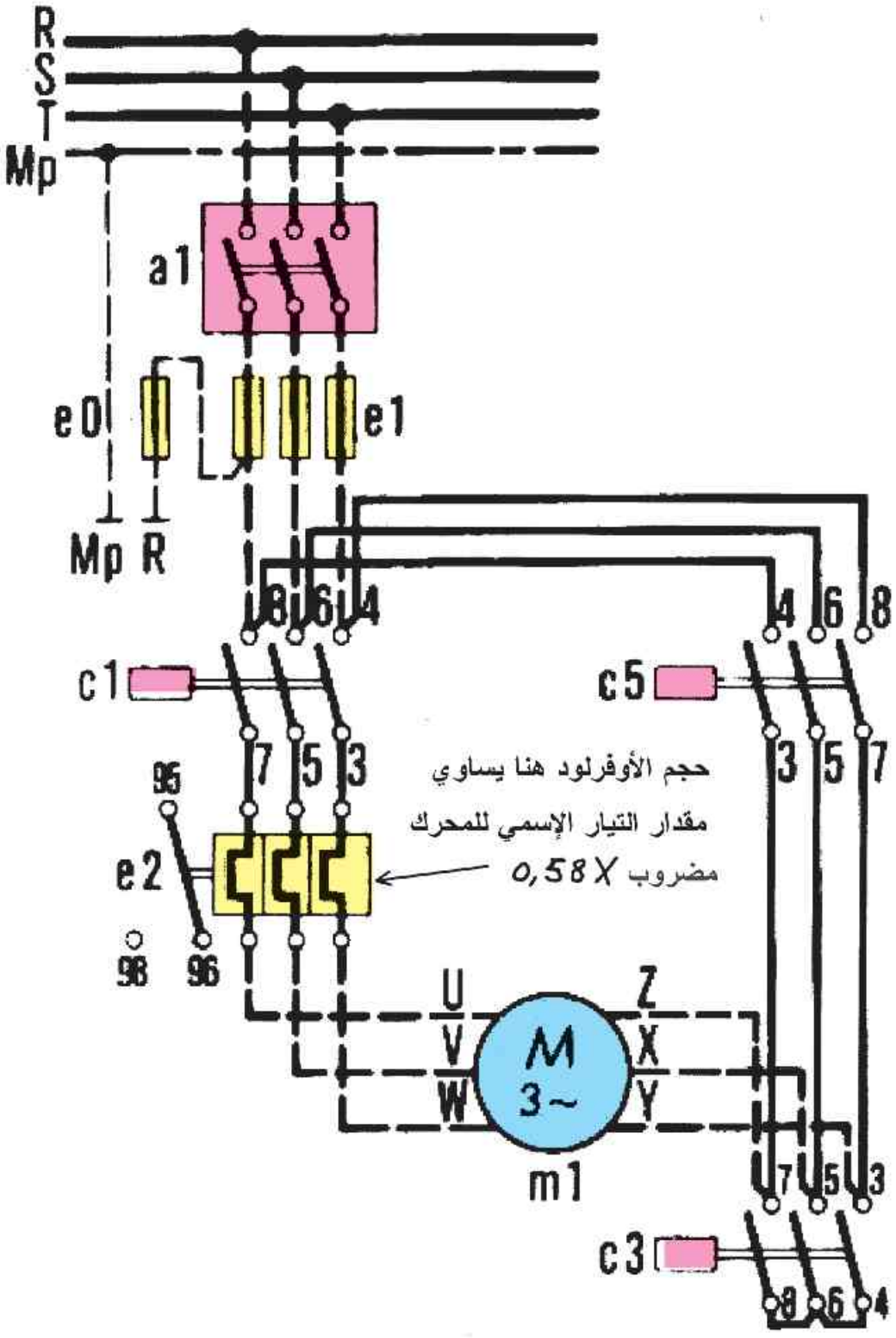
مع إضافة إشارة للدلالة على إشتغال المحرك (حالة الـــ ON).

وسنوضح بالتفصيل أسلوب عمل هذا المخطط بعد تتبعه والامعان فيه جيداً.

دائرة السيطرة (Control) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا).



دائرة القوة (Power) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا).



إسلوب عمل التوصيلة :

بالضغط على زر التشغيل (I) يعمل الكونتكتر (C3) ، الذي يعمل غالقه (1 - 2) على إيصال التيار الكهربائي الى الكوتكتر الرئيسي (C1) ، الذي بدوره يوصل القوة الدافعة الكهربائية إلى المحرك (m1) ويربط ملفاته على شكل ستار (Y).

الكونتكتر (C1) سيغذي نفسه عبر غالقه (1 - 2) وعبر فاتح زر الإيقاف (O) ، ويبقى مسحوباً ، وكذلك يغذي ملف الكونتكتر (C3) ، تزامناً مع الكونتكتر (C1) يصل تيار كهربائي إلى ملف (رلي التوقيت الزمني) (d3) ،الذي بدوره وبعد التوقيت المنظم عليه يعمل على قطع التيار الكهربائي عبر فاتحه (1 - 2) عن الكونتكتر (C3).

كونتكتر الستار (C3) يفصل ويغلق فاتحه (14 - 13) ليهيء إيصال التيار الكهربائي إلى ملف كونتكتر الدلتا (C5).

بالوقت ذاته الذي يفتح فيه (2 - 1 /d3) يأخذ وقتاً يتراوح بين (٨٠ – ١٠٠) ملي ثانية ليغلق (4 - 1 /d٣) ويعمل على إيصال التيار الكهربائي عبر (14 - 13 /C3) إلى ملف الكونتكتر (C5).

كونتكتر الدلتا (C5) ينحسب ويحول تشغيل المحرك (m1) من حالة الستار الى حالة الدلتا ، ويبقى مسحوباً بتغذية ذاته عن طريق غالقه (2 - 1 /C5).

بالوقت ذاته يقطع الفاتح (14 - 13 /C5) التيار الكهربائي عن رلي التوقيت (d3) وكذلك يقطع الفاتح (12 - 11 /C5) التيار عن الكونتكتر (C3).

الآن يبقى فقط الكونتكتران (C1) و (C5) موصّلة ، ويعمل المحـــرك على الربـــط دلتا (△).

أي تحويل أو تشغيل آخر لحالة الستار (Y) لا يمكن أثناء إشتغال المحرك على الدلتا ، ما لم يتم الضغط على زر الإيقاف (O) أو قطع التيار الكهربائي عن دائرة السيطرة ، عن طريق فاتح الحماية الحرارية (96 - 95 /e2) للعودة مجدداً الى الخطوة الأولى بتشغيل التوصيلة برمتها بواسطة زر التشغيل (I).

ثنائي المعدن الخاص بالحماية الحرارية الرئيسي(Over Load) ذو الثلاثة أقطاب الذي يتأثر بزيادة التيار عن حده المقرر ، يسخن ويفصل فاتحه (96 - 95) التيار الكهربائي عن دائرة السيطرة ليوقف عمل جميع الكونتكترات ويتوقف المحرك مباشرة عن الدوران.

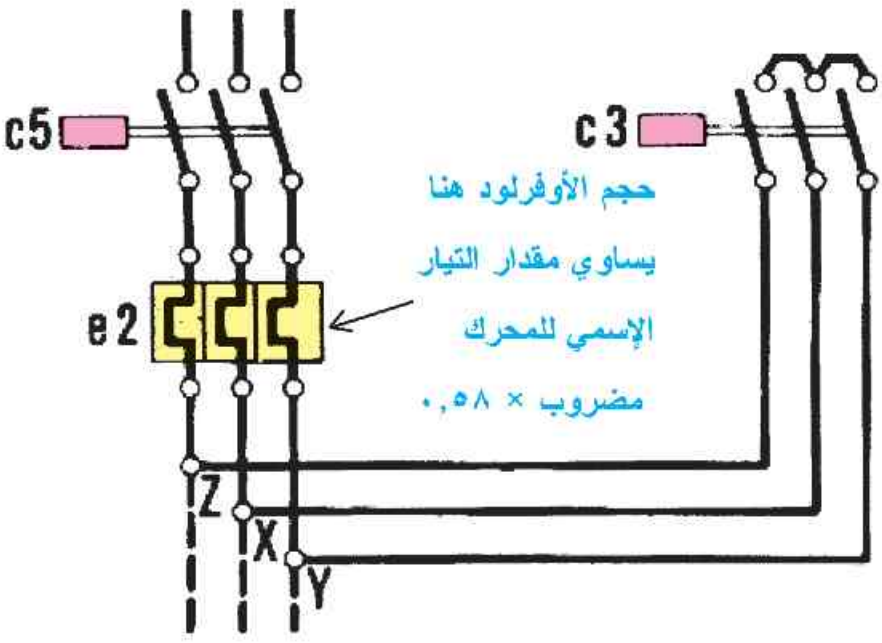
من المعروف في دوائر المحركات بصورة عامة ، أن يمر عبر الأوفرلود (OL) تيار المحرك (بأقطابه الثلاثة) مباشرة بعد المصهّرات والقاطع الرئيسي اليدوي للشبكة الكهربائية ويكون حجمه وتحمله للتيار مطابقاً الى تيار المحرك الإسمي كي يفصل حال زيادته عن حده المقرر المسموح به لتشغيل المحرك بحمله الكامل دون أي ضرر يصيبه.

أما إذا تم ربط هذه الحماية الحرارية (OL) بعد الكونتكتر الرئيسي قبل بداية ملفات المحرك (u v w) فيكون حجمها بمقدار (٠,٥٨ × التيار الإسمي للمحرك).

وكما موضح في الأشكال الآتية :-

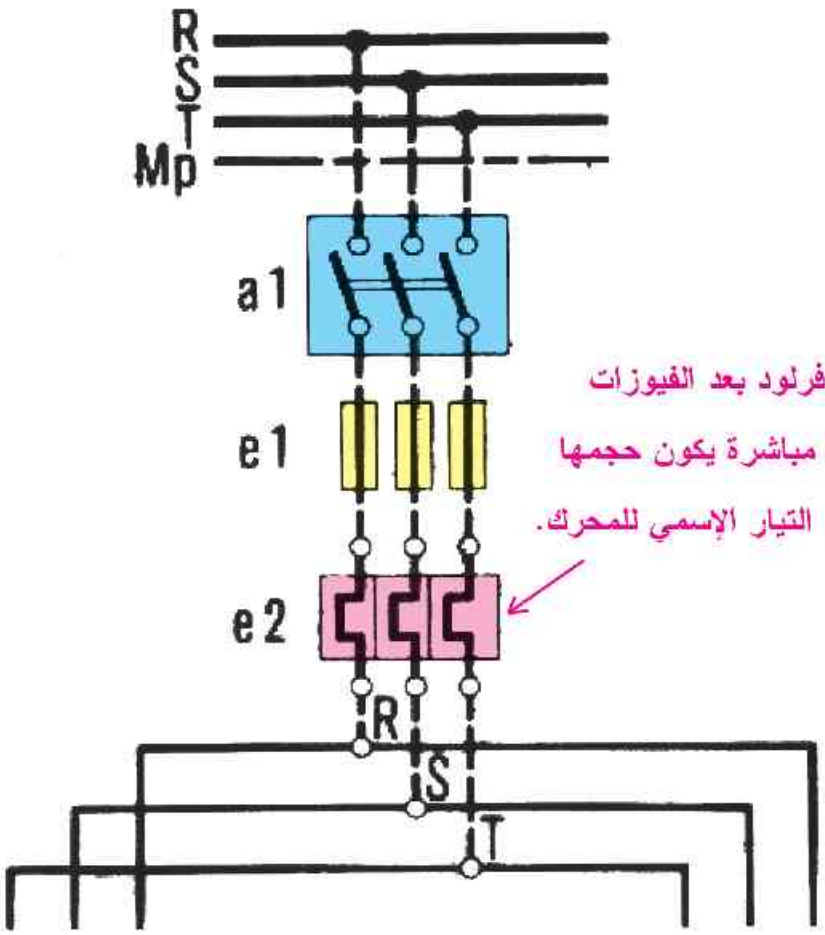
١- مخطط يبين موضع الحماية الحرارية (e2) (OL) الذي يكون فيه بحجم ٠,٥٨ من مقدار التيار الإسمي للمحرك





٢- مخطط يبين موضع الحماية الحرارية (e_2) (OL) التي يكون فيها بحجم مساوٍ لمقدار التيار الإسمي للمحرك.





موقع الأوفرلود بعد الفيوزات الرئيسية مباشرة يكون حجمها بقدر حجم التيار الإسمي للمحرك.

تمرين عملي (٢)

المطلوب ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار يعمل (ستار – دلتا) عن طريق موصّلات هوائية وأزرار تشغيل وإيقاف (ON – OFF)، وحسب المخطط على الصفحة التالية :-

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

يتم تنفيذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠×٦٠) سم.

العُدد المطلوبة :

١- كتر. ٢- بلايس.

٣- لاوية. ٤- قاشطة.

٥- مخصف.

٦- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٧- مسطرة قياس أو فيتة.

٨- درنفيس عدل عدد (٣) قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٩- درنفيس مربع عدد (٢) صغير ومتوسط.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ثلاثة أطوار نوع (دلتا) (٣٨٠) فولت بقدرة المتوفر منها.

٢- كونتكترات عدد (٣) بتيار مناسب لقدرة المحرك. كل منها يحتوي على موصّلات رئيسية عدد (٣) غالقة و (٤) موصّلات مساعدة ، (٢) منها غالقة (NO) و (٢) فاتحة (NC).

٣- مصباح إشارة واحد (لون أخضر) لبيان وضع حالة التشغيل.

٤- أوفر لود (حماية حرارية) (OL) ثلاثة أطوار بحجم (٠,٥٨) من التيار الإسمي للمحرك ، مع موصّل مساعد (96 - 95 - 98).

٥- أزرار تشغيل عدد (٢) واحد غالق وآخر فاتح أو أن يكونا بتركيبة واحدة مخصصة لهذا الغرض.

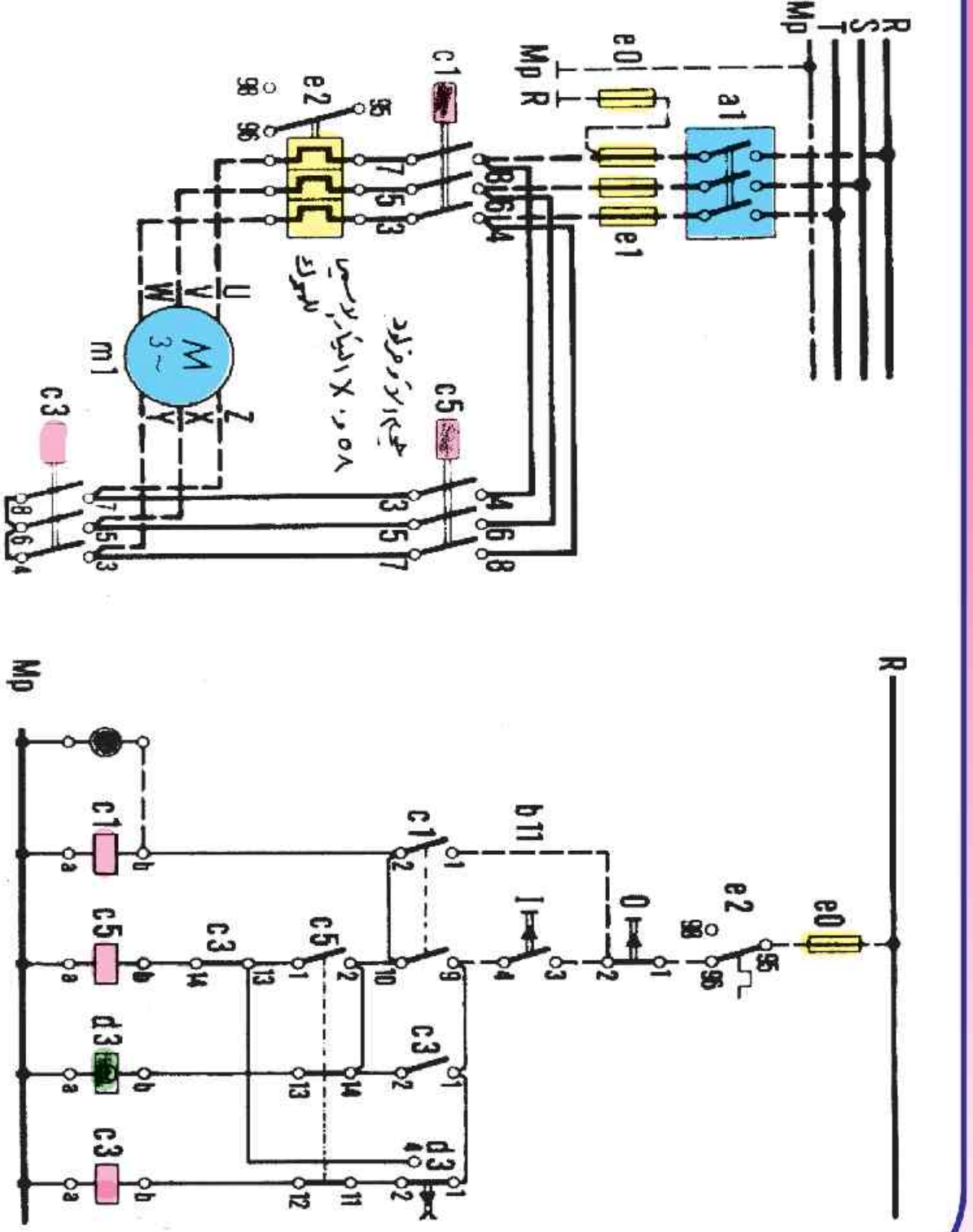
٦- فيوزات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك وآخر (٢) أمبير لدائرة السيطرة.

٧- أسلاك حجم (١,٥) ملم٢ لدائرة السيطرة.

٨- أسلاك بحجم مناسب لقدرة المحرك.

٩- براغي لتثبيت مستلزمات التمرين.

مخطط تمرين ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل



أسئلة حول تشغيل محركات الثلاثة أطوار (ستار – دلتا).

س١ – كم تبلغ نسبة حجم التيار الكهربائي الذي يسحبه المحرك إذا تم تشغيله مرة على شكل ستار وأخرى على شكل دلتا؟

س٢ – برهن أن التيار الذي يسحبه المحرك المربوط على شكل دلتا ثلاثة أضعاف حالة الربط على شكل ستار؟

س٣ – ما تأثير زيادة وإنخفاض ضغط المصدر على المحرك الكهربائي؟

س٤ – ما هي النسبة المسموح بها لزيادة ونقصان ضغط المصدر لتشغيل المحرك الكهربائي؟

س٥ – كم عدد الكونتكترات والرليات في توصيلة الستار دلتا وما وظيفة كل منها؟

س٦ – أين يمكن أن تربط الحماية الحرارية (OL) في دائرة تشغيل المحركات (ستار – دلتا) وما حجمه المستعمل؟

س٧ – ما فائدة رلي التوقيت الزمني (Time Relay) في دائرة تشغيل المحرك (ستار – دلتا) بواسطة الكونتكترات؟

س٨ – كيف يكون معامل القدرة للمحرك الكهربائي عندما يعمل بدون حمل؟ ومتى يكون معامل القدرة في قيمته العظمى؟

س٩ – لماذا ومتى يستعمل مفتاح (ستار – دلتا) لتشغيل المحرك الكهربائي ثلاثي الطور؟

التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عاكس دوران عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل.

نفهم من موضوعنا أنه يتكون من شقين :-

١- عكس إتجاه الدوران :

تشغيل المحرك على إتجاهين ، يعني كما تعلمنا في موضوع عكس إتجاه دوران محركات الثلاثة أطوار، الذي نحتاج لتنفيذه كونتكترين إثنين ، أحدهما يوصل أطوار الشبكة إلى نقاط ربط المحركات بالشكل الإعتيادي التسلسلي (R→u) و (S→v) و (T→w).

أما الكونتكتر الثاني فيعكس أو يبدل طورين من أطوار الشبكة الواحد بدل الآخر ، ليوصلهما بشكلهما المعكوس الى نقاط ربط المحرك (R→w) و (S→v) و (T→u) ليدور المحرك بالإتجاه المعاكس لما كان عليه في الكونتكتر الأول.

٢- تشغيل ستار – دلتا :

الشق الثاني في موضوعنا هو تشغيل المحرك على شكل ستار أولاً ثم تحويله الى دلتا ثانية ، وبذلك سنحتاج كذلك الى كونتكترين إثنين أيضاً أحدهما يربط ملفات المحرك على شكل ستار بحيث يربط نهايات الملفات سويةً (x + y + z).

أما الكونتكتر الثاني فيربط ملفات المحرك على شكل (دلتا) بحيث يربط نهاية كل ملف مع بداية الملف الذي يليه (u + z) و (v + x) و (w + y).

بذلك ومن كلا الشقين أو الحالتين التي يتكون منها موضوعنا لهذا الدرس أننا سنحتاج الى أربعة كونتكترات لغرض إختيار أي من كلا الحالتين سويةً.

فالكونتكتران الأوليان تشغّل المحرك (يميناً) أو (يساراً) ، والكونتكتران الثانيان يشغلان المحرك (ستار) أو (دلتا).

فبالإمكان تشغيل أي من الحالات الأربع الآتية :-

١- يمين ستار.
٢- يمين دلتا.
٣- يسار ستار.
٤- يسار دلتا.

سنحتاج طبعاً الى (رلي توقيت زمني) (Time Relay) لإعطاء فترة زمنية معينة للإنتقال من حالة الستار الى الدلتا ، وهذا ما مفروض منه حتماً وكما تعلمناه في الموضوع السابق ، عندما تعلمنا تشغيل محركات الثلاثة أطوار على ستار ثم دلتا ، سواءً كان يدوياً أو اليا ً.

أما بالنسبة لأزرار التشغيل للسيطرة على تشغيل محرك الثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عاكس دوران ، سنحتاج الى ثلاثة أزرار.

إثنان منهما لحالة الـــ (ON) والثالث لحالة الـــ (OFF) ، الإثنان اللذان يخصان الـــ (ON) يقصد بهما :

(ON_1) – يعني تشغيل ستار – دلتا بإتجاه اليمين.

(ON_2) – يعني تشغيل ستار – دلتا بإتجاه اليسار.

ويُسميان كذلك (I) و (II).

ثم زر الإيقاف يُسمى كذلك (O) أو (OFF) أو (STOP).

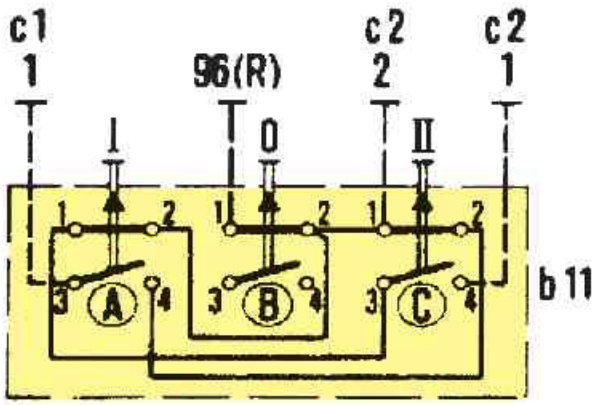




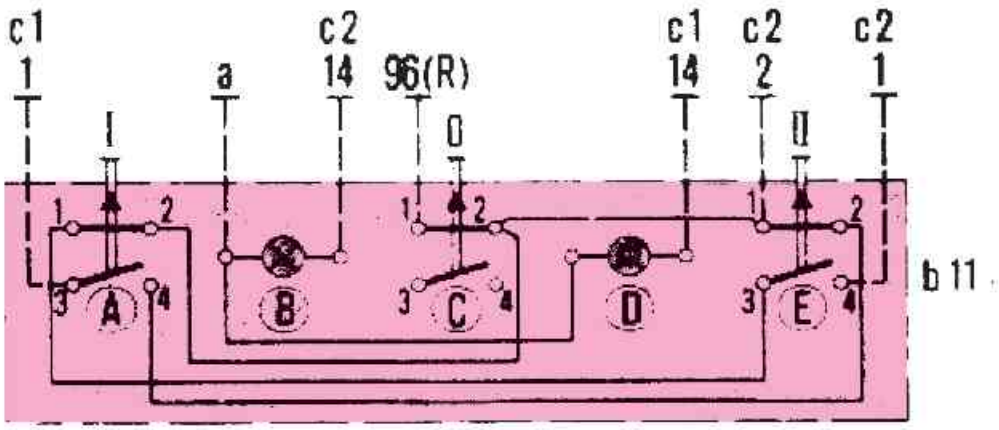
فيما يأتي شكلان للمخطط الداخلي لبوش أو أزرار تشغيل وإيقاف لدائرة السيطرة على تشغيل محرك ثلاثة أطوار على شكل (ستار – دلتا) عاكس دوران ، والتي سنبينها ونشرحها فيما يليها.

كل من الشكلين يتكون من ثلاثة أزرار ضمن تركيبة واحدة (I,O,II) يقصد بها (ON_1,OFF ،ON_2) ،أحدهما مضاف إليه مصابيح إشارة إثنان،للدلالة على إشتغال المحرك على أي من الاتجاهين (يمين أو يسار).

I = تشغيل بإتجاه اليمين
O = إيقاف
II = تشغيل بإتجاه اليسار



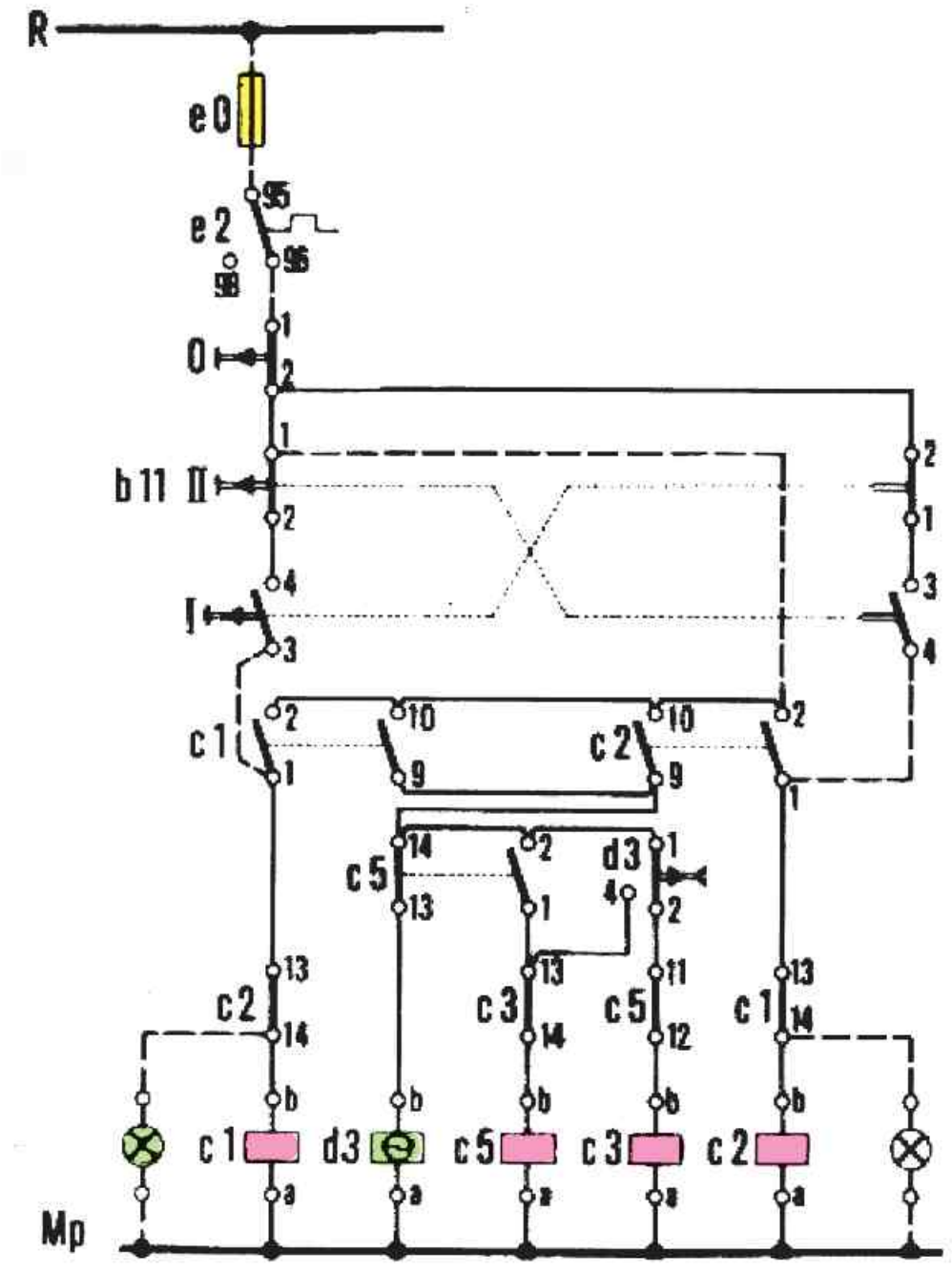
مجموعة أزرار ثلاثية



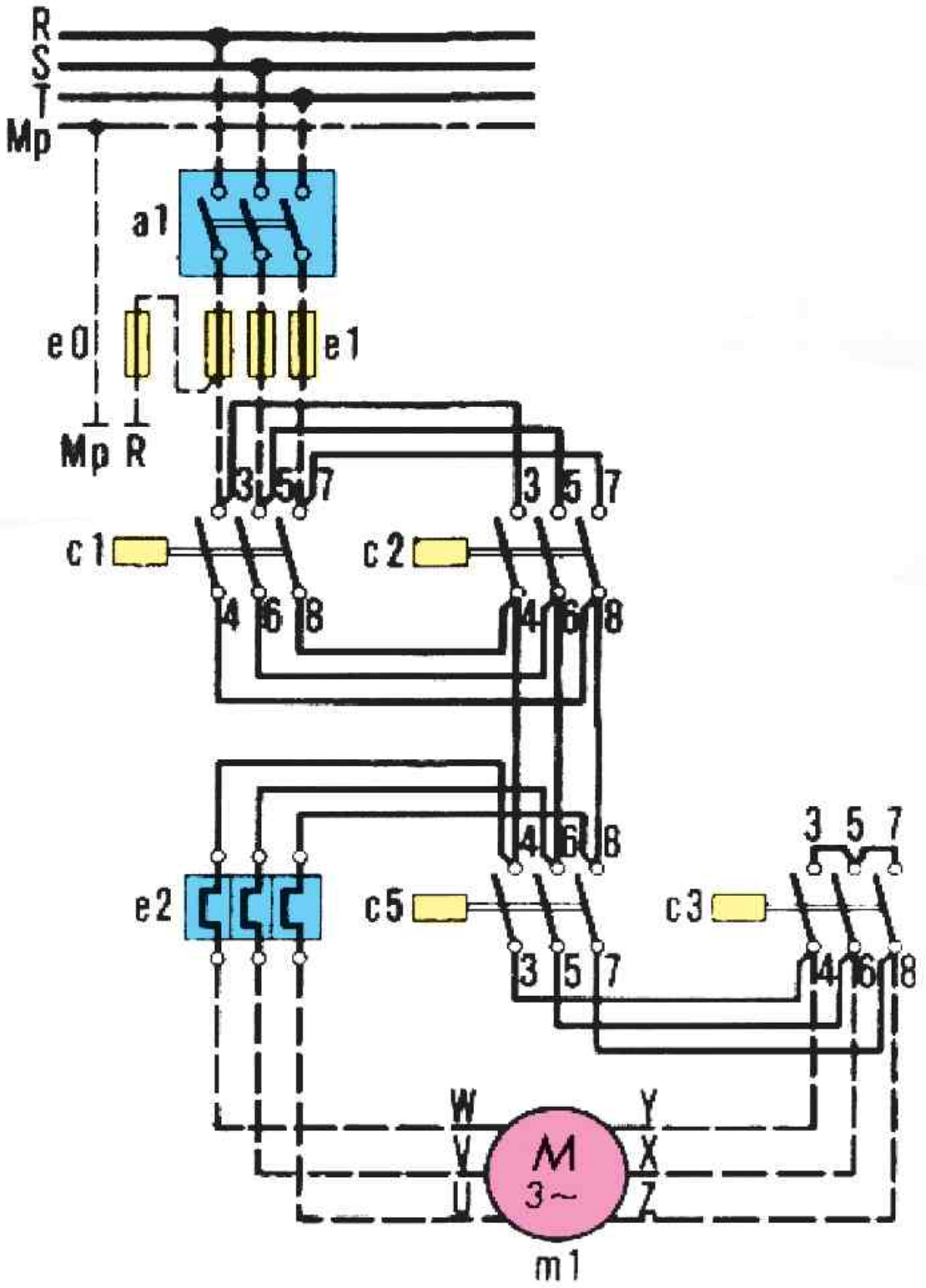
مجموعة أزرار ثلاثية مع مصابيح إشارة

الانتقال من اتجاه الى آخر يجب أن يمر عن طريق زر الإيقاف (O).

دائرة السيطرة (Control) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا عاكس دوران.



دائرة القوة (Power) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا عاكس دوران



إسلوب عمل التوصيلة :

زر التشغيل (I) يشغّل الكونتكتر (C_1) مثلاً بإتجاه اليمين ، وزر التشغيل (II) يشغل الكونتكتر (C_2) مثلاً بإتجاه اليسار.

أي من هذين الكونتكترين يعمل أولاً يمسك نفسه عن طريق الموصّل المساعد الغالق العائد له (2 - 1) ، وكذلك عن طريق زر الإيقاف الفاتح (O) عندما يكون في حالة السكون (دون أن يضغط عليه). عن طريق الغالق (10 - 9) التابع لأي من الكونتكترين الرئيسيين يعبر التيار ليشغّل كونتكتر الستار (C_3) وبهذا سيضع المحرك (m_1) في حالة الستار ويبدأ الدوران.

في الوقت نفسه سيستجيب رلي التوقيت (d_3) ويبدأ عمله ، وبعد إنقضاء الوقت اللازم المنظم عليه الرلي سيفتح الفاتح ($d_3/1 - 2$) ويقطع التيار عن ملف الكونتكتر (C_3) ليعود الى حالته الطبيعية (دون عمل). بعد وقت (٨٠ – ١٠٠) ملي ثانية يغلق الغالق ($d_3/1 - 4$) ويوصل التيار الكهربائي إلى الكونتكتر (C_5) ليشغله ويربط المحرك (m_1) على شكل دلتا.

الكونتكتر (C_5) يبقى ماسكاً يغذي نفسه بالتيار عن طريق الغالق ($C_5/1 - 2$). في الوقت نفسه يقطع الفاتحان التابعان له ($C_5/ 13 - 14$) التيار الكهربائي عن الرلي (d_3) وكذلك ($C_5/ 11 - 12$) عن الكونتكتر (C_3).

للإنتقال بتدوير المحرك من اتجاه اليمين الى اليسار أو العكس يجب أن يتم الضغط على زر الإيقاف (O) أولاً.

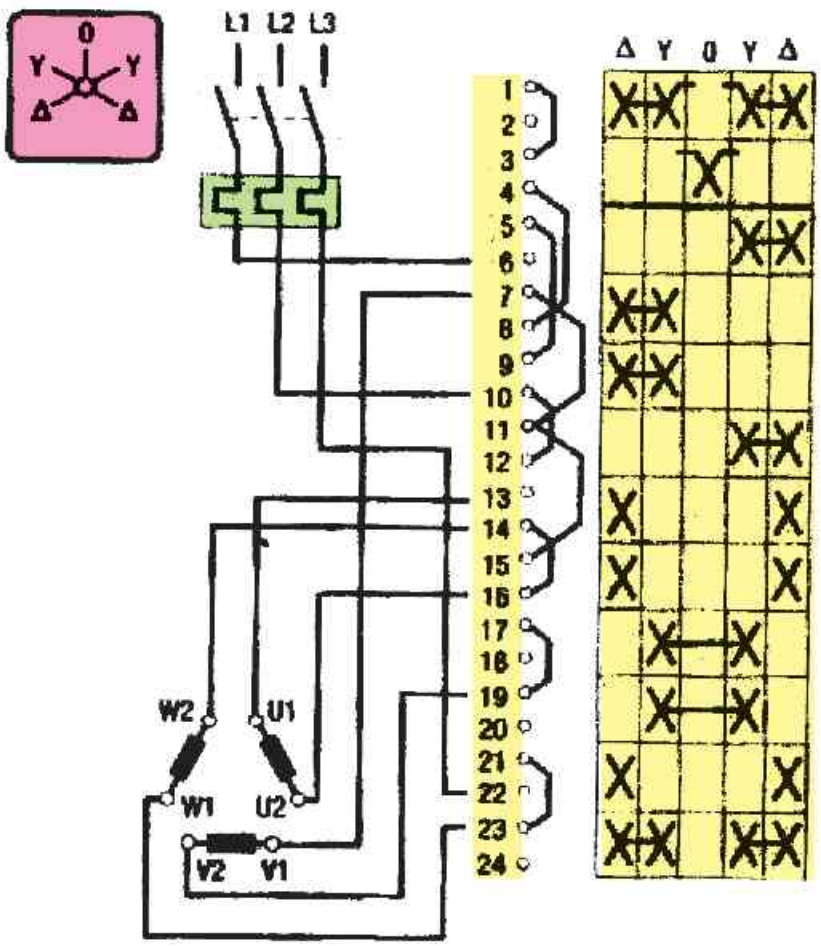
عند زيادة الحمل على المحرك وأداء الأوفرلود للحماية الحرارية عمله سينقطع التيار عن دائرة السيطرة برمتها ويتوقف المحرك (m_1) عن الدوران وذلك بواسطة الفاتح (96 - 95) الخاص برلي حماية المحرك (e_2).

تعلمنا سابقاً أن لكل تشغيل محرك بواسطة الكونتكترات هناك مفتاح يدوي ميكانيكي يعوض عن أزرار التشغيل والكونتكترات ، ذلك بغض النظر عن ميزات وإمتيازات كل منهما.

فيما يأتي نعرض نماذج من أنواع من المفاتيح اليدوية الإعتيادية لتشغيل المحركات على ستار – دلتا ، فضلاً عن عكس اتجاه دورانها وعملها على الحالة نفسها.

Reversing star–delta switches

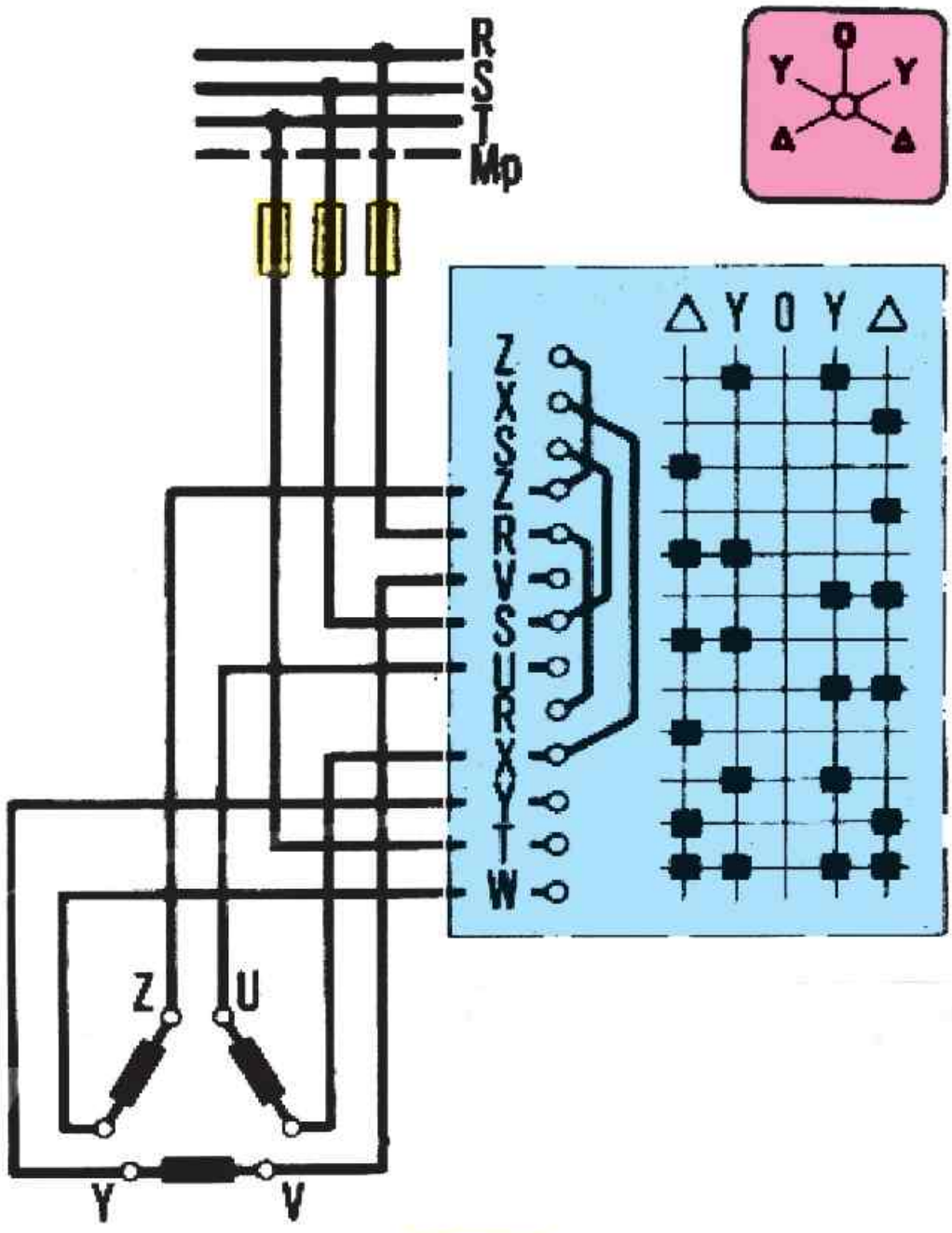
مفتاح يدوي ستار – دلتا عاكس دوران



نوع آخر من المفاتيح اليدوية لتشغيل المحركات ثلاثية الطور على شكل ستار – دلتا فضلاً عن عكس إتجاه دورانها بالحالة نفسها.

إن الاختلاف – بدون شك – هو فقط في التركيب الداخلي الذي يعتمد على الشركة المنتجة، أما الأداء فهو ذاته لجميعها – التي هي من هذا النوع –.

ولا بد أن نتعرف على أغلب الأنواع لجميع المعلومات الأساسية الفنية على أوسع نطاق ممكن.



تمرين عملي

المطلوب ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار يعمل (ستار – دلتا) مع إمكانية عكس اتجاه دورانه وذلك عن طريق موصّلات هوائية وأزرار تشغيل وإيقاف (ON1 – OFF – ON2) وحسب المخطط الآتي على الصفحة التالية :-

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

يتم تنفيذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم .

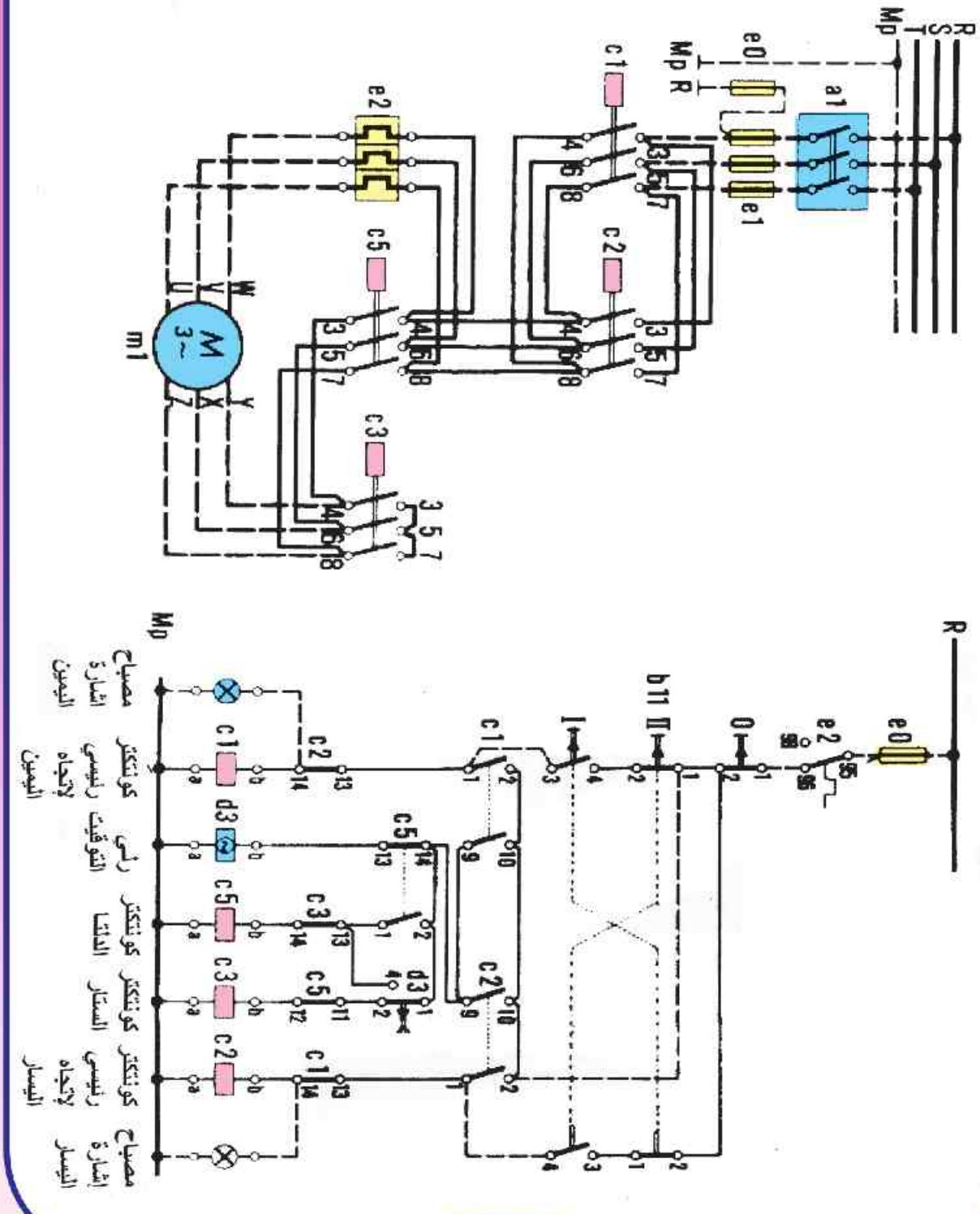
العُدد المطلوبة :

١ ٠ كتر .
٢ ٠ بلايس .
٣ ٠ لاوية .
٤ ٠ قاشطة .
٥ ٠ مخصف .
٦ ٠ مطرقة وزن (٢٠٠) غم .
٧ ٠ مسطرة قياس أو فيتة .
٨ ٠ درنفيس عدل عدد ثلاثة قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم .
٩ ٠ درنفيس مربع عدد إثنان صغير ومتوسط .

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١ ٠ محرك ثلاثة أطوار نوع (دلتا) ٣٨٠ فولت بقدرة المتوفر منها .
٢ ٠ كونتكترات عدد (٤) بتيار مناسب لقدرة المحرك .
كل منها يحتوي عن موصّلات رئيسية عدد (٣) غالقة و (٤) موصّلات مساعدة إثنان منها غالقة (NO) وإثنان فاتحة (NC) .
٣ ٠ مصباح إشارة عدد إثنان بلونين مختلفين لبيان وضع حالة التشغيل بأي من الاتجاهين (يمين أو يسار) .
٤ ٠ أوفر لود (حماية حرارية) ثلاثية الطور بحجم (٥٨ ر٠ × التيار الإسمي) للمحرك مع موّصل مساعد (96 - 95 - 98) ٠
٥ ٠ أزرار تشغيل عدد (٣) أو أن تكون الثلاثة بتركيبة واحدة مخصصة لهذا الغرض ٠
٦ ٠ فيوزات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك ، وآخر حجم (٢) أمبير لدائرة السيطرة ٠
٧ ٠ أسلاك (٥ر١) ملم ٢ لدائرة السيطرة ٠
٨ ٠ أسلاك بحجم مناسب لقدرة المحرك ٠
٩ ٠ براغي لتثبيت مستلزمات التمرين ٠

مخطط تنفيذ تمرين ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) عاكس دوران عن طريق الموَصلات الهوائية وأزرار التشغيل ٠



أسئلة حول موضوع تشغيل محرك ثلاثة أطوار (ستار – دلتا) بإتجاهين بواسطة الكونتكترات ٠

١ ٠ ما عدد الكونتكترات في توصيلة الستار – دلتا عاكس الدورة ؟ وما وظيفة كل منها ؟

٢ ٠ ما عدد أزرار التشغيل والايقاف لتشغيل محرك ستار – دلتا عاكس دوران بواسطة الكونتكترات ؟

٣ ٠ ما فائدة رلي التوقيت الزمني (Time Relay) في دائرة تشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا بإتجاهين ؟

٤ ٠ أين يتم توصيل وربط مصابيح الإشارة للدلالة على أتجاه دوران المحرك في دائرة ستار – دلتا بإتجاهين بواسطة الكونتكترات ؟

٥ ٠ أي من الأزرار يشغل أي من الكونتكترات بإتجاه اليمين ؟

وأي من الأزرار يشغل أي من الكونتكترات بإتجاه اليسار ؟

٦ ٠ من المعروف أن الكونتكترات (C1) و (C2) مختصة لإدارة المحرك بأي من الاتجاهين للبدء بالتشغيل ثم بعدها ستار ثم دلتا ؟

كيف تمسك نفسها وتبقى ماسكة حتى عند رفع اليد عن زر التشغيل ؟

٧ ٠ بعد إشتغال أي من كونتكتري تعيين اتجاه دوران المحرك ٠

ما هي الخطوة التالية لعمل دائرة السيطرة ؟

٨ ٠ عندما نستعمل مفتاح يدوي لتشغيل محرك ستار – دلتا بإتجاهين لماذا يجب أن تكون مرحلة الإيقاف (0) متوسطة بين الاتجاهين ؟

(١) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي ٠

تعلمنا في مواضيع كثيرة سابقة أن محركات التيار المتناوب التأثيرية تحدد سرعتها بعدد أقطابها وتردد الشبكة للتيار المتناوب المغذي للمحرك ٠

وبما أن تردد الشبكة يكون عادة ثابت ، فليس بالامكان تغيره في الحالات الإعتيادية لتشغيل مجمل الأجهزة الكهربائية بصورة عامة والمحركات الكهربائية بصورة أخص إلاّ في حالات خاصة عن طريق أجهزة الكترونية خاصة يمكن التحكم بتردد تيار الشبكة ؟

اذن التحكم بالسرعة ضمن هذا المضمار يتم بعدد الاقطاب لملفات المحرك أو بتردد الشبكة المغذية وبموجب القانون الآتي :-

$$N = \frac{60 \cdot f}{P}$$

حيث أن :

N – سرعة المجال المغناطيسي الدوار في المحرك ، بالأحرى سرعة المحرك بغض النظرعن بعض ما يفقد من عدد الدورات نتيجة الانزلاق ٠

f – تردد شبكة التيار المتناوب (ذ / ثا) أو ما يُسمى (Hz) ،

P – عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية للمحرك ٠

عدد الأقطاب المغناطيسية يكون عادة ثابت في المحرك ، ذلك ما تعلمناه في طرق لف المحركات ، لكن بالامكان تصميم اللف بحيث نحصل على نوعين مختلفين من عدد الاقطاب وبالطرق الآتية:-

١ – طريقة الملفات المنفصلة :

بالإمكان وضع نوعين من الملفات في مجاري الجزء الثابت للمحرك بحيث تكون منفصلة عن بعضها كهربائياً و كل منها بعدد أقطاب معين لنختار بعدئذ في التشغيل أي منهما ، لنحصل على سرعتين مختلفتين ، محددة أصلاً ضمن تصميم ولف الجزء الثابت للمحرك .

لذا سنحتاج الى مفتاح خاص يختار أحد النوعين من الملفين لنحصل على السرعة المطلوبة ٠ وكما هو موضح في الشكل الآتي لمفتاح يدوي ، الذي يمكن من خلاله أختيار أي من الملفين في المحرك ٠ لنحصل على السرعة المطلوبة المصمم عليها ذلك الملف الذي إخترناه ٠

المخطط الآتي لتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو نوعين منفصلين من الملفات ، كل منهما يتكون من ثلاثة ملفات لثلاثة أطوار مربوطة فيما بينها على شكل ستار ، بعدد أقطاب مختلف عن الآخر المثيل له ، بحيث يشغل كل منها المحرك بسرعة مختلفة عن الآخر.

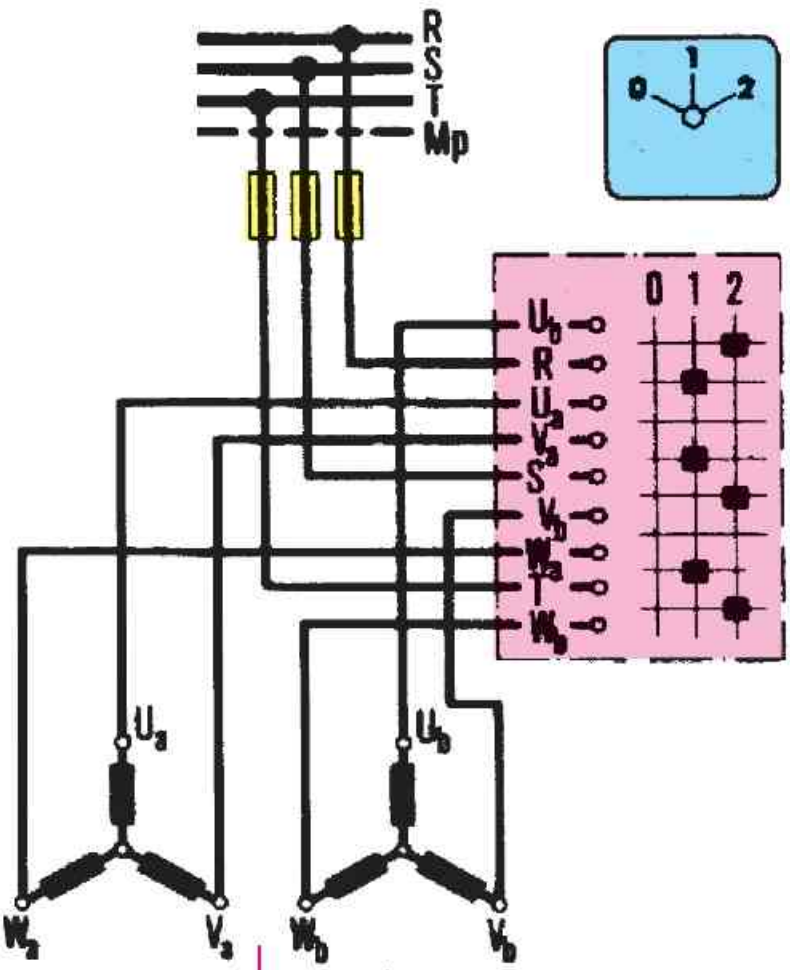
المحرك يعمل عبر مفتاح خاص ذو مرحلتين :

المرحلة الأولى (١)

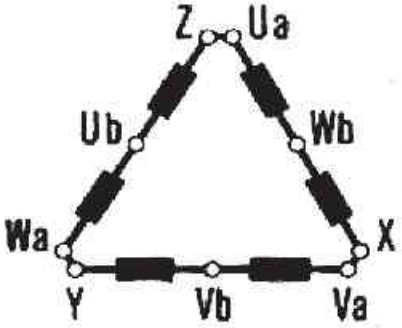
توصيل إحدى مجموعة الملفات عبر نقاط ربط بداياتها (ua,va,wa) ليعطينا سرعة معينة.

المرحلة الثانية (٢)

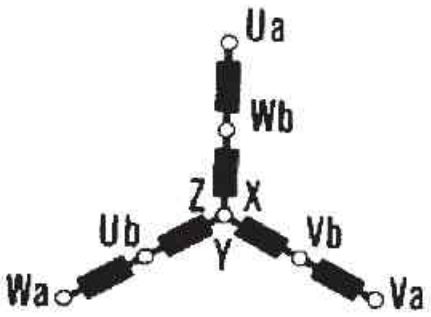
توصل المجموعة الثانية عبر نقاط ربط بداياتها (ub,vb,wb) لتعطينا سرعة أخرى.



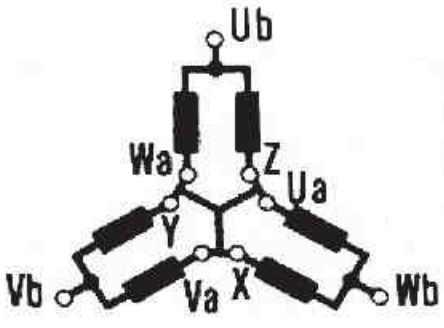
ملفات السرعة الثانية | ملفات السرعة الأولى



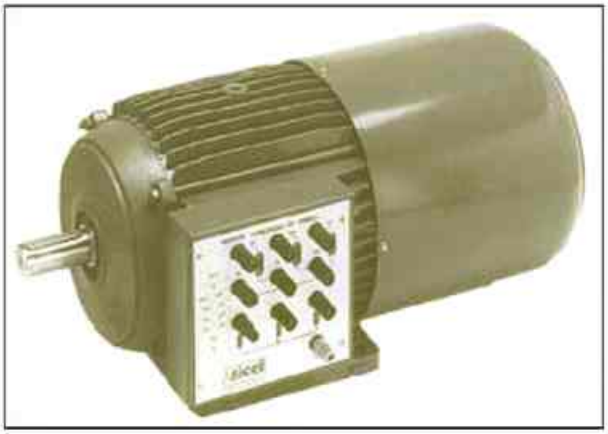
الحالة التي يكون فيها الربط على شكل (دلتا) مثلاً بأربعة أقطاب يعني بسرعة (١٥٠٠) د / د لتكون السرعة البطيئة.



54



أما الحالة التي يكون فيها الربط على شكل (ستار) تكوّن نصف عدد أقطاب ربط (الدلتا) مثلاً قطبين بسرعة (٣٠٠٠) د / د ، لنكوّن السرعة السريعة.



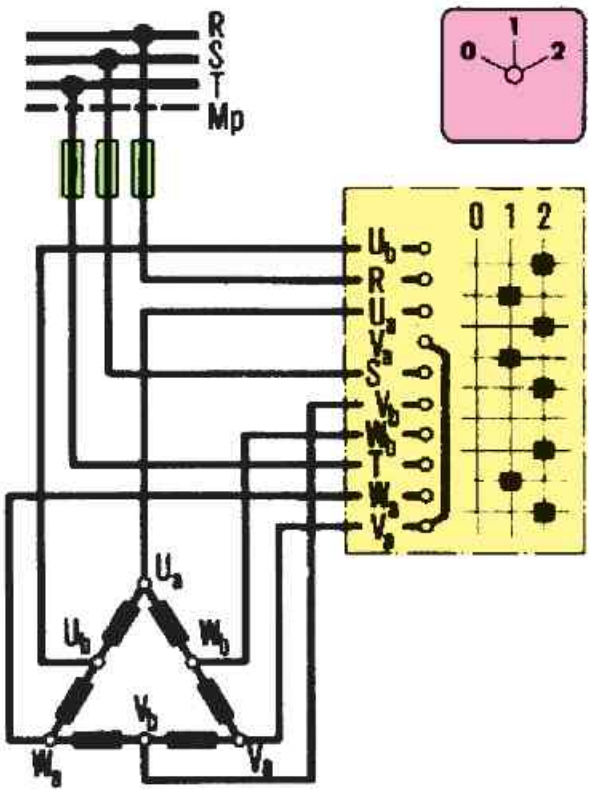


٢- طريقة تغيير ربط الملفات

في الطريقة الأولى إستعملنا ستة ملفات ، كل ثلاثة منها كوّنت مجموعة من ثلاثة أطوار تربط على شكل ستار أو دلتا ، بحيث تكون منفصلة تماماً كهربائياً ، عن مثيلتها المجموعة الثانية.

في هذه الطريقة الثانية سنستعمل كذلك ستة ملفات ، توصل مع بعضها كهربائياً بحيث يتم تغيير الربط بينهما لتكوّن أقطاب مختلفة بين حالة وحالة أخرى والتي تُسمى توصيلة (دالندر) وكما مبين في الأشكال الآتية :-

وسنبين في الشكل الآتي مفتاح يدوي ، الذي يمكن من خلاله تغيير الربط بين الملفات الستة لنحصل على عدد أقطاب مختلف ، وبهذا نحصل على سُرع مختلفة :-



الخلاصة :

نفهم من كلا الطريقتين السابقتين الخاصتين بتشغيل المحركات الكهربائية بسرع مختلفة ، أنه بالإمكان الحصول على عدد السُرع الآتية :-

١- سرعتان (٢) بنسبة (١ : ٢) بطريقة تغيير ربط الملفات (دالندر).

٢- سرعتان (٢) (أي سرع مطلوبة) بطريقة الملفات المنفصلة.

٣- ثلاث سرع (٣) : سرعتان منها بطريقة تغيير الربط + ملف منفصل.

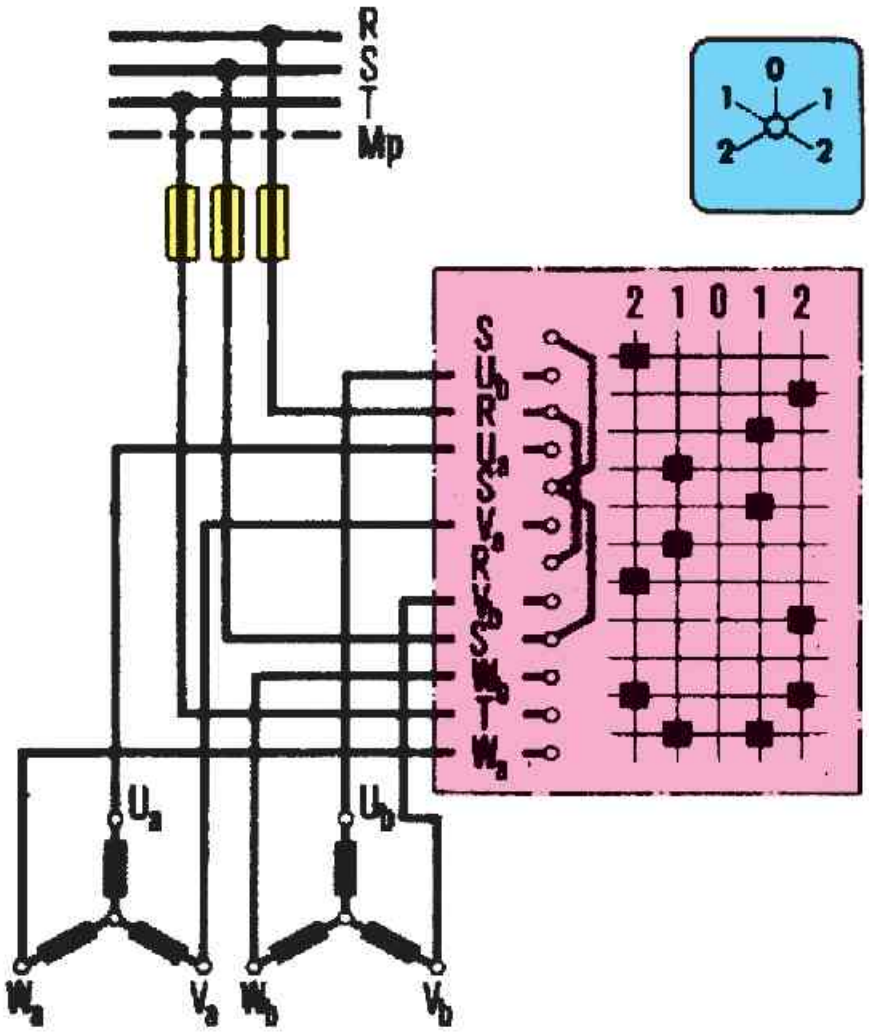
٤- أربع سرع (٤) : مجموعتان كل منهما بطريقة تغيير ربط الملفات (دالندر).

ملاحظة مهمة :

الانتقال الى السرعة البطيئة يجب أن يكون من مرحلة الإيقاف (O).

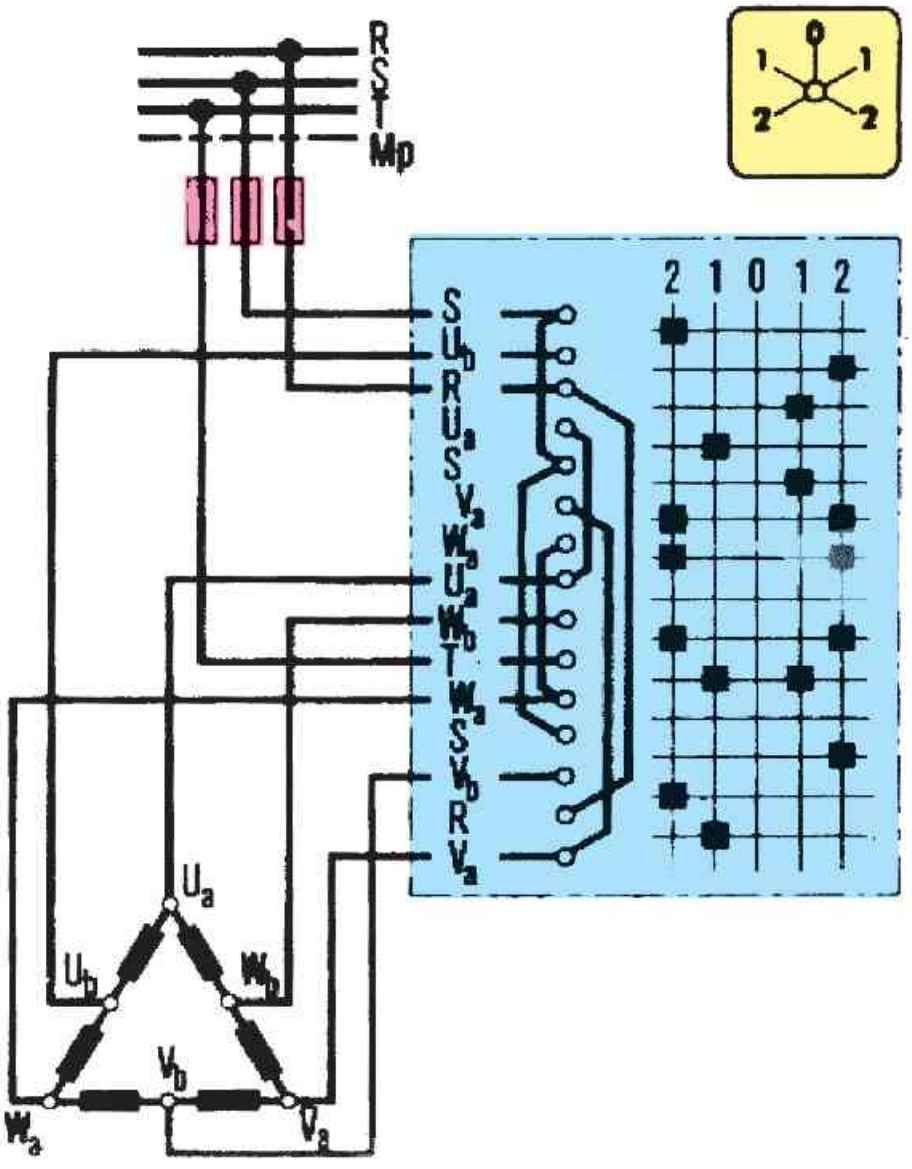
والسرعة العالية يجب أن تكون فقط من مرحلة السرعة البطيئة وبدون العبور عن طريق مرحلة الايقاف.

كما تدربنا في مواضيع سابقة أن جميع حالات تشغيل المحركات مثل ستار – دلتا يمكن أن يضاف لها حالة عكس الدوران ، فبالامكان عكس إتجاه الدوران كذلك في حالة تشغيل المحرك على السرعتين ولكلا الطريقتين سواء الملفات المنفصلة أو طريقة تغيير ربط الملفات (دالندر) ، كما في الأشكال الآتية :-



شكل يبين تشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين مع عكس اتجاه الدوران بطريقة الملفات المنفصلة.

أما الشكل الآتي فيبين تشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين مع عكس إتجاه الدوران بطريقة تغيير ربط الملفات (دالندر).


R S T
Mp
0
1
1
2
2
2 1 0 1 2
U_a
U_b
W_b
V_b
W_a
V_a

تمرين عملي (١)

المطلوب تنفيذ ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق مفتاح ميكانيكي يدوي.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم

العُدد المطلوبة :

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- لاوية.

٤- قاشطة.

٥- مخصف.

٦- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٧- مسطرة قياس أو فيتة.

٨- درنفيس عدل عدد (٣) قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٩- درنفيس مربع عدد (٢) صغير ومتوسط.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ذو سرعتين من النوع المتوفر.

٢- مفتاح يدوي ثلاثة أطوار لتشغيل المحركات بسرعتين.

٣- فيوزات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك.

٤- أسلاك للتوصيل.

٥- براغي للتثبيت.

(٢) التدريب على ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل

أصبح معروف لنا أن جميع المفتايح اليدوية لتشغيل المحركات الكهربائية يمكن التعويض عنها بدوائر سيطرة تشغيل بواسطة أزرار (بوش بتن) (Push Button) وبمساعدة الكونتكترات. وهكذا دائرة تشغيل محرك الثلاثة أطوار بسرعتين ، حيث تستعمل ثلاثة أزرار.

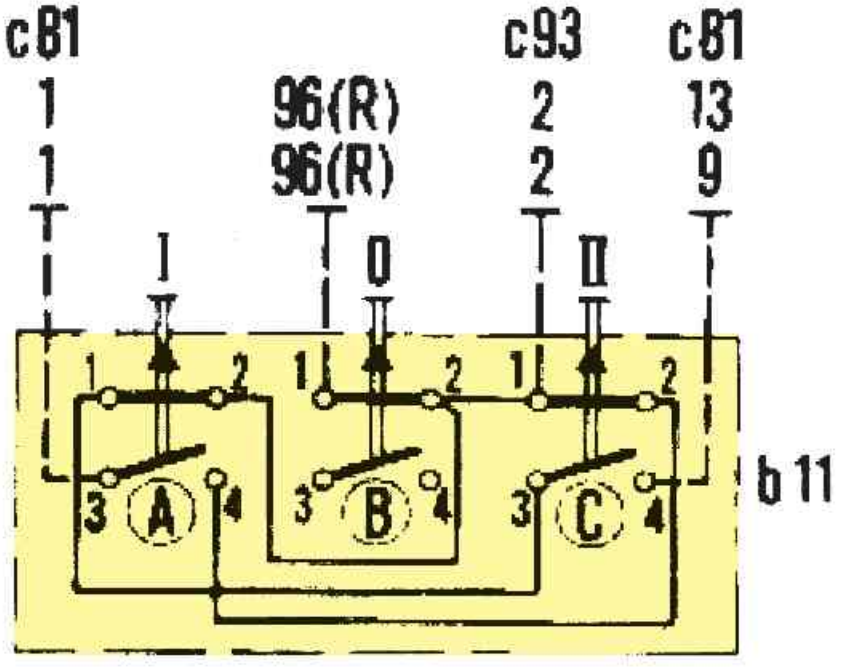
١- زر تشغيل السرعة البطيئة (I).

٢- زر الإيقاف (O).

٣- زر تشغيل السرعة العالية (II).

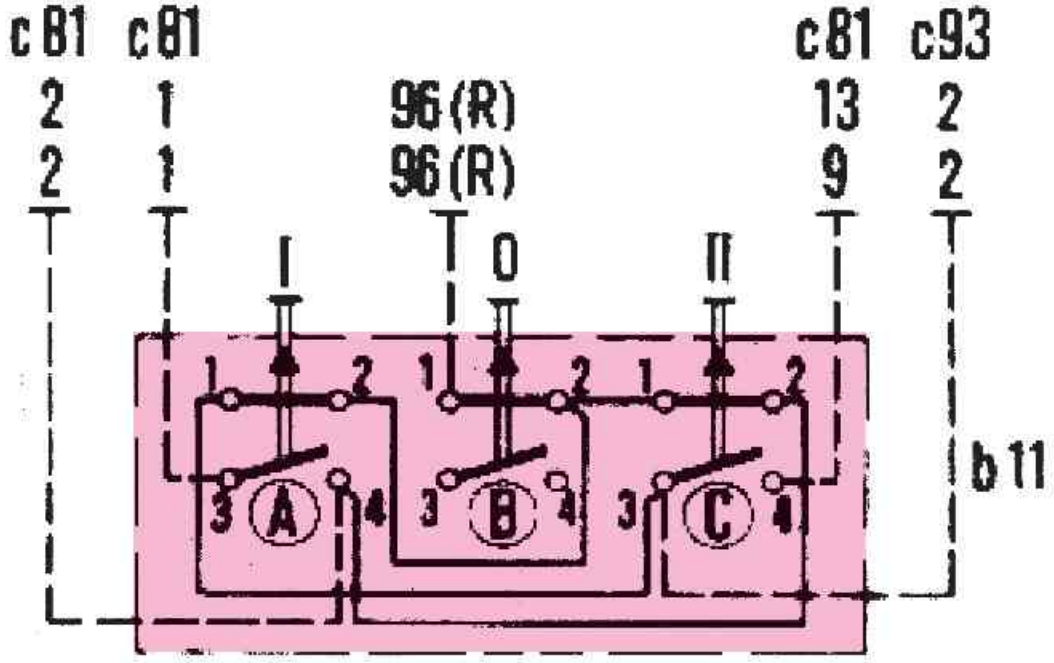
ويمكن إجراء التشغيل وتغير السرعة بواسطة الأزرار الثلاثة هذه بحيث تعمل بحالتين مختلفتين بحسب طريقة ربطها بتوصيلة السيطرة (Control) وكما يأتي :-

١- الانتقال يمر بمرحلة الإيقاف



الشكل أعلاه يمثل مجموعة أزرار التشغيل لدائرة السيطرة التي تنطبق على المخطط الآتي والتي يشترط في عملها لتغيير السرعة أن تمر عبر مرحلة الإيقاف (O).

٢- الانتقال بدون المرور بمرحلة الإيقاف



الشكل يمثل مجموعة أزرار التشغيل التي إذا ما تمَّ ربطها بموجب ما مؤشر أزاءها فستعمل دائرة السيطرة لتشغيل المحرك على السرعتين بحيث يمكن الإنتقال من السرعة البطيئة الى السريعة بدون إستعمال زر الإيقاف (O) مع إمكانية العودة الى السرعة البطيئة.

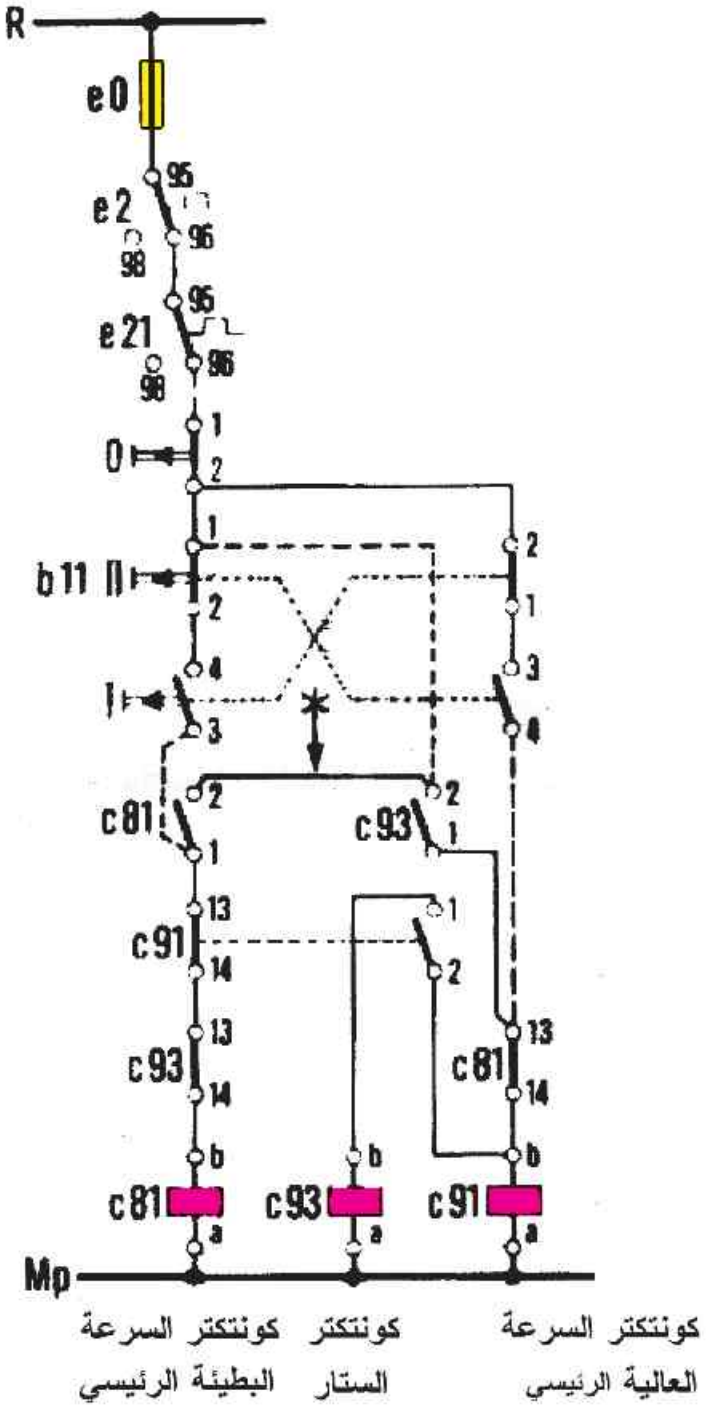
تفاصيل عمل أزرار التشغيل الخاصة للحالتين أعلاه :

(I) – زر التشغيل للسرعة البطيئة التابع للكونتكتر رقم (C81).

(O) – زر الإيقاف (O).

(II) – زر التشغيل للسرعة العالية التابع للكونتكترين رقم (C91) و (C93).

دائرة السيطرة (Control) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين.



ملاحظة :

عند إستعمال مجموعة أزرار التشغيل الخاصة بإمكانية تغيير حالة السرع دون الضغط على زر الإيقاف (O) ، يجب إبعاد الموصّل المؤشر أزاءه بالإشارة (✱).

إسلوب عمل التوصيلة

عند الضغط على زر التشغيل (I) يعمل الكونتكتر الرئيسي (C81) الخاص بالسرعة البطيئة. الكونتكتر (C81) يمسك ذاتياً عن طريق الموصّل المساعد (1 - 2).

عند الضغط على زر التشغيل (II) يعمل الكونتكتر الرئيسي (C91) الخاص بالسرعة العالية وعن طريق الموصّل المساعد الغالق (2 - 1) يعمل كذلك كونتكتر الستار (C93).

في هذه الحالة يمسكان الكونتكترين (C91) و (C93) عن طريق الموصّل المساعد الغالق (C93/2 - 1).

في هذه الأثناء يفصل الكونتكتر (C81) حيث ينقطع عنه التيار بواسطة الموصّلين الفاتحين (C91/13 - 14) و (C93/13 - 14) ، ذلك ما يمنع التحويل من السرعة العالية الى السرعة البطيئة.

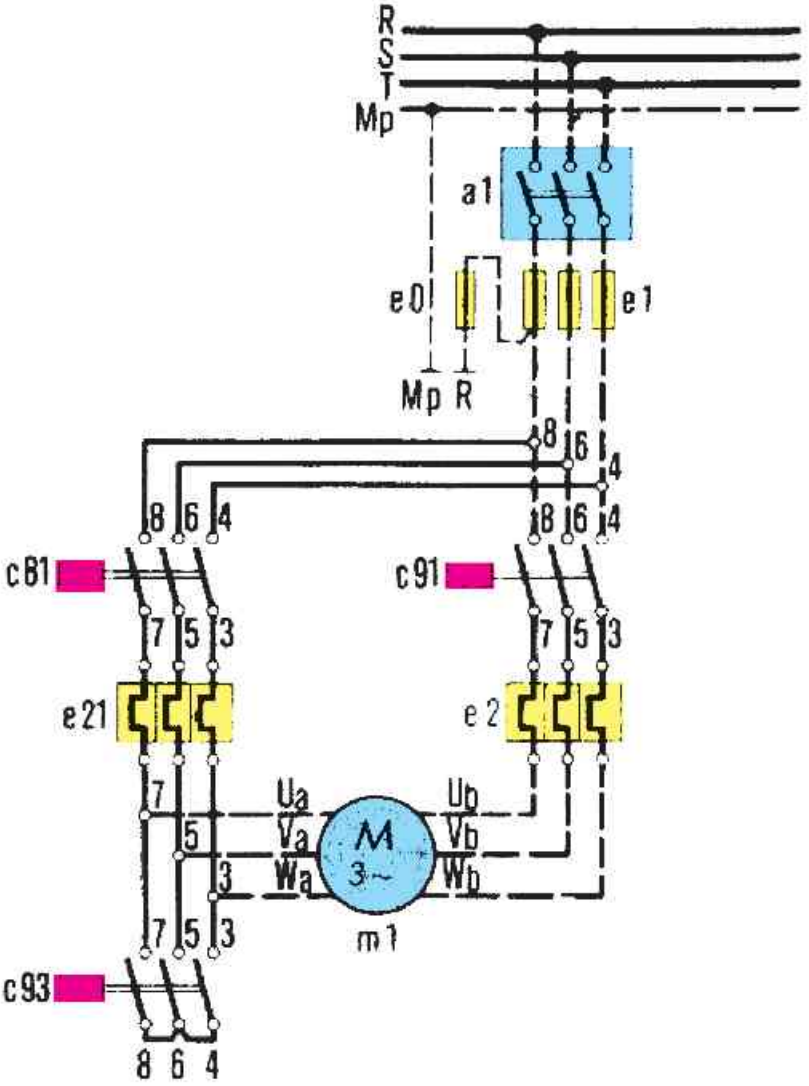
كذلك لاحظنا أنه عندما يعمل (C81) ويدور المحرك على السرعة البطيئة لا يمكن تشغيل كونتكتر السرعة العالية (C91) لأن التيار مقطوع عنه بواسطة الموصّل المساعد الفاتح (C81/13 - 14).

لذا نلاحظ أن الإنتقال من أي من السرعتين الى الأخرى لا يمكن أن يتحقق إلاّ بالضغط على زر الإيقاف (O).

– وكما ذكرنا – أن بالإمكان إستعمال مجموعة الأزرار الثانية الخاصة بتشغيل المحرك على السرعتين مع إمكانية الإنتقال من السرعة البطيئة الى السريعة مباشرة ، والعودة كذلك (ذلك بشرط أن يرفع السلك الموصّل المؤشر بالعلامة (↕) في دائرة السيطرة).

أما بالنسبة لإيقاف المحرك نهائياً ، فما عدا زر الإيقاف (O) يمكن أن يتوقف المحرك عند زيادة الحمل بواسطة أداء الأوفرلود عمله ويفتح الموصّل المساعد الفاتح (96 - 95) لرليات حماية المحرك الإثنين (e_2) و (e_{21}).

دائرة القوة (Power) لتشغيل المحرك ثلاثي الطور بسرعتين



تلاحظ أنه إستعمل (رلي حماية المحرك الحراري) عدد إثنان (e_2) و (e_{21}) لأن المحرك يتكون من مجموعتين من الملفات ثلاثية الأطوار ، لذلك فلكل مجموعة ملفات ثلاثية أطوار رلي يحميها من زيادة الحمل ، يعني كأنما محركان يعملان ضمن جسم واحد.



نموذج لمحرك ثلاثة أطوار ذو ملفين منفصلين يستعمل في المصاعد الكهربائية

لأجل الإطلاع سنستعرض في أدناه مخطط تشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين مع عكس إتجاه الدوران

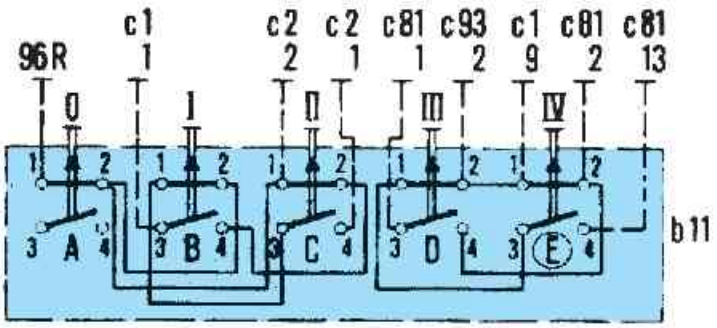
نلاحظ أن مجموعة أزرار التشغيل تحتوي على خمسة أزرار.

واحد للايقاف وأربعة أخرى إثنان للسرعتين وإثنان لعكس اتجاه الدوران.





وكما موضحة في الأشكال الآتية للأزرار مع التوصيلتين الكاملتين لدائرتي السيطرة والقوة لتشغيل المحرك.



تفاصيل عمل الأزرار لتشغيل المحرك المبينة مخططاتها في الصفحة الآتية :-

(O) – زر الإيقاف.

(I) – زر التشغيل بالإتجاه الأول التابع للكونتكتر (C_1).

(II) – زر التشغيل بالإتجاه المعاكس التابع للكونتكتر (C_2).

(III) – زر التشغيل للسرعة البطيئة التابع للكونتكتر (C_{81}).

(IV) – زر التشغيل للسرعة العالية التابع للكونتكترين ($C_{93} + C_{91}$).

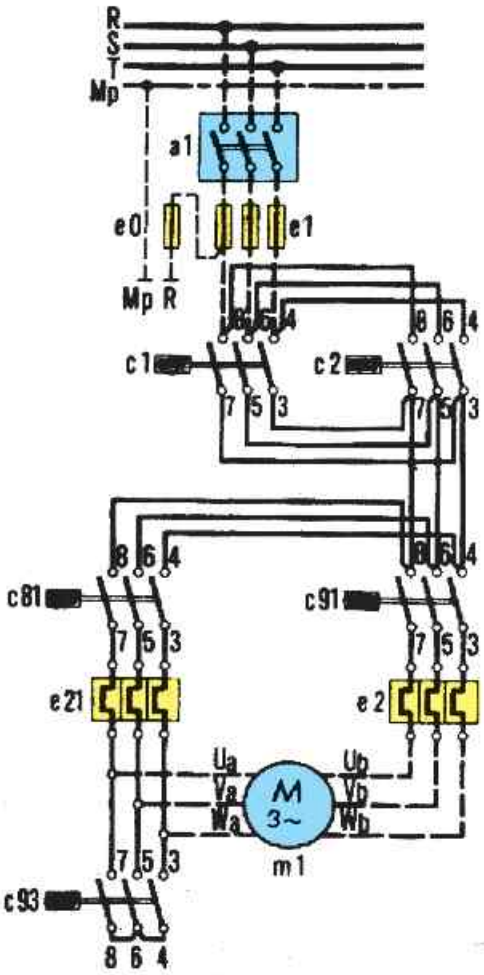
دائرتا السيطرة والقوة لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين مع عكس إتجاه الدوران.

يستعمل أغلب الأحيان في الرافعات (كرينات) المستعملة في المصانع التي يستوجب فيها رفع وخفض الأحمال وبالحالتين البطيئة والسريعة.

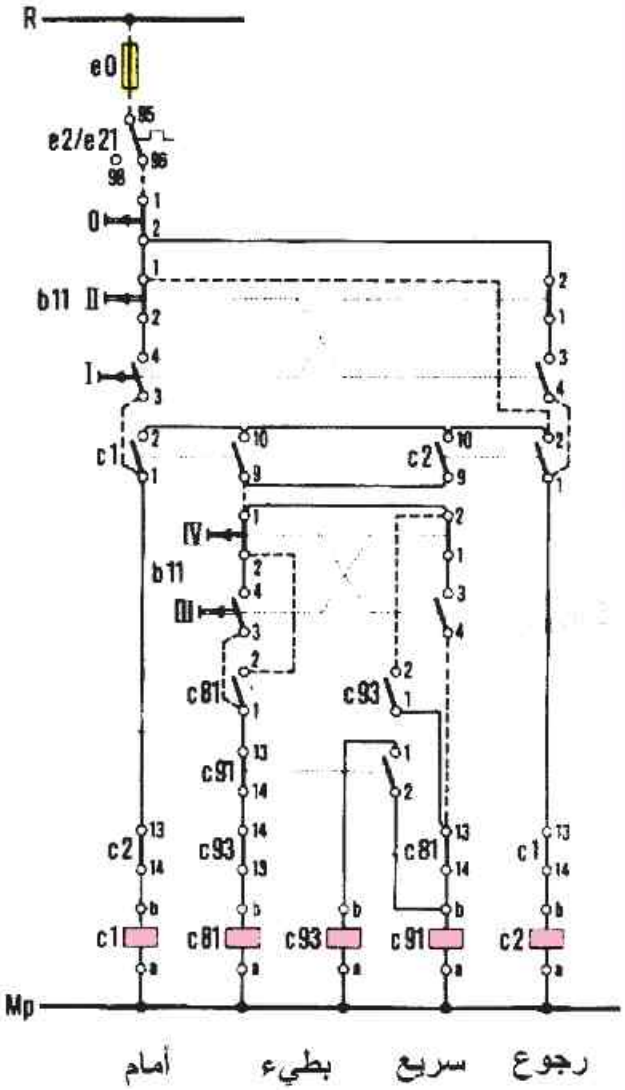




دائرة القوة (Power)



دائرة السيطرة (Control)



تمرين عملي (٢)

المطلوب تنفيذ تمرين ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين عن طريق الموصلات الهوائية وأزرار التشغيل وبموجب المخططات على الصفحة التالية :-

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم.

العُدد المطلوبة :

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- لاوية.

٤- قاشطة.

٥- مخصف.

٦- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٧- مسطرة قياس أو فيتة.

٨- درنفيسات عدلة عدد (٣) قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٩- درنفيسات مربعة عدد (٢) صغير ومتوسط.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- محرك ثلاثة أطوار خاص للعمل بسرعتين يحتوي على مجموعتين من الملفات ثلاثية الطور لإمكانية تغيير الربط بينهما للحصول على عدد أقطاب مختلفة للحصول على سرعتين.

٢- كونتكترات عدد (٣) بتيار مناسب لقدرة المحرك.

كل منها يحتوي على موصلات رئيسية عدد (٣) غالقة و(٤) موصلات مساعدة إثنان منها غالقة (NO) وإثنان فاتحة (NC).

٣- رلي حماية المحرك (أوفرلود) أي حماية حرارية ثلاثية الطور مناسبة لقدرة ملفات

المحرك ، مع موصلات مساعدة (96 - 95 - 98).

٤- أزرار تشغيل عدد (٣) واحد فاتح للإيقاف (O) وإثنان كل منهما يحتوي على فاتح وغالق أو أن تكون بتركيبة واحدة مخصصة لهذا الغرض.

٥- فيوزات عدد (٣) مناسبة لقدرة المحرك وآخر بحجم (٢) أمبير لدائرة السيطرة.

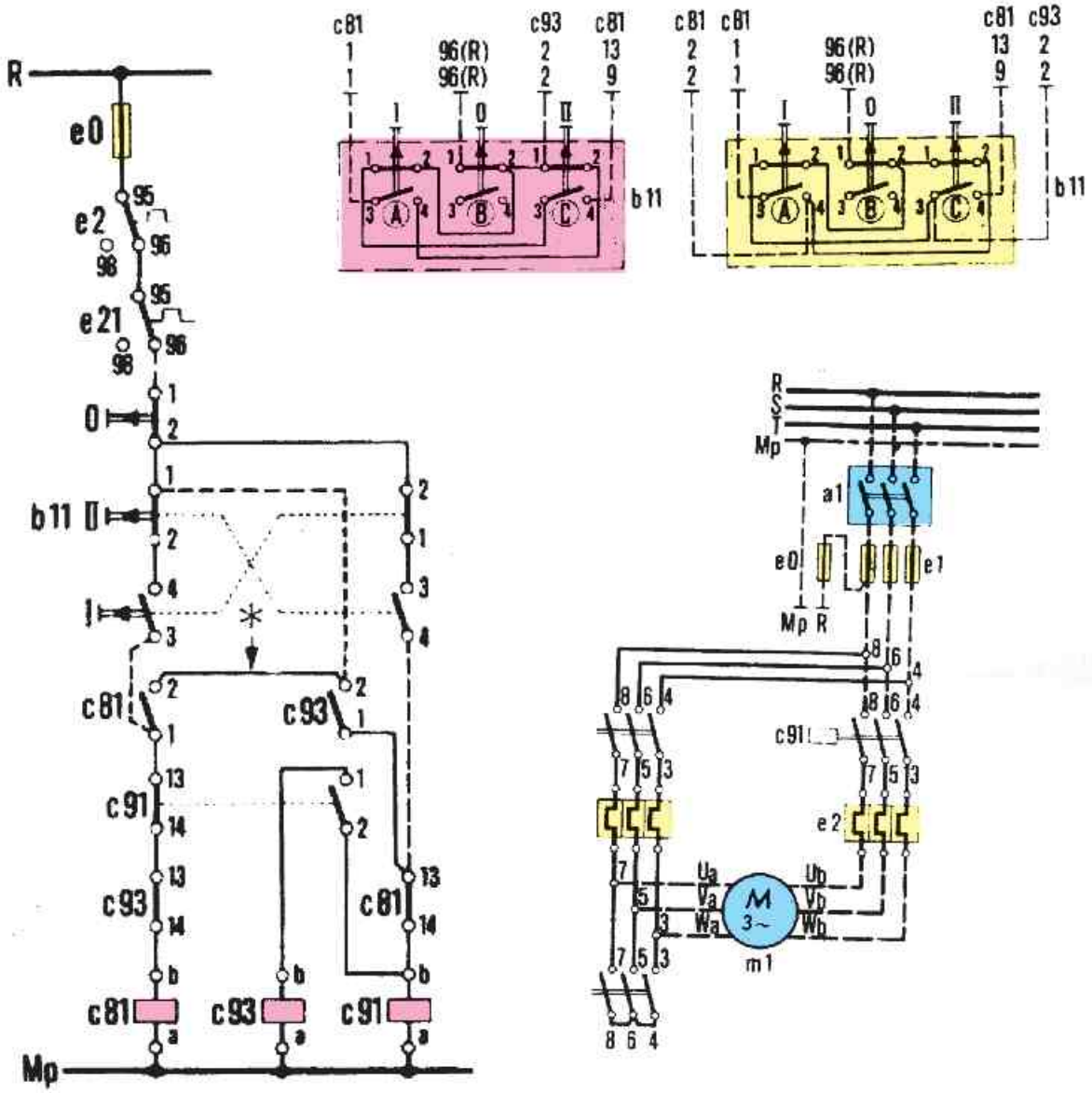
٦- مفتاح رئيسي ثلاثة أطوار مناسب لقدرة المحرك.

٧- أسلاك حجم (١,٥) ملم٢ لدائرة السيطرة.

٨- أسلاك بحجم مناسب لقدرة المحرك.

٩- براغي لتثبيت مستلزمات التمرين.

مخطط تنفيذ تمرين ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل



ملاحظة :

يتم الإختبار لنوع مجموعة الأزرار حسب ما يقرره المدرب لتنفيذ التمرين حيث يمكن إستعمالها إما عن طريق العبور أو الانتقال من إحدى السرعتين عبر الايقاف (O) أو المجوعة الأخرى للتنفيذ بطريقة عدم الحاجة للعبور عبر مرحلة الإيقاف (O).

أسئلة حول موضوع (تشغيل المحرك بسرعتين) :

س١- متى نضطر لإستعمال خمسة أزرار تشغيل لمحرك ثلاثة أطوار؟

س٢- ما هو قانون إحتساب السرعة في محركات التيار المتناوب؟

وما هي المتغيرات فيه التي يمكن التحكم بها للسيطرة على تنظيم السرعة؟

س٣- ما هي الطرق المتبعة في طبيعة لف المحركات للحصول على أقطاب مختلفة؟

س٤- ما هي توصيلة دالندر؟

س٥- كم سرعة يمكن الحصول عليها في تشغيل محركات الثلاثة أطوار؟

وكيف؟

س٦- كيف يتم الإنتقال بين كل من السرعة البطيئة والسريعة ومرحلة الايقاف؟

س٧- لتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين عن طريق الموصّلات الهوائية وأزرار التشغيل.

كم زر (Push Button) نحتاج لدائرة السيطرة؟

س٨- تستعمل حماية حرارية (أوفرلود) عدد إثنان عند تشغيل محرك ثلاثة أطوار بسرعتين.

لماذا؟

التدريب على صيانة المصاعد الكهربائية

(الكابينة (عربة النقل) – لوحة السيطرة – معدات البيانات – غرفة المكائن)

Lift or elevator and escalator

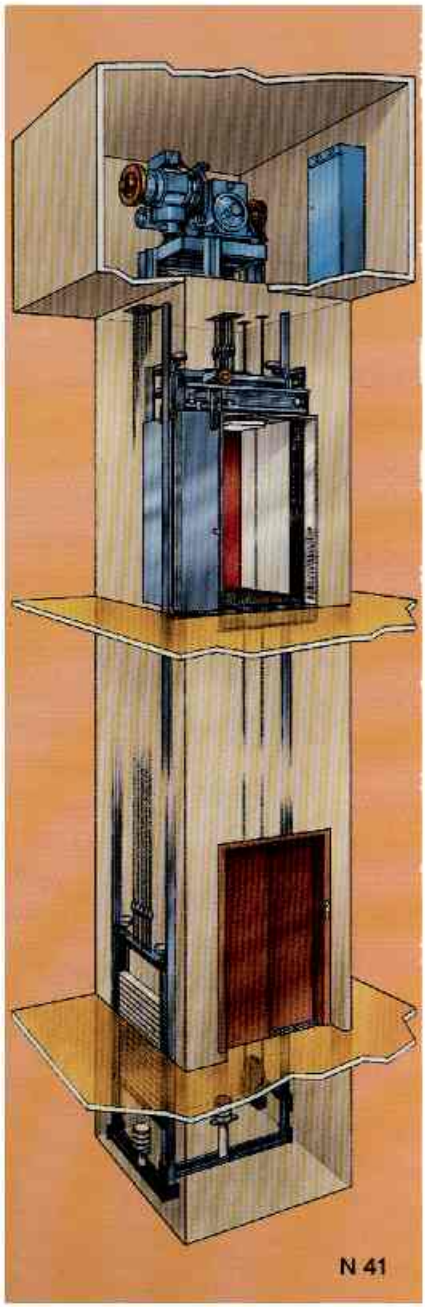


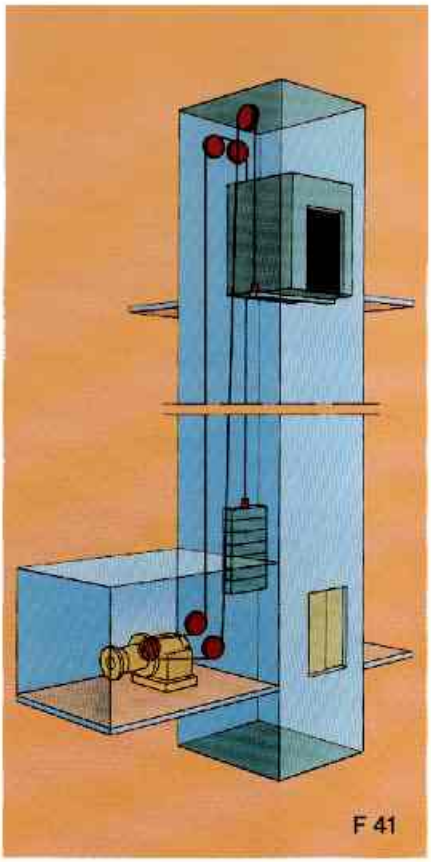
سنتعرف في موضوعنا هذا على المصعد الكهربائي وسبل إيصال القوة الكهربائية إليه وأساليب الحماية والوقاية لدائرة محركه الكهربائي ، فضلاً عن صيانته وديمومته لأهميته في قضاء حوائجنا بنقل الأشخاص إلى ارتفاعات وطوابق متعددة في البنايات وما شابه ، من جانب آخر نقل البضائع الكبيرة والثقيلة وآثاث البنايات وغيرها الى الإرتفاعات العالية .

فالمباني الحديثة تستوجب نصب مصاعد كهربائية لاسيما المباني الخدمية مثل المحال التجارية المكونة من عدة طوابق والدوائر الرسمية أو الفنادق والى آخره ...

لأجل ذلك يتعيّن على الكهربائي الفني الإلمام بالمصعد الكهربائي من إسلوب عمله وصيانته وإيصال القوة الدافعة الكهربائية الى محركه مع أساليب الحماية الكهربائية وكل ما يتبعه من أمور فنية.

المصعد الكهربائي عبارة عن مقصورة أو ما تُسمى كابينة ، وهو بالأحرى غرفة صغيرة كعربة تتحرك بصورة عمودية (شاقولية) لتنتقل بين طوابق البنايات لنقل الأشخاص أو البضائع ، تُسمى بالإنكليزية (Car or Cabin).





تحتوي عربة النقل أو الكابينة على باب يمكن أن يكون إعتيادياً لأي باب ولأنه غرفة ، أو أن يكون آلياً يعمل ذاتياً دون لمسه باليد لغرض الفتح والغلق فقط عند إستقرار العربة بالوقوف في الطابق المعني.

الأبواب الإعتيادية :-







الأبواب ذاتية العمل (آلياً) :-



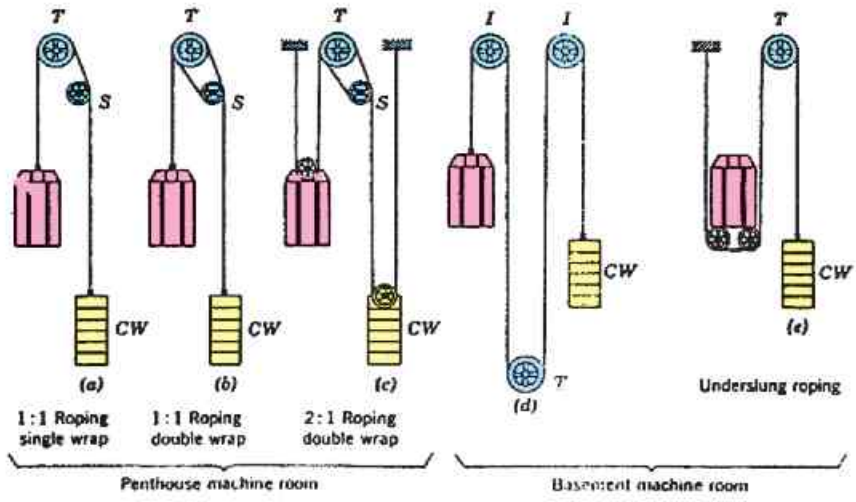


هناك بابان أحدهما داخل العربة يحمي الركاب من عدم ملامسة الجدار أثناء سيرها والآخر مثبت في كل طابق للحماية من عدم سقوط أي شخص ممن في الطابق الى البئر عند عدم وقوف العربة في ذلك الطابق.

العربة مؤمنة كهربائياً بواسطة ملامسات خاصة تسمى (كونتاكات) ، فعند حدوث عطل ما في القفل الكهربائي للباب ، الذي يمنع فتح الباب نهائياً عند عدم وجودها في الطابق المعني ، عندها يجب أن تتوقف العربة حالاً عن السير ، وعلى أول شخص يلاحظ ذلك أن يقطع التيار الكهربائي بواسطة المفتاح الرئيسي للمصعد ويستدعي فني الصيانة لتصليح العطل.

العربة تكون معلقة بحبال فولاذية تنقل الحركة من بكره فولاذية تدور يميناً أو يساراً لغرض الصعود أو النزول ، ذلك بواسطة محور دوران لمحرك كهربائي ذو قدرة مناسبة لحجم العربة والوزن المقدر حمله.

يعلق في الطرف الثاني من الحبل الفولاذي الذي يحمل العربة ثقلاً يقارب الثقل المتوقع حمله في العربة فضلاً عن وزنها ، وذلك لغرض التوازن.



ترتيب الحبال مع البكرات

البكرة (T) هي البكرة الرئيسية لنقل الحركة من المحرك إلى العربة.

البكرة (S) تسمى بكرة الإنحراف التي تنقل الحركة من البكرة الرئيسية لمسافة معينة الى العربة ، عندما لا تكون البكرة الرئيسية بوضع شاقولي فوق العربة.

حركة المركبة (العربة) تتعين بفعل أربعة عناصر :-

١- جهاز التحكم (الطلبات) :-

ينظم عمل المصعد بحيث يستجيب لطلبات الطوابق عن طريق أزرار مثبتة على جدار كل طابق بجانب باب المصعد ، لاستدعاء العربة واخرى داخل العربة على جانب الباب وتكون في متناول اليد تحتوي على ازرارعددها بعدد الطوابق التي يفترض أن يقف فيها المصعد. بالاضافة الى ازرار اخرى خاصة بالنداء والاستدعاء في الحالات الطارئة واخرى لفتح وغلق باب العربة وغيرها...



جهاز تحكم من خارج الكابينة (في الطابق).



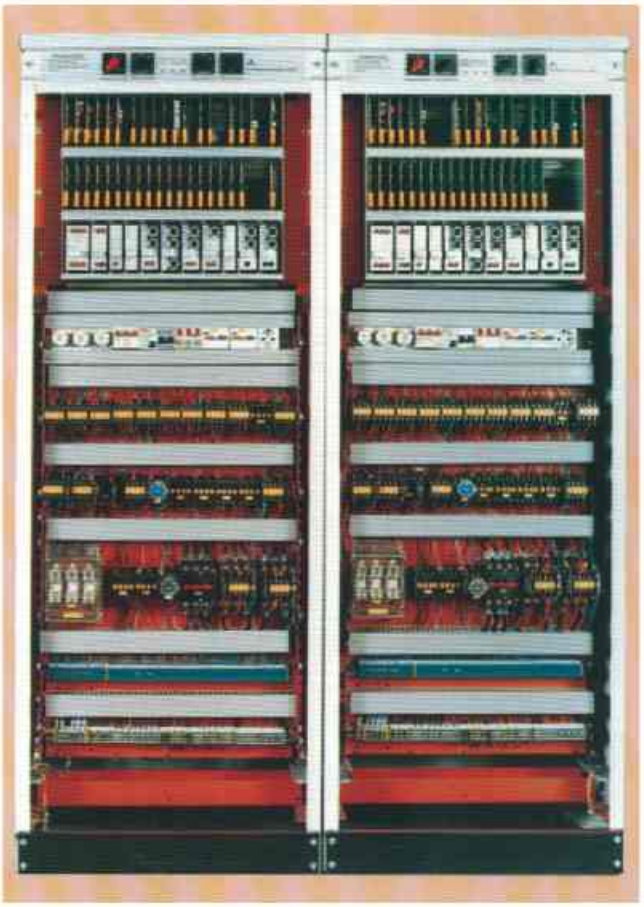


جهاز تحكم من داخل الكابينة (داخل العربة).

٢- لوحة السيطرة :-

تحتوي على كل ما يتعلق بالسيطرة الكهربائية من قواطع وفيوزات وكونتكترات ورليات وغيرها ، بعضها تحتوي على دوائر الكترونية متكاملة تعوض عن الرليات وأمور أخرى ، تستلم المعلومات من جهاز التحكم لتصدر الأوامر الى المحرك الكهربائي ومنه الى العربة لتتوجه إلى الطوابق بالشكل الصحيح المطلوب. وكذلك الى مجموعة المراقبة (الإشارات الضوئية الرقمية).

فضلاً عن إيعازات فتح وغلق الباب.



لوحة سيطرة إعتيادية



لوحة سيطرة الكترونية

٣- مجموعة المراقبة :-

تعرض طلبات الصعود أو النزول والطوابق المطلوبة ، بواسطة إشارات ضوئية مثبتة على جدار كل طابق فوق الباب (على الأغلب) ، تعرض رقم الطابق الذي تصل اليه العربة ومثلها داخل العربة فوق الباب.

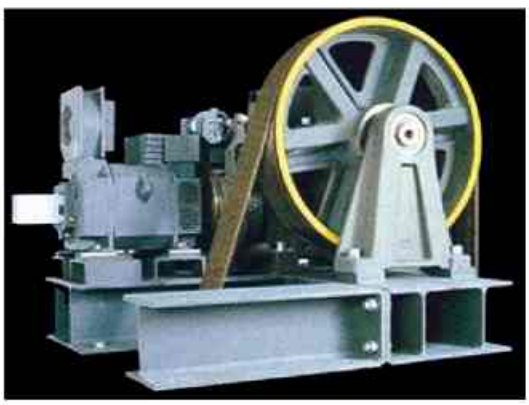
حيث تستلم إيعازاتها من لوحة السيطرة.

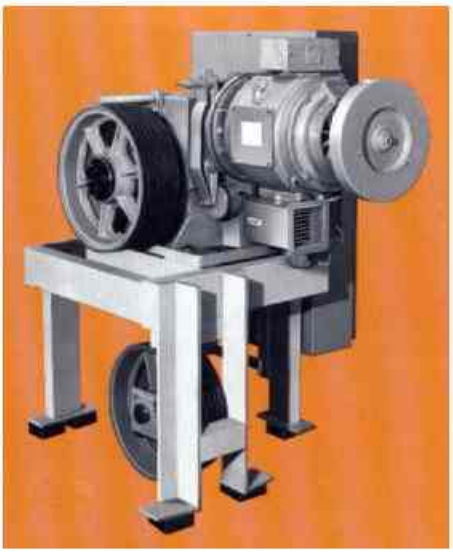


٤- المحرك الرئيسي للمصعد الكهربائي :-

يستلم الإيعاز من لوحة السيطرة للإنطلاق بالمركبة وكذلك إيعاز الاتجاه وتحويل السرعة إلى الأبطأ ثم الوقوف بالوقت المناسب وحسب ما يحدد من قبل جهاز التحكم.

وكما ذكرنا أن الحبل الفولاذي الذي يرفع عربة المصعد معلق على بكرة يتم تدويرها بواسطة المحرك ذو القدرة والعزم المناسبين لغرض تحريك ثقلي كل من العربة مع حمولتها والثقل الموازن المعلق بالطرف الثاني من الحبل الفولاذي.



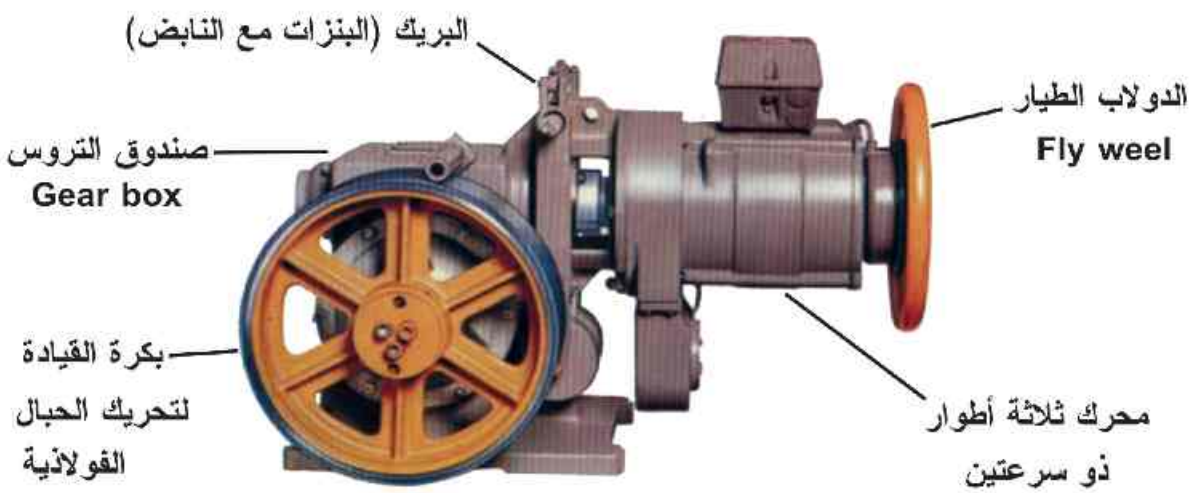


المحرك الكهربائي عبارة عن محرك تأثيري ثلاثي الأطوار ذو جزء دوار نوع القفص السنجابي ، يتغذى مباشرة من شبكة ثلاثة أطوار (٣٨٠) فولت (على الأغلب). يدور المحرك بسرعتين بطيئة وسريعة ، عند إنطلاقه من حالة الوقوف ينطلق بسرعته العالية ، وقبل وصوله الطابق المعني وبمسافة متراوحة تقريباً يتحول الى السرعة البطيئة ليقف بكل هدوء وبمستوى منضبط لكل من أرضية العربة وأرضية الطابق ، يطلق على ذلك الضبط (لفل) Level.

ثم يجب أن يكون دوران المحرك بإتجاهين (عاكس دوران) وحسب ما مطلوب للصعود أو النزول ، حيث يتحكم بذلك إتجاه دوران بكرة القيادة لترفع أو تخفض الحبل الذي يتحكم بصعود أو نزول العربة.

هذا يعني أن المحرك ذو ملفين منفصلين يدور بسرعتين مختلفتين مع عكس اتجاه الدوران ، وكما تدربنا على ذلك النوع من المحركات في موضوع سابق. يربط مع محور دوران المحرك ميكانيكياً صندوق تروس (دشالي) (Gear box) لزيادة عزم الدوران مع إبطاء السرعة ، لتصل سرعة مسير الكابينة ما بين (٠,٥ – ٢,٥) متر بالثانية ، وحسب طبيعة عمل المصعد والحاجة الى تلك السرعة.

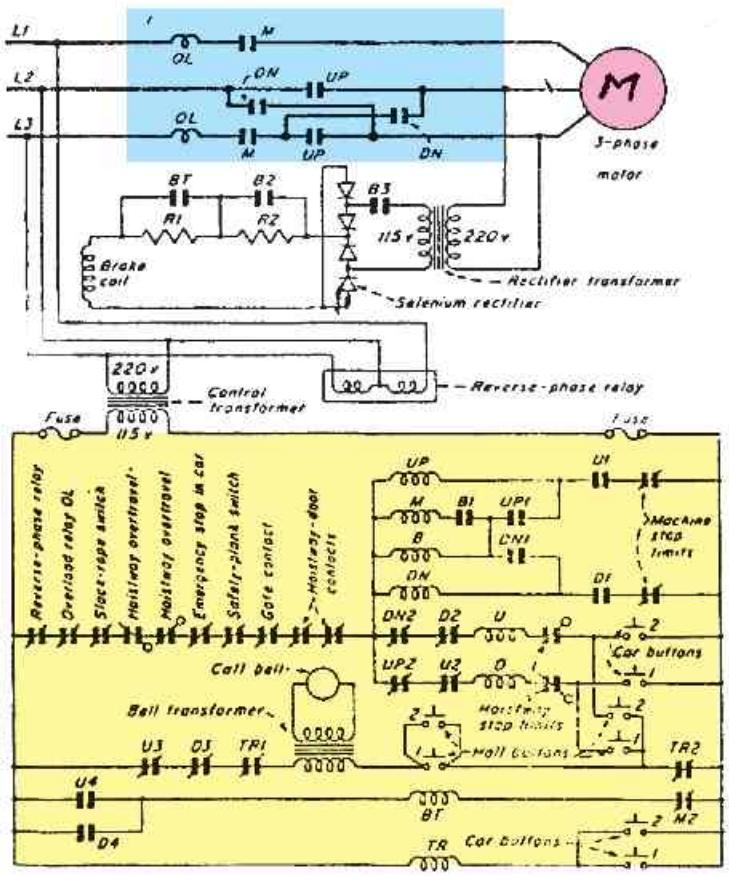
يخرج من صندوق التروس محور دوران تثبت عليه بكرة الحبال الفولاذية ، ومن الجهة الثانية لمحور دوران المحرك يثبت (الدولاب الطيار) (Fly weel) وهو قرص حديدي ثقيل الوزن يقوم بعملية خزن الحركة ونقلها إلى المحرك في حالة تبديل السرعات المختلفة فضلاً عن توازن الدوران ووقوفه بشكل ناعم (soft or smooth).



كما يفترض أن تحوي دائرة المحرك رلي منع إنعكاس الأطوار (Revers Phase Relay) (الذي سيتم توضيحه بالتفصيل في موضوع لاحق) لتكون مهمته عدم السماح للمحرك بالدوران إلاّ إذا كان تسلسل توصيل أطواره صحيحة وبنفس ترتيب أطوار الشبكة المغذية نفسها عند نصب المصعد ، ليدور المحرك بالإتجاه الصحيح فقط وإلاّ يتوقف عن الدوران نهائياً ، كما يجب أن تحوي الدائرة على رلي منع زيادة الحمل (Over loud) والذي يُسمى مفتاح حماية المحرك (Motor Protective Switch) ، هذا من جانب الحماية لعمل الدائرة الكهربائية.

كما يجب وجود وسائل حماية أخرى بالاضافة الى ذلك (كهربائية وميكانيكية) لحماية عمل المصعد الكهربائي بالأسلوب المنتظم المصمم عليه ، لتوفير الأمان خاصة لأرواح الأشخاص الذين يستخدموه أو الذين يقتربون منه من خارجه.

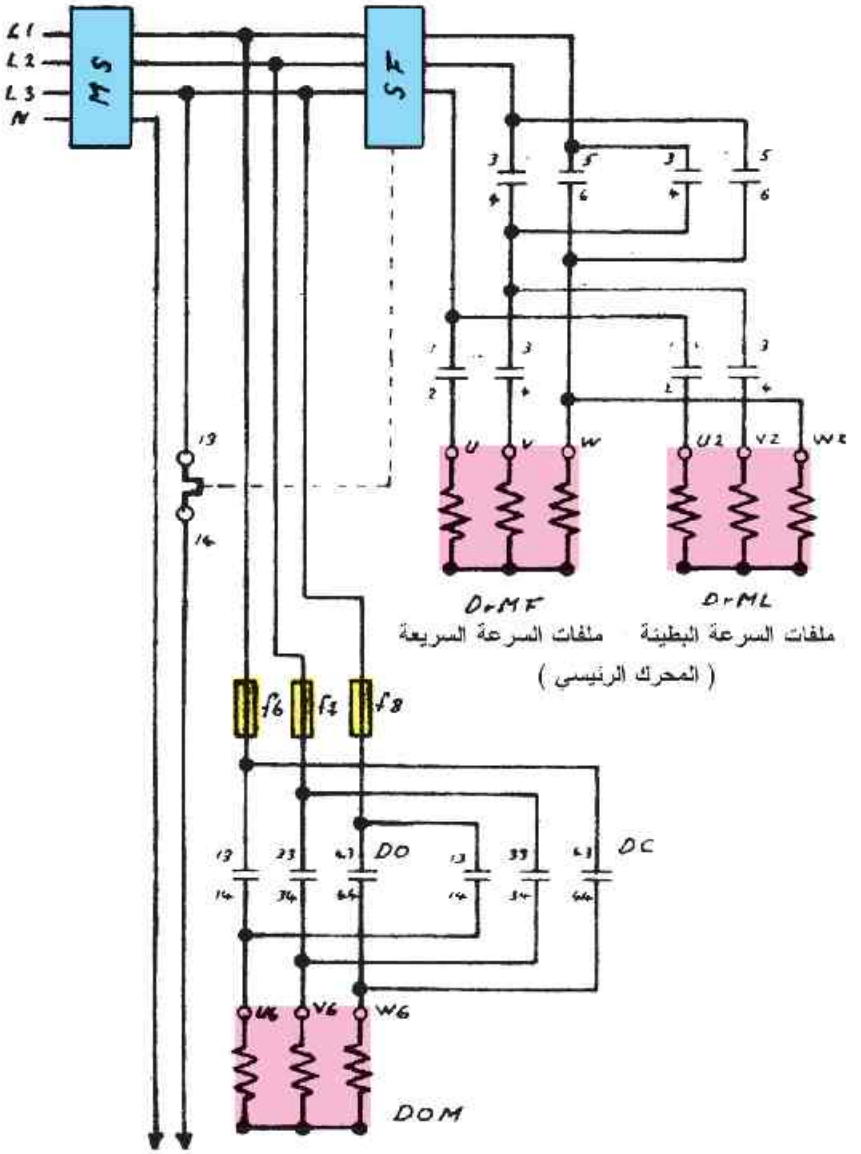
الشكل الآتي يوضح أسلوب عمل المحرك الكهربائي الرئيسي للمصعد عن طريق إيصال المصدر من الشبكة مع وسائل الحماية الضرورية.



عمل محرك المصعد بسرعتين :-

ذلك يعتمد على تصميم المحرك . فمنها ما يكون عن طريق مولدة تتحكم بكمية الضغط الكهربائي المغذي للمحرك ومنها ما يكون عن طريق مقاومات متحركة تعمل ذاتياً وحسب الطلب للتحكم بكمية الضغط الكهربائي .

ثم هناك نوع وهو الأغلب والشائع في الإستعمال بحيث يحتوي المحرك وكما ذكرنا سابقاً في داخله على نوعين من الملفات ليعمل كمحركين كهربائيين ضمن تركيبة واحدة ، لتدخل فيه ستة اسلاك ثلاثة منها للسرعة السريعة والثلاثة الأخرى للسرعة البطيئة .



مما يجدر الإشارة اليه أننا لا ندخل بقضايا تفصيلية عن الأساليب الفنية التي يعمل بها المصعد الكهربائي سواءً من الناحية الميكانيكية أو التصميمية للحجرة التي تسير فيها العربة (البئر) ، وتصميم مسافة الحد الأدنى لوصول العربة اليه في الطابق الأرضي وكذلك مسافة الحد الأعلى للوصول في الطابق العلوي والتي تتحكم بها أصلاً مفاتيح كهربائية ملامسة لحركة العربة (Limit Switchs) .



تعمل على قطع دائرة السيطرة الكهربائية كلياً للحيلولة دون أن يتعدى حده السفلي في الطابق الأدنى ولا حده العلوي في الطابق الأخير (الأعلى) . وكذلك في حالة الوقوف في الطوابق بشكل مستوٍ (Level) مع أرضية كل طابق .

وكذلك لا ندخل بطريقة عمل مجمل دوائر التحكم الكهربائية التي تعمل بعضها بواسطة رليات والبعض الآخر بواسطة دوائر الكترونية متكاملة لتوزع الايعازات إلى الملامسات الرئيسية للكونتكترات الرئيسية الخاصة بالصعود أو النزول وكذلك لإختيار إحدى السرعتين العالية أو البطيئة .

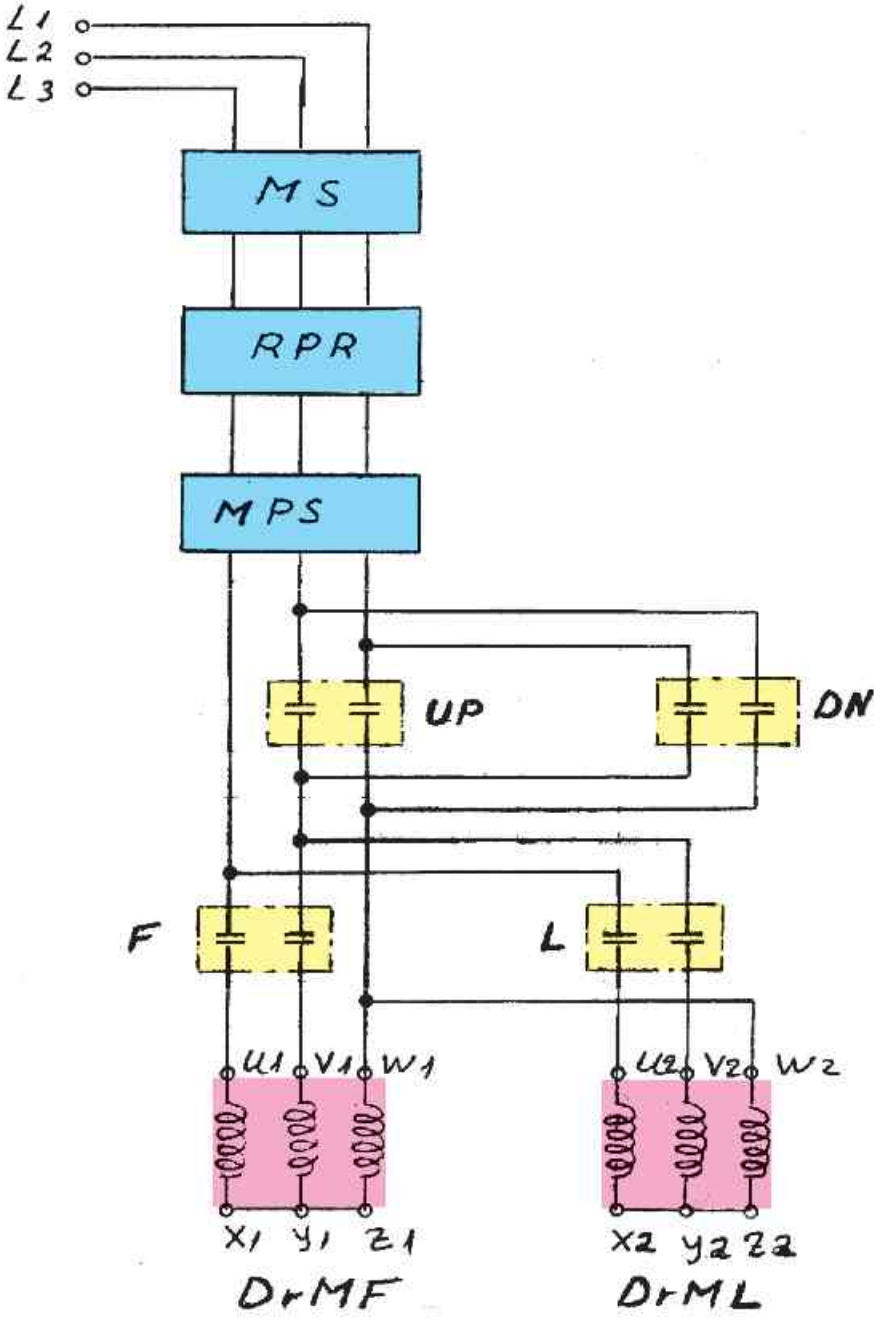
وعلى هذا الأساس يجب أن تعمل موصلات هوائية (كونتكترات) بعدد (٤) .

إثنان منها للصعود والنزول والاثنان الآخران للسرعتين البطيئة والسريعة .

وبهذا الصدد يجب أن لا تعمل كونتكترات الصعود والنزول سويةً وإلاّ ستحدث قصر (شورت) وكذلك يجب ان لا تعمل كونتكترات السرعتين العالية والبطيئة سوية . لانهما كذلك يحدثان قصر (شورت) .

لذلك يجب أن تعلّم وتؤشّر كل من هذه الكونتكترات الأربعة ويكتب عليها بشكل واضح مثلاً (up) و (DN) يعني النازل (down) و (F) يعني السريع (Fast) و (L) البطيء (Low) .

بحيث أحياناً نحتاج الى اختبار عمـــل المحرك ضمن الصيانة بتشغيله مباشرة عن طريق الضغط على الكونتكترات الرئيسية يدوياً ومباشرة . في هذه الحالة يتم الضغط بإحدى اليدين على أحد كونتكتري الصعود أو النزول وباليد الأخرى على أحد كونتكتري السريع أو البطيء . ويتم الضغط مرة واحدة على كل منهما سويةً .



ملفات السرعة السريعة

ملفات السرعة البطيئة

علماً أن :-

Ms – Main Switch	مفتاح رئيسي ذو السكين
RPR – Reverse Phase Relay	رلي منع إنعكاس الأطوار
MPS– Motor Protectiv Switch	مفتاح حماية المحرك
UP – UP– Contactor	كونتكتر الصعود
DN– DOWN Contactor	كونتكتر النزول
F – Fast Contactor	كونتكتر السرعة العالية
L – Low Contactor	كونتكتر السرعة البطيئة
Dr MF – Drive Motor Fast	ملفات محرك القيادة الخاصة بالسرعة العالية
Dr ML – Drive Motor Low	ملفات محرك القيادة الخاصة بالسرعة البطيئة

ملاحظة تأكيدية :-

يجب أن لا تعمل (UP) و (DN) سويةً .

يجب أن لا تعمل (F) و (L) سويةً .

لأن ذلك يؤدي الى قصر في الدائرة (شورت) Short circuit

وانما يفترض أن تعمل ضمن إحدى الحالات الأربعة الآتية :-

١- (UP) + (L) = صعود بطيء .

٢- (UP) + (F) = صعود سريع .

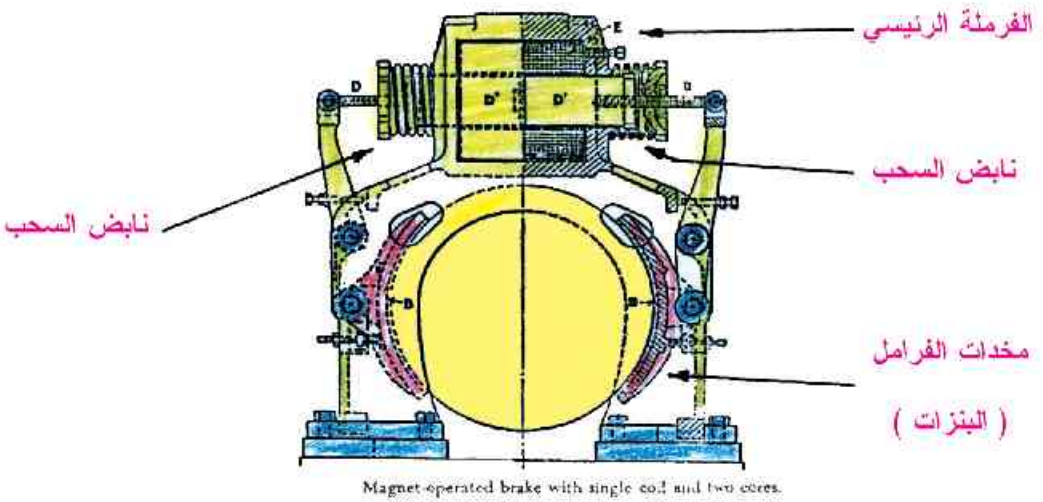
٣- (DN) + (L) = نزول بطيء .

٤- (DN) + (F) = نزول سريع .

الفرملة (Break) :

لأجل وقوف عربة المصعد في أي مكان مطلوب يفترض أن تنخفض سرعتها أولاً ليتسنى استقرارها بالثبات للوقوف بنعومة (Soft). دون شعور الاشخاص بإرتجاج أو عدم إرتياح ثم أن الفرملة التي تعمل على الوقوف النهائي يفترض أن تكون على سرعة بطيئة لأجل أن يتم ذلك بأمان من جانبيه الميكانيكي والنفسي للركاب . وإن تقنية الفرملة المنضبطة تحافظ على مسك وإستقرار وعدم حركة العربة أثناء وقوفها النـهائي والذي يجب أن يكون محافظاً على أرواح الأشخاص الراكبين .

عند وقوف المصعد في أي طابق من الطوابق يجب أن يكون المحرك متوقف تماماً ومخدات الفرامل (البنزات) ماسكة جيداً وبدرجة عالية من الضبط والأمان كي لا تنزلق العربة عن مستواها التي تقف فيه كما هو مطلوب (Level) يعني أرضية العربة مساوية تماماً مع أرضية الطابق .



Magnet-operated brake with single coil and two cores.

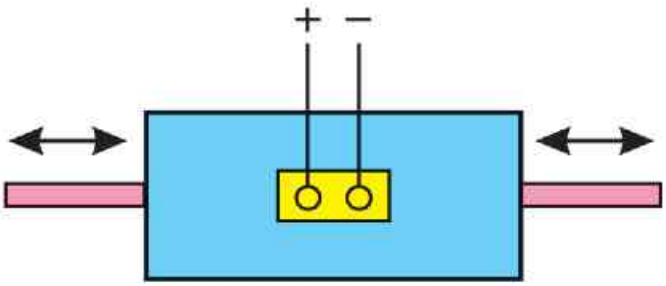
الحبال لا تنزلق من على البكرة ، والبكرة لا تدور بتأثير الثقل بوزن العربة مع حمولتها والتي هي مثبتة أصلاً بمحور الجزء الدوار للمحرك (بالأحرى محور الدوران الخارج من صندوق التروس) .

لذا يستوجب أن تكون هناك مخدات فرملة (بنزات البريك) مشدودة بواسطة نوابض (سبرنكات) قوية جداً تضغط وتمسك محور الدوران بحيث لا يتحرك نهائياً أثناء وقوف المحرك

وفي لحظة وصول القوةالكهربائية الى المحرك الرئيسي لكي يدور ، يصل مباشرة تيار الى جهاز فرملة الحرك لكي يضغط على سبرنكات البنزات ويفتحها ليسمح بمحور دوران المحرك الرئيسى بالدوران ، وبدورها بكرة السحب لتدور وتتحرك العربة صعوداً أو نزولاً .

جهاز الفرملة يكون موقعه من جهة محور الدوران الخارج من صندوق التروس الى جانب بكرة سحب الحبال الفولاذية .

يتكون جهاز الفرملة من ملف مغناطيسي يعمل بالتيار المستمر ، عندما يتمغنط يدفع عتلتين من الجانبين وعندما ينقطع عنه التيار تنسحب العتلتين الى الداخل وتمسك مخدات الفرملة .

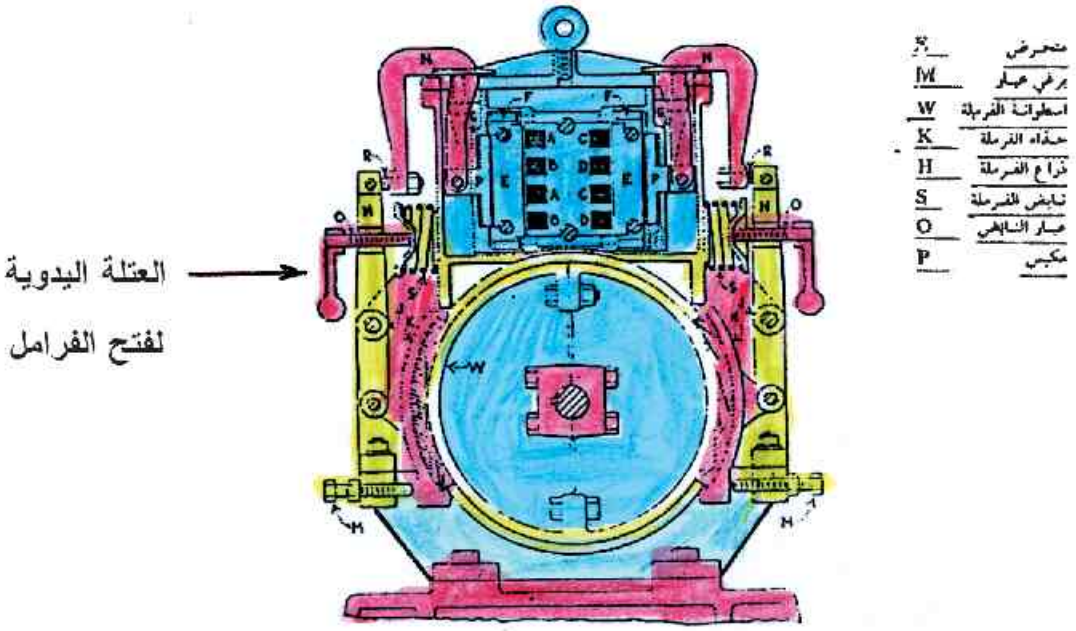


جهاز الفرملة المغناطيسي

من المفروض بل الواجب وجود عتلة يدوية فوق جهاز الفرملة عند تحريكها تفتح النوابض وبدورها بنزات الفرامل لإمكانية تدوير (الفـــلاي ويل) باليد لرفع وخفض العربة (فقط في حالة إنقطاع التيار الكهربائي ورفع الفيوزات الرئيسية) لإمكانية إنقاذ الأشخاص وإخراجهم في الحالات الطارئة التي قد تحدث مثل وقوف العربة بين طابقين عند حدوث أي عطل ، أو إنقطاع التيار الكهربائي ، ففي هذه الحالة لا يمكن لباب المصعد (في الطابق) أن تفُتح سواء كانت إعتيادية أو أوتوماتيكية ما لم تقف العربة (Level) مع الطابق .

هذا فضلاً عن الحاجة لتحريك العربة يدوياً أثناء إجراء الصيانة أو إصلاح أي عطل وخاصة اعطال مفاتيح التلامس (Limit Swich) الموجودة في البئر .

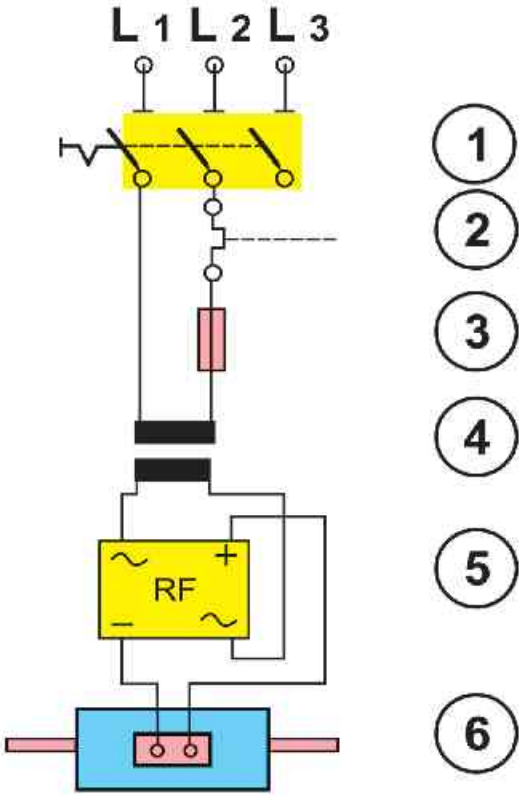
والشكل التالي يبين البريك الكامل وبنزاته (المخدات) والعتلة اليدوية التي بواسطتها يتم فتح المخدات لتحريك العربة يدوياً وميكانيكياً فقط بدون تيار كهربائي . كما ذكرنا لأغراض الإنقاذ والصيانة وإصلاح الأعطال المعينة .



المكبح (جهاز الفرملة)

جهاز الفرملة غير موصل بالكهرباء	جهاز الفرملة موصل بالكهرباء
١- الملف لا يعمل .	١- الملف يعمل
٢- الفرملة حاصلة بتأثير النابض (السبرنك) (البنزات ماسكة)	٢- الفرملة غير حاصلة (البنزات فاتحة)
٣- المحرك لا يدور مطلقاً	٣- المحرك يمكن أن يدور
٤- العربة ثابتة	٤- العربة تتحرك (صعوداً ونزولاً)

المخطط الكهربائي لدائرة عمل جهاز الفرملة :



1- MS – Main Switch

2- MPS – Motor Protective Switch
(Over Lood)

3- F – Fuse

4- TR – Transformer

5- RF – Rectifire (Diods)

6- B – Break

الأجهزة الواجب توفرها لأغراض الصيانة :

من المعتاد والضروري أن يوجد فوق سطح العربة أربعة مفاتيح كهربائية متجمعة في صندوق خاص (Control Box)

تؤدي أعمالها كالآتي :

١- الأول والأهم يكون بوضعين (ON – OFF) يعمل بالضغط والسحب للوقوف الإضطراري ، حيث يكون في وضع (OFF) عن طريق الضغط عليه لسهولة وسرعة ايقافه ، ثم بسحبه يكون في وضع (ON) ليعمل المصعد طبيعياً .

٢- المفتاح الثاني له كذلك وضعين . الوضعية الأولى أو الحالة الأولى (Normal) وهي الحالة الطبيعية الإعتيادية لعمل المصعد بكافة إيعازاته وطلباته للطوابق وسرعتيه .
أما الوضعية الثانية (Maintenance) أو (inspection)، حيث يقطع كل الايعازات وطلبات الطوابق وكذلك السرعة السريعة للمحرك ويبقي السرعة البطيئة فقط .
تعني كلمة (Maintenance صيانة) وكلمة (Inspection فحص) .

٣- زران (Push Botton) كالازرار التي إستعملناها في دوائر السيطرة لتشغيل المحركات بواسطة الكونتكترات .
أحدها مكتوب عليه (UP) عند الضغط عليه مع الإبقاء على ضغطه تصعد العربة بالسرعة البطيئة وعند رفع اليد عنه تتوقف العربة والآخر مكتوب عليه (Down) عند الضغط عليه مع الإبقاء على ضغطه تنزل العربة بالسرعة البطيئة ، وعند رفع اليد عنه تتوقف العربة .



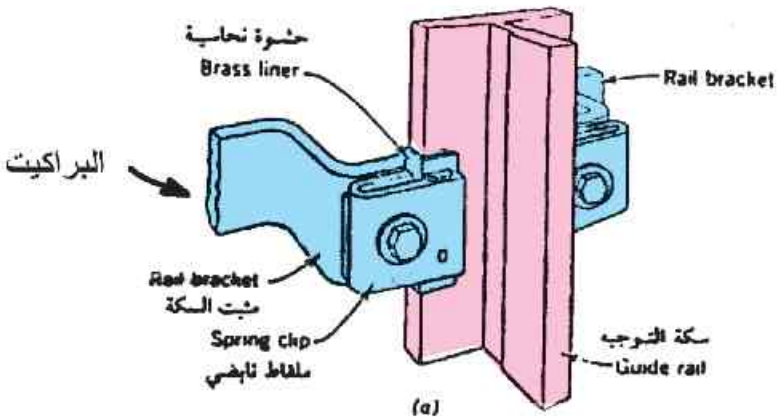


نوعين مختلفين بالشكل من صندوق السيطرة الخاص بالصيانة والفحص

الخطوات الواجب إتباعها لإجراءات الصيانة :

١- ملاحظة إمتلاء خزان صندوق التروس بالزيت وذلك من خلال زجاجة خاصة تبين مستوى الزيت والموجودة عادة على جانب من جوانب صندوق التروس .

٢- من الطبيعي أن العربة معلقة من فوقها بواسطة الحبال الفولاذية وعلى جانبيها تنزلق على سكتين حديديتين مقطعها على شكل حرف (T) مثبتتين على الجدارين الجانبين للعربة وعلى طول مدى مسيرها :



مقطع في السكة

لأجل ذلك مثبت على كل من أعلى وأسفل جانبي العربة فكوك على شكل حرف (U) تنزلق على السكة . تكون مبطنة بمادة خاصة لامتصاص الزيت من وعاء صغير يجب أن يلاحظ امتلاءه دائماً . لغرض انزلاقها وانسيابها بالسير بسهولة . فيتم رفع وخفض العربة بواسطة مفتاح الصيانة الخاص بذلك ، وتنظيف السكتين وتزييتها .

٣- ملاحظة ما إذا كان أحد الحبال الفولاذية مرتخي فيتم شده مع ملاحظة عدم السماح بأن ينساب أو ينسكب زيت على الحبال أو البكرة التي تدور عليها كي لا تنزلق العربة في حالة الفرملة .

٤- ضبط فكوك الفرملة في غرفة المحركات بحيث عندما تمسك ، لا يمكن تدوير الفلاي ويل وعندما تفتح بواسطة العتلة اليدوية بالإمكان تدوير الفلاي ويل بسهولة (يتم فقط في حالة قطع التيار الكهربائي عن المصعد نهائياً) .

٥- ملاحظة وقوف العربة على المستوى المضبوط مع أرضية جميع الطوابق ويمكن ضبط ذلك بواسطة تنظيم موقع مفتاح التوقيف الملامس للعربة من فوق سطحها (المغناطيسي الخاص بذلك) .

٦- ضبط عدم سير العربة أثناء فتح الباب سواءً كان الباب إعتيادياً أو أوتوماتيكياً ، حيث تجري هذه الصيانة على مرحلتين :-

الأولى :

أثناء وقوف العربة في الطابق حيث يفتح الباب ويتم طلب إيعاز لتحريك العربة الى طابق آخر ، من المفروض أن لا تتحرك العربة ولن تلبي الطلب.

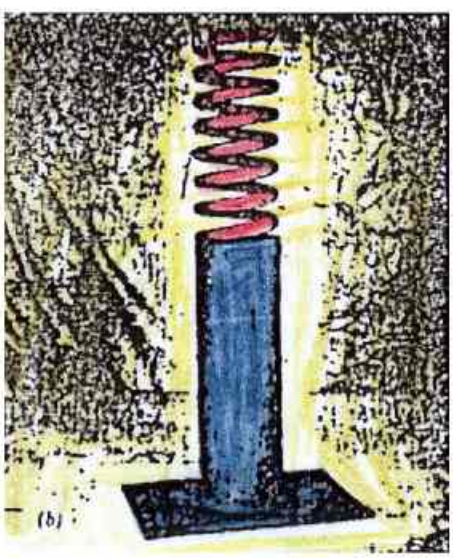
الثانية :

أثناء سير العربة يتم فتح الباب من أي طابق من خارج المصعد بواسطة المفتاح اليدوي الخاص بذلك ، عندها يفترض أن تتوقف العربة عن السير مباشرة حال الفتح ولو بقدر سنتمتر واحد أو أقل.

٧- الصعود فوق سطح العربة ووضع مفتاح الصيانة على حالة الـ (Maintenance) والضغط على الزر (up) للصعود بالعربة الى أعلى حد ،حيث المفروض أن تتوقف قبل الوصول الى سقف البناء العلوي ، مما يدل على سلامة عمل مفاتيح حماية عدم تجاوز الصعود الحد المقرر (up limit switchs).

ثم الضغط على الزر (Down) للنزول بالعربة الى أدنى حد حيث المفروض أن تتوقف قبل الوصول إلى حدها الأدنى مما يدل على سلامة عمل مفاتيح حماية عدم تجاوز النزول الحد المقرر (Down limit switchs).

٨- ملاحظة وجود وسلامة النابض الواقي (المخمد النابض) المثبت أسفل البئر على الأرض (Damper) الذي يحمي صدمة العربة فيما لو تم سقوطها وتجاوزها الحد الأدنى المقرر وعدم وقوفها لأي سبب كان.



مخمد نابضي

Damper

الأجزاء الرئيسية في المصعد الكهربائي

١- المركبة أو العربة أو الكابين (The Car or Cabin)

جدول يبين مساحة أرضية العربة والحمولة المسموح نقلها فيها وعدد الأشخاص المسموح وقوفهم فيها :-

مجال مسافة الأرضية بالمتر المربع	وزن الحمولة المسموح نقلها بالكيلو غرام	عدد الأشخاص المسموح وقوفهم
لحد ٠,٤٥	١٥٠	٢
أكبر من ٠,٤٥ – ٠,٦٥	٢٢٥	٣
أكبر من ٠,٦٥ – ٠,٨٥	٣٠٠	٤
أكبر من ٠,٨٥ – ١,٠٥	٣٧٥	٥
أكبر من ١,٠٥ – ١,٢٥	٤٥٠	٦
أكبر من ١,٢٥ – ١,٤٣	٥٢٥	٧
أكبر من ١,٤٣ – ١,٦٠	٦٠٠	٨
أكبر من ١,٦٠ – ١,٧٨	٦٧٥	٩
أكبر من ١,٧٨ – ١,٩٥	٧٥٠	١٠
أكبر من ١,٩٥ – ٢,١٠	٨٢٥	١١
أكبر من ٢,١٠ – ٢,٢٥	٩٠٠	١٢
أكبر من ٢,٢٥ – ٢,٤٠	٩٧٥	١٣
أكبر من ٢,٤٠ – ٢,٥٥	١٠٥٠	١٤
أكبر من ٢,٥٥ – ٢,٦٨	١١٢٥	١٥
أكبر من ٢,٦٨ – ٢,٨٠	١٢٠٠	١٦
أكبر من ٢,٨٠ – ٢,٩٤	١٢٧٥	١٧
أكبر من ٢,٩٤ – ٣,٠٨	١٣٥٠	١٨
أكبر من ٣,٠٨ – ٣,٢٠	١٤٢٥	١٩
أكبر من ٣,٢٠ – ٣,٣٤	١٥٠٠	٢٠

ملاحظة

تحسب قيم الجدول أعلاه على أساس أن يكون وزن الشخص الراكب في المصعد بحدود (٧٥) كغم والمسافة المخصصة لكل شخص للوقوف عليها (٠,١٥) متر مربع.

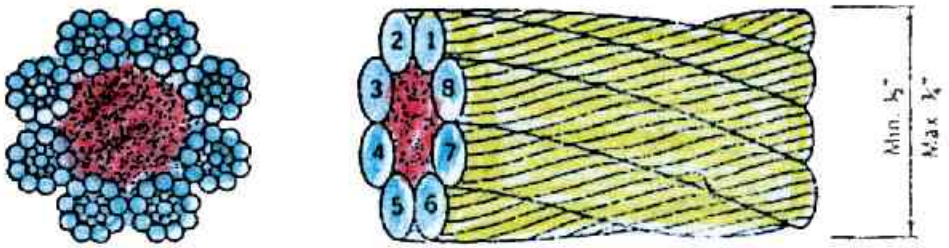
٢- حبال التعليق الفولاذية (Hoisting Ropes)

تكون عادة ذاتية التشحيم حيث تحتوي على نواة من القنب المزيت وهي عبارة عن عدة أسلاك فولاذية مجدولة لتكوّن حبل واحد قابل للمرونة.

تحسب حبال التعليق على أساس أن حبلاً واحداً يستطيع حمل المركبة وحمولتها ، وإن زيادة عددها هي لزيادة مساحة الإلتصاق الإحتكاكي بين الحبال وبكرة السحب.

كما أنها تزيد من عامل الأمان للمصعد.

يتراوح عددها بين (٤) و (٨) حبال وذلك حسب حمولة المصعد وقطر حبال التعليق.



حبال التعليق

٣- وحدة القيادة (غرفة المكائن) (Drive unit) or (Machine Room)

تتكون من المحرك وصندوق التروس والفرامل وبكرة تدوير الحبال والفلاي ويل وجهاز الحماية من زيادة السرعة.

فضلاً عن البورد الرئيسي الكهربائي (السيطرة) والقاطع الرئيسي للقوة الدافعة الكهربائية وحمايتها (حماية المحرك وبورد السيطرة).

٤- جهاز محدد السرعة (Speed Governor)

أحياناً تتجاوز سرعة المركبة حدودها المسموحة ، خاصة في حالة إنقطاع الحبال الفولاذية ، عندها يعمل جهاز محدد السرعة بالقوة الطاردة المركزية (Centerifugal force) وله وظيفتان يؤديهما عند زيادة السرعة عن حدها المقرر :-

أ- يشغّل مفتاح خاص (Limit Switch) يقطع الدائرة الكهربائية للسيطرة ويقف المحرك عن الدوران وينقطع الكهرباء عن الفرامل وتمسك مخداته على محور دوران المحرك لإيقاف العربة (في حال كانت الحبال سليمة).

ب- إذا كانت الحبال مقطوعة فلن تنفع الفرامل الرئيسية بإيقاف العربة ، بل سيعمل جهاز محدد السرعة (الكفرنر) على سحب حبل فولاذي خاص لتشغيل أجهزة فرملة إحتياطية (Safty Rail Break) موجودة أسفل العربة ، لتمسك بفكوكها على سكتي الحديد وتقف العربة.



جهاز محدد السرعة
(Governor)

ملاحظة

ما عدا هذا الجهاز ولحماية العربة من السقوط ، هناك مفاتيح ملامسة (Limit Switchs) تلامس حبال التعليق (لكل حبل منها مفتاح ملامس) يعني عدد المفاتيح الملامسة بعدد الحبال. في حالة إنقطاع أو إرتخاء أي منها تقطع الدائرة الكهربائية عن بورد السيطرة ويتوقف المحرك في الحال وتمسك الفرامل الإعتيادية للمحرك ، ذلك قبل إزدياد سرعة السقوط والتعجيل. ولكن من باب الإحتياط يُؤخذ بنظر الإعتبار أبعد الإحتمالات.

٥- أجهزة السيطرة والتحكم (The Control equipment)

تتألف من أزرار التحكم داخل المركبة وفي الطوابق والكونتكترات والريليات وبعض الأجهزة الأخرى ، وتتحكم كذلك بفتح وإغلاق الأبواب اليدوية أو الالية ، فضلاً عن المفاتيح الخاصة التي تبدل بين السرعتين البطيئة والسريعة ، ثم تلك التي توقف العربة في مستوى الطابق ، ومفاتيح الحد الأعلى والحد الأدنى الأسفل ، وكذلك المؤشرات والمبينات الضوئية في المركبة وفوق الأبواب في الطوابق.

٦- الثقل الموازن (The Counter weights)

عبارة عن بلوكات مصبوبة من المعدن أو الإسمنت المسلح مرصوفة فوق بعضها داخل إطار معدني ، وزنها يكون عادة بقدر وزن المركبة زائد نصف حمولتها.

٧- البئر (The shaft)

وهو ممر شاقولي (كالمنور)، تسير فيه العربة والثقل الموازن. وله باب معدني في كل طابق يتطلب وقوفه فيه ويحتوي على السكك الحديدية التي تنزلق عليها المركبة.

كما يحوي بعض الأجهزة المساعدة التي تتحكم بسير المركبة.

في قعر البئر يوجد المصدّات (مخففات الصدمة) وفي أعلى البئر توجد غرفة المكائن.

وهناك سكة أخرى ينزلق عليها الثقل الموازن تشبه سكة العربة إلاّ أن حجمها أصغر.

٨- الكيبل الكهربائي المعلق (Traveling Cable)

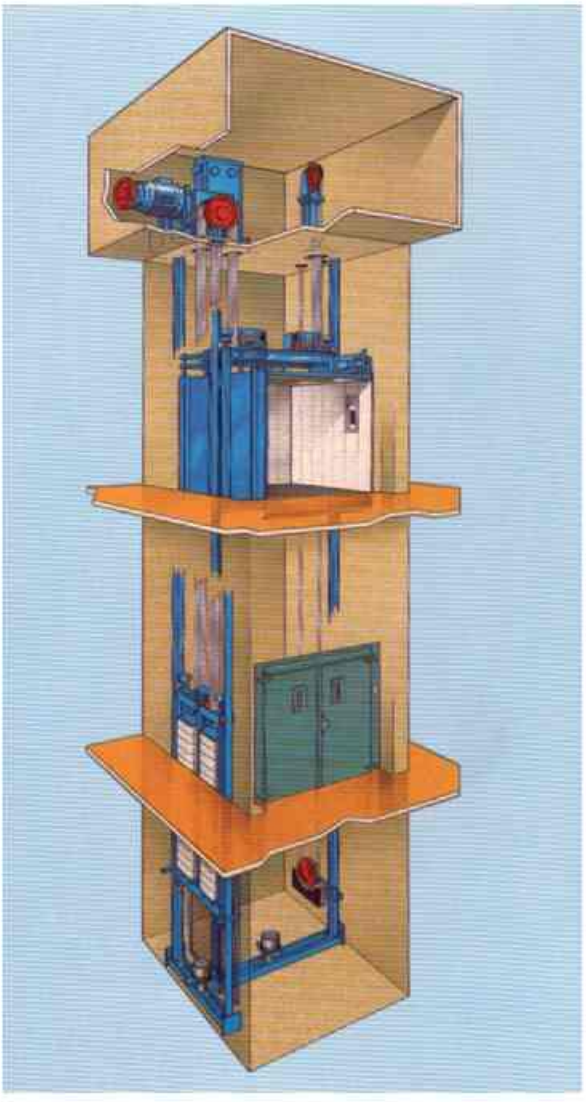
عبارة عن كيبل كهربائي مرن على شكل حزام يحتوي في داخله على أسلاك مفردة مرنة متعددة ، إما أن تكون مرقمة على إمتدادها أو أن تكون معلّمة بألوان معينة للتمييز بينها ، تكفي لإيصال وإستلام جميع الايعازات بين العربة ولوحة السيطرة والتحكم ، فضلاً عن إنارة الكابينة ومروحة التهوية فيها والتلفون وجرس الانذار وغيرها ...

وهو كالحبل الكهربائي المتدلي ينحني وينفرد حسب موقع المركبة في البئر.

٩- الفرامل (The Break)

تم شرحها بإسهاب ضمن الموضوع ، لكن لا بد من إدراجها ضمن الأجزاء الرئيسية في المصعد الكهربائي لأهميتها القصوى.

فبدونها لا ينضبط وقوف عربة المصعد في الطابق بشكل مستوٍ ، ثم الأهمية الأخرى في الحالات الطارئة التي يستوجب فيها أن يقف المصعد فجأة وبشدة ، لذلك أكدنا أنه يستوجب أن يعمل بالتيار المستمر حيث تكون المغنطة أشد وتمسك بدون أي تذبذب.





أنواع المصاعد المألوفة الإستعمال (Lifts)

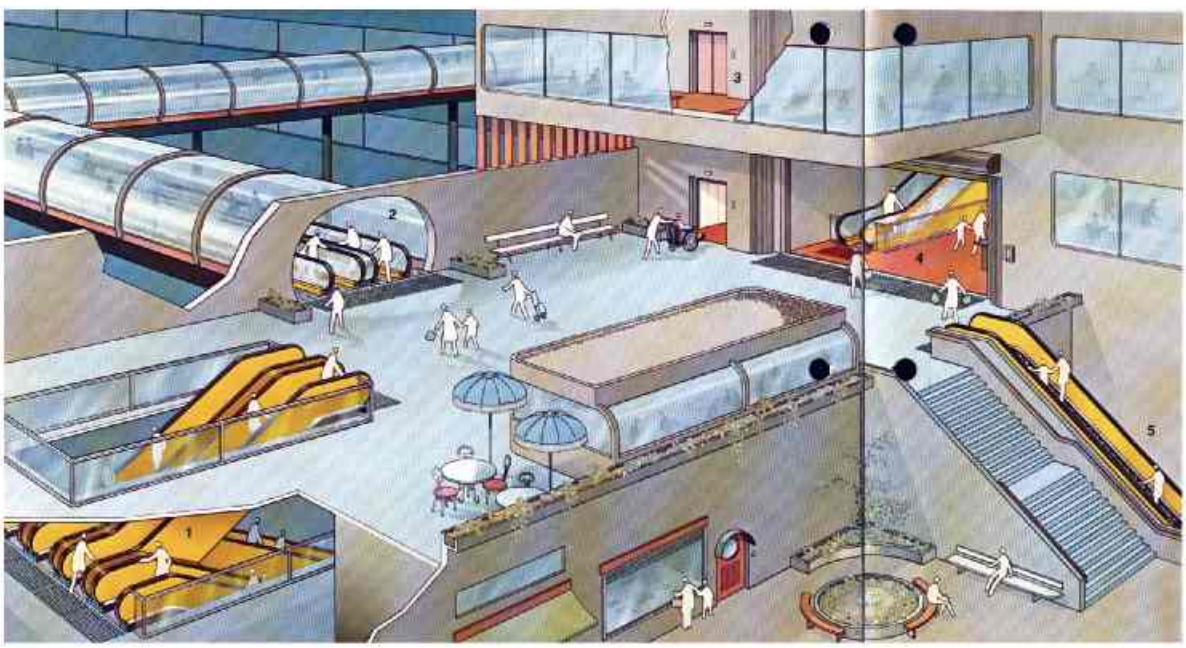
١ – مصعد لنقل الأشخاص على شكل عربة تتحرك شاقولياً (elevator)





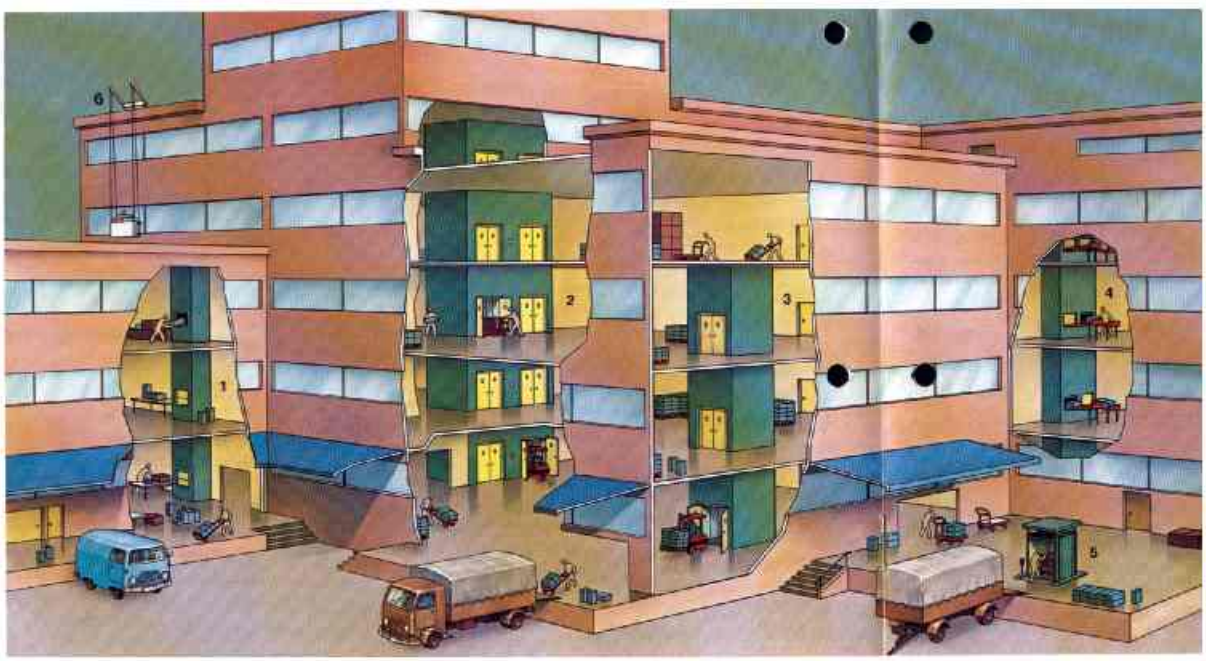
٢ – مصعد لنقل الأشخاص على شكل سلم (درج) (Escalator)





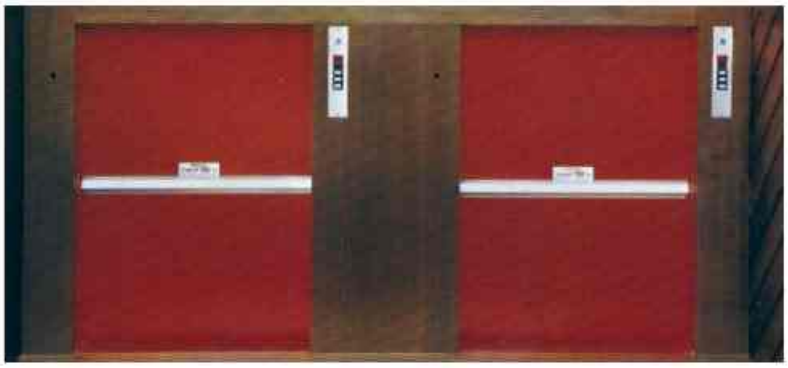
٣- مصعد لنقل البضائع والحاجات الثقيلة الى الأماكن المرتفعة في المخازن أو تثبت أحياناً خارج البناية (على الرصيف) (Goods Lift)





٤- مصعد صغير لنقل وجبات الطعام من المطبخ في الفنادق والمطاعم المتعددة الطوابق (Food Lift)



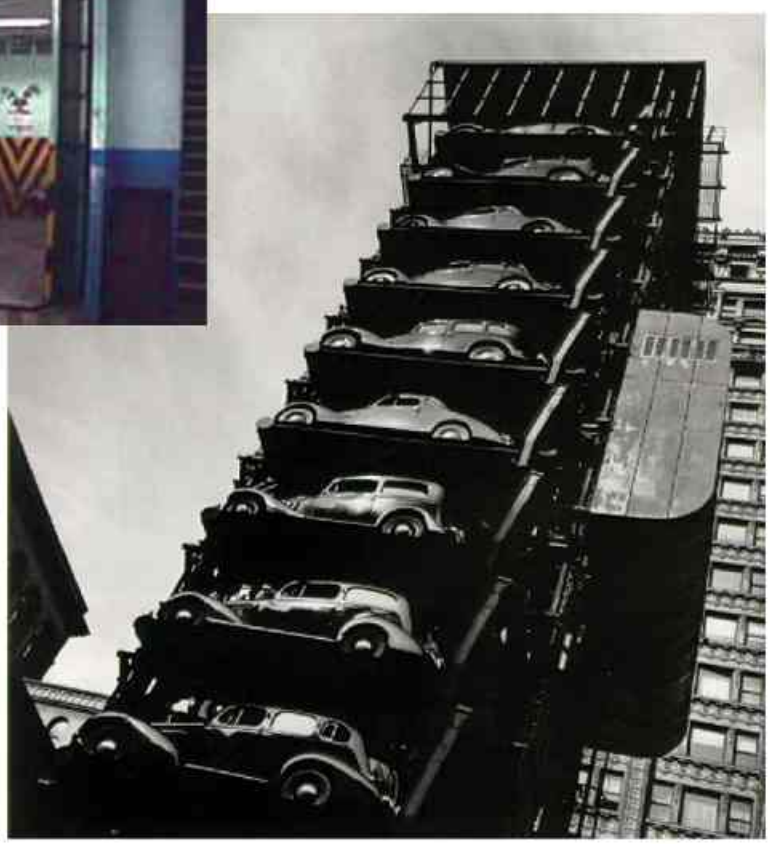




٥- مصعد لرفع المركبات الى موقف سيارات عمودي على شكل بناية (Car Lift)



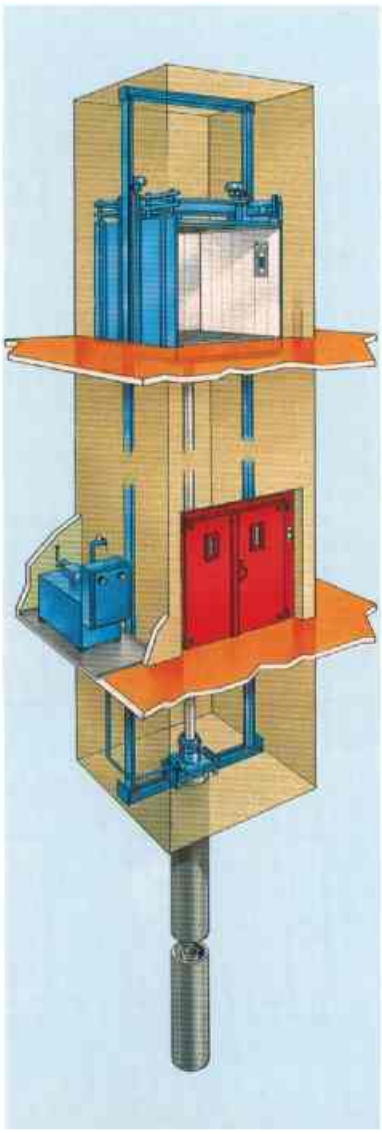




٦- مصعد يعمل بالهايدروليك (Hydrolic Lift)

لا تحتوي على حبال تعليق وإنما يتم رفع وخفض العربة بواسطة مكابس تعمل بالضغط الهايدروليكي ، ترتفع وتنخفض بالإنضمام داخل نفسها (كما يطول ويقصر هوائي الراديو النقال – أريل) .

يستعمل بصورة عامة للأشخاص في البنايات المتعددة الطوابق ولكل نوع من المصاعد التي ذكرناها أعلاه وكذلك في محطات الغسل والتشحيم للسيارات.







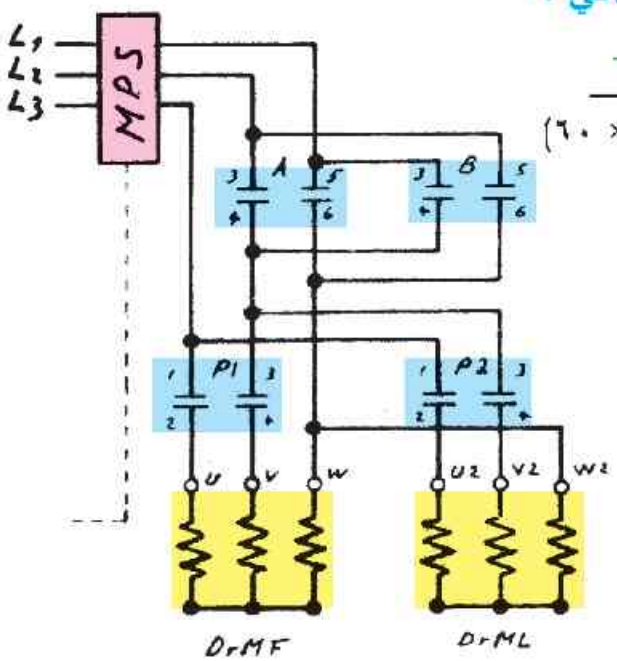
وهناك مصاعد أخرى حسب ما تتطلبه الحاجة ولأي غرض كان.

تمرين عملي (١)

المطلوب تنفيذ توصيل وتشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو ملفين منفصلين بسرعتين مختلفتين (يمثل محرك لمصعد) لدائرة القوة (Power) فقط.

بواسطة أربعة كونتكترات إثنان منها للصعود والنزول (عكس الدوران) وإثنان للسريع والبطيء (شرط أن يكون كل كونتكترين مزدوجة بتركيبة واحدة محمية ميكانيكياً بعدم العمل سويةً ، يعني عندما ينسحب أحدهما يقفل الآخر ولا يمكنه الإنسحاب).

يتم تنفيذ التمرين بموجب المخطط الآتي :-



المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

يتم تنفيذ التمرين على لوحة قياس (٦٠ × ٦٠)

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيسات عدل ومربعة.

٢- لاوية ، بلايس ، كتر ، قاشطة.

٣- مخصف.

٤- مطرقة صغيرة.

٥- مسطرة قياس أو فيتة.

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار ذو ملفين منفصلين بسرعتين مختلفتين.

٢- عدد إثنان تركيبة كونتكترين مزدوجة كل منها تحتوي على كونتكترين محمية ميكانيكياً.

٣- قاطع ثلاثة أطوار أوتوماتيك ذو حماية حرارية ومغناطيسية بتيار مناسب للمحرك.

ملاحظة :

١- لإختبار عمل التمرين بصورة صحيحة يتم الضغط بإحدى اليدين على أحد كونتكتري الصعود أو النزول وباليد الأخرى على أحد كونتكتري السريع أو البطيء ليتم إختبار إشتغال المحرك للحالات الأربعة (صعود سريع ، صعود بطيء ، نزول سريع ، نزول بطيء).

٢- يتم تعليم كل من الكونتكترات الأربعة بماهية عمله (سريع ، بطيء ، صاعد ، نازل).

تمرين (٢)

المطلوب مشاهدة مصعد كهربائي حقيقي في إحدى البنايات التي يتم تحديدها من قبل رئاسة القسم ، ويفضل أن تكون لعدة أنواع من المصاعد للتعرف على جميع أجزائه ومطابقتها مع ما تم دراسته ، خاصة النقاط المهمة الآتية :-

١- ملاحظة مساحة العربة وعدد الأشخاص المسموح نقلهم فيها وكذلك الثقل المسموح نقله ، ومقارنة القيم التي تكون عادة معلقة في يافطة داخل العربة ، بما مثبت في الجدول الخاص بذلك الذي تم تناوله في موضوعنا هذا.

٢- نقاط ربط المحرك الخاصة بالسرعتين والكونتكترات الرئيسية الأربعة الخاصة بالصعود والنزول والبطيء والسريع.

٣- ملاحظة جميع الأجزاء الرئيسية التي تم تناولها في موضوعنا هذا ومقارنتها مع الواقع الحقيقي في المصعد الذي سيتم مشاهدته.

٤- إطفاء المحرك كهربائياً وفتح الفرامل بواسطة القبضة اليدوية وتحريك العربة صعوداً ونزولاً بواسطة الدولاب الطيار (الفلاي ويل).

٥- تنزيل العربة أو تصعيدها بحيث يكون سطحها الى مستوى حوالي نصف متر فوق أرضية الطابق مع فتح باب الطابق وملاحظة الأجهزة الخاصة بأغراض الصيانة من مفتاح الوقوف الإضطراري أو مفتاح التحويل بين الإعتيادي والصيانة وزري الصعود والنزول (على البطيء).
مع ملاحظة الأمور الأخرى من السكة ومستلزماتها.

٦- تصعيد العربة بحيث يكون أسفلها الخارجي في منتصف الطابق الأرضي وملاحظة الفرملة الإحتياطية التي تعمل بواسطة جهاز محدد السرعة (الكفرنر).
مع ملاحظة الكيبل الكهربائي المعلق ، والتعرف على إسلوب نقل الإيعازات بين كل من العربة ولوحة السيطرة والتحكم.

٧- تصعيد العربة الى أعلى الطوابق وفتح إحدى أبواب الطوابق الوسطية وملاحظة الثقل الموازن وإسلوب عمله.

٨- أية أمور أخرى يراها المشرف ضرورية للتعرف عليها.

أسئلة حول موضوع (المصاعد الكهربائية).

س١- ماذا تعني الكابينة في المصعد الكهربائي؟

س٢- ما هي الكونتكترات الرئيسية لتشغيل المصعد؟ وكم عددها؟

س٣- لماذا لا يمكن الضغط على كونتكترات كل من (الصعود والنزول) أو (السريع والبطيء) سويةً؟

س٤- كم عدد أبواب المصعد وما عمل كل منها؟

س٥- لا يمكن فتح الباب في المصعد أثناء عدم وجوده في الطابق كيف؟ ولماذا؟

س٦- كيف يتم نقل العربة بين الطوابق؟

س٧- ما هي العناصر الأساسية لحركة المركبة؟

س٨- ما نوع المحرك المألوف استعماله لتشغيل المصعد الكهربائي؟

س٩- لماذا يشترط على المحرك في المصعد أن يكون بسرعتين؟

س١٠- ما هو الدولاب الطيار وما فائدته في المصعد؟

س١١- ما هو رلي منع إنعكاس الأطوار وما أهميته في المصعد؟

س١٢- كيف تتم حماية المصعد من عدم تجاوز الحدد المقرر للصعود الى سقف البئر أو النزول الى أرضيته؟

س١٣- لماذا لا تنزلق حبال العربة من البكرة التي تدور عليها؟

س١٤- لماذا يعمل جهاز الفرملة على التيار المستمر؟

س١٥- قارن بين ما يحدث عندما يكون جهاز الفرملة موصل بالكهرباء أو غير موصل؟

س١٦- لماذا توضع قبضة يدوية لفتح وغلق مخدات الفرامل (البنزات)؟

س١٧- ما هي الأجهزة الواجب توفرها لأغراض الصيانة؟ وأين مكان تثبيتها؟

س١٨- ما هي أهم الخطوات الواجب إتباعها لإجراءات الصيانة؟

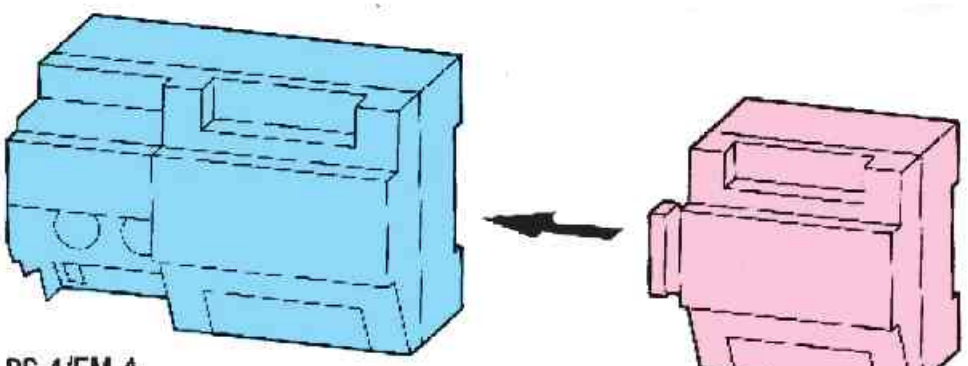
س١٩- ما هي أهم الأجزاء الرئيسية في المصعد الكهربائي؟

س٢٠- ما هي أنواع المصاعد المألوف إستعمالها؟

التدريب على ربط وتشغيل المحركات الكهربائية عن طريق السيطرة بالدوائر الالكترونية



(PLC) مختصر للكلمات (Programmable Logic Controller) تعني (السيطرة بالدوائر الالكترونية المبرمجة) ، التي عن طريقها يمكن تشغيل المحركات والمكائن الكهربائية بإسلوب منتظم ودقيق ومريح وحساس.



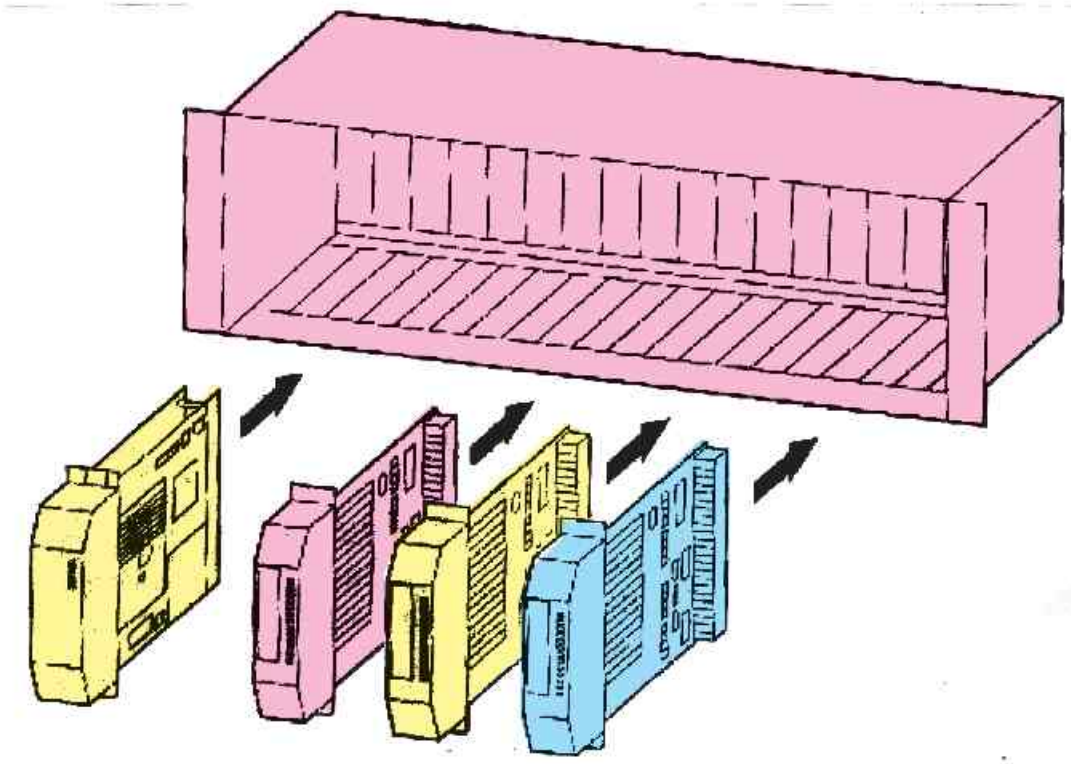
جهاز صغير إضافي للتوسع في الدوائر الألكترونية

جهاز يحتوي على الدوائر الالكترونية المدمجة



صورة لأجهزة دوائر الكترونية مدمجة مع جهاز إضافي للتوسع

وهناك دوائر الكترونية مبرمجة ومدمجة على شكل مغيرات (Modular) يتم تثبيتها وربطها على شكل مآخذ (سلايدات) كما في الشكل الآتي :-



Modular PLC

مغيرات الكترونية



صورة مغيرات دوائر الكترونية مبرمجة مدمجة (Modular PLC)

تعمل الدوائر الالكترونية المبرمجة على :-

١- إستلام الايعازات أو الأوامر الداخلة Input signals

٢- معالجتها وفقاً للبرنامج المطلوب

٣- إرسال ايعازات عن طريق المخارج الى الحمل Output signals









نماذج من الدوائر الالكترونية المبرمجة

تنقسم أجهزة السيطرة المبرمجة الى :-

١- مفاتيح للتشغيل المنتظم الناعم Soft Starters

٢- أجهزة تحويل التردد Frequency inverters

٣- مبدلات التيار Current converters

مميزات الأداء ومواصفات أجهزة السيطرة المبرمجة :-

١- سرعة عالية لإنجاز العمليات.

٢- ذاكرة واسعة.

٣- برمجة منتظمة.

٤- مجال إختيار متعدد لمصادر التيار (الشبكات).

٥- أحجام صغيرة مدمجة.

٦- مجال للتوسع الموضعي والبعيد.

٧- أداة تثبيت على شكل مآخذ (سلايدات).



في الصفحات الآتية سنعرض عدة نماذج من السيطرة بواسطة الدوائر الالكترونية المبرمجة والتي تؤدي كل واحدة منها وظيفة معينة مبرمج عليها كل جهاز (PLC) ، مبين في كل شكل دائرة القوة (Power) التي تربط الشبكة لتشغيل المحرك عن طريق الـــ (PLC) ، ثم دائرة السيطرة (Control) التي توصل التيار الكهربائي الى ملفات الكونتكترات المستعملة ضمن الدائرة لإستلام ايعازاتها من الـــ (PLC).

١- جهاز (PLC) لتشغيل وإيقاف مع حالة الإيقاف الناعم (Softstop)
عن طريق أزرار تشغيل

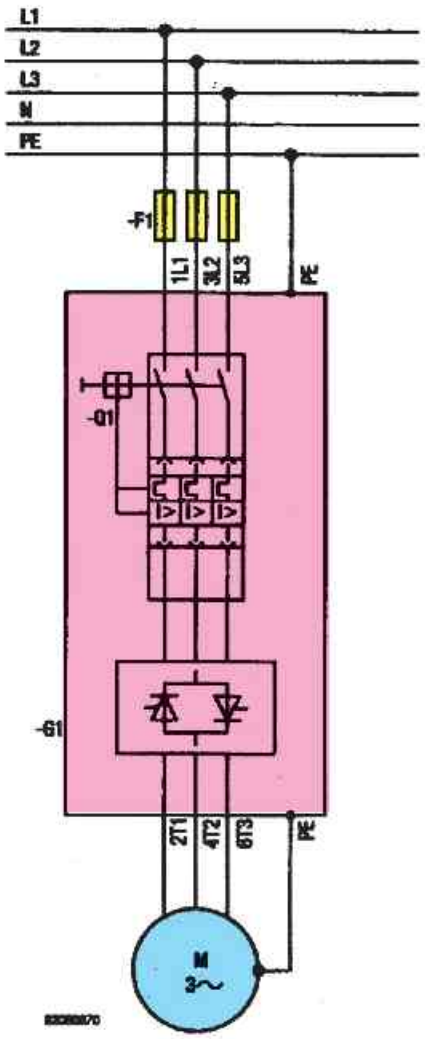
Start , stop and softstop via push – button



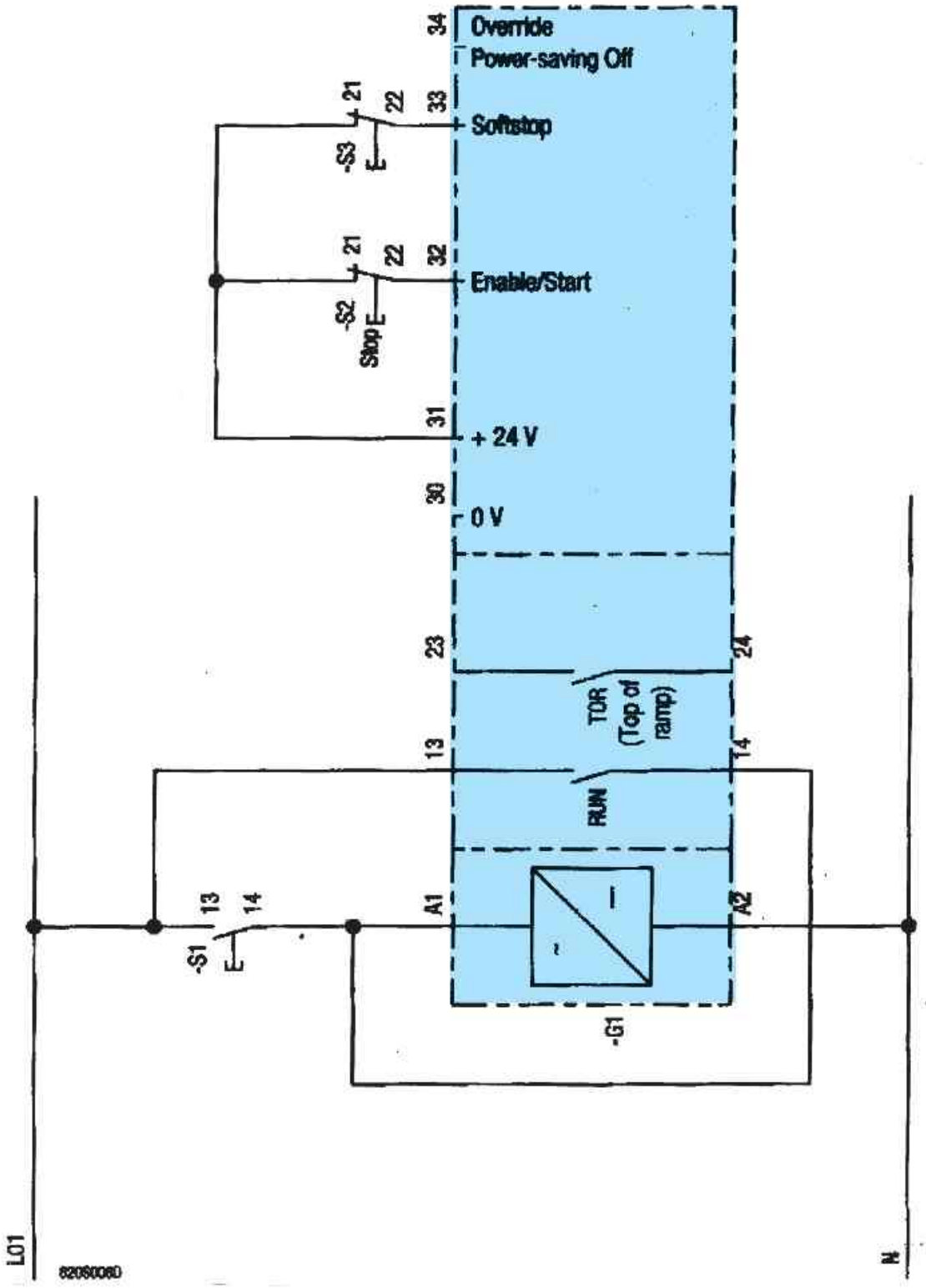


دائرة القوة :

Power Section



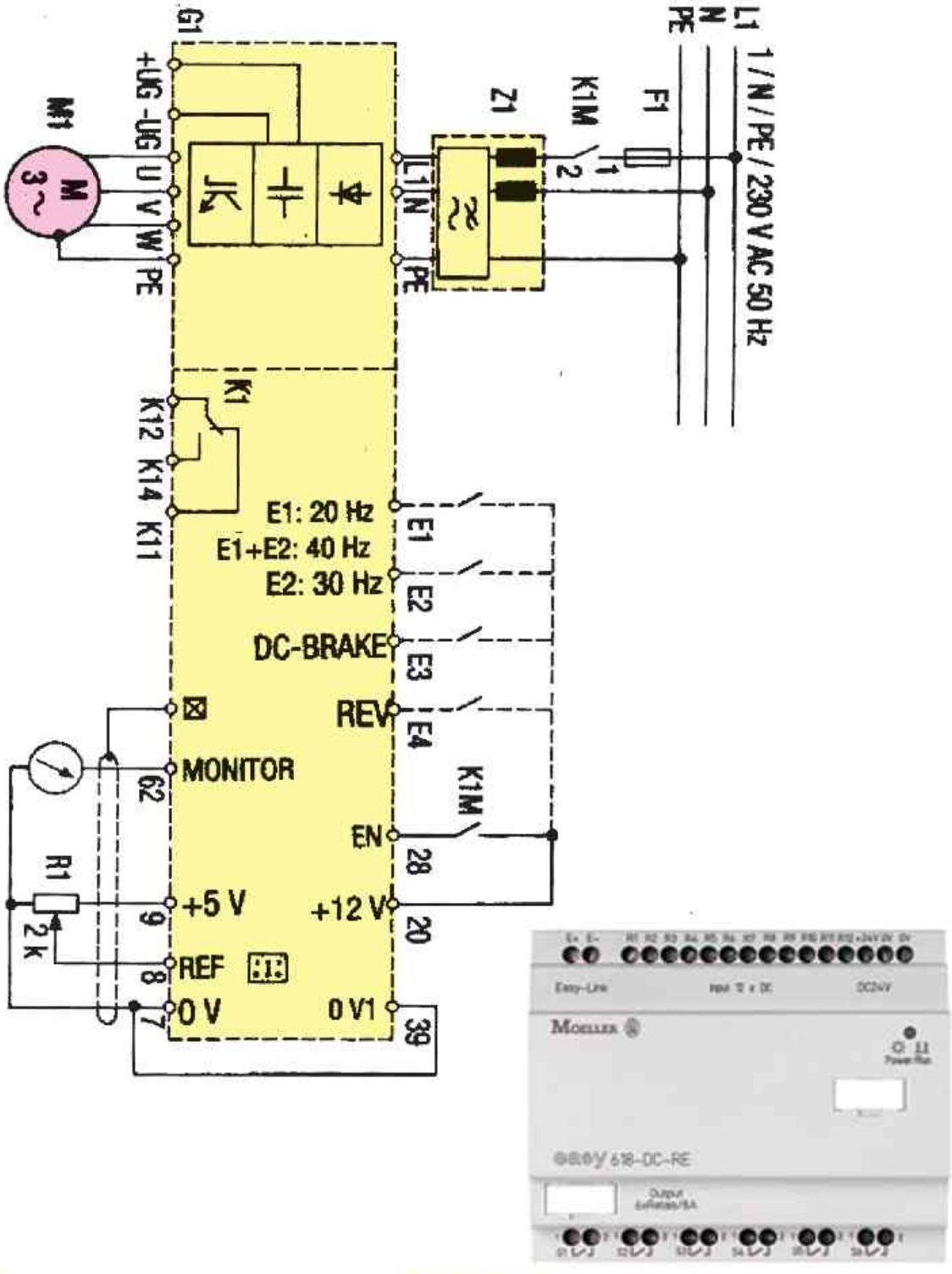
دائرة السيطرة (Control Circuit) لجهاز (PLC) لتشغيل وإيقاف مع حالة الإيقاف الناعم (soft stop) عن طريق أزرار تشغيل :



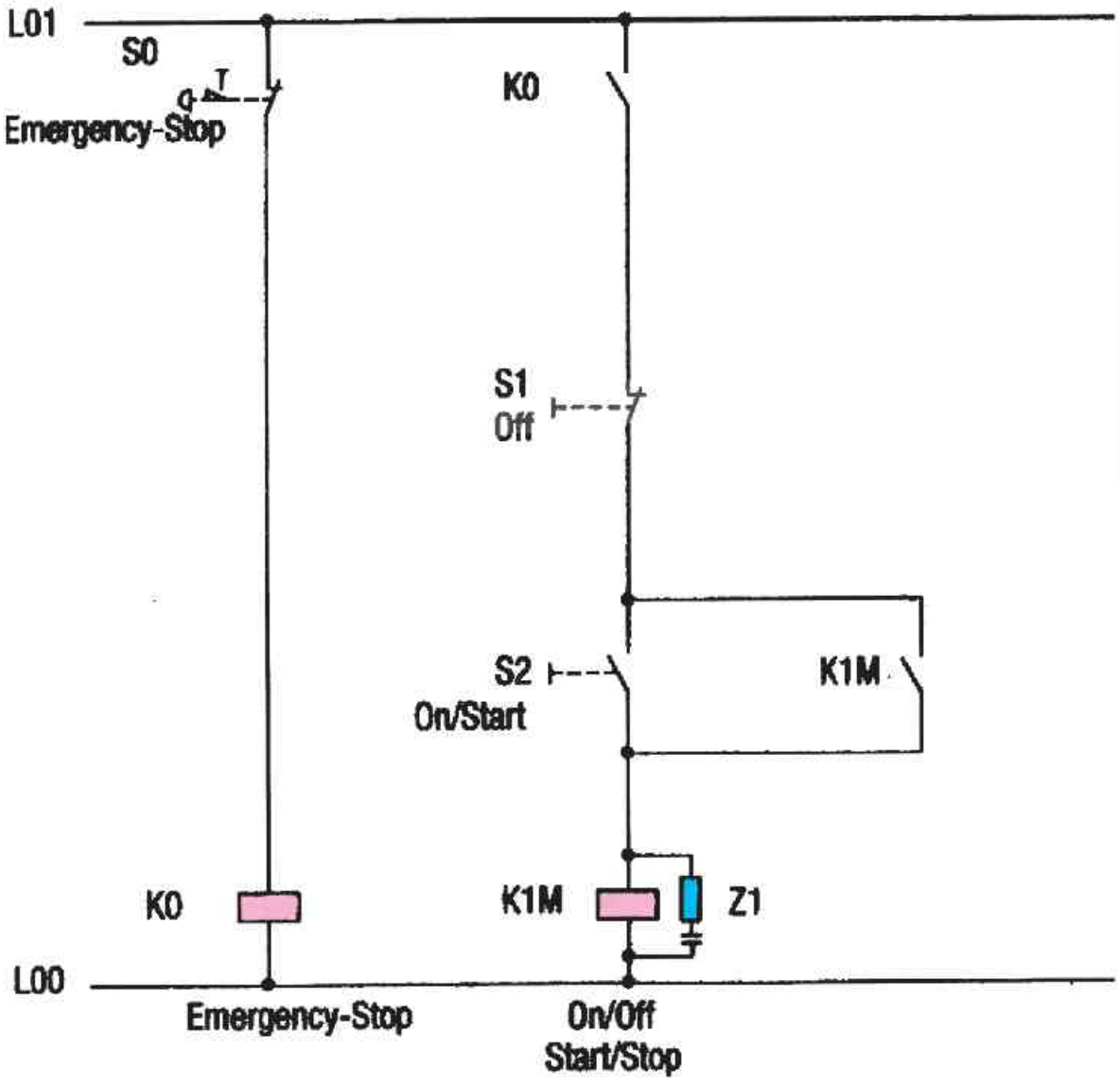
٢- جهاز (PLC) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بترددات مختلفة

(Frequency Inverter)

دائرة القوة (Power Section)



دائرة السيطرة (Control Circuit) لجهاز (PLC) لتشغيل محرك ثلاثة أطوار بتردد مختلف (Frequency Inverter).

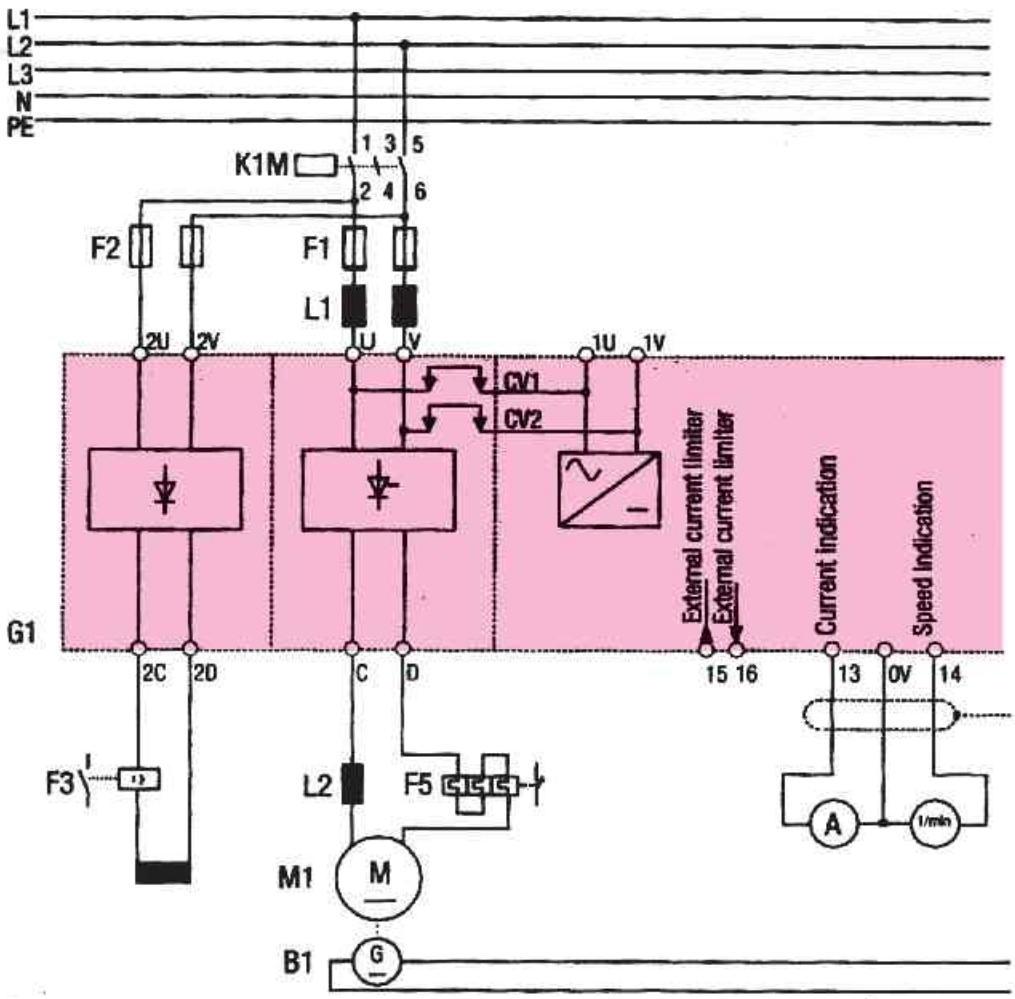


٣- جهاز (PLC) لتشغيل محرك تيار مستمر على شبكة ثلاثة أطوار (أو يمكن أن تكون طورين أو طور واحد) ، ذلك بواسطة جهاز للدوائر الالكترونية المبرمجة (Current Converter)



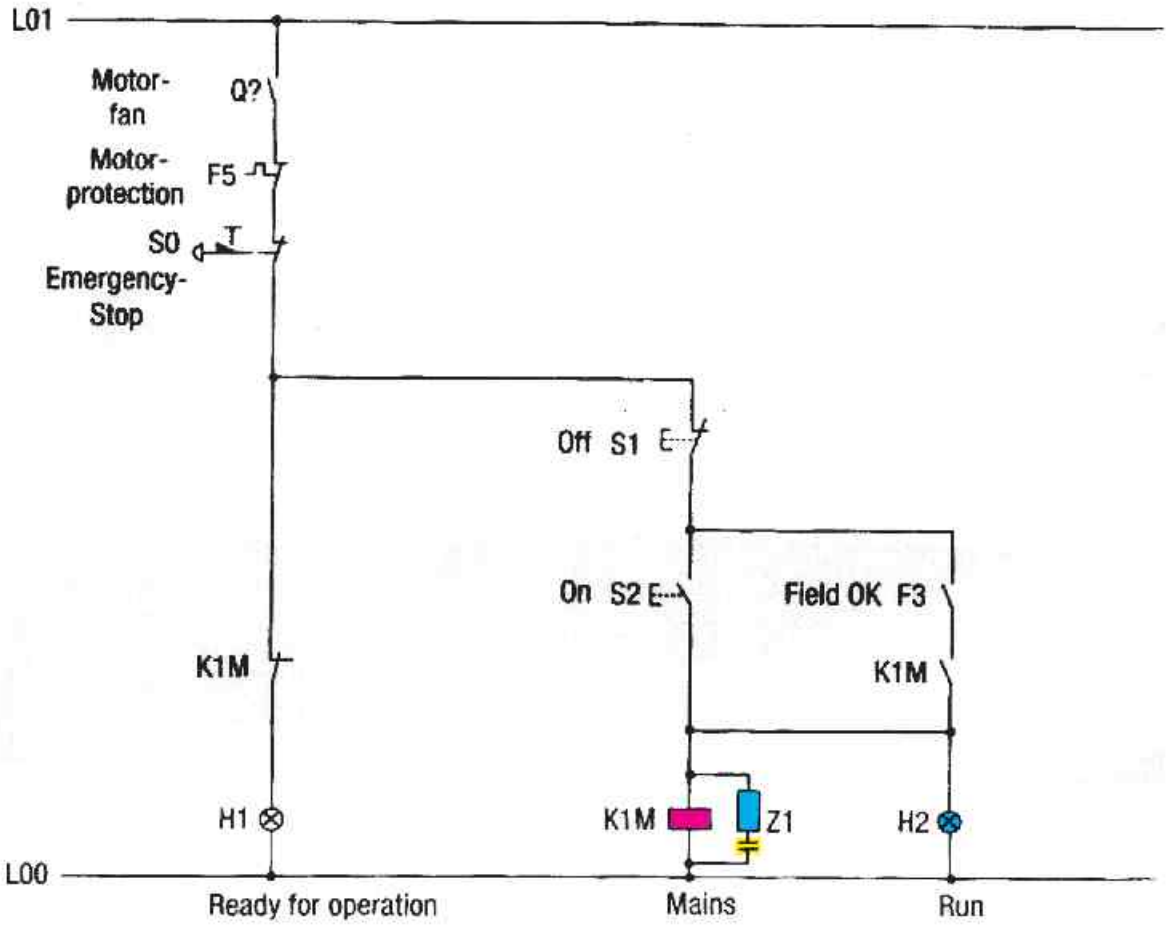
دائرة القوة :

: Power Section



دائرة السيطرة (Control Circuit) لتشغيل محرك تيار مستمر على شبكة ثلاثة أطوار بواسطة جهاز للدوائر الالكترونية المبرمجة.

Freqency Inverter

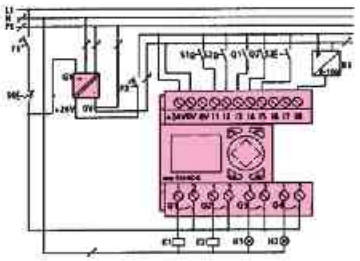


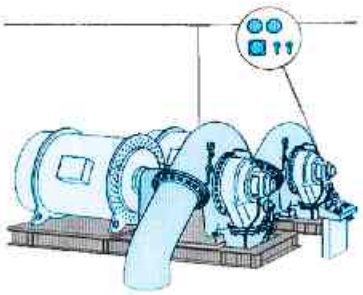
وعلى الصفحات الآتية سنسرد أمثلة عملية لإستعمالات أجهزة (PLC) للسيطرة بالدوائر الالكترونية المبرمجة لتشغيل محركات كهربائية لمشاريع صناعية وإنتاجية.

١ – مثال برامجي لتشغيل مضخات مياه

Programming Exampl Booster Pumps







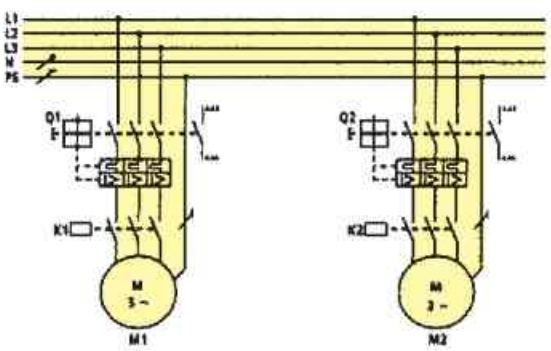
جهاز (PLC) بالدوائر الالكترونية المبرمجة يسيطر على عمل مضختين للماء لمشروع يستوجب إستمرار ضخ الماء بدون إنقطاع وعلى مدار الأيام والساعات.

يعمل الجهاز على تشغيل إحدى المضختين بالتناوب كل (٤٨) ساعة ، هناك مصابيح إشارة صغيرة (H1) و (H2) في لوحة السيطرة لبيان حالة إشتغال أي من المضختين أو توقفهما أو أي حالة خطأ قد تحدث.

فضلاً عن وجود متحسس (B_1) لقياس ضغط تدفق المياه التي تضخ ، لقياس فعالية الضخ . الذي بدوره يعطي إيعازات الى جهاز الـ (PLC) للمحافظة بإستمرار على الضغط المطلوب لضخ الماء . فيما لو صادف أن إنقطعت القوة الدافعة الكهربائية من المصدر ، فسيعتبر التوقيت ملغياً ويبدأ من جديد لتشغيل المضخة الاولى بدايةً. أحياناً

توجد شاشة صغيرة في جهاز الـ (PLC) يظهر عليها أي أخطاء قد تحدث ، ليتم معالجتها.

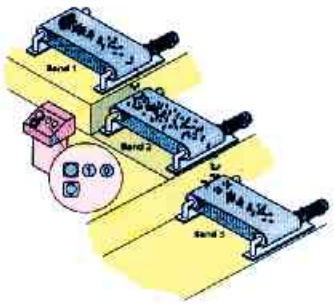
فضلاً عن أن هناك أزراراً (S_1) و (S_2) لتشغيل أي من المضختين مباشرة.

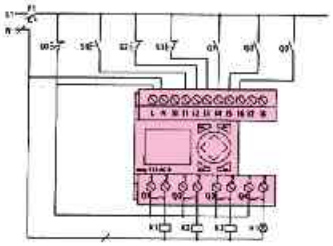


الشكل يبين دائرة القوة (Power) لتشغيل محركات المضختين (M_1) و (M_2).

٢- مثال برامجي لثلاثة أحزمة ناقلة لمواد إنتاجية

Programming Example for a Belt Sequence Control for Conveyor Belts







يتكون من ثلاثة أحزمة ناقلة لمواد إنتاجية يعمل كل منها بمحرك خاص تبدأ بالدوران وتتوقف ضمن أوقات منظمة مبرمجة وعلى ثلاثة مراحل :-

١- إنطلاق متدرج.

٢- وقوف متدرج.

٣- توقف سريع.

عند حدوث توقف أو أي خطأ، يتوهج مصباح صغير (H1) للإشارة والدلالة على ذلك الخطأ.

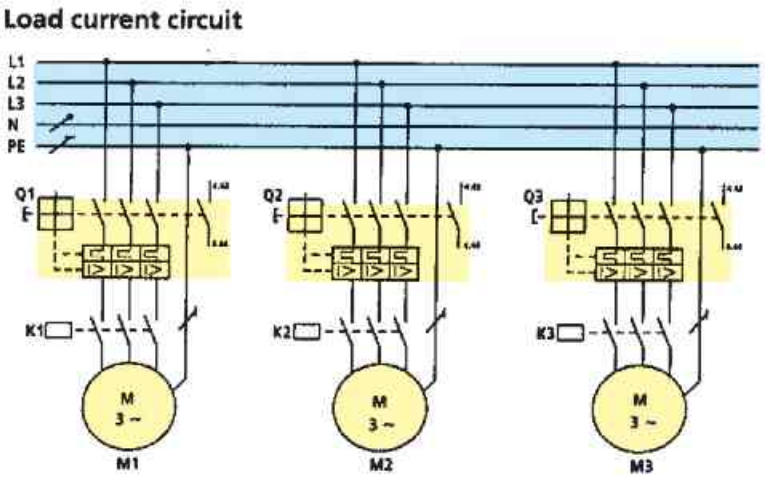
عند الضغط على زر التشغيل (S1) تبدأ الأحزمة الثلاثة بالحركة على مدى خمس ثوانٍ ، الواحد تلو الآخر ، بدءاً من الثالث ثم الثاني ثم الأول.

وعند الضغط على زر الإيقاف (S2) تبدأ تلك الأحزمة الثلاثة بالتوقف على مدى خمس ثوانٍ الواحد تلو الآخر وبصورة معكوسة يعني الأول ثم الثاني ثم الثالث .

وهناك زر ثالث للايقاف (S_3) يوقف جميع الأحزمة مرة واحدة وعلى الفور.

في حالة حدوث خطأ ما في أي من المحركات الثلاثة ، سيعمل قاطع الحماية الخاص به على قطع التيار الكهربائي ويتذبذب توهج مصباح الإشارة وتتوقف المواد المنقولة عليها وتسير الأحزمة فارغة لمدة خمس ثوانٍ لتتوقف بعد ذلك نهائياً.

الشكل الآتي يوضح دائرة القوة (Power) لتشغيل ثلاثة محركات (M_1) و (M_2) و (M_3) لإدارة ثلاثة أحزمة لنقل بضائع إنتاجية ، عن طريق جهاز (PLC) :-



تمرين عملي :-

المطلوب تنفيذ ربط وتشغيل محرك كهربائي بواسطة جهاز السيطرة بالدوائر الألكترونية المبرمجة (PLC).

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

المطلوب تنفيذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم

وبموجب المخطط الخاص المرفق مع جهاز الـ (PLC) المراد إستعماله ومن النوع المتوفر في القسم.

العُدد المطلوبة :-

١- كتر.

٢- بلايس.

٣- لاوية.

٤- قاشطة.

٥- مخصف.

٦- مطرقة وزن (٢٠٠) غم.

٧- مسطرة قياس أو فيتة.

٨- درنفيسات عدلة عدد ثلاثة قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٩- درنفيسات مربعة عدد إثنان صغير ومتوسط.

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- جهاز للسيطرة بالدوائر الالكترونية المبرمجة (PLC) المتوفر منه في القسم.

٢- أي كونتكترات أو رليات أو أزرار تشغيل مطلوبة بموجب جهاز السيطرة المستعمل.

٣- محرك مناسب لعمل جهاز السيطرة (PLC).

٤- أسلاك توصيل.

٥- براغي تثبيت.

٦- مصهّرات بعدد وحجم مناسبين لتشغيل المحرك.

٧- أوفرلود (حماية حرارية) مناسبة لتشغيل المحرك.

أسئلة حول موضوع (تشغيل المحركات الكهربائية عن طريق السيطرة بالدوائر الألكترونية)

س١- ماذا تعني لك المختصرات (PLC)؟

س٢- ما هو عمل الدوائر الالكترونية المبرمجة؟

س٣- الى كم قسم تنقسم أجهزة السيطرة المبرمجة حسب طبيعة عملها؟

س٤- ما هي مميزات الأداء ومواصفات أجهزة السيطرة المبرمجة؟

س٥- ما القائدة من إستعمال دوائر الـــ (PLC) في المصانع والمعامل الانتاجية؟

س٦- هل يمكن توسيع عمل الدوائر الالكترونية المدمجة؟

إذا كان الجواب بنعم فكيف؟

س٧- ماذا يعني لك مصطلح (المتغيرات) Modular ؟

س٨- ما فائدة المغيرات عن غيرها من الدوائر الالكترونية المدمجة؟

س٩- ماذا تعني لك كل من دائرة القوة ودائرة السيطرة في تشغيل المحركات بواسطة الدوائر الالكترونية المبرمجة والمدمجة؟

س١٠- إعط مثالاً عملياً للإستفادة من الدوائر الالكترونية المبرمجة؟

(١) التدريب على إستعمال جهاز مبين تتابع الأطوار ورلي منع إنعكاس الأطوار



Load
Meters

أ – جهاز مبين تتابع الأطوار :

تعلمنا في السنة الماضية ضمن التأسيسات الكهربائية إسلوب توزيع خطوط الشبكة الكهربائية على مجمل أجهزة الإستهلاك الكهربائية ، ولاحظنا أنه يتوجب أحيانا إستعمال صندوق توزيع معين لتدخل إليه الخطوط الرئيسية (R , Mp) أو تسمى (L , N) التي يمثل فيها (R) أو (L) الخط الرئيسي (الحار) .

و الـ (Mp) أو (N) الخط المحايد (البارد) .

لتوزع منه تفرعات متعددة الى عدة جهات أو أجهزة كهربائية . ومن المألوف أن يحدث خطأ معين يراد إصلاحه أو قد لا يوجد خطأ بل يراد التوسع بمد خط جديد لجهة أو جهاز يراد تشغيله بالقرب من صندوق التوزيع . فبعد فتح غطاءه نلاحظ أسلاك كثيرة يصعب تتبعها بالعين المجردة ،لاسيما إن كان نوع التأسيس غير ظاهري (دفن) .

عندها يبدأ الفحص لأجل التشخيص . فنستعمل الفاحص لإعتيادي أو ما يسمى درنفيس الفحص (Tester) الذي يؤشر لنا فقط الأسلاك التي فيها قوة دافعة كهربائية (فولتية) ، حيث يتوهج مصباح إشارة الفاحص .

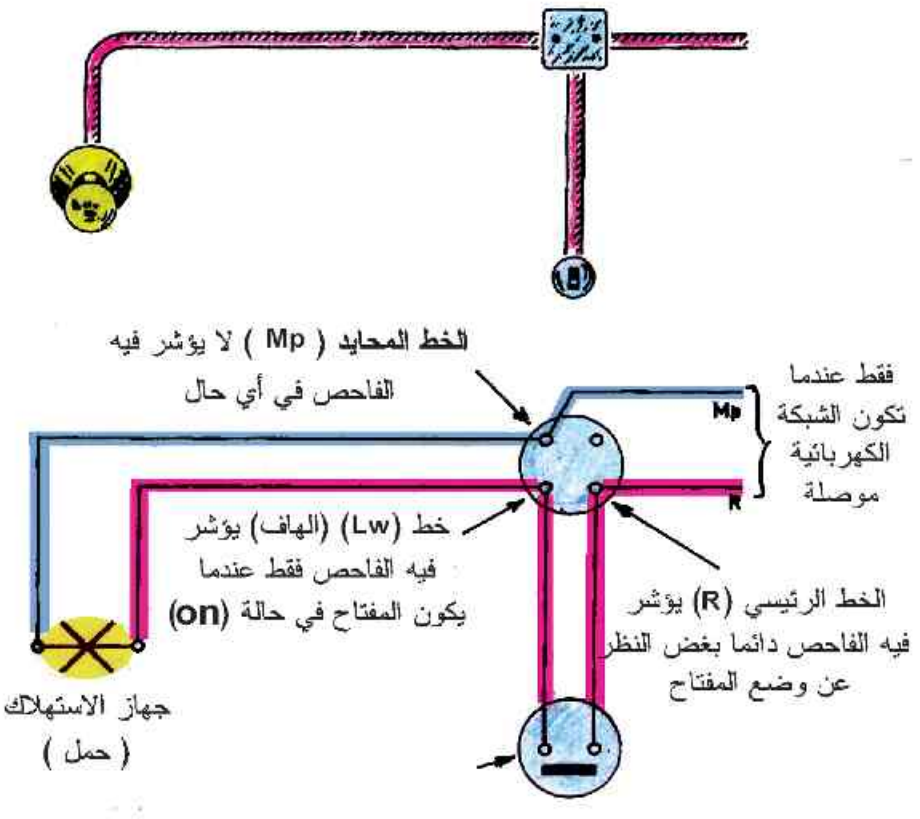




لتمييز الخطوط الرئيسية في أي صندوق توزيع يجب إطفاء جميع مفاتيح الانارة وبقية أجهزة الاستهلاك التابعة لذلك الصندوق .

يعني جعلها في حالة (OFF) ، لأنه لو لم نطفيء المفاتيح ستؤشر عندنا بعض الأسلاك كأنما هي رئيسية (يعني يتوهج الفاحص) .

لكنه في الحقيقة ليس برئيسي ، بل هو (Lamp Wire) (LW) الذي يُسمى في السوق المحلية ال (هاف) ، كما نلاحظ ذلك في التوصيلة الآتية :-



أما الخط المحايد(البارد) فيمكن تمييزه كذلك بواسطة الفاحص ، وبالامكان إستبدال إصبع اليد لملامسة قمة الفاحص بواير إضافي يوصل بين المحايد ومكان ملامسة الإصبع ، مع وضع رأس الفاحص على الخط الرئيس (الحار) ليتوهج مصباحه . والطريقة الأخرى لفحص البارد هي بواسطة مصباح سيار . فبعد أن نتأكد من وجود الحار بواسطة درنفيس الفحص يتم فحص البارد بواسطة المصباح السيار بملامسة طرفيه بين ذلك الحار وأي من بقية الأسلاك المراد فحصها كبارد (عندها يفترض أن يتوهج ا لمصباح) .

يسمى هذا بالفاحص المزدوج (Double tester) .

نماذج من الفواحص (Testers)



فواحص مختلفة مفردة ومزدوجة



فاحص مفرد الكتروني ذو الإشارة



فاحص مفرد لكتروني رقمي



فاحص مزدوج (١٢) فولت
لفحص كهرباء السيارة



فاحص مزدوج يعين قيمة الضغط
ما بين (صفر – ٤٠٠) فولت .

أحياناً تستعمل شبكة ثلاثة أطوار في التأسيسات الكهربائية ليوزع كل طور الى جهة معينة من المبنى ، عندها نجد في الصندوق الرئيسي ثلاثة خطوط رئيسية ولتمييزها يفي بالغرض الدرنفيس الفاحص الإعتيادي ، حيث يتوهج عند وضعه على أي منها ولا يهمنا في هذه الحالة ترتيب الأطوار ، يعني الخطوط الرئيسية الثلاثة (R , S , T) أو تسمى (L_1 ، L_2 ، L_3) . ما يهمنا هو توزيع الاحمال بشكل يقارب الى التساوي بينها .

أما إذا إستعملنا شبكة الثلاثة أطوار بخطوطها الثلاثة لتشغيل ماكنة معينة تدار بواسطة محرك ثلاثة أطوار ، يتعين إتجاه دورانه بإتجاه معين ثابت ، إما يميناً أو يساراً ، عندها يستوجب التمييز في ربط الخطوط الرئيسية الثلاثة حسب تسلسلها الذي هي عليه قبل الفحص .

لأننا تعلمنا في مواضيع سابقة أن أي محرك من محركات الثلاثة أطوار عندما يستبدل خطين فقط من خطوط الشبكة الثلاثة الواصلة إليه ينعكس إتجاه دورانه .

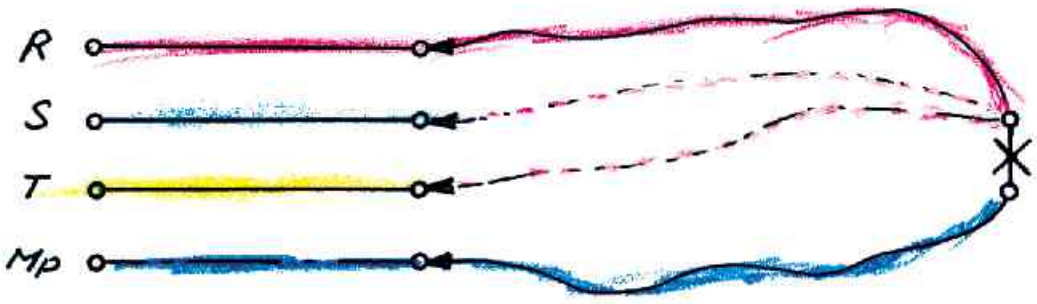
فعند ما يراد العمل بصندوق توزيع رئيسي أو بورد رئيسي تمت تغذيته من مصدر شبكة ثلاثة أطوار ويغذي ورشة عمل او مصنع بكامله تعمل فيه عدة مكائن بمحركاتها على ثلاثة أطوار . في هذه الحالة أن أي خطأ قد يحدث في تسلسل ربط الأطوار الثلاثة سيؤدي الى دوران جميع المحركات على الإتجاه المعاكس وقد يؤدي ذلك إلى تعطل أو تلف كثير من تلك المكائن .

للأسباب المذكورة ولهذا الغرض هناك جهاز خاص للتمييز بين كل من الخطوط الرئيسية الثلاثة . وقبل أن نتعرف على هذا الجهاز وأسلوب عمله وإستعماله وأداءه التطبيقي . علينا أن نعيد الى ذاكرتنا ما هي هذه الخطوط الرئيسية الثلاثة الـ (R) و (S) و (T) وما الفرق بينهما :-

الحالة الاولى :

كما ذكرنا أنه في حالة تشغيل أي جهاز طور واحد على شبكة ثلاثة أطوار ، نأخذ أي من الخطوط الرئيسية الثلاثة (R , S , T) مع الخط المحايد (MP) .

ولا يهمنا في هذه الحالة إن كان الرئيسي هو (R) أو (S) أو (T) كما في الشكل الآتي :-



الحالة الثانية :-

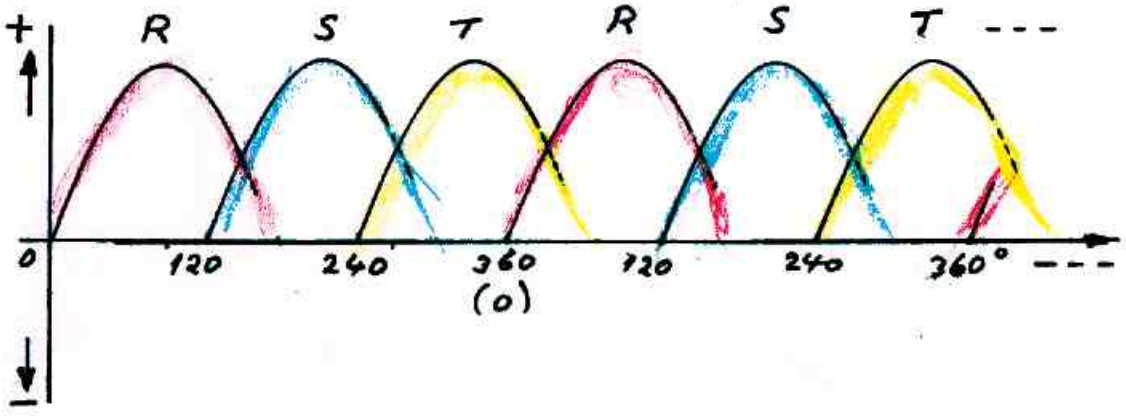
عند تشغيل محرك ثلاثة أطوار ، علينا توصيل جميع الخطوط الرئيسية لشبكة الثلاثة أطوار بنقاط ربط المحرك (وبدون سلك محايد) ، وكما في الشكل أدناه :-



في هذه الحالة يهمنا أن يكون التسلسل (R –S–T) أو (T–R–S) أو غير ذلك .

لماذا ؟

المحرك يدور عندما يتكون مجال مغناطيسي دَوار في الجزء الثابت ، وإتجاه دوران محور الجزء الدوار للمحرك يعتمد على إتجاه دوران ذلك المجال المغناطيسي في الجزء الثالث ، الذي بدوره يعتمد على وقت قمة وزاوية التردد لكل طور لأن كل من الأطوار الثلاثة منحرف بزاوية (١٢٠) درجة عن الطور الآخر :-



فعندما نختار أي من الترددات لأي من الأطوار تجد أن هناك تردد يسبقه بـــ (١٢٠) درجة ، وآخر يلحقه بـــ ١٢٠) درجة .

وهذا ما سيحدده جهازنا الذي نحن بصدده في موضوعنا هذا ، ألا وهو جهاز مبين الأطوار (Phase Finder) .

فعندما نختار أحد الأطوار الثلاثة كتحديد للفحص ، ثم نختار أحد الإثنين الباقيين ، يؤشر عندنا عما إذا كان تردد هذا الثاني قبل أو بعد تردد الأول ، وهكذا الثالث .

بهذه الطريقة يمكن أن نتوصل إلى التسلسل الصحيح للأطوار الثلاثة . ومدى صحة ربطها في صندوق التوزيع الرئيسي أو البورد الرئيسي أو نقاط ربط المحرك ذو الثلاثة أطوار .

أحياناً يتطلب إيصال محرك إلى مصدر ثلاثة أطوار يكون بعيداً عن البورد الرئيسي ويراد معرفة تطابق تسلسل أطوار هذا المصدر مع أطوار البورد الرئيسي ، فيستعمل لذلك جهاز يعمل بالبث اللاسلكي ، يعني يحتوي على مُرسل ومستقبل .

هذه فكرة عمل الجهاز ومن الطبيعي أن هناك مواصفات مختلفة لكثير من الأجهزة وحسب الشركة المنتجة وإمتيازات الجهاز وكلفته وغيرها .

الشكل الآتي يبين لنا أحدها :-



والشكل الآتي يبين جهاز مبين الأطوار بتصميم مبسط يظهر مصباحا إشارة . يتوهج أحدهما ليبين إتجاه دوران تردد المصدر ثلاثي الطور ، ويبين عما هو بإتجاه (R → S → T) أم بعكس إثنين منها ليكون بإتجاه (S→R→T) ونلاحظ أن له ثلاثة مجسات فحص للنقاط الثلاث لمصدر الثلاثة أطوار :-



(ب) رلي منع إنعكاس الأطوار :

لاحظنا أهمية تسلسل ترتيب ربط الأطوار الثلاثة وبالأخص في المحركات الكهربائية ، التي تعمل على الثلاثة أطوار .

ولاحظنا كذلك التأثيرات الجانبية الخطرة التي قدتحدث فيما لو إنعكست الأطوار ، وإنعكس إتجاه دوران المحرك ، مما قد يتلف الماكنة التي تعمل بذلك المحرك ، أو قد يتلف إنتاجها ، أو حتى من المحتمل أن يحدث خطراً على الأشخاص وحسب طبيعة عمل تلك الماكنة أو ذلك الجهاز .

فمثلاً مصعد كهربائي فيما لو إنعكست أطواره ، قد يحدث شيئاً غير مرغوب فيه ، بصعوده بدل نزوله أو العكس . وحتى باب المصعد الأوتوماتيكي الذي يعمل بمحرك ثلاثة أطوار ، فيما لو إنعكست أطواره سيقوم بغلقه بدل إيعاز الفتح وكذلك العكس ، فحتماً ستحدث أمور غير مرغوب فيها .

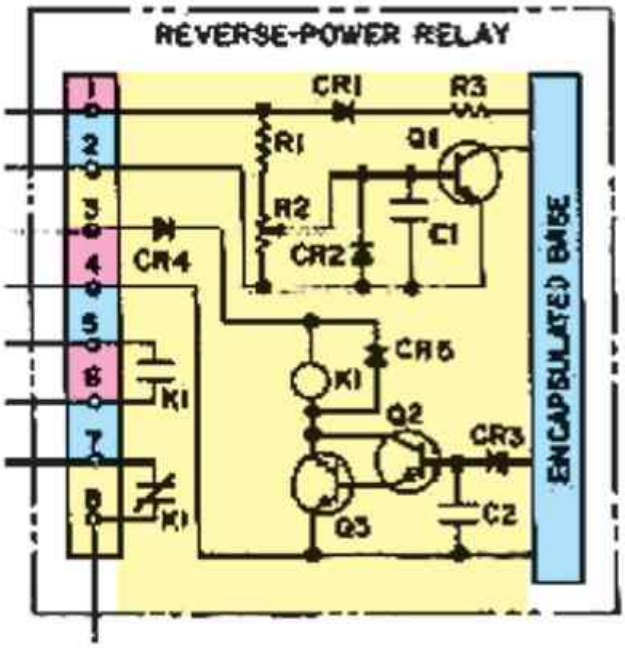
ولتلافي كل تلك الأخطاء ، وفيما لو حدث أن إنعكست الأطوار بأي شكل من الأشكال ولأي سبب كان . فالمفروض أن يفصل مصدر الثلاثةأطوار المغذي لتلك المنشأةالكهربائيةالتي حدث فيها ذلك التبديل أو الانعكاس بالأطوار ، ريثما يتم إصلاحها ثم إعادتها حسب تسلسل الترتيب الأول الذي كانت تعمل عليه وكما يجب .

لذلك يتوفر في الأسواق جهاز يسمى رلي منع إنعكاس الأطوار يقوم بهذا العمل .

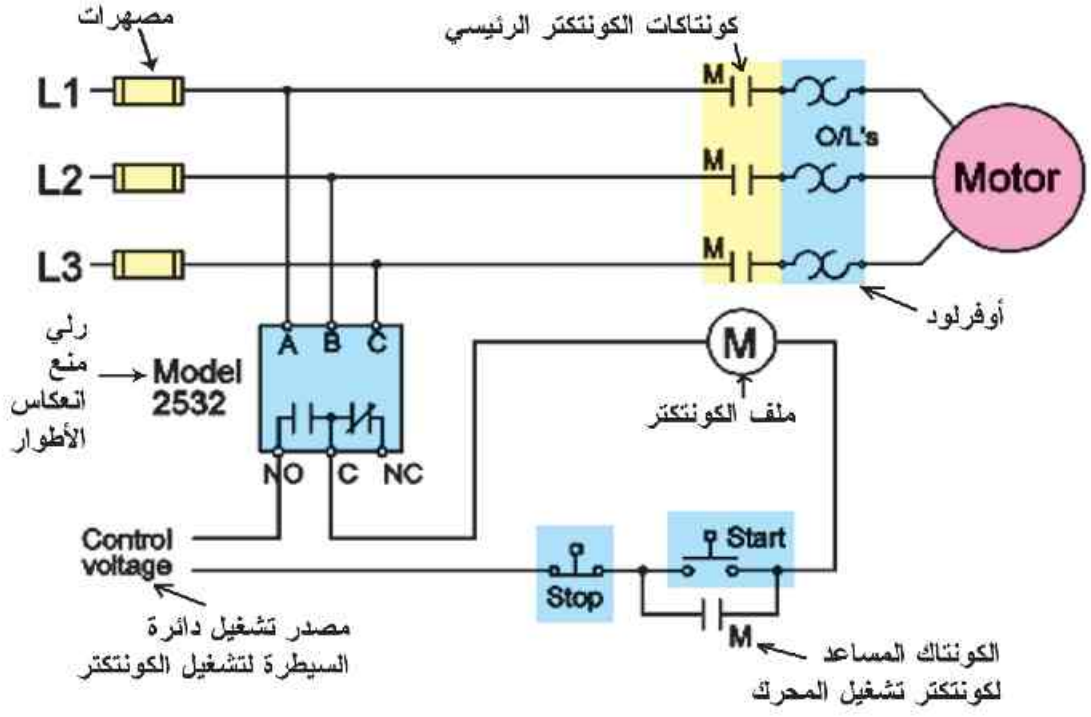
يحتوي في داخله على دائرة الكترونية توصل عن طريق نقاط ربط خارجية إلى شبكة الثلاثة أطوار الداخلة الى المنشأة الكهربائية المعينة وبموجب ذات الترتيب المطلوب العمل به .



المخطط الآتي يمثل الدائرة الالكترونية الداخلية لجهاز منع إنعكاس الأطوار



أما المخطط الآتي فيمثل أسلوب وأداء رلي منع إنعكاس الأطوار في دائرة كهربائية لتشغيل محرك ثلاثة أطوار للحفاظ على أتجاه دورانه كما هو مطلوب .



عندما يصل تيار شبكة الثلاثة أطوار الى الرلي ، تعمل الدائرة الالكترونية مباشرة بإعطاء إيعاز الى موصّل مساعد غالق (NO) داخل الرلي ليغلق ، وعن طريق نقاط ربط خارجية توصل التيار الكهربائي الى ملف كونتكتر رئيسي ليعمل على ربط شبكة الثلاثة أطوار لتغذية المحرك الكهربائي ليبدأ الدوران ، وعندما يصادف أن ينعكس أي طورين من الأطوار الثلاثة للشبكة تتحسس الدائرة الالكترونية وتعطي إيعازاً الى غالقها (NO) (المغلوق أثناء العمل) ليفتح ويقطع التيار الكهربائي عن الكونتكتر الرئيسي ليسقط ويقطع شبكة الثلاثة أطوار الرئيسية عن المنشأة المعنية (في دائرتنا هذه المحرك هو المعني) .

رلي منع إنعكاس الأطوار له وظيفة أخرى عدا منع إنعكاس الأطوار وهي إذا قُطع أحد الأطوار وبقي طورين فقط فستتحسس دائرته الألكترونية كذلك وتقطع الشبكة الرئيسيةعن المنشأة الكهربائية المعنية (الحمل) .

رلي منع إنعكاس الأطوار يحتوي على موصل مساعد آخر فاتح (NC) يمكن أن يربط عن طريقه مصباح إشارة . فأثناء عمل الرلي الإعتيادي وإشتغال المحرك يكون مصباح الإشارة مطفأ (غير متوهج) ، أما إذا تحسس الرلي بالإخطاء التي نوهنا عنها ، ففي الوقت نفسه الذي يتوقف فيه المحرك عن الدوران ، يعود هذا الفاتح الى الإغلاق ويتوهج مصباح الإشارة ليشير الى وجود خطأ وتوقف المحرك عن الدوران .

بذلك يتم فحص الشبكة ومعالجة الخطأ فيها ليعود المحرك للعمل كما يجب .

هناك رلي من نوع آخر يعمل على فصل الشبكة في حالة زيادة أو نقصان الضغط الكهربائي المسموح به والذي يسمى (رلي مراقبة الضغط) (Over Under Voltage) يختصر (OUV) فيما يأتي نبين بعض من أشكاله :-





وهناك أنواع كثيرة ومختلفة التصميم من الرليات لمراقبة الضغط الكهربائي فمنها مصممة لمراقبة الضغط لدائرة الطور الواحد ومنها لمراقبة دائرة الثلاثة أطوار ، ومنها التي تحتوي على شاشة رقمية ظاهرة على الواجهة الأمامية لعرض قيمة الضغط الكهربائي الذي تعمل به الدائرة الكهربائية المربوطة في ذلك الوقت.

ومنها تحتوي على منظمات معينة لإختيار نسبة الزيادة أو النقصان المسموح بها فما زاد أو نقص عن الحد المنظم عليه يعمل على فصل الدائرة الكهربائية ، ووقت الفصل وأمور أخرى تذكر عادة في ورقة التعليمات المرفقة في علبته عند الشراء.







ثم هناك نوع آخر من الرليات يعمل على فصل الشبكة في حالة زيادة أو نقصان التردد المسموح به والذي يسمى (رلي مراقبة التردد)

(Over Under Frequency)

يختصر (OUF)

تمرين عملي (١)

المطلوب تنفيذ ربط وتشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق (قاطع حماية المحرك) ذو حماية مغناطيسية وحرارية و (رلي منع إنعكاس الأطوار) وإستعمال (جهاز مبين تتابع الأطوار) ثم عمل أخطاء متعمدة كعكس طورين الواحد بدل الآخر وملاحظة كيفية عمل الرلي وفحص تتابع الأطوار مجدداً ثم خطأ آخر بفصل أحد الأطوار وملاحظة فصل الرلي مجدداً.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس ٦٠ × ٦٠ سم

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيس عدل قياس (٣ ، ٥ ، ٨) ملم.

٢- درنفيسات مربعة.

٣- بلايس.

٤- لاوية.

٥- كتر.

٦- قاشطة.

٧- مخصف.

٨- مطرقة صغيرة (٢٠٠) غم.

٩- مسطرة قياس أو فيتة.

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محرك ثلاثة أطوار بقدرة مناسبة.

٢- قاطع حماية المحرك ثلاثة أطوار ذو حماية مغناطيسية وحرارية (MPS).
(Motor Protctive Switch)

٣- رلي منع إنعكاس الأطوار (RPR) (Reverse Phase Relay) .

٤- جهاز مبين تتابع الأطوار (PF) (Phase Finder)

٥- أسلاك للتوصيل والربط بأحجام وأطوال مناسبة.

٦- براغي للتثبيت.

ج- ربط مولدتين مع بعضهما على التوازي – التوافق – Synchronization

لغرض توسيع الطاقة الكهربائية يستوجب أحياناً ربط مولدتين مع بعضهما للحصول على طاقة كهربائية بمجموعهما ، حتى لو كانت ثلاثة أو أربعة أو أكثر من المولدات ، تربط مع بعضها لزيادة الطاقة الكهربائية ، وهذا ما يحصل في محطات توليد الطاقة الكهربائية حيث تحتوي كل محطة على عدة مولدات تسمى (وحدات) تربط مع بعضها لتكوّن شبكة واحدة ثم يتم ربط كل المحطات مع بعضها لتكوّن الشبكة الوطنية التي تغطي الدولة بكاملها ، وهكذا تضاف الى الشبكة الوطنية أي محطة جديدة يتم بناؤها لزيادة الطاقة الكهربائية بصورة عامة ، وأحياناً تتم تغذية الشبكة الوطنية من شبكة أخرى من دول مجاورة لزيادة الطاقة الكهربائية أو العكس (إستيراد وتصدير الكهرباء) ، لذا علينا أن نتعلم كيف يتم الربط كي لا يحدث أي إختلاف بربط الخطوط مما يحدث أعطاب قد لا يحمد عقباها.

هناك شروط يتطلب توفرها كون التيار المراد ربطه مع آخر مثيل له هو متناوب له موجة جيبية ويحتوي على ثلاثة خطوط (أطوار) يختلف كل منها عن الآخر بزاوية معينة (١٢٠°) وذلك ما يحدث فرق في الجهد بين أي من الخطين المراد ربطهما مع بعض إن لم يتم التوافق.

وهذه الشروط الواجب توفرها بين كل من الشبكة والمولدة المراد ربطها هي :-

١- تساوي الضغط لكل من المولدة والشبكة.

٢- تساوي التردد لكل من المولدة والشبكة.

٣- توافق موجتي ضغط كل من المولدة والشبكة لكل طور.

(أي أن الزاوية بين كل من الموجتين المراد توافقهما يجب أن تكون صفراً)



بنل توافق ثابت

عليه سنستفيد من فكرة عمل الأجهزة التي تناولناها ضمن موضوع الأجهزة الخاصة ببيان الأطوار ومنع الانعكاس ومراقبة الضغط فضلاً عن مراقبة التردد.

حيث يتوفر جهاز مركب واحد يحتوي علىالأجهزة الخاصة بمراقبة توفر الشروط الثلاثة أعلاه والتي تسمى بشروط التوافق (Synchronizing requirments)

يمكن أن يكون الجهاز الخاص بالسيطرة وضبط تلك الشروط صغيراً (نقّال) أو أن يكون ثابت حسب طبيعة وموقع العمل.





بنل توافق نقّال (Transportable Remote Synchronizing Panel)

تمرين عملي (٢)

المطلوب ربط مولدتين ذات ثلاثة أطوار مع بعضهما على التوازي أو مولدة مع الشبكة الوطنية وحسب الإمكانات المتاحة.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين

يجب أن يتم التنفيذ والتطبيق بحضور المدرب المختص والتشغيل النهائي من قبله شخصياً أولاً ثم إشراك الطلبة بإعادة التشغيل.

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيسات مختلفة الأنواع والأحجام.

٢- كتر.

٣- بلايس.

٤- لاوية.

٥- قاشطة.

٦- سيت سباين مختلفة القياسات.

المواد المطلوبة :-

١- بنل توافق المتوفر سواءً نقّال أو ثابت.

٢- مولدتين ثلاثة أطوار بالقدرة المتاحة أو يمكن أن تكون واحدة عندما يراد ربطها مع الشبكة الوطنية.

٣- أسلاك بالأحجام والأطوال المناسبة.

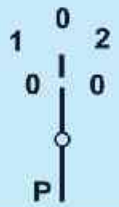
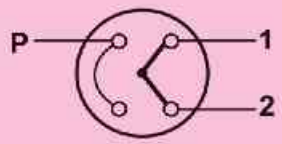


(٢) التدريب على ربط مفتاح تحويل بين الشبكة والمولدة.

اليدوي Manual Transfer Switch (MTS)

والآلي Automatic Transfer Switch (ATS)

يسمى كذلك (جنج أوفر) Change Over وهو ذات أداء مفتاح المجموعات الذي تعلمناه في التأسيسات الكهربائية في السنة الماضية والذي رمزه كما يأتي :-

المختصر	سريان التيار	الكامل
		

إذاً هو عبارة عن مفتاح لمجموعتين (1) و (2) فضلاً عن نقطة وسطية للايقاف (O) أو (OFF) . هذا بالطبع قطب واحد ، يعني يستعمل لطور واحد . لذلك يسمى مفتاح مبدل (Change Over) لأنه يوصل التيار الكهربائي لأحد طريقين أو أن يقطع المصدر عن كلا الطريقين.

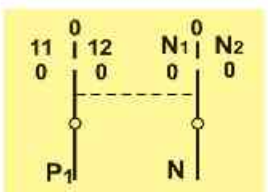
على هذا الأساس يوجد منه بقطبين أو ثلاثة أقطاب وحتى بأربعة أقطاب.



مفتاح مبدل بقطبين

يستعمل لتبديل شبكة

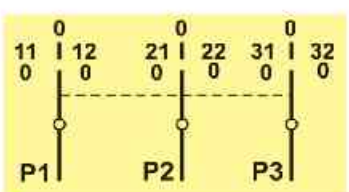
طور واحد مع السلك المحايد





مفتاح مبدل ثلاثة أقطاب

يستعمل لتبديل شبكة ثلاثة أطوار

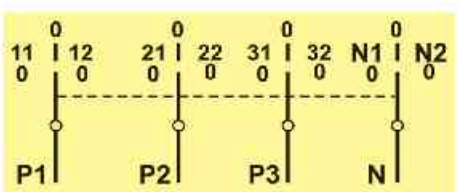




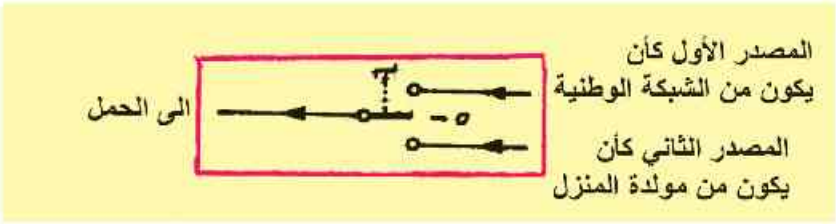
مفتاح مبدل أربعة أقطاب

يستعمل لتبديل شبكة ثلاثة

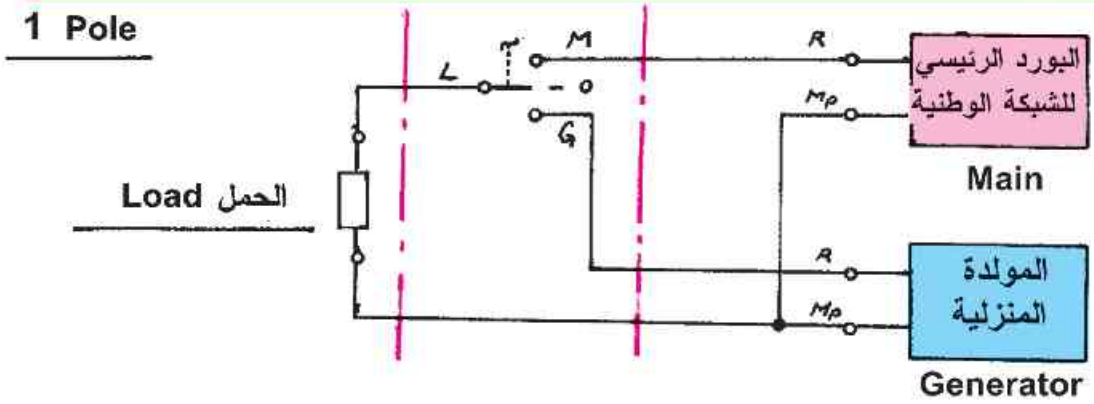
أطوار مع السلك المحايد



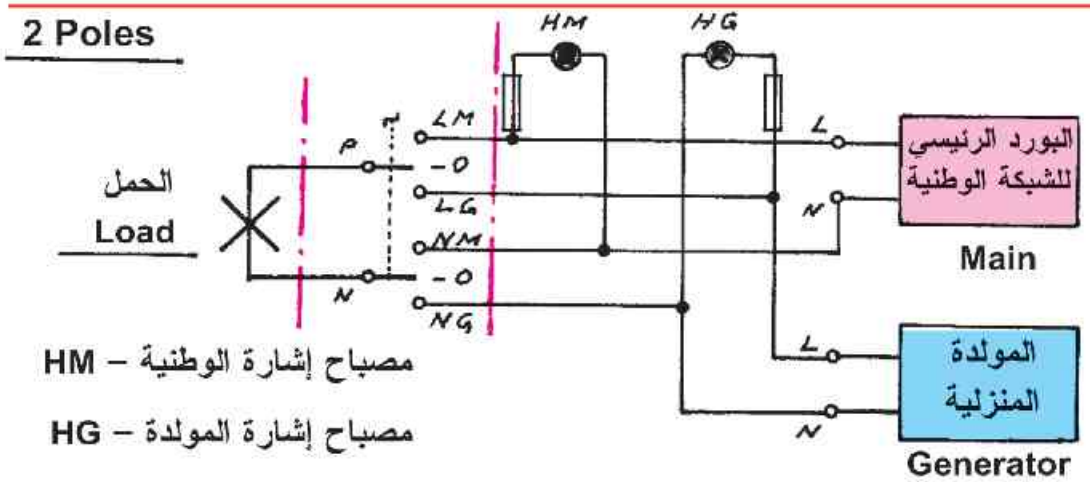
إذاً مثلما نستعمله ليزود التيار الكهربائي لمجموعتين من الأحمال يمكن أن نستعمله لإستلام أي مصدرين للتيار لتزويد حمل كهربائي وكما مبين في المخطط الآتي :-



١- مفتاح مبدل بقطب واحد Transfer Switch or Change Over Switch



٢- مفتاح مبدل بقطبين Transfer Switch or Change Over Switch



هذه فكرة عمل مفتاح التحويل بين الشبكة والمولدة ويوجد منه إعتيادي يعمل باليد يسمى (Manual) ويوجد منه كذلك آلي يعمل ذاتياً على تزويد الحمل بالتيار الكهربائي حال إنقطاع أحد المصدرين ويُسمى (Automatic).

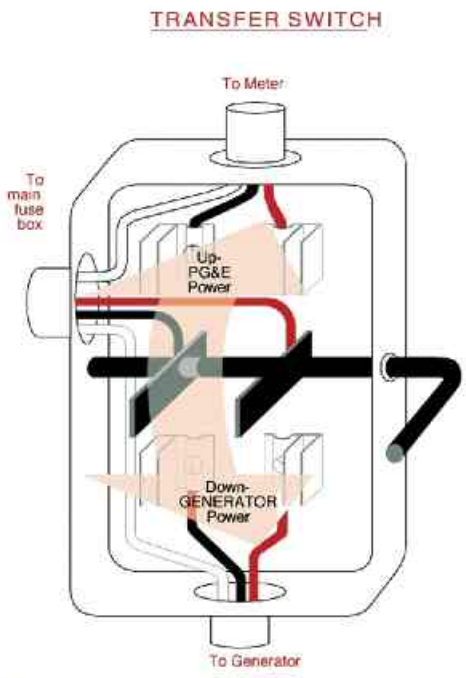
أ- التدريب على ربط مفتاح تحويل بين الشبكة والمولدة من النواع اليدوي أو يُسمى الإعتيادي (MTS) Manual Transfer Switch



في أغلب الأحيان يتطلب تزويد الحمل بالتيار الكهربائي بإستمرار . فعندما يحدث إنقطاع في الشبكة الوطنية تضطر الى تشغيل مولدة محلية تقوم كذلك بتزويد الحمل بالطاقة الكهربائية المطلوبة تعويضاً عن ذلك الإنقطاع.

فالحمل واحد والمصدران مختلفان ، فإذا إستعملنا مفاتيح إعتيادية توصل كل من المصدرين بطاقتها الى الحمل سيحدث أحياناً خطأ ، ولو يستغرق لحظات بأن يربط الاثنين سوية مع الحمل.



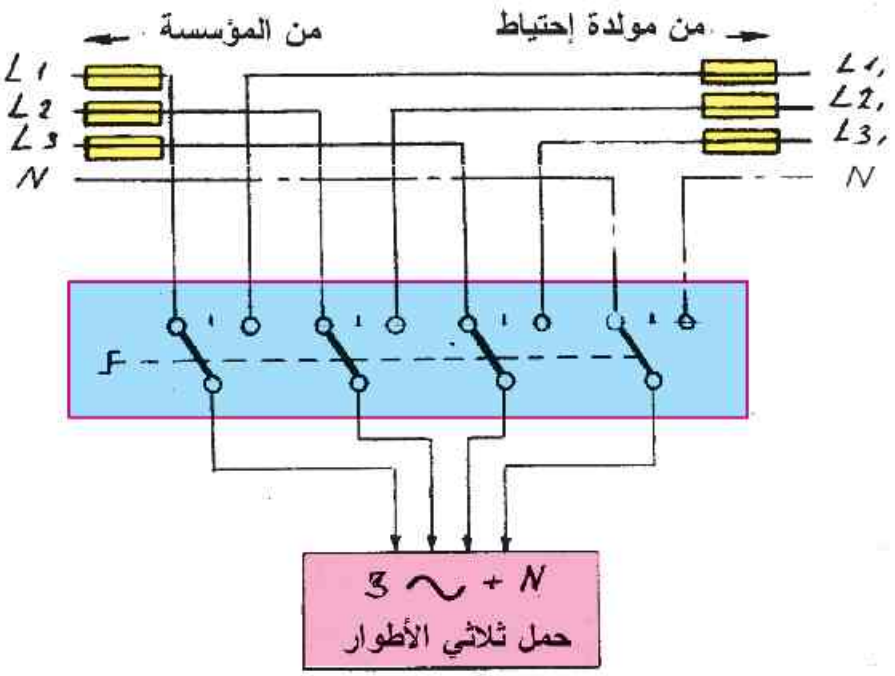


هذا بالتأكيد غير مسموح به مطلقاً ، لتأثيره السلبي على كل من الشبكة والمولدة . لذلك يستعمل مفتاح خاص الذي نوهنا عنه في مقدمة موضوعنا هذا ، المفتاح الذي لا يسمح مطلقاً بربط المصدرين معاً وإنما يتم إختيار أحدهما لربطه بالحمل أو بالإمكان فصل المصدرين عنه . سنتناول في توضيحنا الآتي مفتاح محول أو مبدل ثلاثة أطوار الذي يستعمل عادة للأحمال التي تعمل على شبكة الثلاثة أطوار . ومن الطبيعي أن الفكرة هي ذاتها فيما لو تطلب الأمر لإستعمال مفتاح التبديل ذو الطور الواحد.



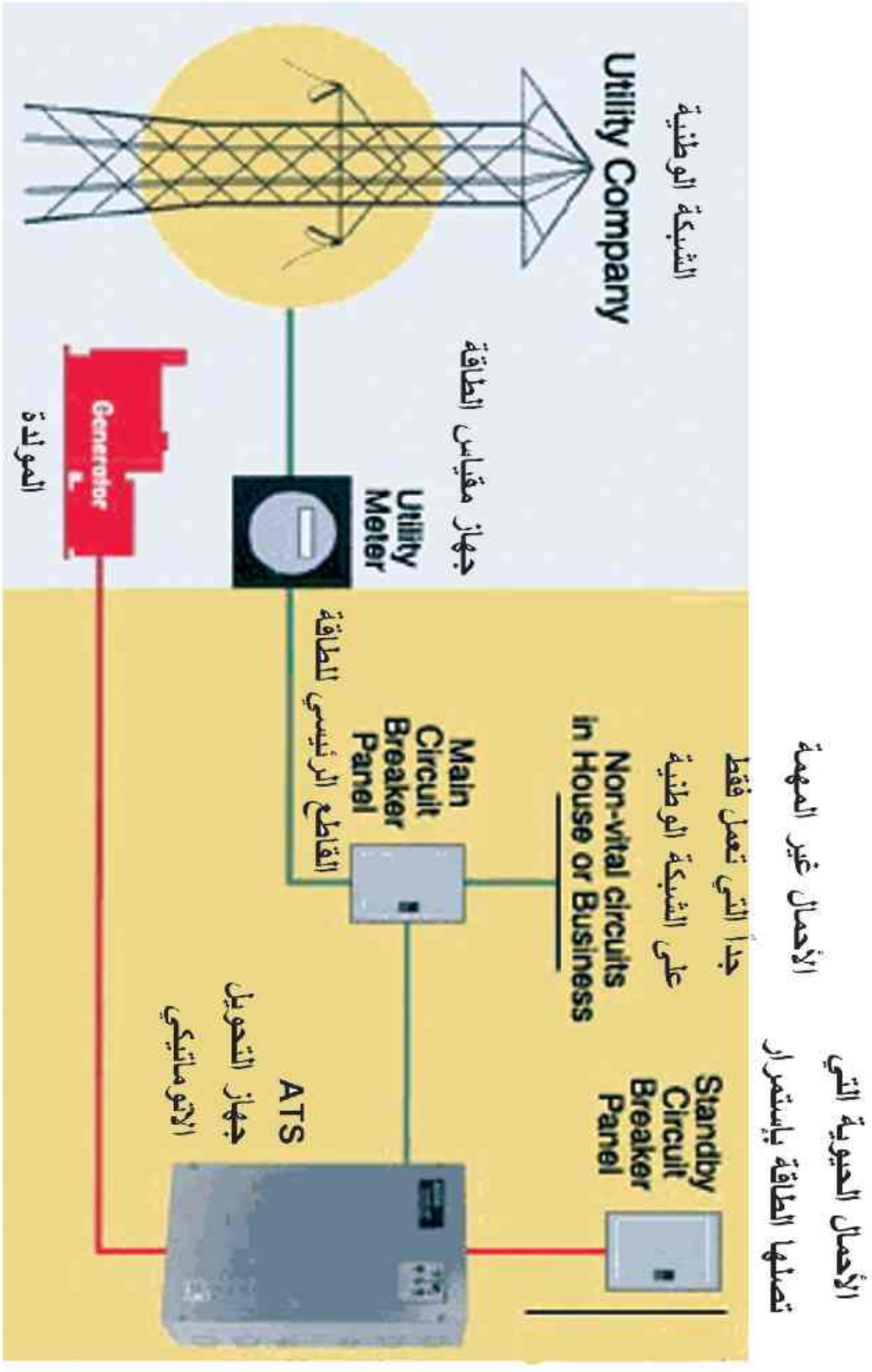
نلاحظ الشكل أعلاه الذي يمثل مفتاح تحويل إعتيادي يدوي ويلاحظ مكتوب عليه أن له حالتين (ON).أحدهما (ON LINE) يعني ربط الخط الرئيسي (الشبكة الوطنية) بالحمل والآخر (ON AUX) يعني ربط مصدر خارجي أو ثانوي ويقصد به مولدة لربطها بالحمل . أما الموقع المتوسط بينهما فهو حالة الإطفاء (OFF) حيث يمكن الإنتقال اليه من أي من موقعي الـ (ON).

الشكل الآتي يبين مخطط عمل مفتاح تحويل إعتيادي يدوي ذو أربعة أقطاب لتشغيل أي جهاز يعمل بثلاثة أطوار فضلاً عن إمكانية تشغيل أجهزة تعمل على الطور الواحد لوجود الخط المحايد (N) . يستلم المفتاح الطاقة الكهربائية من أحد مصدرين مختلفين مثلاً أحدهما يكون من الشبكة الوطنية والمصدر الثاني من مولدة ثلاثة أطوار كمصدر إحتياطي في حالة إنقطاع شبكة الكهرباء الوطنية لأي سبب كان وكما موضح في أدناه :-





(ب) التدريب على ربط مفتاح تحويل بين الشبكة والمولدة من النوع الآلي أو يسمى الاوتوماتيكي (ATS) Automatic Transfer Switch



عند إنقطاع تيار الشبكة الوطنية بالإمكان تشغيل مولدة محلية وتحويل ربط الحمل من الوطنية الى المولدة . وإذا كان مفتاح التحويل يدوي فسيستغرق بعض الوقت لإشتغال الأحمال على الطاقة الكهربائية وأدائها الغرض المطلوب.

خاصة إذا كان الشخص المكلف بالقيام بذلك بعيداً عن مكان التحويل ، أو أصلاً غير موجود لأي سبب كان.

ولأجل أن يستمر عمل الأحمال كما يجب وبدون تأخير ، نلجأ لإستخدام الإسلوب الآلي أو ما يُسمى الأوتوماتيكي ، بإستعمال الكونتكترات لتلبية هذا الواجب أو الأداء بتحويل ربط الأحمال من الشبكة الوطنية إلى المولدة المحلية أو العكس . وبدون أي مس يدوي لأي شخص ، وسيستغرق وقت التحويل مجرد لحظات فقط قد لا تذكر بل نسميها طرفة عين (رمشة).

تسمى هذه المجموعة للكونتكترات وما يتبعها من مستلزمات (مفتاح التحويل الآلي) Automatic Transfer Switch تختصر (ATS).

تتكون الدائرة الكهربائية اللازمة لهذا الغرض أساساً من كونتكترين إثنين ، يجب مراعاة تحمل موصلاتها الرئيسية حجم التيار الكهربائي الكامل للحمل.

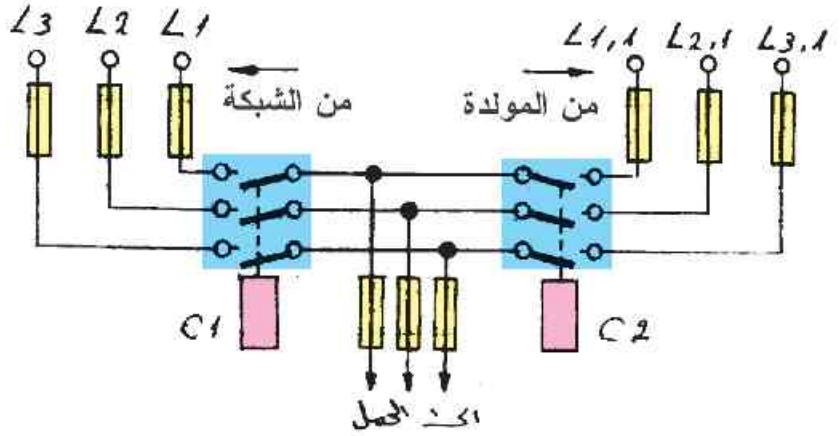
ملاحظة :-

أغلب الأحيان تحتوي المولدة على تشغيل آلي (أوتوماتيكي) حيث تبدأ بالاشتغال والتوليد حال إنقطاع الشبكة الوطنية وبإيعاز من الـــ (ATS).

ثم في بعض الأحيان وفي حالات خاصة يستوجب إستمرار عمل الأحمال بدون أي إنقطاع ولا حتى الرمشة التي نوهنا عنها أثناء فترة التحويل . في هذه الحالة يستوجب ربط جهاز (UPS) (Uninterruptible Power Suply) بالتوازي مع الحمل ليقوم بتزويد الحمل بالطاقة أثناء التحويل . فضلاً عن فيما لو حصل أي عطل بتأخير تشغيل المولدة.

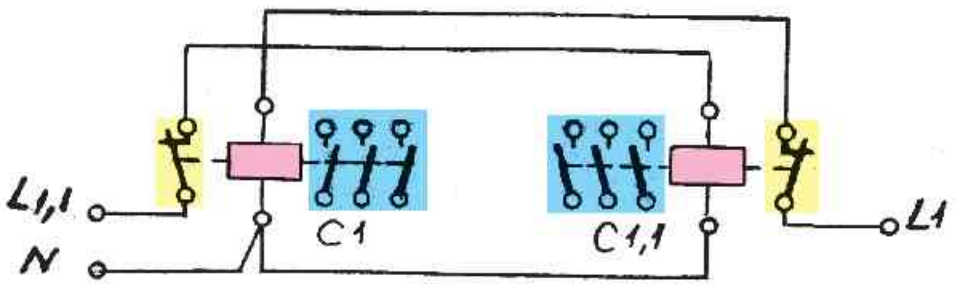
(هذا اذا كانت الأحمال مهمة جداً الذي يتطلب استمرار عملها بدون اي انقطاع)

* وبالإمكان إستعمال مفاتيح مغناطيسية (كونتكترات) لربط أي من المصدرين بالحمل كما في الشكل الآتي :-



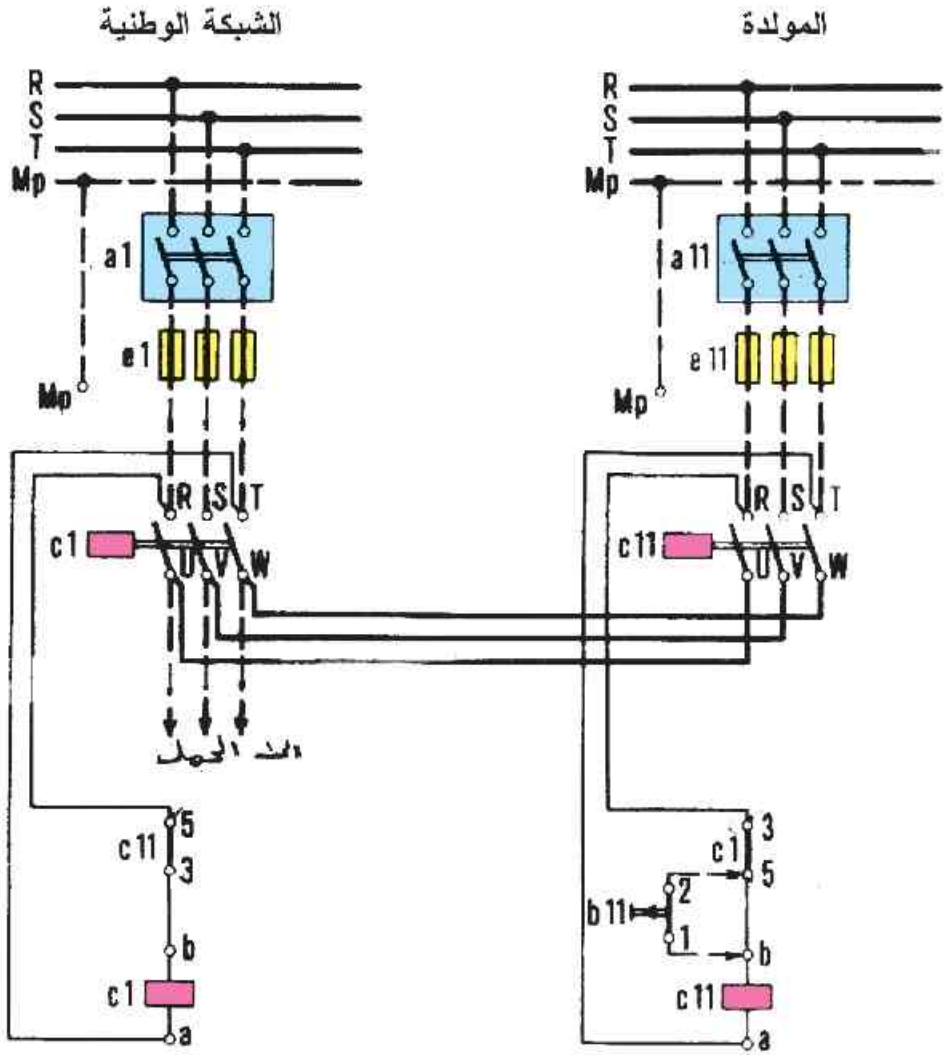
في هذه الحالة يجب تأمين إشتغال أحد الكونتكترين فقط وعدم السماح مطلقاً بربط الإثنين سويةً في أي حال من الأحوال.

* لذلك يستعمل إسلوب إشتغال دائرة السيطرة لعمل ملفات الكونتكترات بحيث دائرة أي منهما تعمل فقط عندما يكون الثاني متوقف ، يعني عمل أحد الملفين عن طريق فاتح الكونتكتر الثاني كما في دائرة السيطرة الآتية :-



وعلى الصفحة الآتية سنتناول المخطط الكامل لإمكانية إشتغال هذين الكونتكترين لإجراء عملية التحويل الذاتية (الأوتوماتيكية) بين كل من المصدرين الشبكة الوطنية أو المولدة وإيصاله الى الحمل.

مخطط تسليك وعمل مفتاح التحويل الآلي (ATS).



ملاحظات حول المخطط :-

١- ملفات الكونتكترين تعمل على (٣٨٠) فولت ، لذلك وصلت الى خطين رئيسيين (R,T) فلو كانت تعمل على (٢٢٠) فولت فستربط جهة الـ (a) من ملفي الكونتكترين بالـ (Mp) بدل الـ (T).

٢- بالإمكان إستعمال مفتاح قاطع دورة رئيسي أوتوماتيكي (مغناطيسي) كبديل لكل من القاطعين الرئيسيين (a1) و (a 11) وكذلك الفيوزات الإعتيادية (e1) و (e 11).

٣- يفضل إستعمال الكونتكترين من نوع المزدوج بتركيبة واحدة محمية ميكانيكياً بعدم العمل سويةً ، بحيث عندما ينسحب أحدهما يقفل الثاني ولا يسمح له بالعمل حتى لو تمت محاولة تشغيله ودفعه باليد ، ما لم يسقط الأول.

فيعمل أحدهما فقط ولا يعملان سويةً، لتلافي القصر (شورت).



صورة تمثل مفتاح التحويل الآلي مثبت الى جانب مولدة لتزويد البناية المعينة بالطاقة الكهربائية بدون إنقطاع

أسلوب عمل التوصيلة لمخطط مفتاح التحويل الآلي (A T S)

القاطع الرئيسي (a 1) هو الذي يوصل أولاً . يصل تيار الى الكونتكتر (C 1) وينسحب ، بهذا سيكون الحمل مرتبط بالشبكة الوطنية عن طريق الموصلات للكونتكتر (C 1) .

الآن يوصل القاطع الرئيسي (a 11) ليكون مهيأ لربط المولدة (فيما لو انفقطعت الشبكة الوطنية) .

نتيجة عمل الكونتكتر (C 1) يفتح الفاتح (5 - 3 / C 1) ويمنع مرور التيار الكهربائي الى الكونتكتر (C 11) مالم تنقطع الشبكة الوطنية .

أما إذا إنقطعت سيسقط الكونتكتر (C 1) وبه يغلق الفاتح (5 - 3 / C 1) ويوصل التيار الكهربائي الى ملف الكونتكتر (C 11) . وبهذا سيكون الحمل مرتبط بالمولدة عن طريق الموصلات الرئيسية للكونتكتر (C 11) . الفاتح (5 - 3 /C 11) يمنع مرور التيار الكهربائي عن ملف الكونتكتر (C 1) .

التحويل من الولدة الى الشبكة الوطنية لايمكن أن يتحقق ذاتياً بل فقط عندما يتم فصل المفتاح الرئيسي (a 11) الخاص بالمولدة .

ملاحظة :-

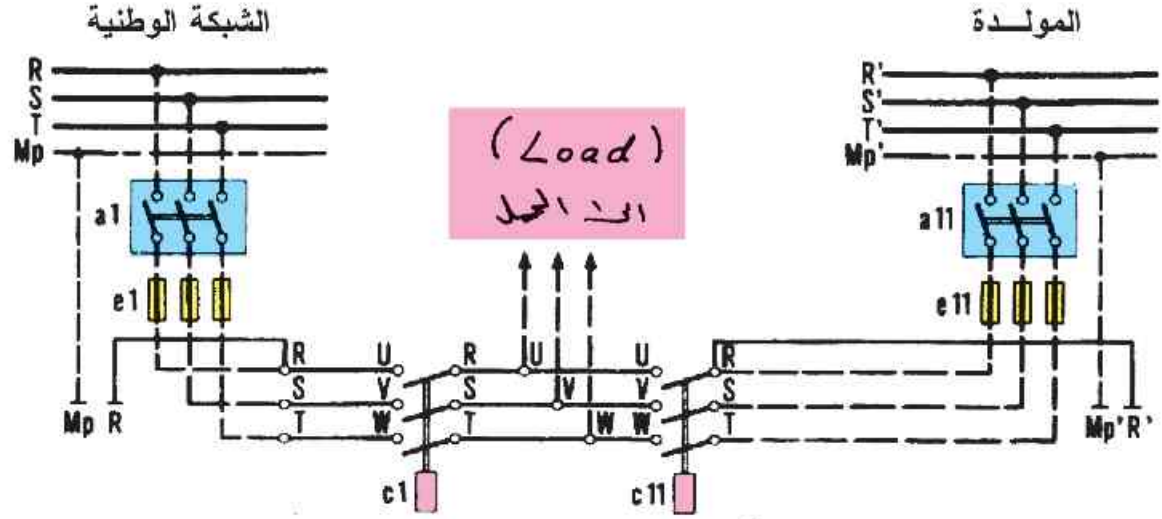
بالإمكان إضافة زر خاص (بوش بتن فاتح NC) (b 11) بعد رفع السلك الموصل بين (b /C 11) و (5 / C 1) وربط طرفي البوش بدله للتعويض عن فصل المفتاح الرئيسي للمولدة (a 11) ، في حالة عودة الشبكة الوطنية وإيقاف المولدة .

ولغرض إستعمال مخطط أكثر حماية وأمناً من المخطط السابق ، يمكن أن يتم بإستعمال رلي مراقبة الضغط (OUV) ولأجل أن يكون التحويل بين كل من الشبكة والمولدة آلياً وليس بالضرورة فصل المولدة بواسطة القاطع الرئيسي (a 11) أو زر الإيقاف (b 11) عند عودة الشبكة .

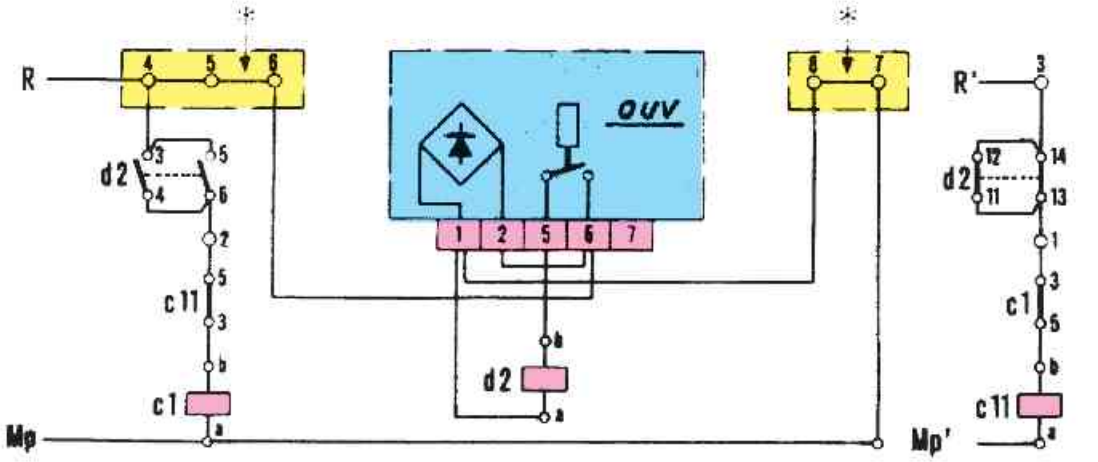
نعرض المخطط الآتي على الصفحة التالية :-

مخطط تسليك وعمل مفتاح التحويل الآلي (ATS) مع رلي مراقبة الضغط (OUV)

دائرة القوة (Power)



دائرة تحكم (control)



ملاحظات حول المخطط :

١) بالإمكان إستعمال مفتاح قاطع دورة رئيسي أوتوماتيكي (مغناطيسي) بدل كل من القاطعين الرئيسين (a1) و (a11) وكذلك الفيوزات الاعتيادية (e1) و (e11) .

٢) أسلاك التوصيل التي أزالها الإشارة (⇕) يتم إبعادها في حالة إستعمال محول مناسب لضغط ملف رلي مراقبة الضغط (OUV) إذاكان لا يعمل على (٢٢٠) فولت ، ليربط ملفه الإبتدائي على النقاط (5) و (7) والثانوي على النقاط (6) و (8) .

٣) يفضل استعمال الكونتكترين الرئيسين من النوع المزدوج بتركيبة واحدة محمية ميكانيكياً بعدم العمل سويةً .

٤) الموصّلات المساعدة للكونتكتر المساعد يمكن أن يكتفي بواحد فقط بدل من إثنين تربط على التوازي . يعني يمكن أن يكون واحد فقط غالق (NO) وواحد فاتح (NC) .





أسلوب عمل التوصيلة لمخطط مفتاح التحويل الآلي (ATS) مع رلي مراقبة الضغط (ouv).

في البداية يتم توصيل القاطع (a1) ثم من بعده القاطع (a 11) . سيصل تيار كهربائي إلى رلي مراقبة الضغط (ouv) من الشبكة الوطنية وسيعمل وينسحب وحالاً يغلق موصله المساعد (6 - 5) ويوصل تياراً كهربائياً الى الكونتكتر المساعد (d2) وينسحب ، بذلك ستعمل الفواتح (14 - 13 , 12 - 11 / d 2) على منع مرور التيار الكهربائي إلى ملف الكونتكتر (c 11) من المولدة (فيما لو كانت تعمل).

في الوقت نفسه ستغلق الغوالق (6 - 5 , 4 - 3 /d2) وتمرر التيار الكهربائي إلى ملف الكونتكتر (c1) . ينسحب الكونتكتر (c1) ويعمل عبر موصلاته الرئيسية على تزويد الأحمال بالطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية.

ملف الكونتكتر (c 11) سيحمى (لا يصله تيار) ولا يعمل عن طريق فتح الفاتح (5 - 3/c1) كي لا يعمل سويةً مع الكونتكتر (c1) فيما لو كانت المولدة تعمل الى جانب الشبكة الوطنية. الآن فيما لو إنقطعت الشبكة الوطنية أو إذا إنخفض ضغطها أو إذا زاد أكثر من القيمة الإعتيادية المنظم عليه الرلي (ouv) ، بهذا سينقطع التيار الكهربائي عن الكونتكتر المساعد(d2) ويسقط ، وبهذا سينقطع التيار عن الكونتكتر (c1) بواسطة الغالقين (6 - 5 , 4 - 3 / d2) ويسقط لذا سيمر تيار كهربائي الى ملف الكونتكتر (c 11) عن طريق الفواتح(14 - 13 , 12 - 11 / d2) وكذلك (5 - 3/c1).

وسينسحب ويعمل الكونتكتر (c11) عبر موصلاته الرئيسية على تزويد الأحمال بالطاقة الكهربائية من المولدة.

التحول من المولدة الى الشبكة الوطنية يجري ذاتياً (أوتوماتيكياً) وذلك عن طريق رلي مراقبة الضغط ، حيث يقطع ثانيةً التيار عن الكونتكتر (c11) ويوصل الكونتكتر (c1) فيقطع تزويد الحمل من المولدة . ويغذى من الشبكة الوطنية.

المواصفات الضرورية الواجب توفرها في مفتاح التحويل الأوتوماتيكي

لغرض ديمومة المفتاح والمحافظة على أداءه بالشكل المطلوب والجيد يفترض أن تتوفر فيه المواصفات الآتية :-

١- يجب أن يكون ملائماً للعمل المستمر في ظل درجة حرارة الجو الذي يعمل فيه.

٢- يجب أن يكون مجهزاً ومناسباً للعمل على ربط جميع أنواع الأحمال الطبيعية والحثية.

٣- يجب أن يكون قادراً على تحمل تيارات البدء العالية.

٤- أن يكون قادراً على تحمل التكرار في العمل لغرض الإيصال والفصل دون إحداث أي مشاكل في عمله أو في التوصيل الكهربائي.

الملحقات المطلوبة لمفتاح التحويل (ATS) :-

١- رلي مراقبة الضغط (ouv).

٢- مصابيح إشارة.

٣- أجهزة قياس مثبتة بشكل يمكن قراءتها دون فتح الباب.

أجهزة القياس المطلوبة :-

١- أجهزة لقياس التيار لكل طور من الأطوار الثلاثة.

٢- جهاز قياس الضغط للمولدة.

٣- جهاز قياس التردد للمولدة.

٤- جهاز عداد ساعات عمل المولدة.

مواصفات إضافية :

يفضل إستخدام مفتاح تحويل إعتيادي (MTS) كإحتياط للآلي (ATS) . حيث يؤسس الإثنين معاً ليكون الإعتيادي كإحتياط ثابت بدل الالي في حالة حدوث أي عطل فيه ، ذلك لغرض ديمومة عمل التحويل وإستمرار الأحمال بأدائها حسب ما مطلوب.

وبعض المفاتيح تعمل على أن تكون عند تحويلها من المولدة الى الشبكة الوطنية أن تبقي المولدة تستمر بالعمل بحدود الخمس دقائق وهي مفصولة عن الحمل لغرض تبريدها قبل وقوفها.

تمرين عملي (٣)

المطلوب تنفيذ تسليك وربط مفتاح التحويل الأوتوماتيكي (ATS)

مع رلي مراقبة الضغط (ouv).

وبموجب المخطط الذي تناولناه وتم شرحه وأسلوب عمله في هذا الموضوع.

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

ينفذ التمرين على لوحة خشبية قياس (٦٠ × ٦٠) سم.

العُدد المطلوبة :-

١- درنفيسات عدل ومربعة مختلفة القياسات.

٢- كتر وبلايس ولاوية وقاشطة ومخصف.

٣- مطرقة (٢٠٠) غم ومسطرة قياس.

المواد والأجهزة المطلوبة :

١- كونتكتران رئيسيان عدد (٢) ويفضل أن تكون بتركيبة واحد مزدوجة محمية ميكانيكياً بعدم العمل سويةً . يحتوي كل منها على ثلاثة موصّلات رئيسية مناسبة لتيار الحمل المتوقع . مع موصّل مساعد فاتح (NC) واحد لكل منهما.

٢- رلي مراقبة الضغط (ouv).

٣- كونتكتر صغير مساعد يحتوي على موصّلات مساعدة فقط على الأقل واحد فاتح (NC) والثاني غالق (NO).

٤- قاطع رئيسي لحماية الحمل من القصر يمكن أن يكون إعتيادياً مع فيوزات إعتيادية أو يمكن أن يكون أوتوماتيكياً مغناطيسياً وعندها لا نحتاج الى الفيوزات الاعتيادية.

٥- أسلاك للتوصيل والربط مع براغي لتثبيت الأجهزة.

ملاحظة :

١- من الطبيعي أن دائـــرة السيـــطرة (Control) هي ذاتها إن كانت لـــكل من الشبكـــة الوطنية والمولدة ثلاثية الطور أو طور واحد . فذلك يعود إلى دائرة القوة (Power)

التي تكون منفصلة كهربائياً عن دائرة السيطرة . لذلك تستعمل الشبكة المتوفرة سواءً طوراً واحداً أو ثلاثة أطوار وكذلك المولدة . فبالإمكان إستعمال ثلاثة موصّلات رئيسية من الكونتكترات الرئيسية في حالة كون الشبكة ثلاثة أطوار أو إستعمال فقط موصلين إثنين عند ربط شبكة الطور الواحد ، ومنها الى الحمل.

٢- بالنسبة للحمل ليس من الضروري ربطه وإنما الغاية الأساسية من التمرين هي ملاحظة عمل الكونتكترين عند إنقطاع أي من الشبكة الوطنية أو المولدة . فإن لم تتوفر مولدة يمكن الإستعاضة بخط آخر من الشبكة.

في هذه الحالة ولغرض إجراء الفحص يتم قطع أحدهما وملاحظة عمل التمرين ثم إيصاله وقطع الآخر وملاحظة تبديله أو تحويله.

أسئلة حول مواضيع كل من جهازي مبين تتابع الأطوار ورلي منع إنعكاس الأطوار ومفتاحي التحويل بين الشبكة والمولدة اليدوي والآلي وإتمام عملية التوافق :-

س١- ما هو جهاز مبين تتابع الأطوار؟

س٢- ما الفرق بين الفاحص الاعتيادي (Tester) ومبين تتابع الأطوار (Phase finder)؟

س٣- على أي نظرية يعمل جهاز مبين تتابع الأطوار؟

س٤- ما هو رلي مراقبة الضغط (Over Under Voltage)

س٥- ما هو مفتاح التحويل بين الشبكة والمولدة اليدوي الإعتيادي (MTS)؟

س٦- هل يمكن لمفتاح التحويل بين الشبكة والمولدة اليدوي أن يخطأ ويربط الشبكتين (الوطنية والمولدة) سوية؟ كيف؟

س٧- ما هو مفتاح التحويل بين الشبكة والمولدة الآلي (ATS)؟

س٨- ما الذي يحمي من عدم عمل الكونتكترين معاً في مفتاح التحويل الآلي (ATS)؟

س٩- ما الفرق بالأداء بين مفتاحي (MTS) و (ATS)؟

س١٠- ما فائدة رلي مراقبة الضغط (ouv)؟

س١١- عند إستعمال مفتاح التحويل الآلي (ATS) بدون رلي مراقبة الضغط . لماذا لا يتم التحويل من المولدة الى الشبكة الوطنية ذاتياً؟

س١٢- ما فائدة الزر (b11) الذي يتم ربطه عن طريق ملف الكونتكتر الخاص بالمولدة؟

س١٣- لماذا يفضل أن نستعمل كونتكترين مزدوجة بتركيبة واحدة محمية ميكانيكياً في مفتاح التحويل الأوتوماتيكي (ATS)؟

س١٤- ما هو رلي مراقبة التردد (OUF)؟

س١٥- ما هي المواصفات الضرورية الواجب توفرها في مفتاح التحويل الآلي (ATS)؟

س١٦- ما هي الملحقات المطلوبة لمفتاح التحويل (ATS)؟

س١٧- ما هي أجهزة القياس المطلوب توفرها في المولدة التي تربط مع مفتاح التحويل الآلي (ATS)؟

س١٨- لماذا تترك المولدة تدور بعد فصل الحمل عنها ولفترة وجيزة من الزمن؟ وكم يدوم هذا الوقت؟

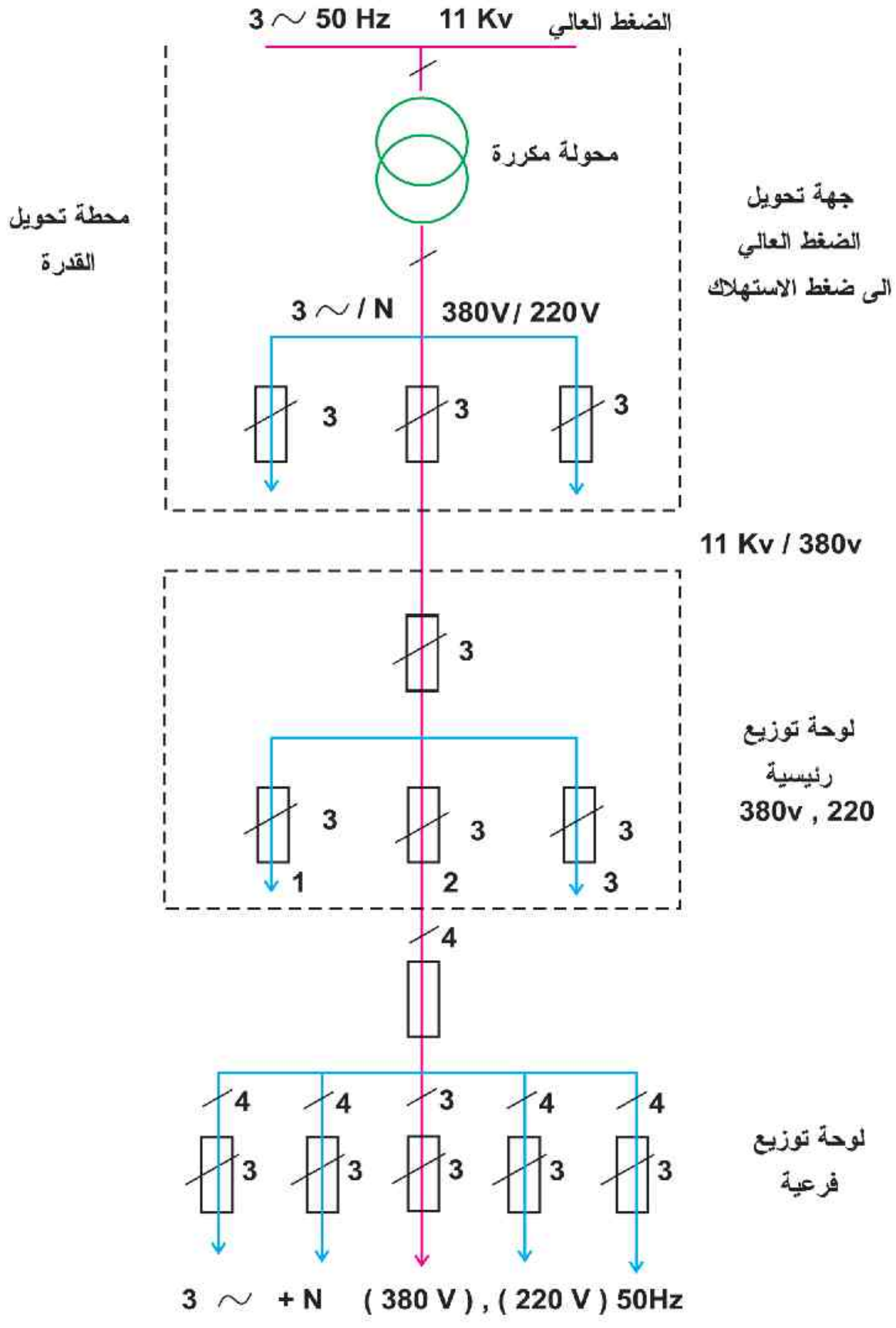
س١٩- ما هي الشروط الواجب إتباعها لربط مولدتين ثلاثة أطوار على التوازي؟

(١) التدريب على ربط لوحة الضغط الواطئ وأجهزة القياس والسيطرة التابعة لها.



لوحـــة توزيـــع كهربائيـــة (بنل)

تُسمى لوحات التوزيع الكهربائية بلوحات الضغط الواطئ المبينة في الشكل أعلاه عندما يكون الضغط المستعمل فيها أقل من (١٠٠٠) فولت لأنها توصل من جهة الضغط الواطئ لمحولات القدرة التي تنقل وتحوّل الضغط من جهة الضغط العالي الذي بحدود (١١٠٠٠) فولت ويعتبر الموزع الرئيسي في الشوارع ومنها الى الدور السكنية والمصانع ليصلها الضغط الواطئ (380 / 220 v) ومنها لجميع المكائن الكهربائية وأجهزة الإستهلاك وكما مبين في المخطط الكهربائي الآتي :


3 ~ 50 Hz
11 Kv
الضغط العالي
محولة مكررة
محطة تحويل
القدرة
جهة تحويل
الضغط العالي
الى ضغط الاستهلاك
3 ~ / N
380V/ 220V
3
3
3
11 Kv / 380v
3
لوحة توزيع
رئيسية
380v , 220
3
3
3
1
2
3
4
4
4
3
4
4
3
3
3
3
3
لوحة توزيع
فرعية
3 ~ + N
(380 V) , (220 V) 50Hz

الطاقة الكهربائية التي تمثل شبكة الضغط الواطئ توزع إلى عدة فروع قبل وصولها إلى أجهزة الإستهلاك في مناطق التشعبات حيث تثبت منشآت توصيل أو توزيع تحتوي على أجهزة توصيل وحماية وقياس وكل حسب وضعه في الشبكة حيث بالإمكان إعتبارها كلوحة توزيع رئيسية أو فرعية كما في المخطط الكهربائي السابق والشكل الآتي الذي يمثل البورد الرئيسي (Panel)



(البورد الرئيسي)

البناء الأساسي لمحطة تحويل القدرة – ثلاثة أطوار

شبكة الضغط العالي – ذات ثلاثة خطوط –

القاطع الفاصل (Isolating Switch) : وهو جهاز فصل الدائرة الكهربائية الرئيسية (فقط في حالة عدم سريان تيار كهربائي فيه) ، ويكون فصله وإعادة إيصاله واضح للعين.

قاطع الدورة للقوى – للضغط العالي

يقطع هذا القاطع الدائرة الكهربائية أثناء مرور التيار الكهربائي فيها ، وكذلك عند إرتفاع القدرة في حالة القصر (ذاتياً) وذلك للحد المعطى على لوحة التسمية.

ومن جرّاء الضغط العالي تربط فواصل زيادة التيار وفواصل القصر عبر محولات تيار خاصة بذلك.

المحولة

الرمز (↗) يعني إمكانية تغيير ربط عدد لفات ملف الضغط العالي، وهذا يساعد على تغيير ضغط جهة الضغط العالي في حالات خاصة وبنسب معطيه مثلا (± ٤٪).

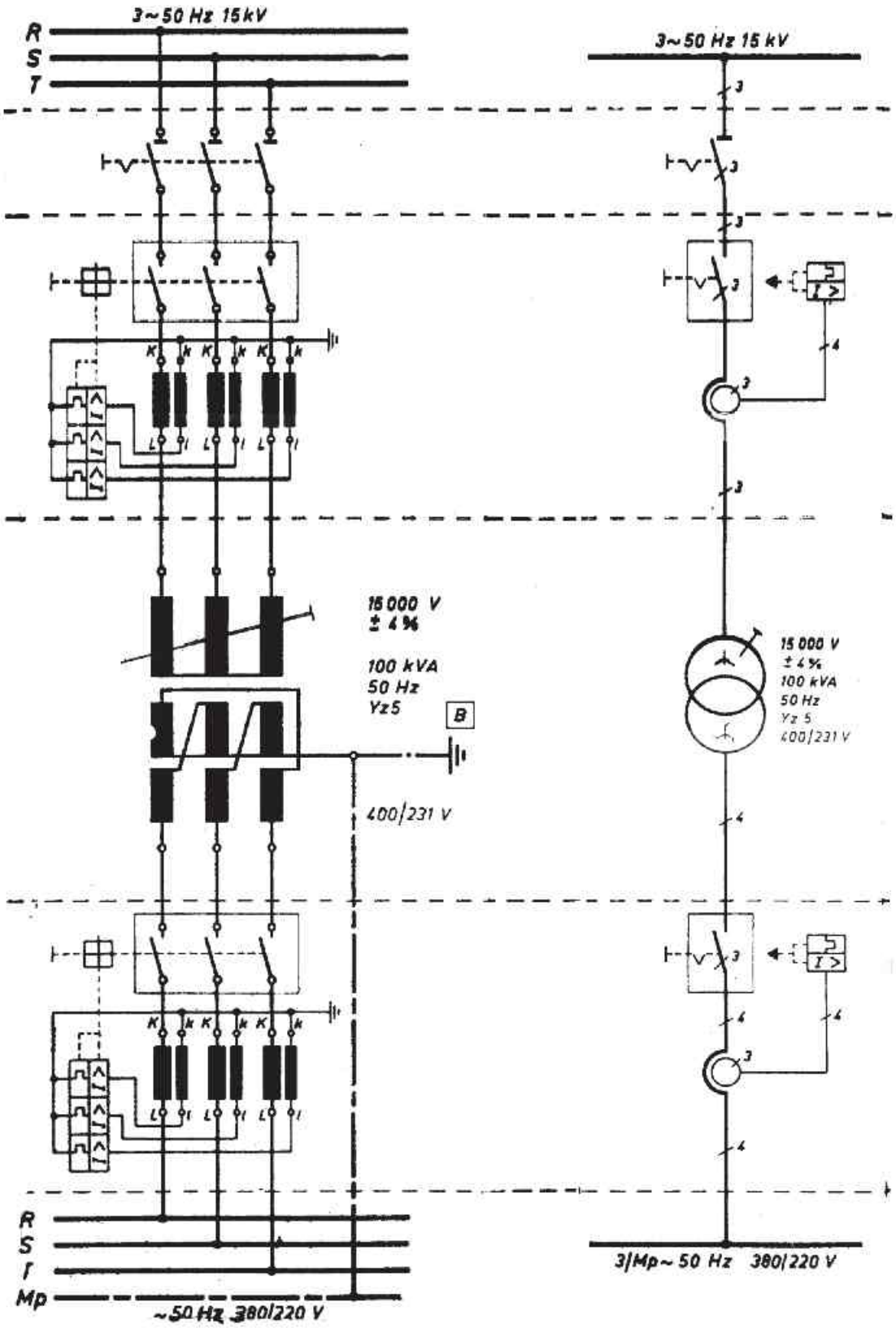
قاطع الدورة للقوى – للضغط الواطئ

يقطع كذلك الدائرة الكهربائية أثناء مرور التيار الكهربائي فيها وكذلك عند إرتفاع القدرة في حالة القصر(ذاتياً) وذلك للحد المعطى على لوحة التسمية أيضاً.

ومن جرّاء مرور تيار كهربائي عالٍ ، تربط الفواصل عبر محولات تيار خاصة.

شبكة الضغط الواطئ – ذات أربعة خطوط –

7(220 / 380) Hz 5o.

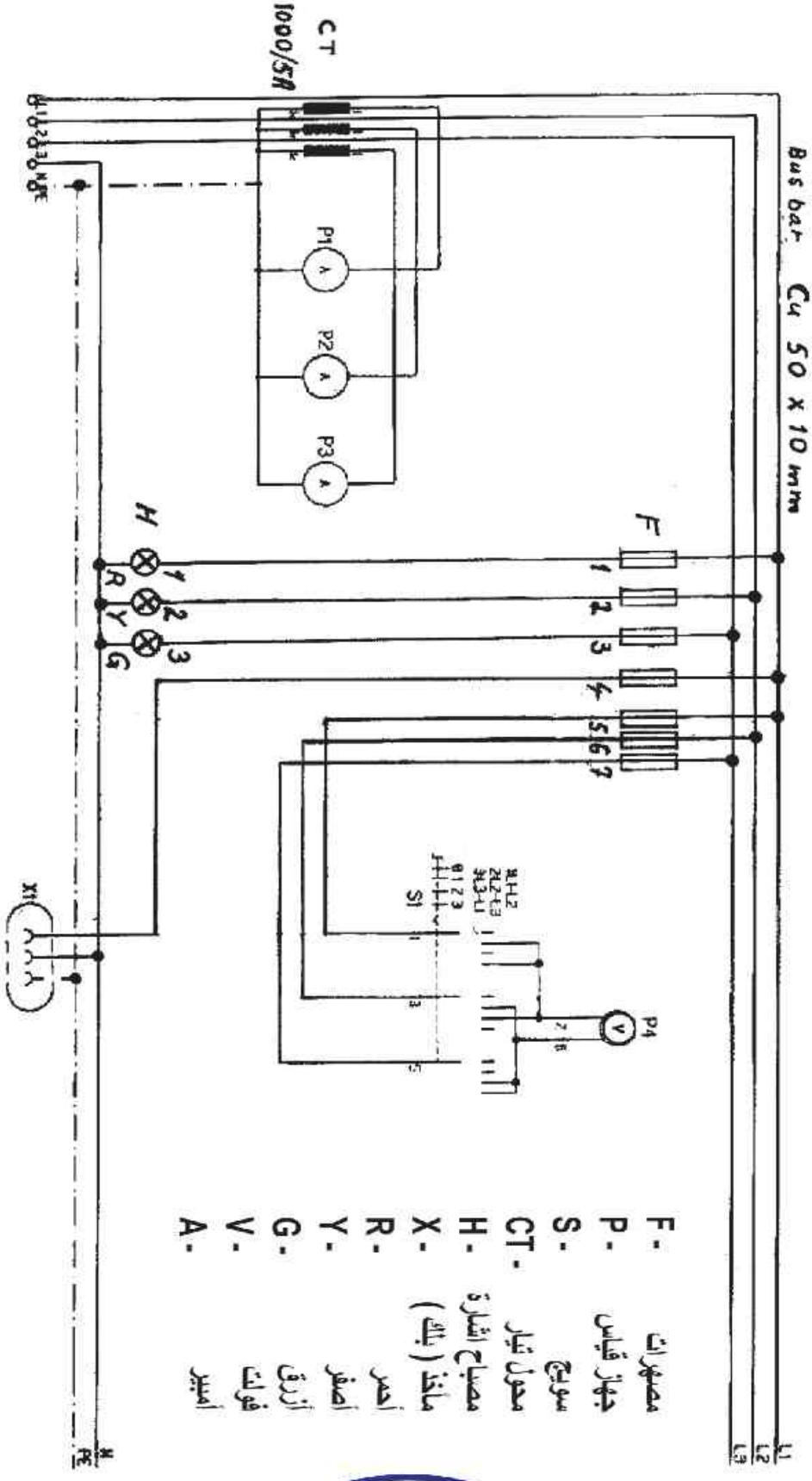

3~50 Hz 15kV
R
S
T
3~50 Hz 15 kV
15 000 V
± 4 %
100 kVA
50 Hz
Yz5
B
400/231 V
15 000 V
± 4 %
100 kVA
50 Hz
Yz 5
400/231 V
R
S
T
Mp
~50 Hz 380/220 V
3/Mp~ 50 Hz 380/220 V



لوحة توزيع (Panel)

جميع لوحات التوزيع الكهربائية الصناعية تحتوي على أجهزة القياس الضرورية للسيطرة على مقدار الضغط الواصل إلى الأجهزة والمكائن وكذلك كمية التيار المسحوب لمراقبة القدرة للحمل لتلافي أي خلل أو عطب معين قد يحدث فضلاً عن أجهزة قياس معامل القدرة وقياس التردد ومصابيح إشارة عدد ثلاثة لبيان تواجد الأطوار الثلاثة باستمرار ومراقبة عدم غياب أحدهما لديمومة عمل المكائن والمحركات التي تعمل على ثلاثة أطوار (Three Phase) والمخطط الآتي يبيّن طريقة ربط أجهزة القياس الخاصة بالجهد والتيار مع مصابيح الإشارة.

المخطط الكهربائي لربط أجهزة القياس في البنلات



نلاحظ أن أجهزة قياس التيار تربط في لوحات التوزيع الرئيسية عن طريق محولات تيار (C.T) (Current Transformer) التي تثبت في الباز بار الرئيسي المعني في الدائرة المراد مراقبة تيارها وذلك بسبب قيمة التيار العالية جداً والتي يتعذر قياسها باستعمال جهاز قياس تيار مباشر له.



محول تيار C.T



نوع آخر من محول تيار C.T

أما جهاز الضغط فيستعمل واحداً فقط يوصل عن طريق مفتاح إختيار (Selector Switch) لقياس الضغط بين مختلف الأطوار مثلاً :-

الحالة الأولى ---------- Off

الحالة الثانية ---------- L_1 ، N

الحالة الثالثة ---------- L_2 ، N

الحالة الرابعة ---------- L_3 ، N

الحالة الخامسة ---------- L_1 ، L_2

الحالة السادسة ---------- L_1 ، L_3

الحالة السابعة ---------- L_2 ، L_3



مفتاح إختيار

لذلك نحتاج الأجهزة الكهربائية الضرورية الآتية لمراقبة عمل الوحدات الكهربائية :-

١- جهاز قياس التيار (الامبير ميتر) (Ampere Meter)

٢- جهاز قياس الضغط الكهربائي (فولتمتر) (Volt Meter)

٣- جهاز قياس الطاقة (كيلو واط ساعة) (KW Meter)

٤- جهاز قياس التردد (Frequancy Meter)

٥- جهاز قياس معامل القدرة (Cos φ Meter) أو (P.F Meter)

٦- أجهزة أخرى يتطلب حاجتها حسب طبيعة العمل مثلاً جهاز قياس الحرارة ، جهاز قياس الضغط الميكانيكي وغيرها.

٧- مصابيح إشارة لبيان فعالية أي من الخطوط التابعة للشبكة.



لوحة توزيع كهربائية مثبتة عليها أجهزة القياس وبعض المفاتيح

تركيب لوحة التوزيع الكهربائية الصناعية

تتكون من ألواح حديدية مثبتة على جسور من الحديد وبأحجام مختلفة حسب تصاميم تتناسب مع الغرض من استعمالها ، ويتم من خلالها توزيع التيار الكهربائي من الخط الرئيسي بصورة متساوية على القضبان النحاسية التي تسمى بـــ (الباز بار Bus bar) وهناك نوعان من لوحات توزيع الضغط الواطئ (المكشوفة والمغلقة)



لوحة توزيع مكشوفة

١ – لوحات توزيع الضغط الواطئ المكشوفة

تستعمل عادة في الأماكن التي توجد فيها توصيـــلات خاصة أو قوة تحمّـــل عاليـــة ضد القِصـــر (S.C) (Short Circuit)

تكون الواجهة الأمامية عبارة عن أبواب حديدية تثبت عليها أجهزة القياس مع مصابيح الإشارة . أما القضبان النحاسية (الباز بار) فتوضع على عوازل واقية داخل الهيكل.



نماذج للوحات توزيع مكشوفة

٢- لوحات توزيع الضغط الواطئ المغلقة

منها بلاستيكية ومنها معدنية التي يجب أن تكون مضادة للتأكسد تكون هذه اللوحات مبنية بطرق القطع الجاهزة (Construction unit) حيث يمكن التوسع بلوحة التوزيع الى أيّ حدٍ مطلوب.



لوحة توزيع مغلقة قابلة للتوسع

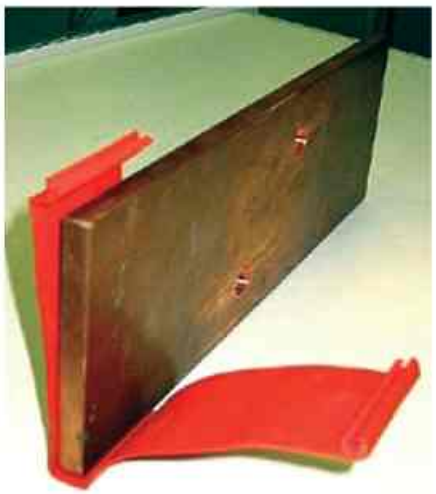


لوحة توزيع مغلقة

الألواح النحاسية وتُسمى أحياناً قضبان نحاسية باز بار (Bus bar)

تطرقنا ضمن شرحنا عن لوحات الضغط الواطئ الى هذا المصطلح ولكونه يعد من الأجزاء الرئيسية المهمة في بناء لوحات التوزيع الرئيسية للضغط الواطئ لكبر قيمة التيار الكهربائي الذي يتم نقله من الشبكة الرئيسية وتوزيعه الى اللوحات الفرعية ومنه الى اجهزة الإستهلاك.

الباز بار (Bus bar) عبارة عن لوح من النحاس بسمك يتراوح من (٣-١٠ ملم) يتناسب مع التيار المطلوب وبطول مناسب حسب تصميم اللوحة ، بذلك نحصل على قطعة معدنية متينة على شكل (راسطة) يمكن أن نأخذ من أي مكان تمر فيه على تفرعات بالعدد الذي نحتاجه وبالوقت نفسه يمكن تثبيت بعض المستلزمات الكهربائية عليها مباشرة.

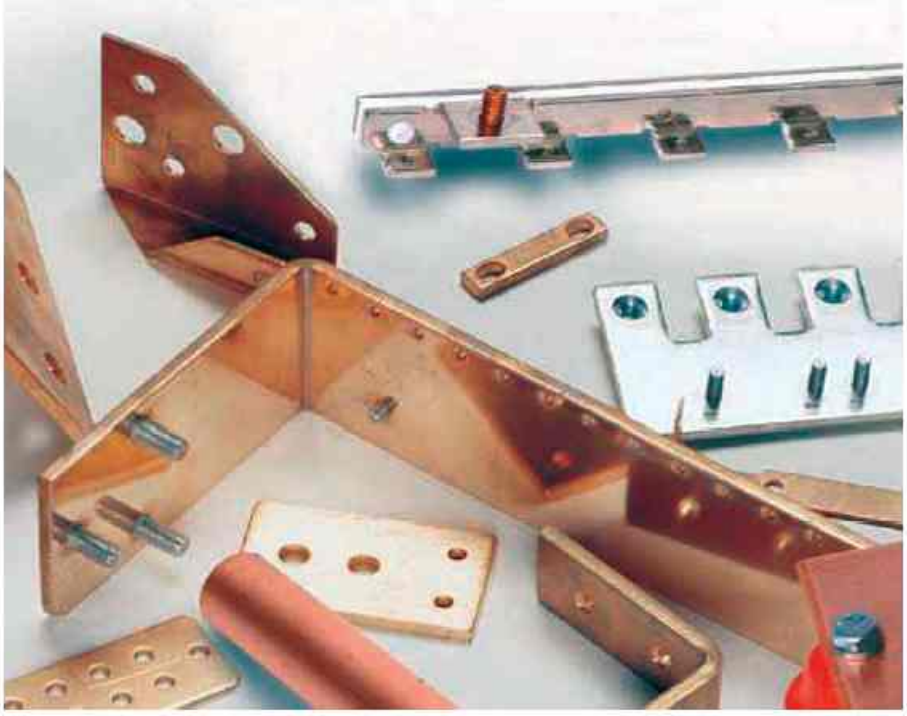






أشكال مختلفة من الباز بار (Bus bar)

يأخذ الباز بار طريقه في السير داخل (البورد) بمختلف منحنياته وذلك بواسطة ثنيه بماكنة خاصة بالزاوية المطلوبة لكي يصل إلى الجهاز المعني لإيصال (ق . د . ك) إليه مثل مفاتيح القَطِعْ الرئيسية والفرعية التي يتم بواســطتها تشغيل المكائن والمحركات الكهربائية كافة وبصورة عامة.



مجموعة من البازبارات بأشكال مختلفة

تكون طريقة تثبيت القطعتين الفرعية مع الرئيسية بشكل ملاصق تماماً تثبت بواسطة براغي خاصة لا يكون قطر البرغي أقل من (١٠ ملم) ويُشد بإحكام بحيث يجب احتوائه على (سبرنك واشر).



أشكال متنوعة من البازبارات

وبعد الشد يتم فحصه بامرار ورقة عادية بين القطعتين المتلاصقتين ويجب أن لا توجد ثغرة أو فراغ يسمح بمرور الورقة ، مما يؤدي الى زيادة درجة الحرارة نتيجة التوصيل الرديء وبالتالي تلف البورد بكامله.

أحياناً تستعمل مفرغات هواء خاصة لجعل درجة الحرارة متوازنة داخل البورد لأداء عمل الأجهزة المستعملة من مفاتيح ورليات وغيرها كما مصممه عليه.



بعض أنواع مفرغات الهواء

جدول يمثل أحجام الألواح النحاسية الباز بار (Bus bar)
النظامية المتوفرة لصناعة البوردات

COPPER BUSBAR



Size	Cross Section (sq. mm)	Current Carrying Ampacity (A)
3mm x 12mm x 18'	36	56
3mm x 15mm x 18'	45	70
5mm x 15mm x 18'	75	116
5mm x 20mm x 18'	100	155
5mm x 25mm x 18'	125	194
5mm x 30mm x 18'	150	233
5mm x 35mm x 18'	175	271
5mm x 40mm x 18'	200	310
5mm x 50mm x 18'	250	388
5mm x 60mm x 18'	300	465
5mm x 80mm x 18'	400	620
5mm x 100mm x 18'	500	775
10mm x 15mm x 18'	150	233
10mm x 20mm x 18'	200	310
10mm x 25mm x 18'	250	388
10mm x 30mm x 18'	300	465
10mm x 35mm x 18'	350	542
10mm x 40mm x 18'	400	620
10mm x 50mm x 18'	500	775
10mm x 60mm x 18'	600	930
10mm x 80mm x 18'	800	1240
10mm x 100mm x 18'	1000	1550
10mm x 125mm x 18'	1250	1938
10mm x 160mm x 18'	1600	2480
1/2" x 6" x 18'	3 sq. in	3000
1/4" x 2-1/2" x 18'	0.625 sq. in	625

يتم تثبيت الباز بار على الجسم المعدني للبورد بواسطة عوازل خاصة تتناسب وحجم الباز بار المستعمل.

يثبت العازل بواسطة براغي من جهتين ، جهة يثبت فيها الباز بار والجهة الأُخرى تثبت في جسم البورد ويكون العازل على قياسات وارتفاعات مختلفة حسب متطلبات تثبيت الباز بار وبُعده عن جسم البورد (الداخلي) وكما في الأشكال الآتية :







أشكال متنوعة من العوازل المستعملة لعزل الباز بار عن الجسم المعدني للبورد

النقطة المحايدة (MP أو N) لا تمر عبر المفاتيح وانما توزع مباشرة من المصدر الى الأحمال وتستعمل لهذا الغرض أشرطة كونكتر نحاسية عارية تثبت داخل البورد ، تحتوي على عدة نقاط ربط تكفي لجميع الأحمال وللتوسعات المستقبلية وتكون عادة أشرطة خاصة بالنقطة المحايدة وأُخرى خاصة بنقاط التأريض (Earth) . مشابهة لأشرطة النقطة المحايدة تثبت عادة بشكل مباشر على جسم البورد الذي يفترض أصلاً أن يؤرض.



أشرطة كونكتر نحاسية عارية

تمرين عملي رقم (١)

المطلوب :-

أ- ثلاثة ألواح نحاسية (باز بار) حجم كل منها (١٠ × ٥٠ ملم) وبطول (٥٠ سم) (نصف متر) تمثل الشبكة الرئيسية بحيث تثبت كل منها على عازلين من العوازل الخاصة داخل صناديق توزيع فارغة (بنلات).

ب- تثبيت ثلاثة ألواح نحاسية (باز بار) فرعية بقياس (٣ × ١٥) لتوصيل ق . د . ك من الباز بار الرئيسية الى سيركت بريكر حجمه ونوعه من النوع الذي يثبت في الباز بار مباشرة كما في الشكل أدناه.



سيركت بريكر

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :

العُدد المطلوبة :

١- دريل (Dril). لتثقيب الباز بار.

٢- بلايس.

٣- سباتة.

المواد المطلوبة والأجهزة :-

١- براغي لتثبيت البازبارات الرئيسية والفرعية مع بعضها.

٢- سيركت بريكر.

٣- صناديق توزيع فارغة.



بازبارات



صندوق توزيع (بنل)

أسئلة حول موضوع لوحات التوزيع (البنلات)

س١- ماذا تعرف عن القضبان النحاسية التي تسمى (البازبارات) ؟

س٢- ما هي أنواع لوحات الضغط الواطئ ؟

س٣- مم تتكون لوحة التوزيع الكهربائية الصناعية ؟

س٤- ما الفائدة من إستعمال مفتاح متعدد الخيارات مع جهاز الضغط ؟

س٥- ما هي مكونات محطة تحويل القدرة الكهربائية من الضغط العالي الى الضغط الواطئ ؟

س٦- لماذا يجب أن يكون ربط قطعتي الباز بار مع بعضهما بشكل متلاصق تماماً ؟

س٧- كيف يتم تثبيت البازبارات في لوحات التوزيع الكهربائية علماً أن (الباز بار) يحمل تيار كهربائي وجسم اللوحة من معدن بحيث لا يكون هناك أي تماس كهربائي.

س٨- كيف يتم ثني (الباز بارات) خاصة الكبيرة منها ؟

(٢) التدريب على عمل حزم الأسلاك بواسطة :

١- الخيط (Bandage).

٢- الشريط اللولبي البلاستيكي (Spiral).

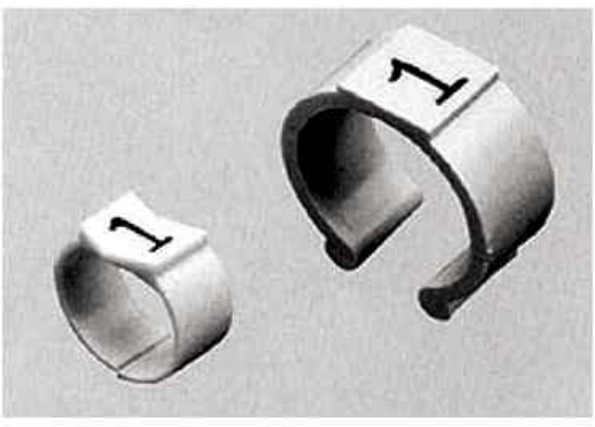
٣- أحزمة الربط البلاستيكية مع القاعدة اللاصقة (Sticker).

٤- القنوات البلاستيكية (Trunks).

لاحظنا أثناء تنفيذ التمارين العملية لتشغيل المحركات وخاصة عندما يكون بواسطة الكونتكترات حيث هناك كثير من الأسلاك الواجب إستعمالها لإستكمال التشغيل وفي كلتا دائرتي السيطرة والقوة . وكذلك لوحات الضغط الواطئ وكافة البنلات.

فمن غير المعقول أن يكون توصيل الأسلاك بشكل عشوائي لإختيار أقصر المسافات ، بحيث ينتهي الأمر الى شبكة عنكبوتية من الأسلاك.

صحيح أن الدائرة الكهربائية وأجهزتها ستعمل كما يجب ولكن منظرها غير لائق وتتبعها سيكون صعباً – فيما لو إستوجب إستبدال أحدها – فلأجل تأمين الشكل اللازم واللائق لتوصيل الأسلاك وخاصة المرنة (فلكس) لمواقع التوصيل ، يجب جمعها وربطها مع بعضها ضمن مسالك محددة ومختصرة تسير بين الأجهزة أو على جوانبها ، مع ضرورة تعليم وترقيم كل سلك في بدايته ونهايته بالعلامة نفسها أو الرقم المتوفر منها في الأسواق وهي على شكل حلقة بلاستيكية صغيرة على قدر حجم السلك مع عازله حيث تدخل فيه (كالخاتم) وكل منها يحتوي على رقم واحد فقط بدءاً من الصفر والى رقم (٩) فتوضع عدد كاف لإظهار رقم السلك المطلوب (الواحد جنب الأخرى).



هناك عدة أساليب ومواد تستعمل لأجل تنفيذ عمل الحزم للأسلاك ومنها :-

١- الخيط (Bandage) :

يفضل أن يستعمل خيط قطني لحزم الأسلاك وتستعمل لذلك عقد ثابتة للربط ، منها يكون عند الإبتداء ولغرض الإطالة تسمى الوسطية ثم العقدة النهائية التي تكون عبارة عن عقدتين وسطيتين وفيما يأتي أنواع وأشكال العقد المستعملة لغرض عمل حزم الأسلاك أو ما تسمى (بندجة الأسلاك).

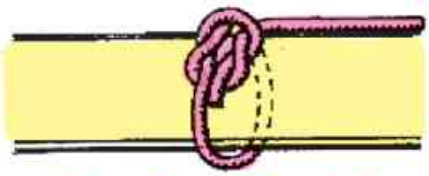
كيفية عمل حزم من الأسلاك (بندجة الأسلاك)

لأجل تأمين الشكل اللازم لتوصيل حزمة أسلاك مرنة لمواقع أمكنة التوصيل يجب ربطها بعدة عقد بواسطة خيط لجعلها حزمة واحدة (بندجة).

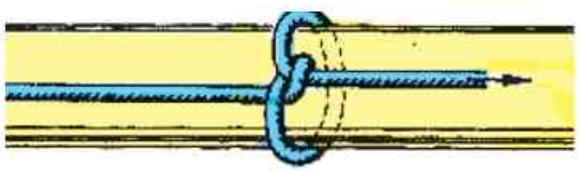
١- عقدة إطالة : وهي التي يمكن عقدها لدى الحاجة لإطالة خيط الربط.



٢- عقدة الإبتداء : وتقع لدى الإبتداء بعمل الحزمة.



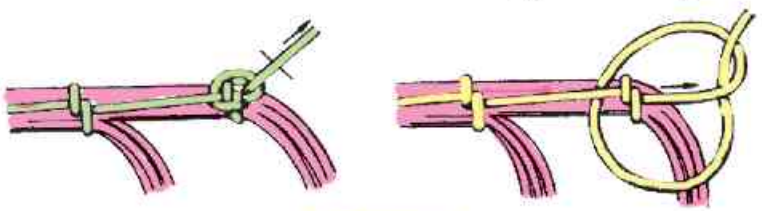
٣- العقدة الوسطية : وتعقد بالتتابع على أبعاد متساوية على طول حزمة الأسلاك.



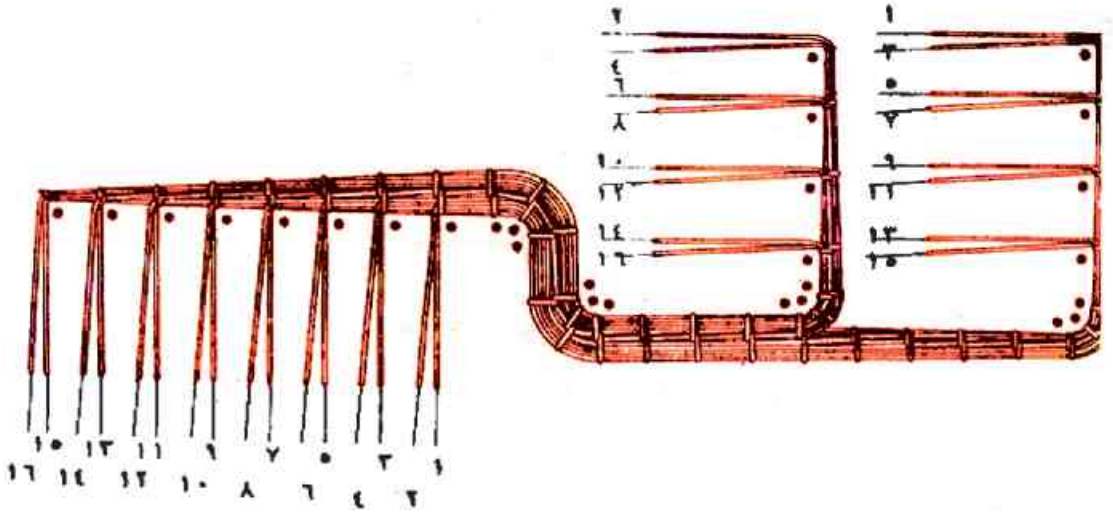
٤- العقدة النهائية : وتربط في نهاية الحزمة خلف مسمار التشكيل مباشرة.

أ- وتستعمل عقدتان وسطيتان كعقدة نهائية إذ تؤمن آخر عقدة وسطية بعقدة أخرى تقع قبلها.

ب- أو تعقد كما في الشكل الآتي :



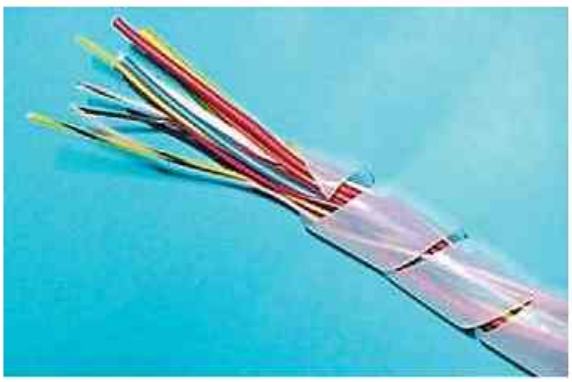
فيما يأتي شكل توضيحي لحزمة أسلاك مرنة (بندجة) لربط نقاط توصيل بين أجهزة كهربائية مختلفة ، موّضح فيها كل سلك منها بتأشير بدايته ونهايته بالرقم نفسه :-



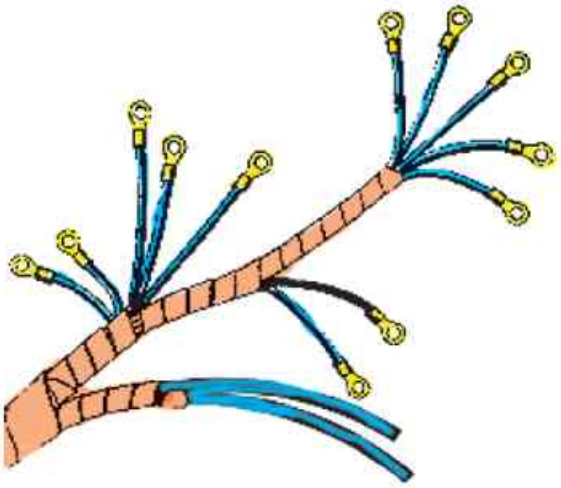
٢- الشريط اللولبي البلاستيكي (spiral)

الشكل نفسه اعلاه الذي ربطنا فيه الأسلاك بواسطة الخيط يمكن تنفيذه بإستعمال شريط اللولب البلاستيكي :-





لربط حزمة الأسلاك بواسطة السبايرول يراعى أن يكون لولب الشريط البلاستيكي مشدوداً بشكل جيد لكي لا يرتخي ويتغير شكل الحزمة . علماً أن هناك أحجام مختلفة من ذلك الشريط وحسب عدد الأسلاك المستعملة للحزمة وحجمها .



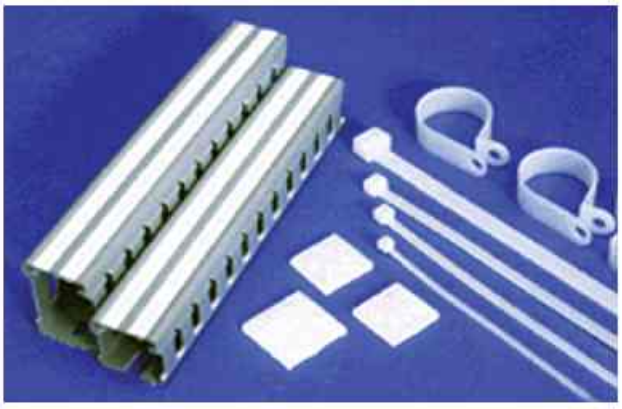
وفيما يأتي أشكال وأحجام وأنواع مختلفة من السبايرول :-



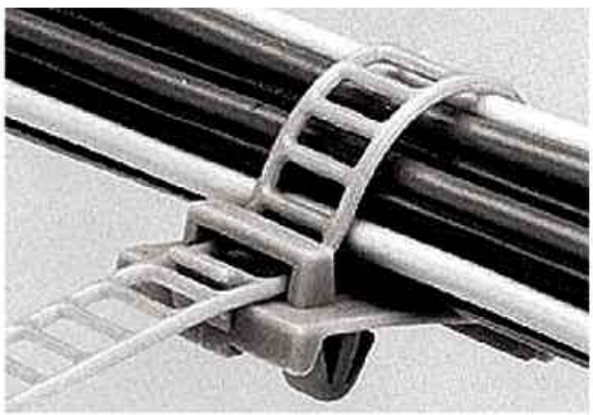


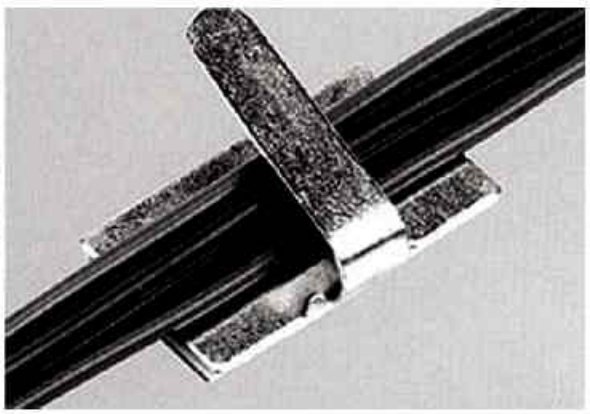
٣- أحزمة الشد البلاستيكية مع القاعدة اللاصقة (Stickers)





النوع الآخر المستعمل لخدمة الأسلاك المرنة هو شريط حزام بلاستيكي يعمل على حزم وعقد مجموعة الأسلاك مع قاعدة بلاستيكية مربعة الشكل (كما ملاحظ في أعلاه) تلصق على جدار لوحة الأجهزة وعلى إمتداد مسير الحزمة على مسافات متباعدة بمسافة معقولة . وكذلك يوجد منه أحجام مختلفة بحسب عدد الأسلاك وحجمها وكما في الأشكال الآتية :-







ما عدا ذلك توجد هناك آلة يدوية تعمل على عمل مثل هذه الأحزمة التي تستعمل عادة في المعامل الانتاجية لصنع الطابلونات (البنلات) ولوحات التوزيع والسيطرة وبوردات تشغيل المحركات الأوتوماتيكية الجاهزة بشتى أنوعها وكذلك مفاتيح التحويل الآلية . وغيرها من دوائر السيطرة .

ذلك للحاجة الى السرعة وإختصار الوقت للإنتاج الكبير .

والشكل أدناه يبين لنا واحدة من تلك الأنواع :-



٤- القنوات البلاستيكية (Trunks)





عبارة عن مجرى بلاستيكي ذي غطاء يثبت فوق الجدران أو على الأبواب وعلى إمتداد مسير حزم الأسلاك لتخرج من فتحات جانبية ويتم ربطها في الأجهزة المعينة . ومنها توجد بدون فتحات حيث يراد أحياناً مد الأسلاك الى مسافات بعيدة أو حتى لو كانت غير بعيدة لكن بدون تفرعات فلا نحتاج في هذه الحالة الى فتحات . ويوجد منها على أحجام مختلفة بحسب عدد الأسلاك وحجمها .

كما يوجد أنواع بأشكال أخرى كما نراه في أدناه :-

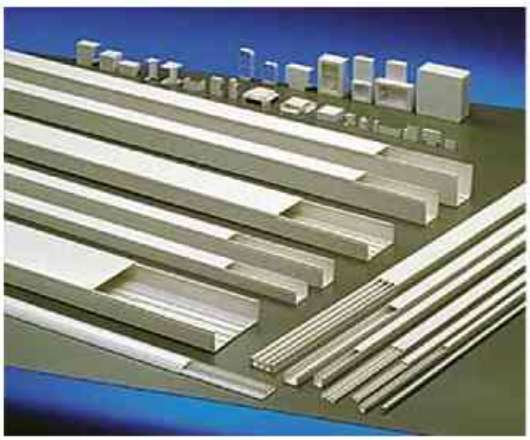


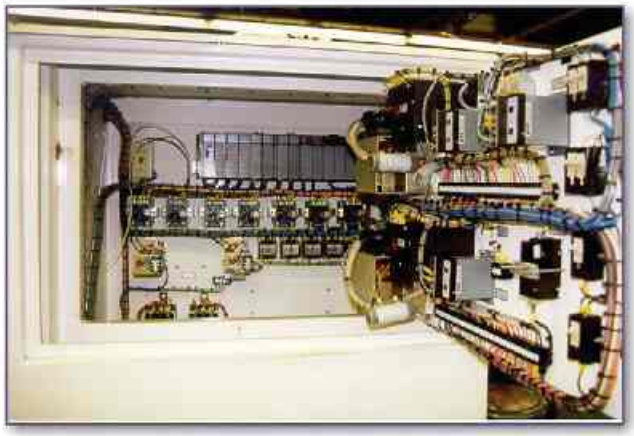




تستعمل القنوات البلاستيكية كقنوات في لوحات التوزيع الكهربائية (البنلات) الكبيرة منها والصغيرة . لتوزيع الكيبلات الداخلية أو أن تثبت على الجدران لتوزيع الكيبلات على مختلف المكائن الموزعة في المصانع وتكون مخصصة للكيبلات الصغيرة بحيث يكون حجمها لا يتجاوز (٣٠) سم مع غطاء يكون قابل للفتح والتثبيت . ومنا ما هو صغير نزولاً الى حجم (١) سم فقط لإستيعاب كيبل واحد صغير أو أسلاك مفردة .

ومنها تثبت بواسطة اللصق ، خاصة عندما تكون الجدران معدنية مثلاً داخل البنلات ولوحات التوزيع .





ولجميع انواع القنوات توجد قطع ربط لغرض الإطالة أو بشكل منحني أو منفرج حسب مسيرها ، أو أن تكون قطعة ربط متقاطعة على شكل حرف (T) عندما يكون هناك تقاطع بين القنوات . وبالإمكان تثبيت علب مفاتيح أو مآخذ عليها، خاصة البلاستيكية من القنوات فضلاً عن توفر وصلة ربط إطالة (موفـة) خاصة لايصال أنابيب معدنية أو بلاستيكية بها :-





تمرين عملي (٢) .

المطلوب تنفيذ تسليك وتوصيل ثلاثة أجهزة قياس للتيار عن طريق ثلاث محولات للتيار وجهاز لقياس الضغط . عن طريق مفتاح دوار متعددالاختيارات مع مصباح اشارة وسوكت (بلك) (٢٢٠) فولت وبموجب المخطط الآتي على الصفحة التالية :-

المستلزمات المطلوبة لتنفيذ التمرين :-

١- يستعمل التمرين العملي (١) السابق نفسه الخاص بعمل شبكة توصيل البازبارات لتنفيذ تسليك هذا التمرين العملي رقم (٢) .

٢- لأجل حزم أسلاك التوصيل لتنفيذ التمرين تستعمل جميع الأنواع الأربعة لحزم الأسلاك ، التي تعلمناها ضمن هذا الموضوع حيث يقسم الطلبة بالتنفيذ إلى أربع مجاميع لعمل الحزم (بالبندجة والسبايرول والستكر والترنكات) .

العُدد المطلوبة :-

١- كتر ، قاشطة

٢- درنفيسات مختلفة عدلة ومربعة .

٣- كابسة كيبل شوز .

٤- سيت سباين أحجام صغيرة .

المواد والأجهزة المطلوبة :-

١- محولات تيار (CT) عدد ثلاثة بالأحجام المتوفرة .

٢- أجهزة قياس التيار مناسبة لمحولات التيار المستعملة مع مستلزمات تثبيتها .

٣- فيوزات صغيرة حجم (2A) عدد (٣) .

٤- جهاز قياس الضغط (500V) مع مستلزمات تثبيته .

٥- مفتاح متعدد الإختيارات خاص بجهاز قياس الضغط .

٦- مصباح إشارة .

٧- سوكت (بلك) (٢٢٠) فولت مع الصندوق الخاص بتثبيته .

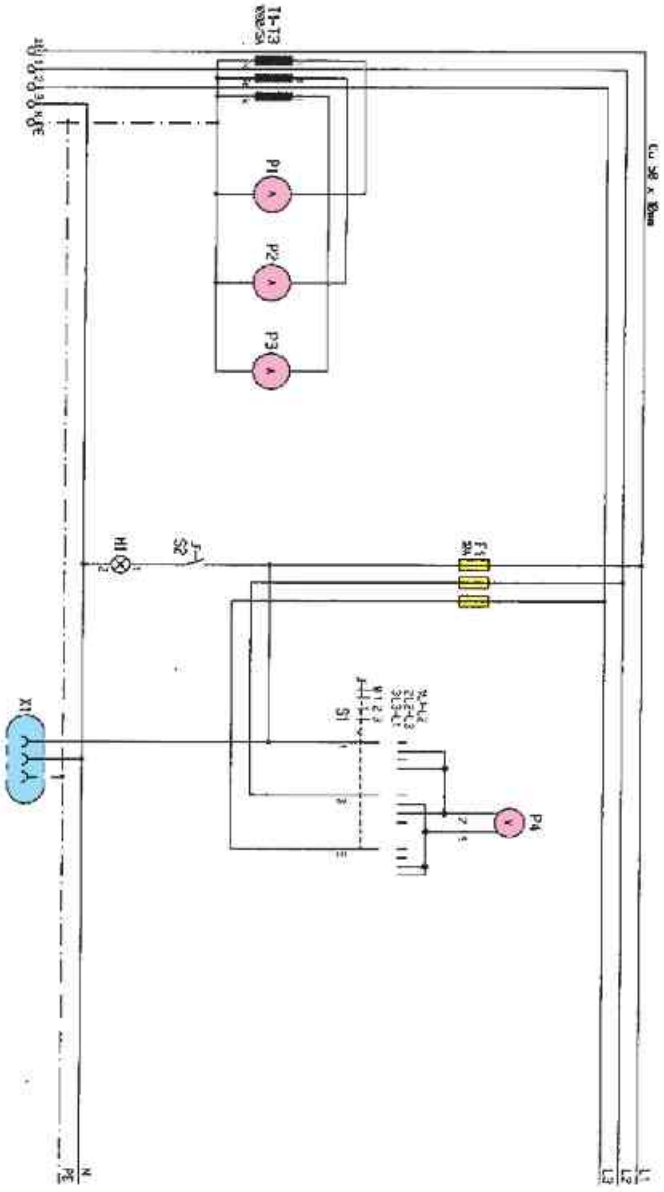
٨- نقطة ربط (تيرمنل) لتوصيل السلك المحايد .

٩- وسائل عمل حزم الأسلاك (البندجة والسبايرول والستكر والترنك) .

١٠- مستلزمات ربط الأسلاك وتثبيتها بالبازيارات الرئيسية مع الكيبل شوز والبراغي المناسبة لها .

١١- أسلاك توصيل مرنة (فلكس) حجم (٥ر١) ملم^{٢}.

مخطط تنفيذ التمرين ، رقم (٢) لربط أجهزة قياس التيار والضغط ومصباح الإشارة وسويج بلك ، بالبازيارات قياس (٥٠ × ١٠) ملم .



أسئلة حول موضوع

(ربط لوحة الضغط الواطيء وعمل حزم الأسلاك التابعة لها) :-

١- لماذا يتم عمل حزم لأسلاك التوصيل في دوائر السيطرة لتشغيل المكائن الكهربائية ولوحات التوزيع الرئيسية والفرعية (البوردات والبنلات) ؟

٢- ما هي أساليب ومواد تنفيذ عمل حزم الأسلاك ؟

٣- ما هي أنواع العقد المستعملة في خيط البندجة ؟

٤- لماذا يجب تعليم أو ترقيم بداية ونهاية كل سلك من أسلاك الحزم ؟

٥- ماذا تعني لك الكلمات (بندجة ، سبايرول ، ستكر ، ترنك) ؟

٦- كيف يتم تثبيت القنوات البلاستيكية على الجدران المعدنية ؟

٧- ماهي الأحجام المألوفة الأستعمال للقنوات البلاستيية ؟

٨- كيف يتم أخذ فرع من القنوات البلاستيكية بحيث تكون على شكل حرف (T) ؟

٩- هل يمكن تثبيت مفاتيح أومآخذ على القنوات البلاستيكية ؟

١٠- هل يمكن وصل انبوب معدني يتفرع من قناة بلاستيكية ؟

فهرست التمارين العملية الواجب تطبيقها ضمن منهج التدريب العملي للصف الثالث كهرباء وتوزيعها على أسابيع السنة الدراسية والمبينة تفاصيلها في الصفحات المؤشرة أزائها .

ت	الإسبوع	اسم التمرين الواجب تنفيذه عملياً	الصفحة
١	الأول	تفكيك محرك ثلاثة أطوار والتعرف على أجزاءه ومستلزمات اللف .	٢٢
٢	الثاني	إزالة الملفات القديمة من محرك ثلاثة أطوار وقياس وتحديد أسلاك اللف .	٣١
٣	الثالث	إعادة لف محرك ثلاثة أطوار بطبقة واحدة وقوالب لف مختلفة التدرج .	٥٩
٤	الرابع	إعادة لف محرك ثلاثة أطوار بطبقة واحدة وقوالب لف متساوية التدرج .	٦٣
٥	الخامس	إجراءات الصيانة الضرورية لمولدة ثلاثة أطوار	١٠٢
٦	السادس	إجراءات الصيانة لمحول الضغط العالي ثلاثة أطوار	١٢٤
٧	=	ربط جهاز قياس معامل القدرة وطريقة قياسه	١٣٣
٨	السابع	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة قاطع ذي الفرملة	١٤١
٩	=	تشغيل محرك ثلاثة أطوار وقياس سرعته	١٤٩
١٠	الثامن	فحص الموحدات (الدايود) أو (الركتفاير)	١٧٧
١١	=	ربط توصيلة القنطرة لتوحيد التيار وتشغيل محرك تيار مستمر	١٧٨
١٢	=	بناء توصيلة القنطرة وفحصها بواسطة جهاز عرض الذبذبات (أوسليسكوب) .	١٧٩
١٣	التاسع	تفكيك مفتاح الحماية المغناطيسي ومشاهدة أجزاءه	١٩٧
١٤	=	ربط قاطع حماية حراري لمدفأة كهربائية كحمل	١٩٨

١٥	العاشر	تشغيل وإيقاف موصّل هوئي (كونتكتر) بدون حمل من من عدة أماكن .	٢١٤
١٦	الحادي عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح إعتيادي	٢٢٠
١٧	=	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح أوتوماتيكي	٢٢٤
١٨	الثاني عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة الكونتكتر	٢٣٥
١٩	الثالث عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة مفتاح عاكس دوران إعتيادي	٢٤٢
٢٠	الرابع عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار بواسطة الكونتكترات لعكس اتجاه الدوران	٢٤٩
٢١	الخامس عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا بواسطة مفتاح إعتيادي	٢٦١
٢٢	السادس عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا بواسطة الكونتكترات	٢٦٩
٢٣	السابع عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار ستار – دلتا عاكس دوران بواسطة الكونتكترات	٢٨٠
٢٤	الثامن عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين بواسطة مفتاح إعتيادي	٢٩٠
٢٥	التاسع عشر	تشغيل محرك ثلاثة أطوار ذو سرعتين بواسطة الكونتكترات	٢٩٩
٢٦	العشرون	تشغيل محرك مصعد كهربائي بواسطة أربعة كونتكترات للصعود والنزول والسريع والبطيء	٣٣٤
٢٧	الحادي والعشرون	تشغيل ومشاهدة أجزاء مصعد كهربائي حقيقي لبناية	٣٣٥
٢٨	الثاني والعشرون	تشغيل محرك كهربائي بواسطة جهاز السيطرة بالدوائر الالكترونية المبرمجة (PLC)	٣٥٠

٢٩	الثالث والعشرون	تشغيل محرك ثلاثة أطوار عن طريق رلي منع إنعكاس الأطوار مع إستعمال جهاز مبين تتابع الأطوار	٣٦٣
٣٠	=	ربط مولدتين ثلاثة أطوار على التوازي Synchronization	٣٦٦
٣١	الرابع والعشرون	تسليك وربط مفتاح التحويل الاوتوماتيكي (ATS)	٣٨٢
٣٢	الخامس والعشرون	تقطيع وتثبيت البازبارات الرئيسية وربطها بسيركت بريكر رئيسي عن طريق بازبارات فرعية (داخل البورد)	٤٠٣
٣٣	السادس والعشرون	ربط أجهزة أمبير متر بواسطة محولات تيار (CT) وفولتمتر بواسطة مفتاح إختيار (Selector Switch) وحزم الأسلاك بالبندجة والسبايرول والستكر والترنكات	٤١٣

فهرست الجداول المستعملة في الكتاب

ت	اسم الجدول	الصفحة
١	درجات العوازل وتحملها للحرارة (Class).	١٩
٢	بيانات لوحة تسمية المحرك.	١٩
٣	تحويل أقطار أسلاك اللف من الملم إلى الأرقام القياسية (SWG).	٣٢
٤	سرعة المحركات بحسب عدد الأقطاب.	٥٤
٥	التيار المسحوب لمحركات الثلاثة أطوار حسب قدرتها.	٧٠
٦	مكونات المحرك الميكانيكي (Engine) لمولدة الثلاثة أطوار.	٧٩
٧	أجهزة المقاييس المهمة والمجسات (الجوزات) للمحرك الميكانيكي لمولدة الثلاثة أطوار.	٨٣
٨	مكونات رأس التوليد (Alternator) لمولدة الثلاثة أطوار.	٨٧
٩	مكونات أجهزة قياس ومراقبة الطاقة الكهربائية لمولدة الثلاثة أطوار.	٩٢
١٠	الأخطاء الشائعة في رأس التوليد لمولدة الثلاثة أطوار.	٩٦
١١	صيانة مولدات الثلاثة أطوار.	١٠٠
١٢	أحجام المصهرات المستعملة لحماية المحركات ذات الثلاثة أطوار.	٢١٨
١٣	الخط البياني لعلاقة قدرة المحرك مع معامل القدرة.	٢٦٠
١٤	مساحة أرضية عربة المصعد الكهربائي والحمولة وعدد الأشخاص المسموح بها .	٣٢٣
١٥	أحجام الألواح النحاسية (البازبار) وتحملها للتيار.	٤٠٠

المصادر والمراجع

١- كتاب التدريب العملي كهرباء للصف الأول لسنة ١٩٧٤

تأليف المهندس عبد الوهاب خليل إبراهيم والمهندس عادل شماس توما.

٢- كتاب التدريب العملي كهرباء للصف الثاني لسنة ١٩٧٤

تأليف المهندس عبد الوهاب خليل إبراهيم والخبير الألماني هانز فلتس.

٣- كتاب التدريب العملي كهرباء للصف الثالث لسنة ١٩٧٥

تأليف المهندس عبد الوهاب خليل إبراهيم والخبير الألماني هانز فلتس.

٤- كتاب إصلاح المحركات الكهربائية لسنة ١٩٧٧

تأليف روبرت روزنبرج وترجمة د. محمد أحمد قمر.

٥- كتاب محركات ومولدات ومحولات التيار المتردد لسنة ١٩٩٩ تأليف وجيه جرجيس.

٦- Wiring Manual لشركة (Klockner Moeller) للمواد الكهربائية.

٧- كتلوك لشركة (THYSSEN) للمصاعد الكهربائية.

٨- User Hand book لشركة (Perkins) للمولدات الكهربائية.

٩- كتاب المصاعد الكهربائية لسنة ١٩٨٨. تأليف المهندس أمير يكن.

١٠- صور منتقات من شبكة المعلومات العالمية (Internet).