وزارة التجارة والصناعة
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

صفر ٥ ٤

١/١

تكنولوجيا ورسم الدوائر
للمحولات الكهربائية والمقايسات
لمهنة الكهرباء الصناعية
الجزء الثاني
الصف الثالث

إعداد
م / سوزان عبدالله عويس

مراجعة
م / مصطفي زغلول عبده

٢٠١٦/٢٠١٥
٢٠١٩/ ٢٠١٨

التكنولوجيا و رسم الدوائر للمحولات الكهربائيه

الهدف من الوحدة :

المعارف النظريـــــة:-

- عند الانتهاء من تدريس الوحدة يكون المتدرب قادراعلي الاتي :
- قراءة المواصفات الفنيه القياسية للمحولات والمحركات الكهربائيه .
- كيفيه معايرة و استخدام أجهزه القياس (اميتر-فولتميتر -افوميتر)المستخدمه في مجال الإصلاح والصيانة.
- التعرف نظريه تشغيل المحول الكهربائي (احادى الوجه – ثلاثي الاوجه).
- التعرف علي الاستخدامات الخاصه للمحولات الكهربائيه (الاحاديه – الثلاثيه).
- التعرف علي طرق بناء المحولات واستخدامها.
- كيفيه اجراء الاختبارات للمحولات الكهربائيه .
- كيفيه تحديد الاعطال للمحولات الكهربائيه.
- قراءة الدوائر والرموز الكهربائيه للمحولات الكهربائيه
- التعريف علي البوبات المنطقية (AND- OR – NOT – NAND – NOR – EXNOR)
- وطرق تطبيقها في بعض الدوائر العمليه
- التعرف علي القوانين والعلاقات الرياضية المستخدمة في حل المقايسات
- كيفيه اجراء حسابات الملفات و الجهد المفقود في الموصلات
- القدرة علي اعداد مقايسات خاصه لإعادة لف محول كهربائي وجه واحد
- التعرف علي القواعد العامة المستخدمه عند تغذية ورشة أو وحدة سكنية بالتيار الكهربائي
- التعرف علي اجراءات الوقايه الكهربائيه
- القدرة علي اعداد مقايسات خاصه لتغذية ورشة او انارة وحده سكنيه بالتيار الكهربائي

أعداد

مهندسة/ سوزان عبدالله عويس

مراجعة

مهندس استشاري / مصطفي زغلول عبدة
رئيس الإدارة المركزية لشئون التدريب (سابقا)

برنامج تكنولوجيا المحولات الكهربائية والرسم

أولا : تكنولوجيا المحولات الكهربائية

الوقت المتوقع للتدريب :

محتويات الوحدة	فهرس	الزمن المتوقع بالحصه
← **المواصفات القياسية والمعايرة**	٣	٦
♦ المواصفات الدولية	٣	
♦ توافق المواصفات القياسية المصرية	٥	
♦ بعض الأمثلة للمواصفات القياسية الفنية الألمانية للآلات الكهربائية (محرك – محول)	٦	
♦ معايرة وصيانة أجهزة القياس	١١	
← **المحولات الكهربائية**	١٨	١٨
♦ نظريها لمحول (تحويل الجهد – التيار – المقاومة)	١٩	
♦ أداء المحول أثناء التشغيل المفاقيد عند التحميل	٢٣	
♦ الرموز الفنية لبعض المحولات	٢٨	
♦ المحول الذاتي	٢٩	
♦ تحويل التيار المتردد إلى التيار المستمر (Adaptor)	٣٢	
♦ محولات المجال الشارد	٣٣	
♦ المحول الثلاثي الأطوار (الأوجه)	٣٧	
♦ تشغيل المحولات على التوازي	٤٣	
♦ طرق بناء المحولات واستخدامها	٦١	
♦ الاختبارات للمحولات الكهربائية	٧٥	
♦ الأعطال الشائعة للمحولات الكهربائية	٨٩	
← **مبادئ علم المقاييسات**	١٢٢	٤٢
الاجمالى		٦٦

ثانيا : رسم الدوائر الكهربائية

الوقت المتوقع للتدريب :

محتويات الوحدة	فهرس	الزمن المتوقع بالحصه
محولات أجهزة القياس ♦ الرموز والمصطلحات الفنية لمحولات الجهد والتيار ♦ لوحه رقم (١) توصيل حمل كهربائي بالمنبع من خلال محول وجه واحد ♦ لوحه رقم (٢) توصيل محرك ثلاثي الأوجه دلتا بواسطة محول التيار مع حماية للتيار الكهربي ♦ لوحه رقم (٣) توصيل محول مرحلي ♦ لوحه رقم (٤) توصيل محول ثلاثي الأوجه زجزاج ♦ لوحه (٥) توصيل محول محطة قدرة فرعيه ٦ك ٠ فولت إلى المستهلك ٤٠٠/٢٠٠ فولت ♦ لوحة رقم (٦) توصيل محول ثلاثي الأوجه ١٥ك٠فولت – ٤٠٠/٢٢٠ فولت (١٠٠ ك٠فولت٠أمبير) بالشبكة ♦ لوحه رقم (٧) توصيل محول محطة قدرة فرعيه ♦ لوحة رقم (٨) توصيل دائرة القياس بأنظمة الجهد ١٠ ك٠فولت ♦ لوحه رقم (٩) توصيل مجموعه محولات (جهد – تيار) للحصول على محرك قدره ثلاثي الأوجه ♦ لوحه رقم (١٠) قياس الجهد والتيار والقدرة للأنظمة الثلاثية ♦ لوحه رقم (١١) توصيل محرك ثلاثي الأوجه دلتا ٦ ك٠فولت بواسطة محولي تيار وجهد وعداد لقياس القدرة الكهربائية ♦ لوحه رقم (١٢) دائرة قياس القدرة الكهربائية ثلاثية الأوجه بواسطة محولات الجهد والتيار	٤٧	٢٤
التحكم الآلي باستخدام البوابات المنطقية ♦ الرموز والمصطلحات للبوابات ♦ تطبيقات على اختصار الدوائر المنطقية مثال (١) التحكم في تسخين سائل مثال (٢) تصميم جهاز إنذار لعمل في حاله زيادة الحمل عن (4 KW) مثال (٣) تصميم دائرة إلكترونيه بالبوابات المنطقية للتحكم في تشغيل المحرك مثال (٤) تشغيل المحطتان ببعضها عن طريق مفتاح التوصيل T مثال (٥) رسم الدائرة المنطقية للتحكم في تشغيل المحرك نجمة/ دلتا مثال (٦) رسم الدائرة المنطقية للتحكم في تشغيل المحرك يعمل على سرعتين	١٠٠	١٨
الاجمالـــــــــــــــــى		٤٢

ملحوظة :- يدرس برنامج الرسم كما هو مدرج بترتيبه في الوحدة

المواصفات القياسية

المواصفات :

المواصفة هي صياغة فنية تحدد الوصف الكامل للعنصر موضوع المواصفة وعادة ما يصاحب المواصفة رقم رمزي يدل عليها ويسهل الاستدلال عليها عند الحاجة . ويتم تصنيف المواصفات الى الآتي :-

١ – المواصفات الدولية :

وهى مجموعة من المواصفات القياسية الدولية وتصدرها المنظمات الدولية لتوحيدالمواصفات بين الدول ومن أهم المنظمات التى تصدر هذة الامواصفات :

١-١ **المنظمة الدولية للتوحيد القياسي :** **(I.S.O.)**

ومقرها مدينة جنيف بسويسرا وتم انشاؤها واقرار دستورها ولائحتها في ٢٣ فبراير عام ١٩٤٧ وقد أنضمت اليها جمهورية مصر العربية قبل نهاية عام ١٩٥٧ .

١-٢ **المنظمة الدولية للأوزان والمقاييس :** **(O.I.P.M)**

ومقرها مدينة باريس بفرنسا وتم أنشائها في ٢٨ أكتوبر عام ١٨٧٦ وهي منظمة تتبع النظام المترى للقياس لوحدات الطول والوزن والحرارة والضغط وكذلك الوحدات الكهربائية والفوتومترية وقد انضمت جمهورية مصر العربية لهذه المنظمة قبل الخمسينات.

١-٣ **المنظمة الدولية للمقاييس والمعايرات القانونية:** (O.I.M.I.)

وقد مرت هذه المنظمة التى مقرها باريس بفرنسا بعدة مراحل قبل اقرارها في ٣ مايو عام ١٩٥٨ وتتولى هذه المنظمة إجراء الدراسات المشتركة على المستوى الدولى لجميع الموضوعات والمسائل المتعلقة بالمعايرات وطرق الرقابة والمراجعة القانونية للموازين والمقاييس وتحديد المواصفات التى يشترط أن تتوافر في أجهزة القياس على أن تعتمدها الدول الاعضاء بالمنظمة لامكان أصدار توصيات بتطبيقها دوليا . وقد أنضمت جمهورية مصر العربية الى هذه المنظمة في عام ١٩٦١ .

٢ – المواصفات الأقليمية والمحلية لبعض الدول :

وهى مجموعة من المواصفات القياسية التى تضعها دولة معينة أو مجموعة من الدول تتفق بينها على تطبيقها ومن أهم هذه المواصفات :

- المواصفات القياسيةالبريطانية (B.S.S.)
- المواصفات القياسية الأمريكية (A.S.S.)
- المواصفات القياسية الألمانية (D.I.N.)
- المواصفات القياسية اليابانية (J.I.S.)
- المواصفات القياسية المصرية (E.S.S)

- مواصفات قياسية محلية تصدرها وزارات الصحة والتجارة والتموين والزراعة في جمهورية مصر العربية .

٣- مواصفات شركات صناعية:

وهى مجموعة من المواصفات تضعها بعض الشركات الصناعية لتعمل من خلالها وعادة ما تكون هذه المواصفات مرادفة للمواصفات العالمية أو المحلية .

٤- مواصفات خاصة:

وهى مجموعة من المواصفات الخاصة التي قد لا يكون لها مرجع أو مرادف في المواصفات القياسية الدولية أو المحلية .

عند وضع المواصفه يراعى توصيف كل عنصر من كل المحركات الكهربائيه مثل :-

- مادة التصنيع وأبعاد الهيكل للألة
- مادة التصنيع وأبعاد العضو الدوار
- عدد المجارى وشكل المجرى
- نوع العزل المستخدم
- نوع السلك وقطرة ونوع العازل له
- نوع التبريد
- أقصى جهد / تيار
- جهد وتيار التشغيل
- تحديد درجه الضجيج للألله المسموح بها
- أقصى عزم للدوران

ويتم قراءة لوحة بيانات الألله الخارجية وعند الاحتياج للتوصيف الدقيق يتم الرجوع الى رقم الطراز ومنه الى مواصفة الصنع .

توافق المواصفات القياسية المصرية

يلعب التقييس بمحاوره المختلفة (المواصفات القياسية ونظم الجودة ونظم القياس والاختبار والمعايرة) دورا هاما في اقتصاديات الدول ، ومن ثم كان الاهتمام بالتقييس بمحاوره المختلفة بصفة عامة والمواصفات القياسية بصفة خاصه وأخذت المواصفات القياسية العالمية وضعها المناسب فيما يتعلق بتنظيم وتسهيل التجارة العالمية من خلال اتفاقية العوائق الفنية للتجارة TBT وأصبح من الضرورى التعرف على السلعة أو الخدمة في الأسواق العالمية من خلال المواصفة التى تنتج على أساسها .

ولتنمية الصادرات المصرية والوقوف أمام المنافسة العالمية يجب أن تكون المنتجات والخدمات مطابقة للمواصفات القياسية الدولية ، لذا كان إهتمام الهيئة – وبالتعاون مع برنامج تحديث الصناعة – بوضع برنامج يستهدف توافق المواصفات القياسية المصرية مع المواصفات الدولية حتى تتمكن المنتجات المصرية من النفاذ إلى الأسواق الخارجية .

وتتم عملية توافق المواصفات القياسية المصريةطبقا للمراجعة الدولية منظمة الأيزو العالمية رقم ٢١ (ISO Guide 21) والتوجهات الأوربية (European Directives) واتفاقية العوائق الفنية على التجارة (TBT) ، وتلتزم الهيئة في برنامجها بالتوافق مع متطلبات ومبادئ منظمة التجارة العالمية (WORLD TRADE ORGANIZATION)(WTO) .

وترجع أهمية التوافق مع المواصفات الدولية لاعتبارات منها :

- الثقة بين الدول في مجال التبادل التجارى .
- تنمية الصادرات المصرية من خلال الارتقاء بسمعه المنتج الوطنى عالميا مما يؤدى الى زيادة الصادرات وفتح أسواق تصدير جديدة .
- حماية المصدرين والمستوردين في نفس الوقت .
- حماية المستهلك من السلع الأجنبية غير المطابقة للمواصفات .
- توفير مواصفات قياسية معتمدة لكافة السلع والخدمات عن طريق نظام التبني .

ويقصد بتوافق المواصفات القياسية المصرية مع المواصفات القياسية الدولية أن تتوازي نصوص المواصفة المصرية مع المواصفة الدولية المناظرة ، وليس من الضرورى أن تتطابق معها ، ولكن يجب أن لا تحتوى بنودا تتعارض مع المواصفة الدولية ، مع مراعاة أن المواصفات الدولية كثيرا ما تتجنب تحديد أرقام تفصيلية لمواصفات الناتج وعليه فإن عدم التطابق التام لا يعنى عدم التوافق . وتدرك منظمة التجارة العالمية (WTO) أنه يمكن قبول الحيود أو الاختلافات بين المواصفات القياسية الوطنية والعالمية وذلك لأسباب منها الأمن القومى وصحة وأمان الانسان وحماية البيئة وكذلك المشاكل الجغرافية والفنية

ويمكن تقسيم المواصفات القياسية الوطنية تبعا للتوافق الى :

- مواصفة متوافقة بالتماثل مع المواصفة الدولية المناظرة في ضوء بنود دليل الأيزو رقم ٢١
- مواصفة متوافقة مع فروق فنية لا تغير من المفهوم الفنى للمواصفة ، بحيث تحدد بنود الاختلاف كتابة مع ذكر مبررات هذه الفروق .
- مواصفة لمنتج ليس له مثيل دولى أو أجنبي .

بعض الامثلة للمواصفات القياسية الفنية الألمانية(DIN) للآلآت الكهربائية (محول- محرك)

أولا : محول ثلاثي الاوجه

الطراز : TS ٥٢٤١	الرقم :	سنة الصنع :	مسلسل : ٥٣٢ VDE
القدرة الاسميه : ١٦٠ KVA	دورة العمل : LT	التردد : ٥٠ ذ/ث	
	الوجه V	V	التشغيل المستمر DB
المقننات	الوجه ١ : ١٠ ٤٠٠ V	V	التوصيل : Y Z O
الجهد	الوجه ١ : ١٠	٤٠٠ V	التوالي : ١٠ N / ٥و
	الوجه ٣ : ٩ ٦٠٠ V	V	نظام التبريد S
	الوجهة V	V	الوزن القائم ٥٠٨ طن
التيار المقنن ٢ر٩ A	٢٣١ A	وزن القلب 0.17 طن	
تيار دائرة القصر المقنن ٤%	سائل العزل S		
اقصي تيار قصر للدائرة KA	اقصي فترة لدائرة القصر ٢ ثانية		

ثانيا : محرك ثلاثي الأوجة

اسم الشركة	الطراز : أ م ١٦٠ ل ٤ ر ١	٣ – أوجة	رقم المحرك ١ – ٢٨٦٠٠
جهد التوصيل Δ / Y ٢٢٠ / ٣٨٠ V		التيار ٤٢ /٢٤	القدرة ١١ كيلو وات
معامل القدرة : ٧٧و	عدد اللفات به ١٤٥٥ لفة/دقيقة		التردد ٥٠ د/ث
العضو الدوار Y ٢٥٠ V	A ٢٥	العزل من الفئة ب	
IP ٤٤	VDE ٠٥٣٠ /٦٩		

ثالثا : محرك تيار مستمر

اسم الشركة المصنعة			
الرقم المسلسل	الطراز ١٦٠ ل ج V		٤٠ ف
القدرة ١٠ كيلو وات	وزن العضو الدوار ٢٧٠ كيلو جرام		الوزن الكلى كيلو جرام
السرعة ٤١٥ لفة/دقيقة	العزم ٢٥و كيلو جرام / م٢		التبريد
الجهد ٢٢٠ فولت	جهد العضو الدوار ٢٢٠ فولت		
التيار ٦٢ أمبير	تيار البدء ٦ر٨ أمبير	IP ٤٤	
العمل			
مقاومة الملفات ٨٢٤ ميجا أوم	الضغط بار	السرعة م٣ /ث	الحرارة C °

● جدول رقم (١) – الموصفات الفنية للمحركات الثلاثية الأوجه (١٠٠٠ لفة / د)

القدرة المقننة الخرج		حجم المحرك	الطراز ٢٧	وزن المحرك الصافي كجم	وزن العضو الدائر كجم	عزم القصور الذاتي كجم متر مربع	بالتوصيل المباشر					القيمة المقننة للحمل الكامل		
							السرعة لفة دقيقة	الكفاءة ٪	معامل القدرة جتا هـ	التيار عند ٣٨٠ فولت	العزم م٠ كجم	عزم بدء الحركة	تيار بدء الحركة	العزم الأقصى
كيلووات	حصان											العزم المقنن	التيار المقنن	العزم المقنن
٠,٣٧	٠,٥	٨٠.	٦– ٨٠.	٧,٥	٢,٥	٠,٠٠١٥	٩٠٠	٦٦ ٪	٠,٧٤	١,١٥	٠,٣٩٨	٢,٢	٣,٦	–
٠,٥٥	٠,٧٥	٨٠.	٦– ٨٣.	٩,٤	٣	٠,٠٠١٨	٩٠٥	٧٠ ٪	٠,٧٣	١,٦٣	٠,٥٩٣	٢,٣	٣,٨	–
٠,٧٥	١	٩٠ق	٦– ٩٠.	١٢,٢	٤	٠,٠٠٢٨	٩٠٠	٧١ ٪	٠,٧٥	٢,١٥	٠,٨١٦	٢,٢	٣,٩	٢,٣
١,١	١,٥	٩٠ق	٦– ٩٦.	١٥,٧	٥	٠,٠٠٣٨	٩٠٠	٧٢ ٪	٠,٧٥	٣	١,٢٢٤	٢,٤	٤,١	٢,٤
١,٥	٢	١٠٠ط	٦– ١٠٦	٢٢	٧	٠,٠٠٦٣	٩٢٥	٧٦ ٪	٠,٧٦	٤	١,٥٣	٢	٤,٥	٢,١
٢,٢	٣	١١٢م	٦– ١١٣	٣٥	٩	٠,٠٠١١	٩٤٥	٧٨ ٪	٠,٧٤	٥,٨	٢,٢٤٤	٢	٥,١	٢,٤
٣	٤	١٣٢ق	٦– ١٣٠	٤٩	١٣,٥	٠,٠٠٢٠	٩٥٥	٨٠ ٪	٠,٧٥	٧,٦	٣,٦	٢	٥,٥	٢,٤
٤	٥,٥	١٣٢م	٦– ١٣٣	٥٦	١٧	٠,٠٠٢٨	٩٦٠	٨٣ ٪	٠,٧٦	٩,٥	٤,٠٨	٢,٤	٦,٢	٢,٨
٥,٥	٧,٥	١٣٢م	٦– ١٣٤	٦٤	٢٠,٥	٠,٠٠٣٥	٩٦٠	٨٤ ٪	٠,٧٦	١٣,١	٥,٦١	٢,٦	٦,٤	٣
٧,٥	١٠	١٦٠م	٦– ١٦٣	٩١	٢٧	٠,٠٠٥٥	٩٦٥	٨٤ ٪	٠,٧٥	٧١,١	٧,٥٩	٢,٣	٦,٤	٣
١١	١٥	١٦٠ط	٦– ١٦٦	١١٩	٣٤	٠,٠٠٨٠	٩٦٥	٨٨ ٪	٠,٧٨	٢٤,٣	١١,٠١٦	٢,٧	٧,٢	٣

القدرة المقننة المخرج		حجم المحرك	الطراز ٢٧	وزن المحرك المسلي كجم	وزن المحرك المسلي الدائن كجم	عزم القصور الذاتي كجم متر مربع	بالتوصيل المباشر					القيمة المقننة للحمل الكامل		
كيلووات	حصان						السرعة لفة/دقيقة	الكفاءة ٪	معامل القدرة جتاه	التيار عند ٣٨٠ فولت	العزم م . كجم	عزم بدء الحركة / العزم المقنن	تيار بدء الحركة / التيار المقنن	العزم الأقصى / العزم المقنن
٠,٥٥	٠,٧٥	٨٠	٨٠ – ٤	٨	٢,٥	٠,٠٠٠٦٥	١٤٠٠	٧١ ٪	٠,٨٠	١,٤٧	٠,٣٧٧	٢,٣	٤,٧	—
٠,٧٥	١,٠	٨٠	٨٣ – ٤	٩,٤	٣	٠,٠٠٠١٨	١٤٠٠	٧٤ ٪	٠,٧٩	١,٩٥	٠,٥٢٠	٣,٥	٥	—
١,١	١,٥	٩٠ ق	٩٠ – ٤	١٢	٤	٠,٠٠٢٨	١٤٠٠	٧٥ ٪	٠,٨١	٢,٨	٠,٧٦٥	٣,١	٥	٣,٥
١,٥	٢	٩٠ ط	٩٦ – ٤	١٥,٦	٥	٠,٠٠٣٥	١٤١٠	٧٥ ٪	٠,٨١	٣,٧	١,٠٢٠	٣,٢	٤,٩	٣,٦
٢,٢	٣	١٠٠ ط	١٠٦ – ٤	٢٢	٦,٥	٠,٠٠٤٨	١٤١٠	٧٨ ٪	٠,٨٣	٥,٢	١,٥٥٠	٣,٣	٥,٩	٣,٦
٣	٤	١٠٠ ش	١٠٧ – ٤	٢٤	٧,٥	٠,٠٠٥٨	١٤١٠	٧٩ ٪	٠,٨٣	٧	٢,٠٤٠	٣,٦	٦	٣,٧
٤	٥,٥	١١٢ م	١١٣ – ٤	٤٢	١٠	٠,٠١١٠	١٤٢٥	٨٣ ٪	٠,٨٣	٨,٨	٢,٧٥٤	٣,٨	٧	٣
٥,٥	٧,٥	١٣٢ ق	١٣٠ – ٤	٥٠	١٤,٥	٠,٠٢٣٠	١٤٥٠	٨٤ ٪	٠,٨٥	١١,٧	٣,٦٧٢	٣,٢	٧	٣,٨
٧,٥	١٠	١٣٢ م	١٣٣ – ٤	٦٦	١٨	٠,٠٢٨٠	١٤٥٠	٨٦ ٪	٠,٨٥	١٥,٦	٤,٩٩٨	٣,٤	٧,٦	٣,٣
١١	١٥	١٦٠ م	١٣٣ – ٤	٩٢	٢٤,٥	٠,٠٥٠٠	١٤٦٠	٨٨ ٪	٠,٨٦	٢٣	٧,٣٤٤	٣,٤	٧,٦	٣
١٥	٢٠	١٦٠ ط	١٣٦ – ٤	١١٠	٣٠	٠,٠٧٠٠	١٤٦٠	٨٩ ٪	٠,٨٨	٢٩	٩,٩٩٦	٣,٢	٧,٧	٣,٩

جدول رقم (٣) المواصفات الفنية للمحركات الثلاثية الأوجه « قفص السنجاب »

طراز IIA3 سيمنس (٣٠٠٠ لفة / د)

القدرة المقننة الخرج		حجم المحرك	الطراز ٢٧	وزن المحرك الصافي كجم	وزن العضو الدائر كجم	عزم اللصور الذاتي كجم متر مربع	بالتوصيل المباشر					القيمة المقننة للحمل الكامل		
كيلووات	حصان						السرعة لفة/دقيقة	الكفاءة ٪	معامل القدرة جتا	التيار عند ٣٨٠ فولت	العزم م . كجم	عزم بدء الحركة / العزم المقنن	تهوية المحرك / التيار المقنن	العزم الاقصى / العزم المقنن
٠,٧٥	١	٨٠	٢ – ٨٠	٨,٢	٣	٠,٠٠٠٨٥	٢٨٥٠	٧٤ ٪	٠,٨٤	١,٨٣	٠,٢٥٥	٢,٤	٦	— —
١,١	١,٥	٨٠	٢ – ٨٣	٩,٩	٣,٥	٠,٠٠١١٠	٢٨٥٠	٧٧ ٪	٠,٨٥	٢,٥٥	٠,٣٧٧	٢,٤	٦,١	— —
١,٥	٢	٩٠ ق	٢ – ١٠	١٢,٦	٣	٠,٠٠١٥٠	٢٨٥٥	٧٨ ٪	٠,٨٥	٣,٤٠	٠,٥١٠	٢,٥	٦,٢	٢,٥
٢,٢	٣	٩٠ ق	٢ – ٦٩	١٥,٧	٤	٠,٠٠٢٠٠	٢٨٦٠	٨٢ ٪	٠,٨٥	٤,٨٠	٠,٧٥٥	٢,٨	٦,٨	٢,٨
٣	٤	١٠٠ ق	٢ – ٩٠٩	٢١,٠	٦,٥	٠,٠٠٢٨٠	٢٨٩٥	٨٣ ٪	٠,٨٦	٦,٤٠	٠,٩٩٩	٢,٤	٧,٢	٢,٦
٤	٥,٥	١١٢ م	٢ – ١١٣	٢٨,٠	٨	٠,٠٠٤٥٠	٢٨٩٥	٨٥ ٪	٠,٨٨	٨,١٠	١,٣٣٠	٢,٤	٧,٦	٢,٥
٥,٥	٧,٥	١٣٢ ق	٢ – ١٣٠	٥٤,٠	١٢	٠,٠١٤٠٠	٢٩٢٥	٨٥ ٪	٠,٨٨	١١,٢٠	١,١٤٠	٢,٤	٧,٦	٢,٨
٧,٥	١٠	١٣٢ ق	٢ - ١٣١	٦١,٠	١٣,٥	٠,٠١٩٠٠	٢٩٣٠	٨٧ ٪	٠,٨٨	١٤,٦٠	٢,٥٥٠	٢,٥	٧,٧	٣
١١	١٥	١٦٠ م	٢ - ١٦٣	٨٩,٠	٢٠	٠,٠٢٣٠٠	٢٩٤٠	٨٨ ٪	٠,٨٦	٢٢,٥٠	٣,٦٤٠	٢,١	٦,٥	٣,٦
١٥	٢٠	١٦٠ م	٢ – ١٦٤	١٠٠,٠	٢٤,٥	٠,٠٤٠٠٠	٢٩٤٠	٩٠ ٪	٠,٨٦	٣٠,٠٠	٤,٩٩٨	٢,٣	٧,١	٢,٨
١٨,٥	٢٥	١٦٠ ط	٢ – ١٦٦	١١٩,٠	٢٩	٠,٠٥٠٠٠	٢٩٤٠	٩١ ٪	٠,٨٨	٣٦,٠٠	٦,١٢٠	٢,٥	٧,٦	٢,٩

معايرة وصيانه اجهزة القياس

١- اختبار الأجهزة :

يحتاج اختبار جهاز قياس لاستعماله في قياسات معينة الى الأخذ في الاعتبار الأنواع المختلفة الممكن استخدامها ، كما يجب أن يكون نطاق قياس الجهاز مساويا للكمية المتغيرة المراد قياسها ، حيث أن زيادة مدى الجهاز زيادة كبيرة عما يلزم يؤدى الي فقد الدقة في القراءة وإذا كان مدى الكمية المتغيرة المراد قياسها كبيرا فيفضل استخدام أجهزة قياس يمكن مضاعفة مدى القياس بها .

وتتطلب حساسية الأجهزة ، ومدى القدرة على قراءتها اهتماما وحرصا كبيرين، وتؤدى الزيادة الفائقة في حساسية الأجهزة إلى ضياع الوقت والمجهود للحصول على المعلومات المطلوبة ، في حين تؤدى عدم كفاية الحساسية الى عدم الحصول على القياسات بالدقة المطلوبة .

وجهاز القياس المستخدم يجب أن يكون سهل المعايرة ، وأن تكون أخطاء المعايرة ثابته القيمة طوال مدة اتمام تجربة المعايرة تحت ظروف الاستعمال العادية من حيث تداول الجهاز والأهتزازات والصدمات التى قد تحدث له .

ويجب أن تكون أخطاء جهاز القياس الناتجة عن درجة حرارة الجو المحيط والضغط ودرجة الرطوبة معروفة جيدا أثناء التجربة ، أو ضئيلة بحيث يمكن اهمالها. ويجب أن يكون مدى السهولة والراحة عند قراءة الجهاز في مكانه ذات تأثير هام في اختيار الجهاز نفسه .

٢- دقة القياس :

من المعلوم أنه لا يمكن الاعتماد على أجهزة القياس الا بعد التأكد من سلامتها ودقتها ، وأنه تم مراجعتها أو معايرتها علىأجهزة وأدوات قياس أدق منها ، وذلك لضبط التفاوت ، ومعرفة خطأ الصفر ويمكن القول أن عمليات القياس تحتاج إلى :

١- وسيلة قياس (جهاز قياس مثل الأفوميتر)

٢- مرجع لمعايرة وضبط جهاز القياس (الأميبروميتر – الفولتميتر – الأوميتر)

٣- أمام قياس موحد تضبط وتراجع عليه هذه المراجع (مثل المرجع المحفوظ في المعمل المركزي للقياس والمعايرة للدولة)

٤- ويمكن تصنيف درجات الدقة للأجهزة كالآتى :

١٠٢ أدوات قياس التشغيل Working Gauges

وهى المستخدمة في قياس الكميات الكهربائية اثناء التدريب أو التشغيل بخطوط الانتاج (± 1.5)

٢٠٢ أدوات تفتيش Inspection Gauges

وهى أجهزة القياس التى تستخدم في التفتيش على القيم النهائية للكميات الكهربائية (± 0.05)

٣٠٣ أدوات المعايرة Calibration Gauges

وهى أدوات وأجهزة القياس التى تراجع عليها أجهزة التفتيش وتكون في حوزة المصنع . (± 0.001)

٤٠٢ المرجع Reference

وهى أجهزة القياس التى تستخدم في مراجعة أجهزة المعايرة الخاصة بالمصانع ويحتفظ بها في المعمل المركزى للقياس والمعايرة للدولة (± 0.0)

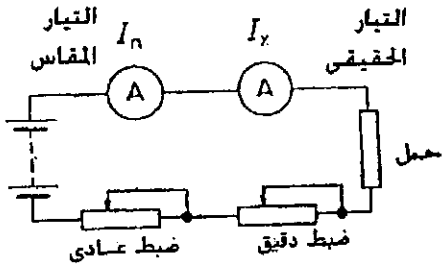
٣-معايير أجهزة القياس الكهربية

يجب أن يكون أى جهاز قياس معاير ، كما يجب معايرته من حين لاخر كلما تطلب ذلك. وتتم المعاييرة الأولى لجهاز القياس في المصنع المنتج للجهاز وتؤكد من خلال علامة دقة يسمح بوضعها فقط عندما يكون الخطأ عند جميع الأماكن الموجودة على تدريج القياس داخل النطاق المسموح به وفقا لعلامة الدقة الموضوعه . ومن مميزات المعايرة المستمرة لجهاز القياس أنها تمكننا من الرقابه المستمرة على الجهاز حيث يمكن أن يؤدى اجهاد الجهاز أو زيادة تحميلة أو سوء استخدامه الى انخفاض مستوى الاداء . وبالتالى فأن المعايرة المستمرة يمكن أن تجعل المرء أما أن يقتنع بوجود حيود طفيف في فصل الدقة نتيجة لان البيانات الأصلية للجهاز لم تعد محققه أو تجعله يقرر ارسال الجهاز للأصلاح .

ولاجراء عملية المعايرة يلزم للمرء جهاز مقارنه ذو دقة عاليه . وبذلك يمكن للمرء التعرف على قيمة الخطأ المسموح به في الجهاز تحت الاختبار ، وسوف نوضح ذلك فيما بعد

معايرة أجهزة القياس العادية حيث أن معايرة أجهزة القياس الدقيقة تتم بطريقة أخري .

فعند معايرة أجهزة الأمبيرومتر يتم توصيل الجهاز المعاير (جهاز المقارنه) على التوالى مع الجهاز المطلوب معايرته ، كما توصل بالدائرة الكهربية مقاومة تمنع من تعدى مدى القياس ، هذا علاوة على وجود مقاومتين متغيرتيين بصفة مستمرة أحداهما للضبط العادى والأخرى للضبط الدقيق ٠هذا ويجب أن يكون فصل دقة الجهاز المعاير أكبر من فصل دقة الجهاز المطلوب معايرته .



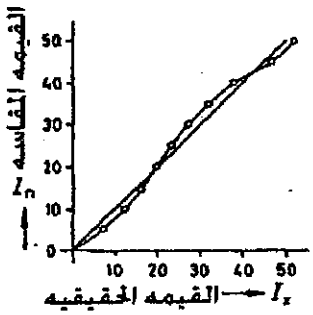
معايرة أجهزة الاميرومـــتر

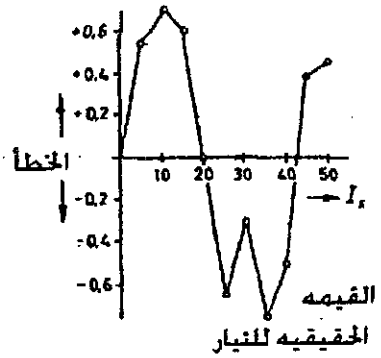
ويتم أخذ من ١٠ الى ٢٠ قراءة لكل من الجهاز المعاير والجهاز المطلوب معايرته وتسجل في جدول (خطة اختبار) مع مراعاةاختيار قراءات خاليه من أى كسور بالنسبة لجهاز المقارنه . بعد ذلك تستكمل خطة الاختبار وفقا للبيانات الخاصه بالجهازين والمثال الموضح بالشكل يوضح ذلك

القيمة المقاسة I_n	القيمة الحقيقيه I_x	الخطأ المطلق $F = I_x - I_n$	معامل التصحيح $K = I_n - I_x$	الخطأ النسبي $f_r = \frac{F \cdot 100}{I_n}$	الخطأ ٪ $f = \frac{F \cdot 100}{I_{x\,max}}$
		F	$K = -F$	f_r %	f %
0	0	0	0	0	0
5,00	5,55	+ 0,55	— 0,55	+ 11 %	+ 1,1 %
10,00	10,70	+ 0,70	— 0,70	+ 7 %	+ 1,4 %
15,00	15,60	+ 0,60	— 0,60	+ 4 %	+ 1,2 %
20,00	20,00	± 0,00	± 0,00	± 0 %	± 0,0 %
25,00	24,35	— 0,65	+ 0,65	— 2,6 %	— 1,3 %
30,00	29,70	— 0,30	+ 0,30	— 1,0 %	— 0,6 %
35,00	34,25	— 0,75	+ 0,75	— 2,14 %	— 1,5 %
40,00	39,50	— 0,50	+ 0,50	— 1,25 %	— 1,0 %
45,00	45,40	+ 0,40	— 0,40	+ 0,88 %	+ 0,8 %
50,00	50,45	+ 0,45	— 0,45	+ 0,9 %	+ 0,9 %

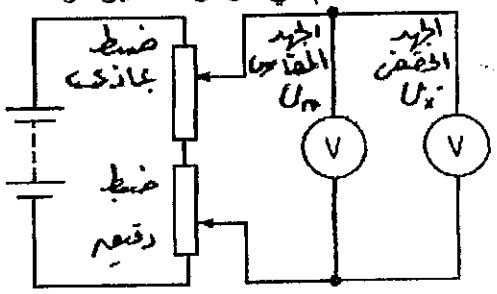
مثال لخطة اختبار

وبعد الأنتهاء من حسابات خطة الاختبار يتم رسم كل من منحنى المعايرة الذى يوضح سلوك القيمة الصحيحة والقيمة الخطأ شكل ومنحنى الخطأ الذى يوضح توزيع الخطأ على مدى تدريج الجهاز (كما هو موضح بالشكل)





وبنفس الطريقة يمكن معايرة أجهزة الفولتميتر ، وهنا يكون توصيل الجهازين على التوازى ويتم اختيار الجهود من خلال مجزى الجهد المكون من مقاومة الضبط العادى ومقاومة الضبط الدقيق شكل وفى جميع الاحوال يجب اختيار منبع الجهد المستخدم في دوائر المعايرة وفقا لخصائص الأجهزة المستخدمة .



الجهاز متعدد الأغراض(جهاز الأفوميتر)

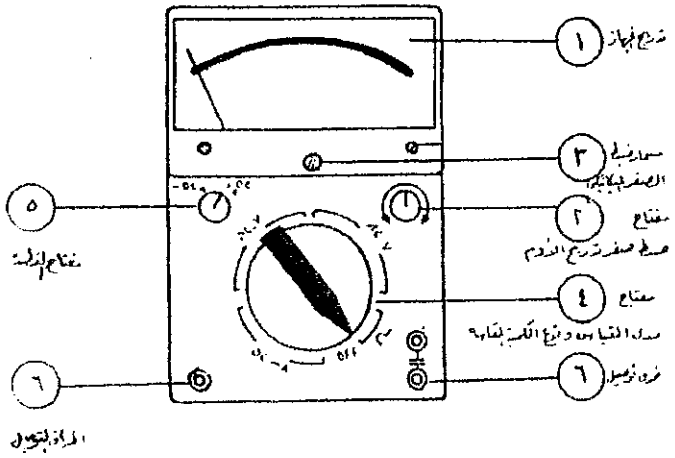
جهاز الأفوميتر عبارة عن جهاز متعدد الأغراض حيث يستخدم لاختبار الدائرة الكهربائية ويمكن بواسطة هذا الجهاز قياس الجهد المستمر والجهد المتردد والتيار المستمر والمقاومة الكهربائية وأحيانا تقوم بعض المصانع بإضافة كميات أخرى يمكن قياسها بالجهاز كقياس سعة المكثف – درجة الحرارة .. الخ وعلى هذا فإن جهاز القياس متعدد الأغراض (الأفوميتر) عبارة عن مجموعة أجهزة قياس تشمل الأوميتر – الفولتميتر – والامبيرومتر والشكل يبين ذلك وتشترك جميع أجهزة الأفوميتر في الأجزاء التالية :

١- تدريج الجهاز :

هى عباره عن لوحة معدنية تثبت على واجهة الجهاز وتكون مظلله بمادة الميناء البيضاء أو مادة شبيهة ويرسم عليها علامات نقسمها الى اقسام صغيرة على خطوط مقوسه ويكون لكل نوع من الكميات التى يمكن قياسها بالجهاز التقسيم الخاص بها .

٢- مفتاح ضبط صفر تدريج الأوم :

تتم عملية ضبط مقياس المقاومة التى تسمى أحيانا بضبط نقطة الصفر بواسطة مقاومة متغيرة موجوده فى دائرة الأوميتر حيث تستخدم هذه المقاومة لضبط الجهاز عند استخدامه لقياس المقاومة نتيجة للتغيرات التى تحدث في جهد البطارية الداخلية الموجودة بالجهاز . ونضبط نقطة الصفر عند كل وضع من أوضاع مفتاح مدى القياس الخاص بقياس المقاومة -. فأن مؤشر الجهاز يشير الى الصفر الخاص بتدريج الأوم والموجود غالبا على يمين التدريج .



مكونات جهاز الأفوميتر

٣- مسمار ضبط الصفر الميكانيكى :

لضبط نقطة صفر الجهاز بواسطة المفك بالنسبة لتدريج الجهد والتيار .

٤- مفتاح مدى القياس ونوع الكمية المقاسه :

يتم ضبط هذا المفتاح تبعا لنوع الكمية المقاسه ما إذا كانت جهدا – أو تيارا – أم مقاومة وكـذلك فأنه يحدد مدى القياس المستخدم (مثلا في حالة قياس التيار يتم الضبط (١٠ مللى أمبير) ويجب أن تعلم أنه لا يمكن استخدام اكثر من مدى قياس واحد في آن واحد وكذلك لا يمكن اعداد الجهاز ليقيس نوعيتين لكميتين مقاستين في آن واحد

٥- مفتاح القطبية :

ويتم ضبطه على الأوضاع DC + أو DC – في حالة قياسات التيار المستمر عندما يكون هنـاك صعوبه في تغيير أطراف كابلى التوصيل فيتعارض عند ذلك بالتحكم في تغييـر وضـع مفتـاح القطبية .

٦- أطراف التوصيل بالمدخل :

هى عباره عن فتحتين أو نهايتين موجودتين في الجهاز يوصل بها كابلى القياس وهذه الأطـراف يكون عليها رموز واضحة وتكون غالبا على شكل علامة (+) للطرف الموجب وعلامـة (–) للطرف السالب أو الطرف المشترك والذى يرمز له بالرمز Common .

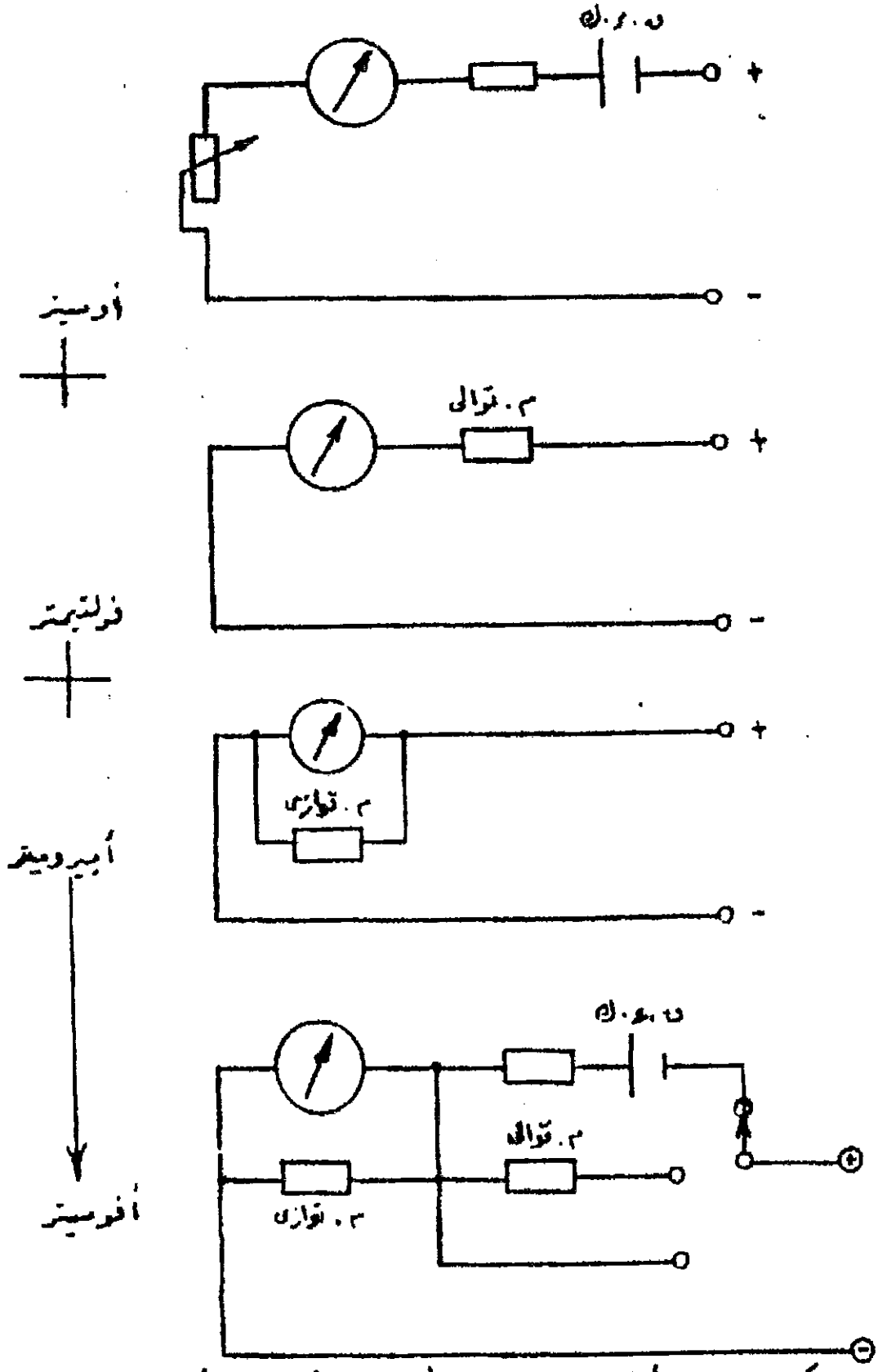
٧- كابلات القياس :

هى عبارة عن أسلاك تستخدم لتوصيل الجهازبالدائرة تحت الاختبار ويعتبر الكابل الأحمر موجبـا (+) بينما الكابل الأسود سالبا (–) أو مشتركا فإذا وصلنا تلك الكابلات في أماكنها الصـحيحة أمكن قياس الكميات بالقطبية الصحيحه وعندما تكون القطبية غير صحيحة فى ويتم معايرة الجهاز كما سبق معايرة جهاز الأمبيروميتر والفولتميتر.

مساعدات التدريب :علي المدرس الإستعانه بعدة أجهزة أفوميتر لتوضيح القياس أو نموذج مجسم للجهاز.

ملحوظة هامه :

دوائر التيار المستمر ينحرف مؤشر الجهاز في الاتجاه العكسى متلفا الجهاز أمـا بالنسـبة للتيـار المتردد فإن مراعاة القطبية لا تكون لها أهمية .



يتكون جهاز الأفوميتر من جهاز أوميتر ، فولتميتر وأميرومتر

إختبر معلوماتك

س١ : ضع علامة (√) للإجابة الصحيحة وعلامة (X) للإجابة الخاطئة مع تصويب الخطأ .

أ- المواصفة هى صياغة فنية تحدد الوصف الكامل للعنصر موضوع المواصفة ( )

ب- المواصفات الإقليمية والمحلية هى مجموعة من المواصفات تضعها المنظمة الدولية للتوحيد القياسى ( )

ج- المواصفات القياسية الوطنية هى مواصفه منتج ليس له مثيل دولى أو أجنبى ( )

س٢ : أكمل العبارات التاليه :

أ- لاجراء عمليه المعايرة يلزم .....

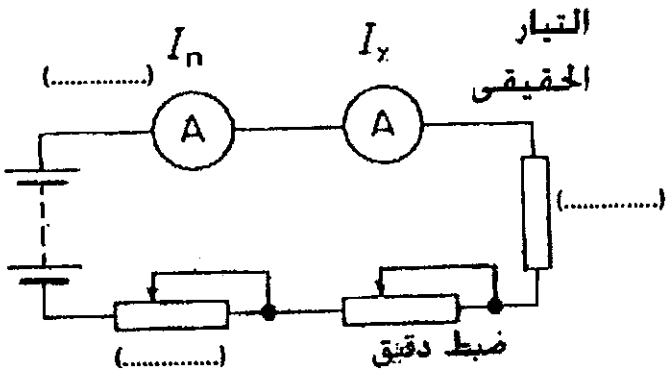
ب- عند معايرة جهاز أمبيروميتر يتم توصيل الجهاز المعاير على.....

ج- يجب أن تكون درجة دقه جهاز المعايرة ..... من درجه دقه الجهاز المطلوب معايرته

د- عند معايرة جهاز فولتميتر يوصل الجهاز المطلوب معايرته على ..... مع جهاز المعايرة

س٣ : وضح بالرسم دائرة معايرة جهاز فولتميتر ؟

س٤ : الشكل المبين أمامك يوضح دائرة معايرة جهاز أمبيروميتر.....أكمل العبارات الناقصة فيما بين الأقواس المحدده بعد.



س٥ : علل مع الرسم كلما أمكن ذلك :

في دوائر التيار المستمر ينحرف مؤشر جهاز الأفوميتر في الإتجاه العكسى متلفاً الجهاز أما بالنسبة للتيار المتردد فإن مراعاة القطبية لاتكون لها أهمية .

المحولات الكهربائية

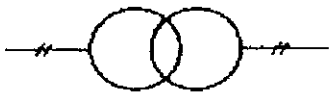
أولا : مبدأ المحول

المحولات تنقل الطاقة الكهربائية عن طريق المجالات المغنطيسية المترددة .وهي تمكن من تحويل قيم التيارات والجهود المترددة الى قيم أخرى .

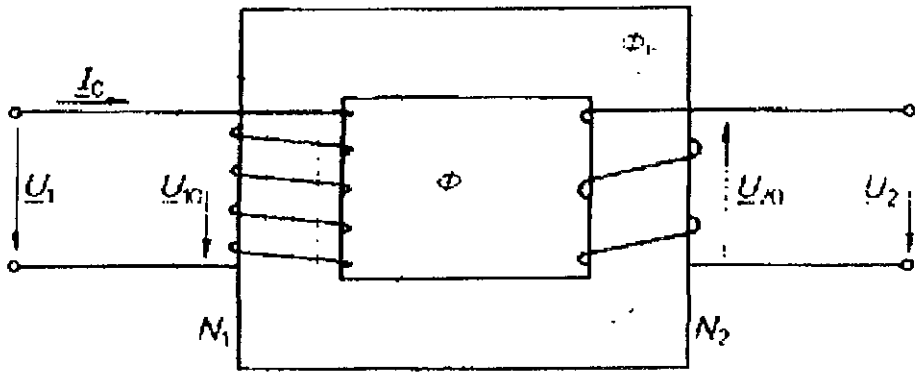
التركيب :

يتكون المحول من ملفين منفصلين موجودين على قلب حديدي مشترك (شكل١) في هذة الحالة يقال أن هناك فصل غلفاني

1 a رمز تخطيطي



1 b رمز تخطيطي مختصر . تستعمل الأحادي القطب



شكل(١)

طريقة العمل :

عند التوصيل بجهد متردد U_1 يسرى تيار لا حمل I_0 وصلية اللا حمل (الأمبير لفة) $\Theta_0 = I_0 . N_1$. يتولد في القلب الحديدي مجالا مغنطيسيا متـرددا بمقـدار تحـدده الـدائرة المغنطيسية (نوع الحديد ومقطعه المستعرض والثغره الهوائية إن وجدت) .

وطبقا لقانون الحث يستحث جهد متردد في لفات الابتدائى ولفات الثانوى تأثير الجهـد المسـتحث U_{10} يكون معاكسا لتأثير الجهد المتردد المسلط U_1 (جهد الحث الذاتى- قاعدة لنز) فـي لفـات الابتدائي الجهد المستحث U_{20} يساوى جهد الأطراف في حالة اللاحمل في لفات الثانوى.

يوضح الشكل الوضع الذى تكون عليه الجهود بالنسبة لبعضها بعضـا يفتـرض هنـا أن لفـات الابتدائي هي محاثة بحته لذا يتأخر تيار اللا حمل I_0 عن الجهد بمقدار 90°

قيمة الجهد المسحث تعتمد على :

$$U0 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

وعندما يكون التدفق المغنطيسي جيبي الشكل فان :

$$\Phi = B . A . 2 \pi . f = \Phi . \omega$$

حيث $\omega = 2 . \pi . f$ هو التردد الزاوي (السرعة الزاوية) و A هو المقطع المستعرض الفعال للقلب الحديدي و B هي كثافة التدفق المغنطيسي

$$\check{U}_0 = N . B . A . 2 \pi . f$$

تعطى كقيمة فعلية : $\frac{\check{U}_0}{2}$

$$U_o = N . B . A . \frac{2. \pi}{\sqrt{2}} . f \qquad \left(\frac{2. \pi}{\sqrt{2}} = 4.44 \right)$$

$$\boxed{U_0 = 4.44 . N . B . A . f}$$

يزداد الجهد الحثى مع ازدياد كل من عدد اللفات وكثافة التدفق المغنطيسي في القلب الحديدي والمقطع المستعرض للقلب الحديدى والتردد .

تحويل الجهد

ينغلق جزء من خطوط المجال على نفسه قبل أن يصل الى ملف المخرج وبذلك يمكن تقسيم التدفق Φ_1 الى تدفق رئيسي Φ_n يخترق كلا الملفين تدفق شارد $\Phi_{1.}$

التدفق الشارد يمكن إهمالة عندما يكون االمحول بلا حمل وعندها يتساوى اتلدفق في لفات المدخل والتدفق في لفات المخرج .

$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi$$

جهدا الحث :

$$U_{10} = 4.44 . N_1 . \Phi . f$$
$$U_{20} = 4.44 . N_2 . \Phi . f$$
$$U_{10} = 4.44 . N_1 . \Phi . f$$
$$U10 = 4.44 . N_1 . \Phi . f$$
$$U_{20} = 4.44 . N_2 . \Phi . f$$

$$\boxed{\frac{U_{10}}{U_{20}} = \frac{N_1}{N_2}}$$

النسبة بين جهدي الحث تساوي النسبة بين عددى اللفات عند اللا حمل حيث لا يسري أي تيار في لفات المخرج ولذا لا يظهر أي هبوط في الجهد

$$U_{20} = U_2$$

وعندما يكون تيار اللاحمل I_o طفيفا يكون الهبوط في الجهد في لفات المدخل طفيفا الى حد يمكن اهماله لذا يسري هنا ايضا على وجه التقريب

$$U_{10} = U_1$$

بذلك تتطبق بطريقة تقريبية :

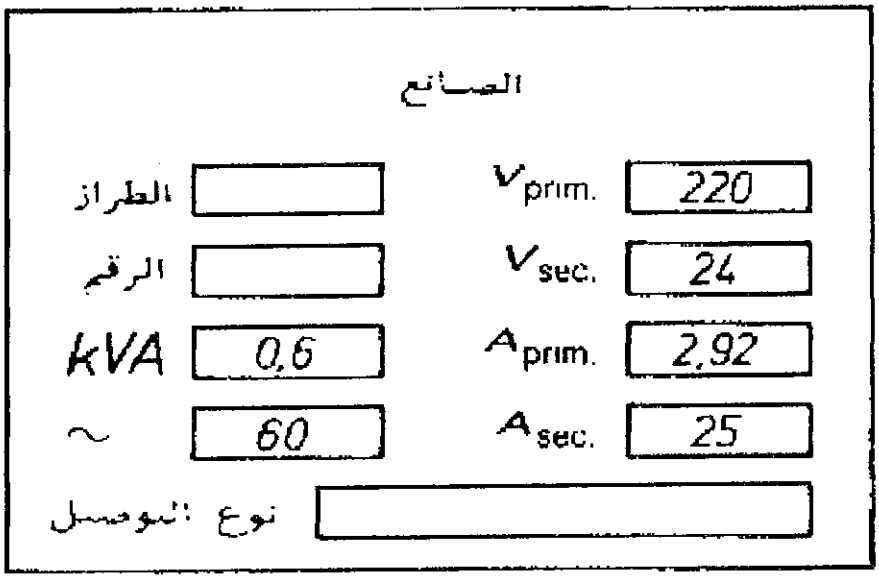
$$\frac{U1}{U2} = \frac{N1}{N2}$$

النسبة بين الجهدين تساوي النسبة بين عددي اللفات

النسبة بين الجهد الأسمى الأعلى والجهد الأسمي المنخفض نسبة التحويل الأسمية

$$\ddot{u} = \frac{U_{1N}}{U_{2N}}$$

يعطى الجهدان الاسميان U_{1N} وU_{2N} علي لوحه القدره (شكل٢)



شكل(٢)

تحويل التيار :

عند تحميل المحول يسرى التيار I_2 في ملف المخرج وطبقا لقاعدة لنـــز يكـــون المغنطيســـي $_{2h}$ بعكس اتجاه المسبب الذي هو هنا التدفق المغنطيسي $_{1h}$ لملف المدخل التدفق $_{1h}$ يضـــعف وجهـــد الحث U_{10} يصبح أقل وإذا كان الجهد الأسمى U_1 ثابتا فان الفرق بين الجهدتين U_{10} و U_1 يصبح اكبر ولذا يمكن أن يسري تيار I_1 اكبر في ملف المدخل التـــدفق المغنطيـــــــــسي $_{2h}$ - $_{1h}$ = يبقى ثابتا على مدى واسع ومعه يثبت ايضا جهد المخرج للمحول .

عندما يزداد تيار التحميل I_2 ، يزداد تيار المدخل I_1 ايضا ينقل المحول القدرة من خلال المجـــال المغنطيسي وعند اهمال المفاقيد في المحول ينطبق بصورة تقريبية :

$$S_1 = S_2$$

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

$$\boxed{\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}} \quad = \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{ű}$$

يتناسب التياران عكسيا مع الجهدين أو مع عددي اللفات

النسبة بين التيارين غير دقيقة لأن تيار اللاحمل مشمول دوما بما يعادل ٢ الى ١٠ بالمائة تقريبا في تيار المدخل I_1

تحويل المقاومة :

يمكن إعتبار المحول محول مقاومات ايضا المقاومة Z_2 الموجودة على المخرج تؤثر كمقاومة Z_1 على المدخل(شكل٣) وعند اهمال المفاقيد في المحول ينطبق :

S1=S2

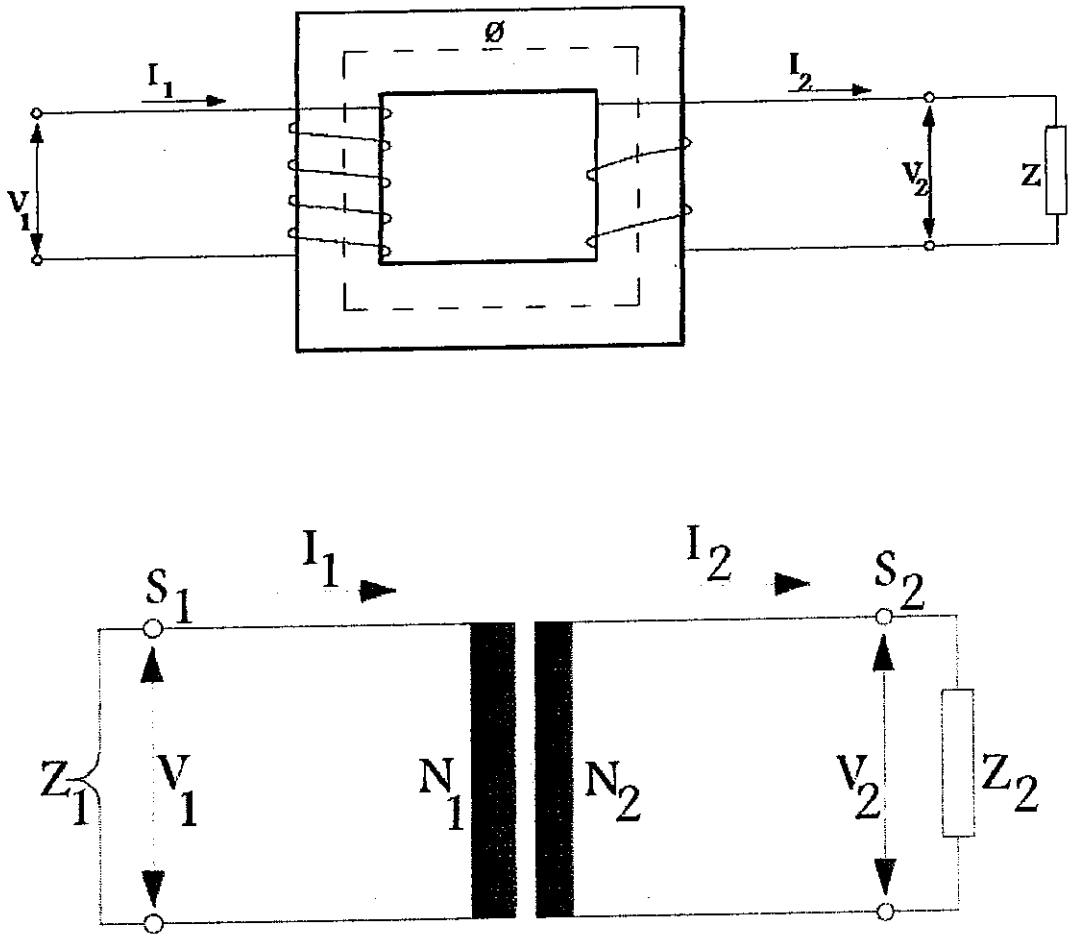
$$\frac{U^2_1}{Z1} = \frac{U^2_2}{Z2}$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U^2_1}{U^2_2}; \qquad {}^2\frac{U^2_1}{U^2_2} \quad \text{مع}$$

$$\boxed{\frac{Z_1}{Z_2} = ű^2}$$

تحول قيمة المقاومة Z_2 الى القيمة Z_1 بضربها بمربع نسبة التحويل

$$Z_1 = Z_2 . ü^2$$



شكل(٣)

ملاحظة تتعلق باتجاه U_2 :

المحول هو مستهلك على ناحية مدخله ، ومصدر جهد (U 20) على ناحية مخرجه لكن على مقاومة الحمل Z يرسم منهما الجهد والتيار طبقا لنظام وضع الأسهم على المستهلك وعليه يدار سهم الجهد U_2 بمقدار 180^{o}

إمكانية التحويل هذه تستعمل تقنيا لمواءمة مقاومات المستهلكات مع مصادر الجهد وفي العمليات على الموصلات .

ثانيا : أداء المحول أثناء التشغيل:

تيار اللاحمل مفاقيد اللاحمل (المفاقيد في الحديد)

التيار 1_0 المسحوب عند اللاحمل ضروري لبناء المجال المغنطيسي وهو في أغلبه تيار مغنطة يمكن بمساعدة التوصيلة الموضحة في(الشكل٤) تحديد الوضع الطوري لتيار اللاحمل I_0 بالنسبة الى الجهد U_1 ٠

$$\cos \varphi_o = \frac{\text{القدرة الفعالة}}{\text{القدرة الظاهرية}} = \frac{P_o}{U_{1N} \cdot I_o}$$

قيم cos Φ تقع بين 0.1 و 0.4 ٠

تيار اللاحمل يتأخر طوريا عن الجهد تيار اللاحمل 1_0 تكون قيمته 2 الى 5 بالمائة من التيار الاسمى في المحولات الكبيرة وفى المحولات الصغيرة قد تصل قيمته الى 15 بالمائة من التيار الاسمى .

$$I_o = 0.02 \ldots 0.15 \cdot I_{1N}$$

عند اللا حمل يظهر أن تيار اللاحمل I_o يتزايد بالتناسب مع الجهد U_1 المسلط على المدخل وفى منطقة التشبع المغنطيسي للقلب الحديدي من الممكن أن يتزايد تيار اللا حمل بشدة ويأخذ قيماً تتجاوز قيمة التيار الإسمي ٠

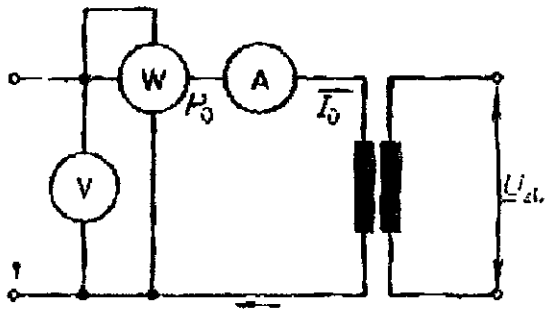
ويمكن تفسيرذلك بأنه في المجال الواقع فوق حد التشبع للقلب الحديدي لا تزداد كثافة التدفق المغنطيسي B طرديا مع شدة المجال H .

المحولات لا يسمح بتشغيلها على جهود أكبر من جهودها الإسميه

القدرة الفعالة P_o المقاسة في التوصيلة الموضحة في الشكل يمكنها أن تتحول الى حرارة في لفات المدخل وفي القلب الحديدي فقط.

المفاقيد الحديدية تقاس عند اللاحمل وهي لا تعتمد على التحميل

مفاقيد عكس المغنطة مفاقيد التيار الدوامى تتزايد تربيعيا مع كثافة التدفق B لذا يسخن القلب الحديدى بشدة عند التشغيل فوق حد التشبع .



شكل٤

المفاقيد عند التحميل :

عند التحميل الاسمي للمحول تسري في كلا اللفات التيارات الاسمية (الشكل٥) ويمكن حساب المفاقيد إذا عرفت المقاومتان الأوميتان R_1 و R_2 في اللفات N_1 و N_2 (القياس يتم باستعمال قنطرة قياس للتيار المستمر) .

$$P_{CU} = P_{CU1} + P_{CU2}$$

$$P_{VCU} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$$

في اختبار **دائرة القصر** يمكن قياس مفاقيد الملفات بدون مقاومة تحميل ايضا (الشكل٥)

جهد دائرة القصر U_K

يتم بحيث تكون لفات الخرج مقصورة الدائرة ، زيادة جهد الدخل الى أن تسري التيارات الإسمية عندئذ يكون الجهد الواقع على المدخل هو جهد دائرة القصر U_K

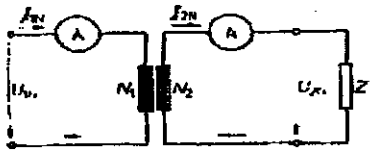
جهد دائرة القصر النسبي U_K في محولات الشبكة يكون في المتوسط 2 الى10 بالمائة من جهد المدخل U_{1N} جهد المخرج يساوى صفرا والقلب الحديدي يكاد أن يكون غير ممغنط ولذا لا تنتج أية مفاقيد في الحديد.

مفاقيد الملفات يمكن أن تقاس في إختبار دائرة القصر.

تزداد مفاقيد الملفات تربيعياً مع تيار التحميل (الشكل٦)

الاستجابة للجهد عند التحميل

عندالتحميل ، ينخفض جهد المخرج على أطراف توصيل المحول والمقاومة الداخلية للمحول Z_K تمثل في دائرة مكافئة



(شكل٥)

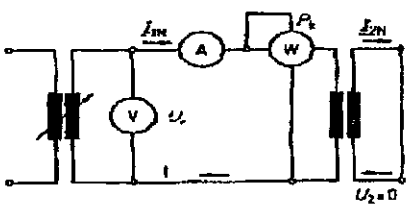
1 محول محمل

U_K جهد دائرة القصر ، بالوحدة V

P_K القدرة الفعالة عند اختبار دائرة القصر ، بالوحدة W

u_K الجهد النسبي لدائرة القصر ، بالنسبة المئوية

$$u_K = \frac{U_K}{U_{1N}} \cdot 100\%$$



(شكل٦)

2 اختبار دائرة القصر

عندما يسري التيار الاسمي يقع الجهد U_K على المقاومة الداخلية .

المحولات التى لها جهد دائرة قصر U_K كبير تكون مقاوماتها الداخلية كبيرة وهذا يعني تغيراً كبيراً في الجهد عند تغير التحميل .

يمكن أن يتغير جهد المخرج لمحول بمقدار جهد دائرة القصر النسبي.

عند أنواع التحميل المختلفة – تحميل أومى أو حثي أو سعوي – يختلف ايضا مقدار الهبوط في الجهد U (يعتمد على الزاوية)

عند التحميل السعوي يمكن أن يصبح جهد المخرج أعلى من جهد اللا حمل لذا يمكن في أوقات التحميل الخفيف أن يزداد جهد الامداد ازديادا شديدا في شبكات الجهد المنخفض الكبلية لان الكابلات تمثل حملاً سعوياً .

يعتمد جهد الخرج للمحول على :

مقدار التحميل I_2

قيمة جهد دائرة القصر النسبي U_K

الوضع الطوري φ لتيار التحميل

في حالة المحولات الصغيرة بقدرة حتى 16 KVA ، يعطى على لوحة القدرة جهد المخرج عند الحمل الأومى الأسمي ؛ وفي حالة المحولات ذات القدرات الكبيرة فالجهد المعطى هو جهد اللا حمل

استجابة الجهد هذه تتضح عند ايجاد الجزءين U_R و U_S من جهد دائرة القصر (الشكل٦) وذلك طبقا (اختبار دائرة القصر)

ومن P_K و $S_K = I_{1N} . U_K$ نحصل علي :

$$\cos \Phi_k = \frac{P_K}{S_K}$$

لتمثيل حالة التحميل يمكن أن تضاف مقاومة تحميل Z (الشكل٥) الى الدائرة المكافئة عند اختبار دائرة القصر (الشكل) والان يتم تشغيل المحول بجهد المدخل U_{1N}

عند التحميل السعوي يكون U سالبا وهذا يعني إرتفاعا في الجهد .

تيار دائرة القصر :

إذا قصرت دائرة المحول عند الجهد الأسمى الكامل تسري تيارات عالية في اللفات تؤدي الى تسخين المحول بشدة ويمكن أن تتلفه في وقت قصير .

تيار دائرة القصر الدائم تحدده المقاومة الداخلية للمحول Z_K فقط .

المحولات تحد من تيار دائرة القصر في تجهيزات المستهلك .

لا تصمد امام دائرة القصر الا المحولات الخاصة ذات جهود القصر التي تتجاوز 50% وهذه المحولات يمكن أن تشغل وهي مقصرة الدائرة باستمرار (محول الجرس – محول اللحام)

تيار دائرة القصر النبضي I_{KS} :

بعد نشوء دائرة القصر مباشرة يمكن أن يسري لفترة قصيرة تيار أعلى من تيار دائرة القصر الأسمي I_{KN} (تيار دائرة القصر الدائمة) وينتج عن التيار إجهادات ميكانيكية عالية على كل أجزاء المحول التى يسري فيها .

يظهر في الشكل المسار المبدئي لتيار دائرة القصر النبضي تظهر القيمة القصوي لتيار دائرة القصر النبضي في نصف الموجه الأول بعد قصر الدائرة الكهربائية عندما تنشأ دائرة قصر في لحظة غير مناسبة – عند مرور الجهد بالصفر وإذا كانت دائرة القصر مستديمة ، يكون المجال المغنطيسي صفرا تقريبا ويمثل جزء التيار المستمر المتضائل محتوى الطاقة للمجال المغنطيسي المنهار وإذا نشأت دائرة قصر عند القيمة القصوي للجهد (عندما يكون التدفق المغنطيسي صفرا) فلن ينتج تيار دائرة القصر النبضي. ويسري تيار دائرة القصر الاسمي I_{KN} فورا .

<u>الكفاءة η :</u>

هي نسبة القدرة المعطاة الى القدرة المأخوذة القدرات من قدرات فعالة

$$\eta = \frac{Pout}{Pinp}$$

المعطاة في لوحة المحول هى دائما كفاءة الحمل الكامل أى يحصل عليها التحميل الاسمى كفاءة الحمل الكامل هي كمية غير متغيرة وهي تسمى ايضا كفاءة الأجهزة

في التطبيق العملى يستخدم قياس المفاقيد على انفراد لتحديد الكفاءة وهذه الطريقة أدق ويمكن استعمالها في المحولات ذات القدرات العالية ايضا

$P_{inp} = P_{out} + P_{fe} + P_{cu}$

P_{cu} مقاسة في اختبار دائرة القصر : P_K

P_{fe} مقاسة عند اللا حمل : P_o

P out القدرة الاسمية للمحول عند cos = 1 (حمل فعال)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{fe} + P_{cu}}$$

عند التحميل جزئيا بتحمل حثي أو سعوي ($\cos \varphi = 1$) يجب أن تحدد أولا القدرة الفعالة المعطاة : $P_{out} = S_N \cdot \cos \varphi$

$$\eta \quad \frac{S_N \cdot \cos\varphi}{S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + P_{Cu}}$$

الكفاءة السنوية ηa :

المحولات لها كفايات جيدة جدا لذا فهي غالبا ما تبقى مشغلة بدون تحميل .

في الكفاية السنوية يسأل عن التكلفة (الربحية) لذا يدخل الشغل الكهربائي في العلاقة .

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{out} + W_{Fe} + W_{cu}}$$

يمكن تحديد الشغل الكهربائي (t_B مدة التحميل)

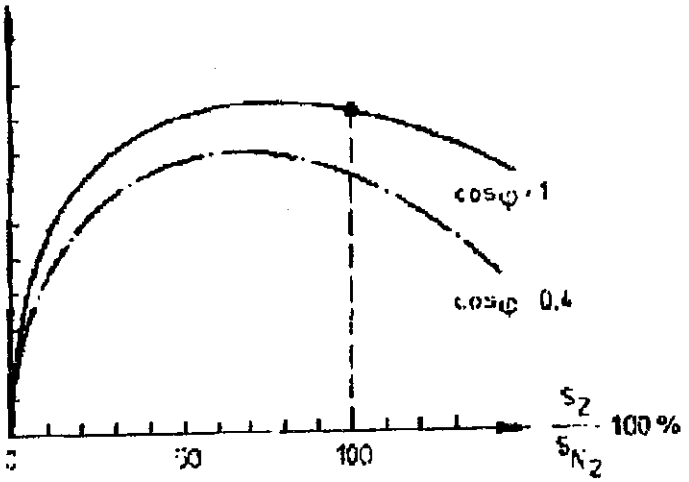
(t_E مدة التوصيل) $W_{Fe} = P_{Fe} \cdot t_E$

$W_{cu} = P_{cu} \cdot t_B$

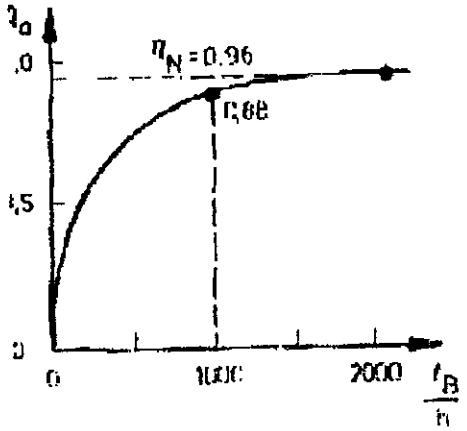
الكفاءة السنوية يمكن أن تصبح صفرا عندما يوصل المحول دوما بدون حمل لكنها تصل الى قيمة الحمل الكامل على الأكثر عندما يشغل المحول دائما بالحمل الأسمي

القدره الإسميه	
100 VA	0,88
1 KVA	0,92
10 KVA	0,96
100 KVA	0,97
1 000KVA	0,98
10 000 KVA	0,99

1 كفايات المحول عند التحميل الكامل



2 اعتماد الكفاية على التحميل



3 الكفاية السنوية

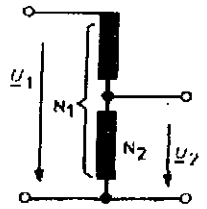
- الرموز الفنية لبعض المحولات

Type	Symbol or circuit	
Safety and protective transformers	**Isolating transformers**	محول معزول
short-circuit-proof	**Control tranformers**	محول تحكم
	Low voltage transformers	محول جهد منخفض
	Line connection transformers	
semi short circuit proof	**Bell transformers**	محول جرس
	Toy and model transformers	محول العاب الاطفال
open	**Torch transformers**	محول طورش اللحام
	Thawing transformers	محول الذوبان
encapsulated	**Transformers for medical equipment**	محول للاغراض الطبيه

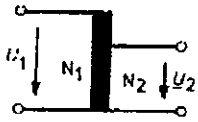
المحول الذاتي :

التركيب والاستخدام

المحول الذاتي له لفه واحدة مشتركة بين جهتي المدخل والمخرج ولهذا الغرض يمكـــن توصـــيل اللفات طبقا للشكل 1 أ ، أو استخدام لفه واحدة ذات تفرع



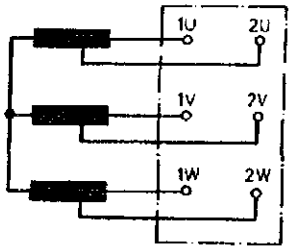
أ)



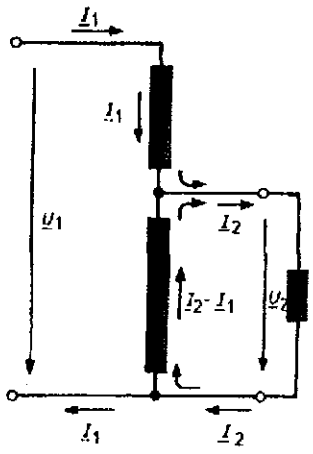
ب)

ج) رمز تخطيطي مختصر

1 توصيلة المحول الذاتي



2 محول ذاتي ثلاثي الاطوار ، مجموعة التوصيل YO



3 التيارات في المحول الذاتي

شكل ٨

شكل ٧

بما أن للمحولات الذاتية ميزات بارزة عند الاستعمال المناسب . فيوجد منها نماذج للتيار الثلاثي الأطوار ايضا

تستخدم هذه المحولات في بدء تشغيل المحركات الأحادية الطور (محركات الجر علـــى الســـكك الحديديه) والمحركات الثلاثية الأطوار وفي شبكات الجهد الأقصي 380 KV / 220 ولمواءمـــة الجهد .

طريقة العمل :

المحول الذاتي ليس مجزئ حثي للجهد . بل هو محول حقيقي تسري هنا كل القوانين التي اشتقت للمحول الأحادي الطور .

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \qquad U = \frac{U_1}{U_2}$$

عدد اللفات N_2 مشمول في عدد اللفات N_1

القدرات

الميزة الكبري للمحول الذاتي تكمن في حجمة الصغير مقارنة بالمحول ذي اللفات المنفصله .

يفرق بين :القدرة الأسميه S_B و القدرة الفعلية S_D

في المحول ذي اللفات يجب أن تنقل القدرة الكلية عبر التدفق المغنطيسي في القلب الحديدي .

فيكون : $S_B = S_D$

في المحول الذاتي يمكن أن يؤخذ جزء من تيار المخرج من سلك ملف المدخل وبذا فإن جزءا فقط من القدرة ينقل من خلال التدفق المغنطيسي للقلب الحديدي

فيكون : $S_B < S_D$

في المحول الذاتي تكون االقدرة الأسمية دائما أصغر من القدرة الفعلية بإهمال المفاقيد وتيار اللا حمل . القدرة الفعلية تكون :

$$S_D = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

المحول الذاتي الذي له قدرة أسمية صغيرة يستطيع أن يحول قدرات كبيرة عندما يتقارب جهد المدخل وجهد المخرج .

المحول يمكن أن يوفر في نحاس لفاته إذا استخدمت موصلات بمقاطع مستعرضه مختلفة في قسمي اللفات .

المحولات الذاتية لها كفاءة جيدة جدا لنسب التحويل $\ddot{u} < 0,5$ يكون التوفير في النحاس والحديد قليلا وبالنسبة للعزل ، يجب أن يصمم جانب الجهد المنخفض مثل جانب الجهد العالي .

المحولات الذاتية لا يجوز استخدامها لتوليد جهد وقائي صغير طبقا لتعليمات VDE 0100 ، لآن الجهد العالي والجهد المنخفض غير مفصولين .

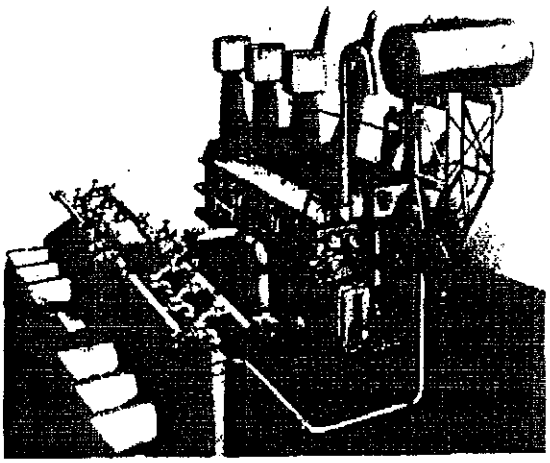
جهد دائرة القصر ، تيار دائرة القصر

اختبار دائرة القصر في المحول الذاتي يعطي جهود دائرة قصر صغيرة جدا ، وبذلك يكون جهد المخرج ممانعا للتغير عند التحميل .

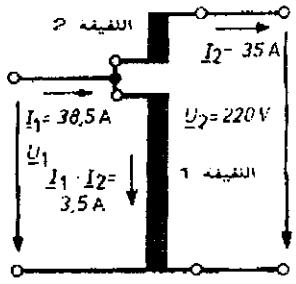
(الشكل٧) يظهر أن جهدا U_K قليلا فقط يلزم لكي يسري التيار الأسمى في اللفات الثانويه .
عند نشوء دائرة قصر لدى الجهد الإسمي الكامل . يمكن أن تسري تيارات عاليه جدا في دائرة القصر . إذا كان الجهد العالي والجهد المنخفض متقاربين جدا من بعضهما بعضا (U_I / U_2) .
فيجب أن تدمج ملفات خانقة في المحولات الكبيرة للحد من تيار دائرة القصر .

المحولات الذاتية لها جهود دائرة القصر صغيرة ، ولذا يكون لها تيارات دائرة قصر كبيرة جدا

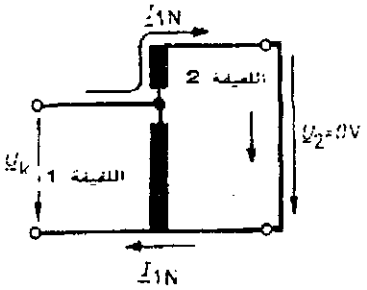
شكل (٩)



3 محول ثلاثي الأطوار مبرد بالزيت، في توصيل اقتصادي، بقدرة ظاهرة 635 MVA



1 محول ذاتي بلفيفة متدرجة. إذا بلغت كثافة التيار 3.5 A/mm² مثلا. فستكون المقاطع المستعرضة لموصل الملفية 1 1 mm² ، ولملفيه 2 10 mm² .



شكل(٩)

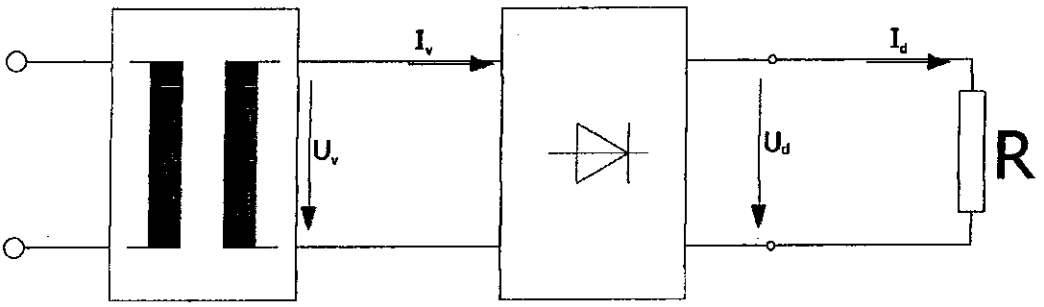
2 اختبار دائرة القصر على المحول الذاتي

تحويل التيار المتردد الى التيار المستمر (Adaptor)

مما سبق دراسته يستخدم المحول لرفع أو خفض الجهد والتيار وللحصول على خرج للتيار المستمر يتم اضافة دوائر للتوحيد باستخدام الموحدات مثل :

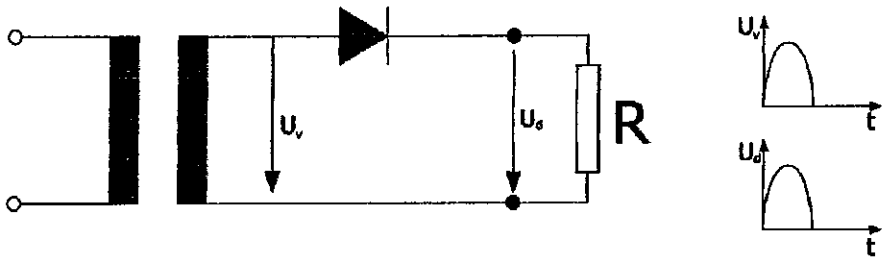
١. توحيد نصف موجة

٢. توحيد الموجه كاملة

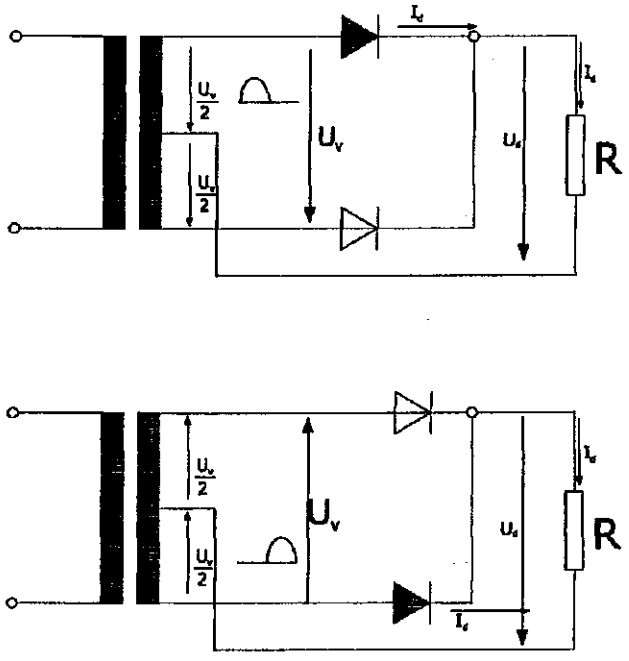


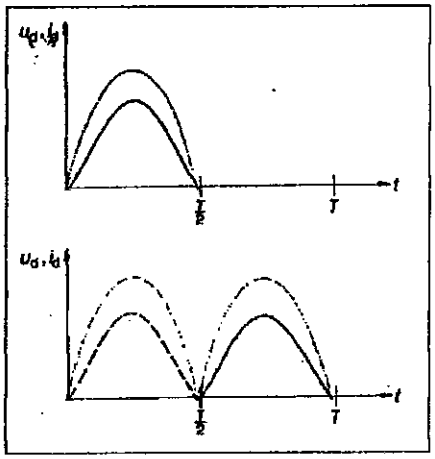
الشكل ١٠ يوضح الدئرة الاساسية لدائرة التوحيد لخرج المحول

أولا : دائرة توحيد نصف موجة شكل ١١



ثانيا دائرة توحيد الموجه الكامل شكل ١٢





دوائر الحماية للموحدات :

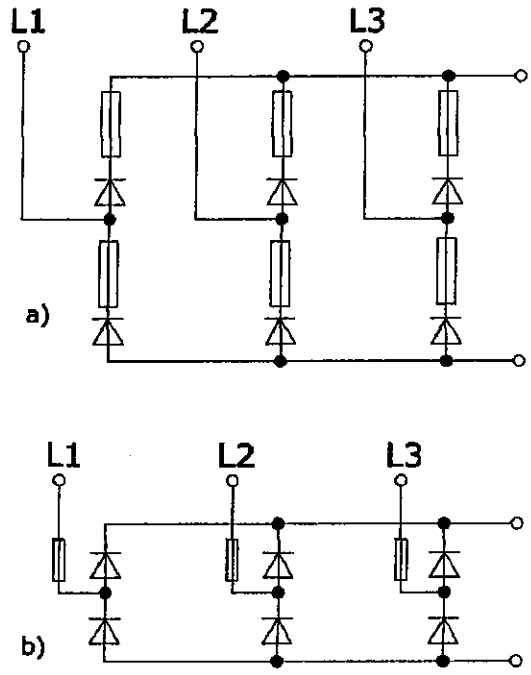
تلاحظ أنه عند استخدام الموحدات في دوائر القوى الالكترونية أن الجهد اللحظي (الزيادة بالجهد) يعادل ١٠ مرات من قيمة جهد اللا حمل المتردد . وبدون حمايه للموحد فانه يحترق

عند تشغيل المحول ثم فصله من جهد الملفات الابتدائية فان جهد بدء عالي سيمر في الملفات الثانوية وتعتمد قيمته علي القيمة اللحظية لجهد الخط .

وعند تحميل دائرة الخرج (بعد أطراف دائرة التوحيد) سيمر ايضا جهد عالي ولهذين السببين يفضل وضع مفتاح (ايقاف – تشغيل) عند خط التغذية من ناحية الملفات الثانوية .

إذا كان هناك احتياج لعزل أطراف الملفات الابتدائية عند خط التغذيه الرئيسى (مصدر التيار المتردد) فيجب تشغيل الدائرة الابتدائية بعد الدائرة الثانوية ولحماية الموحدات يوضع مكثف للتقليل من جهد البدء .

كما أنه يمكن حماية الموحدات بوضع مصهرات لحظية أما بالفرع أو بالخط وبخاصة في الدوائر ثلاثية الأوجه كما هو مبين بالشكل



شكل(١٣)

محولات المجال الشارد

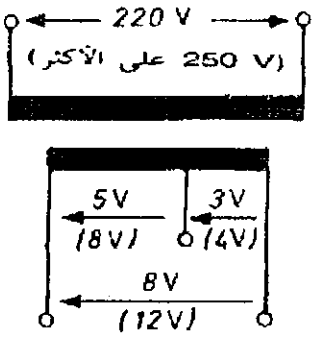
المجال الشارد موجود في كل محول . خطوط المجال الشارد لا تخترق إلا الملف الخاص بها وهي تولد هبوطا حثيا في الجهد يزداد مع تيار التحميل عند دائرة القصر . لا يمكن أن يسري تيار دائرة قصر كبير .**محولات المجال الشارد جهدها قابل للتغير وهي صامدة لدائرة القصر .**

من محولات المجال الشارد :- محولات الأجراس . محولات لعب الأطفال .

- محولات لتجهيزات مصابيح التفريغ .
- محولات اللحام . محولات الوقاية .
- محولات الإشعال لحارقات الزيت.

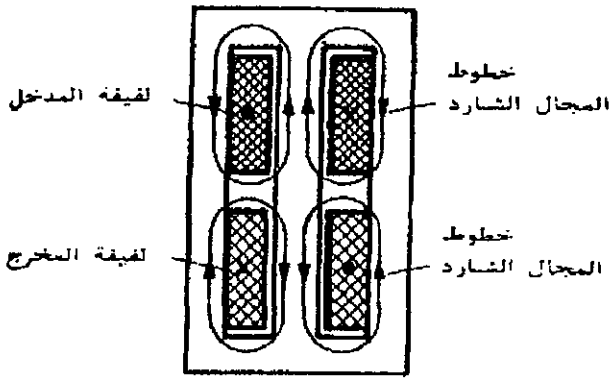
محولات الأجراس

(شكل١٤) لها جهود مخرج تصل الى 12 V عند تيار اسمي يقع بين 0,5 A و 2



شكل (١٤)

1 محول جرس



شكل (١٥)

المجال الشارد الكبير يتم الحصول عليه عن طريق الفصل المكانى للفات على جسمين منفصلين ومن خلال شكل ألواح القلب (مسار متوسط اكبر لخطوط المجال) (الشكل١٥)

تسري الجهود الأسمية عند التحميل بالتيار الاسمي . وعند اللا حمل تكون الجهود اكبر بمرتين الى مرتين ونصف من ذلك

تيار دائرة القصر الدائمة يزيد عند التيار الأسمي بفارق بسيط فقط لذا يمكن تشغيل محول الجرس في حالة دائرة قصر دائمة بدون أن ينشأ عن ذلك تلف نتيجة التسخين .

محولات الأجراس تصمد أمام دائرة القصر

محولات اللحام

أشغال اللحام ت تتطلب محولا ذا جهد مطاوع وصامدا أمام دائرة القصر :

أولا : جهد اشعال عال (جهد اللا حمل)

ثانيا : عند أطوال مختلفة للقوس الكهربائي ينبغي ألا يتغير تيار اللحام (جودة اللحام)

ثالثا : ينبغي أن يكون تيار اللحام قابلا للضبط

الشرطان الأول والثاني لا يتحققان الا بمحول مجال شارد (الشكل١٦) يتراوح جهد اشتعال القوس الكهربائي بين 20 V و 30 V وذلك تبعا لطول القوس الكهربائي عند ذلك يتغير تيار اللحام بمقدار طفيف .

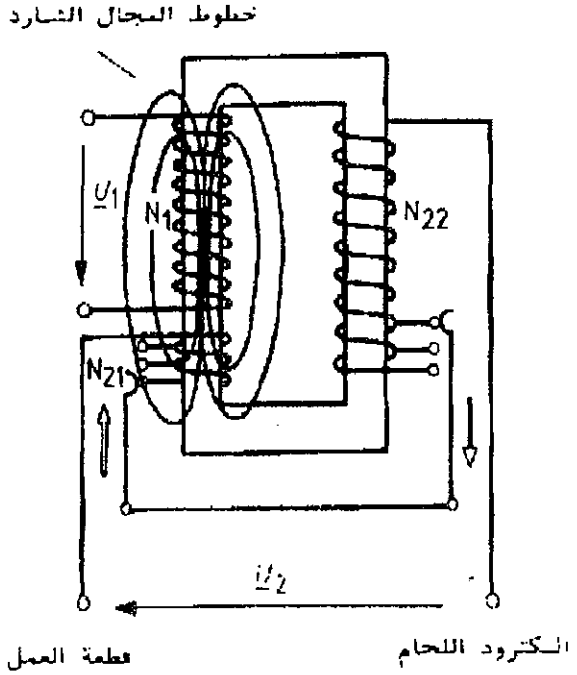
ضبط محول اللحام لا يمكن أن يتم من خلال تغيير عدد اللفات

قد ينتج عن ذلك جهد إشعال (جهد لا حمل) صغير جدا أو كبير جدا ومن بين الحلول العملية الكثيرة سنتطرق هنا الى حل كهربائي وأخر ميكانيكي .

الحل الكهربائي

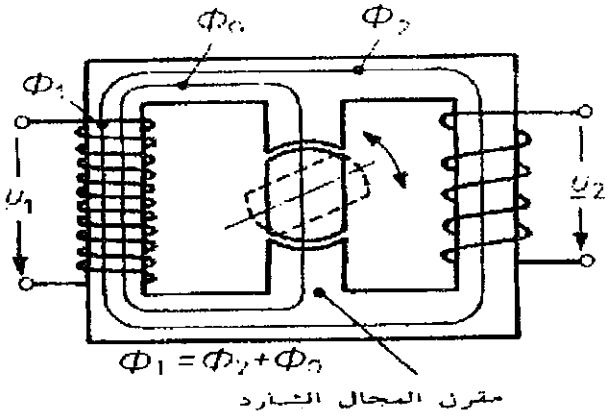
في الحل الكهربائي (الشكل١٧) يبقى عدد لفات المخرج ثابتا وتبدل فقط أجزاء من الملفات أو اللفات لهذا الغرض يحرك كلا مفتاحى التبديل في اتجاهين متعاكسين إذا فصلت لفة من الملفات N_{21} تضاف بالمقابل لفة من N_{22} .

جزء اللفة N_{21} يظهر سلوكا ممانعا لتغير الجهد لانه بالاضافة الى التدفق الرئيس Φ_n (غير المرسوم) يكون التدفق الشارد ايضا فعالاً جزء اللفة N_{22} يظهر سلوكاً مطاوعاً لتغير الجهد من خلال ذلك ينتج ضبط تيار اللحام الممثل في الشكل تيار اللحام الأقصي يتم الوصول اليه عند وضع المفتاح المرسوم في شكل(١٧)



1 توصيل محول لحام

شكل(١٦)



3 ضبط تيار اللحام عبر مقرن المجال الشارد

شكل(١٧)

الحل الميكانيكي:

في الحل الميكانيكى يغير المجال الشارد من خلال مقرن المجال الشارد (الشـــكل١٧) وبمـــا أن قوى مغنطيسية كبيرة تظهر هنا فيجب أن يستخدم ترس دودي لضبط مقرن المجال الشـــارد تيـــار اللحام الأقصى : مقرن المجال الشارد يكون وضع التدفق المغنطيسي الكلي يخترق ملف الخرج.

تيار اللحام الأصغر : مقرن المجال الشارد يكون وضع التدفق الشارد كبيرا جدا . ولايختـــرق ملف المخرج الا التدفق الجزئي Φ_2 من التدفق الكلي Φ_1.

عند اللا حمل لا توجد الوصلية المعاكسة في ملف الخرج التي تدفع التدفق المغنطيسي في مقـــرن المجال الشارد . التدفق المغنطيسي الكلي يخترق ملف الخرج ويولد دائما نفس جهد

اللا حمل مهما كان وضع مقرن التدفق الشارد . إختيار الحل الميكانيكي يقتصر في الغالب علـــى محولات اللحام الكبيرة المتحركة أو الثابت

إختبر معلوماتك

١) إشرح تحت أية شروط يمكن أن يستخدم المحول الذاتى إستخداما مناسبا ؟

٢) أي المحولات تعد محولات مجال شارد ؟

٣) إشرح طريقة لضبط تيار اللحام في محولات اللحام ؟

رابعا : المحول الثلاثي الأطوار

عند الامداد بالطاقة يجب أن تحول المحولات تيارا ثلاثي الأطوار ويمكن أن يتم هذا امـا بثلاثـة محولات أحادية الطور أو بمحولات ثلاثية الأطوار .

تحويل ثلاثي الأطوار بمحولات أحادية الطور

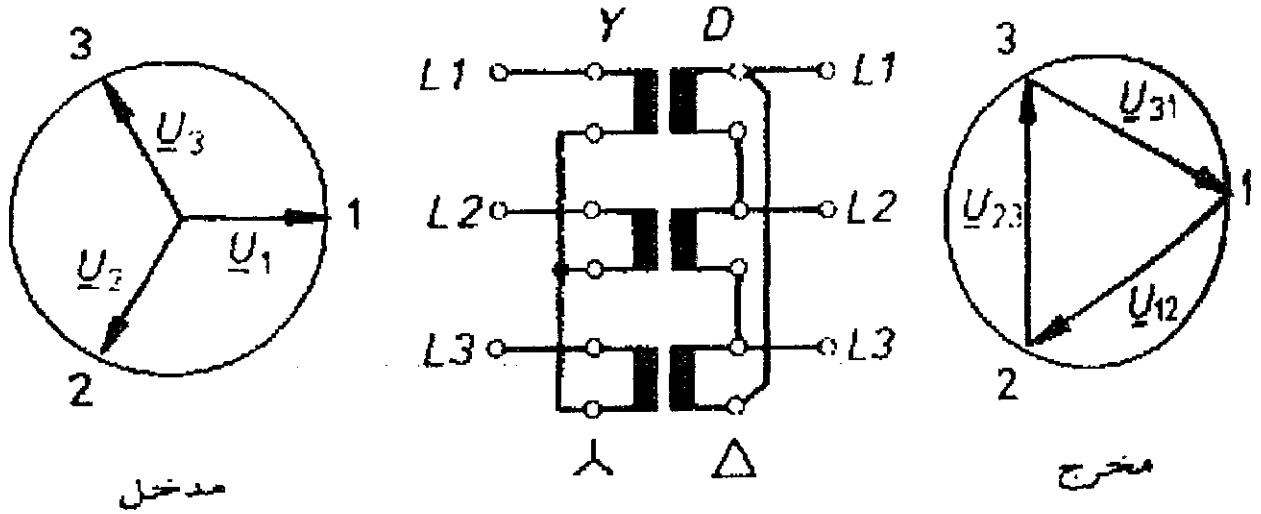
إذا وصلت ثلاثة محولات أحادية الطور متماثلة طبقا للشكل ينشأ عنـد المخـرج تيـار ثلاثـي الأطوار أي ثلاثة جهود مزاحة ضد بعضها بعضا بمقدار 120^{o} .

المحولات الأحادية الطور يجب أن تكون مصممة من ناحية مداخلها لجهد الموصل الخارجي عند التوصيل المثلثي ولجهد الطور عند التوصيل النجمي .

جهد المدخل وجهد المخرج لكلا من المحولات الثلاثة الأحادية الطور اما أن يكونا متساويان فـي الطور أو تكون بينهما ازاحة طورية مقدارها 120^{o}.

من حيث المبدأ يمكن أن يكون التزامن للتيارات للجهود سواء في الدخل أو في الخرج .

الشكل (١٨) يبين ثلاثة محولات أحادية الطور موصلة نجمة من جانب المدخل دلتا مـن جانـب الخرج كما يبين مخططات المؤشرات التابعة لذلك .



تحويل ثلاثي الأطوار بمحولات احادية الطور

شكل(١٨)

توصيلة كهذه تسمي وحدة ثلاثية الأطوار والوحدة الثلاثية الأطوار هذه انتاجها اكثر كلفة من انتاج محول ثلاثي الأطوار الا أنه عند القدرات الكبيرة جدا MW 1000 مثلا فان نقل ثلاثة محـولات أحادية الطور بطاقة MW 333 لكل منها يكون أسهل .

المحول الثلاثي الأطوار

يوضح(الشكل١٩) تمثيل اللفات كرمز تخطيطي وكرمز تخطيطي مختصر يبنى في الغالب المحول القلبي الثلاثي الأطوار الموضح في الشكل

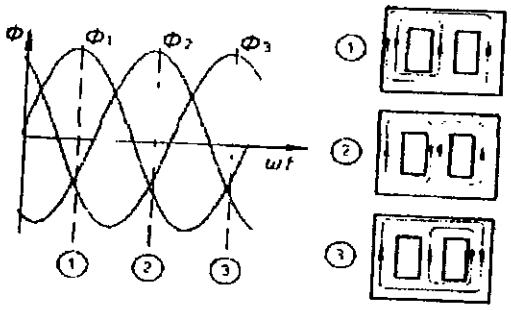
ملفا الدخل والخرج في كل حالة موجودان على قلب مشترك عند التوصيل بشبكة ثلاثية الأطوار – يمكن ربط لفات الدخل الثلاثة – كالاحمال الثلاثية الأطوار – في توصيل نجمة أو توصيل دلتا ما ينطبق على التيارات عند الأحمال الثلاثية الأطوار المتماثلة ينطبق على التدفقات المغنطيسية :

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + = 0$$

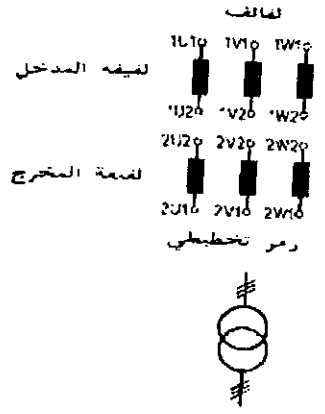
مجموع كل التدفقات = صفر في أي لحظة

لذا يمكن أن يستغنى عن مسار العودة المغنطيسي (قارن : الموصل المحايد) الشكل يوضح ثلاث قيم لحظية للتدفق المغنطيسي مسار خطوط المجال الأوسط الخاص بالملف الأوسط (القيمة اللحظية 2) هو أقصر من نظيريه للملفين الخارجين لذا يحتاج الملف الأوسط الى وصلية أقل لبناء المجال المغنطيسي .

يمكن من خلال القياس اثبات أن تيار المغنطة للملف الأوسط يكون أقل بما يعادل 10 الى30 بالمائة . هذا المحول الثلاثى الأطوار غير متماثل مغنطيسيا

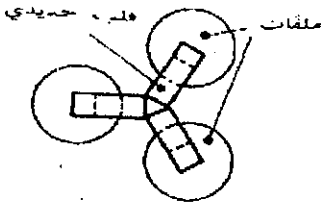


3 أولاً : منحنيات التدفق المغنطسة

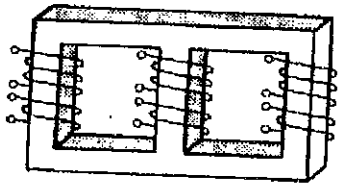


رمز تخطيطي مختصر

1 رمز تخطيطي ورمز تخطيطي مختصر



4 نوع هيكلي (مغطى رأسي)



2 محول قلبي ثلاثي الاطوار

شكل(١٩)

عندما تكون القلوب الحديدية مرتبة مكانيا بحيث تنشأ مسارات متساوية الطول للتدفقات المغنطيسية ينشأ عن ذلك النوع الهيكلي (الشكل ١٩) لم يعد النوع الهيكلي يبني بسبب تركيبه الصعب .

تحويل الجهد والتيار

إذااعتبر ملفا أحد الأفرع فيسرى كل ما ذكر عن المحول الأحادي الطور .

أولا : النسبة بين جهدي الطور تساوي النسبة بين عددي اللفات

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

ثانيا : يتناسب تيارا الطور عكسيا مع الجهدين .

$$\frac{I1}{I2} = \frac{U2}{U1} = \frac{N2}{N1}$$

ثالثا : نسبة التحويل t هي النسبة بين جهود الموصلات الخارجية

$$\tilde{U} = \frac{U_{112}}{U_{212}}$$

يمكن الحصول على نسب تحويل مختلفة عن طريق توصيل لفات المدخل والمخرج على أشكال مختلفة

رابعاً : الدائرة المكافئة يصح استعمالها هنا إذا كانت الكميات المستعملة هي القيم الطورية وبطريقة مماثلة يمكن ايضا أن يحسب جهد المخرج عند التحميل كجهد طوري .

مجموعة التوصيل

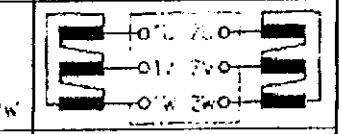
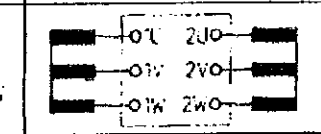
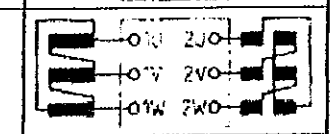
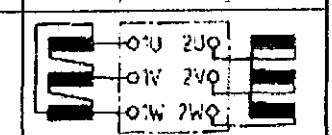
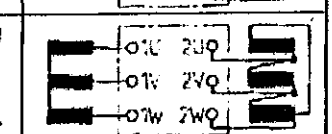
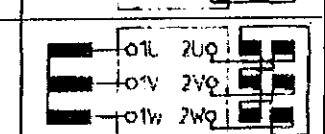
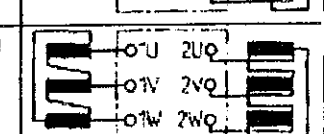
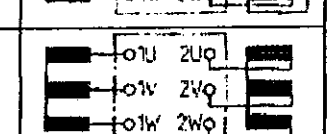
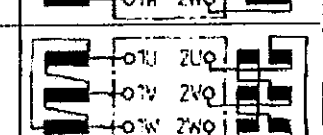
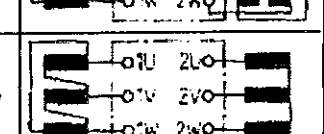
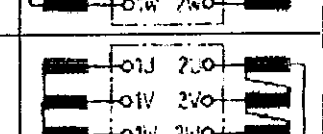
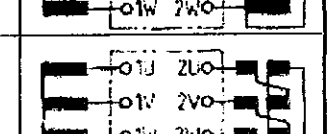
إمكانات التوصيل المختلفة (الشكل- ٢٠أ) في المحول الثلاثي الأطوار تؤدي الى أوضاع طورية مختلفة لجهد المخرج بالنسبة الى جهد المدخل .

بما أن الجهد النجمه في النظام الثلاثي الأطور يكون مزاحا بمقدار 30° عن الدلتا الجهد (جهد الموصل الخارجي) فتظهر هذه الازاحة الطورية مرة أخري في المحولات ذات التوصيلات المختلفة

عند التشغيل الفرد للمحولات لا يكون للوضع الطوري أي أهمية عند التشغيل على التوازي كما في شبكة التغذية ذات الجهد المنخفض مثلا يجب أن يميز الوضع الطوري بسبب شروط التوصيل على التوازي .

الرقم المميز هو الرقم الذي تضرب به الزاوية 30 ° للحصول على الزاوية التي يتأخر بها الجهد المنخفض عن الجهد العالي . حسب المواصفات VDE 5.32 هناك 12 مجموعة توصيل مألوفة في التطبيق العملي تستخدم بصفة خاصة مجموعات التوصيل

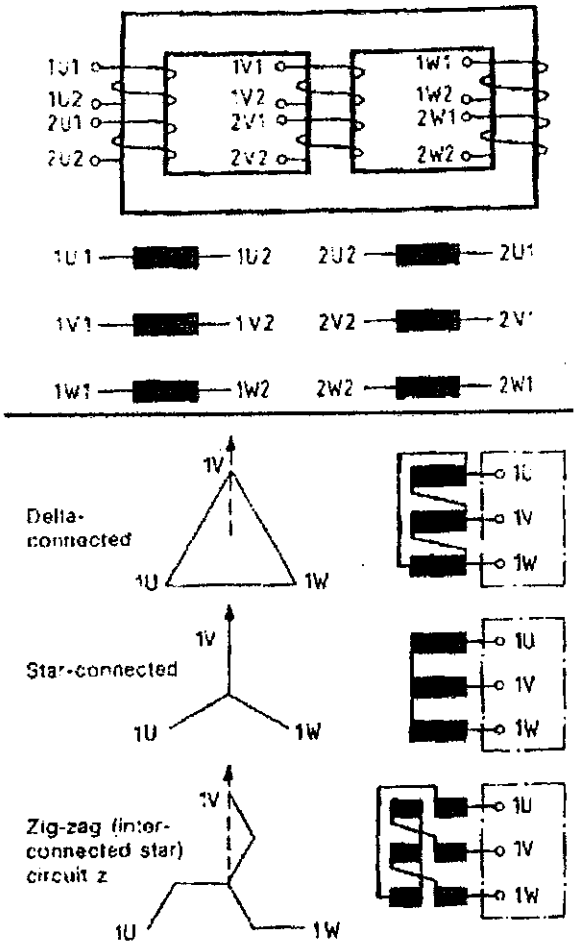
Three-Phase Transformers, Common Vector Groups, Circuits Charactaristics

Index	Vector group	Transformation ratio α	Vector diagram		Connection	
			Primary	Secondary	Primary	Secondary
0	D d 0	$\frac{N_1}{N_2}$				
	Y y 0	$\frac{N_1}{N_2}$				
	D z 0	$\frac{2}{3}\frac{N_1}{N_2}$				
5	D y 5	$\frac{N_1}{\sqrt{3}N_2}$				
	Y d 5	$\frac{\sqrt{3}N_1}{N_2}$				
	Y z 5	$\frac{2}{\sqrt{3}}\frac{N_1}{N_2}$				
6	D d 6	$\frac{N_1}{N_2}$				
	Y y 6	$\frac{N_1}{N_2}$				
	D z 6	$\frac{2}{3}\frac{N_1}{N_2}$				
11	D y 11	$\frac{N_1}{\sqrt{3}N_2}$				
	Y d 11	$\frac{\sqrt{3}N_1}{N_2}$				
	Y z 11	$\frac{2}{\sqrt{3}}\frac{N_1}{N_2}$				

الشكل (٢٠أ)

المحول الثلاثي الأطوار

شكل (٢٠)



اختيار مجموعات التوصيل

إن غرض الاستعمال هو الذي يحدد مجموعة التوصيل

أولا : الاختيار تبعا لمقدار الجهود أو التيارات :

التوصيل Y :

أ) في محولات الجهد العالي يجب أن تعزل اللفات عن القلب الحديدي ضد الجهد الطوري فقط المحولات في شبكات الجهد العالي والعالي جدا 132/ 33 kV لها دائما التوصيل Yy

$$U_1 = 0.58 . U_{12}$$

ب) شبكة الجهد المنخفض ذات الأربعة موصلات تحتاج الى نقطة النجمة في لفات خرج المحول لتوصيل الموصل PEN .

n تعني : نقطة النجمة ممدودة الى الخارج من جانب الجهد المنخفض

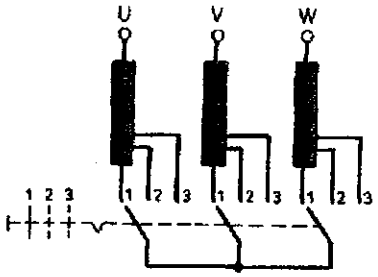
ج) المحولات ذات تفرعات ضبط الجهد توصل عند نقطة النجمة (شكل٢٢) نقاط التفرع في الأطوار المنفردة يلزم أن تعزل عند المفتاح المراحلي ضد الجهد الطوري فقط من خلال ذلك يمكن أن يبني المفتاح بفتحات صغيرة وبذا يكون أصغر وأرخص .

د) تختار التوصيلة D في المحولات ذات الجهود الصغيرة لكن ذات التيارات الكبيرة المقطع المستعرض للفات يصمم فقط للتيار الطوري :

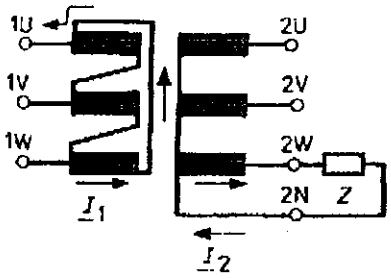
$$I_1 = 0.58 . I_2$$

من خلال ذلك يكون انتاج الملفات أسهل .

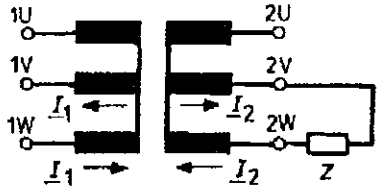
و) محول الآلات بين المولد وشبكة الجهد العالي له مجموعة التوصيل Yd5 . التوصيلة Y لـ 132/33 kV . والتوصيلة D للمولدات ذات التيارات الكبيرة عند جهود المولدات من 10 kV الي 20 kV .



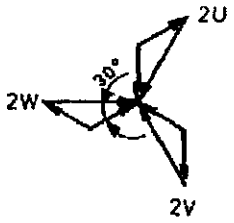
1 لفيفه متفرعة مع مفتاح مراحلي

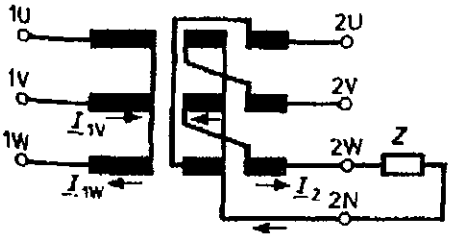


4 Dyn5 . تحميل أحادي الطور

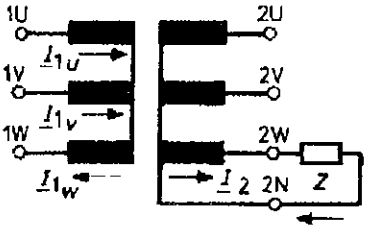


2 حمل غير متزن Yy0





5 Yzn5 . تحميل أحادي الطور



3 Yyn0 . تحميل أحادي الطور

شكل(٢١)

ثانيا : الاختيار تبعا للتحميل

عند التحميل المتماثل للأطوار الثلاثة يعمل المحول الثلاث الأطوار مثل المحول الأحادي الطـور وعند تحميل الأطوار الثلاثة تحميلا غير متماثل . أو حتى عند التحميل الأحادي الطور فيمكن أن تنشأ صعوبات .

Yy. في شبكة الجهد العالي وبدون نقطة نجمة ممدودة الى الخارج التحميل غير المتماثل I_2 بين موصلين خارجيين يسبب تيارا مناظرا I_1 على جانب المدخل والطور غير المحمل يبقى بلا تيار . يستطيع المحول أن ينقل حملا غير متزن (تحميل غير متماثل) .

Yyn. مع نقطة نجمة ممدودة الى الخارج تيار التحميل يسبب الوصليتين $I_{IU}.N_1$ و I_{IV} N_1 على السيقان غير المحملة من جانب الدخل ونظرا لغياب الوصلية المعاكسة تنشأ دفوق تظهر مضخمة كمجال شارد وتستحث جهودا اضافية في لفائف المخرج .

الموصل المحايد يجوز أن يحمل بـ 10 بالمائة على الأكثر .

مجموعة التوصيل هذه لا تستعمل في محولات التوزيع .

Dyn5 عند التحميل الأحادي الطور يمكن للتيار أن يسري في لفات المدخل قادما من الموصلات الخارجية المحول هذا يناسب الاستعمال كمحول توزيع في حالة الحمل غير المتزن .

Yzn5 إذا كان من المتوقع أن يكون الحمل غير متزن الى حد كبير أو يكون هناك حمل أحادي الطور فيستخدم التوصيل المتعرج التحميل يوزع على ساقين من المحول لذا يجب أن تقسم الخرج الى جزءين متساويين يكون جهد المخرج هو المجموع الهندسي لجهدين جزئيين مزاحين طوريا ينخفض الجهد الى 0,866 من قيمته عند التوصيل النجمي عدد لفات ملف الخرج يجب أن يزداد بحوالى 15 بالمائة لجهد خرج مساو.

<u>تشغيل المحولات على التوازي:</u>

عند زيادة الأحمال فاننا نضطر الي توصيل محولين أو أكثر علي التوازي لتغذية هذه الأحمال وتتلخص طريقة التوصيل في توصيل ملفات الجهد العالي معا ثم يتم توصيل ملفات الجهد المنخفض معا ٠ وهناك عدة شروط ينبغي توافرها لاجراء هذا التوصيل ٠

<u>توصيل المحولات أحادية الوجه علي التوازي :</u>

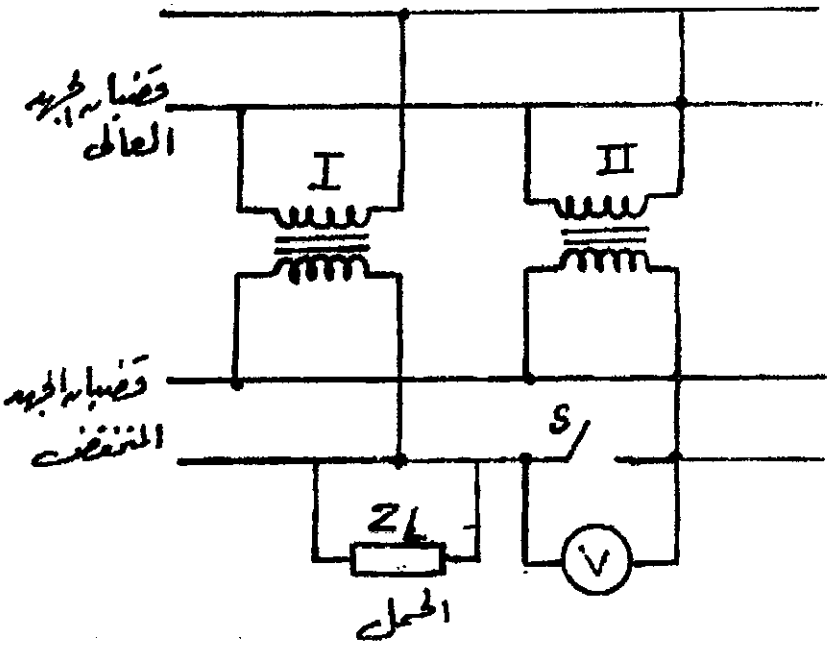
<u>وشروط التوصيل هي :</u>

١. أن يكون للمحولات نفس نسبة التحويل للجهد أي أن الجهود الابتدائية للمحولات تكون متساوية وكذلك الجهود الثانوية ، أما إذا اختلفت نسبة التحويل للمحولات فيؤدي هذا الي اختلاف القوة الدافعة الكهربائية للملفات الثانوية وتختلف تبعا لذلك جهود الملفات الثانوية ويؤدى هذا الاختلاف ايضا الي مرور تيار في دائرة مغلقة في الملفات الثانوية يعرف بإسم التيار الدوار الذي تزداد قيمته كلما اختلفت نسبة التحويل اختلافا كبيرا مما يجعل تشغيل المحولات غير ممكن ولذلك يجب ألا يتعدي الإختلاف في نسبة التحويل ±٠,٥%.

٢. تقارب قدرة المحولات الموصلة علي التوازي مع بعضها حتي لا تؤدي زيادة الحمل المطلوب الي حدوث زيادة في الحمل علي المحول الصغير وذلك عند اختلاف قدرة المحولين بنسبة كبيرة ويفضل الا تزيد نسبة القدرة بين المحولين بين ١ الي ٤ فلو زادت نسبة القدرة بين المحولين عن هذه النسبة فينشأ تيار تعويضي يؤدي الى اختلاف زاوية الوجه بين الجهود الثانوية .

٣. أن يكون لها نفس جهد القصر في الحدود المسموح بهـا وهـي ±١٠% وجهـد القصـر للمحول هو أقل جهد يوضع علي الملف الابتدائي حينما تكون أطـراف الملـف الثـانوي مقصورة ويمر تيار الحمل الكامل للمحول في هذه الحالة فإذا لم يتساوي جهد القصر فـي المحولين فان المحول الذي له جهد قصر أقل سوف يتحمل فوق القدرة المقننه له ،

٤. تماثل قطبية الأطراف فتوصل الأطراف التي لها نفس القطبية معا ويمكن التحقق من ذلك بتوصيل فولتميتر علي طرفي المفتاح (S) كما في شكل فإذا قرأ الفولتميتر ضـعف جهـد الثانوي فانه يجب عكس قطبية الأطراف قبل توصيل المفتاح أما إذا قرأ الفولتميتر صـفر فانه يمكن قفل المفتاح وبذلك يصبح الملفان الثانويان متصلان علي التـوازي معـا علـي الحمل ،



إختبار توصيل محولين علي التوازي

<u>توصيل محولات ثلاثية الأوجه علي التوازي :</u>

علاوة علي الشروط السابقة في حالة محولات الوجه الواحد يوجد شرطان أخران وهما :

١. أن يكون للمحولين نفس زاوية الوجه علي سبيل المثال إذا كان أحـد المحـولين (Yyo) يكون الآخر (Yyo) وهكذا ،

٢. يراعي توافق تعاقب (ترتيب) الأوجه فإذا كان تريـب الأوجـه للمحـول الأول (RST) ينبغي أن يكون ترتيب الأوجه للمحول الثاني (RST) أيضا وسوف نتعرض لطرق التأكد من التوافق في البند التالي

التوافق وشروطه :

التوافق هو عملية تطابق الأوجه ويمكن الكشف عن توافق الأوجه وذلك باستخدام طرق بسيطة منها طريقة اللمبات المظلمة واللمبات المضيئة أو باستخدام جهاز التوافق وهو جهاز السنكروسكوب وتجري عملية التوافق عند توصيل المحولات الثلاثية للمرة الأولي أو عند دخول وحدات التوليد عن طريق المحولات الخاصة بها .

جهاز التوافق (Synchroscope) :

للمحولات الكبيرة تستخدم في عملية الكشف عن التوافق ولجهاز التوافق مئشر دوار ومقاس مبين عليه اتجاهات الحركة للمؤشر (السريع والبطئ) لتوضيح سرعه تعاقب الأوجه وهناك دليل يوضح ما إذا كانت الأوجه متوافقة أم لا .

وخلال عملية التوافق حينما تقترب سرعة تعاقب الأوجه في المحولين أي أن الأوجه متوافقة فان سرعه مؤشر الجهاز تقل بدرجة كبيرة بحيث يمكن ملاحظتها وتتناسب سرعه المؤشر مع درجة اختلاف تعاقب الأوجه .

وإذا حدث اتفاق في الأوجه فان سرعة المؤشر للجهاز تقل بدرجة كبيرة جدا ويؤشر دليل التوافق بأن الأوجة متشابهة وحين ذلك يتم توصيل مفتاح التوازي .

أعطال المحولات الشائعه – طرق الكشف عليها واصلاحها :

عند حدوث عطل أو قصر بالمحولات يجب الأخذ في الاعتبار تحديد العطل في أحد ثلاثة مجموعات كبري يتكون منها المحول وهي :

في شبكات الجهد المنخفض لشركات الامداد بالطاقة تشغل المحولات الثلاثية الأطوار على التوازي .

وحتى لا تكون المحولات محملة تحميلا مسبقا بسبب التيارا المعادلة التي تسري بينها ولكى لا يكون توزيع الحمل غير متساو يجب أن تتحقق الشروط التالية :

أولا : ينبغي أن يكون لمجموعة التوصيل نفس الرقم المميز وإذا لم يكن الأمر كذلك فستتدفق تيارات معادلة ضارة بين المحولات بتبديل الأطراف تبديلا مناسبا يمكن تغيير الرقم المميز 5 الي 11 و 6 الى صفر .

ثانيا : نسب تحويل متساوية للحصول على جهود لا حمل متساوية للحصول على جهود لا حمل متساوية

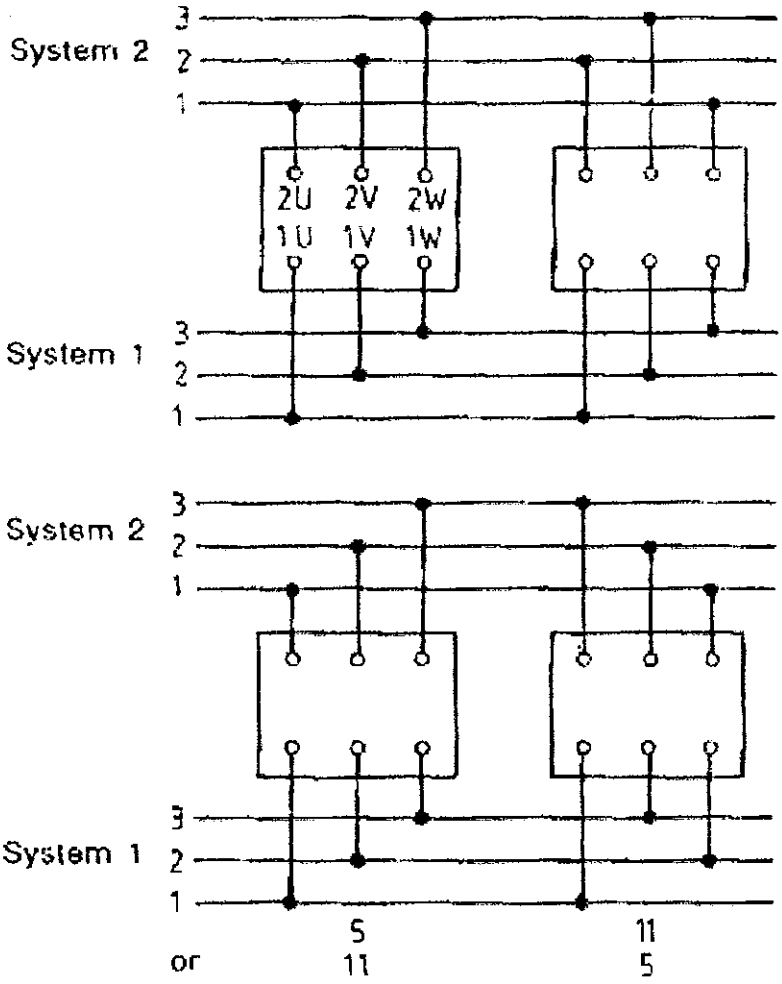
ثالثا : جهود دائرة قصر U_K متساوية . وإذا حادت جهود دائرة القصر بأكثر من 10% عن بعضها بعضا . فلا يضمن أن يكون توزيع الحمل متساويا مئويا .

المحولات ذات جهد دائرة القصر الصغير قد ينشأ عليها تحميل زائد .

رابعا : النسبة بين القدرات الاسمية يلزم ألا تكون أكبر من 3 : 1 .

الوضع الطوري لجهد دائرة القصر يكون تبعا للجزء الفعال وللجزء الحثى في هبوط الجهد (الشكل ٢٢) عند التحميل ينشأ دوران في طور جهد المخرج (وعن ذلك ينشأ تيار معادل .

عندما تكون المحولات المشغلة على التوازي غير مرتبة على قضيب توصيل واحد بل بعيدة عـن بعضها بعضا في الشبكة يمكن أن تكون التفاوتات المسموحة المذكورة في الشرطين الثالث والرابع أكبر



الشكل(٢٢)

اختبر معلوماتك :

١- صف طريقةللحصول علي محولات ثلاثية الأطوار بواسطه محولات أحادية الطور ؟

٢- اذكر مميزات التوصيل النجمة للمحولات الثلاثية الأطوار ؟

٣- أي مجموعة توصيل تناسب بشكل خاص التحميل الأحادى الطور . ولماذا ؟

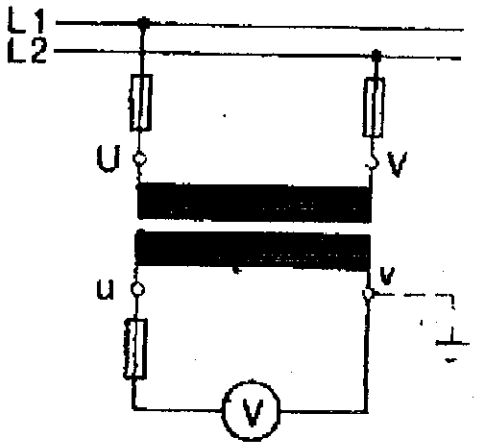
٤- ما هي شروط التشغيل على التوازي ؟

محولات اجهزة القياس:

محولات اجهزة القياس لها مكانه خاصه بمجموعات المحولات عموما فهي تستخدم بشبكات الجهد العالي لعزل اجهزة القياس من جهه الجهد العالي وتعمل علي جعل الجهد والتيار بقيم يسهل قياسها

١- **محولات الجهد** :نظرا لصعوبه القيام بالقياس المباشر من جهه الجهد العالي يتم استخدام هذة المحولات لحمايه اجهزة القياس والجهد المقنن لهذة الاجهزة من جهه الملفات الثانوبه هو (١٠٠ v) عند نهايه التدريج لجهاز الفولتميتر .

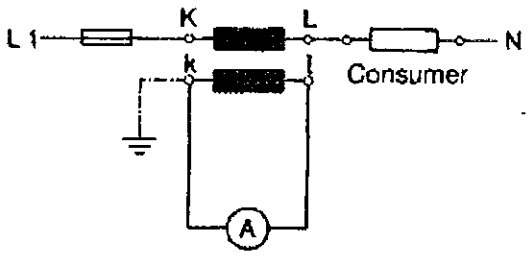
والجهد المراد قياسه يوصل بالطرفين (U,V) بينما يوصل جهاز القياس بالاطراف الابتدائيه (u,v) كما(بشكل ٢٣)



(شكل ٢٣)

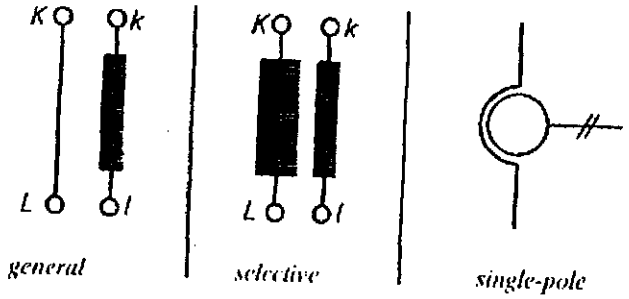
٢- محولات التيار:

القاعده الأساسيه لإستخدام هذه الأجهزه مشابه لمحولات الجهد تماماً من حيث تقليل قيمة التيار إلى قيمه مقننه (٥أمبير) من جهة الملفات الثانويه و تكون ملفات الدخل ذات عدد قليل و توصل علي التوالي مع الحمل و أطراف الملفات الإبتدائيه توصل من جهة المصدر مع مراعاة توصيل الملفات الثانويه بالأرضي للحمايه.

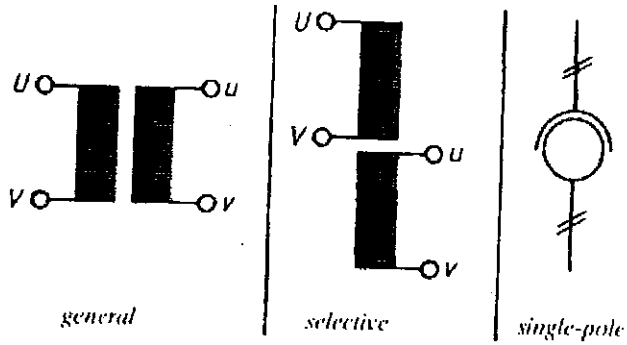


شكل (٢٤)

الرموز و المصطلحات الفنيه لمحولات الجهد و التيار:

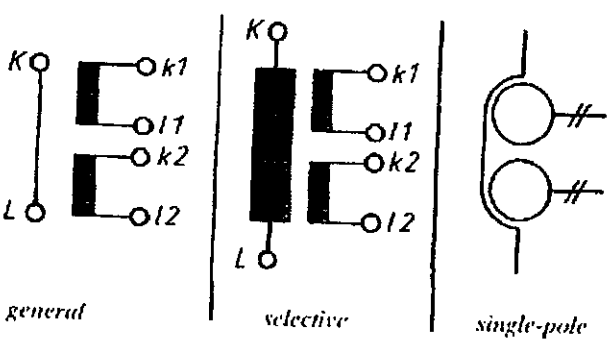


Representation of a current transformer

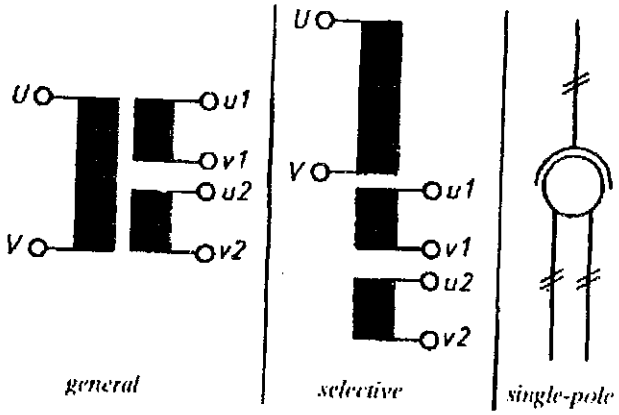


Representation of a voltage transformer

محولات الجهد



Representation of a current transformer with two secondary windings

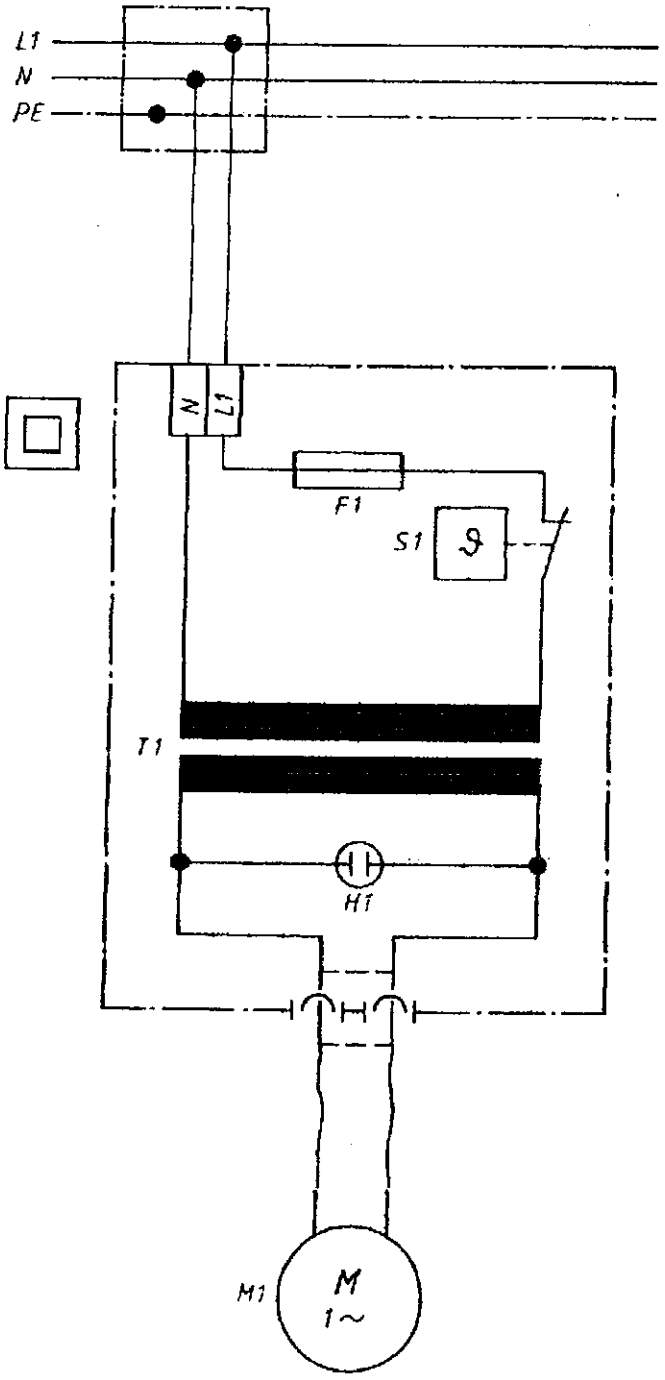


Representation of a voltage transformer

محولات التيار

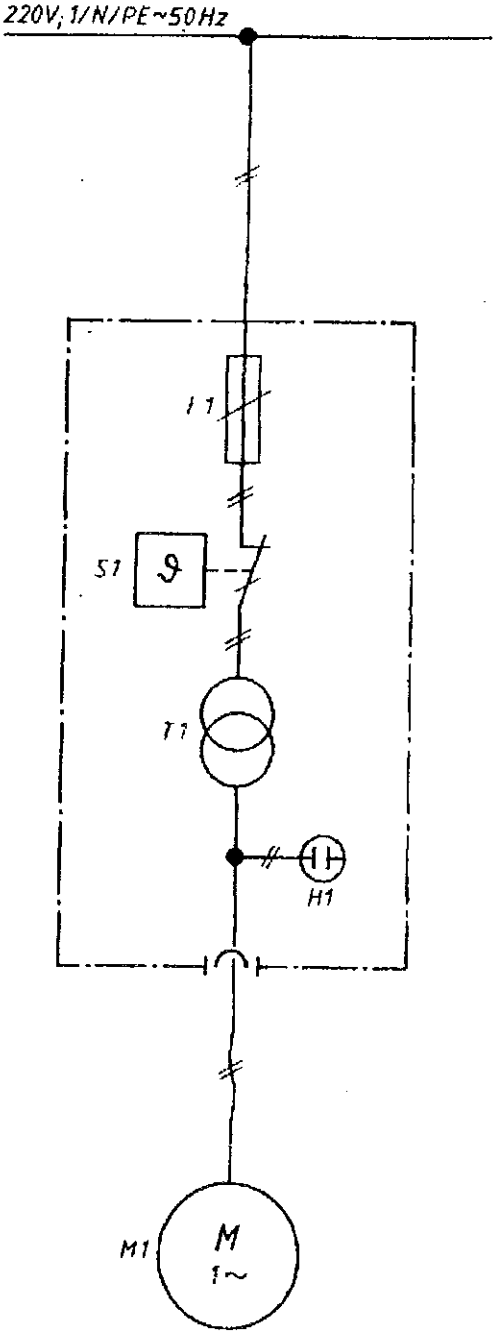
لوحه رقم (١) توصيل حمل كهربائي بالمنبع من خلال محول وجه واحد.

Assembled-representation circuit diagram



الرسم التنفيذي

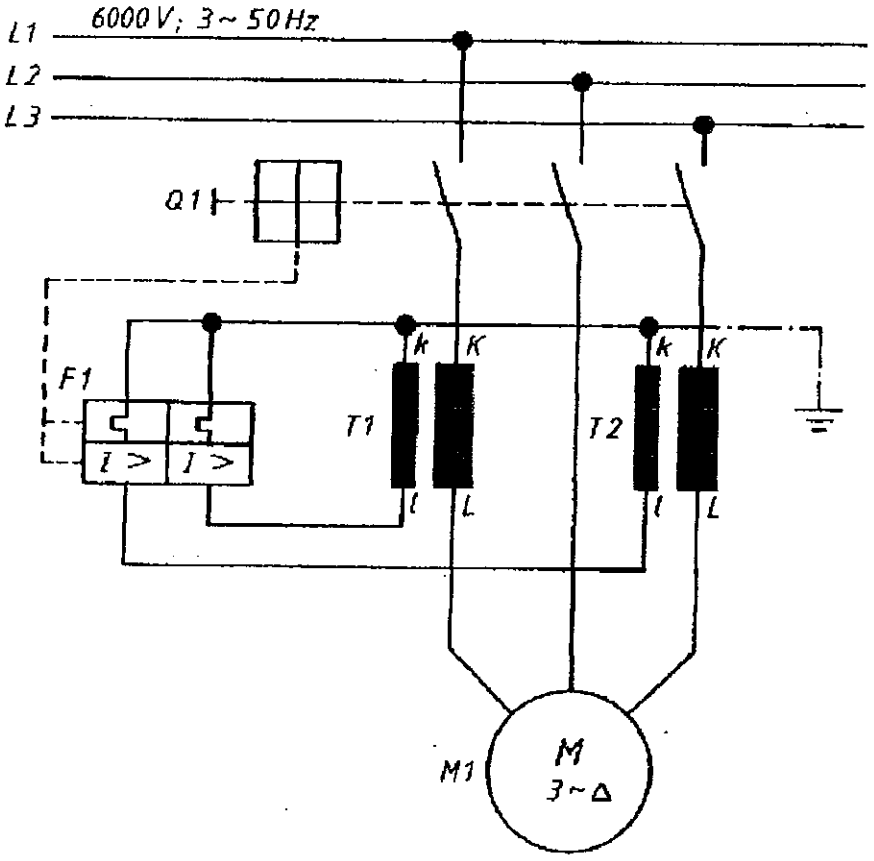
Line diagram



الرسم الخطي

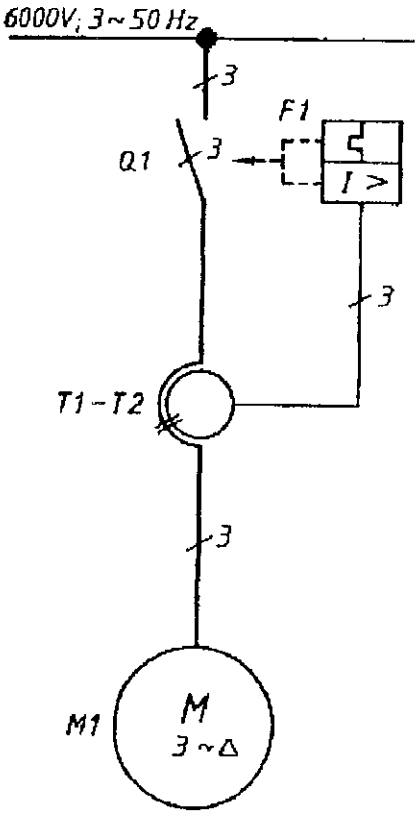
لوحه رقم (٢) توصيل محرك ثلاثي الأوجه دلتا بواسطة محـول للتيـار مـع حمايـه للقـاطع الكهربائي

Assembled-representation circuit diagram



الرسم التنفيذي

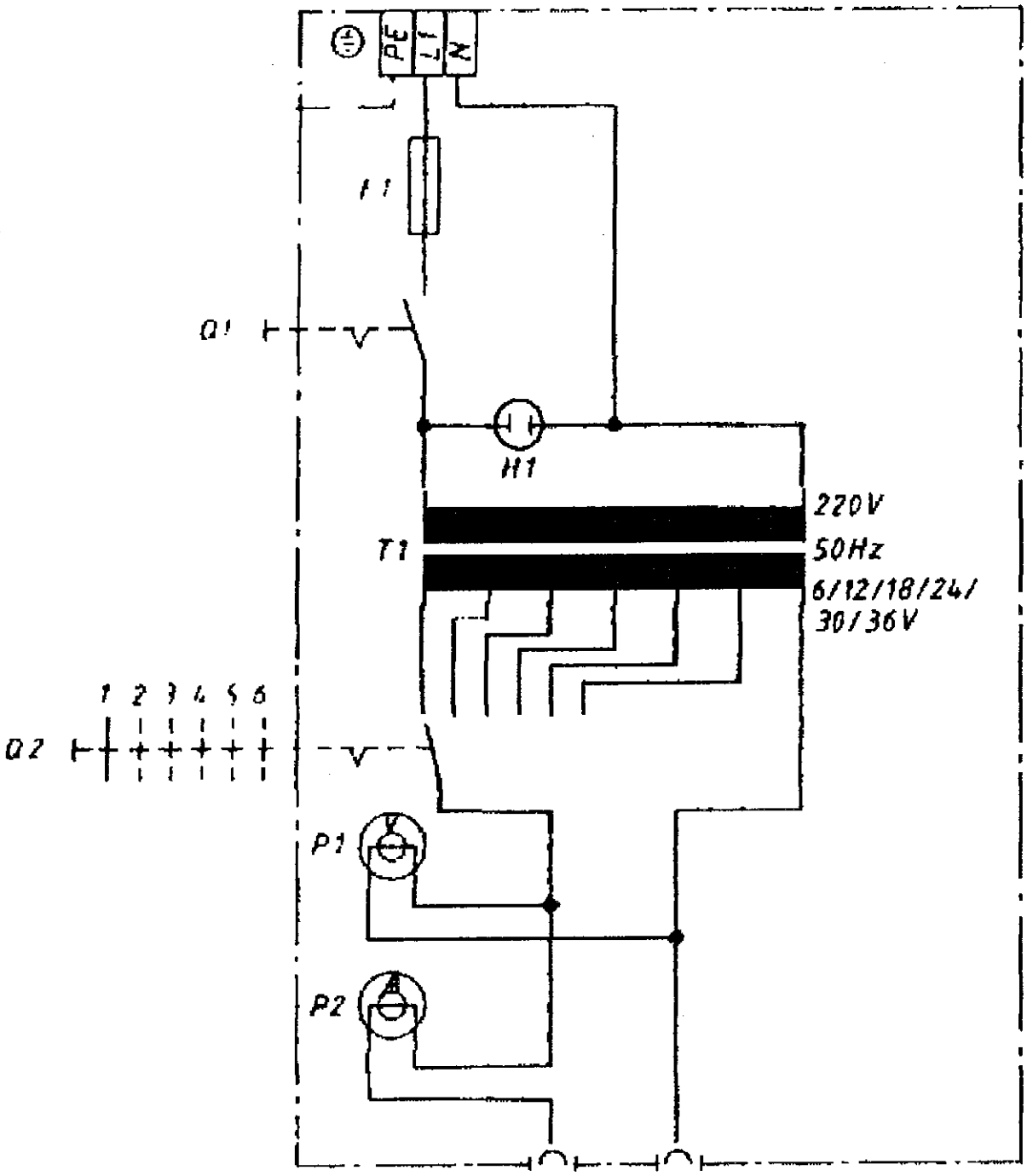
Single-line diagram



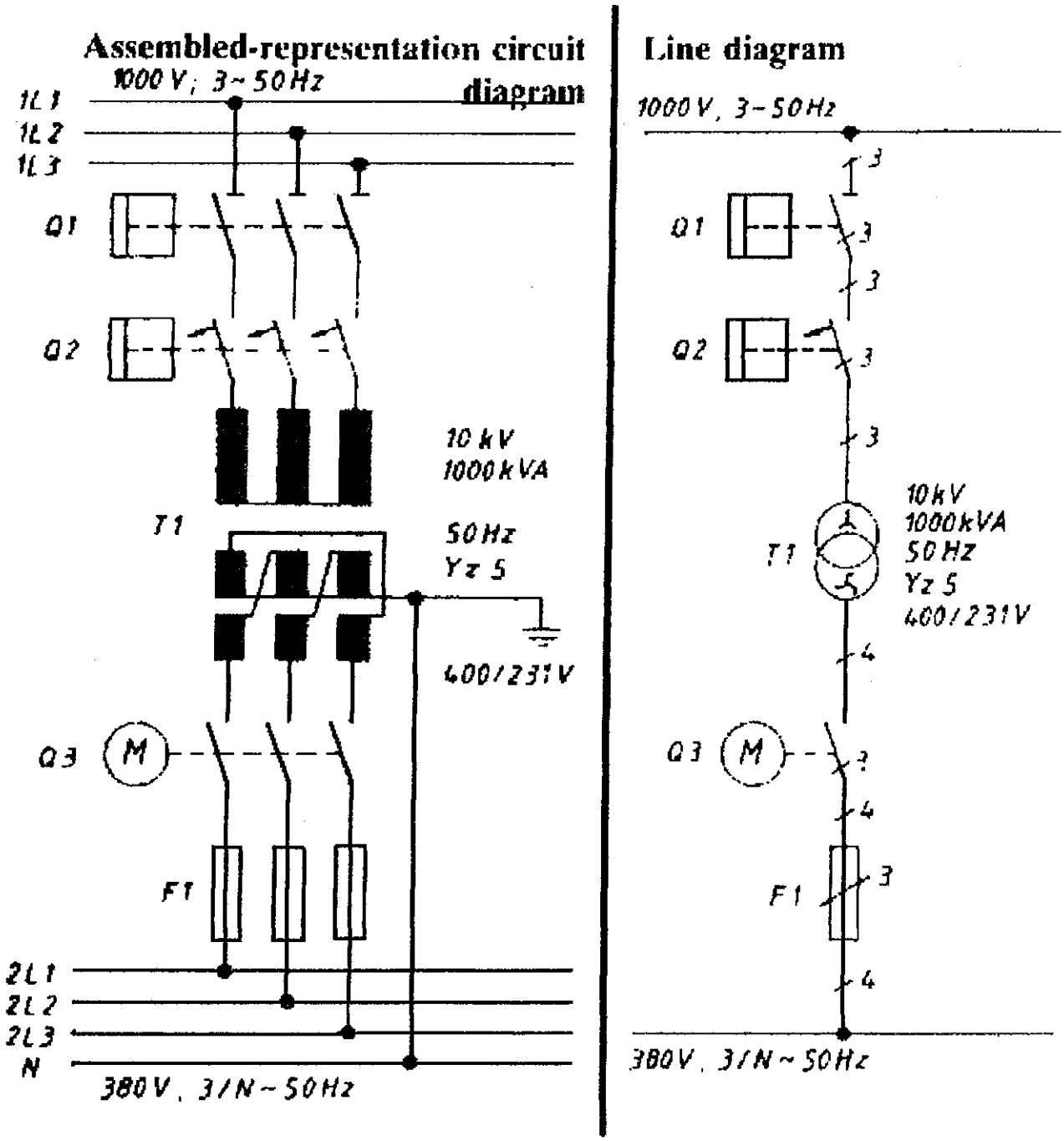
الرسم الخطي

لوحه رقم (٣) توصيل محول مرحلي

Assembled-representation circuit diagram



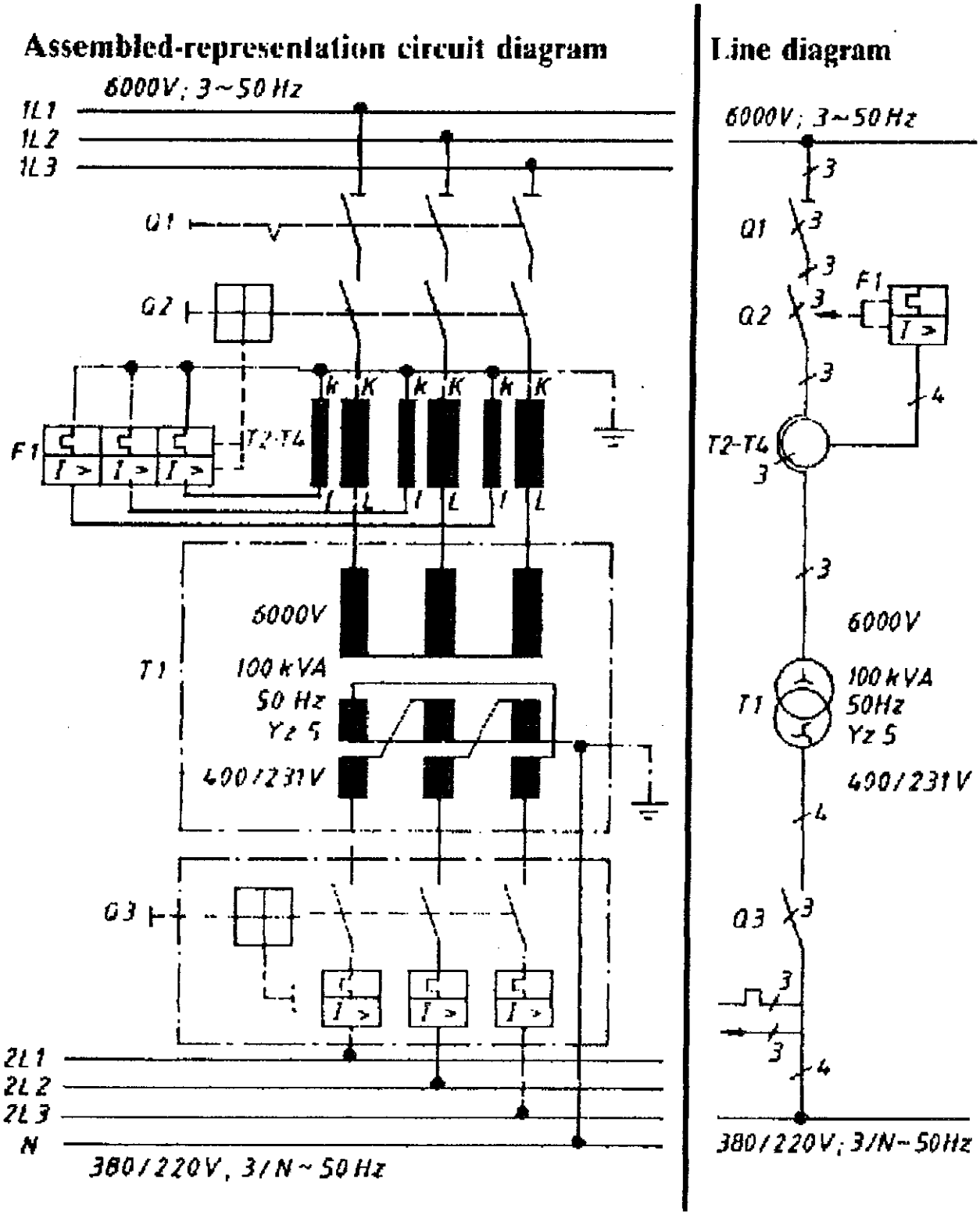
لوحه رقم (٤) توصيل محول ثلاثي الأوجه زجزاج



الرسم التنفيذي

الرسم الخطي

لوحه رقم (٥) توصيل محول محطه قدره فرعيه ٦ ك.فولت إلى المستهلك ٤٠٠/٢٠٠ فولت

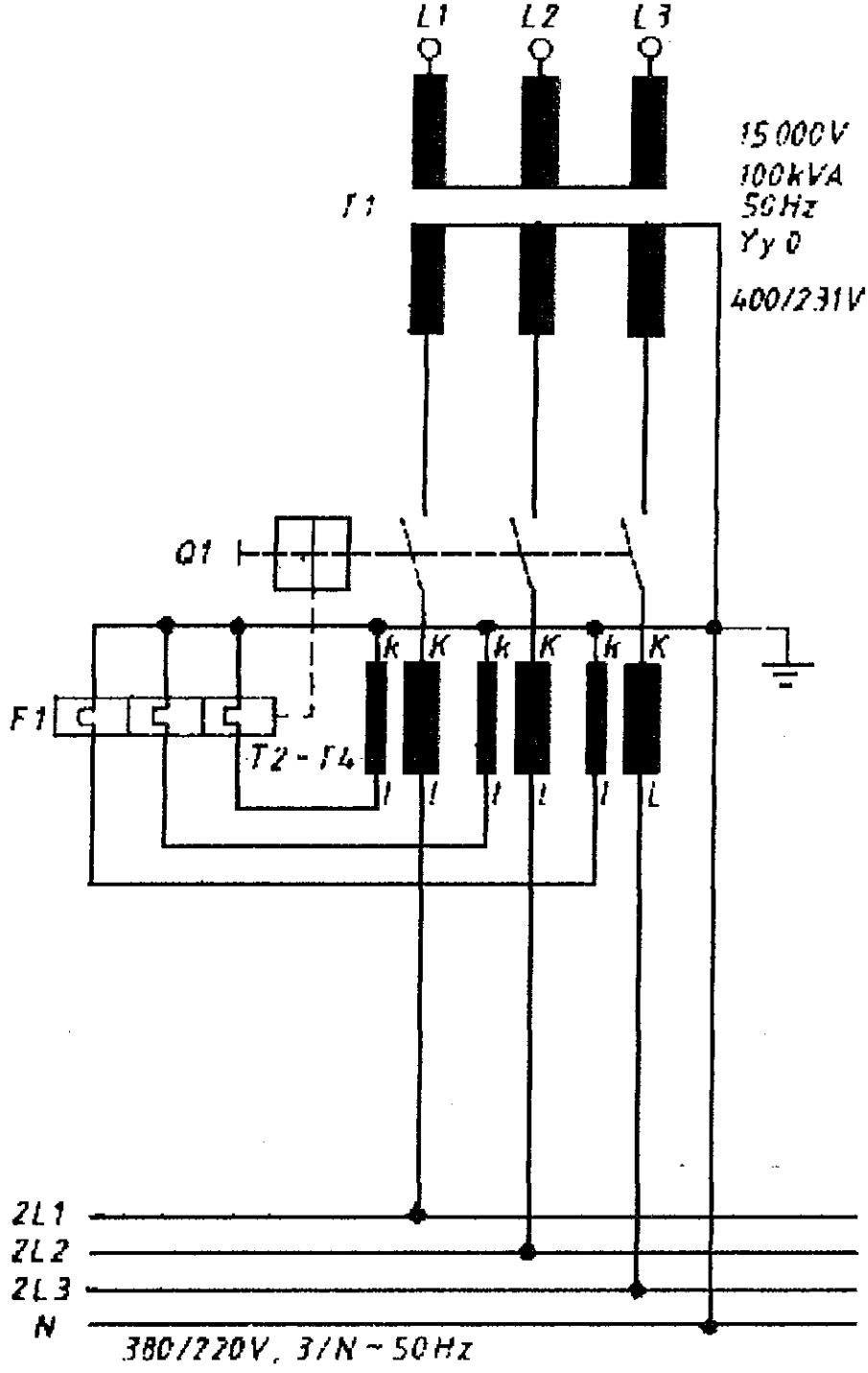


الرسم التنفيذي

الرسم الخطي

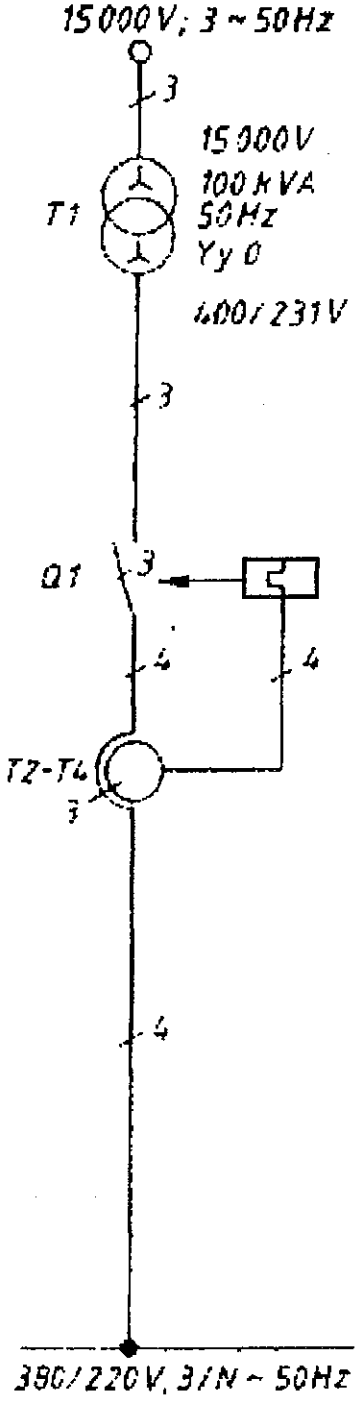
لوحه رقم (٦) توصـيل محـول ثلاثـي الأوجـه ١٥ ك.فولـت ـ ٢٢٠/٤٠٠ فولـت (١٠٠ ك.فولت.أمبير) بالشبكه .

Assembled-representation circuit diagram



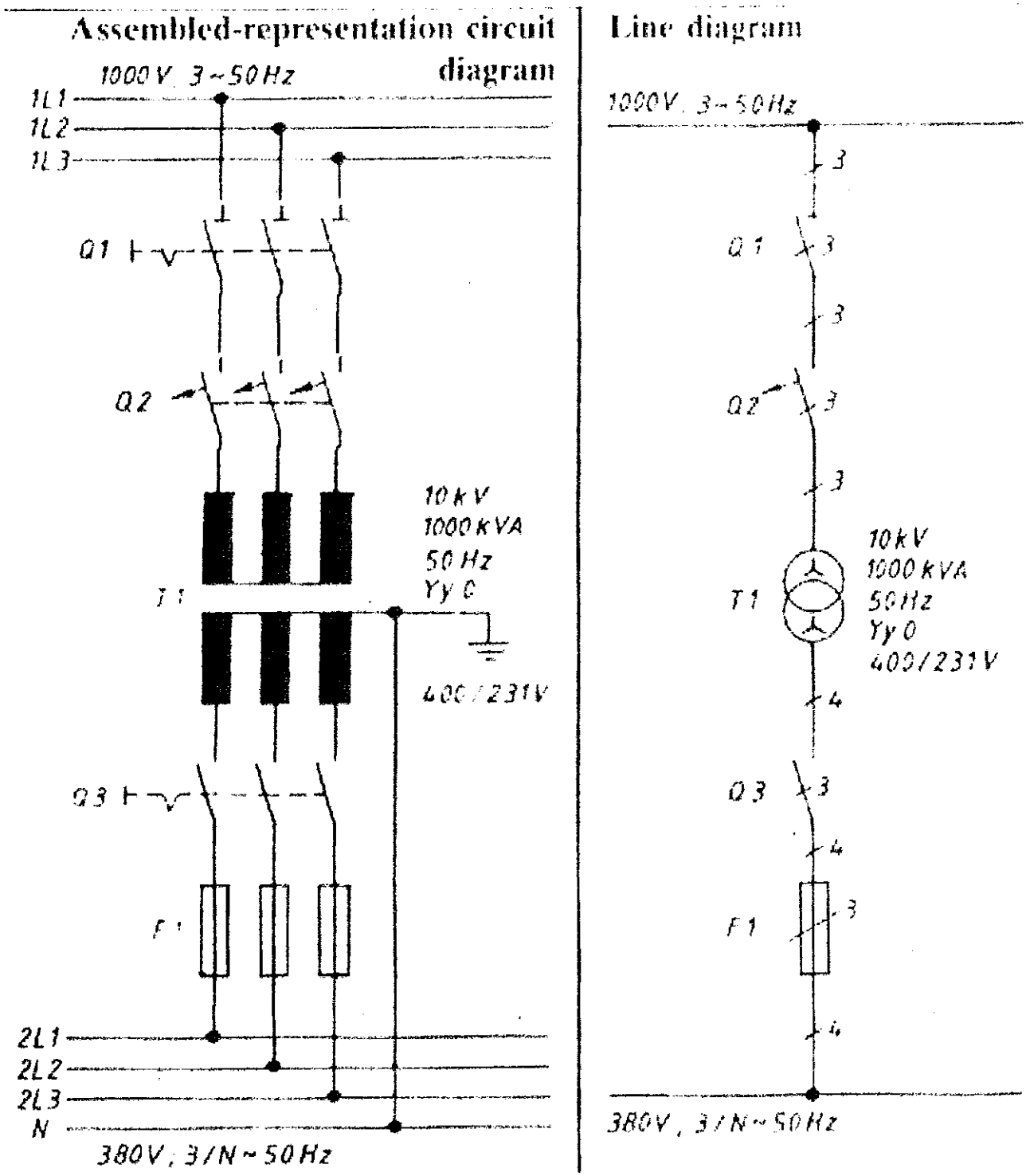
الرسم التنفيذي

Line diagram



الرسم الخطي

لوحه رقم (٧) توصيل محول محطه قدره فرعيه

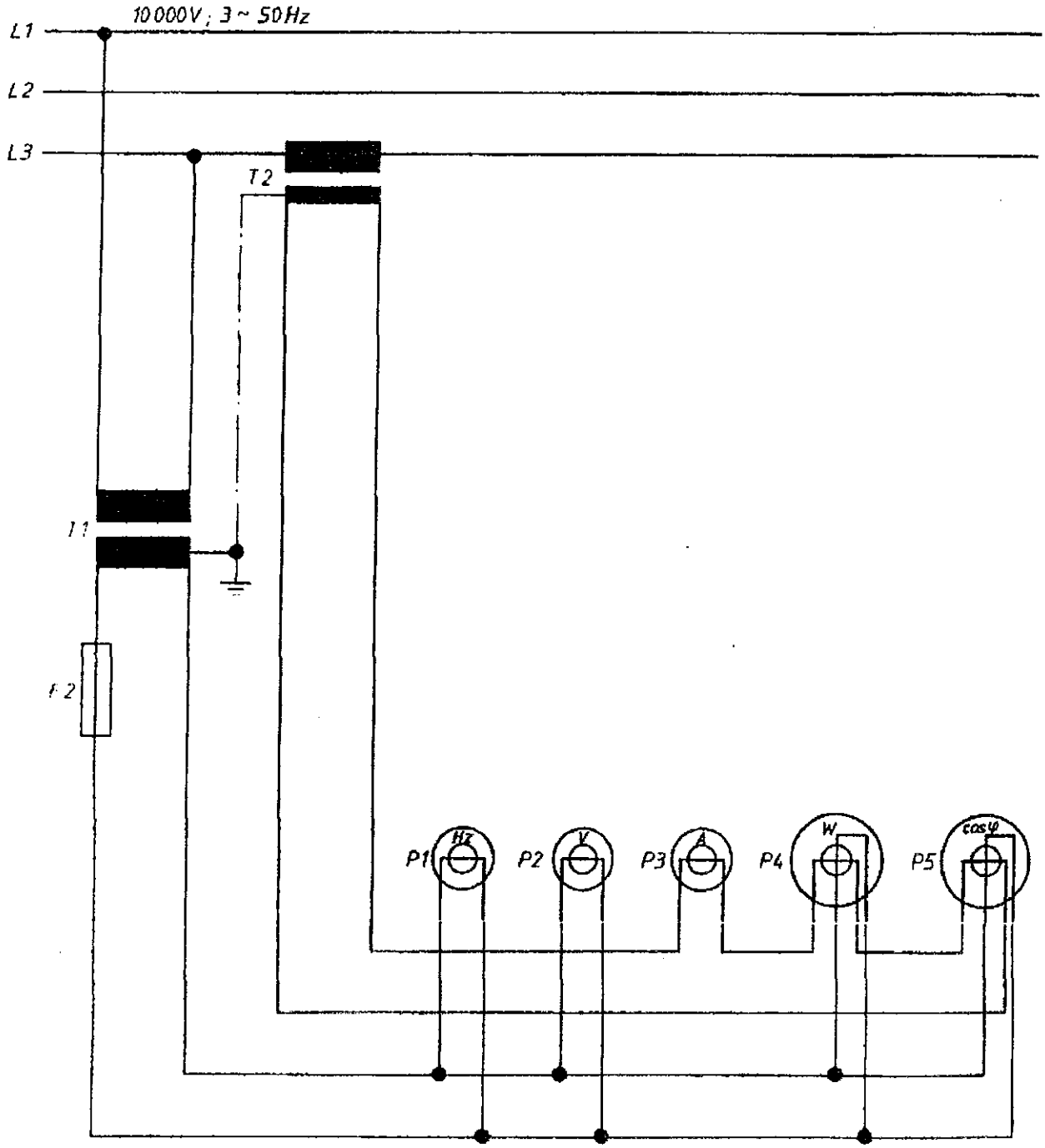


الرسم التنفيذي

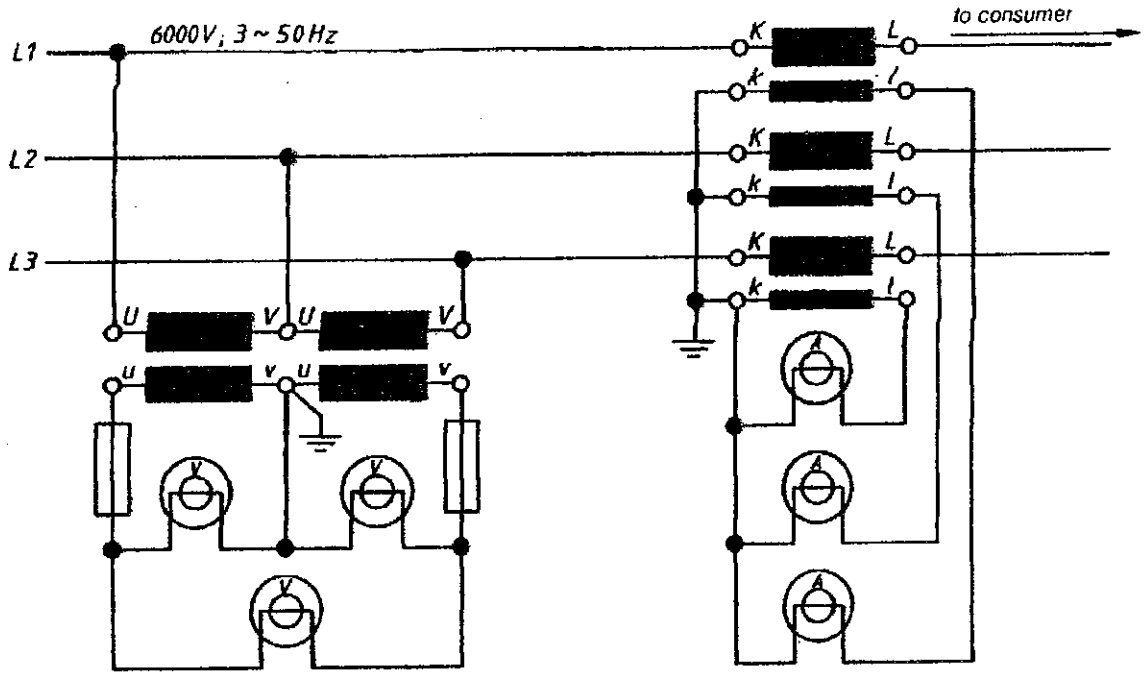
الرسم الخطي

لوحه رقم (٨) توصيل دائرة القياس بأنظمة الجهد ١٠ ك.فولت

Assembled-representation circuit diagram



لوحه رقم (٩) توصيل مجموعة محولات (جهد ـ تيار) للحصول على محرك قدره ثلاثي الأوجه



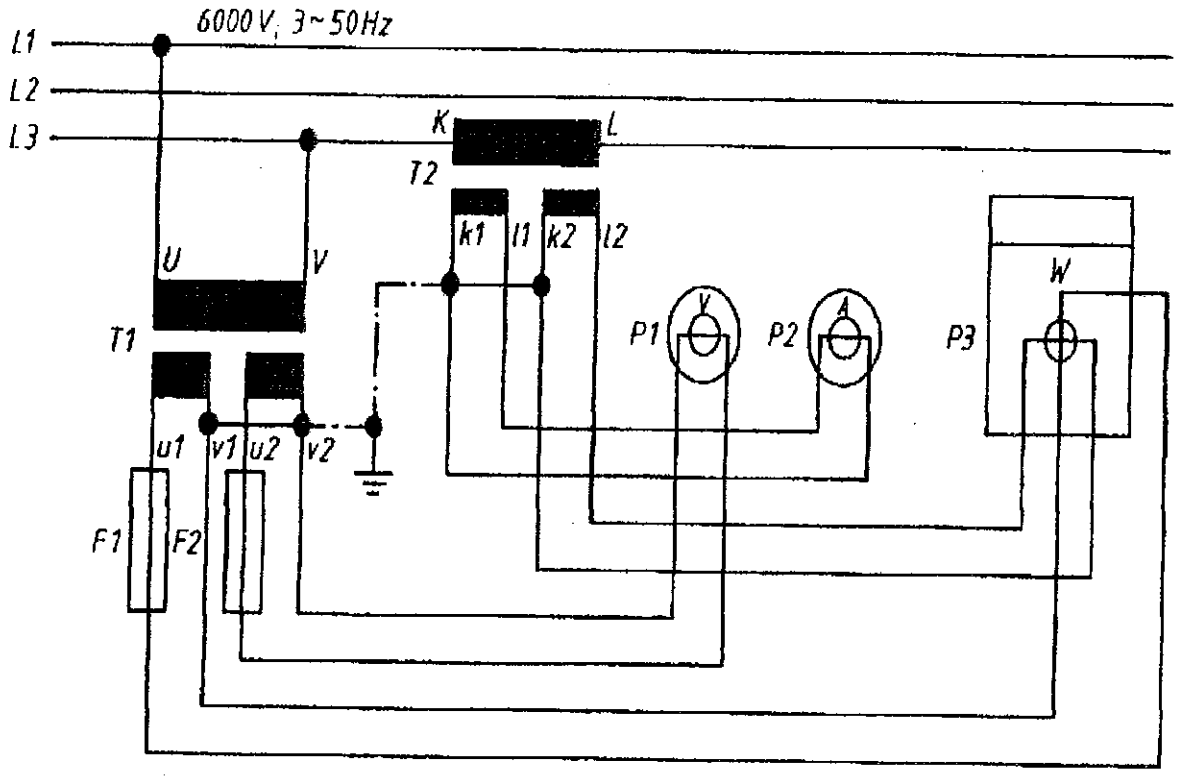
V-connection of two voltage transformers

Current measurement in a three-phase network

Circuit symbols for instrument transformers

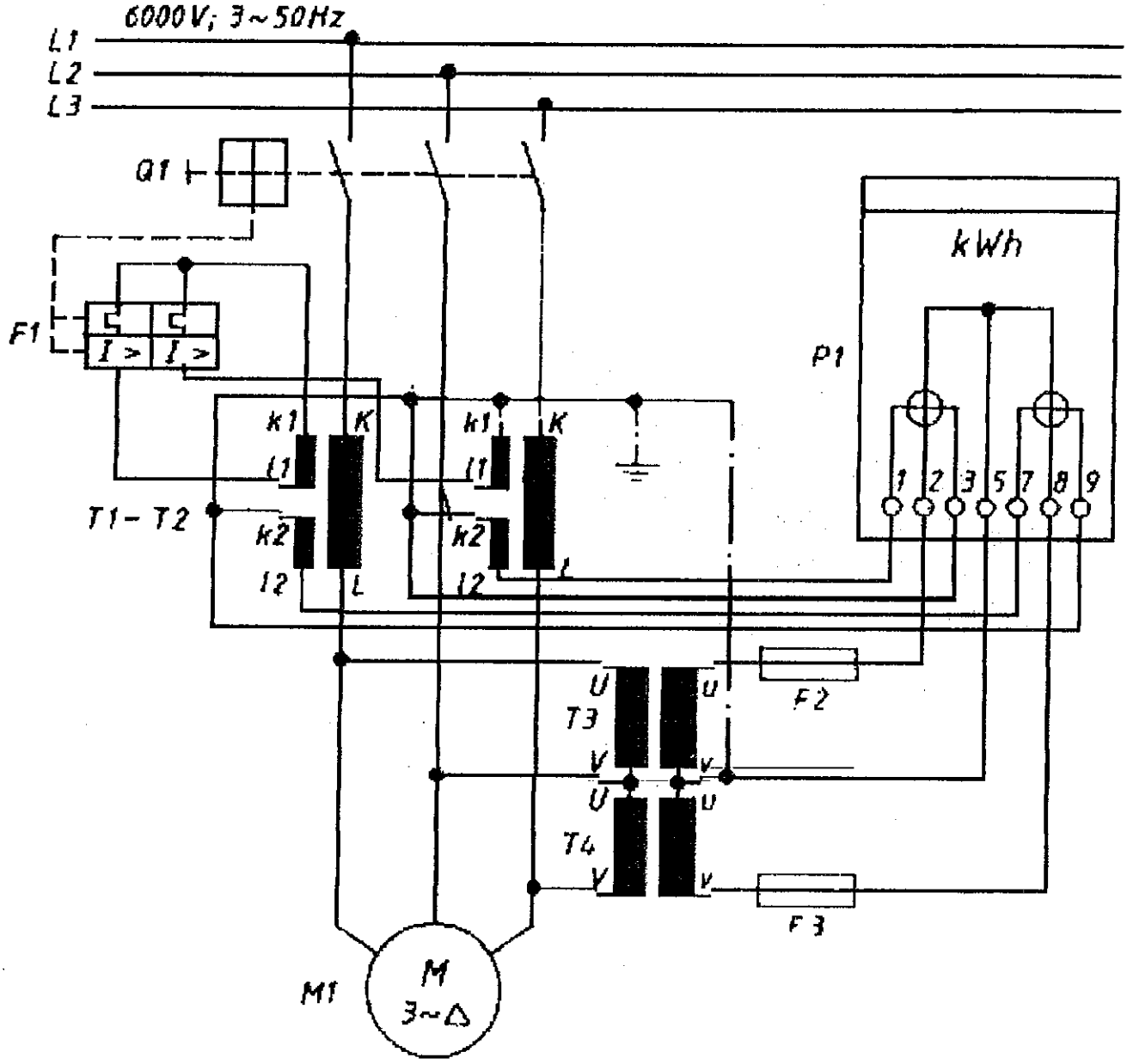
لوحه رقم (١٠) قياس الجهد والتيار والقدره للأنظمه الثلاثيه

Assembled-representation circuit diagram

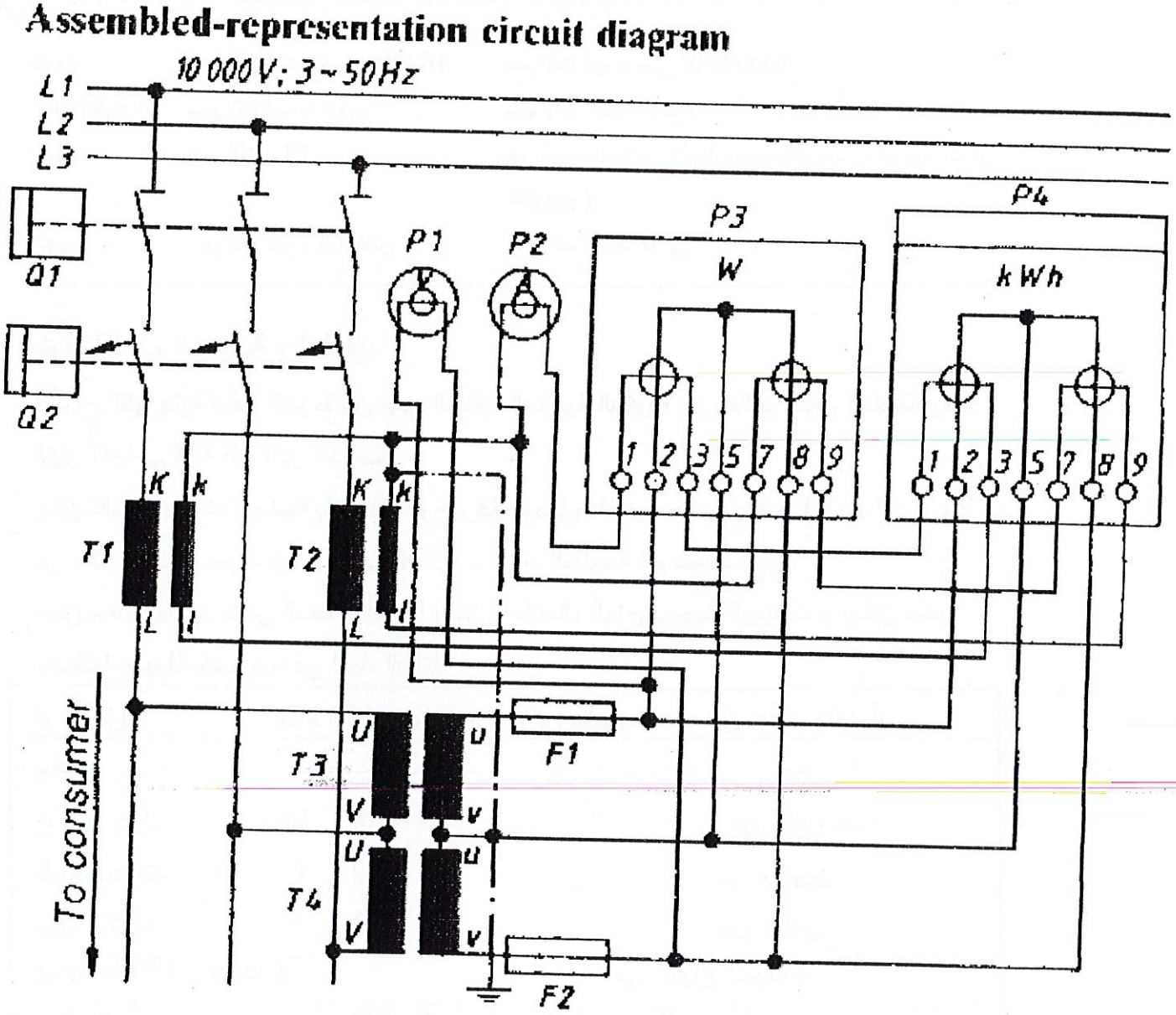


لوحه رقم (١١) توصيل محرك ثلاثي الأوجه دلتا ٦ك.فولت بواسطة محولي تيار و جهد و عداد لقياس القدره الكهربائيه

Assembled-representation circuit diagram



لوحه رقم (١٢) دائرة قياس القدره الكهربائيه ثلاثية الأوجه بواسطة محولات الجهد و التيار



خامسا : طرق بناء المحولات واستخداماتها

تصنيف المحولات

تصنف المحولات تبعا لـــ :

القدرة :	محولات صغيرة حتى 16 kW	محولات كبيرة حتى 1000 MW
عدد الأطوار:	محولات أحادية الطور	محولات ثلاثية الأطوار
التبريد :	محولات جافة	محولات مملوءة بسوائل (محـــولات مبـــردة بالزيـــت أو الكلوفين)
الجهد :	محولات الجهد المنخفض	محولات الجهد العالى

بنية القلوب الحديدية والملفات

الألواح الكهربائية تحقق الشرط بأن تبقي المفاقيد الحديدية المكونة من مفاقيد عكس المغنطة وفقد التيار الدوامى قليلة الى اكبر حد ممكن .

يمكن تقليل التيارات الدوامية باستخدام ألوح رقيقة ومعزولة عن بعضها بعضا (الجدولان 1 و2) من خلال السباكة مع السليسيوم حتى 4,5% . تزداد المقاومة النوعية للحديد .

يمكن جعل المفاقيد عكس المغنطة أقل ما يمكن باستعمال ألواح موجهة الحبيبات و يمكن عكس مغنطتها بسهولة خصوصا في اتجاه الدلفنة .

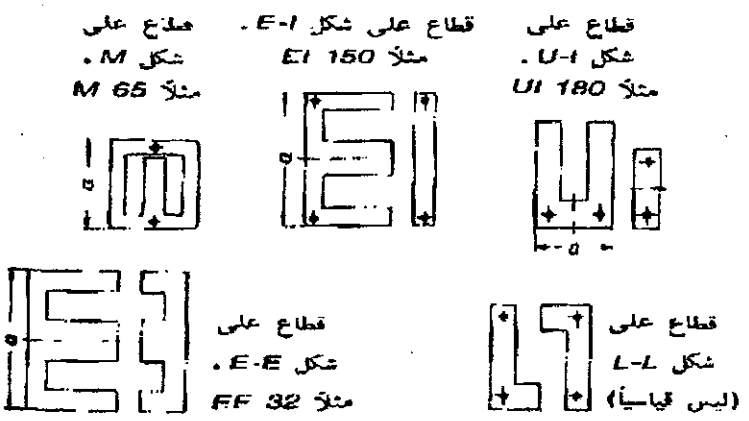
نوع العزل	سمك الطبقة بـــ µ m (ميكروملي)	من جانب واحد أو من
• جانبين		
ورنيش عزل	6 ... 10	من جانب واحد
طبقة فوسفات	2 ... 3	من جانبين
طبقة أوكسيد	2 ... 3	من جانبين
1 µ m = 1/1000 mm		**عزل الألواح الكهربائية**

سمك اللوح	الكفاية الحجمية الدنيا(اقل سمك للشريحه)	
0,5 mm	0,92	
5,35 mm	0,90	
0,2 mm	0,87	
0,1 mm	0,85	
	0,75	
0,05 mm		

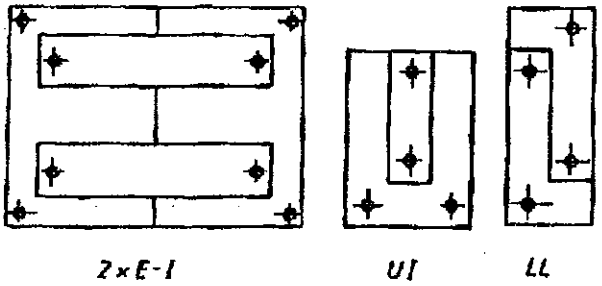
ألواح كهربائية : لسمك الألواح الكفاءة الحجمية (وضع خط تحت سماكات الألواح المستخدمة عند 50 Hz)

قطاعات القلوب للمحولات الصغيرة

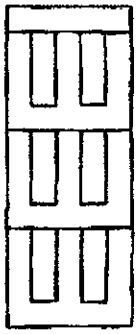
حتى يمكن انتاج محولات صغيرة بشكل معقول تتوفر قطاعات جاهزة للقلوب لذا يمكن أن تبنى محولات أحادية الطور حتى 2 kW ومحولات ثلاثية الأطوار حتى 16 kW يزداد استخدام القطاعات EI و UI و LL لأنه يمكن انتاجها بدون بقايا أو نفايات تنتج ايضا للمحولات الصغيرة الثلاثية الأطوار قطاعات جاهزة الشكل كل ساق من سيقان اللوح E يحمل ملفي الطور أو الفرع إذا استخدمت القطاعات القياسية EI الخاصة بالمحولات الأحادية الطور فينتج محول ثلاثي الأطوار مغلف اللفات (الشكل٢٥)



قطاعات القلوب للمحولات الصغيرة الأحادية الطور . المقاس a معطي في تسمية القطاع.



ترتيب قطاعات القلوب عند الإنتاج بدون بقايا



لوح قلب للتيار الثلاثي الأطوار .
مثلاً EI 200/200

محول ثلاثي الأطوار مغلف اللفائف. مصنوع من قطاعات EI

شكل (٢٥)

مثل لفة قطاعات القلب تزداد مع ازدياد مقاساتها . لذا تجمع القلوب الكبيرة من ألواح منفردة في الشكل يمكن استخدام ألواح كهربائية ذات اتجاه مغنطيسي مفضل (توجيه الحبيبات) لأن مسار الدفق المغنطيسي هنا يكون دائما في اتجاه دلفنة الألواح وهو أمر غير ممكن في قطاع القلب الجاهز.ألواح المقرن في الشكل لها عرض مضاعف لأنه من خلال التجمع الطبقى يحتاج الى ألواح مقرن عددها نصف عدد ألواح القلب في القلب الجاهز التجميع يستغنى عن كل لوح مقرن ثان

ألواح قلوب المحولات الكبيرة

ألواح قلوب المحولات الكبيرة تقطع خصيصا لكل محول على حدة وبما أنه دائما تقريبا تستعمل ألواح موجهة الحبيبات فان القلب يجمع من ألواح منفردة الشكل من خلال مسار القطع المعقد يتم التوصل الى أن مواضع التخريم في طبقتين متراكبتين لا يغطى بعضها بعضا وبسبب كون الألواح معزولة من جانبين فيمكن وضعها في الطبقة الثانية معكوسة الجانب .

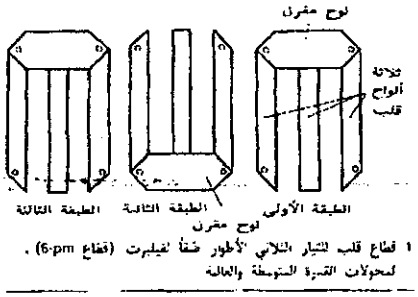
انتاج القلب الحديدي

عند انتاج القلب الحديدي من ألواح منفردة وجعلة متينا يجب الايفاء بالمتطلبات التالية :

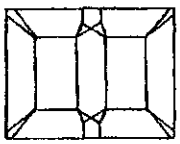
أولا : أن تكون الثغرة الهوائية صغيرة قدر الامكان ، حتى يبقى تيار اللاحمل صغيرا

ثانيا : أن يكون من السهل تركيب الملف

في معظم الاحيان لا يمكن الايفاء بالشرطين في نفس الوقت وفي القلب الحلقي (شكل٢٦) ليس هناك ثغرة هوائية لكن يلزم للف الملفات آلات لف خاصة بلف القلوب الحلقية .

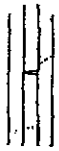


1 قطاع قلب للتيار الثلاثي الأطوار ضفأ لفيبرت (قطاع 6-pm) .
لمحولات القدرة المتوسطة والعالية

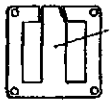

الطبقة الأولى
أحمر = الطبقة الثانية
2 مخطط الطبقات للقلب الحديدي لمحول ثلاثي الاطوار كبير

3 قلب حلقي

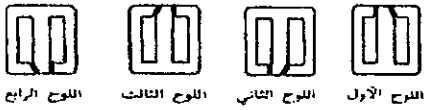
4 قلب بألواح مقطوعة، لتحول القلبي وتحول المغلف المغاصف



5 مسار خطوط المجال المغنطيسي عند موضع اتصال



6 لوح قلب على شكل M، حسب فيبرت



الثغرة الهوائية 0.05 ... 0.2 mm
7 مخطط تراكب للقطاعات التي على شكل M وحسب فيبرت

شكل(٢٦)

قلب بألواح مقطوعة

في قلب الألواح المقطوعة الشكل تكون حزمة الألواح مقطوعة لكي يركب الملف الجاهز ولتفادي ثغرة هوائية أكبر من المطلوب فإن أسطح القطع مجلخة ومعلمة حتى لا تدار خطأ الألواح ملصوقة مع بعض وبسبب كلفة الانتاج العالية فهي تستخدم في حالات خاصة فقط .

في قطاعات الألواح الجاهزة يقلل من تأثير الثغرة الهوائية عند مواضع التخريم من خلال التراكب التبادلي للألواح الشكل حتي يمكن لخطوط المجال المغنطيسي من تحويل مسارها الى الألواح المجاورة.

ألواح القلوب التي على شكل M

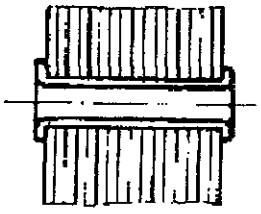
يتضح هذا المبدأ بجلاء في قطاعات القلوب التي على شكل M والتى قام " فيلبرت " بتطويرها أكثر فأكثر (الشكل ٢٦) هناك أربع إمكانيات للتراكب وهي مبينة في الشكل بسبب التأثير الطفيف للمفضل تكون الثغرة الهوائية من 0,05 mm الي 0,2 mm وبذا يمكن عند التراكب ادخال اللسان بسهولة أكبر .

القلب الجاهز يبرشم ببرشامات جوفاء (الشكل ٢٧-أ) إذا استخدمت مسامير فولاذية ملولبة فيجب أن تكون هذه المسامير مزودة بوسيلة تمنع التدفق المغنطيسي المتردد من أن يخترقها يكفي لذلك أن تحاط المسامير الفولاذية بخراطيم عازلة فيصبح بذا ثقب المسمار خاليا من المجال الأفضل استخدام جلب عازلة تبقي المسمار على مسافة في ثقب المسمار.

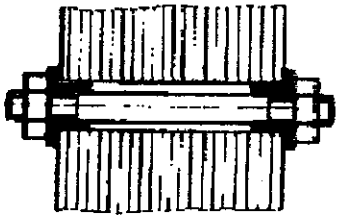
قلوب المحولات الكبيرة تبني بدون مسامير وتثبت بحديد على شكل U (الشكل ٢٧-ب)

ألواح القلوب الملحومة:

يتزايد استعمال اللحام الكهربائي للقلوب تحت غاز واق وبما أن الألواح لم تعد مرتبة بشكل متداخل تنتج ثغرة هوائية اكبر وتيار اللا حمل يرتفع الى الضعف (25% من I_1 تقريبا) القلوب EI و LL (شكل٢٧أ،ب) مناسبة للحام .

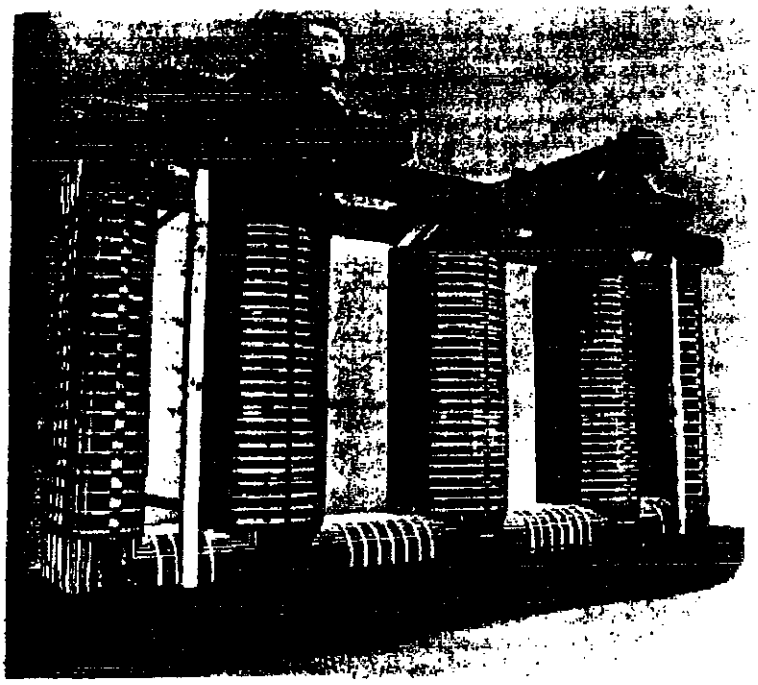


أ) برشام أجوف

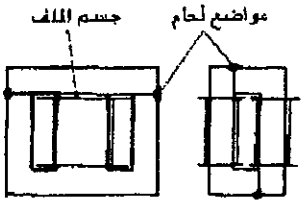


ب) مسمار فولاذي ملولب مع جلبه عازله

الشكل(٢٧-أ)



ج) تثبت بإستعمال حديد عاي شكل U علي محول ثلاثي الأطوار ذى خمس سيقان



د) قلوب E, L ملحومه

تثبيت ألواح القلب

الشكل(٢٧-ب)

الملفات المستطيلة والملفات المستديرة

المقاطع المستعرضة لقلوب المحولات الصغيرة تكون مستطيلة ولها ملفات مستطيلة المحولات الكبيرة لها ملفات مستديرة لأن هذه تتحمل القوى التى تنشأ عن تيارات دائرة القصر العالية بصورة أفضل من الملفات المستطيلة (شكل٢٧ب)

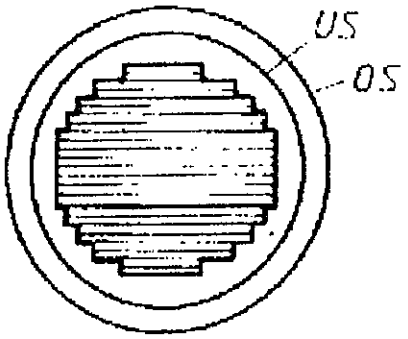
المقطع المستعرض للقلب يدرج ويلاءم مع الشكل الدائرى الى حد كبير من خلال ذلك . يتم التوصل الى كفاية حجمية جيدة الشكل القلوب الكبيرة جدا لها قنوات تبريد لتصريف حرارة المفاقيد بشكل أفضل .

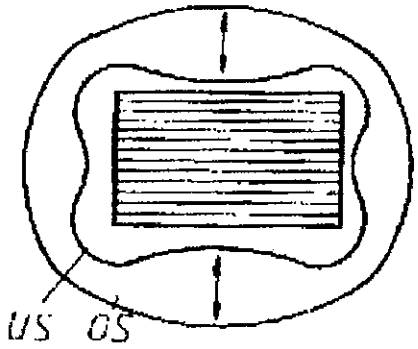
الملفات

أسلاك لفات المحولات الصغيرة لها مقطع مستعرض مستدير أو مستطيل وفي المحولات الكبيرة لا تستخدم الا الأسلاك المسطحة أو الشريطية .

صحيح أنه مع الأسلاك المستديرة لا يستغل حيز اللف استغلالا جيدا (عمليا بين 50% و 60%) لكن يمكن التعامل مع هذه الأسلاك بصورة أسهل في ماكينات اللف (شكل٢٨)

تكون الأسلاك من نحاس ونادرا من الألومنيوم ويستخدم الألومنيوم بكثرة في المحولات الكبيرة .





2 تغير شكل ملفات مستطيله نسبب تغيرات دورة القصر الخانية

3 مقطع مستعرض مسرح للقلب

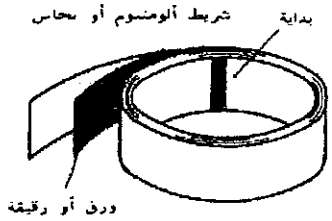
شكل(٢٨)

عزل الملفات

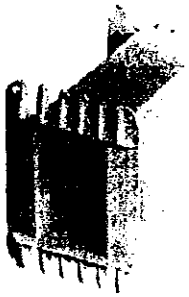
يستخدم لعزل الملفات بالورنيش أو الحرير الصناعي أو القطن أو الورق (الجدول المرفق) .

العزل بالورنيش مقاوم للخدش ومرن . بحيث يمكن أن تلف الأسلاك المورنشة بسهولة بآلات اللف في الأسلاك حتى 0,5 mm تستخدم الورنيشات التي تذوب عند قصدرة نهايات الأسلاك فتكون كمساعدات تلاحم .

شرائط النحاس أو الألومنيوم تكون عارية ويتم عزل اللفائف المكونة من هذه الأشرطة باستخدام رقائق من ورق أو بلاستيك تلف مع الأشرطة (شكل٢٩)



2 عمل ملف من مادة شريطية



3 أحجام لسفن للمحولات لصغيرة

شكل(٢٩)

الملفات ذات الأسلاك المعزولة بالقطن تصل الي متانة ميكانيكية عاليه بعد الاشـــراب بـــالورنيش القابل للتصليد العزل الورقي يستخدم في الغالب في المحولات المبردة بالزيت أو بالكلوفين .

جسم الملفات للمحولات الصغيرة

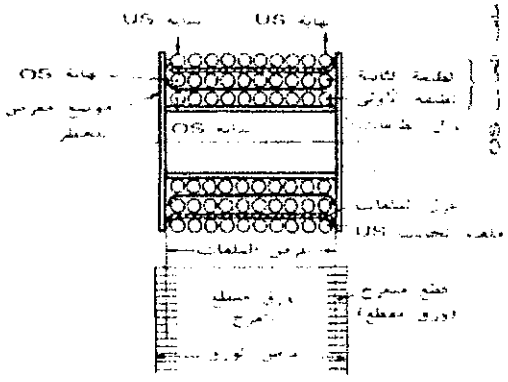
أجسام الملفات للمحولات الصغيرة تكون منتجة مسبقا (الشكل٢٩) وهي تتكون من لدائن حرارية ويمكن أن تنتج بشكل معقول بطريقة التشكيل بالحقن .

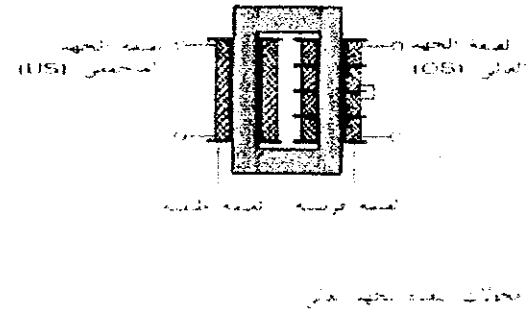
للحصول على متانة ميكانيكية عاليه يستخدم البولي أميد مع حشـــوة بحـــوالى 30% مـــن أليـــاف زجاجية أجسام الملفات الكبيرة التى من البرسبان يجب أن تجمع غالبا من أجزاء منفردة منتجة مقدما في المحولات الكبيرة تلف الملفات على أسطوانات عازلة من الورق المقوي أو البرسبان .

اللفات الأسطوانية واللفات القرصية

اللفات الأسطوانية التي تستعمل في العادة للمحولات الصغيرة تعـــزل فيهـــا الطبقـــات المنفـــردة بحشوات ورق مقطع بتعرج حتى يمكن تفادى تماس الملفات (تمـــاس الطبقـــات) عنـــد نهايـــات الطبقات المنفردة المعرضة للخطر بشكل خاص (الشكل) جهد الطبقات يمكن أن يصل الي قـــيم يتعرض عندها العزل الورنيشي للأسلاك الموصلة للخطر ينبغي عمل عزل مقوى بين ملف الجهد العالي (OS) وملف الجهد المنخفض (US) لتفادى نشوء شرر عرضي بين كلا الملفين

في المحولات الصغيرة التي للجهد العالي (V 2000 الـــى V 7500) المســـتخدمة مـــثلا فـــي مصابيح التفريغ تلف لفات الجهد المنخفض و لفات الجهد العالي علي جسمين منفصـــلين وتجـــزأ لفات الجهد العالي OS الى لفات قرصية (الشكل ٣٠)



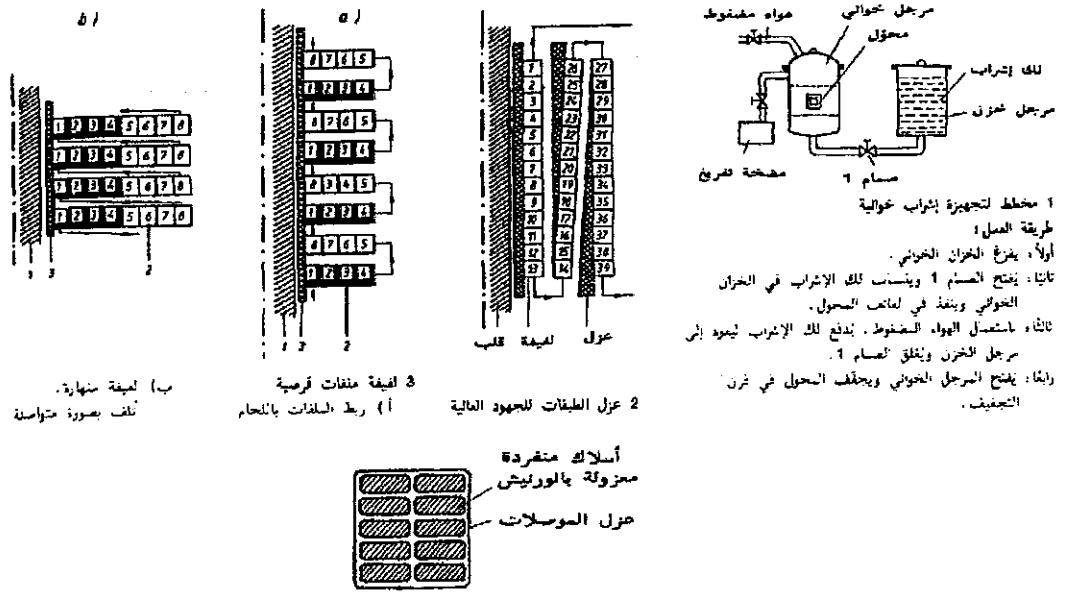


شكل(٣٠)

العزل		قطر السلك بـ mm			
		0,1	0,5	1	5
ورنيش	مفرد	0,011	0,028	0,040	0,060
	مزدوج	0,021	0,045	0,065	0,100
حرير صناعي	مفرد	0,05	0,06	0,07	--
	مزدوج	0,09	0,11	0,12	--
قطن	مفرد	---	0,10	0,12	--
	مزدوج	---	0,16	0,22	0,40
ورق	مفرد	--	0,12	0,12	0,20
	مزدوج	--	0,22	0,22	0,35

الزيادة بالمليمتر في القطر عند استعمال لفات معزولة

لتعزيز الملفات ضد نفاذ الرطوبة وضد الضجيج الطنيني تشرب المحولات الصغيرة بعد تجميعها بلك (قطران) أو ورنيش اشراب قابل للتصليد وعند الاشراب في المرجل الخواني يمكن أن ينفذ ورنيش الاشراب الى أدنى الطبقات والفراغات (شكل ٣٢) يعالج ورنيش الاشراب حراريا في افران التجفيف عند حوالي 130 C ° بعد ذلك لا يمكن اصلاح القلب أو الملفات



1 مخطط لتجهيزة إشراب خوائية
طريقة العمل:
أولاً: يفرغ الخزان الخوائي.
ثانيا: يفتح الصمام 1 وينساب لك الإشراب في الخزان الخوائي وينفذ في لفائف المحول.
ثالثاً: باستعمال الهواء المضغوط، يدفع لك الإشراب ليعود إلى مرجل الخزن ويغلق الصمام 1.
رابعاً: يفتح المرجل الخوائي ويجفف المحول في فرن التجفيف.

2 عزل الطبقات للجهود العالية

3 لفيفة منفات قرصية
أ) ربط الملفات بالمحام
ب) لفيفة منهارة.
تلف بصورة متواصلة

4 تركيب الموصلات لشدد التيار العالية

شكل(٣١)

لفات المحولات الكبيرة

لفات المحولات الكبيرة اما أن يكون لها جهود تشغيل عالية (لفات OS) أو تيارات عالية جدا (لفات US)

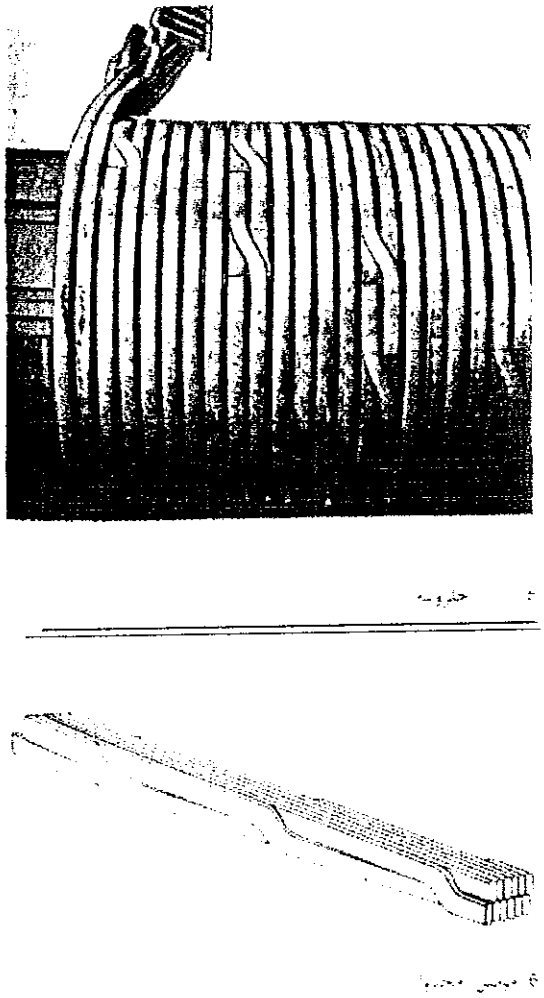
في اللفات الأسطوانية: تظهر عند لفائف الجهد العالي (OS) جهود طبقات عالية تجعل من الضروري أن يكون عزل الطبقات اسفيني الشكل

في اللفات القرصيه: توجد ملفات ملفوفة انفراديا أو ملفات ملفوفة بصورة متواصله ينتج عن ذلك توزيع أفضل للجهد على الطول الكلي للملف شدة التيارات العالية تستلزم مقاطع مستعرضه كبيرة للموصلات . الموصلات المصمته التعامل معها صعب وهي تسبب مفاقيد اضافية (الظاهرة السطحيه) بدلا من ذلك . يبنى الموصل من أسلاك متعددة معزولة بالورنيش ومتوازية وتكون ملحومة في البداية والنهاية

تجدل الأسلاك أثناء اللف لتفادي عدم تساوي حث الجهد وتيارات المعادلة في الأسلاك (اللفات الحلزونية الشكل) يصبح اللف أسهل عند استخدام الموصلات المجدولة (شكل ٣٢) من خلال الجدل المتواصل لكل الأسلاك الموصلة على التوازي داخل حزمة الموصلات يتم التوصل الى النتيجة كما في اللفات الحلزونية .

عندما يكون عدد اللفات قليلا جدا يمكن أن تلف موصلات متوازية متعددة في نفس الوقت هنا يكون للموصلات المنفردة جميعها أطوال لف متساوية .

المحولات الكبيرة تبرد في الغالب بسوائل (الزيت أو الكلوفين) لذا لا تشرب القلوب وهي يجب أن تكون مثبتة ميكانيكيا على نحو جيد حتى لا تشوه القوي الميكانيكية التى تظهر عند تيارات دائرة القصر شكل في نفس الوقت ينبغي أن يكون التركيب مفتوحا بشكل يسمح بنشوء قنوات تبريد كبيرة وكافية لسائل التبريد على الملفات . يستخدم للتركيب المتراص خشب صلد مجفف بالهواء تنزع منه الرطوبة المتبقية في غرف تجفيف بعدها يشرب الخشب بزيت محولات .



شكل(٣٢)

المحولات المبردة بالزيت والمحولات المبردة بأسكاريل كلوفن

عند تركيب المحلول داخل مرجل زيت . ينتج عزل أفضل عند الجهود العاليه وتصـــريف أفضـــل للحرارة عند القدرات العالية ووقاية من الرطوبة عند نصب المحول مكشوفا (شكل٣٤) كلما كانت قدرة المحول اكبر كانت حرارة الفقود التي يلزم تصريفها اكبر وبدلا من الزيت يمكـــن اســـتخدام أسكاريل كلوفين إذا ما روعيت التعليمات الخاصه بالوقاية من الحرائق .

تبريد المحولات

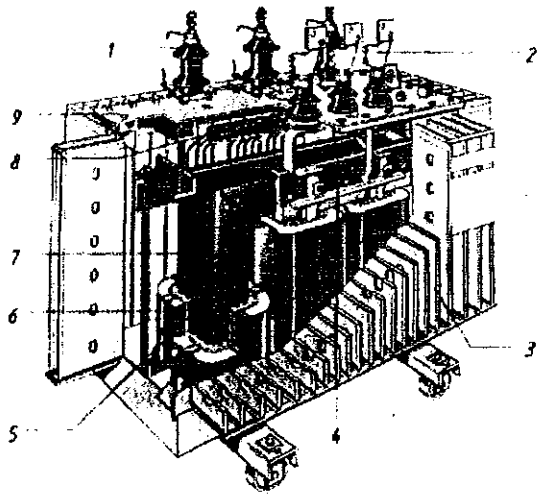
تميز أنواع تبريد المحولات باستخدام رموز مختصرة

نوع التبريد (ورمزه)

زيت معدني = O أسكاريل = L غاز = G ماء = W هواء = A

حركة وسيط التبريد

حركة طبيعية : N حركة اجبارية : F



1 غطاء الجهد العالي؛ 2 خزان توصيل الجهد المنخفض؛ 3 غطاء ... مرحلي مسوح؛ 4 خزان توصيل متعدد الجهد المنخفض؛ 5 غطاء الجهد العالي 6 ملف الجهد المنخفض؛ 7 قلب المحول؛ 8 خزان توصيل متعدد الجهد العالي؛ 9 غطاء المحول

ب) محول ذو 620 kW مع مرحلي مسوح ...

شكل(٣٣)

ترتيب الرموز :

الحرف الأول	الحرف الثاني	الحرف الثالث	الحرف الرابع
وسيط تبريد	حركة وسيط	وسيط تبريد	حركة وسيط
اللفات	التبريد	اللفات الخارجية	التبريد

مثال :

OFAF : محول مبرد بالزيت مع دورة زيت اجبارية مضخة زيت خارجي بالهواء بواسطة مراوح .

AN : محول جاف مع تبريد طبيعي بالهواء.

<u>المحولات الجافة الثلاثية الأطوار</u>

المحولات الجافة الثلاثية الأطور ذات التبريد الذاتى ومن طراز الراتنج المصبوب تبنى لقدرات تصل الى 5000 KW (الشكل٣٣) وهي تكون أكبر من المحولات المبردة بالزيت عند قدرة متساوية الأأنه لا حاجة الى اجراءات وقاية من الحرائق ولا الى بعض التركيبات (حفرة تجميع الزيت ... الخ)

التركيب :

لفات الجهد العالي (OS) : رقيقة ألومنيوم أو نحاس

لفات الجهد المنخفض (US) : شريط أو لوح ألومنيوم أو نحاس يجمع كلا الملفين بالراتنج المصبوب (راتنج ايبوكسيدي مهيأ بمسحوق الكوارتز) ليصبح كتلة واحدة .

الاستخدام:

في المباني العالية في تجهيزات المصانع ، المناجم ، مترو الانفاق ، الجزر الاصطناعية للتنقيب وسفن التنقيب ، عند الاستخدام المتنقل .

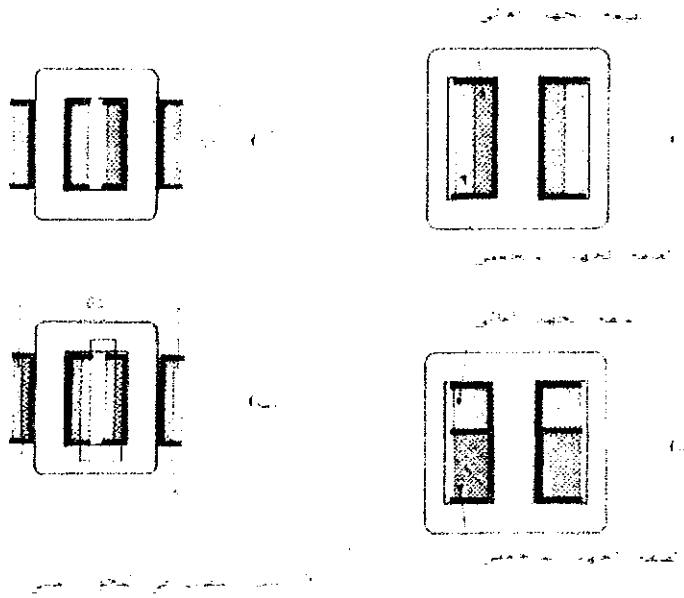
استخدام أنواع البناء المختلفة للمحولات

في المحولات المغلفة اللفات يحيط القلب الحديدي بالملف كمعطف عندما تلف كلتا اللفاتين فوق بعضهما بعضا يكون للمحول تدفق شارد طفيف أي جهد دائرة قصر صغير U_K وأداء ممانع لتغير الجهد (شكل٣٤)

الاستخدام :

محول شبكة ، محول تحكم ، محول جهد صغير ، محول تقويم .

عند الفصل المكاني لكلا الملفين يمكن أن تتكون مجالات شاردة أقوى أي : أداء مطاوع لتغير الجهد ، و U_K أكبر (شكل٣٤)



شكل(٣٤)

الاستخدام :

محولات تجارب محولات لعب الأطفال ومحولات الأجراس ، محولات الجهد العالي لأغراض الاختبار ، محولات اللحام .

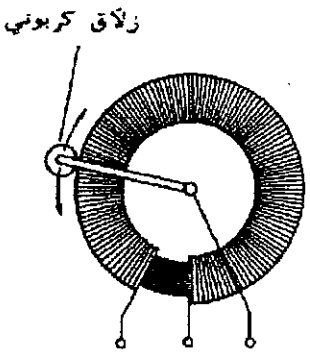
في المحولات القلبية يحيط الملف بسيقان القلب الحديدي عند الفصل المكاني لكلا الملفين (على ساقين (شكل٣٤) تنشأ مجالات شاردة كبيرة إذا جمع على كلا جسمي الملفين نصف لفات الدخل ونصف لفة الخرج فيكون للمحول القلبي أداء ممانع لتغير الجهد أثناء التشغيل

الاستخدام :

كاستخدام المحول المغلف اللفائف

المحولات الثلاثية الأطوار هي في الغالب محولات قلبية (محولات ذات ثلاث سيقان) .

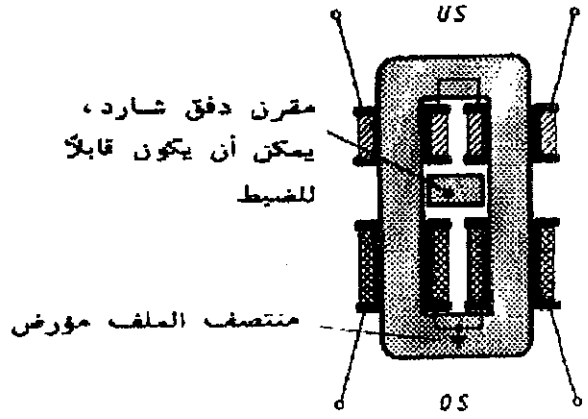
المحولات ذات القلب الحلقي: يكون محيطها كبيرا بحيث يمكن عمل اللفة من طبقة واحدة في محول التنظيم ذي القلب الحلقي يستطيع مجمع تيار دوار واحد أن يدور على الملفات بالكامل (الشكل ٣٥) بما أن الزلاق يقصر لفتين أو ثلاث ينشأ تماس لفات مع تيار دائرة قصر عال عبر الملامس الانزلاقي لذا يكون الزلاق مصنوعا من كربون الكهرباء الذي مقاومة نوعية عاليه



1 محول تنظيم ذو قلب حلقي. الورنيش العازل لأسلاك اللف مزال بالتجليخ على طول مسار الانزلاق. لوقاية اللفيفة. يُوضع هذا المحول غالباً في راتينج صب متراص

شكل(٣٥)

القلوب الشريطية المشقوقة: يمكن استخدامها في طريقة البناء الغلافي أو القلبي (شكل٣٦)



2 بنية محوّل المجال الشارد

شكل (٣٦)

المميزات : مفاقيد أقل ، نمط بناء أصغر ، أخف وزنا .

العيب : أعلي كلفة بما يعادل 30% الى 40% .

محولات التدفق الشارد . لمصابيح التفريغ مثلا لها تركيب مماثل للشكل الطول الكبير لخطوط المجال المغنطيسي ومقرن التدفق الشارد الاضافي ينتج عنهما محول صامد بدون شروط لدائرة القصر

اختبر معلوماتك :

١- أي المواد تستخدم لتصنيع قطاعات قلوب المحولات ؟

٢- من أية قطاعات قلوب تبني المحولات الصغير ؟

٣- لماذا توضع الألواح الكهربائية للقلب الحديدى في طبقات مع تبديل الجوانب ؟

٤- اشرح التسميات : محول مغلف الملفات ، محول قلبي .

سادسا : اختبارات المحولات

اختبار المحولات الصغيرة

عند الاختبار الروتيني (اختبار الانتاج) يختبر كل محول كما يلى :

قياس جهد الخرج

قياس العزل

القياسات التالية تجرى عند اختبار الطراز (تطوير جديد أو تصنيع منفرد) :

مقاومة العزل

قياس اللا حمل (قياس التيار ، قياس المفاقيد)

قياس دائرة القصر (قياس التيار ، قياس الجهد)

اختبار اللفات

قياس السخونة (التحميل)

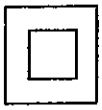
تنقسم المحولات تبعاً لنوع الوقاية من جهود اللمس الكهربائية الى فئات الوقاية I وII

فئة الوقاية I :

كل الأجزاء الموصلة كهربائيا القابلة للمس ، التى يمكن أن تقع على جهد عند حدوث خلل في عزل التشغيل (القلب الحديدى وزاوية التثبيت مثلا) تربط مع بعضها بعضا ربطا جيد التوصيل للكهرباء وتوصل مه موصل الوقاية

فئة الوقاية II :

كل الأجزاء الموصلة كهربائيا القابلة للمس تحصل على عزل اضافى : عزل وقائي



تسري شروط الاختبار للمحولات الصغيرة التالية :

محولات التوصيل بالشبكة	مع لفات مخرج متعددة في بعضها
المحولات الفاصلة	للفصل الوقائي
المحولات العازلة	في الشبكات ذات الجهود المختلفة في المقدار
محولات التحكم	لدوائر التحكم
محولات الاشعال	لاشعال خلائط الهواء مع الغاز أو مع الزيت

المحولات الذاتية :

تسري تعليمات خاصة لمحولات الأمان :

محولات لعب الاطفال

محولات الأجراس

محولات المصابيح اليدوية ومحولات إذابة الجليد

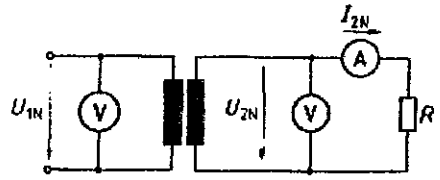
محولات مسدسات اللحام

محولات وسادة وأغطية التدفئة

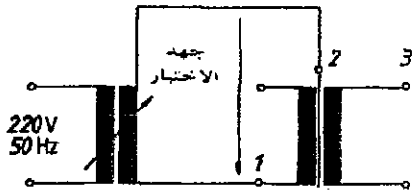
محولات العدد المتنقلة

قياس جهد الخرج

يشغل المحول من جانب المدخل بالجهد الأسمي(U_{1N}) جهد الخرج يقاس عند التحميل الأسـمي بحمل فعال (شكل٣٨)



1 قياس جهد المخرج



2 اختبار العزل

طرف التوصيل 2-1 : لفات المدخل مقابل الجسم

طرف التوصيل 3-2 : لفات المخرج مقابل الجسم

طرف التوصيل 3-1 : لفات المدخل مقابل لفيفة المخرج

شكل (٣٨)

يكفي أيضا قياس جهد المخرج عند اللا حمل يجب أن يكون هذا الجهد أعلي بثلاثة الي خمسة في المائة من جهد المخرج .

اختبار العزل:

مدة الاختبار تبلغ دقيقة واحدة . ينبغي أن يكون جهد الاختبار المتردد جيبيا وأن يكون له التـردد Hz٥٠ ، ويفترض ألا يحدث أي انهيار أو شرر عرضي التفريغات التوهجية الخفيفة لا تؤخذ في الاعتبار .

يبين الجدول جهود الاختبار المفروضة .

اختبار الطراز

اختبار الطراز يشمل :

قياس مقاومة العزل

تختبر مقاومة العزل بجهد مستمر مقدارة V 500 ولهذا الغرض ، يستخدم مولد يدوي (ماجنيتو) أو جهاز قياس الكترونى كما في التجهيزات الكهربائية.

ينبغي أن تكون مقاومة العزل أكبر من :

5 M بين لفائف الدخل والخرج

2 M للعوازل الأخري

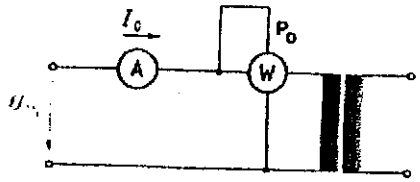
فئة الوقاية	الجهد الأسمي الأقصي حتى 42V	500V	250V	1000V
	جهد الاختبار بـ kV			
I	اللفات مقابل الجسم ، ولفات الدخل ولفات الخرج بين بعضها بعضا 1	3,0	2,5 1,5	1,0
II	عزل التشغيل بين دوائر المدخل والأجزاء المعدنية غير القابلة للمس	2,5	2,0 1,5	-
	العزل الوقائي بين الأجزاء المعدنية غير القابلة للمس والجسم	2,5	2,5 2,5	-
	بين دوائر المخرج والجسم	3,0	2,5 1,5	1,.
	بين لفات الخرج المنفصلة	3,0	2,5 1,5	1,0
	بين أطراف توصيل المدخل والمخرج (بدون الربط مع اللفات)	3,0	1,5 1,0	0,5

1 في المحولات الفاصلة : بين دائرة المدخل والمخرج kV 4,0 (بدلا من kV 2,5 عند جهد مخرج قيمته 250 V على الأكثر

جهود الاختبار للمحولات الصغيرة بالكيلوفولت

قياس اللا حمل

لا توجد تعليمات فيما يتعلق بمقدار تيار اللا حمل Io إذا كانت مقاسات القلب الحديدي كبيرة بما فيه الكفاية وكانت الألواح معزولة جيدا فيكون تيار اللا حمل أصغر من 15% من التيار الأسمي (التوصيلة في الشكل٣٩) .



$$I_0 \leq 0{,}15 \cdot I_{1N}$$

شكل (٣٩)

4 قياس اللاحمل

في القلوب الملحومة يسمح بتيار حتى25 % من التيار الاسمي .

المنحنى الخصائصي للأحمال يعطي انطباعا صحيحا عن تصميم المحول واستغلال القلب الحديدي . هذا المنحنى يطابق المنحني الخصائصي قبل التشبع المغنطيسي للحديد . تيار اللا حمل يكون قليلا جدا .عند التصميم الضعيف والاستغلال الكامل للقلب الحديدي يمكن أن يصل تيار اللا حمل من 30% الي 70% من التيار الاسمي للمدخل فيسخن المحول بشدة عند اللا حمل.

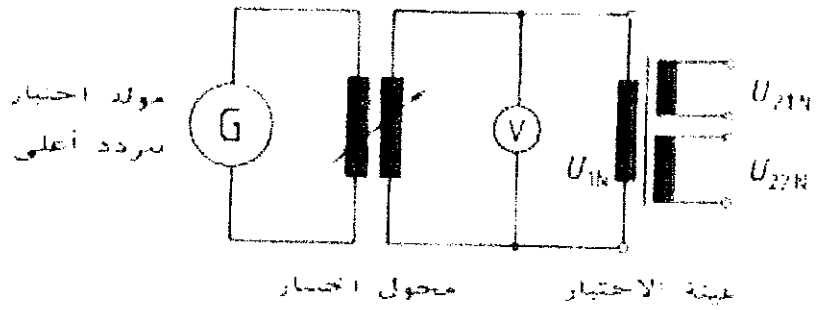
يحدث نفس الشئ عند التوصيل على جهد أعلي من الجهد الأسمي للدخل ($1{,}1.U_{1N}$ مثلا)

هذا التشغيل يسمح به طالما أنه لم يتم تجاوز درجة الحرارة الحدية عند الحمل الاسمي (انظر اختبار السخونة) قدرة اللاحمل P_0 ، المقاسة بمقياس القدرة الفعالة هي بمثابة مفاقيد اللاحمل .

<u>قياس دائرة القصر:</u>

باختبار دائرة القصر . يحدد جهد دائرة القصر U_K وقدرة دائرة القصر P_K عند هذا القياس يتدفق في لفات المدخل والمخرج التياران الاسميان I_{1N} وI_{2N} فقط

<u>اختبار اللفات:</u> يهدف اختبار اللفات الى التأكد من العزل الكافي بين اللفات المتجاورة عند كون الجهد أعلي من الجهد الأسمي يتدفق تيار كبير جدا ولذا يتم الاختبار بمولد اختبار له ضعف تردد الشبكة الان بمكن للجهد أن يرتفع حتى ضعف الجهد الاسمي (شكل ٤٠)



2 اختبار اللفات . يتم الاختبار بتردد مضاعف للمدخل وكل ضعف للمخرج بجهد ضعف جهده الاسمي

اختبار السخونة:

يسخن المحول من خلال المفاقيد ولا يسمح عند ذلك بتخطي درجات الحرارة الحدية والتي تحـــدد من خلال فئة العزل .إذا تم تخطى درجات الحرارة الحدية لمدة طويلة فان ذلكم يهدد أمان التشغيل ومدة صلاحية المحول ٠

تبنى المحولات الجافة في الغالب من الفئة A المحولات المبردة بالزيت وتلك المبردة بالكلوفين لا تبنى الا من فئة العزل A

درجة الحرارة الزائدة للفات تحدد بقياس المقاومة

R_{20} مقاومة للفات عند درجة حرارة الغرفة 20 °C بالوحدة Ω

R_W مقاومة اللفات عند التشغيل الدائم بالحمل الأسمى بالوحدة Ω

A المعامل الحراري بالوحدة $\frac{1}{K}$

$$\Delta R = R_W - R_{20}$$

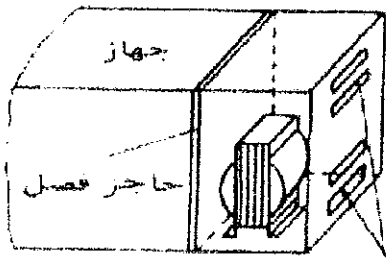
$$\Delta = \frac{R}{R_{20} \times \alpha}$$

درجة الحرارة الزائدة بالكيلفن

صيانة المحولات:

-المحولات الصغيرة:

عند التركيب في مبيت ، يجب أن ينتبه الى توفر تصريف جيد للحرارة (حمل) (شكل ٤١) عند الاستخدام في العراء (مثلا في الأعمال الزراعية ومصابيح التفريغ ٠ وما شأبه ذلك) يجب أن يطابق نوع وقاية المبيت IP 21 على الاقل ٠



(شكل ٤١)

شقوق للهواء
الداخل والخارج

١ تصريف الحرارة عند تركيب محول صغير

إنشاء المحولات الكبيرة

عند انشاء المحولات المبردة بالزيت في غرف مغلقة يجب أن تتحقق شروط خاصة :

أولا : تهوية كافيه

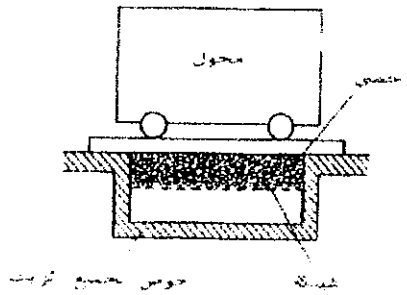
ثانيا : مراعاة تعليمات الوقاية من الحرائق

ثالثا : حفرة تجميع الزيت

رابعا : تكون ضجيج قليل

التهوية

يجب أن تتوافر قنوات دخول وخروج للهواء بمقاسات كافيه حتى تنقل حرارة المفاقيد الناتجة في المحول فمثلا محول قدرته 1600 kW ينشأ فيه قدرة فقود مقدارها 20 kW عند الكفاءة 98,8% إذا لم يكف تقلب الهواء من خلال تيارات الحمل الطبيعية ، تستعمل مراوح لتوليد تيارات حمل اصطناعية



شكل(٤٢)

تعليمات الوقاية من الحريق ، حفرة تجميع الزيت

لقدرات المحولات حتى 630 kW يمكن أن يستغنى عن حفرة تجميع الزيت بعمل عتبه باب عالية لغرفة المحول ٠

عند القدرات الأكبر أي عند كميات الزيت الأكبر يجب توفير حفرة تجميع زيت تغطى اضافيا بطبقة من الحصي حتىيمنع اشتعال الزيت الذي قد يتسرب (شكل ٤٢) المحولات التي تنصب بالقرب من غرف الاجتماعات والمتاجر ومبانى الادارة والمسارح وما شابه ذلك توضع لها تعليمات أشد للوقاية من الحرائق المحولات المملوءة بالكلوفين هو مادة تبريد سائلة غير قابلة للاشتعال وذات خواص عزل جيدة الا أن الكلوفين ضار بالصحة وهو يخزن في جسم الانسان ولا يفرز مرة أخرى ٠

لذا يزداد استخدام المحولات الجافة من الطراز الراتينجي المصبوب بهذه المحولات وهي لا تحتاج الى اجراءات انشائية خاصة (شكل٤٢) يبين محول مع راتينج صب في صالة مصنع بمحولات كهذه يمكن الايفاء بمتطلب الامداد المركز بالطاقة على نحو جيد ٠

تكون الضجيج في المحول:

المصدر الفعلي للضجيج هو قلب المحول والسبب في ذلك هو تغير طول ألواح القلب نتيجة الفيض المغنطيسي ٠الصوت ينتقل عبر الزيت الى جدار المرجل ويشع من هناك فتثار تذبذبات طبيعية في القلب وفي المرجل وهي تكون عندئذ الضجيج الكلي ٠

يتزايد الضجيج المتكون مع ازدياد كثافة التدفق المغنطيسي B في القلب الحديدي ومع طول المسار الحديدي (حجم القلب) الجدول يبين شدة الصوت المسموح بها طبقا للتعليمات مستوى الضجيج 40 dB يماثل التحدث بصوت خافت أو تمزيق ورقة أو غرفة عمل هادئة وبما أن رابطة المراقبة الفنية ومكاتب المراقبة التجارية تراقب بشدة للايفاء بتعليمات شدة الصوت المسموح بها فيجب في المناطق المكتظة بالسكان تنفيذ اجراءات تقليل الضجيج ٠

هذه الاجراءات هي :

١- جدران عازلة للصوت والتي تثبت على جدران المرجل

٢- انشاء معزول الاهتزازات للمحول في المرجل

٣- استخدام مرجل مزدوج

٤- تخفيض كثافة التدفق المغنطيسي B في القلب الحديدي

٥- استخدام ألواح قلب جديدة ذات تغير طفيف للطول نتيجة الفيض المغنطيس

التقسيم الى مناطق	نهارا	ليلا
صناعة فقط	70	70
محلات حرفيه في الغالب	65	50
منطقة مختلطة 50:50	60	45
مساكن في الغالب	55	40
مساكن فقط	50	35

مستوى الضجيج المسموح به بالديسيبل (dB) (بالتقويم A ، هذا يعني أن الميكروفون المستخدم مواءم مع الاستجابة الترددية للأذن البشرية : (40 dB = 40 phon)

عند محطات التحويل في العراء إذا كانت المسافة بين المحول والمنطقة المأهولة بالسكان اكثر من 100 m فيمكن الاستغناء عن اجراءات تخميد الضجيج ٠

صيانة المحولات ومراقبتها

صيانة عامة

المحولات الجافة لا تلزمها صيانة

المحولات المبردة بالسوائل تبنى اليوم بأمان حتى أنها يمكن أن تشغل لسنوات متعددة بدون صيانة خاصة.عند حدوث ضرر في المحولات الكبيرة تكون كلفة الاصلاح عاليه وزمن الاصلاح طويلا لذا فان الصيانة والمراقبة ضروريتان ٠

مراقبة درجة حرارة زيت العزل

يحتوي غطاء المحول على جيوب قياس لاستيعاب الثرمومتر للقراءة المباشرة يركب ثرمومتر قضيبي وثرمومتر ثنائي المعدن وللبيان عن بعد على لوحة المفاتيح تستخدم ثرمومترات المقاومة عند تجاوز درجة حرارة التشغيل المسموح بها لمدة طويلة فان مدة صلاحية المحول تقل عن المدة المفترضه والتي تصل الى ثلاثين عاما تقريبا ٠

الجدول يبين مدة التحميل الزائد المسموح بها عند انتهاء التحميل الزائد ينبغي الا تتجاوز درجة حرارة الزيت القيمة 105° C إذا كانت درجة الحرارة المحيطة اكبر من 25 ° C وينصب المحول على ارتفاع يزيد عن 1000 متر فوق الصفر المعياري فيجب أن يخفض التحميل

القدرة الدائمة السابقة كنسبة مئويةمن القدرة الاسمية	درجة حرارة الزيت الناتجة	مدة التحميل الزائد ، عند تحميل كلي كنسبة مئوية ، منسوبا الى الحمل الاسمي				
		110%	120%	130%	140%	150%
	° C	h	h	min	min	min
50	55	3	1,5	60	30	15
75	68	2	1,0	30	15	8
90	78	1	0,5	15	8	4

2 مدة التحميل الزائد المسموح بها للمحولات المبردة بالزيت ، عندما تكون درجة الحرارة المحيطة °C 25

مراقبة تجهيزة تبريد المحول

عندما تكون للمحولات تهوية منفصلة ، يتم عبر ثرمومترات تلامسية وصل محركات المراوح وفصلها ٠ يمكن أن تراقب محركات المراوح كهربائيا ، أو من خلال بوابات احتجاز في تيار الهواء (شكل٤٣)

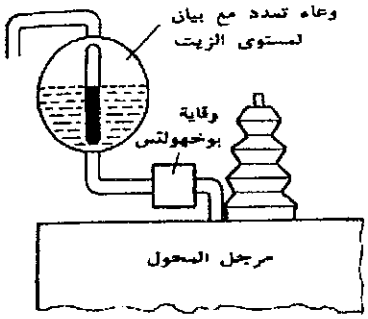
نفس المبدأ يمكن استعماله لمراقبة تيار الزيت ، عندما يكون من الضروري احداث دورة جبرية للزيت باستعمال مضخات دوراة ، في حالة وجود مبرد زيت مفصول ٠

مراقبة زيت العزل

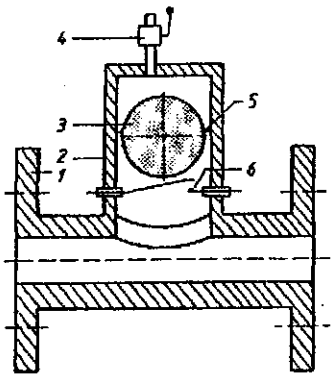
يمكن اختبار حالة النظام الكلي للعزل في المحول من خلال مراقبة خواص الزيت .

<u>وقاية بوخهولتس</u>

يمكن مراقبة زيت المحول باستمرار بواسطة وقاية بوخهولتس الشكل يبين الترتيب المكاني



١ تركيب وقاية بوخهولتس



1 مبيت مع شفاه
2 قبع تجميع الغاز
3 عوامة
4 صمام إخراج الغاز
5 مستوى الزيت
6 ملامس وصل وفصل

2 المخطط الوظيفي لمرجل بوخهولتس

شكل(٤٣)

بين المرجل وخزان التمدد وفى الشكل تتضح طريقة العمل فقاعات الغاز المتصاعدة تجمع فتتسبب في هبوط العوامة ويغلق ملامس الوصل والفصل بذا تطلق اشارة تحذير أو يفصل للتو إذا استخدم نموذج بعوامتين فان العوامة العليا تطلق تحذيرا والعوامة السفلي تفصل المحول (الشكل٤٣)

وقاية بوخهولتس تنبه الى :

أولا : تكون الغازات بسبب سخونة زائدة محلية أو بسبب تماس اللفات أو احتراق الحديد .

ثانيا : انهيارات وشرارات عرضية وانقطاع الطور في الملفات

ثالثا : دخول الهواء الى المرجل وهبوط مستوى الزيت

نظرا لتكون فقاعات غازية قليلة في الزيت اثناء التشغيل الطبيعي ايضا فيجب اخراج فقاعات الغاز من وقاية بوخهولتس على فترات منتظمة.

الجدول يبين الغازات الممكن تولدها من وقاية بوجهولتس يستطيع الخبير ان يقرر من خلال تحليل الغاز فيما إذا كان قد حصل تحلل للزيت أو لمواد عازلة صلبة.

هيدروجين	H2
ميثان	CH4
اسيتلين	C2H2
ايثيلين	C2H4
ايثان	C2H6

4 أنواع الغازات القابلة للاحتراق والمجمعه في وقاية بوخهولتس

اختبار الزيت واعداده من جديد

يجب أن تفحص حالة زيت المحول بانتظام ٠

تؤخذ من المحول عينات زيت على فترات منتظمة ، وتخضع للاختبار.

اعداد الزيت:

إذا لم تف عينة الزيت بمتطلبات متانة العزل يجدد الزيت عند التجديد تزال المواد المعلقة بالطرد المركزي وبالترشيح ويزال الماء من خلال الغلي والتمدد في الخواء ٠

في العادة يجدد الزيت أو يبدل عند كل عملية اصلاح وعند تبديل المحول ٠

ازالة رطوبة الهواء:

عند تراوح تحميل المحول ، تتغير درجة حرارة الزيت وحجمة ، مستوي الزيت يرتفع في وعاء التمدد ويهبط وبذا يحدث في وعاء التمدد تبديل مستمر للهواء ، والهواء يجلب معه رطوبة يمكن في الغالب تفادي ذلك من خلال ازالة رطوبة الهواء كما في (الشكل٤٣) تستخدم بلورات ملح طرد ماء التبلور منها بالتسخين الملح يجتذب رطوبة الهواء بشهية ويتغير لونة في ذلك تستخدم غالبا المنتجات التجارية الجل الأزرق وجل السيليكا يمكن أن يبدل الجل الأزرق ، على سبيل المثال كل عامين .عند انشاء المحول في اماكن ذات رطوبة هواء عالية وعندما يكون التراوح في التحميل شديدا فيصبح من الضروري تبديل الملح على فترات أقصر .

الجل الأزرق مثلا يمكن أن يجدد بتسخينه الى درجات حرارة تزيد عن 140 ° C .

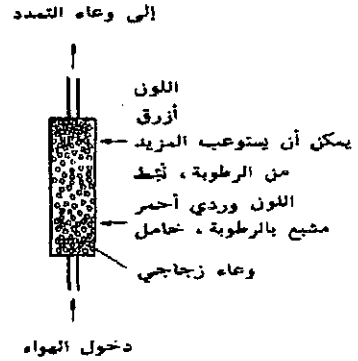
مراقبة وصيانة المفتاح المراحلي (Relay) لمحولات الجهد العالي

محولات الجهد العالي للجهود الأعلي من 100 kV لها جهود دائرة قصر نسبية تتراوح بين 12% و 25% ٠ لذا تنشأ عند التحميل المتغير تراوحات في الجهد يمكن أن تقع بين 8% و 15% من الجهد الأسمي للمحول (تفرعات) .

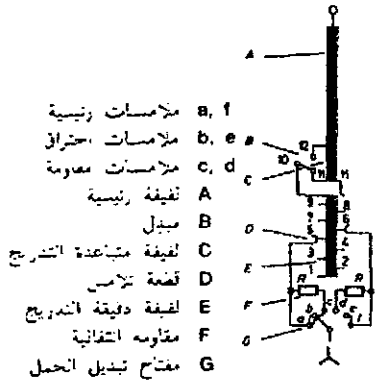
المفاتيح المراحلية المطلوبة يجب أن توصل أو تفصل عند وجود حمل وبدون انقطاع .

الشكل يبين توصيلة لفات محول بمفتاح مراحلي تبديل التوصيل يجرى بالقرب من نقطة التعادل النجمى فرق الجهد بين تفرعات اللفائف الثلاثة للمحول يكون هنا طفيفا .

شكل(٤٤)



1 إزالة الرطوبة من الهواء في المحولات غير المغلقة



2 مخطط التوصيل المبدلي لمفتاح مراحلي ذي نقطة تعادل نجمي، تسع مراحل، مع منتقي ومبدل للتحويل ومفتاح لتبديل الحمل

تضبط المرحلة التالية باختيار مسبق في حالة عدم وجود تيار ٠ مفتاح الحمل يحول عندئذ الى مرحلة جديدة عبر المقاومات الأومية الانتقالية عند تبديل التوصيل من مرحلة لأخري . تقصر اللفات الواقعة بين المرحلتين (تماس اللفات) المقاومات الانتقالية وظيفتها تفادي مرور تيار اكبر من اللازم عند دائرة القصر .القوس الكهربائي الناتج عند الفصل يشتعل لدي ملامسات احتراق مخصصة لهذا . ومن خلال ذلك يحافظ على سلامة الملامسات الرئيسية ٠ يمكن أن يكبر مدي الضبط حتى 22% من الجهد الأسمي من خلال اضافة توصيل جزء اخر من اللفات أو توصيل هذا الجزء توصيلا عكسيا .المفتاح المراحلي مع الادارة للتحكم عن بعد مركب في مرجل الزيت مع المحول (شكل٤٤)

مراقبة المفتاح المراحلي

وضع التشغيل للمفتاح المراحلي يبين في مركز للوصل والفصل ٠

صيانة المفتاح المراحلي

بعد 30000 الي 100000 عملية وصل لكن بعد ما لا يزيد عن 4 سنوات ينبغي أن يبدل الزيت بأكملة وأن تخرج وليجة مفتاح تبديل الحمل وأن تستبدل ملامسات الاحتراق ٠

اختبر معلوماتك :

١- ما هي التعليمات الانشائية التي يجب اعتبارها عند انشاء محول زيت ؟

٢- ما هي اسباب تكون الضجيج في المحولات الكبيرة ؟ ما هي الاجراءات المضادة لها ؟

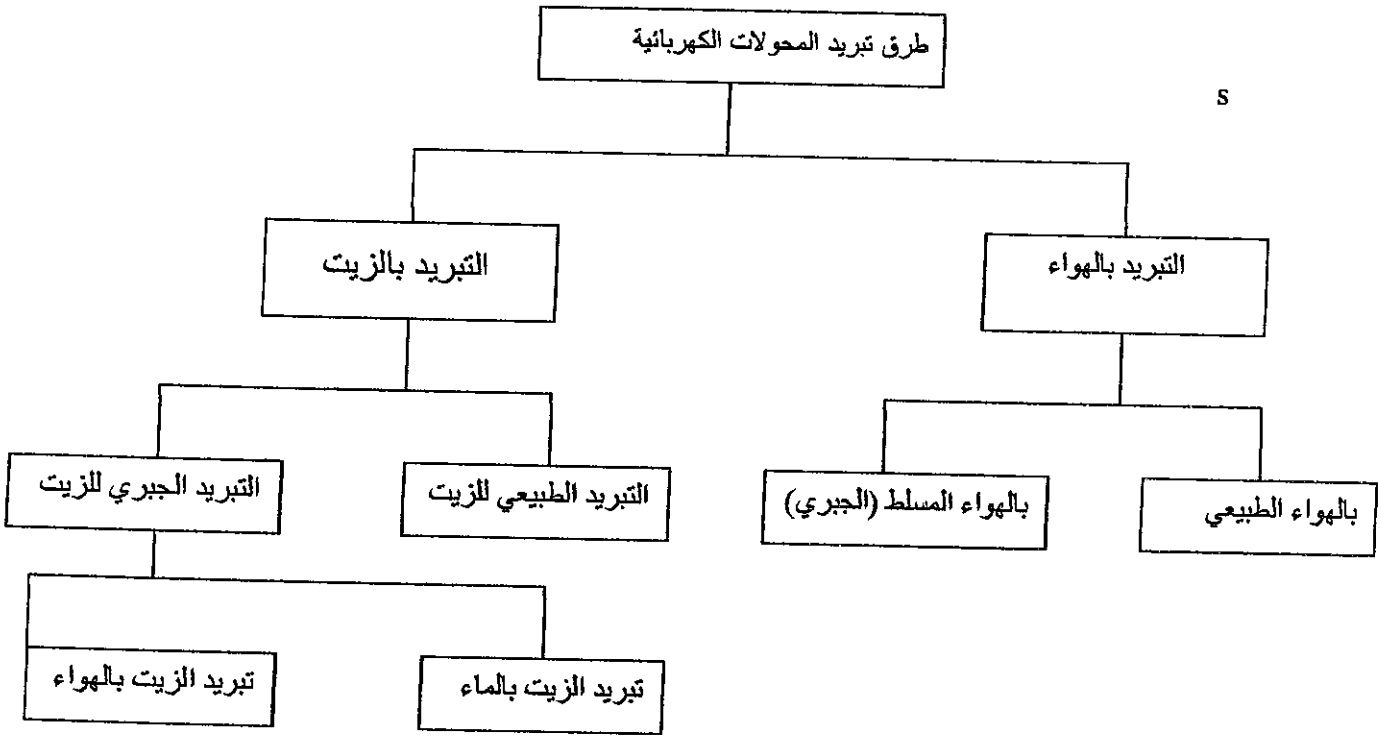
٣- مإذا تعرف عن اختبار الزيت واعداده من جديد ؟

٤- ما هي وظائف المفتاح المراحلي ؟

طرق تبريد المحولات وخواص زيت المحولات

طرق تبريد المحولات :

تعمل المفاقيد الناشئة داخل المحول سواء المفاقيد الثابته (الحديدية أو المفاقيد المتغيرة والتي تتناسب مع الحمل) النحاسية علي ارتفاع درجة حرارة القلب الحديدي والملفات وبالتالي زيادة درجة حرارة جسم المحول والمواد العازلة المستخدمة فيه ٠ وقد يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى الحد الأقصي المسموح به الي تلف المواد العازلة لذلك فانه يجب تبريد المحولات بحيث لا تزيد درجة الحرارة القصوي عن الحد المسموح به وغالبا ما تكون في حدود ٨٠ – ١٠٥°م في حالة المحولات المستخدمة فيها الزيت ذو التبريد الجبري توجد عدة طرق لتبريد المحولات الكهربائية وفيما يلي موجز لأهم طرق التبريد المستخدمة ٠



طرق تبريد المحولات الكهربائية

طرق التبريد للمحولات الجافة :

التريد بالهواء الطبيعي : وتستخدم في المحولات صغيرة القدرة حيث تشع الحرارة الي الجو المحيط بواسطة تيارات الحمل في الهواء .

عيوب التبريد بالهواء :

أ- لا يسمح بتحميل المحول الا لفترات زمنية قصيرة .

ب- قلة متانة العزل

ج- تعرض الملفات للأتربة والأوساخ مما يؤدي الى اضعاف متانة العزل

د- زيادة حجم الملفات ليتخللها الهواء

طرق التبريد للمحولات الزيتية :

أ- **التبريد الطبيعي للزيت :**

حيث يوضع القلب والملفات في وعاء مملوء بالزيت المعدني المنقي بعناية فائقة حيث يتم تبريد القلب والملفات بواسطة تيارات الحمل في الزيت والذي يشعه الى الجو الخارجي ولزيادة سطح التبريد قد يكون سطح الاناء متعرج أو يزود الاناء الخارجي بمواسير لزيادة سرعة تبريد الزيت .

ب- **التبريد الجبري للزيت :**

في المحولات الكبيرة والعالية القدرة الكهربية لا يكفي تبريد الزيت بالهواء الطبيعي نظرا لارتفاع الحرارة الناتجة من المفاقيد الكهربية ولذلك فانه تستخدم عدة طرق لتبريد الزيت منها:

- **التبريد بواسطة الهواء المسلط (الجبري) :**

حيث يسلط علي جسم الوعاء (الخزان) الرئيسي للمحول مجموعه مراوح لدفع الهواء والعمل علي تبريد الزيت .

- **تبريد الزيت بواسطة المياه :**

حيث تبريد الزيت بسحبه في أنابيب وتمريره بواسطة طلمبة في مبردات ذات مياه باردة ثم يدفع الى داخل خزان المحول ويجب أن يلاحظ أن تكون سرعة طلمبه السحب مساوية لسرعه طلمبة الدفع حتي يصير مستوي الزيت ثابت داخل الوعاء .

مميزات المتانة الكهربية بالزيت :

١. زيادة المتانة الكهربية للعزل
٢. يسمح بتحمل المحولات لفترات طويلة
٣. الاتزان الكهروحراري داخل جسم المحول
٤. صغر حجم الملفات نتيجة صغر الثغرات الهوائية

عيوب التبريد بالزيت :

١. قد يحدث انسداد في أنابيب التبريد مما يعرض المحول لرفع درجة حرارته .

٢. قد يحدث اشتعال نتيجة مصدر خارجي أو حدوث قصر داخل المحول

خواص زيت المحولات :

أ - **مزايا استخدام زيت العزل للمحولات :**

١. يعتبر وسطا عازلا يعمل علي زيادة قدرة العزل للورنيش أو الورق العازل

٢. يعتبر وسط تبريد يقوم بتقليل درجة حرارة ملفات المحول نتيجة نقل الحرارة الموجودة بالملفات الى خارج جسم المحول

٣. يقوم الزيت باخماد القوس الكهربي المتكون اثناء تغيير الجهد داخل مغير الجهد تحت الحمل

ب - **متطلبات زيوت العزل :**

١. أن تكون له نقطة وميض عاليه نسبية لتقليل خطر الحريق ونقطة الوميض هي درجة اشتعال الأبخرة والغازات الناشئة من الزيت

٢. أن يكون عديم التطاير عند درجات حرارة التشغيل لتحاشي الفاقد بالبخر .

٣. أن تكون له درجة لزوجة منخفضة بمعنى أنه يجب أن يبقي سائلا عند أقل درجة حرارة للجو المحيط يمكن توقعها فيجب الا تتعدي اللزوجة عن ٢ر٤ درجة لزوجة عند ٢٠ °م ولا تتعدي ٨ر١ درجة لزوجة عند ٥٠ °م .

٤. يجب ألا يحتوى الزيت علي الماء أو أي شوائب أخري مثل الكربون أو الأحماض والتي قد تتلف خواص العزل للزيت وعادة ما يكون الزيت شفاف اللون .

٥. أ، يكون لهذا الزيت قوة عزل كبيرة وتحدد خواص العزل بجهد الانهيار والذي سبق دراسته بالصف الأول ويجب أن لا تقل قيمة جهد الانهيار عن القيم المبينه بالجدول التالي :

الجهد المقنن للمعدات	اقل جهد للانهيار للزيت ك . فولت / ٥ر٢ مم
حتى ١٥ك فولت	٢٥
من ١٥ الي ٣٥ ك فولت	٣٠
من ٦٠ الى ٢٢٠ ك فولت	٤٠

٦. يجب أن يكون ثابت من ناحية التغيرات الكيميائية ولفترات زمنية طويلة

ج – أنواع الزيوت العازلة الكهربية :

الزيت المعدني (Mineral Oil) :

زيت العزل المعدني هو أحد نواتج البترول الخام ويتم استخلاصه بعد أجراء عمليات التكرير اللازمة له للحصول علي الخصائص المطلوبة مثل نقطة الوميض واللزوجة والتطاير وقد يعتقد البعض أن ناتج تقطير زيت العزل شبيه بالوقود المنزلي ولكن هذا الاعتقاد يزول باختباره بالضوء وعلي ذلك فان له نقطة وميض عاليه جدا ومدي غليان أضيق مما لزيت الوقود .

الزيوت الراتنجية (Synthetic Oil)

نظرا لارتفاع تكاليف الزيوت المعدنية ولعدم توافر البترول في بعض البلدان بالاضافة الى الحاجة لاستخدام زيوت أو سوائل للتبريد ذات درجة حرارة عالية للاشتعال والتي يمكن استخدامها في تبريد المحولات ذات القدرة العالية والمستخدمة داخل الأبنيه والمناجم ومحطات مترو الأنفاق ... الخ ، أمكن تصنيع العديد من أنواع الزيوت بعضها يمكن تداولها مثل الزيوت المعدنية (غير سام) وبعض منها سام وتم ايقاف استخدامه منذ فترة مثل الأسكارل (Askarels) ويمكن التعرف عليها بشم رائحتها والتي تشبه النفتالين .

ويستخدم النوع الغير سام بأسماء تجارية مختلفة وأهمها هو الزيت السيلكوني حيث يستخدم في محولات القدرة بمحطات مترو الانفاق .

ويجب عدم خلط الزيوت المعدنية بالزيوت الراتنجية لعدم معرفة خصائص خلط هذه الزيوت ويستحسن عدم خلط الأنواع المختلفة من الزيوت المعدنية الا بنسب محددة طبقا لتوجيهات الصانع وخبرة الهيئات والشركات الكبري

الاعطال الشائعه للمحولات وطرق الكشف عليها واصلاحها

عند حدوث عطل أو قصر بالمحولات يجب الاخذ في الاعتبار تحديد العطل في احد ثلاثه مجموعات كبري يتكون منها المحول وهي :

أ- القلب الحديدي

ب- الموصلات واللفات (الاجزاء الحاملة للتيار)

ج- نظام التبريد

وكل من هذه المجموعات ضروري لتشغيل المحول ، وبالتالي فليس القصد من هذا الجزء من الدراسة هو ترتيب هذه المجموعات بحسب درجات أهميتها علي أي نحو خاص ولكن المهم هو طرق الكشف عن كل مجموعة علي حدة .وعند ايجاد عطل في المحول ، فان نظام عمليات الاختبار والتفتيش يتغير أيضا طبقا لظروف العطل وفي هذا الجزء يلزم المعرفة الكاملة بتركيب المحول حتى يمكن فهمه وكيفية تحديد مكان العطل .

١ - القلب الحديدي :

يكون قلب المحول عرضة للأعطال التالية أثناء التشغيل :

- انهيار العزل مع الأرضي وبخاصة أجزاء التثبيت العازلة والعوارض الخشبية الحاملة للقلب الحديدي .
- انهيار العزل بين رقائق الصلب السيليكوني للقلب المغناطيسي .
- انهيار عزل المسامير التي تعمل علي تثبيت الرقائق المغناطيسية.
- انفكاك المسامير اللولبية للقلب علي القلوب المثبته بالمسامير .
- تلف أشرطة تثبيت القلب في حالة التثبيت بواسطة الشرائط تكون معزولة عن القلب .
- وبشكل عام ، فان أعطال العزل علي قلوب المحولات تنتج حرارة . وتسبب هذه الحرارة غليان الزيت وتولد غازات قابلة للاشتعال وعدم احكام تثبيت القلب نادرا ما يسبب أضرار كبري ، لكنه يسبب مستويات أعلي من الضوضاء .

٢ - الموصلات ومفاتيح التحويل الحاملة للتيار :

وتتكون من اللفات ، ومغيرات الجهد بدون حمل ومغيرات الجهد تحت الحمل ، وكذا العازلات والأسلاك بالاضافة الي دوائر المحولات الحاملة للتيار ويمكن تصنيف عزل تغليف هذه الدوائر - الي نوعين قد يحدث فيها الانهيار علي النحو التالي :

٢-١ أنواع العزل وأعطاله :

أ - العزل الأساسي (Major insulation) :

وهو العزل عن الأرض والعزل بين اللفات ويتكون من المواد العازلة بين ملفات الجهد العالي والأرض والمواد العازلة بين الجهد المنخفض ،والأرض وغالبا ما يكون التلف نتيجة انهيار العزل الموجود علي اللفات كالاسطوانات ، والحواجز والأطواق وأعضاء التثبيت ،

- أو العزل الموجود علي موصلات الأطراف ،
- عزل مغيرات (منظمات) الجهد تحت الحمل أو بدون حمل ،

العزل الفرعي :

أ- العزل لفة عن لفة

ب- العزلطبقة عن طبقة

ج- العزل بين نقاط المأخذ - بين سلكي نقطتي المأخذ - بين سلك نقطة المأخذ وقسم من اللفات .

٢-٢ **علامات أو نتائج العطل للعزل :**

أ) **العزل :**

يمكن أن يسبب العزل سواء الأساسي أو الفرعي ضررا شديدا للمحول ٠ وقد يكـون هـذا الضرر نتيجة لحدوث تفريغ جزئي بين الملفات للتحميل العالي أو قصر مفـاجئ أو نتيجـة للتذبذب الميكانيكي الذي يؤول الي انخفاض العزل وبعض العلامات أو نتائج العطل هي :

- أسلاك مقطوعه ٠
- جزئيات من معدن النحاس
- ملفات منقولة من أماكنها
- أعضاء تثبيت (Blocking) منقولة من أماكنها
- لفات مشوهة الشكل
- زيت شديد الكربنة
- مواضع محلية ساخنه علي جدار الخزان
- تصدع نبيطة التنفيس الانفجارية ذات الفتحة ، وتفريغ الزيت ٠
- انذارات بدرجة حراره الزيت
- تدفق زيت زائد في مجري مغير الزيت

ب- **الأجزاء الحاملة للتيار :**

تكون الأجزاء الحاملة للتيار من موصلات ومفاتيح تحويل وملامسات ٠٠ الخ هي الأخـري عرضة للأعطال ، وبعض أعطالها هي :

- وصلة معيبة في الملفات أو الأسلاك الخارجة منها
- ملامس معيب في مغير الجهد تحت الحمل أو مغير الجهد بدون حمل
- فتح الدائرةى نتيجة قصر بعد انهيار العزل
- وصلات مفكوكة المسامير في اللوحات الرئيسية ومفاتيح التحويل

٣ - **نظام التبريد :**

يكون نظام تبريد المحول أو المنظم ٠٠٠ الخ من واحد أو أكثر من الآتي ذكـره مـن المشـعات ومجموعات المراوح مضخات الزيت ، المبادلات الحرارية الداخلية أو الخارجية ، وسائط العـزل (الهواء أو الزيت) ويتأثر النظام سلبيا بالعوامل التالية :-

- ضرر خارجي للمشعات يسبب فقد الزيت ٠
- عطل أو عدم انتظام تشغيل محركات المراوح والمضخات
- مجموعة أنابيب التبريد مسدودة في المحولات المبردة بالزيت
- فقد قدرة محول خدمة المحطة الذي يغذي المراوح والفتحات
- سوء تشغيل نبائط الاستشعار بدرجة الحرارة
- صمامات مضبوطة علي نحو غير سليم

وتتأثر السعه المقننة للمحولات تأثيرا سلبيا مباشرة بنظام التبريد ، ويمكن أن ينجم عـن أعطـال كبيرة في نطاق نظام التبريد فقدا للحمل .

٤ – <u>الظروف المحيطة بالعطل :</u>

عندما يحدث العطل ، يكون من الأهمية بمكان كشف جميع الظروف المحيطة بالعطل وفي معظـم الحالات فان وجود هذه المعلومات تساعد في تحديد العطل ٠ والمقترح أن يتم تسجيل هذه البيانات لتوفير ذاكرة دقيقة بالظروف المحيطة والبيانات التالية عبارة عن أمثلة البيانات التي يجب تسجيلها٠

البيانات المطلوب تسجيلها	الملاحظات
الحمل	الحمل علي مدي الأربع والعشرين ساعه السابقة علي حدوث العطل
الطقس	عواصف رعدية ، عواصف رياح ، مطر
أحوال النظام	الأعطال التي تلازم حدوثها مع حدوث العطل بالمحول وسبقت حدوثه
المنصهرات والمتابعات	ما هي الأطوار التي جرت عليه عملية انصهار ؟ ما هي أنواع المتابعات التي حدثت لها عملية تشغيل ويكون ذلك دليلا عاما وحسب حيث ينشأ عن عدم التوازي عدم امكانية التنبؤ بموقع العطل من تشغيل المنصهر أو المتابع ٠
تراكم الغاز	يوجد هذا الناتج عادة مع معظم الأعطال ٠ ويجب جمع عينه الغاز واختبارها ٠ اذا وجد تراكم للغاز وحده دون تغير نبيطة الوقاية التى يشغلها هذا الغاز فانه يكون هناك احتمال قوي في وجود عطل بالقلب أو عطل حامل للتيار ٠ وبالمثل يجب أخذ عينه زيت لتحليل الغاز في الزيت (Analysis Gas Oil)
اشتغال المرحلة الأولي من البوخلز	هل يعمل علي نحو صحيح ؟
عمل أخرين في أماكن مجاورة من المحول	ان العمل الذي يجري أداؤه بواسطة مجموعة في الجوار من محول أو أنظمة الوقاية المرتبطة به يمكن أن يسبب سوء تشغيل للمحول أو فصل الخط ٠

البيانات المطلوب تسجيلها	الملاحظات
تقاسم الأحمال (علي التوازي) – المحول المماثل	عندما يحدث عطل علي المحول ويكون الذي يقاسمه الحمل (علي التوازي) مماثلا لها ، فان المحول المماثل (أو المحولات الأخري من نوعه) يجب اخضاعها للفحص للتحقق من وجود عيوب مماثلة من عدمه
الزيت اختبار العينه والعزل	يجب ملاحظة وجود ماء ومواد صلبة وكربون في الزيت أثناء أداء اختبار العزل ٠ يجب استخدام حقنة للحصول علي عينة وارسالها للتحليل الكيميائي وتحديد نسب وخواص الغازات المذابة بالزيت
نظامي الانذار لمستوي الزيت ودرجة الحرارة	ان تشغيل كلا من هذين الانذارين سابقا علي وقت حدوث العطل قد يكون علاقة دالة علي وجود زيادة تسخين وانهيار داخلي
الاختبارات علي القلب	افصل شريط التأريض واختبر عزل القلب بواسطة مقياس مقاومة العزل (الميجر) يجب عند العمل علي المحولات ذات مقاومات تأريض القلب ٠ لاحظ درجة حرارة الزيت لتصحح قراءات مقياس مقاومة العزل الى ٢٠ °م٠ قارن بالقراءات السابقة ٠ اذا كانت هذه القراءة أدني من القراءة السابقة ، قم بفصل مشبك تثبيت القلب العلوي عن الأرض ، اذا أمكن وأعد مرة أخري قياس مقاومة عزل القلب لتحدد ما اذا كان العطل في مشبك التثبيت العلوي أم أسفل القلب ٠ اختبر مسمار الخطاف مع الأرضي وأيضامع القلب راجع قيمة المقاومة كلما أمكن ذلك صحح جميع القراءات الي ٢٠ °م ٠

البيانات المطلوب تسجيلها	الملاحظات
الإنذار بعدم وجود تدريج لمغير الجهد تحت الحمل	اذا أعطي نظام الانذار تنبيها ، فمن الممكن أن يكون العطل متعلقا بمغير الجهد (مغير نقاط تفرغ الملفات) ويجب اتخاذ الحيطة في ملاحظة وضع متغيرات الجهد للمحولات الموصلة علي التوازي في وقت حدوث الانذار
التفتيشات الخارجية	قد يسبب غلق دوائر الانذار بحراة المحول ضررا خلال حالة زيادة التسخين ، راجع سلامة تشغيل جميع المراوح بغرض التأكد من صلاحيتها للتشغيل وصحح اتجاه دورانها (تأكد من أن تدفق الهواء يتم حسب المواصفات الفنية لجهة الصنع ، لأن بعض جهات الصنع تطلب أن تقوم المراوح بسحب الهواء خلال المشعات بينما تطلب جهات أخري دفع هواء بارد في المشعات ،تأكد من أن جميع المشعات وصمامات الخزان الواقي في وضعها الصحيح ، راجع تشغيل مضخات الزيت للتأكد من تدفق الزيت وتشغيل المضخات ، عازلات المكسورة ، توصيلات غير محكمة العازلات ، تشققات علي رقائق فتحات الانفجار .
قياس زاوية الطور	قم بفصل جميع قضبان الربط للجهد العالي والجهد المنخفض وقم بقياس نسبة المحول واختبار زاوية الطور له علي جميع نقاط تفرع الملفات ويمكن استخدام مقياس قدرة نسبة للمساعدة علي كشف اللفات المقصورة الدائرة ، قارن هذه القراءات مع القراءات السابقة ، قم بقياس النسبة وافصل جميع الدوائر الموصلة علي التوازي في الملف ، قد يظل القسم الصالح من الملفات الذي يكون علي التوازي مع القسم المعطوب ، يعطي قراءة جيدة ، ان أي تغير عن القراءات الأصلية يجب أخذه في الاعتبار كدليل نهائي على عطل بالجهد ، ان اللفة الحادث عليها قصر تسبب تغيرا محددا في قراءة مقياس القدرة (الواتميتر)

البيانات المطلوب تسجيلها	الملاحظات
حالة مصدر جهد خدمة المحطة	ان عطل مصدر جهد خدمة المحطة يؤثر تأثيرا سلبيا مباشرة علي نظام تبريد المحول (المضخات والمراوح
فتحة الانفجار	عادة ما يحدث كسر لها في الغالب تحت الظروف – أعطال العزل الأساسي أو الفرعي ٠
اختبارات العزل	افصل جميع الوصلات المربوطة علي المحول من ناحية الجهد العالي والجهد المنخفض واجراء اختبار عزل الملفات بمقياس مقاومة العزل (الميجر) ٠ قارن هذه القراءات مع القراءات السابقة المأخوذة علي اختبارات المراجعة أثناء وجود المحول في الخدمة مع تصحيح القراءة الي الدرجة القياسية للحرارة ٢٠ °م ٠ إذا كان بعض أو جميع اختبارات مقاومة العزل منخفضة القراءة يحتمل وجود انهيار في بعض أجزاء العزل بالمحول
اختبارات الدوائر الحاملة للتيار	اختبر بمقياس العزل (استمرارية) الدوائر الحاملة للتيار هنا مرة أخري ، يجب فتح الدوائر الموصله علي التوازي (ان الدائرة المحتوية علي عطل ، الموصله علي التوازي مع دائرة صالحة لن يمكن كشف عطلها قارن ذلك بالبيانات السابقة٠ ملاحظة :يجب القيام بهذا الاختبار دائما قبل اختبار النسبة
اختبارات مفتاح تحويل مغير الجهد بفصل الدائرة	اضبط مفتاح التحويل في وضع وسط بين نقطتي تفرع وقم بقياس العزل خلال نقاط التلامس المفتوحة ٠ إذا حدث حرق بالمفتاح ، فان مقاومة العزل خلال المفتاح قد تنخفض ٠ ولا يكون ممكنا دائما اجراء هذا الاختبار لأنه يكون من الضروري فصله عن أية دوائر علي التوازي معه ٠ وعلى ذلك ، فان التفتيش البصري قد يكشف نقاط انهيار العزل ٠

تطبيقات لمحولات القدرة

تركيب محطة تحويل فرعية وصيانتها

محطة تحويل رئيسية ، محطة تحويل فرعية

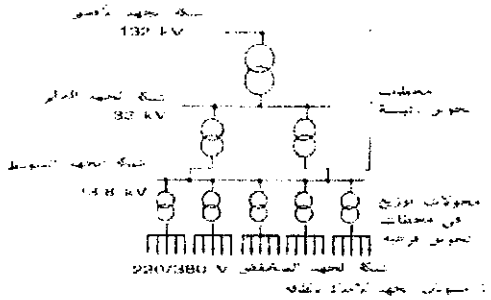
تستخدم للامداد بالطاقة جهود نقل مختلفة المستويات

تحويل الجهد العالي الي مستويات الجهد المختلفة يحدث في محطات تحويل رئيسية ، غالبا في محطات تحويل رئيسية في الهواء الطلق ، ويندر أن تستخدم محطات تحويل رئيسية في الحيزات الداخلية .

هذه المحطات يكون في الغالب عمال تشغيل وإذا لم يكن فيها عمال فيمكن تشغيلها عن بعد من غرفة مراقبة توزيع الحمل .

التحويل الي جهد منخفض يتم دائما في محطات تحويل فرعية خالية من الأشخاص أو في محطات محولات (شكل٤٥) محولات التوزيع اللازمة لذلك يكون لها على ناحية الجهد المنخفض 0,22 kV أو 0,38 kV

محولات التوزيع



شكل(٤٥)

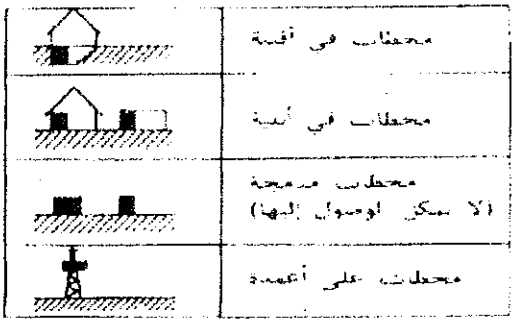
القدرات الأسمية لمحولات التوزيع موصفة قياسيا (الجدول التالي)

(50) kW
(75) kW
100 kW
(125) kW
160 kW
(200) kW
250 kW
(315) kW
400 kW
(500) kW
630 kW
(800) kW
1 000 kW
(1 250) kW
1 600 kW

القدرات الأسمية القياسية لمحولات التوزيع (تفضل القيم التي ليست بين أقواس)

طريقة النصب:

الشكل يشتمل على موجز لأنواع الانشاء أو النصب بما أن المحولات تتحسن من الناحية التقنية باستمرار وتتطلب صيانة أقل ٠ يزداد عدد المحطات المدمجة التي لا حاجة الى الوصول اليها .



3 طريقة نصب محولات التوزيع

شكل (٤٦)

عندما يكون الطلب علي الطاقة كبيرا كما في المحلات التجارية والمنشأت الصناعية وما شابه ذلك يحبذ أن ينصب محول التوزيع قريبا قدر الامكان من مركز ثقل التحميل ٠

التجهيزات :

محولات التوزيع الكبيرة يمكن ايضا تجهيزها بوعاء تمدد للزيت وبوقاية بوخهولتس المحولات التي بدون وعاء تمدد للزيت يكون لها مرجل من ألواح مموجة قابل للتمدد يمكن أن يوازن التغير في حجم الزيت عند السخونة لا يجوز ان يتخطى الضغط الزائد في المرجل النطاق 0,1 bar الي 0,2 bar المراجل المغلقة باحكام يمكن أن يكون لها مسند غازى من النيتروجين أو الهواء الجاف كمعادلة للضغط كميزة للنماذج الملحومة يعد منع دخول الأكسجين ورطوبة الهواء ٠ ويقابل ذلك مجهود اكبر فيما يتعلق بتجهيزات التحكم في مستوي الزيت والضغط الداخلي في هذه المراجل لا يمكن تركيب وقاية بوخهولتس ٠

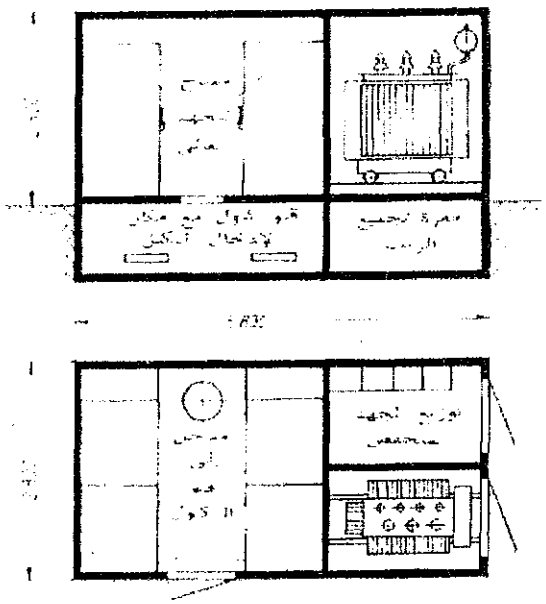
ضابط المحول

ضوابط المحول يمكن أن تغير جهد خرج المحول بما يعادل 2,5% الي 4% وفي ذلك ، تشغل الضوابط يدويا عندما يكون الحمل مفصولا (شكل٤٧)

في مراكز ثقل الامداد لا يكون في محولات التوزيع ضوابط ، لأن شركات الامداد بالكهرباء تنظم الجهد في شبكة الجهود المتوسطة بالاعتماد على الحمل ٠

تجهيزات الوصل والفصل للمحولات

محطة التحويل الفرعية لها تجهيزة وصل وفصل للجهد العالي ولوحة وصل وفصل للجهد المنخفض ، مع تجهيزات الرقابة التابعة لذلك



(شكل٤٧)

تجهيزات الرقابة:

الجدول يبين نوع اعضاء المراقبة المستخدمة ونسبة تكرارها عند القياسات الهادفة ، يمكن أن يستخدم مسجل على لوحة دائرية أو مسجل خطي ، اللذان يسجلان بيانيا المسار الزمنى للتيار أو الجهد أو القدرة ،

تركب كل أجهزة القياس الكهربائية على جانب الجهد المنخفض (us)

اشارات الحذير أو التنبيهات الي حالة التشغيل لتجهيزة محول أو قيم القياس تنقل فـــي العـــادة الي مرصد الشبكة فقط عندما تكون الجهة التي تمد بالطاقة مهمـــة كالمستشـــفيات والمخـــازن المبردة وما شابه

بيان القيمة العظمي للتيار	90%
بيان القيمة اللحظية للتيار	45%
بيان القيمة اللحظية للجهد	25%
قياس درجة جرارة الزيت	70%
تنبيه الي درجة الحرارة الحدية للزيت	20%
انذار ناتج عن وقاية بوخهولتس	5%

نسبة تكرار اعضاء المراقبة المستخدمة في محطات التحويل الفرعية

اختبر معلوماتك :

١- اكمل العبارات الناقصه لتحصل علي عبارة صحيحه

أ- تعمل المفاقيد الناشئه داخل المحول علي .....درجه حرارة جسم المحول و .....المستخدمه فيه

ب- طرق تبريد المحولات الكهربائيه .....و.....

من ..... التبريد بالزيت انه قد يحدث انسداد في انابيب التبريد مما يعرض المحول .....

ت- من عيوب التبريد بالهواء .....

٢-ضع علامه (√)امام العباره الصحيحه و علامه (x) امام العبارة الخاطئه

- زيت العزل المعدني هو احد نواتج البترول الخام (...)
- يمكن خلط الزيوت المعدنيه مع الزيوت الراتنجيه (...)
- من اعطال المحولات الشائعه اعطال القلب الحديدي (...)
- يجب تسجيل الملاحظات عن حاله الطقس لارتباطها بنظام تشغيل لمحولات القدره (...)
- يتم اختبار العزل باستخدام جهاز الفولتميتر (...)

١- اذكر اهم ثلاثه اعطال شائعه للقلب الحديدي نتيجه التشغيل ؟

٢-من انواع العزل الفرعي لملفات المحولات :

١) .....

٢) .....

٣) .....

٣- اذكر اهم خمس علامات تدل علي وجود عطل ناتج عن انهيار العزل ؟

٤- بين بالرسم فقط كيفيه تحويل الجهد العالي الي جهد منخفض من خلال محولات التوزيع ؟

التحكم الآلى باستخدام البوابات المنطقيه

مقدمة:

نظرا للتطور الهائل الذى شهدته مجالات الحياة المختلفة ووجود العديد من العمليات الصناعية والغير صناعية المعقدة والتى يتطلب إجرائها دقة عاليه وسرعة فائقة لا تتحقق بالطرق اليدوية وكذلك العمليات التى تتسم بالخطورة والتى تحتاج لدرجات حرارة عاليه لذلك لزم وجود علم يحقق هذه المتطلبات وهو التحكم الآلى.

من المعروف في النظام الكهربائي (Relay control) يتم استخدام الريش المساعدة أو المرحلات المساعدة لبعض العمليات أثناء معالجة الاشارات وهذا ما يكافئ التحكم بالدوائر الالكترونية حالتين فقط (0 , 1)

البوابات المنطقيه

هى دوائر يكون فيها الخرج مرتبط بقاعده معينه مع الدخل أو علاقة منطقية و تتكون التكوينات المنطقية من تلامسات من التوالى والتوازى معا ففي هذه الحالة تكون توصيلة التوازي بداخلها مسار لتوصيله التوالى والعكس فإذا كان كل اشارات الدخل في أحد المسارات مع الاقل مساويا (١) يكون الخرج (١) وتختلف طريقة المعالجة من دائرة الى أخري حسب طبيعته العمليةوتنقسم الى :-

١. بوابة AND :

وفيها يكون الخرج(١)عندما يكون جميع متغيرات الدخل تساوى (I)ويكون الخرج (O)في كل الحالات الأخرى .

وتمثل المعادلة التالية معادلة البوابة AND .

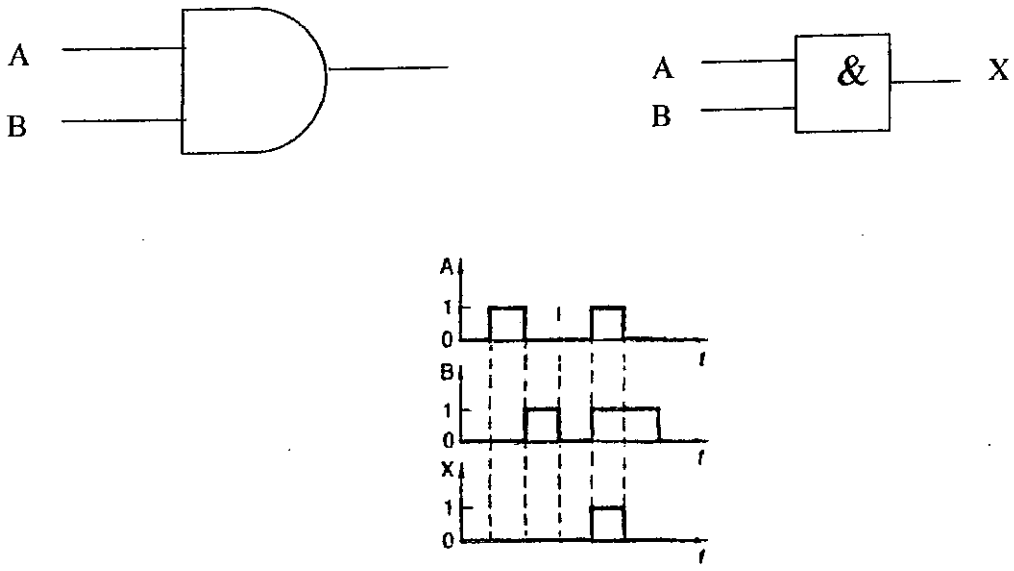
$$A.B = X$$

ويبين شكل (١) الشكل الرمزى للبوابة AND .

ويوضح الجدول التالى العلاقة بين A,B,X حيث يمثل A.B الدخل وX الخرج ويسمى بجدول الحقيقة وفيه يكون للمتغيرين A,B أربع احتمالات كما يمكن أن يكون للبوابة AND أكثر من دخل وفي هذه الحالة يكون عند احتمالات الدخل هو 2^n حيث n هو عدد الدخول فعلى سبيل المثال إذا كان عدد الدخول ثلاثة A,B,C فان عدد احتمالات الدخل هو $2^3 = 8$

ويبين شكل مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X

B	A	X
O	O	O
O	1	O
1	O	O
1	1	1

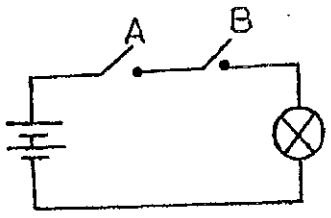


شكل (١)

وتسمى بوابة (AND) ببوابة الضرب ويمكن تمثيلها بعدد من المفاتيح الموصـــله علـــى التوالى بدائرة كهربية كما في الشكل (٢) .

والدائرة لها مفتاحين فإن لها (٤) إحتمالات لأوضاعها ($2^2 = 4$)

ونلاحظ أن المصباح يضئ في حالة غلق كلا من المفتاحين (ON) (1)



شكل(٢)

١. بوابة OR :-

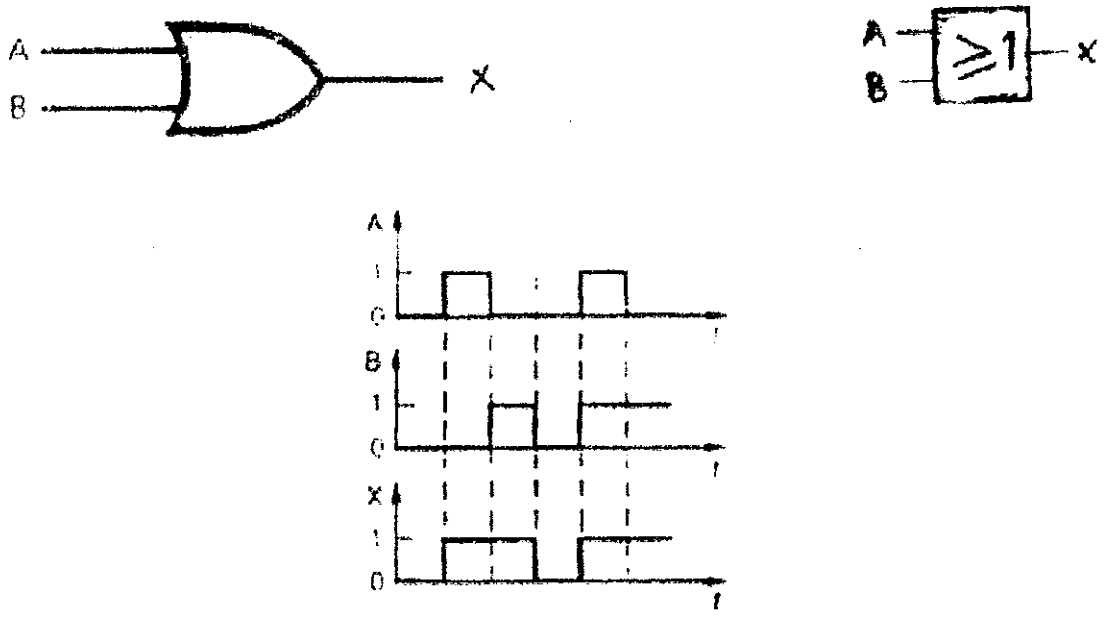
وفيها يكون الخرج 1 عندما يكون أحد متغيرات الدخل على الأقل يســـاوى 1 ويكـــون الخرج (O) عندما يكون كل متغيرات الدخل تساوى 0 .

وتمثل المعادلة التالية معادلة البوابة OR

$$A + B = X$$

يبين شكل (٣) الشكل الرمزى للبوابة OR .

ويوضح الجدول التالى العلاقة بين A,B,X ويسمىبجدول الحقيقة وفيه يكون للمتغيـــرين A,B أربع احتمالات كما يمكن أن يكون للبوابة OR أكثرمن دخل وفي هذه الحالة يكـــون عدد



شكل (٣)

احتمالات الدخل هو $2^{ن}$ حيث (ن) هو عدد الدخول فعلى سبيل المثال إذا كان عدد الدخول ثلاثة A,B,C فإن عدد احتمالات الدخل هو $2^{٣}=8$

حيث A, B الدخل

و X الخرج

B	A	X
O	O	O
O	1	1
1	O	1
1	1	1

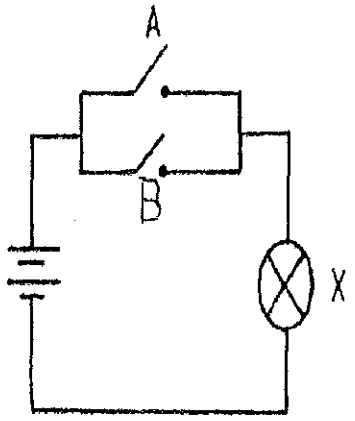
شكل (٤)

ويبين شكل (٤) مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X .

وتسمى بوابة (OR) ببوابة الجمع ويمكن تمثيل هذه البوابة بعدد من المفـــاتيح الموصـــلة على التوازى في الدائرة الكهربية كما في شكل(٥)

ونلاحظ أن المصباح يضئ عندما يكون أى من المفتاحين مغلقا أو كليهما مغلقين .

يمكن استنتاج معادلة الخرج من الدائرة الكهربية كما يلى



شكل(٥)

٣- بوابة NOT :-

وفيها يكون الخرج 1 إذا كان الدخل يساوى O .

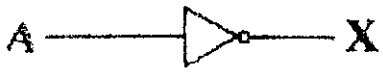
ويكون الخرج O إذا كان الدخل يساوى 1 .

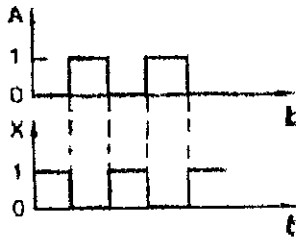
وتمثل المعادلة التالية معادلة البوابة NOT

$X=\bar{A}$

حيث Ä هى عكس A

ويبين شكل (٦) الشكل الرمزى للبوابة NOT .





شكل(٦)

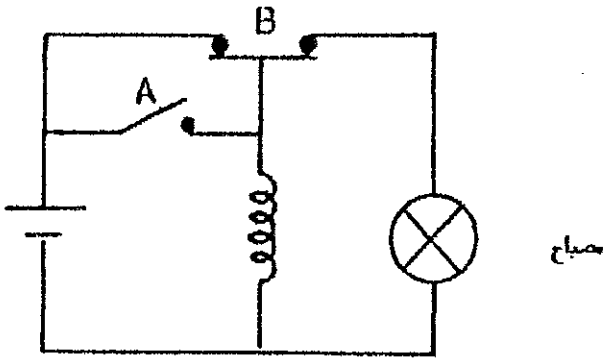
ويوضح الجدول التالى جدول الحقيقة للبوابة NOT.

A	X
O	1
1	O

وتسمى بوابة العاكس ببوابة النفي أو المتمم ويمكن تمثيل هذه البوابة بمفتاح يدوى (A) يشـــغل ملفـــا مغناطيسيا على التوازى مع مصباح كهربى كما فى الشكل (٧) والمصباح الكهربى على التوالى مـــع مفتاح مغناطيسى هو مفتاح (B) والذى يكون مغلقا عند توصيل المفتاح (A) وعند توصـــيل المفتـــاح (A) يتمغنط الملف فيجذب لاسفل ذراع المفتاح (B) فتنفتح الدائرة ويطفأ المصباح .

أما عند فصل المفتاح (A) يفقد الملف مغناطيسيته ويعود المفتاح (B) الى وضعه الطبيعـــى فيضـــئ المصباح .

يمكن استنتاج معادلة الخرج من الدائرة الكهربية كما يلى :



شكل (٧)

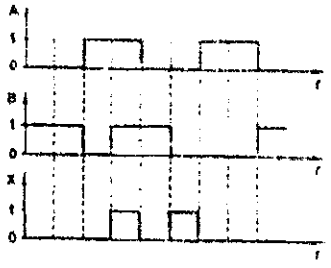
٤. بوابة EXOR :

وفيها يكون الخرج 1 عندما يكون الدخلين مختلفين ويكـــون الخـــرج(O)عنـــدما يكـــون الـــدخلين متشابهين .

وتمثل المعادلة التالية معادلة البوابة EXOR

$$(\overline{A}.B) + (A.\overline{B}) = X$$

ويبين شكل (٨) مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X



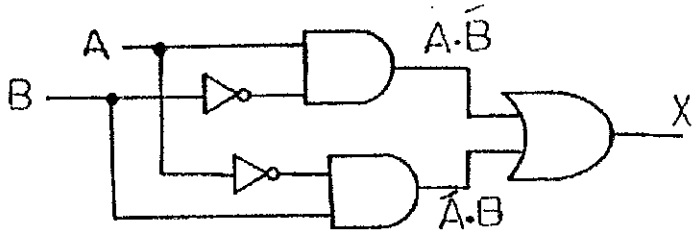
شكل (٨)

ويطلق على هذه البوابة (عدم التكافؤ) واسم البوابة (EXOR) لأن نتيجة اشارة الخرج (!) عـدما تكون الاشارتان الداخلتين مختلفتين بمعنى أن تكون أحدهما (1) والأخرى (O) ويعطى خرج قيمتـه(O) عندما تكون الاشارتان الداخلتين متساويتين ٠

تتكون من بوابتين AND وبوابة OR ويمكن استنتاج جدول الحقيقة من الشكل(٩) كمـا يلى :

B	A	X
O	O	O
O	1	1
1	O	1
1	1	O

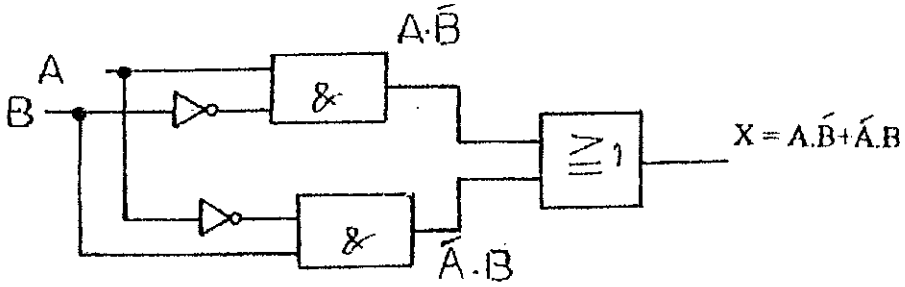
يمكن استنتاج معادلة الخرج $X = A \cdot B' + .B$



الدائرة المنطقية

شكل(٩)

=



٥ . بوابة NAND .

وفيها يكون الخرج 0 عندما يكون جميع متغيرات الدخل تساوى 1 ويكون الخرج يساوى 1 في جميع الحالات الأخرى ٠

وتمثل المعادلة التالية معادلة NAND

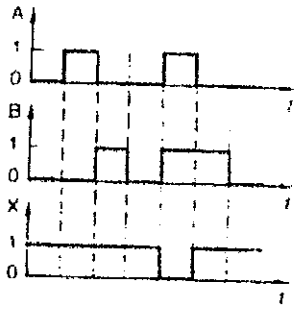
$$X = \overline{A.B}$$

ويبين شكل(١٠) الشكل الرمزى للبوابة NAND ٠

ويوضح الجدول التالي جدول الحقيقة للبوابة NAND ٠

A	B	X
O	O	1
O	1	1
1	O	1
1	1	O

ويبين شكل مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X



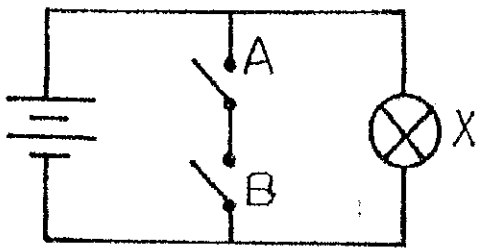
شكل (١٠)

كلمة NAND هى اختصار لكلمتين AND و NOT والتى تعنى (NOT &AND) ويمكن الحصول عليها بتوصيل بوابة العاكس أو النفى على التعاقب مع بوابة (OR).

ويمكن تمثيلها بمفتاحين على التوالى مع بعضها موصلين على التوازى مع المصباح كما في الشكل ويضئ المصباح في حالة واحدة عندما يكون المفتاحين أو أحداهما في حالة فصل

يمكن استنتاج جدول الحقيقة بالدائرة الكهربية شكل (١١) كما يلى :-

A	B	X
O	O	1
O	1	O
O	O	O
1	1	O



شكل(١١)

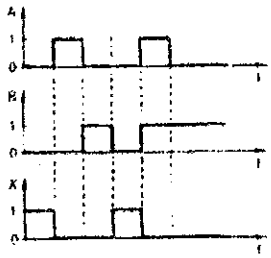
٦. بوابة NOR :-

وفيها يكون الخرج يساوى 1 عندما يكون جميع متغيرات الدخل تساوى Oويكون الخرج O0 في جميع الحالات الأخرى.

وتمثل المعادلة التالية معادلة البوابة NOR

$$X = A \overline{+ B}$$

ويبين شكل (١٢) الشكل الرمزى للبوابة NOR



شكل (١٢)

ويوضح الجدول التالى جدول الحقيقة للبوابة NOR

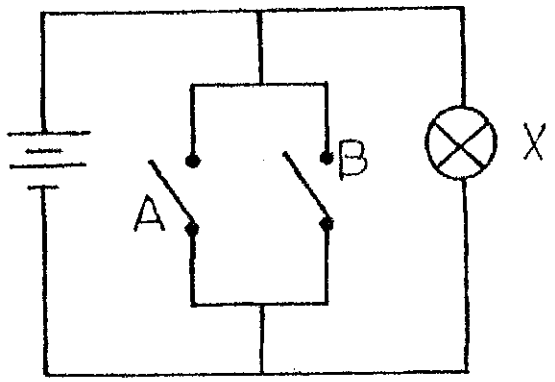
A	B	X
O	O	1
O	1	O
1	O	O
1	1	O

ويبين شكل مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X

وتسمى بوابة (NOR) هى اختصار لكلمتى (OR , NOT) والتى تعنى نفى أو يمكن الحصول عليها بتوصيل بوابة العاكس على التعاقب مع بوابة أو ويكون الخرج غير حقيقى (0) عندما يكون أحد الدخول على الأقل عند مستوى الواحد المنطقى . الخرج حقيقى (1) عندما تكون كل الدخول عند الصفر المنطقى .

وتتمثل بمفتاحين على التوازى مع المصباح .

يمكن استنتاج معادلة الخرج من الدائرة الكهربية الموضحة بشكل(١٣) كما يلى :-



الدائرة الكهربية

شكل(١٣)

A	B	X
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

٧. بوابة EXNOR :-

يكون الخرج 1 عندما يكون الدخلين متشابهيين ويكون الخرج 0 عندما يكون الدخلين مختلفين

تمثل المعادلة التلية معادلة البوابة **EXNOR**

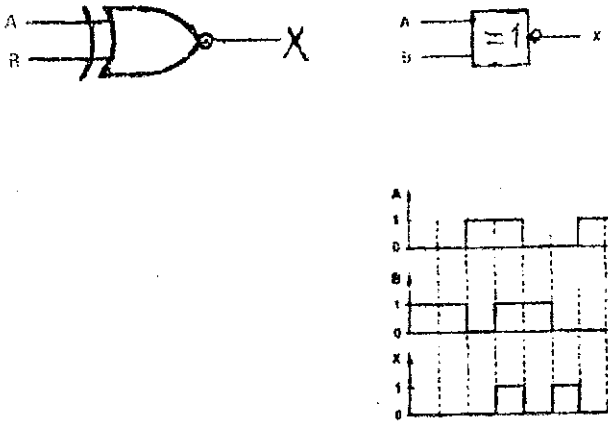
$$X = (A.B) + (\overline{A}.\overline{B})$$

ويبين شكل(١٤) الشكل الرمزى للبوابة **EXNOR** .

ويوضح الجدول التالي جدول الحقيقة للبوابة EXNOR

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ويبين شكل مخطط الاشارة مع الزمن لكل من A,B,X



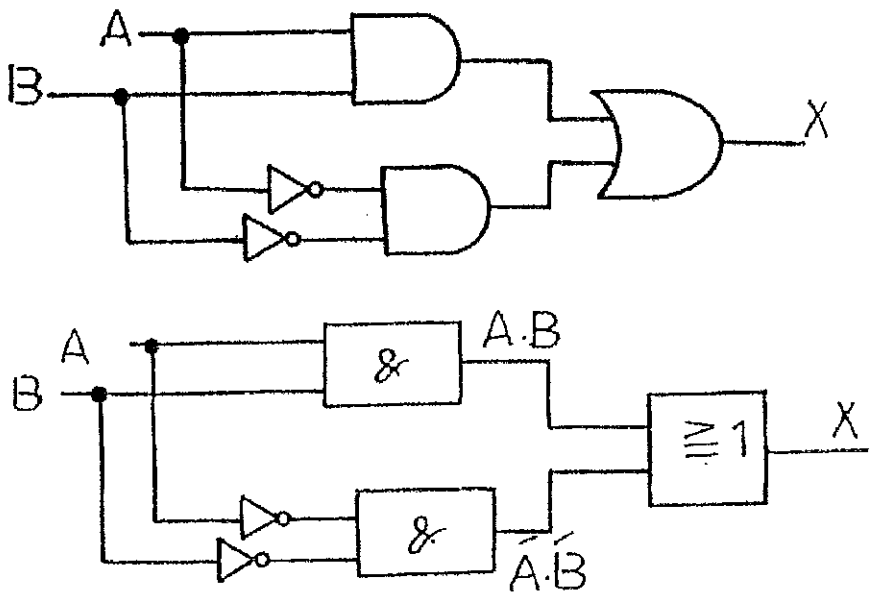
شكل(١٤)

ويطلق على هذه البوابة (التكافؤ) واسم البوابة **(EXNOR)** لأن نتيجة اشارة الخرج (1) عندما تكون الاشارتان الداخلتين متشابهتان بمعنى أن تكون (1) أو (0) للداخلين ويعطى خرج قيمته (0) عندما تكون الاشارتان الداخلتين مختلفتين .

تتكون من بوابتين **AND** وبوابة **NOR** ويمكن استنتاج جدول الحقيقة من الشكل(١٥) كما يلى :

B	A	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

يمكن استنتاج معادلة الخرج $X = A.B + \bar{A}.B'$



شكل(١٥)

تطبيقات على اختصار الدوائر المنطقية :-

مثال(١) التحكم في تسخين سائل

في أحدى المستشفيات يوجد خزان مياه لتغذية المستشفى بالمياه الساخنه ويعمل السخان تحت الظروف التاليه :-

١ أن يكون سطح المياه بالخزان في أعلى مستوى (المتغير A)

٢ أن تكون درجة الحرارة أقل من درجة غليان المياه (المتغير B)

٣ أن يكون مصدر التيار في حالة توصيل (ON) (المتغير C)

المطلوب : تصميم دائرة الكترونية بالبوابات المنطقية للتحكم في تشغيل السخان تحت الظروف السابقة .

الحل :

في تصميم جدول الحقيقة الخاص بالمسألة

سطح المياه = A

$A = 1$ أعلى مستوى

$A = O$ أقل من المستوى المحدد

درجة الحرارة = B

$B = 1$ درجة الغليان

$B = O$ أقل من درجة الغليان

منبع التيار الكهربي = C

$C = 1$ ON

$C = O$ OFF

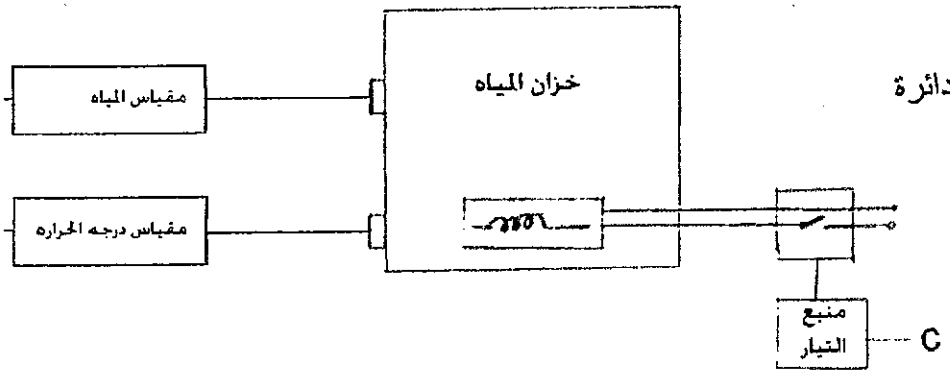
وهذه المتغيرات الثلاثة تمثل متغيرات الدخل

$Q = 1$ السخان يعمل

$Q = O$ السخان لا يعمل

وهو خرج الدائرة المنطقية

ويبين الشكل التالى مخطط الدائرة



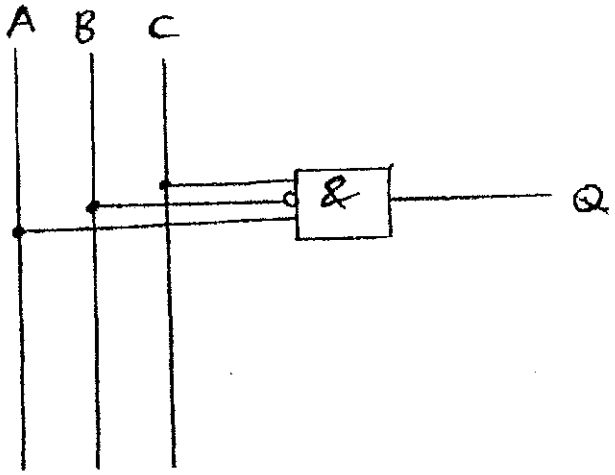
شكل(١٦)

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

ومن جدول الحقيقة نستنتج المعادلة التالية :-

$$Q = A \cdot B \cdot C$$

وبذلك تمثل الدائرة التالية دائرة التحكم في تسخين سائل شكل(١٧)



شكل(١٧)

مثال(٢) :-

في أحدى المصانع الصغيرة توجد ألتان لكل اله محرك كهربائي قدرة المحرك الأول (1 K W) وقدرتة المحرك الثانى (2 K W) ويريد صاحب المصنع التوسع في مصنعه بإضافة آله ثالثة قدرة المحرك (4KW) علما بأن المنبع الكهربي المغذى للمصنع قدرته(4KW) والمطلوب تصميم جهاز إنذار يعمل فقط في حالة زيادة الحمل عن (4KW)

الحل :

محرك الآلة الأولى A = (1KW)

محرك الآلة الثانية B = (2KW)

محرك الآلة الثالثة C = (4KW)

جهاز الأنذار يعمل في حالة زيادة الحمل عن (4 KW) وتكون Q = 1

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

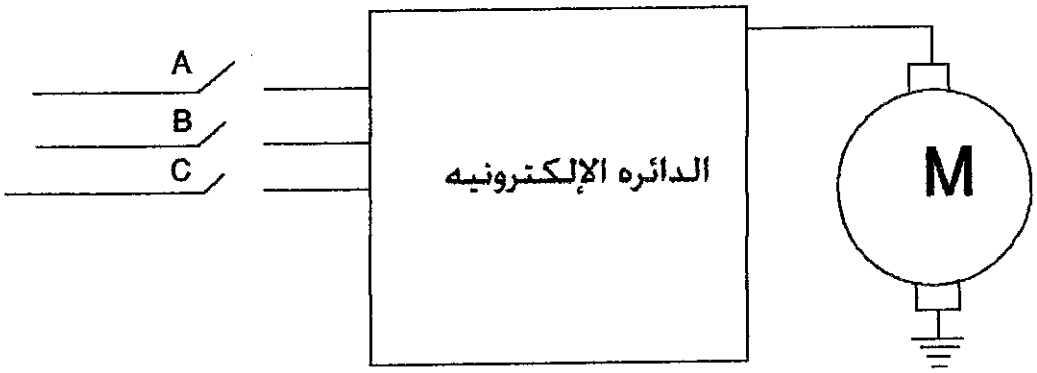
$$Q = 1$$
$$Q = A \cdot C + B \cdot C$$

مثال(٣) :-

محرك كهربائي يعمل بثلاثة مفاتيح A,B,C

والمطلوب تصميم دائرة الكترونية بالبوابات المنطقية للتحكم في تشغيل المحرك تحت الشـــرط التـــالي :-

١- يدور المحرك إذا كان هناك مفتاحان على الأقل ON



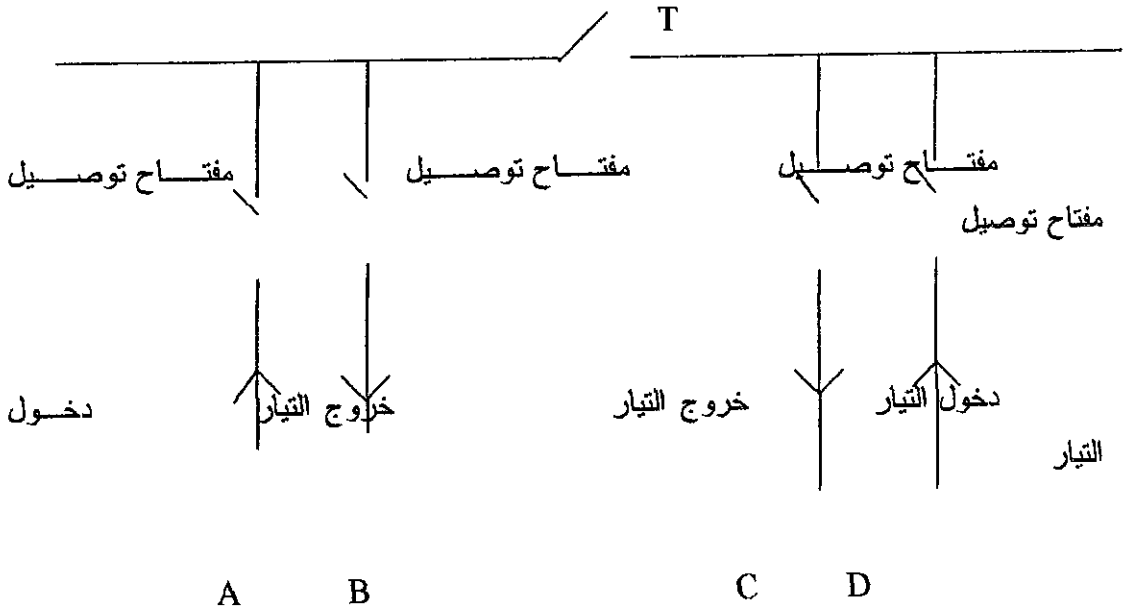
الحل :-

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

A = 1 ON
A = O- OFF
B = 1 ON
B = O- OFF
C = 1 ON
C = O- OFF
Q = 1
Q = A . B + A . C + B . C

مثال(٤):

يتكون الرسم التالي من محطتى توزيع كهرباء رقم ١ ورقم ٢ وتحتوى كل محطة منهما على فـرعين أحدهما يمثل دخول التيار A في المحطة رقم ١ و D في المحطة رقم ٢ والفرع الاخر يمثل خـروج التيار وهو B في المحطة رقم ١ و C في المحطة رقم ٢ وتتصل المحطتان ببعضهما عـن طريـق مفتاح التوصيل T



والمطلوب هو ان يقفل المفتاح T الواصل بين المحطتين بالشروط التالية :-

١. أن تكون جميع مفاتيح التوصيل مفتوحة
٢. أن يكون مفتاحى التوصيل لدخول وخروج التيار بالمحطة الأخري مفتوحين .
٣. أن يكون مفتاح توصيل واحد فقط مغلق .
٤. أن يكون مفتاحى التوصيل B و C مغلقين بينما المفتاحين D وa مفتوحين .

المطلوب :-

١. اكتب جدول الحقيقة
٢. ارسم الدائرة المنطقية

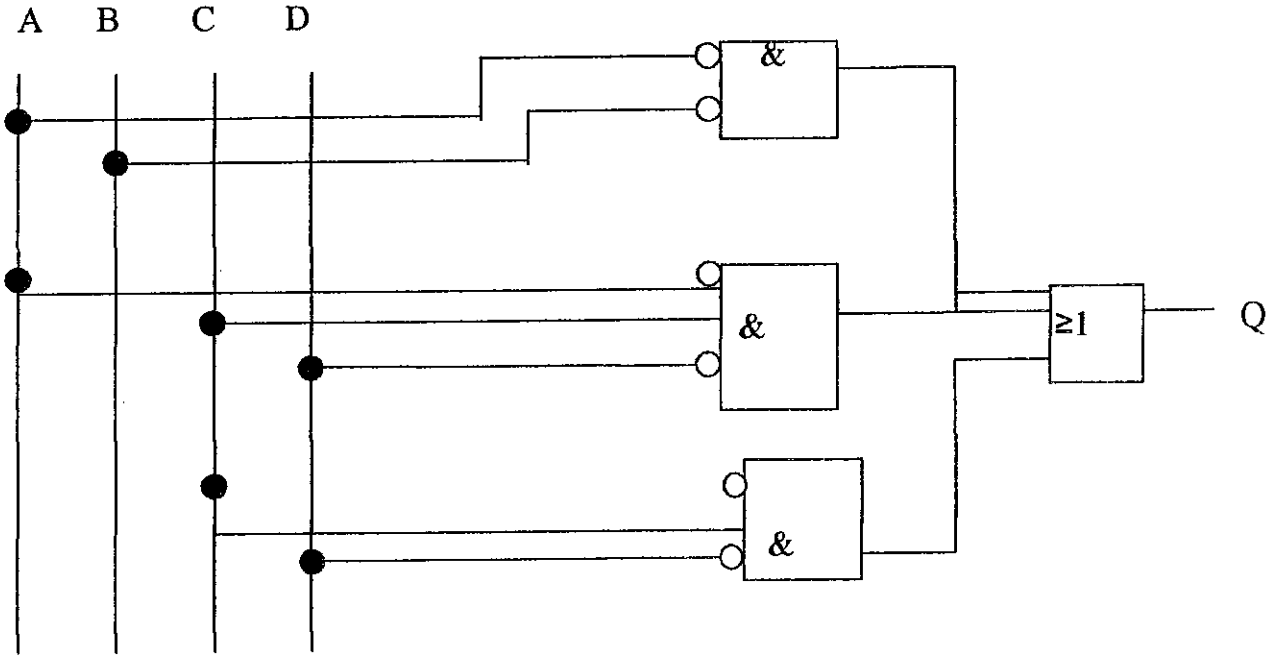
الحل :-

A	B	C	D	Q
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$Q = 1$

$Q = A.B + ADC + C.D$

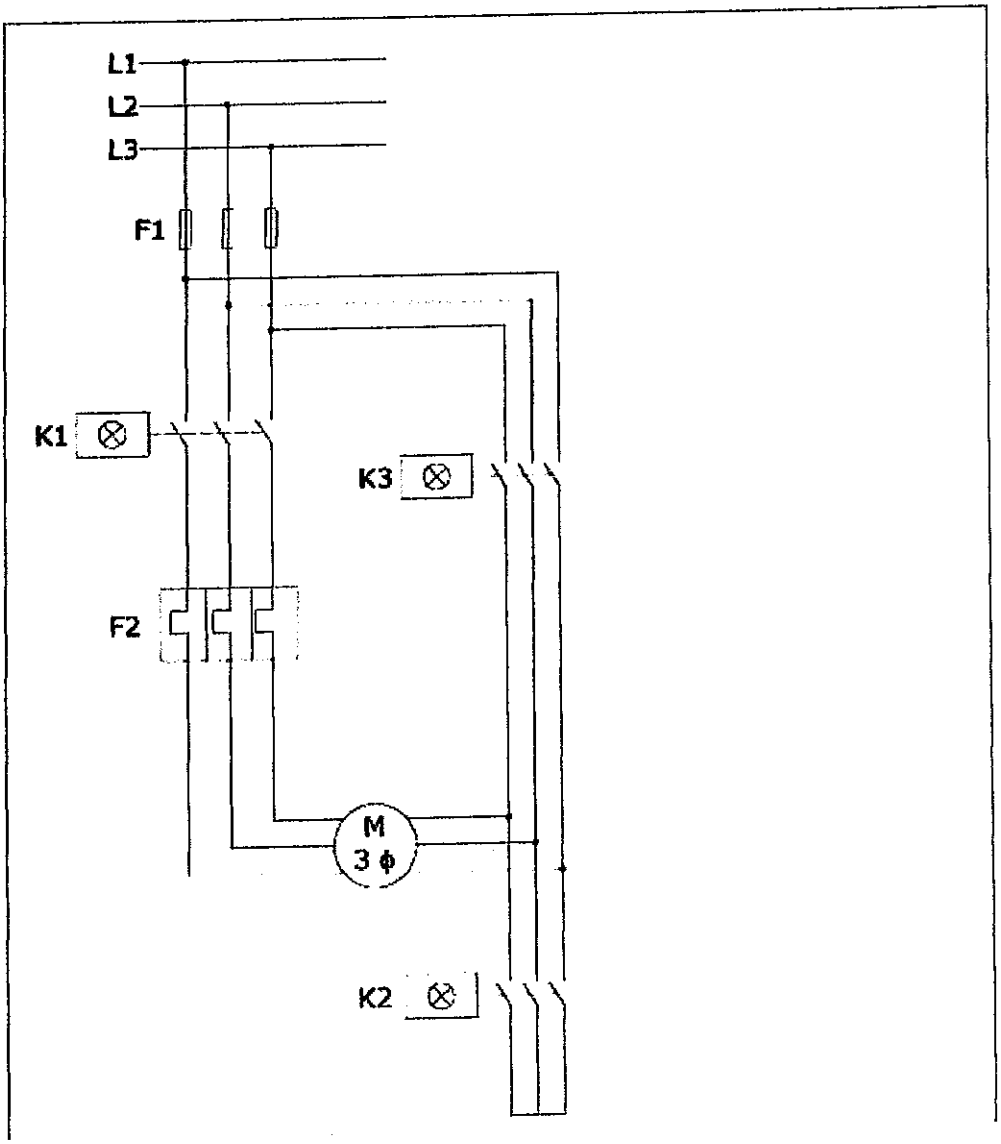
وبذلك تمثل الدائرة التالية الدائرة المنطقية



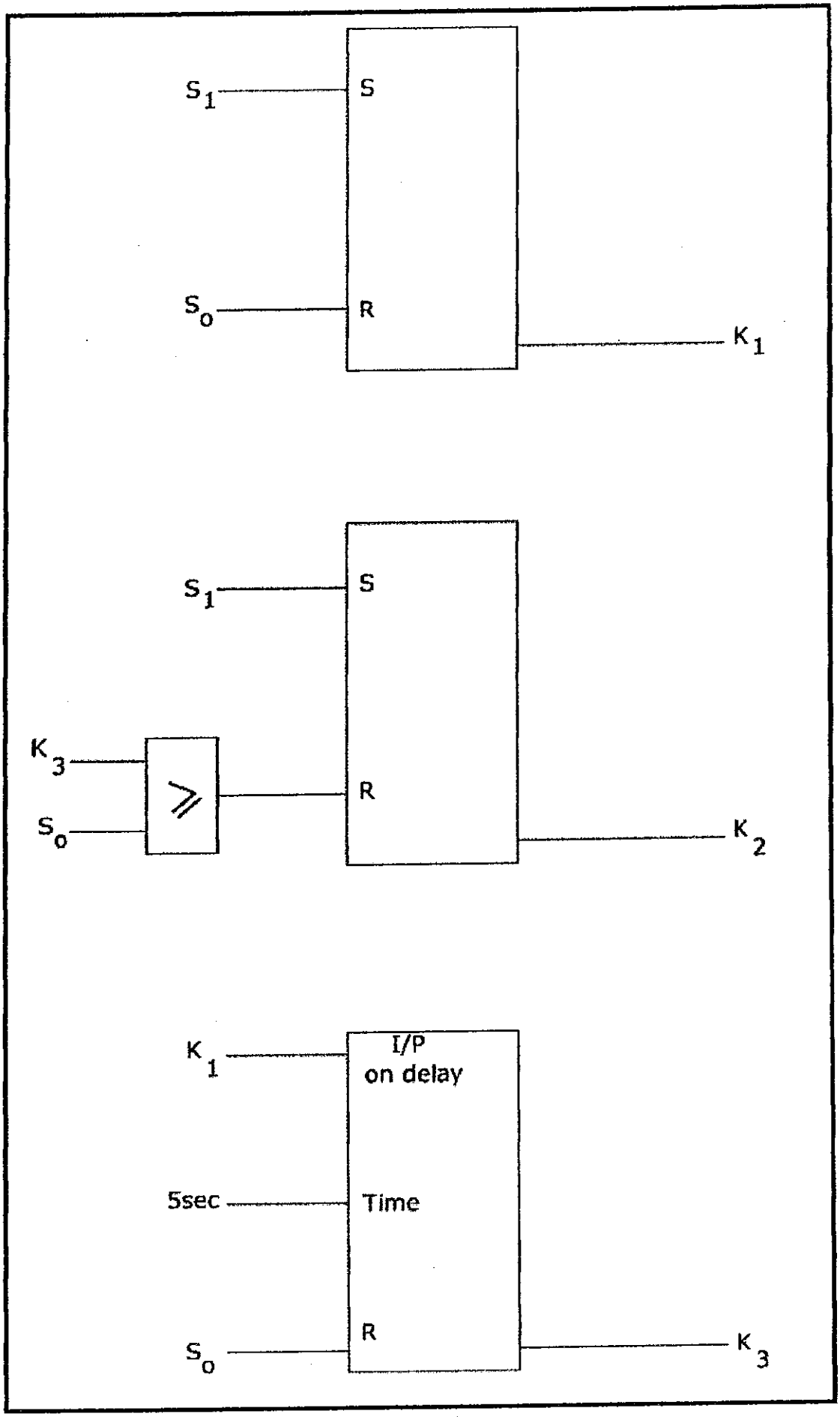
مثال(٥) محرك نجمه /دلتا يعمل علي مفتاح أنضغاطي S1 يعمل الكونتكتـــور K1 وفـــي نفس الوقت يعمل الكونتكتور K2 وبعد زمن قدرة (٥) ثوان يعمل الكونتكتـــور K3 ويفصـــل الكونتكتور K2 – يمكن الفصل في أي لحظه عن طريق المفتاح الانضغاطي S_o

المطلوب :رسم الدائرة المنطقيه للتحكم في تشغيل المحرك

محرك ثلاثى الأوجه (نجمه-دلتا)



الحل:



مثال(٦) محرك يعمل علي سرعتين (بطيء /عاليه) كما يعمل علي اتجاهين (شـــمال/يمـــين)

سرعه بطيئه يمين =K1

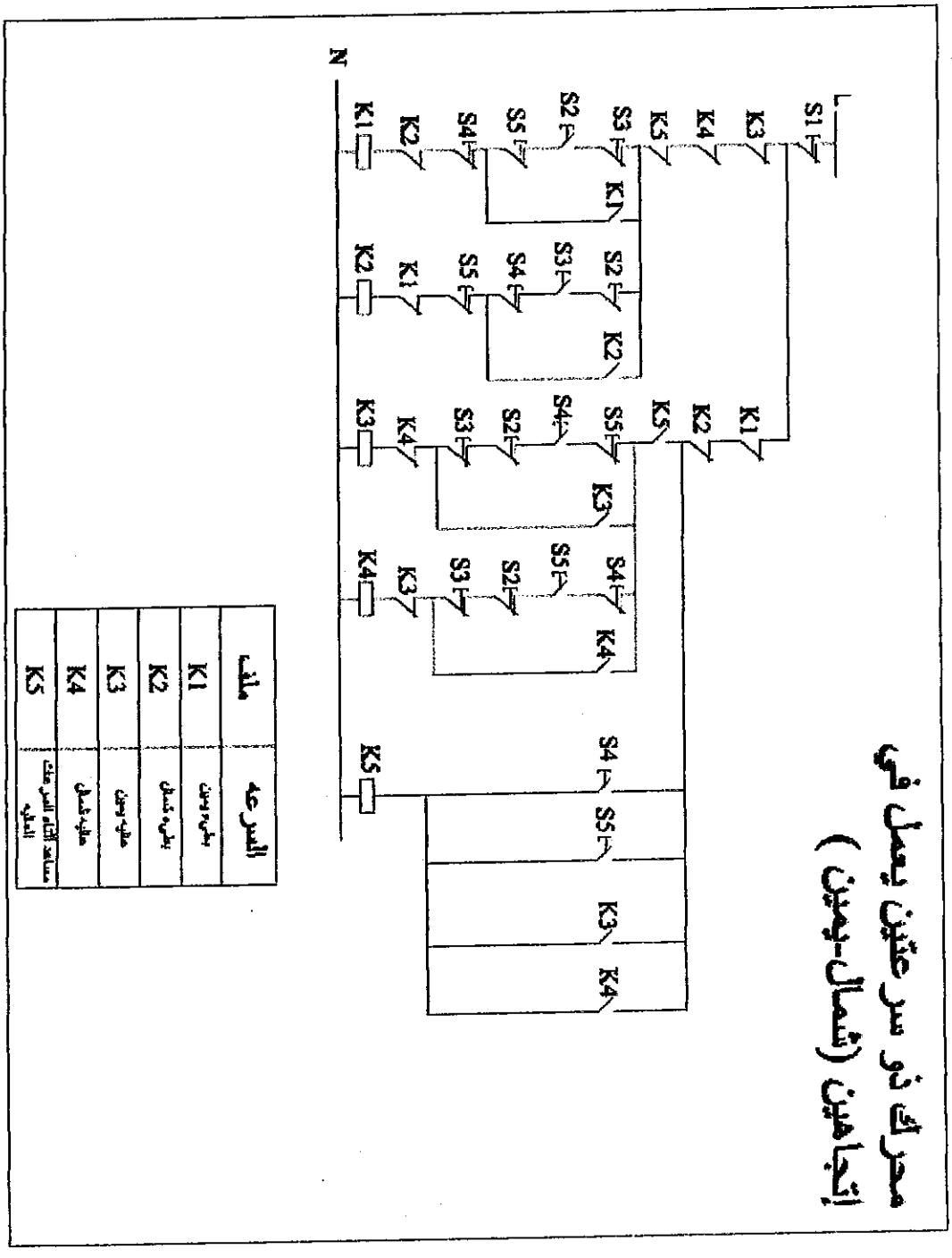
سرعه بطيئه شمال=K2

سرعه عاليه يمين =K3

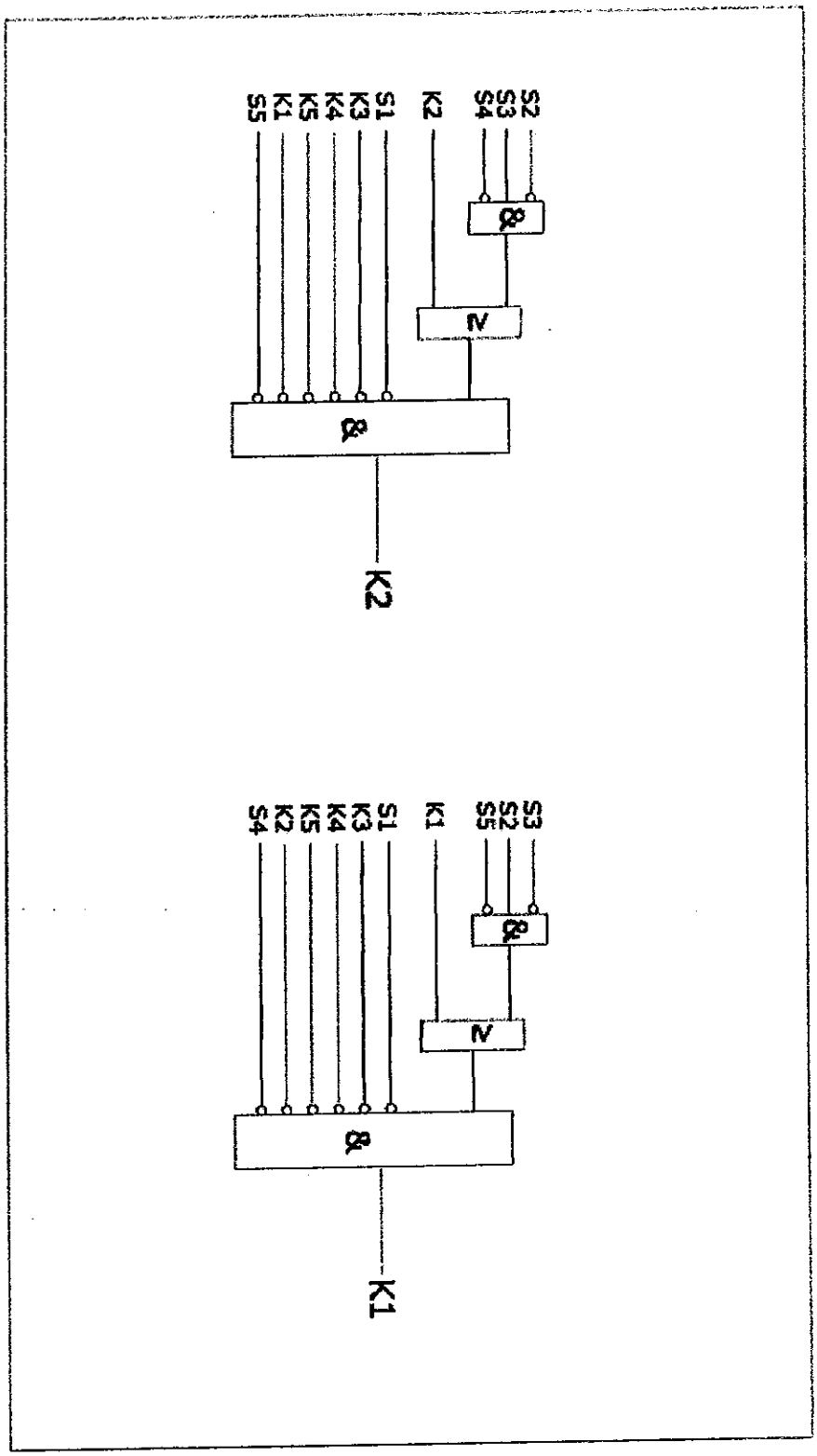
سرعه عاليه شمال =K٤

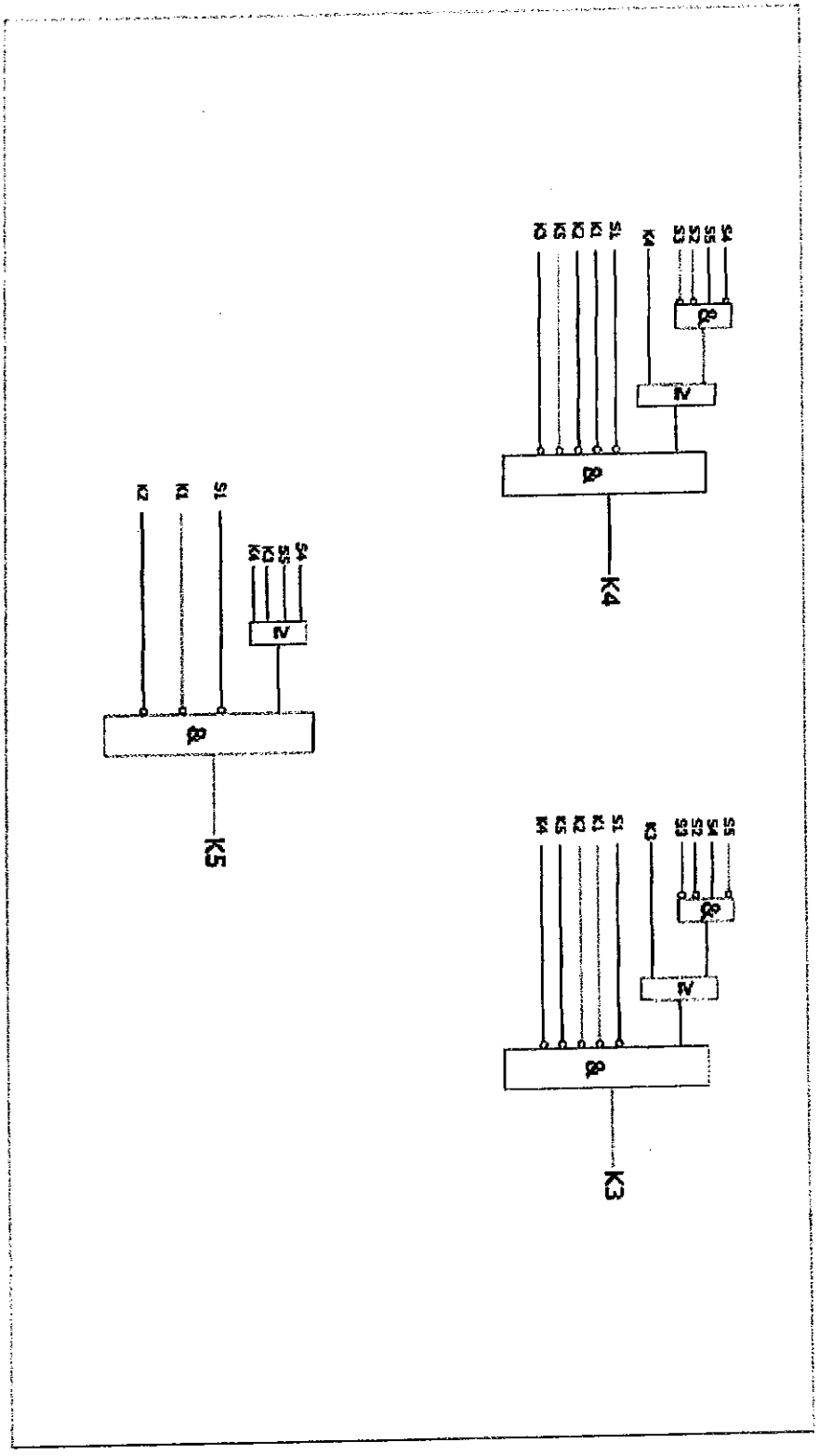
مساعد اثناء السرعات العاليه =K٥

لمطلوب :رسم الدائرة المنطقيه للتحكم في تشغيل المحرك لكافه الاوضاع السابقه؟



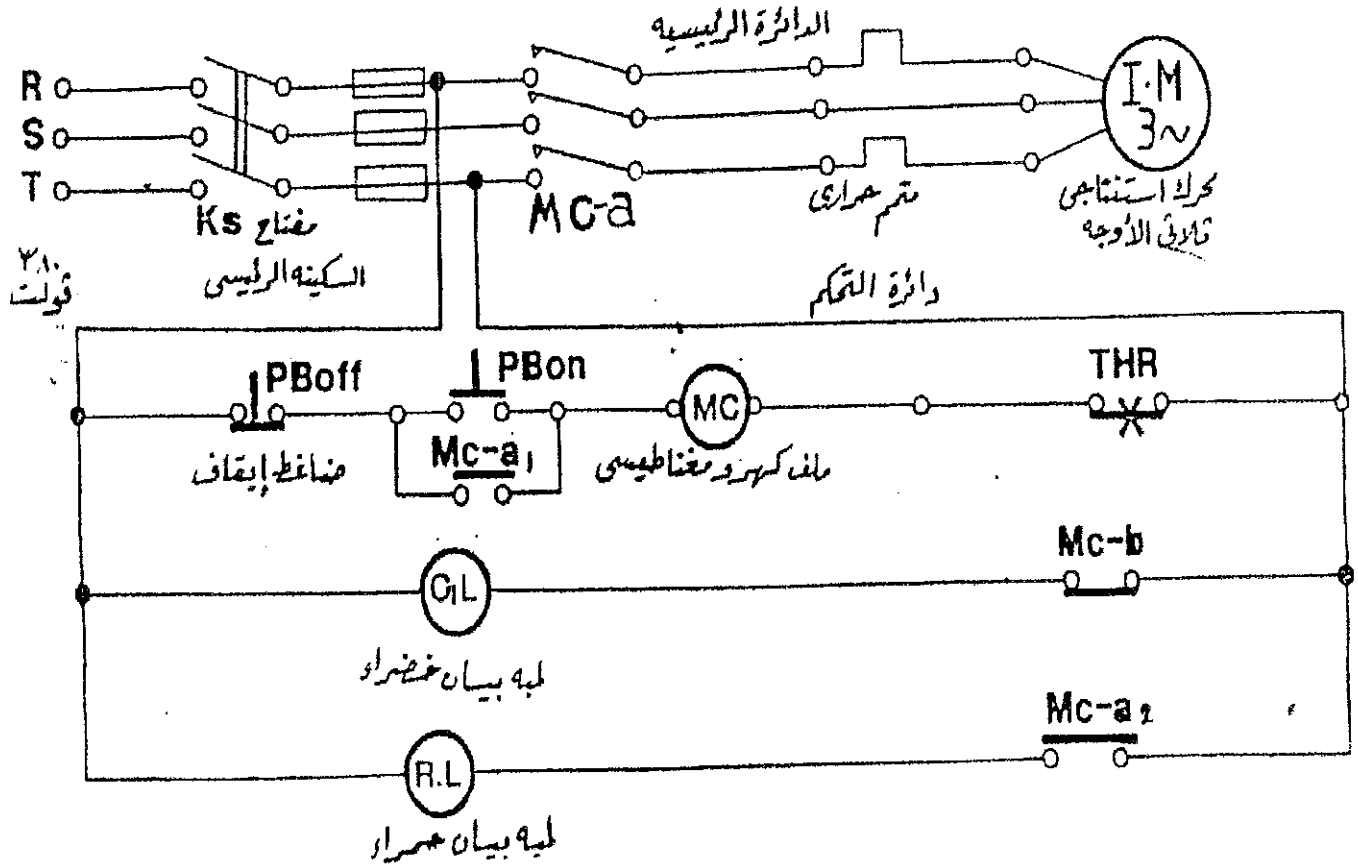
الحل:




K2
K1
S1
K4
K3
S5
S4
&
1
K5
K3
K5
K2
K1
S1
K4
S2
S3
S4
S5
&
1
K4
K4
K5
K3
K2
K1
S1
K3
S2
S3
S4
S5
&
1
K3

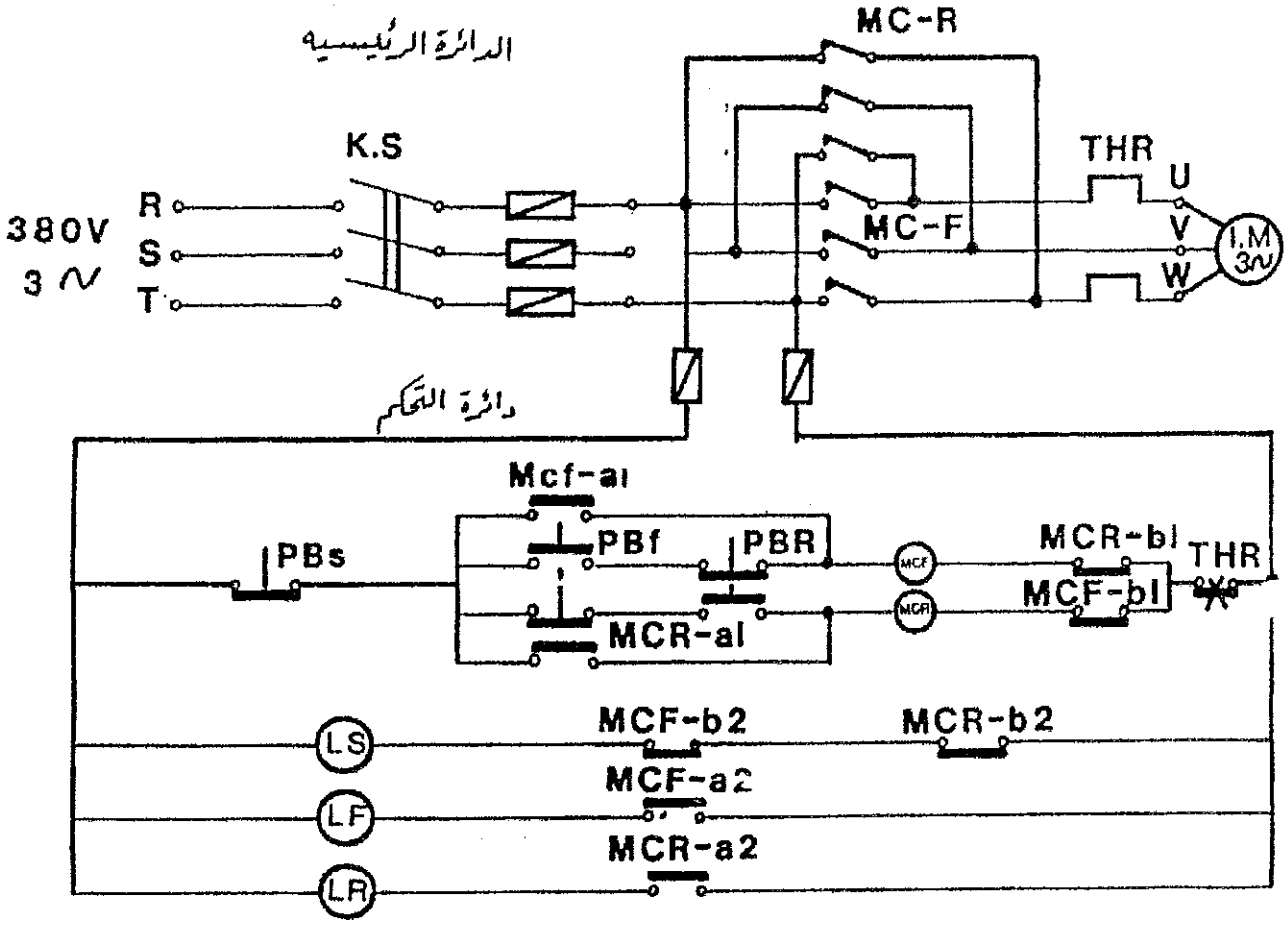
اختبر معلوماتك :

١-الرسم بوضح دائرة تحكم (تشغيل وايقاف on/off) لمحرك استنتاجي ثلاثي الاوجه
المطلوب (ا) رسم الدائرة المنطقيه في حاله التشغيل و الايقاف



٢-الرسم بوضح دائرة تحكم (أمامي /خلفي) لمحرك استنتاجي ثلاثي الاوجه

المطلوب (ا) الدائرة المنطقيه للمحرك (أمامي /خلفي)



الدائرة التفصيلية لتشغيل محرك استنتاجي

(أمامي و خلفي) وإيقافه

المقايسات

تعريف المقايسات :

الغرض الأساسي من علم المقايسات هو معرفة تكاليف وتقدير إنشاء أو إصلاح أو تركيب الأجهـزة أو عمل التوصيلات لأي عملية .

ويتم ذلك بمعرفة الخامات اللازمة والعمليات الصناعية التي تجري بالتفصيل حتى انتهاء الشغلة وذلك في خطوات مرتبة متتابعة حتى يمكن معرفة نوع المعدات اللازمة للتنفيذ من عدد وآلات وعمال .

وبذلك يمكن الوصول الى أفضل الطرق الاقتصادية للانتاج اذ أنه كلما راعينا الاقتصاد فـي النفقـات كلما استطاعت المصانع تخفيض أسعار منتجاتها ومنافسة المصانع الأخري بشرط الا يقلل من متانتها وجودتها ودقة صناعتها ومع التطوير المستمر لهذه المنتجات ويجب أن تتوفر الشـروط الاتيـة فـي الشخص الذي يقوم بعمل مقايسات لأي فرع من فروع الصـناعة وخاصـه فـي أعمـال الكهربـاء الصناعية :

١. أن يكون على اتصال دائم بالحياة العملية ليقف على أحدث الاكتشـافات الجديـده الخاصـه بالعمل .
٢. أن يكون ملما بمواصفات الخامات والأجهزة وقطع الغيار التى تلزم العمل .
٣. أن يكون على اتصال دائم بالأسواق لمعرفة التطور في الأسـعار أولا بـأول حتـى تكـون مقاييساته صحيحه وبذلك لن يتعرض للمكسب الحرام أو الخسارة في عمله .
٤. أن يكون ملما بما يلزمة لتنفيذ المقاييسات المختلفة حتى تكون تقديراته مضبوطة و لا يـنقص شيئا فيعمل مقايسة اضافية ويتعطل الانتاج أو يزيد شيئا فتصبح الزيادة خامة راكدة وفي كلا الحالتين خسارة بالنسبة للعمل .
٥. أن يكون دقيق التقدير في حالة الصيانة والاصلاح وهذا يتوقف على الشرط الثانى .

أنواع المقايسات :

تنقسم الي ثلاثة أنواع :

١. مقايسات التركيب والانشاء :

وهى ما يتم في تركيبات التمديدات الكهربائية للانارة والقوي في الورش والمصانع وفيها يشـترك العامل العادى مع العامل الماهر بالاضافة الى الاشراف الفنى للتنسيق بينهما .

٢. مقايسات الاصلاح :

وفيها يتم تغيير الأجزاء التالفة بأخري سليمة أو أعادة أصلاح التالف منها مثل اعادة لف الملفـات المحترقة لكل من المحول – المحرك أو المولد – أو اعادة تصنيع تلامسات المفاتيح الكهربائية .

٣. **مقايسات الصيانة :**

لما هو معلوم أن ما يقصد بالصيانة هى الحفاظ على كفاءة عمل وتشغيل الماكينات طبقا لجداول التكاليف المقننة وفيها يستعان بعامل فنى أو عامل عالى المهارة .

المفردات التى تشتمل عليها المقايسة :

قبل البدء في توضيح الخطوات التى تتبع في عمل المقايسة نبحث أولا في مفردات والعناصر التى يجب أن تشتمل عليها أي مقايسة وهى ما يلى :

١. ثمن الخامات
٢. اجور العمال
٣. المصاريف الغير مباشرة
٤. الربح

أولا : ثمن الخامات

يقصد بها ثمن الخامات المباشرة اللازمة لعمل المقايسة وهى الخامات التى تظهر في الشغلة بعد انتاجها ويمكن تقديرها بمجرد فحص الآلة المراد اعادة لفها مثلا :

الخامات الخاصة بأعمال التركيبات الكهربائية يمكن حساب ثمن الخامات المباشرة وذلك بتقسيم عمليات اللف أو التركيبات الي مراحل ثم ترتيب أتمام هذه المراحل المطلوبة والتى يمكن تسجيلها بمواصفات وأثمانها في جدول وذلك لحساب السعر الكلي .

ثانيا : أجور العمال

يقصد بها اجور العمال المكلفون فعلا بالانتاج أي الذين يقومون فعلا بالتنفيذ والتوصيل والاختبار النهائي

أنواع العمالة اللازمة لتنفيذ اعمال المقايسات

تنقسم العماله الى :-

أ- **عامل فنى :** وهو الذى يقوم بتقسيم العمل الى عدة عمليات ويقوم بترتيب أولويات التنفيذ كما يحدد لكل شخص المواصفات المطلوبه منه وتوقيت الانتهاء وكيفية معالجة حالات الطوارئ أثناء العمل .

كما يقوم بمتابعة اعمال الصيانة الدورية للماكينات واعمال المخازن والأرصدة المتاحة لكل عملية لذا فأنه يجب عليه الألمام بالمعارف الحديثة ونظم التطبيقات والاستخدام الامثل للموارد المتاحة .

ب- **العامل الماهر :** هو من يقوم بعملية محددة تحتاج للخبرة العاليه والتخصص في بعض الاحيان مثل من يقوم بتركيب اللوحات الكهربائية أو أعادة لف الملفات المحترقة أو اعمال اصلاح الأجزاء التالفة .

ج-**العامل العادى** : هو الذي يساعد في نقل الخامات أو يقوم ببعض الأعمال التى لا تحتاج الى مهارة فنية تخصصية مثل الحفر في الحوائط بأعمال التركيبات الكهربائية ويمكن تحديد أجر العامل بأحدي الطريقتن الاتيتين :-

- نظام الاجر باليوم أو بالساعه ويحدد زمن العمل اليومى (٨ ساعات عمل فعلي) .
- نظام الاجر بالقطعة أي حساب الأجر على انجاز عملية أو مرحلة محددة من العمل .

طرق تقدير الزمن اللازم لعمل المشغولات :

١. **الخبرة** : وتتوقف على خبرة العامل الماهر بمجال العمل .
٢. **الحساب** : ويتم ذلك عندما يكون عدد المشغولات قليل .
٣. **الدراسة** : ويتم ذلك عندما يكون عدد المشغولات مجمل حيث يتم دراسة حالة العمل وتحليل العمليات .
٤. **المقارنة** : حيث يتم اختيار أفضل الطرق السابقة لتتناسب مع الشغلة مع مقارنه شغله بأخري لها نفس المواصفات قد تم تنفيذها سابقا .

ثالثا : المصاريف الغير مباشرة

المصاريف الغير مباشرة يمكن توضيحها في ثلاث نقاط :

أ- خامات غير مباشرة :

الخامات الغير مباشرة كثيرة وهي تشتمل على المواد الضرورية لعملية الانتاج التى لا تدخل في تركيب المشغولات ولكن اقتضي لعمل هذه المشغولات الاحتياج اليها أثناء عملية الانتاج ومن هذه الخامات علي سبيل مثال (الجبس – مساعدات الصهر (الفلكس) – الاسمنت) وهذه الأشياء تدخل تكاليفها ضمن المصاريف غير المباشرة لانه ليس من اليسير تقسيم تكاليفها على مرحله منفصلة .

ب- الأجور غير المباشرة :

الأجور غير المباشرة وهي تشتمل على أجور الأفراد الذين لا يقومون بالعمل مباشرة مثل (المديرين – رؤساء الأقسام ومساعديهم – الملاحظين ومساعديهم – الرسامين – الكتبه – العتالين – عمال النظافة – المفتشين – عمال المصاعد – عمال الأوناش – عمال الصيانه – عمال محطة القوي – أمناء المخازن ومساعديهم – عمال الحدائق – عمال المطافئ والحراسه – موظفي قسم المشتريات والمبيعات) .

ج- مصاريف غير مباشرة للمصنع والانتاج :

وهى تشتمل على (الاضاءة – المياه – استهلاك الالات والعدد وكذلك تكاليف اصلاحها وصيانتها – تكاليف التهوية – مصاريف البيع وما يتطلبه من مصاريف الدعاية والاعلانات – مصاريف عن تعويضات الحوادث التى تحدث للعمال اثناء العمل – مصاريف التأمين على العاملين بالمصنع – مصاريف الضرائب واستهلاك الأثاث والمعاشات والتعبئة والشحن – مصاريف الخدمات التى يحتمل القيام بها بعد البيع كالتعهدات التى تتعهد بها المصانع لضمان

صلاحية الانتاج لمدة معينة ومصاريف القوى المحركة (كهرباء – وقود – فحم) ومصاريف تلف المنتجات وانخفاض الأسعار .

طرق تقدير المصاريف الغير مباشرة في المقايسة :

لحساب المصاريف غير المباشرة عدة طرق يمكن تلخيصها في الاتى :

- كنسبة مئوية من قيمة التكاليف الأولية
- كنسبة مئوية من اجور العمال
- حساب قيمة المصاريف غير المباشرة على أساس زمن العملية

١. المصاريف غير المباشرة كنسبة مئوية من قيمة التكاليف الأولية :

تقدر احيانا المصاريف الغير مباشرة بنسبة مئوية من التكاليف الأولية (ثمن الخامات + أجور العمال) وتتراوح النسبة بين ١٠% الى ٢٠% من هذه التكاليف وتستعمل هذه الطريقة في الانتاج المحدود الذى ينتجه المصنع ولكن إذا تغيرت اسعار الخامات أو تعددت أنواع المشغولات التى ينتجها المصنع أصبحت هذه الطريقة غير مناسبة الا إذا عدلت النسبة كى تناسب الحاله الجديدة

٢. المصاريف الغير مباشرة كنسبة مئوية من اجور العمال :

هذه هى الطريقة العادية لحساب قيمة المصاريف غير المباشرة وذلك بحسابها على أنها نسبة مئوية تقدر بحوالى ١٥٠% من مجموع أجور العمال المباشرين ولايجاد هذه النسبة تحسب مجموع أجور العمال المباشرين وتحسب ايضا المصاريف الغير مباشرة الفعلية لفترة محدوده من الوقت ولتكن اسبوعا مثلا .

ومن عيوب هذه الطريقة المرتبطة بأجور العمال الاعتقاد بأن المصاريف الغير مباشرة هي مصاريف ثابتة بالنسبة للاجور وأن قيمتها تزيد أو تقل بالنسبة لهذه الأجور بينما المصاريف الغير مباشرة مستقلة تماما عن أجور العمال

<u>الجداول المستخدمة في المقايسات :</u>

لتسهيل انجاز المقايسات فقد تم تصميم مجموعه ممن الجداول والتى نلخصها فيما يلي :

١- جدول الخامات :

مسلسل	اسم الصنف	الوحده	الكمية	سعر الوحدة		اجمالى الثمن		ملاحظات
				قرش	جنيه	قرش	جنيه	

- جدول الأجور:

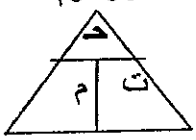
مسلسل	العملية	القائم بها	اجر الساعة		عدد ساعات العمل		اجمالى الأجور		ملاحظات
			قرش	جنيه	دقيقه	ساعه	قرش	جنية	
١									
٢									
٣									

٣- التكاليف النهائية:

مسلسل	البيان	التكاليف		ملاحظات
		قرش	جنيه	
١	ثمن الخامات	..	..	
٢	اجمالى الأجور	..	..	
٣	التكاليف المبدئية	..	..	
٤	الاستهلاكات المباشرة وغير المباشرة (١٠%)	..	..	
٥				
٦	اجمالى	..	..	
	الربح	..	..	
	التكاليف النهائية			

مراجعة لبعض القوانين والعلاقات الرياضية

المستخدمة في حل المقايسات

م	اسم العلاقة الرياضية	منطوق العلاقة الرياضية	الوحدات
١	الوزن	الحجم × الكثافة	كيلو جرام
٢	قانون أوم 	م = حـ / ت حـ = ت × م ت = حـ / م	بالأوم بالفولت بالامبير
٣	المقاومة بمعلومية الطول ومساحة المقطع والمقاومة النوعية	م ن × ل / س	بالأوم
٤	القدرة الكهربائية في حاله التيار المستمر	ق = جـ × ت	بالوات
٥	القدرة الكهربائية في حالة التيار المتردد وجه واحد	ق = جـ × ت × جتا ϕ	بالوات
٦	القدرة الكهربائية في حاله التيار المتردد ثلاثي الأوجه	ق = √٣ جـ × ت × جتا ϕ	بالوات
٧	كثافة التيار	ث = ت / س	أمبير/مم٢
٨	الطاقة الكهربائية	ق × ز	كيلو وات/ساعه
٩	الكفاءة	ή = الخرج / الدخل	بدون تمييز (تعطى كنسبة)

الرموز :

م = المقاومة

ت = التيار الكهربائي

س = مساحة المقطع

جتا = معامل القدرة

ز = الزمن

حـ = الجهد الكهربائي

م ن = المقاومة النوعية

ق = القدرة الكهربائية

ث = كثافة التيار

القوانين والعلاقات الرياضية المستخدمة

في حل المقاييسات باللغة الانجليزية

NO	Item	Statement	Units
1	Weight	Volume x density	Kg
2	Ohm's Low	$R = \frac{V}{I}$ $V = I \times R$ $I = \frac{V}{R}$	Ω V I
3	Resistance referred to cross section length and resistevity	$\frac{\rho \times L}{A}$	Ω
4	Power in D.C	$P = V \times I$	Watt
5	Power in 1 A.C	$P = I \times V \times \cos \phi$	Watt
6	Power in 3 A.C	$P = \sqrt{3}\ I \times v \times \cos \phi$	Watt
7	Current density	$\partial = \frac{I}{A}$	A/ mm2
8	energy	$E = Pxt$	Kw/ h
9	efficiency	$\eta = \frac{owt}{inpwt}$	-------

Symbols:

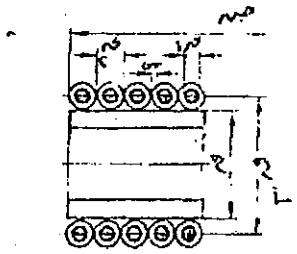
Ω: Resistance
V: Voltage drop
I: Current
P: Resistively
A: cross section area
Cos ϕ: power factor
∂: Current density
T: time

حسابات الملفات :

غالبا ما تصنع الملفات من سلك نحاس مستدير المقطع ويجب هنا أن نفرق بين قطر السلك عاريا بدون العازل (ق١) وقطر السلك بالعازل (ق٢)

الملفات المستديرة ذات الطبقة الواحدة :

في الشكل الموضح نفرض الاتى :



ق = قطر جسم الملف

ق١ = قطر الموصل عاريا

ق٢ = قطر الموصل بالعازل

س = سمك العازل

ق م = قطر اللفة المتوسطة

ل م = طول اللفة المتوسطة

ل = طول السلك

ن = عدد اللفات

ض = عرض اللف

وبالنظر الى الرسم يمكن استنتاج ما يلي :

ق٢ = ق١ + ٢س

ق م = ق + ق٢

ل م = ط × ق م

طول السلك (ل) = ط × ق م × ن

ومن الرسم نستنتج ايضا أن ن = $\frac{\text{ض}}{\text{ق٢}}$ للطبقة الواحدة

مثال (١)

سلك نحاس معزول فإذا كان قطر السلك بدون العازل ٣ر٠ مم وكان سمك العازل ١٠ر٠مم احسب قطر السلك بالعازل .

الحل :

ق١ = ٣ر٠ مم

س = ١٠ر٠ مم

ق٢ = ق١ + ٢س

= ٣ر٠ + ٢ × ١٠ر٠

= ٣ر٠ + ٢٠ر٠ = ٣٢

مثال (٢)

ملف مستدير ملفوف على جسم اسطواني قطره ٣٠مم . فإذا كان عرض اللف ٩٠ مم وكـــان الملف مكون من طبقة واحدة من سلك معزول قطره بالعازل ٦ر٠ مم احسب :

أ- عدد لفات الملف

ب- قطر اللفة المتوسطة

ج- طول السلك

الحل :

ق = ٣٠ مم

ض = ٩٠ مم

ق٢ = ٦ر٠ مم

أ- ن $\frac{\text{ض}}{\text{ق}_2}$ $\frac{٩٠}{٠ر٦}$ ١٥٠ لفة

ب- ق م = ق + ق٢

= ٣٠ + ٦ر٠ = ٦ر٣٠ مم

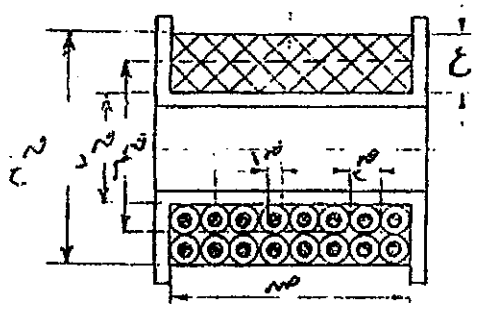
ج- ل = ط ق م × ن

= ٣ر١٤ × ٦ر٣٠ × ١٥٠

= ١٤٤٠٠ مم = ٤ر١٤ متر

<u>الملفات المستديرة متعددة الطبقات</u>

في الشكل الموضح نفرض الآتي :



ع = ارتفاع اللف

ض = عرض اللف

ق خ = قطر اللف الخارجي

ق د = قطر اللف الداخلي

ن = عدد اللفات الكلية

ب = عدد الطبقات

ق٢ قطر السلك بالعازل

ق م = قطر الملف المتوسط

وبالنظر الي الرسم يمكن استنتاج ما يلي :

$$ع = \frac{ق_{خ} - ق_{د}}{٢}$$

$$ن_{١} = \frac{ض}{ق_{٢}}$$

$$ب \quad \frac{ع}{ق_{٢}}$$

$$ن \quad ن_{١} \times ط$$

$$ق_{م} = \frac{ق_{خ} + ق_{د}}{٢}$$

مثال(٣) :

ملف متمم متعدد الطبقات ملفوف على جسم اسطوانى بواسطة سلك نحـاس معـزول قطـره ٠ر٣٢ مم ، فإذا كان قطر اللف الخارجي ١٩ مم وقطر اللف الداخلى ٦ر٧ مم وكان عرض اللف ٣٦ مم .... احسب كل من :

أ- ارتفاع اللف

ب- عدد لفات الطبقة الواحدة

ج- عدد طبقات اللف

د- عدد اللفات الكلية

ه- قطر الملف المتوسط

و- طول السلك

الحل :

$ق_{٢}$ = ٠ر٣٢ مم

$ق_{خ}$ = ١٩ مم

$ق_{د}$ = ٦ر٧ مم

ض = ٣٦

أ- $ع = \frac{ق_{خ} - ق_{د}}{٢} = \frac{١٩ - ٦ر٧}{٢} = \frac{١١ر٤}{٢} = ٧ر٥$ مم

ب- $ن_{١} \quad \frac{ض}{ق_{٢}} = \frac{٣٦}{٠ر٣٢} = ١١٢$ لفة

ج- ب = ——— = ——— = ١٧ر٨ ١٨ طبقه

د- ن ن١ × ب = ١١٢ × ١٨ ٢٠٠٠ لفة

هـ- ق م = $\frac{\text{ق خ} + \text{ق د}}{٢}$ = $\frac{١٩ + ٧ر٦}{٢}$ = $\frac{٢٦ر٦}{٢}$ = ١٣ر٣ مم

و- ل = ط ق م × ن

= ١٤ر٣ × ١٣ر٣ × ٢٠٠٠ = ٨٣٥٢٤ مم = ٨٣ر٥ متر

حساب أبعاد بكرة اللف

مساحة مقطع البكرة الداخلى = مساحة مقطع القلب الحديدي ويتوقف سمك البكرة على قيمة الجهد المستعمل . ولحساب طول البكرة هناك حالتين يجب أن نفرق بينهما .

١) فى حالةلف الملف الثانوى فوق الملف الابتدائي على نفس البكرة في هذه الحالة يتم حساب طول البكرة باستخدام العلاقة التالية :-

طول البكرة = $\frac{\text{ن١} \times \text{ق١} + \text{ن٢} \times \text{ق٢}}{\text{عدد الطبقات}}$ × معامل اللف

حيث :

ن ١ = عدد لفات الملف الابتدائي

ن ٢ = عدد لفات الملف الثانوي

ق ١ = قطر سلك الملف الابتدائي

ق ٢ = قطر سلك الملف الثانوي

وتتراوح قيمة معامل اللف ما بين ١ر١ الى ٣٥ر١

٢) في حلة لف كل ملف على بكرة مستقلة

في هذه الحالة يتم حساب طول كل بكرة على النحو التالي :

طول بكرة الملف الابتدائي = $\frac{\text{ن١} \times \text{ق١}}{\text{عدد الطبقات}}$ × معامل اللف

طول بكرة الملف الثانوي = $\frac{\text{ن٢} \times \text{ق٢}}{\text{عدد الطبقات}}$ × معامل اللف

المقايسة الأولى

تذكر : عند اعادة لف محول كهربائي وجه واحد

أولا : الخطوات التطبيقية المستخدمة في حل البيانات المطلوب تسجيلها

أ- ابعاد القلب (دائما مربع)

ب- عرض اللف (ل)

ج- عدد لفات الملف الابتدائي وقطر السلك

د- عدد لفات الملف الثانوي وقطر السلك

ه- سمك العازل للسلك وكثافته

و- سمك العازل بين الطبقات

ز- سمك العازل بين الملفات

ح- العلاقة الرياضية التى تربط كل ١٠٠٠ متر من السلك و وزنة

ملحوظة : في حاله عدم وجود هذه العلاقة يتم الرجوع لجدول الاسلاك .

ثانيا : الخطوات الحسابية

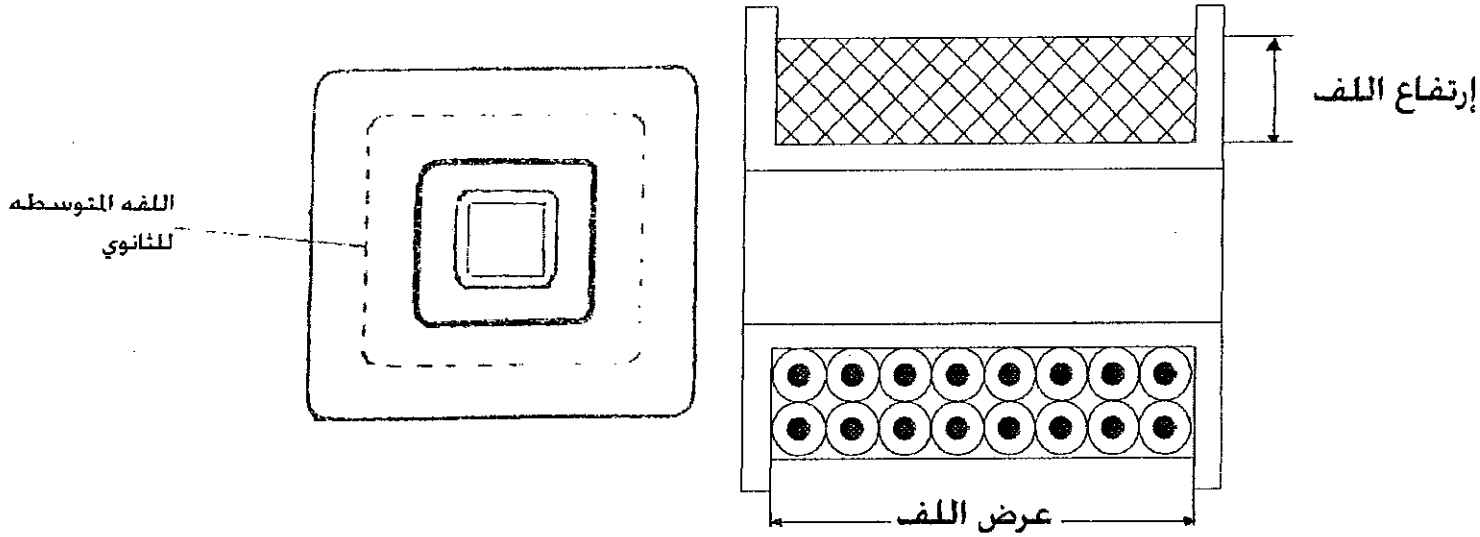
١) **حسابات أبعاد الملف**

- صافي عرض الطبقة الواحدة = (ل) = العرض الكلي – ٢ × سمك العازل
- عدد لفات الطبقة الواحدة = $\frac{\text{صافي عرض اللف (سم) } \times ١٠}{\text{قطر السلك (مم)}}$
- عدد اللفات الكلية للملف الابتدائي = عدد لفات الطبقة الواحدة × عدد الطبقات
- ارتفاع اللف بدون العازل بين الطبقات = عدد الطبقات × سمك العازل
- اجمالي سمك العازل = (عدد الطبقات – ١) × سمك العازل
- طول ضلع اللفه الصغري للابتدائي – صافي عرض الطبقة الواحدة + ٢ × سمك العازل
- طول ضلع اللفه الصغري للثانوي = طول ضلع اللفه الكبري للابتدائي + ٢ × سمك العازل
- طول ضلع اللفه الكبري للثانوي = طول ضلع اللفه الصغري + ٢ × ارتفاع اللفة
- المحيط المتوسط للملف الابتدائي = $\frac{\text{٤ × طول ضلع اللفه الصغري + ٤ طول ضلع اللفه الكبري}}{٢}$
- الطول الكلي = محيط اللفه المتوسط × عدد اللفات الكلية في النسبة المعطاه

كل ١٠٠٠ متر تزن (....) كجم

ملحوظة : في حالة عدم وجود النسبة الرياضية يتم حساب حجم السلك من العلاقة الرياضية

الوزن = الحجم × الكثافة



أ- المساحة اللازمة للوجهين = ٢ (مساحة المربع الخارجى – مساحة مربع القلب)

ب- المساحة اللازمة لعمل القلب = محيط القلب × عرض الملف

ملحوظة : محيط القلب = ٤ (عرض الملف × عرض القلب)

ج- الحجم = المساحة الكليه للقلب × سمك اللفة

د- الوزن = الحجم × الكثافة

تمرين(١) مقايسة اعادة لف محول كهربي وجه واحد

محول كهربي وجه واحد بياناته كالتالي :

- أبعاد القلب الحديدي ٥ × ٥ سم .
- عدد لفات الملف الابتدائي ٣٠٠ لفة من سلك نحاس معزول بالورنيش قطرة ٥ر١ مم
- عدد لفات الملف الثانوي ٦٠٠ لفة من سلك نحاس معزول بالورنيش قطره ١ مم
- عرض بكرة اللف ٨ سم
- سمك الفبر ٥ر٢ مم
- الملف الثانوي ملفوف فوق الملف الابتدائي
- سمك المادة العازلة الموجودة بين طبقات اللف ١ر٠ مم
- سمك العازل بين الملف الابتدائي والملف الثانوي ١ مم
- أطراف الملفات خارجة الى لوحة توزيع المحول بواسطة أسلاك مرنة موضوعه داخل أنابيب عازلة (مكرونة)
- كثافة الفبر المصنوع منه البكرة = ٤ر١ جرام / سم٣

المطلوب : عمل مقايسة تثمينية لاعادة لف هذا المحول

الحل :

أولا : حسابات أبعاد الملفات

١- **الملف الابتدائي**

العرض الصافي للملف الابتدائي = ٨ - ٢ × ٠ر٢٥

= ٨ - ٠ر٥ = ٧ر٥ سم

$$\text{عدد لفات الطبقة الواحدة} = \frac{\text{عرض اللف}}{\text{قطر السلك}} = \frac{٧ر٥ \times ١٠ \text{ مم}}{١ر٥ \text{ مم}} = ٥٠ \text{ لفة}$$

عدد اللفات الكلية للملف الابتدائى = عدد لفات الطبقة الواحدة × عدد الطبقات

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد لفات الطبقة الواحدة}} = \frac{٣٠٠}{٥٠} = ٦ \text{ طبقات}$$

ارتفاع اللف بدون العازل بين الطبقات = ٦ × ١ر٥ = ٩ مم

وحيث أن عدد طبقات العزل = ٥ طبقة

سمك العازل بين الطبقات = ٥ × ٠ر١ = ٠ر٥ مم ، ارتفاع اللف بالعازل = ٩ر٥ مم

٢- **الملف الثانوي**

$$\text{عدد لفات الطبقة الواحدة} = \frac{\text{عرض اللف}}{\text{قطر السلك}} = \frac{٧ر٥ \times ١٠ \text{ مم}}{١ \text{ مم}} = ٧٥ \text{ لفة}$$

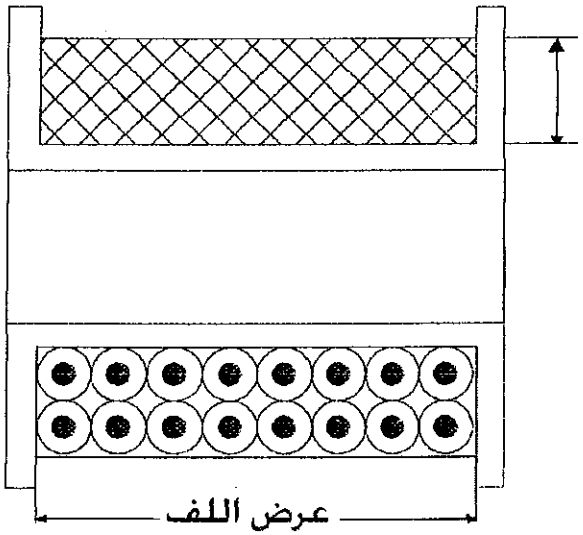
$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد لفات الطبقة الواحدة}} = \frac{٦٠٠}{٧٥} = ٨ \text{ طبقات}$$

ارتفاع اللف بدون العازل بين الطبقات = ٨ × ١ = ٨ مم

وحيث أن عدد طبقات العزل = ٧ طبقة

سمك العازل بين الطبقات = ٧ × ٠ر١ = ٠ر٧ مم

ارتفاع اللف بالعازل = ٧ر٨ مم



ثانيا : حساب أوزان الاسلاك المستخدمة في الملفات

حيث أن أبعاد القلب الحديدى = ٥ × ٥ سم

فانه بزيادة سمك بكرة الملف من الجانبين ٢٥ر٠ سم يصبح طول الفة الصغري للملف الابتدائي مساويا :

٥ + ٢ × ٢٥ر٠ سم = ٥ + ٥ر٠ سم = ٥ر٥ سم

وبزيادة ارتفاع اللف من الجانبين ٥ر٩ مم يصبح طول ضلع اللفه الكبري للملف الابتدائي مساويا :

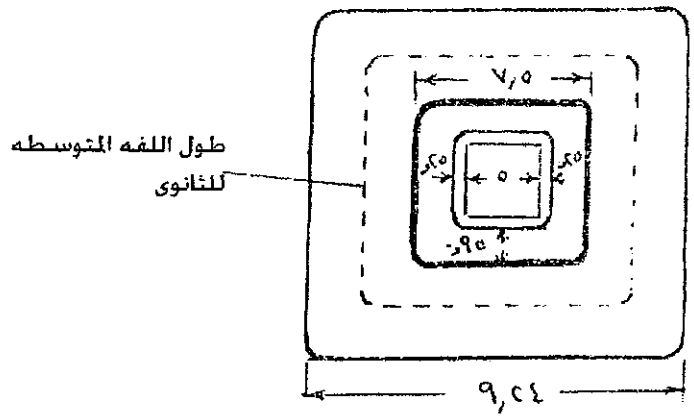
٥ر٥ + ٢ × ٩٥ر٠ سم = ٥ر٥ + ١ر٩ = ٧ر٤ سم

وحيث أن سمك المادة العازلة بين الملف الابتدائي والملف الثانوي ١ مم

فتكون أبعاد اللفه الصغري في الملف الثانوي ٥ر٧ × ٥ر٧ سم

وبزيادة ارتفاع اللف من الجانبين ٧ر٨ مم يصبح طول ضلع اللفه الكبري للملف الثانوي مساويا :

(٥ر٧ + ٢ × ٨٧ر٠) سم = ٥٠ر٧ + ٧٤ر١ = ٢٤ر٩



طول اللفة المتوسطة للملف الابتدائي = (محيط اللفه الصغري + محيط اللفه الكبري) / ٢

= (٥ر٥ × ٤ + ٧ر٤ × ٤) / ٢ = (٢٢ + ٢٩ر٦) / ٢ = ٥١ر٦ / ٢ = ٢٥ر٨ سم

طول سلك الملف الابتدائي = طول اللفة المتوسطة × عدد لفات الملف الابتدائي

= ٢٥ر٨ × ٣٠٠ = ٧٧٤٠ر٠ سم

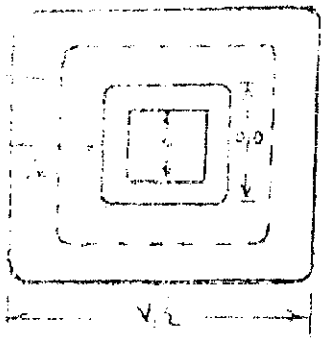
طول سلك الملف الابتدائي بزيادة قدرها ٥% = ٧٧٤٠ × ١٠٥/١٠٠ = ٨١٢٧ سم

= ٨١ر٢٧ متر = ٠٨١٢٧ر٠ كم

وبالبحث في الجداول الوارده بالكتاب نجد أن وزن الكيلو متر من السلك قطر ٥ر١ مم = ١٥ر٧١ كجم

وزن السلك = ٠ر٠٨١٢٧ × ١٥ر٧١ = ١ر٢٨ كجم

يشتري ١ر٣ كجم سلك نحاس معزول بالورنيش قطر ١ر٥ مم



طول اللفه المتوسطة للملف الثانوى = (محيط اللفه الصغري + محيط اللفه الكبري) / ٢

= (٤ × ٧ر٥ + ٤ × ٩ر٢٤) / ٢ = (٣٠ + ٣٦ر٩٦) / ٢

= ٩٦ر٦٦ / ٢ = ٤٨ر٣٣ سم

طول سلك الملف الثانوي = طول اللفة المتوسطة × عدد لفات الملف الثانوي

= ٤٨ر٣٣ × ٦٠٠ = ٠٠ر٢٠٠٨٨ سم

طول السلك بزيادة ٥% = (٢٠٠٨٨ × ١٠٥) / ١٠٠ = ٤ر٢١٠٩٢ سم

= ٩٢٤ر٢١٠ متر = ٠ر٢١٠٩٢٤ كم

وبالبحث في الجداول نجد أن :

وزن الكيلو متر من السلك قطر ١مم = ٢٨ر٦ كجم

وزن السلك = ٠ر٢١٠٩٢٤ × ٢٨ر٦ = ٣٢ر١ كجم

يشتري ١/٣ ١١ كجم سلك نحاس معزول بالورنيش قطر ١ مم

ثالثا : حساب الفبر اللازم لعمل بكرة الملف

نظرا لان اكبر بعد للملفات هو ٢٤ر٩ سم

يصنع وجهى البكرة بأبعاد ١٠ × ١٠ سم

وحيث أن عرض الملف ٨ سم ومحيط القلب الحديدي ٤ × ٥ أي ٢٠ سم

٠٠ المساحة اللازمة من الفبر لعمل قلب البكرة = ٤ (٥ × ٨) = ١٦٠ سم٢

المساحة اللازمة لعمل وجهى البكرة (١٠ × ١٠) – (٥ × ٥) = ١٠٠ – ٢٥ = ٧٥سم٢

المساحة الكلية من الفبر اللازم لعمل البكرة = ١٦٠ + ٧٥ = ٢٣٥ سم٢

المساحة اللازمة بما في ذلك ١٠% زيادة = $\frac{٢٣٥ \times ١١٠}{١٠٠}$ = ٥ر٢٥٨ سم٢

تقريبا = ٢٦٠ سم٢

حجم الفبر = المساحة × السمك

= ٢٦٠ سم٢ × ٢٥ر٠ سم = ٦٥ سم٣

وزن الفبر = الحجم × الكثافة

= ٦٥ × ١ر٤ = ٩١ جرام

يطلب ١٠٠ جرام

رابعا : لوازم أخري

يلزم ١ متر سلك نحاس مرن لعمل نهايات الملفات

يلزم ١ متر أنانيب عازله (مكرونه) للنهايات

يلزم ١ فرخ ورق أرز لعزل طبقات اللف

يلزم فرخ ورق برسبان لوضع غلاف حول الملف

جدول الخامات

م	اسم الصنف	الوحده	الكمية	سعر الوحدة		اجمالى الثمن		ملاحظات
				ق	جـ	ق	جـ	
١	سلك نحاس معزول بالورنيش قطر ٥ر١ مم	كيلو جرام	١ر٣	–	٢٥	٥٠	٣٢	
٢	سلك نحاس معزول بالورنيش قطر ١ مم	،، ،،	١ ١/٣	–	٣٠	–	٤٠	
٣	فبر سمك ٥ر٢ مم	،، ،،	١ر٠	–	١٠	–	١	
٤	ورق برسبان ٢ر٠ مم	فرخ	١/٤	–	٣	٧٥	–	
٥	ورق أرز	فرخ	١	٢٥	–	٢٥	–	
٦	سلك نحاس مرن	متر	١	٢٥	–	٢٥	–	
٧	أنابيب عازلة (مكرونة)	عدد	١	–	١	–	١	
٨	قصدير بالفلكس	كيلو جرام	١/٨	–	١٠	٢٥	١	
	اجمالى سعر الخامات					–	٧٧	

جدول الأجور

م	العملية	القائم بها	اجر الساعة		عدد ساعات العمل		اجمالى الأجور		ملاحظات
			ق	جـ	دقيقه	ساعه	ق	جـ	
١	أخذ بيانات المحول	فني	-	٣	٣٠	-	٥٠	١	
٢	فك المحول ونزع الملفات والقلب الحديدي	،،	-	٣	٤٥	-	٢٥	٢	
٣	عمل فورمة الملف	،،	-	٣	٣٠	-	٥٠	١	
٤	عمل بكرة الملف	،،	-	٣	-	١	-	٣	
٥	لف الملف الابتدائي	،،	-	٣	-	١	-	٣	
٦	لف الملف الثانوي	،،	-	٣	-	١	-	٣	
٧	تجميع أجزاء المحول	،،	-	٣	٣٠	١	٥٠	٤	
٨	اختبار عزل المحول	،،	-	٣	١٥	-	٧٥	-	
	اجمالي الاجور						٥٠	١٩	

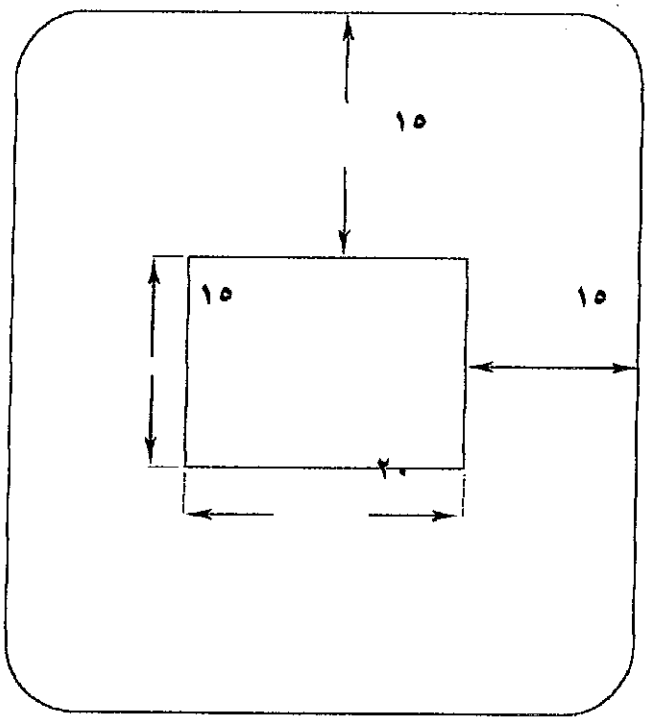
التكاليف النهائية

مسلسل	بيان الاعمال	المبلغ		ملاحظات
		قرش	جنيه	
١	الخامات	-	٧٧	
٢	الأجور	٥٠	١٩	
٣	اجمالي	٥٠	٩٦	
٤	الاستهلاكات (١٠%)	٦٥	٩	
٥	الصافي	١٥	١٠٦	
٦	ربح ١٥%	-	١٦	
	التكاليف النهائية	**١٥**	**١٢٢**	

مقايسات تطبيقية على صيانة ملفات القواطع الأوتوماتيكية

بالكشف على القاطع الأوتوماتيكى لمخرطة أوتوماتيك ، وجد ملف القاطع الرئيسي محترق ، وهو ملفوف بسلك قطره ٥ر٠مم ، معزول بالورنيش وكل واحد متر منه يزن ٧ر١ جرام ، وثمن الكيلو جرام منه ٣٠ جنيه ، طول الملف ٦٠ مم ، قطاع قلب الملف مستطيل بعداه الداخليان (٢٠ × ١٥) مم ، عمق اللف ١٥ مم ، البكرة مصنعة وثمنها ٣٥ قرش ٠

فإذا تم العمل خلال ١/٢ يوم لكل من العامل الماهر والعامل المساعد ، وأن أجر العامل الماهر / يوم ١٤ جنيه ، وأجر العامل المساعد / يوم ٧ جنيه – المصاريف الغير مباشرة تقدر على أساس ١٠٠% من التكاليف الأوليه ، والربح ٢٠% من تكاليف الانتاج ٠



والمطلوب :

عمل المقايسة التثمينية بتكاليف الكشف وتحديد الاعطال ثم الاصلاح والصيانة لتلامسات القاطع ، مع تغيير الايات السته بالقاطع والتجربة النهائية ٠

حل المقايسه

حساب وزن السلك اللازم لملف القاطع الأوتوماتيكى أبعاد الملف مبينه بالشك

طول اللفه المتوسطة = (محيط اللفه الكبري + محيط اللفة الصغري) / ٢

= [٢ (٥٠ + ٤٥) + ٢ (٢٠ + ١٥)] / ٢

= ١٣٠ مم = ١٣ سم

عدد لفات الطبقة الواحدة = ——— = ——— = ١٢٠ لفة

عدد الطبقات = عمق الملف / قطر السلك بالعازل = ١٥ / ٠٫٥ = ٣٠ طبقه

عدد اللفات الكلية = ١٢٠ × ٣٠ = ٣٦٠٠ لفة

، طول السلك الكلي بالزيادة = طول اللفه المتوسطة × عدد اللفات الكلية × ١٫١

= ١٣ × ٣٦٠٠ × ١٫١ = ٥١٤٨٠ سم = ٥١٥ متر

وزن السلك = ٥١٥ × ١٫٧

= ٨٧٦ جرام = ٨٧٦٫٠ ك٠ جرام

مطلوب ٨٧٦٫٠ ك ٠ جرام سلك نحاس معزول بالورنيش قطر ٠٫٥

جدول الخامات

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة		اجمالى الثمن		ملاحظات
				ق	جـ	ق	جـ	
١	سلك نحاس معزول بالورنيش							
	قطر ٠٫٥ مم	كيلو جرام	٨٧٦٫	–	٣٠	٢٨	٢٦	
٢	برسبان مشمع (مسلفن)	فرخ	١/٥	–	٦	٢٠	١	
٣	بكرة فيبر مصنعه	عدد	١	٣٥	–	٣٥	–	
٤	ياي صلب	عدد	٦	–	٥	–	٣٠	
٥	صنفرة حدادي ناعمة	فرخ	١/٢	–	١	٥٠	–	
٦	قصدير لحام محشو قلفونية	كيلو جرام						
٧	فلكس " مساعد صهر "	علبة						
٨	سلك أطراف معزول مطاط	متر						
٩	مكرونة عازلة	متر						للملف أو بالعود
١٠	قدرة كهربية	ك و س						
٠٠	اجمالى ثمن الخامات					٣٣	٥٨	

ملحوظه:بند٦-٧-٨-٩-١٠ تعتبر من المصاريف غير المباشرة

جدول تحليل العمل

م	نوع العملية	القائم بالعمل	الزمن		اجمالي الأجور		ملاحظات
			ق	س	ق	جـ	
١	الكشف على المخرطة لتحديد العطل	ع ٠م					
٢	أخذ بيانات السلك التالفة ونظافة المفتاح	،،					
٣	لف السلك الجديد على البكرة الجديدة ولحام الأطراف	،،	٣٠	٣		٧	
٤	صنفرة تلامسات القاطع وتغيير الياءات	،،	٣٠	٣	٥٠	٣	
٥	تركيب المفتاح بعد تجميعه	،،					
٦	تشحيم الأجزاء المتحركة بعد تنظيفها	،،					
٧	التجربة النهائية بتشغيل المخرطة	،،					
	جملة الأجور				٥٠	١٠	

حساب أجور العمال :

بما أن العمل استغرق مدة ١/٢ يوم لكل من العامل الماهر والعامل المساعد

٠٠ أجر العامل الماهر = ١/٢ × ١٤ = ٧ جنيه

، اجر العامل المساعد = ١/٢ × ٧ = ٥ر٣ جنية

٠٠ جملة أجور العمال = ٧ + ٥ر٣ = ٥ر١٠ جنية

التكاليف النهائية

مسلسل	البيان	التكاليف		ملاحظات
		قرش	جنيه	
١	ثمن الخامات	٣٣	٩١	
٢	أجور العمال	٥٠	١٠	
٣	التكاليف الأولية	٨٣	١٠١	
٤	مصاريف غير مباشرة	٨٣	١٠١	بواقع ١٠٠% من التكاليف الأولية
٥	تكاليف الانتاج	٦٦	٢٠٣	
٦	أرباح ٢٠%	٧٣	٤٠	
	٠٠ التكاليف النهائية	**٣٩**	**٢٤٤**	

فقط مبلغ وقدرة مائتان وأربعة وأربعون جنيها و تسعه وثلاثون قرشا ،،،

جدول الأسلاك النحاس المستخدمة في لف
المحركات والمولدات والمحولات الكهربية

القطر مم	مساحة المقطع مم٢	الوزن كجم / كم	المقاومة أوم / كم	ملاحظات
٠٫٥	٠٫١٩٦	١٫٧٤٦	٩١٠٠	
٠٫٦	٠٫٢٨٣	٠٫٢٥٢	٦٣١٠	
٠٫٧	٠٫٣٨٥	٠٫٣٤٢	٤٦٤٠	
٠٫٨	٠٫٥٠٣	٠٫٤٤٧	٣٥٥٠	
٠٫٩	٠٫٦٣٦	٠٫٥٦٦	٢٨١٠	
١٫٠	٠٫٧١٥	٠٫٦٩٨	٢٢٧٠	
١٫١	٠٫٩٥٠	٠٫٨٤٥	١٨١٣	
١٫٢	١٫١٣١٢	١٫٠٠٥	١٥٢٤	
١٫٣	١٫٧٦٧	١٫١٨٠	١٢٩٦	
١٫٤	١٫٥٣٩	١٫٣٦٨	١١١٨	
١٫٥	١٫٧٦٧	١٫٥٧٠	٧٩٤	
١٫٦	٢٫٠١	١٫٧٨٨	٨٥٦	
١٫٧	٢٫٢٧	٢٫٠٢	٧٥٨	
١٫٨	٢٫٥٥	٢٫٢٦	٦٧٤	
١٫٩	٢٫٨٤	٢٫٥٢	٦٠٩	
٢٫٠	٣٫١٤	٢٫٧٩	٥٤٨	
٢٫١	٣٫٤٦	٣٫٠٨	٤٩٧	
٢٫٣	٤٫١٥	٣٫٦٩	٤١٥	
٢٫٥	٤٫٩١	٤٫٣٦	٣٥١	
٢٫٧	٥٫٧٣	٥٫٠٩	٣٠١	
٢٫٩	٦٫٦١	٥٫٨٧	٢٦٠	
٣٫١	٧٫٥٥	٦٫٧١	٢٢٨	

تابع

جدول الأسلاك النحاس المستخدمة في لف
المحركات والمولدات والمحولات الكهربية

القطر "مم"	مساحة المقطع "مم٢"	الوزن كجم / كم	المقاومة أوم / كم	ملاحظات
٠٫٣٣	٠٫٨٥٥	٧٫٦٠	٢٠١٫	
٠٫٣٥	٠٫٩٦٢	٨٫٥٥	١٧٨٫٨	
٠٫٣٨	١٫١٣٤	١٠٠٨	١٥١٫٨	
٠٫٤١	١٫٣٢٠	١٫١٧٢	١٣٠٫٣	
٠٫٤٤	١٫٥١١	١٫٣٤١	١١٣٫٣	
٠٫٤٧	١٫٧٦٥	١٫٥٤١	٩٦٫٣	لا
٠٫٤٩	١٫٨٨٦	١٫٦٧١	٩١٫٣	يستخدم
٠٫٥١	٢٫٠٤	١٫٨١٦	٨٤٫٤	لا
(٠٫٥٣)	٢٫٢١	١٫٩٦١	٧٧٫٧	يستخدم
٠٫٥٥	٢٫٣٨	٢٫١١	٧٢٫٣	لا
٠٫٥٧	٢٫٥٥	٢٫٢٧	٦٧٫٥	يستخدم
٠٫٥٩	٢٫٧٣	٢٫٤٣	٦٣٫٠	
(٠٫٦٢)	٣٫٠٢	٢٫٦٨	٥٧٫	
٠٫٦٤	٣٫٢٢	٢٫٨٦	٥٣٫٤	
(٠٫٦٧)	٣٫٥٣	٣٫١٢	٤٨٫٧	
٠٫٦٩	٣٫٧٤	٣٫٣٢	٤٦٫٠	
(٠٫٧٢)	٤٫٠٧	٣٫٦٢	٤٢٫٣	
٠٫٧٤	٤٫٤٣	٣٫٨٢	٤٠٫٠	
(٠٫٧٧)	٤٫٦٦	٤٫١٤	٣٦٫٩	
٠٫٨٠	٥٫٠٣	٤٫٤٧	٣٤٫٢	
(٠٫٨٣)	٥٫٤١	٤٫٨١	٣١٫٨	
٠٫٨٦	٥٫٨١	٥٫١٦	٣٩٫٦	
(٠٫٩٠)	٦٫٣٦	٥٫٦٦	٢٧٫٠	
٠٫٩٣	٦٫٧٩	٦٫٠٤	٢٥٫٣	
(٠٫٩٦)	٧٫٢٤	٦٫٤٣	٢٣٫٧	
١٫٠٠	٧٫٨٥	٦٫٩٨	٢١٫٩	
(١٫٠٤)	٨٫٤٩	٧٫٥٥	٢٠٫٠٣	

ما بين الأقواس نادرا ما يستخدم ، ويوصي بعدم استخدامه في التطبيقات

القطر "سم"	مساحة المقطع "سم٢"	الوزن كجم / كم	المقاومة أوم / كم	ملاحظات
١ر٠٨	٠ر٩١٦	٨ر١٤	١٨ر٧٩	
(١ر١٢)	٠ر٩٨٥	٨ر٧٥	١٧ر٤٧	
١ر١٦	١ر٠٥٧	٩ر٤٠	١٦ر٢٨	
(١ر٢٠)	١ر١٣١	١٠ر٠٥	١٥ر٢٢	
١ر٢٥	١ر٢٢٧	١٠ر٩١	١٤ر٠٢	
(١ر٣٠)	١ر٣٢٧	١١ر٨	١٢ر٩٦	
١ر٣٥	١ر٤٣١	١٢ر٧٣	١٢ر٠١	
(١ر٤٠)	١ر٥٣٩	١٣ر٦٩	١١ر١٨	
١ر٤٥	١ر٦٥١	١٤ر٦٨	١٠ر٤١	
(١ر٥٠)	١ر٧٦٧	١٥ر٧١	٩٠ر٤	
١ر٥٦	١ر٩١١	١٦ر٩٩	٩ر—	
(١ر٦٢)	٢ر٠٦	١٨ر٣٢	٨ر٣٦	
١ر٦٨	٢ر٢٧	١٩ر٧١	٧ر٧٥	
(١ر٧٤)	٢ر٣٨	٢١ر١	٧ر٢٣	
١ر٨١	٢ر٥٧	٢٦ر٩	٦ر٧	
(١ر٨٨)	٢ر٧٨	٦٤ر٧	٦ر١٩	
١ر٩٥	٢ر٩٩	٢٦ر٠	٥ر٧٦	
(٢ر٠٢)	٣ر٢	٢٨ر٥	٥ر٣٨	
٢ر١٠	٣ر٤٦	٣٠ر٨	٤ر٩٧	
٢ر٢٦	٤ر٠١	٣٥ر٧	٤ر٢٩	
٢ر٤٤	٤ر٦٨	٤١ر٦	٣ر٦٨	
٢ر٦٣	٥ر٤٣	٤٨ر٣	٣ر١٧	
٢ر٧٣	٦ر٢٩	٥٥ر٩	٢ر٧٣	
٣ر٠٥	٧ر٣١	٦٥ر١٠	٢ر٣٥	
٣ر٢٨	٨ر٤٥	٧٥ر١	٢ر٠٤	
٣ر٤٣	٩ر٧٩	٨٧ر٠٠	١ر٧٥٨	
٣ر٨٠	١١ر٣٤	١٠٠ر٨	١ر٨١٥	
٤ر١٠	١٣ر٠٣	١١٢ر٤	١ر٣٥٣	
٤ر٥٠	١٥ر٩١	١٤١ر٤	١ر٠٨٢	
٤ر٨٠	١٨ر١٠	١٦٠ر٩	٠ر٩٥١	
٥ر٢٠	٢١ر٠٢	١٨٨ر٨	٠ر٨١٦	

حساب الجهد المفقود في الموصلات

أولا : في حالة التيار المستمر

من المعلوم أنه بمجرد مرور تيار كهربى في موصل ينشأ ما يسمي بالجهد المفقود ، ويعطى الجهد المفقود في الموصل من العلاقة ،

$$حـ_{ف} = \frac{٢ \, ل \, ش}{ص \cdot س}$$

حيث : $حـ_{ف}$ = الجهد المفقود في الموصل بالفولت

ل = طول الموصل بالمتر

ت = شدة التيار بالامبير

ص = قابلية التوصيل بوحدة متر / أوم ، مم٢

س = مساحة مقطع الموصل بالميلليمتر المربع

وتعطى النسبة المئوية للجهد المفقود من العلاقة ك

$$حـ_{ف} \% = \frac{حـ_{ف} \times ١٠٠\%}{حـ}$$

حيث : $حـ_{ف}$ % = النسبة المئوية للجهد المفقود

$حـ$ = الجهد الأسمى للشبكة

وهناك نسبة مئوية مسموح بها للجهد المفقود ، حيث تختلف هذه النسبة باختلاف نوع الموصل ، وتكون كما يلي وفقا للمواصفات الألمانية :

٥ر٠ % للموصلات الواصلة من عمومى المنزل حتى العداد الكهربي

٥ر١ % للموصلات الواصلة من العداد الكهربي وحتى الأجهزة الاستهلاكية (دائرة الانارة)

٣ % للموصلات الواصلة من العداد الكهربي وحتى المحركات الكهربائية (دائرة القوى)

مثال (١)

محرك تيار مستمر متصل بشبكة ٢٢٠ فولت من خلال موصل نحاس طوله ٢٨ متر ومساحة مقطعه ٤ مم٢ ، وكان شدة التيار المار هو ٢٣ أمبير ، احسب كل من :

أ- الجهد المفقود في الموصل بالفولت

ب- النسبة المئوية للجهد المفقود

ج- تأكد من أن النسبة المئوية للجهد المفقود مسموح بها

علما بأن قابلية التوصيل للنحاس هى ٥٦ متر / أوم ، مم٢

الحل :

أ- $حـ_{ف} = \frac{٢ ل \times ش}{ص \times س}$

$= \frac{٢ \times ٢٨ \times ٢٣}{٥٦ \times ٤} = ٧٥ر٥$ فولت

ب- $حـ_{ف}\% = \frac{حـ_{ف} \times ١٠٠\%}{حـ}$

$= \frac{٧٥ر٥ \times ١٠٠\%}{٢٢٠} = ٢ر٦\%$

ج- النسبة المئوية للجهد المفقود تكون أقل من القيمة المسموح بها وهى ٣ %

مثال(٢) :

سخان كهربي ٢ر٢ كيلو وات يتصل بشبكة ٢٢٠ فولت عن طريق موصل نحاس طوله ١٨ متر ، احسب مساحة مقطع الموصل النحاس اللازمة بحيث لا تتعدي النسبة المئوية للجهد المفقود عن ٥ر١ % .

الحل :

$حـ_{ف}\% = \frac{حـ_{ف} \times ١٠٠\%}{حـ}$

$حـ_{ف} = \frac{حـ_{ف}\% \times حـ}{١٠٠\%} = \frac{٥ر١ \times ٢٢٠}{١٠٠} = ٣ر٣$ فولت

$ت = \frac{ر}{حـ} = \frac{٢ر٢ \times ١٠٠٠}{٢٢٠} = ١٠$ أمبير

$حـ_{ف} = \frac{٢ ل \times ش}{ص \times س}$

$س = \frac{٢ ل \times ش}{حـ_{ف} \times ص} = \frac{٢ \times ١٨ \times ١٠}{٥٦ \times ٣ر٤} = ٩٤ر١$ مم٢ x

ثانيا : في حالة التيار المتردد أحادى الوجه

في هذه الحالة يعطى الجهد المفقود في الموصل من العلاقة :

$$\text{حـــ ف} = \frac{٢ \text{ ل} \times \text{ش حـتا} \phi}{\text{ص} \times \text{س}}$$

حيث جتـــا = معامل القدرة

مثال(٣):

موصل نحاس طوله ٣٥ متر ومساحة مقطعه ١٦ مم٢ متصل بشبكة تيار متغير أحادى الوجه ٢٢٠ فولت / ٥٠ هيرتز فإذا كان شدة التيار المسحوب من الشبكة هو ٥٠ أمبير وكان معامل القدرة ٨ر٠ ٠٠ أحسب الجهد المفقود ومن ثم النسبة المئوية للجهد المفقود ٠

الحل :

$$\text{حـــ ف} = \frac{٢ \text{ ل ش حتا} \phi}{\text{ص س}} = \frac{٢ \times ٣٥ \times ٥٠ \times ٨ر٠}{١٦ \times ٥٦} = ١ر٣ \text{ فولت}$$

$$\text{حـــ ف \%} = \frac{\text{حـــ ف} \times ١٠٠\%}{\text{حـــ ف}} = \frac{١ر٣ \times ١٠٠\%}{٢٢٠} = ٤ر١\%$$

ثالثا : في حالة التيار المتردد ثلاثي الوجه

في هذه الحاله يعطى الجهد المفقود في الموصل من العلاقة :

$$\text{حـــ ف} = \frac{\sqrt{٣} \text{ x ل x ت x جتا} \phi}{\text{ص} \times \text{س}}$$

حيث ت= تيار الخط

مثال(٤) :ورشة تبعد مسافة ٢١٠ متر من محول كهربي ثلاثي الأوجه جهده الأسـمى ٤٠٠ فولت ٠ قيس تيار الخط فوجد أنه يساوي ١٠٠ أمبير وذلك عند معامل قدرة ٩ر٠ ٠٠ أحسب الجهد المفقود في الموصل إذا علمت أن مساحة مقطع الموصل ٣٥ مم٢ وأن قابلية التوصـيل للنحاس هى ٥٦ متر / أوم ٠مم٢

الحل :

$$\text{حـــ ف} = \frac{\sqrt{٣} \text{ ل} \times \text{ش حتا} \phi}{\text{ص} \times \text{س}}$$

$$= \frac{١ر٧٣ \times ٢١٠ \times ١٠٠ \times ٩ر٠}{٣٥ \times ٥٦} = ٧ر١٦ \text{ فولت}$$

قواعد عامة عند تغذية ورشة أو وحدة سكنية

بالتيار الكهربائي

١- أرتفاع اللوحة عن الارض .ر٢م (إذا لم يذكر غير ذلك)

٢- بعد المحركات عن الحائط ٥ر م

٣- عمق كابلات التوصيل بالارض ٥ر م

٤- بعد نقط التفريع (البواطات) عن السقف ٥رم

٥- أرتفاع مأخذ القوي (البرايز) عن الارض ٣رم

٦- ارتفاع مفاتيح الأنارة عن الارض ٥ر١ م

٧- أطوال المواسير ٣ متر

٨- عند حساب مساحة مقطع الكابل الموصل يتم التقريب لاقرب رقم صحيح مع مراعاة مساحة مقطع الموصل (من واقع الجداول)

٩- أسعار الخامات تتسب حسب سعر السوق (تقريبيه)

١٠-يتم تثبيت مفتاح تشغيل لكل ماكينة على حدة

١١-يتم تأمين كل ماكينة بمفتاح أوفرلود على حده

١٢-يتم حساب زيادة ١٠% من أجمالى الأطوال للكابلات

١٣-الأسلاك لتوصيلات الأنارة (ترموبلاستيك)

اجراءات الوقايه الكهربائيه:

١-يجب أن تكون جميع التمديدات الكهربائيه داخل مواسير عازله مع ضرورة فحص جميع الاسلاك الكهربائيه من حين الي أخر بمعرفه المختص وذلك حفاظا علي سلالمه المستخدم من مخاطر الصاعقه الكهربائيه

٢- يجب عدم تحميل الموصلات الكهربائيه أكثر من قيمه التيار المقنن والمحدد لكل نوع

٣- لابد من التاكد من أن الموصلات الكهربائيه مناسبه للاستخدامات المختلفه من حيث قيمه التيار المقنن لها و نوعيه الموصلات المستخدمه .فبعض الاجهزة تحتاج الي تيار عالي ونوعيه خاصه من الموصلات المقاومه للحرارة مثل المواقد الكهربائيه و مكيفات الهواء ....وغير ذلك

٤-كثير ما تؤدي أخطار الصدمه الكهربائيه الي حوادث مميته لذا يجب اختيار الادوات الكهربائيه التي تتوافق مع متطلبات السلامه والجهد الكهربائي المقنن (٢٢٠ أو ٣٨٠فولت) وكذلك التردد (٥٠ Hz) بالاضافه الي ما تم ذكرة عن التيار.

٥- يجب مراعاة نزع الفيش plug من الماخذ socket عند فصل الاجهزة الكهربائيه المتنقله وعدم شد الموصلات الخاصه مباشرة

٦-تجنب استخدام التوصيلات الكهربائيه المتعددة من مصدر واحد حيث أن لكل مصدر قيمه مقننه لا يجب تجاوزها

٧- يجب مراعاة الحفاظ علي العزل الخاص بالتوصيلات الكهربائيه وعدم مدها تحت الابسطه أو خلف الابواب أو تعريضها لاشعه الشمس المباشرة أو الرطوبه للتاثيرات السيئه علي العزل

٨- يجب تجنب ملامسه المصابيح الكهربائيه أو الاجهزة الكهربائيه الاخري ذات المصدر الحراري (مثل :المكوى و المدفاءة) مع المواد القابله للاشتعال كالقماش أو الورق أو غير ذلك حيث أن ذلك قد يؤدي لنشوب حرائق

٩- يجب فصل التيار الكهربائي عن بعض الاجهزة التي يمثل استمرار عملها دون ملاحظه خطراعند مغادرة مكان الاقامه وذلك باستخدام مفاتيح خاصه بذلك

١٠- من الواجب الاستعانه بالمختصين عند عمل التمديدات الكهربائيه اوالتوصيلات للاجهزة الكهربائيه أو عند الاصلاح

اماكن وطرق تركيب الموصلات الكهربائيه :

يراعي في اختيار اماكن وطرق تركيب الموصلات الكهربائيه عدة عوامل :

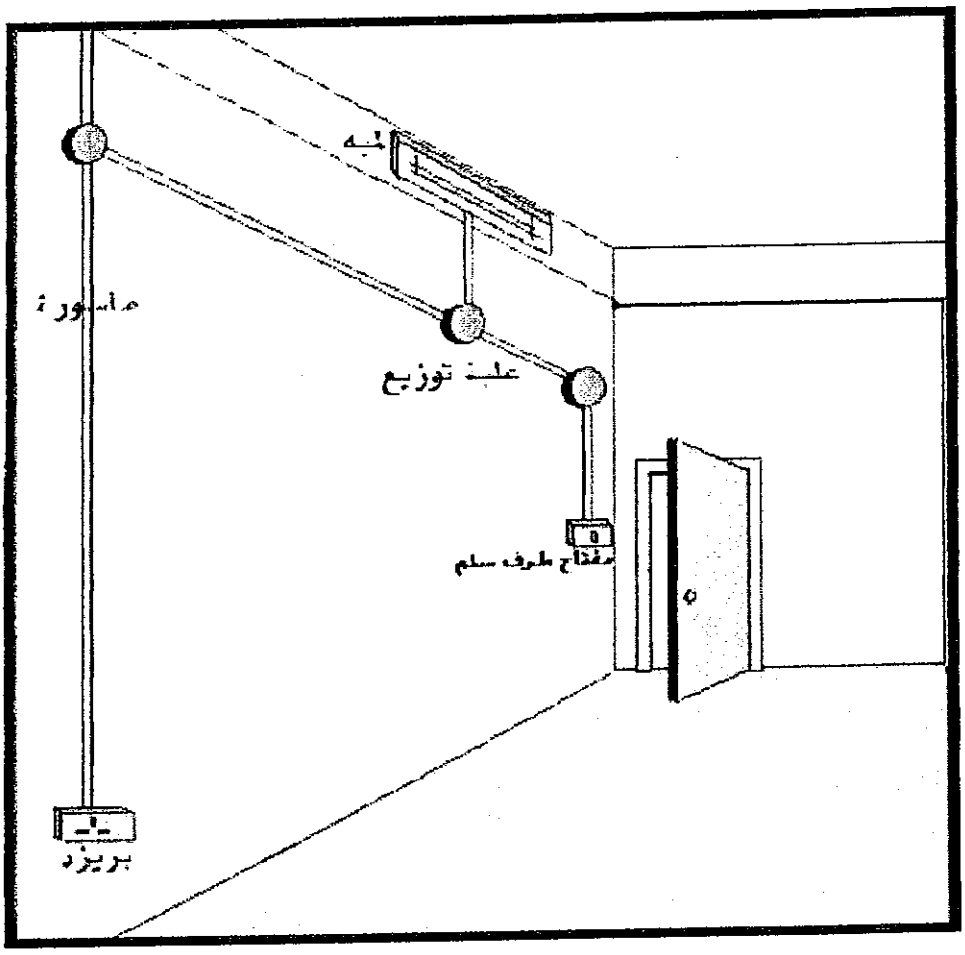
- المنظر العام للتوصيلات الكهربائيه والتاكد من انسجامها مع ديكور المنشاءة
- اختيار المواقع الخاصة بالموصلات التي يمكن من خلالها أن تغذي المأخذ واللمبات والاحمال المختلفه وكذلك مواقع المأخذ واللمبات ومفاتيح الانارة والتشغيل ولوحات التوزيع بحيث تكون مرتبه وفي متناول الجميع
- يجب أن تكون أبعاد الموصلات الكهربائيه ومقاساتها مناسبه وكافيه
- يجب أن تلبي متطلبات الامان
- مراعاة الناحيه الاقتصاديه دون المساس بالنوعيه أو الجودة
- أن تراعي المتطلبات المستقبليه من توسعات بالمنشاءة أو زيادة بالاحمال عند تركيب اجهزة جديدة

لوائح ووثائق التنفيذ

قبل مرحله التنفيذ تاتي المرحله الاهم وهي مرحله التخطيط والتوثيق حيث يتم ذلك من خلال دراسه المخطط الاساسي للمسكن أو المنشاءة ومناقشه المالك في كافه التفاصيل والمتطلبات ثم يتم وضع تصور مبدئي ثم مناقشته وتعديله للوصول الي المخطط النهائي للتمديدات الكهربائيه .يتم توقيعها علي المسقط لكل دور حيث أن هذة الخريطه تمثل الوثيقه الاساسيه التي يبني عليها العقد بين المالك والمقاول كما أنها تساعد في حصر الكميات التي يحتاجها المبني من المواسير والموصلات والبرايز والمفاتيح واللمبات وغيرها .

أما بالنسبه لتنفيذ المخطط فانه يتم طبقا للواصفات الفنيه المتبعه والتي تراعي تطبيق معايير الامان المستخدم من ناحيه مساحه المقطع للموصلات والقواطع والمصهرات ولوحات التوزيع حسب الاحمال المتوقعه وكذلك المواسير والبرايز و المفاتيح المستخدمه .

شكل ثلاثى الأبعاد للتمديدات الكهربائيه



لمبة بمفتاح منفرد مع البريزة.

إليكم بعض الجداول

الجدول رقم (١)

مقاس الكابل		قطر الماسورة			
مقطع الكابل الاسمى	القطر الخارجي الاسمى للكابل	١٦ مم	٢٠ مم	٢٥ مم	٣٢ مم
		أقصى عدد من الكابلات المفردة			
١	٢,٩	٧	١٢	١٩	٣٥
١,٥	٣,١	٦	١٠	١٧	٣١
١,٥	٣,٣	٥	١٠	١٦	٢٨
٢,٥	٣,٥	٤	٨	١٣	٢٤
٢,٥	٣,٨	٤	٧	١١	٢٠
٤	٤,٣	٣	٥	٩	١٦
٦	٤,٩	٢	٤	٧	١٢
١٠	٦,٢	-	٢	٤	٧
١٦	٧,٣	-	-	٣	٥
٢٥	٩,٠	-	-	٢	٣
٣٥	١٠,٣	-	-	-	٢
٥٠	١٢,٠	-	-	-	٢

جدول رقم (٢)

قطر الانبوب (مم)	٢٠	٢٥	٣٢	٤٠	٥٠	أكثر من ٧٥
	١	٢	٢	٣	٣	٤

جدول رقم (٣)

	عدد الموصلات ومقاطعها المسموح بمرورها في العلب – ومقاطع الموصلات (مم٢)								مقاطع الموصلات (مم٢)
	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٤	٦	١٠	
٧*٧ سم	٥	٤		٣		٢	-	-	
١٠*١٠ سم	٨	٦		٦		٥	٣	-	
١٥*١٥ سم	١١	٩		٧		٥	٤	٣	
٢٠*٢٠ سم	١٤	١٢		١٠		٨	٥	٤	
٢٥*٢٥ سم	١٦	١٤		١١		١٠	٧	٥	

جدول رقم (٤)

مساحة الموصل مم٢	قطر الماسورة				
	١٣ مم	١٦ مم	٢٣ مم	٢٩ مم	٣٦ مم
	أقصى عدد من الموصلات				
٠,٧٥	٤	٦	١٠	-	-
١	٤	٦	١٠	-	-
١,٢٥	٣	٥	١٠	-	-
٢-١,٥	٢	٤	٨	١٢	-
٣-٢,٥	-	٣	٦	١٠	-
٤	-	٢	٥	٨	-
٦	-	-	٤	٧	-
١٠	-	-	٣	٥	٦
١٦	-	-	٢	٣	٤

المقايسة الثانية (أنارة وحده سكنية)

تذكر أن : عند حساب أطوال السلك أو المواسير للازمة لحل مقايسات الأنارة أو التركيبات الكهربائية

١- القدرة الكلية للمصابيح = عدد المصابيح × قدرة المصباح (وات)

٢- شدة التيار = $\frac{\text{القدرة الكلية}}{\text{الجهد} \times \text{معامل القدرة}}$

ملحوظة : معامل القدرة يؤخذ في الاعتبار قيمته عند استخدام اللمبات الفلورسنت أو التركيبات الخاصة بالمحركات ويمكن اهماله في حالة اللمبات المتوهجة أو اعتبار قيمته(الواحد الصحيح)

٣- مساحة مقطع السلك للخط الرئيسى = $\frac{\text{شدة التيار}}{\text{الكثافة التيارية}}$ ... مم٢

ملحوظة : يتم التقريب لاقرب رقم صحيح متوافقا مع جداول الأسلاك القياسية

٤- مساحة مقطع السلك (للخط الفرعى) كما سبق

٥- اختيار أقطار المواسير يتم باستخدام الجداول

٦- حساب أطوال السلك (عبارة عن مجموع الأطوال التاليه) :

أ- الطول الرأسي الثابت = ٥ر١ متر (من المفتاح حتى أول السقف)

ب- الطول الأفقى من واقع المسقط الأفقى المعطى

ت- أطوال السقف من واقع المسقط الأفقي المعطي

ث- عند حساب السلك اللازم للبرايز يراعي :

- أضافة الرأس من البواط الى ارتفاع البريزه عن الأرض (عادة من٣و:٤رسم)
- الأطوال الأفقيه مساويه لخطوط الأنارة الأفقية كما بالمسقط الأفقي
- لايتم حساب الأطوال الرأسية للأسقف

ج- يتم اختبار سلك التوصيل للاناره والقوى (ترموبلاستيك)

٧- حساب اعداد المواسير = $\frac{\text{اجمالى أطوال السلك}}{٣}$

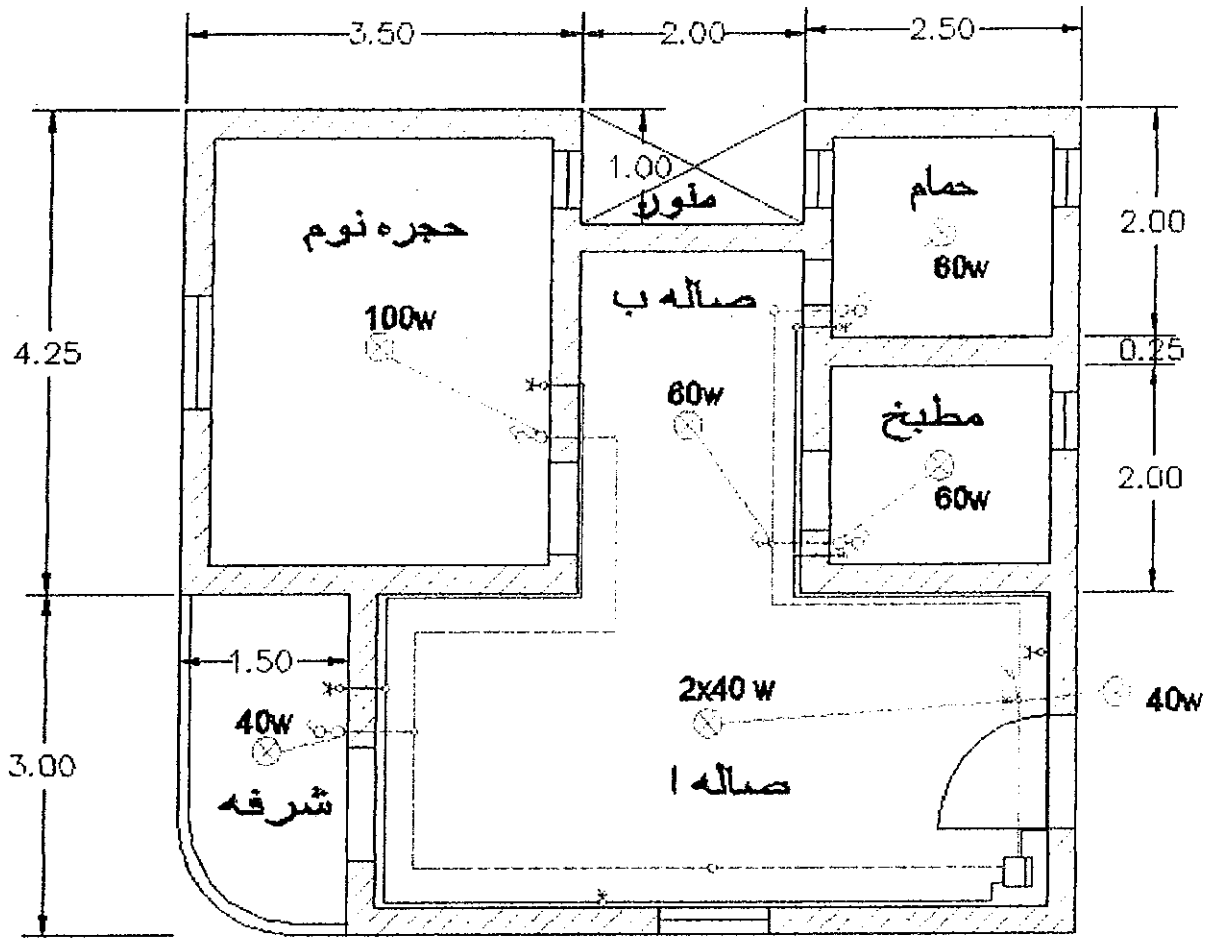
ملحوظة : يتم التقريب لأقرب رقم صحيح حيث ان الطول القياسي للمواسير ٣ متر

أ- يتم حساب ١٠% زيادة بأطوال السلك والمواسير .

ب- يجحب مراعاة أن خطوط الأنارة منفصلة عن خطوط البرايز .

مقايسة تقديرية لتوصيلات مسكن يتكون من غرفة وصالة ومنافع السكن :

مقايسة تطبيقية



مسقط أفقى لوحده سكنيه

الرسم يوضح المسقط الأفقي لشقه سكنية مساحتها ٦٠ متر٢ مكونة من حجرة وصالة ومنافع السكن والأبعاد وقدرات المصابيح موقعه على الرسم ٠

والمطلوب : عمل المقايسة التقديرية لعمل توصيلات الانارة للشقة إذا علم أن ارتفاع السقف ٣ متر وسمك الحائط ٢٥ر٠ متر وأن متوسط شدة تيار البريزة ٥ر١ أمبير وتغذى الشقة بالتيار المتردد ٢٢٠ فولت ٥٠ ذ/ث بمعامل قدرة ٩ر٠ تأخر ، وأن ارتفاع المفاتيح ٥ر١ متر عن سطح الأرض ، وارتفاع البرايز ٣ر٠ متر عن سطح الأرض وبعد البوات عن السقف ٤ر٠ متر والكثافة التيارية ٣ أمبير /مم٢ من مقطع السلك ٠

وأسعار الخامات كما بالسوق المحلية ، وهي تتغير طبقا لمعدلات تغير الأسعار ، وأن أجر العامل الماهر/ ساعه٥ جنية وأجر العامل المساعد / ساعه ٢ جنية ، والمصاريف الغير مباشرة تقدر على أساس ٥٠% من التكاليف الأولية .

حل المقايسة :

☒ **حساب مساحة مقطع سلك الانارة :**

تقسم الشقه الى دائرتين للانارة وهما :

الدائرة الأولى تشمل (صالة أ ، الشرفة ، حجرة النوم) :

∴ قدرة مصابيحها = ٦٠ + ٣% + ١٠٠ = ٢٤٠ وات

الدائرة الثانية تشمل (صالة ب ، الحمام ، المطبخ + المدخل) :

∴ قدرة مصابيحها = ٦٠ + ٦٠ + ٦٠ + ٦٠ = ٢٤٠ وات ونحسب مساحة مقطع السلك على أساس القدرة متساوية

∴ ش ك للمصابيح = $\frac{\text{القدرة}}{\text{ض} \cdot \text{جتا} \phi}$ = $\frac{٢٤٠}{٢٢٠ \times ٠ر٩}$ = ١ر١٢ أمبير

، س (مساحة مقطع السلك) = $\frac{\text{ش ك}}{\text{ث}}$ = $\frac{١ر١٢}{٣}$ = ٠ر٣٧ مم٢

ونختار مساحة مقطع ١ مم٢ للامان

∴ مساحة مقطع سلك الانارة (نحاس مفرد معزول) = ١ مم٢

☒ **حساب مساحة مقطع سلك البرايز :**

الدائرة الأولى وتشمل (صالة أ ، الشرفة ، حجرة النوم) :

∴ ش ك لها = ٥ر١ + ٥ر١ + ٥ر١ = ٥ر٤ أمبير

الدائرة الثانية وتشمل (صالة ب ، المطبخ ، الحمام)

∴ ش ك لها = ٥ر١ + ٥ر١ + ٥ر١ = ٥ر٤ أمبير

∴ ش ك للبرايز / خط = ٥ر٤ أمبير

س (مساحة مقطع السلك) = $\frac{٥ر٤}{٣}$ = ٥ر١ مم٢

∴ مقطع سلك البرايز (نحاس مفرد معزول) = ٥ر١ مم٢

☒ **حساب أطوال مواسير الانارة**

الطول الرأسي ثابت = ٥ر١ متر (من المفتاح حتى أول السقف)

بيان	صالة (أ)	صالة (ب)	مطبخ	حمام	حجرة	شرفة	مجموع
رأسي	٥ر١	٥ر١	٥ر١	٥ر١	٥ر١	٥ر١	٩
أفقي	٥ر٤ +٣ + ٣ + ٥ ر٢ + ١٥ = ٢	٥ر٢ + ٥ر٢ = ٥	٢٥ر٠	٢٥ر	٢٥ر	٢٥ر	٢١
سقف	٢ر٢٥	١ر٠٠	١ر٢٥	١ر٢٥	١ر٧٥	٠ر٧٥	٨ر٢٥

مجموع	٢٣ر٥
١٠% زيادة	٣ر٢٥
مجموع كلي =	٣٦ر٠٠

بما أن الطول الكلي للمواسير كما هو مبين بالجدول = ٣٦ متر ، بما أن طول الماسورة = ٣ متر

٠٠ عدد المواسير = ٣ / ٣٦ = ١٢ ماسورة

٠٠ يلزم عدد ١٢ ماسورة قطر ١٦ مم ٠

☒ **حساب طوال السلك اللازم للبرايز (٥ر١ مم٢) :**

٠٠ طول السلك = ٣٦ × ٢ = ٧٢ متر

٠٠ يلزم سلك نحاس معزول مفرد ٥ر١ مم٢ = ٧٢ متر

جدول الخامات

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة		ثمن الكمية		ملاحظات
				ق	جـ	ق	جـ	
١	سلك نحاس معزول مفرد ١ مم٢	متر	٨٤	٢٠	–	٨٠	١٦	للانارة
٢	سلك نحاس معزول مفرد ٥ر١مم٢	متر	٧٢	٢٥	–	–	١٨	للبرايز
٣	ماسورة قطر ١١مم	ماسورة	١٤	٣٠	–	٢٠	٤	للانارة
٤	ماسورة قطر ١٦مم	ماسورة	١٢	٤٥	–	٤٠	٥	للبرايز
٥	بواط عمومى ٢٠ × ٢٠سم	عدد	١	٥٠	–	٥٠	–	
٦	بواط فرعي ١٠ × ١٠سم	عدد	٢٥	٢٥	–	٢٥	٦	
٧	علبة مفتاح بلاستيك داخل الحائط	عدد	١١	٧٠	–	٧٠	٧	ماجيك
٨	خابور خشب ٣ × ٤سم	عدد	٧	٥	–	٣٥	–	
٩	باتير خشب	عدد	٧		–			
١٠	رزاز	عدد	٧	١٠	–	٧٠	–	سم ٤٠ وات
١١	دويل نحاس عادة	عدد	٣	١٠	١	٧٠	–	
١٢	مفتاح عادة داخل الحائط	عدد	٥	٢٥	١	٧٥	٣	
١٣	مفتاح مجوز داخل الحائط	عدد	١	٧٥	٢	٧٥	٨	
١٤	بريزة داخل الحائط	عدد	٥	٢٥	١	٢٥	٢	
١٥	لوحة توزيع صاج ٢٥ ×٢٠سم بغطاء زجاجى	عدد	١	٧٥	٦٥	٧٥	٨	
				–		–	٦٥	عدد ٤ خط
١٦	مفتاح عمومى أوتوماتيك	عدد	١		٤٥		٤٥	
١٧	مصابيح اشارة	عدد	١	–	٣	–	٣	٢٠ أمبير
١٨	سلك بلاستيك مجدول (٢×٥ر)	متر	٢	–	–	–	–	
١٩	مسمار برمة	دستة	١	١٢	١	٢٤	١	لنزلات
٢٠	شريط لحام	لفة	١	٢٠	–	٢٠	–	المصابيح
٢١	جبس وأسمنت للترميم	شيكارة	١	٥٠	٦	٥٠	٦	
				–		–		
	٠٠ جملة ثمن الخامات					٥	٢٠٥	

جدول تحليل العمليات وأجور العمال

م	نوع العملية	درجة المهارة	الزمن		أجر/ساعة		جملة الاجر		ملاحظات
			ق	س	ق	جـ	ق	جـ	
١	دراسة وحساب المقايسة	ع٠م	-	١	-	٥	-	٦٠	استغرق العمل للماهر ١٢ساعه و للعامل المساعد ٣و١٢ ساعه
٢	تحديد أماكن وضع المعدات	ع٠م	٣٠	-					
٣	حفر أماكن المواسير والعلب والبواتات	ع٠م	-	٦		٢	-	٢٥	
٤	تقطيع المواسير وثنيها طبقا لمقاساتها	ع٠م	-	١					
٥	تركيب وتثبيت البواتات مع العلب والمواسير	ع٠م	٣٠	١					
٦	سحب الأسلاك في المواسير	ع٠م	-	٢					
٧	تقسيم البواتات كهربيا وعزل التوصيلات بشريط اللحام	ع٠م	٣٠	١					
٨	تقسيم لوحة التوزيع وتثبيتها في الحائط	ع٠م	-	١					
٩	تركيب الأدوات الكهربية	ع٠م	-	١					
١٠	توصيل الاسلاك في لوحة التوزيع	ع٠م	-	١					
١١	اختبار درجة العزل بجهاز الميجر	ع٠م	٣٠	-					
١٢	عمليات مساعدة	ع٠م	-	١					
١٣	تجربة نهائية بالتيار	ع٠م	٣٠	-					
	٠٠ جملة الأجور						-	٨٥	

التكاليف النهائية

مسلسل	البيان	التكاليف		ملاحظات
		قرش	جنيه	
١	ثمن الخامات	٠٥	٢٠٥	بواقع ١٠٠% من التكاليف الأولية
٢	أجور العمال	-	٨٥	
٣	التكاليف الأولية	٠٥	٢٩٠	
٤	مصاريف غير مباشرة	٠٥	٢٩٠	
٥	تكاليف الانتاج	١٠	٥٨٠	
٦	أرباح ١٠%	١	٥٨	
	٠٠ التكاليف النهائية	١١	٦٣٨	

المقايسة الثالثة : تغذيه ورشه بالتيار الكهربائي

تذكر ان : عند تغذية ورشه بالتيار الكهربائي

أولا : الخطوات التطبيقية المستخدمة في حل المقايسة

١. **البيات مطلوب اعطاؤها**

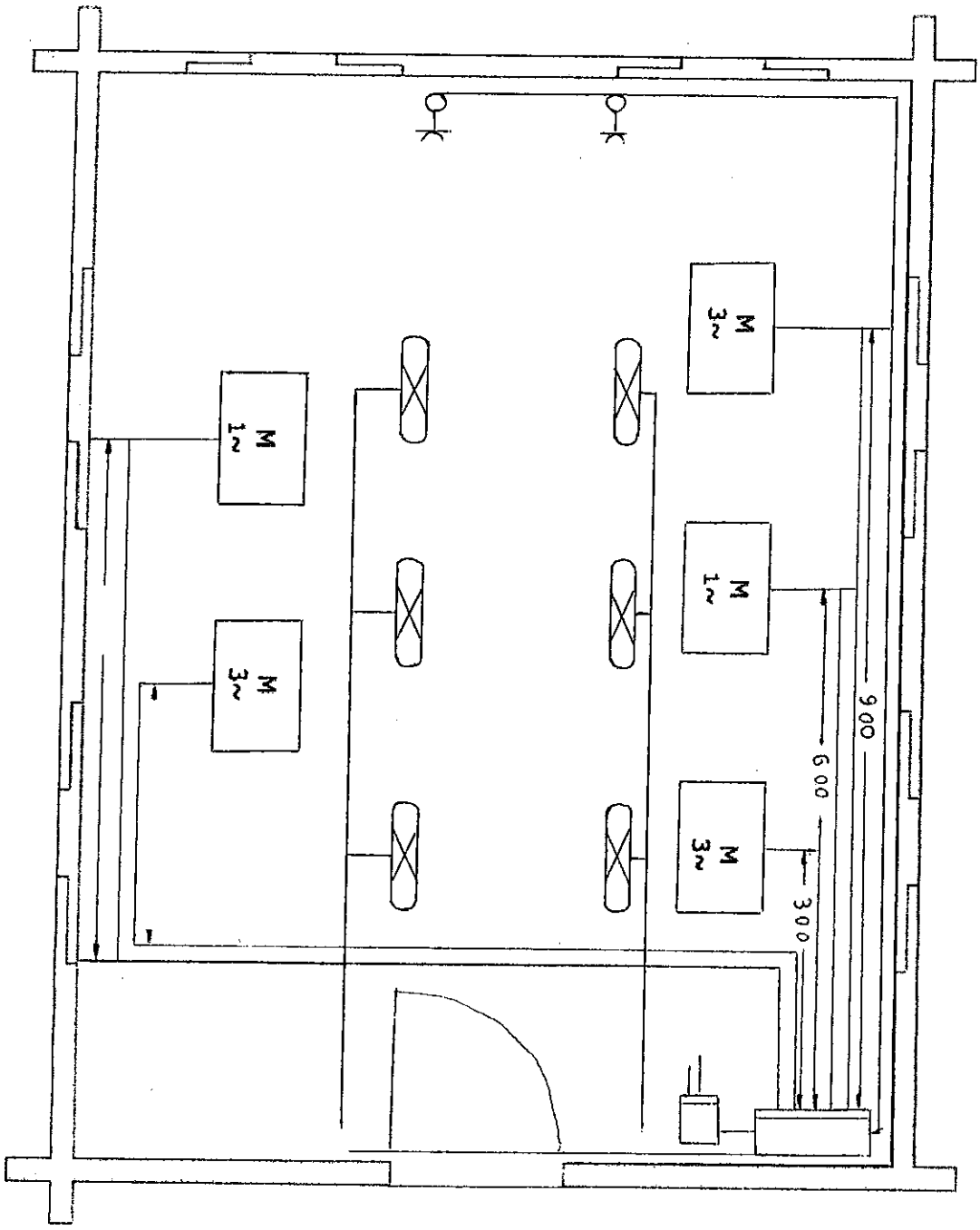
- المسقط الأفقي موضحا به موقع اللوحة وارتفاعها عن الارض – المحركات خطوط التغذية أما خط منفصل لكل محرك أو مجموعه محركات لكل خط
- القدرة الأسمية للمحركات – جهد التشغيل – معامل القدرة – الكفاءة (إذا لم تذكر نعتبر القدرة الأسمية هي القدرة الفعلية)
- الكثافة التياريه ( ) (إذا لم تذكر نعتبرها ٣ A / مم٢)

٢. **الخطوات الحسابيه**

- القدرة الفعليه = القدرة الأسميه (وات) / الكفاءة
- شدة التيار = القدرة الفعلية / ٣ × جـ × جتا φ
- مساحة مقطع الموصل = شدة التيار / الكثافة التيارية
- طول الكابل = من اللوحة الى الارضي = ٥و (عمق بالارض) + الطول الوازي لطول الورشه + الطول الموازى لعرض الورشه + الطول العمودى الى المحرك + ٥و (عمق بالارض)
- حساب الزيادة بالطول = اجمالى الطول السابق × ١٠% ، الطول × ١١٠ / ١٠٠
- أطوال المواسير = أطوال الكابلات بعد الزيادة
- عدد المواسير = أطوال المواسير / ٣ رقم صحيح

مقايسة تقديرية لتوصيلات ماكينات الورش

مقايسة تطبيقية



المسقط الافقي لورشه ميكانيكيه

الرسم يوضح المسقط الأفقي لورشة ميكانيكية أبعادها ١٠ × ٨ متر وارتفاعها ٤ متر وتغذب بكابل رئيسي تيار متغير ٣ أوجه ٣٨٠ / ٢٢٠ فولت ٥٠ ذ/ث وتحتوى على الأتى :

١. محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه يدير فريزة قدرته ١٠ حصان بجهد ٣٨٠ فولت ٥٠ ذ/ث بجودة ٨٠% ومعامل قدرة ٨ر٠ تأخر ٠
٢. محرك تيار متردد وجه واحد يدير منقاب قدرته ٢ حصان بجهد٢٢٠ فولت ٥٠ ذ/ث وجوده ٧٥% ومعامل قدره ٨٥ر٠ تأخر ٠
٣. محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه يدير مخرطة قدرته ٦ حصان بجهد ٣٨٠ فولت ٥٠ ذ/ث بجوده ٨٠% ومعامل قدره ٨ر٠ تأخر ٠
٤. محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه يدير مقشطة قدرته ٤ حصان بجهد فولت ٥٠ ذ/ث بجودة ٨٠% ومعامل قدرة ٨ر٠ تأخر
٥. محرك تيار متردد وجه واحد يدير جلخ قدرته ١ حصان بجهد ٢٢٠ فولت ٥٠ ذ/ث وجودة ٨٥% ومعامل قدره ٩ر٠ تأخر
٦. عدد ١٢ مصباح فلورسنت ٤٠ وات
٧. عدد ٢ بريزة وجه واحد لأحمال محتملة ، متوسط تيار البريزة ٦ أمبير

فإذا علم أن الكثافة التيارية ٢ أمبير / مم٢ لجميع مقاطع موصلات الأحمال وأن الكابل على عمق ٥ر٠ متر بالأرض ، ولوحة التوزيع ترتفع ٥ر١ متر ، وقاعدة المحرك ترتفع ٥ر٠ متر عن سطح الأرض ، وأن لوحة توزيع القوي تشمل مفتاح عمومى ومفاتيح كونتاكتور لكل محرك ومفتاح خاص به ، كما أن لوحة توزيع الانارة تشمل مفاتيح أوتوماتيك / خط انارة ٠

جملة ثمن جميع الخامات للقوي والانارة بما فيها لوحات التوزيع ١١٥٠ جنيه وزمن دورة التشغيل للعامل الماهر ٢٠ ساعه ، والعامل المساعد ١٠ ساعات وزمن الاجهاد ١٥% من زمن دورة التشغيل ، وأن زمن التجهيز للعامل الماهر ١ ساعه ، والعامل المساعد ٥ر٠ ساعه ، وأجر العامل الماهر اليومي ١٤ جنيه ، والعامل المساعد اليومي ٧ جنيهات ٠

" اليوم ٧ ساعات عمل ، الحصان ٧٣٦ وات ، ط = ١٤و٣ ، $\sqrt{٣}$ = ٧٣٢و١ "

المطلوب :

١. حساب مساحة مقطع ومكونات كل كابل / محرك ، وكذلك طول الكابل ٠
٢. حساب شدة التيار فقط لكل من الانارة والبرايز
٣. حساب مقطع القضبان النحاسية ومكونات الكابل الرئيسي لتغذية الورشة
٤. حساب التكاليف النهائية إذا كانت المصاريف الغير مباشرة تقدر بنسبة ١٥٠% من أجور العمال ، وأن نسبة الربح تقدر بواقع ٢٠% من تكاليف الانتاج ٠

حل المقايسة :

بما أن قدرة المحرك الثلاثي الأوجه = ٣ × جـ × ت × جتا × ٠٠ وات

ت / محرك ٣ أوجه = $\frac{\text{القدرة بالوات}}{٣ \cdot ض \cdot \text{جتا } \phi \times \eta}$ أمبير

بما أن قدرة المحرك ذو الوجه الواحد = جـ × ت × جتا × ٠٠ وات

ت / محرك وجه واحد = $\frac{\text{القدرة بالوات}}{ض \cdot \text{جتا } \phi \cdot \eta}$ أمبير

٠٠ ت / للمحرك الأول (٣ أوجه) = $\frac{١٠ \times ٧٣٦}{٧٣و١ \times ٣٨٠ \times ٨ر٠ \times ٨٠ر٠}$

= ٦٨ و١٧ أمبير

، س (مساحة مقطع سلك الكابل) = $\frac{ش ك}{ث}$ = $\frac{١٧و٦٨}{٣}$ = ٨و٨٤ مم٢

ونختار سلك كابل مقطعه ١٠ مم٢

٠٠ مكونات كابل المحرك الأول هى (٣ × ١٠ + ٥) مم٢

٠٠ ت / للمحرك الثانى (وجه واحد) = $\frac{٢ \times ٧٣٦}{٢٢٠ \times ٨٥ر٠ \times ٧٥ر٠}$

= ٤٣و١٠ أمبير

، س (مساحة مقطع سلك الكابل) = $\frac{٤٣و١٠}{٢}$ = ٢٢و٥ مم٢

ونختار سلك كابل مقطعه ٦ مم٢

٠٠ مكونات كابل المحرك الثاني هى (٢ × ٦) مم٢

، ت / للمحرك الثالث (٣ أوجه) = $\frac{٦ \times ٧٣٦}{٧٣و١ \times ٣٨٠ \times ٨ر٠ \times ٨٠و٠}$

= ٤٢ر١٠ أمبير

، س (مساحة مقطع سلك الكابل) = $\frac{٤٢و١٠}{٢}$ = ٢١و٥ مم٢

ونختار سلك كابل مقطعه ٦ مم٢

٠٠ مكونات كابل المحرك الثالث هي (٣ × ٦ + ٤) مم٢

، ت / للمحرك الرابع (٣ أوجه) = $\frac{٤ \times ٧٣٦}{٠ر٨٠ \times ٠ر٨ \times ٣٨٠ \times ١و٧}$ = ٧ أمبير تقريبا

، س (مساحة مقطع سلك الكابل = $\frac{٧}{٢}$ = ٥ر٣ مم٢

ونختار سلك كابل مقطعه ٤ مم٢

٠٠ مكونات كابل المحرك الرابع هى (٣ × ٤ + ٢) مم٢

، ت / للمحرك الخامس (وجه واحد) = $\frac{١ \times ٧٣٦}{٠ر٨٥ \times ٠ر٩ \times ٢٢٠}$ = ٣٨ر٤ أمبير

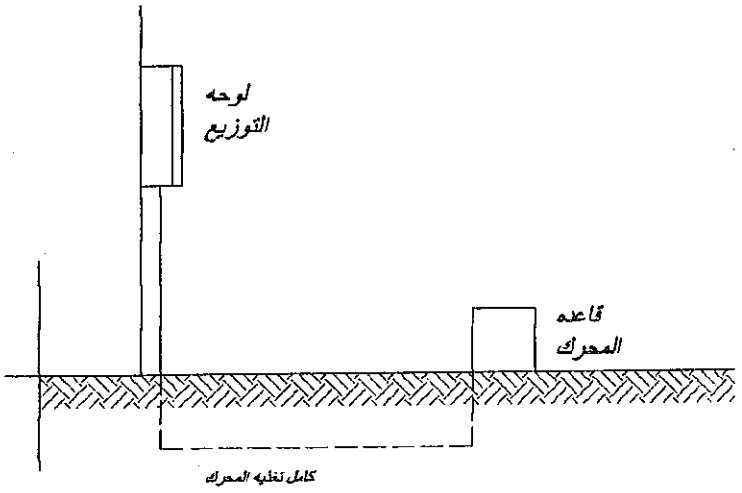
، س (مساحة مقطع سلك الكابل) = $\frac{٣٨و٤}{٢}$ = ١٩ و٢ مم٢

ونختار سلك كابل مقطعه ٣ مم٢

٠٠ مكونات كابل المحرك الثانى هى (٢ × ٣) مم٢

☒ حساب أطوال الكابلات

الشكل يوضح الطول الرأسي لكابل تغذية / ماكينة من لوحة التوزيع حتى قاعدة المحرك ٠



٠٠ الطول الرأسي / كابل

= ٥ر١ + ٥ر٠ + ٥ر٠ + ٥ر٠ = ٣ متر

جدول أطوال الكابلات

بيان	محرك١	محرك٢	محرك٣	محرك٤	محرك٥
رأسي	٣	٣	٣	٣	٣
أفقي	٢	٤	٩	١١	١٤
مجموع	٥	٧	١٢	١٤	١٧
١٠% فاقد	٥ر٠	٧ر٠	١ر٢	٤ر١	٧ر١
مجموع كلى	٥ر٥	٧ر٧	١٣ر٢	١٥ر٤	١٨ر٧

ملحوظة : يضاف لاطوال الكابلات ١٠% زيادة نتيجة لتقشير طرفي الكابل لاظهار موصـــلاته ، لمسار الكابل بمداخل اللوحات الفرعية والعمومية والماكينات .

☒ **حساب شدة تيار الانارة والبرايز**

$$\text{ت مصابيح} = \frac{\text{القدرة الكلية للمصابيح}}{\text{ض} \cdot \text{جتا } \phi} = \frac{١٢ \times ٤٠}{٢٢٠ \times ٠ر٩} = ٢ر٤٢ \text{ أمبير}$$

، ت برايز = عدد البرايز × متوسط تيار / بريزة

= ٢ × ٦ = ١٢ أمبير

.. ت ك للإنارة = ٢ر٤٢ + ١٢ = ١٤ ر٤٢ أمبير

☒ **حساب مقطع القضبان النحاسية**

ت ك بلوحة التوزيع = ت ك محركات + ت ك انارة

= ٦٨ ر١٧ + ١٠ر٤٣ + ١٠ر٤٢ = ٧ + ٤ر٣٨ + ١٤ر٤٢

= ٦٤ر٣٣ أمبير

.. س (مساحة مقطع القضبان النحاسية للوحة التوزيع)

$$= \frac{\text{ش ك}}{\text{ث}} \quad \frac{٦٤ر٣٣}{٢} = ١٧ر٣٢ \text{ مم٢}$$

ونختار مساحة مقطع ٣٦ مم٢

.. مقطع قضبان التوزيع االرئيسية مستطيل (٤ × ٩) مم٢

، مكونات الكابل الرئيسي لتغذية الورشة = (٣ × ٣٥ + ١٦)

" لعامل الأمان والتوسعات المحتملة للورشة "

☒ **حساب الأجور**

أولا : حساب أجر العامل الماهر

زمن الاجهاد = ١٥ر٠ × ٢٠ = ٣ ساعات

الزمن الأساسي = زمن التشغيل + زمن الاجهاد + زمن التجهيز

= ٢٠ + ٣ + ١ = ٢٤ ساعه

زمن مكافاة الانتاج = ٢٥ر٠ × ٢٤ = ٦ ساعة

∴ الزمن الكلى = ٢٤ + ٦ = ٣٠ ساعه

∴ أجر العامل الماهر = ٣٠ × $\frac{١٤}{٧}$ = ٦٠

ثانيا : حساب أجر العامل المساعد

زمن الاجهاد = ١٥ر٠ × ١٠ = ٥ر١ ساعات

الزمن الأساسي = ١٠ + ٥ر١ + ٥ر٠ = ١٢ ساعه

زمن مكافأة الانتاج = ٢٥ر٠ × ١٢ = ٣ ساعه

∴ الزمن الكلى = ١٢ + ٣ = ١٥ ساعه

∴ أجر العامل الماهر = ١٥ × $\frac{٧}{٧}$ = ١٥ جنيه

∴ جملة الأجور = ٦٠ + ١٥ = ٧٥ جنية

سادسا : جدول خطوات العمل

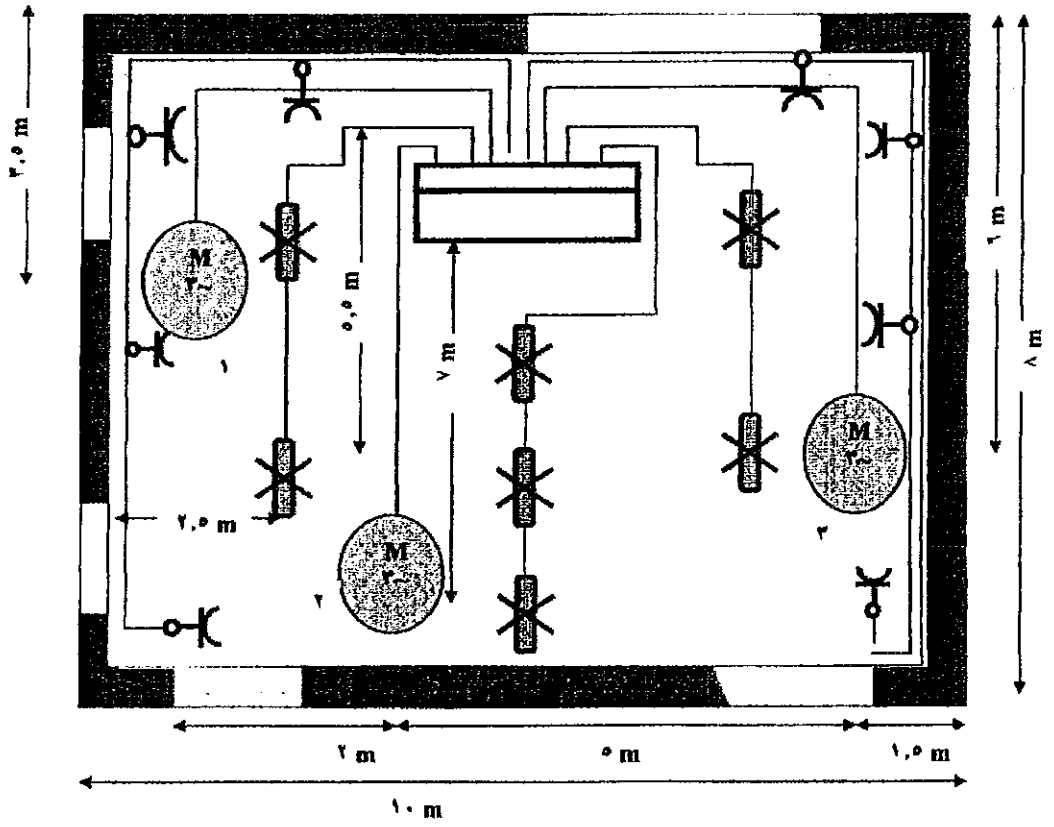
م	نوع العملية	ملاحظات
١	دراسه وحساب المقايسة	
٢	تحديد مسار الكابل بالمتر	
٣	حفر مكان الكابلات بعمق ٧٥ سم	
٤	تجهيز الأرض وفرشها برمل جاف بسمك ١٠ سم	
٥	تحديد الكابلات ووضعها في المجاري المخصصه لها	
٦	فرش طبقة رمل بسمك ١٠ سم مع كل كابل	
٧	قطع أطراف الكابلات وتقشير نهاية كل كابل وتنظيفها	
٨	توصيل أطراف الكابلات باللوحة ويصب القار	
٩	كبس الترامل في الأطراف بمكبس هيدروليكى	
١٠	عزل أطراف الكابلات بالشريط الاصفر العازل والشيكرتون	
١١	تثبيت الكابلات والعلب الصاج والقاطع الحراري	
١٢	وضع سلك الشبك البلاستيك بطول كل كابل	
١٣	اختبار سلامة وصلاحية الكابلات	
١٤	التجربة النهائية بالتيار لجميع التوصيلات	
١٥	ردم المجارى للكابلات	
١٦	أعمال التشطيب الباقية	

تمارين:

(رقم ١)

تركيب وتشغيل معدات ووحدات إضاءة في ورشة ميكانيكا

نريد تنفيذ مشروع تركيب وتشغيل معدات ووحدات إضاءة في ورشة ميكانيكا تغذى بتيار متردد ضغطه V ٢٢٠ / ٣٨٠ (الشكل ٣ – ١) يبين المسقط للورشة مع المخطط الكهربائي اللازم لتنفيذ



المخطط الكهربائي المطلوب تنفيذه

محرك ثلاثي الأوجه يدير مخرطة قدرتها P ١ = ٢ HP

محرك ثلاثي الأوجه يدير مقشطة قدرتها P٢ = ٣ HP

محرك ثلاثي الأوجه يدير منقاب قدرته P٣ = ١ ,٥ HP

قدرة كل من المصابيح ٢٠٠ W

كفاءة المحركات الثلاثة η = ٨٠% ومعامل القدرة Cos ϕ = ٠ ,٩

ارتفاع المحرك عن الأرض ٠,٥ m

ارتفاع لوحة التوزيع عن الأرض ١,٥ m

ارتفاع سقف الورشة ٤m

ارتفاع البرايز عن الأرض ٠,٥ m

أقصي تيار للبرايز ٨ A

توضع الكابلات تحت سطح الأرض داخل مواسير صلب وعلى عمق ٠,٥ m

المطلوب :-

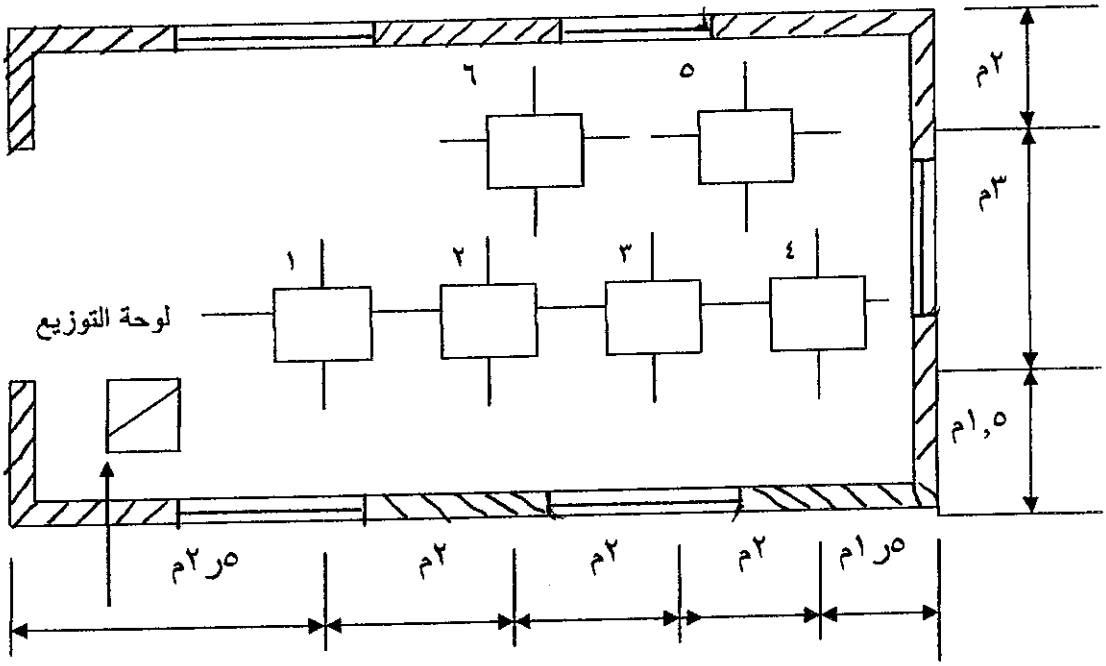
١. أحسب شدة تيار المحركات
٢. حدد نوع السلك المناسب للمحرك ومساحة مقطعه
٣. أحسب شدة تيار اللمبات
٤. أحسب طول وعدد مواسير اللمبات
٥. أحسب أطوال وعدد مواسير وطول سلك البرايز
٦. أحسب طول المواسير للكابلات الأرضية للمحركات
٧. اكتب جدول الخامات
٨. أكتب جدول أجور العمال
٩. أكتب جدول التكاليف النهائية

(رقم ٢)

الرسم يوضح المسقط الأفقي لمصنع يحتوى على عدد (٦) ماكينات ، كل ماكينة تدار بواسطة محرك استنتاجي ثلاثي الوجه قدرته ٣ر٥ حصان .

المطلوب :

أولا : توصيل هذه الماكينات بلوحة التوزيع مع مراعاة أن يكون لكل ماكينة خط مستقل .



ثانيا : عمل جدول الخامات المطلوبة لتنفيذ توصيلات القوى الكهربائية الخاصه بالمصنع اذا علمت أن جهد الشبكة ٣٨٠ فولت وأن معامل القدرة لكل ماكينة ٩ر٠ كما أن كل ماكينة تعمل بكفاءة قدرتها ٨٥% مع مراعاة تأمين الماكينات من الأحمال الزائدة مستخدما مواسير الصلب بحيث لا تتعدى كثافة التيار ٤ أمبير لكل مم٢ .

(رقم ٣)

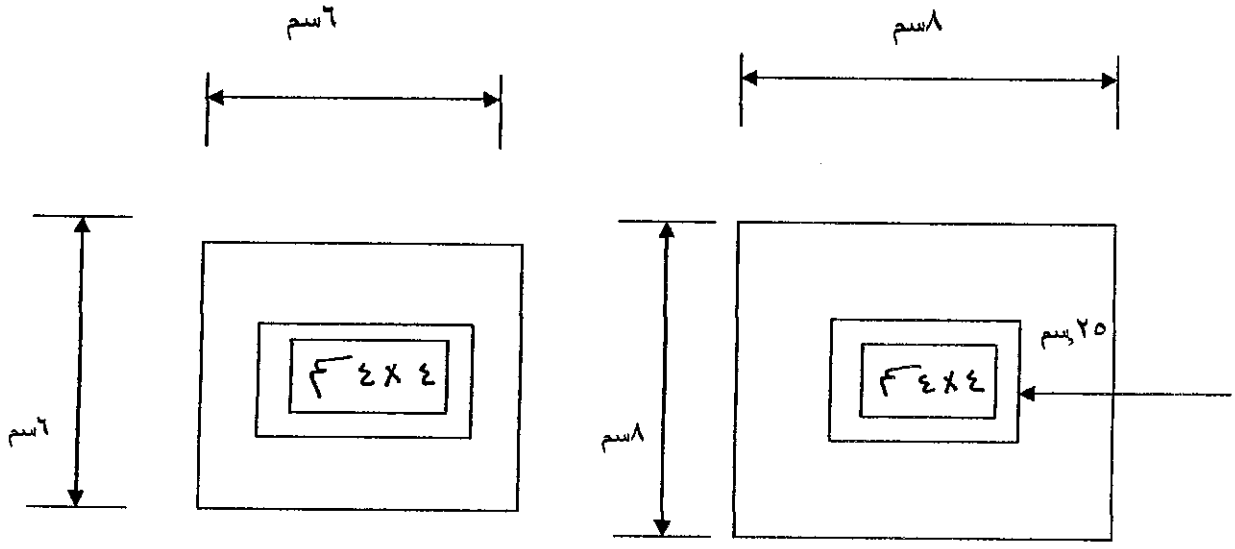
محول كهربي وجه واحد ٧٢/٢٢٠ فولت بياناته كالتالي :

عدد لفات الملف الابتدائي ١١٠٠ لفة من سلك نحاس معزول بالورنيش قطره ٣ر٠مم

عدد لفات الملف الثانوى ٣٦٠ لفة من سلك نحاس معزول بالورنيش قطرة ٦٥ر٠مم

المطلوب :

عمل مقايسة تثمينية لإعادة لف هذا المحول إذا علمت أن مقطع القلب الحديدي للمحول ٤×٤سم وأن كل ملف ملفوف على بكرة أبعادها كما هو موضح بالشكل وأن كل ١٠٠ جرام من سلك الملف الابتدائي تزن ٦٥ جرام وكل ١٠٠ جرام من سلك الملف الثانوي تزن ٢٥ر٠ كجم ٠



بكرة الملف الابتدائي

بكرة الملف الثانوي

المراجـــــــــــــع

*Tables for the electric trade
- "GTZ " with in the scope of vocational Training

*Electrical Power Engineering proficiency course
" GTZ " with in the scope of vocational Training
–

*Technical drawing for electrical
-Engineering "2" advancedcource Text book

–"GTZ" with in the scope of vocational Training

* Technical Mathematics for the electric Trade
–"GTZ" within the scope of vocational Training

- الكتب المصلحيه السابق إعدادها :
  - الدوائر المنطقية
  - المقاييسات
  - مراقبة الجودة