جمهورية مصر العربية
وزارة التربيه والتعليم والتعليم الفني

برنامج : فنى التركيبات الكهربية

وحدة:

تطبيق المحولات فى الانظمة الكهربية

المستوى ٣

٢٠٢٠

اعداد

أ/ محمد نبيل تاج الدين

أ/مصطفى عبدالخالق الناقة

اسم الوحدة : تطبيق المحولات فى الأنظمة الكهربية

ملخص الوحدة:

تهدف هذه الوحدة الى اكساب الطالب الجدارات المتعلقة بتطبيق المحولات في الأنظمة الكهربية وبذلك يعتبر ما يتعلمه الطالب في هذه الوحدة اساسا لما يتعلمه في برنامج الدراسة ككل لما لها من اهمية في تهيئة الطالب لتوصيل المحولات وتطبيقاتها المختلفة في الأنظمة الكهربية .

مخرجات التعلم:

١. يختار المقننات والمواصفات المناسبة للمحولات الأحادية الأوجه لمختلف التطبيقات
٢. يختبر أداء المحول الكهربي
٣. ينفذ الدوائر الكهربية الثلاثية الأوجه
٤. يحلل عمل المحولات الثلاثية الأوجه
٥. يطبق الحمايات المختلفة للمحولات الأحادية الأوجه والثلاثية الأوجه

مخرج (١) يختار المقننات والمواصفات المناسبة للمحولات الأحادية الأوجه لمختلف التطبيقات

١. يبنى محول بسيط ليوضح مبدأ العمل.

تلعب المحولات الكهربائيه دورا مهم فى الحياه العصرية حيث تستخدم بصورة واسعه فى الحياة العملية بقدرات وجهود مختلفه.

تعريف المحول الكهربائي :

هو عبارة عن جهاز كهربائي استاتيكى غير متحرك والسبب في تسميه أستاتيكى انه لا يحتوى بداخله على أي أجزاء متحركة و يستخدم المحول لتحويل الجهد المتردد من قيمة معينة الي قيمة اخري (أعلى أو أقل) مع ثبات القدرة.

الغرض منه :

١. رفع أو خفض القوة الدافعة الكهربية المترددة.
٢. نقل الطاقة الكهربائية من أماكن توليدها الى أماكن استهلاكها.

لماذا لا يعمل المحول فى أنظمة التيار المستمر DC

لان التيار المستمر يولد مجال مغناطيسى ثابت المقدار تغيره يساوى صفر فلا يمكن خلق جهد كهربى بطريقة الحث وهذه من الأسباب الرئيسية لتفضيل التيار المتردد على التيار المستمر.

تصنيف المحولات :

يمكن تصنيف المحولات الى :

أولا : من حيث الوظيفة:

- محول رفع للجهد

من اسمه نجد انه محول يستخدم لرفع الجهد من قيمة الي قيمة اخري ويتميز هذا النوع من المحولات بأن عدد ملفات الملف الابتدائي اقل من عدد ملفات الملف الثانوي ولذلك نجد ان التيار المار بالملف الابتدائي اكبر من التيار المار بالملف الثانوي .

- محول خافض للجهد

من اسمه نجد انه محول يستخدم لخفض الجهد من قيمة الي قيمة اخري ويتميز هذا النوع من المحولات بان عدد ملفات الملف الابتدائي اكبر من عدد ملفات الملف الثانوي.

ثانيا :من حيث النوع

- محولات القوى :

هى محولات ذات قدرات عاليه تستخدم فى رفع أو خفض الجهد فى منظومة خطوط النقل الكهربيه.

- محولات التوزيع :

هى محولات تستخدم فى استلام الطاقه الكهربيه من شبكات التوزيع و تسليمها الى الأحمال وهى عادة محولات خفض.

- محولات الأجهزه :

هى محولات تستخدم فى أجهزة قياس الجهد والتيار العالى والتى تستعمل فى اجهزة الحمايه.

- محولات التأريض :

هى محولات تستخدم لإيجاد مسار أرضى فى منظومة الدلتا وعادة تتكون من ملف واحد . حيث تفيد هذه المحولات فى منظومة التوزيع على جانب الحمل حيث يمكن عن طريقها عمل الحمايه من الخطأ الأرضى.

- محولات خاصه :

هى محولات تستخدم بطريقه خاصه بحيث يتطلب بعض التغيرات فى تصنيعها مثل محولات الأفران ، محولات لحام القوس الكهربى ، محولات إختبار شدة العزل.

- المحولات الصغيره :

وهى محولات ذات قدره صغيره مثل محولات الأجراس والأضاءه .

ثالثا :من حيث العزل:

- محول معزول بالزيت.
- محول معزول بالهواء.
- محول معزول بالغاز **SF6**.

رابعا :من حيث مكان تركيب:

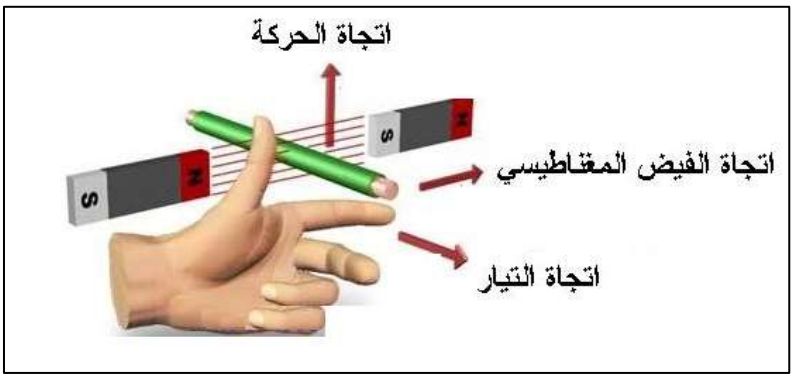
- محول داخل غرفة .
- محول بالخارج (محول بالعراء - محول معلق على أعمدة)

خامسا :من حيث أطراف التوصيل

- محول ذات أطراف توصيل خارجية
- محول ذات أطراف توصيل بدخل صندوق

نظرية عمل المحول الكهربى

يقوم مبدأ عمل المحول الكهربي على قانون فرداي للحث الكهرومغناطيسي الذي ينص على ان قيمة الجهد الكهربائي تتناسب طرديا مع معدل التغير المغناطيسي وفقا لقاعدة اليد اليمنى كما بالشكل (١-١)



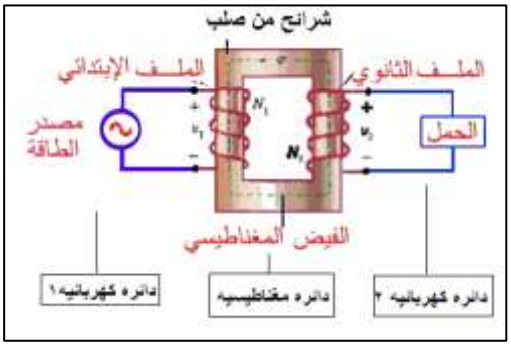
شكل (١-١)

ومن هذا نجد ان الطاقة الكهربية تمر في الدوائر الكهربية بفعل تشابك الخطوط المغناطيسية بهذه الدوائر إذا سلط جهد متردد على ملف ابتدائي فإنه يمر به تيار يؤدى إلى مجال مغناطيسي متردد تتجمع كل خطوطه داخل القلب الحديدي وتخترق الملفات الثانوية فتتولد فيها قوة دافعة كهربية وعند تحميل الملف الثانوي يمر به تيار متردد مع العلم بأن القدرة الداخلة تساوى القدرة الخارجة + المفاقيد.

تركيب المحول الكهربى (Construction of Transformer)

يتركب المحول بصورة عامة كما بالشكل (١-٢) من دائرتين هما :

١. الدائرة الكهربائية
٢. الدائرة المغناطيسيه



شكل (١-٢)

أولا : الدائرة الكهربية : تتكون من ملفين هما :-

الملف الابتدائي (Primary Winding)

وهو الملف الذي يتصل بالمصدر المطلوب تغيير جهده ويصنع من سلك النحاس المعزول بالورنيش وتختلف درجة العزل ومساحة المقطع حسب التيار المار به ومقدار الجهد علي طرفية

الملف الثانوي (Secondary Winding)

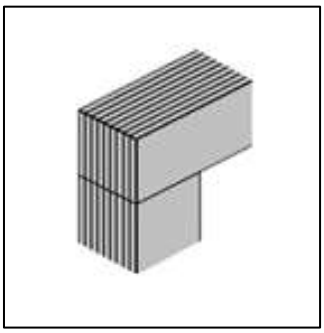
وهو الملف الذي يتصل بالحمل وتختلف عدد اللفات و درجة العزل ومساحة المقطع حسب التيار المار به ومقدار الجهد علي طرفيه.

ثانيا : الدائرة المغناطيسية :

يتكون من القلب الحديدي الذى يصنع من رقائق الصلب السليكوني بسمك يتراوح بين (**0.35** إلي **0.5**) مم وتعزل عن بعضها بالورنيش وذلك لتقليل الفقد الناشئ من التيارات الإعصارية ويزيد السليكون من نفاذية الحديد وبالتالي يقلل من مفاقيد التعويق المغناطيسي

أنواع وصلات القلب:

أ - الوصلة السطحية : هي كما بالشكل (١-٣) وتستخدم في المحولات كبيرة القدرة



شكل (١-٣)

مميزتها :

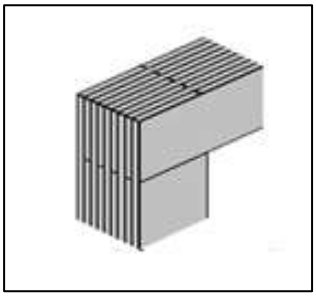
سهولة الفك والتركيب.

عيوبها

١. يحدث ثغرة هوائية ينتج عنها صوت الطنين.
٢. تسرب جزء كبير من الفيض المغناطيسي.
٣. تركيز المجال عند الوصلة مما يسبب انصهار القلب.

ب- الوصلة المتداخلة : هي كما بالشكل (١-٤) وتستخدم كثيراً لأنها تمتاز بالآتي:

١. ينقص فيها التسرب المغناطيسي
٢. تقلل المقاومة المغناطيسية
٣. تزيد من الاتزان الديناميكي

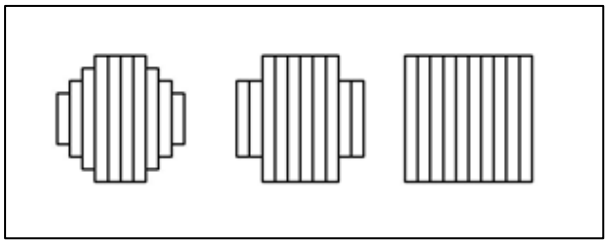


شكل (١-٤)

مساحة مقطع القلب:

المحولات الصغيرة القدره يكون شكل القلب مربعا أو مستطيلاً ولكن في المحولات الكبيرة القدرة يكون مقطع القلب متدرج حسب القدرة فيكون ذو درجتين أو ثلاث كما بالشكل (١-٥) ويفضل المقطع الدائري للقلب الحديدى للأسباب الآتية :

١. يوفر في ثمن الحديد – والنحاس – والورق العازل
٢. يزيد من جودة المحول وتنظيمه



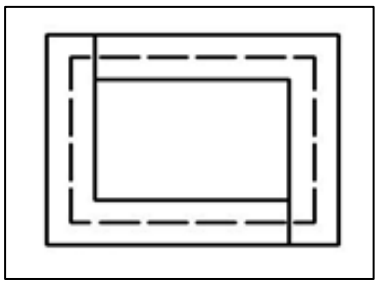
شكل (١-٥)

أنواع القلب الحديدي:

ينقسم القلب الحديدي من حيث الدائرة المغناطيسيه إلي نوعان هما :

أ- القلب الحديدي الداخلي Core type

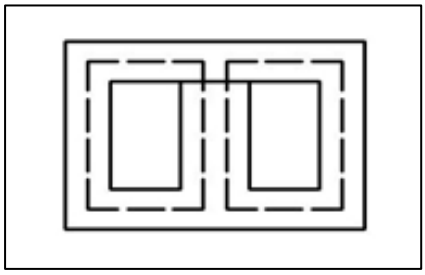
ويكون إما مربع أو مستطيل كما بالشكل (١-٦) ويحتوي علي دائرة مغناطيسية واحدة ويمتاز بقوة متانة العزل والصيانة لذلك فهو يستخدم في الجهود العالية



شكل (١-٦)

ب – القلب الحديدي الخارجي Shell type

ويحتوي هذا النوع علي دائرتان مغناطيسيتان كما بالشكل (١-٧) وبه ثلاثة أذرع يلف عليها ملفات الأوجه الثلاثة أما في حالة الوجه الواحد فان الملفات تلف حول الذراع الأوسط ويراعي أن تكون مساحة الذراع الأوسط ضعف مساحة الذراع الخارجي



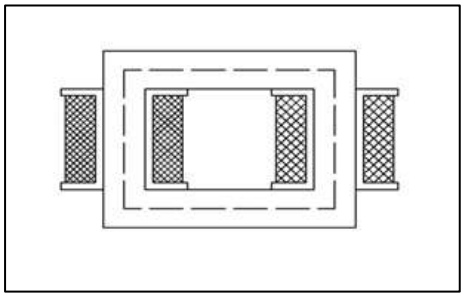
شكل (١-٧)

طريقة ترتيب ملفات المحول

تنقسم الملفات حسب طريقة وضعها حول ساق القلب الحديدى الى :

اللف المركزي:

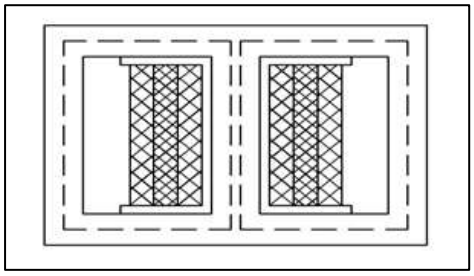
يستخدم لهذه الطريقة القلب الداخلي حيث يلف طبقة من الورق العازل حول ذراعي القلب ثم يوضع اسطوانة ملف الجهد العالي علي الذراع الأول وكذلك توضع أسطوانة ملف الجهد المنخفض علي الذراع المقابل كما هو موضح بالشكل (١-٨)



شكل (١-٨)

اللف المركزي المقسم:

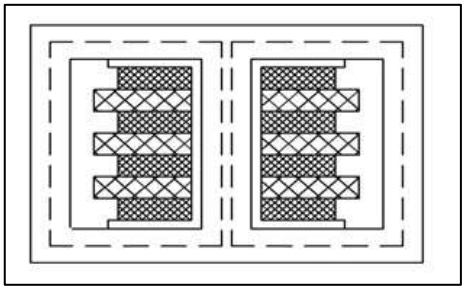
تستخدم هذه الطريقة لتقليل التسرب المغناطيسي ويستعمل فيها القلب الحديدي الخارجي وطريقة اللف كالطريقة السابقة غير أن ملف الجهد المنخفض ينقسم إلي جزأين حيث يوضع بينهما ملف الجهد العالي كما هو موضح بالشكل (١-٩) ويراعي دقة العزل في المناطق بين الملفات وتستخدم هذه الطريقة في الجهود المتوسطة



شكل (١-٩)

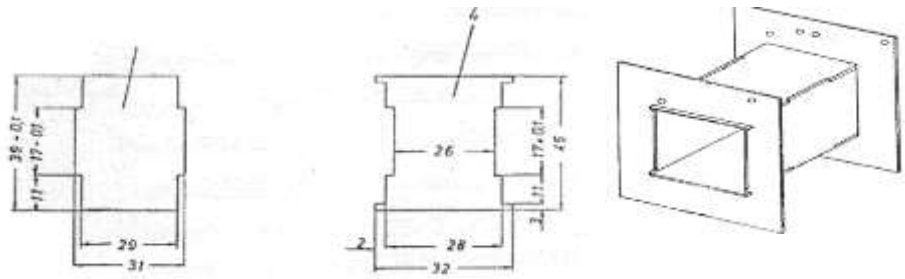
جـ- اللف التشطـــــــــــيري:

وتستخدم هذه الطريقة في حالة القلب الحديدي الخارجي وطريقة اللف كما بالشكل (١-١٠) توضع طبقة عزل حول الذراع الأوسط للقلب ثم طبقة من ملف الجهد العالي علي هيئة قرص ثم تعزل ثم توضع طبقة من ملف الجهد المنخفض علي هيئة قرص ثم تعزل ونكرر الخطوتين السابقتين حتى ننتهي من اللف كاملا ويراعي ترك مسافات بينية لمرور زيت التبريد . تستعمل هذه الطريقة للجهود المنخفضة وتمتاز بتقليل الفيض المغناطيسي المتسرب ومن عيوبها أنها تحتاج لدقة عزل عالية وأنها أقل تحملاً في حالة القصر



شكل (١-١٠)

تمرين عملى (١)				
اسم التمرين	بكرة محول كهربى من الفبر		اجتياز	
تاريخ الأبتداء		تاريخ الإنتهاء		مدة التنفيذ	
الهدف	التدريب على عمل بكرة من الفبر بطريقة التعشيق- التدريب على لف بكر المحولات			

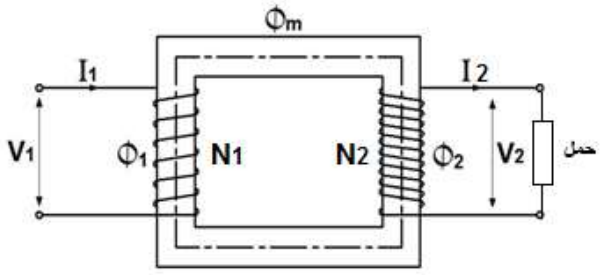


الادوات والاجهزة المستخدمة	
قدم صلب - شوكة علام - معدات لف- مقص صاج- مبرد مبطط ناعم ٦- جهاز أفوميتر	فبر ألواح سمك ١مم - سلك نحاس معزول ورنيش قطر مناسب- سلك نحاس معزول بلاستيك مفرد ١مم

	خطوات التنفيذ
١	الالتزام بقواعد السلامه المهنيه.
٢	يفسر الرسم المكتوب كما بالشكل المعطى.
٣	يتم تقطيع الفبر حسب الرسم كما بالمخطط
٤	يتم تسوية جوانب الوجهين باستخدام المبرد المبطط والزاوية القائمة وتصفيتها حسب ابعاد الرسم
٥	يتم تفريغ المربع الداخلى للوجهين وتسويته باستخدام المبرد المربع
٦	يتم عمل ثقبين بأحد الوجهين لخروج أطراف الملف
٧	يتم شنكرة جوانب القلب حسب الرسم
٨	يتم تصفية الجوانب وتشكيلها باستخدام المبرد المربع
٩	يتم تجميع البكرة الفبر كما بالمخطط

العلاقات الخاصة بالمحول المثالى

المحول المثالى هو أفتراض نظرى فقط حيث يستخدم لفهم المحول الحقيقى و يتركب المحول المثالى من ملفين لهما ممانعه حثية فقط وملفوفين حول قلب حديدى كما بشكل (١-١١) ويتصل الملف الأبتدائى بالمصدر والملف الثانوى بالحمل



شكل (١-١١)

يفترض فى المحول المثالى الفروض التاليه:

- لا يوجد فقد فى الطاقة . حيث تنتقل الطاقة من الملف الأبتدائى الى الملف الثانوى دون أى فقد وهذا معناه :

$$E_1 \times I_2 = E_2 \times I_1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

- أن الملفات ليس لها مقاومه لمرور التيار ، كذلك لا يوجد تسرب فى الفيض المغناطيسى وهذا معناه :

$$V_1 = E_1 \quad , \quad V_2 = E_2$$

وبالتالى نستطيع أستنتاج أن :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- القلب الحديدى له مغناطيسيه لا نهائيه أى أنه لا يحتاج الى تيار المغنطه فقط.

مثال :

محول وجه واحد قدرته **100** فولت أمبير وعدد لفات الأبتدائى ٦٠٠ لفه وعدد لفات الثانوى ٦٠ لفه وصل الملف الأبتدائى بمنبع جهد قيمته ٢٠٠ فولت أحسب :

- القوة الدافعه الكهربية فى الثانوى
- تيار الأبتدائى وتيار الثانوى.

الحـل

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{600}{60} = 10$$

$$V_2 = \frac{V_1}{10} = \frac{200}{10} = 20\ V\ E_2 =$$

$$I_1 = \frac{VA}{V_1} = \frac{100}{200} = 0.5\ A$$

$$I_2 = \frac{VA}{V_2} = \frac{100}{20} = 5\ A$$

معادلة القوة الدافعة الكهربية للمحول

كما عرفنا سابقا أن نظرية عمل المحول الكهربي تعتمد علي الحث الكهرومغناطيسي فعند توصيل الملف الابتدائي علي منبع جهد متردد فإنه يتولد به مجال مغناطيسي يقطع كلا الملفين .

فيتولد في الملف الابتدائي ق . د . ك تبعا للمعادلة

$$e_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

كذلك يتولد بالملف الثانوي ق . د . ك تبعا للمعادلة

$$e_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

من المعادلتين السابقتين يمكن إستنتاج أن :

$$\frac{e1}{e2} = \frac{N1}{N2}$$

وبفرض أن المحول مثالي (لا يوجد به مفاقيد) فإن

$$V_1 = E_1 \quad , \quad V_2 = E_2$$

حيث **V1** هو القيمة اللحظية لجهد المصدر و الذي يمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية :

$$\mathbf{V1} = V_m \, . \sin wt$$

وعلي ذلك تكون القيمة الفعالة للق . د .ك في لفة واحدة هي

$$e = 1.11 \times f \times \phi_m$$

وتكون الق . د .ك في الملف الابتدائي

$$N_1 \times e_1 = 4.44 \times f \times \phi_m$$

وتكون الق . د .ك في الملف الثانوي

$$N_2 \times e_2 = 4.44 \times f \times \phi_m$$

نسبة التحويل للمحول (**K**):

$$K = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

في المحول المثالي

$$\therefore K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

بما أن القدرة في المحول ثابتة

$$S = V_1 \, . \, I_1 = V_2 \, . \, I_2$$

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

$$\therefore K = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

مثال :

النسبة بين جهد الابتدائي وجهد الثانوي $\frac{2400}{240}$ ويعمل عند تردد **50 HZ** فإذا كان المحول يتغذي من مصدر جهد متردد **2400 V** وكانت القيمة العظمي للفيض المغناطيسي **7.5 m WB** احسب

- النسبة بين عدد لفات الابتدائي و الثانوي
- عدد لفات كل ملف

الحـل

اولاً ايجاد النسبة بين عدد لفات الابتدائي و الثانوي

$$K = \frac{N_1}{N_2} = \frac{2400}{240} = 10$$

ثانياً عدد لفات كل ملف

$$e_1 = 4.44 \times f \times \varphi_m \times N_1$$

$$N_1 = \frac{24000}{4.44 \times 50 \times 7.5 \times 10^{-3}} = 1442 \text{ Turn}$$

$$e_2 = 4.44 \times f \times \varphi_m \times N_2$$

$$N_2 = \frac{240}{4.44 \times 50 \times 7.5 \times 10^{-3}} = 144 \text{ Turn}$$

نشاط :

محول كهربي عدد لفات الملف الابتدائي ١٠٠ لفة والثانوي ٥٠ لفة فاذا كان الفيض المتبادل بالقلب الحديدي 0.02 Wb أحسب ال ق . د . ك المتولدة فعليا بالملف الابتدائي والثانوي وقارن بينهما من حيث القيمة وماذا تلاحظ .

الحل

$e1 = 4.44\ f\emptyset\ N1$

$e1 = 4.44 \times 50 \times 0.02 \times 100 = 444V$

$e2 = 4.44\ f\ N2\ \emptyset$

$e2 = 4.44 \times 50 \times 50 \times 0.02 = 222V$

ونلاحظ أن جهد الثانوي نصف جهد الابتدائي لأن عدد لفات الثانوي نصف الابتدائي وبالتالي هذا المحول يخفض بنسبة النصف

تدريب معرفي للطالب :

١. حاول أن تحدد في أي من الطرق الأتية سيعمل المحول ولماذا :-توصيل الملف الابتدائي بمصدر تيار متردد ، توصيل الملف الابتدائي بمصدر تيار مستمر

٢. محول كهربي عدد لفات الملف الابتدائي ١٠٠ لفة والثانوي ٣٠٠ لفة فاذا كان الفيض المتبادل بالقلب الحديدي 0.03 Wb أحسب ال ق . د . ك المتولدة فعليا بالملف الابتدائي والثانوي القيمة واذا علمت أن تيار الحمل ٥A وأوجد أيضا تيار المنبع وماذا تلاحظ من قيم ال ق . د . ك المتولدة فعليا في كلا من الملفين.

٢. تفسير متطلبات الحمل من جهد وتيار وقدرة كهربية :-

نعلم جيدا أن أنواع الأحمال ثلاثة وهي الحمل المادي (المقاومه) ، والحمل الحثي (الملف) ، والحمل السعوي (المكثف) وهذة الأحمال تتطلب قيمة جهد وتيار معين طبقا لقيمتها فى الدائرة أي يمكن أن يحتاج الحمل قيمة جهد كبير وتيار صغير والعكس وبالتالي لابد من استخدام المحول الكهربي المناسب سواء للخفض أو للرفع طبقا لقانون نسبة التحويل التي يرمز لها بالرمز (K) وهي :-

نسبة التحويل:- هي النسبة بين عدد لفات الابتدائي وعدد لفات الثانوي وتساوى:-

$$\mathbf{K} = \frac{I2}{I1} = \frac{N1}{N2} = \frac{E1}{E2}$$

ومن نسبة التحويل نلاحظ أن النسبة بين الجهد والتيار بالمحول نسبة عكسية أي المحول الرفع للجهد يكون خافض للتيار والعكس صحيح.

نشاط :

عندما تكون عدد لفات الثانوي نصف عدد لفات الابتدائي تكون نسبة التحويل مساوية ال $\frac{1}{2}$ أي يخفض الجهد النصف ويرفع التيار الضعف ،وعندما تكون عدد لفات الثانوي ضعف عدد لفات الابتدائي تكون نسبة التحويل مساوية ٢ أي يرفع الجهد الضعف ويخفض التيار النصف

وأيضا من خلال حساب الجهد والتيار من نسبة التحويل يمكن حساب قدرة دخل المحول الظاهرية (S1) ، وحساب قدرة خرج المحول الظاهرية (S2) من العلاقات الاتية :-

$S1 = I1 \times E1$

$S2 = I2 \times E2$

تدريب معرفي للطالب :

عزيزى الطالب حاول أن تحدد أي من النسب الاتيه لمحول رفع وأيهما لمحول خفض وما هي قيم هذة النسب:

١- محول عدد لفات الثانوي له ربع عدد لفات الابتدائي .

٢- محول عدد لفات الثانوي له عددها أربع أمثال لفات الابتدائي

تدريب مهاري للطالب :-

عزيزي الطالب حاول بأستخدام شنطة المحولات تجميع محول يخفض الجهد النصف ويرفع التيار والعكس

نشاط :

محول قدرة متصل بمصدر ٣٨٠ فولت وتيار ٥ أمبير فأذا كانت عدد لفات الملف الثانوي ١٠٠ لفه وعدد لفات الابتدائي ٢٠٠ لفه أحسب جهد وتيار الثانوى وكذلك قدرة الدخل وقدرة الخرج

الحل

$$K = \frac{I2}{I1} = \frac{N1}{N2} = \frac{E1}{E2}$$

$$\frac{N1}{N2} = \frac{E1}{E2}$$

$$\frac{200}{100} = \frac{380}{E2}$$

$$E2 = \frac{100 \times 380}{200} = 190V$$

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

$$\frac{I2}{5} = \frac{200}{100}$$

$$I2 = \frac{5 \times 200}{100} = 10A$$

$S1 = I1 \times E1 = 5 \times 380 = 1900VA$

$S2 = I2 \times E2 = 10 \times 190 = 1900VA$

ونلاحظ أن قدرة الخرج (S2) تساوى قدرة الدخل (S1) وهذا يعني أن المحول مثالي بدون أي فقد وهذا عند أهمال المقاومات والممانعات الداخلية للملفات وعمليا هذا لا يمكن .

بينما عند توصيل الحمل علي الملف الثانوي لا يمكن أهمال الفقد في المحول وهذا الفقد عبارة عن نوعين:

١- مفاقيد حديدية P_{h+e} :-وتنقسم لمفاقيد تيارات أعصارية ، وتخلف مغناطيسي ، وتسرب مغناطيسي وهي تعتمد علي رقائق الصلب السليكوني للقلب الحديدي ولذلك تسمي بالمفاقيد الثابتة وتحدد المفاقيد الحديدية عند اللاحمل للمحول

٢- مفاقيد نحاسية P_{cu} :- وهي المفاقيد التي تحدث بملفات المحول وهي تعتمد علي المقاومة الداخلية للملفات التي تختلف تبعا للعدد اللفات ومساحة مقطع كل ملف ولذلك تسمي بالمفاقيد المتغيرة وتحدد المفاقيد النحاسية الكلية عند قصر المحول ،

٣- أذا المفاقيد الكلية للمحول تكون عبارة عن مجموع المفاقيد الحديدية والمفاقيد النحاسية

$PLosses = P_{cu+P_{h+e}}$

<u>ونتيجة هذة المفاقيد تختلف قدرة الخرج الفعالة للحمل (P2)عن قدرة الدخل الفعالة للمصدر(P1)</u>
<u>ولحساب هذة القدرات كالتالي:-</u>

$P1 = P2 + losses$

$P2 = P1 - losses$

أو

$P2 = S2 \times cos\varnothing$

<u>ولحساب كفاءة المحول (الجودة) لابد من معرفة المقصود بالكفاءة</u>

الكفاءة للمحول (η) :- هى النسبة بين قدرة خرج المحول الفعالة وقدرة دخل المحول الفعالة

$$\eta = \frac{P2}{P1}\%$$

نشاط :

محول قدرة متصل بمصدر ١٠٠ فولت فأذا كانت عدد لفات الملف الثانوي ١٠٠ لفه , وتيار الحمل ٦,٢٥ امبير وعدد لفات الابتدائي ٥٠ لفه والقدرة الظاهرية للثانوي ٠,٥ ك . ف .أ والمفاقيد الحديدية ٥ وات والمفاقيد النحاسية ١٠ وات أحسب جهد الملف الثانوي، القدرة الفعالة للخرج عندما يكون معامل القدرة

٠,٨ تأخر ، المفاقيد الكلية للمحول ، القدرة الفعالة للدخل ، تيار الابتدائي ، كفاءة المحول

الحل

$$K = \frac{I2}{I1} = \frac{N1}{N2} = \frac{E1}{E2}$$

$$= \frac{E1}{E2}$$

$$\frac{N1}{N2}$$

$$\frac{50}{100} = \frac{400}{E2}$$

$$E2 = \frac{100 \times 400}{50} = 80V$$

$$P2 = S2 \times cos\varnothing =$$

$$P2 = 0.5 \times 1000 \times 0.8 = 400W$$

$$PLosses = P_{cu+P_{h+e}}$$

$$Plosses = 10 + 5 = 15W$$

$$P1 = P2 + Plosses =$$

$$P1 = 400 + 15 = 415W$$

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

$$\frac{6.25}{I1} = \frac{50}{100}$$

$$I1 = \frac{6.25 \times 100}{50} = 12.5A$$

$$\eta = \frac{P2}{P1}$$

$$\eta = \frac{400}{415}$$

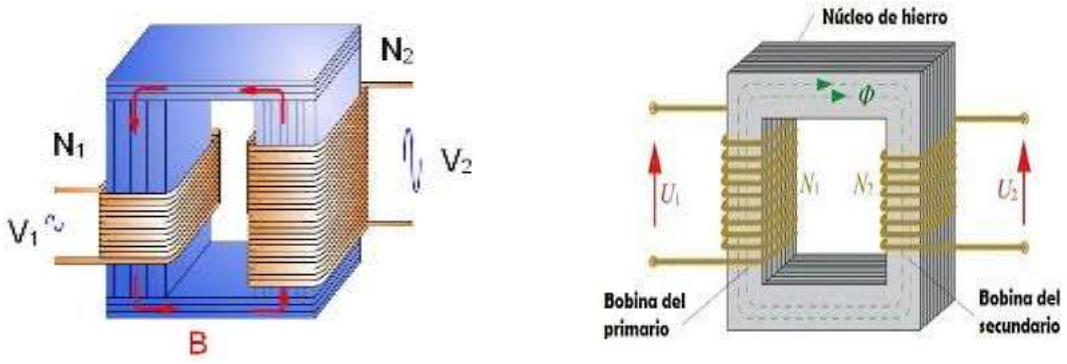
$$\eta = 0.964 \times ١٠٠ = ٩٦,٤\%$$

تدريب معرفي للطالب :-

محول قدرة متصل بمصدر ٥٠ فولت فأذا كانت عدد لفات الملف الثانوي ٥٠ لفه , وتيار الحمل ٣,١٢٥ امبير وعدد لفات الابتدائي ٢٥ لفه والقدرة الظاهرية للثانوي 0.25 ك . ف .أ والمفاقيد الحديدية 2.5 وات والمفاقيد النحاسية 5 وات أحسب جهد الملف الثانوي، القدرة الفعالة للخرج عندما يكون معامل القدرة 0.4 تأخر ، المفاقيد الكلية للمحول ، القدرة الفعالة للدخل ، تيار الابتدائي ، كفاءة المحول

٣. تحديد النوع المناسب للمحول طبقا لمتطلبات الحمل :-

مما سبق من نسبة التحويل يتتضح أن هناك نوعين رئيسيين للمحولات الكهربية كمابالشكل (١-١٢) وهما :-



شكل (١-١٢)

١- المحولات الكهربية الرافعة للجهد والخافضة للتيار وهي التي تتعامل مباشرة مع المصدر ويكون عدد لفات الملف الثانوي أكثر من عدد لفات الابتدائي ومساحة مقطع أسلاكه أصغر من الابتدائي كما بالشكل الأول

٢- المحولات الكهربية الخافضة للجهد والرافعة للتيار وهي التي تتعامل مباشرة مع الأحمال ويكون عدد لفات الملف الثانوي أقل من عدد لفات الابتدائي ومساحة مقطع أسلاكه أكبر من الابتدائي كما بالشكل الثاني

تدريب مهاري للطالب :- حاول عزيزي الطالب أختيار بكرتين لملفات محول يخفض الجهد بنسبة النصف ويرفع التيار للضعف وذلك من شنطة المحولات بالمعمل وتثبيتهم علي القلب الحديدي لتكوين محول خافض

٤. توصيل أطراف المحول بعناية للمصدر وللحمل :-

عند توصيل أطراف الملف الابتدائي بالمنبع ، وتوصيل أطراف الملف الثانوي بالحمل لابد من استخدام روزته توصيل الأسلاك لضمان الاتصال الجيد بين الأطراف .

تدريب مهاري للطالب :- عزيزي الطالب حاول ان توصل أطراف المحول التي قمت بتجميعه في التدريب السابق من خلال روزته توصيل الأطراف جيدا لضمان التوصيل الجيد مع المنبع والحمل

تمرين عملى (٢)					
اسم التمرين	التعرف على التوصيلات المختلفة للمحول ثلاثى الاوجه			اجتياز	
تاريخ الأبتداء		تاريخ الإنتهاء		مدة التنفيذ	
الهدف	ينفذ التوصيلات المختلفة للمحول ثلاثى الاوجة				

المخطط النظرى

الادوات والاجهزة المستخدمة	
محول وجه واحد	محول ثلاثى الاوجه

	خطوات التنفيذ	التقييم
١	الالتزام بقواعد السلامه المهنيه.	
٢	يفسر البيانات المكتوبه على لوحة بيانات المحول.	
٣	يفرق بين انواع التوصيلات ويميز بينها.	
٤	يحدد أطراف المحولات.	
٥	وضع المحول فى المكان المخصص لها.	
٦	تنظيف مكان العمل.	

مخرج (٢) يختبر أداء المحول الكهربي

حتي نتمكن من أجراء اختبارات المحول عند اللاحمل والحمل لابد من قراءة لوحة بياناته بإتقان من حيث جهد الدخل والخرج القدرة الظاهرية للخرج وعدد لفات الابتدائي والثانوي وسنتناول هذه النقاط بشئ من التفصيل كالاتي :-

١. تفسير لوحة بيانات المحول الكهربي الوجه الواحد :-

نلاحظ علي لوحة بيانات المحول الكهربي كما بشكل (٢-١) البسيط وجه واحد عدة قيم للتعرف علي نوع المحول من حيث استخدامه ومناسبته للحمل الذي اختير هذا المحول من أجله وهذه القيم هي :-

القدرة الظاهرية الأسمية للمحول وتقاس بوحدة (VA) ، جهد الدخل (Vi) ، وجهد الخرج (Vo) ، وعدد لفات الابتدائي (N1) ، وعدد لفات الثانوي (N2)

تدريب مهاري للطالب:- عزيزي الطالب حاول قراءة لوحة بيانات المحول المتاح لك بالورشة أو بالمعمل وتسجيل القيم المحددة علي المحول وما تدل عليه كل قيمه

شكل (٢-١)

تعليمات ضرورية عند أجراء أختبارات المحول الكهربي :-

قبل أجراء أي أختبار معملي ومهارى لابد من أتباع قواعد السلامه والصحة المهنية المتبعه بمكان العمل ومنها:-

١- ارتداء الزي المناسب للمعمل أو للورشة

٢- التأكد من فصل التيار عن مكونات المعمل أو الورشة

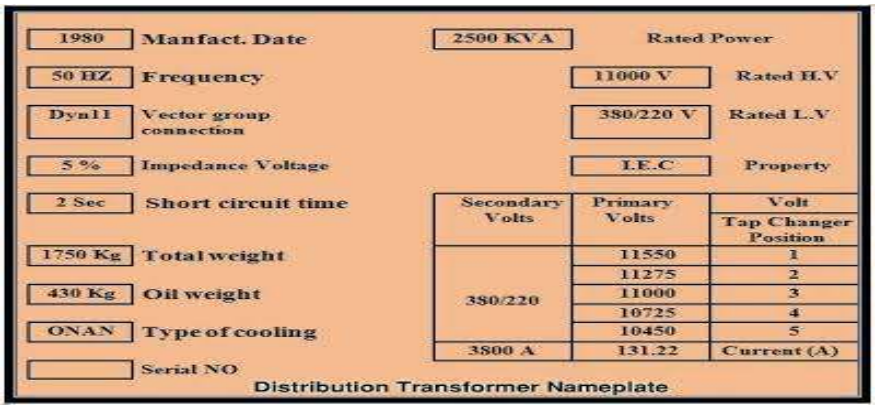
٣- ترتيب المكونات طبقا للدائرة الكهربية التي ستقوم بتنفيذها

٤- اختيار نوع المصدر المطلوب لتغذية الدائرة

٥- التأكد من سلامة الأسلاك المستخدمة في التوصيل

تمرين عملى (٣)					
اسم التمرين	التعرف على المقننات الأساسية للمحول			اجتياز	
تاريخ الأبتداء		تاريخ الإنتهاء		مدة التنفيذ	
الهدف	يسجل بيانات المحول ثلاثي الأوجه ومقنناته الاساسية				

المخطط النظرى



الادوات والاجهزة المستخدمة	
لوحة بيانات محول ثلاثى الاوجة	

خطوات التنفيذ	
الالتزام بقواعد السلامه المهنيه.	١
يفسر البيانات المكتوبه على لوحة بيانات المحول.	٢
يفرق بين انواع التوصيلات ويميز بينها.	٣
يحدد أطراف المحولات.	٤
وضع المحول فى المكان المخصص لها.	٥
تنظيف مكان العمل.	٦

٢. أجراء أختبار المحول في اللاحمل :-

الهدف :- ١- قياس تيار اللاحمل ٢- قياس جهد الابتدائي ٣- قياس القدرة المفقودة عند اللاحمل والتي تعبر عن المفاقيد الحديدية

الاجهزة المستخدمة :-

١-منبع قدره متغير متحكم في قيمته

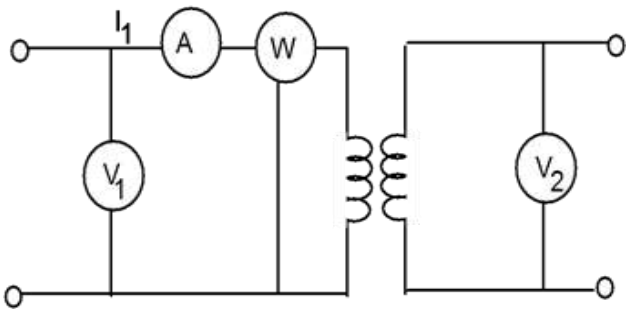
٢-أسلاك توصيل

٣-محول قدرة وجه واحد

٤- عدد ٢ فولتميتر متردد

٥-جهاز واتميتر

٦- جهاز أميتر متردد



خطوات العمل لأجراء الاختبار عند اللاحمل :-

١- يتم توصيل الابتدائي بالمصدر المتردد المتحكم في قيمته بقيمة مناسبة

٢- يتم توصيل الثانوي بجهاز الفولتميتر الذي يمثل الدائرة المفتوحة لأن القولتميتر مقاومته صغيرة جدا

٣- يتم توصيل جهاز الأميتر علي أحد أطراف الأبتدائي (توالي

٤- يتم توصيل جهاز فولتميتر علي طرفي الملف الأبتدائي

٥- يتم توصيل جهاز واتميتر بين المصدر المتردد المتحكم في قيمته وطرفي الملف الابتدائي

٦- نضبط جهد المصدر المحكوم من الصفر لقيمه مناسبه ونسجل القراءات

٧- نغير جهد المصدر المحكوم ونسجل القراءات مرة أخري

الاستنتاج :-

١- قراءة جهاز الأميتر هي تيار اللاحمل والذي يكون صغير جدا لعدم وجود حمل يسحب تيار

٢ – قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بالابتدائي هي جهد المصدر (V1)

٣- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بالثانوي هي جهد اللاحمل (V2)

٤- قراءة الواتميتر هي المفاقيد الحديدية (P_{h+e})

تدريب معرفي للطالب:- ١- عزيزى الطالب حاول أن تحدد أسم الجهاز التي يمكن توصيلة في الدائرة المفتوحة للمحول .

٢- حاول أيضا تحديد الكميات التي يتم قياسها عند أختبار المحول في اللاحمل .

تدريب مهارى للطالب :-

١- عزيزى الطالب قم بتنفيذ مخطط لدائرة المحول في اللاحمل.

٢- أستخدم هذا المخطط في أجراء التوصيلات الكهربية لدائرة المحول عند فتح دائرة الثانوي .

٣. أختبار المحول عند توصيلة بالأحمال المختلفة :-

الهدف :-

١- قياس تيار الابتدائي ٢- قياس تيار الثانوي ٣- قياس القدرة المفقودة مع الأحمال المختلفة والتي تعبر عن المفاقيدالنحاسية

الاجهزة المستخدمة :-

١-منبع قدره متغير متحكم في قيمته

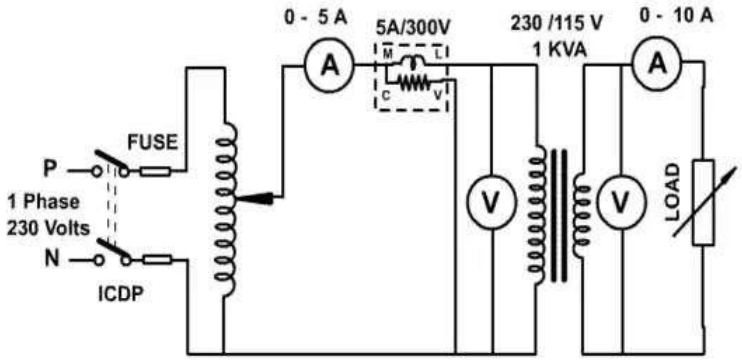
٢-أسلاك توصيل

٣-محول قدرة وجه واحد

٤- عدد ٢ أميتر متردد

٥-جهاز واتميتر

٦- عدد ٢ جهاز فولتميتر متردد



خطوات العمل لأجراء الاختبار عند اللاحمل :-

١- يتم توصيل الابتدائي بالمصدر المتردد المتحكم في قيمته بقيمة مناسبة

٢- يتم توصيل الثانوي مع الحمل المادي (المقاومه) ثم مع الحمل الحثي (الملف) ثم مع الحمل السعوي (المكثف)

٣- يتم توصيل جهاز الأميتر علي أحد أطراف الأبتدائي (توالي)

٤-يتم توصيل جهاز أميتر علي أحد أطراف الملف الثانوي والأحمال المختلفة

٥- يتم توصيل جهاز فولتميتر علي طرفي الملف الأبتدائي

٦- يتم توصيل جهاز فولتميتر علي طرفي الملف الثانوي

٧- يتم توصيل جهاز واتميتر بين المصدر المتردد المتحكم في قيمته وطرفي الملف الابتدائي

٨- نضبط جهد المصدر المحكوم من الصفر لقيمه مناسبه ونسجل القراءات

٩- نغير جهد المصدرالمحكوم ونسجل القراءات مرة أخري

الاستنتاج :-

١- قراءة جهاز الأميتر المتصل بالابتدائي هي تيار المصدر (I1)

٢ – قراءة جهاز الأميتر المتصل علي أحد أطراف الثانوي والحمل هو تيار الحمل (I2)

٣- قراءة الواتميتر هي المفاقيد الحديدية (P_{cu})

٤- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل علي طرفي الابتدائي هو جهد المنبع

٥-قراءة جهاز الفولتميتر المتصل علي طرفي الثانوي هو جهد الحمل

تدريب معرفي للطالب:-

حاول عزيزي الطالب تحديد الكميات التي يتم قياسها عند أختبار المحول في التحميل

عزيزى الطالب قم بتنفيذ مخطط لدائرة المحول في حالة توصيله مع الأحمال المختلفة

تدريب مهارى للطالب :-

١- أستخدم هذا المخطط في أجراء التوصيلات الكهربية لدائرة المحول عند توصيله مع الاحمال المختلفة ثم قارن بين المفاقيد النحاسية في حالات الحمل المختلفة

٢- عزيزي الطالب سجل قيمتين للجهد لكل ملفي المحول أو للتيار ثم أحسب منهم ثابت نسبة التحويل (K)

٤. تنفيذ أختبارالقطبية للمحول الكهربي (تحديد أطراف ملف الجهد العالي وأطراف ملف الجهد المنخفض)

حتي نتمكن من تحديد الأطراف الخاصة بملف الجهد العالي وملف الجهد المنخفض لابد وأن نعلم جيدا أن المجال الذي يقطع ملفي المحول ذو اتجاه واحد عند توصيل الأطراف توصيلا صحيحا ومرتبا فتتولد في كلا منهما ق . د . ك قيمتها (e1) ، و (e2) الفعليه لكلا من الملفين ، أما اذا عكست الأطراف يكون هناك مجالين متضادين فيلاشي كلا منهما الأخر فتكون محصلة ال ق . د . ك المتولدة تقريبا تساوي الصفر أو تكون صغيرة جدا ويمر تيار كبير بالطبع ولأثبات ذلك سنقوم بعمل النشاط المعملي الأتي :-

نشاط معملي :-

<u>تحديد أطراف ملف الجهد العالي والجهد المنخفض لمحول كهربى وجه واحد بسيط</u>

الهدف من النشاط :-

تحديد طرفي ملف الجهد العالي وطرفي الجهد المنخفض

الأجهزة والمكونات المستخدمة :-

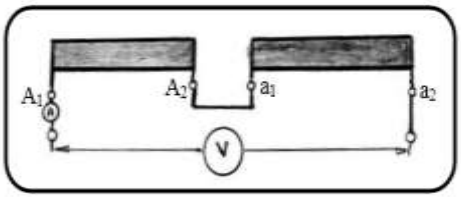
١- منبع قدرة تيار متردد متحكم في قيمته

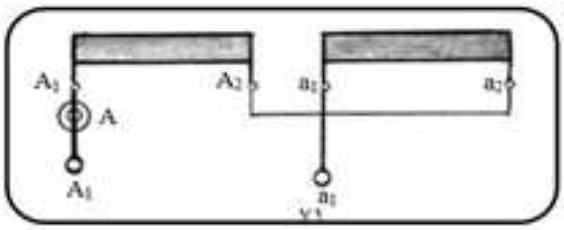
٢- أسلاك توصيل

٣- محول قدره وجه واحد بسيط

٤- جهاز فولتميتر متردد

٥- جهاز أميتر متردد





خطوات العمل :-

١- يتم فرض رموز لكل طرفين معا من أطراف المحول حيث يكون رمز طرفي ملف الجهد العالي (A2،A1) وطرفي ملف الجهد المنخفض (a1، a2) وتحدد كل طرفين بأي علامه كالوان مثلا

٢- يتم توصيل الطرف (A2) مع الطرف (a1)

٣- يتم توصيل مصدر تيار متردد بعد ضبط قيمته عند القيمه المناسبة لدخل المحول بين الطرفين (A1 ، a2)

٤- يتم توصيل جهاز فولتميتر بين الطرفين (A1، a2) المتصلين بالمصدر

٥- يتم توصيل جهاأميترعلي أحدي الطرفي (A1، a2)

الاستنتاج :-

١- أذا كانت الأطراف صحيحه يقرأ الفولتمتر قيمة جهد تساوى الفرق بين جهد المصدر ومجموع ال ق . د . ك لكلا من ملفي المحول ويقرأ الأميتر تيار مناسب كما بالشكل الاول

٢- أما اذا كان الأطراف غير صحيحة يقرأ الفولتميتر قيمة صغيرة جدا تكاد تقترب من الصفر ويقرأ الاميتر تيار كبير كما بالشكل الثاني.

تدريب معرفي للطالب :-

حاول عزيزي الطالب تحديد في أي من الحالات الأتية تكون الأطراف صحيحة وفي أى الحالات تكون غير صحيحة للمحول الكهربي :-

١-أذا قرأ جهاز الفولتميتر قيمه صغيرة تمثل الفرق بين جهد المصدر المتصل به المحول ومجموع ال ق . د . ك لملفي المحول

٢-أذا قرأ جهاز الأميتر قيمة تيار صغير نسبيا ولماذا يقرأ تيار صغير نسبيا

٣-أذا قرأ جهاز الأميتر تيار كبير نسبيا ولماذا يقرأ تيار كبير نسبيا 3-

٤-أذا قرأ جهاز الفولتميتر قيمة صعيرة جدا تكاد تكون صفر ولماذا يقرأ قيمه صغيره جدا

تدريب معرفي للطالب :-

عزيزي الطالب حاول أن تنفذ مخطط لدائرتي تحديد أطراف المحول أذا كان التوصيل صحيحا و أذا كان التوصيل غير صحيح

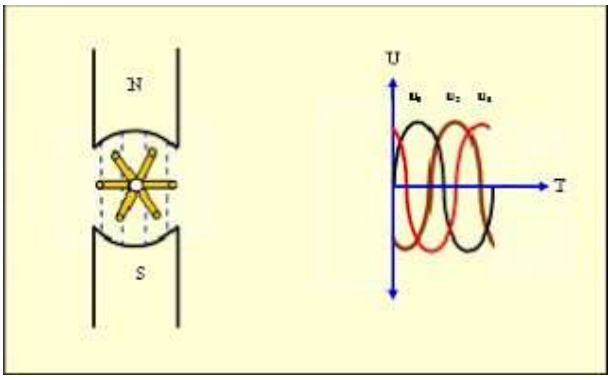
تدريب مهاري للطالب :-

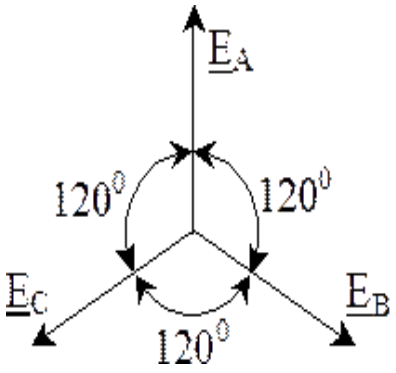
حاول عزيزي الطالب أجراء أختبار تحديد أطراف المحول طبقا للمخطط الذي قمت بتنفيذه في معملك

مخرج (٣) ينفذ الدوائر الكهربية الثلاثية الأوجه

لابد و أن تعلم عزيزي الطالب لكي تتمكن من تنفيذ أي دائرة كهربية ثلاثية الأوجه يجب أن تكون علي قدر من المعرفة عن كيفية توليد التيار المتردد الثلاثي الأوجه علي النحو التالي :-

بوجود ثلاثة ملفات (ثلاثة أوجه) بحيث يكون بين كل وجه و أخر زاوية وجه (طور) تساوي 120° كمابشكل (٣-١) وتقطع هذه الملفات خطوط الفيض المغناطيسي فأنه تتولد بهذه الملفات ق . د . ك ذو ثلاث موجات جيبية في الدورة الواحدة بين كل ق . د . ك وأخري زاوية وجه 120° كما بمخطط متجهات ال ق . د . ك الموضح بالشكل ليمر تيار متردد ثلاثي الأوجه لتغذية الأحمال الثلاثية الأوجه كما بالشكل .



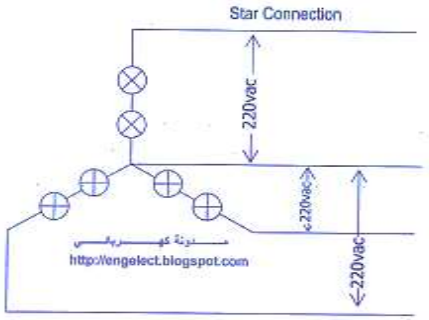


شكل (٣-١)

١. **توصيل ثلاثة أحمال بطريقتى النجمه والدلتا :-**
٢. **يفاضل بين كميات الوجه وكميات الخط من حيث المقدار والزاوية.**

- **التوصيل نجمه لثلاثة أحمال :-**

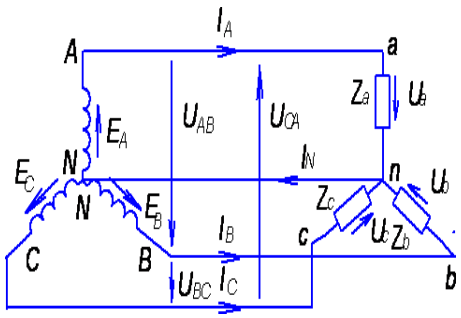
وفيها يتم توصيل نهايات أطراف الأحمال كما بشكل (٣-٢) معا في نقطة واحدة تسمي نقطة التعادل وتترك البدايات للتوصيل مع المصدر الثلاثي الأوجه



شكل (٣-٢)

نظامي توصيل الأحمال المتصلة بطريقة النجمه (Y) :-

نظام أربعة أسلاك اذا كان الحمل غير متزن أي الخروج بالثلاثة بدايات وأيضا طرف رابع من نقطة التعادل يسمي بخط التعادل والذى تكون مجموع التيارات الماره به لا تساوي الصفر ويتم توصيل هذا الحمل بالمصدر الثلاثي الأوجه ذوالأربع أطراف ولا يمكن توصيله بالمصدر ذو الثلاث أطراف لعدم وجود خط تعادل بالمصدر كما (٣-٣) .



شكل (٣-٣)

١- نظام الثلاثة أسلاك اذا كان الحمل متزن أي الخروج بالثلاثة بدايات فقط دون الخروج بطرف التعادل لأنه في هذه الحالة مجموع التيارات المارة به تساوي الصفر و يتم توصيل هذا الحمل مع المصدر ذو الثلاثة أطراف أو الأربع اطراف كما بالشكل (٣-٤) .

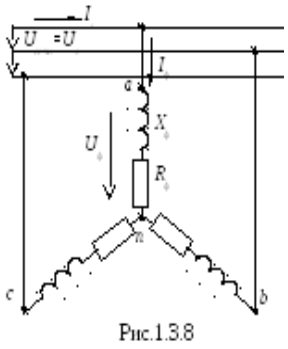
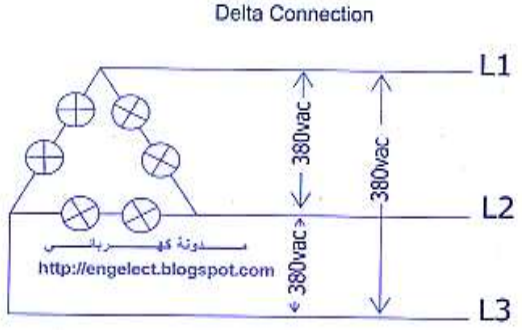


Рис.1.3.8

شكل (٣-٤)

٢- **التوصيل دلتا لثلاثة أحمال :-** وفيها يتم توصيل نهاية كل طرف من أطراف الحمل مع بداية طرف الحمل الذي يليه كما بالشكل (٣-٥) .



شكل (٣-٥)

نظام توصيل الحمل المتصل بطريقة الدلتا (Δ) :-

ولها نظام واحد فقط وهو ثلاثة أسلاك أي الخروج بطرف من كل نهاية مع بداية متصلين معا وهي تستخدم أذا كان هذا الحمل متزن ويتم توصيل هذا الحمل كما بالشكل(٣-٦) بمصدر ذو ثلاث أطراف أو أربع أسلاك.

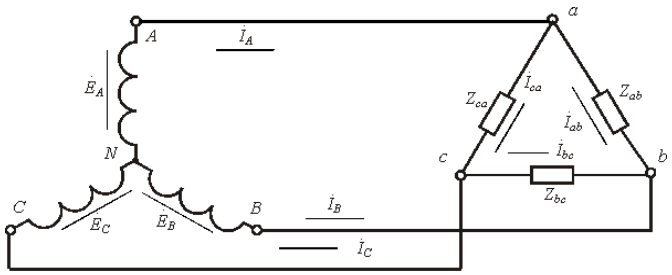


Рис. 2.21

شكل (٣-٦)

ومما سبق يتضح أن هناك حالتين للحمل الثلاثي الأوجه وهما الحمل المتزن والغير متزن فما هو كلا منهما:

الحمل المتزن :-

هو الحمل الذي يسحب تيارات متساويه ومجموع تيارات خط التعادل له تساوي صفر عند توصيله نجمه بينما في الدلتا لا يوجد خط تعادل

الحمل الغير متزن :-

هو الحمل الذي يسحب تيارات غير متساوية ومجموع تيارات خط التعادل له لا تساوي الصفر

نشاط مهارى معملى :- كيفية توصيل ثلاثة أحمال نجمة ودلتا

أولا:- نشاط توصيل ثلاثة أحمال نجمه:-

الهدف من النشاط :-

١- توصيل ثلاثة أحمال (مقاومات ، ملفات ، مكثفات) بطريقة النجمة

٢- توصيل ثلاثة أحمال متزنه وغير متزنه

الأجهزه والمكونات المستخدمة :-

١- منبع قدرة تيار متردد ثلاثي الأوجه

٢- أسلاك توصيل بالألوان الرئيسية لخطوط الكهرباء (أحمر، أصفر، ازرق) ولخط التعادل اللون الاسود

٣- ثلاثة مقاومات كهربية بقيم متساوية وأخري بقيم غير متساوية كحمل

خطوات العمل للنشاط :-

١- يتم توصيل نهايات المقاومات المتساوية مع بعضها في نقطة واحدة

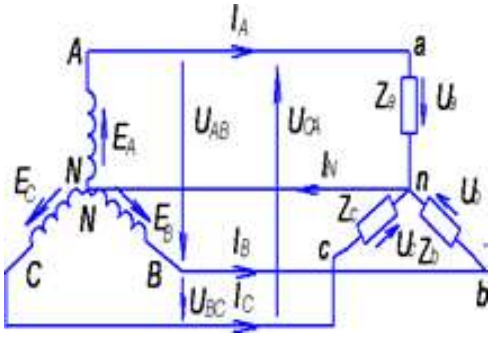
٢- يتم توصيل بدايات المقاومات المتساوية بحيث كل بداية بسلك بأحد الألوان فتكون البداية الأولي بسلك أحمر والثانية باللون الأصفر والثالثة باللون الأزرق

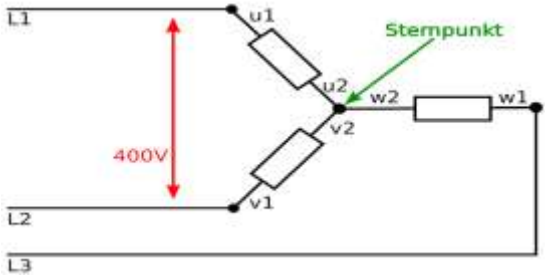
٣- توصيل منبع التغذية بدون خط التعادل مع الثلاثة مقاومات المتساوية المتصلة نجمة متزنة

٤- يتم توصيل نهايات المقاومات الغير متساوية مع بعضها في نقطة واحدة

٥- يتم توصيل بدايات المقاومات الغير متساوية القيمة بحيث كل بداية بسلك بأحد الألوان فتكون البداية الأولي بسلك أحمر والثانية باللون الأصفر والثالثة باللون الأزرق مع توصيل نقطة تجميع النهايات بخط التعادل باللسلك ذو اللون الأسود

٦- توصيل منبع التغذية المزود بخط التعادل مع الثلاثة مقاومات الغير متساوية المتصلة نجمة غير متزنة





الاستنتاج للنشاط :-

١- في حالة المقاومات المتساوية القيم المتصلة كنجمة متزنة أمكن توصيله بالمصدر الثلاثي الأوجه بدون خط التعادل لأن الحمل متزن فتكون مجموع تيارات خط التعادل مساوية للصفر

٢-في حالة المقاومات الغير متساوية القيم المتصلة كنجمة غير متزنة أمكن توصيله بالمصدر الثلاثي الأوجه مع وجود خط التعادل لأن الحمل غير متزنه فتكون مجموع تيارات خط التعادل غير مساوية للصفر

تدريب معرفي للطالب :-

١- عزيزي الطالب حاول تنفيذ مخطط لدائرة حمل مادي أو سعوي أو حثي ثلاثي الأوجه متصل دلتا مع كتابة كل ما يلزم لتنفيذ التدريب من هدف وأجهزه وخطوات واستنتاج

تدريب مهاري معملي للطالب :-

- حاول عزيزي الطالب أجراء تجربه معمليه للمخطط التي قمت بتنفيذه لدائرة الحمل الثلاثي المتصل دلتا

ثانيا:- العلاقات بين كميات النجمة من جهد خط وجهد وجه وتيار خط وتيار وجه وأيضا العلاقات بين نفس الكميات للدلتا:-

جهد الخط :- وهو محصلة المجموع الاتجاهي لجهد وجهين

جهد الوجه:- وهو الجهد بين بداية ونهاية وجه

تيار الخط:- هو محصلة المجموع الاتجاهي لتيار وجهين معا

تيار الوجه:- هو التيار المار بكل وجه

أولا :- العلاقة بين كميات النجمة :-

$$V_L = \sqrt{3}$$
$$I_L = Iph$$

نلاحظ من العلاقة بين جهد الخط وجهد الوجه لتوصيلة النجمة أن جهد الخط يساوي محصلة جهد وجهين كما بعلاقة الجهد ، بينما تيار الخط يساوي تيار الوجه كما بعلاقة التيار.

ثانيا :- العلاقة بين كميات الدلتا :-

$$V_L = V_{ph} I_L = \sqrt{3} I_{ph}$$

نلاحظ من العلاقة بين تيار الخط وتيار الوجه لتوصيلة الدلتا أن تيار الخط يساوي محصلة تيار وجهين كما بعلاقة التيار، بينما جهد الخط يساوي جهد الوجه كما بعلاقة الجهد.

تدريب معرفي للطالب:- ١- حاول عزيزي الطالب توضح الفرق بين جهد الخط في النجمة وجهد الخط في الدلتا

٢- عزيزي الطالب حاول أن توضح الفرق بين تيار الخط في الدلتا وتيار الخط في النجمة

٣. بناء الدوائر الثلاثية الأوجه المتصلة بالحمل وأستخدام أجهزة القياس فيها لقياس الكميات الكهربية المختلفة لها:-

نشاط معملي :-

قياس جهد الخط وجهد الوجه وتيار الخط والوجه وتيار التعادل والقدرة لحمل ثلاثي الاوجه متصل نجمه متزن وغير متزن :-

الهدف من النشاط :-

١- قياس جهد الخط وجهد الوجه في حالتي الحمل المتزن والغير متزن

٢- قياس تيار الخط وتيار الوجه في حالتي الحمل المتزن والغير متزن

٣- قياس تيار خط التعادل في حالتي الحمل المتزن والغير متزن

٤- قياس القدرة في حالتي الحمل المتزن والغير متزن

الأجهزة والمكونات المستخدمة لاجراء النشاط :-

١- مصدر قدرة تيار متردد ثلاثي الأوجه ذو أربعة أسلاك

٢- أسلاك توصيل ذو الاربعة الوان المتعارف عليها

٣- مجموعة أحمال (مادية أو حثية أو سعوية) متزنة وغير متزنة

٤- عدد ٤ جهاز أميتر متردد

٥- عدد ٦ جهاز فولتميتر متردد

٦- عدد ٣ جهاز واتميتر

خطوات عمل النشاط : -

١- يتم توصيل ثلاثة أحمال بطريقة النجمه المتزنه

٢- يتم توصيل الثلاثة بدايات للحمل بالأسلاك ذو الألوان المحددة بالمنبع الثلاثي الأوجه وتوصيل طرف التعادل

٣- يتم توصيل جهاز أميتر علي أحد بدايات الأوجه الثلاثة

٤- يتم توصيل جهاز أميتر علي خط التعادل

٥- يتم توصيل جهاز فولتميتر بين بداية أحد الأوجه وخط التعادل

٦- يتم توصيل جهاز فولتميتر بين أي بدايتين لأي وجهين من الثلاثة أوجه

٧- يتم توصيل جهاز واتميتر بين بداية أحد الأوجه وخط التعادل

٨- يتم توصيل ثلاثة أحمال بطريقة النجمه الغير المتزنه

٩- يتم توصيل الثلاثة بدايات للحمل بالأسلاك ذو الألوان المحددة بالمنبع الثلاثي الأوجه وتوصيل طرف التعادل

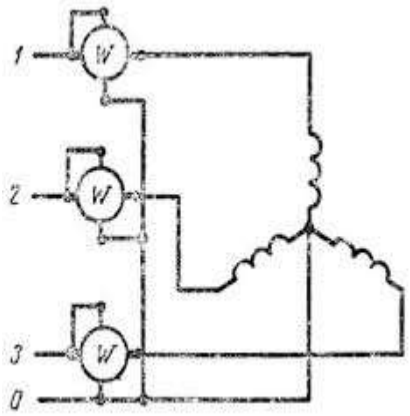
١٠- يتم توصيل ٣جهاز أميتر علي بدايات الأوجه الثلاثة

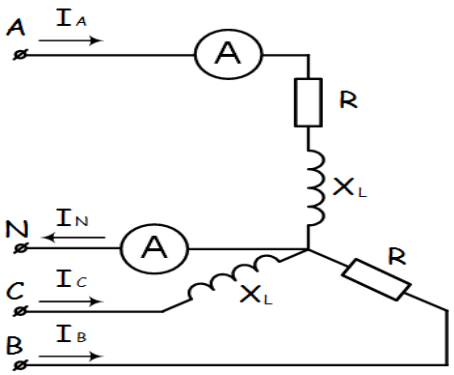
١١- يتم توصيل جهاز أميتر علي خط التعادل

١٢- يتم توصيل ٣جهاز فولتميتر بين بداية كل وجه وخط التعادل

١٣- يتم توصيل٣ جهاز فولتميتر بين كل بدايتين لكل وجهين من الثلاثة أوجه

١٤- يتم توصيل ٣جهاز واتميتر بين بداية كل وجه وخط التعادل.





الاستنتاج :-

في حالة الحمل الثلاثي الاوجه نجمة متزن نلاحظ الأتي من الخطوات ١ الي ٧:-

١- قراءة الاميتر المتصل علي بداية أحد الأوجه هو تيار الخط والذي يساوي تيار الوجه طبقا للعلاقة بينهم في توصيلة النجمة وعند قراءته علي أي بداية تكون نفس القيمة لأن الحمل متزن

٢- قراءة الاميتر المتصل بخط التعادل يساوى صفر لأن الحمل متزن

٣- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بين البداية والتعادل هو جهد الوجه والذي يساوي تقريبا نصف جهد الخط

٤- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بين البدايتين هو جهد الخط الذي يساوي محصلة جهد وجهين

٥- قراءة جهاز الواتميتر بين البداية وخط التعادل هي قدرة الوجه الواحد ولان الحمل متزن تضرب في ٣ لحساب القدرة الكلية للحمل

في حالة الحمل الثلاثي الأوجه نجمه غير متزن نلاحظ الأتي من الخطوات ٨ الي ١٤ :-

١- قراءة عدد ٣ اميتر المتصلة علي بدايات الأوجه هو تيار الخط والذي يساوي تيار الوجه طبقا للعلاقة بينهم في توصيلة النجمة ونلاحظ أن كل تيار مختلف من خط لأخر أو من وجه لأخر

٢- قراءة الاميتر المتصل بخط التعادل لا يساوى الصفر لأن الحمل غير متزن

٣- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بين البداية والتعادل هو جهد الوجه والذي يساوي تقريبا نصف جهد الخط

٤- قراءة جهاز الفولتميتر المتصل بين البدايتين هو جهد الخط الذي يساوي محصلة جهد وجهين

٥- قراءة عدد ٣ جهاز واتميتر بين كل بداية وخط التعادل هي قدرة الوجه الواحد ولان الحمل غير متزن تكون قيمة كل قدرة مختلفة عن الأخرى و لحساب القدرة الكلية للحمل يتم جمع الثلاث قراءات لأجهزة الواتميتر.

نشاط معملى :-

قياس جهد الخط وجهد الوجه وتيار الخط والوجه والقدرة لحمل ثلاثي الاوجه متصل دلتا:-

الهدف من النشاط :-

١- قياس جهد الخط وجهد الوجه في لتوصيلة الدلتا

قياس تيار الخط وتيار الوجه لتوصيلة الدلتا

قياس تيار خط التعادل في حالتي الحمل المتزن والغير متزن

قياس القدرة لتوصيلة الدلتا

الأجهزة والمكونات المستخدمة لاجراء النشاط :-

١-مصدر قدرة تيار متردد ثلاثي الأوجه ذو ثلاثة أسلاك

٢-أسلاك توصيل ذو الثلاثة الوان المتعارف عليها

٣-مجموعة أحمال (مادية أو حثية أو سعوية) متزنة

٤-عدد ٢ جهاز أميتر متردد

٥-عدد ١ جهاز فولتميتر مترد د

٦-عدد ١ جهاز واتميتر أو ٢ واتميتر للاستدلال علي أن قدرة كل وجه تساوي الأخرة لان الحمل دلتا متزنه

خطوات عمل النشاط:-

١- يتم توصيل ثلاثة أحمال متزنه بطريقة الدلتا

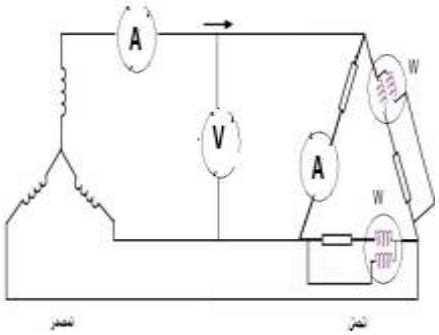
٢- يتم توصيل الحمل الثلاثي المتصل دلتا مع المصدر المتردد الثلاثي الأوجه بأسلاك التوصيل ذو الألوان المتعارف عليها

٣- يتم توصيل جهاز أميتر علي أي خط من الخطوط الثلاثة للدلتا

٤- يتم توصيل جهاز أميتر علي أحد الأوجه الثلاثة للحمل

٥- يتم توصيل فولتميتر بين أي خطين من الخطوط الثلاثة

٦- يتم توصيل جهاز الواتميتر علي أحد الأوجه الثلاثة أو ٢ واتميتر كلا منهما علي وجه من الأوجه الثلاثة للاستدلال علي تساوي القدرة للحمل الدلتا



الاستنتاج:-

١- قراءة الاميتر المتصل علي أحد الخطوط هي تيار الخط وهو يساوي محصلة تيار وجهين

٢- قراءة الاميتر المتصل علي أحد الأوجه هي تيار الوجه وهو يساوي تقريبا نصف تيار الخط

٣- قراءة الفولتميتر هي جهد الخط أو جهد الوجه لانهم متساويين طبقا للعلاقة بينهم

٤- قراءة الواتميتر المتصل بأحد الأوجه هي قدرة الوجه والتي يتم ضربها في ٣ لأن الحمل متزن لايجاد القدره الكلية وقراءة الواتميتر الثاني نجدها تساوي قراءة الواتميتر الأول وهذا للاستدلال فقط لان الدلتا تعمل في الأنظمة المتزنة فقط.

تدريب معرفي للطالب :-

عزيزي الطالب حاول أن ترسم مخطط لدائر حمل سعوي ثلاثي الأوجه متصل نجمه ومره أخري متصل دلتا

تدريب مهاري للطالب :-

حاول عزيزي الطالب أن تنفذ الدوائر الثلاثية الأوجه للحمل السعوي التي قمت برسمه سابقا مع تسجيل الهدف والاجهزة والمكونات المستخدمه وخطوات التنفيذ والاستنتاج لهذه الدوائر

٤. حساب القدرة الكهربيه في الدوائر الثلاثية الأوجه المتزنة بدلالة الكميات الخطية والوجهية للجهد والتيار:-

نعلم جيدا أن هناك ثلاثة أنواع للقدرة في دوائر التيار المتردد وهي

القدره الظاهرية (الكليه) ، القدره الفعالة (المستهلكه) ، القدرة الغير فعاله ، ولهذا يجب أن نتعرف علي العلاقات التي توضح كل من هذة القدرات في دوائر التيار المتردد الثلاثية الأوجه سواء الأحمال نجمه أو دلتا بدلالة الوجه والخط علي النحو التالي :-

$$S_L = \sqrt{3} \times I_L \times V_L$$

$$S_{ph} = 3 \times V_{ph} \times I_{ph}$$

$$P_L = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos\emptyset$$

$$P_{ph} = 3 \times I_{ph} \times V_{ph} \times \cos\emptyset$$

$$Q_L = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \sin\emptyset$$

$$Q_{Ph} = 3 \times V_{Ph} \times I_{Ph} \times \sin\emptyset$$

نشاط معرفي للطالب :-

حمل ثلاثي الأوجه متزن و متصل بمصدر ثلاثي الجهد بين بدايتين ٣٠٠ فولت والحمل يحتوي في كل وجه علي مقاومة مادية قيمتها ١٥ Ω أحسب القدرة المستهلكة بالحمل علما بأن معامل القدرة ٠,٨

تدريب معرفي للطالب :-

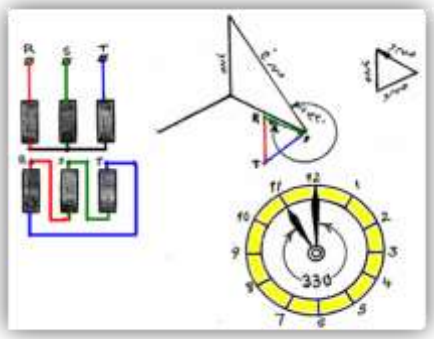
حاول عزيزي الطالب أن تحسب القدرة الفعالة للحمل السابق ولكن عند توصيله دلتا

مخرج التعلم (٤) تحليل عمل المحول الثلاثي الأوجه :-

لكي نفهم جيدا عمل المحول الثلاثي الاوجه لابد من التعرف علي التوصيل الداخلي لملفات المحول الثلاثي ونسبة التحويل لكل طريقة من طرق توصيل المحول الثلاثي وهذا طبقا للوحة البيانات التي تخص المحول الثلاثي المطلوب تركيبة داخل المنشأة مع ملاحظة ضرورة عمل تأريض جسم المحول وهذا سوف نقوم بشرحه من خلال عدة معايير علي النحو التالي :-

أولا :- حساب نسبة التحويل للتوصيلات المختلفة الداخلية لملفات المحول الثلاثي الأوجه :-

توصل ملفات المحول الثلاثية الأوجه بعدة طرق وهي :- النجمه / نجمه ، الدلتا / دلتا ، النجمه / دلتا ، الدلتا / نجمه ، النجمه / الزجزاج وقبل أن نبدأ في مميزات وعيوب ونسبة تحويل كل طريقة لابد و أن نعرف قيمة زاوية الوجه لكل طرقة توصيل كالتالي:- زاوية الوجه بين ملفات الجهد العالي والجهد المنخفض من المعلوم أن التيار في الملف الثانوي يكون متعاكساً في الإتجاه مع تيار الملف الإبتدائي طبقاً لقانون لنز. ولكن زاوية الوجه بين الجهد العالي والجهد المنخفض المتولدة في الملفات المركبة على قلب واحد تكون في اتفاق وجهي ، إلا أنه في المحولات الثلاثية الأوجه يكون لشكل التوصيلة تأثير في احداث إختلاف في زاوية الوجه بين ملفات الجهد العالي وملفات الجهد المنخفض، أما إذا كانت التوصيلات متشابهة في شكل التوصيل (نجمة / نجمة أو دلتا / دلتا) فإنه يكون هناك اتفاق وجهي إذا أخذنا زاوية الوجه بين الجهد العالي والجهد المنخفض كأساس لتقسيم توصيل الملفات . ولمعرفة زاوية الوجه بين توصيل ملفات الجهد العالي والجهد المنخفض فإنه يمكن تمثيل وضع الملفات بالنسبة لبعضها بعقربي الساعة كما بشكل (٤-١)



شكل (٤-١)

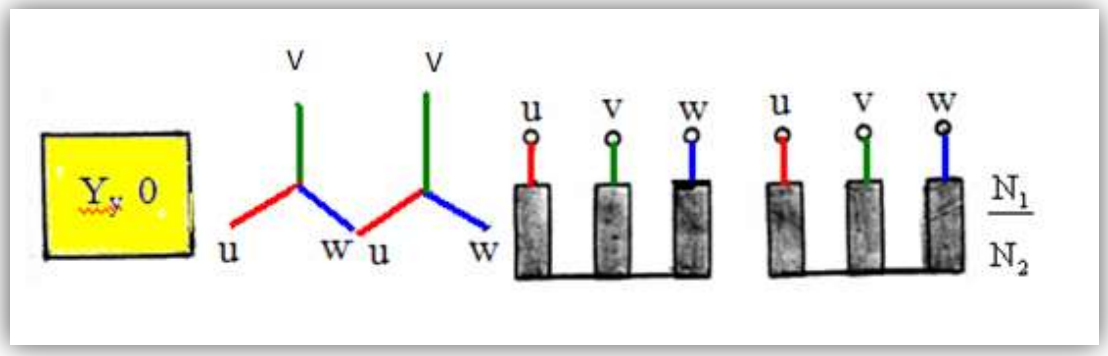
حيث يمثل الجهد العالي بعقرب الثواني والجهد المنخفض بعقرب الساعات وباستخدام الزاوية المركزية بين كل رقمين من أقسام الساعة وقدرها ٣٠ درجة وبالدوران في اتجاه عقارب الساعة نحصل على زاوية وجه توصيلات المحولات الثلاثية الأوجه وسنعرضها مع مميزات وعيوب ونسب تحويل كل طريقة :-

١. نسبة التحويل للتوصيلات المختلفة للمحولات باستخدام الكميات والمعادلات المناسبة

١ – توصيلة (نجمة / نجمة) :

(نجمة / نجمة) يوصل فيها كل من الملف الإبتدائي والثانوي على شكل نجمة وتكون زاوية الوجه صفر حيث رقم المجموعة (١٢ أو صفر) و الشكل (٤-٢) يوضح التوصيلة و نسبة التحويل

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$$



شكل (٤-٢)

وتتميز هذه التوصيلة بالآتي :

أ – اقتصادية في دوائر الجهد العالي .

ب – يغلب استخدامها في الأحمال الصغيرة المتزنة .

ج – يمكن الحصول منها على أكثر من قيمة للجهد .

عيوبها :

أ – سلك التعادل يسبب متاعب إذا لم يوصل جيداً بالأرض .

ب – لا تستخدم في الأحمال غير المتزنة .

ج – ظهور التوافقية الثالثة للموجة الجيبية حيث تتسبب في :

١ – تشوه الموجة الجيبية للجهد .

٢ – عدم ثبات الجهد على أطراف الملف الثانوي .

٣– تداخلات مع خطوط التليفون والتلغراف .

٢- توصيلة (الدلتا / دلتا)

في هذه الطريقة يوصل كل من الملف الإبتدائي والثانوي دلتا وتكون زاوية الوجه صفر حيث رقم المجموعة (صفر أو ١٢)

$$K=\frac{\sqrt{3}\,N_1}{N_2}=\frac{V_1}{V_2}$$

مميزات هذه التوصيلة :

أ – اقتصادية عند الضغط المنخفض .

ب – تخمد فيها التوافقية الثالثة للموجة الجيبية .

ج – يمكن استخدامها عند الأحمال الكبيرة غيرالمتزنة .

عيوبها :

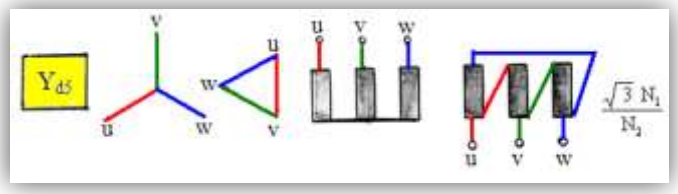
أ – لا يمكن الحصول منها على أكثر من جهد .

ب – لا تستخدم في التوزيع وذلك لعدم وجود طرف رابع .

٣- توصيلة نجمة / دلتا :-

في هذه الطريقة كما بشكل (٤-٣) توصل ملفات الإبتدائي نجمة وملفات الثانوي دلتا وقد تكون زاوية الوجه (١٥٠ أو ٣٣٠ درجة) اى رقم المجموعة (٥ او ١١) وتكون نسبة التحويل

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{\sqrt{3}\,N_1}{N_2}$$



شكل (٤-٣)

مميزات هذه التوصيلة :

أ – تخمد فيها التوافقية الثالثة وتعمل على استقرار نقطة الحياد .

ب – تستخدم في محولات الخفض لتغذية المحركات الثلاثية الأوجه المتزنة .

عيوبها :

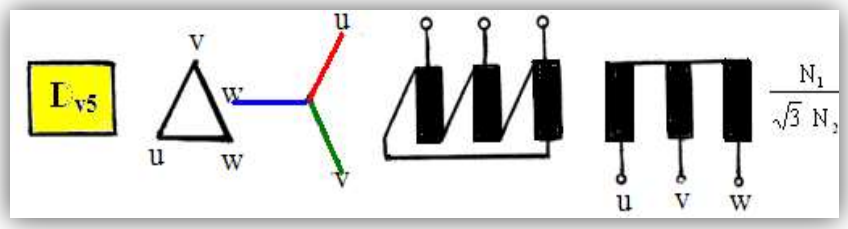
أ – لا يمكن الحصول منها على أكثر من جهد .

ب – لا يمكن استخراج طرف رابع من الملف الثانوي .

٤ – توصيلة (دلتا / نجمة):

فى هذه الطريقة كما بشكل (٤-٤) توصل ملفات الإبتدائي دلتا والثانوي نجمة . وتكون زاوية الوجه حسب رقم مجموعة التوصيل . إما (٥ أو ١١) أي (١٥٠ أو ٣٣٠) درجة وتكون نسبة التحويل

$$\frac{N_1}{\sqrt{3}N_2} = \frac{V_1}{V_2}$$



شكل (٤-٤)

مميزات هذه التوصيلة :

أ – تستخدم بكثرة في توزيع القدرة الكبيرة .

ب – يمكن استخراج طرف رابع والحصول على أكثرمن جهد .

ج – لا يوجد أثر للتوافقية الثالثة حيث أن الملف الإبتدائي موصل دلتا .

د – تصلح للأحمال المتزنة وغير المتزنة .

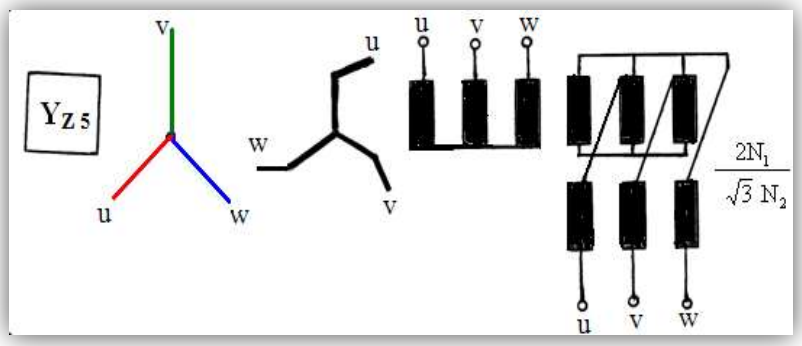
٥ – توصيلة (النجمة زجزاج) :

في هذه التوصيلة كما بشكل (٤-٥) يوصل الإبتدائي نجمة – أما ملفات الثانوي فتقسم ملفات كل وجه إلى نصفين ، وكل نصف يلف على قلب آخروينتج عن ذلك :

أن (ق.د.ك) في النصف الأول للملف تختلف بزاوية وجه مقدارها ٦٠ درجة عن ق.د.ك المتولدة بالنصف الأخر وللحصول على جهد ثانوي معين يجب زيادة عدد لفات كل ملف بنسبة ١٥% ولهذا فإن هذا النوع من التوصيل يجعل المحول أكبر حجماً وأغلى ثمناً .

وتكون نسبة التحويل في هذه الحالة $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2\ N_1}{\sqrt{3}\ N_2}$

وتكون زاوية الوجه حسب مجموعة التوصيل إما (٥ أو ١١) أي (١٥٠ أو ٣٣٠) .



شكل (٤-٥)

مميزات هذه التوصيلة :

أ – لا تأثير للتوافقية الثالثة للموجة الجيبية .

ب – يمكن الحصول منها على أكثر من جهد .

ج – تصلح للأحمال المتزنة وغير المتزنة .

عيوبها :

أ – غالية الثمن وحجمها كبير .

ب – زاوية الوجه بين الجهد العالي والجهد المنخفض ٣٠ درجة.

نشاط مهاري للطالب :

تنفيذ توصيلة النجمة / نجمة بأستخدام ثلاث محولات وجه واحد متماثلة

تدريب مهاري للطالب :-

حاول عزيزي الطالب أن تنفذ توصيلة الدلتا / دلتا كما سبق في النشاط

تدريب معرفب للطالب :-

عزيزي الطالب حاول عمل جدول مقارنة للتوصيلات المختلفة لملفات المحول الثلاثي الأوجه من حيث طريقة التوصيل ومميزات وعيوب ونسبة التحويل ورقم المجموعة وزاوية الوجه لكل طريقة

٢. أختيار المقننات (القيم) الصحيحة للمحولات الثلاثية الأوجه :-

حتي يتم أختيار القيم الصحيحة للمحول لتناسب الغرض من تركيبة داخل المنشأة لابد من قراءة لوحة بيانات كما بشكل (٤-٦)

شكل (٤-٦)

المحول الثلاثي الاوجه جيدا علي النحو التالي :-

فنلاحظ من لوحة البيانات(نوع التبريد أما التبريد بالهواء أو الزيت أو الاثنين معا ، عدد الأوجه أو الفازات ، التردد ، قدرة المحول ، جهد الابتدائي وجهد الثانوي ، تيار الابتدائي والثانوي ، حجم زيت التبريد ،طريقة التوصيل الداخلي لملفات المحول بالرموز السابق زكرها ، كتلة الزيت ، الشركة المصنعة)

تدريب معرفي للطالب:- عزيزي الطالب أمامك لوحة بيانات محول ثلاثي الأوجه والمطلوب منك محاولة التعرف علي المقننات الأساسية لهذا المحول

1980	Manfact. Date	2500 KVA	Rated Power
50 HZ	Frequency	11000 V	Rated H.V
Dyn11	Vector group connection	380/220 V	Rated L.V
5 %	Impedance Voltage	I.E.C	Property
2 Sec	Short circuit time		
1750 Kg	Total weight		
430 Kg	Oil weight		
ONAN	Type of cooling		
	Serial NO		

Secondary Volts	Primary Volts	Volt Tap Changer Position
380/220	11550	1
	11275	2
	11000	3
	10725	4
	10450	5
3800 A	131.22	Current (A)

Distribution Transformer Nameplate

٣. أساسيات تأريض جسم المحول الثلاثي الأوجه: -

الغرض الرئيسي من التأريض هو الحماية وبالتالي تتعدد الاهداف من التأريض وهي: -

١- حماية الانسان والمعدات والاجهزة التي يتعامل معها الانسان

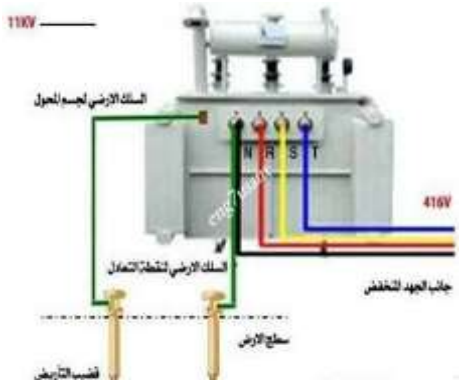
٢- تفريغ الشحنات الاستاتيكية المتولدة من الظروف الجوية المحيطة

٣- تشغيل أجهزة كشف الأعطال بأمان

ولتأريض المحول الثلاثي الأوجه نوعين رئيسيين هما: -

١- تأريض وقائي: - وهو تأريض الجسم الخارجي للمحول

٢- تأريض تشغيلي: - وهو تأريض نقطة التعادل لملفات المحول الثلاثي (يسمي تأريض الخط البارد) كما بشكل (٤-٧)



شكل (٤-٧)

تدريب معرفي للطالب:-

عزيزى الطالب أمامك صورتين والمطلوب منك أن تحاول تحديد نوع التأريض المستخدم في كل صورة ثم عرف كل نوع والغرض منة

٣. القوانين المنظمة لتركيب المحول الثلاثي داخل وخارج المنشأة :-

تشترك جميع المباني السكنية ، و التجارية الضخمة على اختلاف انشطتها فى حاجتها الي العديد من الاجهزة و التجهيزات الرئيسية:- التي يطلق عليها اجهزة الخدمة الرئيسية ، تعتبر محولات التوزيع و اجهزة الحماية و القطع و مفاتيح الاحمال و غيرها اهم هذه الاجهزة التي تقوم باستلام الطاقة و توزيعها على الاحمال بالصورة المطلوبة مع تحقيق اكبر قدر ممكن من مستوي للخدمة من حيث الجهد و التيار و التردد و استمرارية الخدمة و غير ذلك ،

و تحتاج المباني التجارية الضخمة عادة الي محولات توزيع خاصة بها.. حيث يتعدي الحمل الكلي للمبني فى بعض الاحيان الي عدة الاف من الكيلو وات .

والمحولات المستخدمة هي محولات خافضة للجهد: حيث تتسلم الطاقة من شبكة التغذية على جهد التوزيع الابتدائية (١١ ك ف) و تسلمه للاحمال من خلال اجهزة الخدمة الاخري على جهد الاستخدام (٣٨٠ / ٢٢٠ ف) .

و يفضل فى المباني ذات الاحمال الضخمة استخدام محولين منفصلين يقوم احدهما بتغذية احمال القوة كالمصاعد و احمال التكييف المركزي و تستخين المياه و المضخات بانواعها .. بينما يقوم المحول الاخر بتغذية دوائر الاضاءة و الاحمال الفردية ،و يؤدي استخدام محولين منفصلين احدهما للقوي و الأخر للانارة :- الي استقرار الجهد على دوائر الاضاءة و الاجهزة الالكترونية الاخري و تجنب ظاهرة الارتعاش FLICKERS علي تلك الاجهزة .. إذ أن مثل هذه الظواهر تنشأ نتيجة لتشغيل احمال القوي

أنواع محولات التوزيع المستخدمة داخل المنشأت من حيث التبريد:-

المحولات المحكمة:-

فهي محولات تستغل غاز الفلوركربون (C2F6) .. و هو غاز غير قابل للاحتراق و لا ينفجر و غير سام و مقبول من وجهة نظر الشروط الصحية و البيئية . يملأ خزان المحول بالغاز ثم يغلق باحكام بحيث يتم عزله تماما عن الوسط الخارجي . **وتمتاز** هذه المحولات بامان تام داخل و خارج المباني .. كما انها لا تحتاج الي صيانة تذكر . و لا يزود المحول باي وسيلة للتبريد حيث يتم تبريده ذاتيا ، ولكن **العيب** الوحيد

لهذا النوع من المحولات هو الارتفاع الكبير فى ثمنه ايضا بالنسبة لباقي الانواع .

المحولات المغمورة في الزيت :-

وتستخدم للمقننات الكبيرة سواء للقدرة او الجهد . و قد قل استعمالها كمحولات توزيع خافضة **و ذلك**

للعيوب الاتية:- قابلية الزيت للاشتعال الامر الذي يمثل خطورة على المبني و الافراد بداخله ، كما ان شروط تحقيق السلامة الكهربية فى التركيب و الصيانة اشق و اعقد

طريقة التوصيل للمحول داخل وخارج المنشأة :- وليتم التوصيل بالشكل الصحيح يتبع الخطوات الأتية :-

يجب تحديد طريقة التوصيل الداخلي لملف المحول من حيث " دلتا " أو " نجمة "

كما يجب تحديد زاوية وجه المجموعة إذا كان من المقرر ان يعمل هذا المحول على التوازي مع محول آخر و في حالة وجود توصيلة " نجمة : على احد جانبي المحول . فيجب تحديد ما اذا كان المطلوب تجهيز المحول بمخرج متصل بنقطة تعادل " النجمة " بحيث يمكن توصيل هذه النقطة بالارض او لا

و يطلب محول التوزيع عادة بتوصيلة " نجمة " باربعة أسلاك على الجانب الثانوي للتوزيع لأحمال القوة بجهد الخط وأحمال الانارة بجهد الوجه و يمكن طلب تجهيزات خاصة لتغيير التوصيل .

مخرج (٥) تطبيق الحمايات الكهربية الثلاثية الأوجه :-

تتعرض المحولات الي أعطال كثيرة و أهمها :-

١- زيادة التيار بسبب زيادة الحمل .

٢- عدم اتزان نسب التيارات بين الأوجه الثلاثة بين ملفات الجهد العالي والجهد المنخفض التي قد يحدث بسبب قصر أو تسريب .

٣- حدوث تيار تسريب الي خط التعادل (الخط البارد) من أي وجه من أوجه المحول ، ولذلك يجب حماية المحول بأحدي الحمايات الأتية :-

- اجهزة الوقاية على المحولات الكهربيه وتحليل مشكلاتها (protection transformer)

الوقايات التي تتعامل مع مشاكل المحول مع الشبكة الكهربية .

١- جهاز الوقاية ضد زيادة التيار Over Current Protection

٢- جهاز الوقاية التفاضلية Differential Protection

٣- جهاز الوقاية ضد تسرب الأرضي المحدد Restricted Earth Fault Protection

أولا :- أختيار انواع المصهرات بالمقننات المناسبة للمحولات الثلاثية الأوجه ويركبها :-

المصهر (Fuse) :-

هو جزء قصير من المعدن يوضع في دائرة كهربية على التوالي حيث ينصهر عند مرور تيار عالي به فيقطع مرور التيار بالدائرة وينصهر المصهر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في زمن يعتمد على قيمة التيار المار في الدائرة .

التيار المقنن Reted Carrying Current of the Fuse :-

يعرف بأنه القيمة العظمى التي يمكن أن تمر في المصهر دون أن ترتفع درجة حرارته إلى درجة الانصهار ولكن ترتفع درجة حرارته في حدود الدرجة المسموح بها.

سعة قطع المصهر Interrupting Capacity :-

هي أعلى قيمة فعالة للتيار يستطيع المصهر أن يقطعه بنجاح وإذا زاد تيار القصر عن سعة القطع فإن ذلك يؤدي إلى انفجار المصهر.

تيار القطع :- هو أقصى تيار يمر لحظيا ويؤدي إلى انصهار المصهر ويحدد بكمية الحرارة المتولدة منه والتي يؤدي إلى انصهار الجزء المعدني في المصهر والذي يمر به تيار القصر

تنقسم المصهرات من حيث التيار الى :-

١- مصهرات محددة التيار .

٢- مصهرات غير محددة التيار.

مصهرات محددة التيار Current Limiting Fuses :-

وفي هذا النوع من المصهرات :

١- يحدث قطع للتيار وبالتالي فتح الدائرة قبل الوصول بتيار القصر إلى قيمته العظمى

٢- أمثلة هذه المصهرات مصهر ذو سعة قطع عالية (HRC) (High Rupture Capacity HRC Fuse Caetridge) ويتكون في أبسط صورة من جسم من البلاستيك أو الخزف أو السيراميك وله غطاءان من المعدن على طرفيه والجسم المعدني الموصل وهو سلك من الفضة ويملأ الجسم بمسحوق من الكوارتز

٣-هذا النوع من المصهرات يستخدم في الجهود العالية والمنخفضة

٤- وهذه المصهرات في حالة الجهود المنخفضة تعمل عند جهد حتي الف فولت

٥- أما هذة المصهرات في حالة الجهد العالي تعمل عند جهد أكثر من ١١الف فولت

المصهرات غير محددة التيار Non – Current Limiti

١- من أمثلتها مصهرات الطرد Expulsion Fuses

٢- تتكون هذه المصهرات من الموصل الذي ينصهر عند ارتفاع درجة حرارته داخل أنبوبة من الفبر أو من مسحوق حامض البوريك المضغوط ولها نهاية مفتوحة

٣- عند حدوث القصر ومرور تيار كبير فإن الموصل ينصهر ويظهر القوس الكهربي الذي يرفع درج الحرارة إلى ٤٠٠٠ – ٥٠٠٠ كيلفن فتتولد كمية من الغازات ترفع الضغط داخل أنبوبة المصهر بحيث يتحمل الجهد العابر ويمنع إعادة إشعال القوس بعد أن ينقطع أي عند مرور التيار بالصفر ويتم طرد الغازات إلى الجو من الطرف الأعلى للأنبوبة.

٤- يمكن أن يستخدم مثل هذا المصهر في حماية الخطوط الهوائية والمحولات المركبة على أعمدة في حدود تيار قصر ٣ كيلو أمبير

٥- يتميز هذا المصهر بأنه يسقط نتيجة ضغط الغازات فتصبح أطراف المصهر معزولة تماما عن جهد الخط

اختيار المصهرات Selection of fuses

يجب اختيار المصهر كما بشكل (٥-١) بحيث يعمل بطريقة سليمة وآمنة فى حالات التشغيل العادي وفترات قصر الدائرة ويتم الاختيار بصفة عامة تبعًا للمقننات التيار والجهد مع الاستعانة بالجداول والمنحنيات الخاصة بالمصهر ويراعي عند الاختيار عدة عوامل ما يلي:-

أ- يجب أن يتحمل المصهر نسبة من تجاوز الحمل بصفة مستمرة دون أن تتغير خصائصه أو أن يفتح الدائرة ويجب ألا تقل هذه النسبة عن ١٠% من تيار الحمل.

ب- يجب اختيار المصهر ذي أقل مقنن تيار ممكن بحيث يتحمل التيار المقنن وتجاوز الحمل المسموح به

جـ- تتحدد قيمة مقنن تيار القطع بحيث تكون أكبر من أعلي قيمة متوقعة لتيار القصر ويجب ملاحظة أنه إذا زاد تيار القصر عن سعة القطع أدي ذلك إلى انفجار المصهر ونشوب حريق .

د- يجب ألا يقل تيار القصر في الدائرة التي يتم حمايتها بالمصهر عن ثلاثة أمثال التيار المقنن للمصهر وذلك حتى يمكن الاعتماد على هذا المصهر في فتح الدائرة باعتمادية عالية

ه – يراعي عدم استعمال مصهرين على التوازي

و- نظرًا للقدرة العالية للمصهرات في الحد من التيار فيجب الانتباه جيدًا لمتانتها الميكانيكية وسلامة تثبيتها

المقاس	تيار القاعدة A	تيار المصهر A	طول المصهر mm	عرض المصهر mm
00	160	6 : 160	120	36
0	160	6 : 160	171	47
1	250	35 : 250	200	59
2	400	80 : 400	225	67
3	630	315 : 630	250	82
4	1250	500 : 1250	320	114

شكل (٥-١)

تركيب المصهرات للمحولات :-

يتم تثبيت المصهرات في أماكنها الخاصة علي أطراف الجهد العالي والجهد المنخفض بالضغط علي المصهر ليدخل في المكان المخصص له والشكل (٥-٢) يوضح بعض المصهرات.

شكل (٥-٢)

تدريب معرفي للطالب :-

عزيزي الطالب حاول أن تقارن بين كلا من التيار المقنن للمصهر وتيار القطع للمصهر وسعة القطع للمصهر

حاول أن تقارن بين أنواع المصهرات من حيث التركيب

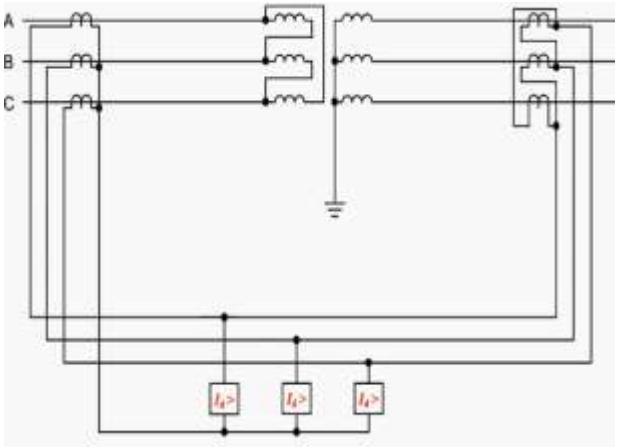
أجتهد قدر المستطاع في ايضاح العوامل التي يتوقف عليها أختيار المصهرا ت

ثانيا:- يركب الحماية التفاضلية (الفرقية – ميرزا برايس) للمحول:-

الوقاية التفاضلية: جهاز نطاق حمايته المنطقة الموجودة بين محولات التيار للجهود المختلفة و يقوم الجهاز بالمفارقة بين التيارات الداخلة و الخارجة (التيار التفاضلى)

حالتين تشغيل الحماية الفرقية :- ١- أذا كانت نسب التيارات للأوجه الثلاثة بين الجهد العالي والمنخفض متساويه فأن الاوجه متزنه فأن المحول ليس به عطل وبالتالي تكون قيمة التيار التفاضلي تساوي الصفر و لا يقوم المتمم الفرقي بفصل المحول

٢- أما إذا كان هناك عطل داخل المحول بسبب تلامس أو قطع أو قصر بين الأوجه فإن التيار التفاضلى يكون قيمته لا تساوي الصفر فيفصل المحول و يمنع منعاً باتاً توصيل المحول عند عمل هذه الوقاية إلا بعد الكشف على المحول و معرفة سببه ، يتم تركيب متمم ميرزا برايس كما بشكل (٥-٣) بين مجموعتين من محولات التيار أحداهما علي أطراف الجهد العالي والمجموعة الأخرى علي أطراف الجهد المنخفض حتي يقوم بالمفاضلة بين تياراتهم



شكل (٥-٣)

تدريب معرفي للطالب :-

عزيزى الطالب أجتهد في ايضاح مدي أهمية المتمم الفرقي

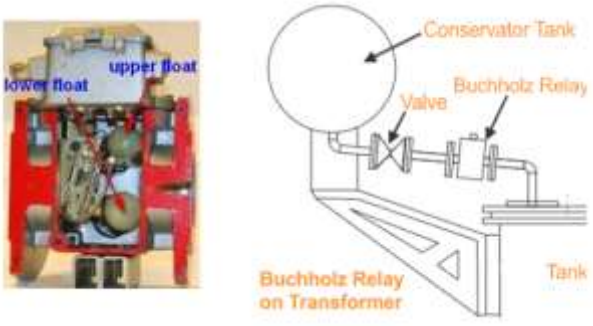
حاول أن تحدد مكان توصيل المتمم الفرقي مبينا ذلك بمخطط بسيط لدائرته الكهربيه

عزيزي الطالب حاول تحديد متي يعمل متمم ميرزا برايس

ثالثا :- يركب متمم بوخلز (المتمم الغازي) :-

متمم بوخلز :-

هو جهار يكون متصل بين خزان الزيت الرئيسي و خزان الزيت الاحتياطي (وعاء التمدد)عن طريق انبوبه معدنية ويعمل للحماية ضد القصر كما بشكل (٥-٤) .



شكل (٥-٤)

تركيب متمم بوخلز :-

١- وعاء صلب يتصل علي ماسورة بين الخزان الرئيسي للزيت والخزان الأحتياطي (وعاء التمدد)

٣- عوامة عليا تتصل نقاط تلامسها مع جهاز انذار

٤- عوامة سفلي تتصل نقاط تلامسها مع قاطع المحول من الجهتين جهة الجهد العالي والجهد ال منخفض

حالتي تشغيل بوخلز ريلاى:-

١- يعمل إذا إرتفعت درجة حرارة الزيت أرتفاعا بسيطا داخل المحول و تصاعد أبخرة بسيطة منه فيدفع العوامه العليا لتشغيل جهاز الانذار المتصل بنقاط تلامسها ،

٢- أما إذا كان هناك قصر عالي داخل المحول فإن الزيت يغلى و يصعد من االخزان الرئيسى للمحول إلى الخزان الإحتياطى مارا بالعوامة السفلى فيدفعها في طريقه لتكمل دائرة القاطع الرئيسي للمحول المتصل بنقاط تلامسها فيفصل من جميع الجهات و يمنع منعا باتا توصيل المحول إلا بعد الكشف عليه .

تثبيت متمم بوخلز (Buchholz Relay) :-

١- بعد تثبيت متمم بوخلز في الماسورة المتصله بين الخزانين ٢- نقوم بتوصيل طرفي جهاز الانذار بمسامير نقاط توصيل العوامه العليا ٣- نقوم بتوصيل طرفي القاطع الرئيسي للمحول بمسامير نقاط تلامس العوامه السفلي

تدريب معرفي للطالب :-

عزيزي الطالب حاول أن تذكر مكونات المتمم الغازي وما هي أهميته حاول أن توضح الحالات المختلفة لعمل متمم بوخلز

عزيزي الطالب حاول أن توضح خطوات تركيب متمم بوخلز