Research Name

ELECTRICAL TRANSFORMER

Prepared by Electrical Engineer Shaho Omer Ali

Licentiate B.Sc. Electrical Engineering 1985-1986
Salahadin Unversity / Erbil

Directorate : Directorate General of Health Sulaymaniyah
Engineering Department

Member of Kurdistan Engineering Union
No.799 on 18/06/1992

E-mail: shaho961@hotmail.com

Date: February 5th, 2019

المحتويات:

نبذة تاريخية عن صناعة المحولات

شرح شامل للمحول الكهربائي

نظرية عمل المحول

هل يمكن تشغيل المحول على جهد مستمرDC

انواع المحولات الكهربائية

تصنيف المحولات

تصنيف المحولات من حيث التردد

تصنيف المحولات من حيث نسبةالتحويل

تصنيف المحولات من حيث الوظيفة الكهربائية

تركيب المحولConstruction of Transformer

طرق الوقاية والحماية المستخدمة فى المحول الكهربائي

الطاقة المفقودة في المحول وكيفية الحد منها و كفاءة المحول

استخدام المحول في نقل القدرة الكهربائية

استخدامات المحولات

نظام العزل الكهربائي

المحولات المغموره فى الزيت

وظائف سائل التبريد

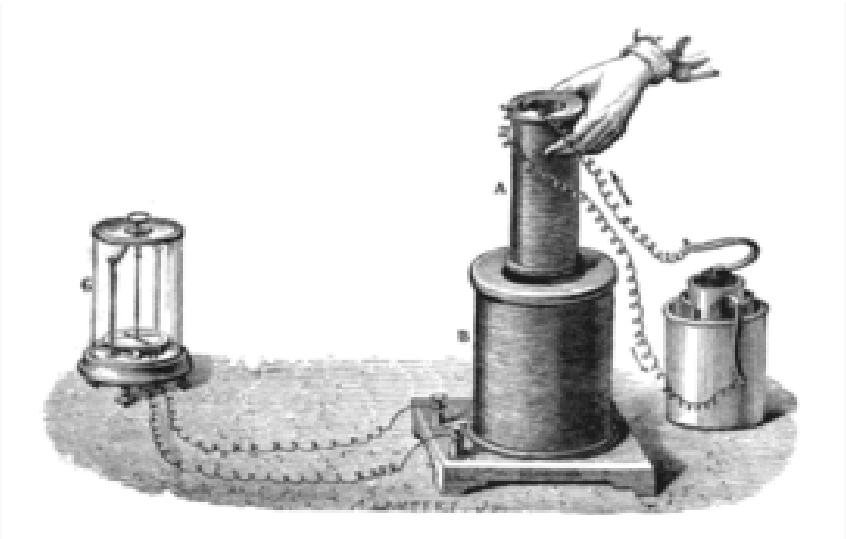
الزيت المعدني

ملحقات المحول المغمورة في الزيت

طرق تبريد المحولات الكهربائية

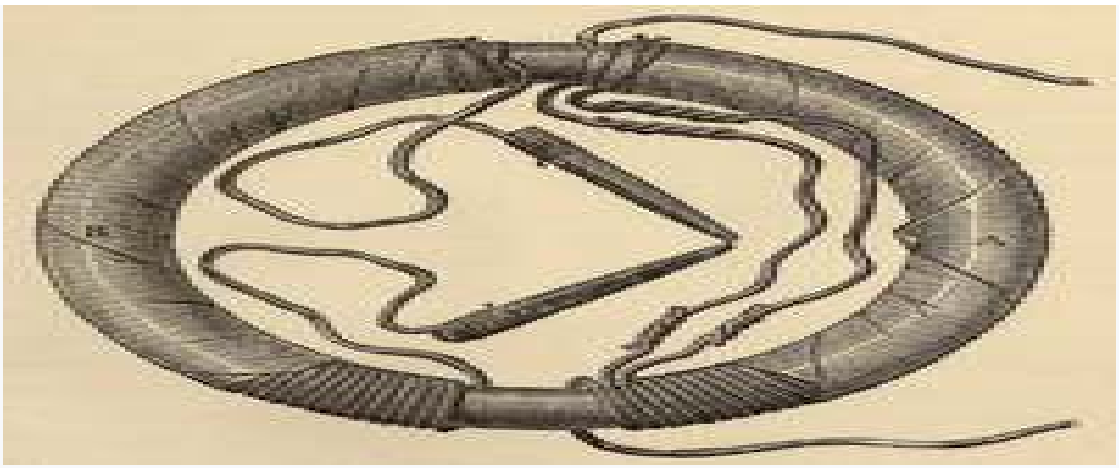
نبذة تاريخية عن صناعة المحولات:

تجربة فاراداي لصناعة المحول الحثي:



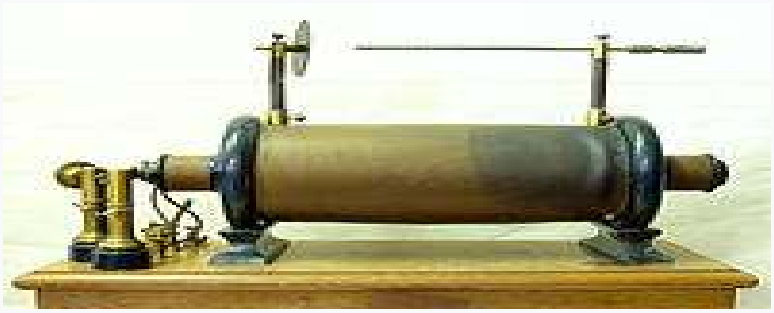
كان مايكل فاراداي أول من إكتشف في عام 1831 ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين منفصلين ومتواجدين على قلب مصنوع من مادة مغناطيسية , وقام بقياس القوة الدافعة الكهربائية عمليا في أحد الملفين نتيجة تغير التيار في الملف الآخر . ثم ظهرت لأول مرة في عام 1882 محولات مصنعة من ملف ابتدائي واحد وعدة ملفات ثانوية بغرض الحصول على قيم مختلفة للجهود الثانوية وأكمل من بعده العالم الفيزيائي الأمريكي جوزيف هنري عام 1832

وقد كان ظهور المحولات ذات القلب المغناطيسي عام 1884 هو بداية لإستخدام المحولات في تحويل الطاقة الكهربائية إلى جهود عالية , ونقلها لمسافات بعيدة . وكان أول من قام بهذه الخطوة الأخوان جون وإدوارد هوبكنسون , حيث قاما بصنع محول بسيط قلبه مصنوع من صفائح فولاذية معزولة ومن ملفين أحدها للجهد المنخفض والآخر للجهد العالي .

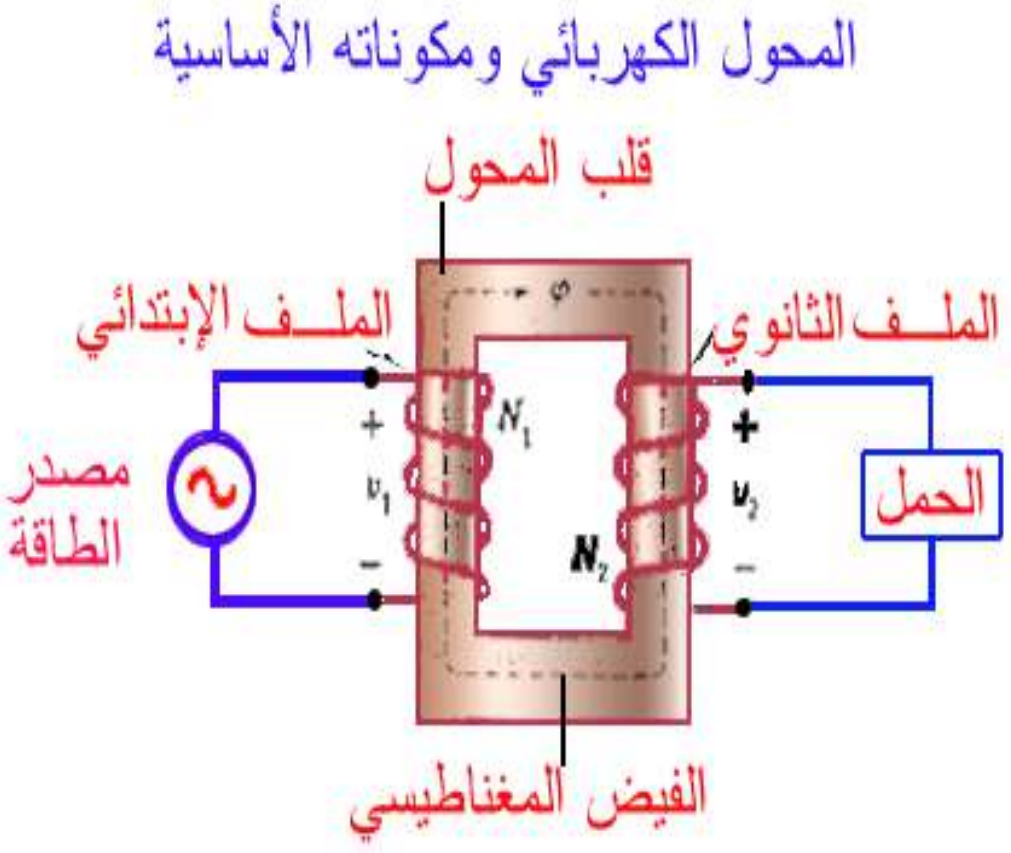


محول فاراداي

وبعدها جاء العالم المجري ويري الذي كان أول من أطلق اسم المحول على هذة الأجهزة , وابتكر فيما بعد فكرة توصيل المحولات على التوازي . أما بالنسبة للمحولات الثلاثية فقد كان العالم الروسي دوليف دوبروفولسكي أول من اخترع المحول الثلاثي في عام 1889.



ملف حثي عام 1900 في بريمرهافن ،ألمانيا



شرح شامل للمحول الكهربائى:

المحول الكهربائي هوعبارة 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 ويتكون المحول بصورة عامة من دائرتين وهما الدائرة الكهربائية والدائرة المغناطيسيه حيث الدائرة الكهربية تتكون من ملفين وهما الملف الابتدائي الذي يوصل بالمصدر والملف الثانوي الذي يوصل بالأحمال اما الدائرة المغناطيسية تتكون من شرائح معدنية يتم تصنيعها من الحديد السليكوني عالي الجودة حيث يتم لف ملفات كلا من الجهد العالي والجهد المنخفض للمحول علي هيئة قرص دائري ويتم تجميع تلك الاقراص مع بعض علي شكل اسطوانة فيتم لف 3 اسطوانات تمثل ملفات الجهد العالي و 3 ملفات تمثل الجهد المنخفض بحيث يكون قطر ملفات الجهد المنخفض اقل من قطر ملفات الجهد

العالي ويوجد حيث تكون هذه الشرائح هي على شكل E مجموعة من الشرائح الحديدية متصلة مع بعض مكونة حرف التي تحمل الملفات حيث يتم تسقيط ملف الجهد المنخفض ثم يتم تسقيط الافراص العازلة ثم يتم تسقيط ملف الجهد العالي ثم يتم قفل الشرائح من اعلي كما هو موضح بالشكل اسفل:

نظرية عمل المحول:

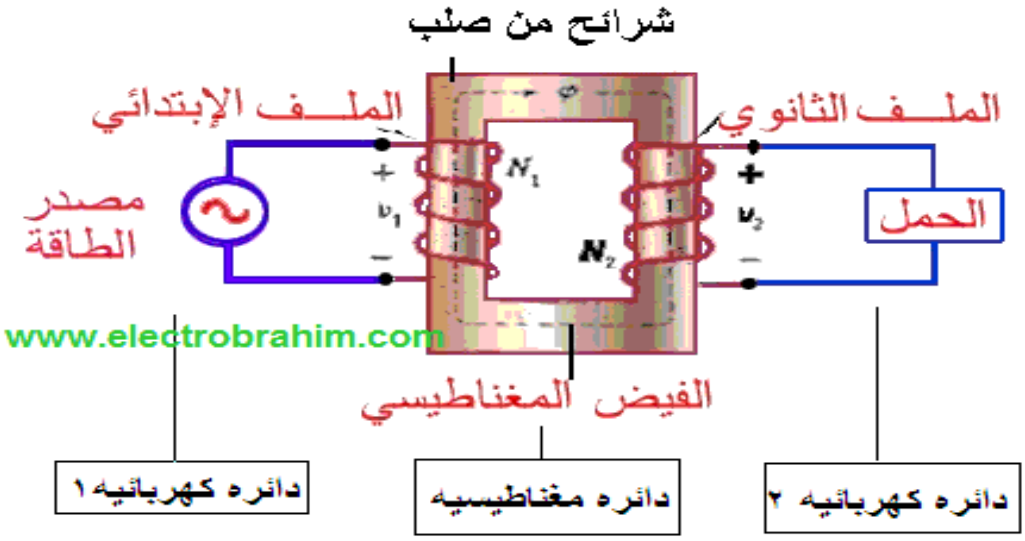
يقوم مبدأ عمل المحول الكهربي على قانون فرداي للحث الكهرومغناطيسي الذي ينص على ان قيمة الجهد الكهربائي تتناسب طرديا مع معدل التغير المغناطيسي وفقا لقاعدة اليد اليمنى.

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).

المبدأ:

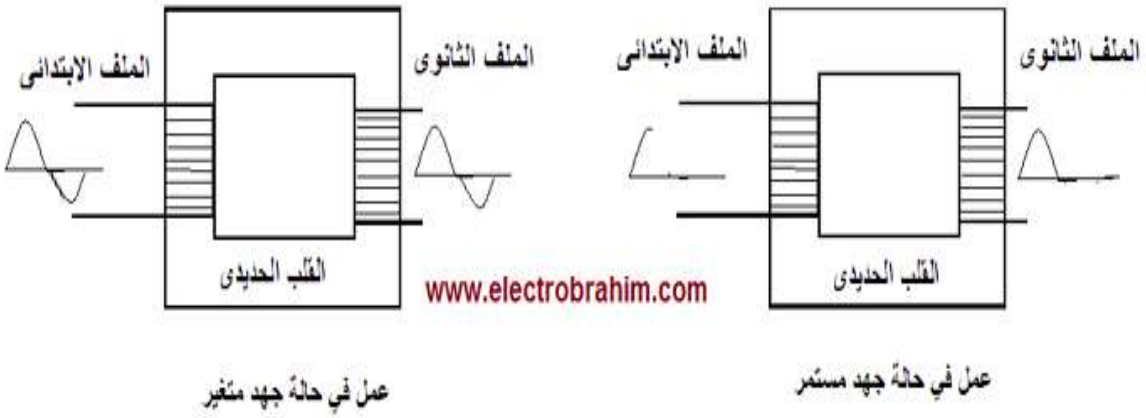
يقوم مبدأ عمل المحول الكهربي على قانون فرداي للحث الكهرومغناطيسي الذي ينص على أن قيمة القوة المحركة الكهربائية الجهد الكهربائي تتناسب طرديا مع معدل تغير التدفق المغناطيسي و لهذا السبب فإن المحول لا يعمل في أنظمة **التيار المستمر** لإن التيار المستمر يخلق مجالا مغناطيسيا ثابتا مقدار تغيره يساوي الصفر فلا يمكن خلق جهد كهربي حينها بطريقة الحث و هذا أحد الأسباب الرئيسية لتفضيل التيار المتردد على المستمر.

يوصل طرفا الملف الابتدائي بمصدر التيار المتردد ويوصل الملف الثانوي بالحمل المستهلك للطاقة الكهربية.



هل يمكن تشغيل المحول على جهد مستمر DC :

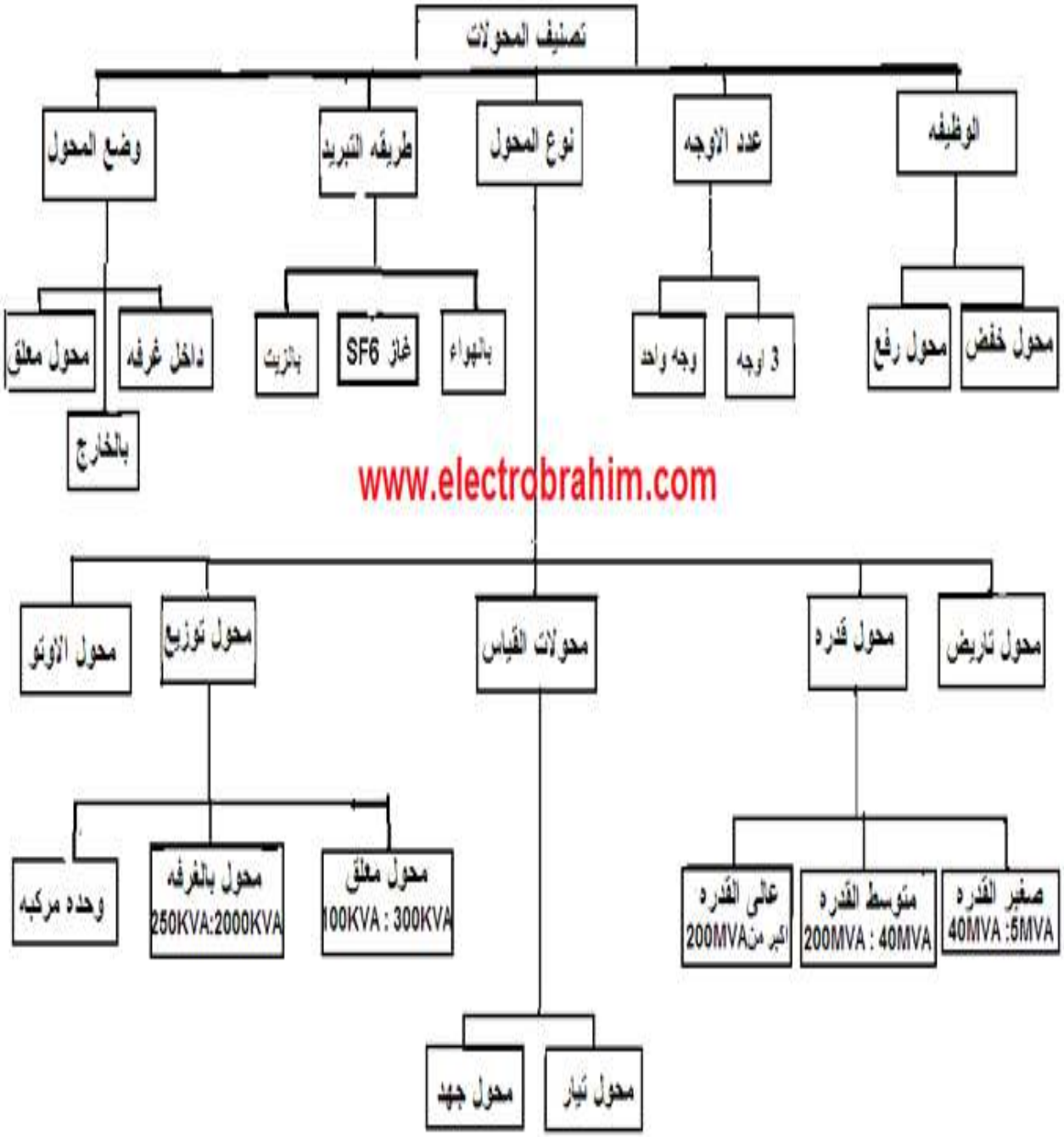
عند تغذية الملف الابتدائي للمحول بجهد مستمر فسنجد ان قيمة الجهد على الملف الثانوي تساوى صفر وهذا لا يصلح لذلك يتم استخدام الجهد المتغير حيث يتميز الجهد المتغير بالزيادة والنقصان في شكل الموجة:



عمل في حالة جهد متغير

عمل في حالة جهد مستمر

انواع المحولات الكهربائية:



تصنيف ألمحولات:

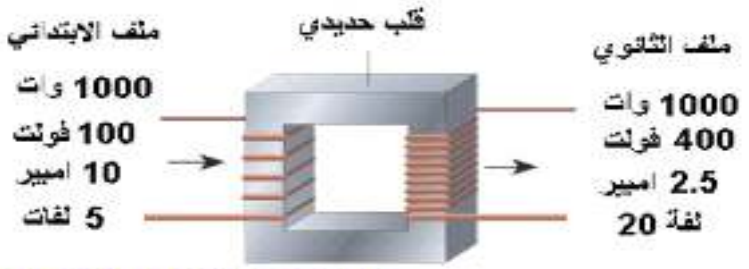
1- من حيث الوظيفة

1.1 محول رفع للجهد

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

$$P = V * I$$

وبتطبيق تلك القاعدة علي الرسمة القادمة نجد ان القيم علي الملف الابتدائي تمثل قيمة القدرة وهي 1000 وات والجهد هو 100 فولت فيكون قيمة التيار هو 10 امبير ونجد ان القيم الاخري علي الملف الثانوي وهى ان القدرة ثابتة وتساوي 1000 وات وطبعا الجهد يزيد الي 400 فولت نتيجة لزيادة عدد اللفات للملف الثانوي الي 20 لفة وفقا للقاعدة السابقة بزيادة الجهد من 100 فولت الي 400 فولت يقل التيار من 10 امبير حتي يصبح 2.5 امبير مع ثبات القدرة.1000



www.electrobrahim.com

قدرة الملف الثانوي = قدرة الملف الابتدائي

1000 واط = 1000 واط

عدد لفات الملف الابتدائي / عدد لفات الملف ثانوي = جهد الملف الابتدائي / جهد الملف ثانوي

5 / 20 = 100 / 400

عدد لفات الملف الابتدائي / عدد لفات الملف ثانوي = تيار الملف ثانوي / تيار الملف ابتدائي

5 / 20 = 2.5 / 10

تيار الملف ثانوي / تيار الملف ابتدائي = جهد الملف الابتدائي / جهد الملف ثانوي

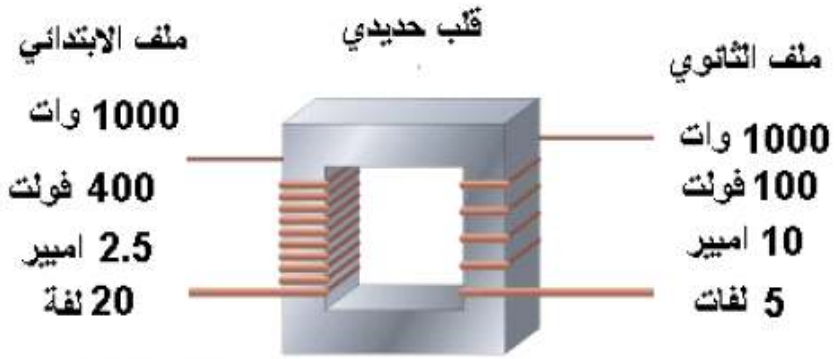
2.5 / 10 = 100 / 400

1.2 محول خفض 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 وفقا للقاعدة :

P = V * I

وبتطبيق تلك القاعدة علي الرسمة القادمة نجد ان القيم على الملف الابتدائي تمثل قيمة القدرة وهي1000 واط والجهد هو 400 فولت فيكون قيمة التيار هو 2.5 امبير ونجد ان القيم الاخرى علي الملف الثانوي وهى ان القدرة ثابتة وتساوي 1000 وات وطبعا الجهد يقل الي 100 فولت نتيجة لانخفاض عدد اللفات للملف الثانوي الي 5 لفات وفقا للقاعدة السابقة بانخفاض الجهد من 400فولت الي 100 فولت يزيد التيار من 2.5 امبير حتي يصبح 10 امبير مع ثبات القدرة 1000وات



www.electrobrahim.com

قدرة الملف الثانوي = قدرة الملف الابتدائي

1000 واط = 1000 واط

عدد لفات الملف الابتدائي / عدد لفات الملف ثانوي = جهد الملف الابتدائي / جهد الملف ثانوي

100 / 400 = 5 / 20

عدد لفات الملف الابتدائي / عدد لفات الملف ثانوي = تيار الملف ثانوي / تيار الملف ابتدائي

2.5 / 10 = 5 / 20

تيار الملف ثانوي / تيار الملف ابتدائي = جهد الملف الابتدائي / جهد الملف ثانوي

100 / 400 = 2.5 / 10

2- من حيث النوع

2.1 محولات القدرة

2.2 محولات التوزيع

2.3 محولات الأجهزة

3- من حيث العزل

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

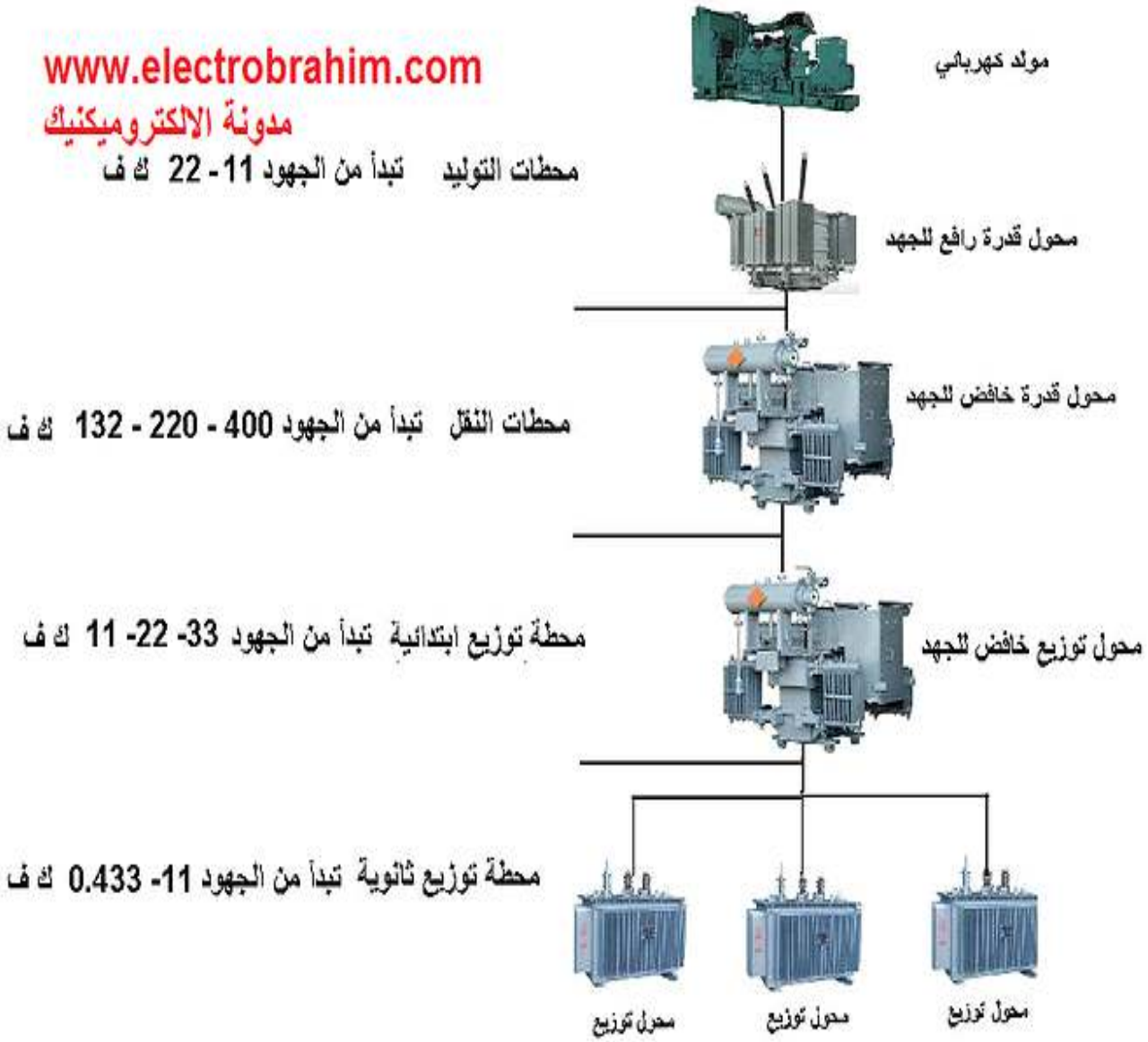
4- من حيث مكان تركيب

محول داخل غرفة Indoor – محول بالخارج Outdoor - محول معلق على أعمدة

5- من حيث أطراف التوصيل

محول ذات أطراف توصيل خارجية--- محول ذات أطراف توصيل بداخل صندوق.

الشكل يوضح ترتيب المحولات في المنظومة الكهربائية



من خلال الشكل السابق نرى وجود مدينة سكنية حيث المنطقة الاولي يوجد بها محطات التوليد والتي يتم تركيب فيها محول قدرة يعمل علي رفع جهد التوليد الي جهد النقل مثلا من 11 ك ف الي 220 ك ف وهذا لو كان المطلوب تغذية مدن اخري اما لو كانت محطة التوليد لتغذية مدينة

فقط فلا يطلق علية نقل ولكن يطلق عليه توزيع حيث ان التغذية تكون في نفس حيز مكان محطة التوليد حيث يتم رفع جهد التوليد من 11 ك ف الي جهد التوزيع الابتدائي 33 ك ف ثم يتم نقل هذا الجهد من منطقة الي اخري بداخل حيز المدينة حيث يتم تركيب في كل منطقة محول قدرة وهذا المحول يعمل علي خفض جهد النقل الي جهد الاستهلاك الابتدائي مثلا من 33 ك ف الي 11ك ف وطبعا كما هو معروف ان كل منطقة يوجد بها كثير من الاحياء السكنية والابنية والخدمات العامة حيث يركب في كل مما سبق محولات تسمى محولات التوزيع لتغذية جميع الاحياء بداخل كل منطقة حيث يعمل على تحويل جهد الاستهلاك الابتدائي 11 ك ف الى جهد المستهلك 440 فولت .

تصنيف المحولات من حيث التردد:

1- محولات تردد شديد الأنخفاض Very low frequency Transformer

2- محولات تردد صوتى Audio frequency Transformer

3- محولات تردد عالي High frequency Transformer

4- محولات تردد متوسط IF frequency transformer

النوع الأول يستخدم فى نظم القوى الكهربائية.

اما الأنواع الثلاثة الآخيرة فلها عدة استخدامات فى اجهزة الأتصالات و دوائر مصادر التغذية الكهربائية (DC / DC converter) المستخدمة مع اجهزة الوقاية فى محطات التحويل.

تصنيف المحولات من حيث نسبة التحويل:

1. محولات رفع Step-up
2. محولات خفض Step-down

ألمحول يمكن ان يعمل كمحول خافض أو محول رافع أعتمادا على أتجاه التغذية و لا يوجد بين المحول الرافع او المحول الخافض أى اختلاف فى التركيب او التصميم.

المحول الرافع للجهد خافض للتيار والعكس صحيح.

تصنيف المحولات من حيث الوظيفة الكهربائية:

1- محولات قدرة (Power Transformer) وهي المحولات المستخدمة فى شبكات النقل الكهربائية ومحطات التوليد الكهربائية.

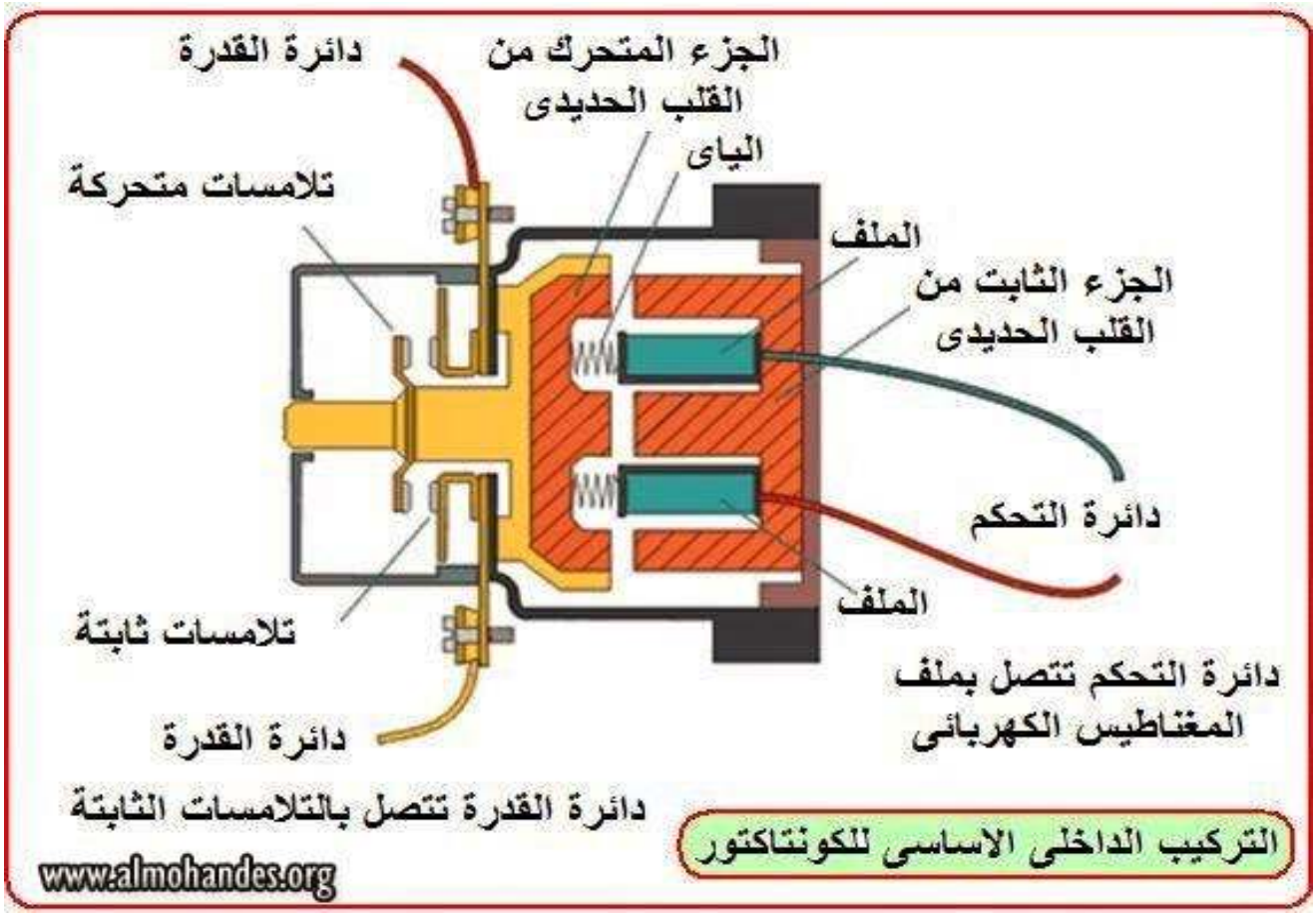
2- محولات توزيع (Distribution Transformer) و هى المحولات المستخدمة فى شبكات التوزيع الكهربائية و تكون قدرة هذة المحولات أقل من (5 MVA)

3- محولات قياس وتنقسم إلى نوعين:

أ -محولات جهد Voltage Transformer

ب -محولات التيار Current Transformer

تركيب المحول Construction of Transformer

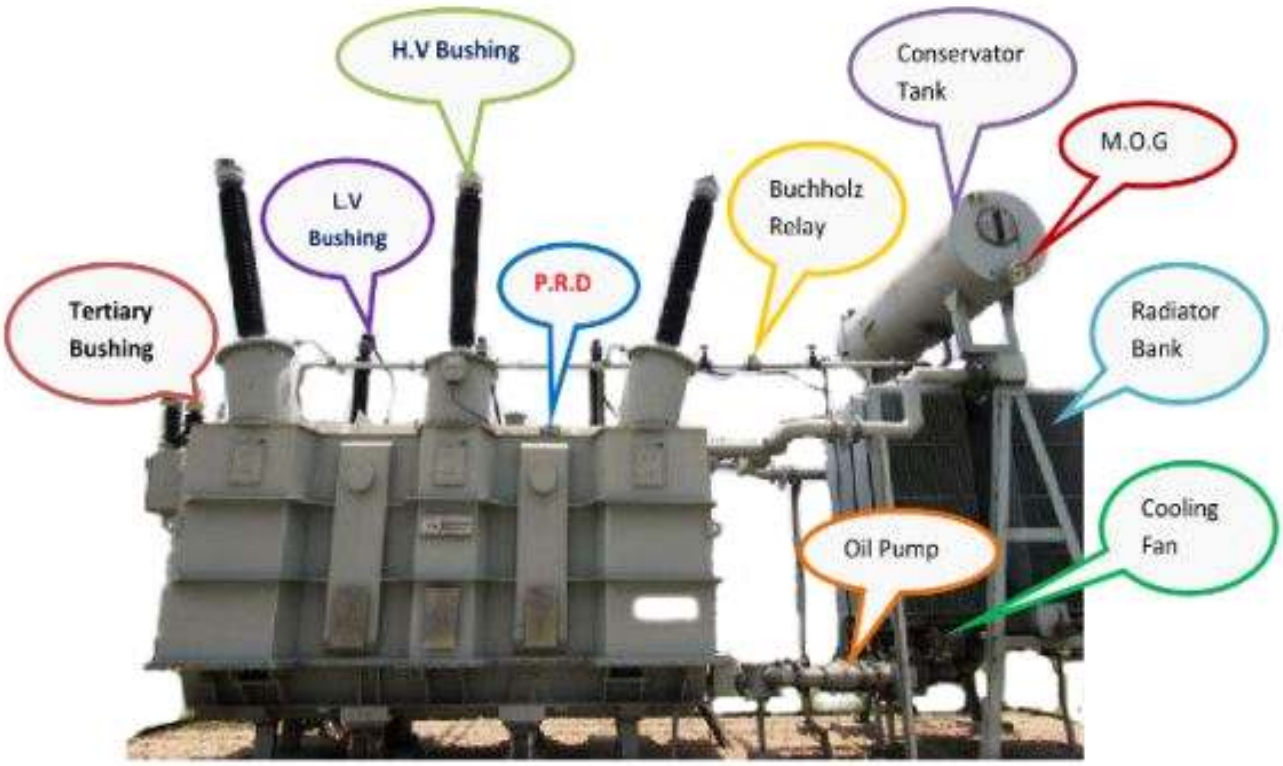


يتركب المحول من ثلاثة أجزاء رئيسية هى:

a. الملف الأبتدائي Primary Winding

b. الملف الثانوي Secondary Winding

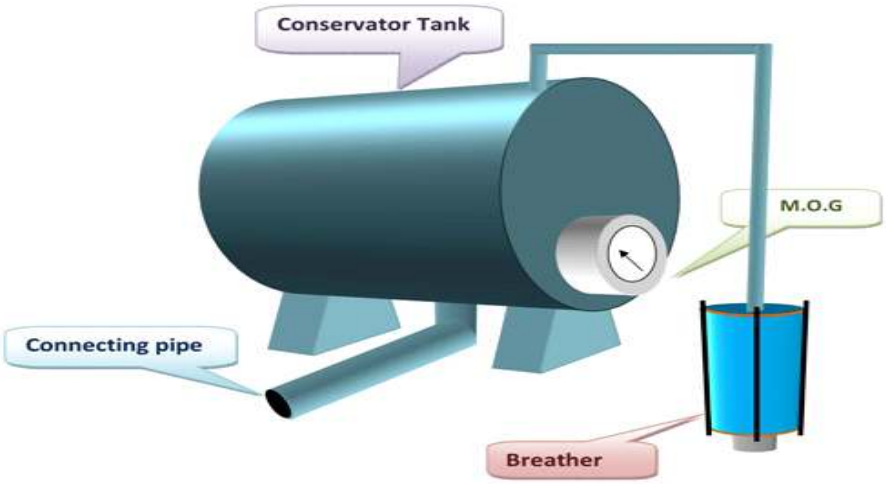
c. القلب الحديدي Core



Power Transformer (160 MVA 220/132/33 KV Auto Transformer)

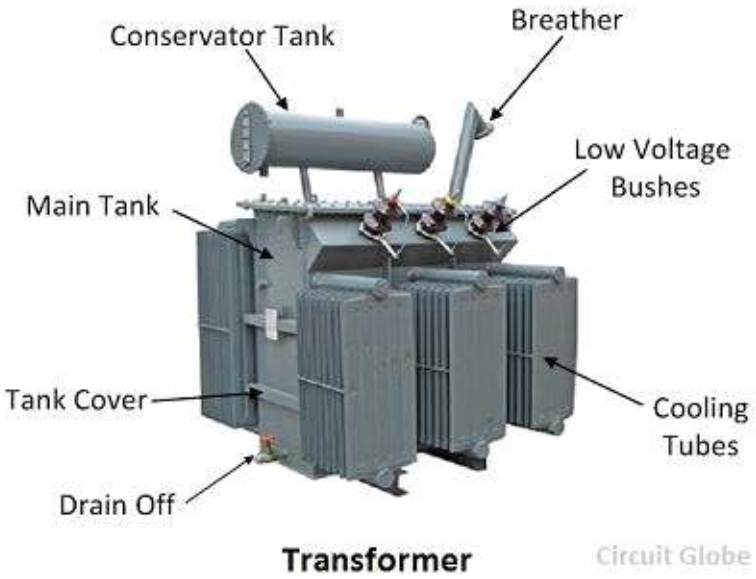
العناصر الثلاثة المذكورة اعلاه هى اجزاء المحول الأساسية اما محولات القدرة (Power Transformer) فيتم إضافة الأجزاء التالية:

1. خزان الزيت الرئيسى Main Tank
2. خزان التمدد Conservator



3 - ريديتر(Radiator) مجموعة مواسيرللتبريد الزيت

4 - ضخ الزيت Oil pump



5- مجموعة مراوح التبريد Cooling Fan

6- منظم الجهد Tap Changer

7-عازل أختراق الجهد العالى HV Pushing

8-عازل أختراق الجهد المنخفض LV Pushing

طرق الوقاية والحماية المستخدمة فى المحول الكهربائى:

1- وقايات كهربائية : وهي مجموعة من الوقايات اهمها الوقاية التفاضلية.

2- الوقايات الميكانيكية : ومن ضمنها(Buchholiz Relay) البوخلز ريلي.

وهو جهاز يكون متصل بجسم المحول بين التانك الرئيسي و التانك الزيت conservator عن طريق انبوبه معدنية متصلة بجسم المحول، وظيفة هذا الريليى هي حماية المحول من القصر الداخلي بين ملفات المحول (Short circuit between the coils internal windings) وليس لمستوي الزيت لان مستوي الزيت له قياس زجاجي اعلي المحول يبين مستوي الزيت .

يعتمد البوخلز في عمله علي فكرة ان التيار الكهربي العالي يسخن الزيت الموجود داخل المحول مما ينشئ عنه تحلل للزيت وتحوله من الحالة السائلة الي الحالة الغازيه وكما تعرف ان الغازات اقل كثافة من السوائل لذلك يتصاعد الى اعلى مندفعا تجاه اعلى جسم المحول وهو التانك الزيت conservator وبذلك سيمر بالبوخلز و الذي يحتوي علي عوامتين موضوعتين بطريقة معينة احداهما متصلة بدائرة انذار والأخرى المتصلة بدائرة الفصل tripping ، دائرة الإنذار تعمل في حالة ان يكون تيار القصر صغير مما نتج عنه كمية صغيرة من الغازات والتي بكونها لا تستطيع ان تحرك عوامة الفصل لانها تتطلب قوى اكبرمن الغازات حتى تتحرك لتلامس ال limit switch ليقفل دائرة الفصل اذن في النهاية فان البوخلز هو جهاز يعمل علي وقاية المحول من تيارات القصرالداخلية معتمدا في عمله على البخرة و الغازات الناتجة عن احتراق الزيت الموجود داخل المحول نتيجة التيارات العالية سواء قصر او حمل عالي على المحول overloading .

الطاقة المفقودة في المحول وكيفية الحد منها:

جزء من الطاقة الكهربية يتحول الى طاقة حرارية بسبب مقاومة الأسلاك للحد من الفقد بسبب المقاومة تصنع الملفات من النحاس الذي له مقاومة نوعية منخفضة جزء يفقد بسبب التيارات الدوامية المتولدة في القلب الحديدي يصنع القلب الحديدي من شرائح رقيقة من الحديد المطاوع السليكوني معزولة عن بعضها للحد من التيارات الدوامية تسرب جزء من خطوط الفيض خارج القلب الحديدي فلا تقطع الملف الثانوي يوضع الملف الابتدائي داخل الملف الثانوي ويعزل عنه جزء يفقد في صورة طاقة ميكانيكية تستنفذ في تحريك الجزيئات المغناطيسية للقلب الحديدي للحد من الفقد يصنع القلب من الحديد المطاوع لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية.

كفاءة المحول:

هي النسبة بين الطاقة الكهربائية في الملف الثانوي الى الطاقة الكهربائية في الملف الابتدائي أو هي النسبة بين قدرة الملف الثانوي وقدرة الملف الابتدائي.

استخدام المحول في نقل القدرة الكهربائية:

لا يمكن تحقيق الاستعمال الفعال للطاقة الكهربائية الا بواسطة نقلها لمسافات بعيدة بأقل خسارة ممكنة ويجب لهذا نقل الطاقة تحت جهد عالي جدا حيث توجد محولات رافعة عند أماكن توليد الطاقة وتنقل الطاقة عبر الأسلاك والأبراج الهوائية الى أماكن الاستهلاك حيث توجد محولات لخفض القوة الدافعة ، كفاءة النقل هي النسبة بين الطاقة الكهربائية التي تصل الى أماكن الاستهلاك والطاقة الكهربائية الناتجة في محطات التوليد.

استخدامات المحولات:

1. تستخدم المحولات لنقل القدرة الكهربائية لمسافات بعيدة من أماكن توليدها إلى أماكن توزيعها واستخدامها.
2. تستخدم المحولات مع أجهزة القياس والوقاية عندما تكون التيارات والجهود الكهربائية عالية وذلك بخفض قيم التيارات أو الجهود إلى قيم صغيرة يمكن قياسها والتعامل معها.
3. تستخدم المحولات في اغلب الأجهزة الكهربائية والالكترونية للحصول على جهود تشغيل هذه الأجهزة والتي تعتبر صغيرة جدا بالمقارنة بجهد المصدر.

نظام العزل الكهربائي:

ان العزل الواقع بين ملفي الضغط العالي والواطي بالاضافة للعزل الموجود بينهما وبين جدار الخزان والقلب الحديدي يتميز بالقيمة العالية لشدة العزل الكهربائي والمتانة الفائقة لتحمل الضربات الكهروميكانيكية ، حيث ان ملف الضغط الواطي ملفوف على اسطوانة مصنوعة من مادة ذات عزل كهربائي ممتاز بالاضافة الى ان الملفات الباقية تحتوي على قنوات وفسح زيتية من شأنها ضمان العزل المطلوب ، كما ان الحلقات الكارتونية المصممة في أعلى وأسفل كل ملف تكسب الملف مسافة زحف كهربائي وزيادة تحمل الملف لتذبذبات الفولتية العالية.

المحولات المغموره فى الزيت:

المحولات المغموره فى الزيت تركيبها هو نفس تركيب المحولات العاديه ولكن الزيت هو طريقه من طرق التبريد ويتم ذلك عن طريق غمر قلب المحول وملفاته فى زيت تبريد.

يستخدم نوعان اساسيان من السوائل فى عمليه العزل والتبريد فى المحولات :

الزيت المعدنى و السوائل المقاومة للحريق .

ولكن الزيت المعدنى قابل بطبيعته للالشتعال وظهرت الحاجه الى البحث عن سوائل اخرى لها نفس الخواص الكهربائية والكيميائية الممتازة للزيت ولكن يكون لها القدرة عن مقاومة الحرائق التى قد تحدث نتيجه لزيت المحولات القابل بطبيعته للاشتعال وقد ظهر انواع كثيرة من السوائل المقاومة للحريق ومن اشهرها ما يعرف تجاريا بالاسكاريل وسائل اخر يعرف باسم مائع السليكون ومع ذلك فان المحولات المغموره فى الزيت هى اكثر المحولات استعمالا حتى الان.

وظائف سائل التبريد :

يقوم سائل التبريد بوظيفتين اساسيتين:-

1. العزل بين الملفات وبعضها وكذلك العزل بين الملفات والقلب الحديدى للمحول والملفوف حوله تلك الملفات.

2. المساعده فى عمليه تبريد قلب المحول وملفاته ويتم ذلك عن طريق انتقال الحرارة المتولدة في القلب والملفات الى السائل المحيط بها من خلال العوازل الصلبة ، عوازل الملفات وعوازل رقائق قلب المحول ، ويقوم السائل بنقل تلك الطاقه الحرارية اما الى خزان المحول وملحقات التبريد الخاصة به واما الى اسطح منفصله اكثر بروده ويتم بعد ذلك التخلص من الحرارة نهائيا.

ملاحظة:

لكي تتم عملية التبريد بكفائه عالية يجب ان يتحرك السائل داخل المحول فى مجارى واسعة حيث يؤثر حجم تلك المجاري بشده على كفاءه التبريد.

الزيت المعدنى:

يستخرج الزيت المعدني المستخدم فى المحولات من البترول ثم يضاف اليه مادة مانعة للاكسده ويعتمد اداء المحول الى درجة كبيرة على خواص الزيت الفيزيائية والكيماوية والكهربائية ويجب ان يخضع زيت المحولات لعدة اختبارات تحددها المواصفات العالميه بحيث يحقق المستويات المطلوبه وفيما يلى اهم خصائص الزيت المعدنى والحد الادنى للمستويات المطلوبه لتلك الخصائص.

طرق الاختبار:

المظهر : يجب تقييم مظهر الزيت وذلك بتمرير ضوء نافذ من خلال عينة من الزيت ذات سمك 10 سم تقريبا عند درجة الحرارة المحيطة.

الكثافه: يجب الا تزيد كثافه الزيت عن 895 kg / m2

اللزوجه : الحركيه تؤثر لزوجه الزيت بدرجه كبيره على عمليه التبريد اذ ان حركه الزيت داخل المحول تزيد كلما قلت لزوجته. يجب أن يتم قياس اللزوجة الحركية طبقا للمواصفة القياسية ، ويجب أن لا تزيد على 12ملم²/ث عند 40°س.

نقطه الوميض : تحدد نقطه الوميض درجة حرارة الزيت التى تكون عندها الابخره المتواجده فى الهواء الملامس لهذا الزيت قابله للاشتعال اذا تعرضت لاى لهب او مصدر للحريق مثل الشرر الكهربى ومع ذلك يجب ان تكون نقطه الوميض دائما اعلى من درجه حراره الزيت اثناء اداء المحول وتحدد المواصفات نقطه الوميض كما يلى140 درجه م للزيوت الخاليه من موائع الاكسده130 درجه م للزيوت الحاويه على موائع اكسده.

نقطه الانصباب : وهى اقل درجه حراره يمكن للزيت ان يتدفق عندها تحت قيمه معينه من فرق الضغط دون حدوث اى معوقات. تعطى نقطه الانصباب مؤشرا لاقل درجه حراره للوسط الموجود فيه الزيت بحيث يمكن لهذا الزيت ان يؤدى وظيفته بأمان وبطريقه سليمه.تؤخذ نقطه الانصباب كما يلى30 درجه م للزيوت الخاليه من موائع الاكسده45 درجه م للزيوت الحاويه على موائع اكسده.

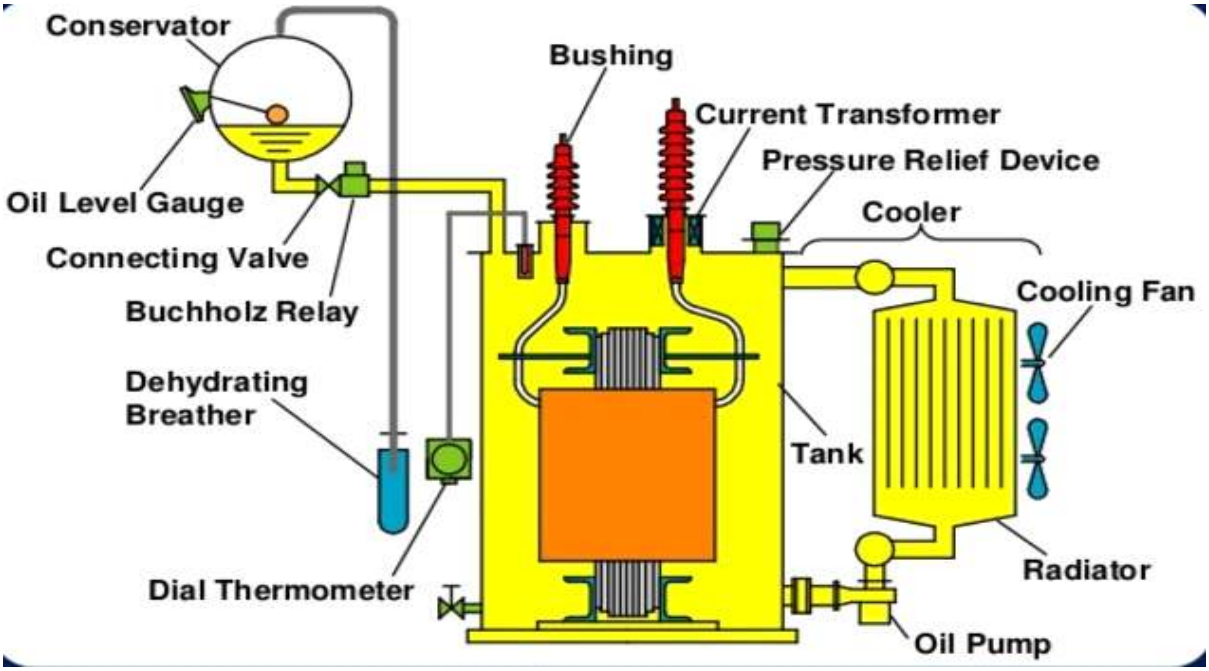
محتوى الماء: تتأثر خواص الزيت بدرجه كبيره بوجود الماء فيه وذلك يتبين لنا بوضوح اذا علمنا ان نسبه 0.06% من الماء داخل الزيت تقلل من شده العزل الكهربى له الى حوالى نصف قيمتها التى يكون عليها الزيت عندما يكون خاليا تماما من الماء ويمكن بتجربه صغيره نكشف عن وجود الماء داخل الزيت ويتم بتسخين مسمار الى درجه الاحمرار ثم غمسه فى الزيت واذا حدث طرقعه يدل ذلك على وجود الماء داخل الزيت.

عامل تبريد العزل الكهربائي: ظل زاويه الفقد يعطى مقياسا للفقد الكهربى داخل العازل وتنص المواصفات على يكون الحد الاعلى لظل ذاويه الفقد 0.005مقاسه عند درجه حراره 90 درجه مئويه على ان يكون القياس على عينه جافه ومرشحه وعند اجهاد بين 500 فولت/ مم و 1000 فولت/مم وتردد بين 40 الى 62 هرتز.

ملحقات المحول المغمورة فى تبريد المحولات :

المحول المغموره فى الزيت
accessories

تزود المحولات المغموره فى الزيت(او فى سوائل العزل الاخرى) بعده اجهزه مساعده تلحق بتلك المحولات بغرض حفظ كميه سائل العزل ومنع تلوثه وحمايه المحول نفسه.
وتزيد اهميه حفظ الزيت وحمايته كلما زاد جهد المحول حيث ترتفع الاجهادات الكهربيه داخل الزيت..



ومن اهم هذه الملحقات//

1- مرحل بوخلزbuchholz relay

يبين هذا المرحل الاخطاء والعيوب مثل فقد الزيت او اى تدفق غير طبيعى بين خزان المحول والوعاء الحافظ ، ويبين كذلك انبعاثات الغازات داخل المحول نتيجه لايه حاله تشغيل غير عاديه كتجاوز الحمل او قصر الدائره مثلا ، ويوجد مرحل البوخلز فى مسار الزيت وبين خزان المحول و الوعاء الحافظ والمرحل مزود بملامسات contactors بحيث يمكنه ان يعطى صوتا تحزيريا او ان يشغل دائره اجهزه الحمايه والقطع الخاصه بالمحول.

2- مرشح جل السيليكا

ويستخدم هذا المرشح مع المحولات المزوده بوعاء حافظ

3- مؤشر مستوى الزيت

يعطى هذا المؤشر بيانا لمستوى الزيت داخل المحولات المجهزه بوعاء حافظ ويجب ملاحظه هذا المؤشر بأستمرار حيث قد يؤدى هبوط مستوى سطح الزيت الى حدوث شرار flashover اذا لم يتم تصحيح المستوى ويمكن اختياريا وضع جرس تحزير يعمل مع هذا المؤشر بحيث يعطى صوت تحزير اذا انخفض مستوى سطح الزيت عن حد معين.

4- ترمومتر بسيط

يبين درجه حراره الزيت بطريقه مباشره عند سطحه

5- ترمومتر بملامسات

وهو ترمومتر مزود بملامسات تقفل دائره تعطى اشاره اذا ذادت درجه الحراره عن قيمه محدده سابقا ، كما يمكن تزويد نفس الترمومتر بملامسات اخرى تتصل بأجهزه الحمايه والقطع الخارجيه للمحول بحيث يمكنها فتح دائره المحول وفصله عن الخدمه فى حاله زياده درجه الحراره الى الحد الذى يكون خطرا على المحول.

ويوجد هذا النوع من الترمومترات على شـــــكل ترمومتر بقرص عليه تدريج ويعرف باسم dial thermometer حيث يستعمل فى بعض الحالات التى يكون من الصعب فيها قراءه الترمومتر البسيط وذلك بسبب بعض الظروف المحيطه او بسبب ارتفاع المحول مثلا.

6- مقياس الضغط والتفريغ pressure-vacuum gauge

وهو مقياس يستخدم فى المحولات ذات الخزان المحكم والمعروف بأسم sealed-tank يستعمل هذا المقياس بحيث يبين الفرق فى الضغط بين ضغط الهواء الجوى وضغط الغاز داخل خزان المحول.

7-جهاز تخفيف الضغط pressure-relief device

ويمكن لهذا الجهاز خفض ضغط الغاز داخل المحول عن طريق تسريبه للخارج.ويقوم هذا الجهاز بخفض الضغط سواء فى الحالات الخفيفه من ارتفاع ضغط الغاز عن الحد المسموح او فى الحالات الحوادث الخطيره مما يمنع انفجار خزان المحول.

8- تتابع حراري thermal relay

ويستعمل لاعطاء بيان عن درجه حراره ملفات المحول بطريقه مباشره كما يمكنه اداء بعض الاعمال كتشغيل مراوح التهويه او اعطاء انذار او تشغيل اجهزه فتح الدائره يستخدم هذا المرحل عاده للمحولات من 10000 ك.ف.أ واكبر.

9-جهاز تحديد البؤره الساخنه hot-spot temperature device

ويقوم بنفس عمل المرحل الحرارى الا انه يقوم باعطاء بيانات عن درجه الحراره بطريقه كهربيه باستخدام قنطره
ويستون.ويمكن استعماله لتحديد درجات الحراره عند اماكن مختلفه من المحول

10-صمام سحب الزيت واخذ العينات

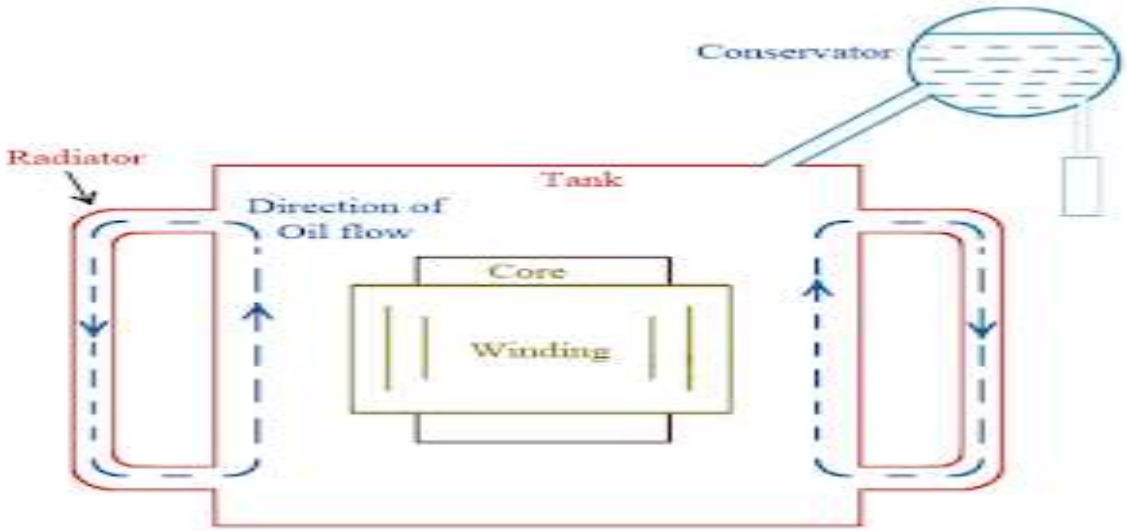
وهو صمام يوضع اسفل المحول لهذا الغرض

طرق تبريد المحولات الكهربائية:

تبريد المحولات الكهربائية :

خلال عملية التحويل ونتيجة مرور التيار الكهربائي ترتفع درجة حرارة القلب الحديدي والملفات داخل المحول , وهذا يؤدي الى زيادة الفاقد وتقليل كفاءة المحول , فتم دراسة طرق لتبريد المحولات الكهربائية لزيادة كفائتها .
تتم عملية تبريد المحولات الكهربائية بأكثر من طريقة تبعا لحجم المحول ونوعه وغيرها من العوامل .

1- محول مغمور في الزيت مبرد ذاتيا (OA - Oil Immersed Self Cooling) :
تتم عملية التبريد عن طريق غمر القلب الحديدي والملفات في الزيت , ويتم تحرك الهواء ذاتيا على أسطح التبريد
وتعتبر هذه من أبسط الطرق.
يتم استخدامها في المحولات التي تصل الى MVA30
ويرمز له بـ ONAN



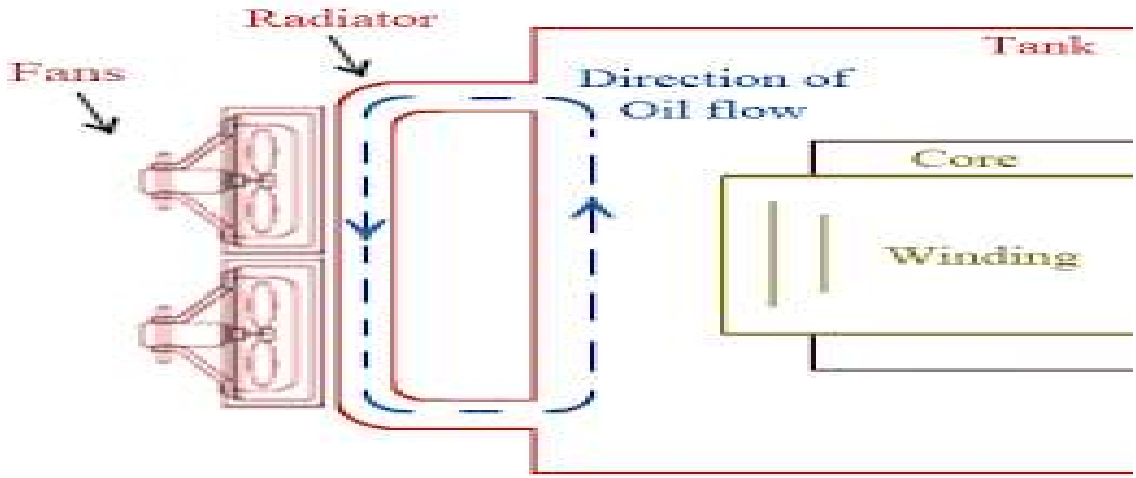
Oil Natural Air Natural (ONAN) - Cooling of Transformer

2- محول مبرد ذاتيا بالزيت وقسرا بالهواء (OA/FA - Oil Immersed Self Cooling/Forced Air) :

نفس الطريقة السابقة لكن يتم دفع الهواء بمضخات فوق أسطح التبريد.

يتم استخدامها للمحولات الكبيرة التي تصل الى MVA60

ويرمز له بـ ONAF



Oil Natural Air Forced (ONAF)
Cooling of Transformer

3- محول مبرد قسرا بالزيت وقسرا بالهواء (FOA - Oil Forced/Air Forced) :

يتم دفع الزيت الى داخل أسطح التبريد بواسطة مضخات وكما يتم دفع الهواء فوق الأسطح بواسطة مضخات أيضا

ويرمز له بـ OFAF

Oil Forced Air Forced (OFAF) - Cooling of Transformer

4- محول مبرد ذاتيا بالزيت وقسرا بالزيت وقسرا بالهواء (OA/FA/FOA) :
تتم هذه العملية على مرحلتين تبعا لمقدار الحمل الكهربائي وتتم باستخدام أجهزة تحكم .
ويرمز له بـ ONAN/ONAF/OFAF

5- محول مغمور في الزيت المبرد بالماء (OW- Oil Immresed/Water-Cooled) :
يتم تبريد الزيت بالدوران داخل الماء.

****

النـهايـة

References

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AD%D9%88%D9%84#%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%A7%D8%B1%D9%8A%D8%AE

نبذة تاريخية عن صناعة المحولات page 3&4/ 31

https://almohandes.org/t/%D8%B4%D8%B1%D8%AD-%D8%B4%D8%A7%D9%85%D9%84-%D9%84%D9%80-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AD%D9%88%D9%84-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%87%D8%B1%D8%A8%D8%A7%D8%A6%D9%8A/178086

شرح شامل للمحول الكهربائي page (from 5 to 14) / 31

https://www.electrobrahim.com/2015/03/transformer.html

تصنيف ألمحولات و تركيب المحول page (from 14 to 20)/ 31

http://www.eng2all.net/forum/engineering27705/

استخدامات ألمحولات page (from 21 to 23)/ 31

http://www.startimes.com/f.aspx?t=19208701

المحول المغموره فى الزيت page (from 24 to 27)/ 31

https://kahraba2e.blogspot.com/2016/07/blog-post_7.html

طرق تبريد المحولات الكهربائية page (from 27 to 30)/ 31