



National Electrical Power Company
ETC- Substation Department

Transformer Testing & Maintenance

Transformer Testing & Maintenance





صيانة المحول:

إن الصيانة الدورية للمحول تعد من أهم الأمور لتجنب الأعطال داخل المحول.
تفقد المحول خلال عمله تعد من الأمور التي يجب عملها ومنها:

١. تفقد حالة سطح المحول.
٢. تفقد الجلبات.
٣. تفقد مستوى الزيت.
٤. تفقد نظام التنفس فإذا كانت نسبة التشبع أكثر من ٢/٣ يجب تغييرها.
٥. تفقد وجود تسريب لأي زيت من المحول.



National Electrical Power Company

فلكل جزء من أجزاء المحول يجب أن يتم عليه عملية صيانة دورية:
و من أهم أعمال الصيانة الدورية للمحولات المملوءة بالزيت:

الفترة	الفحص أو الصيانة
سنويا	تفقد المحول بالنظر
سنويا إذا كان المحول خارجي كل ٣ سنوات إذا كان المحول داخلي	تنظيف الجلبات
أسبوعيا	تفقد زيت والجلبات الجلبات
سنويا بعد أول سنة من العمل	فحص الزيت
سنويا أو عند حدوث عطل للمحول	فحص العازلية
سنويا أو عند حدوث عطل للمحول	فحص نسبة التحويل
سنويا	فحص نظام التبريد
سنويا	مضخات الزيت
سنويا	مقياس درجة حرارة الزيت والملفات
كل ٣ سنوات	مبين مستوى الزيت
سنويا	جهاز تنفيس الضغط
سنويا	جهاز البوخلز



و تختلف هذه الصيانة تبعا لقسم الصيانة في الشركات.

أعمال الصيانة الدورية التي تتم على بعض أجزاء المحول:

الخزان المساعد:

تفقد مستوى الزيت داخل الخزان المساعد بحيث إذا وجد نقصان كبير لمستوى الزيت يجب الوقوف للتأكد من سبب النقصان. فربما قد يكون من تسرب من جسم المحول لو من الجلبات. وقيام بأعمال اللحام والشد لنقاط التسريب.

جهاز التنفس:

تفقد لون المادة وعمل الصيانة اللازمة إن وجبت. و تفقد الزيت أسفل نظام التنفس .

جهاز البوخلز:

تفقد فيما لو كان هنالك غازات داخل الجهاز وفحصها ومعرفة سبب وجود الغازات.



Insulation Resistance Test:

إن فحص مقاومة العزل لدى المحول من أهم الفحوصات التي تتم ، إذ يستخدم لمعرفة طبيعة العزل داخل المحول والوقوف على حالته عند الصيانة الدورية للمحول، أو عند إعادة المحول بعد التجفيف أو تغيير الزيت أو بعد إعادة لف الملفات. لاتخاذ القرار اللازم عندها. ونقوم بهذا الفحص إذا فصل القاطع المحول للتأكد من سلامة العزل وما إذا كان الخلل من العزل و بعد التأكد من التوصيل الجيد وتوصيل Tap.

تقييم الوضع:

بعد قياس قيمة المقاومة يجب مقارنتها بالمقاومة على اللوحة الاسمية ، إذ يجب أن لا تقل عن ٧٠% من القيمة للمحول ، فإذا كانت القيمة اقل من ذلك يجب عدم إرجاع المحول إلى الخدمة قبل تحسين العزل له. و الذي يتمثل بتجفيف المحول من الرطوبة. و يجب تحويل القيمة الى درجة الحرارة المقاسة عندها قيمة المصنع.

أسباب انهيار العزل:

١. الحرارة الزائدة
٢. انخفاض درجة الحرارة
٣. الرطوبة
٤. التآكل
٥. رداءة الزيت
٦. العمر الزمني



National Electrical Power Company

Oil temperature, °C	Oil temperature, °F	Multiplier
0	32	0.25
5	41	0.36
10	50	0.50
15.6	60	0.74
20	68	1.00
25	77	1.40
30	86	1.98
35	95	2.80
40	104	3.95

و إذا كانت القيمة المصنعية غير موجودة الجدول التالي يبين اقل القيم تبعا للفتولية الاسمية:

Rated voltage of winding under test	Minimum acceptable resistance
2300 V to 13,200 V	800 MΩ
Above 13200 V	1600 MΩ



أنواع فحوصات العزل التي تتم:
هنالك عدة فحوصات تتم احدها هو كاف لتقييم الوضع.

الأجهزة المستخدمة:

Megaohmmeter

أنواع الفحوصات:

1.Spot Test:

في هذا الفحص يتم تسليط فولتية معينة للمنطقة المراد فحصها، واخذ القراءة بعد ٣٠ ثانية من الفحص..... ؟
زمن ثم المقارنة كما ذكر سابقا.

2.Time resistance Testing:

في هذا الفحص يتم المقارنة بين قيمتين كل منهما تتم على زمن مختلف من الآخر. و
بالعادة يتم للمعدات ذات الفولتية العالية.
إذ يعطي قراءة أفضل حتى لو أتمنا الفحص الأول.
إذ يتم الفحص بعد ٣٠ ثانية ، ثم بعد ٦٠ ثاني
نأخذ النسبة بين 60sec و 30secc



Less than 1= failed

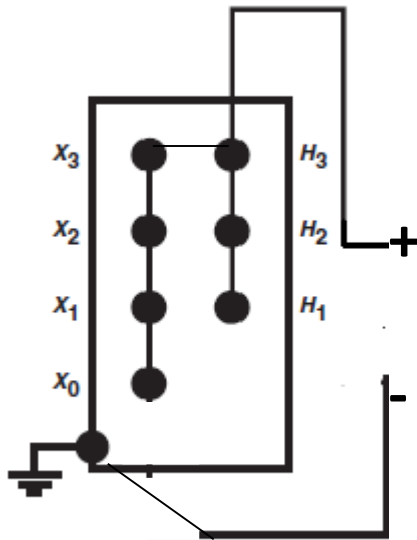
Between 1 and 1.25 OK

Between 1.4 and 1.6 Excellent

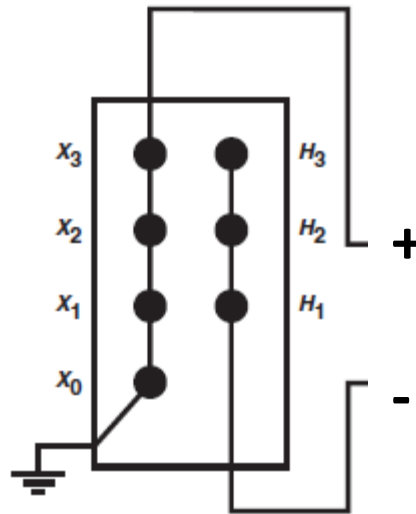
التقييم

فحوصات أخرى
الفحوصات التي تتم لمحول 3Phase :

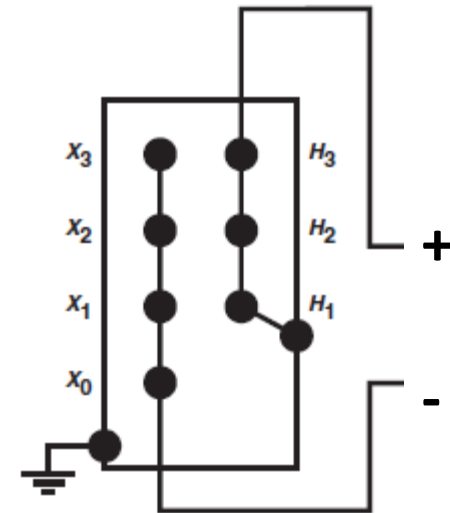
- 1.High voltage winding to lv winding to ground
- 2.HV winding and tank
- 3.Lv winding and tank



(1)



(2)



(3)



Turns ratio for all taps:

هذا الفحص في العادة يتم إذا تم إعادة لف الملفات أو تبديل بعضها.
وهذا الفحص يتم لمعرفة فيما لو كان هنالك ملفات مقصورة على بعضها البعض مما يعني انهيار العزل
للملفات وذلك عن طريق قياس نسبة التحويل الصحيحة. و التأكد من فولتية الطور مع فولتية الطور مع طور.
ونقوم بهذا الفحص على عدة تابات للتأكد من صلاحية Tap Changer

التقييم:

يجب أن نكون القيم هي نفسها للمحول أي مطابقة للوحة الاسمية. و بالعادة يسمح بنسبة خطأ مقدارها ٥%
للمحولات القديمة أما المحولات الحديثة التركيب يجب أن تكون ١% وإذا تجاوزت القيم نسبة الخطأ فيجب
عدم استخدام المحول.

إجراءات الفحص:

نقوم بتغذية المحول من جهة الضغط العالي بفولتية لا تزيد عن القيمة الأساسية وان لا تكون صغيرة بحيث
يصعب قراءتها.
ويتم اخذ القراءات التالية.

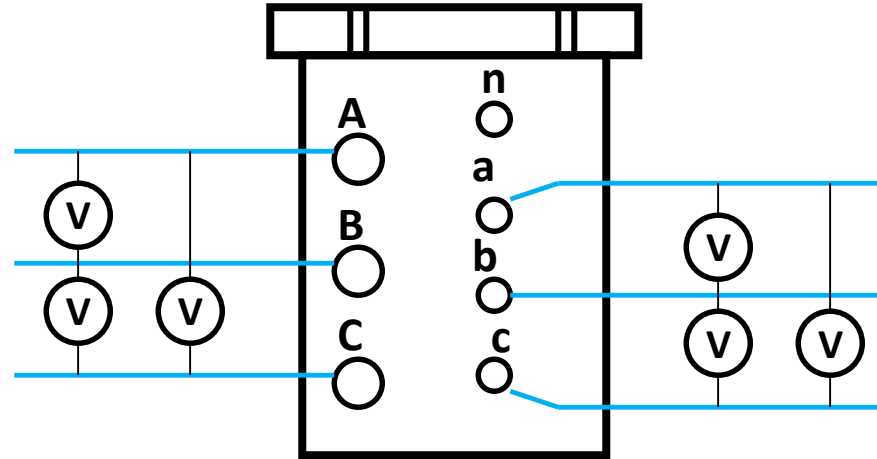
VAB , VBC , VCA , Vab , Vbc , Vca . Van , Vbn , Vcn

ويتم حساب نسبة التحويل

$$KAB = VAB / Vab$$

$$KBC = VBC / Vbc$$

$$KAC = VAC / Vca$$



يجب عندها أن تكون قيمة K

$$K_{AB} = K_{BC} = K_{AC} = K$$

ويجب أن لا يكون الفرق اكبر من ١ في المائة لكل التابات. للمحولات الحديثة التركيب وأن لا يكون اكبر من ٥ في للمحولات الأقدم.

و إذا كانت القيمة اكبر من ذلك يجب عدم استخدام المحول وإعادة لف الملفات والوقوف عند المشكلة التي حصلت عليه.

الأجهزة المستخدمة:

١. أجهزه قياس الفولتية

٢. أسلاك التوصيل

٣. مصدر جهد



Winding Resistance Test:

إن قياس قيمة مقاومة الملفات تتم لمعرفة إذا ما كان هنالك خلل في التوصيل لبعض الملفات أو على الجلبات أو ل Tap changer . إذا أظهرت نتائج فحص نسبة التحويل لأحد الملفات أنه يختلف كثيراً عن ما هو مكتوب على اللوحة الاسمية للمحول فهذا يعني أن عدد لفات الملف أكثر أو أقل من العدد المطلوب وزيادة أو نقصان عدد اللفات يؤدي إلى زيادة أو نقصان مقاومة الملف

و يتم مقارنة الملفات لكل طور من الأطوار لمعرفة فيما لو كان هنالك فرق فيما بينها أو أن تتم المقارنة بفحوصات المصنع للمحول أو بمحول مطابق له . إذا تمت المقارنة مع الأطوار يجب أن لا يزيد الفرق عن ٥ في المائة . أما إذا تمت مقارنتها مع قيمة المصنع يجب تحويلها إلى الحرارة التي تمت فحوصات المعمل عليها . حسب العلاقة التالية .

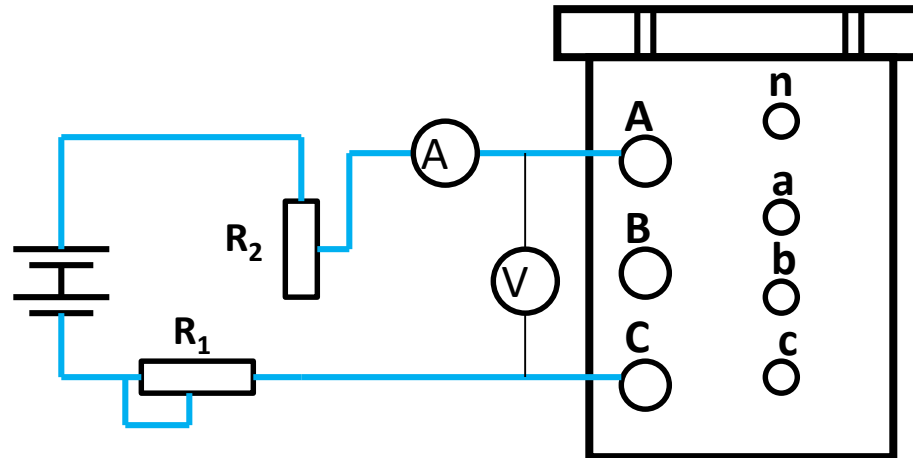
$$R_s = R_m(T_s + T_k) / (T_m + T_k)$$

لكن في الغالب يصعب اخذ قراءة درجة الحرارة في الموقع لذا ينصح بمقارنتها مع الأطوار أو بمحول شبيهه .



طريقة الفحص:

نتيجة لزيادة المقاومة الحثية للملف فإن حركة مؤشر أجهزة القياس تكون بطيئة جداً وتحتاج إلى وقت طويل لتستقر على القيمة المطلوبة وقد يصل ذلك الوقت عند بعض المحولات إلى نصف ساعة أو يزيد . لذا ولاختصار الوقت ولتكون القياسات أدق توصل مع الملف مقاومة أومية على التوالي ، كما هو مبين في الشكل





بعد إكمال ربط الدائرة الكهربائية يجري إدخال كامل المقاومة $R1$ في الدائرة وإخراج $R2$ وبواسطة المقاومة $R2$ يجري اختيار التيار المناسب بقيمة (بحدود ٢٠%) من شدة تيار الملف الكلية بعد ذلك يجري ربط جهاز قياس الفولطية بواسطة المفتاح ونقرأ الفولطية ثم تحسب المقاومة .

الأجهزة المستخدمة:

١. مقاومتان متغيرتان بقيم مناسبة .
٢. مصدر كهربائي مباشر بقيم فولطية وقدرة مناسبتين .
٣. جهاز قياس شدة التيار بتدرج مناسب لقياس شدة التيار حسب قدرة المحول موضوع الفحص .
٤. جهاز قياس الفولطية حتى (٣٠٠) فولت .



فحص مجموعات التوصيل :

يتم في هذا الفحص من أن مجموعات التوصيل لم تتغير عندما تم إعادة لف الملفات أو تبديلها. إذ يجب أن تكون مجموعات التوصيل مطابق للوحة الاسمية للمحول.

طريقة الفحص :

قم بتوصيل الدارة كما في الشكل.

٢. توصيل مصدر جهد للطرف A

٣. قم بقراءة فولتية المصدر والفولتيات التالية.

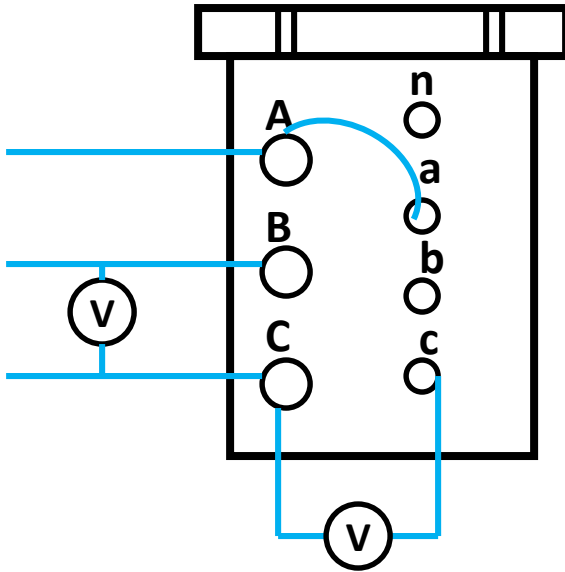
V_{Bc} , V_{Bb} , V_{Cb} , V_{Cc}

ومن ثم مقارنة النتائج مع مجموعة التوصيل للمحول . أو
تحديدتها في حالة عدم معرفتها.

الأجهزة المستخدمة:

١. مصدر جهد

٢. أجهزة قياس الفولتية





Group	Deviation (°)	Connection	Voltage Diagram	VBb	VBc	VCc	VCb
12	0	Yy, Dd, Dz		Less	Less	Less	Less
1	30	Yd, Dy, Yz		Less	Little More	Less	Less
2	60	Yy, Dd, Dz		Less	More	Less	Less



Group	Deviation (°)	Connection	Voltage Diagram	VBb	VBc	VCc	VCb
3	90	Yd, Dy, Yz		Little More	More	Little More	Less
4	120	Yy, Dd, Dz		More	More	More	Less
5	150	Yd, Dy, Yz		More	More	More	Little Less



Group	Deviation (°)	Connection	Voltage Diagram	VBb	VBc	VCc	VCb
6	180	Yy, Dd, Dz		More	More	More	More
7	210	Yd, Dy, Yz		More	Little Less	More	More
8	240	Yy, Dd, Dz		More	Less	More	More



Group	Deviation (°)	Connection	Voltage Diagram	VBb	VBc	VCc	VCb
9	270	Yd, Dy, Yz		Little Less	Less	Little Less	More
10	300	Yy, Dd, Dz		Less	Less	Less	More
11	330	Yd, Dy, Yz		Less	Less	Less	Little More



فحص فولتية الانهيار

للتأكد من تحمل المحول للفولتية العالية لمدة قصيرة، وهي دقيقة واحدة.

التقييم:

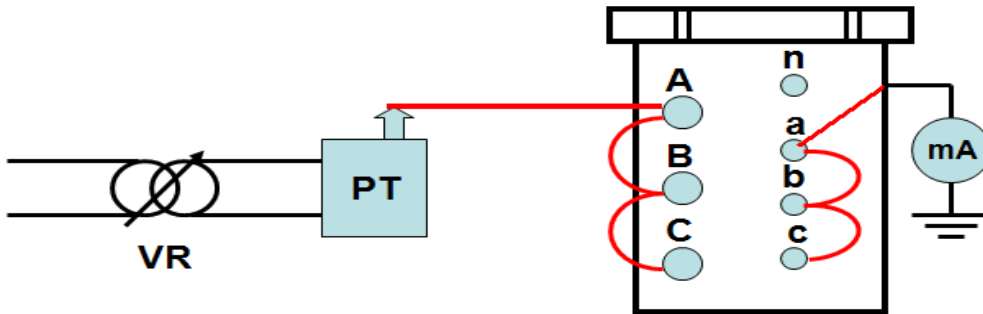
إذا تحمل المحول هذه الفولتية من دون سماع أي صوت غريب أو انهيار هذا يعني أن عازليه المحول ممتازة، وبالعكس ذلك هذا يعني أن المحول يجب أن يجفف.

ويجب أن يتم الفحص بعد أن يتم بعد ٢٤ ساعة من تعبئة المحول بالزيت

طريقة الفحص:

لفحص فولتية الانهيار لملف الفولتية العالية :

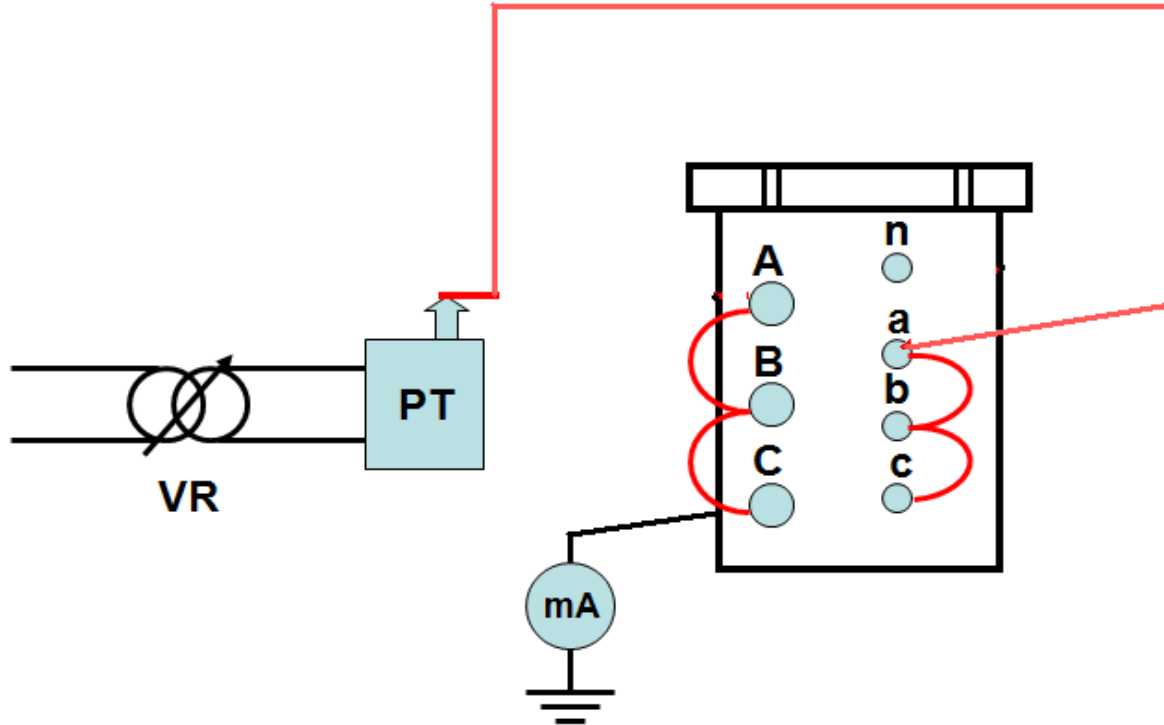
١. قم بتوصيل الثلاثة أطوار لكل جهة مع بعضها البعض.
٢. قم بتوصيل ملفات الضغط المنخفض مع جسم المحول من خلال mA ammeter
٣. قم بتوصيل ملفات الضغط العالي مع مصدر الجهد المرتفع
٤. قم برفع الفولتية إلى فولتية الفحص لمدة دقيقة واحدة مع مراقبة المحول.





لفحص فولتية الانهيار لملف الفولطية العالية :

١. قم بتوصيل الثلاثة اطولر لكل جهة مع بعضها البعض.
٢. قم بتوصيل ملفات الضغط المرتفع مع جسم المحول من خلال mA ammeter
٣. قم بتوصيل ملفات الضغط المنخفض مع مصدر الجهد المرتفع
٤. قم برفع الفولتية إلى فولتية الفحص لمدة دقيقة واحدة مع مراقبة المحول





إن قيمة الفولتية المسلطة تعتمد على نوع المحول وحدائته:

Testing Voltage (KV)		System Voltage (KV)
Used Tr.	New Tr.	
٥	٥	١,٤
١٩	٢٥	٦,٦
٢٦	٣٥	١١
٦٤	٨٥	٣٣



كيف يتم تمييز فيما لو أن المحول قد نجح في الفحص:

١. سماع صوت الانهيار.
٢. خروج الدخان من الخزان المساعد أو عمل جهاز تنفيس الضغط أما في المحولات التي لا تحوي على خزان مساعد يجب رفع الغطاء العلوي له.
٣. إذا كان الصوت شبيه بصوت الجرس هذا يعني أن الانهيار حصل في الزيت. أما إذا كان ذا دوي مخنوق فمعنى ذلك أن الانهيار يحدث للعازل



No load Test:

ويهدف هذا الفحص لقياس قيمة الطاقة الطائعة للمحول في حالة اللاحمل ويتم مقارنتها مع القيم المصنعة للمحول.

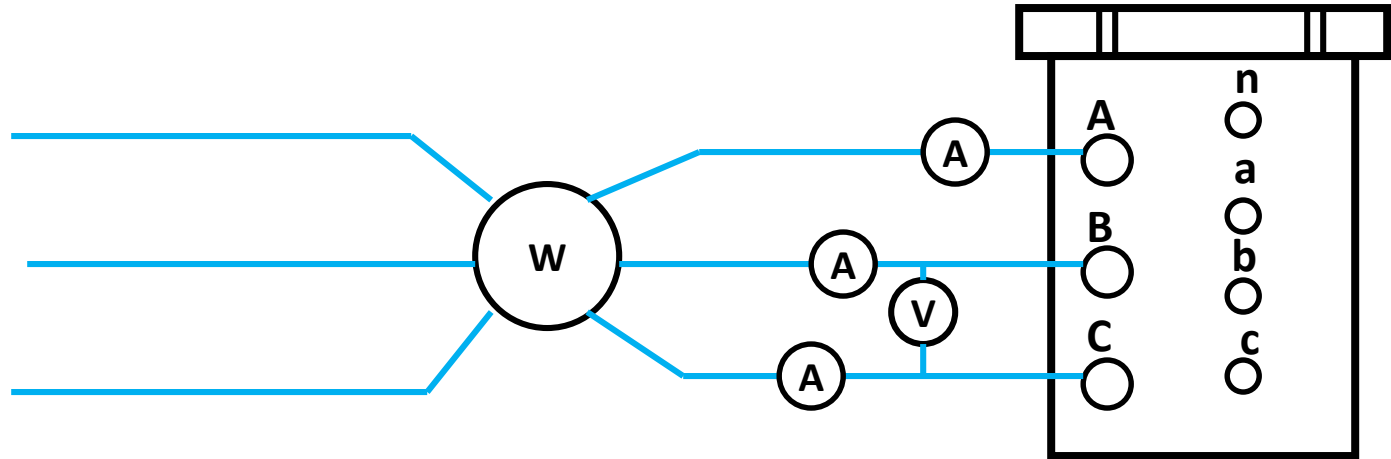
إذا كان تيار اللاحمل كبيراً فهذا يعني أن هناك اتصال بين موصلات الملفات المزدوجة وإلى نقص عدد الصفائح السيليكونية الرقيقة أيضاً .

يعتبر المحول ناجحاً إذا كان متوسط قيمة شدة التيار في الأطوار الثلاثة تختلف عن قيمتها المقاسة في المصنع ب $+30\%$.

إذا كان الاختلاف حتى $+50\%$ فيجب وضع المحول تحت المراقبة الشديدة أثناء تشغيله (مراقبة حرارته) وإذا كان الاختلاف يفوق ذلك فيعاد النظر في ملفات المحول وصفائحه وإعادة فكه وتركيبه .



- ١- يتم حقن المحول من جهة الجهد المنخفض بجهد الاسمي من مصدر للتيار المتغير ثلاثي الأطوار وتبقى أطراف الجهد العالي مفتوحة .
- ٢- تؤخذ قراءة القدرة في الأطوار الثلاث بواسطة ٣ واطميترات أو بواسطة ٢ واطميتر كما هما موصولان في الشكل .
- ٣- ويوصل كذلك ثلاثة أجهزة لقياس التيار الأمبير ميتر .





٤- وتؤخذ قراءة الأمبير مترات الثلاثة وتحسب متوسط قيمة شدة تيار اللاحمل على النحو التالي :-

$$I_o = (I_a + I_b + I_c) / 3$$

وتقارن هذه القيم للتيار مع تيار اللاحمل الاسمي للمحول فإذا كان الاختلاف بينهما لغاية + ٣٠% كحد أقصى يعتبر المحول ناجحاً .



Short Circuit Test and percentage impedance test

الهدف من الفحص :-

للاستدلال منها على وجود خطأ في لف الملفات أو الملف الذي تم إختيارة كبديل لذلك المعطوب كأن يكون السلك الجديد غير مساوٍ لمساحة مقطع السلك القديم أو وجود قطع في الملفات المزدوجة .

وكذلك للتأكد من أن فولتية الممانعة في حالة القصر ضمن الحد المطلوب وخاصة للمحولات التي تربط على التوازي .



التقييم والإجراء :

إذا كانت نتيجة الفحص تشير إلى ارتفاع في القدرة المفقودة وفولطية قصر الدارة فيجب إعادة النظر في الملف المستبدل من حيث مساحة مقطع السلك المستخدم فيه أو أن يكون هناك قطع في الأسلاك المتوازية .



طريقة الفحص :-

١- قصر أطراف الجهد المنخفض بواسطة شرائح نحاسية سميكة .

٢- يتم توصيل ملفات الفولطية العالية مع مصدر كهربائي بمنظم فولطية ثم نزيد الفولطية من الصفر إلى القيمة التي يصبح عندها معدل قراءة الأمبير ميتر مساوية للتيار الاسمي لملف الفولطية المنخفضة .

٣- يتم توصيل جهاز قياس القدرة الواط ميتر وأجهزة قياس الفولطية على ملفات الفولطية العالية وتؤخذ قراءتها



٤- تكون قراءة الوطميتير هي القدرة المفقودة في النحاس .

٥- تؤخذ قراءة الفولطية على الأطوار الثلاث ويحسب المعدل على النحو التالي :

$$V_{s.c} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3$$

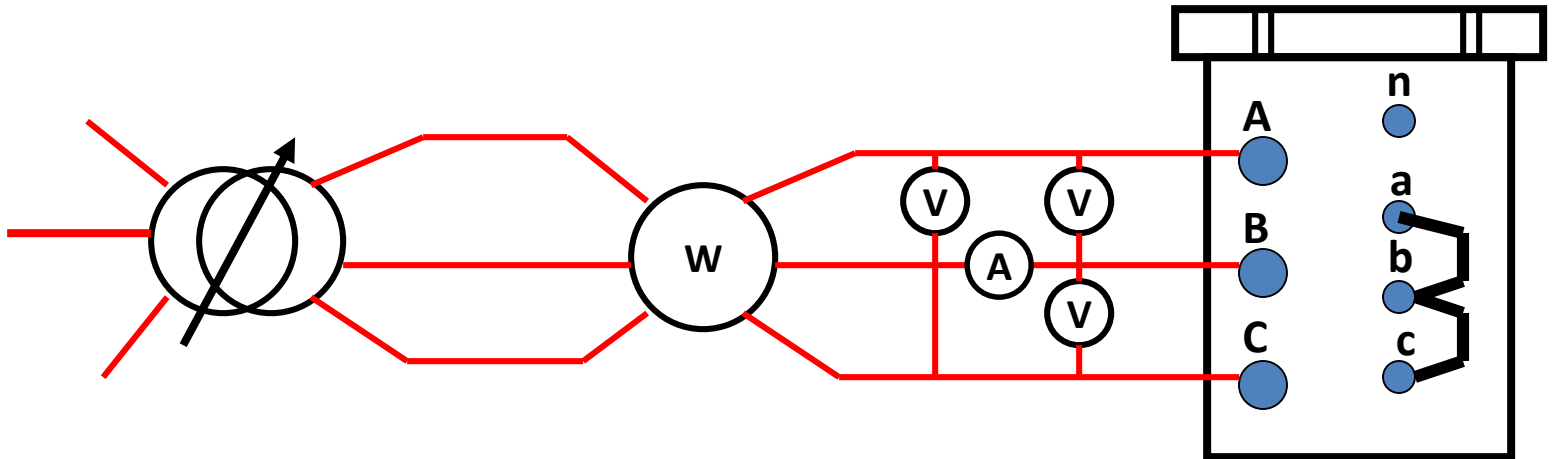
٦- تحسب فولطية الممانعة على النحو التالي :

$$V_{s.c} \% = V_{s.c} / V_r \times 100\%$$



ملاحظة هامة : -

يجب إجراء هذا الفحص بسرعة خوفاً من سخونة المحول وتركه بعد ذلك لمدة ٤٥ دقيقة قبل إجراء الفحص التالي





الأجهزة :

- مصدر ثلاثي الأطوار للتيار المتردد مع منظم فولطية .
- أجهزة قياس الفولطية عدد ٣ .
- أجهزة قياس القدرة عدد ٢ .
- جهاز قياس شدة التيار .
- شرائح نحاسية أو سلك نحاسي سميك لقصر أطراف الجهد المنخفض .



فحص المحول للتأكد من الإحكام الجيد لجميع مواضع الربط واللحام .

الهدف :

للتأكد من إحكام مواضع الربط واللحام في المحول ومن عدم نزفه للزيت واكتشاف أماكن تسريب الزيت .

التقييم والإجراء :-

- يعتبر المحول ناجحاً إذا لم يظهر عليه آثار للنزف .
- إذا وجد عليه آثار نزف يجب معالجة مكان النزف بتعزيز الحشيات أو اللحام .



طريقة الفحص :-

يؤخذ انبوب بقطر ٢,٥ - ٤ ملم وبطول حوالي ١,٥ م ينتهي من طرفه العلوي بقمع وفي طرفه السفلي مسنناً ليسهل تثبيتته على فتحة الخزان المساعد أو على الغطاء العلوي للخزان الرئيسي في حالة عدم وجود الخزان المساعد .

يملأ القمع بالزيت ويترك لمدة (٣) ساعات بحيث يولد ضغطاً مناسباً على جميع مواضع الربط واللحام .

الضغط الزيتي هذا كافياً لحدوث الرشح في حالة الربط واللحام السيء

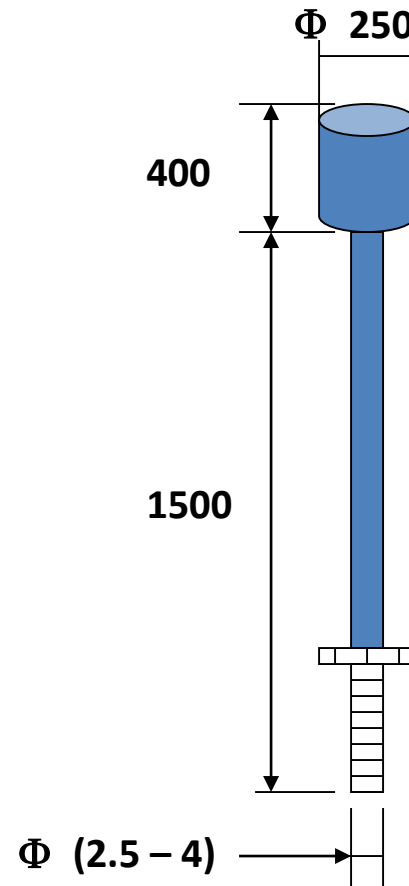
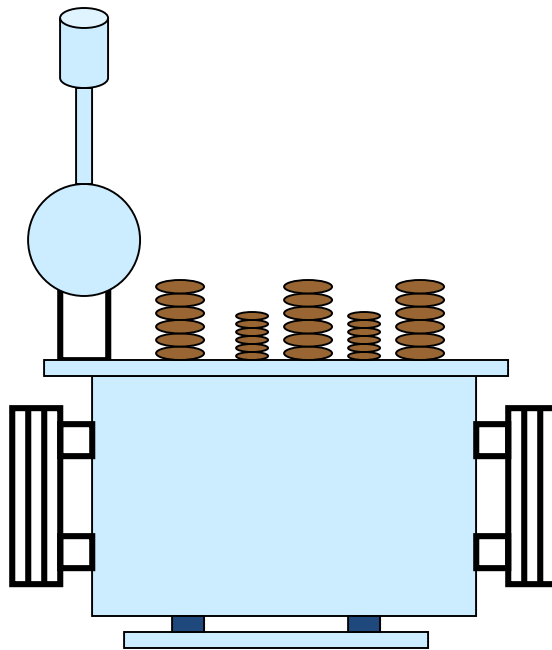


أما عندما يكون المحول خالياً من الزيت فيجري عادة فحص الخزان عن طريق تسليط ضغط هوائي بين (١٥ - ٢٥) % ضغط جوي لمدة (٦) ساعات .

ويركب جهاز قياس ضغط وتسجل قراءته فإذا كانت قراءته بعد (٦) ساعات أقل من القراءة الأصلية فهذا يعني وجود أماكن تسريب وبالتنصت إلى وجود صفير يمكن إكتشاف أماكن التسريب لمعالجتها .



الأجهزة المستخدمة :-





بعض أعطال المحولات :

الإجراء اللازم	السبب المحتمل
تحسين التهوية أو نقله إلى مكان ذو تبريد أفضل	ارتفاع درجة الحرارة المحيطة
تخفيض الحمل أو تقليل التيار بإضافة المواسعات	التحميل الزائد (Overload)
تغيير Tap Changer	الفولتية العالية (High Voltage)
إذا كان التبريد ليس طبيعياً ، يجب التأكد من المراوح ومضخات الزيت	عدم كفاية التبريد
قم بفحص No Load إذا كانت القيمة كبيرة قم بالتأكد من ترابط الصفائح فإذا كانت ممتازة فم بفحص العزل للقلب الحديدي فإذا كانت القيمة تدل أن الصفائح موصولة مع بعضها يجب مخاطبة المصنع من أجل الإصلاح أو التبديل	قصر في القلب الحديدي
انظر للجدول رقم ٣	عطل في الملفات



ضجيج في المحول (Noise)

السبب المحتمل	الإجراء اللازم
التحميل الزائد	انظر الجدول الأول
عطل في الملفات أو القلب	انظر الجدول رقم ٣ للملفات والأول للقلب
بعض الارتخاء في التوصيل	التأكد من الشد اللازم للتوصيلات

عدم وجود فولتية أو فولتية غير ثابتة

السبب المحتمل	الإجراء اللازم
عطل في الملفات، أو انخفاض قوة العزل قصر من أجسام غريبة	قم بفحص الملفات وفحص العزل لها



الصدأ وإهتراء الطلاء

الإجراء اللازم	السبب المحتمل
تنظيف السطح وإعادة الطلاء لجسم المحول	الطقس أو التلوث والتآكل
تأكد من تحميل المحول.. الجدول رقم ١	الحرارة الزائدة مما أدى إهتراء اللون

الجهد المنخفض على طورين من Delta

الإجراء اللازم	السبب المحتمل
تفقد دائرة المصدر أو تفقد ال Fuse لعدم وجود أي فتح فيها	فتح في طور من أطوار Delta للمصدر



جهد مرتفع و غير ثابت	
السبب المحتمل	الإجراء اللازم
فتح في نقطة الحيادي (Neutral) في توصيلة Y	التحقق من توصيلة Neutral point . تأكد من فولتية phases and phase-to-ground voltages.

كسر في الجلبات	
السبب المحتمل	الإجراء اللازم
ضرر ميكانيكي	تغيير الجلبة



عمل جهاز البوخلز	
السبب المحتمل	الإجراء اللازم
حدوث عطل داخلي للملفات	التأكد من العزل وقيمة مقاومة الملفات
نقصان حاد في مستوى الزيت	تفقد مستوى الزيت وسبب التسرب

شوائب في الزيت	
السبب المحتمل	الإجراء اللازم
دخول بعض الشوائب أثناء التعبئة إشباع للسليكا جل	فلتر الزيت تغيير السليكا جل تجفيف المحول



فحص الأجهزة المساعدة على المحول .

١- جهاز مرحل حماية الغازات **Buchholz** ويتم ذلك عن طريق ضخ كمية من الهواء لداخل المرحل ومن ثم تسجيل حجم الهواء اللازم لإصدار إشارة الإنذار وحجم الهواء اللازم لإصدار إشارة الفصل

٢- أجهزة قياس حرارة الزيت والملفات
حرارة الزيت

يتم غمر مجس حرارة الزيت في سخان للزيت ويتم قياس حرارة الزيت في السخان ومقارنتها بالحرارة المسجلة على جهاز قياس الحرارة على المحول

حرارة الملفات

يتم ذلك بواسطة حقن جهاز القياس بالتيار ومقارنة درجة الحرارة على ضوء التيار المحقون .



فحص نظام مبدل التفريضة Tap Changer

١- فحص تشغيل المبدل يدوياً باستعمال يد التشغيل .

٢- فحص تشغيل المبدل بماتور والتأكد من سلامة عمل المسننات والأذرع الميكانيكية وكذلك مفاتيح محددات التفريعات Tap Limit Switches وكذلك التأكد من عمل عداد التشغيل . والتأكد من مقدار التيار المسحوب من قبل ماتور التشغيل .



٣- في حالة وجود أكثر من محول يتم فحص نظام مبدلات التفرعة بين المحولات (سيد تابع ، ومستقل) ومحلي وعن بعد .

٤- فحص نظام تشغيل مبدل التفرعة الأوتوماتيكي .

٥- فحص نظام التفاضل لنظام تشغيل مبدل التفرعة .



الصيانة الدورية للمحولات
هناك نوعان من الصيانة الدورية للمحولات
الأول لا يحتاج إلى إخراج المحول من خزانه الرئيسي وفترة الصيانة مرة واحدة في
السنة تقريبا .

والنوع الثاني الذي تتطلب الصيانة فيه إلى إخراج المحول من الخزان ويتم ذلك مرة
واحدة كل ١٠ سنوات على وجه التقريب



وتتلخص أعمال الصيانة التي تجرى مرة واحدة في السنة على تنظيف وملاحظة الأجزاء الخارجية التالية للمحول وهي :

خلو الجلبات من أضرار الكسر أو التشقق أو التصدع وإزالة الأتربة والأوساخ المتراكمة واستبدال غير الصالح منها .

انعدام رشح الزيت من مناطق اللحام والتأكد من الإحكام الجيد لها.

ملاحظة عدم ارتفاع درجة حرارة الزيت عن المعدلات المسموح بها .



- التأكد من سلامة عمل مراوح التهوية ونظافة أنابيب التبريد
- يجب أن تكون التهوية جيدة في المحولات العاملة داخل غرف مسقوفة .
- يجب تسجيل الحمل بواسطة أجهزة القياس التابعة للمحول
- التأكد من سلامة عمل أجهزة الحماية وإشارات التحذير وكذا الإنارة الخارجية



بعض الأمور و الملاحظات الهامة:

عند تخزين المحولات يجب أن يكون مكان التخزين نظيفا
وقبل مليء الزيت يجب تجفيف المحول جيدا.
الجلبات يجب أن تخزن مع الحول وبفائها على المحول، وإذا
تم إزالتها يجب وضعها في مكان نظيف.



References supporting this papers:

1.UNDERSTANDING INSULATION RESISTANCE TESING

2.TRANSFORMER DIAGNOSTICS (FACILITIES INSTRUCTIONS, STANDARDS, AND
TECHNIQUES VOLUME 3-31) JUNE 2003

3. Troubleshooting Guide - Jefferson Electric

4. Power transformer maintenance. Field Testing.
Andrés Tabernero García

5.Transformers . NEPCO .ETC



National Electrical Power Company
ETC- Substation Department

Factory Testing

REASONS FOR TESTING

Compliance with customer specification
Assessment on quality and reliability
Verification of design
Compliance with industry standards

ROUTINE TESTS BEFORE TANKING

- * CORE INSULATION TESTS
- * PRE-LEAD ASSEMBLY RATIO TESTS AND ELECTRICAL CENTRE MEASUREMENTS
- * PRE-VAPOR PHASE RATIO TEST
- * BUSHING CURRENT TRANSFORMER RATIO AND POLARITY TEST

ROUTINE TESTS AFTER TANKING

INSULATION RESISTANCE: CAPACITANCE AND
DISSIPATION FACTOR

FINAL TURNS RATIO TESTS

IMPULSE TESTS

APPLIED POTENTIAL TEST

WINDING RESISTANCE MEASUREMENTS

INDUCED VOLTAGE TEST

CORE LOSS AND EXCITING CURRENT MEASUREMENTS

IMPEDANCE AND LOAD LOSS MEASUREMENTS

WIRING CHECKS AND GAUGE SETTINGS

TRANSFORMER TESTS

DIELECTRIC TESTS

1) Lightning Impulse

- Full Wave
- Chopped Wave
- Steep Wave

2) Switching Impulse

LOW (POWER)
FREQUENCY

1) Applied Voltage

2) 10 Induced

3) Induced Voltage

4) Partial Discharge

***Quality Control Tests**

PERFORMANCE TESTS

1) No-Load Loss

2) % Exc. Current

3) Load Loss

4) % Impedance

5) Zero Sequence Impedances

6) Ratio Tests

7) Short Circuit

THERMAL TESTS

1) Winding Resistance

2) Heat Run Test

- Oil Rise
- Wdg. Rise
- Hot spot rise

3) Over Load Heat Run

4) Gas In Oil

5) Thermal Scan

OTHER TESTS

*1) Insulation Capacitance and dissipation factor

2) Sound Level Tests

3) 10 kV Exc. Current

4) Megger

5) Core Ground

*6) Electrical Center

7) Recurrent Surge

8) Dew Point

9) Core Loss Before Impulse

*10) Control Circuit Test

*11) Test on Series Transformer

12) LTC Tests

*13) Preliminary Ratio Tests

*14) Test on Bushing CT

*15) Oil Preservation System Tests

NO- -LOAD LOSSES AND LOAD LOSSES AND EXCITING CURRENT EXCITING CURRENT

- LOSSES OF UNLOADED TRANSFORMER EXCITED AT RATED VOLTAGE AND RATED FREQUENCY
- INCLUDE CORE LOSS, DIELECTRIC LOSS, I R LOSS
- CORE LOSS - HYSTERESIS LOSS, EDDY CURRENT LOSS
- HYSTERESIS LOSS - MAXIMUM FLUX DENSITY
- EDDY CURRENT LOSS - FREQUENCY, TEMPERATURE
- AVERAGE VOLTAGE VOLTMETER METHOD
- CORRECTION TO SINE WAVE BASIS

LOAD LOSS AND % IZ

- LOSSES OF TRANSFORMER DUE TO LOAD CURRENT
- INCLUDE I R LOSSES IN WINDINGS
STRAY LOSSES IN WINDINGS
STRAY LOSSES IN STRUCTURAL COMPONENTS
CIRCULATING CURRENT LOSSES
- THREE WATTMETER METHOD PREFERRED
- P.U. IZ = VOLTAGE FOR RATED AMPS (ONE WDG. SHORTED) / RATED VOLTAGE

THERMAL TESTS

MEASUREMENTS OF WINDING
RESISTANCES
TEMPERATURE RISE TEST
OVER LOAD HEAT RUNS
GAS IN OIL ANALYSIS
THERMAL SCANNING

Additional Tests Performed on New Designs and/or at Customer Request

FRONT CHOPPED IMPULSE TESTS
AND SWITCHING SURGE TESTS
HEAT RUNS
SOUND LEVEL TESTS
PD MEASUREMENTS
ZERO SEQUENCE IMPEDANCES
SPECIAL TESTS

TEMPERATURE RISE TESTS

- INSULATION TEMPERATURE DETERMINES “LIFE”
- SIMULATION OF WORST CASE OPERATING CONDITION
- DETERMINATION OF
TOP OIL RISE
WINDING RISE (AVERAGE)
HOT SPOT RISE
- DATE USED IN LOADING (OVER LOADING)
TEST
- DISSIPATE MAXIMUM LOSS - ACHIEVE STEADY STATE
MEASURE OIL RISES
- CIRCULATED RATED CURRENT FOR 1 HOUR MEASURE HOT
RESISTANCES
- EXTRAPOLATE BACK TO INSTANT OF SHUT DOWN
- CALCULATE WINDING RISES

OTHER TESTS

TESTS ON CONTROLS

INSULATION RESISTANCE

CAPACITANCE AND DISSIPATION FACTOR

CORE LOSS BEFORE AND AFTER IMPULSE

SINGLE PHASE EXCITING CURRENT AT 10 KV

ELECTRICAL CENTER DETERMINATION

RATED VOLTAGE - RATED CURRENT LTC OPERATION

CORE GROUND MEGGER

DEW POINT AT SHIPMENT

SOUND LEVEL MEASUREMENTS

SPECIAL TESTS

- Sound Test – Especially for low sound units
- Overload Heat Runs
- Time Constant Heat Runs
- Class II testing for all special transformers
 - $\frac{3}{4}$ Series Parallel $\frac{3}{4}$ High or low impedance
- Short Circuit Testing
 - $\frac{3}{4}$ Use Finite Element Analysis in lieu of testing

Winding Resistance

The winding resistance is measured in the field to identify shorted turns (although this is better identified in the ratio test), poor joints, high resistance connections or contacts and open circuits. The resistance is measured on all taps of a tapped winding to ensure that the OLTC does not open circuit during the tap changing operation.

The winding resistance can be measured with a low resistance ohmmeter, or with a Kelvin bridge. Be sure to make good contact with the winding leads, and to wait 3 minutes after initial contact before taking a reading.

This delay is necessary due to the induction created by the transformer windings. Because the windings will store energy, it is important to shut off the test set and allow the energy to dissipate before removing the test leads.

If the factory test values are available, or if the transformer cannot be disconnected, the resistance values for each winding should be compared to those of the adjacent windings. A difference of one percent indicates a potential problem.

Low Voltage Excitation Current Test

The low voltage excitation test is performed to identify shorted turns or severe core damage. This method is a natural extension of the power factor test and makes use of the same equipment.

The test results of a three-phase core form transformer will give a pattern of two similar currents and one lower current.

This is usually the H2 phase of the Condition Monitoring Unit, transformer as the magnetic reluctance of this phase is lower than the other two phases resulting in a lower excitation current value.

Transformer Turns Ratio

The transformer turns ratio (TTR) test is used to determine, to a high degree of accuracy, the ratio between the primary and secondary of the transformer. This test is used to verify nameplate ratio, polarity, and tap changer operation for both acceptance and maintenance testing.

It can also be used as an investigative tool to check for shorted turns or open windings. If the turn to turn insulation begins to break down in either winding, it will show up in successive TTR tests.

The ratio of the transformer is normally measured at commissioning or after major refurbishment. The test is also performed to identify incipient faults or after a transformer fault trip to identify shorted turns. A turns ratio measurement can show that a fault exists but does not determine the exact location of the fault.

The ratio determined by the test set should agree with the indicated nameplate voltage ratio, within a tolerance of ± 0.5 percent.

If a high exciting current is developed at low voltage, it could indicate a short in the windings or an unwanted short across the exciting clamps. If there is a normal exciting current and voltage, but not galvanometer deflection, there is the possibility of an open circuit or a lack of contact at the test leads.

Actual test results for most transformers will show a slight ratio difference for the different legs of the core, due to the different return paths for the induced magnetic flux. The transformer ratio can also be computed by applying a voltage to the primary, and using two volt meters to read the voltage applied to the primary and the voltage induced in the secondary. This method depends on the combined accuracies of both volt meters, and is usually accurate to only about 1 percent