الشركة السعودية للكهربـــاء
قطاع التوزيع
إدارة عمليات شبكة التوزيع الرئيسية

أعمال
قسم اختبارات
التشغيل و الصيانة

إعداد:

م. إبراهيم علي المحيسن دائرة التشغيل و الصيانة بالقصيم وحائل
م. محمد علي عتمان دائرة الحماية و الاختبارات

اعتماد:

م.محمد أحمد العريفج مدير دائرة الحماية و الاختبارات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كابلات القدرة:

- **أنواع الكابلات الموجودة في شبكة الشركة:**

الجهد	النوع
المنخفض(٣٨٠/٢٢٠/١١٠)فولت	PVC
المتوسط(١٣,٨/ ٣٣)كيلو فولت	XLPE , OIL PAPER(Old Type)
العالي(١٣٢)كيلو فولت	XLPE

- **حالات وأنواع الأعطال:**

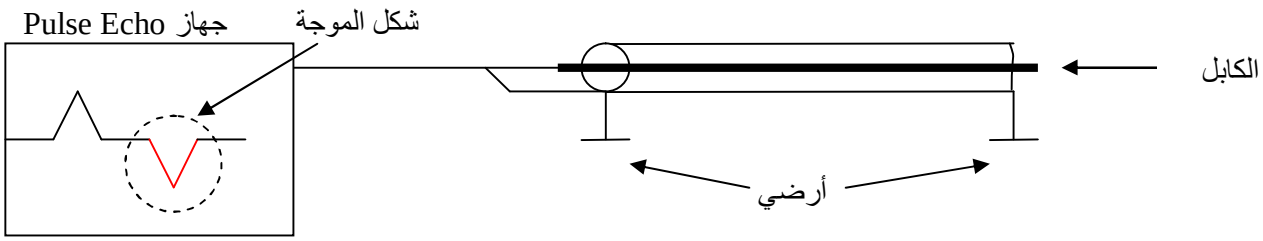
1. Phase to Ground. وجه مع الأرضي
2. Two Phase to Ground. وجهين مع الأرضي
3. Three Phase To Ground. ثلاثة أوجه مع الأرضي
4. Phase To Phase. وجهين مع بعضهما البعض
5. Phase To Phase To Ground. وجه مع وجه مع الأرضي
6. Three Phase Together and Ground. ثلاثة أوجه مع بعضهم البعض مع الأرضي
7. Open Circuit. دائرة مفتوحة
8. Flash Fault.عطل وميضي

- **تصنيف الأعطال:**

يمكن تصنيف الأعطال إلى الحالات التالية:

١) أعطال دائرة القصر(Short Circuit Fault):

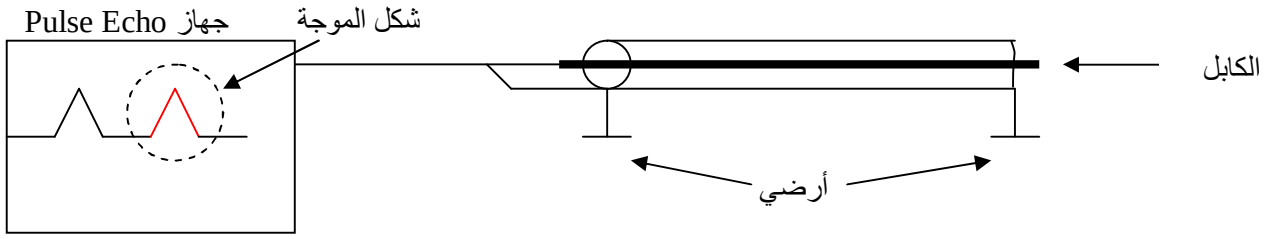
وتكون مقاومة العطل تساوي صفر($Z_f = 0$)، ويمكن مشاهدة العطل واضحاً بجهاز صدى النبضة(Pulse Echo) بموجة على الشكل:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢) أعطال دائرة مفتوحة(Open Circuit Fault):

تكون مقاومة العطل تساوي قيمة عالية جداً مالا نهاية($Z_f = \infty$)وكذلك يمكن مشاهدتها بنفس الجهاز السابق بموجة على الشكل:

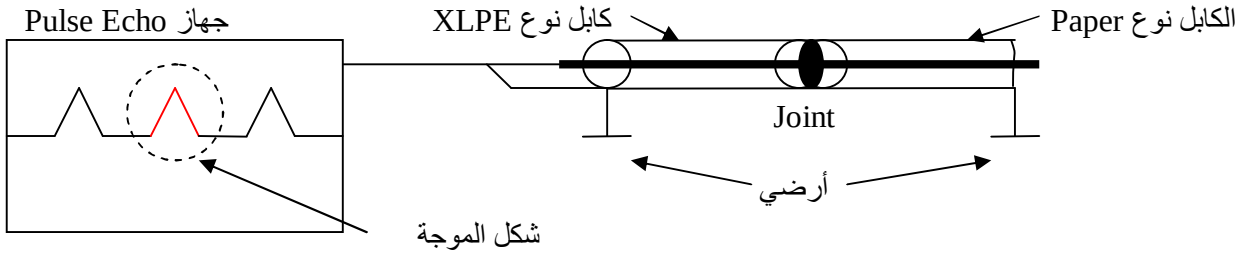


٣) أعطال المقاومة العالية(High Resistance Faults):

تكون مقاومة العطل من حوالي ٣كيلوأوم الى بضع من الميجاأوم

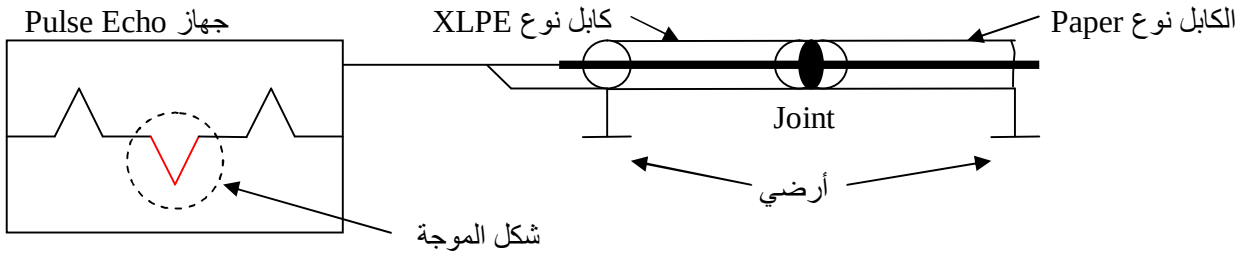
(Z_f =3 kΩ to few mega ohms)

ويمكن مشاهدة الموجه كموجة عطل دائرة مفتوحة ولكن تكون بشكل موجة صغيرة كالتالي:



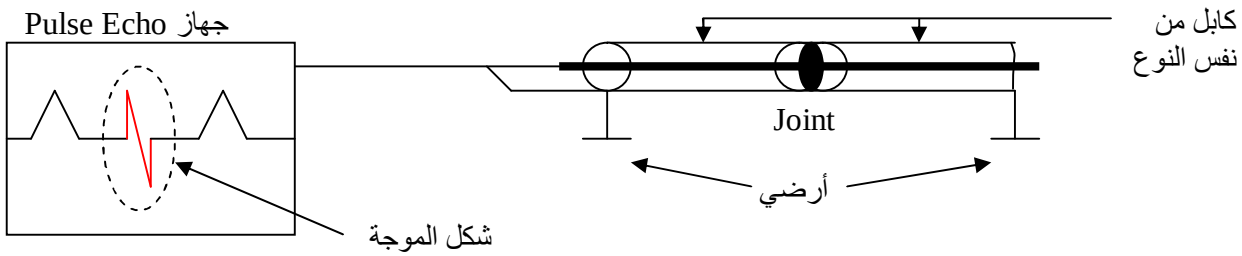
٤) عطل وصلة بين نوعين مختلفين من الكابلات(Joint of Two Types of Cables):

يمكن مشاهدتها كالأتي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٥) عطل وصلة من نفس النوع من الكابلات(Joint of same Cable):

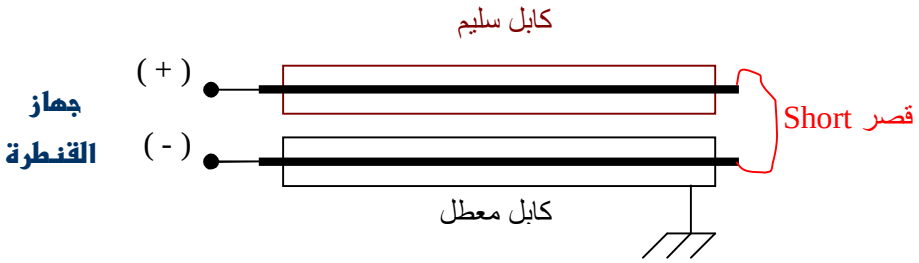


طبيعة الأعطال:

هو انهيار العزل في الكابلات نتيجة للعوامل التالية:(طريقة التصنيع – نوع العزل – نهايات الكابلات – الوصلات – الرطوبة – المياه – نوع التربة – الأحمال – الأملاح – الحفر الخاطئ).

نظرية تحديد العطل:

•تحديد مكان العطل باستخدام القنطرة (Bridge):



نقوم بعمل التوصيلات اللازمة بعد ذلك يتم أخذ قراءة القنطرة ويتم حساب مسافة العطل حسب العلاقة التالية:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$L_f \text{ (مسافة العطل)} = \frac{\text{2 x l (طول الكابل) x Bridge Reading (قراءة القنطرة)}}{100}$$

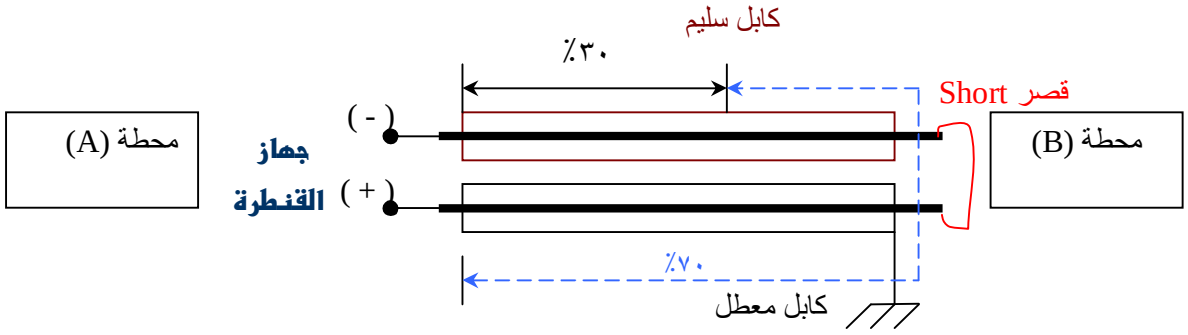
وبعد ذلك يلزم تحديد مكان العطل على الطبيعة وذلك بواسطة المخططات الصحيحة فيتم التحديد على المخطط ومعرفة المكان تقريبياً على الطبيعة ثم يتم تشغيل جهـــــاز الضغط العالي بالسيارة (Surge) بحيث ترسل نبضات وعند المكان المحدد من قبل يتم سماع العطل بواسطة السماعة.

مثال توضيحي:

مثال:

قراءة القنطرة من المحطة (A) هي ٣٠٪ وطول الدائرة ٣٠٠٠ متر ما هي مسافة العطل؟

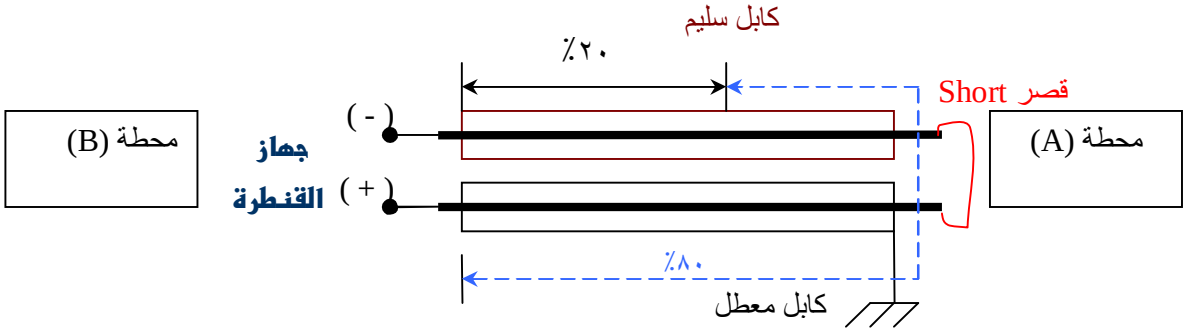
الحـــل:



$$L_f = \frac{\text{2 x 3000 x 30}}{100} = 1800 \text{ meters}$$

مسافة العطل من المحطة (A) = ١٨٠٠ متراً

وعند عكس أطراف القنطرة من نفس المحطة (A) لابد أن تكون قراءة القنطرة هي ٧٠٪ أي المكملة لـــ ١٠٠٪ ، وبعد ذلك يتم التأكد من مكان العطل بذهاب الى المحطة الأخرى المحطة(B) كالآتي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في هذه الحالة تكون قراءة القنطرة ٢٠٪ ، ولحساب مكان العطل:

$$L_f = \frac{2 \times 3000 \times 20}{100} = 1200 \text{ meters}$$

مسافة العطل من المحطة (B) = ١٢٠٠ متراً

تدريب:

ماهي مسافة العطل إذا كانت قراءة القنطرة هي (٣٥٪ – ٥٠٪ – ١٠٠٪) من المحطة (A) وطول الدائرة ٣٠٠٠متر ؟

أعطال كابلات القدرة جهد ٣٣ ك.ف (XLPE – Paper mixed) :

- تختلف الكابلات في ثوابتها على أجهزة تحديد الأعطال فمثلاً جهاز صدى النبضة (Pulse Echo) للكابلات البلاستيكية XLPE يكون الثابت هو (٥٨) و الكابلات الورقية المشبعة بالزيت الثابت هو (٥٢) و الكابلات الدليلية الثابت هو (٦٢ للكابلات ذات مساحة المقطع الصغير وهو الشائع استخدامه في الشبكة أو ٧١للكابلات ذات مساحة المقطع الكبير) .
- هناك مرحلة هامة جداً قبل بداية التحديد وهي معرفة قيمة مقاومة العطل بواسطة الميجر(Megger) سواء ٥٠٠٠ فولت أو ١٠٠٠فولت وذلك لكي يسهل لك طريقة تحديد العطل بالجهاز المناسب لهذه المقاومة كما هو موضح بالجدول أدناه:

مقاومة العطل	الجهاز المستخدم
المقاومة > ١٠٠٠ Ω	صدى النبضة Pulse Echo
١٠٠٠ Ω > المقاومة > ٢ ميجا Ω	القنطرة(Bridge) و السيارة الجديدة
٢ ميجا Ω > المقاومة > ٥٠ ميجا Ω	جهاز الحرق و القنطرة(Bridge)
المقاومة < ٥٠ ميجا Ω	جهاز الحرق و القنطرة(Bridge)
المقاومة < ١٠٠٠ ميجا Ω (عطل وميضي)	أو السيارة الجديدة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

والعطل الأخير الوميضي هو الذي يعطي مقاومة عالية جداً كأنه سليم أي أكبر من ١٠٠٠ ميجا أوم ولكن عند اختباره بجهاز الضغط العالي (VLF) عند الجهد المقرر له ولمدة ١٥ دقيقة يحدث له انهيار.

- بعض حالات الأعطال النادرة مثل مقاومة العطل صفر أوم وهذه لايمكن سماعها إذ يصعب تحديد نقطة العطل بالضبط على الطبيعة وتكون تقريبية وكذلك المقاومة العالية جداً وكذلك عطل الوجهين مع بعض (Phase to Phase) فيتم في هذه الحالة تأريض الوجه المعطل من الجهتين ثم عمل قصر بين السليم و المعطل وتكملة تحديد العطل .
- الأجهزة المستخدمة هي كالآتي:

١. جهاز صدى النبضة(Pulse Echo) :

يستخدم لتحديد طول الكابل و التأكد من اتصالية الكابل.

٢. الميجر(Megger) ٥٠٠٠فولت أو ١٠٠٠فولت :

يستخدم لقياس عازلية الكابل و قياس مقاومة العطل.

٣.جهاز القنطرة (Bridge):

يستخدم لتحديد مسافة العطل.

٤.جهاز مولد النبضات(Surge Generator):

يقوم بإرسال موجة على الوجه المعطل لإحداث تفريغ عند مكان العطل بواسطة سماعات الضغط العالي يتم سماع التفريغ في مكان العطل بالضبط.

خطوات تحديد أعطال كابلات القدرة ٣٣ ك.ف :

يتم ذلك بإتباع الخطوات التالية:

١) استلام التعميد بالاختبار SFT بواسطة مهندس التشغيل عن طريق مركز التحكم والتأكد من تأريض الكابل من الجهتين مع ملاحظة وجود علامات السلامة.

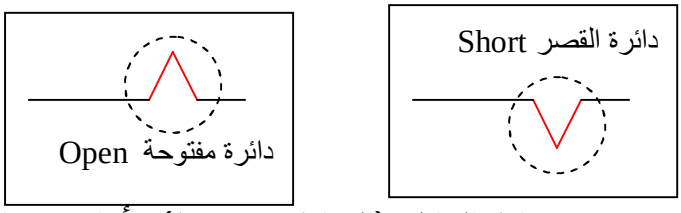
٢) لبس قفازات الضغط العالي ورفع الأرضي من الجهة التي سيتم التحديد منها.

٣) عمل إختبار إتصالية بحيث يتم توصيل الغلاف المعدني بالأرضي من أحد المحطات الرئيسية وقياس مقاومة الغلاف المعدني مع الأرضي بجهاز الميجر (Megger) ٥٠٠فولت او جهاز آفوميتر(AVO) من المحطة الأخرى ولابد أن تكون القراءة (صفر) وإذا أعطت القراءة نتيجة غير ذلك يكون هناك عطل بالغلاف يتم الإبلاغ عنه لإصلاحه.

٤) قياس طول الكابل عن طريق المخططات الخاصة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٥) قياس طول الكابل بجهاز صدى النبضة(Pulse Echo) وتكون شكل النهاية للكابل على الشكل التالي:



وتعني وجود قصر في نهاية الكابل (النهاية مؤرضة)، أما في حالة رفع أرضي النهاية فإن الدائرة ستصبح دائرة مفتوحة كما في الشكل أعلاه.

٦) عمل اختبار العازلية بحيث يستخدم جهاز الميجر(Megger) ٥٠٠٠فولت في اختبار العازلية بين كل موصل و الأرضي وبين الموصل والآخر وتكون قيمة المقاومة للكابلات الجديدة أعلى من ٢ جيجا أوم والكابلات القديمة أعلى من ١ ميجا أوم وهي مقبولة فنياً.

٧) استخدام القنطرة(Bridge) لتحديد ومعرفة مكان العطل.

٨) بعد معرفة الوجه المعطل يتم توصيله بجهاز مولد النبضات (Surge Generator) الموجود بسيارات الاختبارات.

٩) يتم توجيه أحد المهندسين أو الفنيين لموقع العطل و المحدد نظرياً من مخطط الكابلات معه جهاز استقبال النبضات لتحديد موقع العطل وذلك بسماع صوت النبضات.

١٠) أخيراً يتم تسليم موقع العطل للمقاول لإصلاح العطل.

الاختبارات التي تتم بعد إصلاح أعطال كابلات القدرة ٣٣ ك.ف:

يتم ذلك على أربع مراحل:

١. إختبار الاتصالية:

يلزم اختبار اتصالية لكابل(غير شامل الغلاف) للأوجه الثلاث وذلك بتوصيل الوجه المراد اختباره بالأرضي من جهة وعمل اختبار بجهاز الميجر(Megger) ٥٠٠فولت من الجهة الأخرى وفي هذه الحالة ستكون قراءة الميجر (صفر) ويتم تكرار ذلك مع الوجهين الآخرين.

٢. ترتيب الأوجه:

الوان أوجه الكابل (الأحمر و الأصفر و الأزرق) لابد وأن تتماثل مع الوان قضبان التوزيع في الجهتين وللعلم عندما تقف خلف قضبان التوزيع سيكون اللون الأحمر جهة اليمين و الأصفر في المنتصف و الأزرق جهة اليسار و العكس إذا كنت أمام الخلية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣. اختبار العازلية:

يتم اختبار العازلية بين الأوجه و الأرضي وبين كل وجه و الآخر بجهاز الميجر(Megger) ٥٠٠٠فولت لمدة دقيقة للكابلات القديمة و ٥-١٠ دقائق للكابلات الطويلة.

لقياس العازلية كما سبق يلاحظ أن مقاومة عزل الكابل الورقي أقل من عزل الكابل (XLPE) ، وبعد الاختبار تحدد صلاحية العزل كالآتي:

- § مقاومة العزل للكابلات الجديدة أكبر من أو تساوي ١٠٠جيجا أوم.
- § مقاومة العزل للكابلات القديمة أكبر من أو تساوي ١جيجا أوم.

وتعتمد مقاومة العزل على نوعية العزل ودرجة الحرارة.

٤. اختبار الضغط العالي:

يتم اختبار الكابل بواسطة جهاز VLF وهو جهاز ذو ترددات منخفضة جداً ويتم الاختبار كالآتي:

أ) يتم تأريض وجهين من الأوجه الثلاثة.

ب) يتم اختبار الوجه الثالث بواسطة جهاز الترددات المنخفضة جداً عند (٠,١هرتز) وذلك للكابلات القصيرة.

ج) يوجد ترددان وهما (٠,٠٢ و ٠,٠٥ هرتز) وذلك يتوقف على طول الكابل.

د) يتم تكرار العملية السابقة للوجهين الآخرين.

ه) يتم حقن الكابل المراد اختباره بالضغط العالي حيث يتم اختبار الكابلات القديمة بجهد ١٩ ك.ف (٣٣٠٠٠/√٣) و أما الكابلات الجديدة فيتم حقنها بجهد يعادل ثلاثة أضعاف جهد الوجه ويعادل ٥٧ك.ف مع ملاحظة التالي:

- §عدم اهتزاز الجهد اثناء اختبار الضغط العالي.
- §عدم انطفاء الجهاز اثناء الاختبار.
- §عزل محولات القدرة و الجهد عن الكابل قبل إجراء الاختبار.

أنواع الأعطال بالنسبة لقيمة مقاومة العطل في كابلات القدرة:

- § عطل ذو مقاومة صغيرة بالأوم(Low Resistance):

المشكلة هنا عدم سماع العطل ، ولكن تكون الصورة واضحة بواسطة جهاز صدى النبضة(Pulse Echo) وخاصة إذا كانت صغيرة جداً مثل (٠ أو ١ أو ٣ أو ٤)أوم وهذه نادرة الحدوث لكن تحدث.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

§ عطل ذو مقاومة كبيرة جداً أكبر من ٥٠ ميجا أوم (High Resistance):

في هذه الحالة يلزم حرق مقاومة العطل لنستطيع الحصول على صورة للعطل وإن كانت أحياناً تحدث لحظة الحرق أن تقل المقاومة وترتفع لحظياً دون الحصول على صورة واضحة للعطل بسبب ارتفاع المقاومة لذا نحتاج لحرق العطل مرة أخرى.

معوقات تحديد أعطال كابلات القدرة ٣٣ ك.ف :

١) أحياناً يكون الكابل جزء بلاستيك (XLPE) وجزء ورقي و الأكثر من ذلك يكون بلاستيك ثم ورقي ثم بلاستيك على طول الكابل.

٢) اختلاف مساحة المقطع.

٣) أخطاء في المخططات.

٤) في حالة كون العطل خدش أو ثقب.

٥) أحياناً يكون العطل عند سماعه أنه يعزل أي يسمع مرة واحدة ثم يعزل أي لاتسمع إلا بعد فترة نظراً لاختلاف قيمة مقاومة العطل اثناء ض.ع (Surge).

٦) مقاومة العطل صفر أوم أو عالية جداً جداً.

٧) عطل وجه مع وجه بدون أرضي.

٨) عطل ثلاثة أوجه مع بعض.

٩) أحياناً وجود بعض الأعطال تحت مباني ومستودعات وتحت كباري وفي وديان وأحياناً تكون الكابلات عميقة جداً.

الكابلات الدليلية (Pilot Cables) وطرق اختباراتها :

هذه الكابلات تستخدم لأجهزة حماية كابلات القدرة ٣٣ك.ف وكذلك للاتصالات ولنقل المعلومات من المحطات لنظام سكادا (Supervisory Control & Data Acquisition System SCADA) وتكون في نفس مجرى كابلات القدرة التابعة لها.

إجراءات تحديد العطل كالتالي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أ- تحديد طول الكابل من المخطط إما بواسطة عجلة القياس الخاصة للمخططات أو بالمسطرة حسب مقياس الرسم حيث أن طول الكابل على المخطط هام جداً ويكون المخطط واضح وصحيح.

ب- هذه الكابلات عديدة الموصلات و تتكون من اثني عشر زوجاً من الأسلاك المعزولة فيجب معرفة الموصلات المعطلة و السليمة بواسطة إجراء اختبارات التالية:

١) قياس المقاومة بين كل موصلين (Loop Resistance) واختبار اتصالية الغلاف كالتالي:

- يتم توصيل طرفي كل زوج سوياً من إحدى الجهتين.
- قياس المقاومة بين كل زوجين بحيث يكون مقاومة الزوج ذو مساحة المقطع الأكبر هي (١٩ أوم/كم) وذو المساحة الأقل (٥٨ أوم/كم) عند درجة ٢٠°م طبقاً للمعايير المستخدمة في مواصفات الشركة.
- يتم اختبار اتصالية الغلاف المعدني بالأرضي من احد المحطات الرئيسية وقياس مقاومة الغلاف المعدني مع الأرضي بجهاز (ميجر) ٥٠٠فولت من المحطة الأخرى ولابد ان تكون القراءة صفر ، أما إذا أعطت القراءة نتيجة غير ذلك يكون هناك عطل بالغلاف يتم الإبلاغ عنه لإصلاحه.

٢) اختبار العازلية:

يستخدم ميجر ١٠٠٠فولت لاختبار العازليه بين كل موصل والأرضي وبين الموصل والآخر وتكون قيمة المقاومة للكابلات الجديدة أكثر من ٢ جيجا اوم والكابلات القديمة أكثر من ١ميجا اوم وهي مقبولة فنياً.

٣) ترتيب الموصلات:

ويتم ذلك بعمل اتصالية لكل موصل على حدة بينه وبين الأرضي للتوحيد بين الموصلات من الجهتين في الكابلات القديمة و الجديدة يرعى التوحيد بين الألوان أيضا إن أمكنً.

ج- من الممكن أيضا معرفة طول الكابل بواسطة جهاز صدى النبضة (Pulse Echo) للتأكد من أن طول الكابل على المخطط مطابق للطول على الطبيعة مع جهاز صدى النبضة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

د- التعامل مع الموصلات المعطلة بواسطة القنطرة(Bridge) لتحديد مسافة العطل ثم موضع العطل من المخطط لمعرفته على الطبيعة ثم بواسطة جهاز آخر وهو تحديد المسارات يمكن بالتقريب تحديد مكان العطل.

معوقات تحديد أعطال الكابلات الدليلية:

١) أن تكون المخططات خاطئة.
٢) أن تتكون الدائرة من كابلات مختلفة من حيث العزل ومساحة المقطع.
٣) وجود أكثر من عطل على الكابل.
٤) تعطيل جميع الموصلات.
٥) عدم استخدام ض.ع لسماع العطل.

قضبـــان و مفاتيح التوزيع:

الاختبارات التي تجرى على قضبان ومفاتيح ١٣,٨ ك.ف و ٣٣ ك.ف متشابهه تماماً ماعدا اختبار الجهد العالي للقضبان و لمحولات الجهد.

إجراءات اختبار الجهد العالي للقضبان و المفاتيح يتم عند ٨٠٪ من جهد الاختبار بالمصنع ، أما بالنسبة لمحولات الجهد فيتم اختبار الجهد العالي لها عند ١,٥ من جهد التشغيلي لها.

الاختبارات التي تتم على مجموعة قضبان ومفاتيح ٣٣/١٣,٨ ك.ف:

اولاً: اختبار مقاومة التوصيل Contact Resistance Test:

يتم هذا الاختبار في المحطات الجديدة على أربع خطوات كالتالي:

١) **اختبار مقاومة التوصيل للقواطع** Contact Resistance Test for CB's:

يتم باستخدام جهاز الميكروأوم ميتر وذلك بتوصيل أحد طرفي الجهاز على نقطة التوصيل الثابتة للقاطع و الطرف الثاني على نقطة التوصيل المتحركة، ويتم حقن ١٠٠ أمبير وقياس المقاومة و مقارنتها بنتائج اختبار المصنع ويجب ان تكون متساوية على الثلاثة أوجه.

٢) **اختبار مقاومة التوصيل لكل خلية**

Contact Resistance Test for Panel

هنا يتم وضع القاطع في وضع توصيل ON ويتم توصيل أطراف الميكروأوم ميتر على أحد الأوجه من أسفل الخلية (نقطة توصيل الكابلات) و الطرف الآخر في نهاية القضبان Busbar العلوي للخلية ويتم حقن التيار وقياس المقاومة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣) اختبار مقاومة التوصيل من خلية الى خلية

Contact Resistance Test from Panel to Panel

يتم في هذا الاختبار قياس مقاومة التوصيل بين خليتين متجاورتين ويتم توصيل الجهاز بين : (**R** مع **R - Y** مع **Y – B** مع **B**) ويتم حقن التيار وقياس المقاومة ومقارنة النتائج مع بعضها فيجب ان تكون متساوية في حالة الخلايا المتشابهة من حيث أطوال قضبان التوزيع.

٤) اختبار مقاومة التوصيل Contact Resistance Test for Earth Switch:

يتم هنا توصيل أطراف الميكروأوم ميتر بين احد الأوجه لسكينة التأريض و الطرف الثاني ببارة الأرض أسفل الخلية ويتم حقن التيار وقياس المقاومة ويجب ان تكون متساوية على الأوجه الثلاثة وكذلك لكل السكاكين تقريباً.

ثانياً: اختبار مفاتيح (قواطع) التوصيل Circuit Breaker :

الاختبارات التي تجرى على القواطع كالتالي :

أ) اختبار مقاومة التوصيل Contact Resistance Test :

يجرى هذا الاختبار بنفس الخطوات السابقة في اختبار القضبان.

ب)اختبار زمن الفصل و التوصيل Timing Test:

يتم هذا الاختبار للتأكد من ان القواطع تعمل ميكانيكياً بشكل سليم وان الاوجه الثلاثة تعمل معاً في نفس اللحظة ويتم الاختبار كالتالي:

١. اختبار القواطع الجديدة:

يتم اختبار زمن الفصل و التوصيل للقواطع عند ١٠٠٪ و ٨٠٪ و ٦٠٪ من جهد DC للمحطة.

٢. اختبار القواطع القديمة:

هنا يتم الاختبار فقط عند ١٠٠٪ من جهد DC للمحطة.

٣. يلزم تساوي الزمن للأوجه الثلاثة.

٤. يتم مقارنة الزمن المقاس في الموقع مع نتائج المصنع.

ج) اختبار جهد التشغيل لملفي التوصيل والفصل للقواطع Pick up Voltage Test for CB

يتم عل ملف الفصل Tripping Coil وملف التوصيل Closing Coil والهدف من هذا الاختبار هو معرفة اقل جهد يمكن ان يعمل عنده ملف الفصل وملف التوصيل بحيث لو حدث و انخفض جهد البطاريات عند جهد التشغيل العادي عند ذلك نضمن عمل ملف الفصل Tripping

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Coil لفصل القاطع عند حدوث أي عطل، وأيضا معرفة اقل جهد يمكن عند عمل ملف التوصيل Close Coil.

ثالثاً: اختبار الضغط العالي لمجموعة القضبان ومفاتيح الجهد المتوسط ١٣,٨ و٣٣ كيلو فولت:

في المحطات الجديدة يكون هذا الاختبار هو آخر اختبار في مجموعة القضبان و المفاتيح بحيث بعد نجاح هذا الاختبار تكون مجموعة القضبان و المفاتيح جاهزة للتشغيل . أما بالنسبة للمحطات القديمة فان هذا الاختبار يتم على مقطع Section أو على الجزء المطلوب في أعمال الصيانة.

§ الإجراءات التي يجب إتباعها قبل إجراء اختبار الضغط العالي لمجموعة القضبان والمفاتيح:

أ) **يتم فصل جميع الكابلات ومراعاة مسافات الأمان المسموح بهـــا.**

ب) **يتم عمل قصر على الدوائر الثانوية لمحولات التيار وتوصيلها بالأرض.**

ج) **يتم فصل جميع سكاكين التأريض.**

د) **يتم وضع جميع القواطع في وضع " توصيل ".**

ه) **يتم تأمين الموقع ووضع الشرائط واللوحات التحذيرية.**

و) **يتم استلام وثيقة التعميد بالاختبار SFT.**

وبذلك يكون الموقع جاهز للاختبار فأما ان نبدأ باختبار محولات الجهد للتأكد من نسبة التحويل بعد وضعها داخل الخلايا في وضع "توصيل" عن طريق حقن جهد الوجه بين الوجه و الارض مع تأريض الوجهين الآخرين وفي هذا الاختبار نحن غير ملزمين بزمن محدد لان الجهد المحقون هو جهد التشغيل العادي وبع الانتهاء من اختبار نسبة التحويل يتم رفع الجهد المحقون الى ١,٥x جهد الوجه (١,٥: معامل الجهد Voltage Factor) لمدة دقيقة واحدة.

ويتم تكرار ذلك على الوجهين الآخرين وبذلك نكون قد انتهينا من اختبار محولات الجهد فيتم اخراجها من الخلايا او فصل المصهرات المركبة على دخول المحولات وذلك لتكملة اختبار الضغط العالي على مجموعة القضبان والمفاتيح.

يتم حقن ٨٠٪ من جهد الاختبار بالمصنع لمدة دقيقة واحدة على كل وجه مع تأريض الوجهين الآخرين ويتم تكرار ذلك مع الوجهين الآخرين وشرط نجاح هذا الاختبار هو اختبار عازليه مكونات القضبان والمفاتيح (عوازل الاختراق – العوازل الحاملة للبارات – القواطع – محولات التيار – محولات الجهد) وهذا الوضع يسمى ON Position

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويتم هذا الاختبار في وضعي ON & OFF Position

وفي حالة OFF Position يتم وضع جميع القواطع في وضع OFF وعمل قصر عليها من الجهتين ويتم توصيل جهة بالأرض وحقن جهد الاختبار على الجهة الأخرى.

و الجدول التالي يوضح قيمة جهد الاختبار لمجموعة القضبان والمفاتيح الجديدة و القديمة:

جهد القضبان (ك.ف) وجه-وجه Phase-phase	مدة الاختبار	جهد الاختبار المسموح به بتردد ٦٠ هرتز	
		جديد	قديم
١٣,٨	دقيقة واحدة	٣٠ك.ف	١٩ك.ف
٣٣		٥٦ك.ف	٣٥ك.ف

اختبار محولات الجهد Voltage Transformer Test :

محولات الجهد الجديدة تخضع في المصنع لاختبارات روتينية طبقاً للمواصفات العالمية IEC186 ، أما الاختبارات التي تتم في الموقع كالتالي:

١) قياس مقاومة الملفات:

يتم قياس مقاومة الملفات الابتدائي و الثانوي بواسطة الافوميتر أو قنطرة قياس المقاومات فعند استخدام الافوميتر لقياس مقاومة الملف الابتدائي يتم ضبط الافوميتر على الكيلو اوم وعند استخدام الافوميتر لقياس مقاومة الملفات الثانوية يتمم ضبط الافوميتر على الاوم ويتم تسجيل النتائج ومقارنتها بنتائج المصنع.

٢) اختبار العازلية Insulation Test :

يتم اختبار العازلية لمحولات الجهد في الموقع كما يلي:

أ) اختبار العازلية بين الملف الابتدائي و الأرض :

يتم أولاً عزل الملف الابتدائي عن الأرض (N) بعد ذلك يتم قياس العازليه بميجر ٥٠٠٠ فولت بين الملف الابتدائي(+) و الأرض (-) ويتم تسجيل النتيجة لكل وجه على حدة. ثم نعيد توصيل الملف الابتدائي بالأرض(N).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ب) اختبار العازلية بين الملف الثانوي و الأرض :

يتم فك ارض الملف الثانوي(n) من الأرض وتوصيلة الطرف الموجب من للميجر على الملف الثانوي و الطرف السالب بالأرض ويتم تسجيل النتيجة ويكرر ذلك على جميع الملفات الثانوية باستخدام ميجر ١٠٠٠فولت.

ج) اختبار العازلية بين الملف الابتدائي و الثانوي :

يتم توصيل الميجر بين الملف الابتدائي و الثانوي ويستخدم ميجر ٥٠٠٠ فولت ويكرر ذلك لجميع الأوجه ويجب في هذا الاختبار ان تكون الملفات معزولة عن الأرض.

ملحوظة

بعد الانتهاء من قياس العازلية يجب التأكد من إعادة توصيل نقطة التعادل للملف الابتدائي (N) بالأرض وكذلك نقطة التعادل للملف الثانوي (n).

٣) اختبار نسبة التحويل Ratio Test :

يتم حقن جهد ثلاثي الاوجه على الملف الابتدائي وليكن ٢٢٠فولت مثلاً ويتم قياس الجهد على الملف الثانوي وتسجيل النتائج.

لحساب نسبة الخطأ يتم عن طريق المعادلة التالية:

$$\text{Voltage Error (\%)} = \frac{K_n V_S - V_P}{V_P} \times 100$$

K_n : Rated Transformer Ratio نسبة التحويل

V_p : Actual Primary Voltage الجهد الابتدائي الفعلي

V_s : Actual Secondary Voltage when V_p is applied under the condition of measurement. الجهد الثانوي الفعلي المطبق تحت ظرف القياس

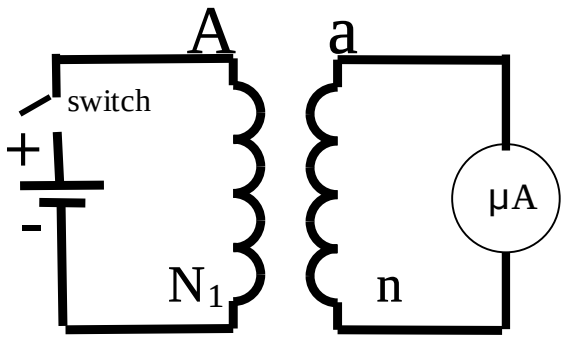
§ ويمكن إجراء ذلك الاختبار للتأكد من نسبة التحويل وذلك عند اختبار الضغط العالي فيتم حقن الجهد المقنن V_{ph} على مجموعة المفاتيح و القضبان ويتم قياس الجهد الثانوي وحساب الخطأ بنفس الطريقة السابقة.

٤)اختبار القطبية Polarity Test :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أ. باستخدام جهاز اختبار القطبية.

ب. باستخدام بطارية و افوميتر سواءً رقمي(Digital) أو تماثلي(Analog):



يتم توصيل البطارية كما بالشكل بحيث يكون الطرف الموجب على بداية الملف الابتدائي و الطرف السالب على نهاية الملف الابتدائي ويتم توصيل الطرف الموجب على بداية الملف الثانوي الافوميتر ويتم توصيل نهاية الملف الثانوي بالطرف المشترك للأفوميتر ويتم وضع الافوميتر على وضع قراءة μA DC فإذا ظهر قراءة موجبة(μA+) فتكون القطبية سليمة وإذا ظهر قراءة سالبة(μA-) تكون القطبية معكوسة وفي حالة كون الافوميتر تماثلي Analog فيكون معرفتنا للقطبية بحسب اتجاه المؤشر فإن كان اتجاهه الى الموجب(+) فتكون القطبية سليمة وأما إن كان باتجاه (-) فتكون القطبية معكوسة.

٥) اختبار الضغط العالي High Voltage Test :-

عـــــادة يجرى اختبار الضغط العالي لمحولات الجهد اثناء اختبار الضغط العالي لمجموعة القضبان و المفاتيح ويتم كالتالي:

أ)يتم حقن جهد الوجه بين وجه و الأرض مع تأريض الوجهين الآخرين للتأكد من نسبة التحويل كما في الجدول أدناه:

جهد القضبان و المفاتيح (ك.ف)	جهد الحقن (ك.ف)
١٣,٨	٨
٣٣	١٩

§ وفي كل حالة يتم اختبار الجهد العالي لمحولات الجهد عن طريق حقن (١,٥ x جهد الوجه) وذلك عند تردد ٦٠ هرتز ولمدة دقيقة واحدة لكل وجه على حدة مع تأريض الوجهين الآخرين كما في الجدول أدناه:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جهد القضبان و المفاتيح (ك.ف)	جهد الحقن(ك.ف) = (جهد الوجه/√٣) X ١,٥
١٣,٨	١٢
٣٣	٢٨

حيث (١,٥) : معامل الجهد Voltage Factor

وبعض الأحيان يكون معامل الجهد (١,٩) طبقا لما هو مدون على لوحة البيانات.

أجهزة القيـــاس Meters :

تختلف أجهزة القياس المركبة من خلية Panelإلى أخرى حسب الحاجة إلى ذلك وتوصل جميع أجهزة القياس إما على الدوائر الثانوية لمحولات التيار مثل الأميتر أو جهاز قياس أقصى تيار (MDI) ، أو على الدوائر الثانوية لمحولات الجهد مثل الفولتميتر أو توصل على الدوائر الثانوية لمحولات التيار ومحولات الجهد معاً مثل الميجاوات و الميجافار وجهاز معامل القدرة أو أجهزة قياس الطاقة.

ويتم اختبار أجهزة القياس كالتالي:

١)يتم اختبار جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) عن طريق حقن جهد عند قيم مختلفة للجهد (٢٥٪ - ٥٠٪ - ٧٥٪ - ١٠٠٪) ويتم تسجيل النتائج وحساب نسبة الخطأ ويجب ألا تزيد عن ±١,٥٪.

٢)يتم اختبار جهاز قياس التيار (الاميتر) عن طريق حقن تيار عند قيم مختلفة للتيار(٢٥٪ - ٥٠٪ - ٧٥٪ - ١٠٠٪) ويتم تسجيل القراءة وحساب نسبة الخطأ ويجب ألا تزيد عن ١,٥٪ .

ويتم حســـاب نسبة الخطأ من المعادلة التالية:

$$\%Error = \frac{Actual\ Reading - Expected\ Reading}{Full\ Scal} \times 100$$

حيث:

Actual Reading : تعني القراءة الفعلية لجهاز القياس.

Expected Reading : تعني القراءة المتوقعة (المحسوبة) للجهاز.

Full Scal : تعني أقصى تدريج لجهاز القياس.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ملاحظة مهمة: نسبة التحويل لمحولات التيار لابد أن تكون هي نفسها نسبة التحويل المدونة على جهاز القياس وكذلك بالنسبة لمحولات الجهد وجهاز الكيلو فولت .

٣)اختبار الواط ميتر Watt Meter:

اختبار الواط ميتر Watt Meter و عداد الطاقة Energy Meter بنفس الخطوات وهي كالتالي:

يتم توصيل جهد وتيار للجهاز حسب نوعية التوصيل الخاصة بالجهـــاز وهناك نوعـــان:

أ) وجه أحادي Single Phase :

ب)ثلاثي الأوجه Three Phase :

١. (٤ - أسلاك)**4-Wire** :

- **تيار ثلاثي الأوجه(** I_R, I_Y, I_B **)3-Phase Current**
- **جهد ثلاثي الأوجه (** V_R, V_Y, V_B **)3-Phase Voltage**

٢. (٣ - أسلاك) **3-Wire** :

- **تيار ثنائي الأوجه (** I_R, I_B **)2-Phase Current**
- **جهد ثلاثي الأوجه 3-Phase Voltage**

في حالة متابعة اختبار المقاول" Witness " يطالب بحساب أقصى تيار يتحمله العداد Meter وكذلك تغيير الزاوية طبقاً للمعادلة:

$$P = \sqrt{3}\ V\ I \cos\emptyset$$

ولكن في حالة اختبار الميجافار فإننا نطبق المعادلة التالية:

$$Q = \sqrt{3}\ V\ I \sin\emptyset$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

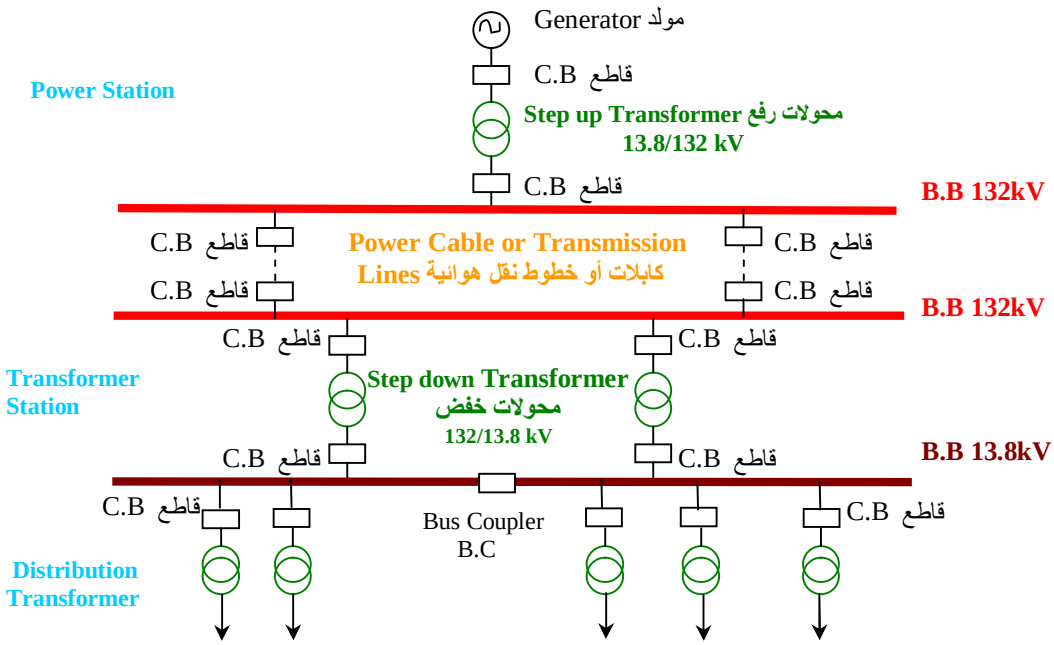
المحولات الكهربائية

مقدمة:

المحولات الكهربائية تعتبر من الأجزاء المهمة جداً في الشبكة الكهربائية حيث أنها تستخدم في نقل وتوزيع الطاقة، حيث انه لا يمكن نقل القدرة على الجهود الصغيرة من هنا كان لابد من استخدام المحولات لرفع جهد التوليد لنقله من مكان التوليد إلى مكان آخر ومن جهة أخرى لايمكن استخدام أجهزة في المنازل أو المصانع تعمل بآلاف الفولت لذلك كان لابد من استخدام محولات أخرى لتخفيض الجهد حتى يتم التعامل معها أي أن المحولات ضرورة حتمية لنقل القدرة وتوزيعها ، وتتراوح سعات المحولات بين بضع الميللي فولت أمبير ومئات الميجا فولت أمبير.

والمحولات الكهربائية لاتولد ولاتزيد الطاقة وإنما تغير شكلها حسب الغرض المصممة له وهي آلات ساكنة غير دوارة أو متحركة لذلك يعتبر المحول من المعدات ذات الكفاءة العالية.

ويجب ملاحظة أنه إذا كان مكان التوليد هو نفسه مكان التوزيع فإنه لا ضرورة للمحولات بل يمكن تصميم المولد على الجهد و القدرة المطلوبين مثل مولدات الطوارئ الموجودة بالشركة ، ونظراً لما للمحولات من هذه الأهمية الكبيرة كان لابد من معرفة المحول ونظرية عمله وكيفية اختباره لكي نتمكن من تحديد حالته الفنية حتى لا نتفاجأ بأن المحول خرج من الخدمة لوجود عطل مفاجئ به مما يقلل من اقتصاديات التشغيل للمحول.



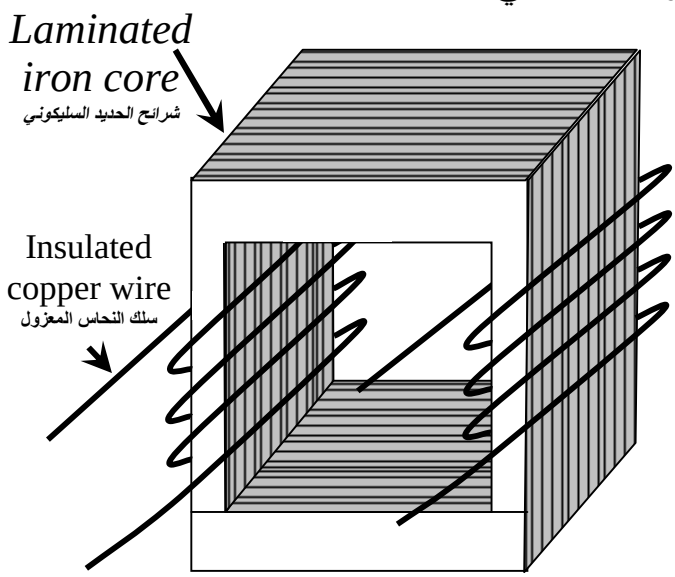
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

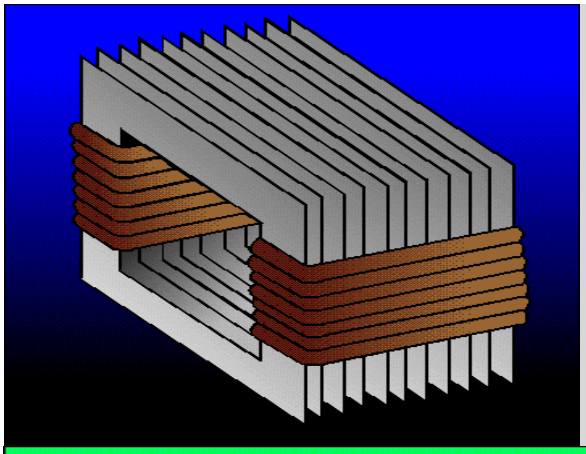
تركيب المحول في أبسط صوره Transformer Construction:

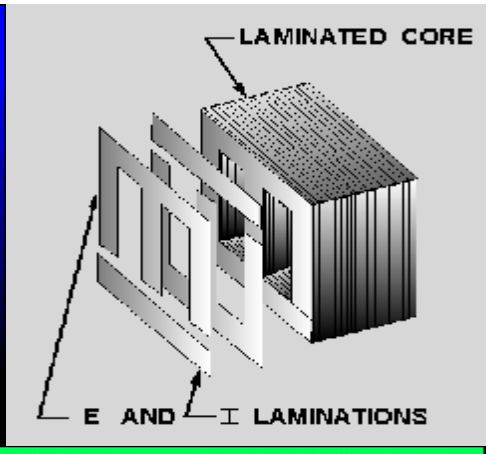
يتركب المحول من:

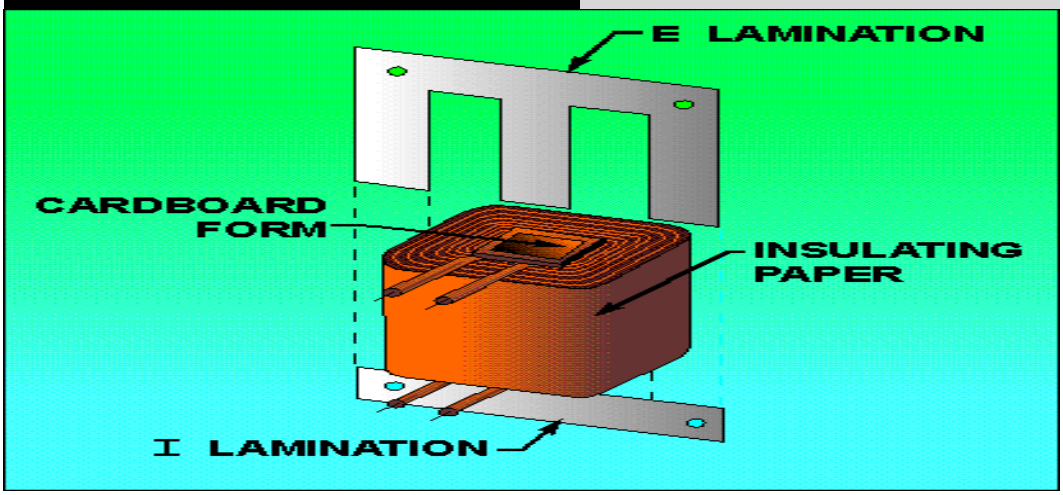
1. **القلب الحديدي:**

- وهو عبارة عن شرائح معزولة من الحديد السليكوني وفي هذا يكون دائرة مغناطيسية مغلقة تلف الملفات حول أرجلها كما في الشكل التالي:









PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢. **الملف الإبتدائي:** يتكون من سلك معزول ومعزول عن القلب الحديدي نهائياً ومثبت ميكانيكياً بجوابط رأسية من الفبر وذلك بعد عزل الأرجل بالبكاليت أو ورق البرسبان مع وضع حلقات عازلة أعلى الملفات و أسفلها .

٣. **الملف الثانوي:** يكون ملفوف ومعزول نهائياً عن القلب وعن الملف الإبتدائي ولا علاقة إطلاقاً بين الملفين إلا من خلال الدائرة المغناطيسية المترددة التي تخترقها

والقلب الحديدي يصنع من الحديد السيليكوني بطريقتين:

أ) **حديد عالي المقاومة High Resistance Steel (HRS)** :

يحتوي على (٤-٥)٪ سليكون وسمك الشريحة ٠,٣٥مم.

ب)**حديد مطاوع مسحوب على البارد Cold Rolled Grain Oriented Steel (CRGO)** :

يستخدم هذا النوع في محولات القدرة الحديثة وسمك الشريحة ٠,٣٣مم.

ويأخذ القلب الحديدي الأشكـــــال التالية:

١) ثنائي الأرجل Two Leg Core:

٢) ثلاثي الأرجل Three Leg Core

٣) رباعي الأرجل Four Leg Core

٤) خماسي الأرجل Five Leg Core

- المحولات الأحادية الأوجه عادة تكون (تنائية أو ثلاثية أو رباعية الأرجل).
- المحولات الثلاثية الأوجه عادة تكون (ثلاثية أو خماسية الأوجه).

◄ القلب الحديدي هو الجزء من المحول الذي يختزن طاقة المصدر على هيئة فيض مغناطيسي كما أن حجمه يتحكم إلى حد كبير في الحجم النهائي للمحول حيث تلف حوله أو عليه الملفات ذات الجهد المنخفض وحول هذه الملفات تلف الملفات ذات الجهد الأعلى وعليه يجب تصميم هذا القلب بحيث يفي الغرض المصمم لأجله إذ إن كبر الحجم بدون داعي يجعل تكاليف المحول باهظة وصغر الحجم قد يؤدي إلى قصر عمر المحول.

ويتكون القلب الحديدي من شرائح معزولة بالورنيش من أحد الوجهين أو كلاهما ومتراصة ومتلاصقة بجوار بعضهما البعض ومتعاكستين في الاتجاه لكي تمنع استمرار الثغرة الهوائية(Gap) الناتجة من التركيب وأيضا لزيادة تماسك القلب ميكانيكياً.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خواص القلب الحديدي:

أ. السماحية:

هذا يعني القدرة على السماح للمغناطسية بالمرور وكلما كانت السماحية كبيرة كلما كان القلب الحديدي أفضل وسماحية الحديد اكثر ٢٠٠٠مرة من سماحية الهواء.

ب. المفاقيد:

كلما كانت المفاقيد صغيرة كلما كان القلب الحديدي أفضل وترتبط الشرائح معاً بمسامير معزولة في عدة مواضع ويضاف السليكون لسبيكة القلب الحديدي لزيادة مقاومته الكهربائية وبالتالي تقليل التيارات الدوامية الناشئة عن الفيض المغناطيسي كما أن سحب الشرائح في اتجاه معين على البارد يعمل على تقليل المفاقيد وبالتالي تزيد من كثافة الفيض المغناطيسي.

أنواع الملفات (Type of Windings):

١) ملف القرص المستمر Continues disc Winding :

يكون عبارة عن عدة أقراص يتم وضعها فوق بعضها واحداً تلو الآخر وبين كل قرص و الآخر يوضع خشب من نوع معين يستعمل لضغط الأقراص على بعضها البعض وايضاً لعزلها عن بعضها و القرص عبارة عن موصلات مسطحة تلف حول بعضها في عدة طبقات والقرص له طرفان ثم يتم توصيل الأقراص مع بعضها بالتوالي.

٢) الملف الحلزوني أو اللولبي Helical Winding :

يكون عبارة عن عدد صغير من اللفات كل لفة تأخذ شكل حلزوني وتتكون من عدة موصلات مع بعضها بالتوازي.

طريقة وضع الملفات على القلب الحديدي:

بعد ان يتم إنشاء القلب الحديدي يتم تثبيته جيداً بمسامير معزولة ويلف حوله اسطوانة من البكاليت وتثبت وتمنع من الحركة بخوابير عازلة طويلة ويتم لف ملفات الضغط الأقل محورياً حول الاسطوانة بسلك معزول بورق عازل " حوالي ١٧ طبقة عزل" ونظراً لأن تيار ملفات الأقل هو تيار كبير فإن مساحة مقطع النحاس تكون كبيرة لذلك تقسم الى مسارات معزولة وموصلة على التوازي لسهولة التصنيع من جهة ولتقليل التأثير القشري Skin Effect من جهة أخرى ويجب وضع اسطوانة بكاليت أخرى حول هذه الملفات قبل البدء في لف ملفات الجهد الأعلى التي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تتميز بعدد لفات كبيرة ومساحة مقطع أقل وكمية عزل أكثر ، ويتم تقوية عزل الملفات المجـــاورة للقلب الحديدي من أعلى ومن أسفل ويخرج من ملفات الضغط العالي أطراف مغير الجهد الـــذي يجب وضعه على الضغط العالي وذلك للأسباب التالية:

أ) صغر تيار الضغط العالي يقلل حجم الملامسات و التوصيلات وبالتالي يقلل مـــن وزن مغيـــر الجهد.

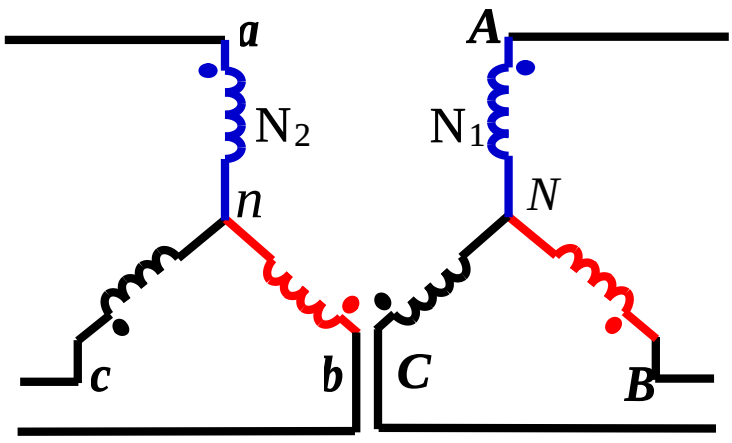
ب)سهولة إخراج هذه التوصيلات حيث أن ملفات الضغط العالي تكون فوق الضغط المنخفض.

ج)دقة التحكم في نسبة الرفع أو الخفض نظراً لكثرة عدد الملفات.

توصيل الملفات Windings Connection:

- يتم توصيل الملفات مثلث أو نجمة (Δ أو Y) .
- وعادة في مدينة الرياض تكون ملفات الضغط العالي(٣٣ك.ف) موصلة Y وملفات الجهد المنخفض (١٣,٨ك.ف) موصلة Y.
- أما مناطق خارج مدينة الرياض فإن توصيل ملفات الضغط العالي يكون Δ وملفات الجهد المنخفض Y.
- الرسم الكهربائي للتوصيل كالتالي:

أولاً- توصيل(Y – Y):



نسبة جهد الوجه Ratio of phase Voltage:

$$\frac{V_{AN}}{V_{an}} = \frac{N_1}{N_2}$$

نسبة جهد الخط Ratio of Line Voltage:

$$\frac{V_{AC}}{Vac} = \frac{\sqrt{3}V_{AN}}{\sqrt{3}V_{an}} = \frac{N_1}{N_2}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

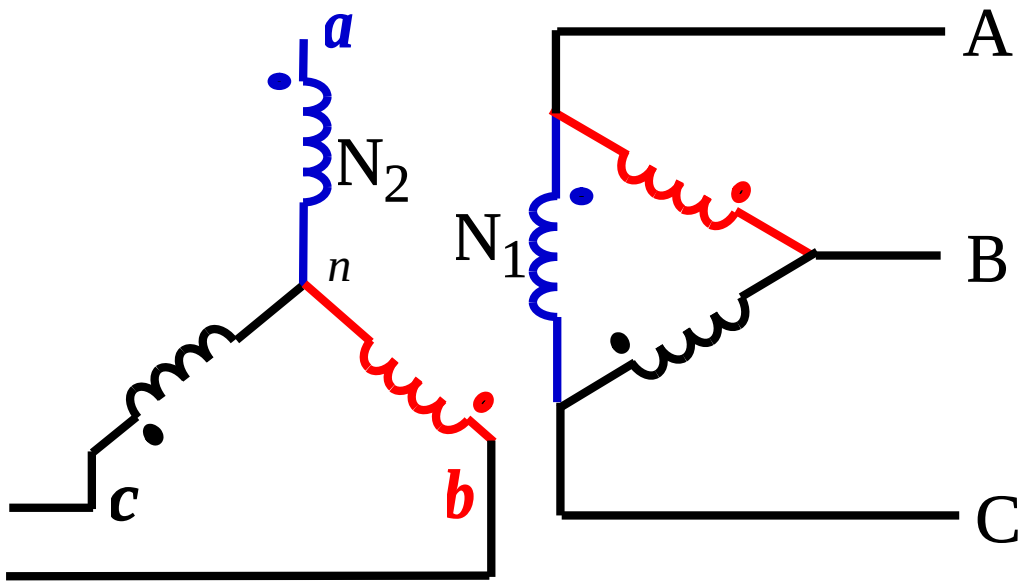
ثانياً- توصيل (Δ-Y)

نسبة جهد الوجه Ratio of phase Voltage:

$$\frac{V_{AC}}{V_{an}} = \frac{N_1}{N_2}$$

نسبة جهد الخط Ratio of Line Voltage:

$$\frac{V_{AC}}{V_{an}} = \frac{V_{AC}}{V_{ac \div \sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}\, N_1}{N_2}$$



- يتم توصيل ملفات المحول من الداخل طبقاً لرقم مجموعة المتجهات (Vector Group) الخاص به فمثلاً: YNyn0 تختلف عن Dyn11 وهكذا...
- يتم إخراج أطراف الجهد العالي A, B, C, N وكذلك أطراف الجهد المنخفض a, b, c, n بعناية وترتيب بحيث تكون بعيدة عن القلب الحديدي أو خزان المحول وتتخرج هذه الأطراف من خلال عازل إختراق (Through Insulation) بحيث عوازل إختراق الضغط العالي تكون طويلة وذات ثقب رفيع أما ملفات الضغط المنخفض تكون قصيرة وذات ثقب كبير.
- يوصل القلب الحديدي في نقطة واحدة بالخزان من خلال مقاومة سلكية تسمح بتسريب التيارات و الشحنات الكهربائية التي تنشأ بالقلب الحديدي الى الأرض وهي ماتسمى بـــ (Eddy Current) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مجموعة متجهات المحول (Vector Group):

لابد من معرفة مايلي:

١. رمز توصيلة الدلتا (D ,d).

٢. رمز توصيلة النجمة(Y ,y).

٣. نقطة توصيل الشبكة" توصيل النجمة" (N ,n).

٤. زاوية التأخير Lag Angle (٠ ← ١٢) مضروباً في ٣٠° مثلاً : Dy n1 في هذه الحالة يكون الجهد المنخفض يتأخر عن الجهد العالي بـــ ٣٠°

(١ x٣٠).

٥. الجهد العالي HV يكتب بالأحروف الكبيرة أما LV فيكتب بالأحرف الصغيرة.

٦. في حالة اللفتين(2 windings) تكتب المتجهات(على سبيل المثال) كالتالي:

YN d5 ,Dy n11 ,Dy n1

أما في حالة ثلاثة لفات(3 windings)تكتب المتجهات(على سبيل المثال) كالتالي:

YN yn yn

٧. في حالة كون الجهد ثابت فإن الترتيب للمتجهات يكون على اساس أعلى قدرة الى اقل قدرة، اما في حالة كون الجهد والقدرة ثابتين فإن الترتيب يبدأ بـــ (D).

أسباب ارتفاع كفاءة المحول:

المحولات الجيدة التصميم تكون كفاءتها عالية تقريباً ٩٩٪ للأسباب التالية:

١)المحول معدة أستاتيكية وبالتالي لايوجد أي احتكاك ميكانيكي وبالتالي لاتوجد أي مفاقيد ميكانيكية.

٢)اختيار المقطع المناسب للموصلات النحاسية للملفات يؤدي إلى تقليل المفاقيد النحاسية.

٣)توجد بها اقل مفاقيد كهربائية وأقل مفاقيد حديدية وذلك لاستعمال الحديد السيلكوني المسحوب على البارد.

٤)صناعة القلب الحديدي من شرائح يخفض المفاقيد الحديدية.

ملاحظة هامة التيارات الدوامية التي تدور في القلب الحديدي تسبب مفاقيد Eddy Current Losses وهذه المفاقيد تتناسب طردياً مع مربع سمك الشريحة:

$$\text{Eddy Current Losses} \propto t^2$$

ولذلك كلما قل سمك الشريحة كلما قلت المفاقيد الدوامية وهذا يؤدي إلى خفض درجة حرارة القلب الحديدي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أنواع المحولات:

تنقسم المحولات إلى ثلاثة أنواع رئيسية وكل نوع ينقسم إلى عدة أنواع فرعية كالتالي:

أولاً: محولات القدرة Power Transformer:

وتنقسم الى:

١)محول ثنائي اللف Two Winding Transformer

٢)محول ثلاثي اللف Three Winding Transformer

٣)محول ذاتي Auto Transformer

ثانياً: محولات ذاتية AutoTransformer:

وتنقسم الى:

أ) محولات قدرة Power Transformer

ب)محولات توزيع Distribution Transformer

ثالثاً: محولات خاصة Special Transformer:

وتنقسم الى:

١. محول فرن Furnace Transformer

٢. محول مغير نوع التيار Rectifier Transformer

٣. محول لحام Welding Transformer

٤. محول اختبار Testing Transformer

٥. محول تنظيم Regulating Transformer

٦. محول الجهد ومحول التيار Voltage Transformer & Current Transformer

إختبارات المحول:

قبل البدء في عمليات اختبارات محول القدرة لابد من تأمين الموقع طبقاً لتعليمات السلامة ويتبع الآتي:

أ) محول القدرة لابد ان يكون خارج الخدمة.

ب)وضع اللوحات والشريط التحذيري في أماكن واضحة بموقع الاختبار.

ج)بعد الانتهاء من اختبار المحول تفرغ الشحنة الكهربائية منه.

وبعدها تتم الاختبارات التالية:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

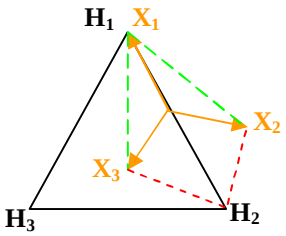
أولاً: اختبار مجموعة المتجهات Vector Group Test :

يتم حقن جهد ثلاثي الأوجه(3- Phase Voltage) بجهد ٢٢٠فولت من جهة الجهد العالي تم يتم قياس القيم التالية عن طريق الفولتميتر AVO والموضحة على الرسم التالي:

$$X_1, X_2, H_1, \ldots\ldots etc.$$

ومقارنة النتائج كما في النسب الموضحة بالرسم.

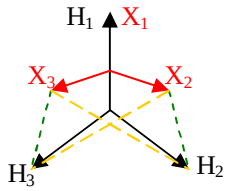
Dyn11



$$\frac{H_1H_2}{X_1X_0}, \frac{H_2H_3}{X_2X_0}, \frac{H_3H_1}{X_3X_0}$$

Reversing (Polarity) switch(Reverse) x R√3

YN yn0



$$\frac{H_1H_0}{X_1X_0}, \frac{H_2H_0}{X_2X_0}, \frac{H_3H_0}{X_3X_0}$$

Reversing (Polarity) switch(Normal) x R

ثانياً: اختبار نسبة اللفات Transformer Turn Ratio (TTR) :

تقاس بجهاز TTR أو بطريقة حقن الملف الابتدائي بجهد متغير وقياسه على الملف الثانوي وتحسب نسبة التحويل ، أما نسبة الخطأ المسموح به لايزيد ولاينقص عن $\pm$ 0.5 % .

ثالثاً: قياس تيار اللاحمل No Load Current :

١)في حالة قياس تيار الحمل للأوجه الثلاث:

يتم ذلك أثناء عملية اختبار نسبة التحويل والجهاز يعطي قراءة له بالمللي أمبير ويجب أن يكون تيار اللاحمل طبقاً للمعادلة التالية:

$$I_0 \leq 0.5\% \text{ from Rated current at Rated Voltage}$$

تيار اللاحمل ≤ ٠,٥٪ من التيار المقنن عند الجهد المقنن

مثال: محول جهد ٣٣ك.ف ، ٢٠م.ف.أ، ماهو تيار الحمل له؟

الحل:

التيار= (٢٠x١٠ ٣) ÷ (٣√x٣٣x١٠ ٣) = ٣٤٩,٩ أمبير

٠,٥٪ من التيار = ١,٧ أمبير

إذا تم حقن ٨٠فولت عند ٢٠م.ف.أ فإن:

$$I_0 \approx 0.004 \text{ A } (4 \text{ mA})$$

تيار اللاحمل يساوي تقريباً ٠,٠٠٤ أمبير(٤ مللي أمبير)

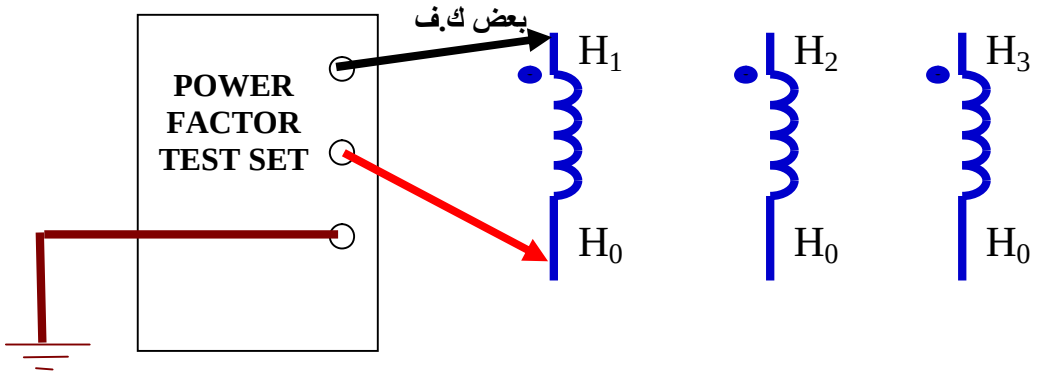
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢)في حالة قياس تيار اللاحمل لكل وجه على حدة:

أ. يلزم التأكد من أن الجهد المحقون يكون جهة الضغط العالي ويلزم أيضا تأريض نقطة التعادل جهة الجهد المنخفض.

ب. الجهد المقنن للمحول تحت الاختبار لابد وان ينظر له بعين الاعتبار ويتم اختيار جهد الاختبار تبعاً لذلك.

ويتم قراءة اللاحمل من الجهاز المستخدم وهو جهاز (TAN DELTA) UST(Underground Specimen Test)



رابعاً: قياس مقاومة الملفات Winding Resistance:

تقاس مقاومة الملفات بالـــ .T.R.O وتشغيل هذا الجهاز يعتمد على حقن جهد مستمر وقياس بجهاز التيار وحساب المقاومة من المعادلة التالية:

الجهد (فولت) = شدة التيار (أمبير) x المقاومة (أوم)

والجهاز يعطي قراءة مباشرة بالمللي أوم لملفات الابتدائي وذلك عند كل نقطة لمغير الجهد.

- طريقة توصيل أطراف الجهاز حيث انه يتكون من طرفين للجهد وطرفين للتيار كالتالي:

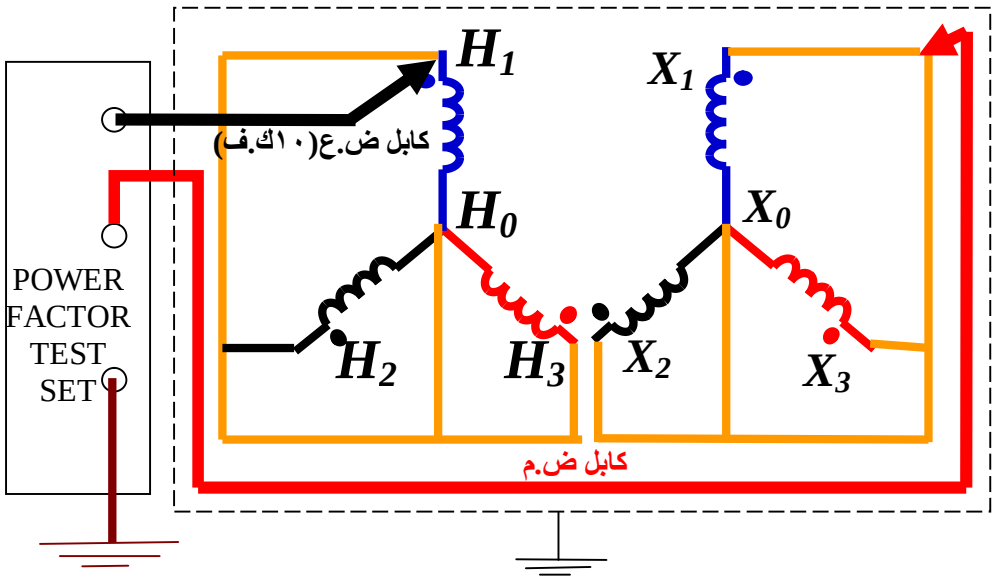
- يجب أن تكون قراءة المقاومة للأوجه الثلاثة عند النقطة الواحدة من نقاط مغير الجهد متزنة إلى حد ما ونسبة الاختلاف للمحولات الجديدة يجب ألا تزيد أو تنقص عن ٣٪ وللمحولات القديمة و المستخدمة بالشبكة يجب ألا تزيد أو تنقص عن ٨٪ ، وإذا زادت أو نقصت عن هذه القيمة يتم التنبيه على مسئول قسم المحولات بعمل صيانة لمغير الجهد وإعادة الاختبار مرة أخرى بعد الصيانة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خامساً: قياس معامل الفقد TAN DELTA :

أ) أختبار GST- L - GROUND:

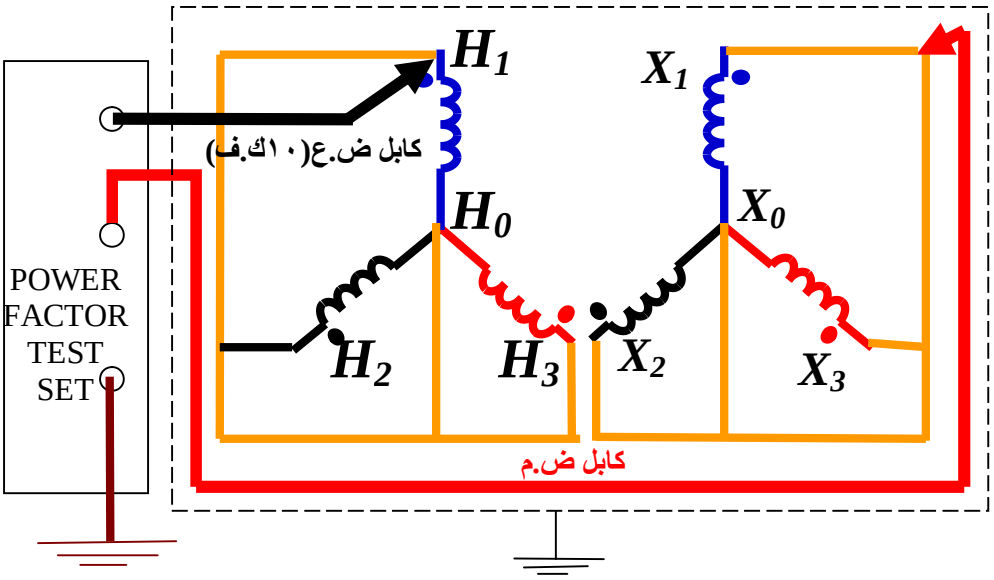
يتم وضع جهد الاختبار جهة الضغط العالي وأما الجهة المؤرضة تكون جهة الضغط المنخفض وفي هذه الحالة تقاس السعة بين جهة الضغط العالي و المنخفض وأيضاً بين الضغط العالي و الأرضي.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

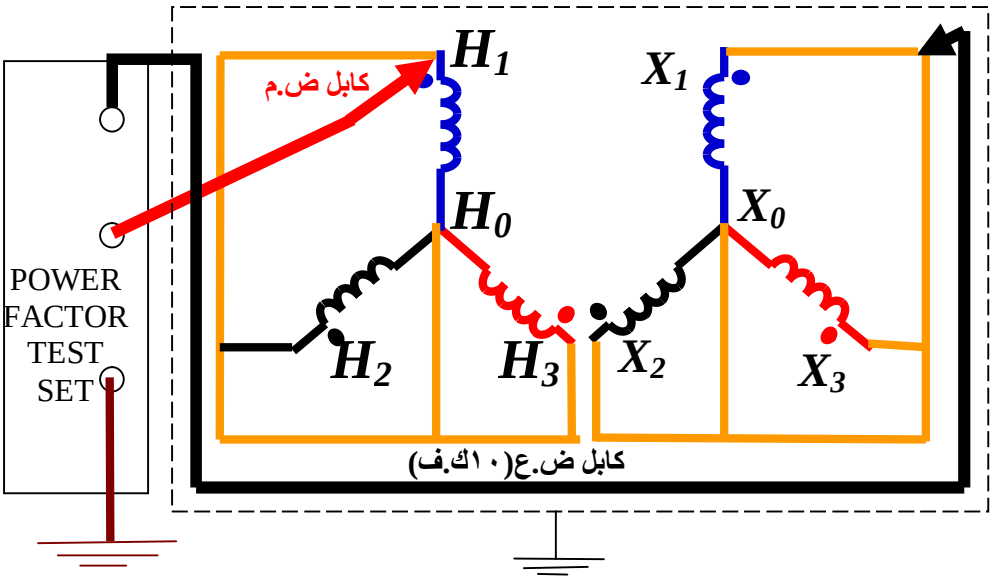
ب) اختبار GST- L -GUARD:

يتم وضع جهد الاختبار جهة الضغط العالي أما جهة الضغط المنخفض GUARDED وتقاس السعة بين الضغط العالي و الأرضي.



ج) اختبار GST – H – GROUND:

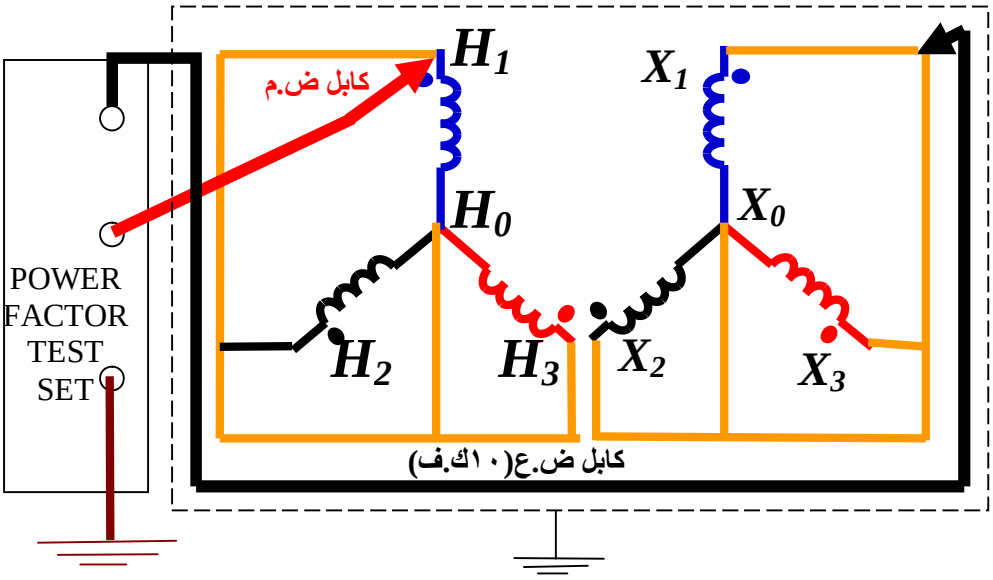
في هذه الحالة يوضع جهد الاختبار جهة الضغط المنخفض ويتم تأريض جهة الضغط العالي وتقاس السعة بين الضغط العالي والمنخفض وأيضاً بين الضغط المنخفض و الأرضي.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

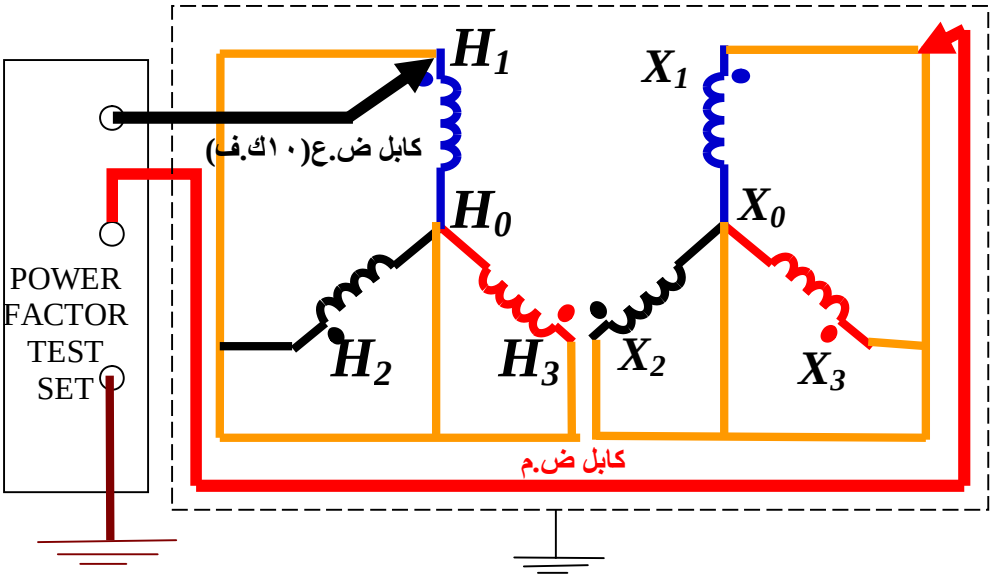
د) اختبار GST – H – GUARD :

في هذه الحالة يوضع جهد الاختبار جهة الضغط المنخفض بينما يكون الضغط العالي GUARDE وتقاس السعة بين الضغط المنخفض و الأرضي.



هـ) اختبار UST :

يتم وضع الجهاز على UST.



ملاحظات :

١) قيمة السعة عند الاختبار (أ) مطروحاً منه قيمة السعة عند الاختبار (ب) يساوي قيمة السعة عند الاختبار (هـ).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٢)قيمة السعة عند الاختبار(ج) مطروحاً منه قيمة السعة عند الاختبار(د) يساوي قيمة السعة عند الاختبار(هـ).

٣)وضعية GROUND أو GUARD أو UST يتم ضبطه واختياره من على الجهاز

٤)قيمة معامل القدرة POWER FACTOR يجب ألا تزيد على ٠.٠٠٥٪ .

سادساً: اختبار المقاومة بين نقطة التعادل و الأرضي(NER) :

هذه المقاومة تستخدم في شبكة ٣٣ و ١٣,٨ ك.ف وذلك لتقليل التيار الناتج أثناء العطل و المار خلال نقطة التعادل إلى الأرضي في محولات القدرة وتكون قيمتها (١٠أوم) جهة ١٣,٨ ك.ف، ويتم اختبارها كالتالي:

أ. الفحص الظاهري:

١)التأكد من لوحة المعلومات.

٢)التأكد من عدم وجود كسر أو خدش للعوازل بعد فتح الأغطية.

ب. قياس قيمة المقاومة:

يتم قياس المقاومة بواسطة جهاز الأفوميتر والتأكد من أنها نفس القيمة على اللوحة.

جـ. قياس العازلية :

يتم باستخدام جهاز ميجر ٥ك.ف وذلك بعد رفع الأرضي من جهة الضغط المنخفض بعد ذلك يتم اختبار العازلية بين المقاومة والأرضي وتكون القيمة عادة أكبر من ١٠٠٠ميجا أوم.

سابعاً: معايرة عدادات قياس درجة حرارة الملفات و الزيت :

يتم ذلك كالتالي:

أ) تسخين الجزء الحساس في زيت ووضع عداد قياس حراري.

ب)تحقن الدائرة الثانوية بمحول تيار بتيار مكافئ لتيار الحمل المقنن وذلك لمعايرة الارتفاع في درجة الحرارة.

ج)طبقاً لمواصفات الشركة تكون قيمة مراحل درجات الحرارة لعداد قياس حرارة الملفات كالآتي:

١. تشغيل مراوح المجموعة (١) تكون درجة الحرارة ٧٥°م .

٢. تشغيل مراوح المجموعة (٢) تكون درجة الحرارة ٥٨°م .

٣. تشغيل جرس الإنذار تكون درجة الحرارة ١١٥°م .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٤. عند الفصل التلقائي تكون درجة الحرارة ١٢٥°م .

د) تكون درجات الحرارة لعداد قياس الزيت:

١. جهاز الإنذار تكون درجة الحرارة ١٠٥°م .

٢. جهاز الفصل التلقائي تكون درجة الحرارة ١١٥°م .

ثامناً: معايرة جهاز الحماية (بوخلز):

يحقن غاز عند قيم معينة يعمل عندها جهاز الإنذار ثم الفصل وبعد ذلك يفرغ الغاز ويتم التأكد من وجود زيت بالجهاز.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مُلحق خَاص

كيفية التعامل مع سيارة الاختبارات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمة:

سيارة تحديد الأعطال تحتوي على جميع الأجهزة اللازمة لتحديد العطل وأيضاً أجهزة اختبار الضغط العالي لكابلات القدرة وجهاز الضغط العالي على الوضعين للاختبار:

١. اختبار الضغط العالي للجهد المستمر (DC).

٢. اختبار الضغط ذو التردد المتناهي في الصغر.

ويتم اختبار الكابلات الجديدة قبل دخولها بالخدمة بجهاز الضغط العالي ذو التردد الصغير جداً (VLF) وذلك حسب خطوات الاختبار المعمول بها في الشركة.

السلامة أولاً:

قبل البدء في أي اختبار كن متأكداً من اتخاذ جميع إجراءات السلامة للمعدات وللأشخاص وهي كالتالي:

أ) التأريض الوقائي:

تأكد من توصيل الأرضي الوقائي للسيارة جيداً بالأرض أو عن طريق نطاق التأريض للمحطة وإذا كانت التربة غير مناسبة للتأريض يتم توصيل أرضي الأمان بالأرضي الرئيسي للسيارة.

ب) توصيلات الأمان:

يجب التأكد من توصيلات الكابلات المناسبة طبقاً لنوع الاختبار مع مراعاة أن كابل التأريض الرئيسي للسيارة يجب توصيله جيداً بالأرضي العمومي للمحطة.

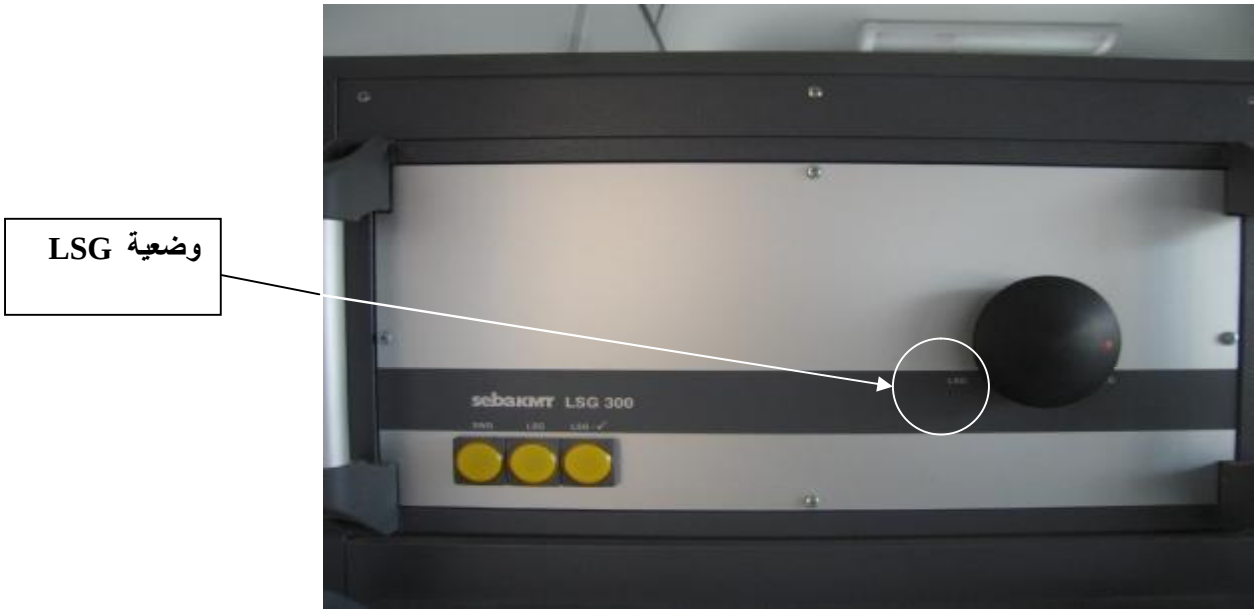
ج) توصيل الأرضي الخاص بجسم السيارة:

وذلك بغرس قضيب التأريض بجوار المحطة و التوصيل به وفي حالة عدم إمكانية غرس قضيب التأريض بالأرض يجب التوصيل بالأرضي الرئيسي للمحطة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أولاً : طريقة تشغيل Time Domain Reflection (TDR):

- مفتاح التشغيل الفرعي الخاص بجهاز (NSF 7 – 1) على وضعية TDR.
- المفتاح الخياري الرئيسي باتجاه مفتاح التشغيل الفرعي الخاص بالجهاز (NSF 7 – 1).



- المفتاح الموجود في جهاز LSG 300 على وضعية LSG.

ملاحظة: يستخدم لتحديد طول الكابل والأعطال التي أقل من ١٠٠Ω. **(Coax Cable)**

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نبدأ بتشغيل جهاز Teleflex جهاز (TDR):

- أضغط على وضعية ON.
- أضغط على F6 (TDR).
- اضغط على F5 (Teleflex menu) لضبط الآتي:

◄ ضبط السرعة(V/2) على .86 Ω/µsec للكابلات البلاستيكية XLPE

و .83 Ω/µsec للكابلات الورقية

و .98 Ω/µsec للكابلات الدليلية

◄ ضبط عرض الموجه Pulse Width بقيمة .50 nsec للكابلات الصغيرة ، ويتم تغييرها حسب طول الكابل.

◄ ضبط حجم الموجة بتكبيرها أو تصغيرها(Y_{gain}) على حسب الشكل المطلوب.

◄ ضبط طول الكابل (Range) بالطول المناسب.

◄ ضبط طريقة التوصيل إما L – N أو L – L .

◄ ضبط F9 على Active بدلاً من Stop من أجل إرسال نبضة على الكابل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- أضغط على F10 (TDR MODE) من أجل الوصول الى القائمة وفيها (Continuous) و الضغط عليه ومن ثم معرفة مايحصل على الكابل من Short وغيره.
- أضغط على F1 (Return) للعودة الى الشاشة السابقة.
- عندما تريد تحديد مسافة أي نقطة على مسار الكابل أضغط على وضعية(Cursor) وقم بتحريك المؤشر الموجود يمين الشاشة.

ثانياً: تحديد مكان العطل باستخدام طريقة Arc Reflection Method(ARM)

- مفتاح التشغيل الفرعي بجهاز NSF 7 – 1 على وضعية AF L1 – 0.
- المفتاح الخياري الرئيسي الموجود في جهاز NSF 7 – 1 بإتجاه SWG.
- المفتاح الموجود في جهاز Teleflex على وضعية HV Cable كما في الصورة أدناه.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- þ المفتاح الموجود في جهاز LSG 300 على وضعية LSG.

◄ متابعة ماسبق من خطوات في تشغيل (TDR)

§ أضغط على F1 للعودة الى الشاشة السابقة .

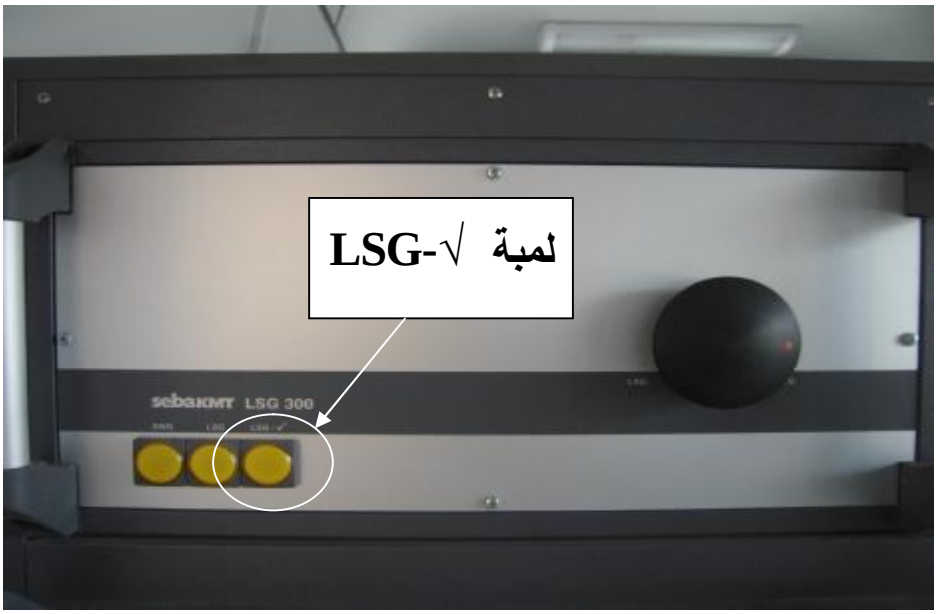
§أضغط على F6 وضبطه على الوضع Difference بدلاً من Reflection لمعرفة الاختلاف بين الموجة الأصلية وبين موجة مسار الكابل.

§أضغط على F7 (HV Method External) وقبل تغييرها على وضعية Fault قم بضبط Y_{gain} للحصول على شكل مناسب للموجة.

ملاحظة: لا تظهر إشارة Fault الموجودة في زر F7 إلا بعد تشغيل جهاز (SWG 1750 C-4) وذلك بالضغط على اللمبة البيضاء ثم اللمبة الخضراء.

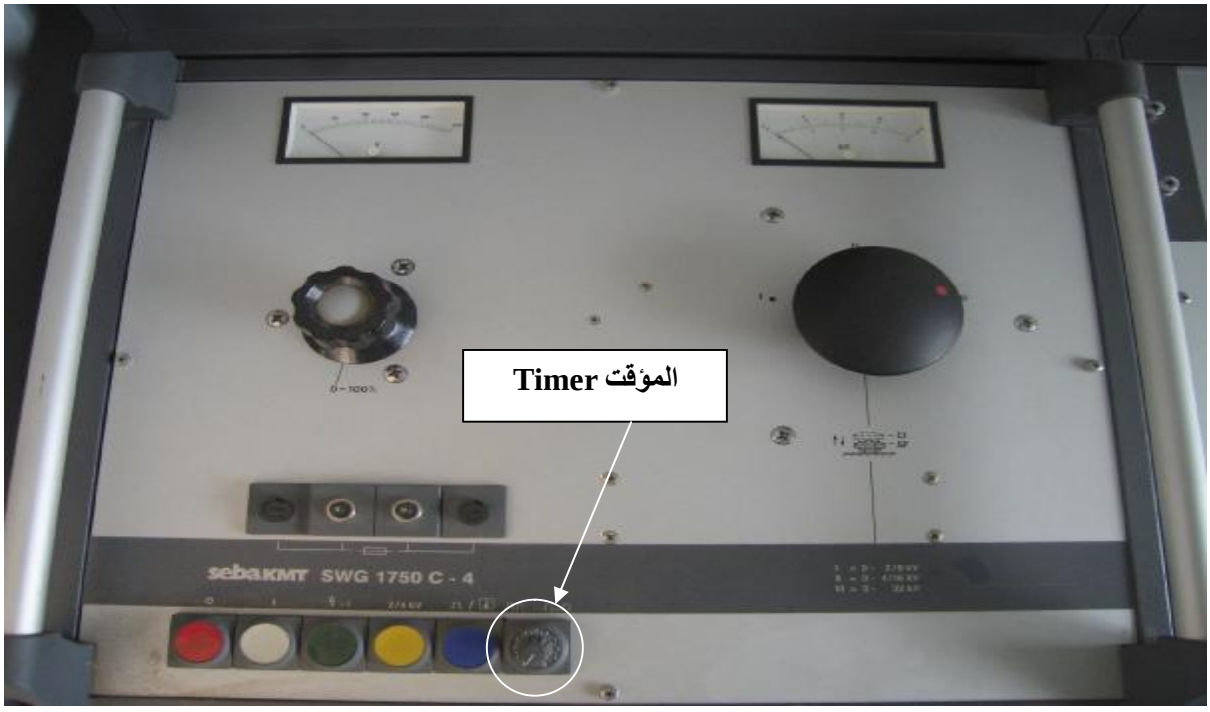
§ قم برفع الجهد الموجود في جهاز SWG 1750 C-4 في الصورة أعلاه ثم إخفضه على الفور والإنتظار حتى تضاء اللمبة الصفراء الموجودة في جهاز LSG 300 والتي تحمل الاشارة √-LSG ثم يمكن بعده إرسال نبضة وذلك بالضغط على اللمبة الزرقاء ومن ثم يمكن مشاهدة صورة العطل في الشاشة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



ثالثاً: طريقة تشغيل (SURGE):

- مفتاح التشغيل الفرعي الخاص بجهاز NSF 7 – 1 على وضعية AF L1 – 0.
- المفتاح الخياري الرئيسي الموجود في جهاز NSF 7 – 1 باتجاه SWG.
- المفتاح الموجود في جهاز LSG 300 على وضع SWG.
- قم بضبط(Timer) الموجود في جهاز SWG 1750 C-4 إما على وضعية (1second أو 2second أو ....) لتحديد توقيت التفريغ في مكان العطل.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- ثم قم بتشغيل جهاز SWG 1750 C-4 بالضغط على اللمبة البيضاء ثم الخضراء ثم رفع الجهد وتركه يقوم بالتفريغ في مكان العطل ، ثم التوجه إلى مكان العطل وسماع صوت العطل بالسماعات.

رابعاً: طريقة تشغيل (DC) :

- مفتاح التشغيل الفرعي الخاص بجهاز NSF 7 – 1 على الوضع AF L1 – 0 .
- المفتاح الخياري الرئيسي الموجود في جهاز NSF 7 – 1 باتجاه HPA.

هذه الطريقة تستخدم في حالتين:

الطريقةالأولى: اختبار الكابلات VLF وطريقة الاختبار كالتالي:

- المفتاح الموجود في جهاز HSW 3-VLF باتجاه VLF.

- قم بتشغيل الجهاز وضبط (Timer) قبل البدأ في الحقن.
- تم قم برفع الحهد ويكون بالقيم التالية:

◄الكابلات الجديدة (33kV) لمدة ساعة بقيمة $3U_0$ أي 57kV

◄ الكابلات القديمة (33kV) لمدة ربع ساعة بقيمة $2U_0$ أي 38kV

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

◄الكابلات الجديدة (13.8kV) لمدة ساعة بقيمة $3U_0$ أي 24kV

◄الكابلات القديمة (13.8kV) لمدة ربع ساعة بقيمة $2U_0$ أي 16kV

ملاحظة: طريقة توصيل الكابلات الخلفية للسيارة لهذا الاختبار تختلف عن توصيل SURGE.

الطريقة الثانية: اختبار (DC) لحرق الكابل (Burne):

- المفتاح الموجود في جهاز HSW 3- VLF باتجاه DC .

ملاحظة: تستخدم عملية الحرق في حالة الأعطال ذات المقاومة العالية إذا لزم الأمر لذلك.

◄ ثم قم بتشغيل الجهاز ورفع الجهد وللتأكد من عملية الحرق فإنه يرتفع مؤشر الأميتر ولا يرتفع مؤشر الجهد بخلاف الكابل السليم.

خامساً: طريقة تشغيل (FLG 200) لتحديد المسار:

- مفتاح التشغيل الفرعي الخاص بجهاز NSF 7 – 1 على الوضع AF L1 – 0 .
- المفتاح الخياري الرئيسي الموجود في جهاز NSF 7 – 1 باتجاه ⊥ .

وطريقة التشغيل كالأتي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- أضغط على ON لجهاز FLG 200
- ثم قم بالضغط على [→ Z ←]

- ثم قم برفع مستوى النبض بالضغط على [P] والعكس صحيح.
- ثم اختر التردد بالضغط على [F] والذي قيمته 8.44 kHz ومطابقة هذا التردد مع الجهاز الذي يستقبل النبضات.
- وتستخدم [M] لقياس المقاومة و الفولت.
- وتستخدم [S] للتغيير من نبضات متغيرة النبضات مستمرة و العكس صحيح ، وللتغيير من Automatic الى Manual.
- وتستخدم [P] للتغيير من صوت عالي الى صوت منخفض كما هو مبين فوق هذه الاشارة إما High او Low.
- ولتحديد عمق الكابل قم بالضغط على وضع DEPTH CURRENT الموجود في جهاز المستقبل ثم تظهر لك مسافة عمق الكابل.

وبالله التوفيق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المراجع لبعض الإضافات بالمذكرة:

١. مذكرة خاصة للاختبارات من إعداد (م. كامل بدر خان عبد العزيز).

٢. عرض مقدم من (برفسور محمد الشرقاوي).

شكر خاص لكل من :

- § فهد سعد القحطاني
- § مفرح محمد الزهراني
- § بندر طيب الهزازي

لقيامهم بإعداد مذكرة خاصة باختبارات السيارة الجديدة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com