صيانة معدات الشبكة الكهربية

للمهندس

علاء بيومي عبد العظيم

زميل جمعية المهندسين الأمريكية

مدير إدارة البحوث وإختبارات الشبكات

الشركة المصرية لنقل الكهرباء

تمثل الصيانة الجانب الأكثر اهمية الذى لايؤثر فقط على استقرار النظام الكهربى .... وإنما يؤثر كذلك على سعر توليد ونقل وحدة الطاقة الكهربائية .. لذلك فالصيانة ذات مردود اقتصادى بكل المقاييس .

تعـــريف الصـــــيانة

كما تم تعريفها فنياً فى الـ IEC Public 271

هى **(مجموعة الأعمال الفنية شاملة التجهيزات والترتيبات اللازمة والمراد بها الحفاظ على (أو إستعادة) أداء المهمة للغرض أو الوظيفة المطلوبة منها)**

(Maintenance is technically defined in IEC public 271 the combination of all technical and corresponding administrative actions intended to retain an item in, or restore to, a state in which it can perform its required function)

وهى تعرف اقتصادياً : ً بمجموعة الأعمال والمهام التى يلزم إجراؤها على المهمة حتى تؤدى الغرض منها طبقاً لمعايير الأداء الفنى .. ومعايير الاعتمادية .. ومعايير تكلفة الصيانة وطبقاً للمواصفات الفنية – وطبقاً للمنحنى العمرى لتكلفة الصيانة لها . (Life cycle cost) .

وهذا التعريف يأخذ فى حسبانه الطول العمرى للمهمة والذى غالباً ما يحدث مستجدات فى الأنظمة لهذه المهمات خلاله .

ويمكن قياس مؤشر مردود (عائد) الصيانة من نتائج الإحصائيات الخاصة بقياس اداء

العـــــول Statistics of reliability performance .

والأستمرارية Statistics of maintainability performance .

ومن الأهمية أن يتم تصميم هذه الإحصائيات بحيث تكون مؤشراً جيداً للحكم على اداء الصيانة وكذلك على التصميم وإختيار المعدات .

أولاً : - انـــــواع عمـــــليات الصـــيانة

١– إختبار وفحص بدء التشغيل : – Start up commissioning

يتم إجراء هذه الفحوصات والإختبارات بعد التركيبات وقبل بدء التشغيل للمهمات .. وخاصة المهمات التى يتم تجميعها بمصانع الشركات المصنعة ثم تنقل إلى جهات أخرى وتركب وتوضع فى التشغيل ومن امثلة ذلك : -

أ)- الإختبارات التى تجرى بالموقع لأول مرة قبل التشغيل للمحولات والمفاتيح والسكاكين.

ب)- إختبارات اجهزة الوقاية ومعايرتها لأول مره .

٢ – الصيانة الروتينية (الدورية) : – Routine Maintenance

هى مجموعة الأعمال التى يلزم إجراؤها على المعدة بصفة دورية والتى توصى بها الشركة المصنعة طبقاً لنوع المعدة وطبيعة الحمل والشبكة التى تعمل بها .. لضمان إستمرار المعدة فى الخدمة بنفس الكفاءة ومعدلات الأداء وبدون أعطال تؤدى الى خروج أضطرارى ومن أمثلة ذلك : -

- البرنامج الدورى لصيانة المحولات والمفاتيح والسكاكين وأجهزة الوقاية والأجهزة المساعدة .

ويتم تخطيط برنامج الصيانة الدورية كالتالى : –

أ)- من خلال تعليمات الصيانة للشركات الصانعة يتم وضع خطوات إجراء الصيانة للمعدات .

ب)- يتم دراسة المستندات الخاصة بالمواصفات العامة لخطوات الصيانة المعمول بها بشبكة جمهورية مصر العربية وذلك لجميع المعدات.

ج)- من خلال البنود (٢ – أ ، ب) السابقة يتم إستخلاص برنامج الصيانة الدورية للمحطات والخطوط والكابلات ولكل محطة وكل خط وكذلك يتم وضع البرنامج السنوى لتنفيذ أعمال الصيانة طبقاً لأوضاع الشبكة وكذا الموافقات على الفصل من الجهات المغذاه والمشتركين .

٣ – الصـــــــيانة التنبؤية : – Predictive Maintenance .

وهذا النوع من الصيانة يبنى على قياسات مستمرة أو قياسات دورية توضح حالة تشغيل المعدة وتكون مؤشراً لسلامتها .. وفى حالة إمكانية أخذ هذه القياسات بطريقة منتظمة فإنه يمكن التنبؤ بالحوادث قبل حدوثها .. فيتم إجراء الصيانة المطلوبة .. ومن أمثلة ذلك : -

أ)- إصلاح أو تغيير نقاط التلامس للفصل والتوصيل للمفاتيح والسكاكين عند زيادة التأكل بها أو زيادة قيمة مقاومتها عن الحد المسموح به وذلك قبل إنفجارها .

ب)- اكتشاف النقاط الساخنة بموصلات الخطوط ومعالجتها قبل حدوث الإنهيار والمضاعفات .

ج)- تكرير زيوت المحولات عند انخفاض قيمة جهد كسر الزيوت بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة وقبل حدوث مضاعفات للمحول .

د)- تحليل الغازات الذائبة فى زيت المحولات إما بأخذ عينات دورية (Off-Line analysis technique) أو تركيب معدات تحليل بصفة دائمة . (On – Line analysis technique) .

٤ – الصيانة الوقائية : – (Preventive Maintenance) .

هى مجموعة الأعمال التى يقصد بها تفادى حدوث الأعطال والإنهيارات بالمهمات .. أى منع وقوع الحوادث والإنقطاعات .. وذلك بتنفيذ الصيانات المطلوبة فى وقت مبكر عن الموعد المحدد لها بناءً على سابق الخبرة مع المعدة نفسها أو مع معدات مشابهة .

ويتم تخطيط برنامج الصيانة الوقائية كالتالى : –

أ)- يتم تصنيف المعدات والأجهزة إلى مجموعات طبقاً لأنواعها وللشركات الصانعة وطبقاً للحالة العمرية .

ب)- يتم عمل حصر أو بيان إحصائى بالأعطال والحوادث التى حدثت خلال الفترة السابقة على الأقل (من ٣ إلى ٥سنوات) فى مختلف المواقع شاملة التحليل العلمى الفنى لكل حادث متضمناً الأسباب والإصلاحات التى تمت .

ج)- يتم تصنيف الحوادث الى انواع متكررة سنوياً ووضعها فى صورة جداول متضمنة الأوزان النسبية لعدد كل صنف من إجمالى عدد الحوادث نسبياً .

د)- يتم عمل الخطوة (٤-ب) لكل مجموعة معدات وأجهزة متشابهة فى النوع والشركات الصانعة كمـــا فـــى البند (٤-أ).

هـ)- يتم إجراء دراسة واعية للحوادث بالبند (٤- ب) التى يثبت تكرارها على مدار العام وتقسم بدورها إلى مجموعات طبقاً لأسباب حدوثها (أخطاء بشرية – إنهيار معدات بسبب عيوب صناعية – تعديات – تحميل زائد – سوء الأحوال الجوية – عدم إجراء الصيانة بكفاءة تامة وفى موعدها أو بعد أداء إشتغال خاطىء أو بطء لنظام الوقاية) .

و)- على ضوء تصنيف الحوادث بالبند (٤ – ج) لكل مجموعة متشابهة من المعدات والأجهزة يتم مراجعة برنامج الصيانة الدورية بالبند (٢ – ج) وإستخلاص وتنقيح تعليمات برامج الصيانة الوقائية لتفادى تكرار الحوادث .. سواء بإستنباط خطوات صيانة إضافية أو تقليل فترات الصيانة المذكورة ببرنامج الصيانة الدورية .. وبذلك يصبح لدينا برنامج صيانة وقائية لكل مجموعة متشابهة من المحطات آخذاً فى الاعتبار تفادى وقوع الأخطاء أو الحوادث .

٥ – الصيانة العلاجية : – Corrective Maintenance

وهى الاعمال والإصلاحات التى يتم تنفيذها بعد حدوث الحوادث والأعطال للمعدات وذلك لإعادة المعدة إلى الخدمة بأكفأ وبأسرع ما يمكن .

ومن أمثلة ذلك : -

- إصلاح محول حدث به قصر .
- إصلاح أو تغيير خلايا وقضبان جهد متوسط أو عالى أو فائق حدث بها إنهيار أو انفجار .
- إصلاح القواطع والقضبان والسكاكين وتغيير العوازل والأجزاء التالفة بأخرى مختبرة .
- إصلاح أو تغيير كابلات الوقاية والكنترول وإعادة ترتيبها حال تأثرها بالحرائق .
- إصلاح موصل خط هوائى حدث به فتح بسبب نقطة ساخنة أو قصر شديد .
- إصلاح كابل حدث به قصر أو تسرب منه الزيت جزئياً مع إنخفاض ضغطه .

- إصلاح المقاومات المعدنية والمائية والممانعات المركبة على نقطة تعادل المحولات فى حال حدوث قصر أو عيب بها .

ولكى يتم اعداد برامج الصيانة المختلفة لمختلف المعدات .. فلابد من توفير قاعدة بيانات كاملة تكون أساساً لوضع برنامج الصيانة المناسب والذى يجب أن يحقق الأهداف الرئيسية الأتية بعد : -

- **الأهداف التى يجب أن يحققها برنامج الصيانة : –**

١ – المحافظة على استمرار سلامة المعدة فى اداء وظيفتها بالكفاءة المطلوبة وبدون توقف طبقاً لبرامج التشغيل والصيانة المخططة سلفاً .

٢ – مؤشرات الأداء يجب أن تكون طبقاً لمعايير الجودة المحلية والعالمية .

٣ – معدلات تكلفة الصيانة لكل وحدة طاقة يجب أن تكون أقل ما يمكن .

ثانياً : - البيانات المطلوبة لتخطيط برامج الصـــــيانة

١ – يلزم رسم الخريطة الجغرافية والبيئية للمناطق المختلفة الكائن بها المحطات والخطوط على مدار العام وتحديد مناطق التلوث البيئى (أتربه – عوادم غازات صناعية – درجات الحرارة – درجة الرطوبة) ويتخذ هذا البيان أساساً لوضع برنامج الصيانة الدورية بحيث يتم من خلاله علاج ومواجهة الآثار السلبية بسبب الظروف المناخية والتلوث وما ينجم عنها من تداعيات .

٢ – يلزم تحديد منحنى الحمل اليومى والسنوى للمناطق المختلفة ورسمه على منحنيات توضح أوقات أقصى وأقل حمل .. وهذا يساعد على الإختيار الأمثل لمواعيد تنفيذ برامج الصيانة للمحطات المختلفة على مدار العام بما لايؤثر سلباً على توريد وتأمين التغذية وتلبية متطلبات الأحمال .

٣ - يلزم عمل خريطة زمنية عمرية توضح تواريخ إنشاء المحطات والخطوط ونوع كل محطة ونوع المعدات الرئيسية بها والشركات الصانعه . كذلك تذكر المعدات المضافة بعد الإنشاء وتاريخ وضعها فى الخدمة وهذا يسهم فى تحديد معدلات فترات إجراء الصيانة .. فكلما تقادمت المعدة يجب أن تقل الفترات البينية للصيانة .

٤ – يتم عمل ملف (File) كامل وواف لكل معدة أو جهاز يشتمل على النقاط والبيانات التالية : -

- ♦ الكتالوجات والبيانات والرسومات الفنية للشركة المصنعة التى توضح أجزاء المعدة وقطع الغيار الخاصة بها وكيفية التعامل مع كل جزء فيها . (من حيث الفحص والكشف والتشخيص والعلاج والاختبار)
- ♦ تقارير بإختبارات المصنع وكذلك إختبارات بدء التشغيل للمعدات بالموقع Commissioning tests متضمنه القراءات والقياسات والملاحظات الخاصة بكل معدة .

- تقارير الصيانات السابقة وكذلك نتائج إختبارات ما بعد كل صيانة وتواريخها . (مع تسجيل الظروف البيئية المحيطة أثناء الإختبار) .
- حصر بالحوادث وتقارير بالإصلاحات التى تمت على المدى العمرى للمعدة وتواريخها.
- تقارير بأى تعديلات أو إضافات تمت على المعدة وتواريخ هذه التعديلات .

وهذا الملف غاية فى الأهمية ويجب المحافظة عليه ويجب أن يكون مرافقاً للمعدة فى تنقلاتها (كالمحولات والمكثفات والقواطع التى يتم نقلها من مكان لآخر حسب الحاجة) ، وذلك طوال عمر تشغيل هذه المعدات وغالباً ماتكون هناك صعوبة لمعرفة التاريخ الفنى للمعدة بدون وجود مثل هذا الملف .

ثالثاً : - إدارة تنفـــيذ أعمـــال الصـــيانة

يعتمد تنفيذ أعمال الصيانة على البنود التالية : –

١ – تحديد نوع الصيانة المطلوبة .. والمعدة التى سيتم إجراء الصيانة عليها .. وبرنامج الفصل للمعدة .

٢ – يجب تحديد فريق العمل الذى سيقوم بتنفيذ أعمال الصيانة والعمل المكلف به كل عضو وإثبات ذلك بالسجلات.

٣ – يجب التأكد من توافر جميع قطع الغيار المطلوبة والعدد والمواد اللازمة لتنفيذ عمليات الصيانة .

٤ – وجود الملفات الخاصة بالمعدات والتى تشتمل على البيانات المذكورة سابقاً بما فى ذلك القياسات التى تم إجراؤها على المعدة قبل إجراء الصيانة مثل قياس عزل الملفات وإختبارات التحاليل الكيميائية وكمية الغازات الذائبة لزيوت المحولات ، مستوى الاهـــتزازات للماكينات الدوارة ، مســتوى الضوضاء (Noise level) ، أزمنة الفصل والتوصيل للقواطع الكهربائية .... الخ .

٥ – نموذج أمر الشغل الذى ينظم خطوات عملية نقل المعدة أو المعدات من حالة التشغيل والتوصيل على الشبكة إلى حالة الفصل من الشبكة والإيقاف والتأمين التام . ويتم تنفيذ هذا البند بالتنسيق مع التحكم أو التحكمات المسئولة عن تشغيل الشبكة الكهربية بالمنطقة .. كما يجب أن يشمل أمر الشغل خطوات تأمين فصل المعدة ضد كل من التوصيل الخاطىء والتوصيل الذاتى وكذلك أسماء العاملين والمهندسين المسئولين عن تنفيذ العمل والمهندس المسئول عن تأمين الموقع (مهندس التشغيل) ومسئول الأمن الصناعى على أن يتم تحديد مواعيد بدء وإنهاء العمل بأمر الشغل (بالتاريخ والوقت بالدقيقة) .

٦ – يجب أن تسجل تفصيلاً الأعمال التى تتم ، قطع الغيار المستخدمة ، كم وكيف العمالة وساعات إشتغالها وحساب إنقطاعات التغذية (إن وجدت) وكذلك كافة البيانات التى تلزم لحساب تكلفة الصيانة كالخامات والطاقة المستهلكة فى الصيانة والفرص البديلة والإداريات .... الخ .

رابعاً : ـ تخطيط مخزون قطع الغيار

يجب أن يكون هناك تخطيط لتوفير قطع الغيار والمواد والخامات والعدد والأجهزة اللازمة جنباً إلى جنب مع تخطيط برامج الصيانة لتنفيذ هذه البرامج .

* **ويمكن تقسيم قطع الغيار بصفة عامة إلى ثلاثة أنماط : –**

١ – قطع الغيار التى يحدث بها استهلاك تدريجى (أو تآكل أو تقادم) .. وهى الأجزاء التى يمكن قياس حالتها وتوقع إنهيارها (مثل أطقم الجوانات ، اليايات ، الجلب ، الرولمان بلى ، لقم نقاط التوصيل والفصل ، المقاومات والمكثفات الموصلة على التوازى للمساعدة فى إطفاء الشرارة للقواطع الكهربية .... الخ) وهذه الأنماط معلومة سلفاً ويجب توفيرها بالمخازن قبل بدء برامج الصيانة ، إذ أنه عادة ما يوصى بتغييرها .

٢ – قطع غيار للمهمات التى يمكن أن يحدث بها إنهيار مفاجىء لايمكن توقعه بأى نوع من الإختبارات أو القياسات (نهايات الكابلات / مانعات الصواعق / محولات الجهد والتيار / اجهزة قياس درجة الحرارة) .

٣ – معدة كاملة أو أكثر كإحتياطى بالمخازن للمعدات المثيلة الشغالة .

وتكون الخيارات حسب رؤية كل شركة بالنسبة للبندين (٣،٢) وطبقاً لأهمية المعدة أو المهمة وأهمية الجهة المغذاة وحساسية المشتركين وكذلك طبقاً لمدى توقع سرعة توريد قطع الغيار المطلوبة وإحتمالات التأخير غير المتوقع .

ـ خامساً : ـ إدارة التعليم والتدريب لأعمال الصيانة

١ – ينبغى توفر الخبرات والمؤهلات الكافية لدى فريق الصيانة على الأعمال التى سيقومون بها وعلى وجه الخصوص فيما يتعلق بعمليات الصيانة.

٢ – لابد من تزويد فريق الصيانة بكل الكتالوجات والمعلومات والبيانات والتعليمات الخاصة بالمعدات لكى يتم:-

أ) – إجراء الصيانة بالخطوات والترتيب والجودة المطلوبة لكل خطوة وقبل الإنتقال للخطوة التالية .

ب) – إجراء الإختبارات والقياسات اللازمة عقب الصيانة وإمكان الحكم على كفاءة الأداء من عدمه وما يجب عمله حينئذ .

ج) – تأمين الافراد والمعدات وإستمرارية التغذية .

د) – توفير الوقت والجهد والتكاليف .

٣ – فى حالة المعدات ذات التقنيات الحديثة أو التى تستخدم للمرة الأولى والتى ليس للشركة بها سابق خبرة .. ينبغى وجود تعاون بشكل ما مع الشركة المصنعة لهذه المعدات لتعلم وإنجاح عمليات الصيانة مثل : -

- التدريب العملى والنظرى فى الداخل والخارج .

- ♦ إبرام عقود الصيانة محددة الفترة مع الشركات الموردة لإكتساب الخبرة والمعرفة الكافية للإعتماد على الذات مستقبلاً .
- ♦ توفير المراجع والكتالوجات الخاصة بالمعدات
- ♦ الإطلاع على التاريخ الفنى وسابق الأداء للمعدات لدى الدول الأخرى التى سبقتنا فى إستخدامها .

سادساً : الذي يجب عمله الآن للصيانة

بالنظر إلى أنواع الصيانات المذكورة سابقاً .. ومن نتائج الخبرة العملية تلاحظ أن للصيانة الوقائية أثرها الفعال .. ولقد أثبتت نجاحاً باهراً أدى الى تحسن مستوى الإتاحية .. وحتى الكثير من الحوادث والأخطاء التى حدثت فقد ثبت بالدليل انها بسبب اخطاء تصميمية أو عيوب صناعية أو نتيجة إجهادات تشغيل غير عادية ولاتعود اسبابها ابداً إلى عدم إجراء صيانة . وكذلك أدت الخبرات المتراكمة على مدى سنوات إلى تعديلات فى فلسفة الصيانة فعلى سبيل المثال : - الفترات البينية للصيانة كما توصى بها الشركات الصانعة هى فترات متقاربة جداً وبدون مبرر ولكنها فلسفة المبالغة فى الحرص . وبوضع الأنظمة الجديدة للتصنيع فى الحسبان والتى تعتمد على النظام المعزول بالغاز (Gas-insulated system-GIS) فقد أمكن إطالة الفترات البينية للصيانة وإكتفاءاً بالقياسات الدورية بالإضافة إلى أخذ عينات عشوائية من هذه المهمات وإجراء الفحوصات والقياسات والصيانات لها على سبيل التأكد من سلامة هذا التوجه وذلك مرة كل ثلاثة سنوات على الأقل . ولقد أضاف الفحص والقياس الحرارى للموصلات والمعدات أثناء أقصى حمل معلماً وملمحاً هاماً فى الصيانة بسبب النتائج الممتازة والموثوقية Reliability فى إكتشاف نقاط الضعف .. وبالتالى أحدث ذلك إنخفاضاً ملحوظاً فى تكلفة الصيانة لوحدة الطاقة .

سابعاً : - المهمات الأساسية ذات التقنيات الحديثة

تم إدخال مهمات ذات تقنيات حديثة بالشبكة أدت الى تغيير مفهوم الصيانة التقليدية منها .

١ – القواطع الغازية SF6 بدلاً من القواطع الهوائية والزيتية .

٢ – السكاكين Loop current switching .

٣ – محولات القياس الغازية (محولات الجهد والتيار المعزولة بالغاز) .

٤ – مانعات الصواعق (Zinc - or metal oxide instead of air type) .

٥ – التوسع فى إستخدام نظام الـ GIS .

٦ – نظم عزل المحولات (GIS , Cast resin , air beside the oil).

*** ففى القواطع الغازية : –**

كان للقواطع الغازية السبق فى التطور الذى حدث مؤخراً . وبذلك أمكن خفض عدد مرات الفصل للصيانة وكذلك تقليل وخفض الأجزاء المتحركة فى القاطع . وبالتالى خفض نفقات الصيانة . ففى هذا النوع من القواطع يكفى فحص ظاهرى كل ٢ إلى ٦ سنوات كالتالى على سبيل المثال : -

١ – الفحص الظاهرى لنظام الحركة فى جميع أوضاعه (On , off , switching)

٢ –قياس ضغط النتروجين فى نظام الحركة الهيدروليكى

٣ – قياس أزمنة الفصل والتوصيل وكذلك قياس الأداء المتزامن فى حالة الأوجه المنفصلة .

٤ – تحليل غاز سادس فلوريد الكبريت (قياس نسبة الرطوبة ونسبة الهواء والحامضية ونقطة الندى والمحتوى الغازى) .

٥ – قياس زمن شحن الياي . (أو الدفع الهيدروليكى أو الهوائى ... الخ).

٦ – قياس تيار موتور الشحن .

٧ – قياس المحتوى الغازى .

٨ – قياس كثافة الغاز وضغطه .

٩ – قياس قوة عزل كل من القاطع وغرف الشرارة (بالجهد العالى) ..

*** وفى السكاكين : –**

- يسهم الفحص الظاهرى لميكانيزم السكينة وموتور أو طلمبة أو مكبس الحركة مع القياسات الكهربية فى سرعة التشخيص وإجراء الصيانة التنبؤية قبل حدوث أى عيب أو عطل أو إنهيار لأى جزء من المهمات .
- بإستخدام سكاكين ذات ملامسات مقاومة للشرارة أو بإستخدام ملامسات إضافية للفصل والتوصيل فإنه يمكن تخفيض تكلفة الصيانة بدرجة ملحوظة .

*** وفى محولات القياس الغازية : –**

- الفحص الظاهرى وقياس مقاومة الملفات والعزل و ($\tan \delta$).
- كما يوصى بمراقبة كثافة وضغط الغاز لهذه الأجهزة مع تحليل الغاز دورياً .

*** وفى مانعات الصواعق : –**

لايلزم إجراء صيانة منتظمة لهذه المعدات ولكن يكفى إجراء بعض الإختبارات مثل : -

١ – الفحص الظاهرى وتسجيل عدد مرات التفريغ .

٢ - قياس تيار التسرب مرة كل خمس سنوات .

٣ – اختبار الجهد العالى كل عام .

٤ – قياس عزل الممانعة بالميجر .

٥ – قياس عزل الممانعة بالضغط العالى .

٦ – اختبار قدرة الممانعة على التفريغ .

*** وفى نظام العزل فى المحولات : –**

مازال الزيت المعدنى (Mineral oil) هو أكثر الأوساط العازلة إستخداماً فى محولات القدرة ومحولات القياس حتى الأن ولاشك أنه بتحليل الغازات الذائبة فى زيت المحول ومعرفة نوعها ودرجة تركيزها ونسبتها بعضها الى بعض فإنه يمكن تحديد وتقييم حالة المحول وعند حيود نسب التركيز هذه عن حدود معينة يكون ذلك مؤشراً جيداً لإجراء الصيانات الوقائية طبقاً لنوع الغاز ونسبة حيوده . وتوجد لدينا حالياً خبرة واسعة فى هذا المجال . ولقد ثبت كذلك إمكانية إستعادة خواص الزيت بإستخدام مواد ماصة للغازات أو تكرير الزيت تحت التفريغ (Vacuum) فى درجة حرارة ٧٥مْ لعدة ايام حسب خطورة الحالة . ومرفق بيان بأهم المؤشرات لتقييم الحالة الفنية للمهمات الرئيسية للنظام الكهربى . (مرفق١) .

*** نظـــــــــام التأريض : –**

- ينبغى عزل شبكة تأريض المعدات ذات الجهود المختلفة بالمحطة بعضها عن بعض عزلاً تاماً (بما لايقل عن ١٥ متراً) كإتباع التعليمات الخاصة بهذا الشأن .
- لابد من الفحص الدورى سنوياً لحالة الموصلات الأرضية والرباطات والوصلات بينها المتصلة بجميع أجسام المعدات الحاملة للجهد الفائق والعالى والمتوسط والمنخفض ..
- يتم الشىء نفسه لوصلات وتوصيلات الأرضى للأبواب والحواجز والشَّباك المعدنية .... الخ والوقوف على الحالة الفنية للموصلات والوصلات والعوازل وتغيير التالف أو المتآكل منها .
- قيـــاس مقاومة الأرضـــية لكل بياره على حـــده (بعد عـزلها تماماً عن شبكة التأريض) بما لايجاوز ٣ أوم.
- قياس المقاومـــة الأرضـــية لجمـــيع البيارات على الـــتوازى (بدون عزلها عن الشبكة) بما لايجـــاوز ٠,٧٥ أوم .
- يجب ألا تزيد مقاومة الأرضى لأبراج الضغط العالى والفائق المنشأة فى الأراضى الزراعية والصحراوية عن (٤ أوم ، ١٠ أوم) على الترتيب .
- يتم تأريض كابلات الضغط العالى والمتوسط داخل محطة المحولات (١٠٠متر فأقل) من جهة واحدة فقط لتفادى مرور التيارات الحثية فى الـ Shield أو الـ Sheath فتسبب ارتفاع درجة حرارة الكابل بدون مبرر .

- قياس مقاومة التربة (المقاومة النوعية) لموقع المحطة أو البرج أو..... الخ Soil resistivity لعدة نقاط على مسافات متباعدة وحساب المتوسط .
- تتم مقارنة القياسات والنتائج بمثيلتها فى الأعوام السابقة .
- فى حالة زيادة أى مقاومة عن القيمة المقننة أو المناظرة فى الأعوام السابقة ، يتم علاج البيارات والمقاومات التى تزيد عن المسموح وذلك ببعض أو بكل طرق العلاج المعروفة (تغيير أو علاج الوصلات والموصلات – خلط التربة بالطمى والكيماويات – زيادة مقطع السلك – تعميق البيارات – دق حراب إضافية .... الخ) .

ملحوظة هامة جداً : - نظام التأريض الجيد يضمن : -

١ – أمان تام للأفراد والمعدات حال حدوث الصواعق والجهود العابرة Surges & Transient Voltages

٢ – عدم ارتفاع الجهد على المعدات عند القصر أو الـ Switching .

٣ –الاشتغال الصحيح والإنتقائى Selective لأجهزة الوقاية ولمانعات الصواعق .

العناصـــــر الرئيسية بمحطات المحولات

- محولات القدرة .
- قواطع التيار .
- محولات القياس (محولات الجهد ومحولات التيار) .
- أجهزة الوقاية .
- أجهزة الاتصالات .
- نظام التغذية بالتيار المستمر (البطاريات + الشواحن) .
- نظام الإنذار .

وكل من العناصر السابقة له نظام صيانة خاص به .

*** إخـــتبارات محـــولات التيار : -**

١)– قياس زاوية الفقد (tan δ) والتأكد من أنها فى الحدود المسموح بها حسب نوع المحول ويتم تسجيل نتائج الاختبار لمقارنة نتائج كل اختبار بالاختبارات الســـابقة للـــوقوف على حالة المحول وعند ملاحظة زيادة قيمة (tan δ) عن القيم المسجلة . يوصى بعمل تكرير لزيت المحول وقيمة (tan δ) تعبر عن قيمة العزل بين الملفات وبعضها وبين الملفات والأرضى .

٢)– **قياس الحث : -** وهذا الاختبار يتم بنفس جهاز قياس زاوية الفقد وهذا الاختبار يحدد قيمة العزل داخل كل ملف من ملفات المحول أى بين اللفات Turn To Turn .

٣)– **اختبارات زيت المحول : -** وتمثل التحليل الكيماوى – قياس نسبة الغازات الذائبة فى الزيت – قياس عزل الزيت – قياس معامل الامتصاص للزيت (Dissipation faction) .

٤)– قياس نسبة التحويل وهذا الاختبار للتأكد من حالة مغير الجهد .

٥)– قياس المقاومة المستمرة (D.C Resistance) لملفات المحول .

(وهذا الاختبار يحدد صلاحية نقط التوصيل الخاصة بمغير الجهد)

٦)– معايرة أجهزة قياس درجة حرارة الملفات والزيت .

* إخـــــتبارات قواطع التيار (Circuit Breakers) .

تتم اختبارات القواطع وأعمال الصيانة لها حسب أنواع هذه القواطع من حيث طريقة قطع التيار ومن حيث النظام الميكانيكى الذى يحرك نقط التلامس بالقاطع .

وأكثر أنواع القواطع هى المعزولة بغاز (SF6) أى أن وسط قطع التيار هو غاز sf6 بينما النظام الميكانيكي لتحريك نقط التلامس المتحركة قد يكون هيدروليك – أو زنبرك أو بضغط الهواء .

- وأعمال الصيانة والإختبارات التى تجرى على هذا النوع من القواطع هى : -

١)– قياس المقاومة للتيار المستمر (D.C Resistance) وهذا الأختبار يحدد صلاحية نقط التلامس وفى حالة زيادة مقاومة نقط التلامس عن الحدود المقننة لها أو عن القيم المسجلة السابقة لنفس القاطع يلزم عمل صيانة جسيمة للقاطع يتم فيها تغيير نقط التلامس .

٢)– قياس أزمنة الفصل والتوصيل للثلاثة أوجة . وهذا الاختبار يحدد صلاحية النظام الميكانيكي للقاطع ومدى كفاءته وتزامن الأوجه الثلاثة مع بعضها .

٣)– إختبارات غاز (SF6) وهى قياس نقطة الندى وهى مقياس لنسبة الرطوبة فى الغاز وقياس نسبة نواتج ومخلفات الاحتراق فى الغاز وقياس نسبة نقاوة الغاز .

- وفى حالة التأكد من تخطى القيم ألمقاسه عن المعدلات المسموح بها يتم تغيير غاز SF6 الموجود القاطع .

٤)– عمل صيانة ميكانيكية لأجزاء الدفع بالقاطع حسب نوعها – ففى النظام الهيدروليكي يتم قياس الضغوط التى تعمل عندها ألمضمنه وباقى الضغوط الخاصة بالزيت .

- إختبار محولات القياس (محولات الجهد ومحولات التيار) : -

١ – التفتيش الظاهرى على المحولات Visual check .

٢ – قياس زاوية الفقد ($\tan \delta$).

٣ – قياس قيمة العزل بالميجر .

* إخـــتبارات أجهزة الوقاية : -

وهى تتم بواسطة أجهزة الحقن الثانوى أو الأبتدائى وتتم على فترات دورية تحدد حسب نوع الجهاز ففى الأجهزة القديمة الكهروميكانيكية يتم الإختيار كل ستة أشهر – أما الأجهزة الأستاتيكية فتتم كل ١٢ شهر – أما الأجهزة الرقمية فيتم الإختبار كل عامين ويشمل الإختبار التأكد من سلامة الأجهزة وتوصيلاتها ومن قيم الضبط الموجودة عليها – ويتم التأكد بواسطة الحقن من أن القيم التى يعمل عندها الجهاز مطابقة لقيم الضبط الموجودة على الجهاز كما يتم تجربة فصل القاطع بواسطة جهاز الوقاية.

* إخـــتبارات نظام التغذية بالتيار المستمر : -

- يتم قياس كفاءة البطارية بواسطة عمل تفريغ لها على حمل صناعى .
- قياس المقاومة الداخلية للأعمدة وتغيير الأعمدة التالفة .
- تغيير محول إنخفاض كفاءة البطارية وعمل قياسات بعد ذلك .

* إخـــتبارات مانعات الصواعق : -

يتم بقياس المركبة الأومية لتيار التسرب وقيمة هذا التيار تدل على كفاءة العزل فى الممانعة ويتم تسجيل قيم التيار لمقارنة قيمة التيار الحالى مع القيم السابقة . وفى حالة زيادته عن القيمة المقننة أو عن القيم المسجلة فى الإختبار السابق يتم تغيير الممانعة قبل أن يحدث بها إنهيار .

أهم مؤشرات تقييم الحالة
للمعدات الرئيسية للنظام الكهربى
==========

م	المعدة		أهم المؤشرات لتقييم الحالة
١	محولات القدرة	١ -	منسوب وشكل الزيت / درجة حرارة الزيت / درجة حرارة الملفات / ويعتبر الفرق الكبير بينهما مؤشراً بذاته عن وجود خطأ أو عيب ما .
		٢ -	مستوى الضوضاء (بالديسيبل) – ويلاحظ أن كل ارتفاع مقداره ٣ ديسيبل يعنى مضاعفة مستوى الضوضاء والأهتزازات .
		٣ -	التفريغ الجزئى (Partial discharge) .
		٤ -	نتائج تحليل الغازات الذائبة فى الزيت .
		٥ -	التحاليل الكيميائية لزيوت المحول .
		٦ -	حالة تشغيل منظم الجهد تحت الحمل .
		٧ -	قياس تيار التسرب من جسم المحول المعزول عن الأرض .
		٨ -	نسبة التحويل لجميع نقط المغير .
		٩ -	قياس تيار الحث No load currents .
٢	المولدات	١ -	درجات حرارة الملفات – فحص وقياس وإختبار اجزاء المثير Exciter
		٢ -	درجات حرارة الكراسى الحاملة والدفعية Normal & thrust bearings
		٣ -	مستوى الأهتزازات بالكراسى Vibration levels .
		٤-	ضغط ودرجة حرارة وشكل ورائحة ولون الزيت الخارج من الكراسى .
		٥-	قياس مقاومة الملفات – قياس عزل الملفات بالميجر – قياس tan δ
٣	المحركات	١ -	الفحص الظاهرى - قياس تيار اللاحمل – تيار الحمل .
		٢ -	مستوى الضوضاء والأهتزازات بالكراسى – الأتزان الديناميكى للعضو الدوار (rotor).
		٣ -	درجة حرارة الملفات – مقاومة الملفات – قياس عزل الملفات بالميجر
		٤ -	درجة حرارة الكراسى بأنواعها – فحص وإختبار زيوت الكراسى .
		٥ -	فحص حالة الكلاتش (الفرامل الكهربية) ودوائر التحكم الخاص بها .

تابع أهم مؤشرات تقييم الحالة
للمعدات الرئيسية للنظام الكهربى
==========

م	المعدة		أهم المؤشرات لتقييم الحالة
٤	**القواطع المفاتيح الغازية** SF_6	١ -	تحليل غاز SF6 وضغطه وكثافته – قياس التسريب يومياً بالمبين الخاص بذلك .
		٢-	ارتفاع درجة حرارة الأجزاء الحاملة للتيار عن الجو المحيط "Ambient"
		٣-	عدد مرات التشغيل / عدد مرات الفصل / القصر ونوعه وحجمه أو سعته.
		٤-	الأهتزازات والضوضاء عند الفصل والتوصيل - حالة اجزاء وياي وزيت المخمد Damper
		٥-	ضغط الهواء وزيت التشغيل الهيدروليكى فى حالتى الفصل والتوصيل .
		٦-	تيار التحكم – تيار الموتورات اثناء الشحن .
		٧ -	أزمنة الفصل والتوصيل .
		٨-	قياس قوة عزل كل من القاطع وغرف الشرارة بالجهد العالى
٥	**المحطات المعزولة بالغاز** Gas insulated switchgear	١-	النقاط الساخنة وارتفاع درجات الحرارة
		٢ -	ضغط غاز الـ SF6 – قياس درجة تسريب أوتهريب الغاز .
		٣-	تحاليل الغاز - (ويلاحظ أن الغاز يعتبر غير صالح للإستخدام إذا انخفضت نسبة المحتوى الغازى له عن ٩٥%)
		٤-	التفريغ الجزئى
		٥ -	مستوى الاهتزازات والضوضاء
٦	**السكاكين**	١-	الفحص الظاهرى - مقاومة نقاط التوصيل – قياس ضغط الملامسات بالـDynamometer.
		٢-	قياس الأرتفاع فى درجة حرارة نقاط التوصيل عند أقصى حمل .
		٣ -	القدرة الكهربية لتوصيل وفصل السكينة – تيار الموتور – حالة الأجزاء الداخلية للميكانيزم .
		٤-	ملاحظة اوضاع الفصل والتوصيل الصحيحة للسكاكين / وللملامسات المساعدة ومدى تطابق الاشارات مع الواقع.

تابع أهم مؤشرات تقييم الحالة
للمعدات الرئيسية للنظام الكهربى
==========

م	المعدة		أهم المؤشرات لتقييم الحالة
٧	**مانعات الصواعق**	١ -	الفحص الظاهرى – عدد مرات التشغيل وكمية طاقة التفريغ.
		٢ -	تيار التسرب – اختبارات الضغط العالى .
٨	**محولات التيار والجهد**	١-	الفحص الظاهرى - منسوب الزيت وشكله ولونه – النقاط الساخنة
		٢-	نسبة الرطوبة والحموضة فى الزيت– نسب التحويل – العزل الكهربى ، tan δ
		٣-	تيار التسرب فى حالة المحولات الجافة – رسم منحنى التشبع – تحديد جهد الخضوع Knee voltage
٩	**نظام التأريض**	١ -	الفحص الظاهرى للأبيار والوصلات والموصلات سنوياً .
		٢ -	قياس المقاومة الأرضية لكل بئر على حده ≤ ٣ أوم .
		٣ -	قياس المقاومة الأرضية لجميع الأبار معاً ≤ ٠,٧٥ أوم .
		٤ -	قياس مقاومية التربة
		٥ _	مقارنة النتائج والعلاج عند اللزوم