وزارة الكهرباء والطاقة

الشركة القابضة لكهرباء مصر

شركة شرق الدلتا لإنتاج الكهرباء

دورة التدريب

الفهـــــــــــــــرس

الباب الاول
(مقدمة مختصرة عن الكهرباء) ٣ :٢٥
الباب الثانى
(مكونات محطات المحولات) ٤٠:٢٦
الباب الثالث
(تعليمات التشغيل) ٥١:٤١
الباب الرابع
(نظم الوقايه واجهزة القياس) ٨٠:٥٢
الباب الخامس
(نظم تشغيل الشبكة الكهربيه) ١١٥:٨١

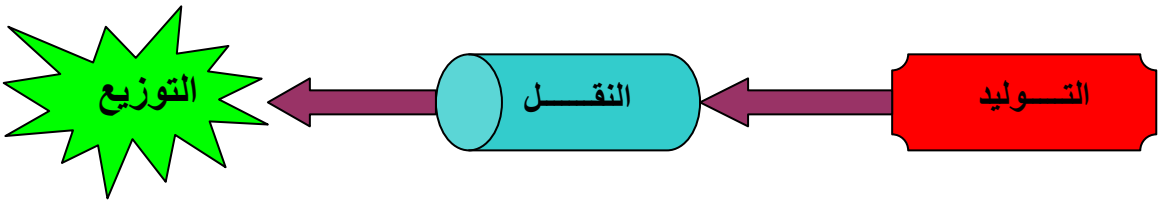
بسم الله الرحمن الرحيم

الباب الأول

مقدمة مختصرة عن الكهرباء

التعريف بالشبكة الكهربائية الموحدة لجمهورية مصر العربية.

١. يتم إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر المختلفة (المائية، الرياح، الشمس، البترول، الغاز الطبيعي، ،، وغيرها) كما يتم ثم نقلها إلى كافة المستهلكين خلال شبكات النقل والتوزيع.



٢. تتولى الشركة القابضة لكهرباء مصر وشركاتها التابعة مسئولية توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية حيث يقوم المركز القومي للتحكم في الطاقة بدور أساسي من لحظة توليد هذه الطاقة وحتى تصل إلى مستهلكيها آخذا في الاعتبار أمان واستمرارية واقتصاديات التشغيل.

تعتبر شبكة جمهورية مصر العربية واحدة من الشبكات القوية والمستقرة في الشرق الأوسط وتعتبر أيضا من الشبكات العالمية حيث أنها تقوم بإنتاج ونقل وتوزيع الطاقة على مستويات الجهود المختلفة (٥٠٠، ٤٠٠، ٢٢٠، ١٣٢، ٦٦، ٣٣ كف) من خلال محطات التوليد المختلفة بالشبكة (بخارية، غازية، مركبة، مائية، رياح) والتي يبلغ إجمالي القدرة المركبة بها حوالي 24000 م.وات وكان أقصى حمل للشبكة حتى الآن هو ٢١٥٠٠ م.وات

وزارة الكهرباء والطاقة

الشركة القابضة لكهرباء مصر

شركات الإنتاج
- (.القاهرة (٥ محطات-٣٣٥٠ م.و
- (.شرق الدلتا (٧ محطات-٣٥٠٠ م.و
- (.وسط الدلتا (٦ محطات-٣٠٠٠ م.و
- (.غرب الدلتا (٨ محطات-٢٩٥٠ م.و
- (.الوجه القبلى (٥ محطات-٢٧٠٠ م.و
- (.المحطات المائية (٥ محطات-٢٨٠٠ م.و
- (.محطات القطاع الخاص (٣ محطات-٢٠٠٠ م.و
- (.الطاقة الجديدة والمتجددة (محطة واحدة-٣٠٠ م.و

شركات التوزيع
- شمال القاهرة
- جنوب القاهرة
- الإسكندرية
- القناة
- شمال الدلتا
- جنوب الدلتا
- البحيرة
- مصر العليا
- مصر الوسطى

الشركة المصرية لنقل الكهرباء
- المركز القومى للتحكم فى الطاقة
- تحكم القاهرة
- تحكم الإسكندرية
- تحكم القناة
- تحكم وسط الدلتا
- تحكم غرب الدلتا
- تحكم الوجه القبلى
- محطات المحولات جهد ٥٠٠, ٢٢٠, كف ١٣٢, ٦٦ وخطوط وكابلات الربط بينهم

الربط مع الدول المجاورة
- الربط مع الأردن
- الربط مع ليبيا

أسماء محطات التوليد بشركات الإنتاج

القاهرة:-شبرا-الغرب-الشمال-الجنوب-وادى حوف.
شرق الدلتا:-عتاقة-عيون موسى-أبوسلطان-الشباب-بورسعيد-العريش-دمياط.
وسط الدلتا:-طلخات-طلخا٧٥٠-طلخام-النوبارية-المحمودية.
غرب الدلتا:-أبوقير-سيدى كرير-السيوف-كرموز-مطروح-كفر الدوار-دمنهورت-مدنهورم.
الوجه القبلى:-الكريمات١-الكريمات٢-الكريمات٣-الوليدية-أسيوط.
المحطات المائية:-السد العالى-خزان أسوان١--خزان أسوان٢-إسنا-نجع حمادى.
محطات القطاع الخاص:-سيدى كرير ٣و٤-خليج السويس-شرق بورسعيد.
الطاقة الجديدة والمتجددة:-الزعفرانة.

الشركة المصرية لنقل الكهرباء

الشركة المصرية لنقل الكهرباء هى احدى شركات الشركة القابضة لكهرباء مصرالتى تنظم نقل الطاقة الكهربية من مصادر انتاجها الى المستهلكين على الجهود المختلفة ٢٢٠،٥٠٠، ١٣٢ ، ٦٦ ك.ف وجهود التوزيع ٣٣، ١١ ك.ف.

ويتم نقل الطاقة الكهربية على جهود مختلفة حسب مكان المستهلك من مصادر الطاقة

أغراض الشركة:-

١-ادارة و تشغيل و صيانة شبكات نقل الطاقةالكهربائيةعلى الجهود الفائقة و العالية فى جميع أنحاءالجمهورية مع تحقيق التشغيل الاقتصادي و الأمثل لهذه الشبكات

٢--تنظيم حركة الأحمال على شبكات الجهود الفائقة و العالية فى جميع انحاء الجمهورية من خلال المركز القومى للتحكم فى الطاقةو مراكز التحكمات الاقليمية.

٣- شراء الطاقة الكهربائيةالمنتجة من محطات التوليد و بيعها للمشتركين على الجهود الفائقة و العالية و لشركات توزيع الكهرباء.

٤-التنسيق مع شركات الانتاج و شركات التوزيع فى توفير الطاقة الكهربائية على الجهود المختلفة لكافة الاستخدامات بكفاءة عالية .

٥-الاشتراك مع الشركة القابضة لكهرباء مصر فى اعداد الدراسات الفنية والاقتصادية لخطط و مشروعات النقل المستقبلية لمواجهة الطلب على الطاقة و استقرارها.

٦-تنفيذ مشروعات نقل الطاقة الكهربية على الجهود الفائقة و العالية التى يوافق عليها مجلس ادارة الشركة القابضة لكهرباء مصر طبقا للبرامج الزمنية المقررة لها.

٧-تنفيذ مشروعات الربط الكهربائى التى يوافق عليها مجلس ادارة الشركة القابضة لكهرباء مصر و تبادل الطاقة الكهربائية مع الدول الاخرى و بيعها أو شرائها طبقا للحاجة مع الشبكات الكهربائية المرتبطة مع الشبكة الكهربائية المصرية.

٨-اعداد دراسات خطط التنبؤ بالاحمال و الطاقة للمشتركين فى نطاق الشركةو كذلك خطط التنبؤ المالى و الاقتصادى للشركة.

الشركة المصرية لنقل الكهرباء

منطقة كهرباء الدلتا بطلخا

تحكم وسط الدلتا– بطلخا

يتبع تحكم وسط الدلتا عدد ٨٢ محطة محولات منها عدد ١٢ محطة جهد ٢٢٠/ ٦٦ ك.ف وعدد ٧٠ محطة جهد ٦٦/ ١١ ك.ف موزعة على عدد ٦ محافظات من محافظات الجمهورية.

المحطات جهد ٢٢٠ / ٦٦ ك.ف هي محطات دمياط ، الجمالية ، أولاد حمام ، سندوب ، طلخا ، كفر الشيخ ، سيدى سالم ، المحلة ، طنطا ، القليوبية ، المنوفية ، قويسنا الجديدة .

المحطات جهد ٦٦/ ١١ ك.ف وعددها ٧٠ محطة موزعة على مستوى مسئولية تحكم وسط الدلتا بطلخا

والشكل الاتى يوضح توزيع المحطات على محطات وسط الدلتا بطلخا.

أقصى حمل وصل إليه منطقة وسط الدلتا هو :– ٣١٨٥ م.و

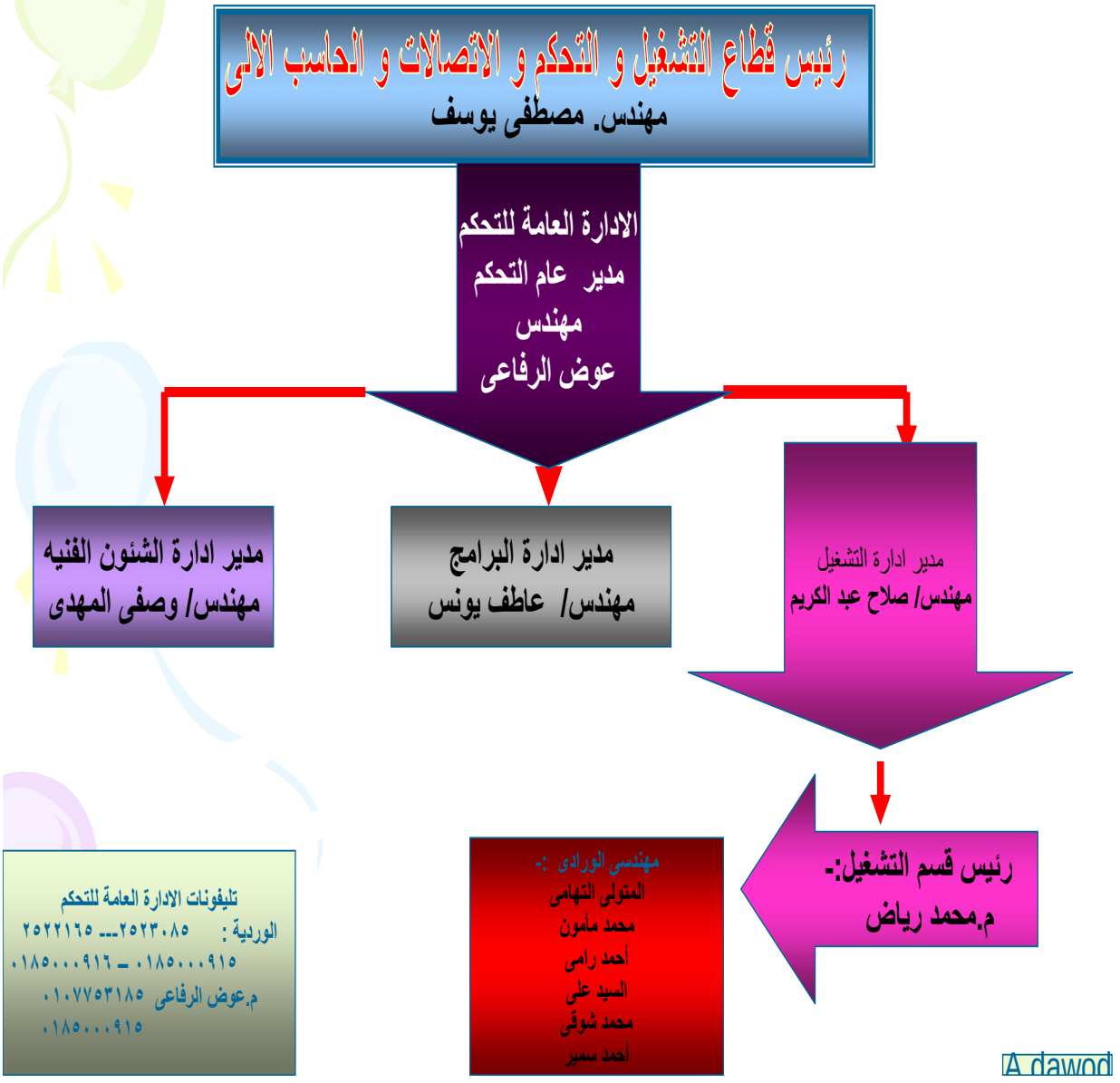
الشـــمال

مسلسل	المحافظة	محطات ٦٦/٢٢٠	محطات ١١/٦٦
١	الدقهلية	٣	١٩
٢	كفر الشيخ	٢	١٢
٣	دمياط	٢	٩
	المجموع	٧	٤٠

الجنـــوب

مسلسل	المحافظة	محطات ٦٦/٢٢٠	محطات ١١/٦٦
١	الغربية	٢	١٤
٢	المنوفية	٢	٩
٣	القليوبية	١	٧
	المجموع	٥	٣٠

التسلسل الادارى لقطاع التشغيل والتحكم

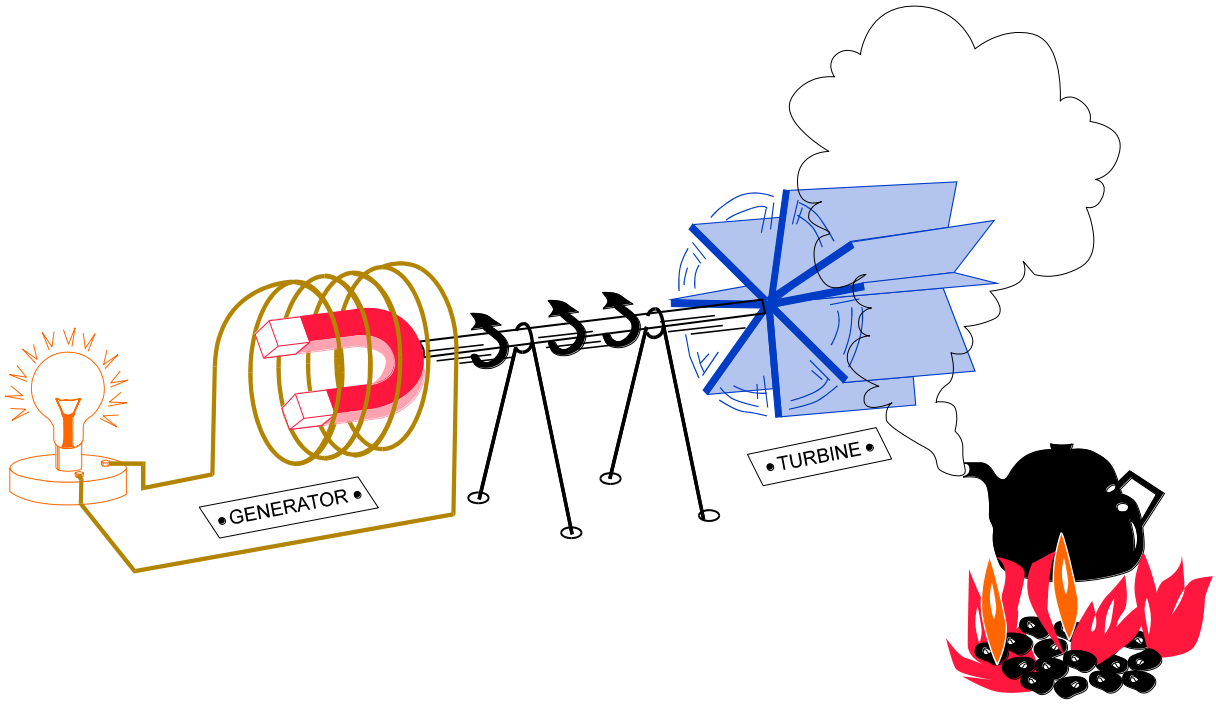


محطات توليد الكهرباء

أنواع محطات التوليد

نظرية توليد الطاقة الكهربية

كيفية توليد التيار الكهربائى



من المعروف في علم الكهرباء والميكانيكا أن هناك ثلاثة عناصر إذا تواجد اثنان نشأ عنهم الثالث وهذه العناصر هي المجال والحركة والتيار.

ولكي يتم توليد الكهرباء علينا أن نوفر المجال والحركة وعلى حسب نوع الحركة يكون نوع التوليد

فمن الشكل السابق يوضح أنه يلزم دوران عمود المولد حتى يتم قطع المجال المغناطيسي للملف وينشأ بذلك التيار الكهربي

وعمود المولد مرتبط بعمود التربين ، إذا لابد من دوران عمود التربين بأي وسيلة دوران.

فحسب نوع عملية الدوران تسمى نوعية محطة التوليد.

أنواع محطات التوليد

• Thermal Power Station	محطات التوليد البخارية
• Hydraulic Power stations	محطات التوليد المائية
• Gas Turbine&Combined	المحطات الغازية و الدورة المركبة
• Diesel Power Station	محطات توليد الديزل
• Nuclear Power Station	محطات التوليد النووية
• Renewable power station	الطاقة الجديدة و المتجددة
○ Wind Power Station	محطات الرياح
○ Solar Power Stations	الطاقة الشمسية
○ Tidal Power Stations	المد والجز

Thermal power station

نظرية العمل

تسخين مياه وتحويله الى بخار يوجه الي ريش التربينة فتدور ويدور معها المولد فينتج تيار كهربى.

المميزات

١-السعة أكبر(أكبر وحدة ٦٢٧ م.و)

٢-العمر الافتراضي أكبر

٣-تعمل على زيادة الاستقرار في الشبكة

٤-الكفاءة ٣٥%- ٤٢%

٥--تكلفة التشغيل عادية

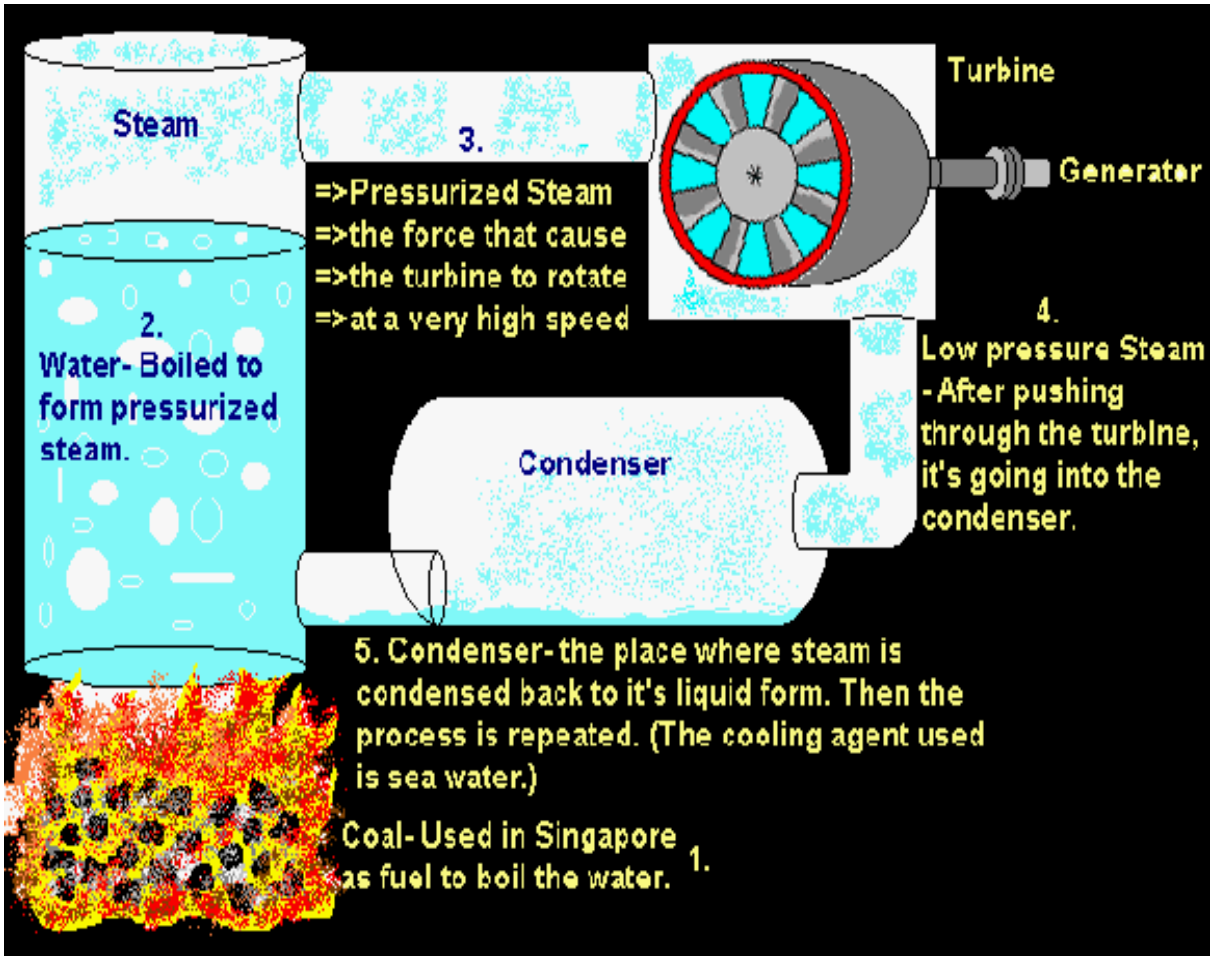
العيوب

١-تكلفة الانشاء عالية

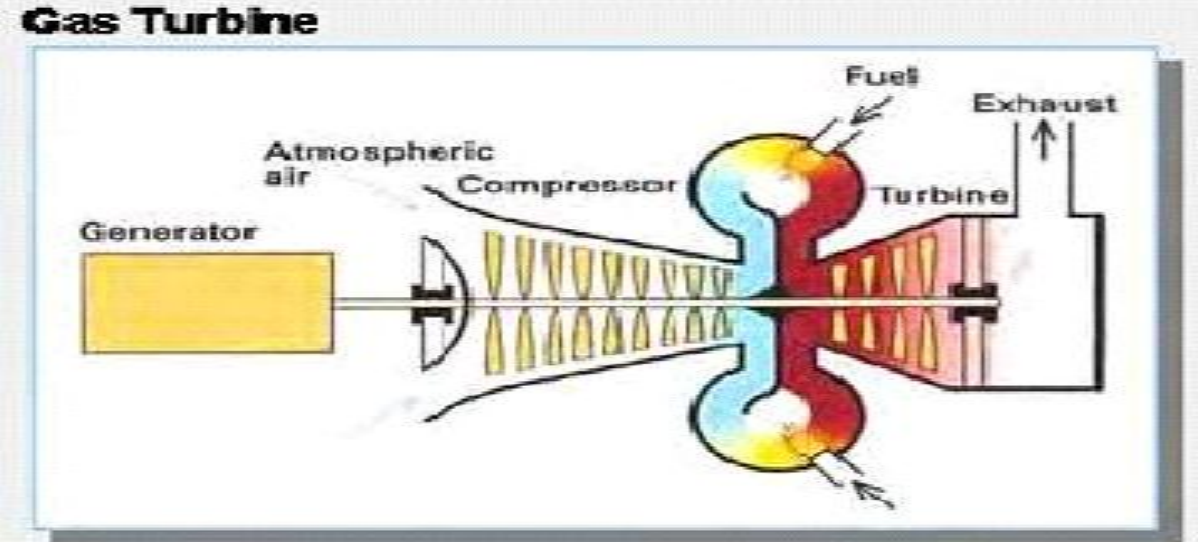
٢-المعدات تأخذ مساحة كبيرة

٣-لا يتم اقامتها الا قريب من مصدر مياه

٤- طول وقت الدخول على الشبكة (تستغرق من ٥ الى ٧ ساعات)



Gas Power Station



OPERATION THEORY

نظرية العمل

يتم ضغط الهواء الجوى و مزجه بناتج الاحتراق للغاز الطبيعى أو السولار و توجيهه الى ريش التربينة فتدور ويدور معها المولد الكهربائى فينتج تيار كهربى.

المميزات

١-السعة متوسطة(أكبر وحدة ٢٥٠ م.و)

٢-تكلفة الانشاء عادية

٣- تعمل بالغاز او السولار

٤-سرعة الدخول على الشبكة(٥ – ٧ دقيقة)

٥-تكلفة التشغيل عادية

٦ -تنشأ عادة بعيد عن مصدر المياة الا اذا استخدم دورة مركبة

٧-تستخدم عادة فى وقت الذروة

٨-تشغل حيز اصغر من المحطات البخارية

٩-يمكن عمل دورة مركبة لرفع الكفاءة للوحدة

١٠-مساعد التشغيل الاولى اما محرك ديزل أو محرك كهربائى

العيوب

١-خروج العادم عند درجة حرارة ٥٠٠ درجة مئوية بدون استفادة(الا اذا استخدم حرارة ناتج الاحتراق لتسخين المياة وعمل وحدة بخارية وهذه المنظومة تسمى وحدة غازية مركبة)

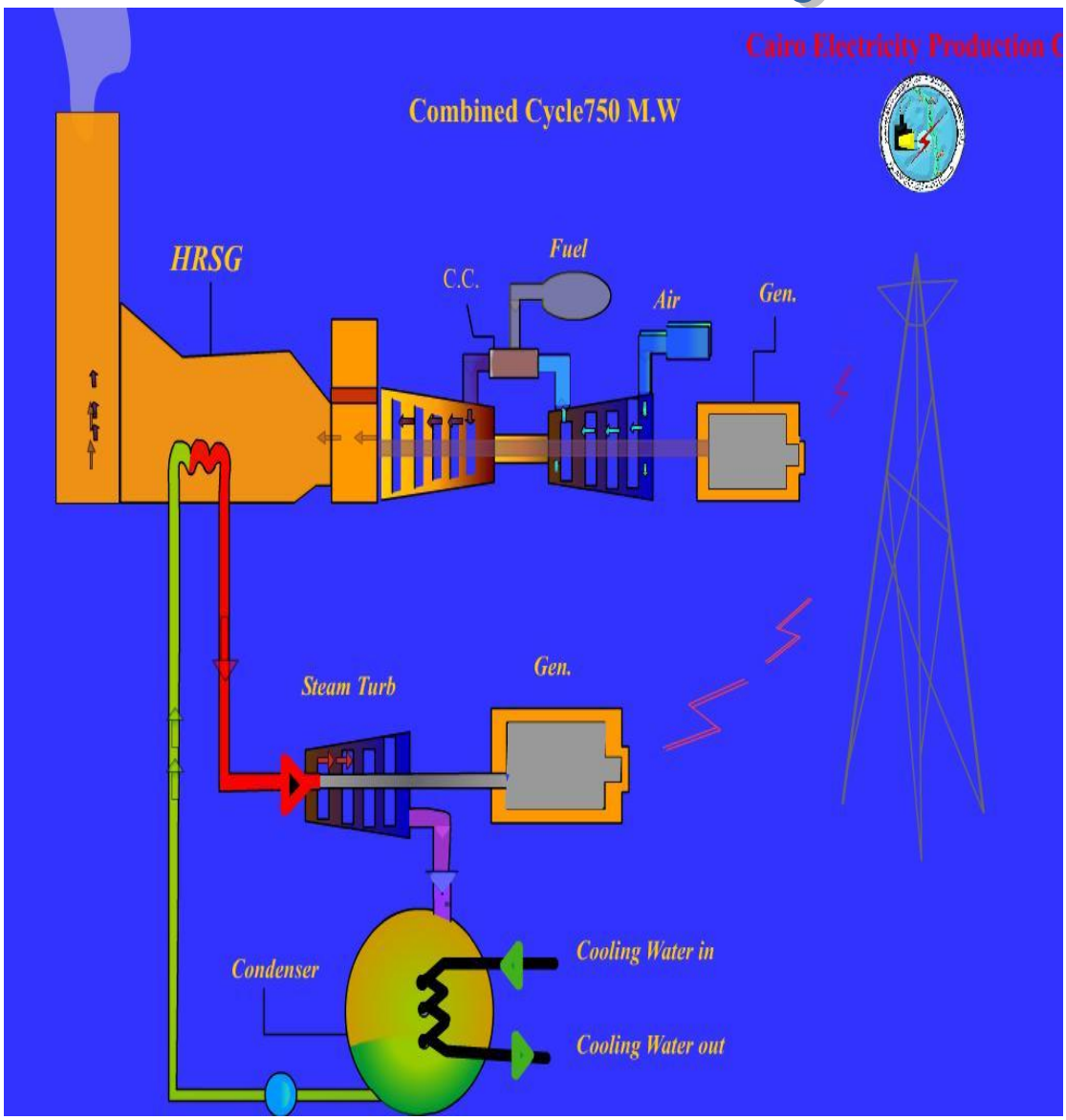
٢-تعمل فقط بالغاز الطبيعى او السولار فقط نظرا لاستخدام ناتج الاحتراق فى عملية ادارة التربينة

٣- العمر الافتراضى (١٥ : ٢٥) سنة

٤-تستخدم مصافى للهواء قبل دخوله للمكبس

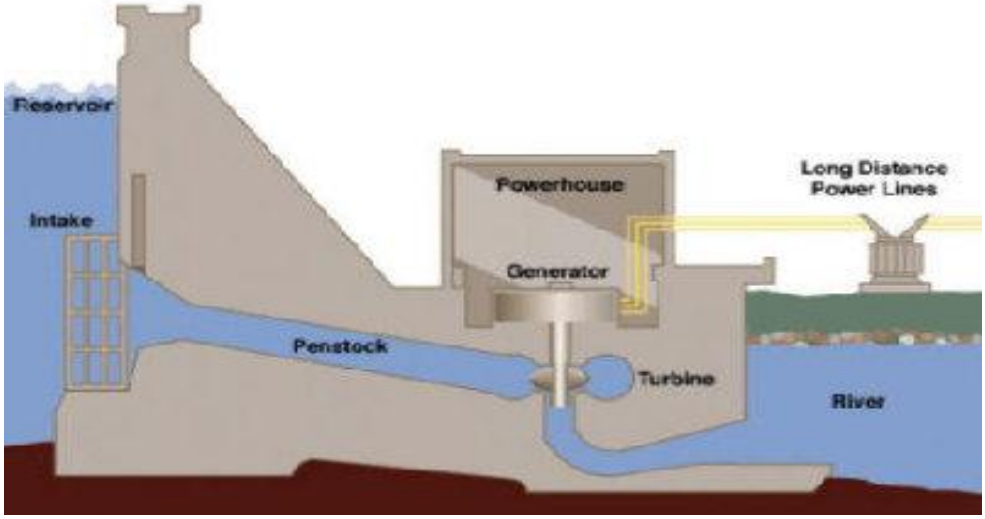
٥- الكفاءة ٢٥%- ٣٢%

combined cycle



يتم استخدام حرارة ناتج الاحتراق من الوحدة الغازية لتسخين مياة كما هو موضح بالشكل السابق وعمل وحدة بخارية تأخذ تغذيتها حراريا من الوحدة الغازية . وهذه المنظومة تسمى وحدة غازية مركبة وأهم مميزاتها رفع كفاءة الوحدة الغازية إلى حوالي ٤٢%.

• Hydraulic Power Stations محطات التوليد المائية



أية كمية ماء موجودة على ارتفاع معين تحتوى على طاقة كامنة في موقعها،فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركة وإذا سلطت على توربين مائية دارت بسرعة كبيرة وتكونت على محور التربين طاقة ميكانيكية وإذا ربطت التربين مع محور المولد الكهربي،تولد على إطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربية

تتكون المحطة من :

١ – الخزان

٢ – المجرى المائل وهو عبارة عن أنبوب كبير أو أكثر من أسفل السد إلى مدخل التوربين وتسيل المياه فيها بسرعة كبيرة يوجد فيها بوابة في أولها وأخرى في أخرها للتحكم في كمية المياة المارة

٣ – التوربين

٤ – المولد وتوجد التربين و المولد في مكان واحد مركبين على محور رأسي واحد.المولد فوق التربين فعندما تفتح البوابة تتدفق المياه بسرعة كبيرة ويدور معها العضو الدوار في المولد حيث تتولد الطاقة الكهربية

أنبوب السحب:بعد أن تعمل المياه المتدفقة في تدوير التربين فلابد من سحبها للخارج بسرعة ويسر حتى لا تعوق الدوران

٥ –المعدات و الآلات المساعدة: مثل المضخات و المفاتيح ومعدات تنظيم سرعة الدوران

Hydraulic power station

نظرية العمل

اندفاع كمية مياة من ارتفاع يؤدى الى دوران التربينة فيدور معها المولد لانتاج الطاقة الكهربية وذلك طبقا للقانون

الطاقة = كمية المياة * الارتفاع (مثل السد العالى و خزان اسوان)

المميزات

١- طاقة نظيفة

٢- العمر الافتراضي أكبر

٣- تعمل كتوليد اساسى فى الشبكةbase load

٤- تعمل على زيادة الآستقرار فى الشبكة

٥- دخولها على الشبكة خلال دقائق

٦- تكلفة التشغيل بسيطة

٧- معدل الاستجابة على الشبكة عالية جدا (من ٢٠ م.و الى ١٥٠ م.و مباشرة)

العيوب

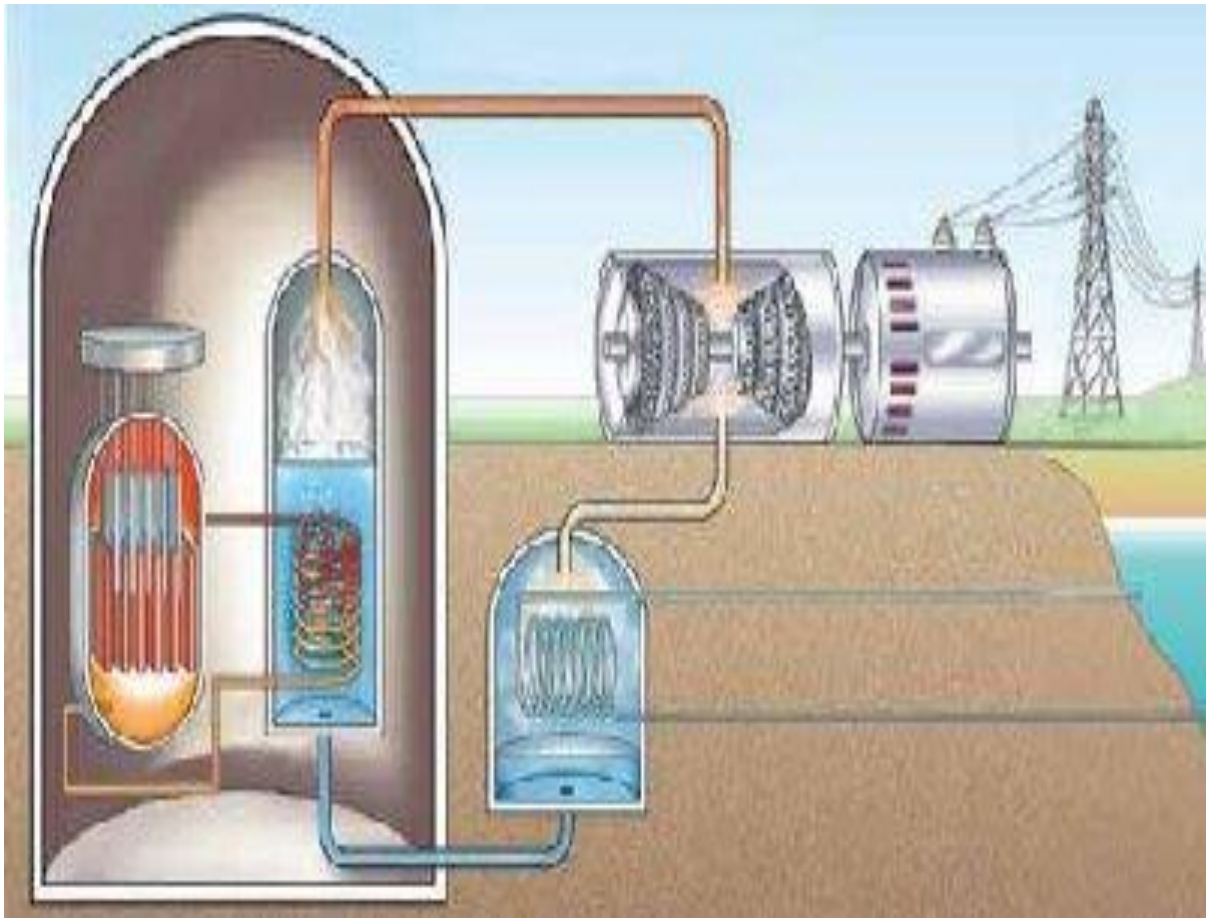
١- تكلفة الانشاء عالية

٢- عملها مرتبط بكمية المياة المتوفرة أمام السد

٣- يتحكم فى عملها مؤثرات خارجية مثل منسوب المياه المنصرف المفروض ووزارة الرى.

- **محطات التوليد النووية Nuclear Power Station**

.



هى نوع من محطات التوليد الحرارية لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة و بالتالى يعمل البخار على تدوير التربينات التى تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائى و تتولد الطاقة الكهربيه والفرق فى المحطات النووية أنه بدل الفرن الذى يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذرى تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الالكترونات المتحركة فى الطبقة الخارجية للذرة و تستغل هذه الحرارة الهائلة فى غليان المياه و تحويلها الى بخار ذو ضغط عالى و درجة حرارة مرتفعة جدا.

وهذه الطاقة غير مستغلة فى البلاد العربية حتى الان وذلك لكثرة مخاطره الاشعاعية وتبنى عادة بجانب مصدر مياه للتبريد مثل المحطات الحرارية.

الطاقة الجديدة و المتجددة

Wind Power Station	محطات الرياح.
Solar Power Stations	الطاقة الشمسية.
Tidal Power Stations	المد والجزر.
Wind Power Station	محطات توليد الكهرباء بواسطة الرياح.

يمكن استغلال الرياح فى الاماكن التى تعتبر مجارى دائمة لهذه الرياح فى تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربية.

يبلغ طول شفرة مروحتها حوالى ٢٥ متر وهو ما كان يسمى بطواحين الهواء

Wind Power Station محطات الرياح

نظرية العمل

دوران المراوح نتيجة سرعة الرياح فيدور المولد لإنتاج الطاقة الكهربية (الزعفرانة)

المميزات

١-طاقة نظيفة

٢-العمر الافتراضي كبير

٣-تكلفة التشغيل بسيطة

العيوب

1-تكلفة الانشاء عالية

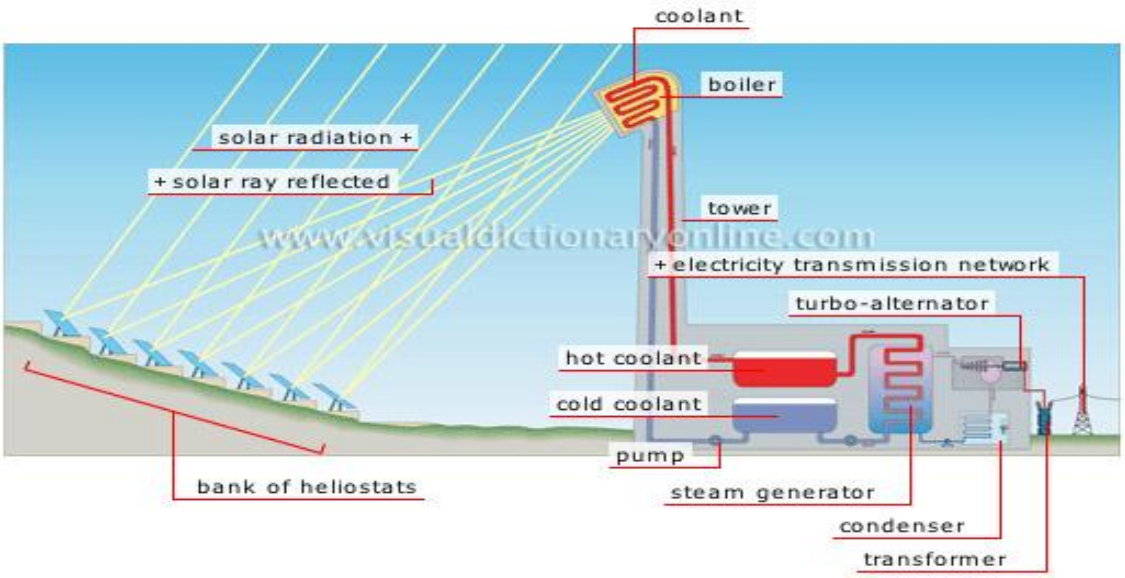
٢-الاستفادة منها متوقف على سرعة الرياح.

٣- سعة الوحدة صغيرة جدا (كل وحدة حوالى ٥٠٠ ك.ف.ا)

٤- يتم اقامتها على مساحة شاسعة من الارض

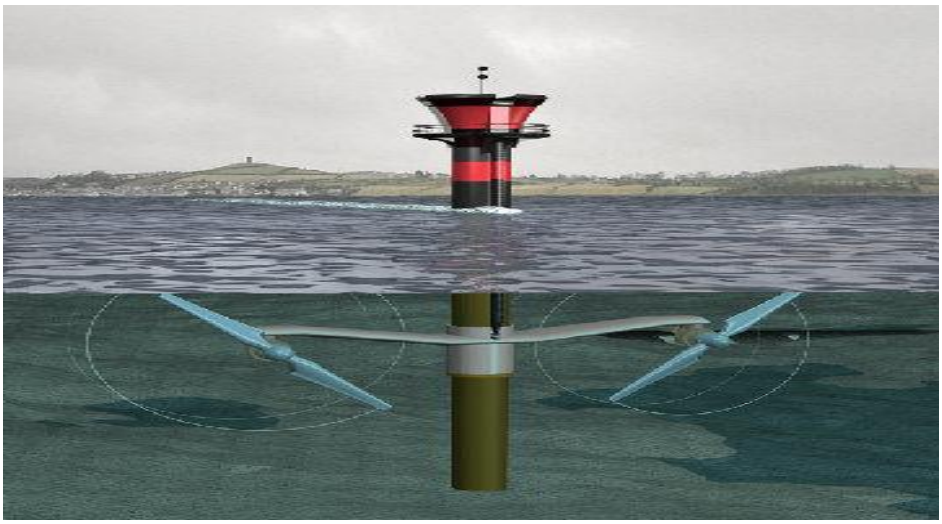
٥ تسحب قدرة غير فعالة من الشبكة مما يؤثر على جهد الشبكة

Solar Power Stations الطاقة الشمسية



يمكن استغلال الطاقة الشمسية لانتاج الطاقة الكهربية عن طريق عاكس لأشعة الشمس وتركيزها على غلاية بشكل معين لتحويل المياه لبخار بنفس طريقة عمل المحطات الحرارية.

Tidal Power Stations المد والجزر



تستخدم فى الاماكن الذى يلاحظ فيها المد و الجزر وهو ارتفاع منسوب مياة البحار نتيجة قرب القمر من الأرض.

توضع تربينات خاصةفى مجرى المد فتديرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه الهابطة فتديرها مرة أخرى ويستفاد من هذا الدوران لادارة المولد الكهربائى. هذه طاقة نظيفة وتكلفتها منخفضة جدا ولكن قدرتها صغيرة و تعتمد على أوقات المد و الجزر في المكان المنشأة فيه.

Diesel power station توليد الكهرباء بواسطة الديزل

- ❖ تستعمل ماكينات الديزل فى توليد الكهرباء وهى تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الايقاف ولكنها تحتاج الى كمية مرتفعة من الوقود لذا فإن كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على اسعار الوقود.
- ❖ لا يوجد منها وحدات بقدرات كبيرة.
- ❖ سهلة التركيب وتستخدم فى حالات الطوارئ أو اثناء فترة ذروة الحمل.
- ❖ يمكن عمل عدد كبير من هذة المولدات بالتوازى لسد الاحتياج.

نقل القدرة الكهربية

يتم نقل الطاقة الكهربية عن طريق الشبكة الموحدة جهد ٥٠٠ ك.ف وجهد ٢٢٠ ك.ف وجهد ٦٦ ك.ف ويتم ربط الشبكة جهد ٥٠٠ ك.ف والشبكة جهد ٢٢٠ ك.ف بمحولات ذات الجهد ٥٠٠/٢٢٠ ك.ف، وكذلك يتم ربط الشبكة جهد ٢٢٠ك.ف والشبكة جهد ٦٦ك.ف بمحولات ذات الجهد ٢٢٠/٦٦ ك.ف، ويتم تصميم الخطوط بنظام الدائرتين على البرج وذلك لتأمين التغذية في حالة حدوث عطل على أحدى الدائرتين أو في حالة فصل إحدى الدائرتين لأعمال النظافة أو الصيانة .

تعمل الشبكة جهد ٥٠٠/٢٢٠ ك.ف بنظام الحلقة وذلك للأسباب الآتية :

١- تأمين التغذية بمعنى إذا حدث عطل على أحد الخطوط يتم تغذية المحطة من الجهة الأخرى وكذا أثناء برنامج النظافة

٢- المحافظة على الجهد في الحدود المسموح بها حيث أنه في حالة التغذية بنظام المستقيم فان المحطات التي في نهاية الخط سوف تعانى من انخفاض الجهد دائما .

غالبا يكون جهد التوليد عادة ١١ك.ف ويتم رفع الجهد إلى ٢٢٠ ك.ف وهو جهد الشبكة الموحدة عن طريق محولات رفع جهد ٢٢٠/١١ك.ف أو جهد ٦٦/١١ ك.ف ويسمى محول الوحدة . ومن مميزات رفع الجهد:

أ- رفع الجهد يقل التيار (لنفس القدرة المنقولة) وبالتالي يمكن استخدام مقطع اقل للموصل أي تكلفة اقل لخط النقل.

ب- رفع الجهد يقل التيار (لنفس القدرة المنقولة) وبالتالي تقل المفاقيد أي تكلفة أقل للتوليد

$$\underline{\textbf{Power = 1.73 IV power factor}}$$

$$\underline{\textbf{Power Loss = I2 ×R}} \qquad \underline{\textbf{Or Power Loss = v2 /R}}$$

جـ - كلما قلت المفاقيد كلما زادت الكفاءة للنقل.

د - رفع الجهد يمكن نقل قدرة كهربية اكبر للمناطق البعيدة عن التوليد

هـ - رفع الجهد نضمن وصول الجهد بقيم مناسبة للمستهلك (تقليل الانخفاض نتيجة النقل عن طريق الجهد **العالي)**

$$\underline{\textbf{Voltage Drop = I×R}}$$

ومن أسباب زيادة عدد محطات محولات الربط جهد ٦٦/٢٢٠ ك.ف – ١١/٦٦ ك.ف بالشبكة :

١ – تحسين الجهد ووصوله إلى المستهلك في الحدود المسموح بها

٢ – تعتبر هذه المحطات مصدر لتغذية الأحمال للمستهلكين.

ومن عناصر نقل القدرة الكهربية الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية وتتكون الخطوط الهوائية من الأبراج والموصلات والعوازل وأنواع الأبراج المستخدمة في النقل:

برج تعليق – برج شد – برج عبور (النيل أو سكك الحديد) – برج زاوية – برج بداية – برج نهاية – برج تبادل.

والموصلات المستخدمة في نقل القدرة إما أن يكون نحاس أو ألمونيوم مقوي بالصلب ٤٠/٢٤٠ مم٢ لو أو سبيكة ٢٣٦مم٢ أو٥٠/٣٨٠مم٢أوسبيكة ٤٠٥ مم٢ أو موصلات حرارية خط جهد ٢٢٠ ك.ف – ٥٠٠ك.ف (أحادى – ثنائي – ثلاثي) ويوجد في أعلى الأبراج التي تحمل الدوائر سلك أرضى وفائدته حماية الخط من الصواعق الجوية.

الخطوط الهوائية

تقوم الشركة المصرية لنقل الطاقة الكهربية بطريقتين:

١ ـ بواسطة الخطوط الهوائية

٢ ـ بواسطة الكابلات الأرضية

ولكن يفضل النقل بواسطة الخطوط الهوائية حيث تكون التكلفة الإنشائية أقل بكثير جدا من تكلفة الكابلات الأرضية ـ صيانة الخطوط الهوائية أسهل وأرخص من الكابلات الأرضية ولذلك لا يتم النقل بواسطة الكابلات الأرضية إلا في الضرورة القصوى فقط .

الخطوط الهوائية التابعة للشركة المصرية لنقل الطاقة الكهربية :

١ـ خطوط جهد ٦٦ك.ف

٢ـ خطوط جهد ١٣٢ك.ف

٣ـ خطوط جهد ٢٢٠ك.ف

٤ـ خطوط جهد ٥٠٠ك.ف

عناصر الخطوط الهوائية

- **الأبراج الهوائية**
- **الموصلات الهوائية**
- **العازلات**
- **الملحقات المعدنية**

أولا الأبراج الهوائية

١. **برج تعليق (مفرد ـ مزدوج)**
٢. **برج التثبيت (شد بداية المحطة)**
٣. **برج شد الزاوية (تغير اتجاه مسار الخط)**
٤. **البرج الخاص (وهى عادة للحصول على خلوص رأسي أمن عند عبور الطرق والسكك الحديدية والموانع المائية .....الخ)**
وهذه الأبراج تكون شد أو تعليق مزدوج
٥. **الأبراج التبادلية (وتستخدم في عملية تبادل الأوجه في الخطوط ذات المسارات الطويلة)**

الموصلات الهوائية المستخدمة في خطوط النقل الهوائية

تتكون موصلات الخطوط الهوائية من سلوك عارية مفتولة بحيث تكون موصلات مجدولة والعوامل التي تؤثر في اختيار مادة الموصل هي

- **الموصلية**
- **المقاومة الميكانيكية**
- **الجهد العالي**
- **الوزن**

والمواد شائعة الاستخدام في صنع الموصلات هي

١. النحاس

٢. سبائك النحاس

٣. الالومنيوم

٤. موصلات الالومنيوم المقوي بالصلبِ(ACSR)

٥. سبائك الالومنيوم (AAAC)

ملحوظة: تستخدم موصلات (الصلب المجلفن ـ موصلات سبيكة الالومنيوم) في الأرضي الهوائي للخطوط الهوائية

العازلات

لعوازل خطوط النقل الهوائية وظيفتان:

١ـ عزل الموصل عن جسم البرج.

٢ـ حمل الموصل.

لذلك فان المطالب الأساسية التي يجب أن تتوفر في العوازل هي:

- المتانة الميكانيكية لتحمل أكبر الإجهادات المتوقعة.
- جودة العزل الكهربي تحت أسوأ الظروف الجوية (الرطوبة ـ الحرارة ـ المطر ـ التلوث) وأقصى الجهود بين الخط والأرض التي قد تظهر على الخط نتيجة التمورات (surges) .

- **والانهيار الكهربي للعازلات يحدث في الحالات الآتية**

- إذا حدث تفريغ قوسي عبر جسم العازل نفسه (ثقب كهربي) وثقب العازل يجعله غير صالح للاستعمال
- إذا حدث تفريغ قوسي عبر الهواء المحيط بالعازل أو عبر سطح العازل(قفز الوميض) وينخفض جهد قفز الوميض عبر سطح العازل انخفاضا خطيرا إذا كان سطح العازل ملوث أو مبللا وعادة هذا النوع من الانهيار لا يتلف العازل وإنما يسبب تعطل الخط . فصل الشبورة

- **وأهم أنواع العازلات التي تستخدمها الشركة المصرية لنقل الطاقة الكهربية**

١ـ عازل طويل الساق (بورسلين)	LONG ROD
٢ـ عازل نوع الطاقية والسمار(بورسلين ـ زجاجي)	CAP AND PIN
٣ـ عازل مطاطي وهو مقاوم لثقب الوميض	SILICON RUBBER

- **الملحقات المعدنية**

هي أجزاء كثيرة ومتنوعة ومخلفة الأشكال حسب الشركات المنتجة ولكنها في النهاية تؤدى نفس المهمات وهى.

- **ربط الموصلات مع بعضها بطول الخط الهوائي.**
- **ربط الموصلات بسلاسل العازلات سوأ شد أو تعليق.**
- **ربط سلاسل العازلات (شد تعليق) مع أبراجها.**
- **حماية الموصلات (مسطرة الفواصل).**
- **حماية العازلات (حلقا ت توزيع الجهد).**

- **وهذه بعض من أسماء تلك الملحقات المعدنية**

- **وصلات منتصف (ألومونيوم ـ سبيكة ألومونيوم)**
- **وصلات منتصف إصلاح**
- **وصلات منتصف صلب**
- **وصلات نهاية (ألومونيوم ـ سبيكة ألومونيوم ـ صلب)**
- **كلمبات شد ـ كلمبات تعليق**
- **شيكالات بأنواع مختلفة من حيث الشكل أو الإجهادات الميكانيكية**

- **حلقات أو مساطير للتطويل ـ بنوز مختلفة الأشكال والإجهادات الميكانيكية ـ تيل مختلفة الأشكال ـ بيضة وسوكت ـ مسطرة فواصل الموصلات المزدوجة فأكثر ـ مانع الاهتزاز**
- **حلقات توزيع الجهد ـ قرن شرارة**
- **شماعة سلسلة شد**
- **شماعة سلسلة تعليق**

كفة حرف T ـ كفة عدلة بمجرتين ..... الخ

- تعريفات

وحدة من سلسلة عازل	هو عازل مثبت به تركيبات معدنية لإمكان ربطه ربطا مرنا بالوحدات الأخرى لتكوين سلسلة عازل
سلسلة عازلة	تتكون وحدات السلسلة العازلة من وحدة أو أكثر من هذه الوحدات مربوطة ببعضها ربطا مرنا
مجموعة عازل تعليق	تتكون من سلسلة عازل واحدة أو اثنين أو أكثر مربوطة مع بعضها على التوازي بطريقة مناسبة وكاملة بالتركيبات اللازمة لتثبيتها تثبيتا مرنا من طرفها العلوي بالدعامة الحاملة بينما تحمل من طرفها السفلى موصل أو مجموعة من الموصلات
مجموعة عازل الشد	تتكون من سلسلة عازل واحدة أو اثنين أو أكثر مربوطة مع بعضها على التوازي بطريقة مناسبة وكاملة بالتركيبات اللازمة لتثبيتها تثبيتا مرنا من أحد طرفيها بدعامة حاملة ومربوط بطرفها الأخر موصل أو مجموعة موصلات في حالة شد
حمل الكسر	هو أقصى حمل ميكانيكي يمكن أن يتحمله العازل أو مسمار تثبيت العازل تحت ظروف الاختبار
اتجاه الجدل	يعتبر الموصل يميني الجدل إذا كان جدلة في اتجاه عقارب الساعة ويساري الجدل إذا كان جدله في اتجاه ضد عقارب الساعة
نسبة خطوة الجدل	هي النسبة بين طول خطوة اللوب الذي يرسمه السلك المفرد إلى القطر الخارجي لهذا اللوب
أرضى الأبراج	الغرض من أرضى الخطوط الهوائية هو لتقليل الخطر للأفراد والحيوانات عند لمس أو الاقتراب من الأبراج عندما يتعرض البرج لحادثة توصيل مع الموصلات أو تسرب نتيجة انهيار سلاسل العازلات أو لأي سبب أخر سبب أخر هام جدا وهو تقليل الإجهادات على العازلات بسبب ارتفاع الجهد عندما يتعرض موصل الأرضي والأبراج لصاعقة .
جهد الخط	هو الجهد الذي يقاس بين أي اثنين من الموصلات الثلاثة الرئيسية لخطوط الشبكة ذات الثلاث أوجه
جهد الوجه	هو الجهد الذي يقاس بين أي موصل من الموصلات الثلاثة الرئيسية ونقطة التعادل للشبكة ذات الثلاث أوجه

التفريغات الكهربية الهالية	عند شحن موصل بجهد كهربي فان الوسط العازل المحيط بالموصل وهو الهواء في الخطوط الهوائية ، يصير مشحون بالكهرباء ويمكن قياس المجال الكهربي المحيط بالموصل على مسافات مختلفة من الموصل وعندما يتم إجراء هذه القياسات سوف نجد أن الجهد بين النقاط ذات المسافات المتساوية في الفراغ عموديا على اتجاه الموصل يتناقص عندما تتزايد المسافة من الموصل وتسمى الشحنة الكهربية في الفراغ بين نقطتين (الجهد المتدرج) ومع أن الهواء تام العزل عند الجهود المنخفضة ، وعندما يتزايد الجهد المتدرج فان جزيئات الهواء تصبح متأينة وموصلة وعندما يتجاوز جهد التأين الحد فان التيار الذي يتدفق عادة في الخط يتبدد في الفراغ مما ينتج عنة فقدا فى الطاقة الكهربية ويسمى هذا الفقد باسم التفريغ الهالى أو الكورونا (CORONA) التي يمكن رؤيتها كتوهج حول الموصلات حين تكون كبيرة بما يكفى . عندما يتزايد قطر الموصل يتناقص الجهد المتدرج حول الموصل مؤديا إلى احتمال تشغيل الخط بغير هالة عند جهد أعلى أكثر مما هو الحال بالنسبة لموصل ذي قطر صغير . أي خشونة بسطح الموصل أو الملحقات المعدنية للموصلات والعازلات ينتج عنها نقاط للجهد العالي المتدرج مع زيادة ملازمة في فقد الكورونا
الموصلات المحزومة (الحزمية)	هو وضع موصلين أو أكثر لها حجم معقول على مسافة عدة سنتيمترات من بعضها وتشغيلها على التوازى، حيث أن الموصلات المحزومة تسلك معا سلوك الموصل الكبير

يوجد بالصورة برج شد جهد ٢٢٠ك.ف – برج تعليق مزدوج مخصوص ٢٢٠ك.ف – برج شد جهد ٦٦ك.ف .

الخطوط الهوائية

وسوف نقدم في هذه المذكرة فكرة مبسطة عن تشغيل الشبكة الكهربية بمنطقة كهرباء وسط الدلتا بطلخا والشكل التالي يبين شبكة وسط الدلتا جهد ٢٢٠ ك.ف

الباب الثاني

مكونات محطات المحولات

أنواع محطات المحولات

محطات ذات نظام عزل عادية

محطات نظام عزل غازية GIS

داخل أو خارج مبنى

داخل مبنى

٣ ـ ٥

وتعتبر المحطات ذات نظام العزل العادى تمثل جميع المحطات جهد ٦٦/ ١١ ك.ف بمنطقة الدلتا وكذلك محطات سندوب، كفر الشيخ،سيدى سالم،القليوبية، منوف و قويسنا الجديدة جهد ٦٦/٢٢٠ ك.ف

وسوف يتم لاحقا تناول وشرح المكونات بالتفصيل.

النظام ذات العزل الغازي GIS

يعتبر هذا النظام من أفضل الأنظمة في الشبكة من حيث التشغيل والصيانة وهو موجود بالمحطات ذات السعات العالية وكذلك أكثر محطات التوليد مثل :

(توليد دمياط – محولات طلخا GIS – محولات أولاد حمام – الجمالية – محلة أبو على –طنطا) جهد ٢٢٠/٦٦ ك.ف.

وفى هذا النظام تكون قضبان التوزيع داخل ماسورة مفرغة تماما من الهواء وبها غاز SF6 الذي يستعمل للعزل وإطفاء الشرارة ومن الملاحظ أنه في الجهود العالية (٥٠٠–٢٢٠) ك.ف يكون كل وجه داخل ماسورة منفصلة أما فى الجهود الاقل مثل ٦٦ ك.ف تكون الثلاثة أوجه داخل ماسورة واحدة .

ونظام التشغيل فى الجهود ٢٢٠ ك.فمحطات التوليد تخضع لنظام واحد ونصف مفتاح One and half C.B .

ويكون المفتاح فى غرفة مستقلة بها غاز SF6 ذو ضغط معين يتراوح بين ٦: ٧.٥ بار وتوجد سكينة القضبان رقم واحد مع محول التيار وسكينة الارضى الاولى للمفتاح داخل غرفة ذات الضغط ٦: ٦.٥ بار وتكون سكينة الارضى الثانية للمفتاح ومحول التيار الثاني وسكينة القضبان رقم ٢ داخل غرفة مستقلة أما سكينة الارضى للمهمة وسكينة المهمة فى غرفة مستقلة ووضع التشغيل فى هذا النوع كما هو موضح بالرسم شكل (٣–٥)

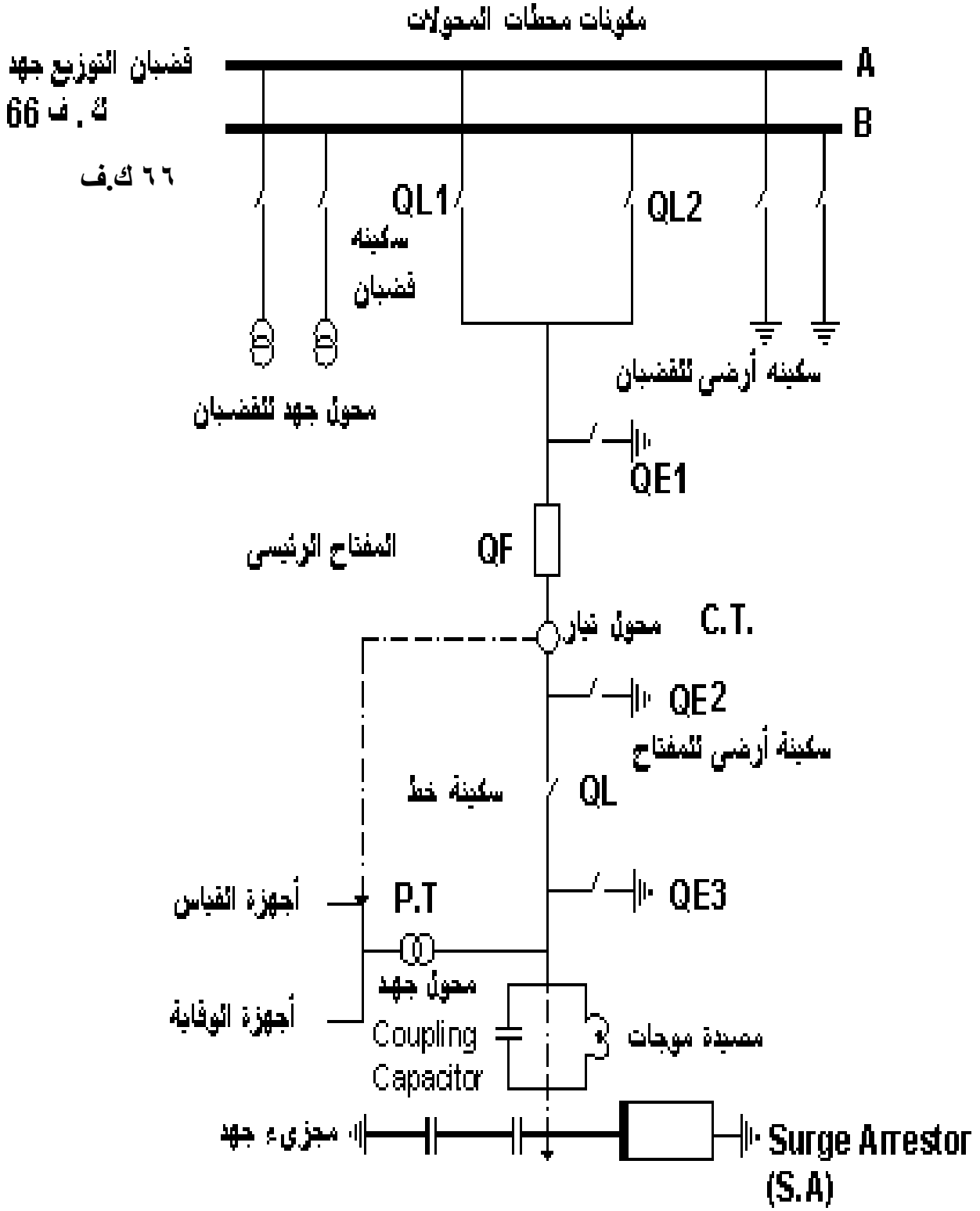
وهذا الشكل بين أن المفتاح رقم Qf1 موصل على القضبان رقم ١ ورقمQF2 موصل على القضبان رقم ٢ ويكون المفتاح QF3 مفصول وإحتياطى تشغيل.

ترتيب مكونات محطات المحولات كما يلي

كما هو مبين فى شكل (٢-١)

Busbar	**١- قضبان التوزيع جهد ك.ف٢٢٠- جهد ٦٦ ك.ف**
Potential Transformers	**أ. محول جهد لكل قضبان توزيع**
Earth Switches	**ب. سكينة أرضي لكل قضبان توزيع**
Surge Arrestors	**ج. مانعات صواعق لكل قضبان توزيع**
Busbar Isolators	**٢- سكينتى قضبان لكل مهمة**
Earth Switches	**٣- سكينة الأرضي رقم واحد للمفتاح**
Circuit Breaker (C.B)	**٤- المفتاح**
Current Transformer (C.T)	**٥- محول التيار**
Earth Switches	**٦- سكينة الأرضي رقم اثنين للمفتاح**
Voltage Transformer (V.T)	**٧- محول الجهد وسكينة الأرضي**
Wave Trap	**٨- مصيدة الموجات**
Surge Arrestor	**٩- مانعة الصواعق**
Coupling capacitor	**١٠- مكثف ربط**
D.C system(batt. And charger	**١١- التيار المستمر " البطاريات وأجهزة الشحن "**
Interlock Circuits	**١٢- دوائر المنع**
Alarm Systems	**١٣- نظم الإنذار**

والشكل التالي يوضح ترتيب مكونات محطات المحولات



شكل (٢-١)

المحولات Transformers

الجزء الرئيسي في محطة المحولات هو المحول نفسه الذي يقوم بخفض الجهد وتوجد بالشبكة الكهربية الموحدة عدة محولات ذات قدرات مختلفة تعتمد على مدى الأحمال المطلوب تغذيتها منها.

والقيم المستخدمة في الشبكة الكهربية الموحدة للمحولات جهد ٢٢٠/٦٦ك.ف ١٢٥ م.ف.أ – ٧٥ م.ف.أ

وللمحولات جهد ٦٦/١١ ك.ف ٢٥ م.ف.أ – ٢٠ م.ف.أ –١٢.٥ م.ف.أ ولكن هذا المحول يحتاج إلى الكثير من الأجهزة والمعدات لكي يعمل بأمان وكفاءة .

نظرية عمل المحولات

إذا سلط جهد متردد على ملف ابتدائي فإنه يمر به تيار يؤدى إلى مجال مغناطيسي متردد تتجمع كل خطوطه داخل القلب الحديدي وتخترق الملفات الثانوية فتتولد فيها قوة دافعة كهربية وعند تحميل الملف الثانوي يمر به تيار متردد مع العلم بأن القدرة الداخلة تساوى القدرة الخارجة + المفاقيد

حيث :

$P_i = \sqrt{3}\, I_P \times V_P \cos\Phi$

$P_o = \sqrt{3}\, I_S \times V_S \cos\Phi$

$P_i = P_o + Loss$

P_i = القدرة الداخلة

P_o = القدرة الخارجة

I_P = التيار الداخل

I_S = التيار الخارج

V_P = الجهد الابتدائي

V_S = الجهد الثانوي

$\cos\Phi$ = معامل القدرة

الفقد في المحول

ينقسم الفقد في المحول إلى :

أ- الفقد في النحاس نتيجة مرور التيار الابتدائي في الملف الابتدائي ومرور التيار الثانوي في الملف الثانوي ويتناسب مع مربع قيمة التيار I^2R

ب- الفقد في الحديد ويشتمل على الفقد نتيجة التيارات الإعصارية والتيارات الدوامية وليس له علاقة بتحميل المحول

أنواع المحولات

يمكن تقسيم المحولات تبعا للاتي :

أولا : من حيث المادة العازلة :

أ- محولات مغمورة في الزيت وهى المحولات ذات السعات الكبيرة ٥٠٠ م.ف.أ – ٢٢٠ م.ف.أ – ٧٥م.ف.أ – ٢٥م.ف.أ – ٢٠ م.ف.أ

ب- محولات جافة معزولة بلدائن صناعية وشرائط سيليكون وعادة تكون في القدرات والجهود المنخفضة حتى ١.٢م.ف.أ وجهد ٦٠٠٠/ ٤٠٠ ف

ثانيا : من حيث الاستخدام :

أ- محولات القدرة **ب- محولات القياس**

ج- محولات الاختبارات **د - محولات اللحام**

هـ- محولات تزامن

ثالثا :- من حيث عدد الأوجه :

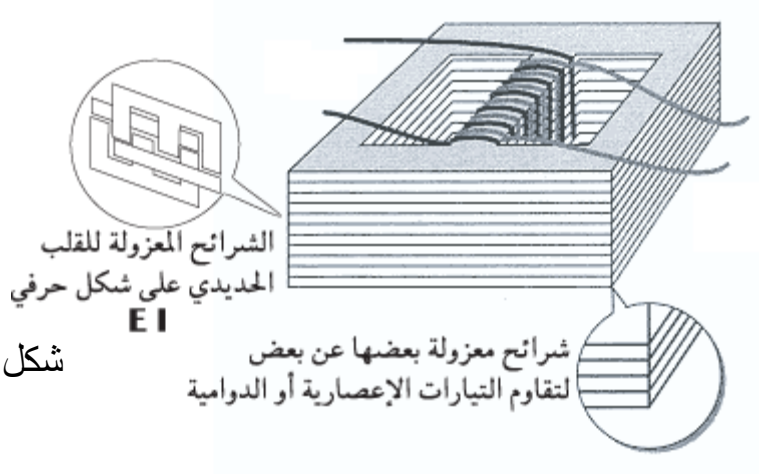
أ- محولات أحادية الوجه وتستخدم في اللحام والقياس

ب- محولات ثلاثية الوجه وتستخدم في محولات القدرة.

ت-

رابعا : من حيث طريقة عمل الملفات :

أ- محولات ذاتية : Auto Transformers **ب- محولات عادية Power Transformers**



شكل (٢-٢)

تتركب محولات القدرة من جزئيين رئيسيين:

أولا: الجزء الأساسي ويشتمل على :

أ- القلب الحديدي (الدائرة المغناطيسية)

وهو المسئول عن ربط الملف الثانوي بالملف الابتدائي عن طريق المغناطيسية الناتجة فيه ٠ ويصنع القلب الحديدي عادة من رقائق من الحديد السيليكونى ويتم عزلها عن بعضها بطلائها بمادة عازلة للكهرباء ومقاومة للحرارة ويتم تجميع هذه الشرائح مع بعضها بواسطة مسامير معزولة والشكل (٢-٢) يوضح الرسم التخطيطي لمحول ذو وجه واحد

ب- الملفات الكهربائية :

تصنع عادة من أسلاك النحاس المعزولة وتركب ملفات الجهد الأقل بالقرب من قلب المحول ثم يركب فوقها ملفات الجهد الأعلى والتي تصمم بحيث يؤخذ منها عدة نقط يمكن عن طريقها تغيير نسب الجهد (مغير الجهد)

ثانيا: الزيت والملحقات

١- **الزيت: يستخدم زيت المحولات كوسط عازل وكذلك للتبريد والنوع الشائع هو الزيت المعدني**

١- الملحقات:

أ- خزائن التمدد والتعويض: نتيجة ارتفاع درجة حرارة الجو وكذلك عند تحميل المحول ترتفع درجة حرارة الزيت ويزداد حجمه داخل جسم المحول مما يستلزم وجود خزان إضافي لهذا التمدد وعند انخفاض درجة حرارة الزيت وعودته إلى حجمه الطبيعي يقوم هذا الخزان بتعويض المحول بالزيت

ب- مجفف الهواء (سيليكا جيل): وتعمل على تخليص الهواء الداخل للمحول من الرطوبة والشوائب وحماية المحول في حالات التمدد والانكماش للزيت.

جـ- العوازل النافذة والبوشبج : تستخدم العازلات النافذة في توصيل التيار من الملفات إلى القضبان التوزيع ويكون عادة من سلك يمر خلال زيت البوشنج وأغلب أنواع البوشنج تزود بقرون الشرارة وذلك لحماية البوشنج من ارتفاع الجهد المفاجىء

د - صفائح التبريد والمراوح : أغلب المحولات ذات السعات الكبيرة تجهز بصفائح التبريد Radiators وهى عبارة عن أنابيب مركب عليها صفائح معدنية ذات مساحة سطحية كبيرة تساعد على إشعاع الحرارة وبالتالي تبريده ثم إعادته وتسمى هذه العملية بالتبريد العادي ONAN Oil Natural - Air Natural
ولغرض زيادة وتحسين كفاءة تشغيل المحول والوصول إلى أقسى طاقة تزود المحولات بمراوح تدار بواسطة محركات كهربية تعمل تلقائيا عند ارتفاع درجة حرارة زيت المحول عن ٦٠مْ عن طريق جهاز حرارة الملفات يعطى الإشارة بتشغيل المراوح وبذلك نحصل على حوالي ٣٠% زيادة من الحمل السابق للمحول وتسمى هذه الحالة
ONAF Oil Natural – Air forced وجميع محولات الشبكة من هذا النوع ومن الممكن زيادة سرعة حركة الزيت بواسطة مضخات إلى مشعات وتسمى بالتبريد الدفعي OFAF ويزيد الحمل في هذه الحالة بنسبة ٦٠%.

هـ- صمام الأمان Relief Valve عبارة عن جهاز يتم تركيبه على الخزان الرئيسي للمحول وعند زيادة الضغط داخل المحول عن قيمة معينة نتيجة حدوث قصر داخل المحول وعدم اشتغال أجهزة الوقاية يتم رفع الغطاء الخاص بهذا الجهاز لتسريب الضغط الداخلي الذي حدث داخل المحول ويكون الخروج عبارة عن زيت.

قواطع التيار Circuit Breaker

وهى العناصر الرئيسية فى خلايا الجهد العالى الكهربية **Switch Gear** والتى يمكن أن توصل أو تفصل فى حالة وجود تيار الحمل وتيار القصر ٠ وهى مجهزة بغرف لاطفاء الشرارة الناتجة عن الفصل والتوصيل على تيارات عالية ٠

وعندما يحدث قصر فى احد عناصر الشبكة يقوم نظام الوقاية مباشرة أو من خلال جهاز وقاية مساعد بإرسال أمر الفصل الى ملف الفصل **Trip Coil** الخاص بقاطع التيار وأمر الفصل عبارة عن القطبيه الموجبة (+) للتيار المستمر ويكون ملف الفصل على طرفه الاخر قطبية سالبه (–) فيعمل (يلقط) ملف الفصل ويقوم بتحريك الاجزاء الميكانيكية للقاطع وتتم عملية الفصل وعزل القصر عن باقى أجزاء الشبكة

وتصمم قواطع التيار لتكون قادرة على فصل تيار **Breaking Capacity** أعلى من قيمة تيار القصر **Short Circuit Current** المتوقع حدوثه مع وجود معامل أمان **Factor Of Safety** كاف مع الاخذ فى الاعتبار القيمة المستقيلية لتيارات القصر بعد التوسعات المتوقعة فى الشبكة

وتنقسم قواطع التيار تبعاً للآتي :

أولا :– من حيث الوسط المستعمل لإطفاء الشرارة أثناء قطع الطاقة

ثانيا : – من حيث التشغيل المستعمل في قطع التيار

أولا : من حيث الوسط المستعمل لإطفاء الشرارة أثناء قطع الطاقة

١– القواطع الزيتة (كثيرة الزيت – قليلة الزيت) Bulk Oil – Minmum Oil

أن الوسط المستعمل فى قواطع التيار للنوعين هو زيت المحولات والغاية من استعماله هو إطفاء الشرارة وتوجد

مواصفات خاصة لذا الزيت هي :

أ– درجة الاشتعال عالية

ب– درجة التجمد منخفضة

ج– درجة اللزوجة

د– درجة الرطوبة قليلة جدا

هـ– خالي من الحوامض

و– الخلو من الشوائب

٢– القواطع الهوائية Air Blast

تستعمل هذه الانواع من قواطع الدورة والتى يعتمد إطفاء الشرارة فيها على الهواء المضغوط الموجود بالخزان الرئيسى ويخص هذا الهواء بواسطة بلوف التخفيض حتى يصل الى المفتاح بضغط معين.

ويوجد مثال لذلك لمراحل الضغوط المختلفة للمفتاح :

أ- عند نزول الضغط الى قيمة معينة يعطى إنذار

ب- عند نزول الضغط الى قيمة أقل من السابقة يعطى Blocking

مع ملاحظة أن معدل التسريب المسموح به ١ بار / ساعة وعند حدوث تسريب هواء شديد بالمفتاح ونزول علامة الانذار يتبع :

أ- المحافظة على الهواء الموجود بالخزان الرئيسى بالمحطة وذلك بغلق محبس الهواء الخاص بالمفتاح الموجود عليه التسريب

ب- إخطار التحكم ومسئولى الصيانة التابع لها المفتاح لعمل اللازم نحو فصل المفتاح السابق

٢- قواطع الدورة الغازية Sf 6

تستعمل هذه القواطع فى نظام الجهود العالية (٥٠٠/٤٠٠/٢٢٠/١٣٢/٦٦ ك.ف) والوسط المستعمل فى هذا النوع هو غاز Sf 6 (سادس فلوريد الكبريت) وخواصة :-

أ- من الغازات الخاملة

ب- قابليتة للاشتعال معدومة

ج- قابليته للعزل وتزداد بزيادة الضغط عليه

ومن تلك الخصائص المشار اليها يتصح أن غاز Sf 6 قادر على :

١- تبريد مكان الشرارة ٢- تغيير الوسط المتأين

٣- رفع مستوى العزل

مراحل الضغوط المختلفة للمفتاح الغازى :-

١- ضغط الغاز بالمفتاح ٧ بار ٢- ضغط الانذار ٦.٢ بار

٣- ضغط الـ Blocking ٥ بار

٣- قواطع التيار المفرغة.

تستعمل هذه الانواع من قواطع الدورة فى الشبكة خاصة الجهود المتوسطة (٦.٦/١١ ك.ف لكون هذه القواطع ذات سعات عالية ويتم الفصل والتوصيل داخل غرفة مفرغة من الهواء نظرا لعدم وجود مادة قابلة للاشتعال ولعدم وجود وسيط لنقلها

ثانيا : من حيث التشغيل المستعمل في قطع التيار

١- التشغيل بالهواء المضغوط Pneumatic

وهو يستخدم فى المفاتيح الهوائية ذات الضغوط العالية (٢٢٠/٦٦ ك.ف) ويعتمد على الهواء المضغوط فى الفصل والتوصيل

٢- التشغيل الهيدروليكي (الزيت المضغوط بالنيتروجين) Hydraulic

ويستخدم فى المفاتيح التى يستعمل فيها غاز أل Sf 6(الغازية) لإطفاء الشرارة ويعتمد على الزيت الهيدروليكى ذو المواصفات الخاصة والذى يعطى ضغطا يقابله ضغط غاز النتروجين والذى يعمل فى هذه الحالة عمل بأى التوصيل والفصل

٣- التشغيل ذو المحرك (الملف الكهربى) : Soienoid

وهو محرك تيار مستمر أو متردد حيث يقوم بالتشغيل لشحن بأى معين أو اكثر للقيام بعمليات الفصل – التوصيل – الفصل وغالبا يستخدم فى أنواع كثيرة من المفاتيح ومن الممكن تشغيل المفتاح فى حالة وجود عطل بمحرك الـ D-C بطريقة يدوية مع ملاحظة عزل الجهد عن طرفى المفتاح وكذلك عزل تغذية الموتور

السكاكين Isolators

وهى من عناصر الخلايا الكهربية Switch Gear ويمكن فصلها وتوصيلها فى حالة وجود جهد ولكن عند عدم وجود تيار سواء كان تيار حمل أو تيار قصر أى أنه فى كل الاحوال لايتم فصل السكينة الا بعد فصل القاطع Cireuit Breaker لذلك عند اجراء عمليات الفصل والتوصيل (المناورات) يتم فصل القاطع أولا ليتحمل الشرارة الناتجة عن الفصل وبعد ذلك يتم فصل السكاكين لإتمام عزل الجزء المراد عزله .

أما في حالة التوصيل فيتم أولا توصيل السكاكين وأخيرا يتم توصيل القاطع ليتحمل الشرارة الناتجة عن توصيل التيار ومن أنواع السكاكين سكاكين القضبان QL1 & QL2 وسكاكين الخط Line Isolators QL وسكاكين التأرض Swit Earth QE وتدخل السكاكين فى عمل نظام الوقاية عن طريق نقط التلامس الفرعية Bloek Contacts خصوصا وقاية القضبان وعن طريقها يتم تحديد مناطق وقاية Busbar Protection Zone

وتختلف السكاكين عن المفتاح كما سبق في الاتى :

١- لا تحتوى على وسط لاطفاء الشرارة

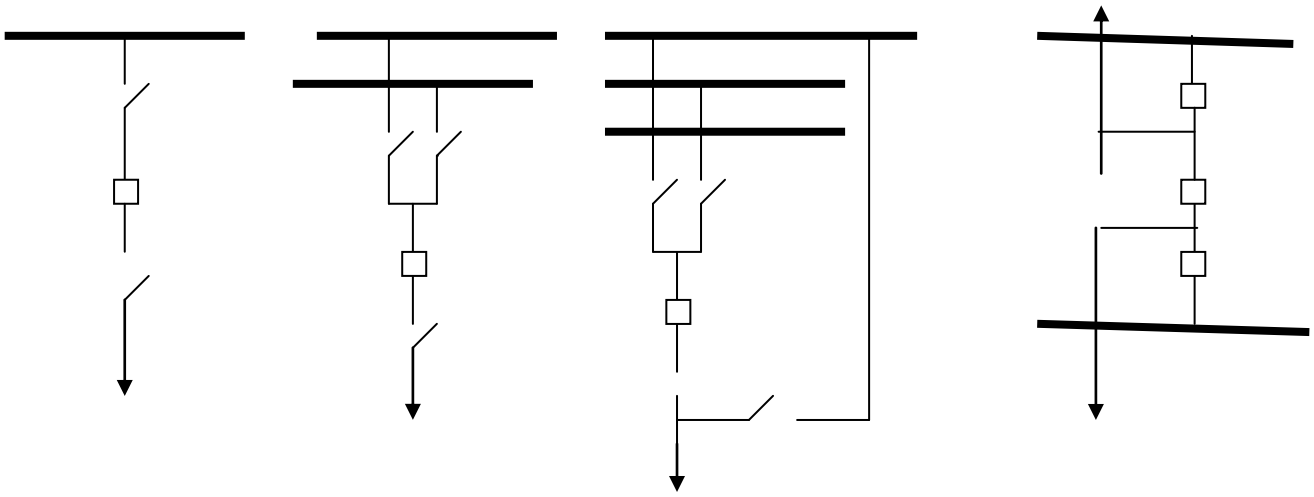
٢- لاتستجيب للفصل التلقائى (أجهزة الوقاية)

٣- لايمكن فصله على حمل

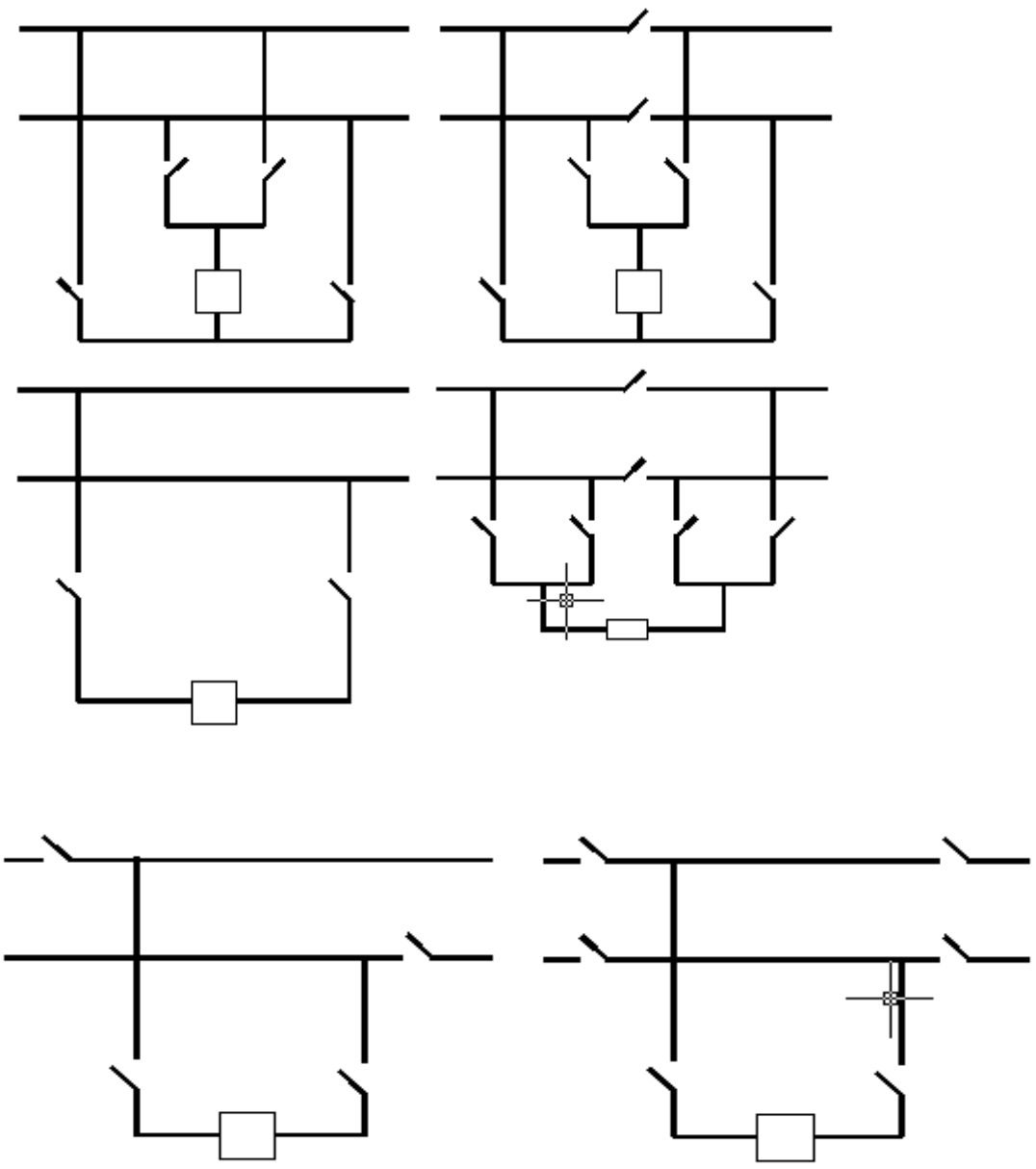
قضبان التوزيع Bus Bars

يستخدم قضبان التوزيع كمهمة أساسية في توزيع الطاقة وفى الغالب تكون قضبان التوزيع من النوع المزدوج فى الجهود ٣٣/٦٦/٢٢٠ ك.ف ومن مميزات هذا النوع استمرار التغذية عند إجراء الصيانة على أحد القضبان وعادة تصنع موصلات القضبان من الالومنيوم ٢٤٠مم٢ او ٣٨٠ مم٢ أو ١٥٠ مم٢ & ٤٠٠ مم ٢ سبيكة أو ٥٠٠ مم٢ سبيكة من النوع المزدوج الرسومات التالية توضح الأنواع المختلفة لقضبان التوزيع جهد ٦٦، ٢٢٠ ك.ف الموجودة بالشبكة وكما يتضح من الرسم توجد فواصل طويلة تستخدم في عزل جزء معين من القضبان لإجراء الصيانة المطلوبة مع استمرار التغذية على الأجزاء الأخرى للقضبان ووجود سكينه الارضى الخاصة بالقضبان لتوصيلها أثناء عمل الصيانة .

ويوجد على كل قضبان توزيع محول جهد خاص بها لمعرفه جهد القضبان أثناء التشغيل وكذلك التأكد من عدم وجود جهد على القضبان بعد مناورة إخلاء القضبان . ويربط القضبان ١، ٢ مفتاح رئيسي وسكينتى قضبان توضح الرسومات التالية الأنواع المختلفة القضبان الموجودة بالشبكة



الأنواع المختلفة لروابط القضبان العرضية الموجودة بالشبكة .



أجهزة القياس MEASURING

أولا: على خلايا الدخول:

١ – جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) ويتغذى من V.T

٢ – جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) ويتغذى من C.T

٣ – جهاز قياس القدرة الفعالة (وات ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

٤ – جهاز قياس القدرة الغير الفعالة (فار ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

٥ – جهاز قياس معامل القدرة (P.F) ويتغذى من V.T + C.T

٦ – جهاز قياس الطاقة الفعالة (وات ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

٧ – جهاز قياس الطاقة الغير فعاله (فار ساعة ميتر) ويتغذى V.T + C.T

٨ – جهاز قياس الذبذبة (Hz) ويتغذى من V.T

ثانيا: على خلايا الخروج:

١ - جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) ويتغذى من C.T

٢ – جهاز قياس الطاقة الفعالة (وات ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

٣ – جهاز قياس الطاقة الغير فعاله (فار ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

الباب الثالث
تعلميات التشغيل
ومناورات الفصل والتوصيل

في هذا الباب سوف نتعرض للأتي:

١- تعليمات مهندسي التشغيل بورادي التحكم.

٢- تعليمات تشغيل محطات المحولات.

٣- تعليمات تشغيل الشبكة الموحدة.

٤- فصل المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف بمحطة محولات ( )،الرابط العرضي جهد ٦٦ك.ف يعمل.

٥- توصيل المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف بمحطة محولات ( )، والرابط العرضي جهد ٦٦ك.ف يعمل.

٦- فصل المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف بمحطة محولات ( ) ،والرابط العرضي جهد ٦٦ ك.ف لا يعمل.

٧- توصيل المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف بمحطة محولات ( )، والرابط العرضي جهد ٦٦ك.ف لا يعمل.

تعليمات مهندسي التشغيل بورادي التحكم

١- يجب تجنب إجراء المناورات أثناء فترة الحمل الأقصى أو عند نهاية الوردية.

٢- من المحظور استلام أو التسليم للوردية أثناء القيام بالمناورات ويجب على العاملين بوردية مركز التحكم إنهاء المناورات التي يؤدها.

٣- قبل استلام الوردية يجب على مهندسي وردية التحكم التعرف على المناورات المراد تنفيذها ومناقشتها على مهندس الوردية السابق.

٤- لا يجوز القشط أو التصحيح في استمارة المناورة.

٥- ترقيم استمارات المناورات بأرقام مسلسلة قبل تسليمها إلي مهندس الوردية ويجب المحافظة على ذلك.

٦- يجب المحافظة على دفتر استمارة المناورة المستعمل لمدة ثلاث اشهر بأرشيف التحكم.

٧- يجب على مهندس الوردية بعد إتمام تنفيذ المناورة تسجيل ساعة الانتهاء بدقة في الاستمارة.؟

٨- يتم تسجيل رقم تنفيذ المناورة في سجل التشغيل .

٩- لا يكلف المختص تنفيذ المناورة إلا بعملية واحدة فقط ولا تسند إليه العملية التالية بالمناورة إلا بعد أن يخطر بانتهاء الأولى.

١٠- عند تلقي الأمر بإجراء مناورة فعلى مهندس الوردية إعادة قراءة الأمر للتأكد من صحتها.

١١- يجب على مهندس وردية التحكم عند إزالة الأعطال أن يعمل على:

- سرعة إزالة الأعطال واتخاذ الإجراءات اللازمة لوقاية الأرواح والمعدات.
- يتخذ الإجراءات اللازمة لتشغيل المحولات أو الخطوط.
- يعمل على سرعة إعادة التغذية للمستهلكين.
- يعيد تشكيل أفضل نظام ممكن للشبكة.
-

١٢- لا يصرح بدخول غرفة وردية التحكم إلا الآتي ذكرهم:

- رئيس مجلس الإدارة .
- العضو المتفرغ للمنطقة الشمالية.
- رئيس قطاع التشغيل.
- مدير عام التحكم.
- مدير مركز التحكم.

١٣- يجوز لمهندس وردية التحكم استدعاء أي مسئول يرى الاستعانة به لإزالة الأعطال.

١٤- إذا تواجد مدير مركز التحكم أو مدير عام التحكم خلال إزالة الأعطال فعليه أن يتولى الإشراف على أعمال إزالة العطل إذا لزم الأمر.

١٥- على مهندس وردية التحكم تدوين تطور الحادث زمنيا من البداية إلى النهاية في سجل الأعطال.

تعليمات تشغيل محطات

على السادة رؤساء محطات المحولات والسادة فنيي المحطات للتشغيل الالتزام بالتعليمات الآتية

١- يمنع منعاً تاماً ترك الوردية تحت أي ظرف من الظروف.

٢- اتباع تعليمات الأمن الصناعي أثناءفصل المحطة بالكامل وكذلك فصل أي مهمة من مهمات المحطة جهد ٢٢٠ ك.ف – جهد ٦٦ ك.ف – جهد ١١ ك.ف.

٣- الاهتمام بإستمارة المناورة ورقمها واسم المسؤل بالتحكم وزمن فصل أو توصيل المهمة.

٤- أثناء تنفيذ المناورة وحدث أي عطل يجب الرجوع للتحكم والابلاغ عن ذلك مع اخطاره بالخطوة التي حدث بها العطل سواء كان اثناء التنفيذ بخاصية الريموت أو خاصية المحلي أو خاصية اليدوي.

٥- ضرورة اتباع تعليمات التشغيل الخاصة بمناورات الفصل للدوائر جهد ٢٢٠ ك.ف – ٦٦ ك.ف على أن تراعى النقاط التالية وإدراجها بالخطوات التنفيذية لإستمارة المناورة:

أ- يتم فصل القواطع من الجهتين والتحقق من تمام الفصل بالطرق الآتية:

- **إشارات أوضاع الاشتغال بالقواطع.**
- **اختفاء التيارات على الثلاثة أوجه.**
- **اختفاء الجهود على الثلاثة أوجه للقراءات الوجهي والأرضي.**

ب- يتم استكمال فصل السكاكين من الجهتين للخطوط والقضبان.

ت- التأريض للدائرة في حالات أعمال الصيانة عليها.

٦- التأكيد على استقلالية خطوة الأرضي عند عمل مناوارات.

٧- عند انسحاب الجهد من المحطة تلقائياً يتم عمل الآتي مباشرة :

- **فصل المغذيات جهد ١١ ك.ف**
- **فصل المفتاح الرئيسللمحولات الرئيسية جهد ٦٦ / ١١ ك.ف من جهة ١١ ك.ف.**
- **فصل المفتاح الرئيسللمحولات الرئيسية جهد ٦٦ / ١١ ك.ف من جهة ٦٦ ك.ف.**
- **ابلاغ مهندس وردية التحكم بذلك وانتظار التعلميات.**

٨- عند عودة الجهد يتم الآتي:

- **خفض مغير الجهد كتعليمات مهندس ووردية التحكم .**
- **توصيل المفتاح الرئيسى للمحولات من جهة ٦٦ ك.ف .**
- **توصيل المفتاح الرئيسى للمحولات من جهة ١١ ك.ف .**
- **توصيل المغذيات من جهة ١١ ك.ف بالتنسيق مع مهندس تحكم طلخا و تحكم التوزيع.**
- **تعديل نقطة مغير الجهد حسب النقطة المتفق عليها سابقا**

٩- الاهتمام بتسجيل العلامات بدقة عند خروج أي مهمة (خط – محول – مغذي) وابلاغها مباشرة.

١٠- الابلاغ بالقراءات الصحيحة لأي من مهمات المحطة.

١١- الاهتمام بوسائل الاتصال (اللاسلكي أو التليفون) والتأكد من أنهم في حالة جيدة.

١٢- الاهتمام بالتيار المستمر من ناحية البطاريات أو الشواحن.

١٣- الأهتمام بكيفية قراءة الأجهزة وخاصة جهاز معامل القدرة سواء مباشر أو غير مباشر.

١٤- مراقبة درجة حرارة الملفات والزيت للمحولات جهد ٦٦ / ١١ ك.ف والتأكد من سلامة تشغيل المراوح.

١٥- عند اشتغال الجهاز (REF) التسرب الأرضي المقيد فيكون منطقة العطل على المحول من جهة ١١ك.ف.

١٦- عند اخلاء تفريع أي محطة محولات لابد من وجود مسئول الأمن الصناعي.

١٧- تنسيق العمل بين تحكم طلخا وتحكم شركة التوزيع كالآتي:

- في حالة حدوث أعطال على المغذيات جهد ١١ ك.ف والخارجة من محطات المحولات وحدوث فصل تلقائي للمغذي بأي جهاز وقاية يتم التعامل بين مراقب الوردية بمحطات المحولات ومهندس الوردية بتحكم التوزيع مباشرة، وفي فترة الذروة المسائية عند حدوث أي طوارئ يتم الرجوع إلى تحكم طلخا.

- مناورات الفصل – التوصيل الخاصة ببرنامج الصيانة –الاختبارات الدورية– والطوارئ للمغذيات الخارجة من محطات المحولات مناورة الفصل والتوصيل تتم بين مراقب الوردية بمحطة المحولات ومهندس الوردية بتحكم شركة التوزيع والمسئول عن طلب الفصل والتوصيل هو مهندس الوردية بتحكم التوزيع فقط.

- انسحاب التيار عن لوحات التوزيع والمغذيات الهوائية جهد ١١ ك.ف التعامل بين مهندس وردية تحكم وسط الدلتا بطلخا مع مراقب الوردية وأخطار تحكم التوزيع بالوضع والاتفاق معاً على كيفية إرجاع الوضع العادي.

- عند طلب تخفيف أحمال لظروف طارئة بالشبكة التعامل بين تحكم وسط الدلتا بطلخا ومراقب الوردية في المحطات مباشرة ويخطر مهندس وردية تحكم طلخا بالوضع مهندس تحكم شركة التوزيع .

- عند طلب رفع الجهد في منطقة معينة بشبكة جهد ١١ ك.ف التعامل بين مهندس شركة التوزيع وتحكم وسط الدلتا بطلخا على أن تكون التعليمات الصادرة لمراقب وردية المحطة من مهندس تحكم طلخا فقط.

- دراسة الأحمال على المغذيات واللوحات وتبادل الطاقة في الشبكة يتم التعامل بين مهندس الوردية في كلا من تحكم التوزيع والتحكم الإقليمي

- يتم تبادل أسماء المسئولين المعتمدين لعمل المناورات في الفصل والتوصيل بين كلا من التحكم الإقليمي وتحكم التوزيع ومحطات المحولات.

تعليمات تشغيل الشبكة الموحدة

تسلسل عمليات الفصل و التشغيل

***عند تعشيق خط هوائي يتبع الآتى:**

١. تفصل سكينة الأرضي للخط الهوائي مع التحقيق من ذلك.

٢. توصيل سكينة القضبان.

٣. توصل سكينة الخط الهوائيه.

٤. توصيل المفتاح الرئيسى والتأكد من توصيل الثلاث اوجة .

***عند فصل خط هوائى يتبع الاتى:**

١. فصل المفتاح الرئيسى والتأكد من فصل الثلاث اوجة.

٢. تفصل سكينة الخط الهوائيه .

٣. تفصل سكينة القضبان .

***عند توصيل محول ذات ثلاث ملفات يتبع الاتى:**

١. توصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد الأعلى.

٢. توصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد الأوسط.

٣. توصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد الأدنى.

٤. تعشق مفاتيح ملف ذات الجهد الأعلى و الأوسط و الأدنى على الترتيب.

***عند فصل محول ذات ثلاث ملفات يتبع الاتى:**

١. تفصل مفاتيح ملفات ذات الجهد الأدنى و المتوسط و الأعلى على الترتيب.

٢. تفصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد الادنى.

٣. تفصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد المتوسط.

٤. تفصل سكينة قضبان الملف ذات الجهد الأعلى.

***فى حالة وجود مجموعتين من القضبان الرئيسية و موصل قضبان و عند الرغبه فى نقل جميع التوصيلات من القضبان الشغالة إلى الإحتياطية دون إنقطاع التغذية يتبع الاتى:**

١. توصل سكينتى رابط القضبان.

٢. يعشق موصل القضبان.

٣. تقرأ الفولتميترات المركبة على مجموعة القضبان الإحتياطية للتأكد من وجود فولت عليها.

٤. يتم التحقيق من تعشيق موصل القضبان.

٥. تعشق سكاكين القضبان الإحتياطية لجميع الدوائر الموصلة إلى مجموعة القضبان الشغالة.

٦. تفصل سكاكين القضبان الشغالة لجميع الدوائر الموصلة.

٧. يقرأ الأمبيروميترات المركبة على موصل القضبان للتحقق من عدم مرور بين مجموع القضبان.

٨. يفصل مفتاح رابط القضبان.

٩. تفصل سكينتى رابط القضبان.

*فى حالة تشغيل مجموعتى القضبان الرئيسية كل على حده (إذا كانت بعض الدوائر موصلة على مجموعة و البعض الاخر على المجموعة الثانية) فيمكن نقل بعض الدوائر من مجموعة إلى أخرى على النحو التالى:

١. يتم التحقق من وجود توافق بين مجموعتى القضبان.

٢. توصيل سكينتى رابط القضبان.

٣. توصيل مفتاح رابط القضبان.

٤. يتم التحقق من توصيل مفتاح رابط القضبان.

٥. توصيل سكينة القضبان الأخرى للدائرة المطلوب نقلها من مجموعة إلى أخرى.

٦. تفصل سكينة القضبان التى يراد نقل الدائرة الأخرى.

٧. يراجع توزيع مصادر التغذية على مجموعتى القضبان.

٨. يفصل مفتاح رابط القضبان.

٩. تفصل سكينتى رابط القضبان.

*فى حالة عدم وجود موصل قضبان فإنه يمكن نقل الدوائر من إحدى مجموعتى القضبان إلى الأخرى بشرط أن تكون الأخيرة خالية من الجهد و أن تنقل جميع الدوائر من إحدى المجموعتين إلى الأخرى، وقبل نقل الدوائر يجب التحقق بكل دقة من حالة المجموعة الخالية و عدم وجود أى وصلات أرضية أو أجسام دخيلة عليها مع التحقق من حالة عزلها.

وبعد التحقق من استعدادها للتشغيل يتبع الاتى:

- توصل سكاكين القضبان الأخرى لجميع الدوائر الموصلة على مجموعة القضبان الشغالة و يجب مراعاة أن المجموعة الخالية تصبح تحت الجهد بمجرد توصيل أول سكينة لها.
- تفصل سكاكين القضبان التى يراد نقل التغذية منها و ذلك بالنسبة لجميع الدوائر و يجب مراعاة أن اخر سكينة يتم فصلها هى التى تقوم بقطع تيار شحن مجموعة القضبان التى كانت الدوائر موصلة عليها.

***ملاحظة هامة:**

قضبان التوزيع و الخطوط الهوائية و الكابلات الأرضية و سائر المعدات الكهربائية التى ينقطع عنها التيار تلقائياً دون سابق تعليمات ، تعتبر هذه المعدات في حكم المغذاه ولا يجوز بأي حال من الأحوال الأقتراب منها أو العمل فيها أو إعادة تعشيقها – إلا بعد الحصول على التصريح اللازم من الجهة المشرفة على تشغيل هذه المعدات (مركز التحكم المختص أو وردية المحطة)

الغرض من المناورة : فصل المحـول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف
بمحطة محولات ( ) والرابط العرضي يعمل

م	الجهة الصادر إليها التعليمات	اسم المسئول عن المناورة	تسلسـل عمليـات المنـاورة	الوقـت	
				الأمر	التنفيذ
١			التأكد من عدم وجود عوائق في الشبكة جهد٦٦ ك.ف تمنع فصل المحول ( )		
٢			• التأكد من إمكانية تامين أحمال المحول ( ) على المحول ( ) والمحول ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف. • في حالة عدم إمكانية تأمين التغذية كاملة لزيادة الأحمال يتم التنسيق بين التحكم والتوزيع التابعة للمنطقة الموجود به المحول والحصول على موافقة رئيس الهندسة ورئيس القطاع التابع له المنطقة المطلوبة.		
٣			مراجعة الجهد على قضيبي التوزيع ١ ، ٢ جهد ٦٦ك.ف (لا يزيد فرق الجهد عن ± ٥%) *المحولين ليسا على قضبان توزيع واحدة*		
٤			توصيل الرابط العرضي جهد ٦٦ ك.ف		
٥			موازنة الجهد جهة ١١ ك.ف بين المحولين ( )، ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف		
٦			توصيل رابط القضبان الطولي جهد ١١ ك.ف بين المحولين( ) ، ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف		
٧			فصل مفتاح المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف من جهة ١١ ك . ف		
٨			فصل مفتاح المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف من جهة ٦٦ك.ف		
٩			فصل سكينة القضبان رقم ( ) للمحول ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف من جهة ٦٦ك.ف		
١٠			إخراج عربة مفتاح المحول خارج الخدمة من جهة ١١ك.ف		
١١			فصل الرابط العرضي جهد ٦٦ ك.ف		

** في حالة وجود المحولين على قضبان توزيع واحدة يتم تنفيذ نفس الخطوات فيما عدا توصيل الرابط العرضي جهد ٦٦ك.ف

الغرض من المناورة : **توصيل المحـول رقـم ( ) جهد ٦٦/١١ ك.ف**

بمحطة محولات ( ) والرابط العرضي يعمل

م	الجهة الصادر إليها التعليمات	اسم المسئول عن المناورة	تسلسـل عمليـات المنـاورة	الوقـت	
				الأمر	التنفيذ
١			التأكد من عدم وجود عوائق في الشبكة جهد٦٦ ك.ف تمنع توصيل المحول ( )		
٢			توصيل سكينة القضبان رقم ( ) جهد ٦٦ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( )		
٣			توصيل المفتاح الرئيسي جهد ٦٦ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٤			إدخال عربة مفتاح المحول من جهة ١١ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٥			• توصيل الرابط العرضي جهد ٦٦ ك.ف • خفض مغير الجهد للنقطة المتوسطة		
٦			توصيل المفتاح الرئيسي جهد ١١ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٧			فصل رابط القضبان الطولي جهد ١١ ك.ف بين المحولين( ) ، ( ) جهد ٦٦/١١ك.ف		
٨			• فصل الرابط العرضي جهد ٦٦ ك.ف • يتم إرجاع نقطة مغير الجهد للنقطة المتفق عليها		
٩			التأكد من وضع التشغيل العادي للمحطة		

** في حالة توصيل المحولين على قضبان توزيع واحدة يتم تنفيذ نفس الخطوات فيما عدا توصيل الرابط العرضي جهد ٦٦ك.ف

الغرض من المناورة : فصل المحـول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف

بمحطة محولات ( ) والرابط العرضي لا يعمل

م	الجهة الصادر إليها التعليمات	اسم المسئول عن المناورة	تسلسـل عمليـات المنـاورة	الوقـت	
				الأمر	التنفيذ
١			التأكد من عدم وجود عوائق في الشبكة جهد٦٦ ك.ف تمنع فصل المحول ( )		
٢			التأكد من إمكانية تامين أحمال المحول ( ) على المحول ( ) و ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف		
٣			الاتصال بالهندسة والترتيب على تقل المحول ( ) بالفصل على القضبان ( )		
٤			فصل جميع المغذيات جهد ١١ ك.ف الخارجة من المحول ( ) بعد التنسيق مع شركة التوزيع وموافقة السيد رئيس القطاع		
٥			فصل المفتاح الرئيسي جهد ١١ك.ف للمحول رقم ( )		
٦			توصيل المفتاح الرئيسي جهد ١١ك.ف للرابط الطولي بين المحولين ( ) ، ( )		
٧			توصيل جميع المغذيات جهد ١١ ك.ف بالتنسيق مع الهندسة		
٨			فصل مفتاح المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف من جهة ٦٦ك.ف		
٩			فصل سكينة القضبان رقم ( ) للمحول ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف من جهة ٦٦ك.ف		
١٠			إخراج عربة المفتاح جهد ١١ ك.ف. للمحول المذكور.		
١١			تحرير إشارة تصريح عمل وتسليمه للمهندس المختص والمفصول له المحول المذكور		

الغرض من المناورة : توصيل المحول رقم ( ) جهد ١١/٦٦ ك.ف

بمحطة محولات ( ) والرابط العرضي لا يعمل

م	الجهة الصادر إليها التعليمات	اسم المسئول عن المناورة	تسلسل عمليات المناورة	الوقت	
				الأمر	التنفيذ
١			التأكد من عدم وجود عوائق في الشبكة جهد٦٦ ك.ف تمنع توصيل المحول ( )		
٢			توصيل سكينة القضبان رقم ( ) جهد ٦٦ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( )		
٣			إدخال عربة مفتاح المحول من جهة ١١ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٤			توصيل المفتاح الرئيسي جهد ٦٦ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٥			التنسيق مع الهندسة لنقل الأحمال المحملة على المحول ( ) بالفصل		
٦			فصل جميع المغذيات المحملة على المحول		
٧			فصل رابط القضبان الطولي جهد ١١ ك.ف بين المحولين( ) ، ( ) جهد ١١/٦٦ك.ف		
٨			توصيل المفتاح الرئيسي جهد ١١ ك.ف للمحول الرئيسي رقم ( ) جهد ٦٦/ ١١ ك.ف		
٩			التنسيق مع الهندسة بإعادة توصيل المغذيات جهد ١١ ك.ف		
١٠			التأكد من وضع التشغيل العادي للمحطة		

الباب الرابع

نظم الوقاية المختلفة لمحطات المحولات

محولات التيار C.T

تكون قيم الجهود والتيارات في الشبكات الكهربية مرتفعة إلى الحد الذي يتعذر معه توصيلها مباشرة إلى أجهزة الوقاية وأجهزة القياس لذلك يتم تخفيض قيم الجهود والتيارات بنسب محددة من خلال محولات الجهد ومحولات التيار إلى قيم يمكن إدخالها إلى الأجهزة.

يتكون محول التيار من ملف ابتدائي Primary Windings وهو الذي يوصل على التوالي مع المهمات ويكون عدد لفاته واحدة أو بضع لفات وعزله الكهربي مرتفعا ليتحمل الجهد العالي الذي يسلط عليه والملف الثانوي Secondary Windings وعدد لفاته أكبر كثيرا من عدد لفات الملف الابتدائي، وعزله الكهربي ٢٠٠٠ فولت والنسبة بين عدد لغات الملف الثانوي N_S إلى عدد لفات الملف الابتدائي N_P تساوى النسبة بين قيمة التيار الابتدائي I_P إلى قيمة التيار الثانوي I_S تساوى نسبة التحويل الاسمية لمحول التيار K_n

$$I_P \times N_P = I_S \times N_S$$

$$K_n = I_P / I_S = N_S / N_P$$

والملفات الابتدائي والثانوي مرتبطان مغناطيسيا من خلال قلب من شرائح الصلب السليكونى ذات الخواص المغناطيسية الجيدة، والملفان معزولان كهربيا عن بعضهما وعن القلب الحديدي وعن الأرض وقيم عزل كل منهما تتناسب مع الجهد الاسمي له ومن الطبيعي أن حجم محول التيار يكون كبيرا إذا كان الجهد الابتدائي الاسمي له عاليا بسبب كبر حجم العازل Insulator والذي يكون غالبا من البورسلين في الجهود العالية والفائقة ولكن في الجهود المتوسطة فإنه يكون غالبا من الراتنج Cast resin وتنقسم محولات التيار من حيث أنواع الملفات الابتدائية إلى نوعين هما : محولات التيار ذات الملف الابتدائي الملفوف Wound Primary والنوع الثاني هو محولات التيار ذات الملف الابتدائي القضيب Bar Primary Ct

أولا : محولات التيار ذات الملف الابتدائي الملفوف Wound Primary CT

وفي هذا النوع يكون الملف الابتدائي عبارة عن موصل ذو مساحة مقطع كبيرة لتتحمل مرور تيارات القصر بها ويلف حول القلب الحديدي مكونا عدد لفات يمكن حسابها من العلاقة :

كمية الأمبير.لفة : (Ampere.Turn) المتولدة في القلب الحديدي عند مرور التيار الابتدائي الراتب ٤٠٠ أمبير.لفة

$$\text{Ampere Turn} = 400 = I_p \times N_p$$

ويستخدم هذا النوع في محولات التيار ذات نسب التحويل المنخفضة

ثانيا : محولات التيار ذات الملف الابتدائي القضيب Bar Primary CT

وهو النوع الغالب في محولات التيار، وفي معظم محولات التيار يتكون القلب الحديدي من شرائح Laminations من الصلب عندما تجمع مع بعضها تكون قلب حديدي على شكل اسطوانة مجوفة من الداخل يتم عزله ثم يلف عليها الملف الثانوي، أما الملف الابتدائي فهو يتكون من موصل على شكل قضيب ذو مساحة مقطع كبير لتتحمل تيارات القصر (٣١.٥- ٤٠ ك.أ)

ويعزل الملف الابتدائي بما يناسب الجهد المصمم له ويمر هذا القضيب في مركز الفتحة الدائرية للقلب الحديدي.

وقد يتكون محول التيار من القلب الحديدي الاسطواني الأجوف والملف الثانوي فقط مكونين محول تيار يسمى تيار حلقي Ring Type CT وهذا النوع من محولات التيار يركب على الكابلات أو على عوازل قواطع التيار أو على عوازل محولات القدرة وفي هذه الحالة لان الموصل الموجود داخل القلب يعمل كملف ابتدائي من لغة واحدة ويصنع القلب من نصفين حتى يمكن تركيبه حول الكابلات أو الموصلات دون إعادة فكها .

ويختلف ملف القياس عن ملف الوقاية في الآتي :

أ- الدقة في ملف القياس

ب- التشبع يحدث لملف القياس عند قيم منخفضة وذلك لحماية أجهزة القياس من تيارات القصر ذو القيمة العالية

ج- في ملف الوقاية يفضل أن يكون التشبع عند قيم عالية عادة تصل إلى ١٠مرات قيمة تيار التشغيل .

محولات الجهد V.T

تكون قيم الجهود والتيارات في الشبكات الكهربية مرتفعة إلى الحد الذي يتعذر معه توصيلها مباشرة إلى أجهزة الوقاية وأجهزة القياس لذلك يتم تخفيض قيم الجهود والتيارات ينسب محددة من خلال محولات الجهد ومحولات التيار إلى قيم يمكن إدخالها إلى الأجهزة ٠

يتكون محول الجهد من ملف ابتدائي Primary Windings وهو الذي يوصل على جهد الشبكة ويكون عدد لفاته كبيرا وعزله الكهربي مرتفعا ليتحمل الجهد العالي الذي يسلط عليه والملف الثانوي

Secondary Windings وعدد لفاته أقل كثيرا من عدد لفات الملف الابتدائي وعزله الكهربي ٢٠٠٠ فولت والنسبة بين ملفات الملف الابتدائي N_P إلى عدد لفات الملف الثانوي N_S تساوى النسبة بين قيمة الجهد الابتدائي V_P إلى قيمة الجهد الثانوي V_S تساوى نسبة التحويل الاسمية لمحول الجهد K_n

$$K_n = V_P/V_S=N_P/N_S$$

والملفان الابتدائي والثانوي مرتبطان مغناطيسيا من خلال قلب من شرائح الصلب السيلكونى ذات الخواص المغناطيسية الجيدة والملفان معزولان كهربيا عن بعضهما وعن القلب الحديدي وعن الأرض وقيم عزل كل منهما تتناسب مع الجهد الاسمي له ومن الطبيعي أن حجم محول الجهد يكون كبيرا إذا كان الجهد الابتدائي الاسمي له عاليا بسبب كبر حجم العازل Insulator والذي يكون غالبا من البورسيلين في الجهود العالية والفائقة ولكن في الجهود المتوسطة فانه يكون غالبا من الراتنج Cast resin وغالبا ما يتكون محمول الجهد من أكثر من قلب حديدي Core وكل قلب عليه ملفاته الابتدائية والثانوية وكل قلب وملفاته كأنه محول جهد مستقل له نسبه تحويل ومستوى دقه Accuracy Level تختلف عن الآخر حسب الاستخدام المطلوب **وتنقسم محولات الجهد حسب التكوين إلى نوعين :**

أولا : محول الجهد المغناطيسي Magnetic VT

وهو النوع التقليدى ويتكون كما ذكر سابقا من ملف إبتدائى وآخر ثانوي يرتبطان مغناطيسيا بواسطة قلب من شرائح الصلب السليكونى ونظرية عمله تشبه نظرية عمل محولات القدرة Power Transformers ونسبه التحويل الاسمية لمحول الجهد هي نسبه عدد لفات الملف الابتدائي إلى الثانوي ولكن نظرا لحدوث فقد في التيار بسبب تيار المغنطة Exciting Current I_E وبسبب مرور التيار الثانوي Secondary Current I_S نتيجة توصيل الأجهزة على الملف الثانوي لمحول الجهد ولذلك فإن نسبه التحويل الحقيقية تختلف عن الاسمية بقيمه تسمى الخطأ في نسبه التحويل Ration Error وكذلك فإن هناك خطأ في زاوية الوجه o وجهد الملف الثانوي يكون عادة ١٠٠ – ١١٠فولت .

ثانيا: محولات الجهد السعوية Capacitive Type VT

وهو يستخدم في الجهود الفائقة والعالية من ٥٠٠ ك.ف – ٢٢٠ ك.ف – ١٣٢ ك.ف وأصبح شائعا استخدام محولات الجهد السعوية لسببين الأول أنها أقل تكلفه عن محولات الجهد المغناطيسية والسبب الثاني أن المكثف Capacitor الموجود بها يؤدى وظيفة أخرى حيث يعمل في نفس الوقت كمكثف ربط Coupling Capacitor لنظام الاتصال بالموجات المحملة على خطوط نقل الطاقة Power Line Carrier PLC والذي أصبح استخدامه ضروريا لأغراض الاتصالات وربـط أجهــزة الحماية في المحطات بأجهــزة الحماية في المحطات المقابلة والذي يطلق عليه Tele Protection.

محولات الخدمة

الجهد ١١ك.ف / ٠.٤ ك.ف .– من ٥٠ – ١٠٠ ك.ف.أ

الاستخـدام

- تغذية الشاحن بالتيار المتردد
- الإنارة العامة للوحه واستخدامها
- بعض نظم الإشارات المركزية للوحة
- مراوح الشفط وأجهزة التكييف
- تستخدم في تغذية أجهزة الاختبارات

مهام محولات التيار ومحولات الجهد

أجهزة الوقاية التي تغذى من محولات التيار

- وقاية زيادة التيار over current relay
- وقاية الخطأ الأرضي الغير اتجاهي E/F
- الوقاية التفاضلية للمحولات ذات الجهود المختلفة.
- أجهزة القياس

١. ٢. أجهزة الوقاية التي تغذى من محولات الجهد فقط

- أجهزة قياس التردد Load shedding
- أجهزة الوقاية (ارتفاع وانخفاض الجهد) Over , under voltage

أجهزة الوقاية التي تغذى من محولات التيار ومحولات الجهد

- زيادة التيار الاتجاهي (Directional over current relay)
- التسرب الأرضي الاتجاهي (Earth Fault Protection relay)
- الوقاية المسافية

– موقع تركيب محولات التيار :

- كما هو مبين بالرسم ٢ – ١ يقع بين القاطع وسكينه الخط .
- وبالنسبة للجهد المتوسط يقع بين القاطع ونقطة خروج الكابل .

أجهزة القياس التي تغذى من محولات التيار ومحولات الجهد

- أجهزة قياس الطاقة الفعالة وغير الفعالة (KWH – KVARH meters)
- أجهزة قياس القدرة الفعالة والغير فعاله (KW – KVAR meters)
- أجهزة قياس معامل القدرة
- أجهزة قياس التيار –الجهـد.

٢. أجهزة الوقاية المركبة على المحولات

الوقاية الرئيسية Main **Protection** :

١- الوقاية التفاضلية	Differential
٢- الوقاية ضد التسرب الأرضي المحدد	Restricted earth fault
٣- الوقاية الغازية	Buchloze
٤- الوقاية الاتجاهية لزيادة التيار	Directional over current
٥- الوقاية ضد زيادة التيار اللحظي	Short circuit element

أولا : الوقاية الاحتياطية **Backup Protection**

٦- الوقاية ضد زيادة التيار الزمني	Over current
٧- الوقاية ضد التسرب الأرضي	Earth fault protection
٨- الوقاية ضد ارتفاع حرارة الملفات	Winding Temperature
٩- الوقاية ضد ارتفاع حرارة الزيت	Oil Temperature

مقـــــدمه

تتعرض بعض أجزاء نظم القدرة وهى المولدات والمحولات – وخطوط النقل – وخطوط التوزيع تتعرض بعض هذه الأجزاء أحيانا إلى أخطار نتيجة انهيار العزل الكهربي بين أحد الأوجه والأرضي – أو بين الأوجه وبعضها . وقد ينتج ذلك بعض الظواهر التالية :

١ – زيادة كبيرة في شدة التيار

٢ – انخفاض أو زيادة الجهد

٣ – تغير في زاوية الوجه

وبعض هذه الظواهر له تأثير على المهمات ويزداد هذا التأثير سوء كلما ازدادت فترة استمراره وتعرض المهمات له لذلك كان من الضروري أن يشمل أي نظام قدرة كهربية على نظام وقاية سريع وحساس يراقب ويقيس بصفه مستمرة أي ظواهر غير عادية مثل الزيادة في التيار أو التغير في الجهد أو التردد – وعندما يصل هذا التغير في قيمته أي قيم محددة مسبقا وموضوعة على الأجهزة – تقوم هذه الأجهزة بتمييز الجزء الذي به الخلل وعزله عن باقي أجزاء الشبكة .

ولكي يتكامل نظام الوقاية يجب أن تتوافر العناصر التالية :

١ – محـولات قيـاس تقـوم بتقليـل وتخفـيض قـيم الجهـد والتيـار إلـى القـيم التـي تناسـب أجهـزة القيـاس وأجهزة الوقاية .

٢ – أجهزة وقاية مناسبة وحساسة تعمل على تمييز الجزء الذي به الخلل وإعطاء أمر الفصل في الوقت المناسب .

٣ – قاطع تيار ذو قدرة قطع مناسبة وأجزاء ميكانيكية (ميكانيزم) سليمة ويختزن الطاقة اللازمة لعملية الفصل سواء في زنبرك – أو في صورة هواء مضغوط – أو في صورة غاز مضغوط – وتحرر هذه الطاقة الهائلة عند وصول أمر الفصل إلى القاطع فتقوم بفصل القاطع (المفتاح) في فترة زمنية قصيرة جدا .

٤ – تيار مستمر تربط أجهزة الوقاية – وأجهزة التحكم بقواطع التيار (المفاتيح) نحصل علية من البطارية وجهاز الشحن ويلاحظ أن وجود خلل في أي عنصر من العناصر السابقة قد يؤدى إلى عدم عزل الجزء الذي به القصر – ويؤدى ذلك إلى أخطار جسيمه للمهمات مثل المحولات والمولدات والخطوط . لذلك من الضروري – ومن أهم واجبات القائمين على التشغيل بالمحطات وهم مهندسو وفنيو الورادي الاهتمام والتأكد دائما من سلامه التيار المستمر وقواطع التيار حتى تضمن دائما عزل الجزء الذي يحدث به القصر . وفي حاله وجود خلل في أداء أي جزء من هذه الأجزاء لا تتردد في طلب مهندس الوقاية أو الصيانة المسئول

أجهزة الوقاية

هي أجهزة يتم تغذيتها من محولات القياس وعند حدوث التغيرات في قيم التيارات أو الجهود وعندما يصل التغير إلى القيم المضبوط عندها أجهزة الوقاية تقوم هذه الأجهزة تلقائيا قاطع التيار (المفتاح) الذي يعزل الجزء الذي به القصر .

ويتكون جهاز الوقاية عادة من :

أ – وحده قياس تقوم بقياس قيمه المتغير (تيار– جهد – تردد – ممانعة – حرارة ...) ومقارنتها بالقيمة المضبوط عليها الجهاز .

ب – نقط تلامس تقفل عندما تحدد وحدة القياس ذلك .

ج – وحدة تأخير زمني يضبط عليها الزمن الذي يراد فصل القاطع بعده.

د – أجهزة وقاية مساعدة على نقط تلامس متعددة ذات قدرة تحمل أكبر للتيار هي التي تقوم بتوصيل تيار الفصل إلى القاطع .

هـ – علامة أو راية (flag) تظهر عندما يعمل الجهاز وتنقسم أجهزة الوقاية من حيث تكوينها إلى نوعين:

١ – أجهزة وقاية كهرومغناطيسية :–

وهى التي تعتمد في عملها على التأثير المغناطيسي للتيار .

٢ – أجهزة وقاية كهرو إستاتيكية :

وهى التي تعتمد في تكوينها على الدوائر الالكترونية مثل الوحدات والترانزستور والثايرستور والدوائر المتكاملة (I.C)

وقاية المحولات

يتكون المحول من ملفات ابتدائية وملفات ثانوية ملفوفة على قلب من شرائح الصلب السليكوني ومعزولة عن بعضها وعن القلب الحديدي عزلا جيدا والجميع مغمور في الزيت داخل تانك من الصلب وتخرج أطراف المحول من سطحه العلوي من خلال عوازل من البورسلين، ويتم توصيل المحول بمهمات المحطة بواسطة كابلات أو وصلات هوائية أو وصلات معزولة بغاز SF6.

ويتعرض المحول أحيانا لحدوث قصر داخلي بين الملفات وجسم المحول – أو بين الملفات وبعضها – نتيجة انهيار عزل داخلي أو نتيجة شرخ أو كسر أحد العوازل – أو نتيجة انهيار في عزل أحد الكابلات.

لذلك كان من الضروري عمل نظام وقاية للمحولات يضمن سرعة عزل المحول عند حدوث أي خلل أو قصر به أو عند حدوث ارتفاع في درجه حرارته.

وتنقسم وقاية المحول إلى :

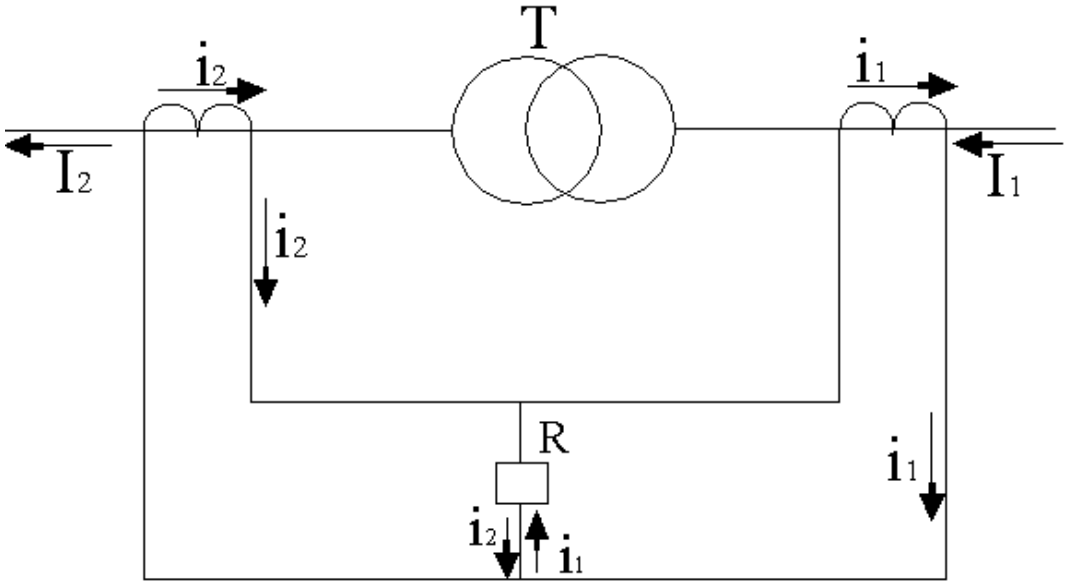
أ – وقاية رئيسية

١- الوقاية التفاضلية	Differential
٢- الوقاية ضد التسرب الأرضي المحدد	Restricted earth fault
٣- الوقاية الغازية	Buchloze
٤- الوقاية الاتجاهية لزيادة التيار	Directional over current
٥- الوقاية ضد زيادة التيار اللحظي	Short circuit element

ب – وقاية احتياطية

٦- الوقاية ضد زيادة التيار الزمني	Over current
٧- الوقاية ضد التسرب الأرضي	Earth fault protection
٨- الوقاية ضد ارتفاع حرارة الملفات	Winding Temperature
٩- الوقاية ضد ارتفاع حرارة الزيت	Oil Temperature

١ – الوقاية التفاضلية :



وهذا النوع من الوقاية موجود بجميع المحطات على اختلاف أنواعها .

شكل (٤-٣)

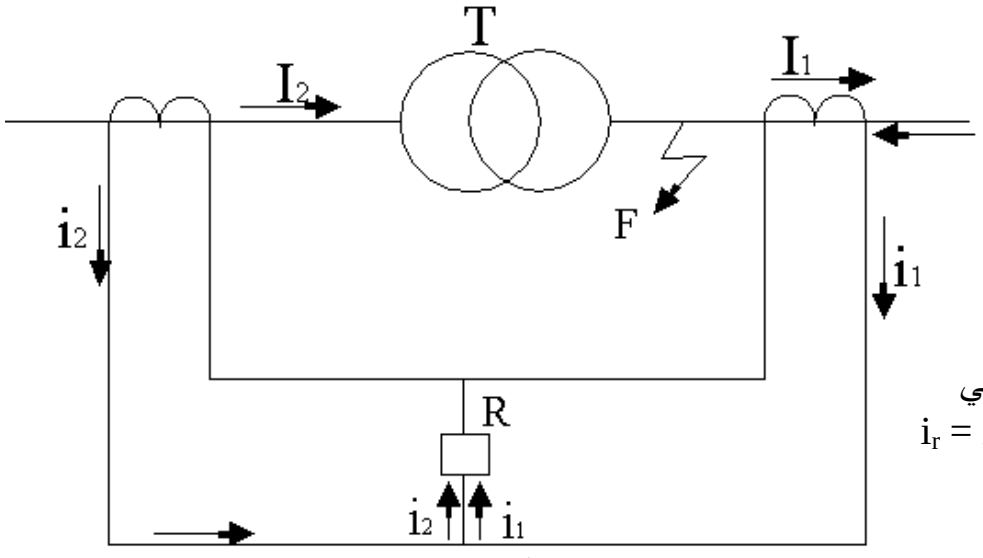
يعتمد جهاز الوقاية التفاضلية في عمله على مقارنه التيارات في جهتي المحول ١، ٢ ويكون التيار المار في الجهاز يساوى الفرق بين التيارين.

وفي حاله الاتزان يكون الفرق بين التيارين صفرا أي أن .

i_r = قيمة التيار في الجهاز = $i_1 + i_2$ = صفر

وفي حاله حدوث قصر خارجي أي خارج محولات التيار يكون التيار المار في الجهاز يساوى صفرا.

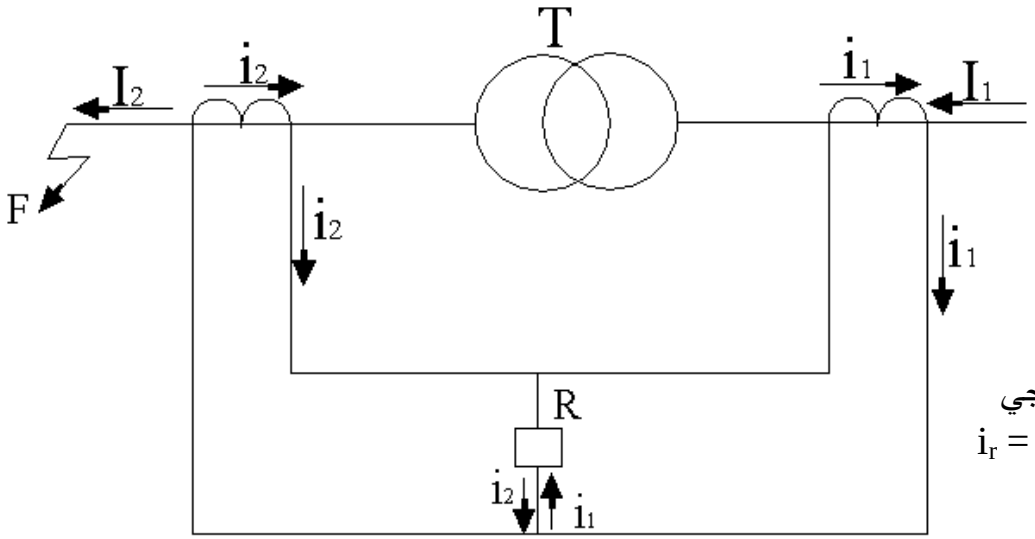
أما في حاله حدوث قصر داخلي بين محولي التيار يكون التيار المار في الجهاز ذو قيمه عالية ويعمل الجهاز ويفصل المحول .



قصر داخلي

$i_r = i_1 + i_2 = 2i$

شكل (٤-٤)



قصر خارجي

$i_r = i_1 + i_2 = 0$

شكل (٤-٥)

وواضح من الشرح السابق أن جهاز الوقاية التفاضلية للمحول يعمل في حاله حدوث قصر في المنطقة المحصورة بين محولي التيار وهى تشمل :

داخل المحول

عوازل المحول وأقواس الشرارة (arc horn)

كابلات المحول

محولات التيار من الجهتين

لذلك عند اشتغال جهاز الوقاية التفاضلية يجب المرور على المحول وفحص الأجزاء السابقة بدقة وخصوصا على نهايات الكابلات سواء على المحول أو في الخلايا .

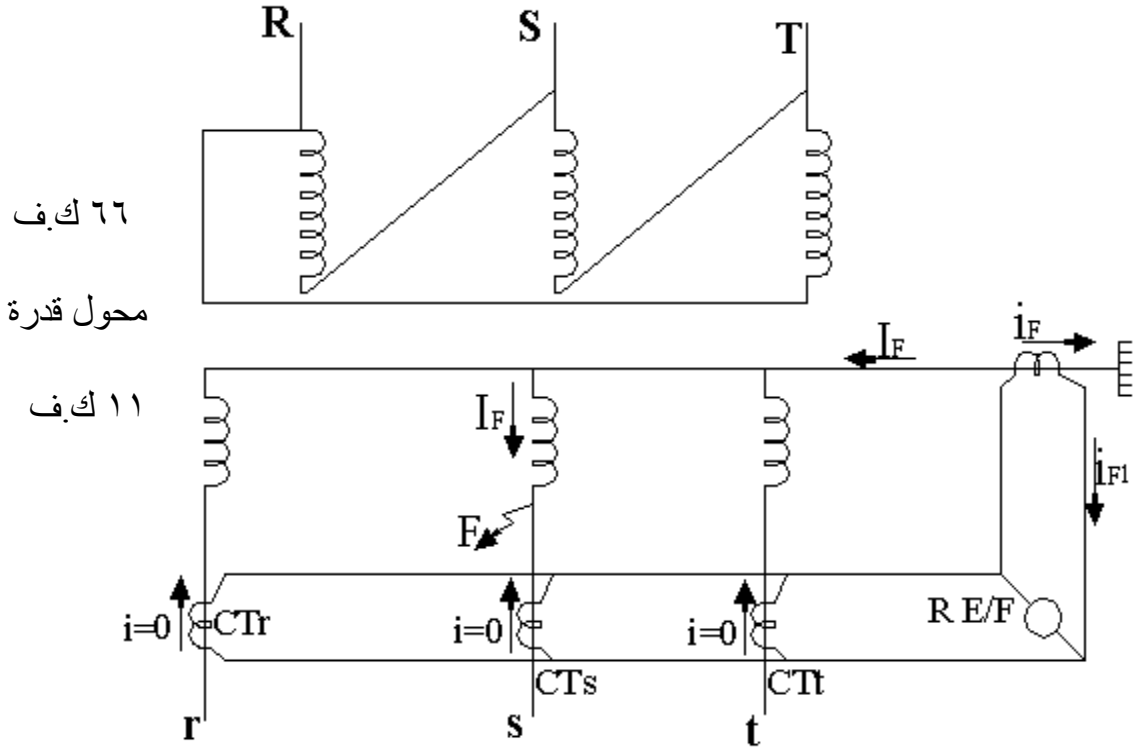
وكذلك فحص عوازل المحول – وأقواس الشرارة

وفي حاله فصل المحول بجهاز الوقاية التفاضلية ومعه جهاز الوقاية ضد زيادة التيار يخطر إعادة توصيل المحول إلا بعد العثور على مكان القصر وإصلاحه بمعرفة مسئولي الصيانة .

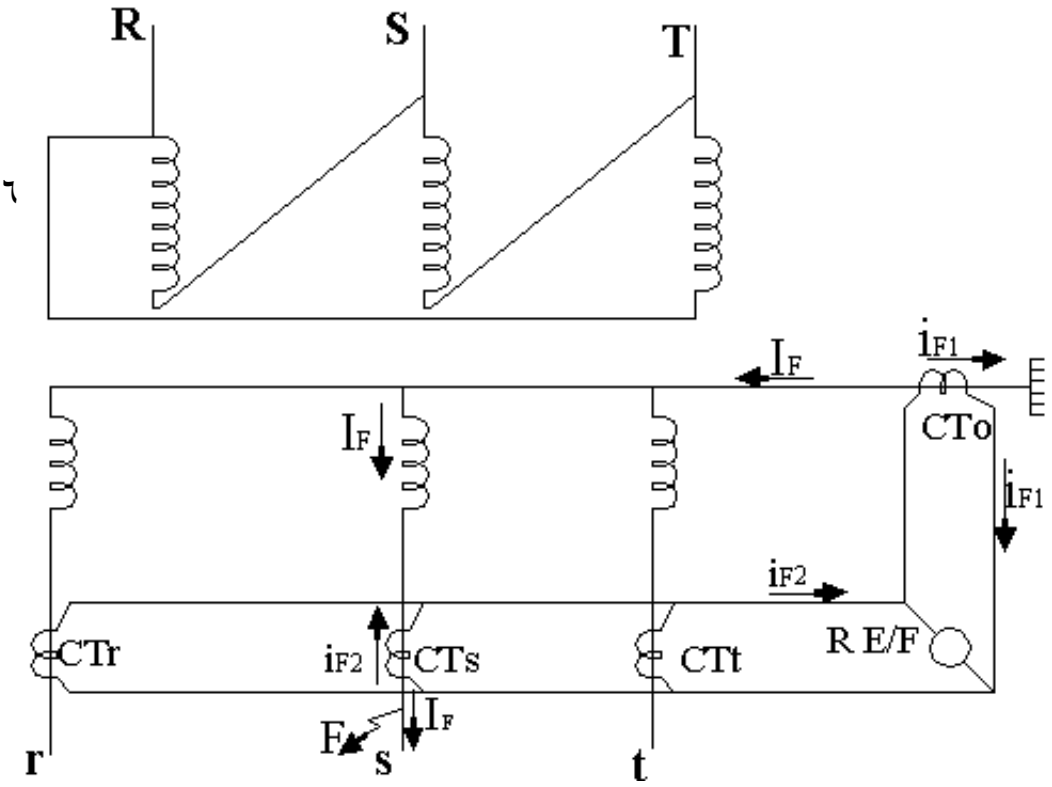
٢ – الوقاية ضد التسرب الأرضي المقيدة :

Restricted Earth Fault (REF)

هذا النوع من الأجهزة موجود بالمحطات جهد ٢٢٠/ ٦٦ /١١ ك.ف لحماية المحولات – وكذلك موجود بمحطات ٦٦/١١ك.ف من النوع الإنجليزي GEC لحماية المحولات من جهة الـ ١١ك.ف . وهذا النوع من الوقاية يشبه الوقاية التفاضلية في نظرية عمله أي أنه يعتمد على مقارنه التيارات . ولكن في هذا الجهاز لا يقارن التيارات بين جهتين المحول ولكنه يقارن التيار في محول التيار الموصل بين نقطة التعادل والأرضي مع التيار الموجود في نقطة تعادل محولات التيار على الأوجه وواضح ذلك من الرسم .



شكل (٤-٦) اتزان التيارات في حالة قصر داخلي



شكل (٤-٧) اتزان التيارات في حالة قصر خارجي

من الشكل (٤ – ٦) نجد أنه عند حدوث قصر داخلي بالمحول يمر تيار I_F من الوجه S إلى الأرض ويعود من نقطة تأريض المحول إلى الوجه S مرة ثانية ليكمل دائرته – أي أن التيار I_F مر خلال محول التيار C_{TO} ولم يمر خلال محول التيار C_{TS} وبالتالي فإن التيارات التي تؤثر على جهاز الوقاية ضد التسرب الأرضي المقيدة في هذه الحالة هي I_{F1} فقط دون وجود أي تيارات أخرى تتعادل معه . وفي هذه الحالة يشتغل الجهاز ويفصل المحول .

أما في الشكل (٤– ٧) الذي يمثل قصر خارجي (على أحد المغذيات مثلا) بينه وبين الأرضي – فإن تيار القصر I_F في هذه يمر في محول التيارات التي تؤثر في جهاز الوقاية ضد التسرب الأرضي المقيد I_{F1} ، I_{F2} وهما متساويتان في القيمة ومتضادتان في الاتجاه فلا يمر في الجهاز أي تيار ولا يعمل الجهاز

الخـــلاصة :

ممـا سبـق يتضح أن جهاز الوقاية ضـد التسرب الأرضي المقيد يركب فقط على المحولات من جهة (Star) النجمة المؤرضة وهو يشعر بأي قصر على الأرضي في المنطقة المحصورة بين مـحولات التيار (C_{Tr}, C_{Ts}, C_{Tt}) وبين محول التيار C_{TO} وهى :

١ – داخل المحول (الملفات الموصلة بنجمه فقط)

٢ – عوازل المحول من جهة النجمة Star المتصلة بالأرض

٣ – كابلات المحول من جهة النجمة Star المتصلة بالأرض

٤ – محولات التيار من جهة النجمة Star المتصلة بالأرض

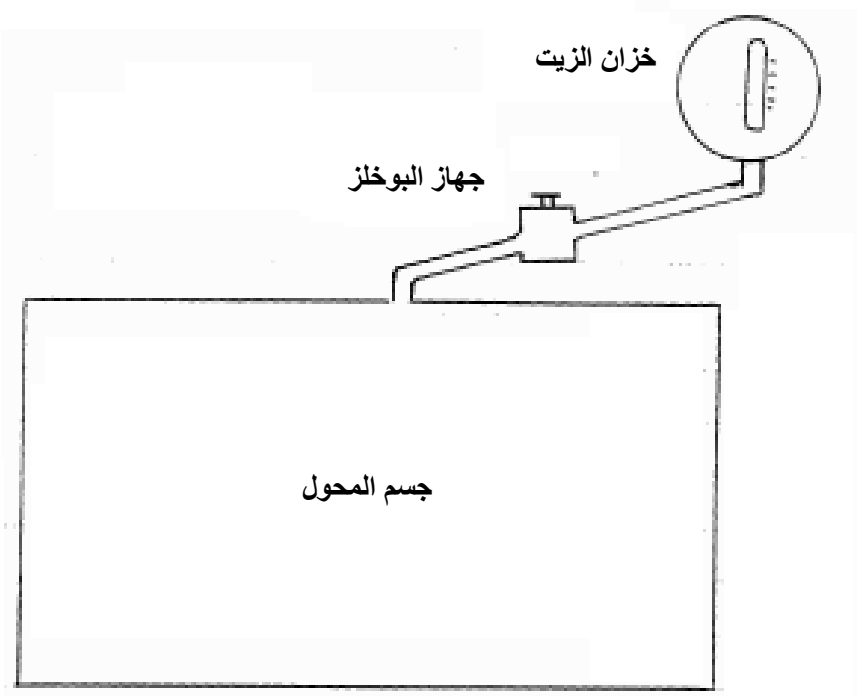
ويعمل الجهاز عند حدوث قصر داخل هذه المنطقة بين أحد الأوجه والأرضي ، ووجهين والأرضي، أما في حالة حدوث قصر بين الثلاث أوجه والأرضي فلا يعمل الجهاز وذلك لاتزان التيارات في الملفات مع التيار المار بنقطة التعادل، كذلك لا يعمل الجهاز في حال حدوث قصر خارج المنطقة سواء بين الأوجه أو بين أحد الأوجه والأرضي

لذلك إذا كنت مسئولا عن محطة محولات ١١/٦٦ك.ف يركب بها أجهزة وقاية ضد التسرب الأرضي المقيدة، واشتغل هذا الجهاز فيجب أن تعلم أن هذا الجهاز مركب لحماية ملفات المحول الموصلة نجمه Star مع الأرضي وهى في هذه الحالة ملفات المحول من جهة ١١ك.ف فقط وليس له علاقة بملفات المحول أو عوازل المحول من جهة ٦٦ك.ف لذلك يجب أن تبحث جيدا عن مكان القصر سواء على عوازل المحول من جهة ١١ك.ف أو كابلات المحول من جهة ١١ك.ف أو محولات التيار الخاصة بالمحول من جهة ١١ك.ف – أو داخل المحول .

وفي حاله فتح السكينة التي توصل نقطة تعادل المحول (Neutral Point) مع الأرضي يلغى عمل جهاز الوقاية ضد التسرب الأرضي المقيد

٣ – الوقاية الغازية

تعتبر الوقاية الغازية من أكثر الوقايات فعالية للحماية من وجود شرارة داخل المحولات – ولما كان حدوث شرارة داخل المحول يصحبه تحلل في زيت المحول ينتج عنه بعض الغازات فقد اعتمدت نظرية عمل جهاز الوقاية الغازية (البوخلز) على تواجد هذه الغازات – التي في حاله وجودها يعمل جهاز البوخلز إنذار – ثم إذا استمرت كمية الغازات في الزيادة يفصل المحول .



شكل (٤–٨)

ويركب جهاز البوخلز على الماسورة الموصلة بين خزان الزيت Conservator tank وبين المحول، كمـا هو موضح بشكل (٤– ٨)

ومن الشكل نجد أن جهاز البوخلز عبارة عن تجويف به عوامتان – وعندما يكون الجهاز ممتلئا بالزيت فإن كلا من العوامتين تكون طافية ولا يعمل الجهاز

أما في حاله نقص الزيت فإن إحدى العوامتين وهى الخاصة بالإنذار لا تكون طافية وبالتالي تقفل نقط التلامس الخاصة بها وتعطى إنذار بالمحطة .

وإذا زاد الانخفاض في مستوى الزيت فإن العوامة الثانية تهبط هي الأخرى وتقفل نقط التلامس الخاصة بها ويفصل المحول من الجهتين .

كذلك عند وجود غازات بالمحول فإن هذه الغازات تتصاعد إلى أعلى ونتيجة وجود زاوية ميل للماسورة المركب عليها البوخلز فإن هذه الغازات تتجمع في جهاز البوخلز من أعلاه وتضغط شيئا فشيئا على العوامة الأولى والخاصة بالإنذار فتسبب هبوطها وتعطى إنذارا – وإذا استمرت الغازات المتجمعة في الزيادة فإنها تضغط على العوامة الثانية وتهبط وتسبب فصل المحول .

الخـلاصـة :

أن جهاز البوخلز يعمل في الحالتين الآتيتين :

١ – عند نقص زيت المحول بحيث يفرغ الزيت من خزان الزيت .

٢ – عند وجود غازات أو أبخرة داخل المحول .

وعند اشتغال جهاز البوخلز اتبع الآتي:

١ – المرور على المحول والتأكد من أن مستوى الزيت بخزان الزيت في الحدود المسموح بها.

٢ – التأكد من الصمام (البلف) الموجود بين خزان الزيت وبين المحول مفتوحا .

٣ – عند التأكد من أن مستوى الزيت طبيعى والصمام مفتوح يجب الاستعانة بمسئولي صيانة المحولات لعمل الآتي:-

أ- فتح مخرج الغازات وتجربة إمكانية اشتعال الغازات فإن كانت هذه الغازات غير قابله للاشتعال فإنها ربما كانت هواء أو بخار زيت نتيجة زيادة أحمال المحول

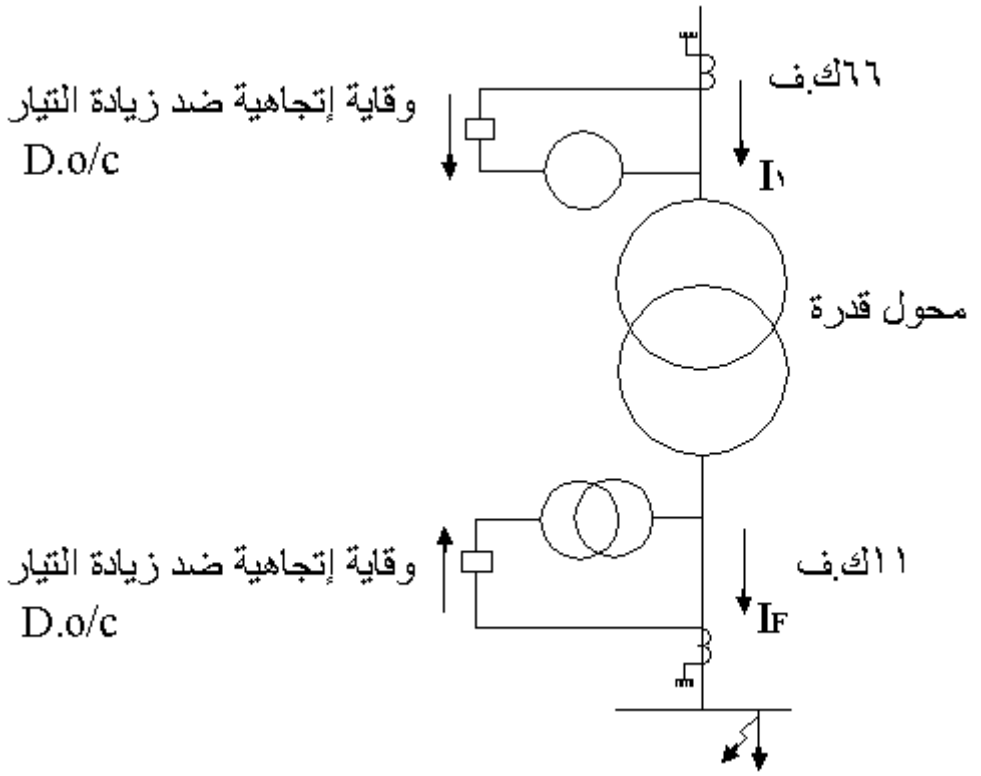
ب- إذا اشتعلت الغازات الناتجة فإن ذلك يعنى أن هناك شرارة حدثت داخل المحول ويجب فحص المحول من الداخل

هو عبارة عن جهاز وقاية ضد زيادة التيار يقترن في عمله بوحدة تحديد اتجاه التيار – ولا يحدث الفصل بواسطة هذا الجهاز إلا إذا تحقق الشرطين معا وهما :-

١- حدوث زيادة في التيار على القيمة المضبوط عليها الجهاز

٢- أن يكون اتجاه التيار في اتجاه التيار المحدد لعمل الجهاز وفي الغالب تعمل جميع الأجهزة الاتجاهية عندما يكون التيار خارجا من قضبان التوزيع .

ويقوم الجهاز بمعرفة اتجاه التيار بمقياس الزاوية بينه وبين الجهد – لذلك يغذى الجهاز من محولات التيار ومن محولات الجهد



شكل (٤-٩)

في شكل (٤-٩) نجد أن كلا من الجهازين مركب لحماية المحول – لذلك فان اتجاه عمل كل منهما هو عندما يكون التيار داخلا إلى المحول سواء من جهة ٦٦ك.ف. – أو من جهة ١١ك.ف.

وواضح أنه عندما يحدث قصر على أحد المغذيات جهد ١١ك.ف التي تغذى من المحول – فإن جهاز الوقاية الاتجاهية المركب على المحول من جهة ١١ ك.ف لا يعمل – لأن التيار في هذه الحالة يكون خارجا من المحول من جهة ١١ ك.ف

ولكن جهاز الوقاية الاتجاهية المركب جهة ٦٦ك.ف هو الذي يعمل – لان التيار في هذه الحالة داخلا إلى المحول.

٥- الوقاية ضد زيادة التيار اللحظية Instantaneous element

وهذا النوع من الأجهزة مركب على المحولات جهد ٦٦/٢٢٠ ك.ف من الجهتين

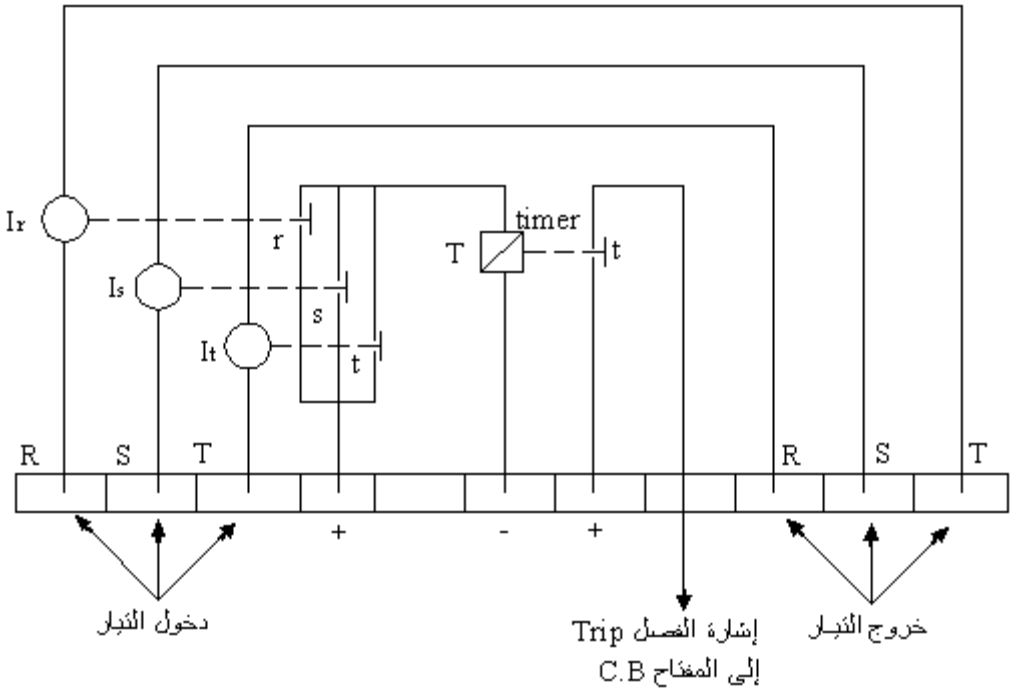
والجهاز هو عبارة عن جهاز وقاية ضد زيادة التيار يتم ضبطه على تيار عالية يتم حسابها بحيث تساوى تيار القصر على قضبان التوزيع التي يغذيها المحول – وعندما يحدث قصر وتصل قيمة التيار إلى القيمة المضبوط عليها الجهاز – فإن الجهاز يعمل ويفصل المحول لحظيا أو بزمن صغير جدا (وأقل من ٠.١ ثانية)

٦- الوقاية ضد زيادة التيار Over Current

وهذا النوع من أكثر أجهزة الوقاية انتشار حيث أنه في الغالب يستعمل كوقاية احتياطية لمعظم المهمات سواء كانت مولدات أو محولات أو خطوط نقل، كما يستعمل كوقاية أساسية لخطوط التوزيع وهى مغذيات ١١ك.ف

ويضبط الجهاز على قيمة تيار تتناسب مع التيار الاسمي للمحول وفي الغالب يضبط على ١٢٠ % من هذا التيار - فإذا زادت قيمة التيار المحول عن هذه القيمة – فان الجهاز يعمل ويبدأ جهاز التوقيت الزمني TIMER في العمل حتى يمر الزمن المضبوط عليه الجهاز ثم يعطى إشارة الفصل للمحول والنوع السابق من أجهزة الوقاية ضد زيادة التيار يسمى النوع ذو الزمن الثابت – أي أنه يفصل بزمن ثابت ليس له علاقة بقيمة التيار- طالما وصلت قيمة التيار إلى القيمة التي يعمل عندها الجهاز

وهناك نوع آخر من أجهزة الوقاية ضد زيادة التيار ليس له زمن ثابت ولكن قيمة الزمن تتناسب عكسيا مع شدة التيار فمثلا عند قيمة التيار ١.٣ أمبير يكون زمن الفصل ٣٠ ثانيةعند قيمة التيار ١٠ أمبير يكون زمن الفصل ٣ ثانية



شكل (٤-١٠) رسم مبسط لجهاز وقاية ضد زيادة التيار ذو الزمن الثابت

ومن الشكل (٢-١٠) نرى أنه عند حدوث زيادة في تيار أحد الأوجه R أو S أو T فإنه يقفل نقط التلامس المقابلة له t, s, r وهى متصلة مع بعضها على التوازي وإذا قفلت أي نقطة منها توصل التغذية الموجبة + إلى جهاز التأخير الزمني Timer الذي يبدأ في العمل وبعد مرور الزمن المحدد يقفل نقط التلامس t الذي ينقل التغذية + إلى نقطة الفصل trip المتصلة بملفات الفصل في قاطع التيار (المفتاح) فيفصل

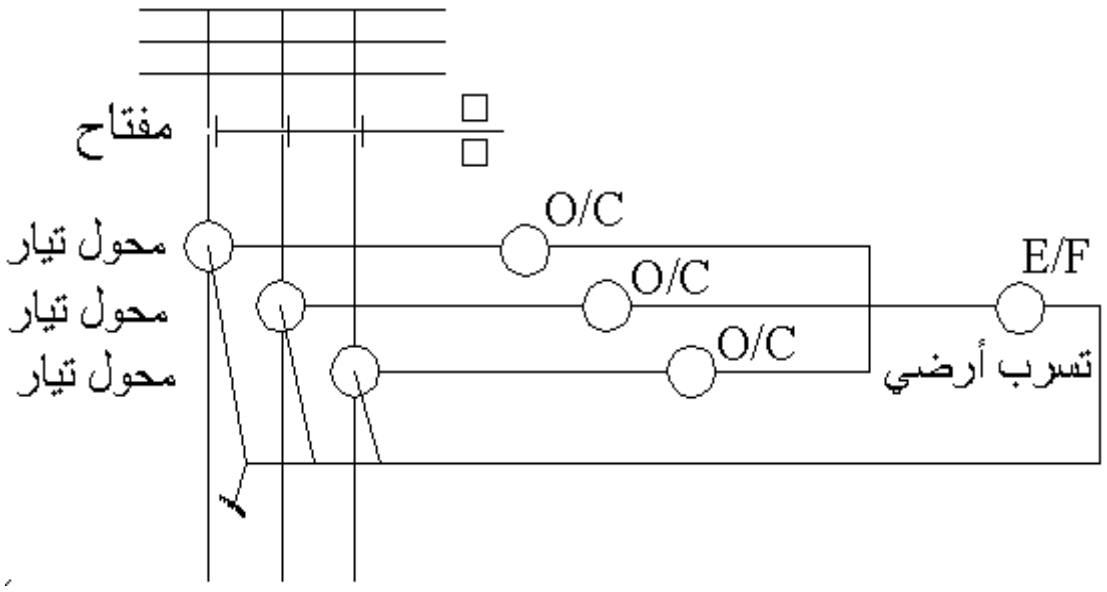
وهذا الجهاز مركب بالمحطات على مغذيات ١١ك.ف وعلى المحولات من جهة ١١ك.ف إذا كانت ملفاتها موصله بنجمه star ومتصلة نقطه تعادلها بالأرضي – أي مؤرضة – إذا كان الجهاز من النوع الذي يعمل بالتيار.

أما إذا كانت ملفات المحول من جهة ١١ك.ف موصله Δ دلتا – فيركب لها نوع أخر من أجهزة الوقاية ضد تسرب الأرضي يعمل بالجهد

٧ – ١ أجهزة الوقاية ضد التسرب الأرضي التي تعمل بالتيار

وهى تشبه في تركيبها ونظرية عملها أجهزة الوقاية ضد زيادة التيار ولكن تختلف عنها في طريقة توصيلها بمحولات التيار – فبينما يوصل جهاز الوقاية ضد زيادة التيار مباشرة على الملفات الثانوية لمحولات التيار لكل وجه – نجد أن جهاز الوقاية ضد التسرب الأرضي – يوصل بين نقطة تعادل محولات التيار وبين الأرضي – كما يتضح ذلك من شكل (٢-١١)

وأجهزة الوقاية ضد التسرب الأرضي التي تعمل بالتيار أيضا لها نوعان الأول ذو الزمن الثابت – والثاني ذو الزمن الذي يتناسب عكسيا مع شدة التيار .



شكل (٤-١١)

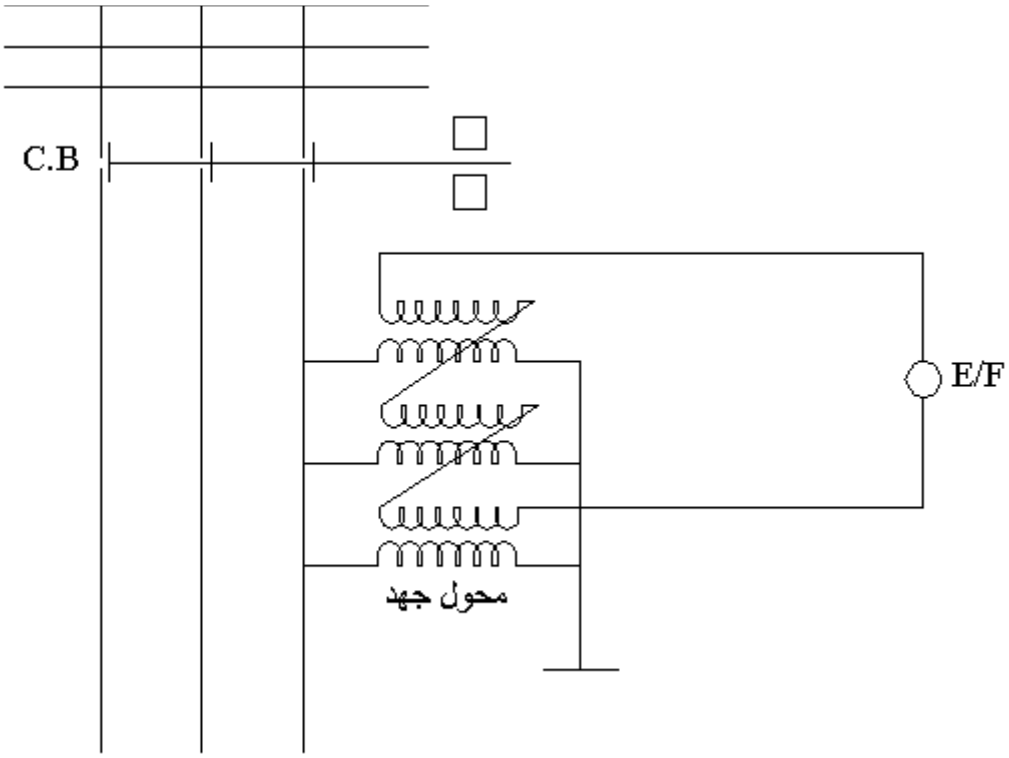
٧ – ٢ أجهزة الوقاية ضد التسرب الأرضي التي تعمل بالجهد :

عندما تكون ملفات المحول من جهة ١١ك.ف موصله Δ دلتا أو تكون نجمه λ star غير مؤرضة فإنه في هذه الحالة عند حدوث قصر بين أحد الأوجه والأرضي لا يمر تيار لان الملفات معزولة عن الأرضي ولذلك لا يمر تيار لان الملفات معزولة عن الأرضي ولذلك فإن أجهزة الوقاية ضد التسرب الأرضي التي تعمل بالتيار لا تصلح .

ولذلك تستخدم في هذه الحالة أجهزة الوقاية ضد التسرب الأرضي التي تعمل بالجهد .

ونظرية عمل هذه الأجهزة أنه مجموع جهود الثلاثة أوجه تساوى صفرا عندما لا يكون هناك قصر مع الأرضي – وفي حاله وجود قصر مع الأرضي فإن محصله الجهود الثلاثة يكون لا قيمه .

فإذا وصل جهاز الوقاية ضد التسرب الأرضي مع ملف الدلتا المفتوحة Open Delta لمحول جهد فإنه عند حدوث قصر بين أحد الأوجه والأرضي تكون هناك قيمه للجهد على أطراف ملفات الدلتا المفتوحة تؤدى إلى أن يعمل الجهاز .



شكل(٤-١٢)

جهاز وقاية ضد التسرب الأرضي يغذى من ملفات الدلتا المفتوحة لمحول الجهد

٨ - الوقاية ضد ارتفاع حرارة الملفات Winding temperature

يعتمد هذا الجهاز في عمله على قياس درجه زيت المحول مع الأخذ في الاعتبار قيمه الأحمال التي يغذيها المحول .ويتم ذلك بواسطة انتفاخ به غاز ذو معامل تمدد حراري مرتفع – هذا الانتفاخ مغمور في زيت المحول ويحيط به ملف يغذى من محولات تيار داخل المحول يمر بها تيار يتناسب مع حمل المحول يعمل على تسخين الانتفاخ بقيمه تتناسب مع حرارة الزيت ومع حمل المحول.

وجهاز الوقاية ضد ارتفاع حرارة الملفات يكون مركبا على جسم المحول وله مؤشر يقيس درجه حرارة الملفات – وله أربع نقط تلامس يمكن ضبط كل منها على قيم مختلفة .

وفي العادة يتم تخفيض نقط التلامس الأولى لتشغيل المرحلة الأولى من المراوح ويضبط على حرارة من ٥٥ – ٦٠ م

ونقط التلامس الثانية لتشغيل المرحلة الثانية من المراوح وتضبط على حرارة – ٦٥ م.

ونقط التلامس الثالثة لتعطى إنذار بارتفاع حرارة الملفات وتضبط على حرارة ٨٥م.

ونقط التلامس الرابعة لتعطى إشارة فصل المحول وتضبط على حرارة ١٠٠م.

وعندما يعمل هذا الجهاز ويعطى إشارة بارتفاع حرارة الملفات يجب سرعة المرور على المحول والتأكد من الآتي :

١- أن جميع المراوح تعمل – وفي حاله توقفها يجب البحث عن سبب ذلك وإصلاحها – وغالبا ما يكون مفتاح التغذية مفصولا – أو سويتش نوع التشغيل موضوع على فصل أو لا توجد تغذية ٣٨٠ فولت، وإذا تعذر عليك تشغيل المراوح اتصل فورا بالمعمل المسئول.

٢- التأكد من أن صمامات توصيل زيت المحول إلى المشع الحراري (السربنتينات) مفتوحة وغير مغلقة

٣- التأكد من أن أحمال المحول في الحدود المسموح بها وإذا تأكدت أن المراوح تعمل بانتظام وأن صمامات المشع الحراري مفتوحة– وأن ارتفاع حرارة المحول نتيجة لارتفاع حرارة الجو وارتفاع الأحمال – عليك الاتصال بمركز التحكم وتخفيف أحمال المحول.

وكقاعدة عامة يجب على مراقب الوردية بمحطة المحولات أن يسجل حرارة المحول بصفة دورية كل ساعة ويتأكد باستمرار أن الحرارة في الحدود المسموح بها – وأن يلاحظ دوران المراوح إذا تعدت حرارة الملفات ٦٥ م، وأن يقارن حرارة الزيت في المشع الحراري (السربنتينا) وفي داخل المحول يوضع يده على كل منهما للتأكد من أن دورة الزيت سليمة وأن الصمامات مفتوحة.

٩- الوقاية ضد ارتفاع حرارة الزيت Oil Temperature

ويعتمد هذا الجهاز في عمله على قياس درجة حرارة الزيت بواسطة انتفاخ حراري به غاز ذو معامل تمدد حراري مرتفع – ويوضع هذا الانتفاخ في البقعة الساخنة للمحول Hot Spot ويقيس درجة حرارة الزيت.

والجهاز يركب على جسم المحول وله مجموعتين من نقط التلامس.

الأولى تعطى إنذار بارتفاع حرارة الزيت وتضبط على درجة حرارة ٨٠ م.

والثانية تعطى إشارة فصل للمحول وتضبط على ٩٥ م

وعندما يعمل الجهاز ويعطى إنذار بارتفاع حرارة الزيت يجب المرور على المحول والتأكد من دوران المراوح ومن أن صمامات المشع الحراري مفتوحة ومن أن المحول في الحدود المسموح بها كما سبق في حاله ارتفاع حرارة الملفات .

مانعات الصواعق Surge Arrestors

وهى عبارة عن مقاومة غير خطية أي أنها لا تخضع لقانون أوم ومنها نوعين الأول السيليكونى والثاني الزنكى والثانى أكثر استعمالا في الضغوط العالية وتعتمد نظرية استخدامها أنها في حالة التشغيل العادية تمثل المانعة كمقاومة لانهائية وبزيادة الجهد عن الجهد المقنن نتيجة الظواهر العابرة (الصواعق الكهربية – الفصل والتوصيل) تبدأ قيمة المقاومة في النقصان السريع تسريب هذه الشحنة إلى الأرض ثم تعود الى حالتها الطبيعية (مقاومة لانهائية) – المقاومة تتناسب عكسيًا مع الجهد –

التيار المستمر " البطاريات وأجهزة الشحن "

ومصدر التيار الكهربي المستمر في المحطات هي البطاريات التي تشحن بواسطة أجهزة شحن تقوم بتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر .

والتيار المستمر في غاية الأهمية إذ يستخدم في توصيل وفصل القواطع والسكاكين وفي تغذية نظام والاتصالات ونظام الإنذار ونظام إطفاء الحريق والإضاءة الاضطرارية وغيرها لذلك كان من الأهمية توفير مصادر تبادلية للتيار المستمر وحاليا يتم استخدام بطاريتين وثلاثة أجهزة شحن في كل محطة.

الشاحن

تحويل التيار المتردد ٣٨٠/٢٢٠ فولت إلى تيار مستمر ١١٥ أو ١٠٠ فولت سعه ١٠ إلى ٦٠ أمبير/ساعة ، و٢٢٠ فولت سعة ٢٣٠ أمبير/ساعة.

الاستخدام:

- **تغذية مهمات اللوحة من أجهزة وقاية وتحكم بالتيار المستمر وإشارات وإنذار .**
- **يقوم بتعويض البطاريات عن طريق الشحن (بطيء – سريع)**

البطاريات

البطاريات (قلوية أو حمضية) هيدروكسيد بوتاسيوم / حمض كبرتيك وتتكون من عدد من الأعمدة

مثال : ٩٢ عمود جهد العمود الواحد ١.٢ ف

- كثافة المحلول ١.٢١ – ١.١٩ مم / سم^{٣}
- جهد البطارية ١١٠.٤ فولت
- سعة البطارية ١٠٠ أمبير/ساعة
- احتياطي البطارية ٥ أعمدة

في حالة التشغيل العادية يعتمد في تغذية اللوحة بالتيار المستمر على الشاحن . وفي حاله حدوث الفصل التلقائي للقواطع يعتمد في تغذية دوائر التحكم والوقاية للقواطع على البطارية .

أنواع الشحن للبطارية

- بطيء في التشغيل العادي من ٠.٥ – ١ أمبير
- سريع من ١٠ – ٣٠ أمبير
- شحن بطيء بعد أعمال الصيانة من ١ – ١٠ أمبير

أنواع الصيانة على البطارية

صيانة جسيمه دورية مرتين أو مره واحدة سنويا:

- يتم تغير المحلول بمحلول أخر مطابق للمواصفات .
- تفريغ كامل للبطارية لمدة ٨ ساعات ثم إعادة الشحن لمده ٨ ساعات .
- يتم تسجيل تيار وجهد التفريغ ثم يبدأ الشحن لمدة ٨ ساعات أخرى والتسجيل لتيار الشحن وجهد البطارية إلى أن نصل إلى أفضل كفاءة للبطارية .
- يتم تغير الأعمدة التالفة أثناء أعمال الصيانة .
- يتم قياس جهد كل عمود والكثافة بحيث تكون في الحدود المسموح بها .

صيانة دورية روتينية كل شهر:

- تتم هذه الصيانة والبطارية في التشغيل
- نعمل مرور على الأعمدة لتغير التالف منها ونعمل لها نظافة ونضع فزلين على الأقطاب حتى لا تتأكسد

فحص دوري أسبوعي

نفصل الشاحن لمده ساعتين ونوصل البطاريات على الشحن السريع لمده ساعتين ثم مراقبه النتائج.
يتم تسجيل الصيانة الجسيمة والصيانة الدورية والفحص الدوري في سجلات البطاريات في اللوحة (كثافة العمود – جهد العمود – رقم العمود)

صيانة شهرية

- افصل الشاحن وحمل المحطة على البطارية
- سجل الجهد الكلى للبطارية في كارت الصيانة
- افحص الجدار الخارجي للأعمدة وفي حالة وجود شرخ أو تسريب للمولد يتم تغيير العمود المسبب لذلك
- راجع مستوى المحلول وسجل كثافة وجهد كل عمود في كارت الصيانة
- التأكد من الوصلات
-

صيانة أسبوعية

بدون فصل الشاحن

- افحص أطراف البطارية وإزالة أي أملاح عليها بواسطة الماء المقطر
- تنظيف البطارية من الأتربة
- التأكد من أن الغطاءات التهوية الخاصة بالبطاريات في وضعها الصحيح
- تنظيف أرضية غرفة البطارية.

دوائر المنع Interlock Circuits

وهو نظام يمنع التشغيل الخاطىء الذي قد يؤدى إلى أضرار بالشبكة أو العاملين وعلى سبيل المثال :
عندما تكون إحدى سكاكين القضبان QL2 موصلة والقاطع QF موصلا وسكينة الخط QL موصلة يمنع فصل أي من السكاكين QL2 (سكينة القضبان الثانية) QL (سكينة الخط) وذلك لتلاقى حدوث شرارة على سكينة حيث أنها غير مصممة لإطفاء الشرارة.
يمنع توصيل سكينة الخط QL إذا كانت سكينة الأرضي QE موصلة
يمنع توصيل سكينة القضبان QL1 لأي مغذى إذا كانت سكينة القضبان الأخرى QL2 لنفس المغذى موصلة ورابط القضبان العرضي مفصول

نظام الإنذار Alarm System

وهو يتكون من خلية محلية للإنذار Local Alarm Panel تتصل بنظام الوقاية وباقي عناصر المحطة عن طريق دوائر الإنذار وهى مزودة بإشارات بيان ضوئية وبإنذار صوتي وعندما تحدث أي ظاهرة غير عادية يعمل الجهاز.

ومن الإشارات الخاصة بنظام الوقاية ما يلى:

Protection Trip	- اشتغال أحد أجهزة الوقاية
Protection Fault	- تعطل أحد أجهزة الوقاية
D.C Failure	- انقطاع التغذية بالتيار المستمر عن أي جهاز وقاية
Protection Under Test	- وضع أي جهاز وقاية على وضع اختبار
Trip Circuit Faulty	- وجود خلل بدائرة القطع بأحد القواطع

وذلك إضافة إلى الكثير من إشارات الإنذار الخاصة بالمحولات والخلايا الكهربائية وكل جزء في المحطة . وعند صدور أي من هذه الإشارات فإن نظام الإنذار يعمل وتضاء الإشارة الضوئية على خليه الإنذار بالمحطة مبينه نوع الخلل والعنصر الذي به الخلل وفي نفس الوقت ترسل نفس الإشارة إلى مركز التحكم المختص عن طريق نظام الاتصالات .

أولا:تشغيل المحولات على التوازي Transformer Operating In Parallel

الشروط الواجب الالتزام بها لتوصيل محولين أو أكثر على التوازي

١. المجموعة الاتجاهية Vector group

من المناسب استخدام محولات لها نفس المجموعة الاتجاهية ليمكن توصيلها على التوازي. كذلك يمكن لبعض المحولات ذات المجموعات الاتجاهية المختلفة أن يتم

توصيلها على التوازي طبقا للحالات الآتية:

إذا كانت المحولات لها نفس المجموعة الاتجاهية، مثلا محولين لهما نفس المجموعة الاتجاهية Yd11, Yd11 فيتم توصيلهما كما في شكل (٤-١)

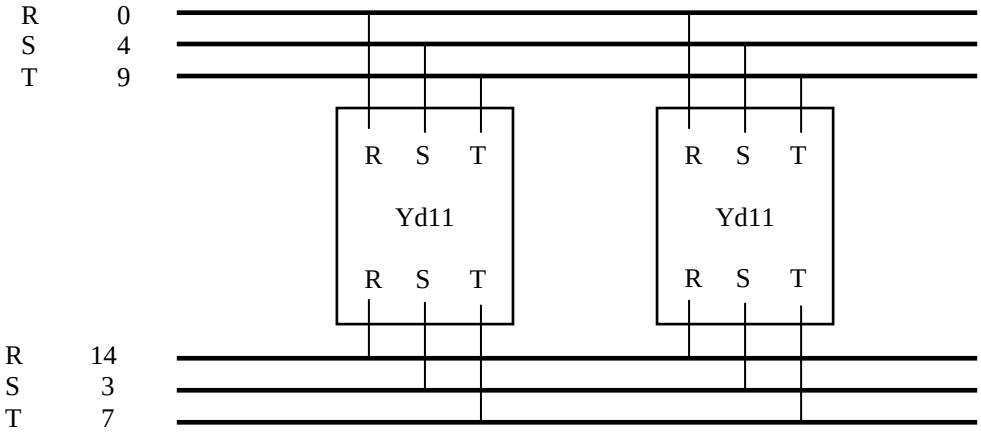
إذا كانت زاوية الاختلاف ١٢٠° أي محولات لها مجموعة اتجاهية Yd1, Yd5, Yd9 فيتم توصيل الملفات الابتدائية للمحولات بنفس النظام بينما يتم تغيير الملفات الثانوية للمحولات كما في شكل(٥-٢)

إذا كانت زاوية الاختلاف ٦٠° أي محولات لها مجموعة اتجاهية :
Yd1, Yd3, Yd5, Yd7, Yd9, Yd11 فيتم تغيير توصيلات الملفات الابتدائية وكذلك الثانوية كما في شكل (٥-٣)

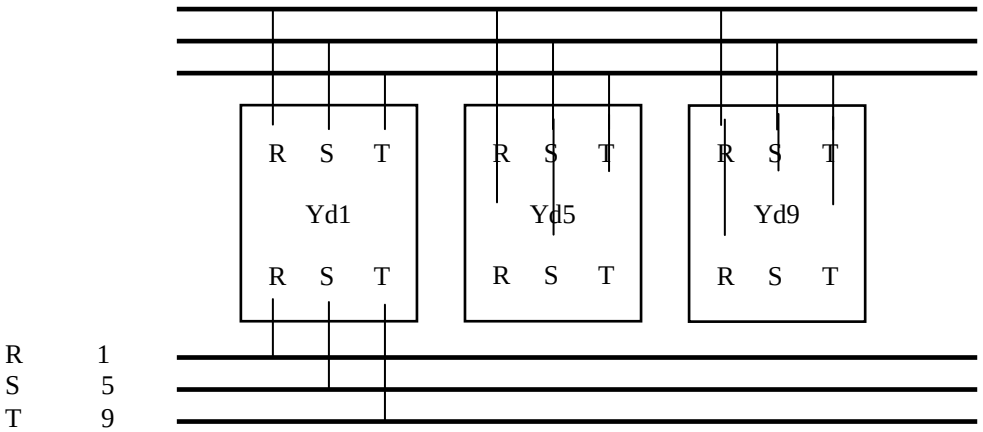
شكل (٥-٤)أ يوضح الطرق المختلفة لتوصيل محول Yd11 مع محولYd5

بينما شكل (٥-٤)ب يوضح الطرق المختلفة لتوصيل محول Yd5 مع محول Yd11

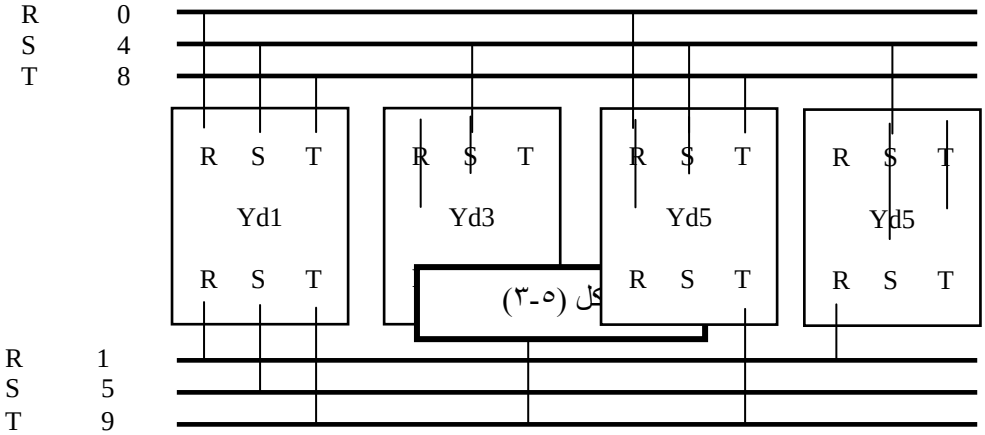
الباب الخامس
نظم تشغيل الشبكة الكهربية



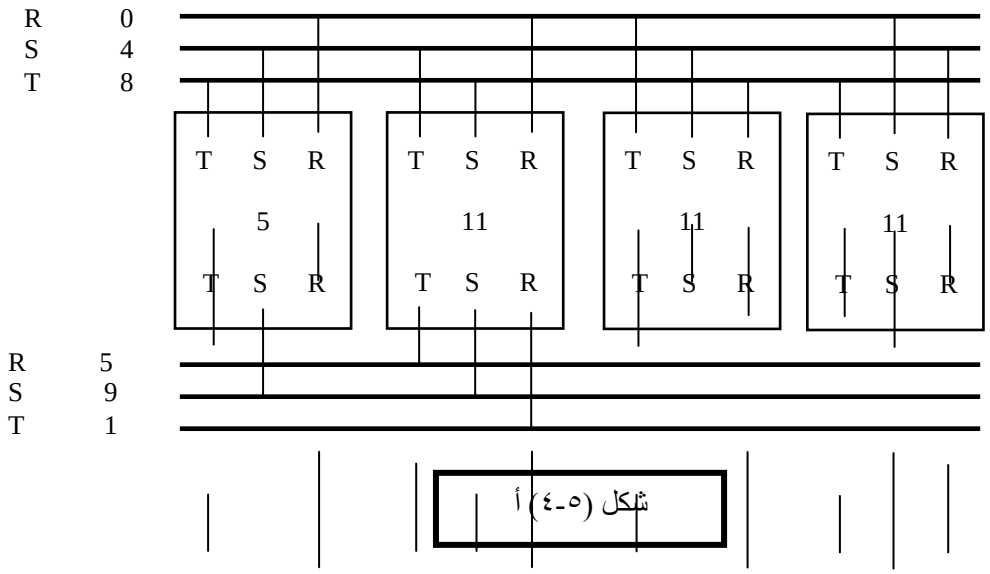
شكل (٥-١)



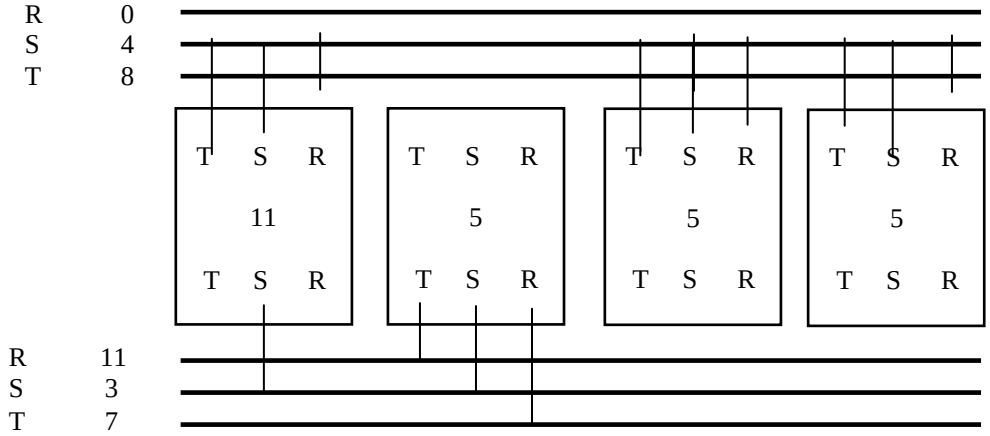
شكل (٥-٢)



شكل (٥-٣)



شكل (٥-٤) أ



شكل (٥-٤) ب

٢. نسبة التحويل وحدود مغير الجهد Turns Ratio

عند تساوي معاوقة الجهد (Impedance Voltage) لمحولين متوازيين فإن الحمل الكلي يتوزع بينهما مباشرة بنسبة قدرة كل منهما، ويتوزع عكسيا بنسبة معاوقة الجهد، عند تساوي جهد المدخل على المحولات المتصلة على التوازي، بينما يكون جهد المخرج غير متساوي (باختلاف نسبة التحويل فيهما اختلافا ضئيلا)، فإن تيار تعادلي (Equalizing Current) يمر في كل من المحولين، ولا يعتمد هذا التيار على تيار الحمل، أو على طريقة توزيع الأحمال، مع ملاحظة أن التيار التعادلي يمر بالمحولين في حالة اللاحمل أيضا. عند تشغيل المحول وتحميله، فإن تيار الحمل يضاف إتجاهيا إلى تيار التعادل وتكون المحصلة أكبر من تيار الحمل إذا كان معامل قدرة الحمل حثيًا (Inductive)، وكان جهد الملف الثانوي مرتفعا نسبيا (في المحول الذي نسبة تحويله أعلى)، وتقل المحصلة إذا كان جهد الملف الثانوي منخفضًا (في المحول ذي نسبة التحويل الأقل)، يجب مراعاة أنه عند تغيير خطوة مغير الجهد فإن جهد المعاوقة (Impedance Voltage) يتغير، ولذلك يجب مراعاة وضع المحولات المتوازية على نفس الخطوة

٣. جهد المعاوقة Impedance Voltage

يجب ألا يزيد جهد المعاوقة للمحول المفرد (من مجموعة متصلة على التوازي) عن ±١٠% من متوسط قيمة المعاوقة للمحولات المتصلة على التوازي فإذا كانت:

- $S_{N1}, S_{N2}, S_{N3}, \ldots S_{NP}$ هي القدرات المقننة للمحولات المتصلة على التوازي
- $U_{K1}, U_{K2}, U_{K3}, \ldots U_{KP}$ هي جهود المعاوقة للمحولات عند التيار المقنن
- $S_1, S_2, S_3, \ldots S_P$ هي حمل كل محول على حدة (إتجاهيًا)

$$S1 : S2 \ldots : S_P = \frac{S_{N1}}{U_{K1}} : \frac{S_{N2}}{U_{K2}} : \ldots \frac{S_{NP}}{U_{KP}}$$

ويكون الحمل الكلي (إتجاهيا)

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + S_P$$

من هذا يتضح أن المحول الذي يكون جهد معاوقته أصغر يمر به تيار أكبر من المحول الذي له جهد معاوقة أكبر. للتغلب على ارتفاع الحمل فإن أقصى حمل مسموح به يمكن حسابه من العلاقة:

$$S = S_{N1} + S_{N2} \cdot \frac{U_{K1}}{U_{K2}} + S_{N3} \cdot \frac{U_{K1}}{U_{K3}} + \ldots\ldots S_P$$

معنى ذلك أنه يمكن تحميل المحول الأول ١٠٠% من حمله، والمحول الثاني بحمل $\frac{U_{K1}}{U_{K2}}\%$ من حمله، والمحول الثالث بحمل $\frac{U_{K1}}{U_{K3}}\%$ من حمله وهكذا.....

٤. نسبة القدرات للمحولات

- تكون نسبة القدرات للمحولات المتصلة على التوازي (ك.ف.أ) لا تتعدى ٣ : ١
- عند تشغيل مجموعة من المحولات على التوازي بحمل على اقل مجموع مفقودات .
- أي أن مجموع فقد اللاحمل الناتج من تقسيم الحمل الكلى بين عدد من المحولات المتصلة على التوازي يكون اقل قيمة من قيمة الفقد في حالة تقليل عدد المحولات المتصلة على التوازي.

اقتصاديات تشغيل المحولات على التوازي

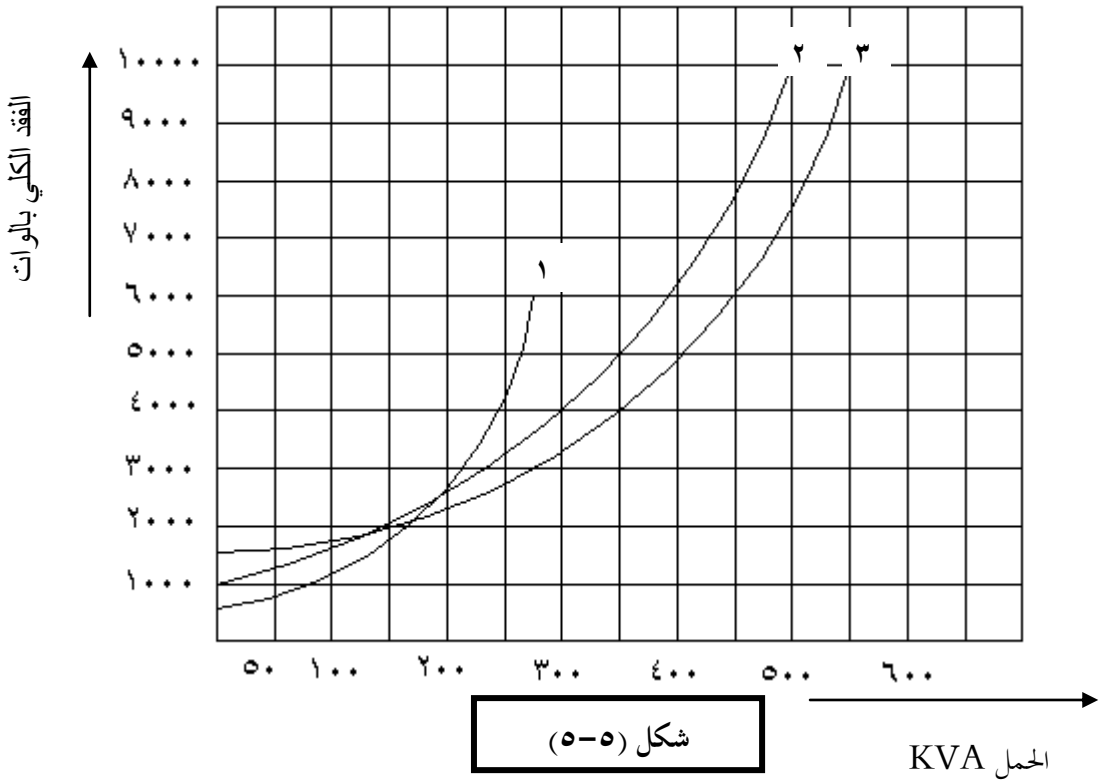
The Economics of Parallel Operation

عند تشغيل مجموعة من المحولات على التوازي نحصل على أقل مجموع مفقودات (يتغير فقد الحمل ***Load Loss*** مع مربع التيار)، أي أن مجموع فقد الحمل وفقد اللاحمل الناتج من تقسيم الحمل الكلي بين عدد معين من المحولات المتصلة على التوازي يكون أقل قيمة من قيمة الفقد في حالة تقليل عدد المحولات على التوازي شكل (٥-٥) يوضح منحنيات الفقد الكلي (الحمل – اللاحمل) لمحول توزيع ٢٠٠ك.ف.أ

منحنى رقم (١) يمثل محول واحد فقط في الخدمة

منحنى رقم (٢) يمثل محولين متصلين على التوازي

منحنى (٣) يمثل ثلاثة محولات متصلة على التوازي



شكل (٥-٥)

ثانيا: التأريض Earthing

يمكن تعريف الأرض أو التأريض بأنه اتصال بين جهاز كهربائي أو شبكة أجهزة من جهة وكتله الأرض من جهة أخرى .لذا فإن التأريض مطلوب لتوفير السلامة للمنظومة الكهربائية والعاملين في المنشأة وهذا معروف بشكل عام لدى الغالبية من الأشخاص ولكن غير واضح لدى النسبة العظمى من الناس كيفية تحقيق ذلك . ويمكن تشبيه الأرض بطوق النجاة أو مظلة الهبوط حيث تقدر قيمتها عند الحاجة لهما فقط .

أهمية الأرضي الجيد ومميزاته يمكن تقديرها مما يلي

أولا : الأرضي يحمى أفراد من خطر الصعق الكهربائي الناتج عن قصور العزل أو انهياره.

ثانيا : يقي من خطر التفريغ الكهربائي

ثالثا : يحمى المعـدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهـد التغذية (Voltage Surges)

رابعا : يؤمن تشغيلا مناسبا للمعدات والمنظومات الكهربائية.

- على أي حال يحتمل أن يشعر الشخص العادي بأنه غالبا لا تأثير للأرضي على المنظومات الكهربائية أو الأجهزة خلال الاشتغال العادي مما يعطى انطباعا خاطئا بأنه من الممكن فصل

الأرضي بدون ملاحظة أي تأثيرات ونتيجة ذلك يبدو (ظاهريا فقط) بأن موضوع الاتصال الأرضي الجيد من الاتصال الأرضي الرديء ليس ذا أهمية ولا تعرف فعالية الأرضي ما لم تجرى عليه فحوصات دورية من حين لآخر

- ابتداء يمكن اعتبار الكرة الأرضية بأنها كتله هائلة جدا لا تحمل جهدا كهر بائيا أي أن جهدها هو صفر إما أجزاء المنظومة الكهربائية فيمكن أن تكون ذات جهد معين مقارنه بجهد الأرض
- إن الموصلات الحية (LIFE CONDUCTORS) لأجزاء المنظومة الكهربائية تحمل عادة جهدا كهر بائيا خلال اشتغالها الاعتيادي أما الأجزاء المعدنية الأخرى كهياكل وحاويات للأجهزة الكهربائية فهي لا تحمل جهدا خلال اشتغالها الاعتيادي لكنها يمكن أن تكون ذات جهد عند حدوث عطب كهربائي مما يعرض المنشآت والعاملين للخطر إن لم يتم اتخاذ إجراءات وقائية من بينها إيصال تلك الأجزاء إلى الشبكة الأرضية.
- يمكننا الحصول على أرضى مناسب للدور السكنية مثلا باستخدام قضيب معدني واحد أو أكثر يدفن في التربة لغرض تحقيق التماس مع كتله الأرض .

- **تتوفر قضبان على شكل مقاطع يمكن ربطها ببعضها لغرض الحصول على قضيب بالطول المطلوب وتغرز في الأرض بواسطة الدق للوصول إلى طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية المنخفضة وبالتالي الحصول على مقاومه أرضى منخفضة وللحصول على مقاومه أقل يستخدم غالبا عده قضبان تربط ببعضها على التوازي بواسطة موصلات أرضية لتكوين شبكة أرضية يمكن تشبيهها بشجرة كبيرة حيث تربط كافه المعدات الكهربائية والهياكل المعدنية بالشبكة وتمثل الأوراق بالنسبة للشجرة بينما تمثل توصيلات الأرضي بأغصان الشجرة وقابلوا الأرضي الرئيسي بساق الشجرة في حيت تمثل أقطاب الأرضي جذور الشجرة .**
- **من شروط الأرضي الجيد أن تكون مقاومته أقل ما يمكن وتتراوح عاده بين ١ – ٥ أوم إلا أن الحصول على مثل هذه القيم في تربه ذات مقاومه نوعيه عالية لا يمكن الوصول إليه ببساطة باستخدام عدد معقول من الأقطاب الأرضية وهذا يعنى تكلفة عالية ، لذا فإن من الضروري حساب أعلى قيمه مقاومه يسمح بها على أساس المقاومة الكلية لدائرة العطب الأرضي التي تسمح بمرور تيار عطب كافي لاشتغال جهاز الحماية (صهيرة ، قاطع دورة أو مناوله) لعزل الدائرة الكهربائية المعطوبة**

تعريفات

١. **الشبكة الأرضية** هي مجموعه الموصلات التي يتم بواسطتها إيجاد اتصال كهربائي جيد بين الأجزاء والهياكل المعدنية المكشوفة وبين كتله الأرض .

٢. **الأرضي (Earth pit)** هو مجموعه من الموصلات أو الأقطاب (ELECTRODES) والتي تدفن أو تغرز في الأرض بحيث توفر تماسا جيدا وبأقل مقاومه ممكنه مع التربة المحيطة بها وبذلك تشكل واسطة الاتصال بين أجزاء الشبكة الأرضية الأخرى وكتله الأرض .

٣. **موصل الأرض الرئيسي (MAIN EARTIMG LEAD)** الموصل الرئيسي الذي يربط مجموعه المعدات والأجهزة الكهربائية إلى الأرضي .

٤. **موصل الربط (BONDING LEAD)** الموصل الذي يربط بين هيكل أو حاوية الجهاز أو المعدة الكهربائية إلى موصل الأرضي الرئيسي .

٥. **التأريض الوظيفي (Functional Earthing)** وهو تأريض نقطة الحيادي (Natural Point) لمحولات القدرة وتأريض النقاط المشتركة (Common Points) لمحولات التيار وذلك لأسباب تشغيله .

٦. **التأريض الستاتيكى (Static Earthing)** ويستخدم لأغراض ضمان تسرب الشحنات المستقرة التي تتولد في الحاويات والأوعية والخزانات نتيجة تصادم السوائل الهيدركاربونيه بجدران تلك الحاويات والأوعية والخزانات أثناء التحميل أو التفريغ حيث أن توفر تأريض جيد يؤدى إلى تسرب الشحنات المتولدة إلى الأرض وعدم تكون جهد خطر على تلك الأوعية والخزانات والحاويات.

٧. **التأريض لغرض الحماية من الصواعق (Lightening Protection Earthing)** ويستخدم لغرض تسريب التيارات العالية جدا التي تنتج عند حدوث تفريغ كهربائي ناتج عن الصواعق وبذلك تتم حماية المنشآت من أخطار الحريق والدمار الذي يمكن أن ينتج عند عدم وجود حماية من الصواعق .

المبادئ العامة لتصميم الشبكة الأرضية

١- تقليل فرق الجهد بين الأجزاء المعدنية المكشوفة المتجاورة وكذلك بينها والأرض من ناحية أخرى ويكون ذلك بالربط متساوي الجهد (Potential Bond Ing Eque I) بين الأجزاء المعدنية المتجاورة من ناحية وكذلك ربطها بشبكة أرضية ذات مقاومه كهربائية منخفضة قدر الإمكان من ناحية أخرى حيث يؤدى ذلك إلى تقليل جهد التماس وكذلك جهد الخطوة (Touch & Step Voltage) وبالتالي إلى حماية الأشخاص من الصعقات المميتة

٢- تقليل ممانعة القطب الأرضي يكون ذلك باستخدام موصلات للشبكة الأرضية ذات أحجام مناسبة تجعل مقاومتها قليلة إضافة إلى اختيار نوع أقطاب الأرضي المدفونة في التربة وإعدادها وأعماق دفنها ومناطق دفنها بحيث توفر أقل مقاومه ممكنه إلى كتلة الأرض .

إن تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي تؤدى بالنتيجة إلى سريان تيارات عالية خلالها عند حدوث تماس للدائرة الكهربائية مع الأرض وهو هدف نسعى إليه حيث يؤدى ذلك إلى تحسس أجهزة الحماية الكهربائية وبالتالي إلى قيامها بقطع التيار عن الجزء المعطوب أي عزله عن الأجزاء السليمة من الدائرة الكهربائية وخلال وقت قصير جدا فتوفر الحماية الكافية للتأسيسات من الأعطاب والحرائق وحماية الأشخاص من خطر الصعقة الكهربائية إن زمن القطع يتراوح عادة بين جزء من الثانية الواحدة وبضع ثواني ويتناسب عكسيا مع مقدار تيار العطب الأرضي وجهد التماس .

إن الأجزاء الرئيسية للممانعة دائرة العطب الأرضي تتكون مما يلي

في منظومة كهر بائية من نوع (TT) تكون ممانع دائرة العطب الأرضي فيها من مقاومه موصلات الدائرة وموصلات الشبكة الأرضية هي مقاومه منخفضة جدا عادة تم مقاومه أقطاب الأرض عند كل من جهة المصدر (مقاومه نقطة الحيادي للمحولة إلى الأرضي وجهة المستهلك ويفترض أن تكون مقاومتها قليلة (جزء من الأوم لغاية بضع أومات) إن كانت أقطاب الأرضي بحاله جيدة وأخيرا مقاومه منطقة العطب وتتبع مقاومتها طبيعية ونوع العطب .

في هذا النوع من المنظومات تشكل مقاومه الأقطاب الأرضية الجزء الأكبر من المقاومة الكلية لدائرة العطب الأرضي لذا تلعب دورا رئيسيا في فعالية شبكة الأرضي ككل ويتطلب للاهتمام بمراقبتها وصيانتها دوريا .

في منظومة تغذية كهر بائية من نوع TN تتكون دائرة ممانعة العطب الأرضي هذا كليا من موصلات الدائرة وموصلات الشبكة الأرضية إضافة إلى منطقة العطب دون الاعتماد على مقاومه أقطاب الأرضي لذا تكون أجهزة الحماية الكهربائية في الدوائر الكهربائية المرتبطة بهذه المنظومات ذات تحسس وفعالية أكبر في عزل دوائر العطب الأرضي من مماثلتها في منظومات من نوع TT

قيمه الأراضي في محطات المحولات ولوحات التوزيع

أراضى صحراوية الأراضي الزراعية

٢١٢ أوم ٥١٢ محطات المحولات ولوحات التوزيع ٢أوم

٥١٢ أوم ٢١٢ أوم الأكشاك والخطوط

جميع مهمات اللوحة أو المحطة يجب أ ن تؤرض عن طريق توصيلها إلى شبكة الأرضي بأرضي عمق ٢ – ٢.٥متر

تأريض نقطة تعادل المحولات

تتميز معظم شبكات التوزيع بأنها تعمل على أكثر من مستوى للجهد على النحو التإلى :-
التغذية: ٢٢٠/ ٦٦ ك.ف – التغذية: ٦٦/١١ك.ف – التغذية المنخفضة: ١١ ك.ف /٣٨٠ف

تأريض المولدات

يلزم تأريض نقطة تعادل المولد من خلال مقاومه أو مفاعله يهدف الحد من الإجهادات الحرارية والمكيكانيكة على ملفات المولد أثناء فترات قصر الدائرة .

تحتاج مولدات الجهد المتوسط إلى مقاومه تأريض لتسهيل عملية الحماية

مولدات الجهد المنخفض يتم تأريضها من خلال مفاعلة تأريضية.

من الأفضل استخدام المفاعلات في تأريض المولدات المتصلة على خطوط هوائية معرضة لارتفاعات الجهد الناتجة من الصواعق البرقية .

في المولدات الكبيرة يتم تأريضها عن طريق مقاومه كبيرة للحد من تيارات القصر الهائلة

يمكن القول بأن التأريض بمقاومه يعمل على الحد من تيارات القصر بينما نظام التأريض بمفاعلة يعمل على الحد من تجاوزات الجهد العابرة.

في وحدات المولد والمحول يفضل توصيل نقطة تعادل المولد بالأرض من خلال الملف الابتدائي لمحول توزيع حيث يتم التوصيل على التوإلى بين نقطة التعادل والملف الابتدائي إلى الأرض أما الملف الثانوي لملف التوزيع فيتم تحميله بمقاومه على التوازى ومعه جهاز الحماية Current OR Voltage Relay

نظم التأريض

تؤرض نقط التعادل في شبكات الجهد العالي إما تأريضا مباشرا مع الأرضي خلال معاوقة مناسبة (مقاومه – ممانعة – محول التأريض ..)

وقد وجد عمليا أو حدوث قصر بين الوجه والأرض يمثل من ٧٠ % إلى ٩٠% من أعطال الشبكات الكهربائية وهكذا ظهرت أهمية تأريض نقطة التعادل ..

مميزات نظم التأريض:

١ – حيث أن تيار القصر يمر في دائرة القصر من الخط إلى نقطة التعادل خلال الأرض . فإنه يمكن التخلص من القوس الأرضي المستمر عندما تكون الشبكة غير مؤرضة..

٢ – يصل الجهد المرتفع إلى أقل قيمه – حيث أنه في النظام المعزول عن الأرض يسبب ارتفاع الجهد أضرارا كثيرة للمعدات الكهربائية من محولات وكابلات وعوازل وغيرها ..

٣ – تأريض نقطة التعادل يضمن أقصى تأثير على أجهزة الوقاية الآلية سريعة الأداء لحظة حدوث قصر أرضى . تحدث أغلب الأعطال في شبكات الجهد العالي مع الأرض سواء كانت الشبكة تحتوى على كابلات أو خطوط هوائية . وفي حاله ما تكون نقطة التعادل معزولة عن الأرض فإن العطل يأخذ صورة قوس أرضى (Arcing Ground) في حاله الخطوط الهوائية وتحدث دائرة قصر خطيرة ولا تعمل أجهزة الوقاية في هذه الحالة . مما ينتج عنه أضرار جسيمه للعزل الخاص بالمعدات الكهربائية ..

٤ – في حالة التأريض المباشر فإن الجهد لا يزيد عن الجهد بين الخط والخط $\left(\sqrt{3}V_{ph}\right)$، وتحت جميع الظروف يكون جهد نقطة التعادل صفر ، فلا يكون هناك جهد عائم غير محدد (No Floating Voltage) في حالة وجود التوصيل للأرضي وهذا يسمح بتقليل العزل لنقط التعادل والمحولات والمولدات....

٥- في شبكات الجهد العالي وهي التي تحتوي على مولدات ذات سعة كبيرة، تحتاج لإضافة بعض المعدات لتخفيض قيمة القصر، وذلك بإضافة معاوقة (مقاومة، ممانعة ..)، بين نقط التعادل والأرضي، وتكون قيمة تيار القصر محددة بحيث تكفي لتشغيل أجهزة الوقاية الأرضية للمولد..

٦- إذا كانت نقطة التعادل متصلة مباشرة بالأرض، أو خلال معدة لتخفيض قيمة التيار، فإن الشحنة الاستاتيكية الحادثة نتيجة الاحتكاك تتسرب إلى الأرض (شحنات الصواعق)، فتتلاشى جميع الأخطار على عوازل الخط والمعدات...

٧- نظام تأريض نقطة التعادل يكون أكثر أمانًا للأشخاص والمعدات ..

تنقسم نظم التأريض إلى:

١- تأريض مباشر لنقطة التعادل مع الأرض Effective Grounded

٢- تأريض نقطة التعادل خلال معاوقة مناسبة Impedance Grounded

١ – تأريض مباشر لنقطة التعادل مع الأرض EffectiveGrounded

تعبير (Effective Grounded) تأريض فعال أصبح يحل مكان التعبير القديم (Solidly Grounded) تأريض راسخ.

يعرف التأريض المباشر لمحول بأن نقطة التعادل متصلة مباشرة بالأرض، ولا يوجد أية معاوقة بين نقطة التعادل والأرض..

يمكن أن تكون سعة محول ما (تأريض مباشر) صغيرة جدًا بالمقارنة بحجم النظام لتكون مؤثرة في ثبات (Stabilizing) الجهد من الوجه للأرض عند حدوث قصر أرضي للوجه..

هذا يحدث عندما يستخدم محول تأريض لإعطاء مصدر تغذية لأجهزة الوقاية.....

يعرف التأريض الفعال (Effective Grounded) بأنه **النظام (أو جزء من النظام) الذي يكون فيه**

$$\frac{X_O}{X_1} < 3 \quad \& \quad \frac{R_O}{X_1} < 1$$

لأية حالة تشغيل ولأي قدرة للمولدات

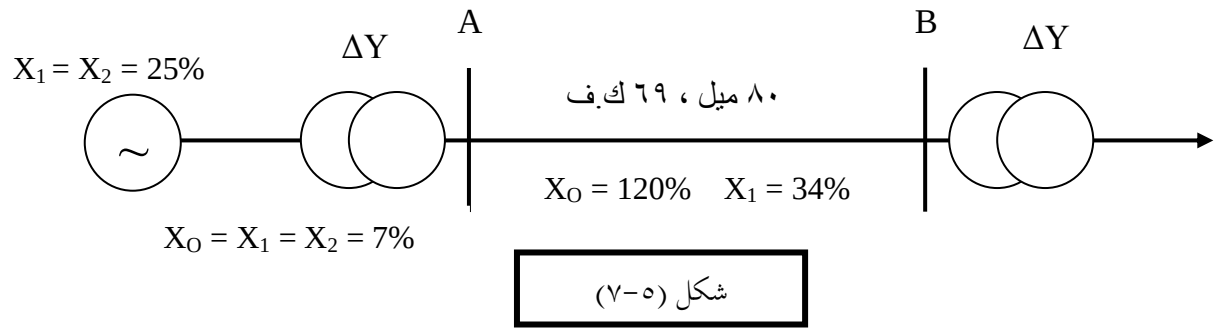
X_1 = Positive Sequence of the System

X_o = Zero Sequence Reactance of the System

R_o = Fault Resistance (Zero sequence resistance)

مثال:

شكل (٥-٧) يوضح مكونات المثال



شكل (٥-٧)

بفرض حدوث قصر عند A نجد أن:

1- assume short circuit at A

الممانعة المئوية المكافئة حتى هذه النقطة

$$\mathbf{X_{leq} = 25 + 7 = 32\%}$$

نسبة تيار القصر من تيار الحمل الكامل

$$I_{3ph} = \frac{100}{X_1} = \frac{100}{32} = 3.21 \qquad \text{(full load current)}$$

$$I_{1ph} = \frac{3\times100}{32+32+7} = 4.32 \qquad \text{(full load current)}$$

$$\frac{X_O}{X_1} = \frac{7}{32} = 0.219 < 3$$

2- assume short circuit at B

$X_{leq} = 25 + 7 + 34 = 66\%$

$X_{Oeq} = 7 + 120 = 127\%$

$$I_{3ph} = \frac{100}{66} = 1.51 \qquad \text{(full load current)}$$

$$I_{1ph} = \frac{3\times100}{66+66+127} = 1.16 \qquad \text{(full load current)}$$

$$\frac{X_O}{X_1} = \frac{127}{66} = 1.19 < 3 \qquad \text{(assume } R_O = 0\text{)}$$

من الواضح أن تكاليف تأريض نقطة التعادل تختلف باختلاف طرق التأريض وإن أرخصها هو التأريض المباشر مع الأرض – للأسباب التالية:

١- تستخدم مانعة صواعق لنقطة التعادل متصلة على التوازي مع سكينة التأريض، وفي حالة فصل سكينة الأرض تمتص أية جهود زائدة على نقطة التعادل، من خلال مانعة الصواعق....

٢- عدم الاحتياج لأي مساعدات للأرض مثل مقاومة – ممانعة – معاوقة ....

٣- إذا كان توصيل المحول Y فتمثل هذه الحالة أقل التكاليف – أما إذا كان التوصيل d فيمكن استخدام أحد صور التأريض للتوصيلة d وهذه تزيد التكاليف نسبيا ..

من مميزات هذا النظام أن قيمة التيار لجميع أنواع القصر مع الأرض كافية لتشغيل أجهزة الوقاية ..

من عيوب هذا النظام (التأريض المباشر لنقطة التعادل):

١- تيار القصر في حالة قصر مع الأرض يكون كبيرًا وقد يتعدى قيمة تيار القصر على الأوجه الثلاثة .. وفي هذه الحالة يحتاج إلى مفاتيح لها سعة فصل Design Value of S.C MVA of C.B أكبر مما يلزم في حالة فصل عند حدوث قصر للأوجه الثلاثة

٢- تيار القصر الأرضي الكبير قد يحتوي على مركبات ذات تردد عالي High Frequency Oscillation، التي تتداخل في بعض الحالات مع دوائر الاتصالات . وقد أمكن التغلب على مثل هذه الظاهرة باستخدام أجهزة وقاية ومفاتيح لها سرعة أداء عالية (High Speed) أن تعمل بزمن قصير جدا جدا لكي لا تتأثر ببعض هذه المركبات وفي بعض الأحيان يمكن مساواة سعه الفصل المطلوبة للمفاتيح بتيار القصر للأوجه الثلاثة وذلك بإضافة ممانعة أرضية معتدلة بين نقطة التعادل للنظام والأرض ..

نظام التأريض لمحول متصل بمولد يكون عادة d جهة المولد ، لا جهة الضغط العالي وهذه يمكن تأريضها من خلال مقاومه أو ممانعة .

أما في محطات محولات خفض الجهد (Step Down) يكون توصيل d ناحية الضغط المتوسط (٣٣ك.ف مثلا أو ١١ك.ف) ولا ناحية جهد التوزيع (٠.٤ ك.ف) يمكن تأريضها جهة الضغط المنخفض..

تأريض نقطة التعادل **Neutral Point Earthing**

اختيار معدات التأريض المناسبة لتوصيلها بين نقطة التعادل للنظام الكهربائي والأرض (بغرض تحديد أو تخفيض قيمة تيار القصر الأرضي)، تعتمد إلى حد ما على قيمة جهد النظام المؤرض (ضغط عالي أو ضغط منخفض)، وكذلك تعتمد جزئيًا على سعة النظام الكهربائي (Power system M V A)

نقطة التجميع: في حالة نظام ضغط عالي – إما أن تكون مؤرضة مباشرة مع الأرض أو مؤرضة من خلال معاوقة(مقاومة – ....). الفائدة من إضافة بعض أنواع معدات تحديد تيار القصر هو تقليل تيار القصر في حدود تسمح بتشغيل أجهزة الوقاية – وجيب أن نتذكر الأوجه السليمة، أي التي لم يحدث عليها قصر (Sound Line) تكون عرضة لارتفاع الجهد بقيمة أكبر من قيمة جهد الوجه خلال زمن قصير، وعلى ذلك إذا كانت أجهزة الوقاية تعمل بسرعة كافية، فإن تأثير ارتفاع الجهد لن يكون خطرًا....

المعدات الأكثر شيوعًا المستعملة لتأريض نقطة التجميع في حالة الضغوط العالية عبارة عن بعض أنواع المقاومات للنظم الصغيرة والجهود حتى ١١ك.ف، وهي أحيانًا تأخذ شكل سبيكة (Cast)، أو شبكة مضغوطة (Pressed Grid)، وأحيانًا في حالة تيارات القصر الأعلى تستخدم مقاومة سائلة ... المقاومات عمومًا تصمم بحيث تتحمل مرور تيار القصر الذي يساوي تيار الحمل الكامل المقنن للمحول ولمدة ٣٠ ثانية، وقيمة المقاومة بالأوم تكون بدلالة جهد النظام، وتيار القصر المسموح به.

ويمكن أن تؤرض نقطة التعادل خلال ملف تخميد القوس (Arc Suppression Coil)، ويقلل هذا النوع من التأريض عدد مرات الفصل عند حدوث قصر لوجه مع الأرض، حيث يتم التخلص من العطل ذاتيًا، وإذا كان العطل متقطع ولم يتم التخلص منه ذاتيًا' فإن الملف يسمح للنظام أن يعمل في حالة قصر وجه مع الأرض لمدة زمن قصير نسبيًا حتى يصبح العطل محددًا، ويمكن التخلص منه بطريقة معادلة التيار التأثيري بالتيار السعوي للدائرة....

في حالة نظام معزول عن الأرض إذا حدث قصر بين وجه والأرض فان التيار السعوي يمر بالوجهين الآخرين خلال المكثف بين الأرض والخط الهوائي وهذا التيار السعوى غير كافي لتشغيل أجهزة الوقاية ولكن يساعد على استمرار وبقاء القوس الكهربي خلال العوازل للوجه العاطل. ما تؤدى إلى أن الوجهين الآخرين يخضعان لجهد غير عادى بالنسبة للأرض .

إذا وصل ملف إخماد القوس ذو نقط تقسيم (Tapped Coil) خلال نقطة التعادل والأرض فإنه يمكن ضبط قيمة التيار بالملف بحيث تساوى التيار السعوى وتكون محصلة التيار هي تيار القصر وهى غالبا صغيرة جدا..

نظام نقطة التعادل معزولة عن الأرض Ungrounded System

في هذا النظام لا يوجد أي اتصال بين نقطة التعادل والأرض، تمثل المعاوقة بين الأرض وأي موصل بمكثف وبين أي موصلين بمكثف أيضا ولذلك يمكن القول بأنه في حالة نظام ذو ثلاثة أوجه (كما ٥ى شكل (٥-٦) يوجد بين كل وجهين مكثف، حيث نمثل مجموعة المكثفات توصيلة دلتا (Delta) وكذلك بين كل وجه والأرض مكثف تمثل المجموعة بتوصيلة نجمة (Star) وحيث أن تأثير دلتا المكثفات على الخصائص الأرضية للنظام لا تذكر (حيث أنها متصلة بالأرض) فيمكن إهمالها، أما بالنسبة لمجموعة النجمة فان التيارات $I_{C(R)}$, $I_{C(s)}$, $I_{C(T)}$ تتساوى ويكون بينها زوايا ١٢٠° في حالة مصدر جهد ثلاثي الأوجه متزن حيث أن جهد نقطة التعادل للمكثفات هو جهد الأرض يتبع ذلك نقطة التعادل للمحول تكون هي الأخرى بجهد الأرض ، وحيث أن الشحنات الاليكتروميكانيكية مع الأرض متزنة ، يمكن استنتاج أن النظام في هذه الحالة مؤرض خلال مجموعه المكثفات C_R, C_s, C_T

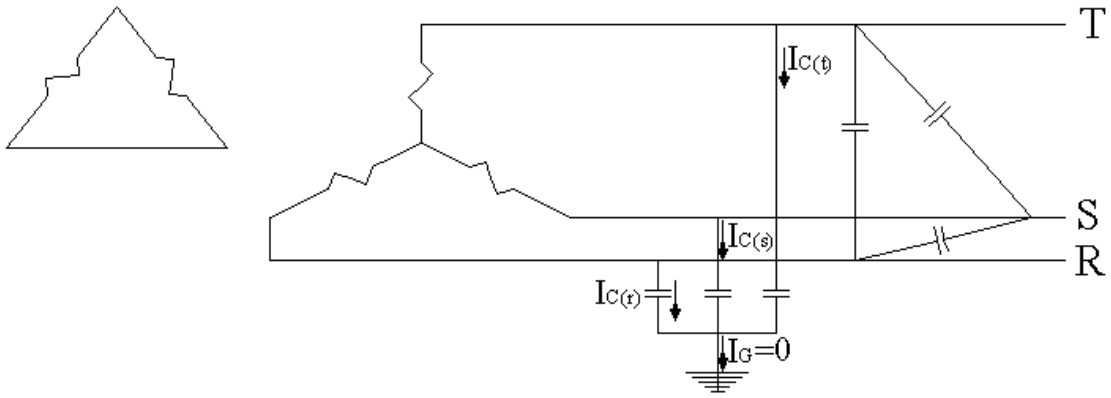
مميزات نظام نقطة التعادل معزولة عن الأرض

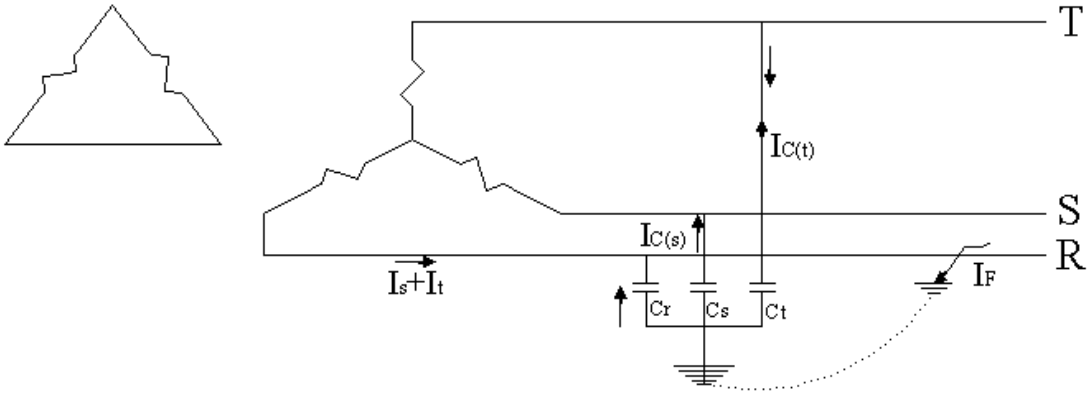
١ – في حاله حدوث قصر بين الوجه والأرض يمر تيار قصر صغير جدا خلال المكثفات والأرض تقريبا ٢٥ أمبير

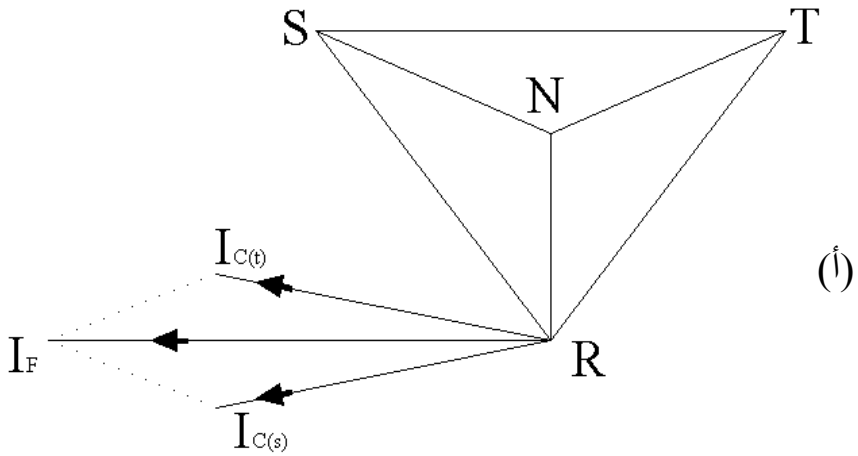
٢ – تكون قيمه فولت أمبير ، وقت القصر ، صغيرة جدا (short circuit level)

عيوب هذا النظام:

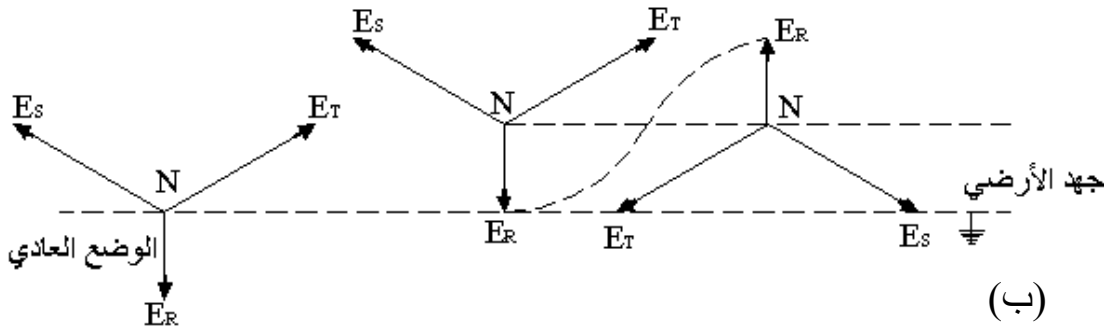
١. في حالة حدوث قصر بين وجه والأرض يرتفع الجهد على الوجهين الآخرين بقيمه الجهد الخطى (١.٧٣ من قيمه الجهد على الوجه) فإذا استمر هذا الجهد على العوازل لمدة طويلة فقد تنهار العوازل . ويمكن أن تصل قيمه الجهد على الأوجه السليمة إلى ٤ – ٦ أضعاف قيمه الجهد على الوجه بسبب حدوث شرارة أرضية متكررة (Arcing Ground) في الخطوط الهوائية
٢. قيمه تيار القصر بين الوجه والأرض صغير جدا ولا يكفي لتشغيل أجهزة الوقاية .
٣. في حاله حدوث قصر لا يمكن تحديده بسهولة ويتم فصل جميع مغذيات المحطة والدخول بكابل بعد كابل ، حتى يتم تحديد الكابل العاطل.
٤. إذا حدث قصرين على نفس الوجه ولكن على كابلين مختلفين يصعب تحديد أماكن العطل ألا باستعمال أجهزة دقيقة (Earth Leakage Detector) مستكشف التسرب الأرضي
٥. يمكن نشوء جهود عابرة مرتفعة (Transients) تكون ذات صفه تخريبية نتيجة توصيل مفتاح ، في حاله وجود عطل بين وجه والأرض (الذي تصل قيمته إلى ٤ – ٦ مرات جهد الوجه مع الأرض) .


T
S
R
$I_{C(t)}$
$I_{C(s)}$
$I_{C(r)}$
$I_G=0$


T
S
R
$I_{C(t)}$
$I_{C(s)}$
I_s+I_t
I_F
Cr
Cs
Ct


S
T
N
$I_{C(t)}$
I_F
R
$I_{C(s)}$

(أ)


E_S
E_T
E_R
N
N
N
جهد الأرضي
الوضع العادي
E_R
E_T
E_S
E_R

(ب)

شكل (٥-٦)

في حاله عطل أرضى منقطع أو قوس أرضى (Intermittent Ground Fault) ينشأ ارتفاع في الجهد خمسه أو ستة أضعاف قيمه الجهد على الوجه مع الأرض ، على الأخص في الشبكات ذات الجهود المتوسطة وعلى ذلك يمكن حدوث انهيار بالعوازل في أوضاع مختلفة عن مكان العطل ..

يوضح هذه الظاهرة ..

في حاله الاتزان العادية تكون متجهات الجهد للأوجه E_R, E_S, E_T تدور حول نقطة التعادل **N** بالسرعة التزامنية – نقطة التعادل الكهربائية هي مركز التماثل وتظل ثابتة ولها جهد الأرضي ما دامت متجهات الجهد للأوجه تأخذ شكل المنحى

نفرض أن الوجه **R** حدث عليه قصر ولمس بالأرضي – متجهات الأوجه تصبح كما في شكل (**B**) إذا كان القصر يحتوى على فجوة أو قوس فإن تيار القوس سوف يخمد عند هذه النقطة .

يلاحظ أن جهد نقطة التعادل **N** (بالنسبة للأرض) سوف يحافظ على جهد الأوجه **S, R, T** متساوية وبقيمه الذروة لموجه الجهد المتغير .. خلال نصف الدورة الثابتة سوف ينعكس قطبا الجهد المتولد (المتجهات تدور ١٨٠°) ..

وسوف يصبح متجه الجهد للأوجه في شكل (**C**) – يلاحظ أن جهد الوجه **R** ارتفع من الصفر إلى حوالي ضعف الجهد على الوجه بالنسبة للأرضي – هذه القيمة للجهد يمكن أن تكون كافيه لانهيار الفجوة وملامستها الأرض – أي أنها على اتصال الوجه **R** بالأرض مرة ثانية – إذا حدث هذا فإن جهد الوجه **R** يصبح مساويا لجهد الأرض ..

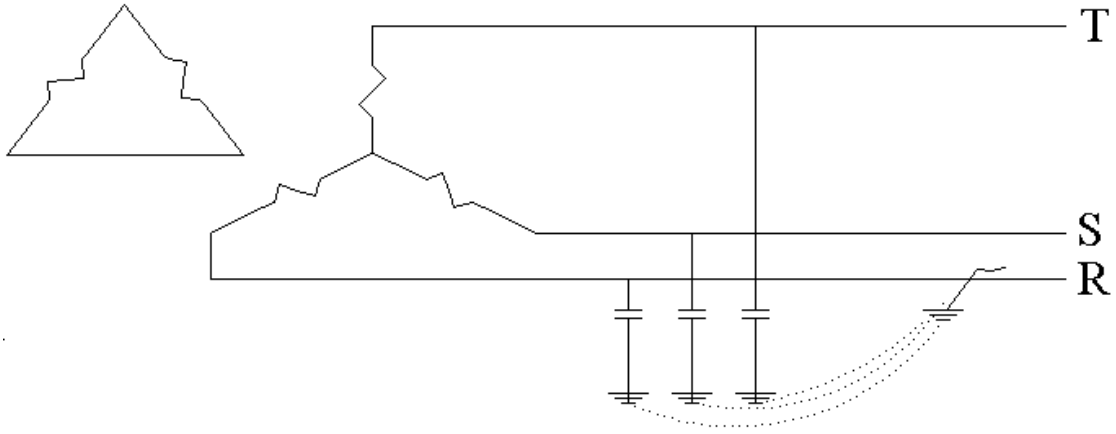
إذا استمر القصر لمدة ثانيتين تتكرر هذه العملية إلى أن يصل جهد الوجه **R** إلى خمسه أو ستة أضعاف قيمه جهد الوجه ..

٢ – تأريض نقطة التعادل من خلال معاوقة مناسبة **Impedance Grounded**

في حالة وجود قصر بين الوجه والأرض يكون تيار القصر كبيرا ولتخفيض قيمه تيار القصر بقيمه معنية تضاف معاوقــة قياسية بين الأرض ونقطة التعادل ، وهذه المعاوقة يمكن أن تكون في صـــورة مقاومة (R) أو ممانعة (ωL=X) ومن الملاحظ أنه في حالتي الشبكة المعزولة والشبكة المتصلة مباشرة بالأرض لا يتحقق نظام مرضى للتشغيل ..

في حاله عطل بين الوجه والأرض – في نظام تأريض خلال معاونه – لا يكون هناك خطر لاستمرار التغذية على اعتبار أن التيار عند نقطة العطل لا يسبب انهيارا سريعا – ويكون تيار القصر هو مجموعه التيار السعوى (Capacitive Current) والتيار الفعال خلال معاوقة نقطة التعادل (Active Current) وفي كثير من التركيبات لهذا النوع فإن قيمه المعاوقة في التوصيل الأرضي قد تتزايد إلى حد أن التيارات الفعالة المعتدلة فقط هي التي تمر خلال نقطة القصر..

نتيجة مرور تيار القصر الفعال (Active Current) فإن القوس الأرضي يمر بالتغذية أكثر عند نقطة – التشغيل بخطأ مثل هذا يكون مسموحا به لزمن قصر القصر عموما لا يخمد ذاتيا –كما في شكل (٤–٨) .



شكل (٥–٨)

أنواع التأريض خلال معاوقة:

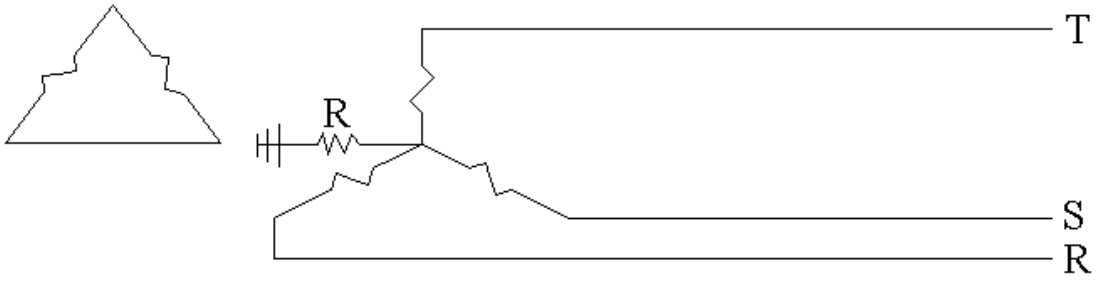
أ – تأريض نقطة التعادل خلال مقاومة Resistance Grounded

ب – تأريض نقطة التعادل خلال ممانعة Reactor Grounded

ج – تأريض نقطة التعادل خلال ملف بيترسون Petersen Coil

أ- نظام التأريض خلال مقاومة Resistance Grounded

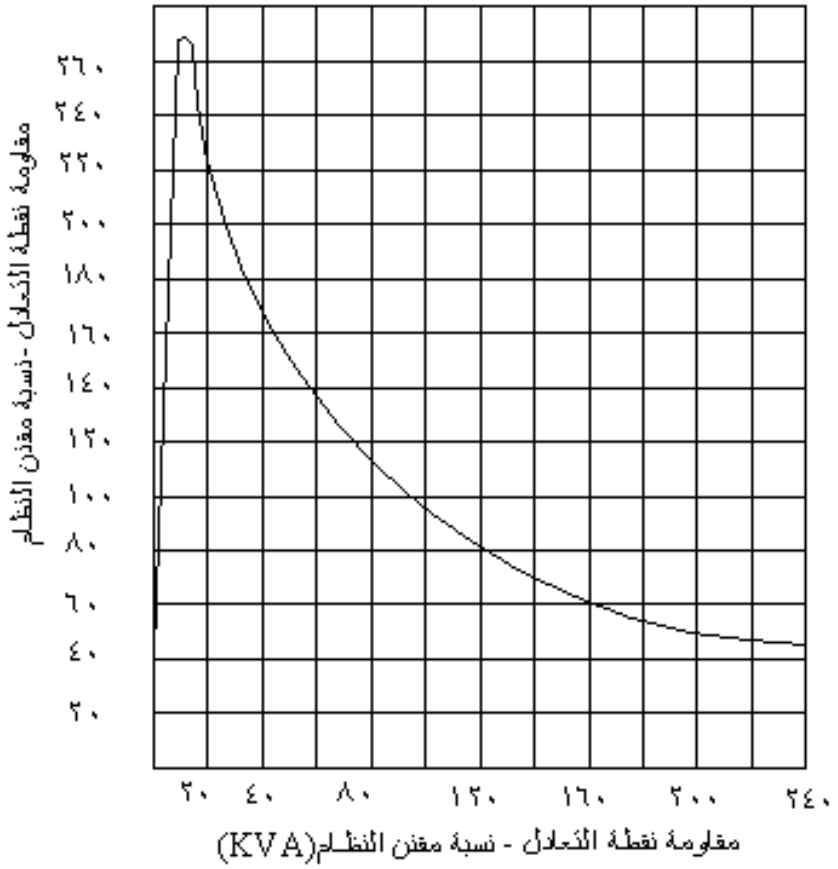
يتم توصيل مقاومة مناسبة بين نقطة التعادل والأرض – وغالبا ما تكون قيمة مقاومة التأريض أكبر من قيمة ممانعة النظام – يحدد تيار القصر بين وجه والأرض تبعا لمقاومة التأريض أو تحدد قيمة مقاومة التأريض تبعا لقيمة تيار القصر المراد مروره وقت القصر... كما في شكل (٤-٩)



شكل (٥-٩)

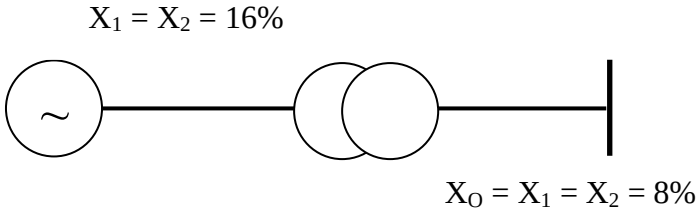
يجب أن يؤخذ في الاعتبار قيمة فقد القدرة للمقاومة خلال قصر مع الأرض

شكل (٤-١٠) يمثل العلاقة بين فقد القدرة ومقاومة التأريض (في المائة)، فقد القدرة تمثل بنسبة معدل KVA لسعة التوليد الموصلة (في المائة)



شكل (٥-١٠)

مثال:



$Z_O = 3R + j8$

$Z_1 = Z_2 = j(16 + 8) = j24$

per unit fault current $I_f = \frac{3\times100}{3R+j8+j24+j24} = \frac{300}{3R+j56}$

Voltage drop across R = $E_R = I_f R$

P_R = the power loss in R = $I_f E_R = I_f^2 R$

If, E_R in terms of normal values / phase

P_R in normal value / phase

إذا كان فقد القدرة لمقاومة التأريض عبر عنها بدلالة نظام ثلثي الأوجه، يجب القسمة على ٣

$$P_r = \frac{I_f^{\,2} R}{3}$$

I_f in per unit, R in %

قيمة مقاومة التأريض تعتمد على:

١- جهد النظام

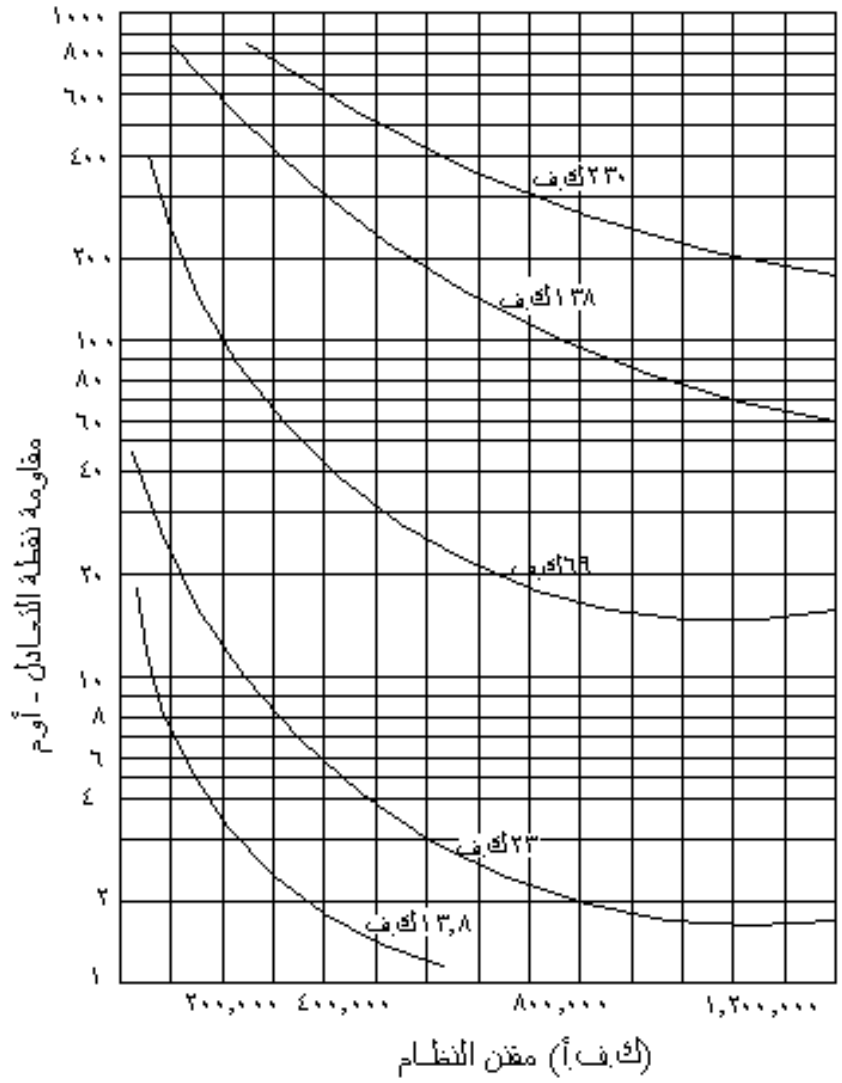
٢- سعة النظام

شكل (٥-١١) يوضح العلاقة بين مقاومة التأريض وسعة النظام عند جهود مختلفة، مع فرض أن قيمة القصر محددة بـ ٤/١ قيمة الحمل الكامل للنظام (Full Load System Current) وهو يعني مجموع التيارات لجميع سعات التوليد بالنسبة للجهد الأساسي (Voltage Base) مع ملاحظة أن قيمة مقاومة التأريض هي محصلة مقاومات على التوازي، إذا كان هناك أكثر من مقاومة تأريض مستعملة فإن من شكل (٤-١٢)

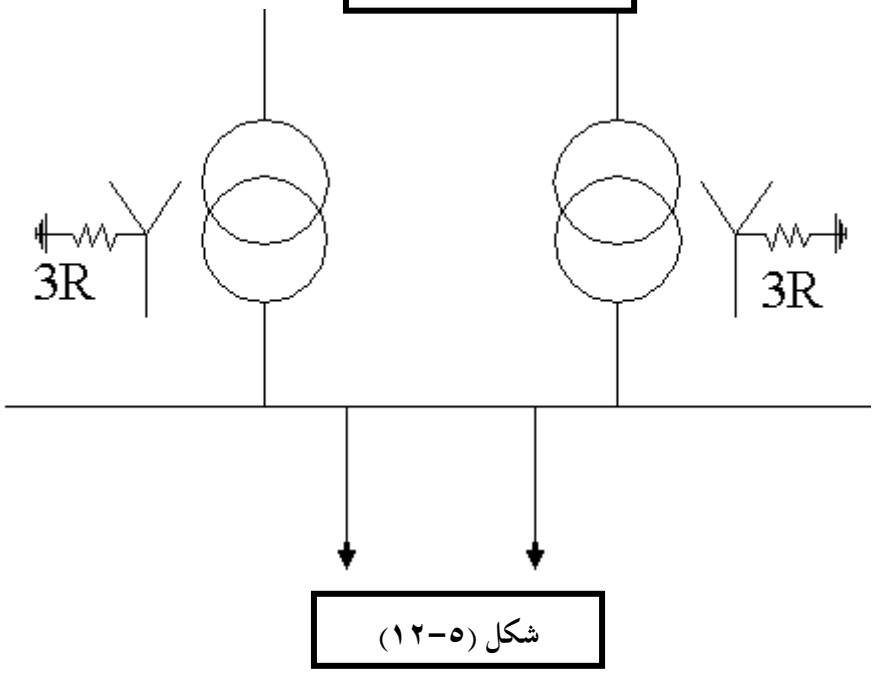
if R = 12 ohms

3R = 36 ohms

$$R_{eq} = \frac{3\times12}{2} = 18 ohms$$



شكل (٥-١١)



شكل (٥-١٢)

مميزات نظام التأريض خلال مقاومة:

١. يكون تيار القصر كافيا لتشغيل أجهزة الوقاية
٢. تقليل مخاطر القوس الأرضي، وبالتالي تقل مخاطر الجهود الفجائية العالية، التي تحدث في نظام التأريض المعزول ...
٣. يكون تيار القصر اقل منه في نظام التأريض المباشر
٤. يمكن أن يتحسن اتزان الشبكة (Network Stability) خلال قصر ارضي، حيث أن الانخفاض في القدرة نتيجة انخفاض الجهد تقريبا تساوي فقد القدرة خلال المقاومة وبالتالي يقل التقدم في زاوية التوليد.

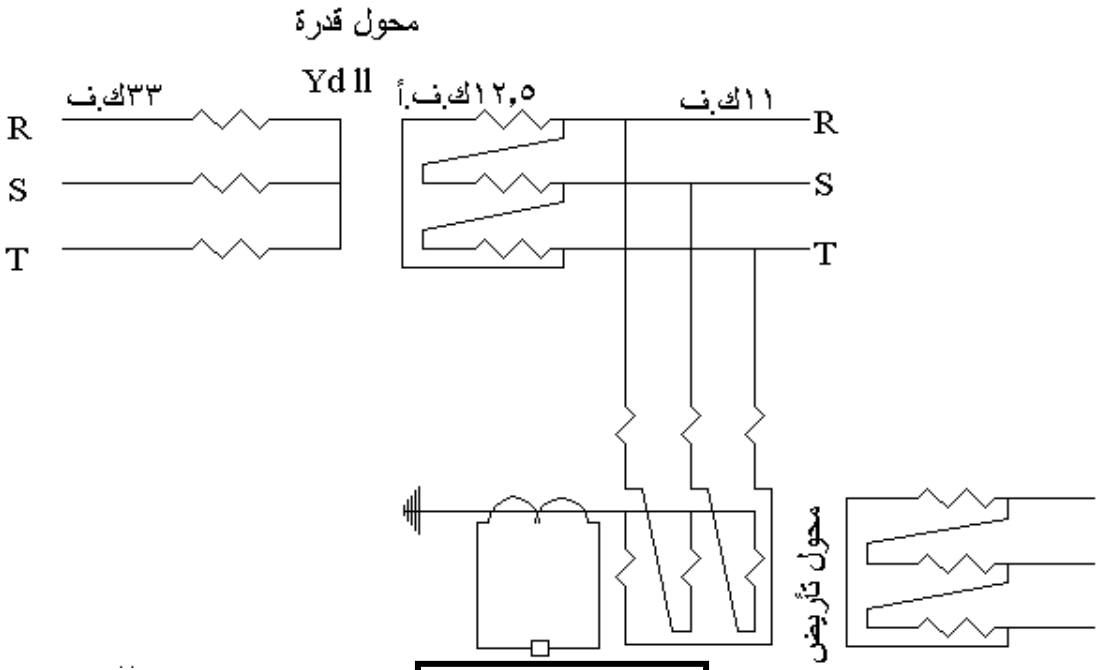
ب- التأريض خلال ممانعة Reactance Grounded System

هي حالة وسط بين التأريض المباشر لنقطة التعادل . والتأريض خلال ملف التأريض خلال ممانعة تتم بتوصيل معاوقة (Impedance) بين نقطة التعادل والأرض ..

هذه المعاوقة غالبا ما تكون في صورة محول تأريض (Grounding Transformer) ويستخدم في حالة المحولات الموصلة d ويراد تأريضها، ومحول التأريض عبارة عن ملفين بنسبة ١ : ١ وتوصيلهم Z كما في شكل (٤-١٣)

مواصفات محول تأريض :

- Class OA
- 3-phase
- 50 Hz
- Voltage Rating I1000 V zig zag
- Designed to introduce 22-29 ohm impedance between each Line terminal and neutral
- To carry 850 Amp through the neutral bushing to ground for 10 sec without exceeding a final temperature of 218°c

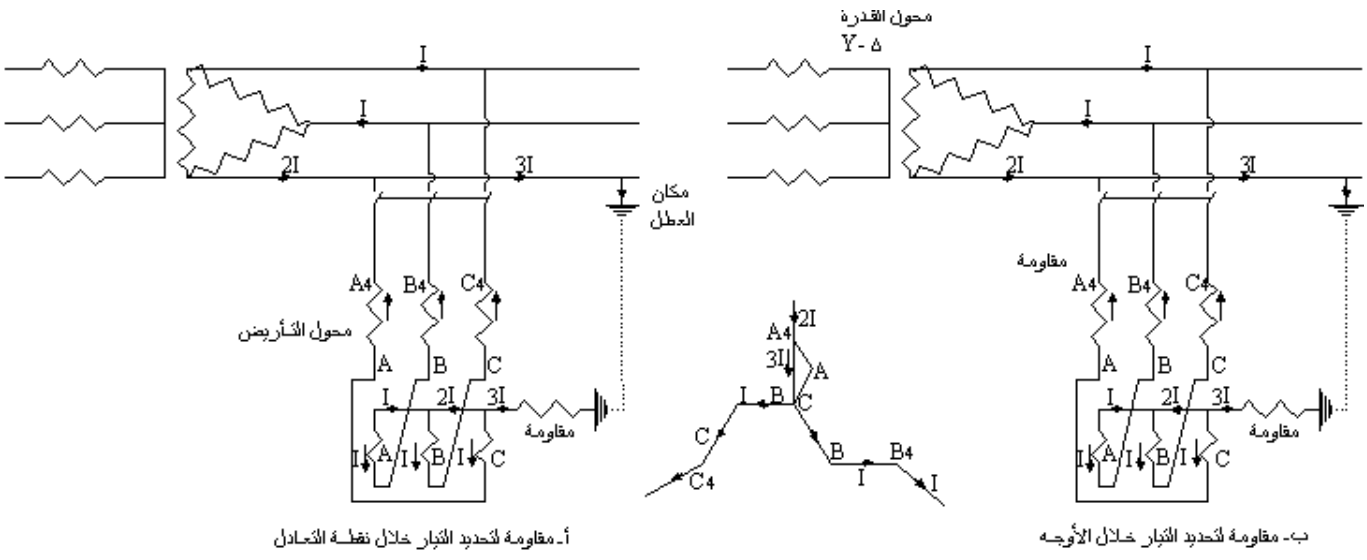


شكل (٥-١٣) :

محول التأريض (Grounding Transformer) عبارة عن (Short – Time Device) أي يعمل لمدة زمنية قصيرة مقيدة وهى زمن العطل فقط ولذلك فإن حجمه وتكاليفه تنقص كثيرا عن محول له نفس القدرة ولكنه (Continuous – Duty Transformer) في خدمه مستمرة .

تأريض المحولات الموصلة دلتا (Delta)

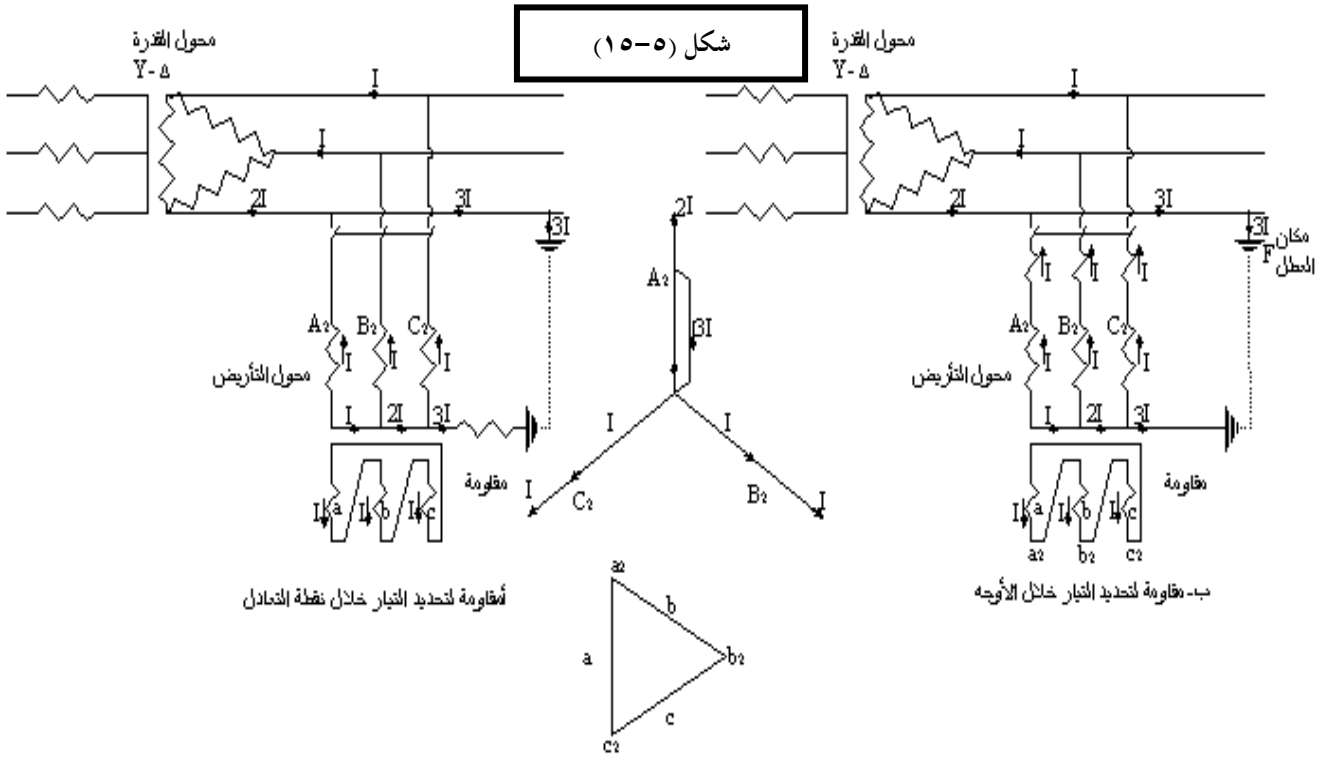
أحيانا يكون من المرغوب تأريض شبكة مغذاة من محولات قدرة أحد ملفاتها موصله d وفي هذه الحالة نقطة التجميع تتم صناعيا من خلال أجهزة معدة خصيصا لهذا الغرض وهذه الأجهزة عادة شكل توصيله y داخلية أو محول (yd) شكل (٤-١٤) يمثل محول تأريض ذو توصيلة Y داخلية (محول بتوصيل متعرج Zig Zag) بينما شكل (٤-١٥)



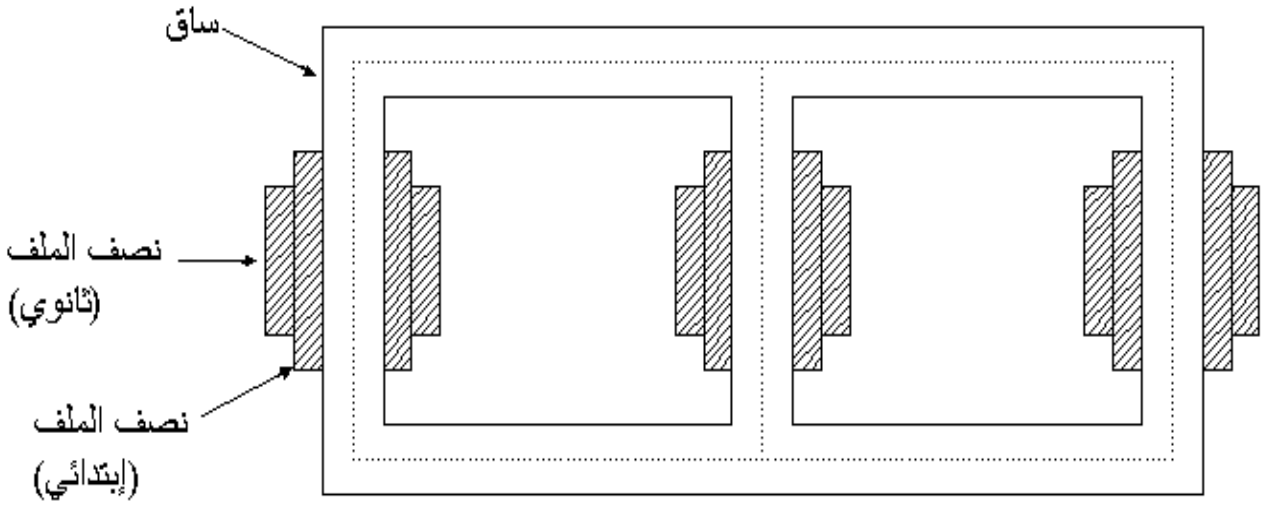
يمثل محول تأريض Yd

شكل (٥-١٤)

شكل (٥-١٥)



محول التأريض ذو توصيلة داخلية يشابه في تركيبه محول ثلاثي الأوجه ذا القلب الحديدي (Core Type) ولكنة يحتوى على ملف واحد فقط على كل فرع ينقسم الملف إلى جزأين وهو متصل داخليا كما في شكل (٤-١٦) ويكون عادة مغمورا في الزيت وعلى هذا فان المحول يشابه محول ذاتي بنسبة ١:١ بينما الجهد بين كل خط والأرض يكون ثابتا في حالات التشغيل العادية .



شكل (٥-١٦)

- في حالة حدوث قصر فان مقاومة المحول تكون أقل مقاومة يمر خلالها تيار القصر الأرضي كما يحدث في حالة حدوث قصر في شبكة تحتوى على نقطة تجميع مؤرضة ....
- في حالة التشغيل العادية فان التيار المار خلال ملفات محول التأريض يكون عبارة عن تيار المغنطة وعادة تكون الملفات مصممة بحيث تتحمل مرور أقصى تيار قصر مناسبا لها لمدة ٣٠ ثانية .

هناك نوع آخر من محولات التأريض عبارة عن محول ثلاثي الأوجه ذي قلب حديدي يحتوى على ملفين d, y يوصل الملف الابتدائي الموصل y على أطراف المحول المراد تأريضه والمحتوى على ملف d أما الملف الثانوي فانه يوصل دلتا مغلقة كما في شكل (٤-١٥) في الحالة العادية يكون التيار المار في الملف الابتدائي لمحول التأريض عبارة عن تيار المغنطة ولكن في حالة حدوث قصر أرض فان الدلتا المغلقة في محول التأريض تعمل على توزيع تيار القصر على الأوجه الثلاثة للملف الابتدائي لمحول التأريض وعلى ذلك فان الأمبير – لفة في الملفين يكون متزنا وبالتالي لا ينتج أي تأثير من الصدمات العابرة ...

ويمكن تمثيل مقاومة محول التأريض بمانعة كما في محولات القدرة ...

إذا كانت قيمة ممانعة محول التأريض غير مناسبة لتخفيض حدود قيم تيار القصر الأرضي للشبكة الكهربائية فانه يمكن إضافة مقاومة مناسبة مع محول التأريض لتخفيض حدود قيم تيار القصر للأرضي، وفي هذه الحالة يمكن أن توضع هذه المقاومة إما بين نقطة تجميع محول التأريض والأرض أو بين أطراف محول التأريض والخط كما في شكلي (٥- ١٤) ، (٥-١٥) .

- في حالة استخدام المقاومة واحدة بين نقطة التجميع والأرضي يجب أن تصمم بحيث يمر بها مجموعة تيار القصر الأرضي، بينما يجب أن يكون جهد العزل مساويا جهد وجه النظام ، ومن ناحية أخرى باعتبار حالة قصر فإن نقطة التجميع لملفات محول التأريض سوف ترتفع لجهد أعلى من جهد الأرض (مساويا لانخفاض الجهد على المقاومة) ولكن عزل ملفات محول التأريض يجب أن يتحمل جهدا مساويا لجهد الوجه ...

وعلى أي حالة في حالة اختيار الحالة الأخيرة فليس من المستحب تعريض ملفات محول التأريض إلى موجه جهد مفاجئة أعلى من التي يمكن أن يتحملها ، حيث أن هذه الملفات المعزولة هى أضعف جزء في المعدة ولذلك يتم استخدام المقاومات المناسبة لتوضع بين أطراف محول التأريض والخطوط ، بدلا من توضع بين نقطة التجميع والأرض تماما لخدمة نفس الغرض لتخفيض حدود قيم تيار القصر

هذا بالإضافة إلى أن جهد نقطة تجميع محول التأريض يظل جهد الأرض دائما وبالتالي فان الملفات لا تتعرض لأي جهود عالية، ومن ناحية أخرى فان جهد العزل للمقاومات يجب أن يكون الجهد الكامل للخط ، ولكن هذا أسهل نسبيا وأرخص،وإذا أخذنا في الاعتبار قيمة تيار القصر ، والانخفاض في الجهد خلال المقاومات ، لذلك فان قيمة المقاومة بالأوم المركبة بين أطراف محول التأريض والخط تصل إلى ثلاثة أمثال قيمة المقاومة بالأوم ، لو كانت مركبة بين نقطة تجميع والأرض، ولكن

قيمة التيار المقنن للمرور في المقاومة في الحالة الأولى يكون ثلث قيمة التيار في الحالة الثانية ، حيث أن في حالة العطل تعمل المقاومات الثلاث في الأوجه على التوازي للحصول على الحماية المطلوبة.

ج- تأريض نقطة التعادل خلال ملف (النظام المؤرض بالرنين)

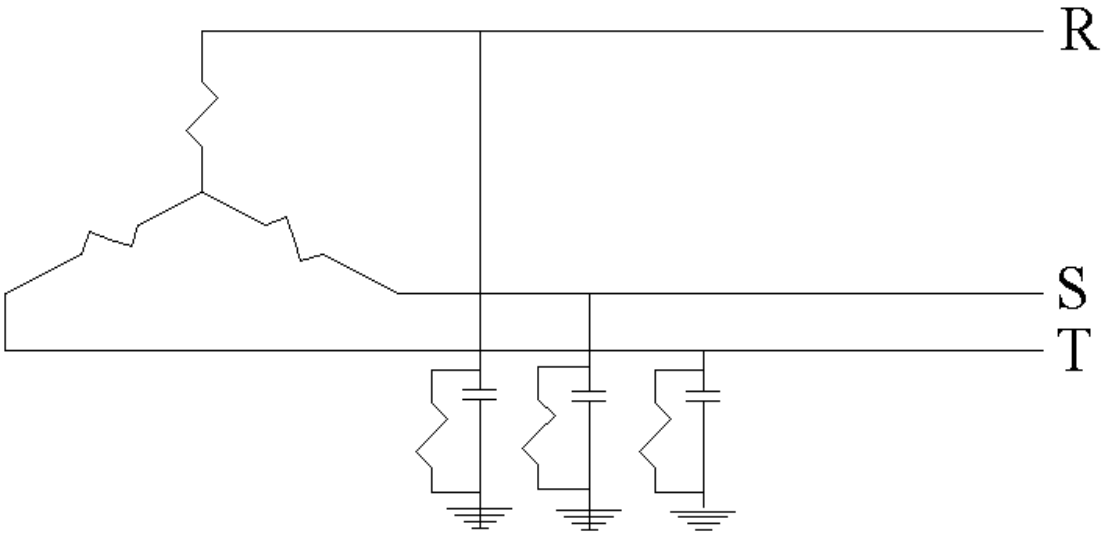
Resonant Grounded System

كذلك يطلق على هذا النظام اسم الملف بترسون / ملف إخماد القوس الكهربائي (Petersen Coil/Arc Suppression Coil) عادة تكون نقطة التعادل لشبكات الضغط العالي معزولة - ولكن لكي تعمل الأجهزة خلال الأعطال الأرضية يجب إضافة ملف إخماد القوس الكهربائي خلال نقطة التعادل لمحول القدرة من خلال الملف يتم تعادل تيار ملف إخماد القوس مع التيار السعوى بحيث يكون تيار القصر الأرضي (الفرق بين تيار الملف والتيار السعوى) صغيرا جدا أو مساويا للصفر ، وعلى ذلك فإن القوس الكهربائي يخمد عند نقطة القصر (نتيجة صفر تيار القصر)، وبالتالي يمكن تجنب احتراق الموصلات وانهيار عزل المعدات :

في حالة استخدام نظام تعادل سليم يمكن عمل النظام خلال قصر أرضى لمدة زمنية طويلة نسبيا حتى يتم التعادل بين التيارات وعل ذلك فمن الضروري أن يكون تيار ملفا إخماد القوس يساوى تقريبا التيار السعوى الذي يتغير كثيرا – ليس فقط نتيجة العمل على الخط ولكن أيضا نتيجة التأثير بدرجة الحرارة – الغطاء الثلجي - الذبذبة...

ملف إخماد القوس عبارة عن ملف ذي ثغرة هوائية يوصل بين نقطة التعادل لمحول القدرة والأرض يمكن الحصول على قيم مختلفة لتيار ملف إخماد القوس عن طريق تغيير الثغرة الهوائية، إما باستخدام نقط تفرع أو باستخدام نقط تفرع أو باستخدام محرك كهربي بغير الثغرة الهوائية ..

في الظروف العادية لتشغيل الشبكة الهوائية – لا توجد أعطال أرضية – فان تيار التسريب والتيار السعوى المتولد من جهد المصدر يمر خلال مقاومة التسريب والمكثف لكل وجه كما في شكل (٤-١٧)

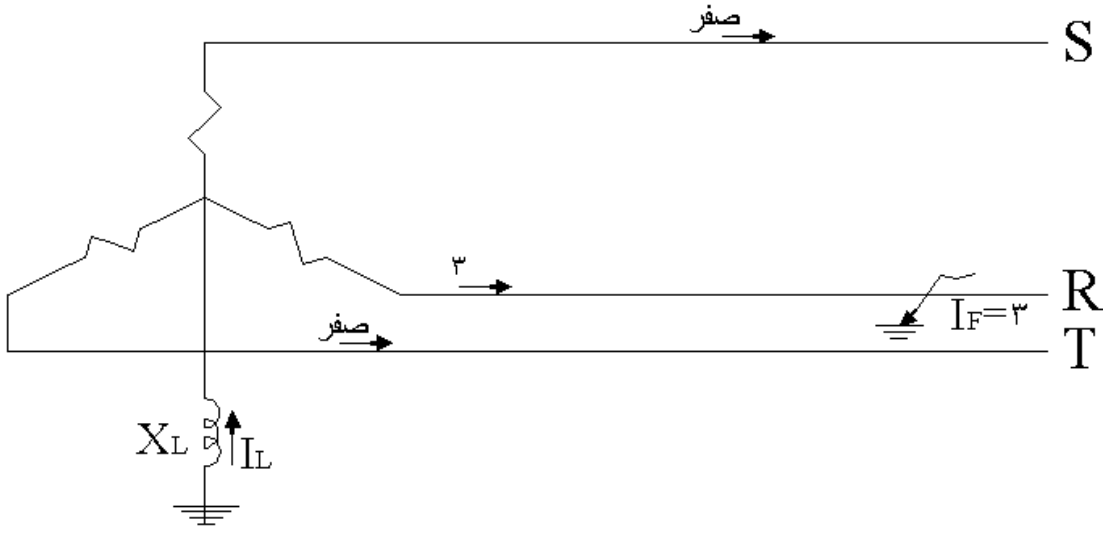


شكل (٥-١٧)

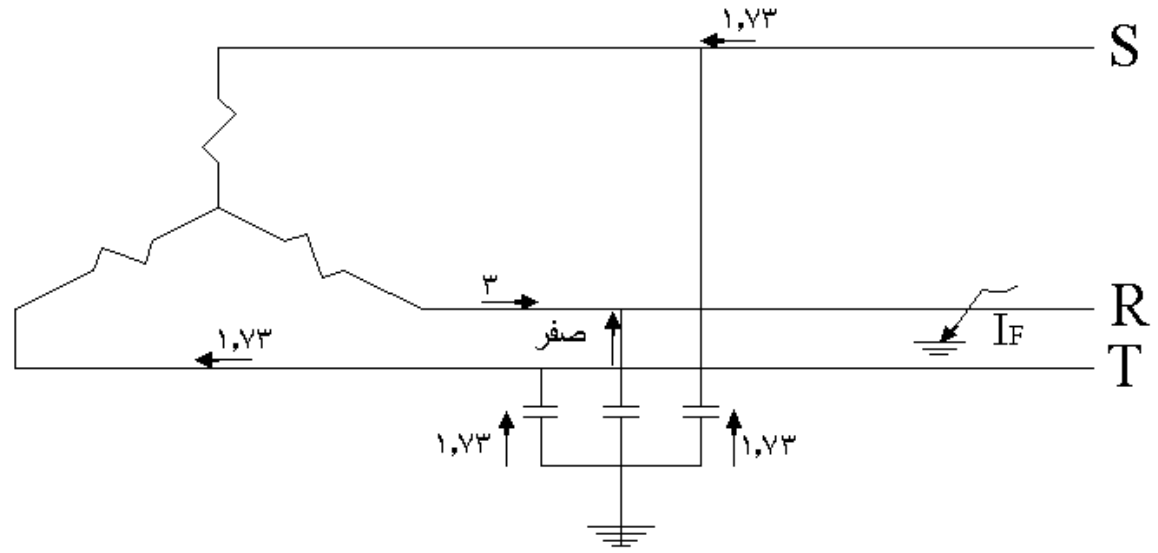
نتيجة عدم اتزان جهد مكثفات الأرض وجهد مقاومة التسريب ينتج ما يسمى بجهد عدم الاتزان ويكون عادة عند نقطة تعادل الشبكة بالأرض ...

عند توصيل ملف إخماد القوس يرتفع جهد عدم الاتزان إلى قيمة جهد نقطة التعادل – وجهد عدم الاتزان يكون أقل من ١% من الجهد المقنن ويكون جهد نقطة التعادل أقل من ١٠% من قيمة الجهد المقنن غالبا ما تكون قيمة مقاومة التسريب كبيرة جدا ويمكن إهمالها . عند حدوث قصر بين وجه والأرض فان جهد هذا الوجه يصبح جهد الأرض ويرتفع على الوجهين الآخرين خلال المكثفات إلى جهد الخط وبالتالي يرتفع التيار المار فيهما ويعود خلال القصر الأرضي

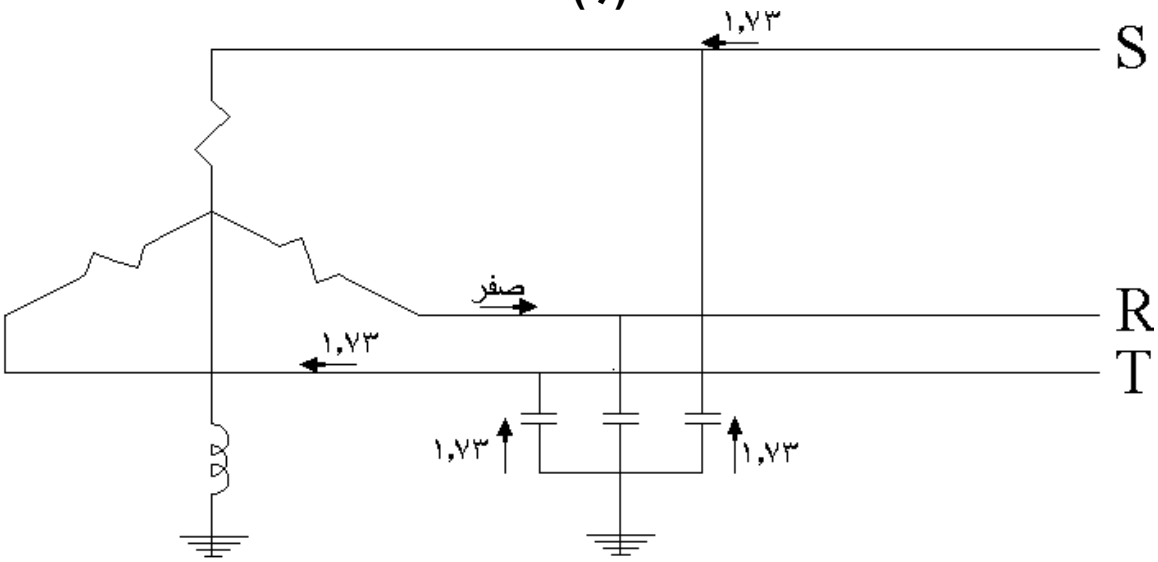
فإذا كان التيار المار في الملف IL إلى الأرض فانه يتم ضبط خطوة بحيث يتساوى تيار الممانعة IL مع التيار السعوى IC للشبكة وفي هذه الحالة يكون تيار القصر للوجه مع الأرض يساوى صفرا..



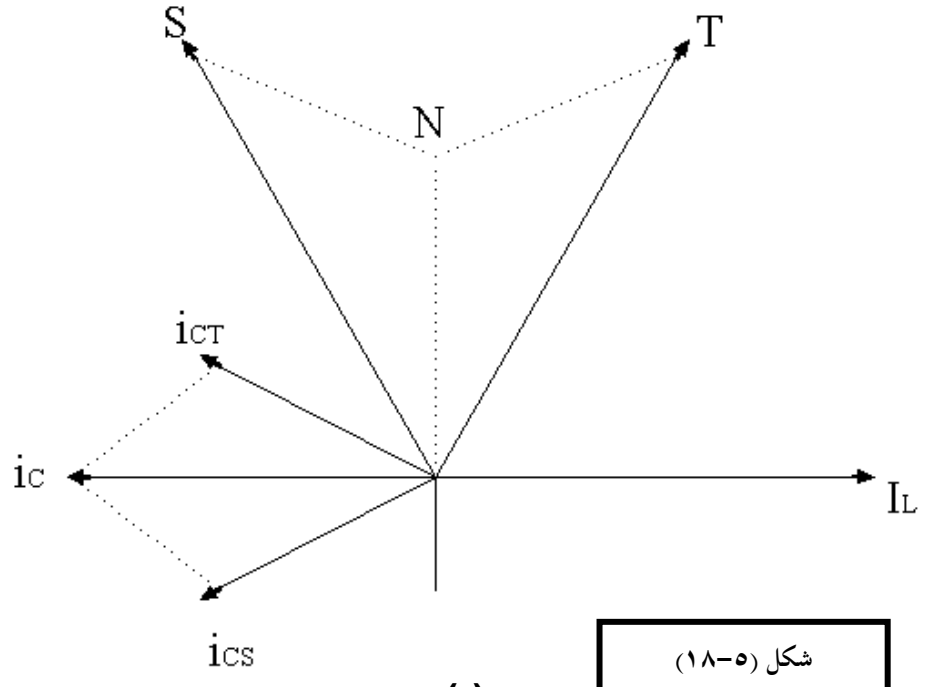
(أ)


١,٧٣
S
٣
R
صفر
IF
١,٧٣
T
١,٧٣
١,٧٣

(ب)


١,٧٣
S
صفر
R
١,٧٣
T
١,٧٣
١,٧٣

(ج)


S
T
N
iCT
iC
IL
iCS

(د)

شكل (٥-١٨)

يمكن تمثيل هذه الحالة كما في شكل (٤-١٨) حيث يمثل شكل (أ) حاله وجود ملف فقط ويمثل شكل (ب) حاله وجود مكثف فقط . شكل ج في حاله جميع الحالتين ، وفي هذه حاله يكون تيار القصر يساوى صفرا وهو يسمى بالتعادل بين تيار ملف إخماد القوس والتيار السعوى .

ويمكن تمثيله إتجاهيا كما في الشكل (د) حيث يتضح أن جهد الأرض يساوى جهد الوجه . وأن تيار ملف الإخماد يساوى ويضاد التيار السعوى عند نقطة القصر .

استخدمت هذه الطريقة بنجاح في حاله الضغوط العالية ، وفي الخطوط الهوائية الطويلة (أكثر من ٢٠٠ ميل).

يفضل أن يكون تيار القصر في نقطة التعادل يساوى أو أكبر من التيار السعوى.

الجدول التالي يوضح تيار القصر لنقطة التعادل لكل ميل (في حاله البرج الذي يحتوى على خط واحد)

Voltage KV	Ampere
23.0	0.145
34.5	0.200
46.0	0.260
69.0	0.390

في حاله الكابلات يراعى الآتي:

١ ميل كابل ثلاثي الأوجه = ٢٥ ميل للخط الهوائي

١ميل كابل أحادى الوجه = ٥٠ ميل للخط الهوائي

في حاله الخطوط أقل من ٢٠٠ ميل يفضل قياس IC للشبكة

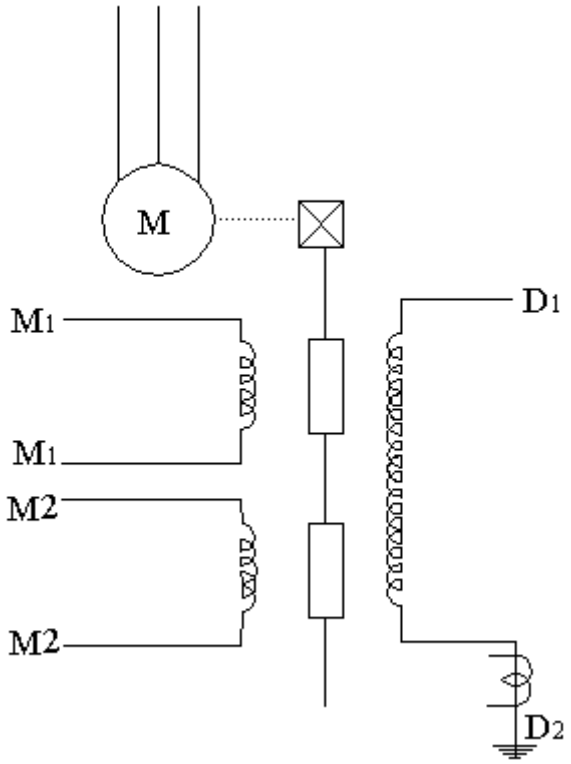
مثـــال

ملف إخماد القوس ذو الضبط التدريجي – تبريد زيت – أحادى الوجه

		Technical Data
النوع	ZTCc 1250	Type
جهد الشبكة المقنن عند التردد	11 Kv 50 Hz	Rated Network Voltage
جهد المخرج المقنن	1270 Kv Ar	Rated Output
مقنن الجهد لملف تخميد القوس	6.36 Kv	Arc Suppression Coil Rated
مقنن التيار	200 A	Rated Current
مدى التنظيم	30- 60 A	Regulation Range

فترة الحمل	120 MIN	Load
التبريد	Oil	Cooled
درجة الحرارة المسموح بها D1- D2	75 C	Permissible temp of D1 D2
درجة الحرارة المسموح بها في الزيت	70.C	Permissible temp of oil
مواصفات محرك الإدارة	380v×3	Motor drive
	2.6A 1.1 Kv 50 Hz	

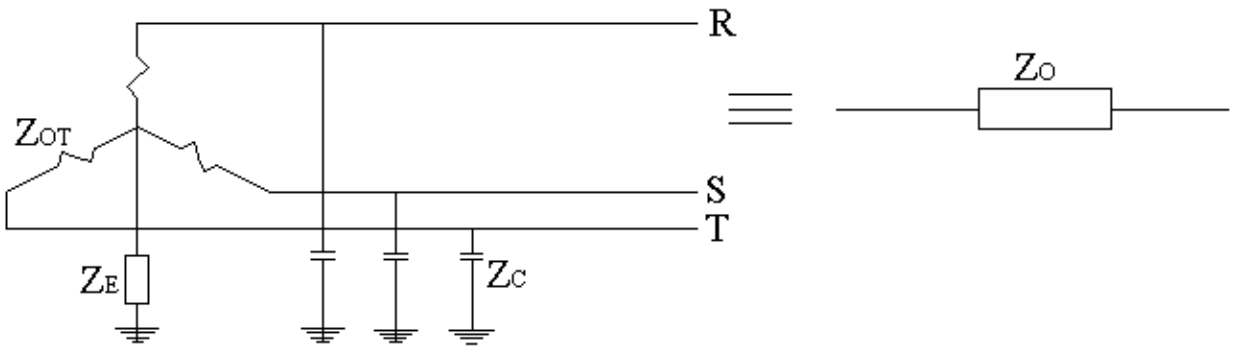
في هذا النوع يتم تغيير قيمة IL عن طريق تغيير الثغرة الهوائية في الدائرة المغناطيسية . أي تغيير المقاومة المغناطيسية وذلك بواسطة محرك كهربائي كما في شكل (٥٥-١٩)



شكل (٥-١٩)

يتكون ملف إخماد القوس من ملف رئيسى D1, D2 لا يحتوى على نقط تقسيم (Not Tapped) وملف قدرة ثانوي M2 N2 بحد أقصى ٢٠ % من معدل المخرج لملف إخماد القوس بزمن حمل حتى ٦٠ ثانية- كذلك ملف مساعد ثانوي M1 N1 لقياس قيمة الجهد بالملف (١٠٠ فولت) .

يلاحظ أن قيمة مقاومة الأرض الوقائية لشبكات الضغط العالي تكون بحد أقصى واحد أوم وفي هذه الحالة تكون التوصية بتوصيل ملف إخماد القوس للتأريض من نقطة التعادل بالشبكة الكهربائية



شكل (٥-٢٠)

ملحوظة:

قيمة ZO في حالة التعادل خلال ممانعة

المعادلة العامة لقيمة (ZO) من شكل (٥ – ٢٠) هي :

$$Z_O = \frac{(3Z_E + Z_{OT})Z_C}{(3Z_E + Z_{OT}) + Z_C}$$

والحالات المحملة هي :

حالة رقم ١

$$|3ZE + ZOT| = |ZC|$$

$$\therefore IL = IC$$

تمثل حالة تأريض نقطة التعادل خلال ملف وفي هذه الحالة تكون ZO كبيرة جدا وبالتالي يوجد تيار تسريب صغيرا جدا فقط يمر إلى الأرض

قيمة التيار القصر بين وجه والأرض يساوى صفرا وأكبر قيمة للتيار هي قيمة تيار القصر للأوجه الثلاثة

حالة رقم ٢

$$|3ZE + ZOT| > |ZC|$$

$$\therefore IL < IC$$

ZO في هذه الحالة ذات قيمة ٠ ولكن يظل تيار القصر بين وجه الأرض صغيرا جدا ، وأصغر من تيار القصر خلال نظام نقطة التعادل عندما تكون معزولة

حالة رقم ٣

$$|3ZE + ZOT| < |ZC|$$

$$\therefore IL > IC$$

ZO في هذه الحالة تزيد وإذا كانت قيمة $|3ZE + ZOT|$ على الأقل نصف قيمة ZC فان تيار القصر لا يزال صغيرًا جدا . وأقل من تيار القصر في حالة قصر في نظام نقطة التعادل المعزولة .

ثالثا: وسائل ضبط الجهد

١– تشغيل وحدات الشبكة في حدود منحنى التشغيل CAPABILRTY CURVES

٢ – فصل وتوصيل المانعات على الشبكة جهد ٥٠٠ ك.ف(توجد ٧ ممانعات سعه ١٦٥ ميجافار/وحدة

وحدتان بالسد العإلى – وحدتان بنجع حمادى – ثلاث وحدات في سمالوط

٣– تشغيل المكثفات المتزامنة بمحطة محولات القاهرة ٥٠٠ ك.ف (توجد ٣ وحدات سعه ٦٥ ميجا فار / وحدة)

٤– تغيير مغيرات الجهد في محطة محولات ٥٠٠/ ٢٢٠ – ٦٦/٢٢٠ ك.ف

٥– استخدام مكثفات سعوية على الجهود المنخفضة

٦– يستعمل مغير الجهد TAP CH لرفع وخفض الجهد في المحولات جهد ٦٦/١١ك.ف

رابعا : ضمان سلامة الأداء للشبكة

١– اجراء الصيانات الوقائية دوريا لجميع المهمات مع تكثيف النظافة على الخطوط وخاصة فترة الشبورة .

٢–اجراء الاختبارات الدورية لاداء اجهزة طرح الحمل للشبكة

٣–اجراء الاختبارات الدورية للاتوماتيكيات بكافة انوعها .

٤– اجراء الاختبارات الدورية لأجهزة الوقاية بكافة انوعها .

٥–بمراجعة قيم الضبط لمهمات بعد دخول مهات اخرى بالشبكة

٦–اعداد دراسات الاتاحية والاعتمادية لوحدات التوليد والخطوط والمحولات

٧– تأريض نقطة التعادل لمحولات الربط جهد ٢٢٠/٦٦ك.ف

خامسا: تشغيل وحدات المحطات الحرارية

يتم تشغيل وحدات المحطات الحرارية وفقا لاستراتيجية الأولويات الآتية :

١– وحدات بخارية تستهلك وقود الغاز الطبيعي

٢– وحدات بخارية تستهلك خلط من وقود الغاز الطبيعي والمازوت

٣– وحدات بخارية ذات الدورة المركبة

٤– وحدات بخارية تستهلك وقود المازوت

٥– وحدات غازية تستهلك وقود الغاز الطبيعي

٦– وحدات غازية تستهلك وقود السولار المخصوص

سادسا : نظام طرح الحمل

الغرض من استخدامها ": هو الخروج ببعض احمال من الشبكة حيث يحدث انخفاض التردد فى الشبكة عندما تقل القدرة الفعالة المولدة على القدرة الفعالة للاحمال وبالتالى تكون وحدات التوليد محملة اكثر من المعتاد فتقل سرعة دوران المولدات وينتج عن ذلك انخفاض التردد حيث سرعة الدوران F=PN/60 وانخفاض السرعة لة تاثير ضار على المولدات والتربينات ولذلك يلزم عند انخفاض التردد فصل بعض الاحمال لتتوازن مع القدلرة الفعالة .

فكما سبق أن ذكرنا انة من اختصاص التحكم القومى هو اعداد وحدات توليد عامة بالشبكة تكفى لاحمال الذروة المسائية بالاضافة الى وجود الاحتياطى الدوار من الوحدات الا انة عند خروج احدى الوحدات الكبيرة القدرة مع ثبوت قيمة احمال الشبكة يؤدى الى انخفاض التردد الى قيم اقل من التردد المعروف وهو ٥٠سيكل /ث كما سبق ذكره.

وقد يتسائل البعض عن الضرر الناتج من انخفاض تردد الشبكة فنقول انة غير محسوس بالنسبة لاحمال الاضائة العادية ولكن يظهر الضرر على المولدات والتربينات وكذلك على الاحمال الصناعية خاصة ادارة المحركات حيث ترتبط السرعة فى هذة المحركات بالتردد طبقا للعلاقة : F=PN/60 حيث F التردد بالسيكل /ث p عدد ازواج الاقطاب لذلك فانة عند تردد ٥٠سيكل /ث تكون السرعة N كالاتى :

$$N=60*50=3000 \ r.p.m$$

فلو فرضنا ان التردد انخفض الى ٤٩ سيكل /ث يكون سرعة هذا المحرك المحتوى على قطبين كالاتى :-

$$N=60*49=2940 \ r.p.m$$

من هذا يتضح ان السرعة انخفضت ٦٠لفة /دقيقة وهذا يؤدى الى تداخل العمليات الصناعية والتى تنظم على اساس سرعة ثابتة لانهاء عمليات محددة وقد روعى عند تنظيم مراحل طرح الحمل اهمية مثل الاحمال الصناعية والمرفق الا فى المراحل المتاخرة التى نلجا اليها فى الضرورة القصوى .

مراحل اجهزة طرح الحمل

١- المرحلة الأولى :

وهذه المرحلة تفضل ٦ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٩.٢ سيكل /ث وأحمال هذه المرحله هى أحمال ريف

٢ – المرحلة الثانية :

وهذه المرحلة تفضل ٣ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٩.١ سيكل / ث وهذه أحمال ريف قريب من المدينه

٣- المرحلة الثالثة:

وهذه المرحلة تفضل ٤ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٩ سيكل /ث وقد تصل الى أحمال أطراف المدينه

٤- المرحلة الرابعة :

وهذه المرحلة تفضل ٧ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٨.٩ سيكل/ ث وتستكمل أحمال هذه المرحله أطراف المدينه

٥ – المرحلة الخامسة :

وهذه المرحلة تفضل ٢٠ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٨.٨ سيكل /ث وتدخل أحمال المدن الصغيرة فى هذه المرحلة.

٦ – المرحلة السادسة :

وهذه المرحلة تفضل ٢٠ % من قيمه أحمال الشبكة عند تردد ٤٨.٧ سيكل /ث وتدخل أحمال المدن الكبيرة فى هذه المرحلة

وبذلك تكون إجمالي الأحمال المطروحة للمراحل الستة هو ٦٠ % من قيمه الأحمال مع الأخذ في الاعتبار ما يلي:

١ – عند خروج أحمال المرحلة الأولى ولم تستقر الذبذبة إلى ٥٠ سيكل /ث تفصل أحمال المرحلة الثانية وهكذا حتى تستقر الذبذبة .

٢ –يوجد مرحلتان احتياطية لطرح الحمل ولكن الأجهزة المستخدمة فيها مركبة على الدوائر جهد ٦٦ / ١١ ك.ففى محطات معينة بحيث تفصل جزء من الاحمال حتى يستقر وضع التردد فى الشبكة

٣-المرحلة الأولى الاحتياطية

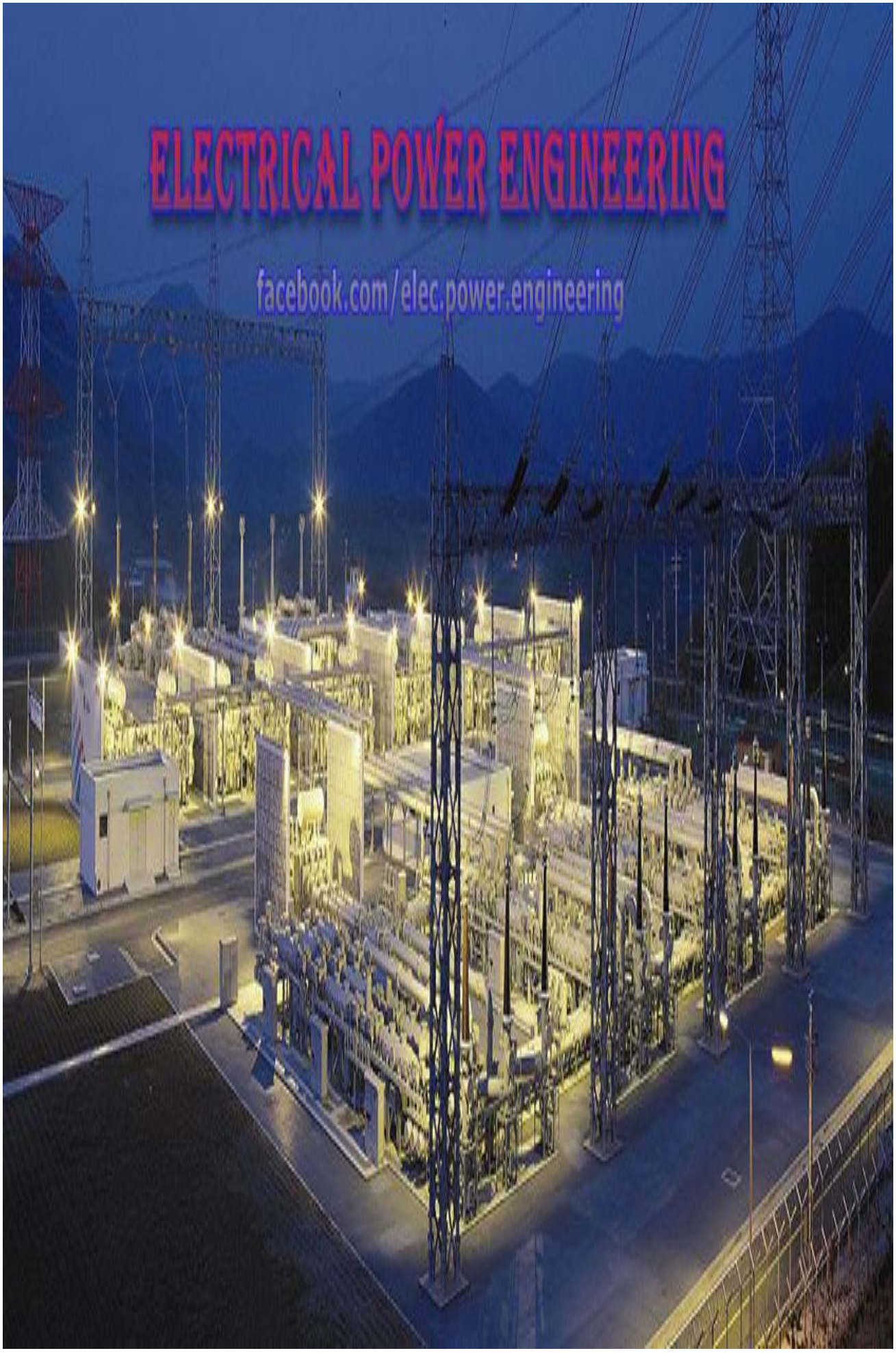
عندما لا تستقر الذبذبة بعد فصل مراحل الستة تقوم أجهزة طرح بفصل أحمال مقدارها ١٥% من الأحمال المتبقية عند ذبذبة ٤٨.٦٥ ذ/ث

٤-المرحلة الثانية الاحتياطية

عندما لا تستقر الذبذبة بعد فصل مراحل الستة والمحلة الاولى الاحتياطية تقوم أجهزة طرح بفصل أحمال مقدارها ١٥% من الأحمال المتبقية عند ذبذبة ٤٨.٦ ذ/ث

٥ – عند استقرار الذبذبة تعود الأحمال تدريجيا وطبقا لتعليمات التحكم القومي .

تـم بـحمـد اللّه


ELECTRICAL POWER ENGINEERING
facebook.com/elec.power.engineering