

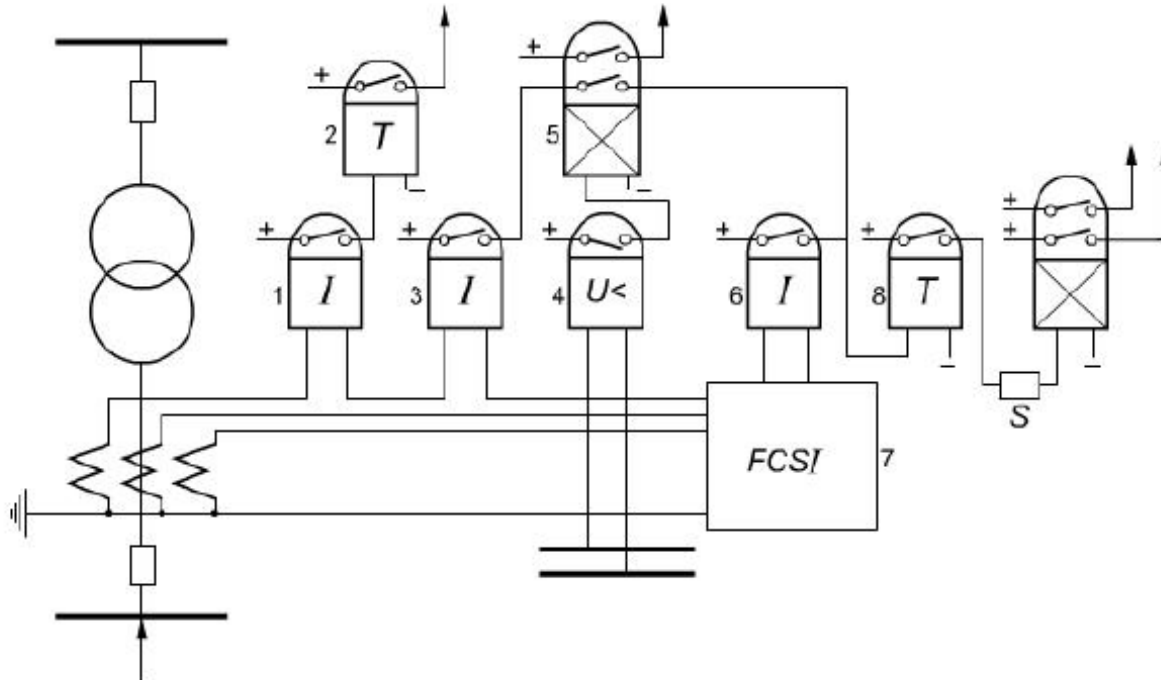
أنظمة حماية المحولات الكهربائية

مقرر: حماية نظم القدرة الكهربائية
السنة الخامسة - طاقة كهربائية

- تعد المحولات من أهم عناصر النظام الكهربائي و الأعلى ثمناً بعد المولدات .
- يتوجب على نظام حماية المحولات أن يكون على قدر من الدقة و الموثوقية و الانتقائية.
- يجب على نظام الحماية أن يحمي المحولات من الأعطال الداخلية و الخارجية و حالات التشغيل غير النظامية.
- يجب أن تؤمن حماية المحولة تشغيل القاطع الآلي على طرفي التوتر الأولي و التوتر الثانوي للمحولة.
- تعتبر المنطقة المحصورة بين القاطعين هي المنطقة المطلوب حمايتها بما فيها من كابلات و نواقل مختلفة.
- تحدد النظم العالمية و النظم الوطنية أنواع الحماية التي تستعمل للمحولات المختلفة المركبة في الشبكات الكهربائية.
- يجب على نظام الحماية إعطاء إشارات مختلفة لعناصر التشغيل و المراقبة.

■ يبين الشكل التالي الدارة مخطط لحماية المحولة ضد زيادة التيار الناتجة عن زيادة الحمولة و عن الأعطال الخارجية المتناظرة و غير المتناظرة:

- الحاكمة 1-2 تؤمن الحماية من زيادة الحمولة (حماية زيادة تيار مع تأخير زمني)
- الحاكمة 3-4-5-8 تشكل الحماية ضد تيارات القصر المتناظرة مع منع التشغيل إذا لم تترافق زيادة التيار مع انخفاض التوتر (حدوث القصر عادة ما يترافق بانخفاض للتوتر).
- الحاكمة 6 و المرشح 7 عن طريق حاكمة الزمن 8 تؤمن الحماية ضد الأعطال الخارجية غير المتناظرة.



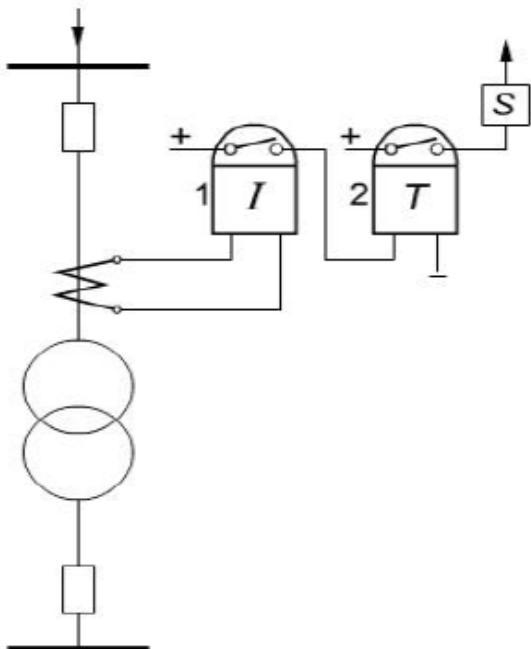
■ يبين الشكل التالي الدارة الكهربائية المبسطة لحماية المحولة ضد الأعطال الخارجية بدون حاكمة انخفاض توتر.

■ تؤمن حاكمة التيار 1 و حاكمة الزمن 2 الحماية من تيارات قصر الدارة الثلاثية المتناظرة التي تحدث خارج المحولة.

■ تعطي الحماية الأمر لفصل القاطع الآلي للمحولة .

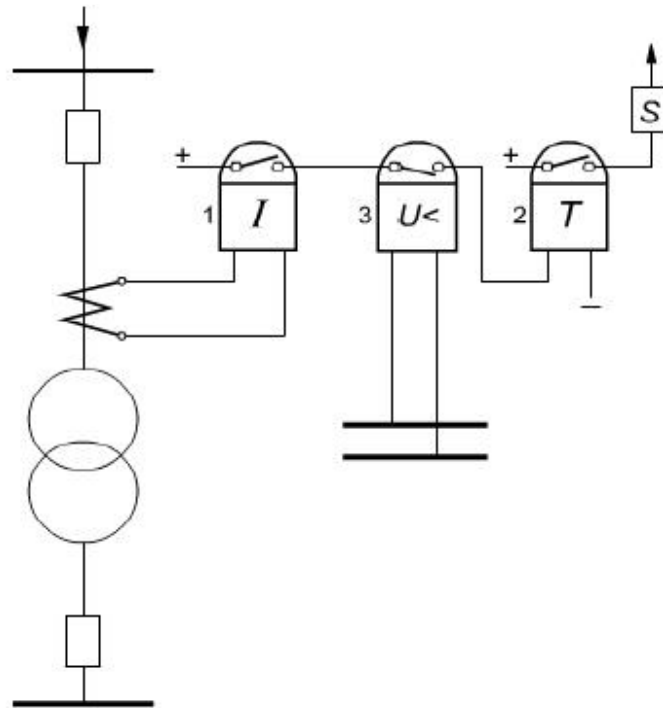
■ ترسل الحماية إشارة إلى عناصر التشغيل في صالة القيادة

عن طريق حاكمة الإشارة S



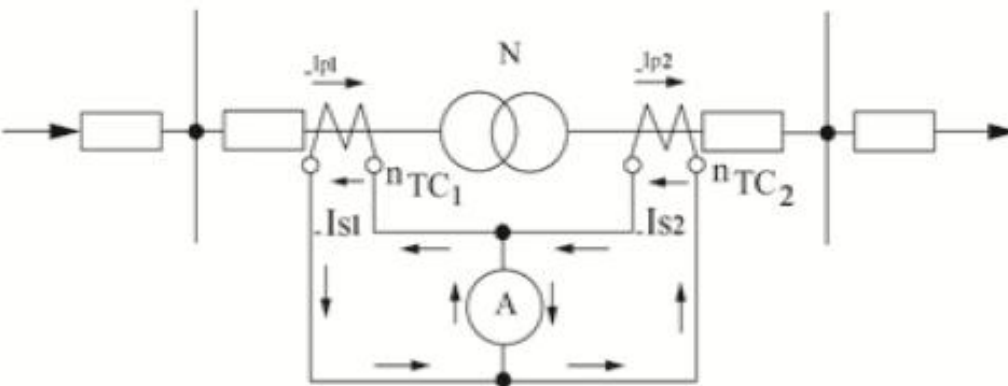
الدارة الكهربائية المبسطة لحماية المحولات ضد الأعطال الخارجية مع حاكمة التوتر

- يبين الشكل التالي تحسیناً للدارة باستعمال إقفال بواسطة حاكمة التوتر 3 بذلك يمكن التمييز بين حالات القصر و حالات زيادة الحمل على المحولة.

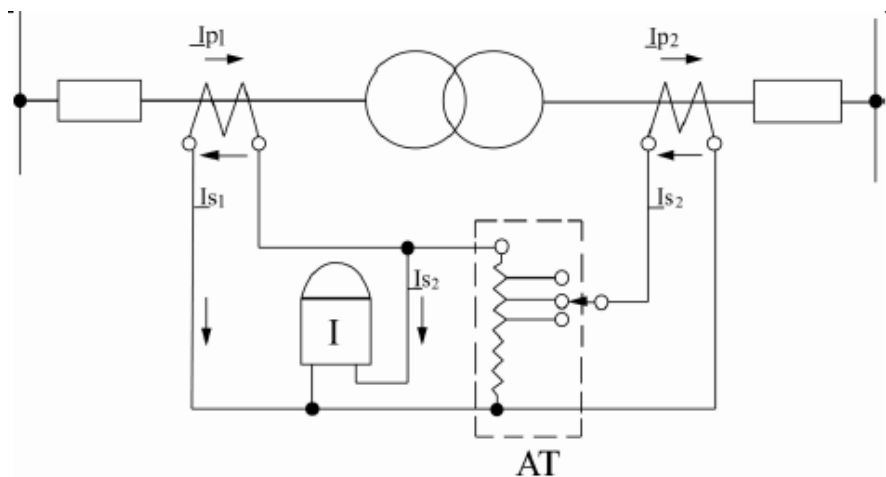


■ تنفذ الحماية التفاضلية في المحولات بشكل مشابه للمولدات مع وجود بعض الحالات الخاصة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار:

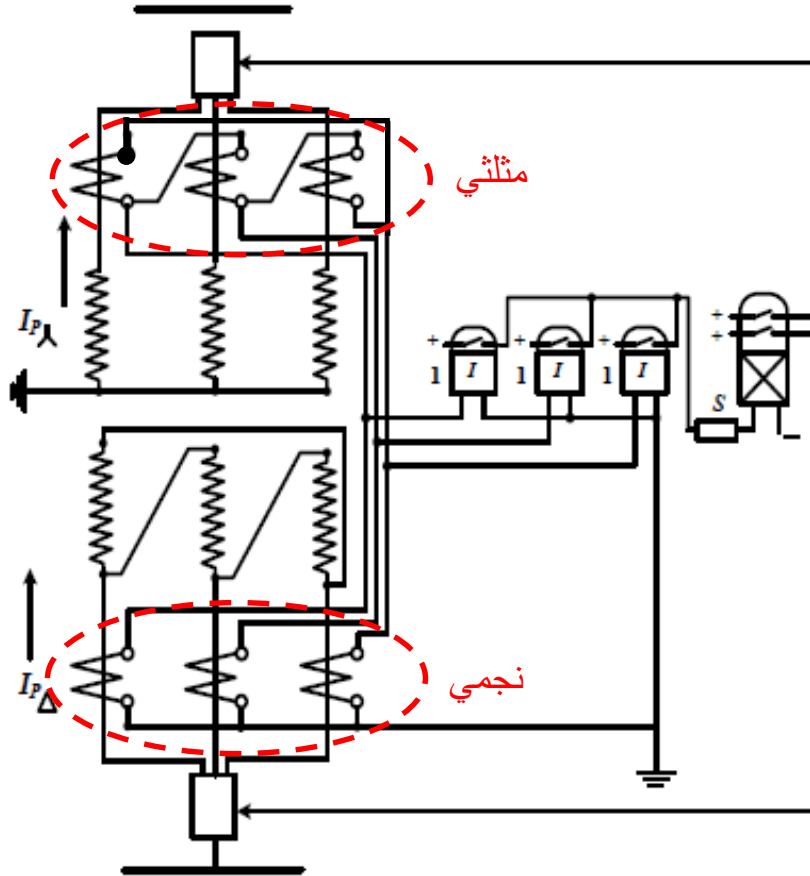
1. عدم تساوي التيارات على طرفي المحولة أي على طرفي المنطقة المحمية.
2. وجود فرق في الصفحة بين التيارات على طرفي المحولة.
3. إمكانية ظهور ارتفاع كبير في قيمة تيار المغنطة للمحولة قد تصل إلى ستة أضعاف قيمة التيار النظامي.
4. تيارات عدم التوازن بسبب عدم تماثل محولات التيار المستعملة.



1. مسألة توازن التيارات على طرفي المحولة المحمية:
يجب أن تكون التيارات $Is1, Is2$ متساوية في حالة العمل
النظامي لكن $Ip1, Ip2$ غير متساوية بالتالي تيارات
ثانوي محولات القياس غير متساوية.



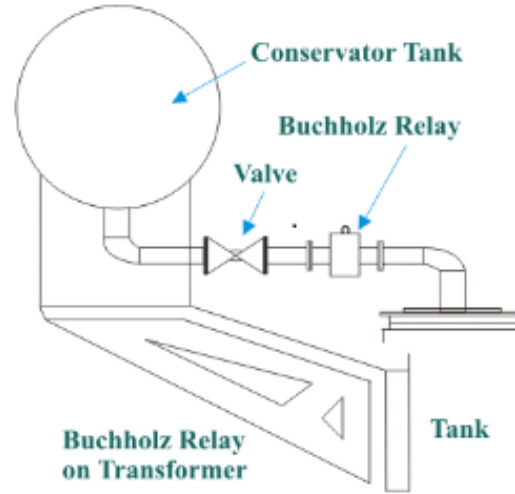
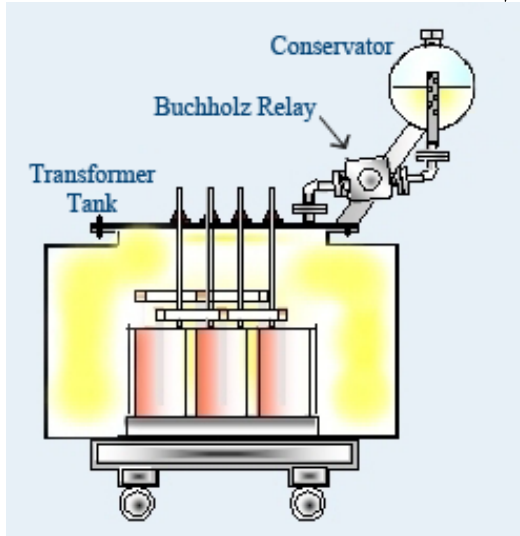
(يتم إنجاز توازن تيارات لطور واحد من الأطوار في
الحماية التفاضلية عن طريق ربط محولة ذاتية خاصة
لتأمين التوازن بين هذه التيارات)

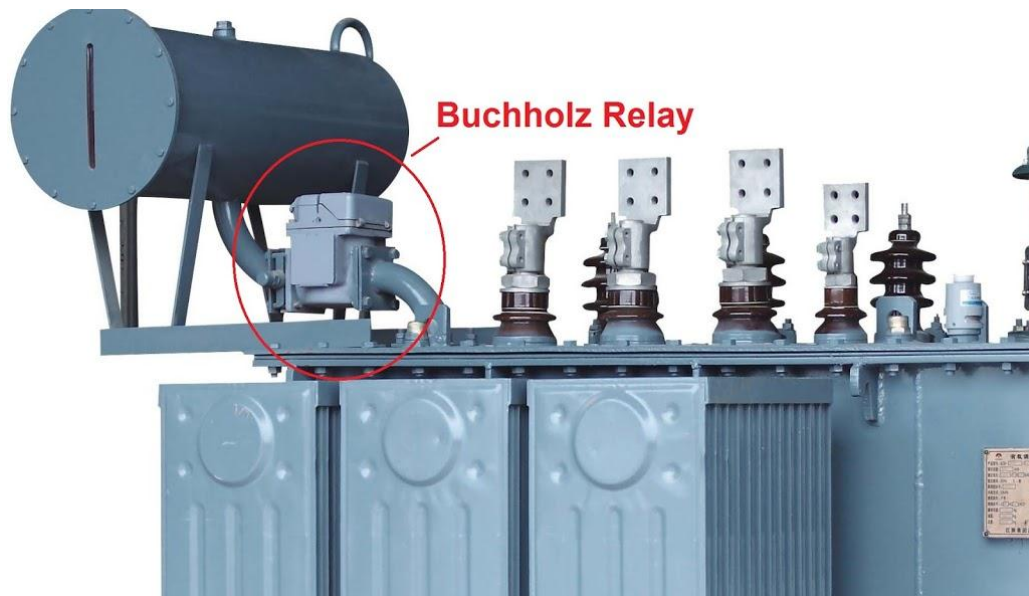


2. وجود فرق في الصفحة بين التيارات على طرفي المحولة :
يظهر فرق الصفحة في تيارات المحول المحمي عند اختلاف طرق وصل ملفات الأولي و الثانوي (نجمي مثلي أو مثلي نجمي)
بسبب فرق الصفحة هذا (30 درجة أو مضاعفاتها) سيمر في حاكمت التيار للحماية التفاضلية المستخدمة تيارات ذات قيم محددة.

يتم تعويض فرق الصفحة بربط محولات القياس للتيار بشكل معاكس لطريقة توصيل ملفات المحولة المحمية أي عوضاً عن الوصل النجمي لأولي المحول المحمي نصل محولات القياس بشكل مثلي و العكس بالعكس كما في الشكل.

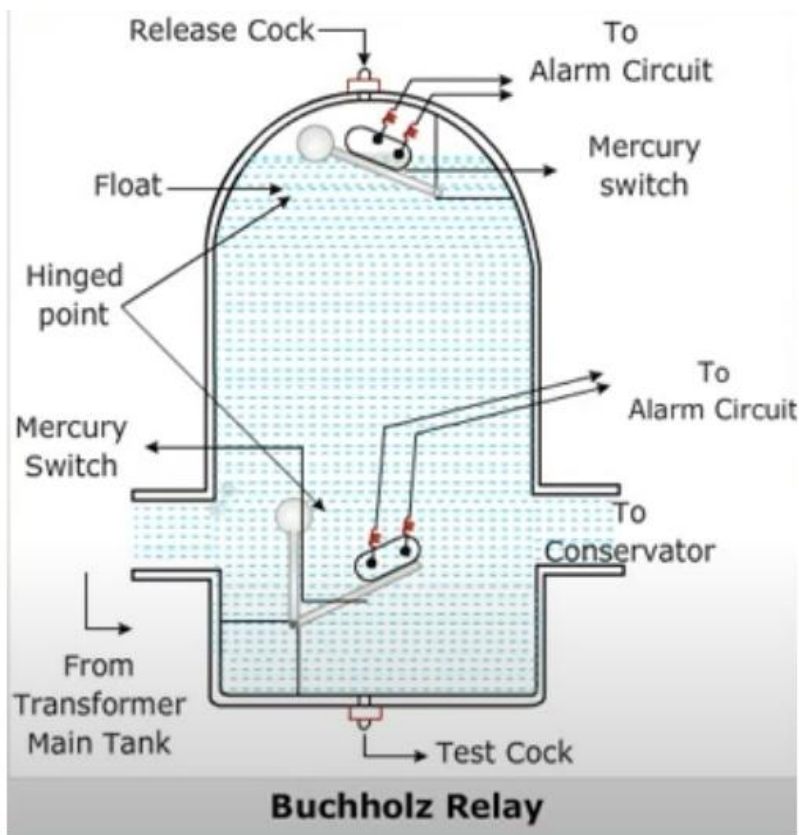
- تزود جميع المحولات المغمورة في الزيت و المجهزة بخزان تمدد بهذا النوع من الحماية و التي تسمى حماية بوخلز **BUCHHOLZ** .
- تعمل هذه الحماية في حالة ظهور أي نوع من الأعطال داخل الجسم الحافظ للمحولة لأن أي عطل من هذا النوع يرافقه انطلاق للغازات بسبب تشكل القوس الكهربائي ضمن الزيت المستعمل لعزل المحولة.
- تركيب حاكمة بوخلز على الأنبوب الذي يصل بين جسم المحولة و خزان التمدد.



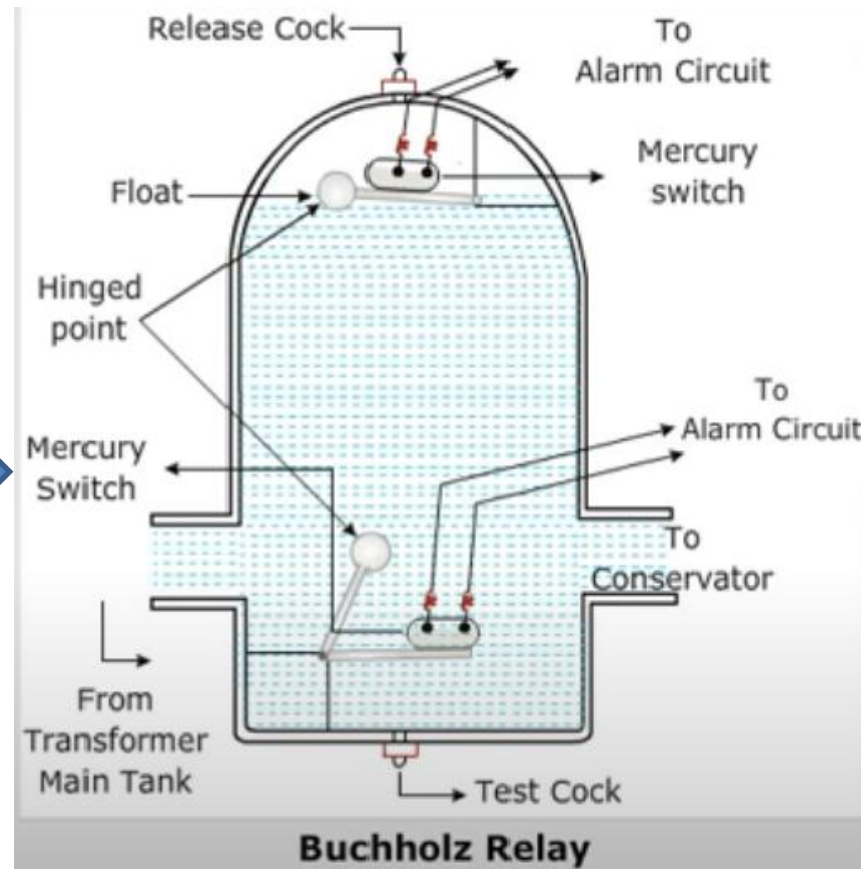


حماية المحولات الكهربائية باستعمال الحاكنات الغازية - بوخلز

- يتكون من فواشة علوية و فواشة سفلية و أنبوبين زجاجي يحوي على تماسين من الزئبق و قضيب عتلة متحركة مع صفيحة مستوية و يمكن لكل فواشة أن تدور حول محورها

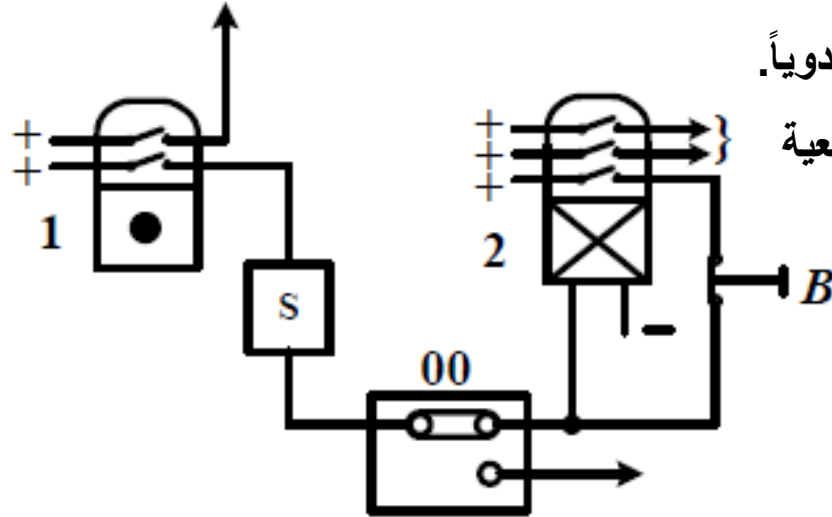


قبل الوصل



بعد الوصل

- يبين الشكل المخطط الكهربائي لدارة الحماية بالحاكمة الغازية للمحولات.
- تتعرض الحاكمة الغازية 1 فتغلق التماس العلوي المفتوح إذا كانت كمية الغاز المنطلقة عبرها قليلة وذات سرعة صغيرة وتعطي إشارة إلى صالة القيادة .
- إذا كانت كمية الغاز المنطلقة كبيرة و ذات سرعة عالية تتعرض الحاكمة الغازية 1 فتغلق التماس السفلي المفتوح فتعطي الأمر إلى حاكمة الإشارة S و المبدلة 00 إلى الحاكمة المساعدة 2 التي تغلق تماساتها.
- تعطي أوامر الفتح إلى القواطع الآلية على جانبي المحولة المحمية.
- يستخدم المفتاح B لإزالة التهيج الذاتي للحاكمة المساعدة يدوياً.
- تستخدم المبدلة 00 للانتقال إلى وضعية الإشارة بدلاً من وضعية التهيج للحاكمة المساعدة 2



الحماية بتقطيع التيار للمحولات الكهربائية

- يبين الشكل دارة الحماية بتقطيع التيار (تعمل بدون تأخير زمني) و كذلك تغيرات تيار القصر نسبة إلى المسافة من نقطة العطل و حتى مكان تركيب الحماية.
- لكي تعمل حماية تقطيع التيار بشكل انتقائي عند حدوث عطل خارج المنطقة المحمية يتم اختيار تيار إقلاع الحماية بقيمة أكبر من قيمة تيار العطل الناتج في أقرب نقطة للمنطقة المحمية - كالنقطة K مثلاً.
- يبين الشكل أن هناك منطقة ممتدة لا تغطيها الحماية بتقطيع التيار

و عند حدوث العطل في هذه المنطقة فإن الحماية الغازية و حماية زيادة التيار الزمنية سوف تؤمن الحماية المطلوبة.

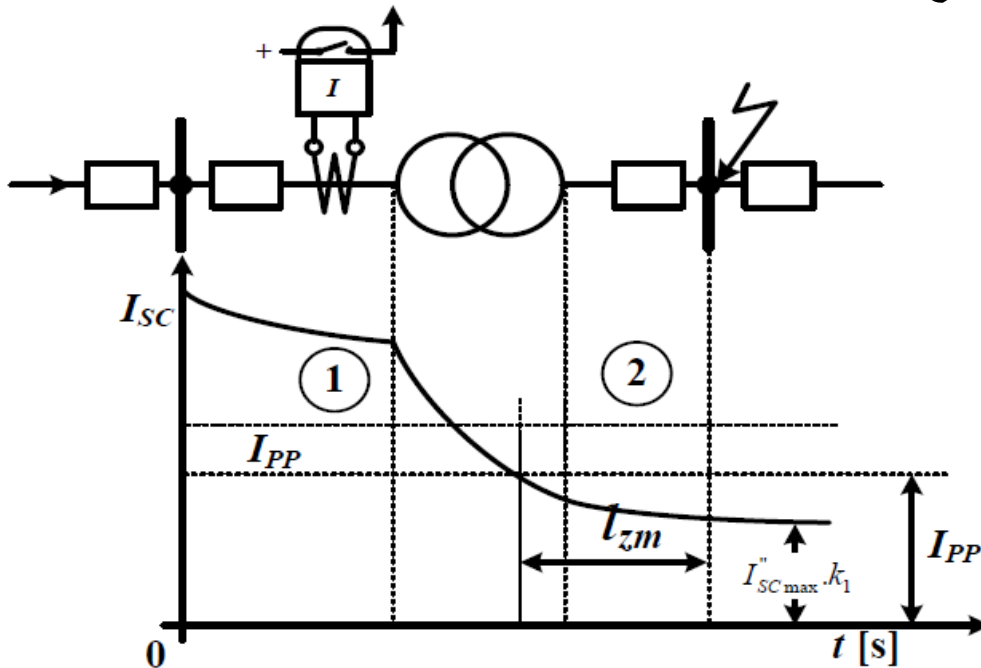
يحسب تيار إقلاع الحماية :

$$I_{pp} = K_{sec} \cdot I''_{SC \max k}$$

$$K_{sec} = 1.2 - 1.6$$

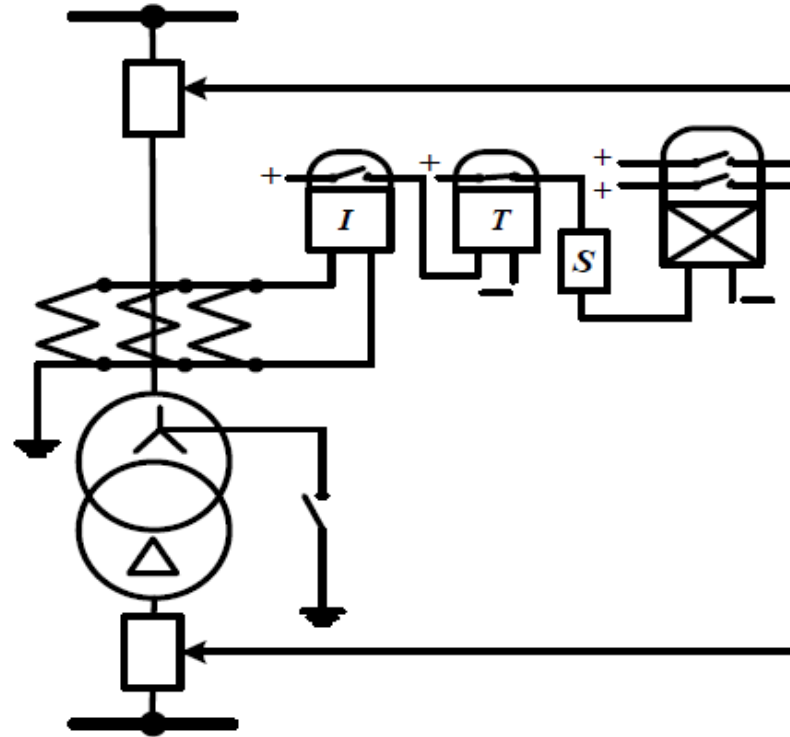
يجب ألا تعمل الحماية عند ظهور تيار الاندفاع المغناطيسي لهذا يؤخذ تيار إقلاع الحماية:

$$I_{pp} = (3 - 5) I_n$$



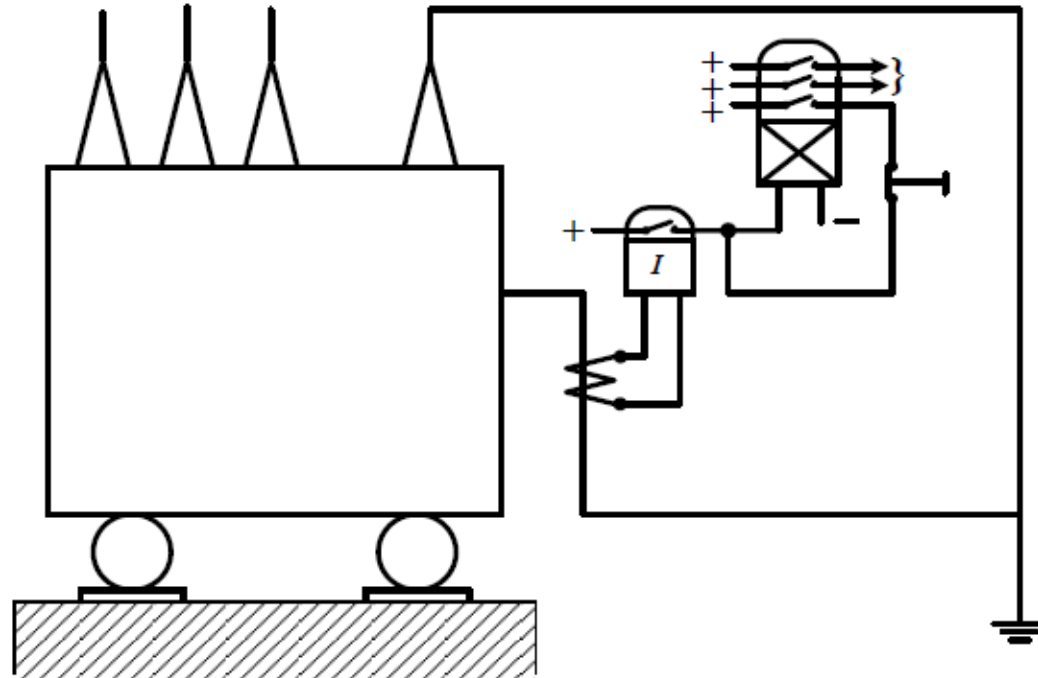
الحماية ضد تيارات القصر الأحادية

- تزود المحولات الكهربائية التي تعمل في الشبكات ذات تيارات القصر الأحادية الكبيرة و التي تكون نقطة الحيادي فيها مربوطة للأرض ، بحماية ضد زيادة المركبة الصفيرية للتيار.
- يبين الشكل دائرة القصر الأحادية لمحولة كهربائية باستخدام مرشحة المركبة المتناظرة الصفيرية. و تركيب دائرة الحماية عادة باتجاه طرف التغذية ذي تيارات القصر الأحادية الأكبر.
- تركيب حماية المركبة الصفيرية لتيار العطل الأحادي على طرف المحولة ذي تيار القصر الأحادي الأكبر.



الحماية ضد تيارات القصر الأحادية

- تستخدم عند حدوث أعطال أحادية مع تماس إلى جسم المحولة المربوطة إلى شبكة ذات تيارات أحادية كبيرة نسبياً، حماية تسمى حماية التماس مع جسم المحولة **Mass Cuve** . و تركيب هذه الحماية على دائرة تأريض جسم المحولة كما يبين الشكل:

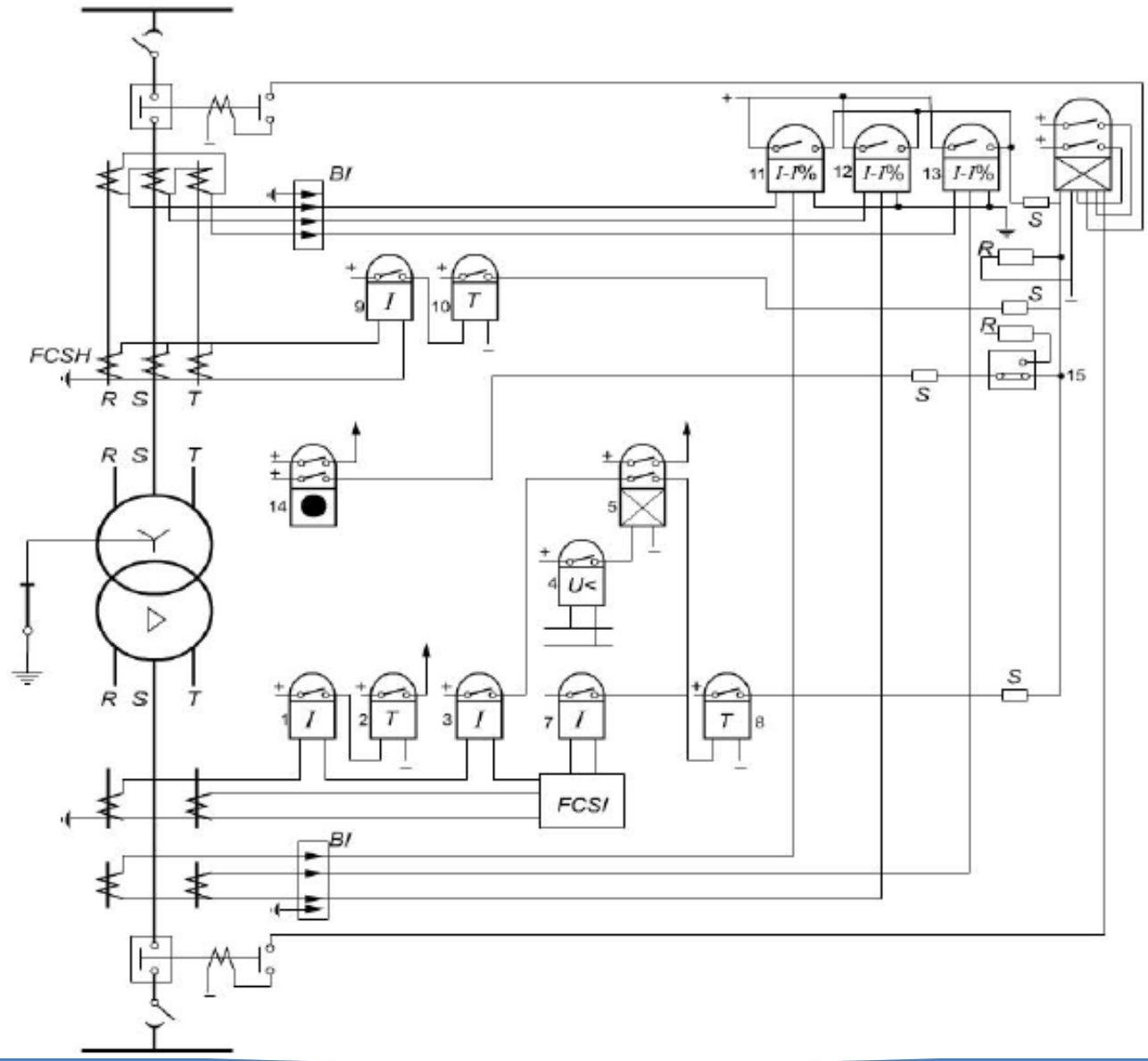


- يبين الشكل دارة الحماية الكاملة المستعملة للمحولات الكهربائية التي تزيد استطاعتها عن **4 MVA** حيث لدينا:
 - الحاكمت 1-2 تؤمن الحماية من زيادة الحمولة.
 - الحاكمت 3 - 4 - 5 تؤمن الحماية ضد تيارات القصر الخارجية المتناظرة.
 - الحاكمت 7-8 مع مرشحة المركبة العكسية تستعمل للحماية من تيار القصر غير المتناظر الخارجي.
 - الحاكمت 9-10 تشكل الحماية ضد المركبة الصفرية للتيار و تستعمل للوقاية من الأعطال الأحادية في طرف التوتر العالي للمحولة.
 - الحاكمت 11-12-13 تؤمن الحماية التفاضلية الطولية.
 - الحاكمة الغازية 14 و الحاكمة المساعدة تؤمن الوقاية من زيادة الحرارة ومن تيارات القصر عند تشكل غازات داخل المحولة.
 - تحتوي الدارة على حاكمت إشارة **S** و على جهاز تجريب الحماية **BI**



حماية المحولات الكهربائية

نظام الحماية الكامل للمحولة





نهاية الفصل الخامس