الباب الثالث

حماية المولدات الكهربائية

1.3 مقدمة :

منظومة القوى الكهربائية بما تحتوية من عناصر مثل المولدات والمحولات والخطوط الهوائية والكيبلات الأرضية لنقل وتوزيع القدرة الكهربائية تتعرض لبعض الأعطال والتي قد تؤدي إلى توقف المنظومة عن العمل بسبب عطل أو إتلاف أحد عناصر هذه المنظومه وبالتالي إنقطاع التيار الكهربائي إذا لم تتخذ الأمور الوقائية اللازمة .

المولد الكهربائي هو الأهم بين كل عناصر منظومة القوى الكهربائية فإنه يتميز بكثرة أجهزة الحماية المركبة عليه وتعددها فمن هذه الأنواع الحماية ضد زيادة التيار ، وضد الأعطال الأرضية ، وضد الفيض الزائد ، وكذلك الحماية التفاضلية ،والحماية الإتجاهية ، والحماية ضد زيادة الجهد أو إنخفاضه ،والحماية ضد فقد مصدر الفيض .

و من أهم السمات التي يجب أن تتحقق في حماية المولدات الكهربائية سمة التأمين ،بمعنى أن المولد الكهربائي يجب أن لا يفصل إلا في حالة الأعطال الداخلية ، أو الأعطال الخارجية التي عجزت أجهزة الحماية الأخرى عن فصلها ،فإذا فقد نظام الحماية هذة السمة فإنه ربما يفصل على أي عطل يقع في الشبكة فيتسبب في إنقطاع الخدمة دون داعٍ بالإضافه إلى الإعتمادية والإختيارية.

2.3 أعطال المولدات (Generators Faults):

يمكن أن تتعلق الأعطال في عمل المولدات إما بتعطل تلك المولدات أو إما بتشكل شروط غير طبيعية في عملها وتكون هذه الأعطال ناتجة إما من أسباب ميكانيكية أوكهربائية .

يمكن الإتقاء من الأعطال الناتجة عن الأسباب الميكانيكية عن طريق الصيانة الصحيحة والمعرفة الجيدة في الإستعمال .أما الأعطال الناتجة عن الأسباب الكهربائية فلها صفة إلي حد كبير أنها غيرممكنة التوقع ولايمكن أن نتقي من حدوثها ، بينما في حالة حدوثها يجب أن نعمل على إزالتها وكذلك الحد إلى درجة ممكنة من إبعاد الأعطال الدائمة إذا حدثت .

وهناك عدد من الظروف الغير طبيعية التي يمكن أن تحدث لأي معده دواره وتشمل :

- أعطال في الملفات .
- فقد الإثاره .
- عمل المولدات كمحركات .
- زياده الحمل .
- زياده الحراره .
- زياده السرعة .
- التشغيل غير المتزن .

1.2.3 الأعطال الميكانيكية (Mechanical Faults):

- أعطال ناتجة عن زيت التبريد.
- أعطال ناتجة عن الإهتزاز .
- فشل نظام تبريد الهيدروجين .
- فشل المحرك الميكانيكي نفسه أو بمعنى آخر التوربينة .
- إرتفاع زائد في درجة حرارة الملفات نتيجة فشل جزئي للعزل .

وجميع هذه الأعطال يتم مراقبتها عادة بواسطة أجهزة حماية متصلة إلى أجهزة إنزار.

2.2.3 الأعطال الكهربائية (Electrical Faults):

أ- أعطال العضو الثابت (Stator Faults):

معظم الأعطال الداخليه التي يتعرض لها المولد تكون ناتجه عن فشل العزل في ملفات العضو الثابت وإنهيار العزل بسبب قصر كهربائي بين الوجه والوجه أو بين الوجه والأرض وتيار القصر نفسه قد يؤدي إلى تلف ملفات العضو الثابت أو صفائح حديد العضو الثابت وبعض المسببات الرئيسيه لإنهيار عزل ملفات العضو الثابت هي:

- إرتفاع زائد في جهد التوليد .
- عدم توازن في التيارات المولده في الأوجه الثلاثة وهذا بدوره يؤدي إلى إرتفاع زائد في درجة حرارة ملفات العضو الثابت وبالتالي إنهيار مادة العزل .
- مشاكل فنية في نظام تهوية وتبريد المولد الكهربائي .

ب- أعطال العضو الدوار(Rotor Faults):

بعض الأعطال التي يتعرض لها العضو العضو الدوار هي :

- عطل الدائرة المفتوحة Open Circuit .
- إرتفاع زائد في درجة حرارة ملفات العضو الدوار نتيجة عدم توازن التيارات المتولدة في أوجة العضو الثابت .
- قصر بين ملفات العضو الدوار والأرض ،وهذا النوع من الأعطال لا يستدعي الفصل الفوري للمولد عن الشبكة وذلك للأسباب التالية :

أ -العضو الدوار يعمل عادة عند جهد (500V) بينما يعمل العضو الثابت عند جهد يتراوح بين (13.8- 23KV) .

ب ملفات العضو الدوار غير مؤرضة وبالتالي فإن مسار الخطأ الأرضي معدوم في هذه الحالة .

3.2.3 أعطال أخرى (Other Generators Faults):

بعض الأعطال التي يتعرض لها المولد بشكل عام يمكن أن تتلخص فيما يلي :

- إرتفاع زائد في تيار العضو الثابت نتيجة زيادة التحميل Over Load .
- هبوط في قيمة التردد Under frequency وهذا يؤدي إلى تلف شفرات التوربينة نتيجة الإهتزازات
- عمل المولد كمحرك نتيجة توقف حركة التوربينة لأي سبب من الأسباب وهذا قد يؤدي إلى تلف شفرات الضغط المنخفض للتوربينة .
- توصيل المولد للشبكة قبل التأكد من تواؤم تتابعية الأوجه هذا قد يؤدي إلى تلف ميكانيكي لملفات المولد والتوربينة معاً .

3.3 محولات الجهد والتيار (CT and VT) :

محولات الجهد والتيار (CT&VT) يمثلان بوابة الدخول لجهاز الوقاية ، فمنهما تدخل إليه كافة الإشارات ،وبالتالي فإن أى خطأ أو تشوية في قراءة هذه الإشارات سيتسبب في خداع جهاز الحماية ،ويجعله يعمل بطريقة غير مناسبة ، وهذا بالتأكيد ليس عيباً في جهاز الحماية ،ولكنه عيباً في ال CT و VT ،ومن هنا وجب العناية بدراسة هذه الأجهزة ، والتأكد من دقة عملها ، وإلافلا قيمة لأى مجهود يبذل فى تطوير أجهزة الوقاية مادامت الإشارة الداخلة إليها غير سليمة ، وحيث إن الجهود والتيارات في الغالب تكون عالية ،ولايمكن أن تدخل مباشرة لجهاز الوقاية ؛فلذلك تقوم محولات الجهد والتيار بخفض قيمة الجهد والتيار قبل دخولهما لجهاز الوقا ية ، وبصفة عامة فإن وظيفة محولات الجهد ومحولات التيار تتشابة ،فكلاهما يؤدى الوظائف التالية :

- تخفيض قيمة الجهد أو التيار إلى قيم مناسبة يمكن قياسها باجهزة القياس أو الوقاية .

- عزل الدوائر الموجودة فى الجانب الثانوى (أجهزة وقاية/ قياس) عن الجانب الأبتدائى ذى التيار والجهود العالية .
- إستخدام قيم قياسية للجهد/للتيار ، للأجهزة الموجودة فى الجانب الثانوى

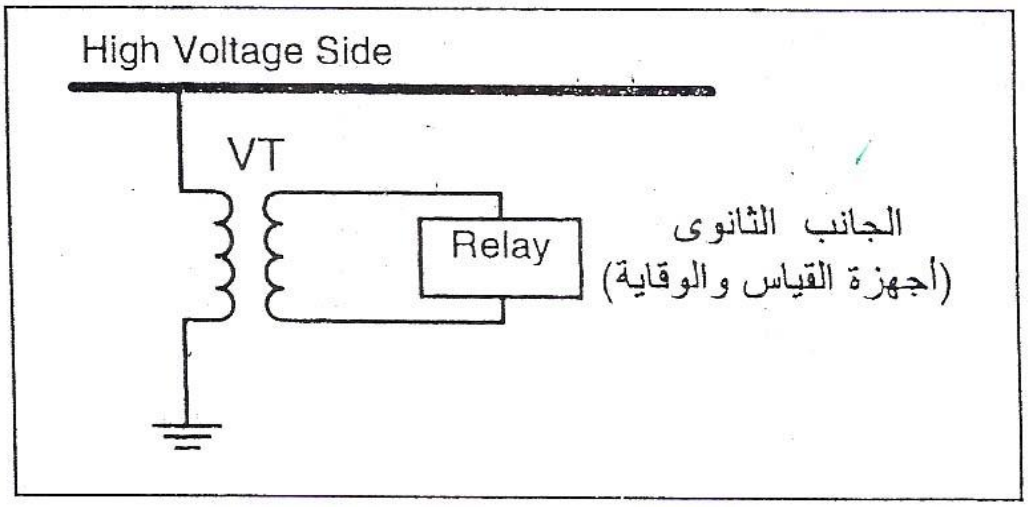
1.3.3 محولات الجهد :

تقوم محولات الجهد بتخفيض الجهد إلى 100فولت أو 110 فولت ،لتغذية أجهزة القياس و أجهزة الوقاية وأنظمة التحكم .

محولات الجهد المستخدمة في القياس والوقاية تختلف أساساً عن محولات القوى الرئيسية المستخدمة في الشبكات لرفع وخفض الجهد فى قدرة كل منهما ، فمحولات القياس ربما لاتتعدى القدرة التى تمر خلالها عدة عشرات من V.A بينما تصل القدرة المارة خلال محولات القوى إلى ما يزيد على 300MVA ،كما أن محولات الجهد المستخدمة في القياس أو الوقاية لا تحتاج على سبيل المثال إلى تبريد ،بينمامحولات القوى تحتاج إلى تبريد بشكل أساسى لأن القدرة المارة خلالها عالية ؛ولذا فمن بين الأختلافات عن محولات القوى الأختلاف في الحجم .

2.3.3 توصيل محولات الجهد:

توصل محولات الجهد (VT) لقياس الجهد على الأوجه الثلاثة بصورة منفصلة حيث يتم توصيل كل VT بين Phase و Neutral ،وبالتالي تتاح لجهاز الوقاية أن يرى قيمة جهود الأوجة الثلاثة منفصلة عن بعضها V_C، V_B، V_A، والشكل (1.3) يظهر تركيب الVTمع أحد الPhaseالثلاثة لخط من خطوط النقل .



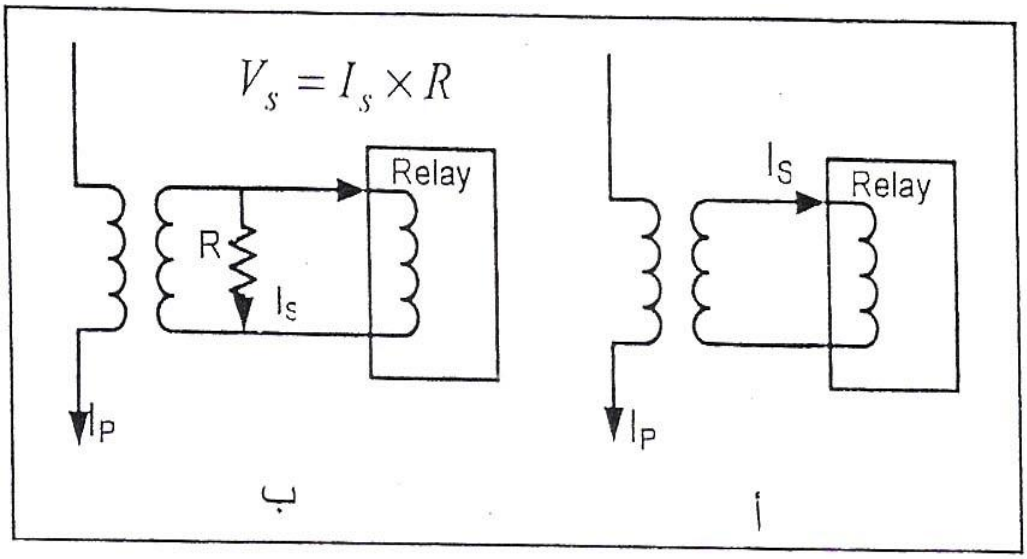
شكل (1.3) يوضح تركيب ال VT مع أحد االخطوط

3.3.3 محولات التيار:

وظيفة محول التيار أن يغذى جهازالقياس أوالحماية بتيار صغير تتناسب قيمتة مع التيار الأصلى المار فى الدائرة ، ويفضل دائماً أن تكون قيمة تيار الجانب الثانوى في حدود أقل من 5 أمبير في الأحوال الطبيعية ، ويتم ذلك بإختيار نسبة تحويل معينة تعرف ب Turn Ratio .

4.3.3 توصيل محولات التيار مع أجهزة الحماية :

في بعض الأحيان ، يتم توصيل الملف الثانوي مباشرة إلى الهرحل بمعنى إستخدام تيار الثانويمباشرة ليمر في ملف جهاز الحماية ،كما في الشكل (2.3) وفي أحيان أخرى يتم توصيل مقاومة صغيرة جداً بين طرفى الملف الثانوى ،وينشأ عليها جهد يتناسب مع قيمة التيارالمار في الملف الثانوى لل CTكما في الشكل (2.3) ، وهذا الأسلوب يستخدم غالباً مع أجهزة الوقاية الرقمية التى تحتاج إلى تحويل التيار إلى جهد ؛تمهيداً لتحويله إلىDigital Numbersبواسطة Analog to digital converter.



شكل (2.3) يوضح توصيل محولات التيار مع أجهزة الحماية

4.3 تأريض المولدات الكهربائية(Generators Earth) :

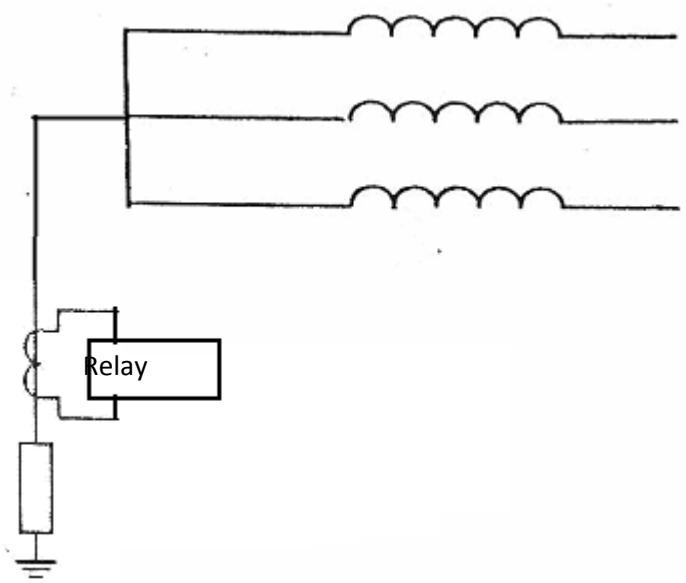
المولدات الكهربائية يتم تأريضها بطرق عديدة وذلك من أجل تحقيق أهداف وهي :

- تقليل تيار العطل .
- تقليل تأثير over voltagesurgesالتي يمكن أن تضرب منظومة القوى لأسباب خارجية (البرق) ،أوداخلية (switching) .
- يستفاد من دائرة التأريض المتصلة بالمولد في وضع أجهزة وقاية للمولد.

5.3 أنواع التأريض :

1.5.3 التأريض خلال مقاومة :

يتم بواسطة وضع مقاومة عند نقطة التعادل كما في الشكل (3.3):وهذه المقاومة يمكن التحكم في قيمتها بحيث تجعل تيار العطل لا يتجاوز في قيمته التيار الطبيعي للمولد ، وكلما زادت قيمة مقاومة التأريض كلما إنخفض تيار العطل .



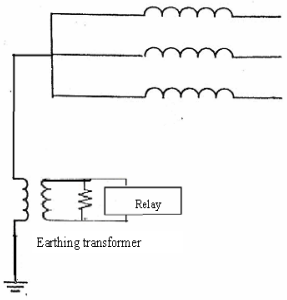
شكل (3.3)تأريض المولد خلال مقاومة

2.5.3 التأريض بإستخدام محول:

إن إستخدام محول تأريض في تأريض المولد له ميزة هامة ،حيث نضع في الجانب الثانوي للمحول مقاومة صغيرة كما بالشكل (4.3)، لكن القيمة المكافئة لهذه المقاومة الصغيرة تكون كبيرة عندما يراها الجانب الإبتدائي كما بالمعادلة (1.3) .

$$R_1 = R_2 \times (\frac{N_1}{N_2}) \qquad (1.3)$$

وبالتالي فهي تكأفئ تماماً وضع مقاومة كبيرة مباشرةً في الجانب الإبتدائي .



شكل (4.3) يوضحإستخدام محول تاريض

إستخدام مقاومة تأريض عالية القيمة يكون مفيداً ،غير أن ذلك يتبعه بعض المشكلات وهي :

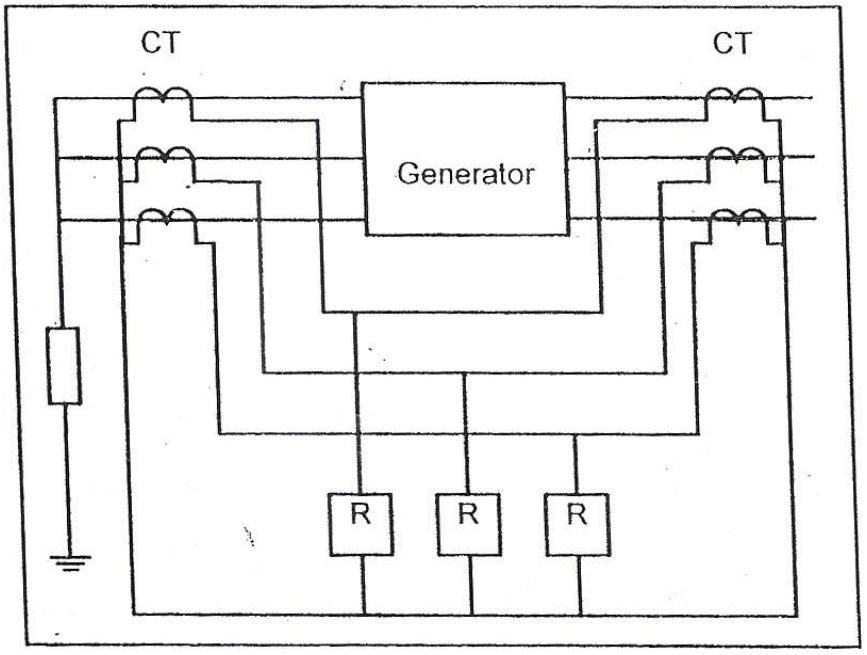
- صعوبة إكتشاف الأعطال في حالة التيارات المنخفضة .
- إرتفاع قيمة الجهد عند حدوث العطل بصورة كبيرة تستلزم أن يكون العزل كبيراً .
- تقليل حساسية ال Differential Relay ،كلما زادت مقاومة التأريض كان الفرق بين التياراالداخل والخارج من ملفات المولد صغيراً ،لأن التيار يتوزع بالنسبة العكسية للمقاومات ،وحيث أن مقاومة العطل مضافاً إليها مقاومة التأريض تكون كبيرة فإن جزءاً صغيراً فقط من التياريتسرب للأرض وبالتالي يحدث فرق صغير بين التيار الداخل (I_{in}) و التيار الخارج(I_{out}) وهذا الفرق الصغير يتسبب في تقليل حساسية ال Differential Relay لهذه النوعية من الأعطال ، خاصة الأعطال من النوع Single Line to ground ،وبالتالي فهي غالباً تفشل في إكتشاف مثل هذا النوع من الأعطال في حالة التأريض بمقاومة عالية .
- كلما زادت قيمة مقاومة التأريض صعب التفريق بين الأعطال الأرضيه التي يرجع تيارها خلال دائرة الأرضي،وبين تيار Unbalance Currentالذي ينشأ عن عدم إتزان الأحمال في الأوجه الثلاثة ، حيث يتسبب عدم الأتزان هذا في ظهور Harmonic Current.

6.3 الحماية الأساسية للعضو الثابت (Stator Main Protection):

الحماية الأساسية لملفات العضو الثابت ضد الأعطال الداخلية تتم عادة عن طريق إستخدام الوقاية التفاضلية.

7.3 المبادي الأساسية للحماية التفاضلية Differential Protection:

تتميز الحماية التفاضلية بالقدرة على التمييز بين الأعطال داخل منطقة الحماية وخارجها. الفكرة الأساسية لهذه الوقاية تتضح من الشكل (5.3) ، التيار الداخل إلى جهاز الوقاية هو الفرق بين التيار الداخل للمولد والتيار الخارج منه $I_1 - I_2$ ويسمى هذا التيار بDifferential current ففي الظروف الطبيعية (بدون أعطال)لا بد أن يكون $I_1 = I_2$ وهذا يعني أن التيار الداخل لجهاز الوقاية يساوي صفر وفي حالة وجود عطل فإن$I_2 \neq I_1$ ويحدث فرقاً يسبب تشغيل جهاز الوقاية .



شكل (5.3) يوضح مبأدئ الوقاية الأساسية

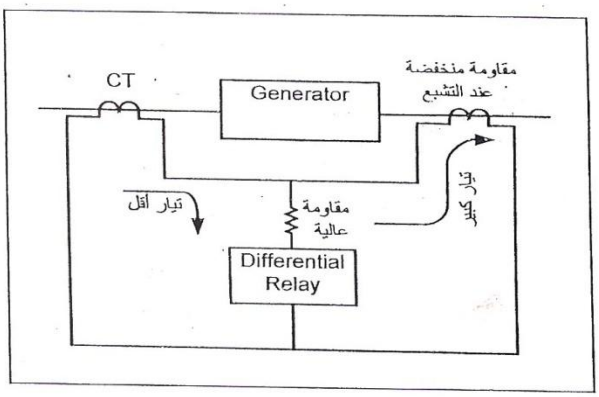
وهذه الوقاية تعاني من مشكلة أن التيار الداخل للمولد يختلف عن التيار الخارج منه حتى في الظروف الطبيعية وذلك للأسباب الأتية :

- عدم تماثل محولي التيار ، سيظل بينهما فرق يجعل التيار في الجانب الثانوي لكل منهما مختلفاًعن الأخر ، حتى لو كان التيار الأبتدائي متساوياً تماماً ، وهذا يعزى أحياناً لعيوب التصنيع .

- وجود مكثفات شاردة في المولد المراد حمايته ، قد تكون بسبب الكابلات أو العوازل في المولد المراد حمايتة،وهذه المكثفات يتسرب من خلالها جزء من التيار الداخل إلى الأرض.
- عند حدوث عطل خارجي يحدث تشبع لأحد محولي التيار ، مما يترتب عليه إنخفاض قيمة التيار الذي يقرؤه محول التيار، ويؤدي هذا إلى إختلاف التيار الداخل والخارج ،الذي قد يترتب عليه حدوث فصل خاطي .

ولعلاج هذه المشاكل يتم تعديل الشكل(5.3) بإضافة مقاومة على التوالي مع ملف التشغيل ليصبح بالشكل(6.3) وهذا التعديل أدخل على Differential Relay حتى لايتأثر بحدوث أي تشبع في محولات التيار الموجوده على طرفي المولد ، نتيجة عطل خارجي فإن التيار للمحول يختلف عن التيار الخارج ومن ثم فإن Differential Relay يرى هذا الوضع على إنه عطل داخلي فيصدر إشارة فصل خاطئة وللتغلب على هذه المشكلة فقد وضعت مقاومة عالية على التوالي مع ال Differential Relay كما بالشكل (6.3)وبسبب هذه المقاومة العالية فإن جزءاً كبيراً التيار سيفضل المرور في مسار Saturated current transformer ذي المقاومة

المنخفضة عن المرور في مسار المرحل ذي المقاومة العالية ، ومن ثم فلا يتأثر المرحل بهذه المشاكل .



شكل (6.3) يوضح الوقاية التفاضلية المعدلة بإستخدام مقاومة عالية

في حالة حدوث عطل فسيحدث أحد أمرين :

- إما ألا يحدث تشبع لأي من محولات التيار وفي هذه الحالة لن يشعر المرحل بالعطل .
- و إما أن يحدث تشبع لأحد محولات تيار أي يصبح كأنه دائرة قصر وفي هذه الحالة وبعد إضافة المقاومة العالية فإن تيار العطل القادم من محولات التيار الذي لم يحدث له تشبع سيجد أمامه طريقين :

أ- المرحل ومعه المقاومة العالية .

ب- محولات التيار الذي دخل في التشبع ويمر جزء كبير منالتيار في ال Saturated current transformer وبالتاليلن يتأثر بهذا العطل الخارجي .

8.3 حماية المولدات ضد زيادة الحمل :

إن زيادة تيار الحمل إلي قيمة أعلى من قيمة تيار المولد لفترة زمنية طويلة يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة ملفات العضو الثابت إلى قيمة أعلى من درجة الحرارة القصوى التي يتحملها عزل الملفات ولابد في هذه الحالة من حماية المولد ضد زيادة الحمل بواسطة مرحل حراري Thermal Relay مجهز بتأخير زمني مناسب . وفي المولدات الكبيرة يتم وضع مزدوجات حرارية Thermo-Couples في فتحات العضو الثابت . وبهذا يمكن قياس درجة حرارة الملفاتبواسطةأجهزة مسجلة Recording Devices وفي حالة الإرتفاع الزائد في درجة الحرارة فإن هذا يؤدي إلى عمل أجهزة الإنزار .

في حالة فصل حمل كبير بصورة فجائية فإن كمية البخار الداخل إلى التوربينة تظل كما هي دون تغيير لفترة ، خلالها تزداد السرعة ، وما لم يتدخل الـ Governor لضبط مدخلات التوربينة إلى قيم أصغر تتناسب مع الوضع الجديد فإن المولد يدخل في دوامة السرعة العالية المدمرة ، يمكن للـ Governorأن يحس بذلك التغيرمن خلال قيمة الفولت الذي يقرؤه مولد صغير يركب على عمود المولد والتوربينة ، عند زيادة

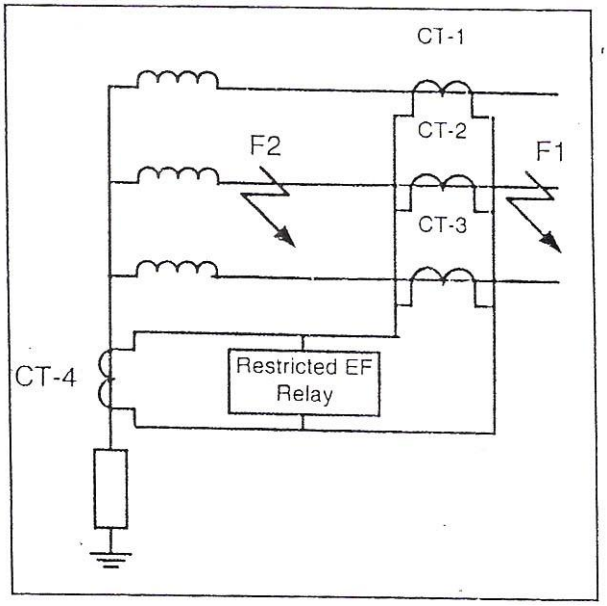
السرعة سيزداد هذا الجهد كمايمكن إكتشاف هذه المشكلة بواسطة جهاز وقاية ضد زيادة التردد Over Frequency relay لأن التردد يتناسب طردياً مع الجهد.

9.3 حماية المولدات الكهربائية ضد زيادة التيار(Over Current Relays):

من أكثر أنواع الحماية إنتشاراً لأن معظم الأعطال ينتج عنها زيادة في التيار.في المولدات الصغيرة يكون هو الحماية الأساسية ،أما في المولدات الكبيرة يكون واحداً من عدة أجهزة وقاية تركب على المولد، ومن أنواعه التي تستخدم مع المولدات Voltage dependent over current ومن مميزاته إكتشافالأعطالالتي تصعب على الOver current relay العادي إكتشافها خاصة الأعطال التي يكون فيها تيار العطل أقل من تيار المولد .

10.3 الحماية الأرضية لمنطقة محددةRestricted Earth Fault Protection:

في حالة تأريض المولد خلال مقاومة عاليه يصبح إستخدام ال Over current relays و Earth fault relays غير مناسب لأن تيار العطل منخفض لذلك يستخدم ال Restricted earth fault protection ومن مميزاته أنه لا يعمل إلا إذا وقع العطل داخل المنطقة المحمية فقط التي تحدد حدودها بمواقع الCTsوعندحدوث العطل خارج المنطقة الحمية نقطةF1شكل (7.3) فإن التيار الذي يرجع من خلال CT4 يساوي تيار العطل في CT3، حيث تهمل قيم تياري CT1وCT2 مقارنة بتيار العطل وحيث أن إتجاه التيار في CT4 يعاكس إتجاه التيار في CT3 فسيكون التيار الداخل لجهاز الوقاية يساوي صفراً في حالة الأعطال الخارجية، وعند حدوث العطل داخل المنطقة المحمية (عندF2) يكون هناك فرق كبير بين مجموعة التيارات التي ترجع من خلال CT3+CT2+CT1 ، وبين التيار المارفي CT4 ، مما يؤدي لعمل المرحل، ولمنع حدوث تشغيل خأطي أستخدمت مقاومة توازن على التوالي مع Earth fault relay بحيث يصبح الجهد بين طرفي المرحل أصغر.

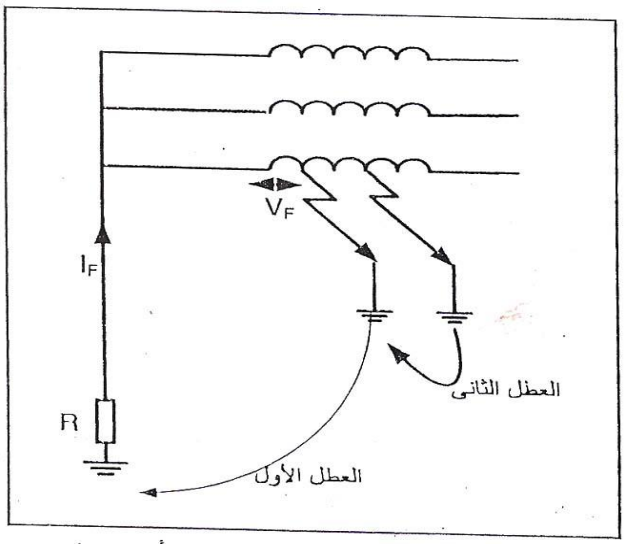


شكل(7.3) يوضح الحماية بإستخدام Restricted Earth Fault Relay فى المولدات

11.3 الأعطال القريبة من Neutral:

في حالة حماية المولدات من الأعطال الأرضية تظهر مشكلة أن اللفات القريبة من نقطة التعادل لا تكون محمية ، والجهد المتولد على أطراف المولد هو مجموع الجهود المتولدة في اللفات فأقصى جهد يكون عند الأطرافوأقل جهد (صفر)يكون عند نقطة التعادلوبينما يتزايد الجهد ، وعند حدوث عطل قريب من نقطة التعادل فإن الجهد المتولد فيها يكون صغيراً ، وبالتالي تيار العطل الناشئ يكون صغيراً ولا يعمل جهاز الوقاية ويظل هذا العطل غير مكتشف عند حدوث عطل آخر قبل إكتشاف العطل الأول ، عندها يجد تيار العطل الثاني إن الأفضل له أن يكمل الدائرة من خلال المسار المار بدائرة التأريض التي تحتوي على مقاومة لخفض تيار العطل .

عندما لايتم إكتشاف العطل الأول يكون تيار العطل عالياً جداً يؤدي لتدمير المولد ، أحد الأسباب التي أدت إلى عدم إكتشاف العطل الأول بواسطة الحماية ضد الأعطال الأرضية ، أن الحماية يجب أن تضبط بحيث إذا تعدى تيار العطل قيمة محددة بالأخذ في الإعتبار التيارات المتسربة خلال المكثفات الشاردة وقيمة التيار الناشئ عن عدم تماثل الأوجه.

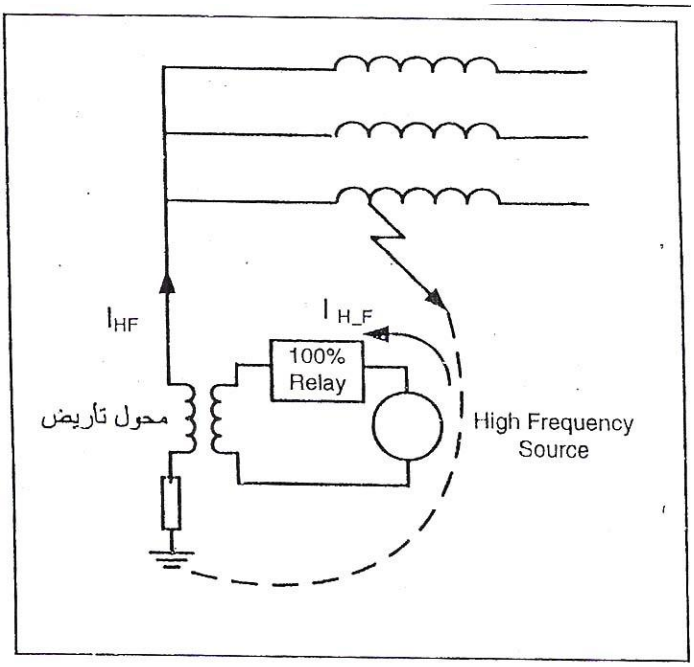


شكل (8.3) يوضح مسارات تيارات العطلين الأول والثاني

12.3 الحماية الكاملة للعضو الثابت فى المولدات :

للتغلب على مشكلة الحماية غير الكاملة ضد الأعطال الأرضية ، يستخدم ما يسمى بالحماية الكاملة للمولدات Generator protection 100%. والفكرة المبسطة لها تظهر بوضوح من الشكل (9.3)، فالمولد هنا يتم تأريضة من خلال محول تأريض Ear thing Transformer، وفى الجانب الآخر لهذا المحول يركب مصدر توليد تردده مختلف عن 50HZ يمكن استخدام الترددالعالى أو المنخفض)، المهم هو استخدام تردد مختلف عن ال 50HZ حتى يمكن التفرقة بينالتيار المسحوب من المصدر الجديد والذى بناءً على قيمتة سيتم تحديد مكان العطل وبين اي تيار آخر راجع من خلال الأرض نتيجة Leakage Current أو UnbalanceLoads. ولنفرض أننا نستخدم مصدراً عالى التردد ،فعند حدوث عطل قريب من نقطة التعادل

،فإن المقاومةالمكافئة التى يراها مصدر التياراتعالية التردد الذى أضفناه للدائرة تكون صغيرة ،وبالتالى فالتيار المسحوب منه يكون عالياً ، فيظهر جهد محسوس داخل وحدة ال حماية (100% Relay) وتسبب عمل جهاز الحماية



شكل (9.3) الوقاية الكاملة لملفات المولد

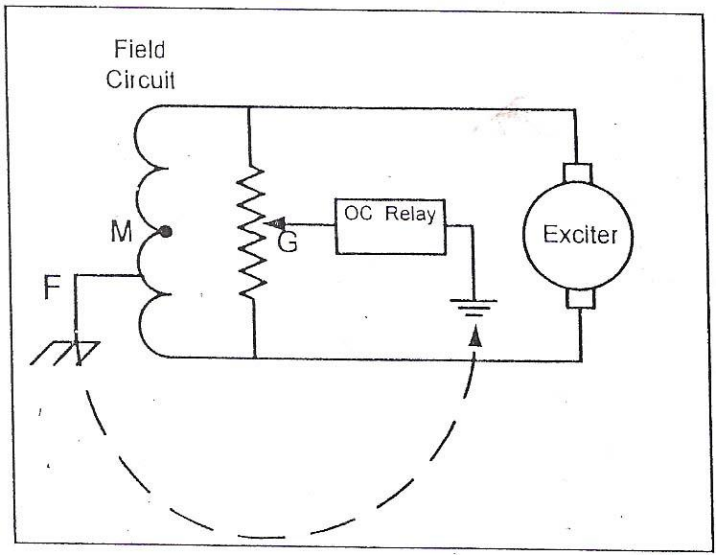
لاحظ أنه فى حالة الأعطال البعيدة عن نقطة التعادل فإن المقاومة المكافئة ستكون عالية ، وبالتالى فالتيار المسحوب من مصدر التيارات عالية التردد سيكون صغيراً ،فلا يحس بة الجهاز . لكن عدم إشتغالة لا يمثل مشكلة ؛ لأن مثل هذا النوع من الأعطال البعيدة عن نقطة التعادل يمكن إكتشافه بسهولة بواسطة أنواع اخرى عديدة منالوقايات المركبة على المولد مثل DifferentialProtectionأو Earth Fault العادى.

13.3 حماية العضو الدوار:

أهم ما يميز العضو الدوار أنه يتغذى من خلال DC system ، وعند حدوث تلامس بين ملفه والأرض فإن التيار لا يجد طريقاً ليكمل دائرته ،ومن ثم لا يتأثر بالعطل الأرضى،لكن إذا حدث عطل أرضى

ثاني فستكون مشكلة بسبب مرور تيار العطل بين نقطتى التلامس مع الأرض وهذا ينتج تيار عطل عالياً جداً.ولتجنب هذه المشكلة فإن هنالك طريقتين تستخدمان فى حالة حماية الدوار:

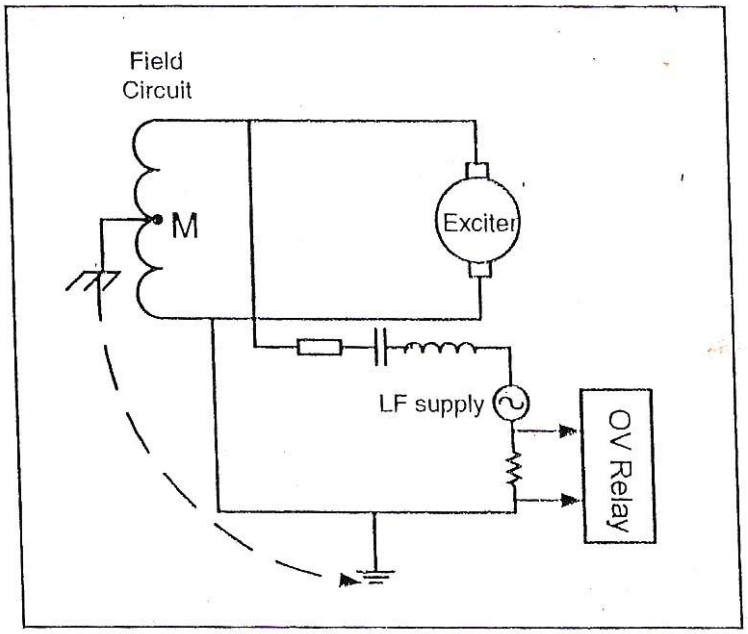
- باستخدام مقاومة عالية توضع على التوازي مع ملف الدوار ، ويوصل أحد طرفى جهاز الحماية فى منتصفها تماماً عند النقطة G كما فى الشكل (10.3) ففى حالة العطل عند النقطة F مثلاً فإن جهاز الحماية سيكون ضمن دائرة مغلقة تضمة مع نصف المقاومة وكذلك جزء من ملف الدوار مقداره يعتمد على مكان نقطة العطل F على الدوار. ويعيب هذه الطريقة أنة إذا حدث العطل في منتصف ملف الدوار تماماً عند النقطة M فإن فرق الجهد بين نقطة M ونقطة G يساوى صفراً وبالتالى لا يمر تيار بالمرحل ، أما إذا حدث العطل عند أى نقطة أخرى عدا النقطة M فسيكون هنالك فرق جهد بين النقطتين يسبب مرور تيار لتشغيل المرحل.



شكل (10.3) يوضح الطريقة الأولى لحماية العضو الدوار

- عند حدوث عطل أرضى على ملف ال دوار سيتسبب فى عمل دائرة مغلقة تضم source AC+ مكثف لتحجيم التيار فى حالة AC+جزء من ملف الدوار (حسب مكان العطل)+مقاومة يظهر عليها جهد يتناسب مع تيار العطل كما بالشكل(11.3) .

وقد يستبدل مصدر ال AC injection بآخر من النوع DC وفى هذه الحالة يوضع مقاومة بدلاً من المكثف وفى كلتا الحالتين سيظهر جهد كاف على المقاومة التى يوضع على طرفيها Over voltage Relay وسيظهر هذا الجهد بين طرفى ال Relayفى حالة العطل الأرضى أياً كان مكان العطل حتى لوكان فى منتصف الملف ،وهو مايميزه عن الطريقة الأولى.



شكل (11.3) يوضح الطريقة الثانية لحمايةالعضو الدوار

14.3 الحماية ضد فقد الاثارة :

إن فقد ا الاثارة (Excitation) يمكن أن يترتب علية مشاكل كبيرة للمولد إذا لم يكتشف هذا العيب بالسرعة الكافية ، وفقدان الحث يكون لسببين هما :

- أن يكون المولد معزولاً عن أي مولد آخر، وغير مرتبط بأى شبكة ، ففي هذه الحالة سيتسبب فقدان ال Field في إنخفاض الجهد على أطراف المولد ، وهذا يمكن إكتشافه ، وفصل المولد عند تعدى حدود الخطر.
- إذاكان المولد مرتبطاً بشبكة فسيحدث عدة تطورات هامة متتابعة:

سيبدأ المولد فى سحب ما يحتاجة من القدره الغير فعاله(Reactive power) من خلال الشبكة ،ويدور على سرعة أعلى من المعتادة ، وعندها يصبح المولد كأنه مولد حثي (Induction generator) ،ولأن تيار المغناطيسية (magnetizing current) يتم سحبه من الوحدات الأخرى ، وبالتالى يمكن أن يسبب مشاكل لبقية الوحدات إذاكان عالياً،ويمكن فى النهاية أن يحدث له out of synchronism ، ولأن المولد الآن يعمل كأنة Induction generator لذلك يمر بالعضو الدوار ما يسمى slip current النأشئ عن slip frequency emf التى تتولد فى Rotor،وهذا التيار يسبب سخونة خاصة فى حالة ال Wound Rotor الذى يتأثر بشدة بهذه التيارات التى تمر فى جسم العضو الدوار، والطريقة الأكثر شيوعاً فى إكتشاف هذا النوع من الأعطال هى إستخدام distance relay وتعتمد فى فكرتها على أساس أن إنخفاض ال field سيسبب بلاشك إنخفاضاً فى جهد ال stator ،وارتفاعاً فى تيار ال stator ،وهذا يعنى أننا لو إستخدمنا Impedance Relay فإنة بسهولة يمكن إكتشاف هذا النوع من الأعطال بتتبع خارج قسمة V_S / I_Sوهما كميتان معلومتان .