



برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء

نظم الحماية الكهربائية - الدرجة الثانية



الفهرس

.....٤	الفصل الأول نظم الحماية الكهربائية
.....٤	أساسيات وقاية نظم القوى الكهربائية
.....٤	أعطال منظومة القوى الكهربائية:
.....٥	أهم المصطلحات المستعملة في مجال حماية النظم الكهربائية:
.....٦	بعض الاصطلاحات الهامة المستخدمة في هندسة الوقاية
.....٧	الفصل الثاني الأجهزة والمعدات المستخدمة في نظام الوقاية
.....٨	المصهرات:-
.....١٤	المرحلات
.....٢٠	الفصل الثالث وقاية المحولات وقضبان التوصيل والمولدات وخطوط نقل القوى الكهربائية
.....٢٠	تقسيم نظام القوى الكهربائية
.....٢٠	وقاية المحولات
.....٢٠	أعطال المحولات
.....٢٢	الظواهر المغناطيسية والحرارية
.....٢٢	الوقاية التفاضلية:
.....٢٣	وقاية قضبان التوصيل
.....٢٣	أنظمة وقاية قضبان التوصيل
.....٢٦	وقاية المولدات الكهربائية Generator Protection

الفصل الأول نظم الحماية الكهربائية

مقدمة

منظومة القوى الكهربائية بما تحتويه من عناصر مثل المولدات والمحولات وخطوط هوائية وكابلات لنقل وتوزيع القدرة الكهربائية تتعرض لبعض الأعطال والتي قد تؤدي الي وقف المنظومة عن العمل بسبب عطل أو إتلاف أحد عناصر هذه المنظومة وبالتالي انقطاع التيار الكهربائي إذا لم تتخذ الأمور الوقائية اللازمة.

والأعطال التي تحدث نتيجة لأسباب داخلية تكون بسبب انهيار العازلية أو سوء التصنيع أما الاسباب الخارجية فتكون اما نتيجة لضربات البرق التي تؤدي الي وجود جهود عالية لا يمكن لنظام القدرة تحمله أو لحدوث قصر في الدائرة.

يمكن التخفيف من هذه الأعطال ونتائجها بحيث تصبح نادرة الحدوث بالتصميم الجيد وتطوير الاجهزة المستخدمة في نظام القدرة مثل المحولات ومجموعات التوليد والخطوط الهوائية والكابلات وأجهزة القطع وأجهزة الحماية والمراقبة والتحكم المناسبة.

أساسيات وقاية نظم القوى الكهربائية

ان منظومة القوى الكهربائية تبدأ من المولد الذي ينتج الكهرباء وهو عادة ما يكون من النوع المتزامن مروراً بالمحول الذي يرفع قيمة جهد التوليد الى قيمة عالية بغرض خفض قيمة التيار ومن ثم خفض الفقد في القدرة المنقولة من مكان الى آخر، ثم يلي ذلك خطوط نقل القدرة، ثم تنتهي خطوط النقل بمجموعة من محولات التوزيع التي تخفض الجهد الى قيمة مختلفة لتوزيعه على المستهلكين في المناطق الصناعية (جهد متوسط)، والمناطق السكنية (جهد منخفض) من خلال شبكة الكابلات ثم تنتهي بمجموعات متنوعة من اللوحات الكهربائية.

أعطال منظومة القوى الكهربائية:

أ. اسباب الأعطال:

ان الأعطال في منظومة القوى الكهربائية هي كل ما يسبب تغيراً غير طبيعي في قيمة التيار او الجهد. وأكثر ما يسبب ذلك عموماً هو حدوث انهيار في العزل الموجود على الموصلات لسبب ضغوط ميكانيكية او كهربائية، او ربما نتيجة لظروف جوية، او بسبب تلامس مع الأرض، او حدوث تلامس بين خطين، او بين الخط والأرض، الى غير ذلك من الاسباب التي تؤدي الى حدوث انهيار لقيم العزل الأساسية، وقد يكون العطل أيضاً نتيجة تحميل زائد (Over load).

ب. تصنيف الأعطال:

وغالباً ما تصنف الأعطال:

١. طبقاً لعدد الأوجه المتأثرة بالعطل.
٢. طبقاً لدرجة التشابه بين الأوجه.
٣. طبقاً للفترة الزمنية التي يستغرقها العطل.

أهمية أنظمة الوقاية:

نظم الوقاية الكهربائية تعتبر من المكونات الأساسية لأي شبكة كهربية فهي المسؤولة عن حماية عناصر الشبكة الكهربائية عند حدوث أي قصر أو خلل بها وكل نظام كهربائي له نظام الوقاية الذي يناسبه وقد تختلف نظم الوقاية من بساطة للغاية لا تتعدى بعض المصهرات (Fuses) لحماية بعض خطوط التوزيع ذات الجهد المنخفض والمتوسط إلى نظم الوقاية الأكثر تعقيدا وتطويرا المستخدمة في حماية الشبكات الكهربائية ذات الجهد الفائق ونظام الوقاية هو النظام الذي يقوم باكتشاف الظواهر غير العادية أو خلل في أي من عناصر الشبكة الكهربائية ويقوم بمساعدة عناصر أخرى بعزل منطقة الخلل عن باقي الشبكة الكهربائية.

وظيفة منظومة الوقاية:

اكتشاف الأعطال وتحديد مدى خطورتها ومكانها.

١. عزل العناصر المتأثرة بالعطل فقط.

عناصر منظومة الوقاية:

١. أجهزة الوقاية.
٢. محولات الجهد والتيار.
٣. قواطع الدائرة الكهربائية.

أهم المصطلحات المستعملة في مجال حماية النظم الكهربائية:

- كلمة (Normal) تشير الى الحالة السليمة أو حالة اللاعطل في الدائرة المحمية.
- كلمة (Relays) وهي المرحلات التي تعمل عمل المراقب الذي لا يتعب فهي تقيس باستمرار الكميات الكهربائية للدائرة المحمية.
- اصطلاح (NOC) Normally Open Contact يعني أن الملامس للمرحل مفتوح في الحالة الطبيعية أي عندما يكون المرحل غير مهيج.
- مصطلح (NCC) Normally Closed Contact يعني ان ملامسات المرحل مغلق في الحالة الطبيعية عندما يكون المرحل غير مثار أو غير مهيج.
- المرحلات الأولية Primary Relays وهي المرحلات التي توصل بشكل مباشر في الدائرة المحمية.
- المرحلات الثانوية Secondary Relays وهي المرحلات التي توصل الي الدائرة المحمية عبر محولات التيار أو الجهد أو كليهما معا.
- المرحلات الإستاتيكية Static Relays هي المرحلات التي تتكون من أشباه الموصلات (semi - conductors) أو من بعض الدوائر المغناطيسية الخاصة وهي لا تحتوى علي ملامسات متحركة علي عكس المرحلات الكهرومغناطيسية.

- المرحلات الرئيسية Main Relays وهي المرحلات التي تكون مخصصة لحماية قسم محدد بشكل أساسي.
- المرحلات الداعمة أو الاحتياطية Back-Up Relays هي المرحلات التي تقوم بالعمل بعد تأخير زمني عندما تفشل المرحلات الرئيسية بفصل القسم المتعطّل وهي أما أن تكون محلية في نفس مكان المرحلات الأساسية أو بعيدة في مناطق أخرى.
- الانتقائية: Selectivity هي مقدرة أجهزة الحماية (المرحلات) علي التمييز بين العطل في المنطقة المحمية والحالات الطبيعية أو العطل في مكان آخر في المنظومة الكهربائية.
- الحساسية: Sensitivity هي مقدرة المرحل علي التجاوب مع الأعطال التي تظهر في المنطقة المحمية.
- المتانة: Consistency هي قدرة المرحل علي إمكانية إعادة خواصه الكهربائية والزمنية.
- زمن التشغيل Operating Time هو الفترة الزمنية اللازمة للحماية كي توصل دائرتها وتكمل مهمتها وذلك اعتبار من وصول كمية التشغيل إلي قيمة الجذب وحتى تعمل الحماية وتغلق ملامستها.
- المرحلات اللحظية Instantaneous Relays هي المرحلات التي تعمل (تعطي أمر الفصل) بشكل فوري وبدون أي تأخير زمني.
- مرحلات التأخير الزمني Time-delay Relays هي المرحلات التي تعمل بعد تأخير زمني وذلك بوسائل تأخير مختلفة.

بعض الاصطلاحات الهامة المستخدمة في هندسة الوقاية

١. الريلاي (RELAY)

عبارة عن جهاز يمكن عن طريقة التحكم ألياً في دائرة كهربية وتوجد انواع مختلفة من هذه المتممات ولها استخدامات مختلفة. ويعتبر الريلاي هو أحد المكونات الرئيسية لنظام الحماية.

٢. ريلاي وقائي (Protective Relay)

هو الريلاي الذي يستخدم لوقاية المعدات والأجهزة الكهربائية ويحتوي اساساً على ملف ونقط تلامس. ويضبط على قيمة معينة للكمية الكهربائية التي عندها تقفل نقط التلامس وتعطي اشارة كهربية لبداية تشغيل دائرة انذار او دائرة فصل او كليهما.

٣. ريلاي قياس (Measuring Relay)

هو ريلاي يتم ضبطه على قيمة معينة يعمل عند وصول الكمية الكهربائية لهذه القيمة ويقوم بعمل قياسات معينة خاصة بنظام الحماية.

٤. ريلاي مساعد (Auxiliary Relay)

هو ريلاي لا يعتمد على وسيلة ضبط وبالتالي لا يعمل على كمية كهربية معينة. ولكن يكون مساعدا للأجهزة أخرى. حيث يمكن الحصول منه على عدد من نقط التلامس لاستخدامها في أغراض مختلفة.

٥. ريلاي لحظي (Instantaneous Relay)

هو ريلاي سريع التشغيل زمن تشغيله تقريبا حوالى ٠,٠٢ ثانية ولا يحتوى على عنصر تأخير زمنى.

٦. ريلاي ذو زمن عكسي (Inverse Time Relay)

هو ريلاي له خاصية عكسية بين الزمن والتيار. فكلما زاد التيار المار في ملف الريلاي عن قيمة التشغيل المضبوط عليها كلما انخفض زمن تشغيله.

الفصل الثاني الأجهزة والمعدات المستخدمة في نظام الوقاية**واجبات ومهام أجهزة الوقاية**

ان اجهزة الحماية الكهربائية هي اجهزة تستجيب للحالات غير النظامية (حالة الأعطال) في الشبكة الكهربائية وتتحكم بالقواطع الآلية وذلك من اجل عزل الجزء المتعطل فقط من النظام المحمي دون بقية الاجزاء السليمة.

تعتبر اجهزة الحماية شكلا من اشكال التامين من وجهة النظر الاقتصادية، فهي تعمل على تحديد الأعطال بسرعة وعزل الاجزاء المتضررة فقط وتساعد على الحد من تضرر الاجهزة وتعطل الانتاج ومن مهام اجهزة الحماية.

أ. مراقبة ظروف العمل لكل عنصر من عناصر منظومة القوى الكهربائية.

ب. كشف الأعطال وتحديد حالة المنظومة.

ج. عزل الجزء المتعطل من الشبكة بواسطة القواطع الآلية.

د. التنبيه او الانذار لکی يتدخل العنصر البشرى ليقوم بالتصحيح اللازم.

اجهزة الحماية

- المصهرات FUSES.
- القواطع الآلية CIRCUIT BREAKERS.
- لوحات التوزيع Switch Gear.
- مانعات الصواعق Lightning Arrestors.
- المرحلات RELAYS.

المصهرات:

يعرف المصهر بأنه جهاز حماية للدوائر الكهربائية من زيادة التيار الناتجة عن دوائر القصر أو الحمل الزائدة، وتفتح الدائرة عند هذه الزيادة نتيجة انصهار عنصر قابل للانصهار عند زيادة التيار عن قيمة محددة وخلال زمن مناسب.

يستخدم المنصهر منذ زمن طويل كجهاز بسيط يحمي نظم القوى الكهربائية وذلك لسببين هما:

- رخص ثمنه.
- المصهر يعتبر أكثر الاجهزة عمرا.

أ. أهم المتطلبات من المصهرات

- يجب ان يعمل المصهر بسرعة عالية للحد من التلف الذي قد يحدث للأجهزة المراد حمايتها.
- يجب حماية الاجهزة المحيطة من تيار العطل ومن القدرة الحرارية المنتشرة عند عمل المصهر.
- بعد عمل المصهر من الضروري وجود عازليه لتحمل جهد الاستعادة.
- يجب ان يعمل المصهر تحت جميع الحالات العملية الممكنة.
- يجب ان تحافظ المصهرات علي موثوقية عملها ولا تتغير خصائصها.

ب. تصنيف المصهرات:

- المصهرات المملوءة بالمسحوق تتميز بفاعلية عالية للحد من تيارات دائرة القصر كما تتميز باسطاعة قطع عالية.
- المصهرات الصغيرة تستخدم لحماية الاجهزة الالكترونية أو دوائر التحكم.
- المصهرات نصف المغلقة تستخدم لحماية دوائر التوزيع.
- مصهرات الانفجار.
- مصهرات القدرة.
- مصهرات قواطع التوزيع تستخدم لفتح وغلق الدائرة وحمايتها من الأعطال في مركز التحويل.

ج. يتكون المصهر بشكل عام من الاجزاء التالي:

- حامل المصهر (Fuse Holder).
- قاعدة المصهر (Fuse base).
- ممسك المصهر (Fuse carrier).
- عنصر المصهر (Fuse link).

د. بعض المصطلحات المهمة الخاصة بالمصهرات:**أولاً عنصر المصهر:**

يتضمن عنصراً أو عدة عناصر توصل علي التوازي ضمن خرطوشة أو اسطوانة احتراق وتكون هذه الاسطوانة مملوءة بمادة خامدة للقوس الكهربائي ويتصل العنصر بنهايات الاسطوانة.

ثانياً التيار النظامي.

هو التيار الذي يتحمله عنصر المصهر بشكل دائم بدون أي تلف أو أي ارتفاع درجة الحرارة بشكل غير مقبول.

ثالثاً تيار المصهر الأصغر.

وهو أصغر قيمة للتيار تجعل العنصر المنصهر ينصهر.

رابعاً عامل المصهر.

هو عبارة عن حاصل قسمة قيمة تيار المصهر الأصغر علي قيمة تيار المصهر المقنن وهو أكبر من الواحد.

خامساً زمن قبل حدوث القوس

هو الزمن بين ابتداء زيادة التيار بشكل كاف ليسبب انصهار العنصر المصهر ولحظة بداية القوس الكهربائي.

سادساً زمن القوس:

هو الزمن بين لحظة انقطاع العنصر المصهر والفصل النهائي للدائرة.

سابعاً. زمن عمل المصهر.

وهو مجموع زمنين وهما زمن قبل حدوث القوس وزمن حدوث القوس.

القواطع الكهربائية:

يعرف القاطع علي انه اداة فصل ووصل للدائرة الكهربائية، يقع بين المصدر الكهربائي (Source) وبين الاحمال (Loads) المغذاة من هذا المصدر.

تختلف أجهزة القطع عن المفاتيح في أنها يمكنها فتح أو اغلاق الدائرة في ظروف التشغيل العادية كذلك في الحالات الخطيرة في التشغيل مثل حدوث قصر في الدائرة.

أ. تقسم القواطع الكهربائية طبقاً للطريقة المستخدمة لإطفاء الشرارة داخلها كالآتي:

- أولاً قواطع كثيرة الزيت: يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية كبيرة من الزيت
- ثانياً قواطع قليلة الزيت: يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية قليلة من الزيت.
- ثالثاً قواطع ذات الهواء المضغوط: يتم اطفاء الشرارة بها بواسطة هواء مضغوط بخزاناتها.
- رابعاً ذات ضغط الهواء الذاتي: يتم اطفاء الشرارة فيها بواسطة هواء يضغطه مكبس أثناء حركة فتح القاطع.
- خامساً القواطع المشحونة بغاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) تستخدم هذا الغاز كوسط لإطفاء الشرارة أو القوس الكهربائي

وذلك لخواصه الآتية:.

١. كثافته أعلى من كثافة الهواء.
٢. له القدرة علي امتصاص الالكترونات المسببة للشرارة ويتحول الي غاز سادس فلوريد الكبريت.
٣. له قدرة تبريد عالية تساعد علي أطفاء الشرارة.

ب اجزاء القاطع:**• أولا الملامس المتحرك:**

- ويكون من مادة جيدة التوصيل للكهرباء ووظيفته (مع الملامس الثابت) الوصل المباشر بين اطراف المصدر الكهربائي وأطراف دائرة الحمل.

• ثانيا الملامس الثابت:

- ويكون من مادة جيدة التوصيل للكهرباء ووظيفته مشتركة مع الملامس المتحرك.

• ثالثا الجزء الميكانيكي:

- ويتحكم بحركة الملامس المتحرك، حيث يقوم بوصله أو فصله بالملامس الثابت بعد ان يأخذ امر بذلك من الجزء الكهربائي.

• رابعا الجزء الكهربائي:

- هذا الجزء موجود فقط في القواطع التي يمكن تشغيلها كهربائيا ووظيفته إما أن تكون لإعطاء اوامر الفصل أو الوصل للجزء الميكانيكي.

• خامسا العازل بين الأقطاب:

- هذا الجزء تزداد اهميته كلما كان التعامل مع مصادر جهود وتيارات اعلي إذ يعمل هذا الجزء بمثابة حاجز يمنع التماس بين الأقطاب وبالتالي يمنع حدوث دوائر القصر (Short circuit) بينها.

ج. الفرق بين القواطع الكهربائية:

- القواطع كثيرة الزيت يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية كبيرة من الزيت.
- القواطع قليلة الزيت يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية قليلة من الزيت.
- القواطع ذات الهواء المضغوط يتم اطفاء الشرارة بها بواسطة هواء مضغوط بخزاناتها.
- ذات ضغط الهواء الذاتي يتم اطفاء الشرارة فيها بواسطة هواء يضغظه مكبس أثناء حركة فتح القاطع.
- القواطع المشحونة بغاز سادس فلوريد الكبريت (SF6) تستخدم هذا الغاز كوسط لإطفاء الشرارة أو القوس الكهربائي

وذلك لخواصه الآتية:

١. كثافته اعلي من كثافة الهواء.
٢. له القدرة علي امتصاص الالكترونات المسببة للشرارة ويتحول الي غاز سادس فلوريد الكبريت.
٣. له قدرة تبريد عالية تساعد علي أطفاء الشرارة.

د. الشرر في القواطع الكهربائية:

تحدث الشرارة الكهربائية في القواطع علي ملامسات كل قطب عند لحظة تماسها كذلك عند لحظة ابتعادها، وسبب حدوث هذه الشرارة هو تأين الهواء (كسر عازليته) الموجود ضمن مسافة معينة وفي لحظة معينة بين الملامس المتحرك واللامس الثابت بسبب فرق الجهد بينهما، وتزداد هذه الشرارة كلما ازداد الفرق وكذلك كلما ازداد تشبع الهواء بالرطوبة والغبار.

خطورة الشرر في القواطع الكهربائية:

يعتبر الشرر الحاصل في القواطع خطرا للأسباب التالية:

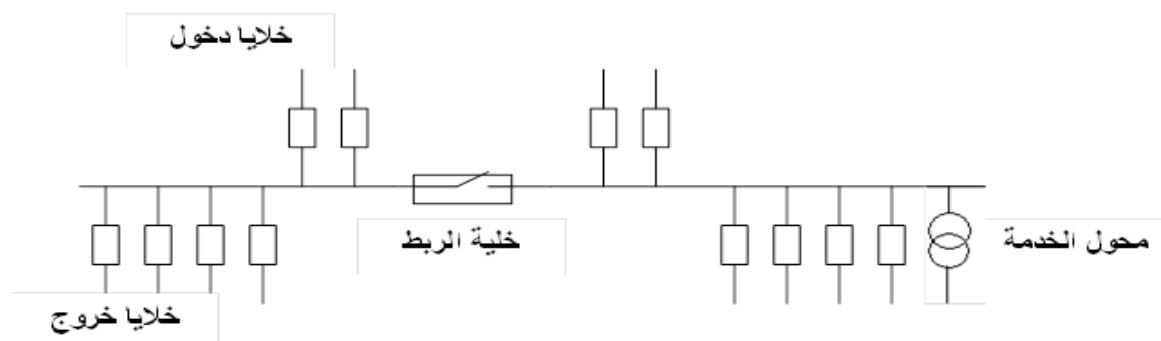
- لأنه يسبب صهرا او رفعا في درجة حرارة الملامسات.
- قد تسبب انحرافا تدريجيا في العازل الموجود بين الاقطاب اذا كان من النوع الصلب.

لوحات التوزيع:

الطاقة الكهربائية في جميع أشكالها وصورها تمثل الآن عصب الحياة في جميع مجالاتها الصناعية والعامة والمنزلية والزراعية. ذلك كان من الضروري توجيه وتوصيل تلك الطاقة إلي مصادر استهلاكها المختلفة. ويتم ذلك من خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية وكثير من المعدات الكهربائية التي تعمل على نقل وحفظ وحماية ومتابعة تلك الطاقة خلال تداولها عبر الشبكات الكهربائية من بداية منابعها إلى نهايتها عند الأحمال المستهلكة لها.

تعتبر اللوحات الكهربائية أحد تلك المعدات الكهربائية الهامة المستخدمة في أي منظومة كهربائية كبيرة أو صغيرة فاللوحات الكهربائية تمثل نقاط تمرکز وتوجيه وتنظيم ومتابعة للطاقة الكهربائية لذلك كان لزاما على كل العاملين بمجال الكهرباء بمواقع العمل المختلفة أن يتعاملوا معها بصورة علمية وعملية تساعدهم على التعامل والتشغيل المثالي وإجراء عمليات الإصلاح والصيانة بصورة آمنة لحسن أداء العمل والعاملين عليها.

ولو اقتربنا أكثر داخل مواقع عملنا بالمحطات لوجدنا أن لوحات التوزيع هي الجزء الرئيسي المجمع لنظام التوزيع والتحكم للطاقة بالمحطة وكذلك لأي دوائر كهربائية.

أ. مكونات لوحة التوزيع:

الشكل (٢-١)

تتكون لوحة التوزيع من:

- أولاً قضبان التوزيع الرئيسية: من النحاس الأحمر بكثافة تيار ١,٥ امبير / مم² ويختار مقطع القضبان طبقاً للأحمال الكلية للوحة.
- ثانياً خلايا الدخول: تتكون من عدد (٤) خلية اثنان على كل (Section) وتحتوى كل خلية على محولات الجهد ومحولات التيار واجهزة الوقاية والقياس.
- ثالثاً خلايا الخروج: يحتوى كل (Section) على عدد (٤) خلايا ويمكن اضافة خلايا اخرى على جانبي كل قطاع حسب الاحمال والاحتياجات وتحتوى كل خلية على محولات التيار واجهزة الوقاية والقياس.
- رابعاً خلايا الربط: وهي خلية تستخدم للربط بين قسمي اللوحة في حالة تعطل خلايا الدخول بأحد قسمي اللوحة أو اجراء الصيانة وتحتوى الخلية على محولات التيار واجهزة الوقاية ضد زيادة التيار واجهزة القياس.
- خامساً خلية الخدمة: وهي خاصة بتغذية محول الخدمة الخاص باللوحة لتغذية الانارة والشاحن بالتيار المتردد (٢٢٠ - ٣٨٠) فولت وخلافه من احمال تحتاج الى جهد (٢٢٠) فولت.
- سادساً مصدر التيار المستمر: وهو عبارة عن الشاحن ومجموعة البطاريات لتغذية عنصر التحكم بأجهزة الوقاية ولمبات البيان والانارة الطارئة.

ب. اختيار موقع لوحة التوزيع:**يراعى عند اختيار موقع لوحة التوزيع:**

- ان تكون لوحة التوزيع في مركز الاحمال المطلوب تغذيتها من اللوحة.
- ان تكون قريبة من محطة المحولات المغذاة منها.
- ان يكون متاح مساحة من الارض مناسبة لإنشائها.
- امكانية خروج مغذيات الجهد المتوسط من اللوحة (١١ ك.ف) من اللوحة لتغذية اكشاك التوزيع بالمدينة او القرى او المشروعات المختلفة.

ج. طرازات لوحات التوزيع:

١ - تشيكي	٢ - اجيماك	٣ - اراب	٤ - يوغسلافي (راداكنشر)
٥ - بولندي	٦ - روسي	٧ - تيبكيو	٨ - يوغسلافي (انرجونفست)

د. عناصر الوقاية في لوحات التوزيع:

نظام الوقاية عادة ما يتكون من جهاز وقاية او مجموعة من اجهزة الوقاية لتقوم بحماية خط او معدات كهربائية نظراً للمبالغ الطائلة التي تتكفلها هذه المعدات ولا بد ان تتوفر في اجهزة الوقاية دقة في الحساسية والتميز لأنواع القصر المختلفة وهي:

- وجه مع الأرضي (نسبة حدوثه حوالى ٦٥ %).
- وجهين او ثلاثة مع الأرضي (نسبة حدوثه حوالى ٢٠ %)
- وجه مع وجه (نسبة حدوثه حوالى ١٠ %).
- ثلاثة أوجه (نسبة حدوثه حوالى ٥ %).

لهذا فان الغرض من اجهزة الوقاية هو اعطاء اشارة الفصل لقاطع التيار بحيث يفتح اليا عند حدوث اي زيادة في التيار نتيجة لحالات القصر السابقة حتى لا تتعرض المهمات الكهربائية للتلف.

هـ. الوقاية الاساسية للوحات التوزيع:

أولا وقاية لمغذيات الدخول:

- وقاية ضد زيادة التيار الاتجاهي D. O.C
- وقاية ضد زيادة التيار اللاتجاهي O.C
- وقاية ضد التسرب الأرضي الاتجاهي E.F. D
- وقاية ضد التسرب الأرضي E.F
- وقاية ضد ارتفاع الجهد O.V

ثانيا وقاية لمغذيات الخروج:

- وقاية ضد زيادة التيار O.C
- وقاية ضد التسرب الأرضي E.F

ثالثا وقاية لمغذيات الربط:

- وقاية ضد زيادة التيار O.C
- وقاية ضد التسرب الأرضي E.F

تتكون جميع اجهزة الوقاية من ثلاثة عناصر أساسيه وهي:

- أ. عنصر قياس (تيار، فولت، تيار وفولت معا): يستجيب لأي تغير يحدث في الدائرة الرئيسية.
- ب. عنصر تحكم: يعمل على توصيل دائرة الفصل لقاطع التيار.
- ج. عنصر توقيت زمني: للحصول على التأخير الزمني المطلوب.

من المعروف أن قيم الجهود والتيارات في الشبكات الكهربائية تكون مرتفعة إلى الحد الذي يتعذر معه توصيلها مباشرة إلى أجهزة القياس ولما كانت أجهزة الوقاية تقوم بحماية الشبكة الكهربائية ذات الجهود الفائقة والعالية وذات تيارات عالية أيضا ولما كان نظام الوقاية لا يمكن أن يتم توصيله مباشرة بالجهود العالية والتيارات العالية لذلك كان من الضروري أن يتم ربط نظام الوقاية مع عناصر الشبكة من خلال محولات القياس (محولات الجهد ومحولات التيار).

مانعة الصواعق:

هي اتصال سلكي عمل عن قصد بين مستقبل للبرق في اعلي منطقة والارض بدون وجود فيوز او مفتاح او قاطع له دور في هذا الاتصال وذلك لتفريغ الشحنة الكهربائية الساقطة من السحب الرعدية الي الارض مباشرة.

أ. مكونات مانعة الصواعق:

- أ. اللواقط الهوائية وفائدتها جذب الصاعقة.
- ب. الموصلات والنواذج ومهمتها تأمين مرور الصاعقة الي الارض.
- ج. الارض أو التأسيس ويكون متصل مع الموصلات ومهمته تفريغ تيار الصاعقة الي الأرض.

ب. أهمية مانعة الصواعق:

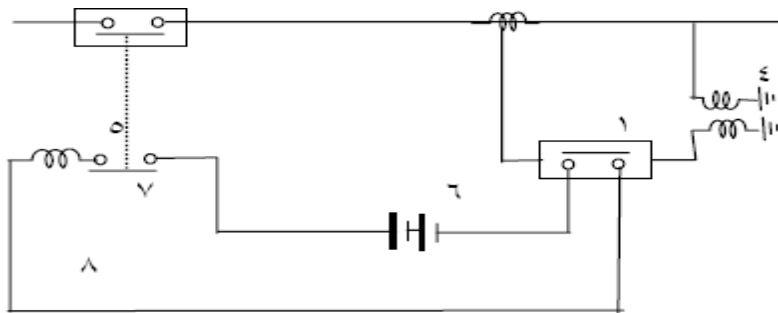
- أولا الحماية من التيارات الكبيرة التي تسببها الصواعق كما قد تؤدي الي قتل الاشخاص.
- ثانيا حماية خطوط النقل.
- ثالثا حماية ابراج الاتصالات حيث ان الصاعقة تعتبر العدو الاكبر لأبراج الاتصالات بالضربة المباشرة او غير المباشرة.

المرحلات

يعرف المرحل بصفة عامة بأنه جهاز يستقبل إشارة تحكم معينة من الدائرة المركب عليها، وتبعا لتلك الإشارة فإنه يجرى تغييرا أو أكثر في تلك الدائرة. ومرحلات الحماية هي مرحلات تستجيب لحالات التشغيل غير العادية في منظومات القوى الكهربائية كالأخطاء وتجاوز الحمل.

تتألف منظومة الحماية التقليدية كما بالشكل (٢-٢) من الأجزاء الأساسية الآتية:

- مرحل الحماية.
- محول التيار.
- ملف إعتاق القاطع.
- مفتاح مساعد.
- قاطع الدائرة.
- محول الجهد.
- بطارية.
- دائرة إعتاق القاطع.



الشكل (٢-٢) يوضح منظومة الحماية التقليدية

الطريقة العامة لعمل منظومة الحماية التقليدية:

يستقبل المرحل باستمرار إشارة تحكم من منظومة القوى المراد حمايتها. ويعتمد مقدار هذه الإشارة عادة إما علي التيار في المنظومة أو علي جهد المنظومة أو عليهما معا. يتم تغذية المرحل بإشارة التحكم عن طريق محول تيار أو محول جهد تبعا لنوع الكمية المغذاة.

الغرض من استعمال محولي الجهد والتيار هو ما يلي:

- ضمان عزل كهربائي عن باقي المنظومة.
- تحويل القيم العالية للتيارات والجهود التي تظهر تحت ظروف تشغيل غير عادية إلى قيم تتلاءم مع مقنن المرحل ثم تغذية المرحل بها.

أ. أنواع المرحلات:

يمكن تصنيف المرحلات حسب مبدأ عملها أو تركيبها إلى أنواع كثيرة منها:

١. المرحلات الحرارية. Thermal Relays
٢. المرحلات الكهرومغناطيسية ذات مبدأ الجذب. Electromagnetic-Attracted-Relays
٣. المرحلات الكهرومغناطيسية ذات المبدأ الحثي. Electromagnetic Induction Relays
٤. المرحلات الإستاتيكية. Static Relays

المرحلات الحثية Induction relays:

أن المرحلات الحثية هي أكثر المرحلات استخداما في منظومات الحماية نظر الآن التنوع الكبير في خصائصها الزمنية يعطيها مرونة كبيرة في إمكانية التنسيق بين مرحلات مستخدمة للعمل علي التوالي، أو التنسيق بين مرحلات وقواطع أو مصهرات.

تعتمد المرحلات الحثية في نظرية تشغيلها علي الفعل المتبادل بين فيضين مغناطيسيين وبين التيارات الدوامية المستحثة في الجزء المتحرك من الرحل.

هنالك طريقتان للحصول على فيضين مغناطيسيين بينهما زاوية الفا.

الطريقة الاولى:

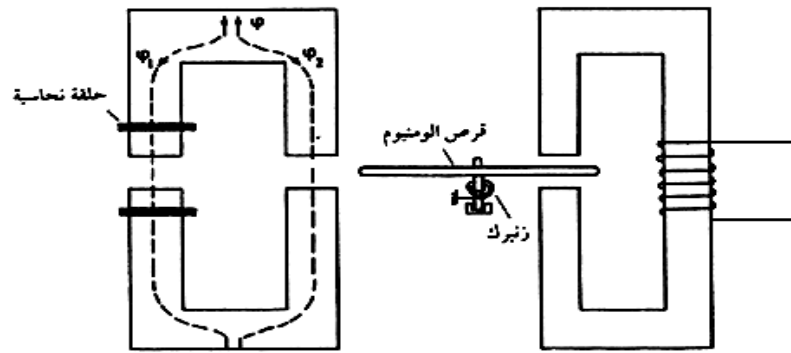
يستخدم فيها ملف اثارة واحد ودائرة مغناطيسية واحدة لها قطب محجب _ (Shaded Pole).

الطريقة الثانية:

يستخدم فيها ملفين للإثارة ودائرتين مغناطيسيتين.

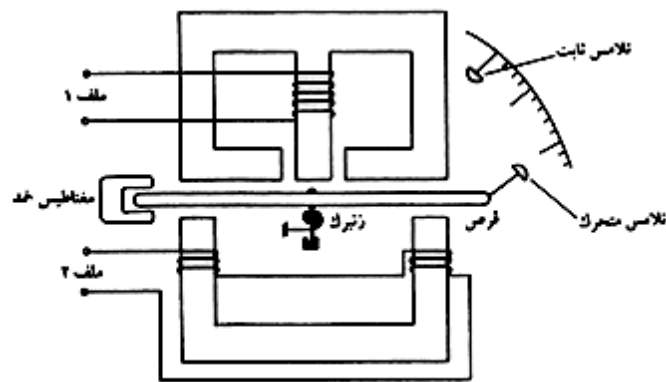
الشكل (٢ - ٣) يبين مكونات المرحل الحثي ذي القطب المحجب الذي يتكون من:

قرص من النحاس او الالومنيوم مزود بمحاور ارتكاز وطليقة الدوران في الثغرة بين قطبي المغناطيس الكهربي. وكل قطب منشق الى جزأين احدهما محوط بحلقة ثقيلة من النحاس، وتقوم هذه الحلقة -نتيجة للتيارات المستحثة فيها بتأخير مرحلي للفيض المار في الشق المحجب من القطب بالنسبة للفيض المار في الشق غير المحجب بزاوية الفا تتراوح بين ٤٥-٤٠ درجة.



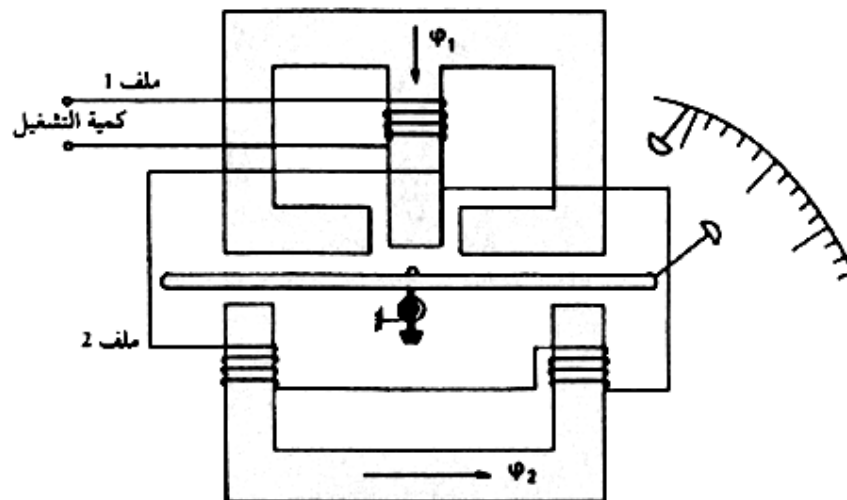
الشكل (٢-٣) يبين مكونات المرحل الحثي ذي القطب المحجب

ويبين الشكل (٢-٤) مكونات مرحل حثي ذي ملفي اشارة يعملان بكميتي تشغيل.



الشكل (٢-٤) مكونات مرحل حثي ذي ملفي اشارة يعملان بكميتي تشغيل

كما يبين الشكل (٢-٥) طريقة توصيل الملفين في حالة استخدام المرحل كمرحل تجاوز حمل. ويمتاز هذا المرحل بآء مكانية الحصول على قيم للزاوية الفا اكبر ممن تلك التي نحصل عليها من المرحل ذي القطب المحجب.



الشكل (٢-٥)

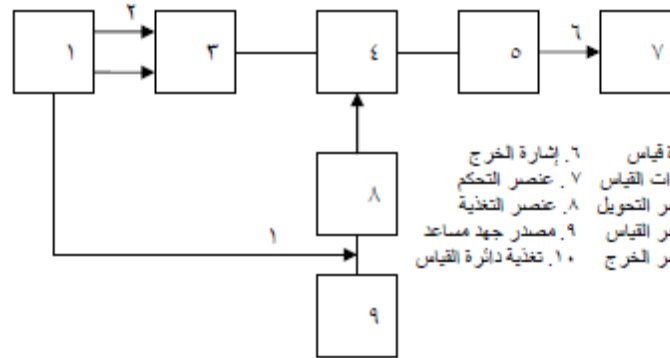
المرحلات الاستاتيكية:

يعرف المرحل الاستاتيكي بأنه مرحل تنشأ فيه الاستجابة المطلوبة عن طريق مكونات الكترونية أو مغناطيسية أو اية مكونات أخرى دون حدوث حركة.

التركيب الأساسي لمرحل الحماية الإستاتيكي:.

يبين الشكل (٢-٦) المكونات الأساسية للمرحل الاستاتيكي

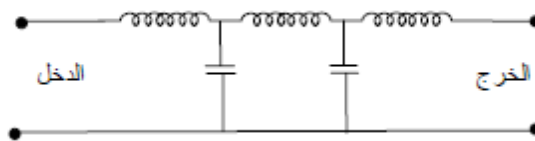
الذي يتم فيه تغذية عنصر التحويل بإشارة التغذية عن طريق دائرة القياس (١) والتي تكون عبارة عن محول جهد أو محول تيار أو الاثنين معا. يتم بذلك تحويل إشارة التغذية داخل عنصر التحويل (٣) إلي كميات يمكن التعامل معها بسهولة بواسطة عنصر القياس (٤). يبدأ عنصر القياس في العمل عندما تصل قيمة إشارة التغذية الي حد معين حيث يعطي حينئذ إشارة القفل، يستقبل عنصر الخرج (٥) هذه الاشارة ويقوم بتكبيرها وتقويتها ثم نقلها الي عنصر التحكم (٧) الذي يعطي بدوره الاشارة النهائية لدائرة اعتاق قاطع الدائرة. ويتم تغذية عنصري القياس والخرج عن طريق عنصر التغذية (٨)، ويحصل عنصر التغذية علي الطاقة اللازمة أما من مصدر جهد مساعد (٩) او من دائرة القياس نفسها.



الشكل (٢-٦) يوضح رسم تخطيطي لمرحل أستاتيكي

دوائر التأخير الزمني:.

تستخدم كابلات او خطوط التأخير المستعملة عادة في منظومات الاتصالات وذلك للحصول علي تأخير زمني في نطاق الميكروثواني. ويمثل كابل أوخط التأخير عادة بدائرة مكافئة كالمبينة في الشكل (٢-٧)، كما تستخدم دوائر رنينية من مفاعلات ومكثفات (دوائر C-L)، ودوائر من مقاومات ومكثفات (دوائر R-C).



الشكل (٢-٧) يوضح الدائرة المكافئة لخط التأخير الزمني

الحماية ضد زيادة التيار (Over Current (O./C) Protection

يعتمد هذا النوع من الحماية اساسا على مرحلات تجاوز التيار ،وتكون هذه المرحلات عادة اما مرحلات الذراع المنجذب او مرحلات حثية ذات كمية تشغيل واحدة.

ملحوظة:

(تستخدم مرحلات الذراع المنجذب في حالات التشغيل الفوري للحصول على علاقة خصائصه ذات اقل محدد زمني بينما تستخدم المرحلات الحثية للحصول على علاقة عكسية بين الزمن والتيار).

استخدامات مرحلات زيادة التيار:

- اولاً. حماية المحركات ذات المقننات الكبيرة (اعلى من ١٠٠٠ حصان).
- ثانياً. حماية المحولات ذات المقننات الكبيرة (اعلى من ٥٠٠ KVA) حيث تستخدم مرحلات تجاوز التيار كحماية ثانوية للحماية التفاضلية (differential Protection).
- ثالثاً حماية المغذيات وخطوط النقل بالإضافة الى نظام حماية المعاوقة (Impede acne Protection).
- رابعاً. حماية بعض الاجهزة الخاصة كالأفران الكهربائية الصناعية.

٤. المرحلات المسافية Distance Relays

يتم فيها مقارنة التيار المحلي مع الجهد المحلي في طور محدد. ففي المرحلات الكهرومغناطيسية فان مغناطيس التيار

يخلق قوة أو عزمًا $(k I^2)$ يحاول إغلاق ملامس المرحل ومغناطيس الجهد يخلق قوة أو عزمًا مقاوماً $k' V^2$ يحاول أن يبقي الملامس مفتوحاً. ويحدث العمل في المرحل عندما يتغلب عزم التيار علي عزم الجهد.

$$k |I|^2 > k' |V|^2$$

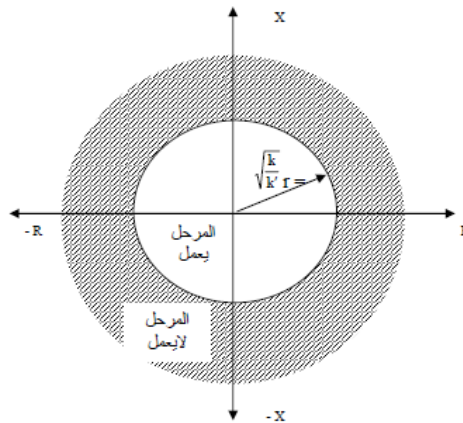
$$\left| \frac{V}{I} \right|^2 < \frac{k}{k'}$$

$$|Z| < \sqrt{\frac{k}{k'}}$$

ويظهر في المعادلة الاخير أن مميزات التشغيل علي مخطط الممانعة دائرة نصف قطره $\sqrt{\frac{k}{k'}}$ ومركزها في مركز الاحداثيات

وبين الشكل (٢-٨) هذه الحالة. ويعمل المرحل عندما تنخفض الممانعة عن قيمة محددة. وبما ان ممانعة الخطوط تتناسب مع الطول لذلك تستعمل هذه الحماية للحماية من عطل ضمن منطقة معينة.

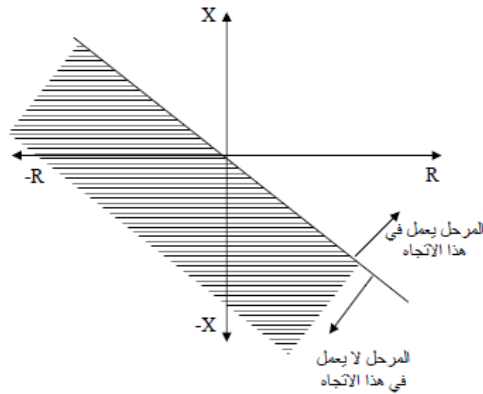
ويعبر المرحل بحيث تصبح ممانعة الجزء المحمي مساوية $\sqrt{\frac{k}{k'}}$ حيث k , k' ثوابت.



الشكل (٢-٨) يوضح خصائص الحماية المسافية

المراحل الاتجاهية:

ان المراحل مثل زيادة التيار والممانعة تستجيب للأعطال في اي اتجاه ولمنع هذه المراحل من فصل الخطوط السليمة فانه يتم مراقبتها بالمراحل الاتجاهية كما بالشكل (٢-٩). وتستجيب فقط لبسريان التيار من القضبان المجمعة الى الخط.



الشكل (٢ - ٩) يوضح مميزات المراحل الاتجاهية

حماية زيادة التيار الاتجاهية Direction all Over Current Protection

تستخدم الحماية الاتجاهية في أنظمة القدرة والشبكات الكهربائية التي تتغذى من مصدرين او في الشبكات الحلقية او الدوائر المتوازية وليس من الضروري استخدام هذه الحماية في الدوائر.

الفصل الثالث وقاية المحولات وقضبان التوصيل والمولدات وخطوط نقل القوى الكهربائية

بعد دراسة وتحليل نظم القوى تحت ظروف الأعطال المختلفة والتي تنتوع من ظروف الأعطال المتماثلة ذات الثلاث الأوجه والأعطال الغير المتماثلة، ونتائج هذه الدراسة والتحليل تستخدم كأساس لتحديد الظروف التي تطرأ على النظام خلال الأعطال وذلك حتى يمكن اتخاذ الفعل اللازم لمنع حدوث مثل هذه الأعطال وفي حالة حدوث الأعطال يتم اتخاذ الفعل الضروري لتقليل آثار الأعطال التدميرية ولتقليل انقطاع التغذية الكهربائية. وبصورة عامة يمكن تعريف نظم الحماية بأنها نظم تعمل على مراقبة نظام القوى الكهربائي باستمرار حتى يتم التأكد من حدوث أقصى استمرارية لنقل القوى الكهربائية مع أقل خطر على حياة الإنسان أو المعدات. ودوائر نظم الحماية تكون معزولة عن دوائر القوى الكهربائية، ولذلك يتم تغذيتها من محولات قياس من نوع محول تيار (C.T) ومحول الجهد (V.T)، ومحولات القياس بدورها تعطي المتغيرات المقاسة لنظام الوقاية والذي بدوره يكتشف حدوث العطل ويرسل إشارة إلي جهاز قطع الدائرة (C.B) حتى يفصل الجزء المصاب بالعطل فقط إن أمكن من النظام.

ويتم تقسيم نظام القوى الكهربائية إلى مناطق يتم حمايتها وهي كالآتي:

تقسيم نظام القوى الكهربائية

- منطقة المحولات
- منطقة قضبان التوزيع والتوصيل
- منطقة المولدات
- منطقة دوائر النقل والتوزيع

والتقسيم إلى هذه المناطق يضمن نظام وقاية مناسب، مما يقلل احتمالية قطع الخدمة إلى أقل وقت ممكن.

وقاية المحولات

المحول الكهربائي (Transformer) جهاز في الهندسة الكهربائية، مؤلف من ملفين من الأسلاك المنفصلة الملفوفة حول قضبان حديدية فقط بمسافة بسيطة، يسمى الطرف المرتبط بالمولد الكهربائي بالملف الابتدائي بينما يطلق على الطرف المرتبط بالحمل الملف الثانوي، ويستخدم المحول لتغيير قيمة الجهد الكهربائي في نظام نقل الطاقة الكهربائية الذي يعمل على التيار المتردد حيث لا يمكن أن يعمل المحول في أنظمة التيار المستمر. فإذا كان جهد الطرف الثانوي أقل من جهد الابتدائي كان المحول خافضا للجهد أما لو كان جهد الثانوي أعلى من جهد الابتدائي كان المحول رافعا للجهد.

أعطال المحولات

يمكن تحديد معظم ظروف الأعطال التي تحدث لمحولات القوى كالتالي:

أولا الأعطال الأرضية:

حدوث عطل في ملف المحول يؤدي إلى وجود تيارات تعتمد على المصدر والممانعة المتصلة بين نقطة التعادل بين المحول والأرض والمفاعلة التسريبية leakage impedance للمحول ومكان العطل في الملفات بالإضافة إلى تأثير توصيلات الملفات على قيمة تيار العطل. ففي حالة كون الملفات متصلة بالشكل النجمي Y وتتصل نقطة التعادل بالأرض خلال ممانعة Z_g سيعتمد تيار العطل على قيمة Z_g ويتناسب مع المسافة بين نقطة العطل ونقطة التعادل. وإذا كانت ($Z_g=0$) وهذا يعني أن نقطة التعادل مؤرضة تأريضا مباشرا فسوف تتأثر قيمة تيار العطل بالمفاعلة التسريبية.

ومن الواضح أن قيمة المفاعلة التسريبية تعتمد على مكان العطل نفسه أي أن المفاعلة التسريبية تقل كلما كان العطل قريباً من نقطة التعادل. كنتيجة لذلك يزداد تيار العطل كلما كان العطل قريباً من نقطة التعادل. والشكل يعرض مقارنة بين التغيرات العامة في تيار العطل مع مكان العطل في حالة توصيل الملفات بالشكل النجمي Y. وفي حالة توصيل الملفات بشكل دلتا سيكون مستوى تيار العطل اقل من تيار العطل في حالة التوصيل النجمي مع تأثر القيمة الفعلية للتيار بطريقة التأريض المستخدمة في نظام القوى.

أما تيارات أعطال الطور فغالباً تكون أقل في حالة توصيل الملفات بالشكل المثلثي نتيجة المعاوقة العالية للعطل ويتم أخذ هذا العامل في الاعتبار عند تصميم نظام الحماية لهذا الملف.

ثانياً أعطال قلب المحول:

هذا النوع من الأعطال يكون نتيجة انهيار العزل ويؤدي الي سريان تيار دوامي مسبباً ارتفاع في درجة الحرارة والذي يمكن أن يصل لقيمة تكفي لتدمير الملف.

ثالثاً أعطال داخل الملفات:

هذا النوع يحدث نتيجة شرارة عرضية في الملفات والتي تحدث بسبب التغيرات الفجائية لجهد الخط وحدوث عطل تماس في عدد قليل من لفات الملف سينتج تيارات عالية في الحلقات التي حدث لها عطل التماس ولكن تيارات الأطراف ستكون صغيرة.

رابعاً أعطال وجه - إلى - وجه:

هذا النوع نادر الحدوث ولكنها تؤدي إلى حدوث تيارات عالية القيمة تتشابه مع الأعطال الأرضية.

خامساً أعطال الخزان:

يؤدي هذا العطل إلى فقد في الزيت مما يقلل من العزل ويؤدي أيضاً إلى ارتفاع غير طبيعي في درجة الحرارة. وبالإضافة إلى ظروف الأعطال التي تحدث داخل المحول نفسه توجد بعض العوامل الخارجية والتي تحدث ظروف طبيعية تؤدي إلى إجهادات على المحول وهذه الظروف تشمل:

١. **زيادة الحمل:** والذي يؤدي إلى زيادة الفقد في المقاومة $I^2 R$ وما يرتبط معه من زيادة درجات الحرارة.
٢. **أعطال النظام:** وتحدث آثار مشابهة ولكن أحياناً تكون أخطر بكثير من تلك الناتجة عن زيادة الحمل.
٣. **ارتفاع الجهد:** غالباً ما تكون نتيجة التغيرات الفجائية العابرة أو زيادة الجهد محدثاً إجهادات في العزل وزيادة الفيض.

تشغيل النظام عند تردد أقل يؤدي إلى زيادة الفيض مسبباً حدوث فقد في القلب مرتبطاً بزيادة في درجة الحرارة.

الظواهر المغناطيسية والحرارية

عندما يتم تشغيل المحول عند أي نقطة من نقاط موجة جهد المصدر ستعتمد القيم القصوى للفيض في القلب على الفيض المتبقي residual magnetism وأيضاً على لحظة التشغيل وتكون القيمة العظمى للفيض أعلى من قيمته في حالة الاستقرار وتكون مقيدة بتشبع القلب ويكون تيار المغنطة اللازم لإنتاج فيض القلب من ٨ إلى ١٠ مرات من القيمة العظمى لتيار الحمل الكامل وليس له مكافئ في الملف الثانوي وهذه الظاهرة تسمى تيار المغنطة المتدفق magnetizing inrush current وتظهر على أنها عطل داخلي، وأعلى تدفق للتيار يحدث إذا تم توصيل المحول في الشبكة عندما يكون جهد المصدر يساوي صفر، وبإدراك ذلك يكون من الحتمية عند تصميم المرحلات التفاضلية أنها لا تعمل في حالة تيار المغنطة المتدفق وتستخدم عدد من الطرق والتي تعتمد أساساً على خواص توافقيات التيار المتدفق لمنع عمل المرحل خلال تيارات التدفق العالية.

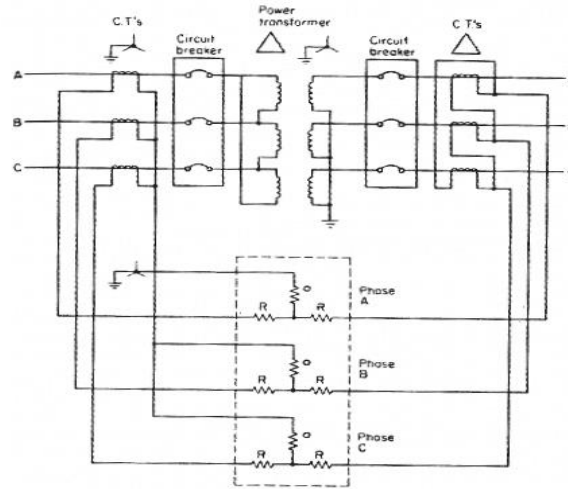
وبوضع وحدة حساسة للحرارة داخل خزان المحول تكون قادرة على حماية المحول من زيادة الحرارة نتيجة التسخين. وتستخدم مرحلات زيادة التيار كحماية إضافية مع تأخر في الزمن أعلى من المضبوط عليه مرحل الحماية الرئيسي. ويتم استخدام الحماية المحدودة للأعطال الأرضية في حالة توصيل الملفات بالطريقة النجمية Y. حيث يتساوى مجموع تيارات الأطوار مع تيار نقطة التعادل ومن ثم لا يستجيب المرحل للأعطال الموجودة داخل الملفات.

الوقاية التفاضلية:

هي الطريقة الأساسية لحماية المحولات مع الأخذ في الاعتبار بعض النقاط وهي:

نسبة التحويل: يجب أن تتوافق القيم المقننة لمحول التيار مع التيارات المقننة لملفات المحول الذي يتم توصيله به ونتيجة وجود فرق في الطور الزاوي بمقدار 30° بين الملفات المتصلة من الناحية النجمية Y والناحية المثلثية وحقيقة أن مكونات التتابع الصفري في الناحية النجمية Y لا تظهر على أطراف الناحية المثلثية يتم توصيل محولات التيار بالشكل النجمي Y للملف المتصل على شكل المثلثي وتوصل بالشكل المثلثي للملف المتصل على الشكل النجمي Y. ويوضح شكل (٣-١) نظام الوقاية التفاضلية الذي يطبق على محول من النوع دلتا Y/ و عندما يتم توصيل محولات التيار بالشكل دلتا يجب أن تقل القيم المقننة الثانوية بمقدار: $1/\sqrt{3}$ مرة من القيم المقننة الثانوية للمحولات المتصلة بالشكل النجمي Y.

وجود بعض السماحية عند تغيير نقطة التفرع tap changing باستخدام ملفات تقييد الحركة والتي تحدث انحياز (Bias) ويجب أن يتم اختيار ملف الانحياز بحيث يتعدى تأثيره أعلى انحراف نسبي.



شكل (٣-١): نظام الوقاية التفاضلية لمحول (٧).

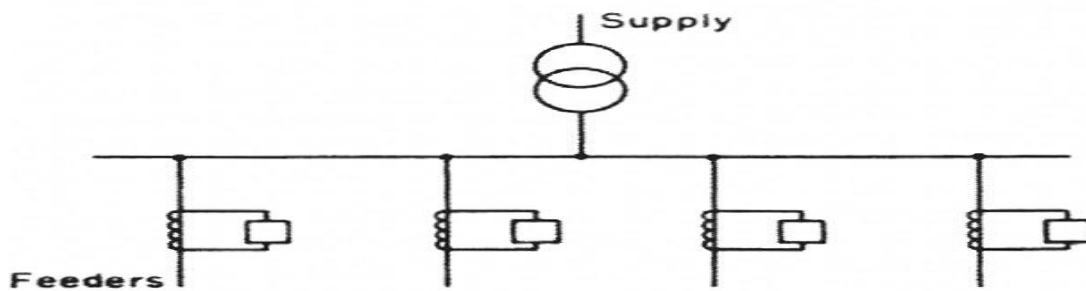
وقاية قضبان التوصيل

تعمل قضبان التوصيل كموصلات أساسية في نظم القوى الكهربائية ولهذا فحدوث أي أعطال قصر في الدائرة في منطقة قضبان التوصيل يجب أن يتم معالجتها في أقل وقت ممكن. وتشمل نظم حماية القضبان محولات التيار والمرحلات المشرفة على منطقة القضبان والتي ترسل إشارات إلى أجهزة القطع والمفاتيح لكي تفتح جميع الدوائر المتصلة بالقضيب المصاب بالقصر.

أنظمة وقاية قضبان التوصيل

أولا مرحلات زيادة التيار:

في نظم التوزيع الكهربائي (٦ - ٢٠ كيلو فولت) والتي يتم فيها التوصيل الي المصدر من خلال المحولات تعمل مرحلات زيادة التيار Over current time relay كنظام وقاية بسيط لقطع المصدر الكهربائي عن قضبان التوصيل إذا كان واحد أو أكثر من موصلات التغذية يحمل تيار القصر كما هو موضح في شكل (٣-٢). وتستخدم هذه المرحلات أيضا كوحدات احتياطية Back-up لحماية القضبان في محطات محولات النظم الأعلى جهدا.



شكل (٣-٢): نظام وقاية لقضيب توصيل واحد باستخدام مرحلات زيادة التيار

ثانياً نظم الحماية للقصر الأرضي:

يشترط في هذا النظام أن يعمل فقط في حالة القصر الأرضي داخل منطقة القضبان ولا يعمل للقصر خارج هذه المنطقة. ونظم الحماية من القصر الأرضي تشمل:

▪ التسرب على الهياكل Frame leakage protection

▪ التيارات السارية Circulating current protection

وبالنسبة لأحد أنظمة الحماية من النوع الأول فهي تتم عن طريق ربط جميع الهياكل المعدنية مع بعضها وتعزل خفيفاً عن الأرض lightly insulated from earth كذلك يلاحظ عزل هياكل أجهزة القطع عن أغلفة الكبلات وبذلك عند حدوث القصر يمر التيار من أجهزة القطع إلى الأرض مباشرة ويكون ذلك هو الطريق الوحيد.

أما النظام الثاني فهو أكثر شيوعاً ويستخدم في محطات المحولات الحديثة ويطبق على القضبان المجزئة ويكون كل مرحل مسئول عن جزء بحيث يتم قطع التغذية عن الجزء الذي حدث فيه القصر فقط. ويستخدم لتغذية المرحل في هذه الحالة محولين للتيار متصلين على التوازي أحدهما على خط مصدر التغذية والآخر على الخط الخارج من القضيب وذلك إذا حدث قصر على الخط الخارج من القضيب فسوف يتعادل التياران ويت تشغيل المرحل. أما إذا حدث قصر على القضيب فإن في هذه الحالة يختلف تيارا المحولان وتكون هناك محصلة للتيار تمر بالمرحل وبالتالي تعطى إشارة لجهاز القطع المناظر.

نظم الوقاية التفاضلية:

نظام الوقاية التفاضلية هو أكثر الطرق التي يمكن الاعتماد عليها في وقاية قضبان التوصيل ولأن معظم نظم القوي تتضمن عدداً كبيراً من الدوائر وعدد من مستويات التيار المختلفة فيجب أن يتساوى تيار محول التيار (C.T) على موصل التغذية المصاب بالعطل مع مجموع تيارات محولات التيار على موصلات التغذية الغير مصابة بالعطل وذلك إذا حدث العطل في خارج منطقة الحماية. ولكن نتيجة ارتفاع قيمة تيار القصر يتسبب هذا في تشغيل محول التيار (C.T) عند مستوي عالي للتشبع وربما يؤدي في حدوث تشغيل خاطئ للمرحل. وتستخدم عدد من الأساليب للتغلب على ذلك وواحداً من هذه الأساليب هي استخدام الروابط الخطية وتعتبر ببساطة محولات تيار تستخدم حديداً أقل والجهد الثانوي للرباط الخطي يعطي بالعلاقة: $E = Z_m I_p$

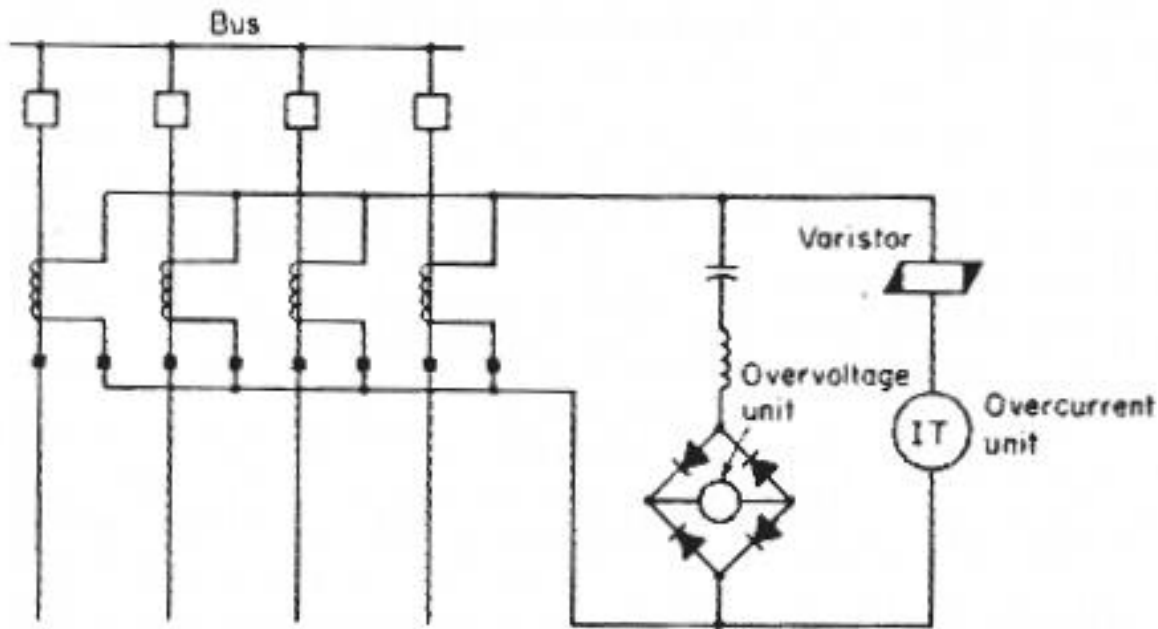
وتستخدم محولات التيار التقليدية في نظم حماية قضبان التوصيل والتي تستخدم النظم التفاضلية ذات طرق التقيد المتعددة. differential multirestraint

في هذا النظام يتم معالجة عدم الدقة التي تنتج من تشبع محولات التيار عند حدوث أعطال عالية باستخدام مرحل تفاضلي مئوي variable percentage differential متغير. ويتكون هذا المرحل من ثلاثة وحدات للتقيد من النوع الحثي induction restraint ووحدة واحدة للتشغيل من النوع الحثي induction type وتعمل اثنتان من الوحدات على قرص واحد ويوجد للقرصان عمود حركة واحدة يتصل بالأقطاب المتحركة ويمر التيار خلال ملفات الوحدات

الأربعة محدثا عزم فتح للأقطاب في وحدة التقييد أو عزم غلق الأقطاب في وحدة التشغيل ويتم توصيل الملفات في وحدتي التقييد بحيث تعمل التيارات التي تسري في نفس الاتجاه على إنتاج عزم التقييد متناسب مع مجموعهما بينما تعمل التيارات التي تسري في عكس الاتجاه على إنتاج عزم تقييد يتناسب مع الفرق بينهما وعندما يكون التيار ان في الملفين متساويان وفي عكس الاتجاه يؤدي ذلك إلى عدم وجود عزم تقييد ويسمي هذا المرحل بالمرحل التفاضلي المتغير.

ونظام آخر مستخدم في وقاية قضبان التوصيل هو النظام التفاضلي ذو المعاوقة العالية والذي يستخدم محولات التيار التقليدية ويتم تحميل محولات التيار بوحدة مرحل عالي المعاوقة لإلغاء مشكلة أداء محولات التيار الغير متساوية. كما يتم استخدام محولات التيار ذو صلابة bushing لأن لها معاوقة ثانوية صغيرة وشكل (3-3) يوضح وحدة المرحل من نوع الجهد اللحظي ذو كباس والتي تعمل خلال نظام تقويم الموجة الكاملة وتستخدم السعة والمحثاة لضبط الدائرة عند تردد الدائرة الطبيعي natural frequency لتقليل الاستجابة لكل التوافقيات. ومعاوقة هذا الفرع تساوي تقريبا 3000 أوم وهذا يعني أن ملفات محولات التيار الثانوية والمرحل يتعرضوا لجهود عالية عند حدوث عطل بقضيب التوصيل ويتم توصيل وحدة للحد من الجهد على التوازي مع المرحل من نوع ثايريت (Thyrite).

ويتم توصيل وحدة زيادة التيار اللحظي على التوالي مع النظام المركب السابق ويتم ضبطها حتى تعمل عند قيم تيار عطل داخلي كبيرة. ويجب أن تضبط عند قيم عالية لتجنب تشغيلها عند الأعطال الخارجية. وفي الأعطال الداخلية تكون قيمة الجهد المطبق على المرحل كبيرة وتصل الي قيمة جهد فتح الدائرة للملفات الثانوية لمحولات التيار. أما في الأعطال الخارجية تكون قيمة الجهد صغيرة جداً وتقترب من الصفر إلا إذا حدث تشبع لمحولات التيار.



شكل (3-3): مخطط لمرحل الجهد التفاضلي ذو الممانعة عالية القيمة

وقاية المولدات الكهربائية Generator Protection

يعتبر المولد الكهربائي قلب محطات توليد الطاقة الكهربائية. ولتحويل الطاقة الاساسية الى طاقة كهربائية لا بد من توفر مصدر دوران (prime mover) والذي بدوره يعتمد على مصدر الطاقة لكي ينتج الطاقة الدورانية للمولد الكهربائي. ويعتمد المولد الكهربائي على التوربينات الغازية او البخارية او الرياحية او المائية. والسعة الكهربائية للمولدات تتراوح بين مئات الـ KVA الى ان تصل في بعض المحطات البخارية الى قيم تتجاوز 1200 MVA.

ترتبط المولدات الصغيرة والمتوسطة الحجم الى شبكات التوزيع مباشرة اما المولدات الكبيرة فتحتاج الى محولة رافعة كوسط بين المولد ونظام التوزيع.

قد يوجد بين المولد والمحولة الرافعة لوحة مفاتيح SWITCH GEAR وذلك لتوفير قواطع دورة واعطاء خيارات حماية للمولد والمحولة.

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| ➤ مهندس/ أشرف لمعي توفيق | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ السيد رجب شتيا | شركة مياه وصرف صحي البحيرة |
| ➤ مهندس/ أيمن النقيب | شركة صرف صحي الاسكندرية |
| ➤ مهندس/ خالد سيد أحمد | شركة مياه القاهرة |
| ➤ مهندس/ طارق ابراهيم | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ علي عبد الرحمن | شركة صرف صحي الاسكندرية |
| ➤ مهندس/ علي عبد المقصود | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ محمد رزق صالح | شركة مياه وصرف صحي البحيرة |
| ➤ مهندس/ مصطفى سبيع | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ وحيد أمين أحمد | شركة مياه القاهرة |
| ➤ مهندس/ يحي عبد الجواد | شركة مياه وصرف صحي الدقهلية |