# الفصل الأول

# نظم الحماية الكهربائية

# 

# الفصل الأول

# مقدمة

# منظومة القوى الكهربابية بما تحتوية من عناصر مثل المولدات والمحولات وخطوط هوائية وكابلات لنقل وتوزيع القدرة الكهربية تتعرض لبعض الاعطال والتي قد تؤدى الي وقف المنظومة عن العمل بسبب عطل أوإتلاف أحد عناصر هذه المنظومة وبالتالي أنقطاع التيار الكهربائي إذا لم تتخذ الأمور الوقائية اللازمة.

# والاعطال التي تحدث نتيجة لأسباب داخلية تكون بسبب أنهيار العازلية أوسوء التصنيع أما الاسباب الخارجية فتكون اما نتيجة لضربات البرق التي تؤدى الي وجود جهود عالية لايمكن لنظام القدرة تحمله أولحدوث قصر في الدائرة .

# يمكن التخفيف من هذه الاعطال ونتائجها بحيث تصبح نادرة الحدوث بالتصميم الجيد وتطوير الاجهزة المستحدمة 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 الذى ينتج الكهرباء وهو عادة ما يكون من النوع المتزامن مرورا بالمحول الذى يرفع قيمة جهد التوليد الى قيمة عالية بغرض خفض قيمة التيار ومن ثم خفض الفقد فى القدرة المنقولة من مكان الى أخر،ثم يلى ذلك خطوط نقل القدرة ،ثم تنتهى خطوط النقل بمجموعة من محولات التوزيع التى تخفض الجهد الى قيمة مختلفة لتوزيعه على المستهلكين فى المناطق الصناعية ( جهد متوسط) ،والمناطق السكنية (جهد منخفض) من خلال شبكة الكابلات ثم تنتهى بمجموعات متنوعة من اللوحات الكهربائية .

**أعطال منظومة القوى الكهربائية :-**

**أ/ اسباب ألأعطال :**

ان ألأعطال فى منظومة القوى الكهربائية هى كل ما يسبب تغيرا غير طبيعى فى قيمة التيار او الجهد. وأكثر ما يسبب ذلك عموما هو حدوث انهيار فى العزل الموجود على الموصلات لسبب ضغوط ميكانيكية او كهربائية ، او ربما نتيجة لظروف جوية ، او بسبب تلامس مع الأرض ،اوحدوث تلامس بين خطين ،او بين الخط والأرض ، الى غير ذلك من الأسباب التى تؤدي الى حدوث انهيار لقيم العزل الأساسية ، وقد يكون العطل أيضا نتيجة تحميل زائد (Over load) .

**ب/ تصنيف ألأعطال :-**

وغالبا ما تصنف ألأعطال :

1. طبقا لعدد ألأوجه المتأثرة بالعطل .
2. طبقا لدرجة التشابه بين الأوجه.
3. طبقا للفترة الزمنية التى يستغرقها العطل .

**أهمية انظمة الوقاية:-**

نظم الوقاية الكهربية تعتبر من المكونات الأساسية لأي شبكة كهربية فهي المسئولة عن حماية عناصر الشبكة الكهربية عند حدوث أي قصر أو خلل بها وكل نظام كهربي له نظام الوقاية الذي يناسبه و قد تختلف نظم الوقاية من بسيطة للغاية لا تتعدى بعــــض المـــصهرات

( Fuses ) لحماية بعض خطوط التوزيع ذات الجهد المنخفض و المتوسط إلى نظم الوقاية الأكثر تعقيدا و تطويرا المستخدمة في حماية الشبكات الكهربية ذات الجهد الفائق و نظام الوقاية هو النظام الذي يقوم باكتشاف الظواهر غير العادية أو خلل في أي من عناصر الشبكة الكهربية و يقوم بمساعدة عناصر أخرى بعـــــزل منطقـــة الخـــلل عن باقي الشبكة الكهربية.

**وظيفة منظومة الوقاية:-**

اكتشاف الأعطال وتحديد مدى خطورتها ومكانها .

1. عزل العناصر المتأثرة بالعطل فقط .

**عناصر منظومة الوقاية:-**

أجهزة الوقاية.

1. محولات الجهد والتيار.
2. قواطع الدائرة الكهربائية.

# أهم المصطلحات المستعملة في مجال حماية النظم الكهربائية:ـ

# كلمة (Normal) تشيرالي الحالة السليمة أوحالة اللاعطل في الدائرة المحمية.

# كلمة (Relays) وهى المرحلات أى الأجهزة التي تعمل عمل المراقب الذى لا يتعب فهي تقيس باستمرار الكميات الكهربية للدائرة المحمية .

# أصطلاح(NOC) Normally Open Contact يعني أن الملامس للمرحل مفتوح في الحالة الطبيعية اى عندما يكون المرحل غير مهيج.

# مصطلح (NCC) Normally Closed Contact يعني ان ملامسات المرحل مغلق في الحالة الطبيعية عندما يكون المرحل غير مثارأوغير 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 أوالجهد أوكليهما معا.

# المرحلات الإستاتيكية Static Relays هي المرحلات التي تتكون من أشباه الموصلات ((semi – conductors أومن بعض الدوائر المغناطيسية الخاصة وهي لاتحتوى علي ملامسات متحركة علي عكس المرحلات الكهرومغناطيسية .

# المرحلات الرئيسية Main Relays وهي المرحلات التي تكون مخصصة لحماية قسم محدد بشكل أساسي .

# المرحلات الداعمة أوالاحتياطية Back-Up Relays هي المرحلات التي تقوم بالعمل بعد تأخير زمني عندما تفشل المرحلات الرئيسية بفصل القسم المتعطل وهي أما أن تكون محلية في نفس مكان المرحلات الأساسية أوبعيدة في مناطق أخرى.

# الانتقائية -: Selectivity هي مقدرة أجهزة الحماية (المرحلات) علي التمييز بين العطل في المنطقة المحمية والحالات الطبيعية أوالعطل في مكان آخر في المنظومة الكهربية.

# الحساسية:- Sensitivity هي مقدرة المرحل علي التجاوب مع الأعطال التي تظهر في المنطقة المحمية.

# المتانة :- Consistency هي قدرة المرحل علي إمكانية إعادة خواصة الكهربائية والزمنية.

# زمن التشغيل Operating Time هو الفترة الزمنية اللازمة للحماية كــــي توصل دائرتها وتكمل مهمتها وذلك أعتبارا من وصول كمية التشغيل إلي قيمة الجذب وحتي تعمل الحماية وتغلق ملامستها.

# المرحلات اللحظية Instantaneous Relays

# هي المرحلات التي تعمل (تعطي أمر الفصل) بشكل فورى وبدون اى تأخيرزمني .

# مرحلات التأخير الزمني delay Relays-Time

# هي المرحلات التي تعمل بعد تأخير زمني وذلك بوسا ئل تأخير مختلفة.

# *بعض الأصطلاحات الهامة المستخدمة فى هندسة الوقاية*

# 1\_الريلاى( (RELAY *عبارة عن جهازيمكن عن طريقة التحكم أليا فى دائرة كهربية و توجد انواع مختلفة من هذة المتممات و لها استخدمات مختلفة. ويعتبر الريلاى هو أحد المكونات الرئيسية لنظام الحماية. 2\_ريلاى وقائى (Protective Relay) هو الريلاى الذى يستخدم لوقاية المعدات و الأجهزة الكهربائية و يحتوى اساسا على ملف و نقط تلامس. و يضبط على قيمة معينة للكمية الكهربية التى عندها تقفل نقط التلامس و تعطى اشارة كهربية لبداية تشغيل دائرة انذار او دائرة فصل او كليهما. 3\_ريلاى قياس ((Measuring Relay هو ريلاى يتم ضبطه على قيمة معينة يعمل عند وصول الكمية الكهربائية لهذة القيمة و يقوم بعمل قياسات معينة خاصة بنظام الحماية. 4\_ريلاى مساعد ((Auxiliary Relay هو ريلاى لا يعتمد على وسيلة ضبط و بالتالى لا يعمل على كمية كهربية معينة. و لكن يكون مساعدا للأجهزة أخرى. حيث يمكن الحصول منه على عدد من نقط التلامس لاأستخدامها فى أغراض مختلفة. 5\_ريلاى لحظى ((Instantaneous Rela y هو ريلاى سريع التشغيل زمن تشغيله تقريبا خوالى 0.02 ثانية و لا يحتوى على عنصر تآخير زمنى. 6\_ ريلاى ذو زمن عكسى(Inverse Time Relay) هو ريلاى له خاصية عكسية بين الزمن و التيار. فكلما زاد التيار المار فى ملف الريلاى عن قيمة التشغيل المضبوط عليها كلما انخفض زمن تشغيله.*

# 

**الفصل الثاني**

**الأجهزه والمعدات المستخدمه**

**في نظام الوقايه**

# *الفصل الثانى*

# *واجبات ومهام أجهزةالوقاية*

# *ان اجهزة الحماية الكهربيةهي اجهزة تستجيب للحالات غيرالنظامية (حالة الاعطال) في الشبكة الكهربية وتتحكم بالقواطع الالية وذلك من اجل عزل الجزء المتعطل فقط من النظام المحمى دون بقية الاجزاء السليمة.*

# *تعتبر اجهزة الحماية شكلا من اشكال التامين من وجهة النظر الاقتصادية ،فهى تعمل على تحديدالاعطال بسرعة وعزل الاجزاء المتضررة فقط وتساعد على الحد من تضرر الاجهزة وتعطل الانتاج ومن مهام اجهزة الحماية*

# *مراقبة ظروف العمل لكل عنصر من عناصر منظومة القوى الكهربية.*

# *ب- كشف الاعطال وتحديد حالة المنظومة.*

# *ج- عزل الجزء المتعطل من الشبكة بواسطة القواطع الالية.*

# *دـ التنبيه او الانذار لكى يتدخل العنصر البشرى ليقوم بالتصحيح اللازم.*

# *وتشمل اجهزة الحماية على:-*

# *المصهرات. FUSES*

# *القواطع الالية .CIRCUIT BREAKERS*

# *لوحات التوزيع. Switch Gear*

# *مانعات الصواعق. Lightning Arrestors*

# *المرحلات. RELAYS*

# المصهرات:ـ

# يعرف المصهر بأنة جهاز حماية للدوائر الكهربية من زيادة التيار الناتجة عن دوائر القصر أو الحمولة الزائدة ،وتفتح الدائرة عند هذه الزيادة نتيجة انصهارعنصر قابل للانصهار عند زيادة التيار عن قيمة محددة وخلال زمن مناسب.

# يستخدم المنصهر منذ زمن طويل كجهاز بسيط يحمي نظم القوى الكهربية وذلك لسببين هما:-

# رخص ثمنة.

# المصهر يعتبر أكثر الاجهزة عمرا.

# أ-أهم المتطلبات من المصهرات

# يجب ان يعمل المصهر بسرعة عالية للحد من التلف الذي قد يحدث للاجهزة المراد حمايتها.

# يجب حماية الاجهزة المحيطة من تيار العطل ومن القدرة الحرارية المنتشرة عند عمل المصهر .

# بعد عمل المصهر من الضرورى وجود عازلية لتحمل جهد الاستعادة.

# يجب ان يعمل المصهر تحت جميع الحالات العملية الممكنة.

# يجب ان تحافظ المصهرات علي موثوقية عملها ولأتتغير خصائصها.

# ب- تصنيف المصهرات:-

# المصهرات المملوءة بالمسحوق تتميز بفاعلية عالية للحد من تيارات دائرة القصركما تتميز باسطاعة قطع عالية .

# المصهرات الصغيرة تستخدم لحماية الاجهزة الالكترونية أودوائر التحكم .

# المصهرات نصف المغلقة تستخدم لحماية دوائر التوزيع.

# مصهرات الانفجار.

# مصهرات القدرة.

# مصهرات قواطع التوزيع تستخدم لفتح وغلق الدائرة وحمايتها من الاعطال في مركز التحويل.

# ج- يتكون المصهر بشكل عام من الاجزاء التالي:ـ

# حامل المصهر(Fuse Holder).

# قاعدة المصهر (Fuse base).

# ممسك المصهر(Fuse carrier).

# عنصرالمصهر(Fuse link)

# د-بعض المصطلحات المهمة الخاصة بالمصهرات:-

# اولا:ـ عنصر المصهر:-

# يتضمن عنصرا اوعدة عناصر توصل علي التوازى ضمن خرطوشة اواسطوانة احتراق وتكون هذه الاسطوانة مملوءة بمادة خامدة للقوس الكهربي ويتصل العنصر بنهايات الاسطوانة.

# ثانيا:ـ التيار النظامي.

# هوالتيارالذى يتحمله عنصر الصهر بشكل دائم بدون أى تلف أواى ارتفاع درجة الحرارة بشكل غير مقبول.

# ثالثا:ـ تيارالصهر الاصغر.

# وهو اصغرقيمة للتيار تجعل العنصر المنصهر ينصهر .

# رابعا:ـ عامل الصهر.

# هو عبارة عن حاصل قسمة قيمة تيارالصهرالاصغر علي قيمة تيار الصهر المقنن وهو اكبر من الواحد.

# خامسا:ـ زمن قبل حدوث القوس.

# هوالزمن بين أبتداء زيادة التيار بشكل كاف ليسبب انصهار العنصر المصهر ولحظة بداية القوس الكهربي.

# سادسا:ـ زمن القوس:-

# هوالزمن بين لحظة انقطاع العنصر المصهر والفصل النهائي للدائرة.

# سابعا:ـ 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 ((Loadsالمغذاة من هذا المصدر .

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

# أ-تقسم القواطع الكهربائية طبقا للطريقة المستخدمة لاطفاء الشرارة داخلها كالاتي :-

# أولا- قواطع كثيرة الزيت: يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية كبيرة من الزيت

# ثانيا-قواطع قليلة الزيت: يتم اطفاء الشرارة بداخلها باستخدام كمية قليلة من الزيت .

# ثالثا- قواطع ذات الهواء المضغوط: يتم اطفاء الشرارة بها بواسطة هواء مضغوط بخزاناتها.

# رابعا- ذات ضغط الهواء الذاتي : يتم اطفاء الشرارة فيها بواسطة هواء يضغطه مكبس أثناء حركة فتح القاطع .

# خامسا- القواطع المشحونة بغاز سادس فلوريد الكبريت(SF6) تستخدم هذا الغاز كوسط لاطفاء الشرارة أوالقوس الكهربي

# وذلك لخواصة الأتية :ـ

# 1- كثافتةأعلي من كثافة الهواء .

# 2- له القدرة علي أمتصاص الالكترونات المسببة للشرارة ويتحول الي غازسادس فلوريد الكبريت .

# 3- 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 أوفصله بالملامس الثابت بعد ان يأخذ امربذلك من الجزء الكهربائي .

# رابعا-الجزء الكهربائي :-

# هذا الجزء موجود فقط في القواطع التي يمكن تشغيلها كهربائياووظيفته إما أن تكون لإعطاء اوامر الفصل أوالوصل للجزء الميكانيكي .

# خامسا-العازل بين الاقطاب:-

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

# ج-الفرق بين القواطع الكهربائية:ـ

# 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 يضغطه مكبس أثناء حركة فتح القاطع .

# القواطع المشحونة بغاز سادس فلوريد الكبريت(SF6) تستخدم هذا الغاز كوسط لاطفاء الشرارة أوالقوس الكهربي وذلك لخواصة الاتية :ـ

# 1- كثافتة اعلي من كثافة الهواء .

# 2- له القدرة علي أمتصاص الالكترونات المسببة للشرارة ويتحول الي غازسادس فلوريد الكبريت .

# 3- 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 والملامس الثابت بسبب فرق الجهد بينهما ، وتزداد هذه الشرارة كلما ازداد الفرق وكذلك كلما ازداد تشبع الهواء بالرطوبه والغبار

# - خطورة الشرر في القواطع الكهربائية :-

# يعتبر الشرر الحاصل في القواطع خطرا للاسباب 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 … لذلك كان من الضروري توجيه وتوصيل تلك الطاقة إلي مصادر استهلاكها المختلفة . ويتم ذلك م ن خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية وكثير من المعدات الكهربائية التي تعمل على نقل وحفظ وحماية ومتابعة تلك الطاقة خلال تداولها عبر الشبكات الكهربائيه من بداية منابعها إلى نهايتها عند الأحمال المستهلكة لها.

# تعتبر اللوحات الكهربائية أحد تلك ا لمعدات الكهربائية الهامة المستخدمة في أي منظومة كهربائية كبيرة أو صغيرة فاللوحات الكهربائية تمثل نقاط تمركز وتوجيه وتنظيم ومتابعة للطاقة الكهربائية لذلك كان لزاما على كل العاملين بمجال الكهرباء بمواقع العمل المختلفة أن يتعاملوا معها بصورة علمية وعملية تس اعدهم على التعامل والتشغيل المثالي وإجراء عمليات الإصلاح والصيانة بصورة آمنه 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 دوائرة كهربائية.

# أ-مكونات لوحة التوزيع:-



**خلايا دخول**

**خلايا خروج**

**خلية الربط**

**محول الخدمة**

الشكل(2-1)

# تتكون لوحة التوزيع من :-

# أولا-قضبان التوزيع الرئيسية :- من النحاس الاحمر بكــثافــة تيــار 1.5 امــبير / مـــم2 ويختـــار مقطع القضبان طبقا للاحمال الكلية للوحة.

# ثانيا-خلايا الدخول :- تتكون من عدد ( 4 ) خلية اثنــان عــلــى كــل ( Section ) وتحتــوى كل خلــية على محولات الجهد ومحولات التيار واجهزة الوقاية والقياس.

# ثالثا-خلايا الخروج:- يحتوى كل (Section ) على عدد ( 4 ) خلايا ويمكن اضافــة خـلايا اخــرى عــــــلى جانبى كل قطاع حسب الاحمال والاحتياجات وتحتوى كــل خـــلية عــلى محولات الـــتيار واجهزة الوقاية والقياس.

# رابعا-خلايا الربط :- وهى خلية تستخدم للربط بين قسمى اللوحة فى حالة تعطل خلايا الدخول بأحد قـــسمى اللوحة أو اجراء الصيانة وتحتوى الخلية على محولات التيار واجهزة الوقاية ضد زيادة التيار واجهزة القياس.

# خامسا-خلية الخدمة :- وهى خاصة بتغذية محول الخدمة الخاص باللوحة لتغذيـة الانــارة والشـــاحن بالتـــيار المتردد ( 220 – 380 ) فولت وخلافه من احمال تحتــاج الــى جـــهد ( 220 ) فــولت.

# سادسا-مصدر التيارالستمر:- وهو عبارة عن الشاحن ومجموعة البطاريات لتغذيــــة عنصر التحكم بأجهزة الوقاية ولمبات البيان والانارة الطارئة.

# ب- اختيار موقع لوحة التوزيع :-

# يراعى عند اختيار موقع لوحة التوزيع:-

# -ان تكون لوحة التوزيع فى مركز الاحمال المطلوب تغذيتها من اللوحة.

# -ان تكون قريبة من محطة المحولات المغذاة منها.

# ان يكون متاح مساحة من الارض مناسبة لانشائها.

# امكانية خروج مغذيات الجهد المتوسط من اللوحة ( 11 ك.ف ) من اللوحة لتغذية اكشاك التوزيع بالمدينة او القرى او المشروعات المختلفة.

# ج-طرازات لوحات التوزيع:-

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 – تشيكى | 2 – اجيماك | 3 – اراب | 4 – يوغسلافى ( راداكنشر ) |
| 5 – بولندى | 6 – روسى | 7 – تيبيكو | 8 – يوغسلافى ( انرجونفست ) |

# د-عناصر الوقاية فى لوحات التوزيع:-

# نظام الوقاية عادة ما يتكون من جهاز وقاية او مجموعة من اجهزة الوقاية لتقوم بحماية خط او معدات كهربائية نظرا للمبالغ الطائلة التى تتكلفها هذه المعدات ولابد ان تتوفر فى اجهزة الوقاية دقة فى الحساسية والتمييز لانواع القصر المختلفة وهى:-

# وجه مع الارضى ( نسبة حدوثه حوالى 65 % ).

# وجهين او ثلاثة مع الارضى ( نسبة حدوثه حوالى 20 %)

# وجه مع وجه ( نسبة حدوثه حوالى 10 % ).

# ثلاثة أوجه ( نسبة حدوثه حوالى 5 % ).

# لهذا فان الغرض من اجهزة الوقاية هو اعطاء اشارة الفصل لقاطع التياربحيث يفتح اليا عند حدوث اى زيادة فى التيار نتيجة لحالات القصر السابقة حتى لا تتعرض المهمات الكهربية للتلف.

# ه-الوقاية الاساسية للوحات التوزيع:-

# أولا– وقاية لمغذيات الدخول :-

# وقاية ضد زيادة التيارالاتجاهى O.C D.

# وقاية ضد زيادة التيار اللاتجاهى O.C

# وقاية ضد التسرب الارضى الاتجاهي D.E.F

# وقاية ضد التسرب الارضى E.F

# وقاية ضد ارتفاع الجهد O.V

# ثانيا – وقاية لمغذيات الخروج :-

# وقاية ضد زيادة التيار O.C

# وقاية ضد التسرب الارضى E.F

# ثالثا – وقاية لمغذيات الربط :-

# وقاية ضد زيادة التيار O.C

# وقاية ضد التسرب الارضى E.F

# تتكون جميع اجهزة الوقاية من ثلاثه عناصر أساسيه وهى:-

# أ/عنصر قياس ( تيار – فولت – تيار وفولت معا ):- يستجــيب لاى تــغير يحـــدث فى الدائرة الرئيسية.

# ب/عنصر تحكم:- يعمل على توصيل دائرة الفصل لقاطع التيار.

# ج/عنصر توقيت زمنى :- للحصول على التأخير الزمنى المطلوب.

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

# مانعة الصواعق:-

# هي اتصال سلكي عمل عن قصد بين مستقبل للبرق في اعلي منطقة والارض بدون وجود فيوز اومفتاح اوقاطع له دورفي 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 أوالتأريض ويكون متصل مع الموصلات ومهمته تفريغ تيار الصاعقة الي الالرض .

# ب-أهمية مانعة الصواعق :-

# أولا-الحماية من التيارات الكبيرة التي تسببها الصواعق كما قد تؤدى الي قتل الاشخاص.

# ثانيا-حماية خطوط النقل.

# . ثالثا-حماية ابراج الاتصالات حيث ان الصاعقة تعتبر العدوالاكبر لابراج الاتصالات بالضربة المباشرة اوغير 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 الكهربية كالأخطاء وتجاوز الحمل.

# تتألف منظومة الحماية التقليدية كما بالشكل (2-2) من الأجزاء الأساسية الآتية:ـ

# مرحل الحماية .

# قاطع الدائرة.

# محول التيار.

# محول الجهد.

# ملف إعتاق القاطع.

# بطارية.

# مفتاح مساعد.

# دائرة إعتاق القاطع.

# 

# الشكل(2-2)يوضح منظومة الحماية التقليدية

# الطريقة العامة لعمل منظومة الحماية التقليدية:ـ

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

# - الغرض من استعمال محولي الجهد والتيارهو مايلي:-

# ضمان عزل كهربائي عن باقي المنظومة.

# تحويل القيم العالية للتيارات والجهود التي تظهر تحت ظروف تشغيل غيرعادية إلي قيم تتلائم مع مقنن المرحل ثم تغذية المرحل بها.

# أ-أنواع المرحلات: ـ

# يمكن تصنيف المرحلات حسب مبدأعملهاأوتركيبها إلي أنواع كثيرة منها:-

# 1- المرحلات الحراريةThermal Relays.

# 2- المرحلات الكهرومغناطيسية ذات مبدأ الجذبElectromagnetic-Attracted-Relays.

# 3- المرحلات الكهرومغناطيسية ذات المبدأ الحثيElectromagnetic Induction Relays.

# 4- المرحلات الإستاتيكيةStatic Relays.

# -المرحلات الحثيةInduction relays.:-

# أن المرحلات الحثية هي أكثرالمرحلات استخداما في منظومات الحماية نظرالأن التنوع الكبير في خصائصها الزمنية يعطيها مرونة كبيرة في إمكانية التنسيق بين مرحلات مستخدمة للعمل علي التوالي ،أوالتنسيق بين مرحلات وقواطع أومصهرات.

# تعتمد المرحلات الحثية في نظرية تشغيلها علي الفعل المتبادل بين فيضين مغناطيسين 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 للاثارة و دائرتين مغناطيسيتين .

# الشكل(2- 3)يبين مكونات المرحل الحثى ذى القطب المحجب الذى يتكون من :-

# قرص من النحاس او الالومنيوم مزود بمحاور ارتكاز وطليقة الدوران فى الثغرة بين قطبي المغناطيس الكهربى . وكل قطب منشق الى جزأين احداهما محوط بحلقة ثقيلة من اللنحاس ، وتقوم هذه الحلقة –نتيجة للتيارات المستحثة فيها بتاخير مرحلى للفيض المار فى الشق المحجب من القطب بالنسبة للفيض المار فى الشق غير المحجب بزاوية الفا تتراوح بين 45-40 درجة.

# 

# الشكل(2 -3) يبين مكونات المرحل الحثى ذى القطب المحجب

# ويبين الشكل(2- 4) مكونات مرحل حثى ذى ملفى اثارة يعملان بكميتى تشغيل .

# 

# الشكل(2- 4) مكونات مرحل حثى ذى ملفى اثارة يعملان بكميتى تشغيل

# *كما يبين الشكل(2-5) طريقة توصيل الملفين* فى حالة استخدام المرحل كمرحل تجاوز حمل . ويمتاز هذا المرحل باء مكانية الحصول على قيم للزاوية الفا اكبر ممن تلك التى نحصل عليها من المرحل ذى القطب المحجب .

# 

# الشكل(2-5)

# المرحلات الاستاتيكية:-

# يعرف المرحل الاستاتيكى بانه مرحل تنشأ فيه الاستجابة المطلوبة عن طريق مكونات الكترونية أومغناطيسية أواية مكونات أخرى دون حدوث حركة.

# التركيب الإساسي لمرحل الحماية الإستاتيكي:ـ

# يبن الشكل(2-6)المكونات الأساسية للمرحل الأستاتيكي

# الذى يتم فية تغذية عنصر التحويل بإشارة التغذية عن طريق دائرة القياس (1) والتي تكون عباره عن محول جهدأومحول تيار أوالاثنين معا.يتم بذلك تحويل أشارة التغذية داخل عنصر التحويل (3) إلي كميات يمكن التعامل معها بسهولة بواسطة عنصرالقياس(4) .يبدا عنصر القياس في العمل عندما تصل قيمة أشارة التغذية الي حد معين حيث يعطي حينئذ أشارة القفل ،يستقبل عنصر الخرج (5) هذه الاشارة ويقوم بتكبيرها وتقويتها ثم نقلها الي عنصر التحكم (7) الذى يعطي بدوره الاشارة النهائية لدائرة اعتاق قاطع الدائرة.ويتم تغذية عنصرى القياس والخرج عن طريق عنصر التغذية (8) ،ويحصل عنصر التغذية علي الطاقة اللازمة أما من مصدر جهد مساعد(9) اومن دائرة القياس نفسها .

# 

# الشكل (2-6) يوضح رسم تخطيطي لمرحل أستاتيكي

# -دوائر التأخير الزمني :ـ

# تستخدم كابلات اوخطوط التأخير المستعملةعادة في منظومات الأتصالات وذلك للحصول علي تأخير زمني في نطاق الميكروثواني . ويمثل كابل أوخط التأخير عادة بدائرة مكافئة كالمبينة في الشكل (2-7) ، كما تستخدم دوائر رنينية من مفاعلات ومكثفات (دوائر L-C)،ودوائر من مقاومات ومكثفات (دوائر C-R).

# الشكل (2-7) 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 فى حالات التشغيل الفورى للحصول على علاقة خصائصية ذات اقل محدد زمنى بينما تستخدم المرحلات الحثية للحصول على علاقة عكسية بين الزمن والتيار ).

# استخدامات مرحلات زيادة التيار :-

# اولا:ـ حماية المحركات ذات المقننات الكبيرة (اعلى من 1000حصان ).

# ثانبا:ـ حماية المحولات ذات المقننات الكبيرة (اعلى من KVA500) حيث تستخدم مرحلات تجاوز التيار كحماية ثانوية للحماية التفاضلية (differential Protection).

# ثالثا:ـ حماية المغذيات وخطوط النقل بالاضافة الى نظام حماية المعاوقة (Impede acne Protection ).

# رابعا:ـ حماية بعض الاجهزة الخاصة كالأفران الكهربية الصناعية.

# 4-المرحلات المسافية Distance Relays .

# يتم فيها مقارنة التيار المحلي مع الجهد المحلي في طور محدد.ففي المرحلات الكهرومغناطيسية فان مغناطيس التيار يخلق قوه أوعزما يحاول أغلاق ملامس المرحل ومغناطيس الجهد يخلق قوة أوعزما مقاوما يحاول أن يبقي الملامس مفتوحا.ويحدث العمل في المرحل عندما يتغلب عزم التيار علي عزم الجهد.

ويظهر في المعادلة الاخير أن مميزات التشغيل علي مخطط الممانعة دائرة نصف قطرهومركزها في مركز الاحداثيات

# ويبين الشكل (2-8) 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.

# 

الشكل(2-8) يوضح خصائص الحماية المسافية

# -المرحلات الاتجاهية :-

# ان المرحلات مثل زيادة التيار والممانعة تستجيب للاعطال فى اى اتجاه ولمنع هذه المرحلات من فصل الخطوط السليمة فانه يتم مراقبتها بالمرحلات الاتجاهية كما بالشكل (2-9 ) .وتستجيب فقط لبسريان التيار من القضبان المجمعة الى الخط .

# 

# الشكل (2-9) يوضح مميزات المرحلات الأتجاهية

# حماية زيادة التيار الاتجاهية :-Direction al Over Current Protection

# تستخدم الحمايات الاتجاهية فى انظمة القدرة والشبكات الكهربية التى تتغذى من مصدرين او فى الشبكات الحلقية او الدوائر المتوازية وليس من الضرورى استخدام هذه الحمايات فى الدوائر .

# الفصل الثالث

# وقاية المحولات وقضبان التوصيل والمولدات وخطوط نقل القوى الكهربائية

**الفصل الثالث**

بعد دراسة وتحليل نظم القوى تحت ظروف الأعطال المختلفة والتى تتنوع من ظروف الأعطال المتماثلة ذات الثلاث الأوجه والأعطال الغير التماثلة , ونتائج هذه الدراسة والتحليل تستخدم كأساس لتحديد الظروف التى تطرأ على النظام خلال الأعطال وذلك حتى يمكن اتخاذ الفعل اللازم لمنع حدوث مثل هذه الأعطال وفى حالة حدوث الأعطال يتم اتخاذ الفعل الضروري لتقليل آثار الأعطال التدميرية و لتقليل انقطاع التغذية الكهربائية .وبصورة عامة يمكن تعريف نظم الحماية بأنها نظم تعمل على مراقبة نظام القوى الكهربائى باستمرار حتى يتم التأكد من حدوث أقصي استمرارية لنقل القوي الكهربية مع أقل خطر على حياة الإنسان أو المعدات .ودوائر نظم الحماية تكون معزولة عن دوائر القوي 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 :**

- 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

# المحوّل الكهربائى (Transformer) جهاز في الهندسة الكهربائية، مؤلف من ملفين من الأسلاك المنفصلة الملفوفة حول قضبان حديدية فقط بمسافة بسيطة، يسمى الطرف المرتبط بالمولد الكهربائي بالملف الإبتدائي بينما يطلق على الطرف المرتبط بالحمل الملف الثانوي ، و يستخدم 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 الإبتدائي كان المحول خافضا للجهد أما لو كان جهد الثانوي أعلى من جهد الإبتدائي كان المحول رافعا للجهد.

# أعطال المحولات

# يمكن تحديد معظم ظروف الأعطال التى 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 Zg سيعتمد تيار العطل على قيمة Zg ويتناسب مع المسافة بين نقطة العطل ونقطة التعادل. و إذا كانت (Zg=o) 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 قريبًا من نقطة التعادل . كنتيجة لذلك يزداد تيار العطل كلما كان العطل قريبًا من نقطة التعادل. و الشكل يعرض مقارنة بين التغيرات العامة في تيار العطل مع مكان العطل في حالة توصيل الملفات بالشكل النجمي Y . وفى حالة توصيل الملفات بشكل دلتا سيكون مستوي تيار العطل اقل من تيار العطل في حالة التوصيل النجمي مع تأثر القيمة الفعلية للتيار بطريقة الـتأريض المستخدمة في نظام القوى .

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

# ثانيا- أعطال قلب المحول :-

# هذا النوع من الأعطال يكون نتيجة إنهيار العزل و يؤدي الي سريان تيار دوامي مسببًا إرتفاع في درجة الحرارة والذي يمكن أن يصل لقيمة تكفي لتدمير الملف.

# ثاثا- أعطال داخل اللفات :-

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

# رابعا-أعطال وجه - إلى - وجه:-

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

# خامسا- أعطال الخزان :-

# يؤدي هذا العطل إلى فقد في الزيت مما يقلل من العزل ويؤدي أيضًا إلى ارتفاع غير طبيعي في درجة الحرارة .

# و بالإضافة إلى ظروف الأعطال التى تحدث داخل المحول نفسه توجد بعض العوامل الخارجية والتى تحدث ظروف طبيعية تؤدي إلى إجهادات على المحول وهذه الظروف تشمل :-

# 1-زيادة الحمل :- والذي يؤدي إلى زيادة الفقد في المقاومة I2 R وما يرتبط معه من زيادة درجات الحرارة .

# 2-أعطال النظام : - وتحدث أثار مشابه ولكن أحيانًا تكون أخطر بكثير من تلك الناتجة عن زيادة الحمل .

# 3-ارتفاع الجهد :- غالبا ما تكون نتيجة التغيرات الفجائية العابرة أو زيادة الجهد محدثًا إجهادات في العزل وزيادة في الفيض.

# تشغيل النظام عند تردد أقل : يؤدي إلى زيادة الفيض مسببًا حدوث فقد في القلب مرتبطًا بزيادة في درجة الحرارة .

# الظواهر المغناطيسية و الحرارية

# عندما يتم تشغيل المحول عند أي نقطة من نقاط موجة جهد المصدر ستعتمد القيم القصوي للفيض في القلب على الفيض المتبقي residual magnetism وأيضًا على لحظة التشغيل وتكون القيمة العظمي للفيض أعلي من قيمته في حالة الاستقرار وتكون مقيدة بتشبع القلب ويكون تيار المغنطة اللازم لإنتاج فيض القلب من 8 إلى 10 مرات من القيمة العظمي لتيار الحمل الكامل وليس له مكافئ في الملف الثانوي وهذه الظاهرة تسمي تيار المغنطة المتدفق magnetizing inrush current وتظهر على أنها عطل داخلي. وأعلي 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 والتى تعتمد أساسًا على خواص توافقيات التيار المتدفق لمنع عمل المرحل خلال تيارات التدفق العالية .

# و بوضع 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 أعلي من المضبوط عليه مرحل الحماية الرئيسي. و يتم استخدام الحماية المحدودة للأعطال الأرضية في حالة توصيل الملفات بالطريقة النجمية Y. حيث يتساوي 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 30o بين الملفات المتصلة من الناحية النجمية Y والناحية المثلثية وحقيقة أن مكونات التتابع الصفرية 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 (3-1) نظام الوقاية التفاضلية الذي يطبق على محول من النوع دلتا Y/ . وعندما يتم توصيل محولات التيار بالشكل دلتا يجب أن تقل القيم المقننة الثانوية بمقدار: 1/√3مرة من القيم المقننة الثانوية للمحولات المتصلة بالشكل النجمي Y .

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

# 

# شكل (3-1) : نظام الوقاية التفاضلية لمحول (y).

# وقاية قضبان التوصيل

# تعمل قضبان التوصيل كموصلات أساسية في نظم القوي الكهربية ولهذا فحدوث أي أعطال قصر في الدائرة في منطقة قضبان التوصيل يجب أن يتم معالجتها في اقل وقت ممكن. وتشمل نظم حماية القضبان محولات التيار و المرحلات المشرفة على منطقة القضبان والتى ترسل إشارات إلى أجهزة القطع و المفاتيح لكى تفتح جميع الدوائر المتصلة بالقضيب المصاب بالقصر .

# أنظمة وقاية قضبان التوصيل-

# أولا- مرحلات زيادة التيار:-

# في نظم التوزيع الكهربي (6-20 كيلو فولت ) والتى يتم فيها التوصيل الي المصدر من خلال المحولات تعمل مرحلات زيادة التيار Over current time relay كنظام وقاية بسيط لقطع المصدر الكهربي عن قضبان التوصيل إذا كان واحد أو أكثر من موصلات التغذية يحمل تيار القصر كما هو موضح في شكل (3-2) . و تستخدم هذه المرحلات أيضا كوحدات إحتياطية Back-up لحماية القضبان في محطات محولات النظم الأعلى جهدا.

# 

# شكل( 3-2 ) : نظام وقاية لقضيب توصيل واحد باستخدام مرحلات زيادة التيار

# 

# ثانيا- نظم الحماية للقصر الأرضى:ـ

# يشترط في هذا النظام أن يعمل فقط في حالة القصر الأرضي داخل منطقة القضبان و لا يعمل للقصر خارج هذه المنطقة. ونظم الحماية من القصر الأرضى تشمل :-

# التسرب على الهياكل Frame leakage protection

# التيارات السارية Circulating current protection

# وبالنسبة لأحد أنظمة الحماية من النوع الأول فهى تتم عن طريق ربط جميع الهياكل المعدنية مع بعضها و تعزل خفيفا عن الأرض lightly insulated from earth كذلك يلاحظ عزل هياكل أجهزةالقطع عن أغلفة الكبلات و بذلك عند حدوث القصر يمر التيار من أجهزة القطع إلى الأرض مباشرة و يكون ذلك هو الطريق الوحيد.

# أما النظام الثانى فهو أكثر شيوعا و يستخدم فى محطات المحولات الحديثة و يطبق على القضبان المجزئة ويكون كل مرحل مسئول عن جزء بحيث يتم قطع التغذية عن الجزء الذى حدث فيه القصر فقط. و يستخدم لتغذية المرحل فى هذه الحالة محولين للتيار متصلين على التوازى إحدهما على خط مصدر التغذية و الآخر على الخط الخارج من القضيب و ذلك اذا حدث قصر على الخط الخارج من القضيب فسوف يتعادل التياران و يت تشغيل المرحل . أما إذا حدث قصر على القضيب فإن فى هذه الحالة يختلف تيارا المحولان و تكون هناك محصلة للتيار تمر بالمرحل و بالتالى تعطى إشارة لجهاز القطع المناظر.

# نظم الوقاية التفاضلية:-

# نظام الوقاية التفاضلية هو أكثر الطرق التى يمكن الاعتماد عليها في وقاية قضبان التوصيل ولأن معظم نظم القوي تتضمن عددا كبيرا من الدوائر وعدد من مستويات التيار المختلفة فيجب أن يتساوي 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 إرتفاع 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 وواحدًا من هذه الأساليب هي استخدام الروابط الخطية وتعتبر ببساطة محولات تيار تستخدم حديدا أقل والجهد الثانوي للرابط الخطي يعطي بالعلاقة:-

# E = Zm Ip

# و تستخدم محولات التيار التقليدية في نظم حماية قضبان التوصيل والتى تستخدم النظم التفاضلية ذات طرق التقييد المتعددة .differential multirestraint

# فى هذا النظام يتم معالجة عدم الدقة التى تنتج من تشبع محولات التيار عند حدوث أعطال عالية باستخدام مرحل تفاضلي مئوي variable percentage differential متغير . ويتكون هذا المرحل من ثلاثة وحدات للتقييد من النوع الحثى 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 التى 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 وفى عكس الإتجاه يؤدي ذلك إلى عدم وجود عزم تقييد ويسمي هذا المرحل بالمرحل التفاضلي المئوي 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 صلبة bushing لأن لها معاوقة ثانوية صغيرة وشكل (3-3 )يوضح وحدة المرحل من نوع الجهد اللحظي ذو كباس والتى تعمل خلال نظام تقويم الموجة الكاملة وتستخدم السعة والمحاثة لضبط الدائرة عند تردد الدائرة الطبيعي natural frequency لتقليل الاستجابة لكل التوافقيات. و معاوقة 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 ثايرايت (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. وفى الأعطال الداخلية تكون قيمة الجهد المطبق علي المرحل كبيرة وتصل الي قيمة جهد فتح الدائرة للملفات الثانوية لمحولات التيار . أما في الأعطال الخارجية تكون قيمة الجهد صغيرة جدًا وتقترب من الصفر إلا إذا حدث تشبع لمحولات التيار .

# 

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

# وقاية المولدات الكهربية :-

# 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 اوالبخارية اوالرياحية او المائية. والسعة الكهرائية للمولدات تتراوح بين مئات الKVA الى ان تصل في بعض المحطات البخارية الى قيم تتجاوز 1200 MVA .

# تربط 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.

# أعطال المولدات:-

# - أعطال الجزء الدوار :ـ

# فى حالة حدوث اكثر من عطل ارضى فى دائرة الجزء الدوار (المجال) يحدث عدم اتزان مغناطيسى ومن ثم تحدث اهتزازات بالألة مما يجعل أكتشاف الأعطال الأرضية فى دائرة الجزء الدوار ذات أهمية أساسية ويوضح الشكل (3-4) النموذج المستعمل والذى يستخدم التيار الثابت وبمبدأ تقسيم الجهد بين R2 , R1 باعتبارهما مقاومتان ثابتتان(غالبا تؤحذ لدائرة الأثارة بقدرة250.فولت) مع ملاحظة أنRn هي مقاومة تتغير بتغير الجهد المطبق عليه (تقليديا تؤخذ45 كيلو أوم عند60 فولت و4،7 عند150فولت).

# 

# شكل (3-4) : رسم تخطيط لنظام وقاية ضد الأعطال الأرضية لدائرة المجال

# وعندما تتصل دائرة المجال )الأثارة ) سيظهر جهد بين النقطة M والأرض ( قيمة الجهد تعتمد على جهد دائرة الاستثارة ونقطة العطل على دائرة المجال وتكون قيمة الجهد VMO أعلي قيمة ممكنة إذا ما كان العطل في اي ناحية من دائرة المجال ونقطة دائرة المجال والتى عندها (VMO=0) تسمي نقطة الخمود (NULL POINT) وفى حالة:

# R2 = R1 + RN

# ستكون نقطة الخمود في وسط ملف المجال ومرحلات التيار المستمر تكتشف القيم الغير طبيعية للــجهد V0 ومن ثم أعطال الجزء الدوا ر.

# الطرق المختلفة لوقاية المولد(3-3-2):-

# يوضح شكل (3-5) جميع طرق الوقاية التى تمت مناقشتها والتى صممت لتكتشف الأعطال التى تحدث للمولدات بالإضافة إلى بعض التدبيرات الوقائية التى تأخذ مثل موانع الصواعق والتى تتصل بين أطوار المداخل و نقطة النجمة للملف وبين الأرض ووظيفتها الحد من الاجهادات التى تتعرض لها الملفات بفعل التغيرات الجوية المفاجئة.

# وفى حالة حدوث زيادة في سرعة التربينة فتعمل وحدة زيادة الجهد على إخماد وتقليل المجال وتظهر هذه الأهمية أيضًا للأعطال التى تحدث في منظم الجهد ونظام الأثارة أما في الوحدات المائية فتستخدم مرحلات زيادة الجهد مع مؤخر زمني مع مرحلات عالية السرعة بينما في المولدات التربينية يكون استخدام مرحلات زيادة الجهد اللحظية هي أحسن اختيار .

# أما المرحلات الحرارية فتستخدم الوقاية ضد زيادة الأحمال والتى تتسبب في زيادة عالية وغير مقبولة في درجات الحرارة وهذه المرحلات تتدخل لتعمل عندما يصل الملف المطلوب حمايته إلى حدود درجات الحرارة المصمم عليها ويكون للمحول نفس المنحني الحراري المطابقة للمولد مع التوافق في الثابت الزمني للمولد . ويكون المرحل قادرا على تحمل الزيادة في الحمل لفترة قصيرة ولذلك يمكن أن يزيد حمل المولد لترتفع أعلي قدرة حرارية له .

# أما مرحلات زيادة التيار الحرارية والتى لها ثوابت زمنية متوسطة فيتم استخدامها في دوائر الخرج لمنظم الجهود أما في حالة حدوث اثارة موجبة أو سالبة دائمة نتيجة حدوث عطل في المنظم فيتم تحويل المولد الى استخدام المنظم اليدوي .

# أما مرحلات التتابع السالبة فتستخدم في حالة زيادة تحميل الطور الواحد لمولد ثلاثي الأطوار بأعلى من الزيادة المسموح بها ويتمكن نفس المرحل من عمل الوقاية الحرارية للجزء المتحرك من المولد وذلك لأنه في حالة حدوث تحميل غير متماثل للآلة فتتولد تيارات مختلفة في الطور وبضعف التردد في الجزء المتحرك تؤدي إلى زيادة ضارة في السخونة التى يتعرض لها القلب .

# 

# شكل ( 3-5) : أماكن تواجد أجهزة الوقاية للجزء الثابت والمتحرك ودائرة المحرك الأساسي .

# أما المرحلات التى تعمل بأقل مفاعلة سعوية فيتم استخدامها في المولدات عندما تكون هناك خطورة قائمة لذلك وهذا المرحل يتم ربطه بمرحل زيادة الجهد والغير متأخر في الزمن بطريقة تسمح بأنه عندما تبدأ عملية الإثارة الذاتية يبدأ كلا المرحلان في العمل وإرسال الإشارة لقاطع الدائرة للمولد للعمل فوريًا وخلال الخرج الثاني يتم توصيل مرحل من نوع متأخر زمني وعند انتهاء التأخر الزمني يسبب غلق المولدات المائية وإخماد المجال للمولدات التربينية مع إمكانية إعطاء إثارة دائمة للتشغيل الغير متزامن. وهذا المرحل أيضا له القدرة على اكتشاف التوافقات أو أعطال القصر التى تحدث في دائرة الاثارة . ولمثل هذه الأعطال أما أن يخرج المولد فوريًا من الخدمة أو يبقي في الشبكة مع محاولة إعادة الشبكة للتزامن مرة أخري .

# ويوضح شكل (3-6) رسم (X-R) لمحل أقل مفاعلة سعوية عندما تكون :-

# Xd هي المفاعلة التزامنية للمولد

# X’d هي المفاعلة العابرة للمولد

# a , b ثوابت للضبط

# 

# شكل (3-6) : رسم يوضح المحل الهندسي لتشغيل مرحل اقل مفاعلة سعوية في منطقة المفاعلة السالبة على رسم (R-X)

# وتعمل مرحلات القدرة العكسية على إيقاف المولد عندما عمل المولد كمحرك عند السرعة القصوى نتيجة حدوث خلل بالتربينة وما زال المولد متصل بالشبكة ولكن في بعض النظم يستخدم مرحل قدرة اتجاهي ذو حساسية عالية يتم ضبطه عند قيمة صغيرة بدلا من استخدام مرحل القدرة العكسية.

# ولازالة التيارات التى تحدث في ركائز التحميل يتم عزل ركيزة تحميل واحدة على الأقل مع نظام الأنابيب المساعدة له عن الأرض ومن ثم يتم اكتشاف الأعطال الحادثة في العزل أو حدوث قصر في الدائرة عن

# طريق وجود جسم موصل بنظام الوقاية الخاص بالتيارات في ركائز التحميل والتى تحدد التيار الذي يسري مباشرة في ركائز التحميل وفى الغالب يتم تطبيقه على مرحلتين .

# إن تطبيق نظام الوقاية باستخدام التدرج في مرحلات زيادة التيار لوقاية المغذيات له عيبان :- الأول:- أن استخدام التدرج في ضبط المرحلات ربما يؤدي إلى زيادة كبيرة في زمن تشغيل المرحلات مما يزيد من إمكانية حدوث تدمير للنظام وقطع للخدمة.

# الثاني:- هو أن الحصول على نظام تدرج مرضي في الشبكات المعقدة يعتبر هدفا صعب تحقيقه مما يؤدي إلى ظهور مبدأ " حماية الوحدة " والذي يتضمن قياس تيارات العطل عند كل نهاية منطقة محددة في فرع المغذي نفسه ثم يتم نقل وتبادل هذه القياسات والمعلومات بين المعدة عند حدود المنطقة المطلوب حمايتها , والمبدأ المستخدم هنا هو مبدأ الحماية التفاضلية. وبالنسبة للمغذيات القصيرة يتم استخدام نظم الأسلاك الدليلية لنقل المعلومات ويتم تصنيف نظم الوقاية التفاضلية باستخدام الأسلاك الدليلية لحماية المغذيات إلى ثلاث أنواع :ـ

# 1-نظم استخدام التياري الساري Circulating current system 2- نظم الجهد المتزن Balanced voltage system

# 3-نظم مقارنة الطور (Carson - Last)

# وكل هذه الأنواع تعتمد على حقيقة إهمال التيار السعوي وعلى قياس القيمة اللحظية للتيار الذي يدخل أو يخرج من الموصل عند النهاية الأخرى . ولذلك تكون القيمة اللحظية الكلية للتيار الذي يدخل أو يخرج الموصل مساوية للصفر , وذلك ما إذا كان الموصل سليم . وعلى الناحية الأخرى إذا كان الموصل متصل بقصر إلى الأرض أ و إلي أي موصل آخر عند أي نقطة سيكون التيار الكلي الذي يدخل أو يخرج من الموصل مساوي للقيمة اللحظية للتيار الذي يدخل أو يخرج من الموصل عند نقطة العطل .

# 1 ـ نظم استخدام التيار الساري :ـ

# يظهر المبدأ الأساسي لعمل نظم استخدام التيار الساري في شكل (3-7) والذي يوضح تطبيقه على مغذي ذو طور واحد , و يستخدم في هذا النظام اثنين من محولات التيار لهما نفس نسبة التحويل ، محول تيار عند كل نهاية من الدائرة المطلوب حمايتها وتوصل الملفات الثانوية للمحولين على التوالي مما يجعل الجهود الثانوية المتولدة في حالة الحمل أو في حالة الأعطال الخارجية في نفس الإتجاه مما يتسبب في جمعها محدثة تيار يسري في دائرة الأسلاك الدليلية.

# ويحمل المرحل الموضح فى الشكل الرمز (R) والذي يتم توصيله عند نقطة منتصف دائرة الأسلاك الدليليةوالتى يمر بها الفرق بين التيارات الثانوية لمحولي التيار ويكون تيار الفرق مساويا للصفر إذا ما كان التياران الثانويان لمحولي التيار متساويان. وتحت ظروف أعطال التماس الداخلية لا يتحقق التساوي في التيارات الثانوية ومن ثم يسري التيار المحصل في المرحل للعمل على عزل المغذي المصاب بالعطل من نظام القوي. ولكن النظام البسيط الموضح ليس عمليًا وذلك لأن إشارة عزل الجزء المصاب من الدائرة تصدر من المرحل الموضوع عند النقطة المتوسطة من الدائرة المحمية .

# 

# شكل (3-7): نظم التيار السارى

# ولتحقيق أخذ إشارة عزل الجزء المصاب من الدائرة من المرحلات الموجودة عند الأطراف فقد تم تطوير نظام الحماية باستخدام الأسلاك الدليلية عن طريق نظام التيار الساري بإضافة جزء للتعديل الذاتي . وفى هذا النظام يتم توصيل المرحلان (مرحل عند كل نهاية من المنطقة المطلوب حمايتها ) على التوالي من خلال السلك الدليلي الثالث كما هو موضح في شكل (3-8) حيث يحمل السلك الدليلي والمرحلان تيار الفرق بين الناتج من كل محول جمع ويتم استخدام مجزءات التيار (r) في دائرة التحكم وفى محولات تعويض الجهد مع الاحتفاظ بالسلك الدليلي الثالث عند نقطة الجهد المتوسط للسلكين الدليلين الأخريان تحت كل ظروف التيار الممكنة ويتم حفظ تيارات الأسلاك الدليلية السعوية عند قيم ذات حدود تفاوت مسموح بها .

# شكل (3-8) : تعديل النظام الموجود في شكل (3-7) باستخدام التعويض الذاتي

# 2ـ نظم الجهد المتزن :-

# يتم توضيح مبدأ عمل نظم حماية المغذيات التفاضلية باستخدام الجهد المتزن على دائرة أحادية الطور في شكل (3-9) وفى هذا النظام يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولي التيار الموجودين عند نهاية الدائرة المطلوب حمايتها على التوالي بطريقة معكوسة حول حلقة الأسلاك الدليلية ولهذا لا يمر تيار خلال المرحل المتصل على التوالي مع الأسلاك الدليلية تحت ظروف الحمل أو ظروف الأعطال الخارجية. وتحت ظروف الأعطال الداخلية لا تتساوى الجهود الثانوية لمحولات التيار وفى نفس الوقت لا تزال معكوسة مما يؤدي إلى ظهور جهد محصلة للجهدين محدثًا تيار يسري في الأسلاك الدليلية وفى المرحل . ومن ثم فتشغيل المرحل يعزل جزء الدائرة المصاب بالعطل من النظام.

# 

# شكل (3-9) : مبدأ عمل نظام الجهد المتزن

# أ-نظام الوقاية المسافية:- Distance protection

# إن وقاية وحماية الخطوط والمغذيات والتى تعتمد أساسا على مقارنات قيم التيار عند كل من نهاية الحظ تعتبر طريقة غير اقتصادية لضرورة مد أسلاك على طول الخط مما قد يعرضها للعطل. أما نظم الوقاية باستخدام مبدأ المقارنة والذي يحدد أساسًا مكان العطل وقياس الممانعة يتم باستخدام مرحلات مقارنة. والمرحل البسيط من النوع الذي يستخدم الممانعة موضح بالشكل رقم (3-10) والذي يغذي فيه ملف بالتيار المتناسب مع تيار العطل والملف الآخر سيتم تغذيته بتيار متناسب مع الجهد الحلقي للعطل. وتحت ظروف التشغيل الطبيعية يتعدي عزم الشد (الجذب ) المتولد بملف مغناطيس الجهد القيمة المتولدة بملف مغناطيس التيار مما يعمل على فتح الأقطاب . أما في حالة أعطال التماس التى تقع داخل نطاق عمل المرحل فيزداد التيار الذي يسري خلال ملف التيار بينما يقل التيار الذي يسري خلال ملف الجهد ومن ثم يعمل المرحل على تشغيل قاطع الدائرة .

# AG12#001

# شكل (3-10) : مرحل الرافعة المتزنة

# والمرحل السابق وصفه هو مرحل المعاوقة العادي والذي تظهر خصائصه في شكل (3-11) والذي يستجيب للأعطال التى تحدث بعده ( الربع الثالث ) على الرسم (X-R) بالإضافة إلى الأعطال التى تحدث قبل. ولمنع ذلك يتم إضافة مرحل اتجاهي منفصل يعمل على منع التشغيل للأعطال التى تحدث خلف المنطقة المطلوب حمايتها ومرحلات المفاعلة ومرحل Mho بخصائصها الموضحة في شكل (3-12) تربط قدرة المرحل على قياس المعاوقة مع قدرته الاتجاهية أيضًا و تشغيل مرحل Mho يعطي للمرحل عندما يمر محيط الدائرة خلال نقطة الأصل وينبع هذا التشغيل من الحقيقة التى تجعل خاصية مرحل Mho خط مستقيم في مستوي السماحية (admittance ).

# Scan10007

# شكل (3-11) : خصائص مرحل الممانعة

# Scan10006

# شكل (3-12) : خصائص مرحل التوصيلية

# والتطبيقات الأولية للوقاية باستخدام المعاوقة تجعل أزمنة تشغيل المرحل دالة في المعاوقة إلى نقطة العطل بمعني أنه كلما قرب العطل يقل زمن التشغيل وهذا ما يتم توضيحه في شكل (3-13).

# ولهذا النظام نفس عيوب نظام الوقاية بزيادة التيار المذكور سابقًا ومن الناحية العملية يتم ضبط المرحل حتى يعمل لحظيًا للأعطال التى تحدث خلال 80% من طول المغذي ( وهو ما يعرف بالمنطقة الأولي ) أما الأعطال التى تحدث خلف هذه النقطة والتى تمتد إلى نقطة منتصف المغذي التالي يتم اكتشافها بمد المنطقة التى يضبط عندها المرحل من المنطقة الأولي إلى ضبطه إلى المنطقة الثانية بعد تأخر زمني يساوى تقريبًا من 0,5 إلى 1 ثانية ) . والمنطقة الثانية للمرحل الأول لن تكون أقل من 20 % من طول المغذي الأول والامتداد في الضبط يحدث بزيادة المعاوقة الموجودة على التوالي مع تيار ملف الجهد للمرحل. ويتم الحصول على المنطقة الثانية ( باستخدام مرحل مبدئي ) والتى تمتد من نقطة منتصف المغذي الثاني إلى المغذي الثالث بنسبة 25% من طوله مع تأخر آخر من (1إلى 2 ثانية ) مما يحقق أيضًا فكرة الحماية الإضافية. و الشكل (3-14) يوضح منحنيات المسافة مع الزمن للنظام ذو الثلاث مغذيات.

# 

# 

# شكل (3-13) : مبادئ نظم الحماية : مسافة - الزمن

# 

# شكل (3-14) : منحني الزمني مع المسافة لنظام الوقاية باستخدام المعاوقة

# نظم الوقاية باستخدام مرحلات المعاوقة تستخدم وحدات متعددة من المرحلات يتم تنظيمها حتى تعطي الخواص المطلوبة مثل الموضحة في شكل (3-15) ويشتمل النظام التقليدي على

# اثنان من وحدات Mho المعدلة ( لكل منهما ثلاث عناصر ) تعمل الوحدة الأولي لبدء الأعطال الأرضية ومرحل لقياس المنطقة الثالثة أما الوحدة الثانية فتعمل لبدء أعطال الطور وتعمل كمرحل لقياس المنطقة الثالثة .

# اثنان من وحدات Mho المستقطبة ( لكل منهما ثلاث عناصر ) وتعمل الوحدة الأولي كمرحل للأعطال الأرضية لقياس المنطقة الأولي والثانية أما الوحدة الثانية فتعمل كمرحل لأعطال الطور لقياس المنطقة الأولي والثانية .

# اثنان من مرحلات التأخر الزمني لقياس الزمني للمنطقتين الثانية والثالثة

# والفرق الأساسي يبين مرحلات الأعطال الأرضية وأعطال الطور هي توصيلات محولات الجهد (V.T) ومحولات التيار (C.T) والتى تصمم حتى تجعل المرحل يستجيب لنوع العطل المخصص له .

# 

# شكل (3-15) : خصائص نظام الوقاية Mho المعدل ذو الثلاث مناطق

# 

# الشعاعية المفردة والمغذاة من مصدر واحد . ويعتمد مبدا عمل الحماية الاتجاهية على الاستجابة لسريان التيار باتجاه واحد محدد ولا يستجيب لسريان التيار بالاتجاه المعاكس مهما كانت قيمته.