الفصل الثاني

وقاية المحركات

بعد أن تحدثنا عن الأعطال التي تحدث في المحركات، سوف نتحدث عن الوقايات التي من خلالها يتم حماية المحركات من هذه الأعطال، فوقاية المحركات الكهربية عنصر أساسي في منظومة تشغيل المحرك وكذلك للشبكة التي يتغذى منها المحرك، وهذه الوقاية لا تعمل إلا إذا تعرض المحرك لظروف غير طبيعية منعكسة عليه من الحمل الموصل به أو مفروضة عليه من الشبكة التي يتغذى منها أو أن المحرك تفسه يحدث به عيب داخلي، وعمل أجهزة الوقاية هذه هي حماية المحرك وفصله عن المصدر قبل استفحال الأمر الذي قد يؤدي إلى احتراق المحرك بالكامل.

ويجب ملاحظة أن اختيار أجهزة الوقاية حسب حجم وثمن المحرك وأهميته في العملية الإنتاجية وألا تتعدى تكلفة الوقاية عن 10 % من قيمة ثمن المحرك.

ويعتمد نوع الحماية المستخدم بالنسبة للمحركات أولا وأخيرا على حجم المحرك نفسه وطبيعة الحمل الميكانيكي المتصل بعمود الإدارة.

فلحماية المحرك لابد من استخدام أجهزة حماية، وهذه الأجهزة لابد أن يتحقق فيها شرطان أساسيان هما:

1– أن لا تؤثر على عمل المحرك في ظروف العمل العادية.

2– أن تعمل على سرعة فصل المحرك في ظروف العمل غير العادية.

obeikandl.com

تختلف أساليب الحماية الكهربية المستخدمة في المحركات تبعا لمستوى القدرة وجهد التشغيل في كل محرك، فالمحركات الصغيرة يستخدم فيها الفيوز أو المفاتيح فقط للحماية أما في المحركات الكبيرة نستخدم مجموعة من الوقايات الكهربية منها:

1- الوقاية التفاضليةDiffrential Protection .

2- الوقاية ضد زيادة الأحمالOver Load Protection .

3- الوقاية ضد انخفاض الأحمال Under Load Protection.

4- الوقاية ضد الخطأ الأرضيGround or Earth Fault Protection.

5- الوقاية ضد زيادة وانخفاض الجهد Over and Under voltage protection.

6- الوقاية ضد اتزان التيار Phase unbalance Protection.

7- الوقاية ضد فقد مصدر التغذيةPhase Loss Protection .

8- الوقاية ضد عكس اتجاه الدوران Phase Reverse Protection.

أولا: الوقاية التفاضلية:

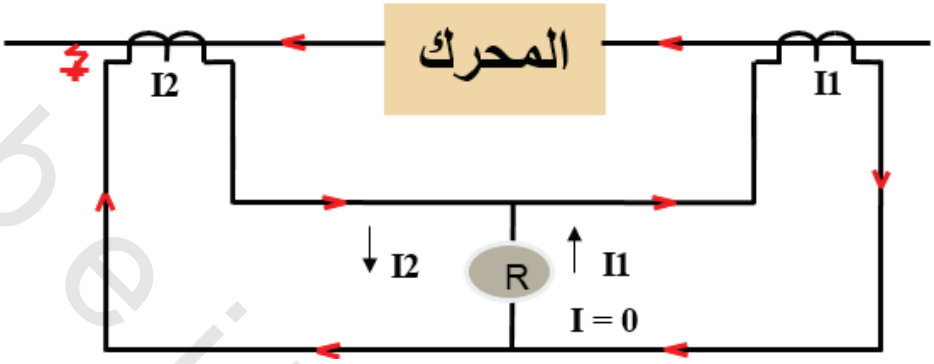
تعمل هذه الوقاية على أساس التفاضل أي المقارنة بين التيار الداخل والخارج لملفات المحرك، وتقوم بالحماية من معظم الأخطاء التي تحدث داخل المحرك ويتم استخدام هذه الحماية للمحركات ذات القدرات الكبيرة فقط لأنها من الحمايات المعقدة والغالية في الثمن.

في الحالة الطبيعية فإن التيار المار في بداية الملفات هو نفسة التيار المار في نهاية الملفات، و في حالة حدوث أي عطل في منطقة هذه الوقاية (حدوث قصر أرضي لأحد الأطراف أو حدوث قصر في ملفات المحرك)، فإن التوازن في التيار الداخل والخارج يختل ويمر تيار في الريلاي ويحدث فصل للمحرك.

أي أنه إذا كان التيار الداخل إلى المنطقة المحمية يساوي التيار الخارج منها، فإن هذا يعني عدم وجود عطل في هذه المنطقة وجهاز الوقاية لا يعمل، وإذا وجد فرق بين التيار الداخل والخارج من المنطقة المحمية يدل على وجود عطل وجهاز الوقاية يعمل لفصل التيار بأسرع ما يمكن.

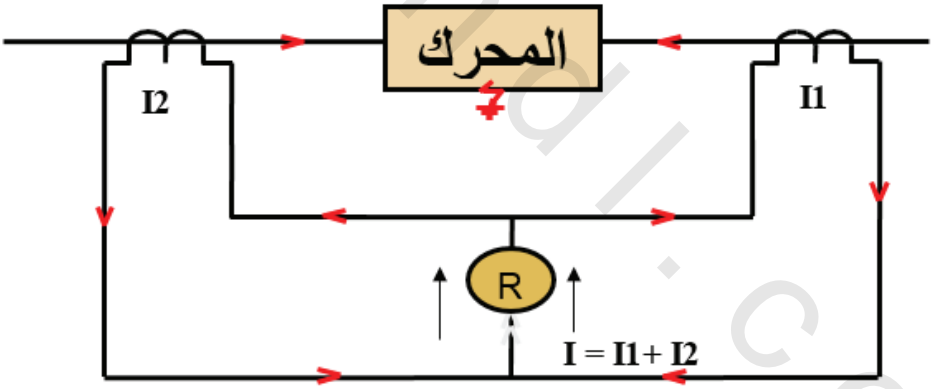
obeikandi.com

الوقاية التفاضلية في حالة حدوث عيب خارج ملفات المحرك:



شكل (74) الوقاية التفاضلية في حالة حدوث عيب خارج ملفات المحرك

الوقاية التفاضلية في حالة حدوث عيب داخل ملفات المحرك:



شكل (75) الوقاية التفاضلية في حالة حدوث عيب داخل ملفات المحرك

obeikandl.com

ثانيا: الوقاية من الأحمال الزائدة Over Load :

يوجد فرق بين زيادة الحمل Over load وزيادة التيار Over current كالتالي:

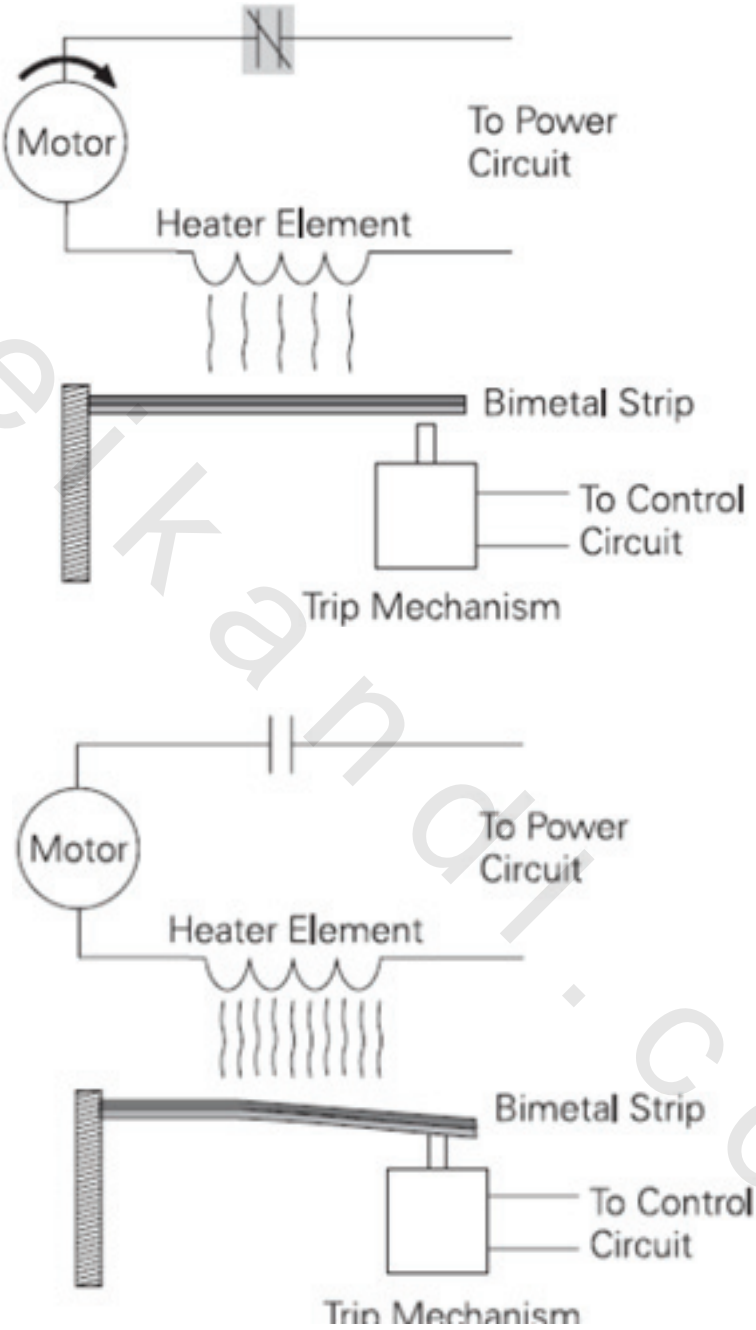
1- زيادة الحمل Over load هي قيمة الزيادة في التيار المسحوب من الحمل عن القيمة المقننة، ويتحملها المحرك أو أي معدة كهربية لفترة زمنية دون أن تتلف وتتراوح هذه الزيادة بين 125 % - 110 % من القيمة المقننة.

2- زيادة التيار Over current هي قيمة الزيادة في التيار الكهربي عن التيار المقنن التي تؤدي إلى إتلاف المعدة الكهربية دون تأخير زمني.

فعند تحميل المحرك بحمل زائد فإنه يسحب تيار أعلى من التيار الاسمي للمحرك، وبذلك يسخن المحرك وإذا استمر المحرك بدون فصل فقد يؤدي ذلك إلى احتراق ملفات المحرك، ولذلك يتم حماية المحرك عن طريق أوفرلود حراري Thermal Over Load وهو يعمل بنظرية التأثير الحراري للتيار الكهربي (I^2t) ويتكون من قطعتين من معدنين لهما معامل تمدد حراري مختلف Bi - metal مربوطين معا ، ففي ظروف التشغيل العادية لا يحدث تمدد لأي من المعدنين أو يحدث تمدد بسيط ويستمر المحرك في العمل بدون أي تأثير كما في الشكل التالي.

أما عند زيادة التيار فإن الحرارة تزيد ويحدث تمدد لأحد المعدنين أكثر من الآخر ويحدث لهما انحناء فيتم تشغيل ميكانيزم معين يعمل على فتح نقاط مساعدة مغلقة متصلة بدائرة التحكم فيتم فصل المحرك كما في الشكل التالي:

obeikandl.com



شكل (76) طريقة عمل الأوفرلود

obeikandi.com

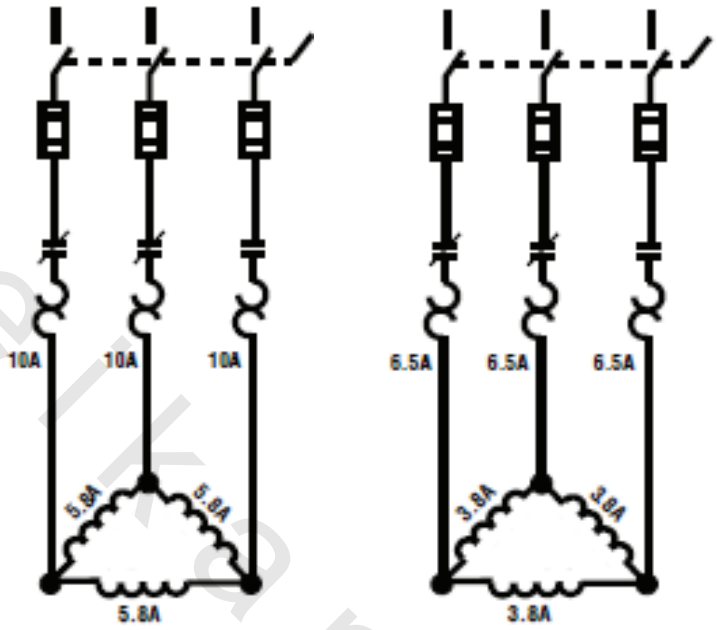
والأوفرلود يتم تركيبه على الكونتاكتور ويتكون من ثلاث قطع معدنية Bimetal لكل فازة قطعة تتأثر بالحرارة الناتجة عن التيار المار في هذه الفازة، ويوجد به ميكانيزم يتحرك عند تمدد أي قطعة من القطع اثلاثة أو عند تمدد القطع الثلاثة معا، ويوجد أيضا نقطتان مساعدتان في كل أوفرلود أحدهما نقطة مساعدة مغلقة (95 – 96) والأخرى نقطة مفتوحة (97 – 98).

والشكل التالي يوضح أوفرلود حراري، ويوضح أن الجزء المعدني الخاص بالفازة L3 حدث له تمدد مما أدى إلى تحرك الميكانيزم وحدث فتح للنقطة المساعدة المغلقة (95 – 96) وغلق للنقطة المساعدة المفتوحة (97 – 98).

ضبط قيمة تيار الأوفرلود:

تكون قيمة التيار التي يفصل عندها المحرك عن طريق جهاز الأوفرلود نسبة من تيار المحرك، وتكون هذه النسبة من 110 % إلى 125 % من تيار المحرك، وللحصول على أفضل حماية للمحرك يفضل أن تكون هذه القيمة هي نسبة من التيار الفعلى للمحرك، وليس التيار الاسمي، فإذا كان لدينا محرك ملفاته موصلة على شكل دلتا وكان أقصى تيار للحمل (التيار الاسمي) هو 10 أمبير فإذا تم ضبط الأوفرلود طبقا للتيار الاسمى للمحرك فسوف يتم الضبط على 12.5 أمبير.

ولكن إذا تم تشغيل المحرك بـ 65 % من الحمل (طبقا لظروف الحمل) فسيصبح التيار 6.5 أمبير.

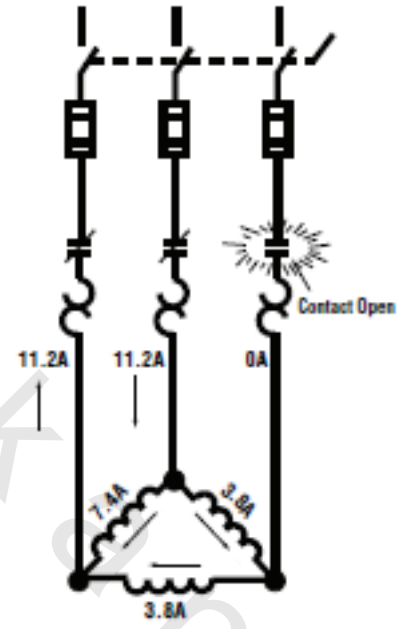


شكل (77) على الشمال المحرك يسحب التيار الكلي 10Aوعلى اليمين يسحب 6.5A

فإذا تم فقد لأحد الخطوط Loss Phaseعندما كان يعمل المحرك بـ 65 % من الحمل، فإن التيار على الخطين الآخرين سوف يزيد بنسبة 173 % أي يصبح 11.2 أمبير، وحيث الأوفرلود مضبوط على 12.5 أمبير فإنه سوف لا يرى ولا يتأثر بفقد الفاز.

أما إذا تم ضبط الأوفرلود على التيار الفعلى ليصبح1.25 X 6.5 = 8.31 أمبير، فإنه سوف يتأثر بفقد الفاز ويتم فصل المحرك.

obeikandl.com



شكل (78) فقد لأحد الخطوط عند عمل المحرك بـ 65 % من الحمل

ثالثا: الحماية ضد نقص الأحمال Under load protection :

تستخدم هذه الحماية في حماية المحركات التي تدير مضخة أو طلمبة غاطسة، حيث يتم تبريد المحرك بواسطة الماء الذي تضخه الطلمبة، ففي حالة جفاف البئر مثلا واستمرار دوران المحرك بدون ماء (بدون حمل) فإن المحرك سيسخن بالرغم من أن تيار الحمل سيكون أقل من التيار المقنن، وعادة يتم ضبط هذا الريلاي عند 40 % من التيار المقنن للحمل.

رابعا :الوقاية ضد الخطأ الأرضي أو التسرب الأرضي Earth Fault or Earth leakage :

وجود عيب أو انهيار في عزل المحرك أو الكابل يؤدي إلى تسريب التيار من الفازات إلى دائرة الأرضي.

تحديد الأماكن التي يحدث بها تسريب كالآتي:

1- **الكابل** Cable :

يتم فصل الكابل عن المحرك وعن البادئ وعمل معاينة دقيقة للأجزاء الظاهرة منه خاصة عند الجلاند حيث من الشائع حدوث تلف بالعزل عند هذه المنطقة وقياس مقاومة عزل الكابل وتحديد ما إذا كان الكابل سليما أو يحتاج إلى تغيير أو إصلاح.

2- **المحرك** Motor :

يتم قياس مقاومة عزل المحرك وكذلك قياس مقاومة الملفات فإذا كان هناك مشكلة بالمحرك فيتم عمل معاينة لملفات العضو الثابت (Stator) بدقة فإذا اتضح سبب المشكلة يتم معالجته إذا لم يتبن سبب المشكلة من المعاينة أو وجد عيب لا يمكن معالجته تطلب الأمر لإعادة لف العضو الثابت (Stator) للمحرك.

3- **صندوق التوصيلات** (Junction Box) :

يتم معاينة صندوق التوصيلات على المحرك (B.J) إذا كان به شيء مسبب لفقدان العزل كوجود مياه أو عيب في الروزته أو عيب في الرباطات فيتم إصلاح العيب ونظافة صندوق التوصيلات جيدا.

خامسا –الوقاية ضد انخفاض أو ارتفاع الجهد:

- يتم استخدام ريلاي به دائرة إليكترونية تقوم بعمل مقارنة بين جهد المصدر وقيم مضبوطة للحد المسموح به للارتفاع في الجهد (410فولت مثلا) وقيمة مضبوطة للحد المسموح به للانخفاض فيي الجهد(365 فولت مثلا)
- فعندما يزيدجهد المصدر ويصل إلى 420 فولت فعند عمل مقارنة بين جهد المصدر والقيم المضبوطة نجد أن جهد المصدر أعلى من القيمة المضبوطة للارتفاع في الجهد فيتم تغيير وضع نقطة مساعدة إما مباشرة أو بعد تأخير زمني معين يتم عن طريقها فصل المحرك.

obeikandl.com

- وعندما يقل جهد المصدر ويصل إلى 360 فولت فعند عمل مقارنة بين جهد المصدر والقيم المضبوطة نجد أن جهد المصدر أقل من القيمة المضبوطة للإنخفاض في الجهد فيتم تغيير وضع نقطة مساعدة إما مباشرة أو بعد تأخير زمني معين
- وعندما يكون جهد المصدر 385 فولت مثلا فعند عمل مقارنة نجد أن جهد المصدر أقل من القيمة المضبوطة للإرتفاع في الجهد وأكبر من القيمة المضبوطة للانخفاض في الجهد فلا يتم تغيير وضع النقاط المساعدة ولا يتم فصل المحرك
- ويجب العلم بأنه يتم ضبط قيم الإرتفاع والإنخفاض في الجهد طبقا للقيم المنصوص عليها في المواصفات العالمية

سادسا: الوقاية ضد اتزان الجهد و التيار Phase unbalance Protection :

في حالة عدم اتزان الجهد تتولد تتابعية سالبة Negative Sequance في الجهد والتيار إلى جانب التتابعية الموجبة Positive sequence هذا بدوره سيؤدي إلى وجود مجال مغناطيسي في الثغرة الهوائية والذي بدوره يعكس اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن التتابعية الموجبة، هذا المجال المغناطيسي العكسي سيؤدي بدوره إلى نشوء تيار إضافي في ملفات العضو الدوار عند تردد يساوي تقريبا ضعف تردد مصدر التغذية، هذا التيار سينتج عنه عزم مضاد للعزم الناتج عن التتابعية الموجبة وبالتالي فإن هذا قد يؤدي إلى تسخين زائد لملفات المحرك.

والحالات الشائعة التي تؤدي إلى ظهور عدم توازن جهد التغذية هي وجود أحمال أحادية الوجه بكثرة في الشبكة أو احتراق أحد الفيوز المستخدمة لحماية المحرك أو تلف في أحد أطراف مفتاح التغذية وبالتالي سيعمل المحرك في هذه الحالة بوجهين (2 فاز) ، وبالتالي فإن التيار الذي سيمر في كل من الوجهين المتصلين بمصدر التغذيه قد يصل إلى قيمة كبيرة جدا % 250 من التيار المقنن للمحرك، إذن فإن ريلاي الحماية من زيادة جهد التتابعية السالبة يجب أن

يعمل في هذه الحالة في وقت زمني أقل من الوقت اللازم لتشغيل الأوفرلود الحراري ، وقد تم التحدث بالتفصيل عن حالات فقد أحد فازات مصدر التغذية

الحماية ضد زنق العضو الدوار Locked rotor relay:

يتم استخدام هذه الحماية في المحركات التي تستخدم في مصانع الدلفنة Rolling plantsوالكسارات أو المحركات التي تدير النواقل والسيور Conveyors حيث يكون المحرك عرضة للزنق والعرقلة، كذلك نستخدم مرحل الحماية ضد زنق العضو الدوار في المحركات التي تدير مضخات مياه المجاري (الصرف) بسبب تعرضها للانسداد في بعض الأحيان

فعملية زنق العضو الدوار إذا كانت في بداية تشغيل المحرك Starting state يطلق عليها Locked rotor ، وتقريبا تكون نسبته (10 – 2) مرات من تيار زيادة الحمل.

وعملية زنق العضو الدوار عندما يكون المحرك يعملMotor is working يطلق عليها Stall وتقريبا تكون نسبته(5 – 1.5) مرات من تيار زيادة الحمل.

الوقاية ضد ارتفاع درجة الحرارة:

يتم هذا النوع من الوقاية عن طريق زرع حساسات لدرجة الحرارة داخل ملفات المحرك (حساس واحد لكل فاز)، ويتم توصيل أطراف الحساس بأطراف كابل من موقع المحرك وحتى مكان تواجد الريلاي، وهذه الأطراف تمتد إلى مسافات طويله قد تصل إلى أكثر من 300 متر.

obeikandl.com