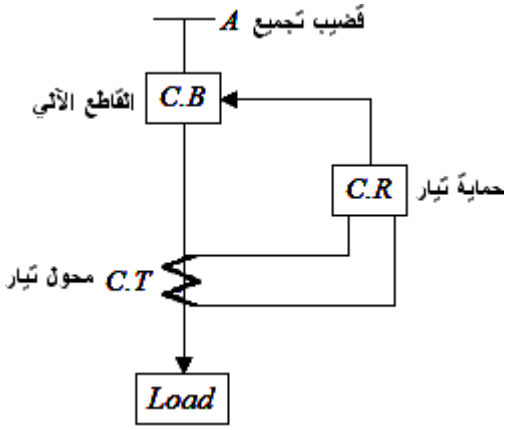
الفصل الخامس

حماية زيادة التيار

OVER CURRENT PROTECTION

٥-١ مقدمــة :

حين تسري تيارات عالية جداً في نظام القدرة الكهربائية بشكل مفاجئ فهذا مؤشر لحدوث حالة قصر أو خللٍ ما في النظام ، إذ يكون تيار العطل أكبر بكثير من تيار الحمل الاسمي . يعتمد عمل حاكمات زيادة التيار الأعظمي على استخدام هذا المبدأ لتصميم الحماية التيارية، ويبين الشكل (٥-١) دارة تصميمية لتلك الحماية.

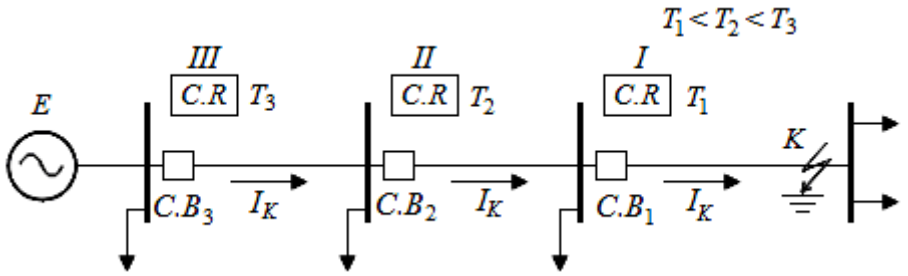


الشكل (٥-١) يبين مبدأ عمل حاكمة حماية تيار أعظمي

يدخل التيار إلى حاكمة التيار Current Relay عبر محول التيار current transformer وهو التيار المار في العنصر المحمي protected element ، وخط يغذي الحمل .

عند القيم الطبيعية لتيار الحمولة فإن الحماية لا تعمل ، وعندما تزداد قيمة التيار وتبلغ قيمة محددة مسبقاً تتجاوز تيار التعيير current setting ، فإن الحاكمة تعمل وتعطي أمراً للقاطع الآلي Circuit Breaker لفصل الخط من الخدمة. كما يسمى التيار الذي تعمل عنده الحاكمة بتيار التشغيل operating current .

وفقاً لذلك فإن **أول المتطلبات** التي يجب أن تحققها حماية التيار الأعظمي هي الإظهار الصحيح للحظة نشوء العطل في الشبكة المحمية، وهذا يمكن تحقيقه بوضع **قيمة محددة لتيار التشغيل** .



الشكل (٥-٢) يبين شبكة شعاعية مغذاة من جهة واحدة

إن تزايد التيار في عنصر ما لا يعني دائماً حدوث عطل لهذا العنصر، إذ إن التيار الزائد يمر ليس فقط في العنصر المصاب ، وإنما في العناصر السليمة للجملة الكهربائية المتصلة أيضاً بذلك العنصر، فمثلاً في الشبكة الكهربائية المبينة في الشكل (٥-٢) والتي هي عبارة عن شبكة شعاعية مغذاة من طرف واحد، ومؤلفة من ثلاثة أجزاء موصولة على التسلسل ، فعند حدوث قصر في النقطة (K) فإن التيار الزائد I_K يمر من المنبع (E) إلى مكان العطل وذلك في المكان المصاب بالعطل في القسم I ، وفي الأقسام السليمة II و III .

فإذا كان تيار العطل I_K يتجاوز تيار التشغيل (التعيير) فسوف تعمل الحمايات التيارية الأعظمية للأقسام الثلاثة $CR_I , CR_{II} , CR_{III}$. وبنتيجة عمل هذه الحمايات بهذا الشكل سيتم فصل كامل الشبكة من الخدمة، وهذا غير مسموح، فالفصل الصحيح للعطل هو عزل الجزء I من الخدمة، أي أن تعمل الحاكمة CR_I على فصل القاطع CB_1 في الجزء الأول فقط ، وهو الأقرب إلى مكان العطل . وفقاً لذلك فإن **ثاني المتطلبات** التي يجب أن تحققها الحماية هو الاختيار الصحيح للجزء المصاب ، ولتحقيق هذا المطلب والذي يسمى بشرط **الانتقائية**، فإن حاكمات الحماية يجب تعييرها على أزمنة تشغيل مختلفة تتزايد باتجاه منبع التغذية، الشكل (٥-٢)، أي $T_3 > T_2 > T_1$ ، وإن زمن تشغيل الحماية من لحظة نشوء تزايد التيار إلى لحظة إعطاء أمر لتشغيل القاطع يسمى بالتأخير الزمني .

٥-٢ تصنيف أجهزة الحماية ضد زيادة التيار:

تصنف حاكمات زيادة التيار اعتماداً على مميزاتها من حيث الزمن كالآتي :

آ- حماية ضد زيادة التيار ذي الزمن اللحظي، وفي هذه الحالة لا تحتوي الحاكمة على عنصر تأخير زمني .

ب- حماية ضد زيادة التيار ذي الزمن المحدد ، أي يمكن أن يضبط عنصر التأخير الزمني على زمن معين لا يعتمد على قيمة التيار المار في الحاكمة .

ج- حماية ضد زيادة التيار ذي الزمن العكسي ، ففي هذه الحالة تكون العلاقة بين التيار والزمن عكسية، أي كلما زادت قيمة التيار قل الزمن .

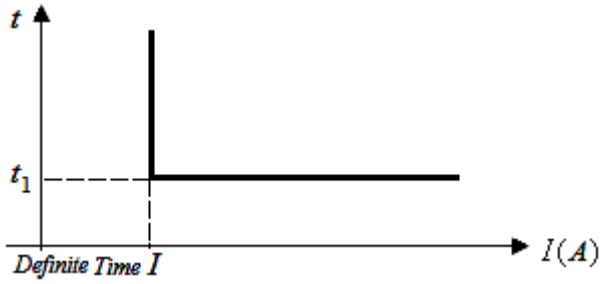
٥-٣ خصائص حاكمات الحماية ضد زيادة التيار:

تتحدد العلاقة بين التيار والزمن حسب الخواص الآتية :

أولاً- خاصية محددة Definite Characteristic :

آ- مميزة الزمن المحدد Definite Time :

في هذه الحالة تكون قيمة الزمن محددة أو ثابتة كما في الشكل (٥-٣)، إذ نلاحظ أن القيمة مضبوطة على الحاكمة مهما تغيرت قيمة التيار المار في الحاكمة .



الشكل (٥-٣) يبين مميزة الزمن المحدد

وتخضع العلاقة بين التيار والزمن للمعادلة الآتية :

$$I^n . t = K \qquad (5.1)$$

وأن $I^0 = I$ ومنه :

$I . t = K$ ، ثابت $t = K$ ، $n = 1$

حيث I : التيار المار في ملف الحاكمة ؛ $[A]$.

t : التأخير الزمني لتعيير الحاكمة ؛ $[sec]$.

K : ثابت .

يوضح الشكل (٥-٣) العلاقة بين $t\ ,\ I$ ، ومعناها أنه عند مرور تيار في الحاكمة أقل من القيمة $I(A)$ لا تعمل الحاكمة، بينما تعمل الحاكمة عند مرور تيار يساوي I أو أكبر منه ويعطي إشارة الفصل لقاطع التيار بعد تأخير زمني يساوي $t_1(sec)$. ويعتمد زمن التأخير على أعلى قيمة تيار مسموحة حتى تعمل الحاكمة، إذ تستخدم هذه الحاكمات حين تكون ممانعة المنبع كبيرة مقارنة مع العناصر المراد حمايتها، وتستعمل على أنها حماية تفاضلية للمحولات وأحياناً حماية احتياطية مع الحمايات المسافية التفاضلية .

ب- مميزة التيار المحدد Definite current :

هذا النوع من حاكمات زيادة التيار يعمل فوراً حين يصل التيار إلى قيمة محددة مسبقاً ويتم تعيير الحاكمة لتعمل بناءً عليها. تستعمل هذه الحاكمات للتجهيزات البعيدة عن المنبع ومن أجل التيارات المنخفضة .

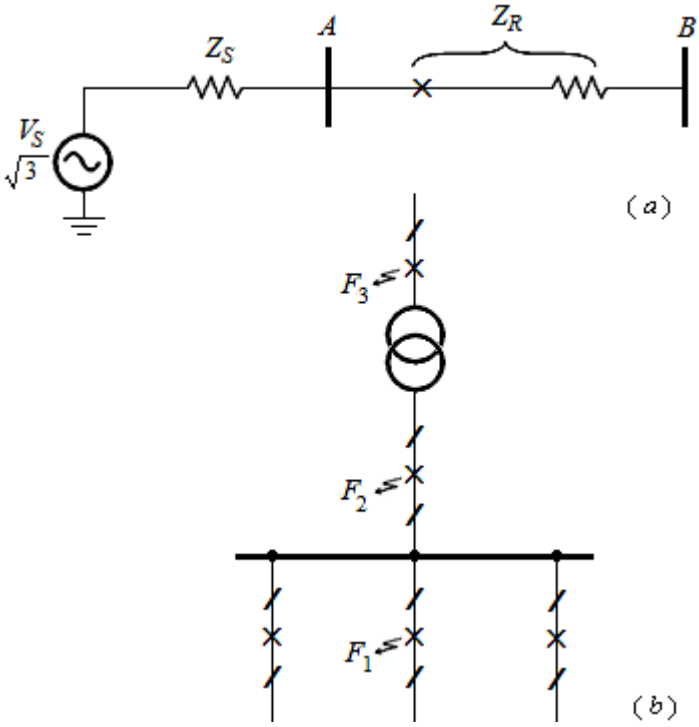
هذا النوع ذو انتقائية منخفضة من أجل تيارات القصر العالية، كما في الشكل (٥-٤) الذي يبين أن الحاكمة تعمل عند تيار محدد ولا علاقة للزمن بعملها .

الشكل (٥-٤)

مثال (١): يبين الشكل (٥-٥) تغذية خط ممانعته Z_R من منبع تغذية ذات توتر $\frac{V_S}{\sqrt{3}}$ فولت

في الشكل (٥-٥ a) حيث : Z_R : ممانعة العنصر المراد حمايته .

Z_S : ممانعة المنبع V_S.



الشكل (٥-٥) يوضح مستويات مختلفة لتيار العطل

يحسب تيار القصر في حالة حدوث عطل من العلاقة الآتية :

- عند المحطة (A) يكون :

$$I_{sc} = \frac{V_S}{\sqrt{3}\ Z_S} \qquad (5.2)$$

- عند المحطة (B) يكون :

$$I_{sc} = \frac{V_S}{\sqrt{3}\ (Z_S + Z_B)} \qquad (5.3)$$

من العلاقتين السابقتين نلاحظ تأثير ممانعة المنبع Z_S والتي تسمى أحياناً الممانعة الخلفية على تيار القصر.

في الشكل (٥-٥ b) يمكن أن نجد أن تيار العطلين F_1 و F_2 غالباً متشابهتن ، وهذا يجعل ضبط الحاكمة أو تعييرها صعباً لجهة تحقيق الانتقائية، وعندما يكون هناك ممانعة كبيرة بين مكاني العطل F_1 و F_2 أي حين يكون العطل F_1 متوضعاً في نهاية أسفل الخط الطويل ،

عندها سيكون تيار العطل عند F_1 صغيراً مقارنةً (بسبب ممانعة الخط) مع تيار العطل عند F_2 ، وبالطريقة نفسها سيكون هناك اختلاف كبير بين تيار العطل عند F_2 وتيار العطل عند F_3 (بسبب ممانعة المحول) على الرغم من أن النقطتين متقاربتان نسبياً .

إن حاكمات حماية التيار ذات مميزة التيار المحدد لا تستخدم فقط في حمايات زيادة التيار، لكنها تستخدم كذلك بوصفها وحدة آنية (أي حاكمة حماية آنية) عندما يكون هناك أنواع أخرى من الحمايات قيد الاستخدام .

ثانياً– خاصية عكسية Inverse Characteristic :

آ– حاكمات تخضع فيها العلاقة بين الزمن والتيار للمعادلة الآتية :

$$I\,t = K \quad ; \quad I = \frac{K}{t} \qquad (5.4)$$

يبين الشكل (٥–٦) مميزة زمن عكسي/تيار Inverse Time

الشكل (٥–٦) يبين العلاقة العكسية بين الزمن والتيار

في الحاكمات ، الزمن عكسي/تيار، فإن زمن الفصل يتناقص كلما زاد تيار العطل ، وتصنف هذه الحاكمات بشكل عام بموجب منحنياتها المميزة التي تحدد سرعة زمن العمل ، وذلك حسب درجة عكسيتها .

يستخدم هذا النوع من الحاكمات في الحالات التي تكون فيها ممانعة المنبع أصغر بكثير من ممانعة الخط . يقلل هذا النوع من أخطاء الزمن ، ويحسّن التنسيق الزمني ، ويُعد هذا النوع مناسباً للحماية من الأعطال الأرضية .