

حماية النظم الكهربائية

حماية التركيبات الكهربائية

الجدارة : فهم كيفية حماية التركيبات الكهربائية

الأهداف :

عند إتمام دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله سبحانه من :

١. معرفة طرق حماية المغذيات المستعملة في التوزيع بالجهدين المتوسط والمنخفض.
٢. معرفة كيفية التنسيق بين الموصلات ووسائل الحماية.
٣. الإلمام بكيفية حماية دوائر التوزيع الأولية والثانوية للجهد المتوسط.
٤. الإلمام بكيفية حماية دوائر التوزيع ضد الخطأ الأرضي.

مستوى الأداء المطلوب : أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : ٨ ساعات

الوسائل المساعدة :

١. استخدام الوسائل التعليمية المختلفة.
٢. استخدام المختبر.

متطلبات الجدارة :

يجب أن يكون المتدرب ملماً بأساس عمل المصهرات والقواطع والمرحلات حتى يتسنى له تحقيق

هذه الجدارة

الوحدة الثالثة

حماية التركيبات الكهربائية

١.٣ مقدمة

تستخدم الحماية الاتجاهية في أنظمة القدرة والشبكات الكهربائية التي تتغذى من مصدرين أو في الشبكات الحلقية (Ring Systems) أو الدوائر المتوازية (Parallel Circuits) وليس من الضروري استخدام هذه الحماية في الدوائر الشعاعية المفردة والمغذاة من مصدر واحد (Single Source Radial Circuits). ويعتمد مبدأ عمل الحماية الاتجاهية على الاستجابة لسريان التيار باتجاه واحد محدد ولا تستجيب لسريان التيار في الاتجاه المعاكس مهما كانت قيمته.

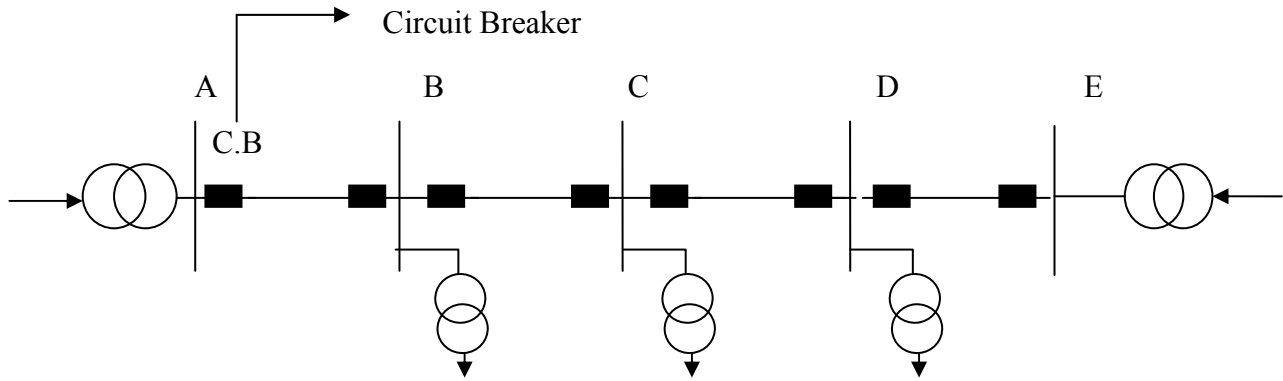
٢.٣ حماية المغذيات

هناك ثلاثة أنواع من الحماية للمغذيات هي كالتالي :-

١.٢.٣ حماية الخطوط الشعاعية المغذاة من مصدرين :

Protection of Double Source Radial Networks

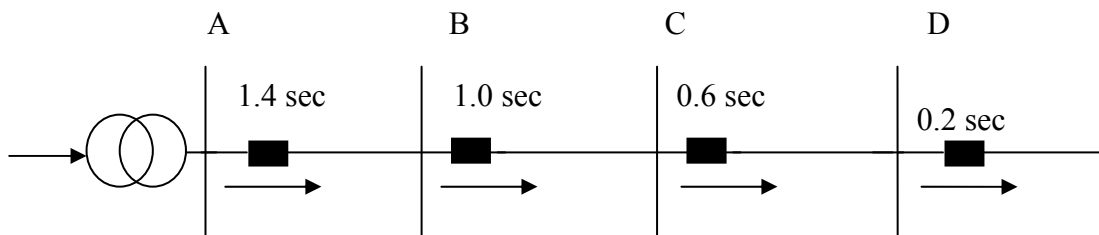
يوضح الشكل (٣ - ١) نظام قدرة نموذجياً مكوناً من عدة خطوط شعاعية موصلة على التوالي عبر قضبان ربط ومغذ من الطرفين A & E بالإضافة إلى وجود أحمال مغذاة من محولات توزيع مرتبطة مع قضبان ربط في B, C, D في هذه الحالة من الضروري وجود قواطع آلية عند نهاية كل قسم من الخط بحيث إذا حصل عطل ما تقوم القواطع الآلية بعزل العطل فقط ويبقى بقية نظام الخدمة دون حدوث أي انقطاع. وليتحقق ذلك لابد من ضبط (معايرة) المرحلات بشكل سليم.



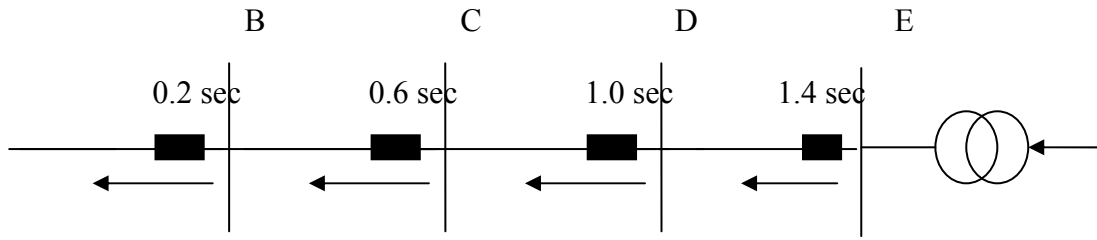
الشكل (١ - ٣) رسم توضيحي لاستخدام المرحلات الاتجاهية

بإتباع نفس المبدأ المستخدم في حماية الخطوط الشعاعية نجد صعوبة الحصول على العمل الانتقائي السليم وعلى استمرارية التغذية عند حدوث عطل ما في هذا النظام. لذلك لابد من اتباع أسلوب آخر للحماية وذلك بتصنيف القواطع الآلية والمرحلات إلى نظامين متعاكسي الاتجاه في نظام تدريجها.

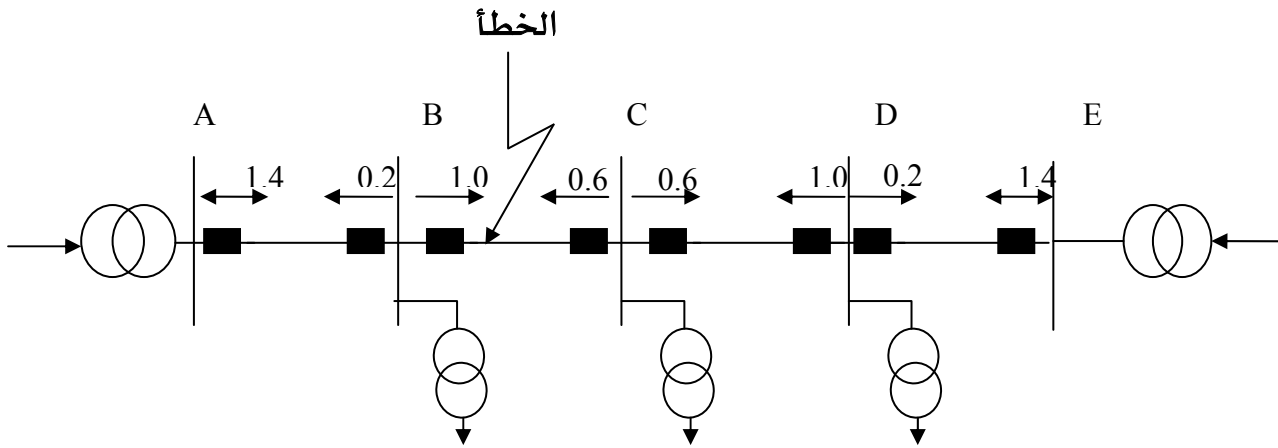
ولتسهيل معالجة الموضوع نقدم الشكل رقم (٣ - ٢) a حيث يوضح هذا الشكل التدرج الزمني للحمايات عند تغذية الخط من المنطقة A. ويلاحظ أن التدرج الزمني يكون متزايداً كلما اقتربنا من المنبع A وزمن الحماية عند النقطة A هو 1.4 sec بينما عند النقطة D يكون 0.2 sec. وبنفس الأسلوب يعالج الموضوع عند تغذية الخط من النقطة E حيث يكون زمن عمل الحماية عند E يساوي 1.4 sec وفي B يكون 0.2 sec وذلك باعتبار هامش زمني بين كل مرحلتين متتاليتين 0.4 sec كما بالشكل (٣ - ٢) b. كما يوضح الشكل (٣ - ٢) c دمج الشكلين السابقين مع بعضهما البعض حيث يصبح الخط مغذى من الطرفين A & E. وقد تم هنا استخدام مرحلات الزمن المحدود وهامش زمني 0.4 sec بين كل مرحلتين متتاليتين ، كما يمكن استخدام مرحلات الزمن العكسي.



الشكل (٣ - ٢) a مركبة التغذية الشعاعية من اليسار إلى اليمين



شكل (٢-٣) (b) مركبة التغذية الشعاعية من اليمين إلى اليسار



شكل (٢-٣) (c) الشكل النهائي لحماية خط مغذى من مصدرين

مثال : عند حدوث عطل كما هو موضح بالشكل (٢-٣) (c) اذكر مع التوضيح بالشرح المرحلات التي يجب أن تعمل في الحالات الآتية :

١. عند استخدام مبدأ التدرج الزمني في مرحلات زيادة التيار العادية لحماية الخطوط.
٢. عند استخدام مرحلات زيادة التيار الاتجاهية بالتعبيير الزمني المذكور أمام كل منها.

الحل :

١. عند حدوث عطل ما مثل المبين في شكل (٢-٣) (c) فإن المرحلات على يسار القضبان المجمعة B وعلى يمين القضبان المجمعة D تفصل قواطعها وبالتالي تعزل منطقة العمل وتصبح الأحمال المغذاة من القضبان B, C, D خارج الخدمة. ويلاحظ أن استخدام مبدأ التدرج الزمني في مرحلات زيادة التيار

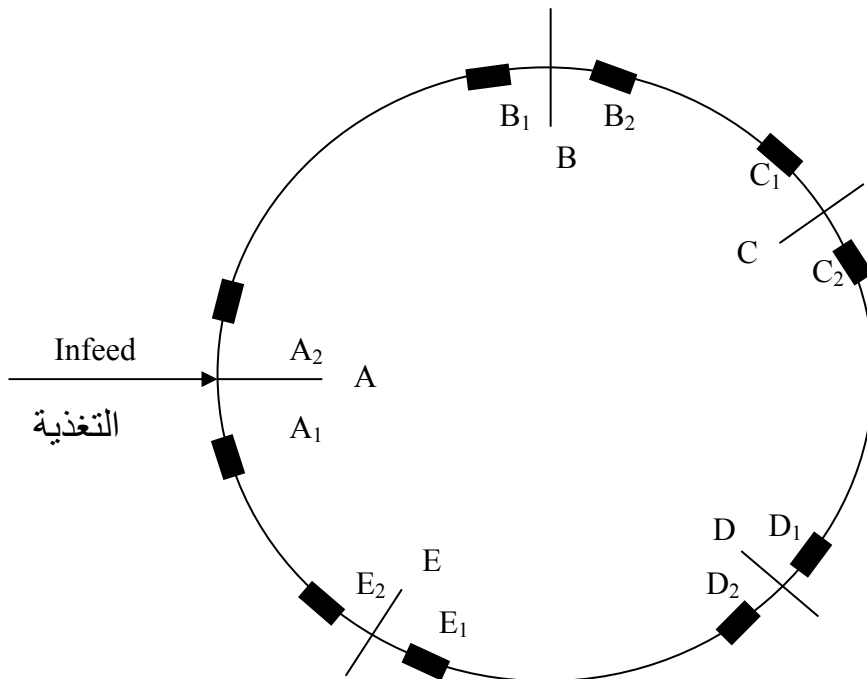
العادية لحماية الخطوط المغذاة من الطرفين لم يؤد الغاية المطلوبة. وتظهر ضرورة استخدام مرحلات زيادة التيار الاتجاهية والتي تأخذ بعين الاعتبار اتجاه التيار عند الفصل.

٢. يوضح الشكل (٢-٣) استخدام مرحلات زيادة التيار الاتجاهية مع الضبط (المعايرة) الزمني لكل منها وتشير الأسهم جانب كل مرحلة إلى اتجاه الفصل. ويلاحظ عدم الحاجة لاستخدام المرحلات الاتجاهية عند مصادر التغذية. وعند حصول نفس العطل في المنطقة BC فإن المرحل المركب على يمين B يفصل بعد 1 sec والمرحل المركب على يسار C تفصل قاطعها بعد 0.6 sec. وتصبح المنطقة بين القاطعين المفصولين معزولة عن التغذية الكهربائية مع الحفاظ على باقي المناطق السليمة في الخدمة. والمرحلة على يسار B المعاييرة على 0.2 sec لا تفصل بالرغم من صغر زمن فصلها لأن اتجاه تيار فصلها يكون باتجاه معاكس للمرحل المركب على يمين B وهذا الكلام ينطبق على باقي المرحلات.

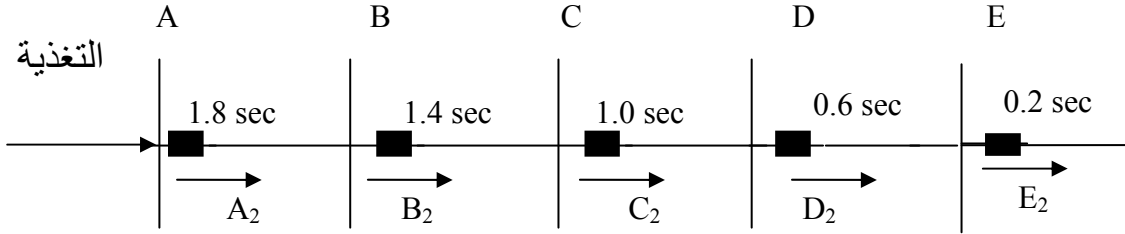
٢.٢.٣ حماية الخطوط الحلقية المغذاة من مصدر واحد

Protection of Single In-feed Ring Systems

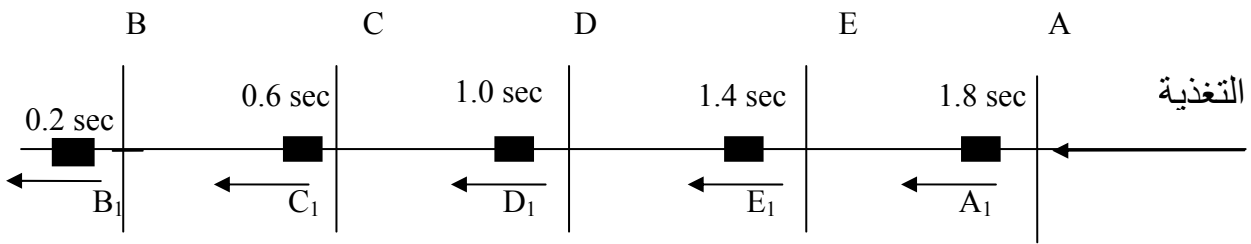
يبين الشكل (٣-٣) خطة حماية متدرجة باستخدام المرحلات الاتجاهية لحماية الحلقة المبينة والمغذاة من مصدر تغذية واحد. تتركب القواطع الآلية على نهايتي كل قسم من الخط، ويمكن اعتبار هذا النظام كنظام خطي تغذية شعاعين كما هو موضح في الشكل (٣-٣) a و الشكل (٣-٣) b.



الشكل (٣-٣) حماية منظومة تغذية حلقية

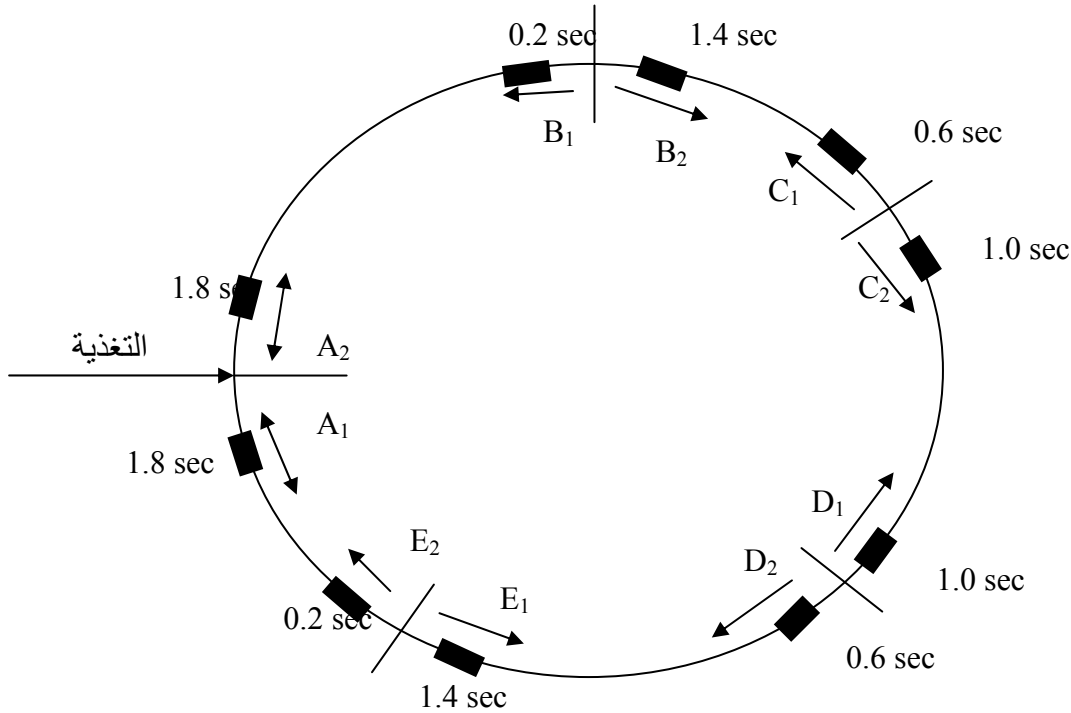


الشكل (٣ - ٣) (a) مركبة التغذية الشعاعية من اليمين إلى اليسار



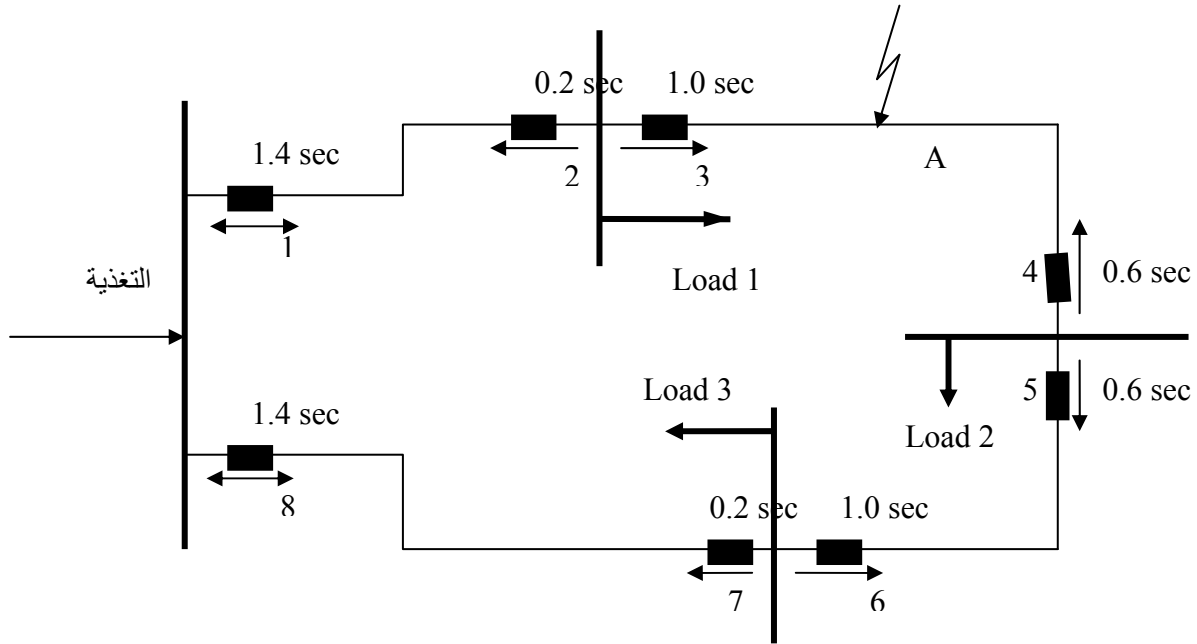
الشكل (٣ - ٣) (b) مركبة التغذية الشعاعية من اليمين إلى اليسار

وباستخدام هامش زمني مقداره 0.4 sec بين المرحلات المستخدمة تكون قيم التدرج الزمني هي 0.2 , 0.6 , 1.0 , 1.4 , and 1.8 sec وتشير الأسهم على جانب كل مرحل إلى اتجاه الفصل وذلك في شكل (٣ - ٣). أما المنبع عند نقطة A فإن القدرة تسري باتجاه واحد (من المحطة) لذلك فلا حاجة لاستخدام المرحلات الاتجاهية عند A_1 & A_2 . أما في المرحلات المستخدمة في النقاط الأخرى من الدائرة فيركب في كل محطة مرحلتان ذواتا اتجاه متعاكس ويمكن أن يكون لها تأخير زمني مختلف.



الشكل (٣ - ٣) خطة التدرج النهائية لمنظومة الحلقية المغذاة من مصدر واحد

كما يبين الشكل (٣ - ٤) مثلاً على حماية خط النقل الحلقي المغذى من مصدر واحد. فعند حدوث عطل في المنطقة A فإن تيار العطل يسري إلى نقطة العطل عبر طريقتين. الطريق الأول عبر القواطع الآلية (1-2) والطريق الثاني عبر القواطع الآلية (4-5-6-7-8) وعند كل قاطع يوجد مرحل وتشير الأسهم المبينة على الشكل إلى اتجاه تشغيل المرحلات الاتجاهية. فمثلاً عند حصول عطل عند A تنتهج جميع المرحلات ولكن تتفصل نقطة المرحل رقم 4 بتأخير زمني 0.6 sec والمرحل 3 بتأخير زمني 1.0 sec وتعزل منطقة العطل دون أي انقطاع في التغذية في بقية المناطق.

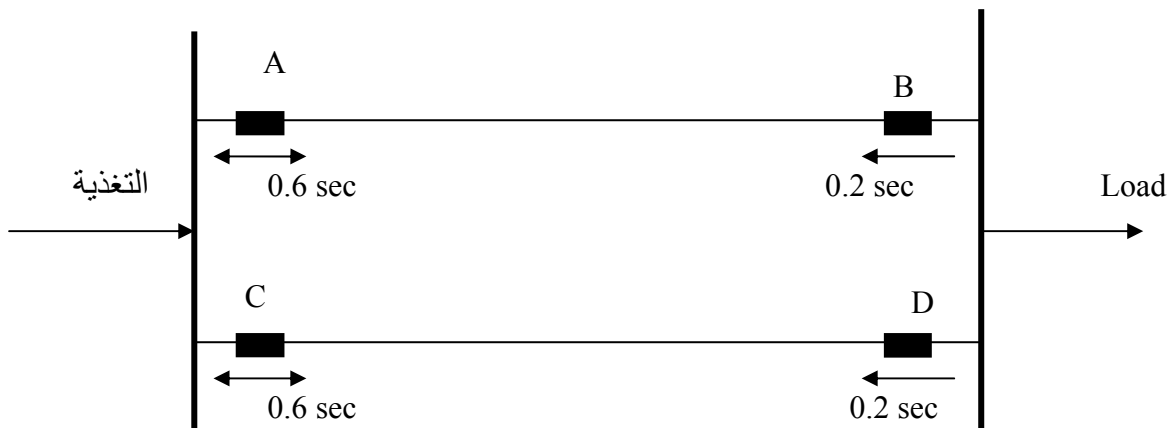


الشكل (٣ - ٤) حماية خط النقل الحلقي المغذى من مصدر واحد

Protection of Parallel Lines

٣.٢.٣ حماية الخطوط المربوطة على التوازي

يبين الشكل (٣ - ٥) حماية خطين مربوطين على التوازي ومغذيين من مصدر واحد. وهذه الحالة هي حالة خاصة للخط الحلقي. ويتم تركيب مرحلات زيادة تيار اتجاهية في نهاية الخطين عند B, D. ويشير السهم المبين على هذين المرحلين إلى اتجاه الفصل. كما تركيب مرحلات زيادة تيار غير اتجاهية في بداية الخطين A, C. ويجب أن يدرج المرحل A مع المرحل B وكذلك يجب أن يدرج المرحل C مع المرحل D بالنسبة للزمن وذلك بواسطة استخدام هامش زمني 0.4 sec.



الشكل (٣ - ٥) حماية الخطوط المتوازية

٣.٣ التنسيق بين الموصلات ووسائل الحماية

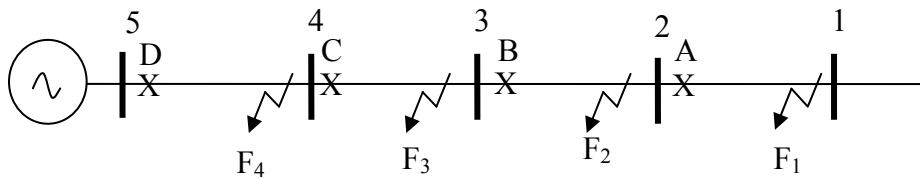
مثال ١ : اعتبر منظومة القوى المبينة في الشكل (٦.٣) . والمطلوب التنسيق بين المرحلات الأربعة (A, B, C & D) باستخدام التدرج الزمني وذلك للحصول على التمييز الصحيح.

الحل :

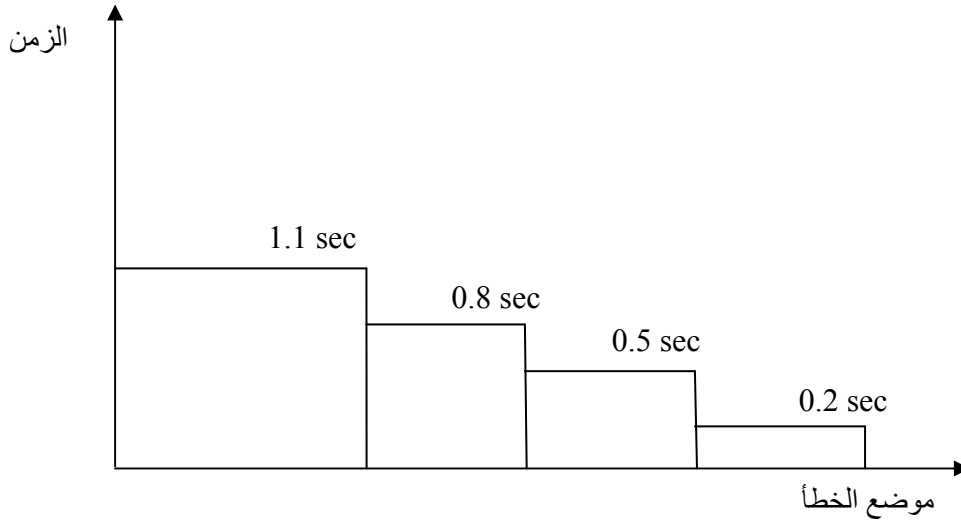
يمكن التوصل إلى التنسيق المطلوب عن طريق إعطاء كل مرحل تأخيراً زمنياً محدداً بحيث يكون أسرع المرحلات في العمل هو أبعداها عن مصدر التيار (المرحل A) . ويعطي هذا التأخير الزمني التمييز المطلوب . ويسمح عادة بفترة زمنية حوالي 0.3 to 0.4 sec بين زمن تشغيل كل مرحل والذي يليه وذلك للسماح لأجهزة الحماية والقطع بالعمل.

عند حدوث خطأ عند F_1 يعمل المرحل A بعد 0.2 sec فيعزل الخطأ ولا تعمل باقي المرحلات. وبالمثل فعند حدوث خطأ عند F_2 يعمل المرحل B بعد 0.5 sec وهكذا لباقي المرحلات. ويبين الشكل (٧.٣) عملية التنسيق باستخدام التدرج الزمني.

يتضح مما سبق أن لهذه الطريقة عيباً ذاتياً أساسياً وهو زيادة زمن فصل الخطأ كلما اقترب موضع الخطأ من مصدر التيار. أي كلما زادت قيمة تيار القصر. وهذه الخاصية غير مرغوبة في خطة الحماية حيث إنه من المفروض أن يقل زمن فصل الخطأ كلما اقترب من مصدر التيار.



الشكل (٦.٣) منظومة القوى للمثال



شكل (٧.٣) طريقة التدرج الزمني

إن عملية التنسيق عن طريق التدرج الزمني لا تستخدم إلا في الخطوط والمغذيات ذات الأطوال القصيرة نسبياً أو عندما يكون عدد المرحلات قليلاً بحيث لا يؤدي إلى زيادة زمن الفصل بدرجة كبيرة قرب مصدر التيار.

مثال ٢ :

بالرجوع إلى منظومة القوى المعطاة في المثال السابق شكل (٣ - ٦). اعتبر جهد المنظومة 66 kV والمفاعلات بالأوم كالاتي :

$$X_{23} = 0.05$$

$$X_G = 0.8$$

$$X_{12} = 0.05$$

$$X_{45} = 0.2$$

$$X_{34} = 0.125$$

استخدم طريقة التدرج التياري بين المرحلات للحصول على التمييز المطلوب

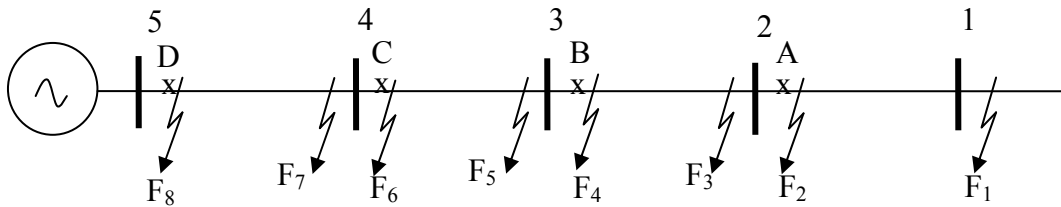
الحل :

يمكن الحصول على تيار الخطأ عند أي موضع من العلاقة :

$$I_F = V / (\sqrt{3} * X_F)$$

حيث X_F هي المفاعلة بين المولد وموضع الخطأ

سوف نعتبر الأخطاء المبينة في الشكل (٨.٣) مع ملاحظة أن F_2 هو خطأ بعد المرحل A مباشرة و F_3 قبله مباشرة. وكذلك بالنسبة للأخطاء F_4, F_5, F_6, F_7 .



الشكل (٨.٣) منظومة القوى للمثال ٢

$$I_{F8} = 66000 / (\sqrt{3} * (0.8)) = 47633 \text{ A.}$$

$$I_{F7} \approx I_{F6} = 66000 / (\sqrt{3} * (0.8 + 0.2)) = 38106 \text{ A.}$$

$$I_{F5} \approx I_{F4} = 66000 / (\sqrt{3} * (0.8 + 0.2 + 0.125)) = 33872 \text{ A.}$$

$$I_{F3} \approx I_{F2} = 66000 / (\sqrt{3} * (0.8 + 0.2 + 0.125 + 0.05)) = 32431 \text{ A.}$$

$$I_{F1} = 66000 / (\sqrt{3} * (0.8 + 0.2 + 0.125 + 0.05 + 0.05)) = 31107 \text{ A.}$$

ويتم ضبط المرحلات كالاتي:

- المرحلة A يستجيب للخطأ عند كل من F_1 & F_2 ويضبط بذلك على قيمة لقط تناظر تيار خطأ مقداره $(I_A = I_{F1} = 31107 A)$.
- المرحلة B يستجيب للخطأ عند كل من F_3 & F_4 ويضبط بذلك على قيمة لقط تناظر تيار خطأ مقداره $(I_B = I_{F3} = 32432 A)$.
- المرحلة C يستجيب للخطأ عند كل من F_5 & F_6 ويضبط بذلك على قيمة لقط تناظر تيار خطأ مقداره $(I_C = I_{F5} = 33872 A)$.
- المرحلة D يستجيب للخطأ عند كل من F_7 & F_8 ويضبط بذلك على قيمة لقط تناظر تيار خطأ مقداره $(I_D = I_{F7} = 38106 A)$.

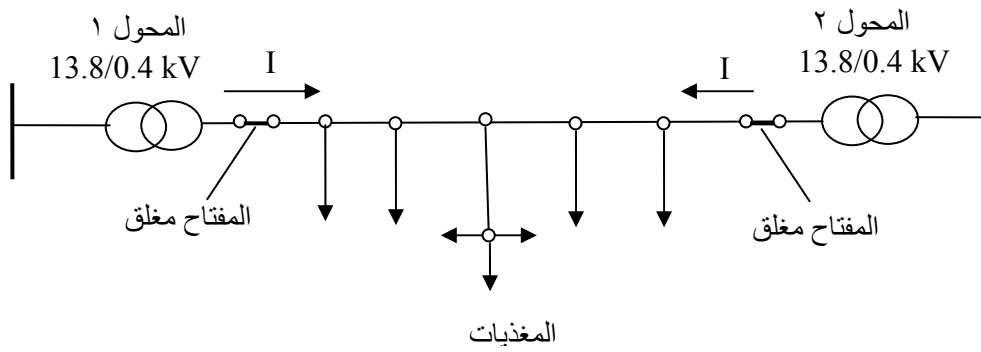
نلاحظ مما سبق أن هناك عيباً واضحاً في هذه الطريقة. فلو حدث خطأ مثل F_2 قريباً جداً من المرحلة A بحيث يتساوى بالفعل كل من I_{F2} & I_{F3} فإن ذلك قد يؤدي إلى عمل المرحلة B دون ضرورة. وكذلك بالنسبة لخطأ F_4 قريباً جداً من المرحلة B فقد يؤدي إلى عمل المرحلة C دون ضرورة. وخلاصة القول أن عملية التمييز بالتدرج التياري عملية حساسة جداً ويصعب التحكم فيها بالدقة المطلوبة إذ أن موضع الخطأ قد يؤثر على صحة عملية التمييز.

٤.٣ حماية الشبكات الكهربائية

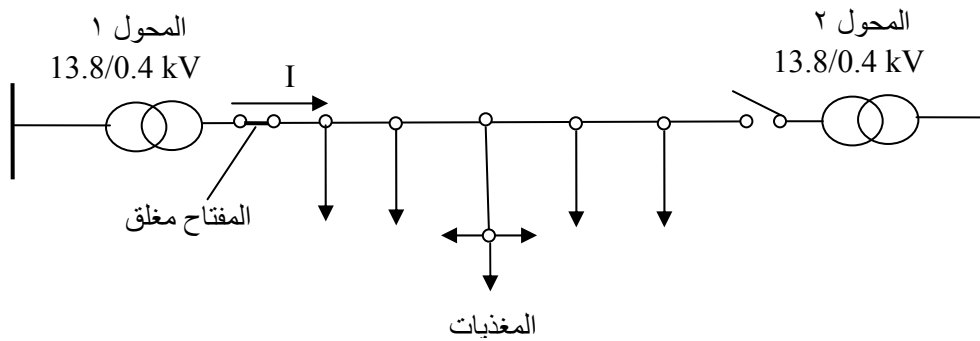
أمان الشبكة الكهربائية يتضح عند تشغيلها. ويمكن التفرقة بين نوعي تشغيل وهما التشغيل العادي والتشغيل عند وجود عطل. والتشغيل العادي عادة يكون بدون مشاكل. ولكي تعمل الشبكة عند حدوث خلل ما بحيث لا يعاني المستهلك من انقطاع التيار الكهربائي تشغل شركات الكهرباء تجهيزات لحماية الشبكة أثناء هذه الحالات.

يمكن أن تتعرض الشبكات الكهربائية للأعطال التالية : تيار كبير جداً نتيجة التحميل الزائد أو جهود زائدة أو دائرة قصر أو تماس أرضي. ويمكن أيضاً أن تحدث عدة أعطال في نفس الوقت خلل في الشبكة بسبب تيارات كبيرة جداً ناتجة عن التحميل الزائد يمكن أن يحدث التحميل الزائد للشبكة عندما تمر تيارات أكبر من المسموح به في الموصلات نتيجة التوصيل المتزايد للمستهلكين على أحد أو كل المغذيات.

يبين الشكل (٣ - ٩) شبكة الجهد المنخفض يتغذى عن طريق محولين من شبكة الجهد المتوسط. فإذا وجب فصل محول لصيانة مثلاً فصحیح أن جميع المغذيات عليها جهد وتعمل . لكن من الممكن أن يصير التحميل زائداً على المحول الآخر فيفصل هذا المحول عن طريق مفتاح الحماية من التيار الزائد وتصبح الشبكة في هذه الحالة معطلة.



(أ) عند التشغيل العادي



(ب) التشغيل تحت ظروف صعبة: المحول ٢ مفصول وبذا قد يكون المحول ١ محملاً تحميلاً زائداً

الشكل (٣ - ٩)

التحميل الزائد لموصل خارجي يمكن أن يحصل عند تعرض أحد الأطوار في الشبكة ثلاثية الأطوار بالصدفة أو بسبب خطأ في التركيبات إلى أحمال أعلى من اللازم. فمثلاً عندما يقوم فني الكهرباء بتوصيل شبكة الجهد المنخفض قرص الطبخ السريع لفرن المطبخ على طور واحد من الأطوار الثلاثة وحسب التجربة تستخدم ربات البيوت عند تجهيز الطعام قرص الطبخ السريع أولاً، وبذلك يحصل تحميل زائد على أحد الأطوار عند الظهيرة. ويمر نتيجة لذلك تيار كبير في الموصل المحايد وفي هذه الحالة يقال إن هناك حملاً غير متماثل. وإذا زاد الحمل على أحد الأطوار بسبب التحميل غير المتماثل غير الحد الذي يفصل عنده هذا الطور. فستبقى مغذيات التيار الثلاثي الأطوار موصلة بطورين فقط على الشبكة وهذه الحالة قد تؤدي إلى تلف هذه الأجهزة.

خلل في الشبكة نتيجة الجهود الزائدة

الجهود الزائدة على الشبكات الكهربائية تنتج في العادة عن طريق مسبيين أحدهما خارجي وذلك نتيجة تشويشات جوية (صواعق) والأخرى داخلية نتيجة الفصل والتوصيل بالشبكة.

وقاية شبكات الجهد المنخفض

في شبكات الجهد المنخفض، الوقاية تقتصر عادة على الوقاية من الجهد الزائد والوقاية من التيار الزائد. فأجهزة الوقاية من الجهد الزائد هي :

- ثغرات الشرر
- المفرغات الأنبوبية
- المفرغات التي تعمل بهبوط الجهد في الكاثود أو المفرغات ذات المقاومة اللاخطية.

بالنسبة لثغرات الشرر ، يكون أحد الأقطاب واقعاً على جهد والآخر على الأرض. يتم اختيار طور ثغرة الشرر بحيث يقفز الشرر عند جهد زائد محدد فقط.

أما بالنسبة للمفرغ الأنبوبي فهي تطوير لثغرة الشرر المألوفة. القوس الكهربائي يوجه إلى داخل ماسورة معزولة. الغاز المتكون يبرد القوس الكهربائي بشدة بحيث يطفأ الأخير.

المفرغ او المقاومة اللاخطية يتكون من ثغرة شرر موصل بعدها مقاومة معتمدة على الجهد. هذه المقاومة تحد من التيار بعد الانهيار بحيث يخمد القوس الكهربائي في الثغرة.

أجهزة الوقاية من الجهد الزائد تركيب مثلاً قبل المحولات. وفي نهاية الموصلات الفرعية الطويلة. وعند مواضع الإدخال إلى المنازل. وعند الانتقال من الموصلات العلوية إلى الكابلات. الوقاية من الجهد الزائد توصل بين الموصل المراد حمايته و تجهيزات التأريض.

أما بالنسبة لتجهيزات الوقاية من التيار الزائد فهي :

- المصهرات
- القاطع عند التيار الزائد المؤخر حرارياً
- المرحلات الكهرومغناطيسية عند التيار الزائد
- ومفاتيح الوقاية.

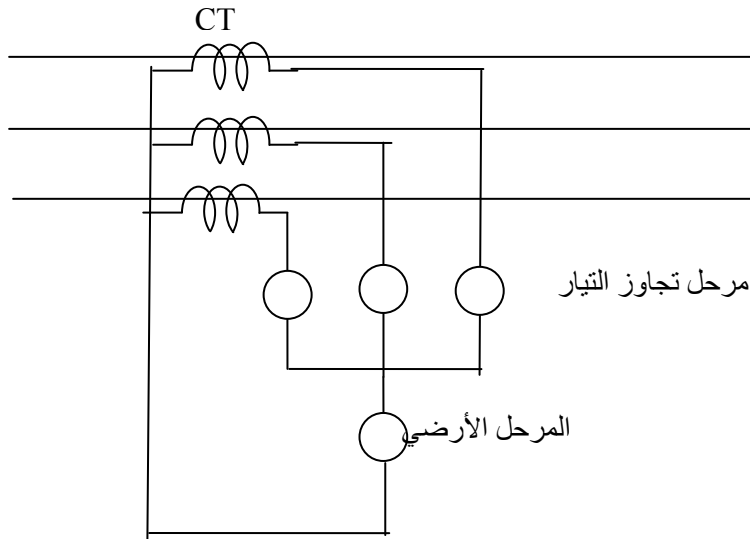
٥.٣ حماية دوائر التوزيع ضد الخطأ الأرضي

يسمى الخطأ أرضياً إذا كان مسار رجوع تيار الخطأ هو الأرض. وتدل الإحصائيات أنه بالنسبة لشبكات التوزيع فإن أغلب الأخطاء هي أخطاء أرضية. و حتى تلك الأخطاء التي تبدأ بين الأطوار تمتد في كثير من الأحيان بسرعة إلى الأجزاء المعدنية المجاورة المؤرضة لتصبح أخطاء أرضية. إن السبب الرئيس الذي يؤدي إلى حدوث أخطاء أرضية هو الانهيار في العزل الكهربائي. وجدير بالذكر أنه في كثير من الأحيان يتخذ الخطأ الأرضي شكل القوس الكهربائي الممتد بين الموصل والأرض أو الجسم المؤرض عبر الهواء أو عبر سطح عازل. وتعرف هذه الأخطاء بالأخطاء القوسية (Arcing Faults) وهذه الأخطاء لها عدة مخاطر منها :

١. خطورة على العاملين
٢. خطورة بالغة من حيث إشعال حريق
٣. حدوث تلفيات حتمية في المعدات
٤. انقطاعات ممتدة في القوي
٥. احتمال ظهور جهود عابرة مرتفعة.

١.٥.٣ نظم حماية دوائر التوزيع الأولية (الجهود المتوسطة)

يبين الشكل (٣ - ١٠) الدائرة المستخدمة في حماية نظم التوزيع الأولية المؤرضة مباشرة أو عن طريق مقاومة للحد من قيمة تيار الخطأ. ويتم توصيل مرحل الخطأ الأرضي بين النقطة المشتركة لمرحلات تجاوز التيار والنقطة المشتركة لمحولات التيار بحيث لا يمر في المرحل الأرضي إلا التيار المتبقي من مجموع التيارات في الأطوار الثلاثة. ومن الواضح أنه تحت الظروف العادية لا يمر أي تيار في المرحل الأرضي حيث إن مجموع التيار هو صفر. ولا يمر تيار في مرحل الأرضي أيضاً عند حدوث قصر بين خطين. أما عند حدوث خطأ بين أي طور والأرض فإن مرحل الأرضي يحمل تياراً يتناسب مع تيار الخطأ.



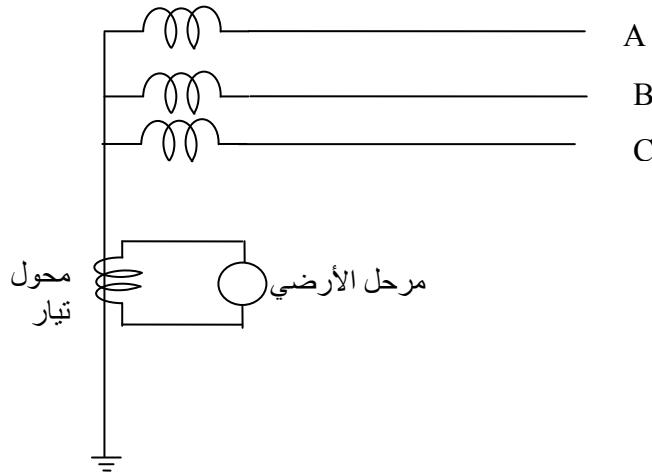
شكل (٣ - ١٠) منظومة حماية باستخدام ثلاثة مرحلات تجاوز الحمل والمرحل الأرضي

إن حساسية المرحل الأرضي في هذا النظام ليست عالية وذلك لسببين أحدهما هو التشبع المغناطيسي والآخر احتمال عدم قفل تلامسات القواطع للأطوار الثلاثة في آن واحد.

ويبين الشكل (٣ - ١١) توصيل المرحل الأرضي بمحول للتيار الموضوع في الموصل المستخدم في تأريض نقطة التعادل والذي يحمل تيار العودة عند حدوث أي خطأ أرضي.

ونلاحظ في النظامين السابقين أن المنطقة المحمية ليست محددة حيث إن المرحل الأرضي سوف يشعر بالخطأ عند حدوثه في أي مكان في الدائرة. ولذلك فعند استخدام هذين النظامين لحماية المنظومة الكهربائية يجب مراعاة التنسيق الزمني بين المرحلات وبعضها البعض.

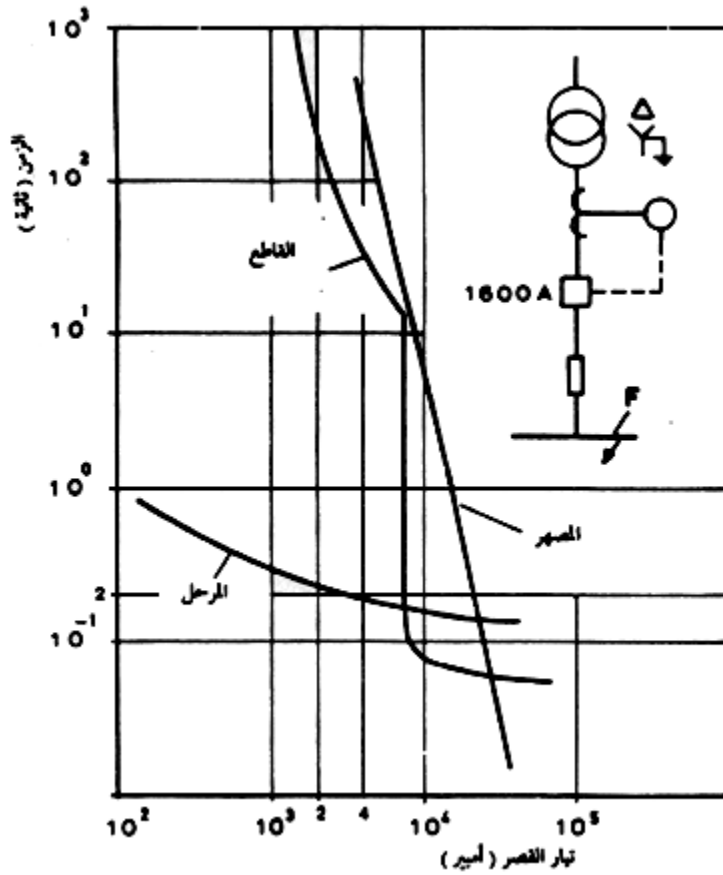
ملفات المولد المنتجة للجهد



الشكل (٣ - ١١) المرحل الأرضي المركب على موصل التأسيس

٢.٥.٣ نظم حماية دوائر التوزيع الثانوية:

لقد زاد الاهتمام بتطبيق الحماية ضد الخطأ الأرضي في دوائر التوزيع الثانوية نظراً للخسائر المادية الطائلة الناتجة عن هذه الأخطاء ولا سيما الأخطاء القوسية. وحماية الدوائر الثانوية تتم عن طريق قواطع هوائية تحتوي على نبائط إعتاق للحماية ضد تيارات تجاوز الحمل والتيارات القصر أو عن طريق المصهرات. ولكن في كثير من الأحيان تكون قيمة التيار في حالة حدوث خطأ للأرضي صغيرة جداً ولا تكفي لتشغيل القاطع أو المصهر الأمر الذي قد يؤدي إلى الأخطار الكثيرة كما ذكرنا. ويمكن توضيح ذلك بالمثال المبين في الشكل (٣ - ١٢). فإذا فرضنا أن تيار الخطأ الأرضي عند النقطة F هو 1500 أمبير فإن هذا التيار لن يشعر به القاطع أو المصهر في حين أن المرحل الأرضي له تأخير زمني 0.2 ثانية عند 4000 أمبير يؤدي إلى فتح القاطع في خلال 0.33 ثانية. وفي حالة ما إذا كان تيار الخطأ 4000 أمبير فإن القاطع يحتاج إلى 33 ثانية لإزالة الخطأ بينما يحتاج المصهر إلى 5 دقائق.

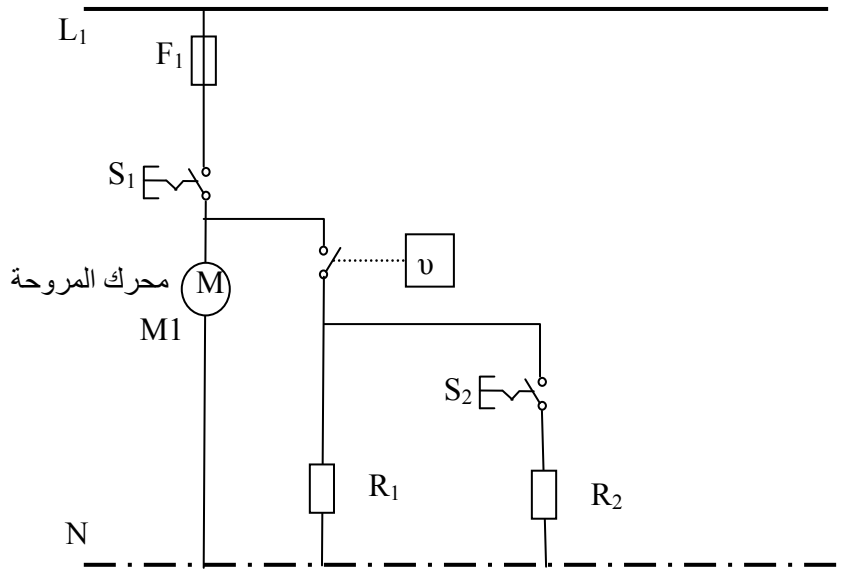


الشكل (٣-١٢) خطة الحماية بالمصهر والقاطع والمرحل الأرضي

ويستخدم محول تيار خاص في نظام الحماية ضد الخطأ الأرضي في دوائر الجهد المنخفض يعرف بمحول اتزان القلب (Core Balance Transformer). والمبدأ الأساسي الذي يعمل عليه هذا المحول أن تمر جميع الموصلات بما فيها موصل التعادل عبر قلب حلقي تحت ظروف التشغيل المشتملة على الحالات المتزنة وغير المتزنة وحالات القصر بين الأطوار فإن مجموع التيارات الخارجة من القلب تكون دائماً مساوية لمجموع التيارات الداخلة إليه. أي أن محصلة الفيض في القلب تساوي صفراً وبذلك لا يمر أي تيار في المرحل. وعند حدوث خطأ للأرضي فإن التيار الذي يمر بالأرضي لا يرجع عن طريق الموصلات المارة عبر قلب المحول وبذلك يتناسب الفيض المغناطيسي في القلب مع التيار المار في الأرض. ويولد هذا الفيض تياراً في دائرة المرحل الأرضي. ويتميز هذا النوع من المحولات بحساسية عالية بحيث يمكنه أن يكتشف تيارات صغيرة في حدود الملي أمبير. أما المرحل نفسه فيمكن ضبطه بالنسبة لزمان التشغيل وبالنسبة لتيارات التشغيل وقد يكون المرحل من النوع التقليدي أو من النوع الإلكتروني.

٦.٣ حماية الأجهزة الكهربائية المستعملة في التسخين

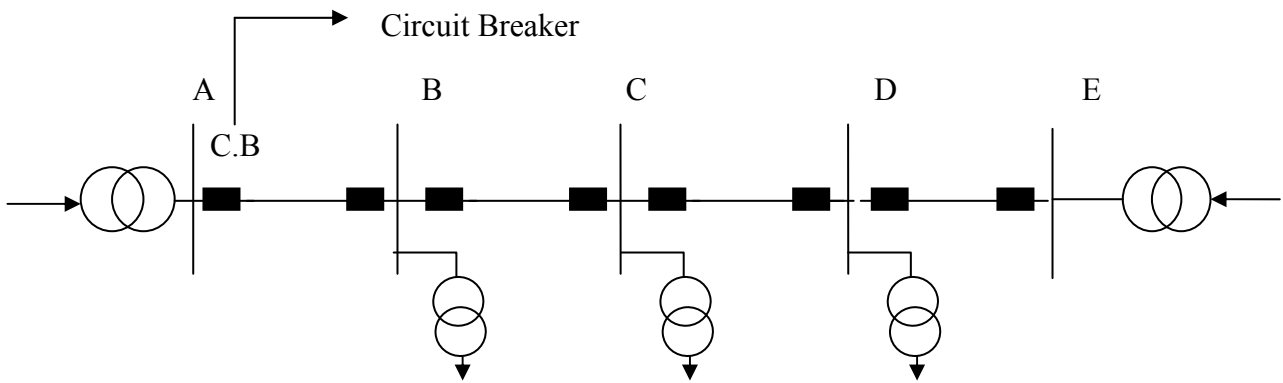
في الأجهزة التي تنتج حرارة يجب توفر وسيلة حماية لفصل الجهاز عند درجة الحرارة الزائدة عن حد معين. والشكل (٣ - ١٣) يبين الدائرة الكهربائية لمسخن الهواء المروحي. المفتاح S_1 يوصل المسخن R_1 والمروحة بالشبكة. وباستعمال المفتاح S_2 يمكن أن يوصل المسخن R_2 إضافة إليهما. وعند زيادة درجة الحرارة تفصل المسخنات لكن المروحة تبقى على الشبكة لتصرف الحرارة.



شكل (٣ - ١٣) التحكم في مسخن الهواء المروحي

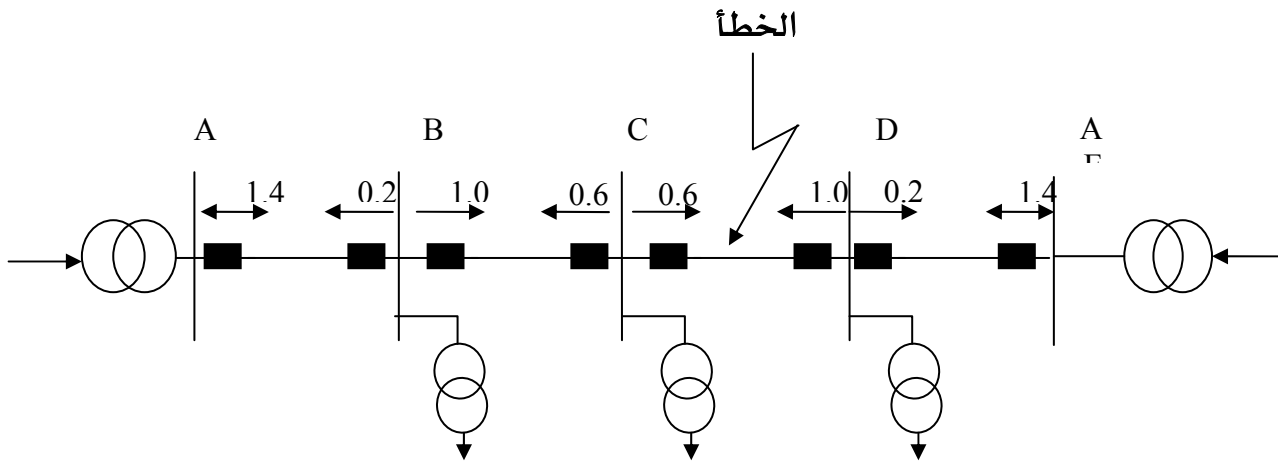
أسئلة الوحدة الثالثة

١. اشرح مع التوضيح على الرسم كيف يمكن استخدام مبدأ التدرج الزمني بين المرحلات لحماية هذه المنظومة باستخدام المرحلات الاتجاهية. (استخدم الهامش الزمني 0.3 sec).

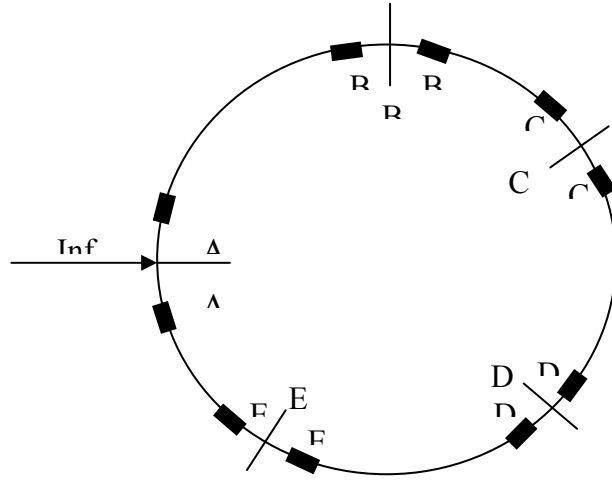


٢. عند حدوث عطل كما هو موضح في الشكل التالي اذكر مع التوضيح بالشرح المرحلات التي يجب أن تعمل في الحالات الآتية :

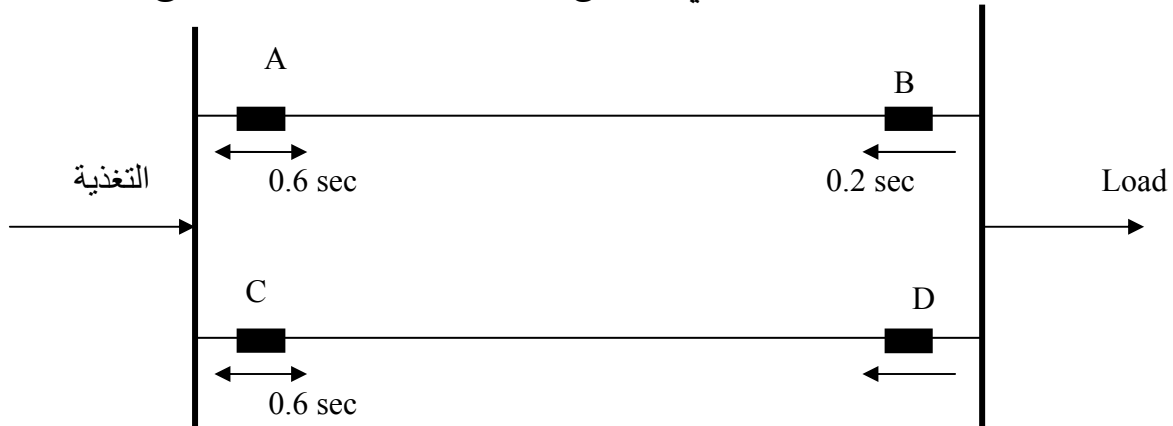
- عند استخدام مبدأ التدرج الزمني في مرحلات زيادة التيار العادية لحماية الخطوط.
- عند استخدام مرحلات زيادة التيار الاتجاهية بالتعبير الزمني المذكور أمام كل منها.



٣. اشرح مع التوضيح على الشكل التالي كيف يمكن استخدام المرحلات الاتجاهية لحماية الحلقة المبينة والمغذاة من مصدر واحد. (باعتبار الهامش الزمني 0.4 sec)



٤. اشرح مع التوضيح في الشكل التالي كيف يمكن استخدام طريقة التدرج الزمني بين المرحلات الاتجاهية لحماية الخطوط المتوازية. وبين أي القواطع تعمل عند حدوث الخطأ الموضح بالشكل.



٥. نظم الوقاية في شبكات الجهد المنخفض تقتصر عادة على الوقاية من الجهد الزائد والوقاية من التيار الزائد في ضوء ذلك أجب عن الآتي :

- اذكر الأجهزة المستخدمة للوقاية من الجهد الزائد.
- اذكر الأجهزة المستخدمة للوقاية من التيار الزائد.

٦. اشرح مع التوضيح بالرسم الدائرة المستخدمة في حماية نظم التوزيع الأولية المؤرضة مباشرة أو عن طريق المقاومة للحد من قيمة تيار الخطأ.