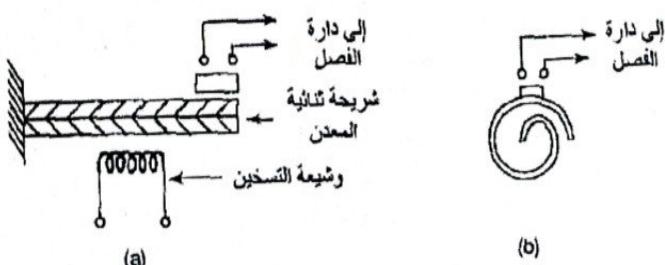


**أ hairy السؤال الأول: أجب عن ثلاثة فقط مما يلي (45=3\*15):**

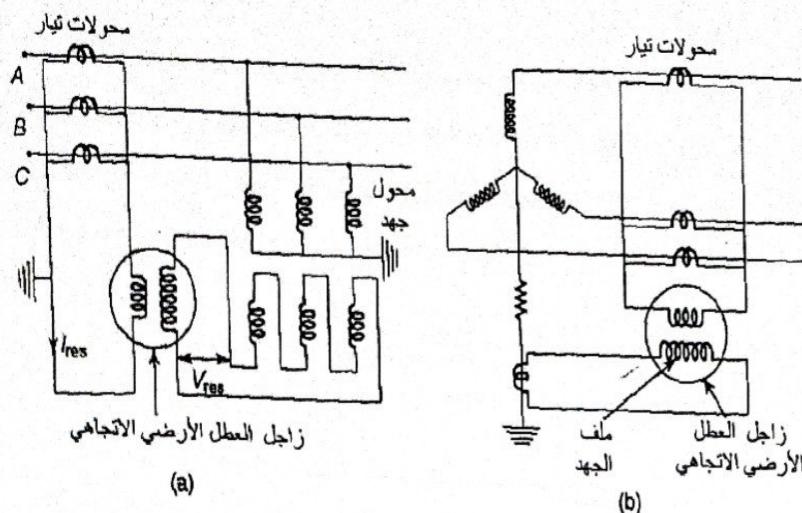
**2- الزواجل الحراري:** تعتمد في عملها على الأثر الكهروحراري الناتج عن التيار المار فيها. لقد تم استخدام هذه الزواجل بشكل كبير لحماية المحركات الصغيرة من التحميل الزائد ومن تيارات عدم التوازن. العنصر الحراري هو شريحة ثنائية المعدن تثنوي (تتحنى) بتغير درجة الحرارة، تلف هذه الشريحة عادة على شكل حلزون وذلك للحصول على أكبر طول وبالتالي على أكبر حساسية. يتكون العنصر الثنائي المعدن من شريحتين معدنيتين متصلتين مع بعضهما، لكل منها معامل تمدد حراري مختلف. عندما ترتفع درجة حرارة العنصر الحراري تتمدد شريحة أكثر من الأخرى، مما يؤدي إلى انحناء الشريحة الثنائية المعدن. يتم تسخين العنصر الحراري مباشرة عندما يمر تيار التشغيل في الشريحة، لكن يتم عادة استخدام وسيلة تسخين (التعويض درجة حرارة المحيط بحيث تعاكس الحرارة التي أدت إلى انحناء الشريحة الثنائية المعدن). عندما ترتفع درجة حرارة الشريحة الثنائية المعدن تتحنى نحو التلامس الثابت مخلفة بذلك تلامسات الزواجل. عندما تكون الشريحة على شكل حلزون، فإن تمدد الشريحة غير المتوازي يسبب انفصال الحلزون مما يؤدي إلى إغلاق التلامسات. يبين الشكل (1-a) مخططًا مبسطًا لزواجل الحراري الثنائي المعدن، كما يبين الشكل (1-b) شكل الحلزون.



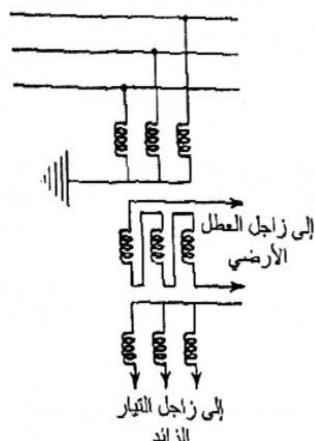
الشكل (1) الزواجل الحراري: (a) ثالثي المعدن المستقيم، (b) ثالثي المعدن الحلزوني.

لحماية المحرك الثلاثي الطور من التحميل الزائد ومن تيارات عدم التوازن يتم استخدام ثلاثة شرائط ثنائية المعدن تُغذي كل شريحة من تيار أحد الأطوار الثلاثة. يتم وضع تلامسات الشرائط بطريقة بحيث إذا تحرك أي حلزون بشكل مختلف عن الآخر، نتيجة لعدم التوازن بين الأطوار الذي يزيد عن 12%， فإن التلامسات تتغلق موصية إلى فصل قاطع الدارة.

**2- زاجل الحماية من العطل الأرضي الاتجاهي:** للحماية من الأعطال الأرضية يكفي استخدام زاجل تيار زائد أرضي موجه واحد. تكون بنية ومبدأ عمل هذا الزاجل مشابهة لبنية ومبدأ عمل زاجل التيار الزائد الاتجاهي العادي. يحوي هذا الزاجل على عنصرين، العنصر الأول عبارة عن وحدة اتجاهية والعنصر الثاني عبارة عن وحدة تيار زائد من نوع IDMT. توجد في الوحدة الاتجاهية وشيعتان تغذى أحدهما بالتيار بينما تغذى الأخرى بالجهد. أي تغذى وشيعة التيار في الوحدة الاتجاهية بالتيار المتبقى بينما تغذى وشيعة الجهد بالجهد المتبقى، انظر إلى الشكل (2-a)، يكون هذا التوصيل مناسباً في الأماكن التي لا تتوفر فيها نقطة حيادية. إذا كانت النقطة الحيادية للمحول أو للمولد مورضة، فسيتم توصيل زاجل العطل الأرضي الاتجاهي كما هو مبين في الشكل (2-b)، أما إذا كانت النقطة الحيادية مورضة عبر محول جهد فسيتم وصل وشيعة الجهد لزاجل الحماية الاتجاهي من العطل الأرضي إلى ثانوي محول الجهد. يتم تغيير وحدة التيار الزائد ضمن المجال (80-20%) من التيار الثانوي الاسمي لمحول التيار. يتم أحياناً استخدام محول جهد خاص بخمسة أرجل وذلك لتغذية زاجل الحماية من الأعطال الطورية وزاجل الحماية من الأعطال الأرضية بالجهد، كما هو مبين في الشكل (3).



الشكل (2) توصيل زاجل العطل الأرضي الاتجاهي

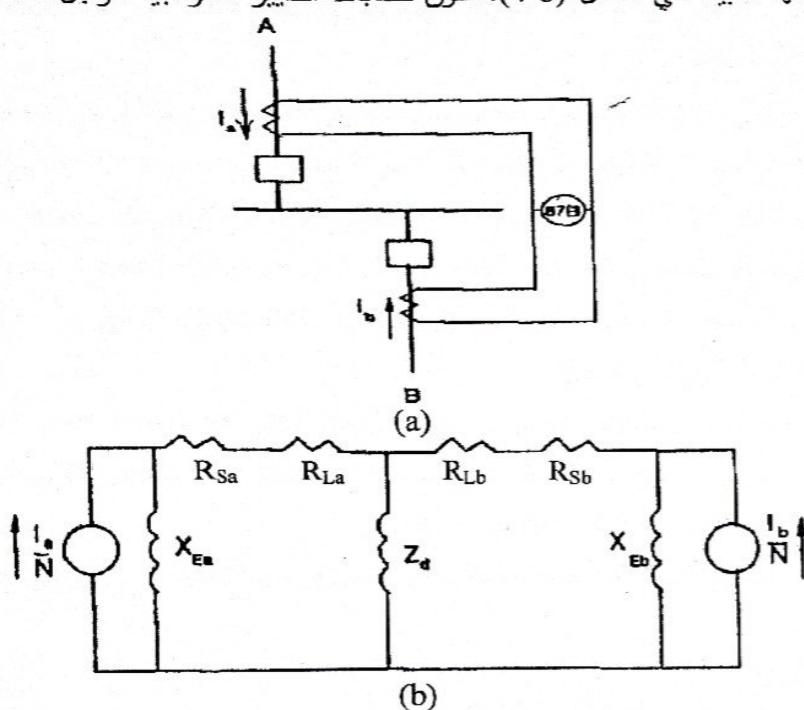


الشكل (3) ممول جهد ذي خمسة أرجل

3- حماية المولدات من انخفاض التردد: يؤثر انخفاض تردد نظام القدرة في العنفة أكثر من المولد، حيث تتعرض شفرات العنفة إلى اجهادات الطنين الميكانيكي الذي ينشأ بسبب الانحراف عن السرعة المترادمة. يُشكّل فصل الأحمال الكهربائية عن نظام القدرة الحماية الأساسية للعنفة من انخفاض التردد. يؤدي الفصل المناسب لـ تلك الأحمال إلى عودة تردد نظام القدرة إلى حالته الطبيعية قبل وصول العنفة إلى حافة المشكلة. تغير كمية الحمل التي يجب فصلها بالتنسيق مع المناطق المتراكبة في نظام القدرة المتراوحة ومع كل مؤسسة تشغيل بشكل منفرد، حيث تتراوح نسبة هذه التغيرات في كمية الحمل التي يجب فصلها بين 25% و 75% من الحمولة الكلية للنظام. بما أن برنامج فصل الأحمال يمكن أن يعتمد فقط على الدرجة التي تكون فيها افتراضات تصميم النظام الأصلي صحيحة فلا بد من استخدام حماية إضافية وذلك لحماية العنفة البخارية من العطب. لحماية وحدة التوليد (مولد - عنفة) من العطب يتم فصل العنفة وذلك للمحافظة على سلامة العنفة الازمة لإعادة المولد إلى الخدمة. يعتبر فصل العنفة بحد ذاته خط الدفاع الأخير الذي يسبب التعتمم العام على مستوى المنطقة بالتأكيد، لكنه سيؤدي وحدة التوليد جاهزة للعمل على استعادة النظام فيما بعد. لقد دأب مصنوعات العنفات على إعداد نشرة فنية توضح فيها منحنيات توضح العلاقة بين التردد والزمن التي يمكن استخدامها كمرجع من قبل العامل المشغل للنظام. المسؤول الأساسي الذي يطرح نفسه هو هل يجب الفصل أم عدم الفصل؟ يؤدي عدم الفصل إلى مشكلة وهي الانخفاض في عمر تشغيل العنفة، من جهة ثانية، من غير الواضح أن الفصل السريع جداً لوحدة التوليد سيحقق أفضل مصلحة للنظام. من وجهة نظر الحماية يمكن استخدام زاجل حماية

بسيط للحماية من انخفاض التردد، لكن سينخفض عمر شفرات العنفة بشكل تراكمي مع كل مرة تعمل فيها العنفة ضمن مجال التردد المنخفض. يمكن تطبيق نظام مراقبة بوساطة الحاسوب وذلك لمراقبة تاريخ وأحداث تغيرات التردد السابقة.

4- **تعتبر زاحل الحماية التفاضلي لقضيب التجميع ذي الممانعة العالمية:** بالإشارة إلى دارة الحماية المبينة في الشكل (4-a) والدارة المكافئة لها المبينة في الشكل (4-b)، تكون حسابات التعبير النموذجية للزاحل التفاضلي كما يلى:



الشكل (4) دارة الحماية والدارة المكافئة لها

$Z_d$  : ممانعة الفرع التفاضلي.

$R_S$  : مقاومة ملف التيار المستمر في محول التيار مع مقاومة أسلاك التوصيل.

$R_L$  : مقاومة كبل التيار المستمر في محول التيار.

$X_E$  : مقاولة التهيئة لمحول التيار.

$N$  : نسبة تحويل محول التيار.

عند حدوث عطل داخل منطقة الحماية، بشكل أولى يمكن الافتراض بأن قيم  $Z_d$ ,  $X_Ea$ ,  $X_Eb$  عالية جداً. عندها ستتجه التيار  $I_b/N$ ,  $I_a/N$  بشكل إيجاري نحو المرور عبر الممانعات الكبيرة في الاتجاه الذي يؤدي إلى نشوء جهد عالي عبر الفرع التفاضلي، مما يؤدي إلى عمل الزاحل. إذا حدث عطل خارجي على الخط B، بفرض أنه لا يوجد إشباع لمحول التيار، فسيكون التيار  $I_b/N$  مساوياً للتيار  $-I_a/N$ . يدور هذا التيار حول الحلقة الخارجية دون أن يؤدي ذلك إلى نشوء أي جهد عبر الزاحل. الآن، بفرض أنه حدث نفس العطل لكن بوجود إشباع كامل لمحول التيار، عندئذ تكون  $X_Eb$  مساوية للصفر تقريباً، مما يؤدي إلى نشوء جهد عبر الزاحل مساوٍ إلى  $(R_{Lb}+R_{Sb})I_a/N$ . عادةً يكون هذا الجهد، الذي يعتبر الأساس لتعبير الزاحل، أقل بكثير من الجهد الناتج عن أصغر تيار عطل داخلي. يؤدي استخدام محول تيار ذي ملفات أصغر وأسلاك توصيل ذات مقاومات أقل إلى السماح بتعبير أقل وحساسية أكبر للزاحل. يجب أن يكون لكل محولات التيار نفس نسبة التحويل ويجب أن يكون لها أقل تسرب ثانوي. يمكن الحصول على هذا

باستخدام محولات تيار ذات ملفات موزعة على قلوب حلقة وموصلة إلى التفريعة الأعظمية، لا يوصى هنا باستخدام محولات تيار مساعدة.

#### إجابة السؤال الثاني: تعاليل (12=6\*2):

- لأجل تنسيق عمل زواجل التيار الزائد ذات المميز العكسية في الشبكات الكهربائية، ولأجل تعديل زواجل التيار الزائد اللحظية التأثير، وأختيار قوام الدارة المناسبة، ولحساب الممانعة المقاسة من قبل زاجل الحماية المسافية عند حدوث الأعطال الثلاثية الطور.
- لأجل تعديل زواجل التيار الزائد للحماية من التصر من التصر بين الأطوار كونها تكون أصغر تيارات التصر بين الأطوار، ولحساب الممانعة المقاسة من قبل زاجل الحماية المسافية عند حدوث الأعطال الثلاثية الطور.
- لأجل تعديل زواجل التيار الزائد الأرضية للحماية من الأعطال الأرضية كونها تكون أصغر تيارات عطل من بين تيارات الأعطال الأرضية، ولحساب الممانعة المقاسة من قبل زاجل الحماية المسافية عند حدوث الأعطال الأرضية.
- لتجنب الفصل غير المرغوب فيه نتيجة للوصول (أو التغطية) الزائد للزاجل الناتج عن أخطاء الزاجل ومحولات الجهد والتيار والحالات العابرة أثناء العطل.
- لأجل الأخذ بالحسبان الوصول المتعدد (نقض التغطية) للزاجل الناتج عن مقاومة القوس الكهربائي، وعن منابع التيار المتوضعة بين طرفي الخط، وعن الأخطاء في المعطيات المتوفرة لأجل التعديل الأولي للزاجل، وعن الأخطاء في محولات القياس، وعن القياسات المنفذة من قبل الزاجل.
- وذلك لأن خطة لحماية هذه لا تتأثر بتارجح الاستطاعة أو بالخروج عن التوازن أو بتيار التتابع الصفرى المتحضر عن الخطوط المتوازية.

#### إجابة السؤال الثالث: (13):

أ. تحديد نسب تحويل محولات التيار اللازمة لحماية هذا المحول:

$$I1(Id) = 125 * 1.2 * 1000 / (\sqrt{3} * 25) = 3464.10161 \text{ A Primary} \Rightarrow CT1 = 4000/5$$

$$I2(Iy) = 125 * 1.2 * 1000 / (\sqrt{3} * 230) = 376.52784 \text{ A Primary}$$

$$\Rightarrow I2 * \sqrt{3} = 652.173913 \text{ A} \Rightarrow CT2 = 800/5$$

بـ. حساب التيار التفاضلي المار في أحد أطوار الزاجل:

$$I11(sec) = I1/CT1 = 3464.10161/800 = 4.330127 \text{ A}$$

$$I22(sec) = I2/CT2 = 376.52784 / 160 = 4.0760869 \text{ A}$$

لتقليل الفرق بين هذه التيارات يمكن استخدام تفريعة الزاجل 4.3 من جهة CT1 و تفريعة الزاجل 4 من جهة CT2

ومنـ:

$$4.330127/4.3 = 1.007006, 4.0760869/4 = 1.019021$$

$$\Rightarrow Idif = 0.0120157 \text{ A} \Rightarrow Idiff\% = 1.2015\%$$

تـ. تحديد الميل الأصغرى اللازم لمعيبة تشغيل هذا الزاجل:

$$Idiff\% + CT\ error\% + ULTC\% + safe\ margin = 1.2015\% + 5\% + 5\% + 5\% = 16.2\%$$

$$\Rightarrow Slope = 20\%$$

ثـ. أصغر قيمة لنبار قصر المحول التي سيتحسس بها الزاجل التفاضلى من جهة الجهد 230 KV

$$(800/5) * 0.25 * 4/5 = 32 \text{ A}$$