

## 1.6.2. دارة التثويم ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة :

آ- عمل دارة التثويم ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية صرفسة (الشكل 23.2 ، أ) :

تتناوب ديودات هذه الدارة العمل فيما بينها كل  $\frac{1}{3}$  من دور الشبكة ،  
ودائما يكون واحد من الديودات الثلاثة في حالة تمرير ، حيث ان التيار يمر من  
خلال الديود الذي يكون كمون مصعده اكثر ايجابية من كمون مصاعد باقي الديودات  
( القطبية تؤخذ نسبة الى كمون النقطة المشتركة للمحولة ) .

حسب الشكل ( 23.2 ، ب ) نجد أن في اللحظة  $\theta_1$  يكون  
الطور  $u_a$  هو الطور الوحيد الموجب ، لذلك فان التيار  $i_a = i_d$  يمر عبر  
الديود  $D_1$  ، وفي اللحظة  $\theta_2$  يتوقف التيار عن المرور من خلال  $D_1$  ليبدأ  
بالمرور من خلال  $D_2$  ، ويستمر هذا الديود بتمرير التيار حتى اللحظة  $\theta_3$  ،  
حيث يتوقف عندها التيار عن المرور من خلال الديود  $D_2$  وينتقل ليتابع مروره من  
خلال الديود  $D_3$  حتى اللحظة  $\theta_4$  ، وعندها ينتقل التيار من جديد الى  
الديود  $D_1$  ، وهكذا تتكرر العملية .

ان عملية انتقال التيار من ديود لآخر ( عملية الابدال ) تتم بشكل آني  
اذا اعتبرنا أن المحولة مثالية . وبالتالي فان عملية انتقال التيار هذه تتم في نقاط  
تقاطع المنحنيات الجيبية لجهود الأطوار الثلاثة ، لذلك تسمى هذه النقاط  
بنقاط الابدال الطبيعي أو نقاط الفتح الطقائي للديودات (النقاط  $\theta_2$  ،  $\theta_3$  ،  
 $\theta_4$  ،  $\dots$  ) ومن هنا نستنتج ان منحنى الجهد المقوم  $u_d$  هو عبارة عن الخط  
المنحني المتشكل من الأقسام العلوية لجهود الأطوار الثلاثة الثانوي المحولة ،  
نبين منحنى الجهد المقوم بالخط العريض على الشكل ( 23.2 ، ب ) ، كما  
ونبينه بشكل مستقل على الشكل ( 23.2 ، ج ) . وبالنسبة للحمولة الأومية

يطبق على الديود D1 يكون  $u_{ca} = u_c - u_a$  ، وعلى الشكل (23.2 ، ز) نبين منحنى الجهد العكسي على الديود D1 من الشكلين (23.2 ، ب و 13.2 ، ز) نجد ان منحنى الجهد العكسي على الديود D1 يتشكل من اقسام من المنحنيات الجيبية للجهد الخطين  $u_{ba}$  و  $u_{ca}$  المنطقه المظلمة على الشكل (23.2 ، ب) .

يتم الحصول على القيمة الوسطية للجهد القوم في هذه الدارة بالطريقة

المعتادة :

$$U_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_d dt \quad (108.2)$$

واعتمادا على الشكل (24.2) نكتب :

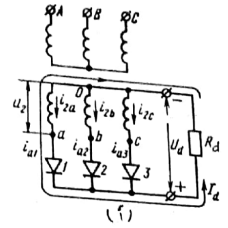
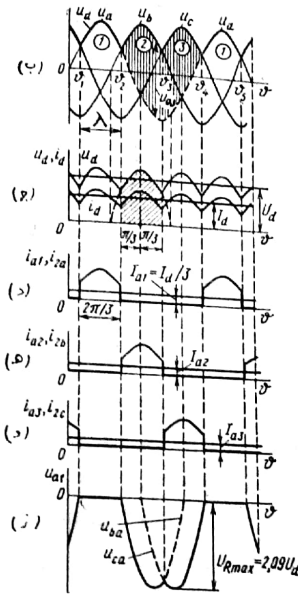
$$U_d = \frac{1}{2\pi/m} \int_{-\pi/m}^{+\pi/m} u_d d\theta = \frac{m}{2\pi} \int_{-\pi/m}^{+\pi/m} u_{dmax} \cdot \cos\theta d\theta = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} U_2 \times \sin \frac{\pi}{m} \quad (109.2)$$

والعلاقة الاخيرة تعطينا القيمة الوسطية للجهد القوم بالنسبة لجميع دارات التقويم (من اجل  $m \geq 2$ ) ، وذلك باستبدال  $m$  بقيمتها الموافقة لدارة التقويم اللازمة .

وما ان  $m = 3$  في دارة التقويم ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة انا القيمة الوسطية للجهد القوم في هذه الدارة تساوى :

$$U_d = \frac{\sqrt{2} \cdot 3}{\pi} U_2 \sin \frac{\pi}{3} = 1,17 U_2 \quad (110.2)$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي ، كما سبق ونكرنا ، تساوى مطال جهد الخط في الملف الثانى للمحولة ، أى :



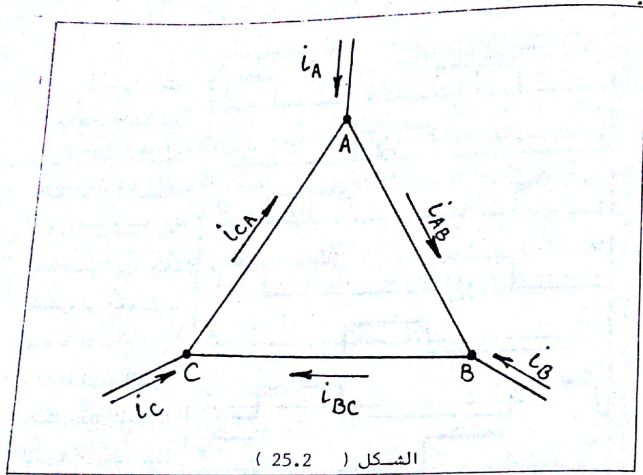
الصرفة فان منحنى التيار القوم  $i_d$  يكرر شكل منحنى الجهد  $u_d$  ( الشكل 23.2 ، ج) ويكون تردد التوجات في منحنى هذا الجهد اكبر بثلاث مرات من تردد شبكة التغذية ( $m = 3$ ) ، والتيار المار من خلال الديود في هذه الحالة هو نفس التيار في الملف الثانى للمحولة .

الشكل (23.2)

دارة التقويم ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة ومخططاتها الزمنية المحولة (أومية صرفة)

اما الجهد العكسي المطبق على الديود عندما يكون في حالة انقطاع عن التمرير فيتشكل من جهد اطوار الديود المغلق والديونات

التي تمرر التيار ، فعندما يمرر الديود D2 فان جهدا عكسيا خطيا  $u_{ba} = u_b - u_a$  سوف يكون مطبقا على الديود B1 ، وعندما ييسر الديود D3 بتمرير التيار في اللحظة  $\theta_3$  فان الجهد العكسي الخطي اليسرى



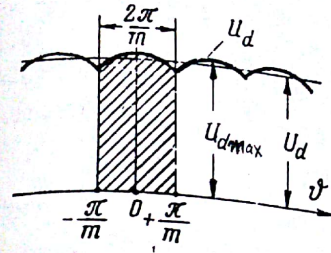
الاولى للمحولة (  $i_{CA}$ ,  $i_{BC}$ ,  $i_{AB}$  ) وكذلك التيارات الخطية لهذا الطرف  
ايضا (  $i_C$ ,  $i_B$ ,  $i_A$  )

لنكتب معادلة القوة المحركة المغناطيسية في نوى المحولة بغية تحديد

توزع التدفق المغناطيسي فيها . تحدد القوة المحركة المغناطيسية للنوى (  $F_O$  )  
كفضل القوة المحركة المغناطيسية للطرف الابتدائي والقوة المحركة المغناطيسية  
للطرف الثانوي للمحولة ، المتوسطة على نواة واحدة :

$$\left. \begin{aligned} F_{OA} &= W(i_a - i_{BA}) = \frac{1}{3} W I_d ; \\ F_{OB} &= W(i_b - i_{BC}) = \frac{1}{3} W I_d ; \\ F_{OC} &= W(i_c - i_{CA}) = \frac{1}{3} W I_d . \end{aligned} \right\} (113.2)$$

$$U_{R \max} = \sqrt{2} U_{2L} = \sqrt{2\sqrt{3}} U_2 = 2,45 U_2 = 2,09 U_d \quad (111.2)$$



الشكل (24.2)

منحنى يوضح كيفية الحصول على القيمة  
الوسطية للجهد المقوم

كما شكل منحنى التيار في الطرف  
الاولى للمحولة تيمك ان يجاهه  
على النحو التالي : في حال  
توصيل الطرف الاولي للمحولة  
بشكل مثلي ، فان تيار  
الطور الواحد يمر بشكل مستقل  
عن باقي الاطوار . وبغية تبسيط  
الدراسة نعتبر ان عدد لفات  
الطرف الاولي يساوي عدد لفات  
الطرف الثانوي (  $W_1 = W_2 = W$  )

وسا ان المحولة تنقل من الطرف الثانوي الى الطرف الاولي المركبة المتغيرة  
نقط ، انا يمكن الحصول على تيار الطور في الطرف الابتدائي عن طريق طرح  
المركبة المستمرة والتي تساوي  $\frac{I_d}{3}$  من التيار في الطرف الثانوي للمحولة :

$$\left. \begin{aligned} i_{AB} &= (i_a - \frac{1}{3} I_d) ; \\ i_{BC} &= (i_b - \frac{1}{3} I_d) ; \\ i_{CA} &= (i_c - \frac{1}{3} I_d) . \end{aligned} \right\} (112.2)$$

ويتم ايجاد التيارات الخطية في الطرف الاولي للمحولة ، كما هو معلوم

بالنسبة للنظام ثلاثي الاطوار عن طريق طرح تيارات الاطوار التي تشترك مع

تيار الخط في نفس العقدة ( الشكل 25.2 ) مثلاً  $i_A = i_{AB} - i_{CA}$

وعلى الشكل ( 26.2 ) بالخط المقطع نبين منحنيات تيارات اطوار الملّف

الآخذ بعين الاعتبار بالشرط التالي :

$$i_A + i_B + i_C = 0 \quad (114.2)$$

وللحصول على قيم التيارات في الملفات الابتدائية للمحولة نستخدم القانون الثاني لكيرشوف بالنسبة للدائرة المغناطيسية . في المجال الذي يكون فيه النيود DI في حالة تمرير ، وبغرض أن  $W_1 = W_2$  نستخدم الدارة المغناطيسية المبينة على الشكل ( 27.2 ، 1 ) نحصل على المعادلات التالية :

بالنسبة للحلقة I :

$$i_a - i_A + i_B = 0 \quad (115.2)$$

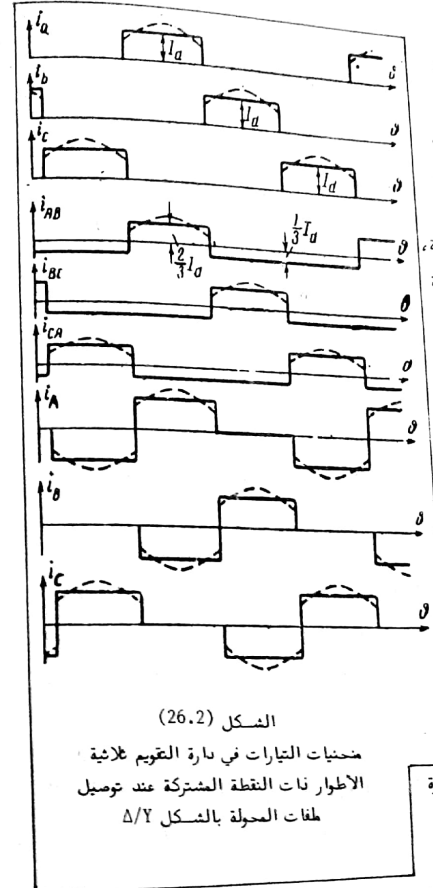
وبالنسبة للحلقة II :

$$-i_B + i_C = 0 \quad (116.2)$$

وحل المعادلات ( 114.2 ) و ( 115.2 ) و ( 116.2 ) حلا مشتركا يمكننا الحصول على قيم التيارات الأولية بواسطة تيار الطور للطرف الثاني :

$$\left. \begin{aligned} i_A &= \frac{2}{3} i_a ; \\ i_B &= -\frac{1}{3} i_a ; \\ i_C &= -\frac{1}{3} i_a . \end{aligned} \right\} \quad (117.2)$$

وعلى الشكل ( 27.2 ، ب ) نبين التوزيع الفعلي للتيارات في ملفات المحولة بالنسبة للمجال الذي يكون فيه النيود DI في حالة تمرير . وكذلك الأمر يمكن ان تجرى عطيات مشابهة بالنسبة للمجالات الأخرى ، عندما يكون النيوان D2 و D3 في حالة تمرير . وعلى الشكل ( 27.2 ، ج ) بالخط



الشكل (26.2)

محتويات التيارات في دارة التقويم ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة عند توصيل ملفات المحولة بالشكل  $\Delta/Y$

تبين لنا جملة العلاقات الأخيرة أن في الشبكات المغناطيسية للمحولة تظهر قوى محركية مغناطيسية غير معوضة، مستمرة في القيمة ووحيدة الاتجاه ، ونتيجة لهذه القوى يتشكل عائق للمغنطة القسرية . تزداد هذه الظاهرة الى تعقيد عمل المحولة ، وذلك بسبب أن عائق المغنطة القسرية يمكن ان يؤدي الى اشباع الدارة المغناطيسية وزيادة تيار المغنطة بشكل ملحوظ . وبغية التخفيف من هذه الظاهرة ينبغي زيادة قطر الدارة المغناطيسية .

اما في حال توصيل الملفات الابتدائية للمحولة توصيلا نجما ، فيجب

لمجال عمل الميود D1 يمكن الحصول عليها اعتمادا على جملة المعادلات :

$$F_{OA} = F_{OB} = F_{OC} = \frac{1}{3} W \cdot i_a \quad (118.2)$$

وبشكل مشابه يمكن ان نحصل على علاقات اخرى بالنسبة لمجال عمل

الميودين D1 و D2 :

$$F_{OA} = F_{OB} = F_{OC} = \frac{1}{3} W \cdot i_b \quad (119.2)$$

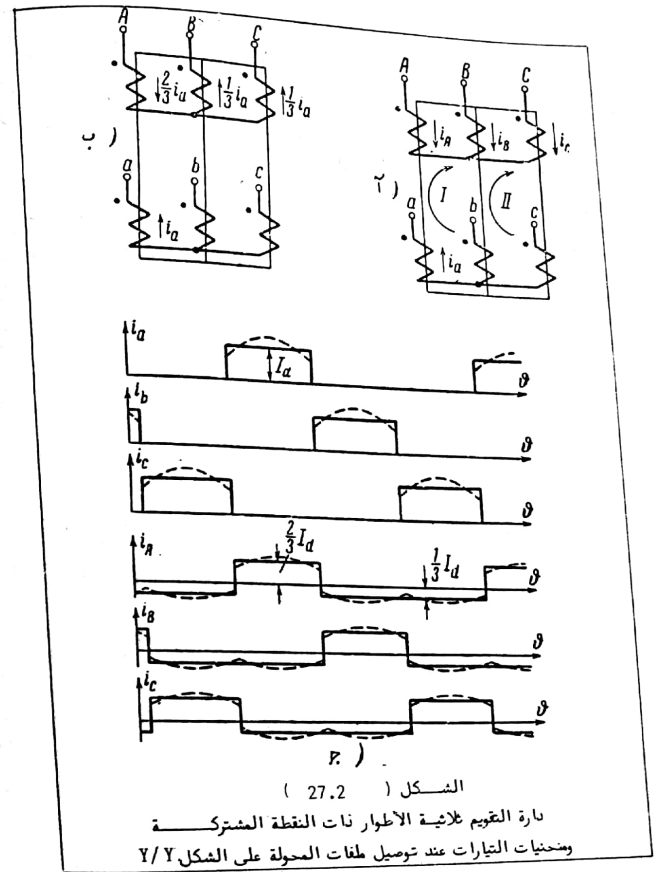
$$F_{OA} = F_{OB} = F_{OC} = \frac{1}{3} W \cdot i_c \quad (120.2)$$

اي ان في كلتا الحالتين ، عندما يكون توصيل الملف الاولي للمحولة نجما او مثلثا فان على كل نواة مغناطيسية تظهر قوة محرركة مغناطيسية غير معوضة ، وهي تساوي ثلث القوة المحركة المغناطيسية التي تتشكل نتيجة للتيار القوم :

$$F_{OA} = F_{OB} = F_{OC} = \frac{1}{3} W \cdot i_d \quad (121.2)$$

بمقارنة شكلي توصيل الملف الاولي للمحولة نجد ان الفارق بينهما يكمن في انه عند التوصيل المثلثي تكون قيمة القوة المحركة المغناطيسية غير المعوضة مكافئة للقيمة  $\frac{I_d}{3}$  وهي لا تتعلق بشكل المحولة ، اما في حالة التوصيل النجمي فان هذه القوة المحركة المغناطيسية غير المعوضة تحتوى على توجات تشابه توجات التيار القوم ويتردد اكبر من تردد الشبكة بثلاث مرات .

وبغية الغاء عتق المغنطة القسرية يمكن ان تلجا الى استخدام التوصيل المتعادل ( Zig-zag ) لللفات الثانوية للمحولة ( الشكل 28.2 ، ا ) .  
في هذا النوع من التوصيل يقسم كل ملف ثانوي الى تسعين بحيث يتوضع هذان القسمان على نواتين مغناطيسيتين متجاورتين ولكن بشكل متعاكس ، وبالتالي فان



المقطع تبين صحنيات التيار في اللفات الثانوية والاولية للمحولة . اما تقيم محملات القوى المحركة المغناطيسية خلال النوى المغناطيسية للمحولة  $F_0$  بالنسبة

تيار الطور يمر من خلال نصف الملف في آن واحد ولكن باتجاهين متعاكسين .  
 هنا يؤدي الى أن القوى المحركة المغناطيسية في النوى المغناطيسية سوف تعوض  
 بشكل كامل وبالتالي لن يكون لتدفق المغنطة وجود في هذه النارة . وعلى الشكل  
 ( 28.2 ، ج ) نبين منحنيات التيارات في الملفات الاولية والثانية للمحولة  
 ( الخط المقطع ) .

من المفيد ان نشير هنا الى ان استخدام التوصيل المتعاكس للملفات  
 المحولة الثانوية يتطلب زيادة كبيرة في كمية النواقل الكهربائية المستخدمة في  
 الملفات ، وذلك لان محاملات جهود اطوار الملفات الثانوية  $u_a$  و  $u_b$  و  $u_c$   
 تتشكل من فصل جهود اطوار أنصاف الملفات الثانوية (  $u'_a$  و  $u'_b$  و  $u'_c$  ) وهي  
 تساوي كما هو واضح من المخطط الشعاعي ( الشكل 28.2 ، ب ) للقيمة  
 التالية :

$$U_2 = \sqrt{3} U'_2 \quad (122.2)$$

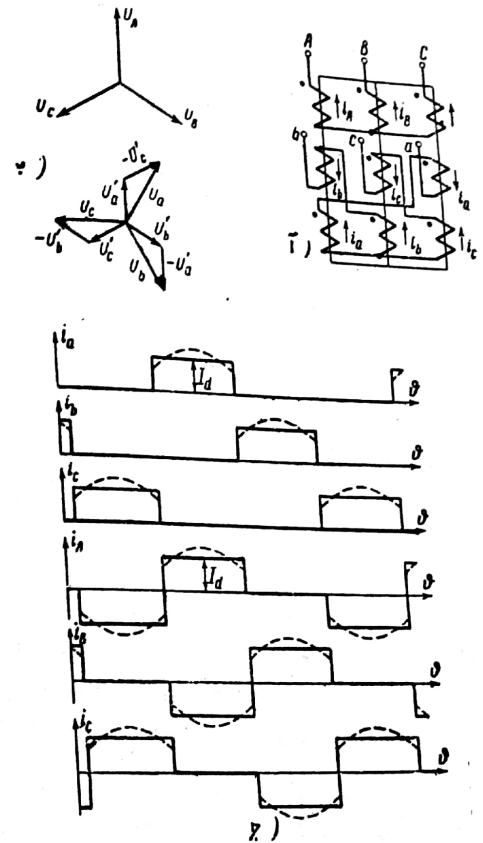
حيث  $U'_2$  - القيمة الفعلية لجهد نصف الملف .

ب - عمل نارة التحويل ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية -  
 تحريضية : الشكل ( 29.2 ، ا ) .

ان استخدام مفاعل نوى محارضة كبيرة نسبيا  
 يؤدي فقط الى تغيير شكل التيارات العارة من خلال اجزاء النارة ، اما  
 منحنيات الجهد القوم والجهد العكسي فتبقى دون تغيير كما في حالة الحمولة  
 الأومية الصرفة الشكل ( 29.2 ، ب ، ج ، ز ) . هذا يعني أن العلاقات  
 التي حصلنا عليها اعلاه بالنسبة لـ  $U_d$  و  $U_{Rmax}$  تبقى نفسها : أي

$$U_d = 1,17 U_2$$

$$U_{Rmax} = 2,45 U_2 = 2,09 U_d$$



الشكل (28.2) نارة التحويل ثلاثية الاطوار ذات النقطة  
 المشتركة ومنحنيات التيارات عند توصيل ملفات المحولة على الشكل Y/Z

ان عمل دارة التحويل هذه على حمولة أومية - تحريضية ، التي يكون فيه التيار مرشحا بشكل جيد هو النظام الأكثر شيوعا . ونمينا يلي نستعرض العلاقات الحسابية للتيارات في مختلف اجزاء الدارة .

القيمة الوسطية والقيمة الفعلية للتيار المار عبر الديود ، وكذلك القيم الفعلية للتيار في الملف الثانى للمحولة  $I_2$  وفي الملف الاولي  $I_1$  لا تختلف باختلاف شكل توصيل ملفات المحولة ، وهي تساوى :

$$I_a = \frac{1}{3} I_d \quad (123.2)$$

$$I_{a \text{ rms}} = I_2 = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \quad (124.2)$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_1^2 dt} = \frac{1}{K_T} \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} I_d \quad (125.2)$$

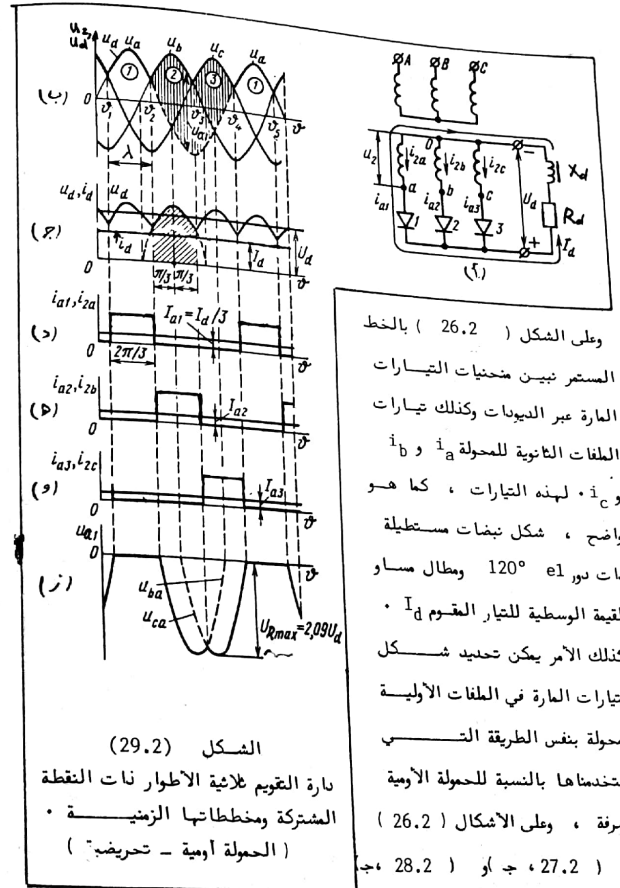
اما قيمة الاستطاعة الحسابية للمحولة فيمكن ان تحسب على النحو التالي: ان الاستطاعات الكلية للملف الاولي والملف الثانى للمحولة عند توصيل ملفات المحولة على الشكل (Y/Y) أو (Δ/Y) بالنسبة لنظام العمل الاسمي ، تساوى :

$$S_1 = 3 U_1 \cdot I_{1n} = \frac{2 \pi}{3 \sqrt{3}} P_{dn} ; \quad (126.2)$$

$$S_2 = 3 U_2 \cdot I_{2n} = \frac{2 \pi}{3 \sqrt{2}} P_{dn} \quad (127.2)$$

ومنه فان الاستطاعة الحسابية للمحولة تساوى :

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{3 \sqrt{6}} [ \sqrt{3} + \sqrt{2} ] P_{dn} = 1,345 P_{dn} \quad (128.2)$$



الشكل (29.2) دارة التحويل ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة ومخططاتها الزمنية (الحمولة أومية - تحريضية) وعلى الشكل (26.2) بالخط المستمر نبين منحنيات التيارات المارة عبر الديودات وكذلك تيارات الملفات الثانوية للمحولة  $i_a$  و  $i_b$  و  $i_c$  لهذه التيارات ، كما هو واضح ، شكل نبضات مستطيلة ذات دور  $e1$   $120^\circ$  ومطال مساو للقيمة الوسطية للتيار القوم  $I_d$  . وكذلك الامر يمكن تحديد شكل التيارات المارة في الملفات الاولية للمحولة بنفس الطريقة التي استخدمناها بالنسبة للمحولة الأومية الصرفة ، وعلى الاشكال (26.2) و (27.2) ، ج أو (28.2) ، ج بالخط المستمر نبين منحنيات التيارات في ملفات المحولة بالنسبة لاشكال توصيل مختلطة (Y/Y ، Δ/Y) .

ل 3 = m على النحو التالي :

$$K_T = \frac{2}{m^2 - 1} = 0.25$$

2.6.2. دارة القويم الجسرية ثلاثية الأطوار :

ان عمل دارة القويم الجسرية على حمولة اومية سرقة لا يخطف كثيرا عمن عطاها على حمولة اومية - تحريضية ، لذلك سوف نستعرض عمل الدارة هذه على حمولة اومية - تحريضية باعتبارها الحمولة الاكثر انتشارا عمليا ، وسوف نعتبر ان  $L_d \rightarrow \infty$  .

نبين على الشكل ( 30.2 ، ا ) دارة القويم الجسرية ثلاثية الاطوار ، وكما هو مبين فان مصاد ثلاث ديونات تتحد في نقطة واحدة لذلك نضع مجموعة النيونات الثلاثة هذه بالمجموعة المصعدية ، اما المجموعة الأخرى التي تتحد فيها مهابط النيونات الثلاث الأخرى فتسمى بالمجموعة المهبطية . وعندما تكون دارة القويم في حالة عمل فان التيار يمر في نفس الوقت من خلال أحد ديونات المجموعة المصعدية وأحد ديونات المجموعة المهبطية . وفي كل لحظة زمنية في المجموعة المهبطية يعمل تلك النيود ، الذي يكون كومن مصعدا اكثر ايجابية من كومن مصعدى النيودين الآخرين ، اما في المجموعة المصعدية فيعمل تلك النيود ، الذي يكون كومن مهبطه اقل ايجابية من كومن مهبطى النيودين الآخرين . اما عطية انتقال التيار من نيود لآخر يليه في نات المجموعة فتتم في نقاط التقاء المنحنيات الجيبية لجهود اطوار اللطف الثانى ، وهذه النقاط كما سبق ونكرنا عمى بنقاط الابدال الطبيعي ( أو نقاط الفتح الطقائي للديونات ) .

نبين على الشكل ( 30.2 ، ب ) منحنيات جهود الاطوار ، وكما هو واضح من هنا الشكل فان كل نيود من ديونات الدارة يعمل خلال  $\frac{1}{3}$  من دور

وفي حال توصيل اللطف الثانى للمحمولة توصيلا متاخلا فان استطاعة اللطف الألفى تنق هي نفسها كما بالنسبة للتوصيل ( Y/Y ) و ( Δ/Y ) ، اما استطاعة الكلية للطف الثانى فيمكن حسابها كالآتي :

$$S_2 = 6 U_2' \cdot I_{2n} = \frac{4 \pi}{3 \sqrt{6}} P_{dn} \quad (129.2)$$

ومن يمكن حساب الاستطاعة الحسابية عند توصيل المحمولة على الشكل Δ/Z أو Y/Z :

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{3 \sqrt{3}} [1 + \sqrt{2}] P_{dn} = 1.46 P_{dn} \quad (130.2)$$

وفي النتيجة نجد ان معامل زيادة الاستطاعة الحسابية للمحمولة بالنسبة للتوصيل Y/Y و Δ/Y يساوى  $K_{inc} = 1.345$  ، اما بالنسبة للتوصيل Y/Z أو Δ/Z فيساوى  $K_{inc} = 1.46$  .

وتجدر الاشارة هنا الى ان استخدام التوصيل Y/Y أو Δ/Y في المحمولة الحقيقية ( غير المثالية ) سوف يورث الى زيادة اضافية في قيمة المعامل  $K_{inc}$  بسبب وجود عمق الغنطلة القسرية .

اما معاملات استخدام النيود بالجهود ومعاملات استخدامه بالتيار فتكون هي نفسها بالنسبة لجميع اشكال توصيل لطفات المحمولة ، وهي تساوى :

$$K_U = \frac{2 \pi}{3} = 2.09$$

$$K_I = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$$

ويحدد عامل التوجات في ضحني جهد الخرج من العلاقة العامة بالنسبة



القوم  $u_d$  بشكل كامل . وكما هو واضح فان تردد توجيات الجهد القوم اكبر بست مرات من تردد الشبكة ( اى  $m = 6$  ).

القيمة الوسطية للجهد القوم  $u_d$  في الدارة الجسرية ثلاثية الاطوار

تساوى :

$$U_d = \frac{1}{2\pi/6} \int_{-\pi/6}^{+\pi/6} u_{dmax} \cos \theta d\theta = \frac{3}{\pi} \int_{-\pi/6}^{+\pi/6} \sqrt{2/3} U_2 \cos \theta d\theta \quad (131.2)$$

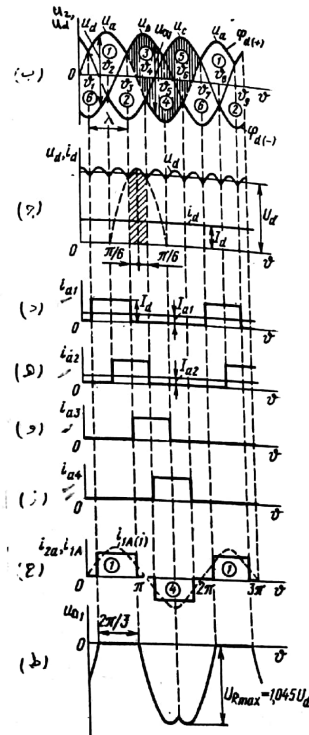
وبشكل نهائي نكتب :

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 = 2,34 U_2 \quad (132.2)$$

اما الجهد العكسي المطبق على الديود المغلق فيساوى الفرق بين كمبرون مبهطه وكمبرون مصعده ، والجزء المظلل على الشكل ( 30.2 ، ب ) يمثل اقسام الجهود المطبقة بشكل عكسي على الديود DI ، وعلى الشكل ( 30.2 ، ط ) نبين بشكل كامل منحنى الجهد العكسي  $U_{Rmax}$  على الديود DI والقيمة الاعظمية لهذا الجهد تساوى مطلق جهد الخط لطف المحولة الثانوى :

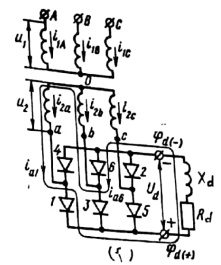
$$U_{Rmax} = \sqrt{2/3} U_2 = 2,45 U_2 = 1,02 U_d \quad (133.2)$$

التيار القوم  $i_d$  عند عمل الدارة الجسرية على حمولة اومية صرفه يكرر شكل منحنى الجهد القوم  $u_d$  ، اما عند عمل الدارة على حمولة اومية تحريضية ( $i_d \rightarrow \infty$ ) فانه يكون مستمرا غير متوجج ( مرشح بشكل مثالي  $i_d = I_d$  ) ( الشكل 30.2 ، خ ) .



الشكل (30.2)

دارة القويم الجسرية ثلاثية الاطوار ومخططاتها الزمنية . (الحمولة اومية - تحريضية)



الشبكة ( اى  $\lambda = \frac{2\pi}{3}$  ) ، اما تسلسل عمل هذه النبوات فيوافق ارقامها حسب الشكل ( 30.2 ، ا ) وفي النتيجة فان كمبرون المهابط المشتركة للدارة ( اى القطب الموجب للدارة القويم ) سوف يتغير حسب المنحنى  $u_{d(+)}$  المبين بالخط العريض على الشكل ( 30.2 ، ب ) الذى يمثل القسم العلوى من منحنيات جهود الاطوار . اما كمبرون المصاعد المشتركة ( اى القطب السالب لدارة القويم ) فيتغير حسب المنحنى  $u_{d(-)}$  المبين بالخط العريض على الشكل ( 30.2 ، ب ) والذى يمثل القسم

السفلى من منحنيات جهود الاطوار . وبالتالي يكون الجهد القوم  $u_d$  عبارة عن  $u_d = u_{d(+)} - u_{d(-)}$  ، وعلى الشكل ( 30.2 ، ج ) نبين منحنى الجهد

$$I_{a \text{ rms}} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \quad (135.2)$$

أما القيم الفعلية لتيارات الاطوار في الملفات الثانية والاولية للمحولة الشكل ( 30.2 ، ح ) ، والتي نلزمنا في حساب مقاطع اسلاك طلفات المحولة ، فتساوي :

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} i_2^2 d\theta} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} I_d^2 d\theta} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_d \quad (136.2)$$

$$I_1 = \frac{1}{K_T} \sqrt{\frac{2}{3}} I_d \quad (137.2)$$

$$\text{حيث ان } K_T = \frac{W_1}{W_2} , \quad i_1 = \frac{i_2}{K_T}$$

الاستطاعة الحسابية للطف الاولي تساوي استطاعة الطف الثاني وتساوي الاستطاعة الحسابية للمحولة :

$$S_1 = S_2 = S_T = 3 U_1 \cdot I_{1n} = \frac{\pi}{3} P_{dn} = 1,05 P_{dn} \quad (138.2)$$

وبالتالي يكون معامل زيادة الاستطاعة الحسابية مساويا الى :

$$K_{inc} = 1,05$$

أما معامل استخدام النويد بالجهد ومعامل استخدامه بالتيار فيساويان :

$$K_U = \frac{\pi}{3} = 1,05$$

$$K_I = 0,577$$

ويحدد عامل التوججات بالنسبة لتارة القويم الجسرية ثلاثة الاطوار اعتمانا

وخلال فترة عمل الدارة يمر تيار المحولة  $i_d$  بشكل كامل من خلال زوج من الديودات، مثلا في المجال  $\theta_3 - \theta_1$  ( الشكل 30.2 ، ب ) ، يمرر الديود D1 في المجموعة المهبطية، وبالتالي فان التيار العار من خلال الديود D1 يساوي التيار القويم ، ويكون له شكل نبضة مستطيلة ( الشكل 30.2 ، د ) وكذلك الأمر يمكن تحديد منحنى التيار العار من خلال الديود D4 الشكل 30.2 ، ز ) . الديودان D1 و D4 موصولان الى الطور a وفرق الصفحة بينهما  $180^\circ$  الشكل ( 30.2 ، آ ) . ويمثل تيارا هذين الديودين مركبات لتيار الطوره . وعلى الشكل ( 30.2 ، ح ) تبين منحنى تيار الطور الثاني a ، وهذا المنحنى يمكن ان يمثل ايضا تيار الطور الاولي a لكن بقياس رسم اخر . ان التشابه بين اشكال التيارات في الملفات الاولية والثانية للمحولة عائد الى ان لمنحنى التيار الثاني شكل متناظر بالنسبة لمحور الزمن وهو لا يحتوى على مركبة مستمرة ، وبالتالي فان شكل التيار الاولي يمكن ان يحدد فقط انطلاقا من شرط تعويض القوة المحركة المغناطيسية للملفات الاولية والثانية .

في حال توصيل الطف الاولي للمحولة : توصيلا مثلثيا فان تيار الطور يبقى كما في حالة التوصيل النجمي ، اما تيار الخط فيمكن ان يحدد كمتوسط لتيارات الاطوار المشتركة .

فيما يلي نورد العلاقات الحسابية للتيارات في دارة القويم الجسرية ثلاثية الاطوار معتبرين بذلك ان هذه التيارات مرشحة بشكل مثالي . أي أن

$$I_d \rightarrow \infty$$

القيمة الوسطية للتيار العار عبر الديود :

$$I_a = \frac{1}{3} I_d \quad (134.2)$$

والقيمة الفعلية لهذا التيار :

على العلاقة العامة :

$$K_r = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{(6)^2 - 1} \approx 0.06$$

- من المزايا الجيدة التي تتمتع بها نارة القويم الجسرية بالعقارة منع النارة ذات المنقطة المشتركة ثلاثية الاطوار يمكن ان ننكر :
- (1) القيمة الصغيرة جدا لعامل تموجات الجهد (  $K_r \approx 0.06$  )
  - (2) الاستخدام الجيد للمحولة ( حيث ان استطاعة المحولة تساوي تقريبيا استطاعة التيار القويم ) ، وفي الكثير من الاحيان لا ناعي لاستخدام المحولة مطلقا .
  - (3) اعدام عتق المغنطة القسرية .
  - (4) قيمة الجهد الاعظم العكسي على النبوء اصغر بمرتين من اجل نفس قيمة الجهد  $U_d$  .

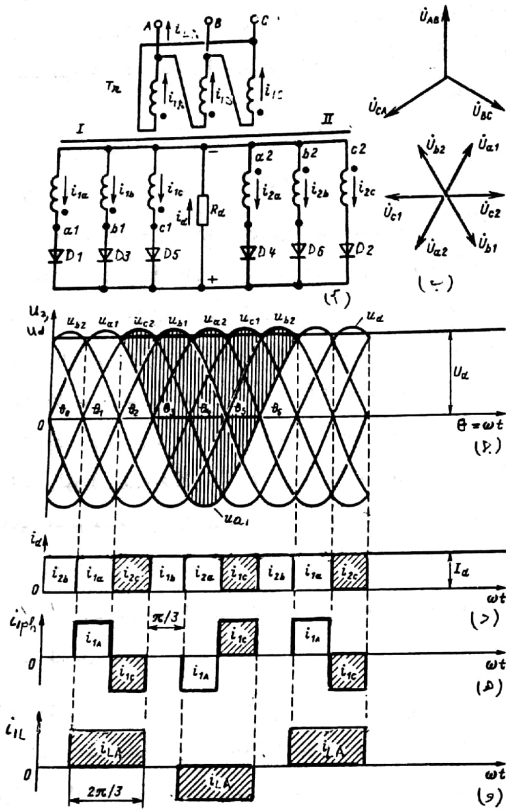
- اما سببات النارة الجسرية فهي تكاد لا تفكر ، منها :
- (1) الزيادة البسيطة في ضياعات نارة القويم بسبب مرور تيار المحولة من خلال نيوبين في آن واحد .
  - (2) استخدام عدد مضاعف من النيونات .
- وبالتالي تعتبر النارة الجسرية من اهم نارات القويم ذات الاستطاعات المتوسطة والكبيرة ، واكثرها انتشارا .
- ندرج في الجدول ( 1.2 ) اهم العلاقات التي تبرز امكانيات ومميزات كل نارة من نارات القويم المستعرضة اعلاه والتي تعتبر من اشهر النارات المستخدمة في الصناعة .

الجدول (1.2)

المعطيات	نارة تقويم المحولة الكلاسيكية	نارة تقويم المحولة المتكيفة وحيدة الطور	نارة تقويم المحولة وحيدة الطور	نارة التقويم الجسرية وحيدة الطور	نارة التقويم ثلاثية الاطوار ذات المنقطة المشتركة	نارة التقويم الجسرية ثلاثية الاطوار
$U_d$	$0.9U_{ph}$	$0.9U_{ph}$	$0.9U_{ph}$	$0.9U_{ph}$	$1.17U_{ph}$	$2.34U_{ph}$
$U_{ph}$	$2.34U_{ph}$	$2.34U_{ph}$	$1.42U_{ph}$	$1.42U_{ph}$	$2.45U_{ph}$	$1.05U_d$
$I_d$	$0.5I_d$	$0.5I_d$	$0.5I_d$	$0.5I_d$	$1/3I_d$	$1/3I_d$
$I_{d, rms}$	$0.785I_d$	$I_d/\sqrt{2}$	$0.785I_d$	$0.785I_d$	$I_d/\sqrt{3}$	$I_d/\sqrt{3}$
$S_1$	$1.23P_{dn}$	$1.11P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.21P_{dn}$	$\sqrt{2}/3 \cdot I_d$
$S_2$	$1.74P_{dn}$	$1.57P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.21P_{dn}$	$1.05P_{dn}$
$S_3$	$1.48P_{dn}$	$1.34P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.23P_{dn}$	$1.21P_{dn}$	$1.05P_{dn}$
$k_U$	3.14	3.14	1.57	1.57	2.09	1.05
$k_I$	0.785	$1/\sqrt{2}$	0.785	0.785	$1/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$
$k_{S1}$	0.483	—	0.483	0.483	0.18*	0.042*
$k_{S2}$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.827	0.955
$k_{S3}$	0.484	0.484	0.484	0.484	0.68	0.311
$m$	2	2	2	2	3	6

7.2. دارة التقويم سداسية الأطوار (أو الضاعفة ثلاثية الأطوار)

1.7.2. دارة التقويم سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة :



الشكل (31.2)

دارة التقويم سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة ومخططاتها الزمنية

ان استخدام دارة التقويم سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة ليس شائعاً في أى من مجالات تقنية الالكترونيات الصناعية ، الا انه من الضروري لنا ان ندرس طبيعة عمل هذه الدارة لكي نتساعنا على فهم أحد أنظمة عمل دارة التقويم سداسية الأطوار ذات فاعل التوازن التي سوف نستعرضها لاحقاً.

لندرس عمل دارة التقويم سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية - تحريضية الشكل ( 31.2 ، أ ) . يكون الملف الثانى للمحمولة فسي هذه الدارة موصولاً على شكل نجمي نى ستة أطوار . وكما هو مبين على هذا الشكل فان بداية كل ملف مشار إليها بنقطة . وعلى الشكل ( 31.2 ، ب ) نبين المخطط الشعاعي لجهود الملفات الأولية والثانية للمحمولة . وكما فسي دارة التقويم ثلاثية الأطوار فان في الدارة سداسية الأطوار أيضاً يجعل ذلك الديود ، الذى يكون كموه مصعده أكثر ايجابية من كموه مصاعد باقي الديودات . وعلى الشكل ( 31.2 ، ج ) نبين المنحنيات الجيبية لجهود الأطوار الثانية .

الديود الأول D1 كما هو واضح من الشكل ، يمر التيار خلال المجال  $\theta_1 - \theta_2$  وفي المجال  $\theta_2 - \theta_3$  يمر التيار من خلال الديود D2 ، من ثم في المجال  $\theta_3 - \theta_4$  يمر من خلال الديود D3 ، وهكذا تتناوب الديودات العمل حسب أرقامها التسلسلية .

وتتم عملية الأبدال هنا أيضاً في لحظات تقاطع جهود الأطوار ( لحظات الأبدال الطبيعي للديودات ) ، وعلى الشكل ( 31.2 ، ج ) بالمخطط العريض نبين منحنى الجهد القوم ، الذى هو عبارة عن القسم العلوى من منحنى جهود الأطوار ، أما تردد التموجات في منحنى الجهد القوم فيساوى

تساويان :

$$I_a = \frac{1}{6} I_d \quad (141.2)$$

$$I_{a \text{ rms}} = I_2 = \frac{1}{\sqrt{6}} I_d \quad (142.2)$$

تبين الدراسات ان التوصيل النجمي للطف الاولي للمحولة سوف يؤدي الى ظهور قوى مغناطيسية محرّكة غير معوضة في النوى المغناطيسية للمحولة وهي تساوي  $(\frac{1}{3} W_2 \cdot I_d)$  وترددها اكبر من تردد الشبكة بثلاث مرات . هذه القوى المحركة المغناطيسية تؤدي الى ظهور عمق للمغنطة القسرية وحيث الطور ، الذي يزيد عمل الدارة تعقيداً ، مما يجعل استخدامها محدوداً جداً ويكاد يكون معدوماً .

لايجاد التيار في اللف الاولي للمحولة ( بدون الأخذ بعين الاعتبار بالقوى المحركة المغناطيسية غير المعوضة ) يمكن أن نلجأ الى نفس الطريقة التي استخدمناها في دارة التحويل ثلاثية الاطوار ذات النقطة المشتركة ، وعلى الشكل ( 31.2 ، و ) وتبين منحني تيار الخط ، اما القيمة الفعلية لهذا التيار فتساوي :

$$I_{1L} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3} K_T} \cdot I_d \quad (143.2)$$

اما القيمة الفعلية لتيار الطور في ثانوي المحولة فتساوي :

$$I_1 = \frac{1}{\sqrt{3} K_T} \cdot I_d \quad (144.2)$$

وتحدد الاستطاعة الحسابية للملفات الاولية والثانوية للمحولة على النحو

التالي :

سنة اضعاف تردد جهة الشبكة  $(m = 6)$  . وما ان منحني الجهد المقوم يحتوى على ستة اقسام متشابهة خلال دور واحد ، انا يمكننا حساب القيمة الوسطية للجهد المقوم  $U_d$  عن طريق اجراء التكامل خلال  $\frac{1}{6}$  من الدور :

$$U_d = \frac{1}{2\pi/6} \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{2} U_2 \cos \theta d\theta = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 1,35 U_2 \quad (139.2)$$

اما منحني الجهد العكسي على الديود فيمكن ان نحصل عليه بالطريقة المعتادة ، وذلك بأن تأخذ الفرق بين كومن مهبط الديود وكومن مصعده خلال فترة انقطاعه عن التبرير . ومن الشكل ( 31.2 ، ج ) واضح انه بالنسبة للديود D1 يكون تغير كومن المهبط بالنسبة لكومن النقطة المشتركة حسب المنحني المتشكل من الأقسام العلوية لجهود الاطوار ( الخط العريض على الشكل ( 31.2 ، ج ) ، اما كومن المصعد فيتغير حسب منحني جهد الطور  $U_{a1}$  والقسم المظلل على الشكل ( 31.2 ، ج ) يبين الفضل بين كومن مصعده الديود ومهبطه .

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على الديود تساوي قيمة اكرمطال لجهد

الخط لثانوي المحولة :

$$U_{Rmax} = 2 \sqrt{2} U_2 = 2,84 U_2 \quad (140.2)$$

وتكون التيارات العارة من خلال الديودات على شكل نبضات مستطيلة ذات

دور  $e1 = 60^\circ$  ، ومطال مساو لقيمة التيار المقوم  $I_d$  ( 31.2 ، د ) وتيار

الديود يكون في نفس الوقت عبارة عن التيار في اللف الثانوي للمحولة .

القيمة الوسطية والقيمة الفعلية لتيار الديود ( او تيار اللف الثانوي )

نواة مغناطيسية في هذه المحولة يتوضع ملفان ثانويان متشابهان ، عندئذ في دارة القويم (I) تكون بدايات الملفات الثانوية موصولة الى مساعد النيودات اما نسي دارة القويم (II) فتكون نهايات الملفات موصولة الى مساعد النيودات . ونتيجة لذلك نحصل على انزياح قدره  $180^\circ$  بين التوصيلين النجميين للطفلين الثانويين.

مفاعل التوازن هنا عبارة عن ملف خائق في دارة مغناطيسية مغلقة على ذاتها ، ويحتوي على وشيعةتين موصولتين كما هو مبين على الشكل ( 32.2 ، 1 ) . ولتسهيل الدراسة نعتبر ان دارة القويم المستخدمة مثالية ، وبالتالي فان تيار المغنطة في مفاعل التوازن سوف يساوي الممر . ان اللجوء الى الدراسة المثالية يمكننا من اهمال طبيعة عمل الدارة الحقيقية على حملات اقل من الحملية الحرجة . وتعرف الحملية الحرجة بانها عبارة عن الحملية الاصفري لدارة القويم التي تكون عندها قيمة المركبة المستمرة للتيار القويم مساوية لتيار المغنطة في مفاعل التوازن . وما ان قيمة الحملية الحرجة في دارة القويم الحقيقية ( غير المثالية ) تعتل تقريبا من 1 % وحتى 2 % من الحملية الاسمية ، اذ التامح الذي اجريناه باعتبارنا ان الدارة مثالية هو مناسب ومعقول .

بغية توضيح مبدأ عمل دارة القويم سنساقية الأطوار نلجأ الى تشييل نارتي القويم ثلاثي الأطوار ( I و II ) بعوللات جهد موصولة على التسلسل : مولد الجهد المستمر (  $E_d''$  و  $E_d'$  ) ومولد الجهد المتناوب (  $e_{AC}''$  و  $e_{AC}'$  ) لمولدان  $E_d''$  و  $E_d'$  في النارة الكافئة ( الشكل 32.2 ، ب ) يظان المركبتين المستمرتين للجهد لكل من نارتي القويم ، اما المولدان  $e_{AC}''$  و  $e_{AC}'$  فيظان المركبتين المتناوبتين ( النقاط الموضوعة على المولدين  $e_{AC}''$  و  $e_{AC}'$  تعبر عن قطبية افتراضية ) . وما ان بين الجهود المتناوبة يوجد انزياح بالصفحة ، انا سوف يظهر انزياح بالصفحة أيضا بالنسبة للقوتين المحركتين الكهربائيتين  $e_{AC}''$  و  $e_{AC}'$

$$S_1 = 3 U_1 \cdot I_{1n} = \frac{\pi}{\sqrt{6}} P_{dn} \quad (145.2)$$

$$S_2 = 6 U_2 \cdot I_{2h} = \frac{\pi}{\sqrt{3}} P_{dn} \quad (146.2)$$

اما الاستطاعة الحسابية الكلية للمحولة فتساوي:

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right] P_{dn} = 1.55 P_{dn} \quad (147.2)$$

وبالتالي فان معامل زيادة الاستطاعة الحسابية للمحولة يساوي :

$$K_{inc} = 1.55 \quad (148.2)$$

اما معامل استخدام النيود بالجهد ومعامل استخدامه بالتيار فيساويان :

$$K_I = \frac{1}{\sqrt{6}} = 0.408 \quad , \quad K_U = \frac{2\pi}{3} = 2.09 \quad (149.2)$$

2-7-2 . دارة القويم سنساقية الأطوار ذات مفاعل التوازن (دارة القويم ثلاثية الأطوار مع وشيعة كولر )

عمل دارة القويم سنساقية الأطوار ذات مفاعل التوازن :

ان طبيعة عمل هذه الدارة على حملية اومية صرفة يختلف اختلافا طفيفا جدا عن عملها على حملية اومية - تحريضية ، حيث ان نوعية الحملية سوف تؤثر فقط على شكل التيارات المارة من خلال مختلف عناصر الدارة ، كما سبق ورأينا .

تألف دارة القويم سنساقية الأطوار ذات مفاعل التوازن الشكل ( 32.2 ، آ ) من نارتي قويم ثلاثي الأطوار ناتا نقطة مشتركة ( I و II ) ، وتعمل هاتان النارتان على حملية مشتركة عن طريق مفاعل التوازن ( Balance Reactor ) .

تتغذى دارة القويم سنساقية الأطوار من محولة ثلاثية الملفات ، وعلى كل

$e''_{AC}$  واستنادا الى ما ذكر نكتب :

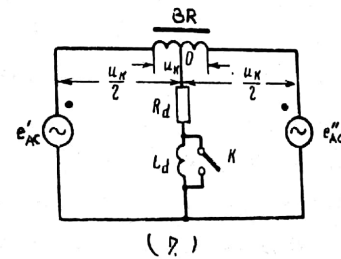
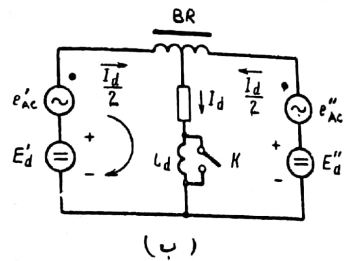
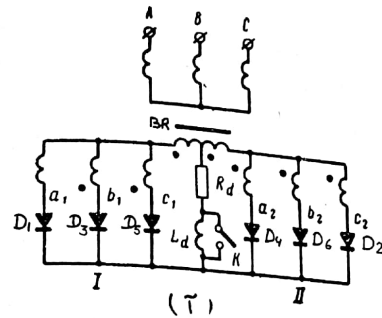
$$u_{dI} = E_d^i + e'_{AC} \quad (150.2)$$

$$u_{dII} = E_d'' + e''_{AC} \quad (151.2)$$

حيث  $u_{dI}$  و  $u_{dII}$  - القيمة الآتية للجهد على خرج دارتي التقويم (II و I) وكما هو واضح من النارة المكافئة فسوف يعمل مولدا الجهد المستمر  $E_d^i$  و  $E_d''$  على الفرع مع الحمولة بسبب تساوي قوتيهما المحركتين الكهربائيتين، وبهذا سوف يوزعان الى تمرير التيار  $I_d$  من خلال الحمولة ، حيث ان كل مولد منهما يعطي نصف تيار الحمولة اي  $\frac{I_d}{2}$  . وبالتالي فان قيمة المركبة المستمرة للجهد على الحمولة  $U_d$  سوف تكون مساوية للقوة المحركة الكهربائية المستمرة (  $U_d = E_d^i = E_d''$  ) . ان مرور تيارين مستمرين متساويين من خلال وشيعتي مفاعل التوازن سوف يؤدي الى ظهور قوى محركة مغناطيسية باتجاهين متعاكسين ، وهذا سوف لن يؤدي الى تغيير في الحالة المغناطيسية لدارة المفاعل المغناطيسية ، وانطلاقا من هنا يمكننا ان نبسط النارة المكافئة الى درجة كبيرة ، حيث نترك فيها مولدى الجهد المتناوب فقط ، وبالتالي سوف نستعرض فقط توزع المركبة المتناوبة للتيار . النارة المكافئة التي حصلنا عليها نتيجة لهذا التبسيط مبينة على الشكل ( 32.2 ، ج ) ، وكما هو واضح من هذا الشكل فان فرق القوى المحركة الكهربائية في الحلقة يشكل هبوطا للجهد على مفاعل التوازن ، والقيمة الآتية للجهد على مفاعل التوازن  $u_K$  تساوي :

$$u_K = e'_{AC} - e''_{AC} \quad (152.2)$$

وسبب اثر التحويل الذاتي ( Autotransformer effect ) سوف يظهر على كل وشيعة من وشيعتي مفاعل التوازن جهد مساو  $\frac{u_K}{2}$  ، هذا



الشكل (32.2)

دارة التقويم سداسية الاطوار ذات مفاعل التوازن

وبمساواة العلاقتين ( 156.2 ) أو ( 157.2 ) نجد ان :

$$u_K = u_{dI} - u_{dII} \quad (158.2)$$

نبين على الشكل ( 33.2 ، T ) منحنيات الجهد على خرج كل من مجموعتي التقوم ثلاثي الاطوار ، حيث نبين بالخط المستمر منحنى الجهد المقوم  $u_{dI}$  ( الدارة I ) ، وبالخط المتقطع نبين منحنى الجهد المقوم  $u_{dII}$  ( الدارة II ) ، والقسم المظلل على هذا الشكل يعبر عن القيم الانسيبة للجهد على مفاعل التوازن . وعلى الشكل ( 33.2 ، ب ) نبين بشكـل مستقل منحنى الجهد على مفاعل التوازن ، وكما هو واضح من هذا الشكل فان الجهد  $u_K$  يكون نا شكـل مثلي تقريبا . ومطاله يساوي نصف مطال جهد الطور . اما تردد الجهد على مفاعل التوازن فيساوي ثلاثة اضعاف تردد جهد شبكة التغذية . وللحصول على منحنى الجهد  $u_d$  على الحمولة تخطيطيا نلجأ الى طرح القيمة  $\frac{u_K}{2}$  من المنحنى  $u_{dI}$  ( المنحنى  $\frac{u_K}{2}$  مبين على الشكل 33.2 ، ب بالخط المتقطع ) . وعلى الشكل ( 33.2 ، T ) بالخط العريض نبين المنحنى  $u_d$  الناتج . وبوضع القيم الموافقة لجهود الاطوار في العلاقة ( 156.2 ) او ( 157.2 ) يمكننا ان نحصل على علاقة للجهد المقوم : بالنسبة للمجال  $(\theta_1 - \theta_2)$  عندما يكون نيوبدا الطورين  $a_1$  و  $c_2$  في حالة تعزير ، فان القيمة المطلوبة للجهد  $u_d$  تساوي :

$$u_d = u_{dI} - \frac{u_K}{2} = u_{a_1} - \frac{u_{a_1} - u_{c_2}}{2} = \frac{u_{a_1} + u_{c_2}}{2} \quad (159.2)$$

وبنفس الطريقة يمكن ايجاد قيمة الجهد  $u_d$  بالنسبة لباقي مجالات التعزير وكما هو واضح من الشكل ( 33.2 ، T ) فان الجهد المقوم  $u_d$  يتشكل من اقسام منحنيات جيبيية بمطال قدره  $\frac{\sqrt{6}}{2} U_2$  وتردد يساوي ستة اضعاف تردد شبكة التغذية .

انا فرضنا ان معامل الارتباط ( Coupling Coefficient ) بين الوشيعتين يساوي الواحد . ويمكن ايجاد قيمة الجهد المتناوب على الحمولة  $u_L$  على النحو التالي :

$$e'_{AC} = \frac{u_K}{2} + u_L \quad (153.2)$$

وبوضع قيمة  $u_K$  من العلاقة ( 152.2 ) في العلاقة ( 153.2 ) نجد ان قيمة المركبة المتناوبة للجهد على الحمولة تساوي نصف مجموع القوتين المحركتين الكهربائيتين التابعتين لدارتي التقوم :

$$u_L = \frac{e'_{AC} + e''_{AC}}{2} \quad (154.2)$$

وباستعراض الحلقة المضار اليها بالسهم على الشكل ( 32.2 ، ب ) يمكن ايجاد القيمة الآتية للجهد على الحمولة  $u_d$  . بالنسبة لهذه الحلقة نكتب :

$$E'_d + e'_{AC} = \frac{u_K}{2} + u_d = u_{dI} \quad (155.2)$$

وضه :

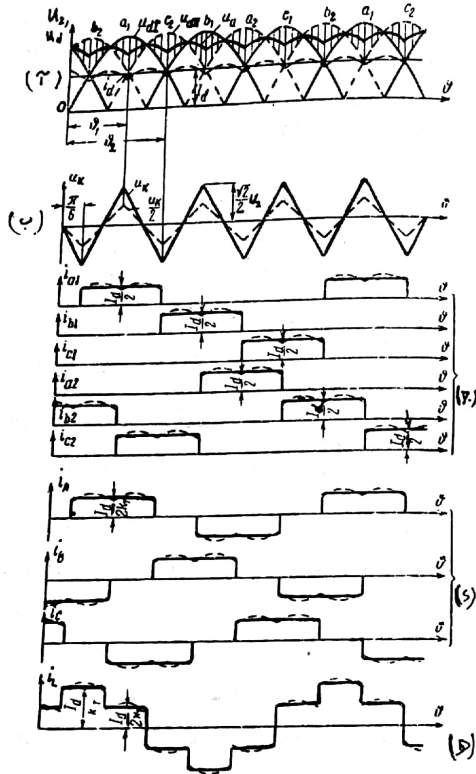
$$u_d = u_{dI} - \frac{u_K}{2} \quad (156.2)$$

وبالنسبة للحلقة الثانية المحتوية على القوتين المحركتين الكهربائيتين  $E''_d$  و

$e''_{AC}$  يمكن ان نحصل على علاقة مشابهة :

$$u_d = u_{dII} + \frac{u_K}{2} \quad (157.2)$$





الشكل ( 33.2 )

المخططات الزمنية لدارة التقويم سداسية الاطوار  
 نات مفاعل التوازن .

لايجاد القيمة الوسطية للجهد المقوم يمكن اللجوء الى مكاملة الجهد  $u_d$  خلال  $\frac{1}{6}$  من دور جهد الشبكة ، حيث ان شكل منحنى الجهد يتكرر ست مرات خلال دور واحد لجهد الشبكة ، وبالتالي نحصل على :

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U_2 = 1,17 U_2 \quad (160.2)$$

اما الجهد العكسي على الثيودر فلا يخطف بظنا عن الجهد العكسي في دارة التقويم ثلاثية الاطوار نات النقطة المشتركة ، وذلك بسبب ان دارتي التقويم ( I و II ) ثلاثيتي الاطوار تعملان بشكل مستقل الواحدة عن الاخرى.

القيمة الاعظمية للجهد العكسي تساوي :

$$U_{Rmax} = \sqrt{6} U_2 = 2,45 U_2 \quad (161.2)$$

عند عمل دارة التقويم على حمولة اومية سرعة الشكل ( 32.2 ،  $\bar{A}$  - الفتح K في وضعية الوصل ) فان منحنى التيار المقوم  $i_d$  يكرر شكل منحنى الجهد المقوم ، وبما ان دارتي التقويم ( I و II ) تعملان على التفرع مع حمولة مشتركة ، فان القيم الانية للتيارات البارة عبر الثيودات سوف تساوي نصف القيم الانية للتيار المقوم ، اي ان منحنى التيار في الثيودات سوف يكرر شكل منحنى التيار المقوم خلال مجالات عمل هذه الثيودات .

اما عند عمل دارة التقويم على حمولة اومية - تحريضية ( الشكل 32.2 ،  $\bar{A}$  الفتح K في وضعية الفصل ) ، والتي يكون التيار فيها مرشحا بشكل مثالي، فان التيارات البارة عبر الثيودات سوف تكون على شكل نبضات مستطالية بسمتور  $120^\circ$  e1 ومطال مساو ل  $\frac{I_d}{2}$  .

نبين على الشكل (33.2، ج) بالخط المستمر منحنيات التيارات فسي الثيودات ( تيارات الاطوار الثانوية) بالنسبة الحالة الترشيح المثالي ، وبالخط

أما إذا كان التوصيل مثلثيا ، عندئذ يمكننا إيجاد تيارات الخط بواسطة أخذ الفرق بين تيارات الأطوار المشتركة ( مثلا  $i_A = i_{AB} - i_{CA}$  ) وعلى الشكل ( 33.2 ، هـ ) نبين منحنى تيار الخط عند التوصيل المثلثي للخط المحولة الأولى .

نستعرض فيما يلي علاقات التيارات في الدارة بالنسبة لنظام الترشيح المثالي للتيار .

القيمة الوسطية والقيمة الفعلية للتيار عبر الديد تساويان :

$$I_a = \frac{1}{6} I_d \quad (163.2)$$

$$I_{a.rms} = I_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}} I_d \quad (164.2)$$

إن التيارات التي تمر عبر الديدات تكون في نفس الوقت هي ذات التيارات الدارة في الملفات الثانوية للمحولة (  $I_2$  ) أما القيمة الفعلية للتيار في الملف الأولي للمحولة فتساوي :

$$I_1 = \frac{1}{2K_T} \sqrt{\frac{2}{3}} I_d = \frac{1}{K_T} \cdot \frac{I_d}{\sqrt{6}} \quad (165.2)$$

ويكون معامل استخدام الديد بالجهد ومعامل استخدامه بالتيار مساويان إلى:

$$K_U = \frac{2\pi}{3} = 2,09$$

$$K_I = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,288$$

وتحدد الاستطاعة الحسابية للطين الأولي والثانوي للمحولة على النحو التالي :

المقطع بالنسبة للمحولة الأولية المبرفة . ويمكننا الحصول على التيارات في ملفات المحولة الأولية من العلاقات التالية :

$$\left. \begin{aligned} i_A &= (i_{a_1} - i_{a_2}) \frac{1}{K_T} \\ i_B &= (i_{b_1} - i_{b_2}) \frac{1}{K_T} \\ i_C &= (i_{c_1} - i_{c_2}) \frac{1}{K_T} \end{aligned} \right\} \quad (162.2)$$

حيث :  $i_{a_1}, i_{a_2}, i_{b_1}, i_{b_2}, i_{c_1}, i_{c_2}$  - القيم الآتية لتيارات الأطوار الثانوية

$i_A, i_B, i_C$  - القيم الآتية لتيارات الأطوار الأولية .

$W_1, W_2$  - عدد لفات الملف الأولي والملف الثانوي للدارة

$$(K_T = \frac{W_1}{W_2})$$

تم الحصول على معادلات التيارات الأولية من شرط تعويض القوى المحركة

المغناطيسية للملفات الأولية والثانوية للمحولة .

في هذه الحالة لا تظهر أية مركبة مستمرة للتيار المغناطيسي في دائرة

المحولة المغناطيسية ، وذلك بسبب مرور تيارات متعاكسة بالاتجاه من خلال

الملفات الثانوية المتوضعة على نفس النواة المغناطيسية ، وبالتالي فإن هـ

يؤدي إلى التعويض الكلي للمركبات المستمرة للقوى المحركة المغناطيسية في

النوى المغناطيسية .

واستنادا إلى جملة العلاقات ( 162.2 ) تم رسم منحنيات تيارات الأطوار

في الملفات الأولية للمحولة ( الشكل 33.2 ، د ) ، وأنا كان توصيل الملفات الأولية

للمحولة نجما فإن هذه المنحنيات سوف تمثل في نفس الوقت تيارات الخط .

$$U_{eq} = \frac{U_k}{3} K_f \quad (170.2)$$

حيث :  $K_f = \frac{\pi}{2\sqrt{2}}$  - معامل الشكل للمنحنى الجيبي .

تم وضع الرقم 3 في مخرج العلاقة ( 170.2 ) للموافقة بين تردد الجهد لنى يعمل عليه المفاعل وبين تردد جهد الشبكة ( حيث أن تردد الجهد على المفاعل أكبر بثلاث مرات من تردد جهد الشبكة ) . وبالأخذ بعين الاعتبار ان

$$U_2 = \frac{2\pi}{3\sqrt{6}} U_d \quad \text{فاننا نحمل على :}$$

$$U_{eq} = \frac{2\pi}{3\sqrt{6}} \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) U_d \quad (171.2)$$

وتكون الاستطاعة الحسابية لمفاعل التوازن مساوية ل :

$$S_{BR} = \frac{1}{2} U_{eq} \cdot \frac{1}{2} I_d \cdot K_{st} = \frac{\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{6\sqrt{6}} K_{st} \cdot P_{dn} = 0,0286 K_{st} \cdot P_{dn} \quad (172.2)$$

حيث  $K_{st} > 1$  وهو عبارة عن معامل متعلق بطبيعة عمل الفولاذ نسي مفاعل التوازن على تردد مرشح في الدارة الحقيقية . وتتخذ قيمة  $K_{st}$  عادة مساوية  $K_{st} = 2$  ومنه بالنسبة لمفاعل توازن حقيقي ( غير مثالي ) نحمل على :

$$S_{BR} = 0,0573 P_{dn} \quad (173.2)$$

وبالتالي فان الاستطاعة الكلية الحسابية للمحولة وطف التوازن تساوى :

$$S_T + S_{BR} = (1,26+0,073)P_{dn} = 1,32 P_{dn} \quad (174.2)$$

$$S_1 = 3 U_1 \cdot I_{1n} = \frac{\pi}{3} P_{dn} \quad (166.2)$$

$$S_2 = 6 U_2 \cdot I_{1n} = \frac{2}{3\sqrt{2}} P_{dn} \quad (167.2)$$

ومنه نستطيع ان نحمل على الاستطاعة الحسابية الكلية للمحولة :

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \left( \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \right) P_{dn} = 1,26 P_{dn} \quad (168.2)$$

وبالتالي يكون معامل زيادة الاستطاعة الحسابية :

$$K_{inc} = 1,26$$

وللمحصل على الاستطاعة الحسابية لمفاعل التوازن من الضروري أن نعريف

القيمة الوسطية للجهد على طرفيه  $U_k$  :

بما ان منحنى الجهد على مفاعل التوازن يتشكل من أقسام من الضخنيات الجيبية لجهود الأطوار ، انا بكامله المنحنى  $U_k$  في المجال  $\theta = 0 - \frac{\pi}{6}$  ( الشكل 33.2 ، ب ) يمكننا ان نحمل على  $U_k$  :

$$U_k = \frac{1}{\pi/6} \int_0^{\pi/6} \sqrt{2} U_2 \sin\theta \, d\theta = \frac{6\sqrt{2}}{\pi} \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) U_2 \quad (169.2)$$

وانا نسبنا القيمة الوسطية للجهد على مفاعل التوازن  $U_k$  الى الجهد

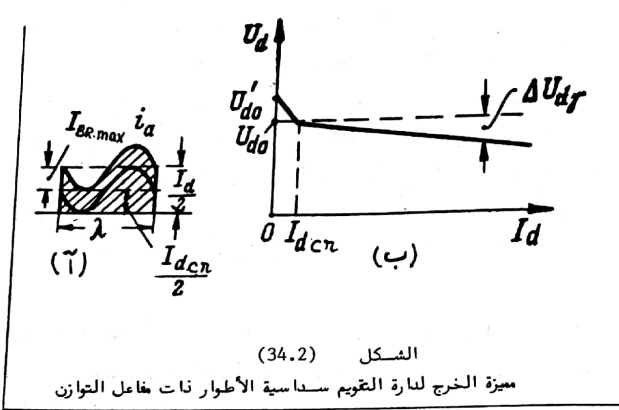
الجيبي المكافئ  $U_{eq}$  والنرى يتغير بتردد جهد شبكة التغذية لحصلنا على :

مميزات الخرج ( الشكل 34.2 ):

لنستعرض مميزات الخرج لدارة التحويل سداسية الأطوار ذات فاعل التوازن عندما  $I_d = \infty$  عند استعراضنا لعمل الدارة بشكل عام سوف نهمل تأثير المقاومات الأومية الفعلية لعناصر الدارة وهبوط الجهد على الديونات ، وسوف نأخذ بعين الاعتبار تأثير هذه القيم على شكل لميزات الخرج فقط بالنسبة لمجال نظام الحمل الطبيعية لدارة التحويل . إن النظام الأول لعمل دارة التحويل سداسية الأطوار ذات فاعل التوازن هو النظام الموافق لعمل هذه الدارة في مجال الحملات التي تتراوح بين تيار العمل على فراغ ( $I_d = 0$ ) والقيمة الحرجة للتيار ( $I_{dcr}$ ) ، الموافقة للنظام الحرج لعمل دارة التحويل هذه . ويظهر هذا النظام عندما تصبح قيمة المركبة المستمرة لتيار الحمل ، التي تمر عبر وشيعة فاعل التوازن ، مساوية لقيمة تيار المغنطة في هذا الفاعل ، وكما نكرنا أعلاه فإن  $I_{dcr} = (1 \div 2) \% I_{dn}$  . وفي مجال النظام الأول ( $0 < I_d < I_{dcr}$ ) لا تتم عملية تعويض القوى المحركة المغناطيسية الناتجة عن المركبات المستمرة لتيار كل من الدارين ثلاثي الأطوار ، وتيار الحمل الذي يمر عبر فاعل التوازن يكون في نفس الوقت عبارة عن تيار المغنطة في فاعل التوازن . وفي هذه الحالة لا يقوم فاعل التوازن بوظيفته ( موازنة الجهدين المقومين لدارتي التحويل ثلاثي الأطوار ) وتبدأ دارة التحويل عليها هنا وكأنها دارة سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة . بالإضافة إلى أنه خلال عملية الإبدال يصبح نصف وشيعة فاعل التوازن موصولاً على التسلسل مع طرف طور المحولة ، وهذا يكتفي عطية إدخال محارضة كبيرة إلى دارة الإبدال .

إن وجود مثل هذه المحارضة الكبيرة في دارة الإبدال يؤدي إلى زيادة الزاوية  $\gamma$  وإلى اطالة فترة الإبدال ، وبالتالي ، وبغض النظر عن أن تيارات

186



الشكل (34.2)

مميزات الخرج لدارة التحويل سداسية الأطوار ذات فاعل التوازن

الحملة تكون صغيرة في منطقة النظام المفكور ، فإن زاوية الإبدال تزداد بشكل ملحوظ مع زيادة الحمل . وهنا ما يفسر الانكسار المفاجئ للميزة الخارجية في هذه المنطقة ( انظر الشكل 34.2 ، ب ) . إن جهد العمل على فراغ في دارة التحويل سداسية الأطوار ذات فاعل التوازن  $U_{d0}^I$  يساوي جهد العمل على فراغ في دارة التحويل سداسية الأطوار ذات النقطة المشتركة :

$$U_{d0}^I = \frac{u_{dmax} \sin \frac{\pi}{m}}{\pi/m} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 1,35 U_2 \quad (175.2)$$

حيث :  $m = 6$  و  $u_{dmax} = \sqrt{2} U_2$  وفي اللحظة التي يبدأ فيها تيار الحمل  $I_d$  بتجاوز القيمة الحرجة  $I_{dcr}$  ، فإن فاعل التوازن يدخل في نظام العمل ويصبح عبارة عن حلقة تقوم بموازنة دارتي التحويل ثلاثي الأطوار ( I و II ) وتتقل دارة التحويل عندئذ من النظام سداسي الأطوار إلى ما يدعى

187

$$I_{K \cdot \max} = \frac{U_{K \cdot \max}}{2 \omega L_K} \quad (178.2)$$

وإذا كانت قيمة التيار الحرج  $I_{dcr}$  معطاة ، عندئذ تكون القيمة المسموحة لمطال تيار التوازن معلومة أيضا :

$$I_{K \cdot \max} = \frac{I_{dcr}}{2} \quad (179.2)$$

وبالتالي نكتب :

$$L_K = \frac{\sqrt{2} U_2}{3 \omega I_{dcr}} \quad (180.2)$$

عادة تأخذ قيمة التيار الحرج ضمن الحدود التالية :

$$I_{dcr} = (1 \div 3) \% I_{dn} \quad \text{عندئذ :}$$

$$I_K = \frac{\sqrt{2}}{3 \omega} \cdot \frac{U_2}{0,02 I_{dn}} = 23,6 \cdot \frac{U_2}{\omega I_{dn}} \quad (181.2)$$

تتمتع دارة التقويم سداسية الأطوار ذات مفاعل التوازن بالمميزات التالية

بالمقارنة مع دارة التقويم الجسرية ثلاثية الأطوار :

( 1 ) القيمة الوسطية للتيار العابر للديود أقل بمرتين ، بالإضافة إلى أن

القيمة الفعلية لهذا التيار أقل أيضا .

( 2 ) المردود أعلى ، وذلك بسبب مرور التيار عبر ديود واحد فقط .

( 3 ) عملية تبريد الديودات بواسطة المشعات تكون أبسط ، حيث يمكن وضع

جميع هذه الديودات على مشع واحد ، وبالتالي فإن الحجم الكلي وكثافة

المشعات تكون أقل .

أما سيئات هذه الدارة بالمقارنة مع الدارة الجسرية فهي :

( 1 ) زيادة التعقيد .

بالنظام المزوج ثلاثي الأطوار ، أو نظام العمل التفرعي لدارتي التقويم . فسي هذه الحالة تنخفض قيمة زاوية الإبدال بشكل ملحوظ بسبب اقتضار دارة الإبدال على محارسات التسرب المغناطيسي في المحولة وشبكة التغذية فقط . أما قيمة الجهد القوم بالنسبة لهذه اللحظة فتساوي قيمة الجهد القوم في دارة التقويم ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة ، ومن الممكن أن نقول بأن هذا الجهد يساوي جهد العمل على فراغ في دارة التقويم سداسية الأطوار ذات مفاعل التوازن :

$$U_{do} = \frac{3 \sqrt{6}}{2 \pi} U_2 = 1,17 U_2 \quad (176.2)$$

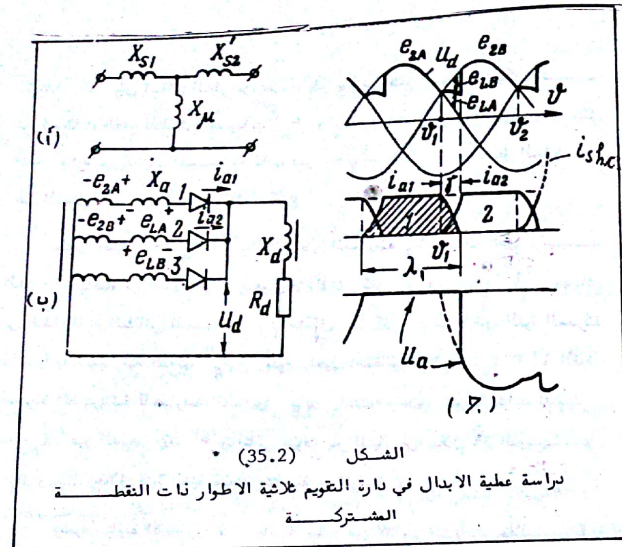
ومن مقارنة العلاقاتين ( 175.2 ) و ( 176.2 ) نرى أن الجهد على خرج دارة التقويم يمكن أن يزيد بنسبة % 15,4 عند الانتقال من النظام التفرعي للعمل على فراغ إلى النظام الفعلي . وعلى الشكل ( 34,2 ، ب ) نبين ميزة الخرج لهذه الدارة . أن ميل مميزة الخرج عند حملات أكبر من القيمة الحرجة (  $I_d > I_{dcr}$  ) ناتج عن عملية الإبدال في كل من دارتي التقويم ثلاثيتي الأطوار ذات النقطة المشتركة . ويأمل ميل هذه المميزة  $A = 0,5$  كما نسي دارة التقويم الجسرية ثلاثية الأطوار .

لنوجد العلاقة بين قيمة المحارضة في مفاعل التوازن وقيمة التيار الحرج . ان

مطال الجهد على مفاعل التوازن يكون أعظما عندما  $\theta = \theta_1$  الشكل ( 33,2 أ ، ب ) ويساوي :

$$U_{K \cdot \max} = \frac{\sqrt{2} U_2}{2} \quad (177.2)$$

أما مطال التيار  $I_K$  في مفاعل التوازن فيمكن إيجاده من العلاقة التالية ، آخذين بعين الاعتبار أن تردد هذا التيار أكبر من تردد جهد التغذية بثلاث مرات :



الشكل (35.2) دراسة عملية الإبدال في دائرة التحويل ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة

$$X_a = \omega L_a = X_s = X_{s2} + X'_{s1}$$

حيث  $X'_{s1}$  - المحارضة التفرعية في البلف الأولي للمحول منسوبة إلى البلف الثاني .

$X_{s2}$  - المحارضة التفرعية في البلف الثاني للمحول .

سوف ندرس عمل دائرة التحويل هذه بالنسبة لمحول أومي - تحريضية ، عندما  $X_d \gg R_d$  ، أي نعتبر أن تيار المحول مرشح بشكل مثالي ، وبالتالي

$$I_d = I_d$$

رأينا سابقاً ، عندما اعتبرنا أن  $X_a = 0$  ، أن الجهد على المحول يتغير حسب المنحني المتشكل من الأقسام العلوية للمنحنيات الجيبية للجهود

(2) الاستطاعة المركبة للثلاثية أكبر ، بالإضافة إلى ضرورة استخدام المحولة .

(3) قيمة الجهد العكسي على الديود أكبر .

(4) شكل ميرة الخرج غير مرضي نسبياً .

وانطلاقاً من الحسنة والسيئات المستعرضة لدائرة التحويل سنساقية الأطوار ذات معامل التوازن فإن استخدامها يتم عادة في الدارات التي تكون تيارات الخرج فيها كبيرة (1000 A وأكثر) .

### 8.2. عملية الإبدال في دارات التحويل :

لنستعرض طبيعة عمل دارات التحويل باعتبار أن المحولات المستخدمة حقيقية (غير مثالية) :

في المحولات ذات الاستطاعات المتوسطة والكبيرة تكون العقاوومات التحريضية لطافات المحولة  $X_{s2}$  و  $X_{s1}$  الناتجة عن عدقات التسرب المغناطيسي (انظر الشكل 35.2 ، أ) أكبر بكثير من مقاومتها الأومية الفعلية ، حيث يتعلق هنا بطبيعة تصميم المحولات .

نعرف عملية الإبدال بأنها عبارة عن عملية انتقال التيار من ديود لآخر يليه بالعمل . وخلال فترة الإبدال يمر التيار من خلال كلا الديودين المشتركين في عملية الإبدال .

لندرس عملية الإبدال على مثال دائرة التحويل ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة ذات الاستطاعة المتوسطة أو الكبيرة . ولتسهيل الدراسة نتقرب من المحارضات التفرعية لللفات الثانوية والأولية إلى دائرة مساعد الديودات (الشكل 35.2 ، ب) وبالتالي نحمل على :

أى أن :

$$e_{LA} + e_{LB} = 0$$

ومنه :

$$e_{LA} = - e_{LB}$$

وبالتالي خلال المجال  $\gamma$  تكون قيمة الجهد المقوم :

$$u_d = e_{2A} + e_{LA} \quad (184.2)$$

$$u_d = e_{2B} + e_{LB}$$

ومنه ، وبعد إجراء عمليات التعويض ، والجمع ، نحصل على :

$$u_d = \frac{e_{2A} + e_{2B}}{2} \quad (185.2)$$

وبالتالي فإن منحنى الجهد المقوم  $u_d$  يتغير خلال فترة الابدال على خط مواق لنصف مجموع الجهتين الآتين المشتركين في عملية الابدال .

تؤدى عملية الابدال الى تشويه منحنيات الجهد المقوم  $u_d$  وتيار الديودات  $i_a$  والجهد العكسي على الديودات  $U_{Rmax}$  ويتحول شكل تيار الديود من شكل النبضة المستطيلة ليصبح على شكل شبه منحرف ، بالإضافة الى ان فترة مرور التيار من خلال الديود تصبح اكبر ، حيث تصبح  $\gamma + \lambda \neq \lambda$  .  
عنا ذلك فانا نلاحظ ظهور انكسار مفاجئ في منحنى الجهد العكسي ، مما يؤدى الى زيادة الضياعات في الديودات نتيجة لمرور التيار العكسي ، ويمكن ان ينتج عن ذلك ظهور جهود لحظية غير مسموحة على هذه الديودات .

ان زيادة تيار الحمل  $I_d$  يؤدى الى زيادة الزاوية  $\gamma$  ، بسبب انه كلما كان التيار اكبر كلما كانت الطاقة المختزنة في الحقل المغناطيسي لتدفق التسرب

الأطوار ، وان انتقال التيار من ديود لآخر يتم في هذه الحالة بشكل آتسي في لحظات الفتح التفاضلي للديودات ( $\theta_1$  و  $\theta_2$  و ... الخ) . ويكون شكل التيار عبارة عن نبضات مستطيلة ذات دور  $\lambda = \frac{2\pi}{3}$  ( الخط المقطوع على الشكل 35.2 ، ج ) .

ولكن عمليا  $X_a \neq 0$  ، وبالتالي فان المحارضة  $L_a$  سوف تعيق تزايد التيار وانخفاضه في الديودات . ولنفرض ان التيار كان يمر عبر الديود D1 ، عندئذ في نقطة الفتح التفاضلي للديود D2 ( الشكل 35.2 ، ب ) فان القوة المحركة الكهربائية للمحارضة الناتجة  $e_{LA}$  سوف تعيق انخفاض التيار  $i_{a1}$  ، أما القوة المحركة الكهربائية للمحارضة الذاتية  $e_{LB}$  فسوف تعيق بدورها تزايد التيار  $i_{a2}$  عبر الديود D2 . وبالتالي سوف يمر التيار من خلال كلا الديودين  $D_1$  و  $D_2$  خلال فترة زمنية معينة متناسبة مع الزاوية  $\gamma$  .

وتعرف زاوية الابدال  $\gamma$  بأنها عبارة عن الزاوية التي يتم خلالها انتقال التيار من ديود لآخر ، وخلالها يكون كلا الديودين في حالة تعريير ، وبالتالي نجد ان طورين من اطوار المحملة يكونان مقصورين على بعضهما عن طريق هذين الديودين ، مما يؤدى الى مرور تيار القصر في الآارة . وتحد من قيمة تيار القصر هذا المحارضات المصعدية . ويكون هذا التيار منطبقا من حيث الشكل على تيار الديود الذى بدأ عمله خلال فترة الابدال  $\gamma$  ( الشكل 35.2 ، ج ) .

لنحدد قيمة الجهد على الحمل خلال فترة الابدال  $\gamma$  ، لدينا :

$$i_{a1} + i_{a2} = I_d = \text{const} \quad (182.2)$$

وباشتقاق المعادلة الأخيرة وضرب طرفيها  $L_a$  نحصل على :

$$L_a \frac{dia_1}{dt} + L_a \frac{dia_2}{dt} = 0 \quad (183.2)$$

وبالتالي تكون معادلة معيزة الخرج على النحو التالي :

$$U_{d\gamma} = U_{do} - \frac{m X_a \cdot I_d}{2 \pi} \quad (189.2)$$

وعلى الشكل ( 36.2 ، ب ) تبين معيزة الخرج لدارة التقويم . وميل هذه المعيزة بالنسبة لدارات التقويم ذات الاستطاعات المتوسطة والكبيرة بشكل أساسي يكون بسبب عطية الابدال ، اما تأثير المقاومات الأومية الفعلية لللفات وهبوط الجهد على الديودات فيكون ضئيلا جدا .

وبالتالي فان عطية الابدال تؤدي الى النتائج السلبية التالية :

(1) انخفاض القيمة الوسطية لجهد الخرج المقوم ، بالإضافة الى ظهور ميل ملحوظ على معيزة الخرج .

(2) زيادة فترة مرور التيار من خلال الديودات بالإضافة الى زيادة القيمة الفعلية لتيارات المحولة .

(3) ظهور انكسارات في منحنى الجهد العكسي على الديود ، التي تؤدي الى ظهور جهود زائدة في الدارة والى زيادة الضياعات في الديودات .

وكما هو واضح من العلاقة ( 189.2 ) فان معيزة الخرج لدارة التقويم

تتعلق بعدد أطوار التقويم  $m$  وبقيمة محارضة التسرب في المحولة .

بغية اجراء المقارنة التحليلية بين مختلف انواع دارات التقويم يلجأ عادة

الى استخدام معيزة الخرج ذات الواحدات النسبية . لهذه الغاية تقسم طرفي

العلاقة ( 189.2 ) على  $U_{do}$  . ويضرب الصورة والمخرج بالقيمة  $I_{dn}$  ،

نحمل على :

$$\frac{U_{d\gamma}}{U_{do}} = 1 - \frac{m X_a I_{dn}}{2 \pi U_{do}} \cdot \frac{I_d}{I_{dn}} \quad (190.2)$$

أكبر . وبالطبع فان زيادة قيمة الزاوية  $\gamma$  تؤدي الى زيادة تشويه منحنى الجهد

المقوم ، وبالتالي تؤدي الى انخفاض القيمة الوسطية لهنا الجهد .

لنكتب معادلة معيزة الخرج  $U_d(I_d)$  لدارة التقويم آخذين بعين

الاعتبار عطية الابدال :

انا اهلنا الضياعات في الديودات وكذلك المقاومات الأومية الفعلية لللفات

المحولة ، عندئذ يكون :

$$U_d = U_{do} - \Delta U_{d\gamma} \quad (186.2)$$

حيث :  $U_{do} = \frac{U_{dmax} \cdot \sin \pi/m}{\pi/m}$  - القيمة الوسطية لجهد الخرج المقوم عند العمل على فراغ .

$\Delta U_{d\gamma}$  - القيمة الوسطية لهبوط الجهد الناتج عن عطية الابدال .

وبالنسبة لدارة التقويم ذات  $m$  طور تقويم ( الشكل 36.2 ، آ ) فان

القيمة الوسطية لهبوط الجهد الناتج عن عطية الابدال تساوي :

$$\Delta U_{d\gamma} = \frac{1}{2} \frac{1}{\pi/m} \int_0^\gamma e_L d\theta = \frac{m}{2\pi} \int_0^\gamma L_a \frac{dia}{dt} d\theta \quad (187.2)$$

وبما ان  $\omega L_a = X_a$  ،  $d\theta = d(\omega t) = \omega dt$

والتيار  $i_a = 0$  عندما  $\theta = 0$

و  $i_a = I_d$  عندما  $\theta = \gamma$  ، انا نكتب :

$$\begin{aligned} \Delta U_{d\gamma} &= \frac{m}{2\pi} \int_0^\gamma L_a \cdot \omega \cdot dia = \frac{m}{2\pi} \int_0^\gamma X_a \cdot dia = \\ &= \frac{m}{2\pi} X_a \cdot I_d \end{aligned} \quad (188.2)$$



حيث :  $A = \frac{m}{2 \pi a b}$  - عامل متعلق بنارة التحويل .

- جهد النارة القصوى في المحولة -  $\frac{I_{1n} X_1}{U_{1n}} = \frac{u_k \%}{100}$

بالنسبة لنارة التحويل الجسرية ثلاثية الأطوار ، لنسا  $a = \sqrt{\frac{2}{3}}$

و  $b = 2,34$  و  $m = 6$  ، لذلك  $A = 0,5$  أما بالنسبة لنارة التحويل

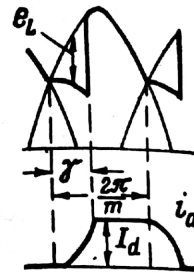
ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة فيكون  $A = 0,87$  .

وبالتالي بمعرفة عامل النارة  $A$  وقية جهد النارة القصوى في المحولة

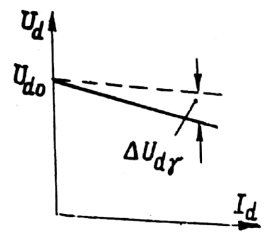
يمكن ان نحدد مقدار الهبوط النسبي لجهد الخرج عند التيار الاسمي :

$$\frac{\Delta U_{d\gamma}}{U_{do}} = \frac{A \cdot u_k \%}{100} \quad (191-2)$$

197



(أ)



(ب)

الشكل (36.2)

أ - مخططات تبين تأثير عطية الابدال على الجهد والتيار التحويلين

ب - معيرة الخرج الموافقة .

لنستخدم الرموز التالية :

$$I_{dn} = \frac{I_{1n}}{a K_T} \quad \text{وبالاخذ بعين الاعتبار ان} \quad \frac{U_{d\gamma}}{U_{do}} = U_{d\gamma}^* \quad \text{و} \quad \frac{I_d}{I_{dn}} = I_d^*$$

$$X_a = X_1 \cdot K_T^2 \quad \text{و} \quad U_{do} = 8 K_T \cdot U_{1n}$$

حيث :  $a$  و  $b$  - معاملان متعلقان بنوع نارة التحويل .

$K_T$  - معامل تحويل المحولة

$X_1$  - المحارضة التسرية ( Leakage Reactance ) منسوبة الى

لف المحولة الأولى . وبالتالي فان العلاقة ( 190.2 ) تتحول الى الشكل التالي :

$$U_{d\gamma}^* = 1 - \frac{m}{2 \pi a b} \cdot \frac{I_{1n} X_1}{U_{1n}} \quad I_d^* = 1 - \frac{A u_k \%}{100} \cdot I_d^*$$

196

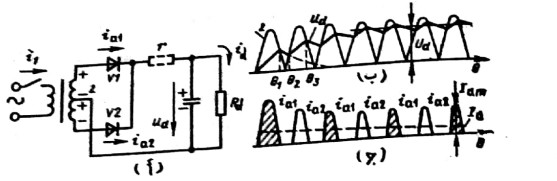
## 9.2. أمثلة وتطبيقات عملية :

مهمة عن كيفية حساب نارات التحويل ذات المرشح السعوي :

عند استخدام المكثف C لترشيح توجات الجهد المقوم في الدارة المبينة على الشكل ( 1 ، 37.2 ) فان الجهد  $u_d$  على الحمل سوف يتزايد من دور لآخر تدريجياً ( الشكل 37.2 ، ب ) وفي المجالات التي يكون فيها  $u_d > u_2$  ، مثلاً عندما  $0 < \theta < \theta_1$  ، يفتح الديود D1 ، وبالتالي يشحن المكثف C بنضية التيار  $i_{d1}$  ( الشكل 37.2 ، ج ) ، وفي هذه الحالة يطبق فرق الجهدين  $(u_2 - u_d)$  على المقاومة r ، التي تكون عبارة عن مجموع مقاومة الديود والمقاومة الكلية الضمنية لطقات المحلولة . وفي المجال  $\theta_1 < \theta < \theta_2$  عندما  $u_2 < u_d$  ، يغلق الديود D1 ويبدا المكثف بتفريغ شحنته جزئياً على الحمل .

مع تزايد الجهد  $u_d$  تتخفف فترة مرور تيار شحن المكثف ، اما فترة تفريغه فتزداد ، لذلك بعد مضي فترة زمنية قصيرة يبدأ الجهد  $u_d$  بالتأرجح حول قيمته الوسطية  $U_d$  .

وبسبب فترة التمرير الصغيرة للديود عند عمل الدارة في نظام الاستقرار ، فان القيمة الاعظمية لتيار الديود  $I_{a \max}$  يمكن ان تتجاوز القيمة الوسطية له بـ 5 - 7 مرات ( الشكل 37.2 ، ج ) ، وتصبح هذه الزيادة اكبر في بداية تشغيل الدارة ، وبالتالي للحد من قيمة تيار الشحن الابتدائي للمكثف يتم عادة اضافة مقاومة اضافية r الى دارة التحويل ، وبالتالي فان هـ المقاومة تشكل مع المكثف C "مرشحاً" RC النوع .



الشكل (37.2)

- ا- دارة التحويل الصغرية وحيدة الطور مع مرشح سعوي .  
ب ، ج - المنحططات الزمنية للجهود والتيارات في الدارة .

وكلما كانت مقاومة الحمل  $R_d$  اكبر ، كلما كان الثابت الزمني لتفريغ المكثف  $\tau = CR_d$  اكبر ، وكلما أصبحت أكبر قيمة  $U_d$  ، التي تصبح مساوية  $U_{d0} = \sqrt{2} U_2$  عند عمل الدارة على فراغ . وزيادة  $\tau$  تصبح توجات جهد الخرج اقل .

وبالتالي تتميز دائرة التحويل ذات الحمل السعوية عن حالة الحمل الأومية الصرفة بما يلي :

- فترة مرور التيار المصعدى أقل ومطاله أكبر .
- قيمة جهد الخرج  $U_d$  أكبر .
- التوجات اقل .
- تتعلق القيمة الوسطية لجهد الخرج تعلقا كبيرا بمقاومة الحمل .

يجرى حساب نارات التحويل ذات المرشح السعوي بطريقة Terentev المستعرضة أدناه ، والتي تهمل فيها توجات جهد الخرج ، معتبرين بذلك أن دارة التحويل تعمل على قوة محرركة كهربائية عكسية  $U_d$  ثابتة ( الشكل 38.2 ، أ ) ، وبهذا التسامح تصبح نبضة التيار متناظرة . لرمز السى

عزوة مرور هذه القيمة بالفرق  $\delta$  ، حيث نسمى الزاوية  $\delta$  بزاوية قطع التيار المعصومي . ويمكن تحديد القيمة الآتية للتيار المعصومي من قيمة هيبوط الجهد عند  $\delta = 90^\circ$  على العلاقة (192.2) :

$$I_a = \frac{U_2 - U_d}{r} \quad (192.2)$$

حيث يكون الجهد  $U_2$  على الطرف الثاني للمحول مساوياً إلى :

$$U_2 = \sqrt{2} U_1 \cos \delta$$

أما الجهد على المحولة فيمكن ان يتحدد عن طريق زاوية القطع (المشكل

2 - 19) ، وذلك بوضع  $U_2 = \sqrt{2} U_1 \cos \delta$  في العلاقة (192.2) :

$$I_a = \frac{\sqrt{2} U_1}{r} (\cos \delta - \cos \delta_0) = \frac{U_d}{r} \left( \frac{\cos \delta}{\cos \delta_0} - 1 \right)$$

القيمة الوسطية لتيار المحولة :

$$I_d = \frac{1}{\pi} \int_{-\delta_0}^{\delta_0} I_a d\theta = \frac{U_d}{\pi r} \int_{-\delta_0}^{\delta_0} \left( \frac{\cos \theta}{\cos \delta_0} - 1 \right) d\theta = A \cdot \frac{2U_d}{\pi r} \quad (193.2)$$

حيث A - معامل حسابي متعلق بالزاوية  $\delta_0$  .

وبالتالي من العلاقة (193.2) نحصل :

$$A = \frac{\pi r I_d}{2U_d} = \frac{\pi r}{2R_d}$$

يتم اجراء حساب نارة التقييم وفق التسلسل التالي :

(1) انطلاقاً من قيمة  $R_d$  و  $r$  يتم تحديد المعامل A .

(2) يتم تحديد قيم جميع الجهود والتيارات من النارة ، وبسهولة الحساب

يمكننا استخدام المعاملات المساعدة B و F و D ، التي تحسب

توابعاً للمعامل A . وتكون العلاقات الحسابية بالنسبة لتيارات تجميع

العوزة الكاملة وهدية الطور على النحو التالي :

النارة الصفيرية	النارة الحسرية
$U_2 = B U_d$	$U_2 = B U_d$
$U_{R,max} = 2\sqrt{2} U_2$	$U_{R,max} = \sqrt{2} U_2$
$I_a = \frac{I_d}{2}$	$I_a = \frac{I_d}{2}$
$I_{a,max} = F I_a$	$I_{a,max} = F I_a$
$I_2 = D I_a$	$I_2 = \sqrt{2} D I_a$
$K_T = \frac{U_2}{U_1}$	$K_T = \frac{U_2}{U_1}$
$I_1 = K_T \cdot \sqrt{2} I_2$	$I_1 = K_T \cdot I_2$
$S_T = 1,7 P_d$	$S_T = 1,4 P_d$

(3) يتم تحديد عامل توجاهات جهد الخرج عن طريق المعامل H ، وذلك من

العلاقة التالية :

$$K_r = \frac{H}{C \cdot r}$$

حيث توأخذ قيمة C هنا بالميكروفاران .

$$I_1 = K_1 \cdot I_2 = 0,4 \cdot 0,16 = 0,064 \text{ A} ;$$

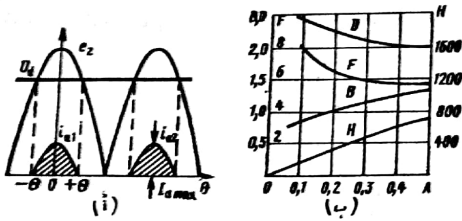
$$S_T = 1,4 P_d = 1,4 U_d \cdot I_d = 1,4 \cdot 100 \cdot 0,1 = 14 \text{ W}$$

$$C = \frac{H}{K_T \cdot r} = \frac{250}{0,05 \cdot 0,1 \cdot 1000} = 50 \text{ } \mu\text{F}$$

حيث

$$R_d = \frac{U_d}{I_d} = \frac{100}{0,1} = 1000 \text{ } \Omega$$

ينصح باستخدام نارات التقيوم مع المرشح السعوي عندما تكون مقاومة الحويلة كبيرة ، أي عندما يكون بإمكاننا الحصول على قيمة كبيرة للثابت الزنسي  $\tau = R_d \cdot C$  . باستخدام سعات صغيرة ، وعندئذ نحصل على تركيب هارمونيكي جيد لجهود خرج نارة التقيوم .



الشكل (38.2)

- المخططات الزمنية للجهود والتيارات عند عمل نارة التقيوم على حملات قوة محرك كهربائية .
- علاقة المعاملات الحسابية بالمعامل

**مثال 2.2 :** المطلوب حساب نارة التقيوم وحيدة الطور ذات النقطة المشتركة

(الضغرية) ذات المرشح LC

المعطيات :  $I_{Load} = 0,5 \text{ A}$  ،  $U_{Load} = 25 \text{ V}$  ، معامل توججات

يبين على الشكل ( 2 - 38 ، ب ) علاقة المعاملات B ، D ، F ، H ، بالمعامل A

**مثال 1.2 :** لدينا نارة تقيوم جسرية وحيدة الطور مع مرشح سعوي .

المعطيات :  $I_d = 0,1 \text{ A}$  ;  $U_d = 100 \text{ V}$  ;  $U_1 = 220 \text{ V}$

تؤخذ  $r = 0,1 R_d$  ، ويجب ان لا تتجاوز قيمة عامل توججات جهد المرشح بعد الترشيح للقيمة  $K_T = 0,05$

- حساب بارامترات النبوت  $I_{a,max}$  و  $I_{R,max}$
- حساب بارامترات الحويلة  $I_1$  و  $I_2$  و  $U_2$  و  $K_T$  و  $S_T$
- حساب سعة المكثف اللازم

الحل : نوجد المعامل A :

$$A = \frac{\pi r}{2R_d} = \frac{\pi \cdot 0,1 R_d}{2 R_d} = 0,157$$

من الشكل ( 38.2 ، ب ) من اجل  $A = 0,157$  نوجد  $B = 0,9$

$H = 250$  ;  $F = 7$  ;  $D = 2,3$

عندئذ :

$$U_2 = B U_d = 0,9 \cdot 100 = 90 \text{ V} ;$$

$$U_{R,max} = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \cdot 90 = 127 \text{ V} ;$$

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ A} ;$$

$$I_{a,max} = F \cdot I_a = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ A} ;$$

$$I_2 = \sqrt{2} D I_a = \sqrt{2} \cdot 2,3 \cdot 0,05 = 0,16 \text{ A} ;$$

$$K_T = \frac{U_2}{U_1} = \frac{90}{220} = 0,4 ;$$

عامل التوجعات على خرج نارة التحويل ( قبل المرشح ) :

$$K'_R = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{2^2 - 1} = 0,67$$

عامل التخمير المطلوب :

$$K_F = \frac{K'_R}{K_R} = \frac{0,67}{0,05} = 13$$

نفرض قيمة لمعده المكثف من ثم نحسب قيمة محارضة المفاعل :

لنعتبر  $X_C = 0,1 R_d$  ، عنئذ :

$$X_C = 0,1 R_d = 0,1 \frac{U_d}{I_d} = 0,1 \cdot \frac{25}{0,5} = 5 \Omega$$

وبالتالي :

$$C = \frac{1}{\omega_r \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot 2 \pi \cdot 50 \cdot 5} = 300 \mu F$$

وتكون قيمة محارضة المفاعل :

$$L = \frac{K_F}{\omega_r^2 \cdot C} = \frac{13}{(2 \cdot 2 \pi \cdot 50)^2 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 0,1 H$$

مثال 3.2 : المطلوب حساب الجهود والتيارات واستطاعة المحولة نسي

دارة التحويل الجسرية وحيدة الطور عند عملها على حولة اومية صرفه .

المعطيات :  $U_1 = 220 V$  ،  $R_d = 2 \Omega$  ،  $U_d = 10 V$

الحل : القيمة الوسطية للتيار العقوم :

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = \frac{10}{2} = 5 A$$

جهد المرشح بعد الترشيح يجب ان لا يتجاوز  $K_r = 0,05$  ، الضياعات نسي

- معادل الترشيح وفي النيونات مبهمة .
- المطلوب حساب  $U_2$  و  $I_2$  و  $S_T$  للمحولة المستخدمة .
- حساب  $I_a$  و  $I_{a,max}$  و  $U_{R,max}$  للنيونات .
- حساب  $C$  و  $L$  للمرشح .

الحل : القيمة الوسطية لجهد خرج نارة التحويل :

$$U_d = U_{Load} = 25 V$$

القيمة الفعلية للجهد على الملف الثاني للمحولة :

$$U_2 = 1,11 U_d = 1,11 \cdot 25 = 27,5 V$$

القيمة الوسطية للتيار العقوم في خرج نارة التحويل :

$$I_d = I_{Load} = 0,5 A$$

القيمة الفعلية للتيار في الملف الثاني للمحولة :

$$I_2 = \frac{I_d}{\sqrt{2}} = \frac{0,5}{\sqrt{2}} = 0,35 A$$

الاستطاعة الحسابية الكلية للمحولة :

$$S_T = 1,34 U_d \cdot I_d = 1,34 \cdot 25 \cdot 0,5 = 16,75 V \cdot A$$

القيمة الاعظمية لتيار النيود :

$$I_{a,max} = I_d = 0,5 A$$

القيمة الوسطية لتيار النيود :

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{0,5}{2} = 0,25 A$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على النيود :

$$U_{R,max} = \pi U_d = 3,14 \cdot 25 = 78 V$$

استطاعة الملف الثانوي للمحول :

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 = 11,1 \cdot 5,55 = 61,6 \text{ V.A}$$

الاستطاعة الحسابية الكلية للمحول :

$$S_T = S_1 = S_2 = 1,23 P_{dn} = 1,23 U_d \cdot I_d =$$

$$= 1,23 \cdot 10 \cdot 5 = 61,6 \text{ V.A}$$

مثال 4.2 : المطلوب اختيار الديودات لدارة تقويم الموجة الكاملة وحينئذ

الطور عند عطلها على حوالة أومية بسرعة ، وحساب الاستطاعة الاسمية

$$R_d = 50 \Omega \quad \text{ومقاومة الحوالة} \quad U_2 = 200 \text{ V} \quad \text{للمحول من اجل}$$

الحل : نحسب القيمة الوسطية للجهد المقوم على خرج دائرة التقويم :

$$U_d = 0,9 U_2 = 0,9 \cdot 200 = 180 \text{ V}$$

القيمة الأعظمية للجهد العكسي على الديود :

$$U_{R,max} = 2,84 U_2 = 2,84 \cdot 200 = 568 \text{ V}$$

القيمة الوسطية للتيار العار عبر الحوالة :

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = \frac{180}{50} = 3,6 \text{ A}$$

اما القيمة الوسطية للتيار عبر الديود فتساوى :

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ A}$$

الاستطاعة الاسمية للمحول :

$$P_{dn} = I_{dn} \cdot U_d = 1,8 \cdot 180 = 324 \text{ W}$$

وبالتالي تكون الاستطاعة الاسمية للمحول في هذه الدارة :

القيمة الوسطية للتيار العار عبر الديود :

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ A}$$

القيمة الفعلية للتيار العار عبر الديود :

$$I_{a,rms} = \frac{\pi}{4} I_d = \frac{\pi}{4} \cdot 5 = 3,93 \text{ A}$$

القيمة الفعلية لجهد تاي للمحول :

$$U_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot 10 = 11,1 \text{ V}$$

معامل تحويل المحولة :

$$K_T = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{11,1} = 19,82$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على الديود :

$$U_{R,max} = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \cdot 11,1 = 15,7 \text{ V}$$

القيمة الفعلية للتيار في الملف الثانوي للمحول :

$$I_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} I_d = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot 5 = 5,55 \text{ A}$$

القيمة الفعلية للتيار في أولي المحولة :

$$I_1 = \frac{I_2}{K_T} = \frac{5,55}{19,82} = 0,28 \text{ A}$$

استطاعة الملف الأولي للمحول :

$$S_1 = U_1 \cdot I_1 = 220 \cdot 0,28 = 61,6 \text{ V.A}$$

القيمة الفعلية للتيار في الملف الثانوي والملف الأولي للمحولة ( عند التوسيم بالشكل Y/Y ) :

$$I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} I_d = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 50 = 40,82 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{1}{K_T} \sqrt{\frac{2}{3}} I_d = \frac{I_2}{K_T} = \frac{40,82}{5,13} \approx 8 \text{ A}$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على النيود تساوي :

$$U_{R,max} = \sqrt{2} U_{2L} = \sqrt{2} \cdot 74 = 104,65 \text{ V}$$

من الملحق [3] نختار لهذه المارة النيودات ذات النوع B 25-2

بارامترات هذه النيودات : التيار الاسمي الاعظمي المسموح 25 A ، الجهد العكسي الاعظمي 200 V .

مثال 6.2 : احسب جميع الجهود والتيارات في دارة التوسيم الجسرية وحيدة

الطور عند عطلها على حمولة اومية، تحريضية ، انا علمت ان  $U_d = 50 \text{ V}$  ،  $U_1 = 220 \text{ V}$  ;  $I_d = 10 \text{ A}$

الحل : نوجد جهد الطور لثانوي المحولة :

$$U_2 = \frac{U_d}{0,9} = \frac{50}{0,9} = 55,55 \text{ V}$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على النيود :

$$U_{R,max} = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \cdot 55,55 = 78,56 \text{ V}$$

القيمة الوسطية للتيار المار عبر النيود :

$$I_a = \frac{I_d}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ A}$$

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = 1,48 \text{ P}_{dn} = 1,48 \cdot 324 = 480 \text{ VA}$$

نختار لهذه الدارة نيودات من النوع 2D210 من الملحق [3]

ومعطياته  $I_a = 10 \text{ A}$  و  $U_{R,max} = 800 \text{ V}$

مثال 5.2 : احسب القيم المحددة للعناصر الاساسية في دارة التوسيم

الجسرية ثلاثية الأطوار عند عطلها على حمولة اومية - تحريضية عندما

$X_d \rightarrow \infty$  ، وذلك حسب المعطيات التالية :

جهد خط الشبكة  $U_{1L} = 380 \text{ V}$

القيمة الوسطية لجهد الخرج القوم  $U_d = 100 \text{ V}$

المقاومة الفعلية للحمولة  $R_d = 2 \Omega$

الحل : نحسب في البداية قيمة جهد الخط لثانوي المحولة :

$$U_{2L} = U_d \cdot \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 100 \cdot \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 74 \text{ V}$$

معامل تحويل المحولة :

$$K_T = \frac{U_{1L}}{U_{2L}} = \frac{380}{74} = 5,13$$

القيمة الوسطية للتيار القوم :

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = \frac{100}{2} = 50 \text{ A}$$

القيمة الوسطية للتيار المار عبر النيود :

$$I_a = \frac{I_d}{3} = \frac{50}{3} = 16,66 \text{ A}$$

$$U_d = 1,17 U_2 = 1,17 \cdot 100 = 117 \text{ V}$$

$$U_{dmax} = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \cdot 100 = 141 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = \frac{117}{2,7} = 43,33 \text{ A}$$

$$I_a = \frac{I_d}{3} = \frac{43,33}{3} = 14,44 \text{ A}$$

هبوط الجهد على الديود :

$$\Delta U_a = I_a \cdot R_f = 14,44 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 0,722 \text{ V}$$

القيمة الاعظمية للجهد العكسي على الديود :

$$U_{R,max} = \sqrt{2} \sqrt{3} U_2 = \sqrt{2} \sqrt{3} \cdot 100 = 245 \text{ V}$$

$$I_{a,rms} = \frac{I_d}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7,07 \text{ A}$$

القيمة الفعلية للتيار المار عبر الديود :

$$K_T = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{55,55} \approx 4$$

معامل تحويل المحولة :

$$I_2 = I_d = 10 \text{ A}$$

القيمة الفعلية لتيار ثانوي المحولة :

$$I_1 = \frac{I_2}{K_T} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ A}$$

القيمة الفعلية لتيار اولي المحولة :

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} P_{dn} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d \cdot I_d =$$

$$= \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot 50 \cdot 10 = 555,4 \text{ V.A}$$

الاستطاعة الاسمية الحسابية للمحولة :

مثال 7.2 : لدينا نارة تقويم ثلاثية الأطوار ذات نقطة مشتركة تعمل على

حمولة أومية - تحريضية ( $X_d \rightarrow \infty$ ) ، والمطلوب : حساب القيمة

الوسطية والاعظمية لجهد الخرج القوم ، وهبوط الجهد على الديود

الواحد والجهد العكسي المطبق عليه ، وذلك من اجل :  $U_2 = 100 \text{ V}$

$R_f = 5 \cdot 10^{-2} \Omega$  ، المقاومة الداخلية للديود ،  $R_d = 2,7 \Omega$

الحل : القيمة الوسطية للجهد القوم في هذه النارة تساوي :