

الفصل الثاني

دارات التقويم

DIODE RECTIFIER CIRCUITS

١٠.٢ معلومات عامة :

دارات التقويم : هي عبارة عن التجهيزات الكهربائية التي تعمل على تبديل الجهد من متاوب إلى مستمر بدون اجراء عملية تنظيم لهذا الجهد ، اي انها عبارة عن دارات غير مقادة ، اما الدارات التي يتم فيها تبديل الجهد وتنظيمه فسوف نسميهما اصطلاحاً "المبدلات" ، وذلك لتمييزها عن دارات التقويم ، وهي دارات مقادة .

نبين على الشكل (1.2) مخططاً تمثيلياً صندوقياً عاماً لدارة تقويم ، الذي يحتوي على الاجزاء الأساسية التالية :

V_S - مثبت للجهد المتداوب .

T_R - محولة رافعة او خاضفة للجهد ، بالإضافة الى قيامها بدور الفصل

الغلقاني بين الشبكة ودارة الحملة .

D - مجموعة عناصر تقويم (ديودات) ، وظيفتها تقويم التيار (من متداوب الى مستمر) ،

ب) حسب عدد اطوار التقويم $K = 3$ (الشكل 2.2 ، د - ه - و) .
 جهد التغذية . وبالتالي توجد دارات بطار عقديم واحد $1 = K$ (الشكل 2.2 ، آ) ، وتوجد دارات ثنائية اطوار التقويم $2 = K$ (الشكل 2.2 ، ب - ج) وهنالك دارات ثلاثة اطوار التقويم $3 = K$ (الشكل 2.2 ، د) ، ومتناهية $6 = K$ (الشكل 2.2 ، ه) . كل هذه الدارات المذكورة تعتبر من النوع البسيط ، وبالإضافة إليها توجد دارات مركبة تحتوى في داخلها على عدة دارات بسيطة موصولة مع بعضها على التسلسل أو الفرع (الشكل 2.2 ، و) .

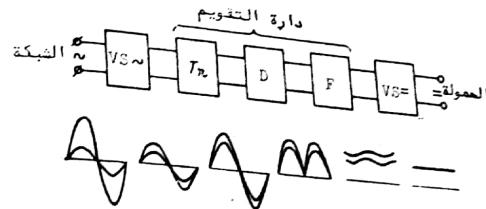
ج) حسب عدد أنصاف اطوار التقويم خلال سور واحد لجهد التغذية :

- دارات عقديم نصف الموجة ، وفيها يمر التيار من الطف الثاني للحملة خلال نصف سور جهد التغذية (الشكل 2.2 ، آ) .

- دارات عقديم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة (المفردة) ، وفيها يمر التيار من خلال كل طور ثانوى للحملة خلال نصف سور جهد التغذية (الشكل 2.2 ، ب) .

- دارات التقويم الجسرية ، وفيها يمر التيار من خلال كل طور ثانوى للحملة مرتين خلال سور واحد لجهد التغذية (الشكل 2.2 ، ج) .
 حسب طريقة التحكم ، توجد دارات عقديم بدون تحكم (غير مقادة) والتي تكون عناصر التقويم فيها هي الديودات ، وتوجد دارات مع امكانية التحكم بجهد الخرج (دارات مقادة) ، والتي اسماها بالمبلات .

كما وتوجد دارات عقديم أخرى : دارات توصل فيها الملفات الثانوى للحملة بشكل متداخل Zig-Zag ، دارات غير متاظرة ، دارات يستخدم فيها الديود على الفرع مع الحملة ...



الشكل (1.2)
المخطط المستوفي لطبع تغذية بالجهد المستمر

ـ مرشح ، يعمل على ترشيح تفجيجات الجهد القائم .

$V_S =$ مثبات لجهد المستمر
كما نبين على الشكل (1.2) أيها المخططات التي تبين شكل اشارة الجهد في كل جزء من اجزاء الدارة .

لكي تعم دارة التقويم بوظيفتها على الوجه الصحيح ، فإنه لمن يتطرق نظام عمل هذه الدارة وبارامترات مكوناتها (الديودات ، المحولة ، المثبتات ، المرشحات) مع شروط عمل الحمولة التي تستهلك التيار المستمر ، ولذلك فإن الوظيفة الأساسية لنظرية المبتلات ودورات التقويم تتجه نحو ايجاد العلاقات الحسابية ، التي تسمح بتحديد البارامترات الكهربائية للحملة والديودات ولعناصر المثبتات والمرشحات وبعد ذلك اختيار هذه العناصر من المراجع والنشرات الفنية ، أو حسابها انا تطلب الامر .

2.2 أنواع دارات التقويم :

تتميز دارات التقويم عن بعضها البعض اطلاقاً من عدة معطيات :

(1) حسب عدد اطوار شبكة التغذية K . حيث توجد دارات عقديم وحيدة الطور $K = 1$ (الشكل 2.2 ، آ - ب - ج) ، ودارات عقديم ثلاثة اطوار

3.0.2. المعلمات الأساسية اللازمة لحساب دارات التقويم :

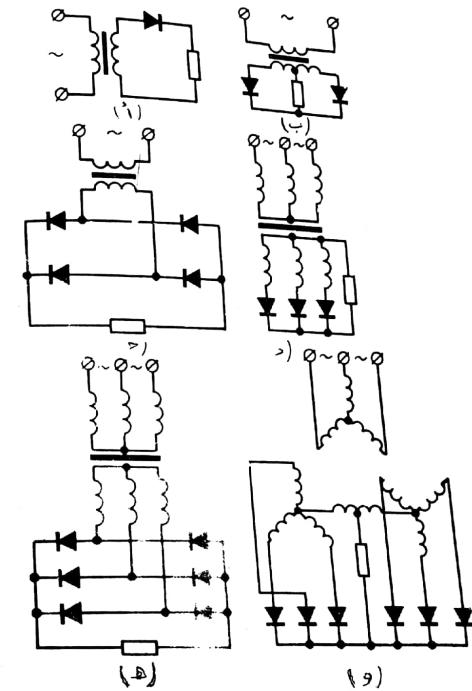
ان المعلمات الأساسية اللازمة لحساب دارات التقويم هي : القبيط الوسطية للجهد القومي U_{d0} عند عمل الدارة على فراغ والقيمة الوسطية للتيار القومى I_d ، بالإضافة إلى القيمة الفعلية لجهد شبكة الخدمة .
واثناء الدراسة الحسابية لدارة التقويم لا بد من تحديد القيم التالية :

آ) القيم المحددة لعمل الدبیر :

- ١ - القيمة الوسطية للتيار المار عبر الدبیر I_d ، بالإضافة إلى القيمة الفعلية لهذا التيار $I_{d,rms}$ من أجل حمولة اسمية ومع الاخذ بعين الاعتبار امكانية زيادة هذه الحمولة ضمن مجال معين .
 - ٢ - القيمة الاعظمية لجهد العكسي على الدبیر U_{PIV} (أو $U_{R,max}$)
 - ٣ - القيمة الاعظمية لجهد الامامي $U_{F,max}$
- ب) القيم المحددة لعمل المحولة :
- ١ - القيمة الفعلية لجهد والتيار في طور ثانوى المحولة U_2 و I_2 .
 - ٢ - القيمة الفعلية للتيار في طور الملف الأولي للمحولة I_1 .
 - ٣ - الاستطاعة الكلية لكل من الملفات (S_1 و S_2) ، وكذلك الاستطاعة الكلية الحسابية للمحولة .

بالإضافة إلى القيم الأساسية المدرجة أعلاه يوجد العديد من القيم والعلاقات الأخرى ، التي تحدد عمل دارة التقويم ، ومنها :

- ١ - التركيب المهازونيكي لجهد الجهد القومى ، حيث يُحدَّد ثالثي التواقيعات العليا لجهد خرج دارة التقويم بواسطة عامل التموجات $(Ripple Factor)$ الذي يساوى :



الشكل (3.0.2) دارات التعميم الأساسية

- ١ - دارة تعميم نصف الموجة وحيدة الطور
- ٢ - دارة تعميم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة وحيدة الطور .
- ٣ - دارة التعميم المحسنة وحيدة الطور .
- ٤ - ثلاثية الأطوار ذات النقطة المشتركة
- ٥ - ثلاثية الأطوار المحسنة
- ٦ - المضاعفة ثلاثية الأطوار ذات مقاعد التوازن

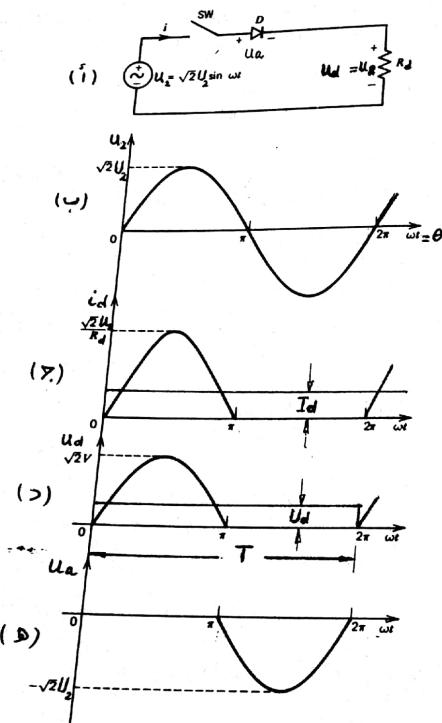
لقد استعرضنا في الفصل الاول البارامترات الاساسية للأجهزة الالكترونية المصنوعة من انصاف التوابل ، وهنا ينبغي ان نذكر بعض البارامترات الهامة للاجهزه نصف الناقلة ذات الاستطاعة الكبيرة إضافة الى البارامترات المستعرضة سابقاً ، وهي: قيمة وفترة مرور التيار المسموح الامامي للحملة الزائدة ، وكذلك بالنسبة للاجهزه صغيرة الاستطاعة ، التي تعمل على حملة سعوية ، من الضروري الأخذ بعين الاعتبار بالقيمة الأعظمية المسمومة لتردد توجات الجهد المقوم . أما المميزات الاستثمارية والاقتصادية للأجهزة الالكترونية نصف الناقلة فهي : فترة الخدمة (العمر) والثمن والوثقية .

عند استعراض مبدأ عمل دارات التقويم وإجراء الدراسة التحليلية لأنظمة عملها واستنتاج العلاقات الحسابية اللازمة ، سوف نعتبر في البداية ان البيريونات والمحولات هي عبارة عن تجهيزات متماثلة ، اي ان مقاومة الديود في الاتجاه الامامي تساوى الصفر ، وفي الاتجاه العكسي تساوى اللانهاية ، ونعتبر ان المقاومات الفعلية لطفات المحولة تساوى الصفر ، ونعمل كذلك الفيزياء في نواة المحولة ومحارضات التسرب المغناطيسي وتيار المغنطة . بهذا نسهل عملية الحصول على العلاقات الحسابية اللازمة واجراء المقارنة التحليلية بين مختلف أنواع دارات التقويم بهدف تحديد المجال الأمثل لاستخدام كل منها ، وبعد ذلك سوف نأخذ بالاعتبار تأثير تلك العوامل على دارات التقويم ومميزاتها .

4.2. دارات التقويم وحيدة الطور :

1.4.2. دارة تقويم نصف الموجة

تعتبر دارة تقويم نصف الموجة من ابسط دارات التقويم ، وسوف نستعرض في منها جنا هذا عمل هذه الدارة على حمولات مختلفة .



الشكل (3.2) دائرة عويم نصف الموجة
مع حمولة اومية صرفة

وبالتالي سوف تكون القيمة الوسطية لجهد الخرج القائم على الحمولة متساوية إلى :

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} U_{2\max} \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,45 U_2 \quad (2.2)$$

93

١- عمل الدارة على حمولة اومية صرفة (الشكل 3.2)

Resistive load Circuit

عندما تكون الحمولة اومية صرفة فإن التيار سوف يمر عبرها خلال فترة نصف دورة الجهد في شبكة التيار المستاوب ، اي ان تيار الحمولة i_d سوف يكون متقطعا ، لأنه يكرر الجهد u_d . ونبين على الشكل (3.2) ، ب - ج - د) المحتويات الرسمية ، التي توضح كيفية تغير الجهد الثاني للحملة u_2 والتيار القائم i_d وجهد الخرج القائم u_d .

القيمة الوسطية لجهد الخرج القائم U_d

يتغير الجهد على الحمولة في دارة عويم نصف الموجة بشكله النبضي ، اما العلاقة (t) u_d فتظل ثابتا دوريا ، والتتابع الدورية تتحسب عادة بعمليه القيمة الوسطية . لتسعرض المحتوى u_d على الشكل (3.2 ، د) خلال دور كامل لجهد التغذية T ، ولتحدد مساحة هذا الشكل الممحور بالمحضن i_d . هنا قاعدة تساوى T ، بحيث تساوى مساحته الشكل الممحور بالمحضن u_d . إن ارتفاع المستطيل U_d سوف يكون عباره عن القيمة الوسطية لجهد القائم u_d خلال الدور T ، أي أن القيمة الوسطية لجهد القائم على الحمولة في دارة عويم متساوية ، تساوى :

$$(1.2) \quad U_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_d dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta$$

وأعمال المقاومة الداخلية للديود ، كما سبق ذكرنا ، يكون الجهد المقوم على الحمولة مساوا إلى :

$$U_d = U_{2\max} \sin \theta \quad \text{عندما } \pi < \theta < 0 \quad (\text{فترة تحرير الديود})$$

$$U_d = 0 \quad \text{عندما } 0 < \theta < 2\pi \quad (\text{فترة انقطاع الديود عن التحرير})$$

$$\theta = \omega t \quad , \quad U_{2\max} = \sqrt{2} U_2$$

92

ويسأك شابه تكون القيمة الفعلية للجهد القائم متساوية إلى :

$$U_{d_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} U_{2max}^2 \sin^2 \theta d\theta} = \frac{U_2}{\sqrt{2}} \quad (6.2)$$

الجهد العكسي الاعظمي U_{Rmax} (او U_{PIV})

Peak inverse value

في كل دائرة عقويم هنالك جهد اعظمي يكون مطبقا على الدبود عندما يكون في حالة انقطاع عن التيار ، نسمى هذا الجهد بالجهد العكسي الاعظمي وهو يساوى القيمة الاعظمية للجهد العقويم عندما $2\pi < \theta < \pi$ ، وبالنسبة لدائرة عقويم نصف الموجة (انظر الشكل 3.2 ، هـ) ، فان هذا الجهد يساوى :

$$U_{Rmax} = U_{2max} = \sqrt{2} U_2 \quad (7.2)$$

الاستطاعة المستهلكة

تساوي الاستطاعة التي تستهلكها دائرة العقويم على الطرف الثاني للمحولة الى القيمة الوسطية لجده ، القيمة الآتية للتيار القائم بالجهد الباقي القائم ، اي :

$$P_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d \cdot i_d d\theta \quad (8.2)$$

$u_d \cdot i_d = 0$ فعندما $\theta < 0$ فان $i_d = 0$ ، وبالتالي يكون

$u_d = i_d \cdot R_d$ وعندما $\theta > \pi$ فان $i_d = 0$ ، وبالتالي يكون

$$P_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i_d^2 R_d d\theta =$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_{2max}^2 \sin^2 \theta d\theta \cdot R_d =$$

95

وهي القيمة الوسطية للتيار القائم ، المار عبر مقاومة المحولة R_d ، متساوية إلى :

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = \frac{\sqrt{2}}{\pi R_d} U_2$$

القيمة الفعلية للتيار القائم

تعرف بانها عبارة عن قيمة التيار المسلح I الكافية للتيار الدوري $i(t)$ حراريا . هنا يعني التساوي بين الطاقة الكهربائية المنتشرة في نات المقاومة ، عند مرور التيار $i(t)$ من خلالها خلال دور كامل مع تيتمها عند مرور التيار I خلال نفس الدور ، اي :

$$I^2 RT = \int_0^T i^2(t) R dt \quad (3.2)$$

ومنه بشكل عام :

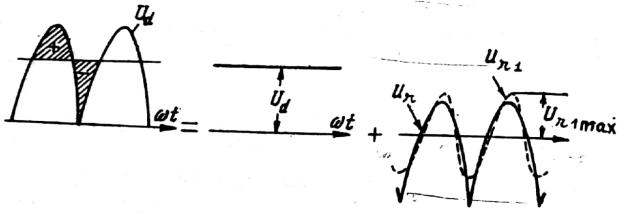
$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\theta} \quad (4.2)$$

وبالنسبة لدائرة عقويم نصف الموجة ، نكتب :

$$\begin{aligned} I_{d_{rms}} &= \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} I_{2max}^2 \sin^2 \theta d\theta + 0 \right]^{\frac{1}{2}} = \\ &= \left[\frac{I_{2max}^2}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} \cos^2 \theta d\theta \right) \right]^{\frac{1}{2}} = \\ I_{d_{rms}} &= \left[\frac{I_{2max}^2}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{2} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{I_{2max}}{2} = \frac{U_{2max}}{2 R_d} = \frac{U_2}{\sqrt{2} R_d} \quad (5.2) \end{aligned}$$

94

العلاقة (12.2) عمثل جهد التموجات ، وهو عبارة عن المركبة المتناثرة ، والتي تساوى مجموع المركبات التوافقية كلها .
 نبين على الشكل (4.2) تمثيلاً بيانيًا لكيفية نشر منحنى الجهد المقوم u_d إلى مركبتين : مستمرة ومتناوبة .
 ان المركبة التوافقية الاولى هي الاكبر من حيث القيمة في منحنى الجهد ، ومن الصعب جداً ترشيحها بواسطة المرشحات ، لذلك سوف نأخذها بعين الاعتبار لدراسة درجة تشهير الجهد المقوم . ونبين على الشكل (4.2) بالخط المقطعي المركبة التوافقية الاولى $u_{r(1)max}$ ومطالها



الشكل (4.2)

رسم يوضح كيفية نشر منحنى الجهد المقوم الى مركبة مستمرة ومركبة متناوبة

يتم تحديد قيمة التموجات في منحنى الجهد ، كما سبق وذكرنا ، بواسطة ما يسمى بعامل تموجات المركبة التوافقية الاولى $K_{r(1)}$ ، الذي يساوى

$$K_{r(1)} = \frac{U_{r(1)max}}{U_d} \quad (13-2)$$

التقريرية التالية :

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{I^2}{2\pi}}{R_d} \int_0^\pi \frac{1-\cos 2\theta}{2} d\theta \\ &= \frac{\frac{I^2}{4\pi}}{R_d} [\theta]_0^\pi \\ P_d &= \frac{\frac{I^2}{4\pi}}{R_d} \end{aligned} \quad (9.2)$$

وإذا يكننا أن نكتب :

$$P_d = I_{d_{rms}}^2 \cdot R_d \quad (10.2)$$

في الواقع يكون الجهد على الحمولة (جهد الخرج) وحيد الاتجاه ، لكن غير ثابت بالقيمة . وسوف نستخدم من الان ولاحقاً مفهوم تموجات الجهد ، الذي يعني تغير قيمة مطال الجهد . ان التموجات التي تظهر على منحنى الجهد المقوم تدل على وجود مركبة متناوبة ، وعلى كذلك على انتفاخ جودة عملية التقويم في الدارة المعتمدة .

ان جهد الخرج المقوم u_d هو عبارة عن ثابع دوري ، لذلك يمكن نشره حسب صيغات فورييه ، اي يمكن تمثيله على النحو التالي :

$$u_d = U_d + u_r(t) \quad (11.2)$$

حيث $U_d = \frac{1}{T_o} \int_0^T u_d dt$ تمثل المركبة المستمرة للمنحنى ، او كما نكررها سابقاً القيمة الوسطية للجهد المقوم في الدارة المثلثية .

$$u_r(t) = \sum_{q=1}^{\infty} U_{dqmax} \cos(q\omega t + \varphi_q) \quad (12.2)$$

للجهد u_2 فان الدiod D سوف يقطع عن التيار ، ولن يكون بالمكان الكثف ان يفرغ شحنته لعدم وجود دارة لذلك ، لذا سوف يكون جهد النزف u_d مساوياً للقيمة :

$$u_d = u_{2\max} = \text{const}$$

ويكون توضيح الجهد مثالي في هذه الحالة ، اما بالنسبة للجهد على الدiod سوف يكون مساوياً الى :

$$u_a = u_2 - u_d$$

و تكون القيمة الاعظمة للجهد العكسي على الدiod الشكل (6.2) مساوياً الى :

$$U_{R\max} = -2 U_{2\max}$$

الآن لنفترض ان مقاومة الحملة قيمة محددة ($\infty \neq R_d$) في هذه الحالة يكون عيار الدارة الكلي خلال فترة تبديل الدiod مساوياً الى :

$$i = i_d + i_c \quad (14.2)$$

وبما ان

$$i_d = \frac{u_d}{R_d} = \frac{U_{2\max}}{R_d} \sin \omega t \quad (15.2)$$

$$i_c = C \frac{du_d}{dt} = U_{2\max} \omega C \cos \omega t \quad (16.2)$$

$$i = \frac{U_{2\max}}{R_d} \cdot \sin \omega t + U_{2\max} \omega C \cos \omega t \quad (17.2)$$

او يمكننا كتابة المعاملة الأخيرة على النحو التالي :

وبالتالي كلما كان عدد اطوار التقويم m اكبر ، كلما كان عامل التوجات اصغر وشكل الجهد المترافق افضل . يمكن ان تحتوى دائرة الحملة على متابع للفترة المحركة الكهربائية ، مثل القوة المترافق الكهربائية لدور آلة التيار المستمر ، او القوة المحركة الكهربائية للمحارضة الثانية ، الناتجة عن تغير التيار في الدارة ذات الحملة التجريبية ونتيجة لذلك فان فترة مرور التيار من خلال الحملة سوف تختلف عن زمن نصف الدور ، اي ان التيار سوف يتأخر عن الجهد بزاوية معينة ، كما ان الحملة يمكن ان تكون سعوية ، وبغية توضيح أوجه الاختلاف بين تأثير نوع الحملة على عمل دائرة التقويم ، فانتا سوف تستعرض فيما يلي عمل دائرة نصف الموجة على حمولات مختلفة .

ب - عمل دائرة عزوم نصف الموجة مع مرشح سعوي :

Half-wave rectifier with capacitor filter

لتحسين شكل الجهد على خرج دائرة عزوم نصف الموجة يتم في الكثير من الاحيان استخدام المرشح السعوي ، وبالتالي فان طبيعة عمل الدارة سوف تختلف عن الشكل ، الذي استعرضناه اعلاه .

بنفس الشكل (5.2) دائرة عزوم نصف الموجة ذات الحملة (RC) . يعتمد مبدأ عمل هذه الدارة في اساسه على فكرة ان المكثف C يختزن الطاقة الكهربائية خلال فترة تبديل الدiod ، ويعطي الطاقة المخزنة للحملة خلال فترة انقطاع الدiod عن التيار ، ونتيجة لهذا تتخفص توجات جهد الخرج u_d .

لنفترض في البداية ان مقاومة الحملة كبيرة جدا ($R_d = \infty$) ، وبالتالي فإن المكثف سوف يشحن خلال نصف الدور الموجب للجهد u_2 حتى القيمة

شحنة هذا المكثف عن طريق مقاومة الحمولة ، يشكل دوري عند كل نصف دورة له التغذية .

للحصول على قيمة U_{co} نلاحظ من الشكل (5.2 ، ب) انه في الحالة يكون :

$$u_d = u_2 = U_{2max} \sin \omega t_1$$

وبالتالي استنادا الى العلاقة (21.2) نحصل على :

$$U_{co} e^{-t_1/CR_d} = U_{2max} \sin \omega t_1$$

ومنه :

$$U_{co} = U_{2max} \sin \omega t_1 e^{t_1/CR_d} \quad (22.2)$$

بوضع قيمة U_{co} من العلاقة (22.2) في العلاقة (21.2) نحصل

على علاقة لمجرد الخروج خلال فترة انقطاع الديود عن التيار :

$$u_d = U_{2max} \sin \omega t_1 e^{-\frac{(t-t_1)}{CR_d}} \quad (23.2)$$

لحساب الزمن t_2 ، الذى يبدأ عنده الديود بتغير التيار من جديد ، يقع $t=t_2$ في العلاقة (23.2) ، وبما ان هذه اللحظة يكون :

$$u_2 = u_d$$

اننا يمكننا ان نكتب :

$$U_{2max} \sin \omega t_2 = U_{2max} \sin \omega t_1 e^{-\frac{(t_2-t_1)}{CR_d}} \quad (24.2)$$

ومنه يمكننا ان نحسب قيمة t_2 .

نستنتج مما سبق ذكره اعلاه وصراحتاً المعاملات السابقة انه للحصول على ترشيح جيد ينبغي علينا زيادة قيمة C ، ولكن هذه الزيادة تؤدى الى زيادة التيار i ، وقد يصل هذا التيار الى قيمة تشكيل خطراً على عناصر النارة ، اضافة

$$i = I_{max} \sin(\omega t + \varphi) \quad (18.2)$$

حيث

$$I_{max} = \sqrt{\left(\frac{U_{2max}}{R_d}\right)^2 + (\omega C U_{2max})^2} \quad (19.2)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega C U_{2max}}{U_{2max}/R_d} = \arctg \omega C R_d \quad (20.2)$$

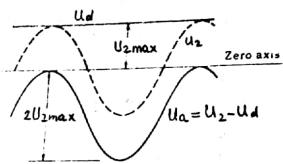
نبين على الشكل (5.2 ، ج) التيارات i_d و i_c ، المارة من خلال النارة . لنجرب الزمن t_1 ، الذى ينقطع عنده الديود عن تغير التيار هنا الزمن يتافق مع قيمة $\varphi = 0$ ، كما هو واضح من الشكل (5.2 ، ج) ، وبالتالي ينبع في العلاقة (18.2) $i = 0$ ، فنحصل على :

$$\omega t_1 = \pi - \varphi$$

يمكننا الان ، بمعرفة قيم R_d و C و ω ، ان نحسب قيمة الزمن t_1 . نحن نعلم ان الديود يمر في الاتجاه الأمامي نقط ، لذلك بمجرد ان يصبح التيار الكلي مساوا المفترض في اللحظة t_1 فان الديود D سوف ينقطع عن التيار ، وبالتالي سوف يبدأ المكثف ، المشحون حتى القيمة U_{co} ، بغيره شحنته عن طريق مقاومة الحمولة وذلك وفق القانون الأسـي :

$$U_d = U_{co} \exp(-\frac{t}{R_d C}) \quad (21.2)$$

ويستمر المكثف بغيره شحنته حتى اللحظة t_2 ، التي يتساوى فيها الجهد على المكثف مع جهد منبع التغذية ، بعد ذلك يبدأ التيار من جديد بالمرور من خلال الديود فيكتسب المكثف خلال هذه الفترة شحنة اضافية . وهكذا . وتتكرر عمليات شحن المكثف من منبع التغذية عن طريق الديود ، وغيرها



الشكل (6.2)

ج - عمل دارة عويم نصف الموجة مع مرشح تحرير

Half-wave rectifier with choke filter

تساعد الوشيعة في دارة التزوير على إلغاء التغيرات الفجائحة للتيار ، وبالتالي فهي مستخدمة لترشيح عموجات التيار القائم ، العار من خلال الحمولة . وتوصيل الوشيعة L_d على التسلسل مع مقاومة الحمولة ، كما هو مبين على الشكل (7.2) .

لتبسيل دراسة مبدأ عمل هذه الدارة تعتبر ان مقاومتي الديود والوشيعة مهملتان ،

عندئذ خلال فترة التزوير يكون :

$$u_2 = U_{2\max} \sin \omega t = L_d \frac{di}{dt} + R_d i \quad (26.2)$$

تقبل هذه المعادلة الفاضلية من أجل الشروط الابتدائية $i=0$ عند $t=0$ فنحصل على :

$$i = \frac{U_{2\max}}{\sqrt{R_d^2 + \omega^2 L_d^2}} \left[\sin(\omega t - \varphi) + \sin \varphi e^{-(R_d/L_d)t} \right] \quad (27.2)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L_d}{R_d} \quad (28.2)$$

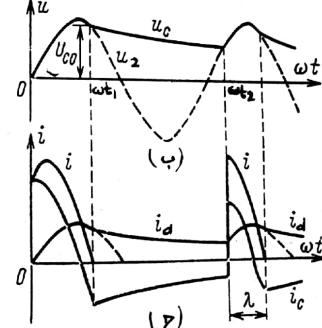
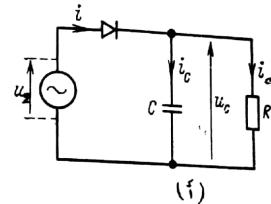
من العلاقة (27.2) نرى ان التيار i يحتوى على مركبتين ، الاولى جيبية والثانية أسيّة ، وهذه الاخيرية ناتجة عن عملية شحن وغريغ الوشيعة . ونتيجة لاختزان الطاقة في الوشيعة فإن التيار سوف يتأخّر عن الجهد . وسوف تؤدي عملية غريغ الوشيعة الى ان التيار سوف يمر من خلال الدارة عندما يكون

الى ان هنا الشكل من الحمولة يتغير بان فترة تعرير الديود $\lambda < 180^\circ$ ، وكلما كان حاصل ضرب RC اكبر ، كلما كانت λ اقل ، وفي نفس الوقت متزداد القيمة الوسطية للجهد القائم ، التي تأخذ قيمة اعظمية $U_2 = \sqrt{2} U_{2\max}$. ولا ينبغي استخدام هذا الشكل من الحمولة عند القيم الكبيرة لقيمة ضرب RC . وذلك بسبب الاستخدام (هنا الشكل من التزوير) عند الاستطاعات الكبيرة ، غير الجيد للحمولة وللديودات (الزاوية λ صغيرة) .

وعليها حسب قيمة C للدارة غيّر نصف الموجة بالعلاقة التالية :

$$C \approx 68. \frac{I_d}{U_d} \quad (25.2)$$

في العلاقة الاخيرة توضع I_d بالفولت و U_d بالمili امير ، فنكون قيمة C بال mikro فاراد .



الشكل (5.2)
دارة عويم نصف الموجة
مع حمولة اومية - سعوية
(RC-Load)

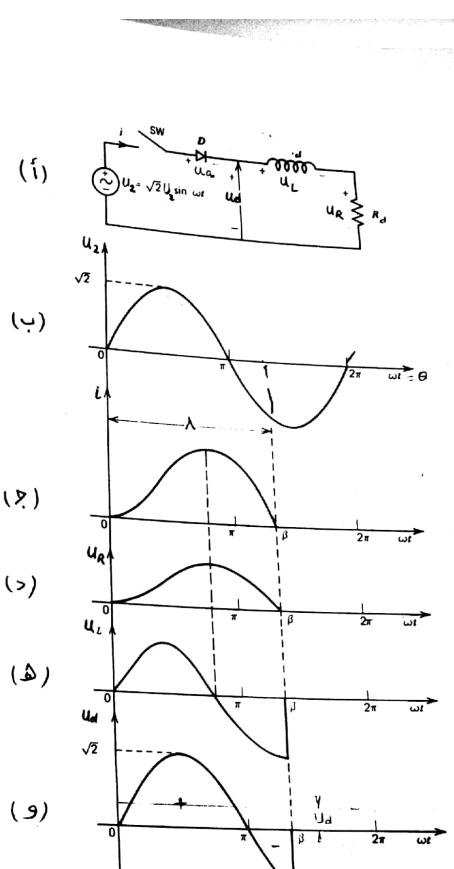
جهد العنبر سالبا ايضا (انظر العينات على الشكل (7.2 ، ج) . اذا اتيار في هذه الدارة يمر خلال فتره اكبر من نصفوجة جهد التفتنة ، اي $180^\circ > \lambda$ وبما ان التيار يمر خلال فترات يكون فيها جهد التفتنة سالبا ، انا سأوف تكون القيمة الوسطية لجهد الخرج القوم U_d في الدارة ذات الحمولة التجريبية اقل من U_2 في الدارة ذات الحمولة الاصمدة الصفرة (انظر الشكل 7.2 ، و) . حيث ان القيمة الوسطية للجهد القوم هنا تساوى الى فضل مساحتى القسم الموجب والسلب . كما هو واضح من الشكل ، وبالتالي بغية رفع قيمة U_d يتم اللجوء الى وضع بيد صرى D_0 (Free-wheeling diode) على التواز مع الحمولة ، حيث يقوم هذا اليد بالغاء الاقسام السلبية من منحنى جهد الخرج القوم (الشكل 8.2) وبالتالي يكون جهد الخرج في حالة الحمولة التجريبية مشابها تماما للجهد في حالة الحمولة الاصمدة الصفرة .

2.4.2. دارة عويم الموجه الكاملة ذات النقطة المشتركة (الصفرة) :

Full wave rectifier

دارة التقويم وحيدة الطور ذات النقطة المشتركة (الصفرة) مبينة على الشكل (9.2) . تحتوى هذه الدارة على محولة ذات ملفين ثانويين ، ولكن منها ذات العدد من اللغات $W_1 = W_2 = W_2' = U_2 = U_2'$. يصل هنالك الملفان على التسلسل مع بعضهما ويطبقان على معدنى الديوبدينين D_1 و D_2 . مما مهبطا الديوبدينين ليوصلان مع بعضهما ويشكلان بذلك ما يسمى بالمجموعة المهيطة . ومن الممكن عظيا الحصول على مجموعة مصدعية اذا عكست اتجاه الديوبدينين في الدارة . وكما هو واضح من الشكل (9.2 ، ج) كان جهد الطف الثنوى الاول يكون مزاحا على الجهد الثنوى الاخر بزاوية قدرها 180° . وترتبط الحمولة في هذه الدارة بين النقطة المشتركة لثانوى المحولة وبين نقطة العقا ، مهبطى الديوبدينين D_1 و D_2

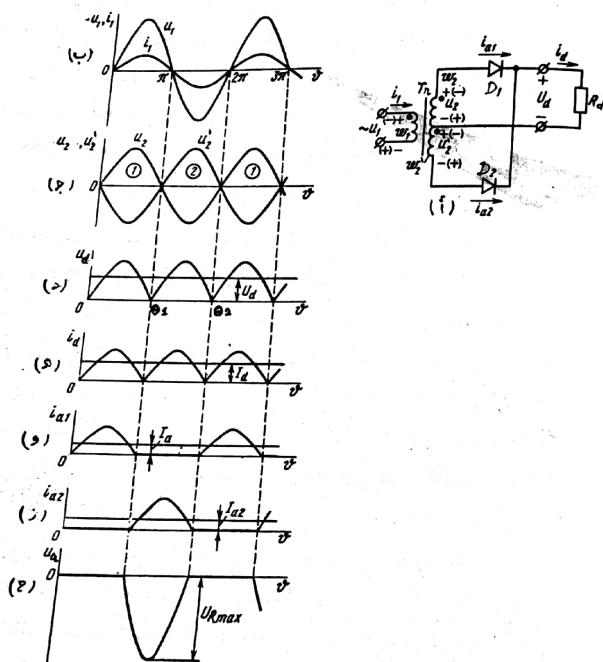
105



الشكل (7.2)

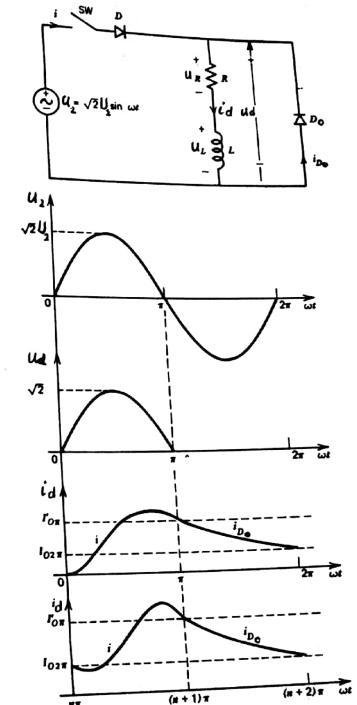
دارة عويم نصف الموجة مع حمولة اصمية - تجريبية
(RL-Load)

104



الشكل (9.2) دارة تقويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة ومحططاتها الزمنية/الحملة اومية صرفة/ .

107



الشكل (8.2)
دارة تقويم نصف الموجة مع الديود المفري

106

تعلن نقطة القمة، المهبطن القطب الموجب للجهد القائم ، وتمثل النقطة الوسطية في المحولة القطب السالب لهذا الجهد ، ويرتبط التيار المقوم U_d عبر الحمولة خلال نصف دورة جهد الشبكة ، لذلك فإن داراتنا هذه سمعنا بدارجة تقويم الموجة الكاملة ، وبسبب أن الحمولة هنا هي أومية صرفة ، إنما شكل التيار القائم U_d يكرر شكل الجهد القائم U_2 (انظر الشكل 9.2 ، د) ويكون للتيار U_d وللجهد U_d نفس الاتجاه دائمًا ويكون تربيعه أكبر بمرتين من تربيع الشبكة ($U_d^2 = 2 U_2^2$) . ونبين على الشكل (9.2 ، ب، ج، د، ه، و، ز) .

ج) المخططات الزمنية للجهود والتيارات في مختلف أجزاء الدارة . التيار في الطف الأولي للحمولة يكون جيبياً كما هو واضح من الشكل (9.2 ، ب) ، وذلك بسبب أن التيار في الملفين الثانويين هو جيبياً أيضًا ، حيث تتشكل نصف الموجة الموجة في المجال ($\theta_1 - 0$) والنصف الآخر في المجال ($0 - \theta_2$) . وبما أن التيار الثانوي جيبى ، إذا سومنا بـ U_2 نزولياً إلى مفتاحية المحولة بالتيار المستمر ، وهذه من أحدى ميزات دارة تقويم الموجة الكاملة .

ويغدو إيجاد دارة التقويم بشكل أكمل لا بد لنا من استخراج علاقات الجهد والتيار فيها . إن القيمة الوسطية للجهد القائم U_d تساوى:

$$U_d = \frac{1}{T} \int_0^\pi u_d dt = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta ;$$

$$U_d = \frac{2 \sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0.9 U_2 \quad (30.2)$$

اما القيمة الاعظمية للجهد العكسي ، المطبق على الدiod المغلق فتساوي:

$$U_{Rmax} = 2 U_{2max} = 2 \sqrt{2} U_2 = 2.84 U_2 \quad (31.2)$$

وتساوي القيمة الوسطية للتيار القائم I_d :

أ- عمل دائرة تقويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية صرفة :
Resistive Load Circuit

للسنتر على دائرة تقويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية صرفة (الشكل 9.2 ، ت) .

الجهد في الطف الثاني الأول يساوى :

$$u_2 = \sqrt{2} U_2 \sin \theta \quad (29.2)$$

لدراسة طبيعة عمل دائرة التقويم هذه نفرض أن تكون نهاية الطف العلوي للجهد (u_2 ، ج) (القطبية مبنية على التيار I_d) بدون تطبيق جهد موجب على مصدره . لذلك خلال هذه الفترة الزمرة عبر الحمولة نصف الموجة الموجة للجهد u_2 . ويكون الدiod D_2 مغلقاً خلال هذه الفترة بسبب الجهد السالب المطبق على مصدره . أما خلال النصف السور الثاني (الشكل 9.2 ، ت داخل الأقواس) ، وبالتالي يفلق الدiod D_1 ويفتح الدiod D_2 ، وبينما عند ذلك تيار الحمولة I_d بالمرور من خلال الدiod D_2 . إن عملية انتقال التيار من دiod لآخر تسمى بعملية الابدال . وبما أن التيار من خلال هذه الدارة تحت تأثير جهد التذبذبة u_2 ، إذا نسمي عملية الابدال هذه بالابدال الطبيعي ، حيث تجري عملية انتقال التيار من دiod لآخر ففي لحظة مرور الجهد الثانوي من الصفر . وكما هو واضح من الشكل (9.2 ، آ) ، فإن على الدiod المغلق D_1 يطبق جهد عكسي خلال المجال ($\theta_2 - \theta_1$) . هنا الجهد هو عبارة عن الجهد الكلي للملفين الثانويين الموصلين على التسلسلي $u_2 + u'_2$.

U_1 و U_2 - القيمة الفعلية لجهد الطور في الملف الأولي والملف الثاني للحملة .

I_1 ، $I_{1\max}$ - القيمة الفعلية والقيمة الأعظمية للتيار في الملف الأولي للحملة .

اما استطاعة المحولة S_T فتحسب بالنسبة للحملة الاسمية عن طريق استطاعة الملف الأولي S_1 والملف الثاني S_2 :

$$S_1 = U_1 \cdot I_{1n} = K_T \cdot \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d \cdot \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{dn}}{K_T} = \frac{\pi^2}{8} P_{dn} \quad (38.2)$$

$$P_{dn} = U_d \cdot I_{dn} \quad (39.2)$$

$$S_2 = 2U_2 \cdot I_{2n} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} U_d \cdot \frac{\pi}{4} I_{dn} = \frac{\pi^2}{4\sqrt{2}} P_{dn} \quad (40.2)$$

حيث I_{1n} ، I_{2n} - القيمة الفعلية الاسمية للتيار في الملف الأولي والملف الثاني للحملة .

P_{dn} - الاستطاعة الاسمية للتيار القوم (الاستطاعة الاسمية للحملة) .

وبالتالي فان الاستطاعة الحسابية S_T تساوى :

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi^2}{8} + \frac{\pi^2}{4\sqrt{2}} \right) P_{dn} = 1,49 P_{dn} \quad (41.2)$$

من العلاقة (41.2) نستنتج ان استطاعة المحولة يجب ان تكون

اكبر بـ % 50 عربيا من استطاعة الحملة .

بغية اجراء مقارنة تحليلية بين مختلف دارات التقويم من المستحسن الاعتماد على المعاملات الحسابية الثالثة :

- معامل استخدام الديود بالجهد ، ويساوي نسبة الجهد العكسي الاعظمى على الديود الى القيمة الوسطية للجهد القوم :

$$\overline{I_d} = \frac{U_d}{R_d} \quad (32.2)$$

اما القيمة الوسطية للتيار المار عبر الديود فتساوي نصف قيمة التيار القوم :

$$\overline{I_a} = \frac{\overline{I_d}}{2} \quad (33.2)$$

وتحدد القيمة الاعظمية $I_{a\max}$ والقيمة الفعلية I_{arms} للتيار المار عبر الديود على النحو التالي :

$$I_{a\max} = I_{2\max} \frac{\pi}{2} \overline{I_d} \quad (34.2)$$

$$I_{arms} = I_2 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_a^2 dt} \quad (35.2)$$

حيث i_a - القيمة الآتية للتيار المار عبر الديود .

وبالأخذ بعين الاعتبار ان شكل تيار الديود يكون جيبيا خلال فترة التعرير ومساوية $i_a = I_{a\max} \sin \theta$ ، وفي فترة الانقطاع عن التعرير $i_a = 0$ اذا نكتب :

$$I_{a rms} = I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_{a\max}^2 \sin^2 \theta d\theta} = \frac{\pi}{4} I_d \quad (36.2)$$

حيث I_2 و $I_{2\max}$ - القيمة الفعلية والقيمة الاعظمية للتيار في ثانوي المحولة .

وتحدد القيمة الفعلية للتيار في الملف الأولي للمحولة I_1 كما يلى :

$$I_1 = \frac{I_{1\max}}{\sqrt{2}} = \frac{I_{2\max}}{K_T \sqrt{2}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{\overline{I_d}}{K_T} \quad (37.2)$$

$$\text{حيث : } K_T = \frac{U_1}{U_2} - \text{معامل تحويل المحولة}$$

$$K_r = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{3} = 0.67$$

حيث $m = 2$

ب - عمل دارة عويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة على حمولة أومية -

RL Load circuit

تحريضية :

لندرس طبيعة عمل دارة التقويم هذه عندما تكون دارة الحمولة محظوظة على محارضة L_d (الشكل 10.2 ، ت) . نحصل على مثل هنا النظام اذا أدخلنا وشيوعة الى دارة المحول لترسيخ تموجات التيار القائم ، او من الممكن ان تكون دارة الاستهلاك (الحمولة) بحد ذاتها ذات طبيعة تحريضية (مثال على ذلك ملفات تهييج آلات التيار المستمر) . توفر المحارضة في دارة المحول على قيمة التموجات في منحني التيار القائم i_d ، بالإضافة الى أنها توفر السرعة التقويمية للتيارات المارة عبر ملفات المحول والديوبونات . وبالطبع كلما كانت قيمة L_d اكبر كلما كانت قيمة الفركبة المتغيرة في منحني التيار i_d اقل ، وكلما كان ترسیخ التيار القائم أفضل .

للحصول على القيمة الآتية للتيار القائم طبقاً الى حل المعادلة التالية ،

$$\sqrt{2} U_2 \sin \theta = \omega L_d \frac{di_d}{d\theta} + R_d \cdot i_d \quad (46.2)$$

التي تبين لنا طبيعة عمل الدارة :

والحل النهائي للعلاقة الأخيرة يكون على الشكل التالي :

$$i_d = \frac{\sqrt{2} U_2}{\sqrt{R_d^2 + (\omega L_d)^2}} \cdot \left[\frac{\sin(\theta - \varphi) + \frac{2 \sin \varphi}{-\pi R_d / \omega L_d} e^{-\frac{R_d}{\omega L_d} \cdot \theta}}{1 - e^{-\frac{R_d}{\omega L_d} \cdot \theta}} \right] \quad (47.2)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L_d}{R_d}$$

حيث :

$$K_U = \frac{U_{R_{max}}}{U_d}$$

(42.2)

- معامل استخدام الديود بالتيار ، ويساوي نسبة القيمة الفعلية لتيار الديود الى القيمة الوسطية للتيار القائم :

$$K_I = \frac{I_{a rms}}{I_d}$$

(43.2)

- معامل زيادة الاستطاعة الحسابية للمحولة K_{inc} ، الذي هو عبارة عن نسبة الاستطاعة الحسابية للمحولة الى الاستطاعة الاسمية الفعلية للتيار المقوم :

$$K_{inc} = \frac{S_T}{P'_{dn}}$$

(44.2)

عندما تكون الحمولة أومية صرفة فإن الاستطاعة الفعلية المستهلكة في المحولة P'_{dn} لا تساوي P_{dn} . ويمكن حساب قيمة P'_{dn} على النحو التالي :

$$P'_{dn} = \frac{1}{T} \int_0^T u_d \cdot i_d dt = \frac{\pi}{8} P_{dn} \quad (45.2)$$

وبالنسبة لدارة عويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة فإن المعاملات

K_{inc} و K_I و K_U تساوى :

$$K_U = \pi$$

$$K_I = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

$$K_{inc} = \frac{2 + \sqrt{2}}{2 \sqrt{2}} = 1,2$$

اما عامل التموجات في دارتنا هذه فيساوى :

112

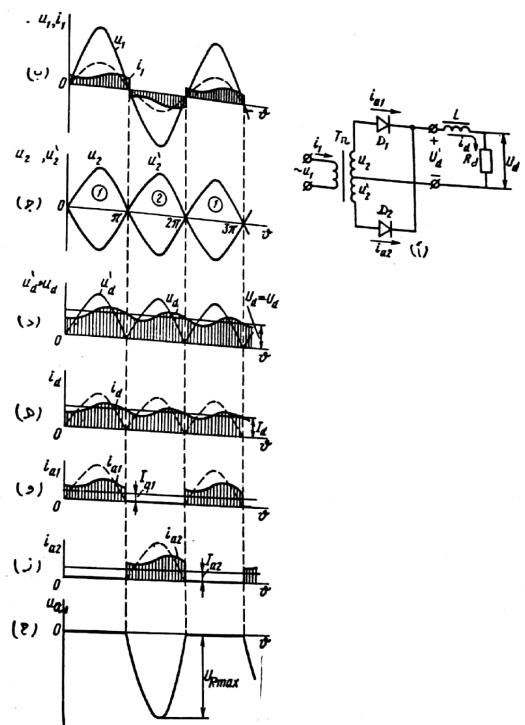
وعلى الشكل (11.2) نبين المحننات التي تعطي علاقة التيار القوام
التسبيبي $(i_d^*) = \frac{i_d}{L_d}$ بالزاوية θ ، حيث تم الحصول على هذه المحننات
عن طريق تعويض قيمة عددي للزاوية θ في العلاقة (47.2) بالنسبة لعنة
قيمة L $\text{tg} \varphi = \frac{L_d}{R_d} = 0, 1, 5, 10, \dots \infty$

لتسهيل الدراسة التحليلية لعمل دارات التقويم على حولة أومية - تحريرية
يستحسن اعتبار قيمة $L_d = \infty$ ، وبالتالي يكون التيار القوام i_d مرشحاً
بشكل مثالي . وفي الواقع عندما تكون L_d كبيرة ولكن لا تساوي اللانهائية (مثلاً
 $\frac{\omega L_d}{R_d} = 5$) فاننا نلاحظ ان القيم الحسابية التي تحمل عليها في هذه
الحالة تختلف اختلافاً طفيفاً جداً عن الحالة التي اعتبرنا فيها ان $L_d = \infty$
والناتي سوف يكون الخطأ المركب عند اعتبار $L_d = \infty$ صغيراً جدّاً .

ان استخدام مرشح ذو محارضة كبيرة في بارة الحولة سوف يؤدي الى
تغيير شكل التيارات التي تمر عبر عناصر الدارة امام شكل الجهد القوام
والجهد المكسي فلا يختلف عن حالة الحولة الومية المترفة (الشكل 10.2)

ينهم الجهد القوام هنا بأنه عبارة عن الجهد على ماخني خرج بارة التقويم،
حيث اتنا اعتبرنا ان الحولة مثالية وبالتالي ناقع عطية انتقال التيار من بود لآخر
(عملية الابدا) سوف تمر بشكل آمني ، كما بالنسبة لعمل هذه الدارة على
حولة أومية صرفة ، وذلك بسبب عدم احتواء بارة الابدا هذه على محارضة
(تالف بارة الابدا من : الطفين الثنائيين u_2 و u_2' للمحولة والسيفين D_1 و
 D_2) (انظر الشكل 10.2) .

ان التيار المار من خلال الديدون في هذه الحالة سوف يكون على شكل
نبضات قريبة من الشكل المستطيل بعرض $180^\circ e_1$ وبطوال مساوا لـ i_d



الشكل (10.2) - دائرة عويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة ومحططاتها الرزمية / الحولة أومية - تحريرية/.

الحصول على الاستطاعات الحسابية للطلقات . ان الاستطاعة الكلية للطف الأولى يمكن ان تحدد كما يلي :

$$S_1 = U_1 \cdot I_{1n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} P_{dn} = 1,11 P_{dn} \quad (53.2)$$

اما الاستطاعة الكلية للطف الثاني فتساوي :

$$S_2 = 2U_2 \cdot I_{2n} = \frac{\pi}{2} P_{dn} = 1,57 P_{dn} \quad (54.2)$$

وبالتالي يمكننا تحديد الاستطاعة الحسابية لمحولة القدرة S_T

$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{4\sqrt{2}} (1 + \sqrt{2}) P_{dn} = 1,34 P_{dn} \quad (55.2)$$

عندما يكون التيار مرشحاً بشكل مثالي فإن الاستطاعة الفعلية المستهلكة في دائرة المحولة شاوى :

$$P'_{dn} = P_{dn} = U_d \cdot I_{dn}$$

وكما يظهر في العلاقة (55.2) فإن الاستطاعة P' اكبر للمحولة تزيد عن استطاعة التيار القائم بـ 34 % في هذه الدارة :

معامل زيادة الاستطاعة :

معامل استخدام اليد بالجهد :

معامل استخدام اليد بالتيار :

لتدرس باسهاب ادثر عملية ترشيح التيار القائم باستخدام المرشحات التي تحتوى في داخلها على معاوقة (انظر المثلث 12.2 ، آ ، ج ، د) يتم التعبير عن درجة التمعيم في المرشحات عن طريق عامل التمعيم K_{inc} ،

(المثلث 10.2 ، د) ، وبالتالي فإن التيار في الطف الأولى للمحولة سوف يكون على شكل نسبات مستقطبة عرقياً ومتاوياً (المثلث 10.2 ، ب) . ان اختلف القيم الحسابية لمتغيرات الدارة سوف يكون مطلقاً هنا فقط باختلاف قيم التيارات ، أما الجهد فتفق كذا هي في حالة المحولة الأومية صرفة :

$$U_d = 0.9 U_2 \quad (48.2)$$

$$U_{Rmax} = 2\sqrt{2} U_2 \quad (49.2)$$

كما ان القيمة الوسطية لتيار اليدور شاوى هنا أيضاً نصف القيمة

الوسطية لتيار القوم :

$$I_a = \frac{I_d}{2} \quad (50.2)$$

اما القيمة الفعلية لتيار عبر اليدور ، التي شاوى القيمة الفعلية لتيار في الطف الثاني للمحولة I_2 ، فسوف تخطف هنا عن قيمتها في حال عمل الدارة على محولة اومية صرفة :

$$I_{a rms} = I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_d^2 d\theta} = \frac{I_d}{\sqrt{2}} \quad (51.2)$$

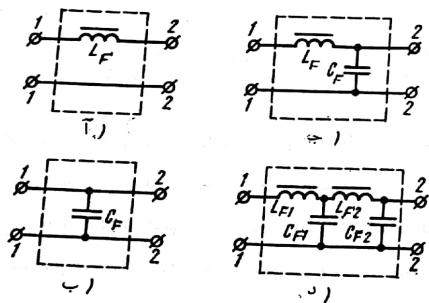
وتحدد قيمة التيار في الطف الأولى للمحولة على النحو التالي : بالنسبة للشكل المستطيل القيمة الفعلية لتيار شاوى قيمته الاعظمة ، أي أن $I_1 = I_{1max}$ ، وبنفس الوقت القيمة الاعظمة شاوى القيمة الوسطية (كثافة مطلقة) ، وبالتالي القيمة الفعلية لتيار في الطف الاول للمحولة شاوى :

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{I_d}{K_T} \right)^2 d\theta} = \frac{I_d}{K_T} \quad (52.2)$$

ومعرفة التيار والجهد في الطلقات الأولية والثانوية للمحولة ، يمكننا

١٤ - المركبة المستمرة للجهد على خرج المرشح .

$\Delta = \frac{U_d}{U_d} \approx \Delta$ في العلاقة (57.2) تسمى معامل تحويل المركبة المستمرة للجهد من دخل المرشح الى خوجه ، ويغير هنا العامل عن ضياعات الجهد في المرشح ، اما النسبة $K_F = \frac{U_{(1)\max}}{U_{(1)\max}}$ فتسمى عامل الترشيح ، وبين لنا هنا العامل درجة انخفاض مطال تعوجات المركبة التوافقية الاساسية على خرج المرشح بالمقارنة مع مطال التعوجات على دخله .



الشكل (12.2) - انواع المرشحات :

- ا - مرشح تحربي بسيط
- ب - مرشح سعوي بسيط
- ج - مرشح LC وحيد الحلقة
- د - مرشح LC ثانوي الحلقة

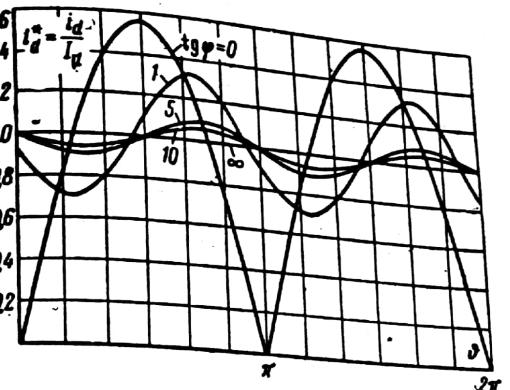
يكون معامل التحويل بالنسبة لمرشحات دارات التقويم ذات الامتحانات

الكبيرة مساويا عرقيا $0.99 \approx \Delta$ ، وبالنسبة للاستطاعات الصغيرة فـ

$0.91 \div 0.95 \approx \Delta$ ، اما بالنسبة للمرشحات المطالية (بدون ضياعات)

فيكون $\Delta = 1$.

اذا اهملنا الضياعات في المرشح فـان عامل تنعيم المركبات التوافقية سوف



الشكل (11.2) - منحنيات التيار العموم في دائرة عويم

$$\text{الموجة الكاملة من أجل قيم مخططة } L = \frac{\omega L_d}{R_d}$$

الى يساوى نسبة عامل التعوجات على دخل المرشح K_r الى عامل التعوجات على

خرج هذا المرشح K_r :

$$K_{sm} = \frac{K_r}{K_r}$$

ويحسب عامل التنعيم بالنسبة للمركبة التوافقية الأولى بالعلاقة التالية :

$$K_{sm1} = \frac{K_{r1}}{K_{r1}} = \frac{U_{(1)\max}}{U_d} = \frac{U_{(1)\max}}{U_d} = \Delta K_F \quad (57.2)$$

حيث : $U_{(1)\max}$ - مطال المركبة التوافقية الاساسية (الاولى) لتعوجات الجهد على دخل المرشح .

U_d - المركبة المستمرة للجهد على دخل المرشح .

U_d - مطال المركبة التوافقية الاساسية لتعوجات الجهد على خرج المرشح .

$$U_{(1)\max} = I_{r(1)} \cdot R_d \quad (61.2)$$

$$U'_{(1)\max} = I_{r(1)} \sqrt{(\omega_{r(1)L})^2 + R_d^2} \quad (62.2)$$

بوضع العلقتين (61.2) و (62.2) في العلاقة (60.2) نحصل على

$$K_F = \frac{\sqrt{(\omega_{r(1)L})^2 + R_d^2}}{R_d} \quad (63.2)$$

عادة يكون $\omega_{r(1)L} \gg R_d$ وبالتالي :

$$K_F = \frac{\omega_{r(1)L}}{R_d} = \frac{2\pi mf_1 L}{R_d} \quad (64.2)$$

من العلاقة (64.2) نستنتج ان درجة ترشيح المرشح تزداد بزيادة عدد اطوار التقويم ، وكذلك بزيادة قيمة المحارضة L وبانخفاض قيمة مقاومة الحمولة R_d . وبما ان مقاومة الحمولة R_d تنخفض بزيادة استطاعة الحمولة ، لذا فان استخدام ابسط المرشحات التحرضية (الذى يحتوى على ملف تحرضي فقط) يكون اكتر نافعية في دارات التقويم والعبارات ذات الاستطاعة المتوسطة والكبيرة . اما في الدارات صغيرة الاستطاعة فان استخدام هنا النوع من المرشحات يكون اقل نافعية ، وذلك بسبب القيمة الكبيرة للقاومة R_d ، حيث ان الامر في مثل هذه الحالة يتطلب زيادة كبيرة في قيمة محارضة ملف الترشيح ، وذلك لتحقيق الشرط ($R_d \gg L \omega_{r(1)}$) . الذى يؤمن درجة عالية من الترشيح .

لذلك بالنسبة لدورات التقويم والعبارات صغيرة الاستطاعة فان حل هذه المسألة يتم ليس عن طريق زيادة قيمة المحارضة L ، بل عن طرفة ، تخفيض قيمة مقاومة الحمولة ، وذلك بوضع مرشح سعى على التغرع مع دارة الحمولة اضافية

$$U_{(1)\max} = I_{r(1)} \cdot R_d \quad (61.2)$$

$$U'_{(1)\max} = I_{r(1)} \sqrt{(\omega_{r(1)L})^2 + R_d^2} \quad (62.2)$$

بوضع العلقتين (61.2) و (62.2) في العلاقة (60.2) نحصل على

$$K_F = \frac{\sqrt{(\omega_{r(1)L})^2 + R_d^2}}{R_d} \quad (63.2)$$

عادة يكون $\omega_{r(1)L} \gg R_d$ وبالتالي :

$$K_F = \frac{\omega_{r(1)L}}{R_d} = \frac{2\pi mf_1 L}{R_d} \quad (64.2)$$

من العلاقة (64.2) نستنتج ان درجة ترشيح المرشح تزداد بزيادة عدد اطوار التقويم ، وكذلك بزيادة قيمة المحارضة L وبانخفاض قيمة مقاومة الحمولة R_d . وبما ان مقاومة الحمولة R_d تنخفض بزيادة استطاعة الحمولة ، لذا فان استخدام ابسط المرشحات التحرضية (الذى يحتوى على ملف تحرضي فقط) يكون اكتر نافعية في دارات التقويم والعبارات ذات الاستطاعة المتوسطة والكبيرة . اما في الدارات صغيرة الاستطاعة فان استخدام هنا النوع من المرشحات يكون اقل نافعية ، وذلك由於 القيمة الكبيرة للقاومة R_d ، حيث ان الامر في مثل هذه الحالة يتطلب زيادة كبيرة في قيمة محارضة ملف الترشيح ، وذلك لتحقيق الشرط ($R_d \gg L \omega_{r(1)}$) . الذى يؤمن درجة عالية من الترشيح .

لذلك بالنسبة لدورات التقويم والعبارات صغيرة الاستطاعة فان حل هذه المسألة يتم ليس عن طريق زيادة قيمة المحارضة L ، بل عن طرفة ، تخفيض قيمة مقاومة الحمولة ، وذلك بوضع مرشح سعى على التغرع مع دارة الحمولة اضافية

$$K_{sm} = \frac{U_{(1)\max}}{U'_{(1)\max}} = K_F \quad (58.2)$$

يساوي عربياً عامل الترشح :
يُحدَّد قيمة عامل التسويات على الحمولة $\frac{U_{(1)\max}}{U'_{(1)\max}}$ من قبل
شروط الاستئثار ، وتختلف هذه القيم باختلاف دارات استهلاك الطاقة الكهربائية.
ويتعلق عامل التسويات $K_{r(1)}$ على دخل المرشح بشكل دارة التغروم ،
ويحدَّد بالعلاقة التالية :

$$K_{r(1)} = \frac{2}{m^2 - 1} \quad (59.2)$$

حيث . . . - عدد اطوار التقويم ، او بكلمات اخرى عدد التسويات الأساسية
للجهد القائم خلال دور واحد لجدة المغناية .
وبالتالي فان عامل ترشيح الجهد القائم حتى القيمة المطلوبة يتحدد بواسطة
عامل التسويات الصوصي لدارة الاستهلاك وكذلك يتحدد بعدد التسويات على
خرج دارة التغروم ، وذلك حسب العلاقة التالية :

$$K_F = \frac{K_{r(1)}}{K_{r(1)}} = \frac{2}{(m^2 - 1) K_{r(1)}} \quad (60.2)$$

لحساب عامل الترشح لأبسط مرشح تحرضي (انظر الشكل 10.2 آ).

يتم حساب الجهدتين $U_{(1)\max}$ و $U'_{(1)\max}$ انتلاقاً من أنها يمثلان
هبوط الجهد الناتج عن مرور المركبة التوافقية الأساسية (الاولى) لتيار التسويات

$I_{r(1)}$:

$$U_{(1)max} = I_{r(1)} \frac{1}{\omega_{r(1)} C}, \quad (65.2)$$

$$U'_{(1)max} = I_{r(1)} \left(\omega_{r(1)} L - \frac{1}{\omega_{r(1)} C} \right) \quad (66.2)$$

ومنه :

$$K_F = \frac{\omega_{r(1)} L - \frac{1}{\omega_{r(1)} C}}{\frac{1}{\omega_{r(1)} C}} = \omega_{r(1)}^2 LC - 1 \quad (67.2)$$

أو إذا عبرنا عن العلاقة الأخيرة عن طريق تردد شبكة التذبذبة f_1 ، عندئذ يكون :

$$K_F = (2\pi f_1)^2 LC - 1 \quad (68.2)$$

بالنسبة لنارات غويم الموجة الكاملة وحيدة الطور $2 = m$ ، وبالتالي فإن

حساب معامل ترشيح المرشح يتم بالعلاقة التالية :

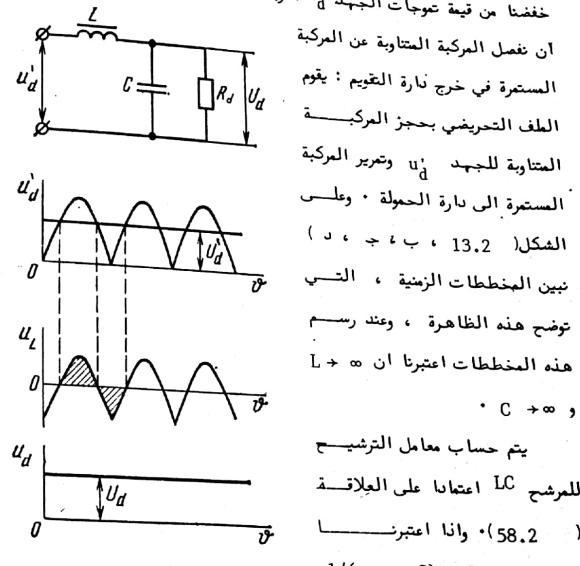
$$K_F = (4\pi f_1)^2 LC - 1 \quad (69.2)$$

ويتم حساب عناصر المرشح LC انتلاقاً من ضرورة الحصول على معامل الترشيح المطلوب K_F وبالنسبة لنارات غويم الموجة الكاملة وحيدة الطور فإن عناصر المرشح تحسب من العلاقة (69.2) كما يلي :

$$LC = \frac{K_F + 1}{(4\pi f_1)^2} \quad (70.2)$$

ان المؤشرات الأساسية لصحة اختيارنا لقيمة L هي المتعلقة بحجم وكثافة المرشح وبتكلفته . وغالباً ما يتم ، عند حساب L و C ، الآخذ بالاعتبار بشرط آخر وهو الشرط الذي يتعلق بقاومة خرج المرشح للتيار المتذبذب Z_{out} وبالتالي الزمني $Z_{out} = CR_d = \tau$ ، ويكون الاهتمام بهذا الشرط كبيراً

L-section ("L" filter) هو المرشح (انظر الشكل 13.2 آآ) حيث إن استخدام المكثف C هنا يشكل دائرة مستقلة لغير المركبة المتداولة للتيار ، الناجمة عن المركبة المتداولة للجهد ، وبالتالي فإن هذه المركبة لن تمر من خلال الحمولة . وبما أن مقاومة المكثف للتيار المتذبذب صغيرة ، إنها هيروط الجهد على المكثف وبالتالي فإن مقدار الجهد المذبذب على المكثف يكون صغيراً أيضاً ، وبهذا تكون قد خفينا من قيمة عوائق الجهد R_d ، بكلمات أخرى ، يمكننا بواسطة المكثف ان نفصل المركبة المتداولة عن المركبة المتداولة في خرج دائرة التغيم : يقوم المكثف التحربي بتجزء المركبة المتداولة للجهد U_d وتغزيل المركبة المتداولة إلى دائرة الحمولة . وعلى الشكل 13.2 ، ب ، ج ، د ، تبين الخطوط الزمنية ، التي توضح هذه الظاهرة ، وعند رسم هذه الخطوط اعتبرنا أن $L \rightarrow \infty$ و $C \rightarrow \infty$.



الشكل (13.2)

نارة المرشح LC والخطوط الزمنية التي تبين طريقة ترشيح الجهد المقوم

ج - عمل دارة عزوم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة على حمولة أ و مية سعوية:

تشكل الحمولة الأومية - السعوية لدارة التقويم (الشكل 14.2 ، آ)

عندما تستندم المكثف C لترشيح تموحات منحنى الجهد القوى .
ان ربط المكثف على التفرع مع الحمولة يغير نظام عمل دارة التقويم بالمقارنة مع عطيا على حمولة اومية صرفة او حمولة اومية - تحرضية ، حيث ان عطيات سخن وغريب المكثف يجعل عمل الدارة يتصف بالنظم التبضي .

وهناً ايضا ، كما في الدارات السابقة ، يتحدد عمل الديوينات بالجهد المطبق عليها $(u_2 + u_d)$. لكن وخلافا للدارات السابقة ، فإنه لا يمكنه لفتح $D1$ او $D2$ ان يكون الجهد u_2 او u_d موجبا على مصدريهما ، بل من الضروري هنا ان يكون هنا الجهدان اكبر من الجهد على المكثف C ، الذى يتحدد كموم مهبطي $D1$ و $D2$ وجهد الخرج u (الشكل 14.2 ، آ ، د)

لتنстعرض طبيعة عمل هذه الدارة :

- في المجال $(1 - \theta_1)$ (الشكل 14.2 ، آ ، ج) :

$$u_d > 0 \quad u_2 < 0 \quad u > |u_2|$$

في هذا المجال يكون كلا الديوينان مغلقين ، فالديود $D2$ يكون مغلقا بسبب ان $u_2 < 0$ ، ويكون مطبقا عليه الجهد العكسي $(u_d + u_2)$ والديود $D1$ يكون مغلقا أيضا بسبب ان جهد مهبطه (نسبة الى النقطة المشتركة) والمعطل بالجهد u_d يكون اكبر ايجابية من جهد مصدره u_d (الشكل 14.2 ، آ ، د) . ويعون الحمولة R_d والمكثف C في المجال $(1 - \theta_1)$ مفصلين عن الطاقات الثانوية للحمولة عن طريق الديوينين المغلقين $D1$ و $D2$ ، وبالتالي فإن ثانية الحمولة تم هنا عن طريق المكثف ، الذي يفرغ شحنته عليها بثبات زمني

$$\tau = CR_d$$

عندما عزوم الحمولة باستهلاك التيار من دارة التقويم ليس فقط الذى يحتاجه على المركبة المستترة فقط ، بل المركبة المتأدية ايضا (وعلى سبيل المثال نذكر الحمولات التالية : المضخات ، الموللات ، عناصر التشكيل التبضية وغيرها) ، حيث انه اذا كانت المقاومة Z_{out} للمرشح كبيرة ، فان هنا يمكن ان يؤدي الى اختلال العمل الطبيعي للتجهيزات المذكورة (كان توقيت الى التبضي الناعي للتجهيزات والى تنشيء شكل اشارتها)

وي ينبغي اثناء تصميم المرشحات LC تجنب ظاهرة الطنين ، ولهذا من الضروري ان يكون التردد الثاني للمرشح $\omega_r = 1/\sqrt{LC}$ اصغر من تردد المركبة التوافقية الاولى للتوجهات $\omega_r(1)$ ، وان لا يكون $\omega_r(1)$ من مضاعفات ω . وعادة يكفي عند حساب هذا المرشح ان يتحقق الشرطان التاليان :

$$\omega_r(1)L = (5 \div 10)R_d \quad (71.2)$$

$$\frac{1}{\omega_r(1)C} = (0.1 \div 0.2)R_d \quad (72.2)$$

ويؤدي الحصول على درجة اعلى من الترشيح يتم عادة استخدام مرشحات متعدد الحلقات من النوع LC ، حيث يمكن ان تحتوى على مرشحين L او ثلاثة او اكثر (انظر الشكل 12.2 ، د) وستختبر هذه المرشحات عندما $K_p > 100$ ويتم حساب المرشح متعدد الحلقات انطلاقا من معامل الترشيح الكلى ، الذى يأخذ بالاعتبار معاملات الترشيح لجميع الحلقات التي تدخل في تكوينه $K_F(1), K_F(2), \dots$

$$K_F = K_F(1) \cdot K_F(2) \cdot K_F(3) \dots \quad (73.2)$$

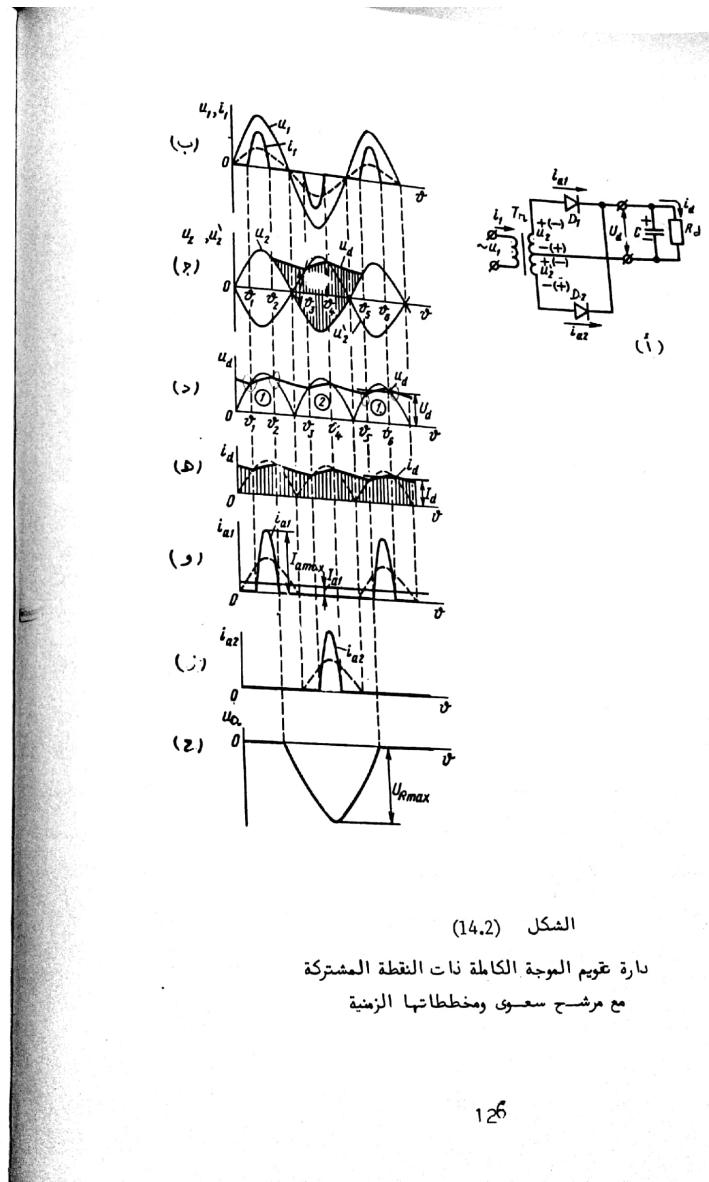
و مع الاقتراب نحو اللحظة الزمنية θ_1 (الشكل 14.2 ، د) فان الجهد u_2 يتزايد متوجها نحو قيمة الجهد على المكثف ، مما يؤدي الى تأقير المكثف المعكس على الدiod D1 . وفي اللحظة الزمنية θ_1 يصبح $u_d = u_2$ فيفتح الدiod D1 ، ممديا بذلك الى عطique جهد الطف الثاني u_2 على المكثف C والمحولة R_d .

- في المجال $(\theta_2 - \theta_1)$ تجري عملية شحن المكثف تحت تأثير الجهد u_2 . يسبب مرور تيار شحن المكثف من خلال باردة الشحن هبوطا للجهد على هذه الباردة ، لذلك فان الجهد على المكثف وبالتالي الجهد u_d سوف يكون اصغر بقليل من الجهد u_2 (الشكل 14.2 ، د) . ويكون هبوط الجهد هذا عبارة عن مجموع هبوطات الجهد على المقاومات الفعالة للطلقات الاولى والثانوية للمحولة وعلى اسلام التوصيل وعلى الدiod . اما تيار شحن المكثف وتيار الطف الثاني للمحولة وتيار الدiod i_{a1} فتكون على شكل نسبات ذات المطال I_{amax} (الشكل 14.2 ، د) ، وبالاخذ بعين الاعتبار قيمة معامل تحويل المحولة فان التيار الاول i_1 للمحولة سوف يكون بنفس الشكل ايضا (انظر الشكل 14.2 ، ب) .

تنتهي عملية شحن المكثف في اللحظة θ_2 ، التي يصبح فيها الجهد على هذا المكثف مساويا قيمة الجهد u_2 (الشكل 14.2 ، د) .

- في المجال $(\theta_2 - \theta_3)$ يكون الدiodان D1 و D2 مغلقين . وخلال هذا المجال تجري عملية غير المكثف على المحولة . ويكون الجهد u_d عبارة عن منحنى أسي بثابت زمني $\tau = CR_d$.

- في اللحظة θ_3 يصبح الجهد u_d لنصف الطف السفلي لثانوي المحولة مساويا u_d (الشكل 14.2 ، د) ، وبالتالي يفتح الدiod D2 وتمر خلال



الشكل (14.2)

باردة تقوم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة مع مرشح سعوي ومخططاتها الزمنية

خلال فترات قصيرة من الزمن ، ومن ثم يعطي هذه المقطفه الى المحوله . ويكون الاستهلاك النبضي للطاقة مصحوبا بمرور تيار تيار محسن المكثف عبر الملفات الاوليه والثانوية للمحولة وكذلك عبر التبيونات . ويكون مطالع تيار التبيونات قسيم هذه الحالة مساواها الى :

$$I_{\text{amax}} = \frac{8}{3} Id$$

الجهد العكسي :

بما ان الجهد العكسي على التبوي R_d يتبع من طريق فرق الجهدين $U_2 - U_d$ (الشكل 14.2 ج) ، فان ادخال المكثف الى دارة التقويم سوف يؤدي الى اتساع مجال تأثير الجهد العكسي على التبيونات (الشكل 14.2 ج) ، لكن القيمة الاعظمية لهذا الجهد $U_{R \text{ max}}$ هنا سوف تكون ، كما في الحالات السابقة ، مساوية الى :

$$U_{R \text{ max}} = 2 \sqrt{2} U_2 \quad (76.2)$$

من المفروض عند استخدام المرشح السعوي الاخذ بالحسبان تأثير مقاومة المحوله على عامل التموجات . وبما ان فاعليه هنا المرشح تزداد بزيادة مقاومة المحوله ، لذا يفضل استخدامه لمحولات لا تتجاوز استطاعتها عنة عشرات من الواط .

د - عمل دارة تقويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة على محوله ذات قوة

محركه كهربائية عكسية :

يشاهد هذا النوع من المحوله في دارات التقويم التي تستخدم في مجال الصناعات الكهروميكانيكية والقيادة الكهربائية . وكما شمله على هذه المحوله ذكر المحللات الكهربائية (Electrolyzer) والمدخلات ومحركات التيار المستمر .

نرى من الشكل 14.2 د ان شكل الجهد U_d في دارتنا هذه يختلف عن شكل الجهد U_d عند عمل دارة التقويم على حموله اوليه صرفة ، حيث ان وجود المكثف يجعل الجهد U_d مرحضا . وانا كان الثابت الزمني :

$$\tau = CR_d = \frac{4}{8} f_1$$

فان عامل توجيات جهد الخرج سوف لن يزيد عن $0,02$ ، وهو يحسب بالعلاقة التالية :

$$K_r = \frac{1}{2\pi f_1 \tau} \quad (74.2)$$

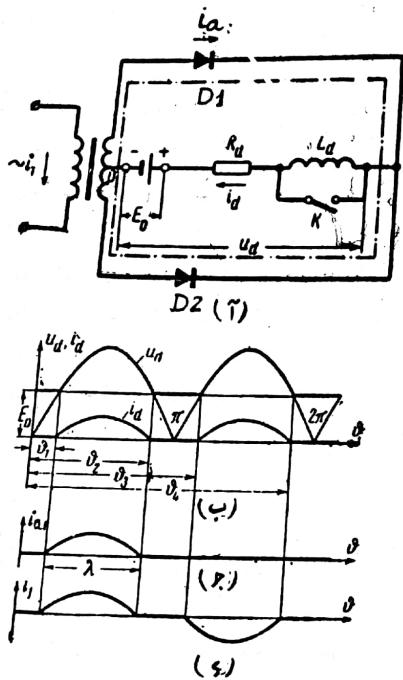
واما ان $\frac{U_d}{R_d} = f_d$ ، فان تيار المحوله سوف يكون مرحضا ايضا بشكل جيد (الشكل 14.2 ه).

وخلال حالة عمل دارة تقويم الموجة الكاملة على حموله اوليه صرفة او حموله اوليه - تحريضية ، التي وجدنا فيها ان القيمه الوسطية للجهد $U_d = 0,9U_2$ (بدون الاخذ بالاعتبار هيوبط الجهد في الدارة) ، فان عمل الدارة على حموله اوليه - سعوية يؤدي الى ان القيمه الوسطية للجهد U_d تكون قريبا من قيمة مطال الجهد الثاني للمحوله :

$$U_d = U_{2\text{max}} = \sqrt{2} U_2 \quad (75.2)$$

ونلك عند عمل الدارة على فراغ .

تتميز عطيه استهلاك دارة المحوله للطاقة من شبكة الغذيه بالتيار المستهلك بانها تحمل طبيعة نسبية ، حيث ان المكثف يستهلك الطاقة من الشبكة



الشكل (15.2) المنحنيات الزمنية للجهود والتيارات في دارة تقويم الموجة الكاملة عند العمل على حمولة ذات قوة محركة كهربائية عكسية

$$\lambda = \theta_2 - \theta_1 = \pi - 2\theta_1 \quad (79.2)$$

من العلاقة الأخيرة نحصل على :

يتميز هذا النوع من المحولات باحتواه على القوة المحركة الكهربائية الناجمة E_o ، التي تكون باتجاه معاكس لاتجاه القوة المحركة الكهربائية لنبض التغذية (في حالتنا هذه منع التغذية هو دارة التقويم) ، وبالتالي فسان التيار المار عبر المحولة سوف يحدده الفضل بين القوتين المحركتين الكهربائيتين : القوة المحركة الكهربائية لدارة التقويم والقوة المحركة الكهربائية لدارة الاستهلاك وعلى الشكل (15.2 ، آ) نبين دارة تقويم الموجة الكاملة مع حمولة مرشح (الفتح K مغلق)

المقاومة R_d في هذه الحالة عاكمة المقاومة الداخلية لدارة الاستهلاك أما القيمة الآتية للتيار القائم المار عبر المحولة فيمكن ايجادها من العلاقة

$$i_d = \frac{u_d - E_o}{R_d} \quad (77.2)$$

وبالطبع سوف يمر التيار عبر ديوانات الدارة فقط في الوقت الذي تكون فيه القيمة الآتية للجهد القائم u_d اكبر من E_o

وعلى سبيل المثال : سوف بينما الديود D_1 يتم تبديل التيار في اللحظة θ_1 ، ويقطعني عن التزير في اللحظة θ_2 (الشكل 15.2 ، ب)

لتحديد قيمة الزاوية θ_1 نستخدم العلاقة التالية :

$$\sin \theta_1 = \frac{E_o}{\sqrt{2} U_2} \quad (78.2)$$

اما المجال λ ، الذي يعبر عن فترة تبديل اليد ، فيمكن ايجاده على النحو التالي :

$$I_{a \text{ rms}} = I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{-\lambda/2}^{+\lambda/2} \left[\frac{\sqrt{2} U_2}{R_d} (\cos \theta - \cos \frac{\lambda}{2}) \right]^2 d\theta} \quad (84.2)$$

بما ان القيم الآتية للتيارات في الملف الأولي للمحولة تتناسب مع القيم الآتية للتيارات في الملف الثاني $\frac{i_2}{K_T} = \frac{i_a}{K_T}$ ، اذ يمكننا الحصول على القيمة الآتية للتيار في الملف الأولي للمحولة اعتناءً على العلاقة $i_2 = i_a$ ، وبالتالي :

$$I_1 = \sqrt{2 \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\lambda/2}^{+\lambda/2} \left(\frac{i_a}{K_T} \right)^2 d\theta \right]}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{2}{K_T^2} \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\lambda/2}^{+\lambda/2} i_a^2 d\theta \right]} = \frac{\sqrt{2}}{K_T} I_{a \text{ max}} \quad (85.2)$$

اما القيمة الاعظمية للجهد العكسي $U_{R \text{ max}}$ فتبقى كما في حالة الحملة الأومية المعرفة ، وهذا واضح بالفعل اذ انما الدارة المبينة على الشكل (15.2 ، آ) بالخط المقطع المتقطع .

لنستعرض الان طبيعة عمل الدارة السابقة عند اضافة ملف ترميم الى دارة الحملة (تفصيل المفتاح K على الشكل 15.2 ، آ) عندئذ تكون معالجة التوازن الكهربائي لدائرة الحملة على الشكل التالي :

$$u_d = E_o + L_d \frac{di_d}{dt} + R_d i_d \quad (86.2)$$

ومعه :

$$\cos \frac{\lambda}{2} = \sin \theta_1 = \frac{E_o}{\sqrt{2} U_2} \quad (80.2)$$

وكما هو مبين على الشكل (15.2 ، ب) فإن الميد 15.2 ب يبدأ بمغادرة التيار في نصف الدور الثاني ، خلال المجال $(\theta_3 - \theta_4)$. وفي النتيجة فإن منحنى التيار القائم i_d سوف يحتوى على مناطق ينعد فيها التيار (التيار مقطوع) وعلى الشكل (15.2 ، ب) نبيه منحنيات الجهد القائم u_d والتيار القائم i_d . اما منحنى التيار المار عبر الميد i_a والتيار في الملف الأولي للمحولة i_1 فنبينهما على الشكل (15.2 ، د) .

$$I_d = \frac{1}{R_d} \left[\frac{1}{\pi} \int_{-\lambda/2}^{+\lambda/2} (\sqrt{2} U_2 \cos \theta - E_o) d\theta \right] \quad (81.2)$$

واعتباراً على العلاقات (78.2 او 80.2 او 81.2) نحصل بشكل النهائي على :

$$I_d = \frac{2 E_o}{\pi R_d} \cdot \frac{\sin \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2}}{\cos \frac{\lambda}{2}} \quad (82.2)$$

اما القيمة الوسطية للتيار المار عبر الميد فتساوي :

$$I_a = \frac{I_d}{2} \quad (83.2)$$

وتحسب القيمة الفعلية للتيار المار عبر الميد ، والتي تساوى القيمة الفعلية للتيار في الملف الثاني للمحولة I_2 ، كما يلي :

3.4.2 . نارة التقويم الجسرية وحيدة الطور :

آ- عمل نارة التقويم الجسرية وحيدة الطور على حمولة أومية صرفة (الشكل 16.2)

لنسنعرض مبدأ عمل هذه النارة ، لنفترض ان كمون بناء الملف الثاني للمحولة موجب بالنسبة لنهائيته في النصف الدور الأول (آ) في المجال $\theta_1 = 0$ ، الشكل 16.2 ، ب) ، عندئذ يكون الدبيوان D_1 و D_2 في حالة تعرير ، ويكون نارة مرور التيار هي النارة التالية : بناء الملف الثاني للمحولة - الدبيوان D_1 - مقاومة الحمل R_d - الدبيوان D_2 - نهاية الملف الثاني . وفي النتيجة يكون الجهد الثاني u_2 مطبقاً على الحمولة R_d . وخلال هذا المجال يكون الدبيوان D_3 ، D_4 في حالة انقطاع عن التعرير ، وتلك بسبب تطبيق الجهد الثاني للمحولة u_2 بشكل عكسي عليهما . ان تغير قطبية الملف الثاني للمحولة يؤدي الى فتح الدبيوين D_3 و D_4 واغلاق الدبيوين D_1 و D_2 (المجال $\theta_2 = 0$ على الشكل 16.2 ، ب) ، وبالتالي فان دبيانات النارة تعمل زوجاً زوجاً بالتناوب موجهة بذلك نصفى موجة التيار المتناوب من خلال مقاومة الحمل . وعلى الشكل (16.2 ، ج) نبين منحنى الجهد القائم u_d . ان الجهد القائم هنا يتشكل من أتفاف موجات الجهد المتناوب وحيدة القطبية . اما تزيد التموجات في منحني الجهد القائم فيساري ضعف تزيد الشبكة .

ان شكل التيار القائم u_d (الشكل 16.2 ، د) يكرر شكل منحني الجهد القائم وذلك بسبب ان الحمولة اومية صرفة . ويبين الشكل (16.2 ، ه) ، و) نبين منحنيات التيار المار عبر الدبيوان ، وبين الشكل (16.2 ، ت) التيار في الملف الأولي للمحولة I_d ، ويكون للتيار الثاني نفس شكل التيار في الملف الابتعادي للمحولة ولكن يختلف عنه فقط بقيمة معامل تحويل المحولة .

135

٤٦

$$i_d = \frac{u_d - L_d \frac{di_d}{dt} - E_o}{R_d} \quad (87.2)$$

اذا كان الترشيح مثلاً (اي $i_d = 0$) ، فان القيمة الآتية للتيار القائم سوف تكون متساوية لقيمة الوسطية ، اما المركبة المتواترة للجهد القائم فتشطب بشكل كامل على ملف الترشيح . وبالتالي يمكن ان نكتب :

$$i_d = I_d \quad (88.2)$$

$$u_d - L_d \frac{di_d}{dt} = U_d \quad (89.2)$$

وبتعميف العلاقات (2) و (88.2) في (87.2) نحصل على

$$I_d = \frac{U_d - E_o}{R_d} \quad (90.2)$$

من العلاقة (90.2) نستنتج أن وجود القوة المحركة الكهربائية العكسية في نارة الحمولة في حالتنا هذه تؤدي فقط الى تغيير القيمة الوسطية للتيار القائم .

اما اشكال منحنيات التيارات عبر الدبيوان ، والتيار في الملف الاولى للمحولة ومنحني الجهد العكسي على الدبيوان فتبقى في هذه الحالة بدون تغيير كما في حالة الحمولة اومية - التجربة التي استعرضناها أعلاه .

134

نات القيم التي حصلنا عليها في دائرة عويم الموجة الكاملة ذات النقطة المشتركة ، بسبب انه لم يطرأ اي تغير على شكل منحنيات التيار i_d في كلتا النقطتين :

$$I_a = \frac{I_d}{2} \quad (93.2)$$

$$I_{a\text{ rms}} = \frac{\pi}{4} I_d \quad (94.2)$$

ان شكل التيار i_2 في الطف الثاني للمحولة يكون جيبياً في هذه الحالة ، وتحدد قيمه الفعلية على النحو التالي :

$$I_2 = \frac{U_2}{R_d} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{U_d}{R_d} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} I_d \quad (95.2)$$

ويكون التيار في الطف الأولي للمحولة جيبياً أيضاً ، وقيمه الفعلية I_1 تختلف عن I_2 نقط بقيمة معامل التحويل K_T ، وبالتالي :

$$I_1 = \frac{\pi}{2\sqrt{2} K_T} I_d \quad (96.2)$$

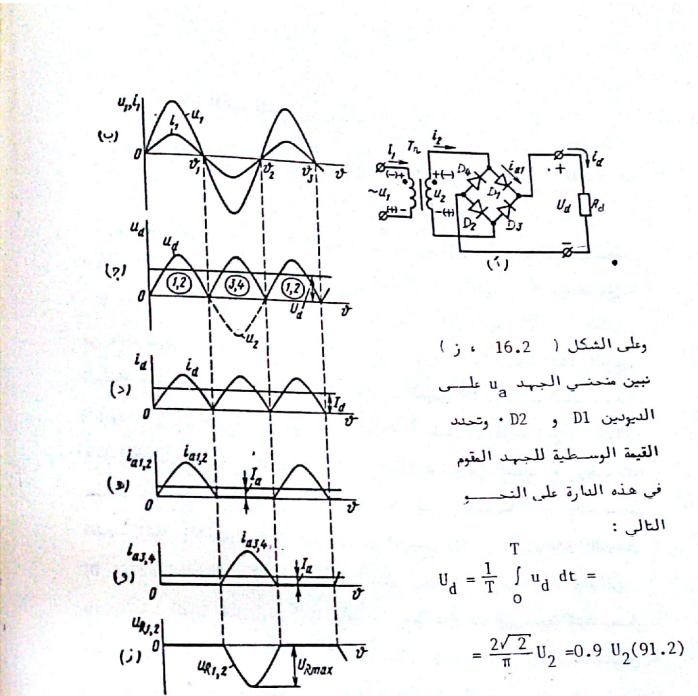
ان الاستطاعات الحسابية لمنافذ المحولة في دائرة التغذيم الجسيمية متساوية فيما بينها . وانا اردنا التعبير عنها عن طريق P_{dn} التي تساوى ضروب

القيم الوسطية للجهد المقاوم والتيار المقاوم فنكتب :

$$S_T = S_1 = S_2 = \frac{\pi^2}{8} P_{dn} = 1.23 P_{dn} \quad (97.2)$$

فانا حدثنا الاستطاعة P'_{dn} بالنسبة للمحولة الأومية المفردة :

$$P'_{dn} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d \cdot i_d d\theta = U_2 \cdot I_2$$



وعلى الشكل (16.2 ، ز)
تبين منحني الجهد على u_a على
الدوابين D_1 و D_2 . وتحدد
القيمة الوسطية للجهد المقاوم
في هذه الدارة على النحو
التالي :

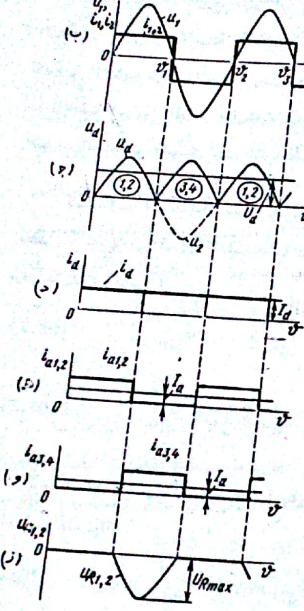
$$U_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_d dt = \\ = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0.9 U_2 \quad (91.2)$$

وكما هو مبين على الشكل
(16.2 ، آ) فإن القيمة
الأعظمية للجهد المكسي

المطبق على الميد تساوى مطال الجهد المتداوب في ثانوي المحولة :

$$U_{R\text{ max}} = \sqrt{2} U_2 = 1.42 U_2 \quad (92.2)$$

اما القيمة الوسطية للتيار المار عبر الميد ، وكنالك قيمه الفعلية فتساوى ان



اما التيار في الطف الأولي
والطف الثاني للمحولة فيكون
على شكل نبضات مستطيلة متاوية
الشكل (17.2 ، ب) .

القيمة الفعلية للتيار I_2
في الطف الثاني للمحولة فيس
هذه الحالة عساى القيم
الأعظمية للتيار القائم :

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_d^2 d\theta} = I_d \quad (100.2)$$

الشكل (17.2)
نارة القويم الجسرية وحيدة الطور
ومخططاتها الزئنية (المحولة أوجية -
تحريضية)

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{I_2}{K_T} \right)^2 d\theta} = \frac{I_2}{K_T} = \frac{I_d}{K_T} \quad (101.2)$$

139

اما القيمة الفعلية للتيار
الطف الأولي للمحولة فتساوى :

فإن معامل زيادة الاستطاعة الحسابية للمحولة سوف يساوى الواحد
($K_{inc} = 1$) أما معامل استخدام الديود بالجهد ومعامل استخدامه بالتيار

تساويان :

$$K_U = \frac{\pi}{2} = 1.57$$

$$K_I = \frac{\pi}{4} = 0.78$$

ب - عمل نارة القويم الجسرية وحيدة الطور على حمولة أوجية - تحريضية (الشكل
17.2 ، آ)

سوف نفرض في بداية دراستنا لعمل هذه المبتلة ان تيار المحولة مرشح
بشكل مثلثي (اي أن $I = I_d \theta$) . في هذه الحالة سوف تتغير فقط قيمة
وشكل التيارات المارة من خلال عناصر النارة ، أما قيمة وشكل الجهد في
النارة فلا تختلف عن حالة المحولة الأوجية المعرفة (الشكل 17.2 ، ب ، ج ، ز)
ان عملية انتقال التيار من الديود الى آخر (عملية الابدال) سوف تتم كما
في حالة المحولة الأوجية المعرفة ، اي ان الابدال سوف يتم في لحظات مرور
الجهد الثاني للمحولة من خلال الصفر ، وذلك لأننا اعتبرنا أن المحولة
المستخدمة مثالية . اما التيار المار عبر الديود فيكون على شكل نبضات مستطيلة
نات عرض 180° و مطالها يساوى قيمة التيار القائم (الشكل 17.2 ،
ه ، د) . ان القيمة الوسطية والقيمة الفعلية لهذا التيار تساويان :

$$I_a = \frac{I_d}{2} \quad (98.2)$$

$$I_{a,rms} = \frac{I_d}{\sqrt{2}} \quad (99.2)$$

138

لتجرى مقارنة بين ميزات دارة التقويم وحيدة الطور ذات النقطة المشتركة ودارة التقويم الجسرية وحيدة الطور لكن نحدد مجال استخدام كل منها .

بالنسبة للدارات التي تكون جهد الخرج مفيرة فيها ($U_d < U$) ويطلب الأمر أن يكون المزدوج عالياً ، وليس لقيمة الجهد العكسي أي اعتبار فيها فإنه من المستحسن استخدام الدارة ذات النقطة المشتركة ، حيث أن التيار يمر فيها عبر تبادل واحد خلال نصف الدور ، وبالتالي فإن الضياعات في الدوائر تكون أصغر بمرتين من ضياعات الدوائر في الدارة الجسرية ، أما في جميع الحالات الأخرى فيفضل استخدام دارة التقويم الجسرية ، حيث أن المحولة فيها تكون أبسط واستطاعتها الحسابية أقل ، عدا أنه في الكثير من الحالات يمكن الاستغناء على المحولة ككل .

٥.٢ - ميزات خرج دارات التقويم وحيدة الطور :

ميزة الخرج هي عبارة عن العلاقة بين القيمة الوسطية للجهد القائم والقيمة الوسطية للتيار القائم ($I_d = f(U)$ ، وتعتبر هذه الميزة واحدة من أهم ميزات عمل دارات التقويم (الشكل ٢ - ١٨) .

لدينا ميزات الخرج مستقيمة عربياً وتميل قليلاً عن الخط الأفقي بالنسبة لدورات التقويم التي لا تحتوي على مرشح أو مرشح تحريضي L أو مرشح تحريضي - سعوي LC ، من أجل دارات ذات قيمة أكبر من القيمة الحرفية ($I_d > I_{dcr}$) ومن الميزات نلاحظ أن زيادة التيار I_d تؤدي إلى انخفاض القيمة الوسطية لجهد الخرج وذلك بسبب هبوط الجهد على مقاومة الداخلي لدائرة التقويم .

وبالتالي فإن تغير الجهد U_d سوف يكون خاصاً للقانون التالي :

$$U_d = U_{d0} - \Delta U \quad (105.2)$$

بمقارنة دارة التقويم الجسرية وحيدة الطور مع دارة التقويم ذات النقطة المشتركة التي استعرضناها أعلاه ، نلاحظ أننا استخدمنا في الدارة الجسرية كلية من الدوائر معاوقة ضعف عدد الدوائر في الدارة الأخرى للحصول على ذات القيمة للجهد والتيار المقاومين (I_d و I) ، لكن في نفس الوقت نجد أن الجهد العكسي المطبق على الدبادب أصبح أصغر بمرتين .

لحساب الاستطاعة الحسابية للمحولة في دارة التقويم الجسرية وحيدة الطور ، نوجّه في البداية الاستطاعات الكلية للطفاقات معترضين بذلك أن التيار مرشح بشكل مثالي :

$$S_1 = U_{1n} \cdot I_{1n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d \cdot I_{dn} = 1,11 S_{dn} \quad (102.2)$$

$$S_2 = U_{2n} \cdot I_{2n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d \cdot I_{dn} = 1,11 P_{dn} \quad (103.2)$$

نلاحظ أن هاتين القيمتين متساويتان ، وبالتالي تكون الاستطاعة الحسابية للمحولة :

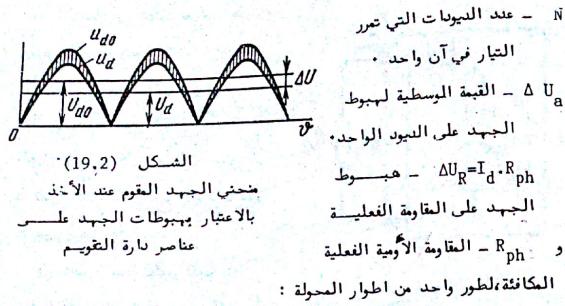
$$S_T = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} P_{dn} = 1,11 P_{dn} \quad (104.2)$$

ونه نلاحظ أن معامل زيادة الاستطاعة الحسابية للمحولة يساوي :

$$K_{inc} = 1,11$$

اما معامل استخدام الدبادب بالجهد ومعامل استخدام التيار بالنسبة لدائرة التقويم الجسرية وحيدة الطور ، ومن أجل $\infty = L_d$ ، فيساويان:

$$K_L = \frac{\pi}{2} = 1,57 \quad K_I = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$$



$$R_{ph} = R'_{ph1} + R'_{ph2}$$

حيث R'_{ph1} - المقاومة الفعلية للفل الأولي للمحولة منسوبة إلى الطرف
الثاني .

$X_s = X'_{s1} + X'_{s2} = \omega L_s$ - المحارضة

$$\Delta U_\gamma = \frac{I_d \cdot X_s}{\pi}$$

التسميرية للملفين الأولي والثانوي للمحولة ، حيث :

X'_{s1} - المحارضة التسميرية للفل الأولي للمحولة منسوبة إلى الطرف

الثانوي ، و X'_{s2} - المحارضة التسميرية للفل الثاني .

وإذا اعتبرنا أن المحولة متماثلة ، عندئذ تكون $X_s = 0$ ، وبالتالي

تصبح ميزة الخرج على النحو التالي :

$$U_d = U_{d0} - N \cdot \Delta U_a - I_d \cdot R_{ph} \quad (107.2)$$

وتبين على الشكل (20.2) الدارة الكافية لدائرة التقويم استناداً إلى

ميزة الخرج الأخيرة (107.2) ، ولقد تم وضع الديدون في الدارة الكافية

لبيان خاصية دائرة التقويم في، تغیرها التيار باتجاه واحد فقط .

ـ عند الديدونات التي تمر
التيار في آن واحد .

ـ القمة الوسطية لمبوبط
الجهد على الديدون الواحد .

$\Delta U_R = I_d \cdot R_{ph}$

ـ هبوط
الجهد على العوارضة الفعلية

ـ المقاومة الأومية الفعلية

عنصر دائرة التقويم

المكافحة، لتطور واحد من اطوار الدوران :

$$R_{ph} = R'_{ph1} + R'_{ph2}$$

حيث R'_{ph1} - المقاومة الفعلية للفل الأولي للمحولة منسوبة إلى الطرف
الثاني .

$X_s = X'_{s1} + X'_{s2} = \omega L_s$ - المحارضة

$$\Delta U_\gamma = \frac{I_d \cdot X_s}{\pi}$$

التسميرية للملفين الأولي والثانوي للمحولة ، حيث :

X'_{s1} - المحارضة التسميرية للفل الأولي للمحولة منسوبة إلى الطرف

الثانوي ، و X'_{s2} - المحارضة التسميرية للفل الثاني .

وإذا اعتبرنا أن المحولة متماثلة ، عندئذ تكون $X_s = 0$ ، وبالتالي

تصبح ميزة الخرج على النحو التالي :

$$U_d = U_{d0} - N \cdot \Delta U_a - I_d \cdot R_{ph} \quad (107.2)$$

وتبين على الشكل (20.2) الدارة الكافية لدائرة التقويم استناداً إلى

ميزة الخرج الأخيرة (107.2) ، ولقد تم وضع الديدون في الدارة الكافية

لبيان خاصية دائرة التقويم في، تغیرها التيار باتجاه واحد فقط .

حيث $U_d = \Delta U_a$ - هبوط الجهد الكلبي في دائرة التقويم
وعلى الشكل (19.2)

تبين منحنى الجهد المقود
في دائرة تقويم متماثلة U_{d0}

ومنحنى الجهد U_d في
دائرة حقيقة .

ويطالع هبوط الجهد

ΔU_a في دائرة التقويم من ثلاث

مركبات :

ـ هبوط الجهد الناتج عن

عملية الابدال I_d

ـ هبوط الجهد في المقاومات

ـ الأومية الفعلية ΔU_R

ـ هبوط الجهد على النبض

ΔU_a

في معظم الحالات تعتبر

ان قيمة هبوط الجهد على

النبيض ΔU_a لا تتعاقب بتيار المحولة ، وتتساوى هبوط الجهد على الديدون عند

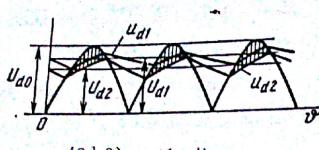
مرور التيار الأساسي من خلاله .

وبالتالي فإن معاملة ميزة الخرج لدورات التقويم بشكل عام يمكن أن يكتب

على الشكل التالي :

$$U_d = U_{d0} - N \cdot \Delta U_a - \Delta U_R - \Delta U_\gamma \quad (106.2)$$

حيث U_{d0} - القمة الوسطية للجهد المقود في دائرة تقويم متماثلة .



الشكل (21.2) مسارات ميزة خرج دائرة المفهوم ذات المارش C يتعلّق بسعة الكثاف ، حيث ان الثابت الزمني لغزير المكثف يكبر بزيادة سعة المكثف، ما يؤدي الى زيادة الجهد U_d .

لذلك نرى أن ميزة الخرج III (الشكل 2 . 18) بالنسبة للكشف نى سعة كبيرة تتوضع على الميزة II ، المواتقة لحالة المكثف نى الميزة الأولى .

- عمل الدارة على حمولة سعوية - تجريبية (باستخدام المارش LC) (الميزة IV على الشكل 18.2) :

تتألف ميزة خرج دائرة المفهوم ذات المارش LC من قسمين : القسم الذي يميل عن الأفق قليلاً (الخط المتواصل من الميزة IV) ، والقسم شديد الانحدار (الخط المقطوع من الميزة IV) .

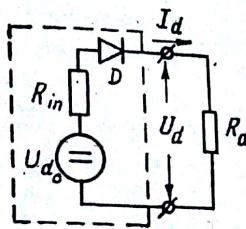
القسم الأول (الخط المتواصل) من الميزة هو القسم العادي لميزة الخرج ، ولقد كنا قد بينا أعلاه أن القيمة U_{d0} لدائرة تقويم العوجه الكاملة تساوى $U_2 = 0.9$ عند عطّلها على حمولة أومية صفرة (بدون مرشح) أو مع مرشح LC ، وذلك عند اهمال هبوط الجهد في الدارة ، لكن عند التحميل نجد أن ميزة الخرج ، المواتقة للمارش (الميزة IV) ، يكون أشد من الميزة المواتقة للحملة الأومية المرتفعة (الميزة I) .

لتدرّس سبب ظهور القسم شديد الانحدار على ميزة خرج دائرة التقويم ذات المارش LC . لهذه الغاية نستعرض بشكل أوسع منحنى التيار المصعدى للديود عند التيار I_{d2} (انظر الشكل 2 . 18) بالنسبة لدائرة المفهوم ذات

ان مسار ميزة خرج دائرة المفهوم ذات المارش C يتعلّق بسعة الكثاف ، حيث ان الثابت الزمني لغزير المكثف يكبر بزيادة سعة المكثف، ما يؤدي الى زيادة الجهد U_d .

لذلك نرى أن ميزة الخرج III (الشكل 2 . 18) بالنسبة للكشف نى سعة كبيرة تتوضع على الميزة II ، المواتقة لحالة المكثف نى الميزة الأولى .

- عمل الدارة على حمولة سعوية - تجريبية (باستخدام المارش LC) (الميزة IV على الشكل 18.2) :



في هذه الحالة يكون لدينا :
الشكل (20.2) $U_d = 0.9 U_{d0}$ عندما $I_d = 0$ ، الدارة المكافئة لدورات العزائم ويعزى الحمولة ($I_d > 0$) على الشكل 18.2 .

- عمل الدارة على حمولة سعوية (باستخدام المارش C) (الميزة رقم II) :
تبين ميزة الخرج في هذه الحالة من النقطة ذات الاحداثيات $(U_{d0} = \sqrt{2} U_2 = 0)$ ، حيث ان المكثف يشحن بالقيمة الاعظمية للجهد U_d عندما $I_d = 0$.

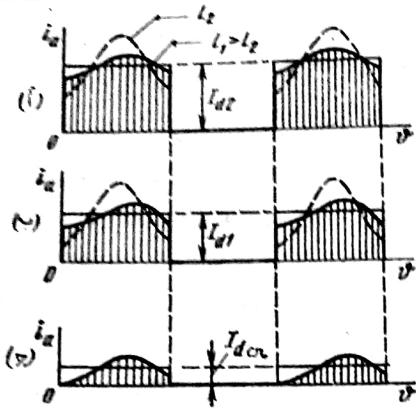
وعندما $I_d > 0$ فإن الجهد U_d يتلقى لسببين : الأول بسبب هبوط الجهد على عناصر الدارة خلال فترة شحن المكثف ، والثاني بسبب تلقيح المكثف خلال فترة غير شحنته على الحمولة (المنحنى U_{d1} على الشكل 21.2) ، ويكون السبب الرئيس لتلقيح الجهد U_d عند تزايد التيار I_d هو الغزير السريع للجذب نتيجة لـ تلقيح ثانية الزمني τ . وتتوسط هذه الظاهرة على الشكل (21.2) بالمنحنين U_{d1} و U_{d2} ، المواقف بين القطتين 1 و 2 على الشكل (18.2) .

لستعرض شكل ميزة خرج دائرة تقويم الموجة الكاملة (ذات القطة المستركة والجسرية) عند عطّلها على مختلف أنواع الحملات على الشكل (18.2) :
- عمل الدارة على حمولة أومية صفرة (بدون مرشح) :

الشكل (20.2) $U_d = 0.9 U_{d0}$ عندما $I_d = 0$ ، الدارة المكافئة لدورات العزائم ويعزى الحمولة ($I_d > 0$) على عناصر الدارة (الميزة رقم I على الشكل 18.2) .

- عمل الدارة على حمولة سعوية (باستخدام المارش C) (الميزة رقم II) :
تبين ميزة الخرج في هذه الحالة من النقطة ذات الاحداثيات $(U_{d0} = \sqrt{2} U_2 = 0)$ ، حيث ان المكثف يشحن بالقيمة الاعظمية للجهد U_d عندما $I_d = 0$.

وعندما $I_d > 0$ فإن الجهد U_d يتلقى لسبعين : الأول بسبب هبوط الجهد على عناصر الدارة خلال فترة شحن المكثف ، والثاني بسبب تلقيح المكثف خلال فترة غير شحنته على الحمولة (المنحنى U_{d1} على الشكل 21.2) ، ويكون السبب الرئيس لتلقيح الجهد U_d عند تزايد التيار I_d هو الغزير السريع للجذب نتيجة لـ تلقيح ثانية الزمني τ . وتتوسط هذه الظاهرة على الشكل (21.2) بالمنحنين U_{d1} و U_{d2} ، المواقف بين القطتين 1 و 2 على الشكل (18.2) .



الشكل (22.2) شكل التيار المعدني لمدiou
دارة التقويم ذات العرض LC :

$$I_d = I_{dcr} \rightarrow I_d > I_{dcr} \quad 1 - I_d \gg I_{dcr}$$

$I_d = 0$ فان الجهد $U_2 = U_{do}$ وذلك بسبب شحن المكثف
حتى القيمة الأعظمية للجهد U_2 .

وإذا ان التيار الحرج I_{dcr} يتعلق بالمركبة المتاوية للتيار في القسم العاطفي للعيرة ، لذلك فان قيمة I_{dcr} تكون متناسبة عكساً مع قيمة مهارضة العرض و يمكن ان تساوى (0.1 - 0.05) من قيمة التيار الاسمني للحملة ، وذلك حسب قيمة عامل الترسيب . ومن المعموري الآخر بعين الاعتبار عطيه انتقال دارة التقويم ذات العرض LC الى النظمام

$I_d < I_{dcr}$ (قرب نقطة العمل على فراغ) وذلك بسبب زيادة الجهد على الحمولة بقدر مرة ونصف تقريباً .

النقطة المشتركة على سجل المطال (الشكل 22.1) ، المار من عند استخدام العرض I_d يمكننا ان نمثل التيار I_d ، المار من خلال النبود ، على هيئة تيجة تيار مستعملة الشكل مطالها I_{d2} (الشكل 22.2) ، و يتوضع عليها المركبة المتاوية للتيار الناتجة عن مرور تيار مستمر صعوداً من خلال الدارة السلكية 1 ، 2 ، حتى ظهر المركبة المتاوية

تحدد المركبة المتاوية بمجموع المقاومة الرملية لـ 1 و 2 ، لكن وما ان المقاومة التحريرية اكبر من السعة ، لذلك فان المركبة المتاوية للتيار تتعدد بشكل اساسى بقيمة 1 ، وينبئ على الشكل 22.2 ، 1 المركبة المتاوية في تيجة التيار المعدنى للذبذبات من اجل قياسن للمهارضة 1 . و يمكن المركبة المتاوية عبارة عن صحنن تيار ثنائى القطبية ، ويتم تحريرها من خلال الذبذبات نتيجة لوجود المركبة المستمرة I_{d2} في تيجة التيار .

ويتافق مطال تيجة التيار المعدنى عند الانتقال الى تيار حمولة أقل I_{d1} (انظر الشكل 22.2) ، وذلك يكون بشكل اساسى بسبب انخفاض قيمة التيار I_d (الشكل 22.2 ، ب) .

ان عطيه عصيم التيار I_d بواسطة العرض في دارة التقويم الى مركبيس تكون مكتنة فقط ضمن مجال محمد ، لا على فيه قيمة التيار I_d عن القيمة الحرجة I_{dcr} (الشكل 22.2 ، ج) ، حيث ان انخفاض التيار I_d الى اقل من قيمة I_{dcr} يغير نظام عمل دارة التقويم (يمر من خلال ذبذبات الدارة في هذه الحالة تيار مقطط) . وفي هذه الحالة تكون المهارضة 1 ، عبارة عن عنصر ثابع لدائرة شحن المكثف عن طريق الملفات U_2 للحملة ، ونتيجة لذلك يصبح الجهد على المكثف اكبر ، و بذلك يصبح نظام عمل دارة التقويم قريباً من نظام عطها يوجد معرض سعوى C ، وبالتالي عندما

6.2 . دارات التقويم ثلاثية الأطوار :

Three- Phase Rectifier Circuits

تستخدم دارات التقويم ثلاثية الأطوار لتنمية الالات الكهربائية والمحولات الأخرى ذات الاستطاعات المتوسطة (اكبر من 1 KW) والاستطاعات الكبيرة (اكبر من 100 KW) . وتميز هذه الدارات بالمقارنة مع دارات التقويم

وحيدة الطور بالمناسنات التالية :

١) قيمة المركبات التوافقية العليا ، في منحني الجهد المقوم وفي منحني التيار

I_1 في الملف الابتدائي للمحولة ، تكون أصغر .

٢) تردد تموجات الجهد المقوم أكبر ، ومطال هذه التموجات أصغر ، وبالتالي

فإن شكل هذا الجهد أفضل ، مما يسمح باستخدام مرشحات ذات أبعاد
وكتلة أصغر .

٣) تستخدم المحولة والديودات في دارات التقويم ثلاثية الأطوار بشكل أفضل ،

أى أن الاستطاعة الحسابية للمحولة تكون هنا أصغر .

٤) تومن هذه الدارات توزيع الحمولة بالتساوي على الأطوار الثلاثة للشبكة .

وسوف نعود لبرهان الميزات المستعرضة لدورات التقويم ثلاثية الأطوار
لاحقاً عند دراسة كل دارة تقويم على حدة .

يتم توصيل أطوار الملف الابتدائي للمحولة توصيلاً نجمياً أو مثلياً ، أما
الملف الثاني فيوصل عادة بشكل نجمي ، وبالتالي يكون لدينا Δ/Y أو Y/Δ .
فيما يلي نستعرض أهم دارات التقويم ثلاثية الأطوار :