10 دوائر التقويم

ان معظم الأدوات الألكترونية الفعالة active components تحتاج في اداء عملها الى مصدر للتيار المستمر de ليغذيها بما تحتاجه من قدرة وتعتبر البطاريات من أشهر المصادر للتيار المستمر (النقي) ، وتستعمل عادة في الأجهزة المتنقلة كحاسبات الجيب الإلكترونية وأجهزة الراديو المتنقلة ... الخ إلا أن هناك الكثير من الأجهزة التي تغذى من مصدر القدرة للتيار المتناوب ac) ذات الفولتية الفعالة 220 V وبتردد 50 HZ كالتلفزيون والعقول الألكترونية ..... الخ ، والتغذية الأدوات الفعالة في هذه الأجهزة من مصدر التيار المتناوب بالتيار المستمر تستعمل خاصية سماح الثنائي لمرور التيار في اتجاه واحد). والثاني هنا يقوم بتحويل الموجة الجيبية الخالية من مركبة التيار المستمر) حيث القيمة المتوسطة average value تساوي صفرا) الى موجة ذات قيمة متوسط (اي لها مركبة مستمرة) rectification وهكذا ينتج التيار المستمر ، وتسمى هذه العملية بالتوحيد أو التقويم ويطلق على الثنائي هنا المقوم rectifier

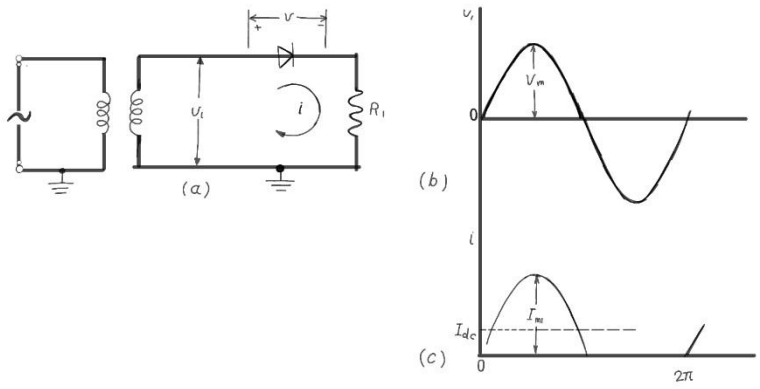
وفيما يلي بعض من أنواع دوائر التقويم

أولا : مقوم نصف الموجة

بين الشكل 4-11 a) ابسط أنواع دوائر التقويم والذي يسمى بمقوم نصف الموجة half-wave rectifier الثنائي بمصـــدر التيار المتناوب عن طريق المحول المبين في الشـــكل 4-11 ويوضح الشكل 4-11b موجة الفولتية v_i

$$v_i = V_m \sin wt$$

حيث V_m تمثل قيمة الذروة و w تمثل السرعة الزاوية وتساوي $(\pi 2f)$ و f هو التردد



شكل 4-11 مقوم نصف الموجة

وبافتراض ان الثنائي يظهر مقاومة ثابتة قيمتها Rf بالاتجاه الامامي وانه يظهر مقاومة لانهائية بالاتجاه العكســـي ، فان شـــكل التيار في الاتجاه الأمامي يتبع شـــكل الفولتية التي تجعل الثنائي ينحاز اماميا ، وبالنســـبة لاتجاه الثنائي المبين فان النصـــف الأول) الموجب) من موجة v_i تؤدي الى سريان تيار i : حيث

$$=\frac{V_m \sin wt}{R_f+R_L} i = \frac{V}{R_f+R_L}$$

$$.....(31) i = I_m \sin wt$$

تمثل قيمة الذروة للتيار :

$$.....(32) I_m = \frac{V_m}{R_f+R_L}$$

أما بالنسبة للنصف الثاني من موجة vi (النصف السالب) فان الثنائي ينحاز عكسيا وبذلك لا يسري تيار . الموجة . ويبين الشكل (4 - 11 c) موجة التيار ويلاحظ فيها ظهور قيمة متوسطة وهي مركبة التيار المستمر I_{dc} ويمكن التعبير عنها رياضيا

كالتالي :

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i \, d(wt) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33)$$

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin wt \; d\,(wt) + \int_0^{2\pi} 0 \, d(d\,wt)$$

$$I_{dc} = \frac{I_m}{\pi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

وكما هو واضح من موجة التيار فان هناك أيضاً مركبة للتيار المتناوب ويمكن ايجاد قيمتها الفعالة والتي تسمى عادة بجذر متوسط التربيع root mean square

$$I_{rms} = [- \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 \; d\,(wt)]^{1/2} \quad \ldots\ldots\ldots (35)$$

$$I_{rms} = [\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m^2 \sin^2 wt \; d\,(wt)]^{1/2}$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (36)$$

ومن الجدير بالذكر ان I_{rms} هي القيمة الفعالة للتيار i والذي يحتوي مركبتين ac و dc اما فرق الجهد الناتج عبر المقاومة الحمل RL فيكون حسب قانون اوم وبالتعويض عن i من المعادلة 31

$$v_o = i \, R_L$$

$$v_o = R_L \, I_m \sin wt \quad \ldots\ldots\ldots (37)$$

$$v_o = V_m \sin wt$$

ومن هذه المعادلة يستنتج أن للفولتية v_o نفس الشكل الموجي للتيار i والمبين في الشكل (4-11 c) ومن الجدير بالملاحظة هنا انه عندما تكون vi فى ذروتها السالبة (V_m -) ، تكون V_O صفراً) حيث ان الثنائي يكون منحازا عكسياً حينئذ) . لذا ، ومن قانون كيرشوف الثاني ، أن الفولتية عبر الثنائي V ستكون في تلك اللحظة مساوية ! (V_m -) أي أن الثنائي سيتعرض الى فرق جهد عكسي تساوي قيمته قيمة الذروة لفرق جهد الأدخال ويطلق على فرق الجهد هذا اسم فولتية الدروة العكسية peak inverse voltage لذلك يجب اختيار الثنائي بحيث تكون فولتية انهياره أعلى من فولتية الذروة العكسية ومما يجب ملاحظته أيضاً عند تصميم دوائر المقوم هو اختيار الثنائي الذي يتحمل أعلى قيمة ممكنة للتيار (هنا حسب ما هو معطى في المعادلة 32) .

عامل المويجة

ان الغاية من أي مقوم هي تحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر ، وكما هو واضح من موجة أخرج دائرة مقوم نصف الموجة فإن التيار لم يكن مستمراً تماماً بل حوى على مركبة متناوبة . وبالحقيقة لا توجد دائرة تقويم ، ومهما كانت معقدة ، الا وحوت على مركبة متناوبة ولتبيان كمية المركبة المتناوبة في اخراج دائرة التقويم ادخل عامل التموج والذي يعرف بالنسبة التالية

$$r = \frac{\text{القيمة الفعالة للمركبة المتناوبة من الموجة}}{\text{القيمة المستمرة للموجة}}$$

$$r = \frac{I_{ac}}{I_{dc}} = \frac{V_{ac}}{V_{dc}} \quad \text{.....(38)}$$

ويجب الملاحظة ان Iac او Vac مقصود بهما القيمة الفعالة للمركبة المتناوبة فقط أي بعد إزالة المركبة المستمرة من الموجة ويمكن ايجادها من القيمة الفعالة للموجة الكلية حيث

$$I_{rms} = (I_{ac}^2 + I_{dc}^2)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (39)$$

$$V_{rms} = (V_{ac}^2 + V_{dc}^2)^{1/2} \quad \text{.....(40)}$$

$$I_{ac} = (I_{rms}^2 + I_{dc}^2)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (41)$$

$$r = \frac{(I_{rms}^2 + I_{dc}^2)^{\frac{1}{2}}}{I_{dc}}$$

$$r = [(\frac{I_{rms}}{I_{dc}})^2 - 1]^{1/2}$$

وبالتعويض عن I_{rms} من (36) وعن I_{dc} من المعادلة (34)

$$r = \sqrt{(\frac{\frac{I_m}{2}}{\frac{I_m}{\pi}})^2 - 1} = ((\frac{\pi}{2})^2 - 1)^{1/2}$$

$$r = 1.21 = 121\ \%$$

أي ان مركبة التيار المتناوب في مقوم نصف موجة تزيد عن مركبة التيار المستمر .

ثانيا : مقوم كامل الموجة :

يلاحظ من دائرة مقوم نصف الموجة أن الحمل يجهز بالتيار خلال نصف الموجة فقط وكان النصف الآخر يذهب سدى. لذلك فمن البديهي أنه لو أمكن استغلال النصف الآخر بما لزادت كفاءة التقويم ولأمكن الحصول على قدرة ذات تيار مستمر أكبر وذات عامل مريجي افضل ، تسمى دائرة المقوم التي تستغل كل الموجة بالمقوم كامل الموجة full-wave ويبين الشكل 4 - 12 دائرة بسيطة لهذا النوع . وتحتوي هذه الدائرة على ثنائيين يقوم كل منهما بعمل مقوم نصف الموجة . وتتم عملية تقويم الموجة الكاملة عادة باستعمال محول يحوي ملفه الثانوي على تفرع في منتصفه والنقطة B في الشكل (12a-4) تشير الى مركز التفرع .

شكل (12a-4) مقوم كامل الموجة .

ودائرة كل نصـــف من الملف الثانوي مع الثنائي المربوط به ومقاومة الحمل) المشـــتركة بين النصـــفين (تكون دائرة مقوم لنصـــف الموجة ، وبما ان هناك ازاحة طورية قدرها 180^0 بين النصـف الأعلى والنصـف الأسـفل فان الثنائى سـيسـمح لمرور التيار D_1 خلال نصـف الموجة الموجب من فولتية فى V_m النصـف العلوي، بينما لا يسـمح الثنائي D_2 حينئذ بمرور التيار وذلك لأن فولتية V_m. فى النصف السفلى ستكون سالبة فى تلك الفترة. أما خلال فترة النصف الثاني من الموجة فان D_1, سـيمنع مرور التيار i_1 بينما يسـمح D_2 لمرور التيار I_2 وهكذا يتناوب الثنائيان في امرار هما للتيار ، وبما أن التيا ر iالمار خلال مقاومة الحمل بســاوي مجموع التيارين i1 و i2 فانه سيكون موجودا في كلا نصفي الموجة وكما هو موضح في الشكل (4-12b) لذا يتوقع من تيار الحمل المستمر في هذه الحالة ان يكون ضعف ما هو عليه في دائرة مقوم نصف الموجة

$$I_{dc} = \frac{2\,I_m}{\pi} \ldots\ldots\ldots\ldots (42)$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (43)$$

$$I_m = \frac{V_m}{R_f + R_L} \ldots\ldots\ldots\ldots (32)$$

$$V = V_m + V_m = 2\,V_m$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{I_{rms}}{I_{dc}}\right)^2 - 1}$$

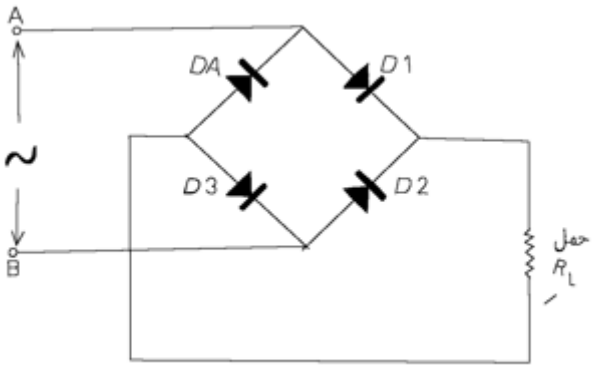
$$r = \left[\left(\sqrt{\left(\frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{2\,\frac{I_m}{\pi}}\right)^2 - 1}\right]^{1/2}\right.$$

$$r = \left((1.11)^2 - 1 \right)^{\frac{1}{2}} = 0.482 = 48.2\%$$

ان عامل المويجة في مقوم كامل الموجة يكون اقل مما هو عليه في مقوم نصف الموجة .

ثالثا : المقوم القنطري :

لتقويم الموجة بصورة كاملة في مقوم كامل الموجة استعمل مصدران للفولتية المتناوبة بينهما ازاحة طورية قدرها 180 درجة . ويمكن الحصول على هذه الشروط باستعمال محول ذي تفرع مركزي في لفات الثانوي وكما هو مبين في الشكل a12-4- . وهنالك طريقة أخرى لتقويم الموجة الكاملة تستعمل أربع ثنائيات ولا تتطلب توفير مصدرين من محول ذي تفرع مركزي، ويبين الشكل 13-4- كيفية ربط الثنائيات ، وتسمى هذه الدائرة بالمقوم القنطري bridge rectifier



شكل (13-4) شبكة مقوم قنطري مع مقاومة حمل .

تسلط الفولتية المتناوبة بين A و B , وعندما يكون جهد A موجبا بالنسبة إلى B ، فان التيار يسري من خلال الثنائي D1 الى مقاومة الحمل ويكمل دورته راجعا الى النقطة B عن طريق D3. وعندما يكون جهد B موجبا بالنسبة الى A فان التيار سيسري إلى الحمل من عن طريق الثنائي D2. ويكمل دورته راجعا الى النقطة A عن طريق D4 . وهكذا يسري تيار في الحمل في كلا نصفي الموجة وبذلك أمكن الحصول على اخراج من النوع كامل الموجة وأن المعادلات التي ذكرت في موضوع مقوم كامل الموجة تنطبق هنا أيضا.

ومما يجدر ملاحظته هنا أنه في أي لحظة يكون ثنائيان من الثنائيات الأربعة موصلي أما الثنائيان اللذان ينحازان بصورة عكسية فان الفولتية التي تظهر عبر كل منهما تساوي فولتية المصدر (وذلك باهمال المقاومات الأمامية للثنائيات الموصلة) وهذا يعني أن فواتية الذروة العكسية بالنسبة للثنائي المستعمل في دائرة المقوم القنطري يكون نصف ما هو عليه في دائرة المقوم كامل الموجة (الشكل a12-4) وذلك بالنسبة لنفس فولتية الاخراج المطلوبة .