**مقوم الموجة الكاملة (full wave rectifier)**

تتركب دائرة معدل موجة كاملة من ثنائيين ومحولة ذات نقطة تفرع مركزي (center- tap transformer) وذلك لتجزئة الموجة الداخلة الى جزئين (جهدين) متساويين فرق الطور بينهما 1800 كما في الشكل (4-2) وقد سميت هذه الدائرة بمعدل موجة كاملة لانها تستفيد من الموجة المتناوبة الداخلة بنصفيها الموجب والسالب لتعطي قدرة معينة لمقاومة الحمل. ان الكاثودين (للثنائيين) المربوطين مع بعضهما يشكلان الطرف الموجب للجهد المستمر الخارج على طرفي مقاومة الحمل, اما الطرف السالب فهو مربوط الى نقطة التفرع المركزي لملف المحولة الثانوي.



**شكل (4-2) مقوم موجة كاملة مع الاشارة الاداخلة والاشارة الخارجة**

عندما يكون الثنائي D1 موصلا للتيار في النصف الموجب للجهد الداخل فان التيار i1 يمر في مقاومة الحمل ويكون D2 غير موصلا للتيار. وفي النصف السالب للجهد الداخل فان D2 يكون موصلا للتيار i2 بينما يكون D1 غير موصل, اي ان الثنائيان يقومان بالتوصيل بالتناوب ويصبح التيار المار في مقاومة الحمل ذو اتجاه واحد كما في الشكل (4-2). اي ان الجهد الداخل:

وتكون معادلات التيار كما يلي:

المعادلات اعلاه تبين ان , دائما موجبة. وبما ان الخارجتان متساويتان ومتشابهتان بالشكل ويمران في مقاومة الحمل في اتجاه واحد لذا فان متوسط التيار يمكن حسابها بتكامل معادلة التيار لقيم المحصورة بين الصفر و  *مقسمة على الفترة المساوية للقيمة . اي ان:*

*ما متوسط الجهد الخارج, على طرفي مقاومة الحمل فهو:*

*ويتبين من المعادلتين ان متوسط التيار والجهد الخارج في دائرة معدل موجة كاملة هو ضعف تلك القيم في معدل نصف الموجة.*

*اما القيمة الفعالة للتيار المار في مقاومة الحمل فتحسب كما يلي:*

 *→*

اما القيمة الفعالة للجهد على مقاومة الحمل:

ويتبين من المعادلتين ان القيمة الفعالة للتيار والجهد في دائرة معدل موجة كاملة اكبر من القيم لدائرة معدل نصف الموجة بمقدار .

وبذلك تكون القدرة المستمرة الخارجة:

وتكون كفاءة التعديل لدائرة معدل الموجة الكاملة:

*وعندما تكون , فأن الكمية تكون صغيرة ويمكن اهمالها. وبهذا تكون اعلى قيمة نظرية لكفاءة التعديل لمعدل موجة كاملة هي 81% اي انها ضعف كفاءة التعديل لمعل نصف الموجة.*

*اما انتظام الجهد فيمكن حسابه لهذه الدائرة كما يلي:*

*ان الجهد المستمر بدون حمل هو:*

*اما الجهد المستمر في حالة حمل كامل فهو:*

*وبالتعويض في معادلة (2-4) فان تساوي:*

*اي ان انتظام الجهد يعتمد على قيمة مقاومة الثنائي في التوصيل الامامي بالنسبة الى مقاومة الحمل .*

*اما القيمة العظمى للجهد المعكوس على احد الثنائيين في دائرة معدل موجة كاملة*

*ويكون عامل التموج لدائرة معدل موجة كاملة كما يلي:*

 *→*

*يتضح ان عامل التموج في حالة مقوم موجة كاملة صغيراً بالنسبة الى عامل التموج في دائرة نصف الموجة.*

* ***مقارنة بين معدل موجة كاملة ومعدل نصف الموجة***
1. *في حالة معدل الموجة الكاملة يمر تياران متساويان في نصفي الملف الثانوي للمحولة في اتجاهين متعاكسين حيث يولد فيضاً مغناطيسياً متناوباً في قلب المحولة. وهذا ينتج عن عدم حدوث اشباع في قلب المحولة, فالاشباع يرفع من التيار الممغنط فيؤدي الى وجود موجات فوق اساسية في التيار الخارج من الملف الثانوي اضافةالى التيار الجيبي في الملف الابتدائي وهذا ما يحدث في حالة معدل نصف الموجة حيث ان التيار يمر باتجاه واحد في الملف الثانوي فيؤدي الى اشباع قلب المحولة.*
2. *ان التموجات في معدل موجة كاملة اصغر من تلك في معدل نصف الموجة ولها تردد اعلى وسعة اصغر. اي ان تاثير مرشح معين في ترشيح التموجات الخارجة من معدل موجة كاملة يكون اكبر من تلك في معدل نصف موجة.*
3. *ان التيار المستمر في معدل موجة كاملة هو ضعف التيار المستمر في معدل نصف الموجة في مقاومة حمل معينة. اي ان القدرة المستمرة الخارجة في دائرة معدل موجة كاملة تكون اربعة اضعاف القدرة المستمرة الخارجة في دائرة معدل نصف الموجة. ولقدرة معينة خارجة فان دائرة معدل موجة كاملة تحتاج الى محولة اصغر من تلك التي تحتاجها دائرة معدل نصف الموجة. ولتيار مستمر معين خارج فان كل ثنائي في دائرة معدل موجة كاملة يحمل نصف التيار الثنائي في دائرة معدل نصف الموجة. ولهذا فان الحرارة المتولدة في ثنائي دائرة معدل موجة كاملة هي ربع الحرارة المتولدة في ثنائي دائرة معدل نصف الموجة.*
4. *كفاءة التعديل في معدل موجة كاملة هي ضعف كفاءة التعديل في معدل نصف الموجة.*
5. *ان القيمة العظمى للجهد المعكوس على الثنائي في دائرة معدل موجة كاملة هي ضعف تلك القيمة لدائرة معدل نصف الموجة.*
6. *ان تصميم دائرة معدل نصف موجة بسيطاً بالنسبة لدائرة معدل موجة كاملة. لهذا تستعمل في الحالات التي تتغلب فيها بساطة التصميم على مساوئها الاخرى كما في بعض اجهزة الاستقبال او في حالة الحاجة الى تيار قليل جدا في مقاومة الحمل*

**3- القنطرة المعدلة (Bridge Rectifier)**

ان البديل لمعدل الموجة الكاملة المتكون من ثنائيين ومحولة ذات تفرع مركزي هو القنطرة المعدلة. ويبين الشكل (4-3) ربط دائرة القنطرة المعدلة, حيث تتكون من اربعة ثنائيات مرتبة على شكل قنطرة. **وتعمل دائرة القنطرة المعدلة كما يلي:**

 اثناء النصف الموجب للجهد المسلط تكون النهاية A للملف الثانوي للمحولة موجبة بالنسبة الى B, فيمر التيار خلال الثنائي D1 الى المقاومة ثم يمر خلال الثنائي D4 الى الطرف السالب. اما الثناثيان D2, D3 فانهما لايوصلان خلال النصف الموجة الموجب لان انحيازهما عكسياً.



**شكل (3-4) دائرة القنطرة المعدلة مع شكل الاشارة الخارجة**

وفي نصف الموجة السالب حيث تكون النهاية B موجبة بالنسبة الى A فان الثنائيان D4, D1 لا يمرران التيار اما الثنائيان D2, D3 فانهما يقومان بالتوصيل. ويكون التيار المار في مقاومة الحمل له اتجاه واحد في كلا نصفي الجهد المسلط. ويبين الشكل (4-3) شكل موجة الجهد او التيار الخارج في , ومتوسط الجهد الخارج على طرفيها هو:

حيث ان هو القيمة العظمى (السعة) للجهد الداخل على طرفي الملف الثانوي للمحولة بأجمعها, وهو ايضا مسلط على ثنائيين مربوطين على التوازي في دائرة القنطرة, فعندما لا يقومان هذين الثنائيين بالتوصيل فأن القيمة العظمى للجهد المعكوس على كل منهما هو .

**جدول (1-4) مقارنة عامة بين انواع المعدلات**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | عدد الثنائيات |  |  |  |  | اقل تردد |
| دائرةالمعدل | نصف موجة | 1 |  |  | 1.21 | 0.405 | f |
| موجة كاملة | 2 |  |  | 0.48 | 0.81 | 2f |
| القنطرة | 4 |  |  | 0.48 | 0.81 | 2f |

**مثال/** في دائرة معدل موجة كاملة كان الثنائيان من نوع الصمام المفرغ وكانت مقاومة الحمل . فأذا كانت مقاومة الصمام في حالة التوصيل (الانحيازالامامي)  *والجهد الداخل لكل صمام هو . احسب 1- سعة التيار. 2- متوسط التيار. 3- القيمة الفعالة للتيار. 4- القدرة المستمرة الخارجة . 5- القدرة الداخلة. 6- كفاءة التعديل. 7- عامل التموج.*

***الحل/***

1.