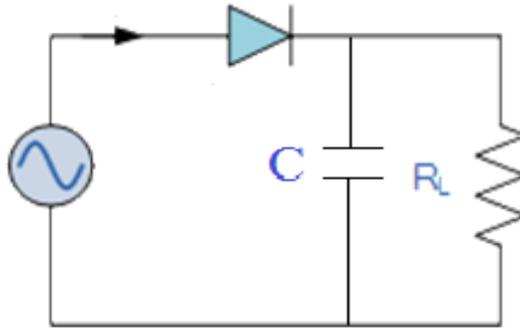


## • المرشحات (Filters)

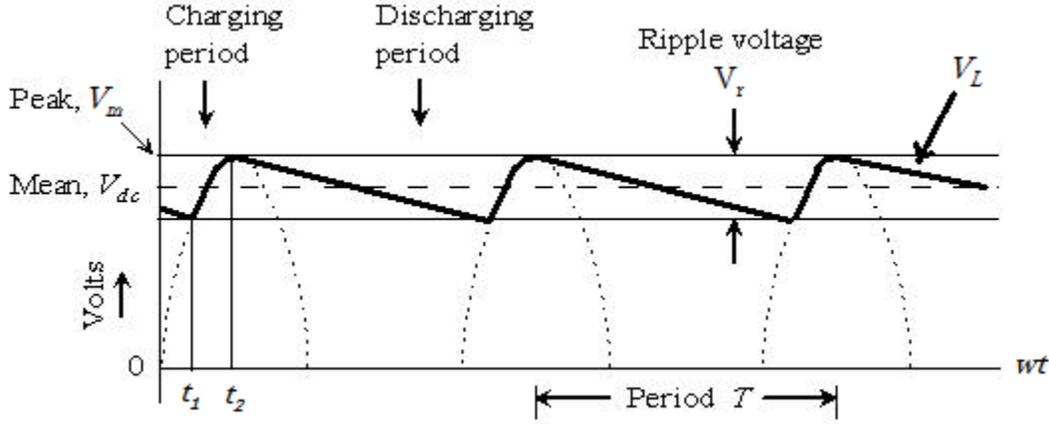
ان عمل مجهر القدرة هو تجهيز قدرة مستمرة خالية كلياً من التموجات من مصدر قدرة متناوب. الا ان الجهد الخارج من المعدلات يحتوي على نبضات مرافقة للجهد المستمر الخارج بعد تعديله. لذا من الضروري وضع مرشح بين المعدل ومقاومة الحمل لتنقية الجهد الخارج من مركبة الجهد المتناوب. والمرشح هو دائرة تخفف او تقلص الترددات التي تمر خلال مقاومة الحمل لكي يكون الجهد الخارج مستقر (steady) ثابتاً القيمة مع الزمن. والمرشحات نوعين فهي اما تمرر الترددات الواطئة وتمنع الترددات العالية (low- pass filter) او تمرر الترددات العالية وتمنع الترددات الواطئة (high- pass filter). والمرشحات التي تستخدم تتكون بصورة عامة من متسعات او ملفات حث او تركيبة مختلفة من كليهما مربوطة في دائرة معدل نصف موجة او موجة كاملة.

### 1- مرشح المتسعة (capacitor filter)

ان ايسط مرشح يجمع المركبات المتناوبة من المرور في مقاومة الحمل هو المتسعة المربوطة على التوازي مع هذه المقاومة. ويبين الشكل (4-4) مرشح المتسعة في دائرة مقوم نصف موجة. فاذا كان للمتسعة سعة كبيرة فأن ممانعتها  $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$  عند  $f = 50Hz$  ستكون صغيرة بالمقارنة مع  $R_L$ , وبذلك ستكون ممراً لاغلب التيار المتناوب. ولا يمر في مقاومة الحمل الا جزءاً قليلاً من هذا التيار المتناوب وبالتالي يصبح الجهد عبر  $R_L$  جهداً مستمراً. وتعتمد كفاءة هذا المرشح على صغر قيمة الممانعة  $X_C$  بالنسبة الى مقاومة الحمل  $R_L$ . كما يمكن اعتبار المتسعة كخزان (tank) يعمل على خزن الشحنات خلال فترة توصيل الشنائي، وتفرغها الى  $R_L$  خلال فترة انقطاع الشنائي.



شكل (4-4) مرشح المتسعة في دائرة مقوم نصف موجة.



شكل (4-5) الموجة المثلثية الخارجة على طرفي مقاومة الحمل في دائرة مقوم نصف موجة مع مرشح متسعة

نلاحظ من الشكل اعلاه ان المتسعة تبدأ بالشحن حالما يبدأ التيار بالسريان في الشئاي عند الزمن  $t_1$  اي عندما يكون جهد الربع الاول من موجة الادخال اكبر من الجهد الذي تصل اليه المتسعة  $C$  بعد التفريغ خلال  $R_L$ . وعندما تصبح  $V_C$  مساوية لقيمة الذروة لفولتية الادخال  $V_m$  اي عند الزمن  $t_2$  يتوقف سريان التيار وذلك لان الموجة الداخلة تبدأ بعدها بالهبوط بينما تحتفظ المتسعة بجهدا ولفترة تطول او تقصر تبعاً لقيمة ثابت الزمن  $R_L C$  وهكذا ساعدت المتسعة على تقليل المركبة المتناوبة من جهد الاخراج.

كما يلاحظ ان  $V_r$  تقل كلما قلت فترة التوصيل ( $\Delta t = t_2 - t_1$ ) التي يمكن تقليلها بزيادة ثابت الزمن  $R_L C$  حيث يقل هبوط الجهد اثناء التفريغ.

الان اذا افترضنا ان  $V_r$  تمثل موجة مثلثية فأن:

$$V_{a.c} = \frac{V_r}{2\sqrt{3}}$$

$$r = \frac{V_{A.C}}{V_{D.C}} \approx \frac{V_r}{2\sqrt{3} V_{d.c}} \quad \dots\dots\dots (4-18)$$

وكتقريب اولي يمكن اعتبار فترة التوصيل  $\Delta t$  اقل بكثير من فترة تردد موجة الادخال ( $T = \frac{2\pi}{w}$ ) لذا يمكن اعتبار فترة

هبوط الجهد عبر المتسعة عن  $V_m$  بالمقدار  $V_r$  تستغرق  $T$  من الزمن فان:

$$V_r = V_m (1 - e^{-T/R_L C})$$

وبما ان ثابت الزمن  $R_L C$  يكون اكبر من  $T$  لذا:

$$V_{d.c} \approx V_{d.c} + \frac{V_r}{2} = V_m$$

وكذلك يمكن كتابة:

$$r = \frac{T}{2\sqrt{3} R_L C} =$$

وعند التعويض عن  $V_r$  و  $V_{d.c}$  المذكورين اعلاه في معادلة (4-18) يكون:

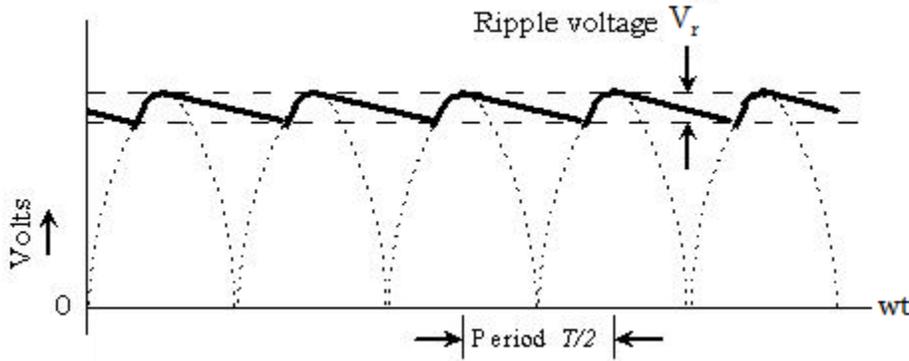
$$\frac{1}{2\sqrt{3} R_L f C}$$

هذه المعادلة تصلح للتعبير عن سلوك المرشح السعوي المربوط الى دائرة مقوم نصف موجة ويمكن الوصول تقريباً الى نفس العلاقة بالنسبة لمقوم موجة كاملة وذلك باستبدال  $f$  بـ  $2f$  كما يلي:

$r =$

$$\frac{1}{4\sqrt{3} R_L f C}$$

وعليه كلما زادت قيمة  $R_L, f, C$  كلما قلت قيمة  $r$ .



شكل (4-6) الموجة الخارجة على طرفي مقاومة الحمل في دائرة مقوم موجة كاملة مع مرشح متسعة

ان من اهم مشاكل المرشح السعوي هو مرور تيار عالي لحظة التشغيل وهذا التيار يمر عبر الثنائي لشحن المتسعة لانها فارغة من الشحنات في اول الامر وهذا قد يسبب ضرراً بالثنائي، لذا يستخدم هذا الثنائي في الدوائر الالكترونية التي يكون فيها التيار ضعيفاً. ولتلافي تأثير هذا التيار يضاف مقاومة على التوالي مع الثنائي وتدعى مقاومة الامان (safety resistor) ويسمى هذا النوع من المرشحات بمرشح مقاومة-متسعة (RC-filter). ان ربط المقاومة على التوالي مع المتسعة يؤدي الى احداث هبوط في الجهد عبر هذه المقاومة عند مرور تيار الحمل فيها ومن ثم الى انقاص جهد الحمل. وان التغلب على هذه المشكلة يمكن من خلال جعل مقاومة الحمل  $R_L$  اكبر بكثير من  $R$  حيث ان معظم الجهد سوف يظهر على  $R_L$ ، وكذلك فان استعمال  $R_L$  كبيرة يزيد من عملية الترشيح ويقلل عامل التموج  $r$  الا انه لاينصح ان تكون  $R_L$  كبيرة وذلك بسبب زيادة زمن التفريغ  $R_L C$  وان لمس المتسعة خلال الاطفاء سوف يشكل خطر الصدمة الكهربائية.

## 2- مرشح ملف حثي (inductor filter)

ان الرادة الحثية (inductive reactance) للملف ( $X_L = 2\pi fL$ ) تزداد مع زيادة التردد  $f$  ومع معامل حثه الذاتي  $L$ . ويدعى الملف ذو الرادة الحثية الكبيرة بالحثاق ( $choke$ ) لانه يخنق الترددات العالية بسبب ممانعته العالية لمروها. ان ربط

الملف الحثي على التوالي مع مقاومة الحمل  $R_L$  يعطي ممانعة كبيرة للمركبات المتناوبة في دائرة المعدل. يعتمد عمل مرشح الملف على خاصيته في مقاومة التغير في التيار الذي يمر خلاله. لان الملف يخزن طاقة مغناطيسية عندما يكون التيار المار فيه اعلى من المعدل. ويطلق هذه الطاقة عند انخفاض التيار الى قيمة اقل من المعدل. وبالتالي فأن اي تغير مفاجيء في تيار الدائرة سينتقى بواسطة الملف الحثي او الخائق.

### 3- مرشحات (ملف حثي - متسعة) ( $LC$ filters)

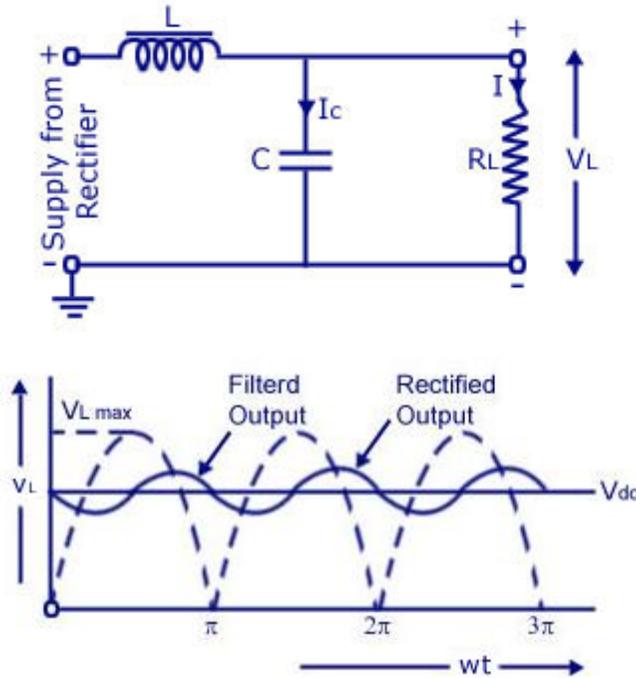
ان من صفات الملف الحثي المربوط على التوالي مع مقاومة الحمل هي تقليص القمة والقيمة الفعالة للتيار المار بالمعدل. وهذه الصفة هي عكس ما تقوم به المتسعة. لهذا فأن دائرة المعدل المحتوية على ملف حثي مربوط على التوالي مع مقاومة الحمل ومتسعة مربوطة على التوازي مع مقاومة الحمل يمكن ان تستفيد من هاتين الصفتين لكي تعطي تنقية جيدة لقيم عالية للجهد والتيار الخارج مما يحسن من انتظام الجهد. وللحصول على جهد خال من التموجات فأن من الضروري توفر شرطين هما:

- 1- ممانعة الملف  $X_L$  كبيرة لترددات التموجات.
- 2- يجب ان تكون ممانعة المتسعة صغيرة لترددات التموجات لكي يمر بها التيار بدلاً من مقاومة الحمل.

وهناك نوعان من هذا المرشح:

#### a- مرشح مقطع $L$ ( $L$ - section filter)

يكون موضع الملف الحثي مباشرة بعد المعدل ثم تتبعه المتسعة المربوطة على التوازي مع مقاومة الحمل كما في الشكل (4-7).



شكل (4-7) مرشح مقطع  $L$  مع شكل الموجة المعدلة والمرشحة الخارجة في دائرة معدل موجة كاملة

عند وجود ملف حثي فقط في دائرة المعدل فإن التموجات تكون قليلة عندما تكون مقاومة الحمل صغيرة اما عند وجود مرشح متسعة فقط فإن التموجات تكون قليلة عندما تكون مقاومة الحمل كبيرة. لذا فإن جمع الملف والمتسعة في دائرة واحدة لها ميزة اعطاء تموجات قليلة عند قيم عالية للتيار في مقاومة الحمل. اي ان التموج في الجهد او التيار سيكون ثابتاً تقريباً في جميع قيم مقاومة الحمل. ولكن عندما تكون مقاومة الحمل كبيرة جداً ( $R_L = \infty$ ) فإن تأثير الملف يصبح مهملاً وذلك لصغر التيار المار بالدائرة بحيث ان الطاقة المغناطيسية المخزونة في الملف تصبح مهملة. وفي هذه الحالة يعمل المرشح كعمل مرشح متسعة. ونتيجة لوجود الملف الحثي فإن مقطع  $L$  لا يستعمل في دائرة معدل نصف موجة بل في دائرة معدل موجة كاملة فقط كما هو مبين بالشكل.

$$r = \frac{\sqrt{2} X_C}{3 X_L} \quad \text{ويعطى عامل التموج } (r) \text{ بالعلاقة التالية:}$$

وبما ان  $X_L = 2\omega L$  ,  $X_C = \frac{1}{2\omega C}$  حيث استخدم التردد  $2\omega$  وذلك لكون تردد الاموجة المارة خلال مقاومة الحمل (تردد الاخراج) يساوي ضعف تردد الموجة الداخلة.

$$r = \frac{1}{6\sqrt{2} \omega^2 L C} , \quad \omega = 2\pi f$$

ان المعادلة اعلاه تبين ما يلي:

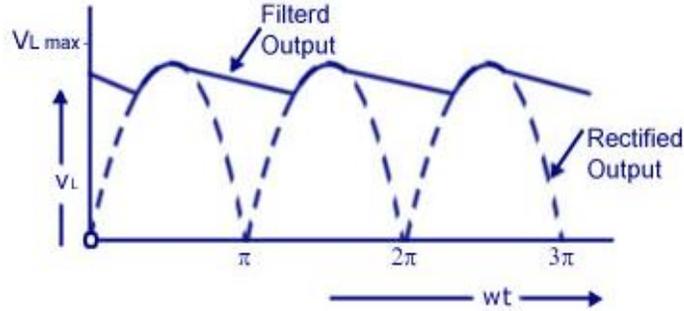
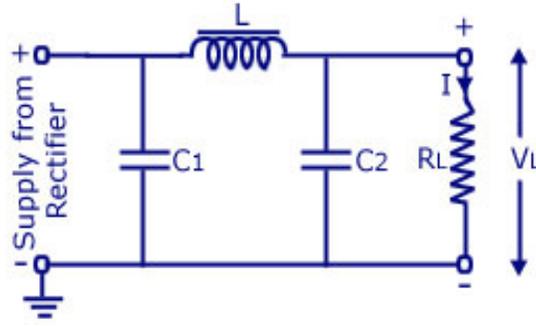
❖ لا يعتمد عامل التموج ( $r$ ) على قيمة مقاومة الحمل او التيار المار بها. اي ان الجهد الخارج لا يعتمد على مقاومة الحمل ما عدا النقصان  $iR$  في كل من الشنائي والمحولة ولهذا يستخدم هذا النوع من المرشحات في التطبيقات التي تتغير فيها مقاومة الحمل بشكل كبير. ان هذه الميزة غير متوفرة عند وجود ملف حثي او متسعة لوحدهما.

❖ عامل التموج في هذا المرشح اقل منه في حالة مرشح ملف حثي لوحده او متسعة لوحدها في دائرة معدل موجة كاملة.

$$r = \frac{1.2 \times 10^{-6}}{L C} \quad \text{وعندما يكون التردد المستعمل } (f = 50 \text{ Hz}) \text{ فإن عامل التموج:}$$

**$\pi$  - مرشح مقطع ( $\pi$  - section filter)**

وفي هذا النوع يكون موضع المتسعة مباشرة بعد المعدل ثم يتبعها مرشح مقطع  $L$  كما في الشكل (4-8).



شكل (4-8) مرشح مقطع  $\pi$  مع شكل الموجة المعدلة والمرشحة الخارجة في دائرة معدل موجة كاملة

ولهذا المرشح صفات مماثلة لمرشح المتسعة ويستعمل عند الحاجة الى:

- أ- جهد خارج أكبر من ذلك في حالة مقطع  $L$  والذي قد يصل الى القيمة العظمى للجهد المتناوب الداخل.
- ب- عامل التموج اقل من ذلك في مرشح متسعة او مقطع  $L$ .

ويمكن تفسير عمل هذا المرشح بأنه عمل مرشح مقطع  $L$  على الموجة المثلثة الخارجة من المتسعة  $C_1$ . اذ تعمل المتسعة الاولى على الترشيح بنفس الطريقة التي تم توضيحها في مرشح المتسعة في دائرتي معدل نصف موجة او موجة كاملة. اما المرشح مقطع  $L$  فانه يعمل على تقليص التموجات في الجهد الخارج من  $C_1$ . ان المتسعة  $C_1$  تشحن بالتيار المعدل والتيار لا يمر في الشائئ الا عندما يكون الجهد على الملف الثانوي اعلى من الجهد على المتسعة  $C_1$ . ففي البداية تكون الشحنة على  $C_1$  صفرًا، ثم تزداد الشحنة عليه بزيادة فرق الجهد بين طرفيه ويمر تيار خلال الملف  $L$  الى مقاومة الحمل. وعندما تكون قيمة الجهد المتناوب الداخل صفرًا فان الشائئ لا يمر تيارًا. عندئذ ينخفض الجهد على المتسعة بسبب التفريغ في مقاومة الحمل. فاذا كانت مقاومة الحمل كبيرة وسعة المتسعة كبيرة فان الجهد عليها سيبقى ثابتاً تقريباً.

$$r = \sqrt{2} \frac{X_{C1} X_{C2}}{R_L X_L}$$

ويمكن عامل التموج في الجهد:

حيث ان  $X_{C1}$ ,  $X_{C2}$ ,  $X_L$  هي ممانعات المتسعات  $C_1$ ,  $C_2$  والملف  $L$  على التناظر وبالتعويض عنها في المعادلة اعلاه نحصل على:

$$r = \frac{\sqrt{2}}{R_L} \frac{1}{C_1 C_2 L (2w)^3} \quad (\text{عامل التموج في دائرة معدل موجة كاملة})$$

$$r = \frac{\sqrt{2}}{R_L} \frac{1}{C_1 C_2 L \omega^3} \quad (\text{عامل التموج في دائرة معدل نصف موجة})$$

وعندما يكون التردد يساوي ( $f = 50 \text{ Hz}$ ) في دائرة معدل موجة كاملة فان عامل التموج يساوي:

$$\frac{5.7 \times 10^{-9}}{C_1 C_2 L R_L}$$

حيث تقاس السعات بالفاراد والحث بالهنري والمقاومة بالاوم. ويجب الانتباه هنا الى مقدار التردد الذي يظهر بالنسبة للمتسعات والملف, فاذا كانت الدائرة المستخدمة هي معدل موجة كاملة فان التردد هو ضعف تردد الموجة الداخلة.