الاسبوع السابع

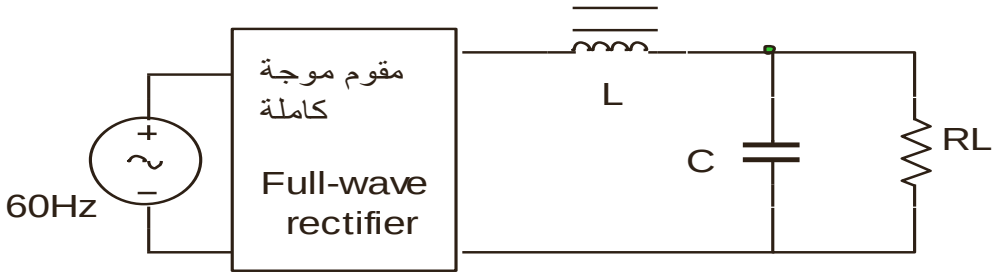
المرشحات (FILTERS)

إن اخراج دوائر التوحيد هوا الفولتية المستمرة النبضية التي تستخدم في شحن البطاريات وتحريك المحركات المستمرة. إما ما نحتاجه فعلاً فهي الفولتية المستمرة ثابتة القيمة التي تشبه فولتية البطارية، ولتحويل إشارات نصف موجة أو إشارات موجة كاملة إلى فولتيات مستمرة يجب أن نرشح filter أو ننعم smooth المتغيرات المتناوبة باستخدام المرشحات الحثية والسعوية.

انواع المرشحات: 1- مرشح الإدخال الخانق 2- مرشح الإدخال السعوي

مرشح الإدخال الخانق LC : (Choke-input filter)

يعمل موحد الموجة الكاملة بتغذية ملفاً خانقاً choke (ملف محاثة ذو قلب حديدي) ومتسعة ومقاومة حمل حيث تربط المحاثة والمتسعه قبل الحمل. تكون الموجة الخارجة من الموحد لها مركبتان إحداهما مركبة مستمرة (نريدها) ومركبه متناوبة (غير مرغوب فيها) . يسمح الملف الخانق للمركبة المستمرة بالمرور خلاله لان XL تساوي صفر بالنسبة للتيار المستمر(التردد=0) وبما إن المتسعة تمثل دائرة مفتوحة (مالانهاية)عند تردد مقداره صفر ولذلك فان كل التيار المستمر الخارج من الملف الخانق يمر خلال المقاومة RL .

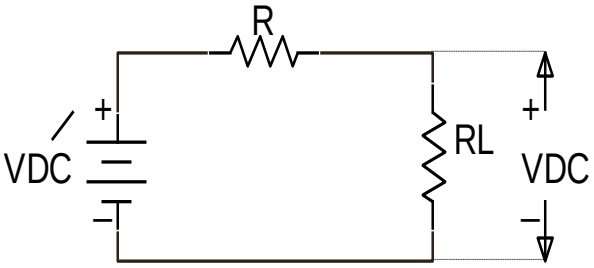


أما المركبة المتناوبة الخارجة من الموحد فلها تردد مقداره 120Hz ويقوم الخانق بحجز هذه المركبة المتناوبة لان XL تكون كبيرة عند هذا التردد كذلك تقوم المتسعة بتمرير أي مركبة متناوبة استطاعة المرور خلال الملف الخانق بدلاً من المرور خلال RL لان X_C قليلة بالنسبة للتيار المتناوب (دائرة قصر). وبذلك فان الملف الخانق والمتسعة يعملان عمل مقسم فولتية متناوبة الذي يوهن أو يقلص المركبة المتناوبة.

حساب الأخراج المستمر

إخراج المرشح هوا مركبة مستمرة كبيرة وأخرى متناوبة صغيرة .وتحسب المركبة المستمرة بالمعادلة التالية:

$$V_{DC} = \frac{R_L}{R + R_L} V'_{DC}$$



حيث إن:

R مقاومة الخانق المستمرة

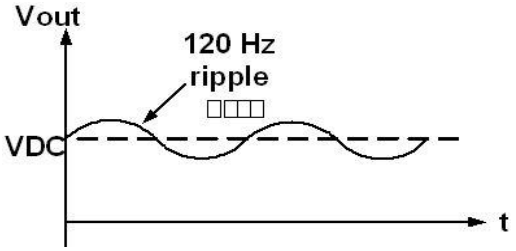
V_{DC}الفولتية المستمرة على مقاومة الحمل R_L

V'_{DC}هي الفولتية المستمرة الخارجة من موحد الموجة الكاملة.

إن مقاومة الحمل ومقاومة الخانق يشكلان مقسم فولتية عند تردد مقداره صفر حيث تكون R اصغر بكثير من RL لذلك فان معظم الفولتية المستمرة تصل إلى الحمل

تموج الإخراج

الشكل ادناه يبين تردد الإشارة المتناوبة الخارجة من موحد الموجة الكاملة مقداره (120Hz) ويكون توهين هذه الإشارة شديد. إن هذه التذبذبات الغير مرغوب فيها والموجودة فوق المركبة المستمرة تدعى التموج ripple. إن التموج يكون صغير لان XLاكبر بكثير من Xc كما إن Xc اصغر بكثير من RL .



ويمكن حساب قيمة فولتية التموج Vr بالمعادلة التالية:

$$Vr = 5.28\left(10^{-7}\right)\frac{V_P}{LC}$$

ويفضل استخدام مقومات موجة كاملة لان ترددها مضاعف وهذا يعني قيم (L و C) اصغر

عامل التموج

عامل التموج ripple factor: هوا رقم يستخدم للمقارنة بين أجهزة القدرة ويعرف كنسبة مئوية ويستخدم لغرض المقارنة بين أجهزة القدرة حيث كلما كانت قيمة r اصغر كان ذلك الجهاز أفضل

$$r = \frac{Vr}{V_{DC}} \times 100\%$$

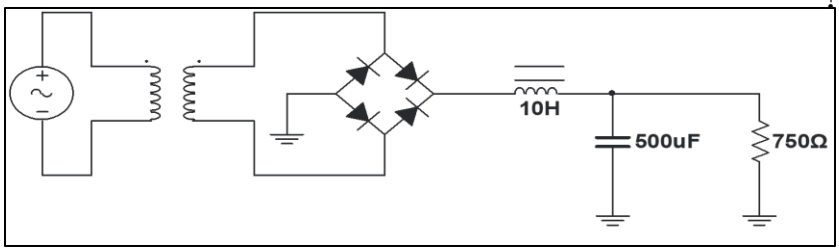
المحاثة الحرجة

تعرف المحاثة الحرجة critical inductance : بالمحاثة الصغرى التي تعطي ترشيحا جيداً . تحسب قيمة المحاثة الحرجة لمقوم موجة كاملة عند تردد دخل مقداره (60Hz) بالمعادلة :

$$L_{critical} \cong \frac{R_L}{1000}$$

وكلما كبرت المحاثة عن تلك القيمة كان الترشيح طبيعي.

مثال: للدائرة التالية إذا كانت إشارة الموجة الكاملة عند مدخل الخانق فولتية ذروة مقدارها 25.7v . فلو كان للخانق مقاومة مستمرة مقدارها 25Ω . فما مقدار فولتية الإخراج المستمرة ؟ وما مقدار تموج الإخراج ؟ وما مقدار عامل التموج ؟



الحل:

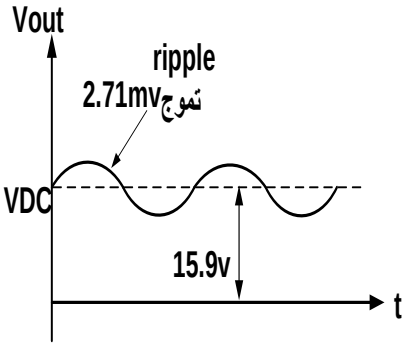
$$V'_{DC}=\frac{2V_P}{\pi}=\frac{2*25.7}{3.14}=16.4v$$

$$V_{DC}=V'_{DC}*\frac{R_L}{R+R_L}=16.4*\frac{750}{25+750}=15.9v$$

$$Vr=5.28*10^{-7}\frac{V_P}{LC}=5.28*10^{-7}*\frac{25.7}{10*500*10^{-6}}$$

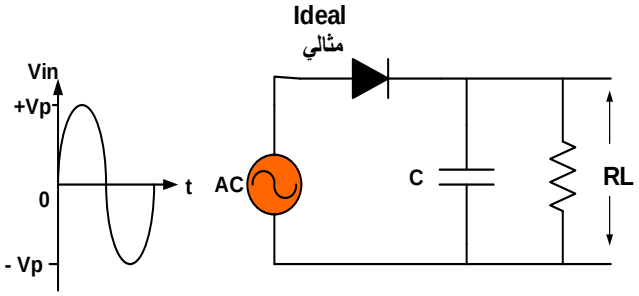
$$Vr=\frac{0.528*25.7}{5000}=0.00271v=2.71mv$$

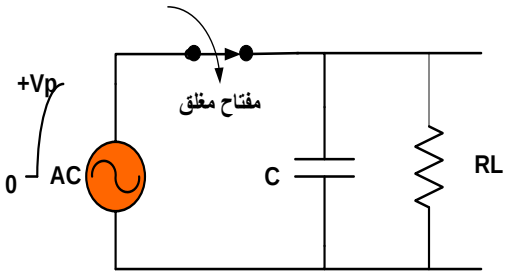
$$r\%=\frac{Vr}{V_{DC}}*100\%=\frac{0.00271}{15.9}*100\%=0.017\%$$



مرشح الإدخال السعوي RC : (Capacitor-input filter)

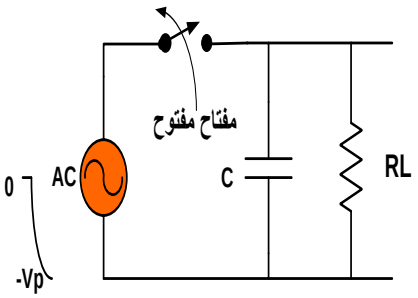
مرشح الإدخال السعوي يعتمد على كشف الذروة بدلاً من كشف القيمة المعدلة كما في مرشح الإدخال الخانق حيث يتم استخدام المتسعة عوضا عن الملف الخانق وبالتالي يتغير عمل المرشح من كشف القيمة المعدلة إلى كشف الذروة.الشكل ادناه يبين دائرة مرشح الادخال السعوي. خلال ربع الذبذبة الأول من فولتية الإدخال يكون الثنائي في وضع انحياز أمامي يظهر كمفتاح مغلق لذا فان المتسعة تنشحن إلىVp + حال عبور الذروة يتوقف الثنائي عن التوصيل وكان المفتاح قد أنفتح. والسبب في ذلك لان المتسعة انشحنة إلى فولتية Vp+ وعندما يصبح مصدر الفولتية اقل من Vp+ تحاول المتسعة أن ترغم تيار على الرجوع خلال الثنائي مما يجعل الثنائي في وضع انحياز عكسي. وبما أن الثنائي في حالة عدم توصيل لذلك تبدأ المتسعة بالتفريغ خلال مقاومة الحمل RL.

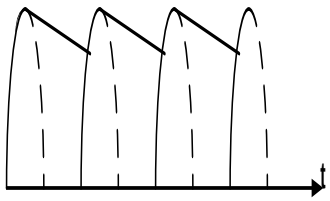


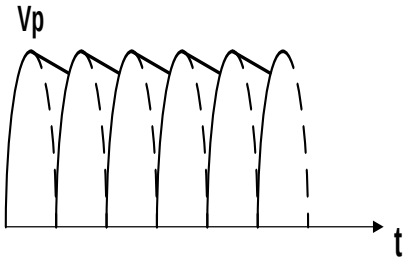


ان ثابت الزمن (RLC) اكبر بكثير من فترة ذبذبة إشارة الإدخال (T) ، ولهذا السبب فان المتسعة ستفقد جزء صغير من شحنتها. وبالقرب من ذروة الإدخال الموجبة التالية يتحول الثنائي إلى وضع التوصيل لفترة وجيزة ويعيد شحن المتسعة .

الشكل ادناه يبين موجة الإخراج لمرشح الإدخال السعوي مع مقوم نصف موجة ولفولتية ذروة Vp. إن فولتية إشارة الخرج ثابتة تقريبا واختلافها الوحيد عن الفولتية المستمرة ألصرفه هي التموج الصغير الناتج عن شحن وتفريغ المتسعة ، وكلما كان التموج صغيرا كان ذلك أفضل. ان الزمن الذي تستغرقة المتسعة بشحن وتفريغ شحنتها يسمى ثابت الزمن ويمتاز بانه طويل لذلك يستخدم مقوم موجة كاملة (قنطري أو مأخذ وسطي) مربوط مع متسعة ينتج تقويم ذروة أفضل لان المتسعة تنشحن مرتين خلال زمن الذبذبة الواحده لذا يكون التموج اصغر







ثابت الزمن : إذا كان تردد الإدخال لدائرة موجة كاملة مقداره (60Hz) يكون تردد الإخراج (120Hz) ولذلك فإن فترة الإخراج تكون : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{120} = 8.33ms$

وللحصول على ثابت زمن طويل يجب أن يكون حاصل ضرب RL في C اكبر بكثير من (8.33ms) ولكن السؤال كم اكبر ؟ على الأقل عشر مرات اكبر وهذا يعني $R_L * C \geq 83.3ms$

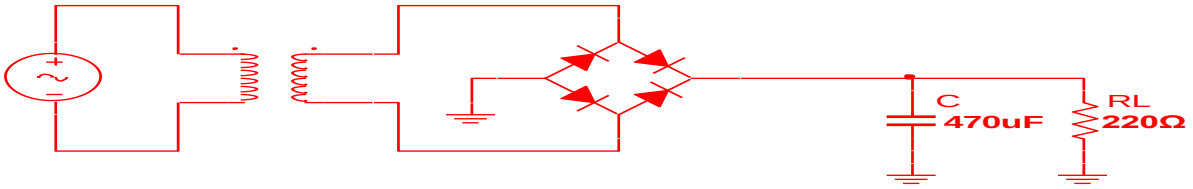
وعندما يتحقق هذا الشرط نستطيع استخدام التقاريب التالية مع مقومات ذروة الموجة الكاملة

حيث أن Vr هي الفولتية الفعالة للتموج $V_{DC} = \left(1 - \frac{0.00417}{R_L * C}\right) * V_P \ldots . Vr = \frac{0.0024 * V_P}{R_L * C}$

قيمة عامل التموج تحسب بالمعادلة $r = \frac{Vr}{V_{DC}} 100\%$

إن اصغر قيمة لسعة المتسعة التي تعطي ترشيحاً جيداً تحسب بالمعادلة $C_{\min} = \frac{0.24}{r * R_L}$

مثال: في الدائرة الموضحة أدناه إذا كانت ذروة الفولتية الثانوية تساوي (30v) . احسب فولتية الإخراج المستمرة وما مقدار التموج وما مقدار عامل التموج ؟ علما أن الثنائيات مثالية



الحل: يجب أن نتأكد من أن عامل الزمن اكبر من 83.3ms $R_L * C = 220 * 470 * 10^{-6} = 103ms$

$$V_{DC} = \left(1 - \frac{0.00417}{R_L * C}\right) * V_P = \left(1 - \frac{0.00417}{0.103}\right) * 30 = 28.8v$$

$$Vr = \frac{0.0024}{R_L * C} * V_P = \frac{0.0024}{0.103} * 30 = 0.699v$$

$$r\% = \frac{Vr}{V_{DC}} * 100\% = \frac{0.699}{28.8} * 100\% = 2.427\%$$

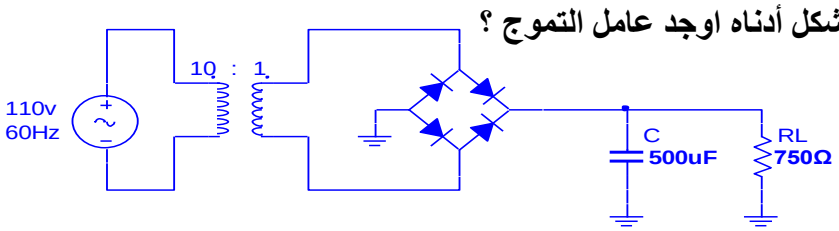
مثال: على مقوم ذروة موجة كاملة أن يواجه المواصفات التالية، r =2%، RL =10KΩ، احسب القيمة الصغرى لسعة الترشيح التي يحتاجها ؟

الحل:

$$C\min = \frac{0.24}{r * R_L} = \frac{0.24}{2 * 10 * 10^3} = 0.000012F = 12\mu F$$

مثال: في الدائرة الموضحة بالشكل أدناه اوجد عامل التموج ؟

الحل:



$$RL * C = 750 * 500 * 10^{-6} = 0.375s = 375ms$$

$$375ms > 83.3ms$$

$$V_{P1} = \sqrt{2} * 110 \approx 155v$$

$$\frac{V_{P1}}{V_{P2}} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow V_{P2} = \frac{N_2}{N_1} * V_{P1} \rightarrow V_{P2} = \frac{1}{10} * 155 = 15.5v$$

$$V_{DC} = \left(1 - \frac{0.00417}{R_L * C}\right) * V_P = \left(1 - \frac{0.00417}{0.375}\right) * 15.5 = 15.327v$$

$$Vr = \frac{0.0024}{R_L * C} * V_P = \frac{0.0024}{0.375} * 15.5 = 0.099v;$$

$$r\% = \frac{Vr}{V_{DC}} * 100\% = \frac{0.099}{15.327} * 100\% = 0.647\%$$