مرشح الرفض النطاقى (AC2-5)

الغرض من التجربة

تحقيق تشغيل والخواص المميزة لمرشح الرفض النطاقى

الأجهـــزة

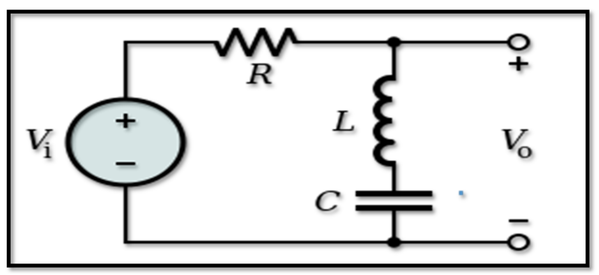
منظار اشعة المهبط (CRO) – مولد دوال تيار متردد – مكثفات - مقاومات

نظرية التجربـــــة

مرشح الرفض النطاقى هو مرشح يمرر كل الترددات ، ولكنه ويوهن (او يختزل) نطاق من الترددات، ويطلق عليها ايضا مرشحات التوقف النطاقى. والكمية الحقيقية للإختزال لكل تردد يختلف من مرشح الى اخر. من الاستخدامات البسيطة لهذه المرشحات : استخدامها فى مختزلات الضوضاء فى خطوط التليفونات، و (DSL) فى تقنية الانترنت عمليات تجهيز الصور الرقمية وفى العديد من تقنيات مكبرات القدرة.

بتوصيل (على التوالى) دائرة مرشح المرور المنخفض مع دائرة مرشح المرور العال، يمكنا انتاج نوع اخر من مرشحات (RC) الغيرفاعلة التى ترفض مدى مختار او (نطاق) من الترددات ، والتى يمكن ان تكون بدورها اما ضيقة او عريضة، بينما تمرر كل الترددات خارج هذا المدى. هذا النوع الجديد من ترتيبة المرشحات الغيرفاعلة تنتج مرشح تردد مختار يعرف عادة باسم مرشح الرفض النطاقى او باختصار (BRF).

ابسط اشكال مرشح الرفض النطاقى موضح بالشكل 1 وهو يتكون من مقاومة كهربية ومكثف متصلين كما هوواضح من الرسم، عبر جهد دخل (V_{in}) . يتعين جهد الخرج عبر مكثف وملف .

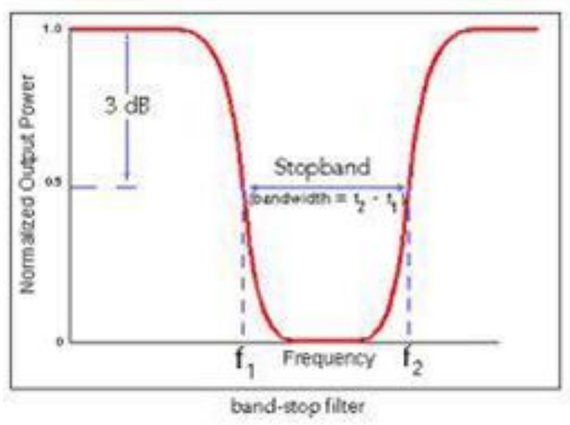


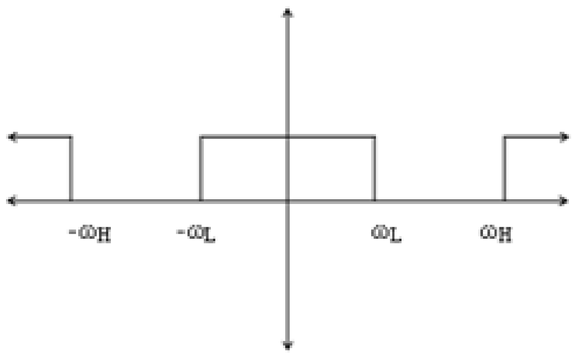
شكل 1مرشح الرفض النطاقى

مختلفا عن مرشح المرور المنخفض الذى يمرر فقط اشارات ذات مدى منخفض من الترددات، او مختلفا عن مرشح المرور العال الذى يمرر فقط اشارات ذات مدى عال من الترددات، فإن مرشح الرفض النطاقى يرفض اشارات ذات ترددات بداخل "نطاق" او "انتشار" من الترددات بدون تحطيم اشارة الدخل او ادخال ضوضاء ازيد. هذا النطاق من الترددات يمكن ان يكون اى "عرض" ويسمى عادة بانه عرض نطاق المرشح . يعرف عرض النطاق بانه مدى الترددات بين ترددي قطع محددين (fc) ، اى انهما (3dB) اقل من القيمة القصوى للمركز، او قمة الرنين بينما يوهن او يضعف الاخرى التى داخل هاتين النقطتين.

بالنسبة للترددات المنتشرة على حد واسع يمكنا ببساطة تعريف المصطلح (عرض النطاق) (*BW*) بانه الفرق بينتردد القطع السفلى (f_{cLOWER}) و تردد القطع العلوى ($f_{cHIGHER}$) . وفى كلمات اخرى ، [$BW = f_H - f_L$] .من الواضح انه لكى يعمل مرشح المرور النطاقى بطريقة صحيحة، يجب ان يكون تردد القطع لمرشح المرور المنخفض يجب ان يكون اقل من تردد القطع لمرشح المرور العال.

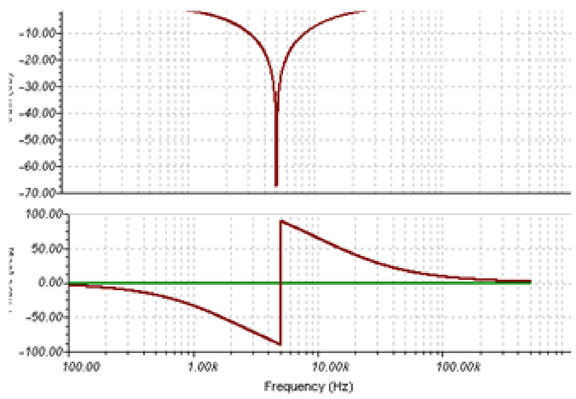
مرشح المرور النطاقى المثالى ، الموضح فى الرسم *2 a.* ، يتركب من نطاق توقف و نطاقي مرور ولكن ذلك لا يكون عمليا لهبوط الخرج الى (الصفر) ، فى لا وقت. من ناحية اخرى، عمليا، يكون للمرشحات نطاقات انتقال بين (نطاقى التوقف الى المرور) و بين (نطاقى المرور الى التوقف) ، وهذا يعنى اثنين من نطاقى الانتقال كما هو واضح فى الشكل 2 .b





الشكل 2مرشح المرور الرفض المثالى والعملى

استجابة التردد للمرشح المستخدم يتكون من استجابة السعة (المكسب) واستجابة الطور. استجابة السعة يشير الى الكيفية التى يؤثر بها المرشح على سعة اشارة الدخل (زيادة او اقلال او ثابت) ، وهو يساوى سعة الخرج على سعة الدخل (V_{out}/ V_{in}) . استجابة الطور يشير الى كيفية تسبب ازاحة المرشح وهى تساوى الازاحة فى الطور بين الحرج والدخل ($\Phi_{out} - \Phi_{in}$) . منحنيات استجابة التردد موضح بالشكل 3



شكل 3 استجابة تردد مرشح المرور النطاقى

منحنى استجابة التردد الموضح بعاليه يوضح الخواص المميزة لمرشح الرفض النطاقى. هنا تمر الاشارة عند الترددات المنخفضة والخرج يقل بميل (-20dB/Decade (6dB/Octave) الى ان يصل التردد الى نقطة القطع المنخفضة (f_L) . عند هذا التردد يكون جهد الخرج مرة اخرى (1/√2 = 70.7%) من قيمة اشارة الدخل او ((20 log (V_{out}/V_{in})) .

Edusoft
Innovate to educate

مرشح الرفض النطاقى (AC2-4)

يستمر الخرج عند القيمة القصوى للكسب الى ان يصل الى نقطة القطع العليا (f_H) حيث يزداد الخرج بمعدل (*6dB/Octave* (*+20dB/Decade*) ، ممراً اى اشارات عالية التردد. نقطة خرج ادنى مكسب هى- على وجه العموم- المتوسط الهندسى للقيمتين (-3dB) بين نقطتى القطع المنخفضة والعليا، وتسمى "تردد المركز"، او "قمة الرنين" f_r. يحسب هذا المتوسط الهندسى على انه ($f_r^2 = f_{UPPER} \times f_{LOWER}$) .

يعتبر مرشح المرور النطاقى مرشح من الرتبة الثانية (قطبان) لانه يمتلك مركبتى تفاعل فى تركيبة دائرته ، عندئذ فإن زاوية الطور سوف تكون ضعف تلك التى تم رؤيتها فى مرشحات الرتبة الاولى، اى (180°) درجة. زاوية طور اشارة الخرج (تسبق) اشارة الدخل بزاوية (+90°) الى نقطة تردد المركز او الرنين (f_r) حيث تصبح صفرا من الدرجات، او فى نفس الطور، ثم تتغير الى ان تتأخر عن الدخل بزاوية (-90°) مع ازدياد تردد الخرج.

يمكن ايجاد نقطتى القطع العيا والمنخفضة فى حالة مرشح الرفض النطاقى باستخدام نفس المعادلة التى لكل من مرشح المرور العال ومرشح المرور المنخفض، وعلى سيل المثال :

$$f_c = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi RC}$$

من الواضح اذن ، فان عرض نطاق المرور للمرشح يمكن التحكم فيه من خلال موضعى نقطتى تردد القطع للمرشحين.

خطوات العمـــل

1. صل الدائرة كما فى الشكل بحيث ان خرج مولد الدوال يكون متصلا الى القناة 1 وخرج مرشح الرفض النطاقى يكون متصلا الى القناة 2.
2. هيئ مدى المولد الى الموضع (LOW) وغير التردد فى خطوات مقدار كل منها (1Hz) الى ان تصل الى (*10 kHz*) ، وسجل سعة جهد الخرج المقابل (V_{out}).
3. قس الفرق فى الطور ($\Phi_{out} - \Phi_{in}$.) فى كل حالة بقياس الزمن الدورى لاشارة الدخل (T) و الفرق فى الزمن (Δt) بين الاشارتين من العلاقة :

$$F\ \Phi_{out} - \Phi_{in}. = (\Delta t \times 360^o)/T$$

4. ارسم رسما بيانيا بين التردد و (V_{out}/ V_{in}) .
5. ارسم رسما بيانيا بين التردد و $\Phi_{out} - \Phi_{in}$.
6. استخدم قيم المقاومة والمكثف لحساب ترددات القطع

(f_{cLOWER} = Hz & $f_{cHIGHER}$ = Hz)

ثم احص تردد المركز ، وقارن هذه القيمة مع القيمة الناتجة من المنحنى المقابلة للقيمة القصوى فى مدى المرور النطاقى.

النتائـــج

V_{in}= V

f (Hz)	V_{out}	Φ_{out}	V_{out}/V_{in}	$\Phi_{out} - \Phi_{in}$

Edusoft
Innovate to educate