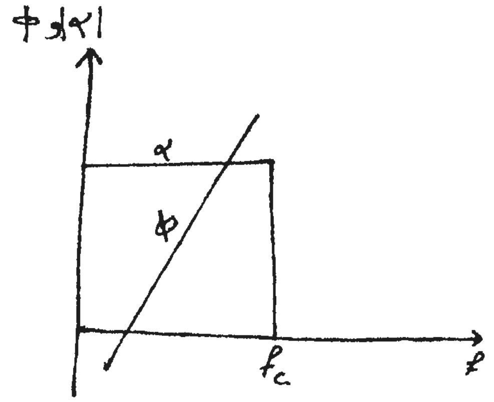
المرشحات

مقدمة:

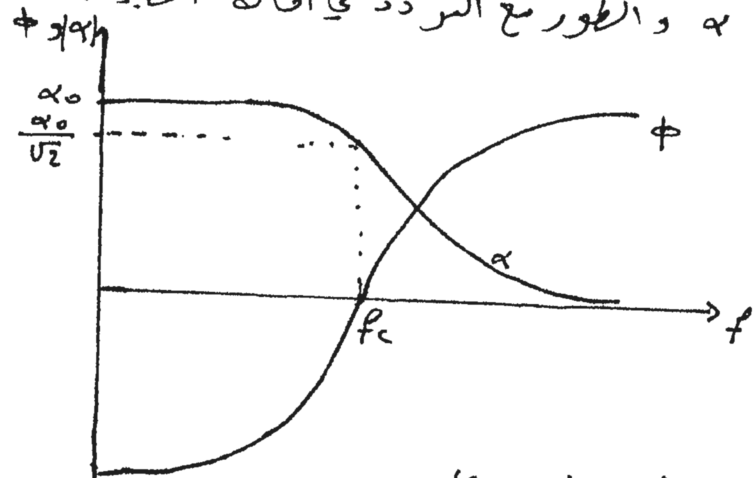
الغرض من المرشحات هو أن تمرر الدائرة المستخدمة بعض الترددات دون سواها
وهنالك أنواع كثيرة ومتعددة من المرشحات أهمها.

06-1: مرشح الترددات المنخفضة:

يسمح هذا المرشح بمرور جميع الترددات الأقل من تردد القطع (f_c) وتكون معامل التكبير ($\alpha = \frac{V_2}{V_1}$) ثابت في الحالة المثالية ثم ينعدم تماما عند f_c. والشكل (11-1) يوضح علاقة α والطور مع التردد في الحالة المثالية. بينما الشكل (11-2) يوضح علاقة α والطور مع التردد في الحالة الطبيعية.

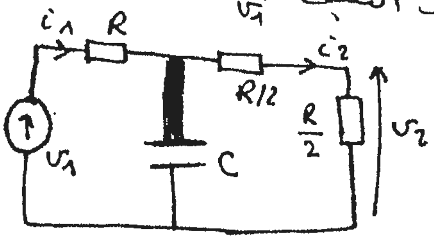


الشكل (11-1)



الشكل (11-2)

مثال: إعتبر المرشح الموضح في الشكل (11-3) والسؤال هو حساب النسبة $\alpha = \frac{V_2}{V_1}$



الشكل (11-3)

الحل: من الشكل نجد:

$$V_2 = \frac{R}{2} i_2 = \frac{R}{2}\left(\frac{1/jwC}{R+\frac{1}{jwC}}\, i_1\right) \longrightarrow (1)$$

ومن جهة أخرى:

$$i_1 = \frac{V_1}{R+\frac{R}{1+jwCR}} = \frac{V_1(1+jwCR)}{R(2+jwCR)}$$

$$i_1 = \frac{V_1}{R}\,\frac{1+jx}{2+jx} \longrightarrow (2)$$

حيث: $x = wCR$

وبتعويض (2) في (1) نجد

$$V_2 = \frac{1/jwC}{R+\frac{1}{jwC}} \cdot \frac{R}{2}\frac{V_1}{R}\frac{1+jx}{2+jx} = \frac{1}{1+jx}\cdot\frac{R}{2}\cdot\frac{V_1}{R}\cdot\frac{1+jx}{2+jx} = \frac{V_1}{2}\,\frac{1}{2+jx} \longrightarrow (3)$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2+jx}\right) \Rightarrow \boxed{|\alpha| = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{4+x^2}}} \longrightarrow (4)$$

ولحساب f_c نضع:

$$\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{4+x^2}} \Rightarrow \frac{1}{4\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{1+\frac{x^2}{4}}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{x^2}{4}}}$$

$$\Rightarrow \frac{x^2}{4} = 1 \Rightarrow \boxed{x = 2}$$

وبما أن:

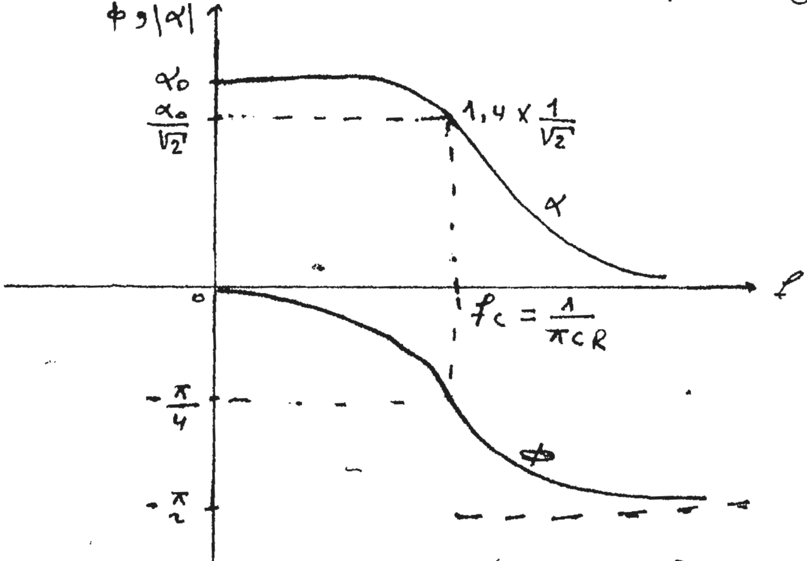
$$x = wCR \Rightarrow x_c = w_c C R \Rightarrow w_c = \frac{x_c}{CR} = \frac{2}{CR}$$

ومن العلاقة ③ نجد :

$$tg\varphi = -\frac{\omega CR}{2} \Rightarrow tg\varphi_c = -\frac{\omega_c CR}{2} = -\frac{2}{CR}\times\frac{CR}{2} = -1$$

$$\Rightarrow \boxed{\varphi_c = -45^\circ}$$

ويكون شكل منحنى التكبير والتخلف (الطور) كما في الشكل (11-4) ومن جهة النظر العملية نعتبر أن المرشح السابق يمرر كافة الترددات التي تقل عن f_c ويرفض ما عدى ذلك.

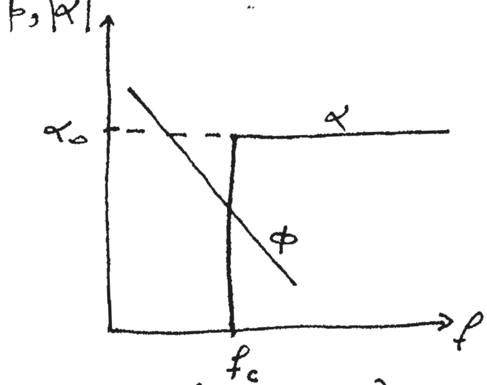


الشكل (11-4).

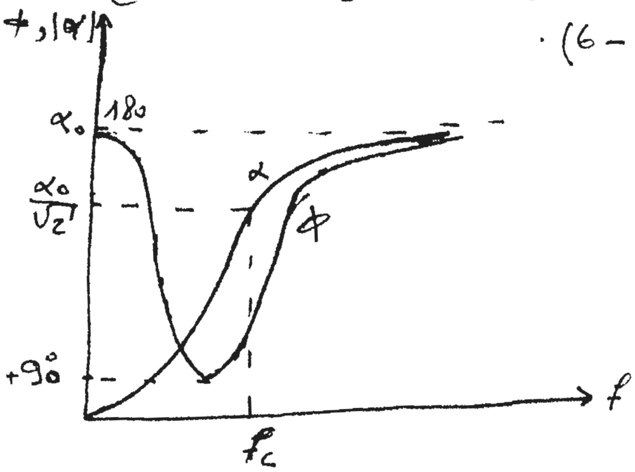
06-2: مرشح الترددات المرتفعة:

هو عكس المرشح السابق حيث يسمح المرشح هنا بإمرار الترددات التي تزيد عن تردد معين وهو تردد القطع، أما فيما يخص تغير عامل التكبير α والطور φ فإنه عند المرشح المثالي تكون التكبير ثابت والطور علاقة خطية مع التردد وهذا موضح في الشكل (11-5).

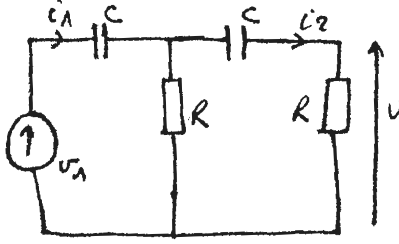
أما فيما يخص المرشح الحقيقي فإنه لا توجد الحدود الحادة للمنحنيات عمليا فلا تكون التكبير ثابت تماما ولا الطور خطي تماما، ويعرف تردد القطع بذلك التردد الذي يهبط عند التكبير إلى $\frac{1}{\sqrt{2}}$ من قيمته العظمى وهذا المرشح موضح في الشكل (11-6).



الشكل (11-5)



الشكل (11-6)



الشكل (11-7)

مثال: ليكن الشكل (11-7) الذي يمثل مرشح ذو تردد عالي ونريد حساب α تحليليا.

الحل: من الشكل:

$$v_2 = Ri_2 = R\left(\frac{R}{2R+\frac{1}{j\omega C}}\, i_1\right)$$

$j\omega c$ $\quad R+R+\frac{1}{j\omega c}$

نعوض في v_2 نجد:

$$v_2 = \frac{v_1}{\frac{1}{j\omega c} + \frac{R(R+1/j\omega c)}{R+R+1/j\omega c}} \cdot \frac{R^2}{2R+\frac{1}{j\omega c}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{\frac{2R+1/j\omega c + R(R+1/j\omega c)j\omega c}{j\omega c(2R+\frac{1}{j\omega c})}} \cdot \frac{R^2}{2R+\frac{1}{j\omega c}} = R^2\left[\frac{1}{\left(2R+\frac{1}{j\omega c}\right)\left(\frac{(2R+\frac{1}{j\omega c})+(R^2 j\omega c+R)}{2Rj\omega c+1}\right)}\right]$$

$$\frac{v_2}{v_1} = R^2\left[\frac{1}{\frac{(2Rj\omega c+1)}{j\omega c}\left[\frac{(2R+1/j\omega c)+(R^2 j\omega c+R)}{2Rj\omega c+1}\right]}\right] = R^2\left[\frac{1}{\frac{(2Rj\omega c+1)}{j\omega c}\left[\frac{(2Rj\omega c+1)+j\omega c(R^2 j\omega c+R)}{j\omega c(2Rj\omega c+1)}\right]}\right]$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{R^2(j\omega c)(j\omega c)(1+2Rj\omega c)}{(2Rj\omega c+1)(1-R^2\omega^2c^2+3j\omega cR)}$$

بوضع: $x=\omega cR$. نجد:

$$\alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{(jx)^2(1+2jx)}{(1+2jx)[(1-x^2)+3jx]} = \frac{(jx)^2}{(1-x^2)+3jx}$$

$$|\alpha| = \frac{x^2\sqrt{1+4x^2}}{\sqrt{1+4x^2}\sqrt{(1-x^2)^2+(3x)^2}} = \frac{x^2}{\sqrt{(1-x^2)^2+(3x)^2}}$$

وبذلك تكون عند تردد القطع:

$$\alpha_{max} = \lim_{x\to\infty}\alpha = 1$$

$$\alpha_c = \frac{1}{\sqrt2}\alpha_{max} = \frac{1}{\sqrt2}$$

ويبقى حساب x_c من العلاقة: $\alpha_c = \frac{1}{\sqrt2}$:

$$\frac{1}{\sqrt2} = \frac{x_c^2}{\sqrt{(1-x_c^2)^2+9x_c^2}} \Rightarrow x_c^4 - 7x_c^2 - 1 = 0$$

$$x_c = \pm\sqrt{\frac{7\pm\sqrt{49+4}}{2}} = +\sqrt{\frac{7+\sqrt{49+4}}{2}}$$

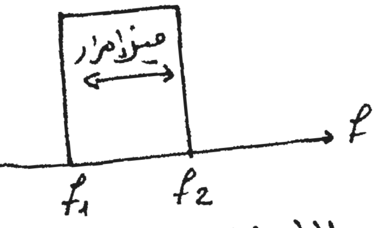
والحلول الأخرى مرفوضة لعدم وجود تردد سالب أو تخيلي:

$$\therefore x_c = \sqrt{\frac{7+\sqrt{53}}{2}} = 2{,}67 \quad \text{و} \quad \phi_c = 180 - \operatorname{arctg}\frac{3x_c}{1-x_c^2}.$$

ونلاحظ أن α محصورة من 1 إلى الصفر بينما ϕ محصورة في المجال $180°$ إلى $-180°$.

ثالثاً: مرشح إمرار حيز ترددي:

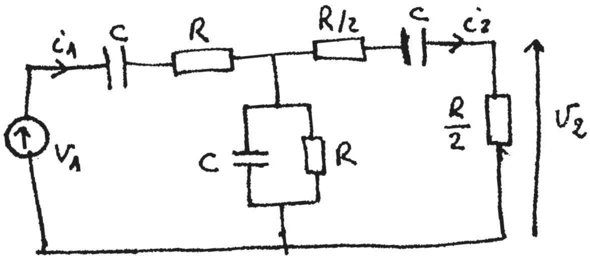
يقوم هذا المرشح بإمرار الترددات المحصورة في حيز محصور بين ترددي منتصف القدرة f_1 و f_2، ومثال ذلك دوائر رنين التوالي والشكل (١١-٨) يوضح النوع المثالي لهذه المرشحات.



الشكل (١١-٨)

مثال:

نعتبر الدارة التالية الموضحة في الشكل (١١-٩) ونريد هنا تعيين حيز الإمرار.



الشكل (١١-٩)

الحل: من الشكل:

$$v_2 = \frac{R}{2} i_2$$

وأيضاً من الشكل:

$$i_2 = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C} / R + \frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + R + \frac{R \cdot 1/j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}}} i_1$$

حساب i_1:

$$i_1 = \frac{v_1}{R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{\left(\frac{1}{j\omega C} + R\right)\left(\frac{R + 1/j\omega C}{R + 1/j\omega C}\right)}{\left(\frac{1}{j\omega C} + R\right) + \frac{R \cdot 1/j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}}}}$$

بعد الحساب ووضع $x = \omega C R$ نجد:

$$i_1 = \frac{v_1}{\frac{1+jx}{j\omega C} + \frac{(1+jx)(R/(1+jx))}{\frac{1+jx}{j\omega C} + \frac{R}{1+jx}}} = \frac{v_1 (j\omega C)\left[(1+jx)^2 + jx\right]}{(1+jx)\left[(1+jx)^2 + 2jx\right]}$$

نعوض في عبارة i_2 نجد:

$$i_2 = \frac{v_1 (j\omega C)^2 R}{(1+jx)\left[(1+jx)^2 + 2jx\right]}$$

بالتعويض في علاقة v_2:

$$v_2 = \frac{R}{2} i_2 = \frac{v_1 (j\omega C)^2 R^2}{2(1+jx)\left[(1+jx)^2 + 2jx\right]}$$

$$\therefore \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{(j\omega C)^2 R^2}{2(1+jx)\left[(1+jx)^2 + 2jx\right]} \;\therefore$$

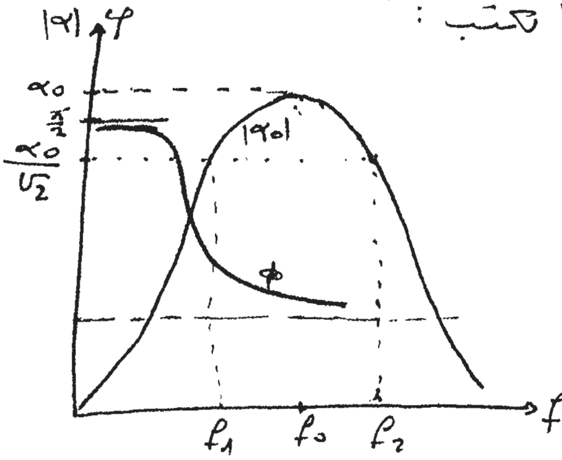
$$\therefore |\alpha| = \frac{x^2}{2\sqrt{(1-5x^2)^2 + x^2(5-x^2)^2}} \quad , \quad \phi = 180^\circ - \operatorname{arctg} \frac{5x - x^3}{1 - 5x^2}$$

ونلاحظ أنه عندما $x \to \infty$ أو $x = 0$ فإن قيمة α تنعدم ولذلك لا بد من تواجد قيمة عظمى للمتغير α عند قيمة ما للمتغير x ولتكن x_0، وتكون عندئذ قيمة

α نسمي α_0 وتكون لقيمتي منتصف القدرة $\alpha = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$.
ولحساب قيمة α_0 فإننا نشتق α بالنسبة لـ x ونساوي هذه المشتقة بالصفر
بعدها نحصل على معادلة نقوم بحلها فنحصل على x_0 ومن العلاقة السابقة نحصل على α_0
ومنها نكتب :

$$\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} = \frac{x^2}{2\sqrt{(1-5x^2)^2 + x^2(5-x^2)^2}}$$

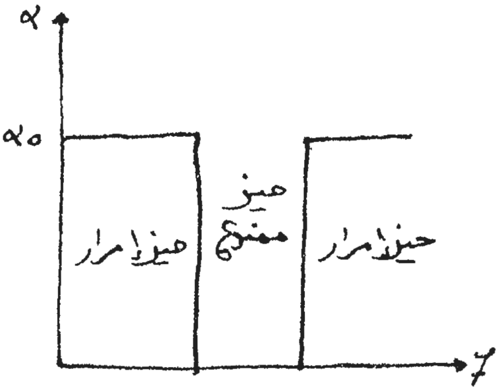
ويكون شكل المنحنى مشابه للشكل (11-10) .



الشكل (11-10)

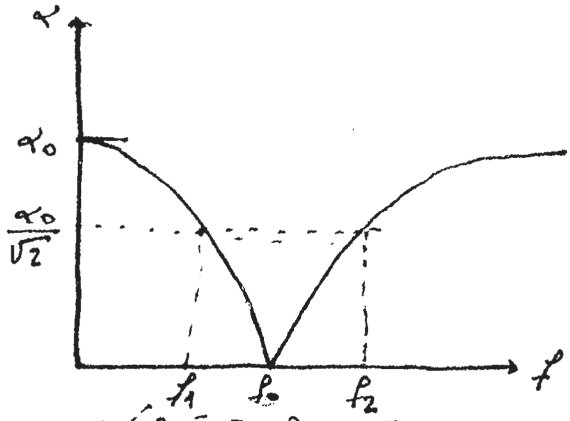
4-06 : مرشح إيقاف حيز ترددي :

يسمح هذا المرشح بإمرار جميع الترددات ماعدى حيز محدد منها يسمى الحيز الممنوع، ويمكن حصره كما تم الإتفاق على ذلك بين نقطتي منتصف القدرة (f_2 ، f_1)، وذلك موضح في الشكل (11-12) والشكل (11-13) ومن أمثلة هذه المرشحات دوائر رنين التوازي :



مرشح مثالي .

الشكل (11-12) .

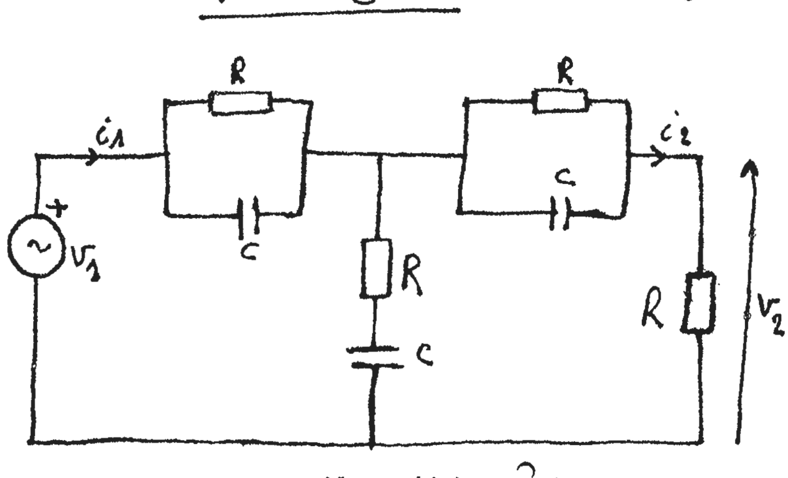


مرشح حقيقي

الشكل (11-12)

مثال :

نعتبر المرشح الموضح في الشكل (11-13) .
ولحساب α نقوم أولا بحساب i_2 :
ومن الشكل نجد :



الشكل (11-13)

⑥

$$i_1 = \frac{v_1}{Z_e}$$

حساب Z_e :

$$Z_e = \frac{R \cdot 1/j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}} + \frac{\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)\left[\left(R \cdot \frac{1}{j\omega C} / \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)\right) + R\right]}{R + \left(\frac{R / j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}}\right) + R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$Z_e = \frac{R}{1 + j\omega C R} + \frac{\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)\left(R + \frac{R}{1 + j\omega C R}\right)}{\left(R + \frac{1}{j\omega C R}\right) + R + \frac{R}{1 + j\omega C R}}$$

نضع : $x = \omega C R$: نجد

$$Z_e = \frac{R}{1+jx} + \frac{\left(\frac{1+jx}{j\omega C}\right)\left(\frac{R(1+jx) + R}{1+jx}\right)}{\frac{1+2jx}{j\omega C} + \frac{R}{1+jx}}$$

$$Z_e = \frac{R\left[(1+jx)(2+jx)\right] / (j\omega C)(1+jx)}{\left[(1+2jx)(1+jx) + jx\right] / (j\omega C)(1+jx)} + \frac{R}{1+jx}.$$

$$Z_e = R\left[\frac{1}{1+jx} + \frac{1(1+jx)(2+jx)}{(1+2jx)(1+jx)+jx}\right]$$

$$Z_e = R\left[\frac{(1+2jx)(1+jx) + jx + (1+jx)^2(2+jx)}{(1+jx)\left[(1+2jx)(1+jx)+jx\right]}\right]$$

ومنه :

$$i_1 = \frac{v_1}{R}\,\frac{(1+jx)\left[(1+jx)(1+2jx) + jx\right]}{(1+2jx)(1+jx) + jx + (1+jx)^2(2+jx)}.$$

أما :

$$i_2 = i_1 \cdot \frac{R + \frac{1}{j\omega C}}{\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) + R + \frac{R}{1+j\omega C R}} = i_1 \frac{(1+jx)/j\omega C}{\frac{1+jx}{j\omega C} + R + \frac{R}{1+jx}}.$$

$$i_2 = \frac{(1+jx)/j\omega C}{\frac{(1+jx)^2 + j\omega C R(1+jx) + j\omega C R}{j\omega C(1+jx)}}\, i_1 = \frac{(1+jx)^2}{(1+jx)^2 + jx(1+jx) + jx}\, i_1$$

$$i_2 = \frac{(1+jx)^2}{(1+2jx-x^2) + jx - x^2 + jx}\, i_1 = \frac{(1+jx)^2}{(1-2x^2) + j4x}\, i_1$$

$$i_2 = \frac{(1-x^2) + 2jx}{1 - 2x^2 + 4jx}\, i_1$$

ولحساب v_2 :

$$v_2 = R i_2 = R\,\frac{(1-x^2) + 2jx}{1 + 2x^2 + 4jx}\, i_1.$$

$$V_2 = \frac{R\,V_1}{R}\;\frac{(1+jx)\left[(1+jx)(1+2jx)+jx\right]\left[(1-x^2)+2jx\right]}{\left[(1+2jx)(1+jx)+jx+(1+jx)^2(2+jx)\right]\left[1-2x^2+4jx\right]}$$

$$V_2 = \frac{\left[1-x^2+2jx\right](1+jx)\left[(1-2x^2)+4jx\right]V_1}{\left[(1-2x^2)+4jx+(1-x^2+2jx)(2+jx)\right]\left[(1-2x^2)+4jx\right]}$$

$$V_2 = \frac{\left[(1-3x^2)+j(3x-x^3)\right]V_1}{(1-2x^2+2-2x^2-2x^2)+j(4x+4x+x-x^3)}$$

$$V_2 = \frac{\left[(1-3x^2)+j(3x-x^3)\right]}{(3-6x^2)+j(9x-x^3)}V_1 .$$

إذن:

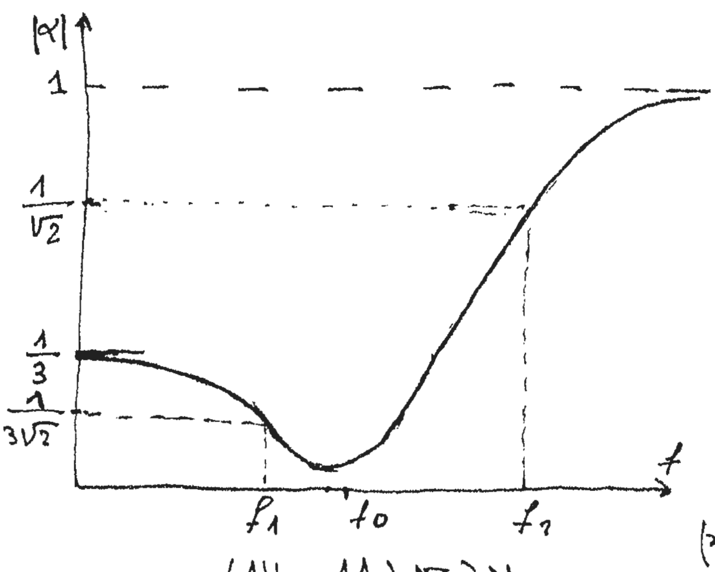
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{(1-3x^2)+j(3x-x^3)}{3(1-2x^2)+j(9x-x^3)}$$

$$\Rightarrow\quad |\alpha| = \sqrt{\frac{(1-3x^2)^2+(3x-x^3)^2}{9(1-2x^2)^2+(9x-x^3)^2}}$$

و:

$$\phi = \operatorname{arctg}\frac{3x-x^3}{1-3x^2} - \operatorname{arctg}\frac{9x-x^3}{3(1-2x^2)}$$

من علاقة α نلاحظ أنها لا تنعدم عند $x=0$ أو $x\to\infty$ بل تعطي على التوالي $\alpha_\infty=1$ و $\alpha_0=\frac{1}{3}$
ولذلك هناك قيمة صغرى عند x_0 تمكن حسابها من العلاقة: $(1-3x_0^2)+(3x_0-x_0^3)^2=0$
و تحدد x_1 و x_2 نقطتي منتصف القدرة من المعادلة التالية لقيمة x_1 وتأخذ القيمة الصغرى:



الشكل (14 - 11).

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{1}{(3)} = \sqrt{\frac{(1-3x_1^2)^2+(3x_1-x_1^3)^2}{9(1-2x_1^2)^2+(9x_1-x_1^3)^2}}$$

بينما x_2 من المعادلة التالية:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(1) = \sqrt{\frac{(1-3x_2)^2+(3x_2-x_2^3)^2}{9(1-2x_2^2)^2+(9x_2-x_2^3)^2}}$$

ويكون شكل منحنى α موضح في الشكل (14 - 11).

بينما ϕ تكون محصورة بين الصفر من الناحيتين أي عندما ($x=0$ و $x\to\infty$) وتكون قيمتها أقل من $\frac{\pi}{2}$ فيما عدا ذلك.

06-5- معامل الإمرار β :

$$\boxed{\beta = -\frac{Y_{21}}{Y_{22}}}$$

يعرف معامل الإمرار β لمرشح على أنه النسبة بين
وبالرجوع إلى العلاقة العامة نجد:

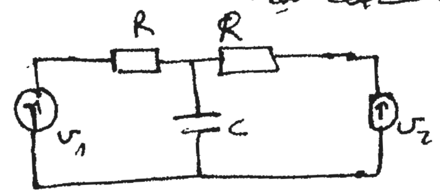
$$i_2 = Y_{21}v_1 + Y_{22}v_2$$

$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} Y_{21} = \left.\frac{i_2}{v_1}\right|_{v_2=0} \\ Y_{22} = \left.\frac{i_2}{v_2}\right|_{v_1=0} \end{array}\right\} \Rightarrow \beta = \frac{-i_2/v_1}{i_2/v_2} = -\frac{v_2}{v_1}.$$

ولذلك فهي تعطي انطباع عن إمرار المرشح أو النسبة $\frac{v_2}{v_1}$، والإشارة السالبة المستخدمة في التعريف مأخوذة خصيصا للتخلص من إشارة Y_{21} التي تظهر دائما بالسالب من المصفوفة (Y) الرباعي القطب.

06-5-أ : معامل الإمرار لمرشح الترددات المنخفضة :

الشكل (11-15) يوضح مرشح إمرار ترددات منخفضة فيه:



الشكل (11-15)

$$Z_1 = R$$
$$Z_2 = \frac{1}{jwC}$$

ومن الجداول السابقة:

$$Y_{11} = \frac{Y_1(Y_1+Y_2)}{Y_2+2Y_1} = \ominus Y_{22}$$

$$Y_{12} = \frac{-Y_1^2}{2Y_1+Y_2} = \ominus Y_{21}$$

بالتعويض بقيم Y_1 و Y_2 نجد:

$$Y_{11} = \frac{1+jwCR}{R(2+jwCR)} \Rightarrow Y_{22} = -\frac{1+jwCR}{R(2+jwCR)}$$

$$Y_{12} = -\frac{(1/R)^2}{\frac{2}{R}+jwC} = \frac{1}{2R+jwCR^2} = \frac{-1}{R(2+jwCR)} = -Y_{21} = \frac{1}{R(2+jwC}$$

إذا معامل الإمرار في حالة الدارة المفتوحة:

$$\beta = -\frac{Y_{21}}{Y_{22}} = -\left(\frac{1}{R(2+jwCR)}\right)\left(\frac{\ominus R(2+jwCR)}{1+jwCR}\right) = \frac{1}{1+jwCR}.$$

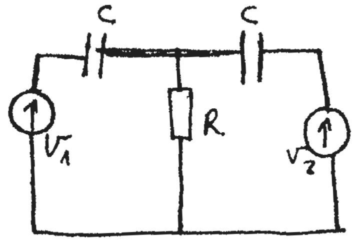
$$\Rightarrow |\beta| = \frac{1}{\sqrt{1+(wCR)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} \Rightarrow |\beta_0| = 1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}\cdot 1 = \frac{1}{\sqrt{1+(wCR)^2}} \Rightarrow \boxed{w_c = \frac{1}{CR}} \text{ و } \boxed{f_c = \frac{1}{2\pi CR}}$$

ومن النتيجة التي وجدناها الآن ($w_c = \frac{1}{CR}$) والنتيجة التي وجدناها في المثال (1) $w_c = \frac{2}{CR}$ نلاحظ أنه بوضع حمل مقداره $\frac{R}{2}$ فإن w_c قد زادت أي أصبح المرشح يمرر ترددات أعلى لذلك يجب أخذ التحميل دائما بعين الاعتبار بالنسبة للمرشحات.

06-5-ب : معامل الإمرار لمرشح الترددات العالية :

الشكل (11-16) يوضح مرشح ترددات مرتفعة حيث:



الشكل (11-16)

$$Z_1 = \frac{1}{jwC}$$

$$Z_2 = R$$

ومن الجداول السابقة أيضا:

$$Y_{11} = \frac{Y_1(Y_1+Y_2)}{Y_2+2Y_1} = \frac{jwC\left(jwC+\frac{1}{R}\right)}{\frac{1}{R}+2jwC} = \frac{\frac{jwC}{R}(1+jwCR)}{\frac{1}{R}(1+2jwCR)}$$

$$Y_{11} = \frac{jwC(1+jwCR)}{(1+2jwCR)}$$

أما:

$$Y_{21} = \frac{Y_1^2}{2Y_1+Y_2} = \frac{(jwC)^2}{2jwC+\frac{1}{R}} = \frac{(jwC)^2R}{1+2jwCR}$$

$$\therefore \beta = -\frac{Y_{21}}{Y_{22}} = \frac{-(jwC)^2R}{1+2jwC}\cdot\frac{(-1)(1+2jwCR)}{jwC(1+jwCR)} = \frac{jwCR}{1+jwCR}$$

$$\Rightarrow |\beta| = \frac{wCR}{\sqrt{1+(wCR)^2}} \Rightarrow |\beta|_{max} = \lim_{wCR\to\infty}|\beta| = 1$$

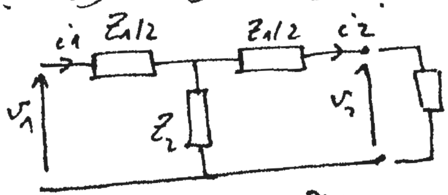
$$\therefore \frac{1}{\sqrt{2}}\cdot 1 = \frac{w_c CR}{\sqrt{1+(w_cCR)^2}} \Rightarrow \boxed{w_c = \frac{1}{CR}}$$

وعليه إعتبار المرشح عمليا يمرر كافة الترددات الأكبر من w_c أي كل $f > f_c$ حيث $f_c = \frac{1}{2\pi CR}$.

أما الطور فيعطى بالعلاقة: $\phi = \frac{\pi}{2} - arctg\, wCR.$

06-6 : الممانعة المميزة:

الممانعة المميزة (Z_c) للحمل هي تلك الممانعة التي تساوي ممانعة الدخول لرباعي القطب. فإذا أمكن لدينا رباعي قطب متناظر كما موضح في الشكل فإنه بتطبيقه قانون العروات فيه:



الشكل (11-17)

$$v_1 = \left(\frac{Z_1}{2}+Z_2\right)i_1 - Z_2 i_2$$

$$v_2 = Z_2 i_1 - \left(\frac{Z_1}{2}+Z_2\right)i_2$$

يوضع:

$$\left.\begin{array}{l} A = \frac{Z_1}{2}+Z_2 \\ B = Z_2 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} v_1 = Ai_1 - Bi_2 = Z_e i_1 = Z_c i_1 \to (1) \\ v_2 = Bi_1 - Ai_2 = Z_s i_2 = Z_c i_2 \to (2) \end{array}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_c = A - B\frac{i_2}{i_1} \to (3) \\ Z_c = B\frac{i_1}{i_2} - A \to (4) \end{cases} \Rightarrow \boxed{Z_c = \pm\sqrt{A^2+B^2}}$$

عندما ممانعة الحمل تأخذ هذه القيمة نقول عنها ممانعة مميزة.

06 - 7 : تعيين تواتر القطع :

باعتبار A و B أعداد تخيلية إذن :

$A = ja$

$B = jb$

a و b قيم حقيقية موجبة بالنسبة للوشائع سالبة بالنسبة للسعات.

وعلما أن الإضمحلال في الجهد يعطى بالعلاقة : $F = \frac{V_1}{V_2}$

ومن العلاقتين (1) و (2) نجد : $F_2 = \frac{i_1}{i_2}$

ومن العلاقة (4) نجد أيضا :

$$\frac{i_1}{i_2} = F = \frac{A}{B} + \frac{Z_c}{B} = \frac{a}{b} \pm j\sqrt{1-\frac{a^2}{b^2}}$$

ومنه نلاحظ حالتين :

الحالة الأولى : $a^2 < b^2$ ($-1 < \frac{a}{b} < 1$) داخل المجال

يمكن وضع $\frac{a}{b} = \cos\varphi$

$$\Rightarrow F = \cos\varphi \pm j\sin\varphi = e^{\pm j\varphi}$$

$$\therefore \boxed{i_1 = i_2 \angle \pm\varphi}$$

في هذا المجال من التواترات تكون شدة تيار المخرج والمدخل متساويتان في القيمة (السعة) ومختلفتان في الطور.

الحالة (2) : خارج المجال :

$a^2 > b^2$ يعني ($|a| > |b|$)

كما يمكن وضع : $\frac{a}{b} = ch\varphi$

$$\Rightarrow F = ch\varphi \pm sh\varphi = e^{\pm\varphi} = m \Rightarrow \boxed{i_1 = m\, i_2}$$

إذن خارج المجال تكون تيارا المخرج والمدخل لهما نفس الطور إلا أن i_2 تتناقص بمقدار m.

وفي النهاية مجال الإمرار للمرشح يعرف بالمجال التالي :

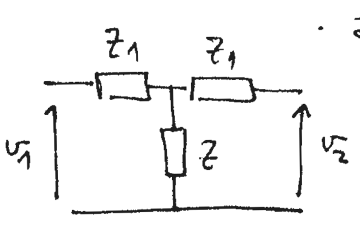
$$-1 < \frac{a}{b} < 1$$

ملاحظة :

يمكن إيجاد مجال إمرار المرشح من العلاقة التالية :

$$-2 < f < 0$$

حيث $f = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{a}{b} - 1$



الشكل (18-11)