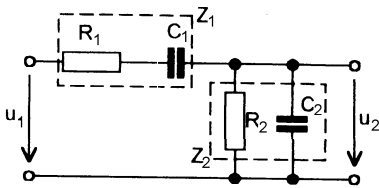


Selektivní RC články

Selektivní RC články jsou obvody, které při jednom určitém, tzv. *kvazirezonančním* („jakorezonančním“) kmitočtu vykazují *přenosový extrém*. Jedná-li se o *maximum přenosu*, hovoříme o *pásmové propusti*, jde-li o *minimum přenosu*, hovoříme o *pásmové zadržci*.

Typickým představitelem selektivních RC článků je *Wienův článek*



Obr. 1. Zapojení Wienova článku

Při odvozování přenosu článku si nejprve vyjádříme impedance Z_1 a Z_2

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \text{ a } Z_2 = \frac{R_2 \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{\frac{R_2}{j\omega C_2}}{\frac{1 + j\omega R_2 C_2}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2} \quad (1, 2)$$

Napěťový přenos je

$$A = \frac{u_2}{u_1} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1}{1 + \frac{Z_1}{Z_2}} \quad (3)$$

Pouze pro úplnost uveďme příklad postupu při odvození výrazu pro přenos. Dosadíme do (3) vztahy (1) a (2)

$$A = \frac{1}{1 + \frac{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}{\frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}}$$

čitatele složeného zlomku ve jmenovateli hlavního zlomku převedeme na společného jmenovatele

$$A = \frac{1}{\frac{1 + j\omega R_1 C_1}{1 + j\omega R_2 C_2} + \frac{j\omega C_1}{R_2}}$$

odstraníme složený zlomek ve jmenovateli hlavního zlomku

$$A = \frac{1}{1 + \frac{(1 + j\omega R_1 C_1)(1 + j\omega R_2 C_2)}{j\omega R_2 C_1}}$$

roznásobíme

$$A = \frac{1}{1 + \frac{1 + j\omega R_2 C_2 + j\omega R_1 C_1 - \omega^2 R_1 R_2 C_1 C_2}{j\omega R_2 C_1}}$$

zlomek s čitatelem tvaru součtu lze rozvinout v součet zlomků jejichž čitateli jsou jednotlivé sčítance původního čitatele a jmenovateli původní jmenovatel

$$A = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega R_2 C_1} + \frac{j\omega R_2 C_2}{j\omega R_2 C_1} + \frac{j\omega R_1 C_1}{j\omega R_2 C_1} - \frac{\omega^2 R_1 R_2 C_1 C_2}{j\omega R_2 C_1}}$$

zkrátíme příslušné zlomky

$$A = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega R_2 C_1} + \frac{C_2}{C_1} + \frac{R_1}{R_2} - \frac{\omega R_1 C_2}{j}}$$

abychom odstranili imaginární jednotku ze jmenovatele, vynásobíme zlomek výrazem $\frac{j}{j}$

$$A = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega R_2 C_1} \frac{j}{j} + \frac{C_2}{C_1} + \frac{R_1}{R_2} - \frac{\omega R_1 C_2}{j} \frac{j}{j}}$$

a dostáváme

$$A = \frac{1}{1 - \frac{j}{\omega R_2 C_1} + \frac{C_2}{C_1} + \frac{R_1}{R_2} + j\omega R_1 C_2}$$

vytkneme imaginární jednotku, uspořádáme a konečně dostáváme vztah

$$A = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} + j \left(\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_1} \right)}$$

□

Využitím znalostí o absolutní hodnotě podílu a absolutní hodnotě komplexního čísla získáme rovnici útlumové charakteristiky

$$|A| = \frac{1}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}\right)^2 + \left(\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_1}\right)^2}$$

Využitím poučky o fázovém úhlu převrácené hodnoty komplexního čísla získáme rovnici fázové charakteristiky

$$\varphi = -\operatorname{arctg} \frac{\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_1}}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}}$$

Na kvazirezonančním kmitočtu je přenos čistě reálný, lze ho tedy snadno odvodit položením imaginární části přenosu rovné nule

$$\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_1} = 0$$

$$\omega R_1 C_2 = \frac{1}{\omega R_2 C_1}$$

$$\omega^2 R_1 R_2 C_1 C_2 = 1$$

$$\omega^2 = \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Maximum přenosu na tomto kmitočtu je tedy

$$A(f_0) = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}}$$

V praxi se však nejčastěji setkáme s články, u nichž $R_1 = R_2 = R$ a $C_1 = C_2 = C$, tím se výše odvozené vztahy výrazně zjednoduší

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad A(f_0) = \frac{1}{3}$$

Výraz RC představuje časovou konstantu a obvodu a platí $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, dosadíme-li do vztahu pro komplexní přenos, dostaneme

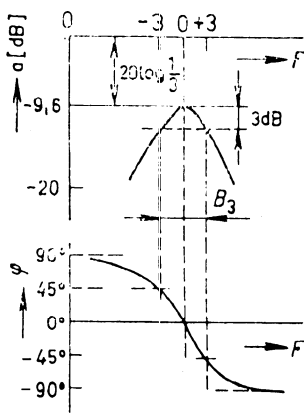
$$A = \frac{1}{3 + j \left(\omega RC - \frac{1}{\omega RC} \right)} = \frac{1}{3 + j \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

Zavádíme tzv. *poměrné rozladění* $F = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}$, čímž jsme získali

$$A = \frac{1}{3 + jF}$$

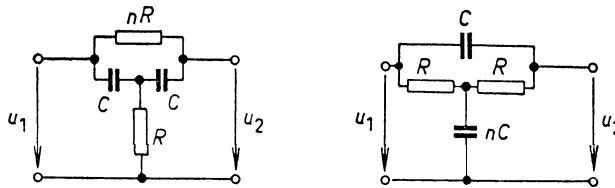
A útlumová a fázová charakteristiky jsou vyjádřeny rovnicemi

$$|A| = \frac{1}{\sqrt{9 + F^2}} \quad \varphi = \text{arctg} \frac{F}{3}$$

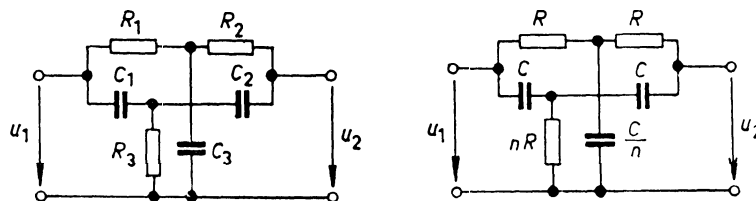


Obr. 2. Kmitočtové charakteristiky Wienova článku

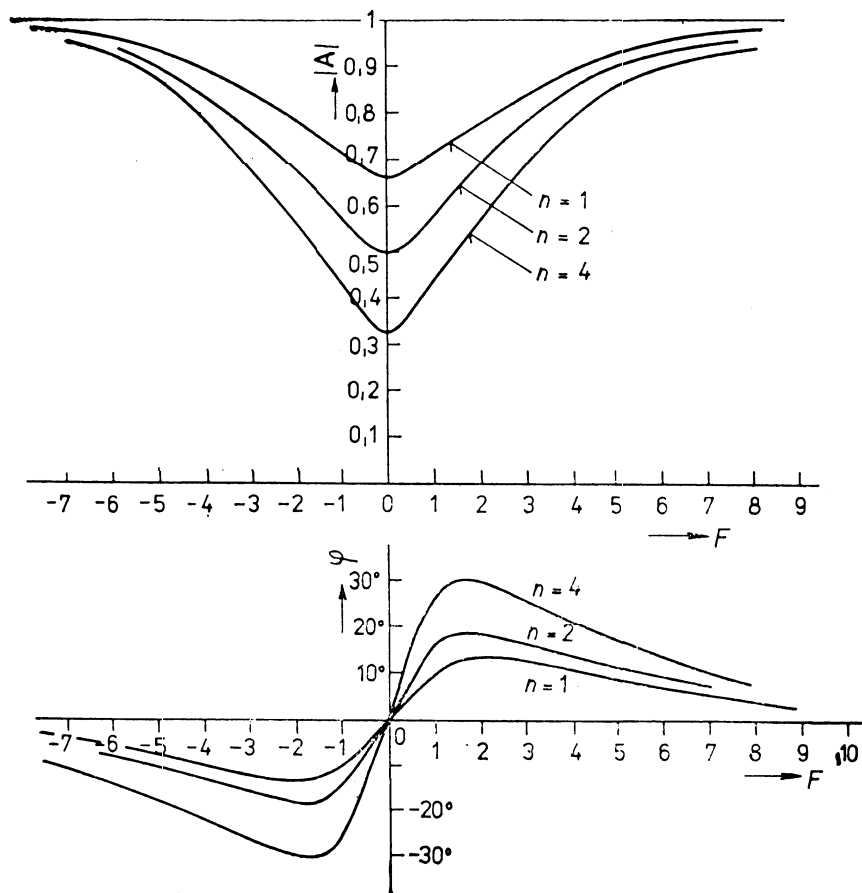
Dalšími selektivními RC články jsou např. články typu přemostěného T či dvojitý články T s charakterem pásmových zadrží. V praxi je nejčastěji používán tzv. *souměrný dvojitý článek*, jež je vyobrazen na obr. 5b. Přenosové vlastnosti těchto článků se vyšetřují např. metodou řešení obvodů smyčkovými proudy či uzlovými napětími. Jejich podrobnější popis je k dispozici v [MF81].



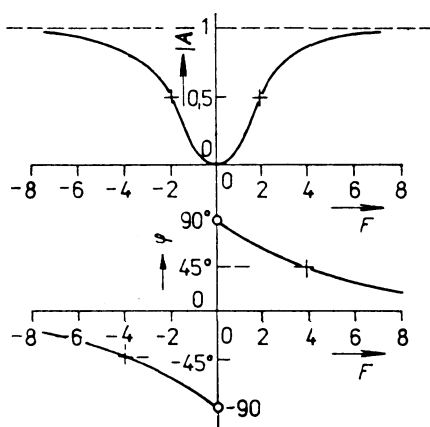
Obr. 3. Dvě rovnocenná zapojení přemostěného článku T



Obr. 4. Obecný a souměrný článek T



Obr. 5. Kmitočtové charakteristiky přemostěného článku T



Obr. 6. Kmitočtové charakteristiky dvojitého článku T s poměrem $n = 0,5$

Použitá literatura

- [MF81] *Maňátko, J. – Foitová, E.:* Elektronika pro 3. ročník SPŠ elektrotechnických. SNTL, Praha, 1981.