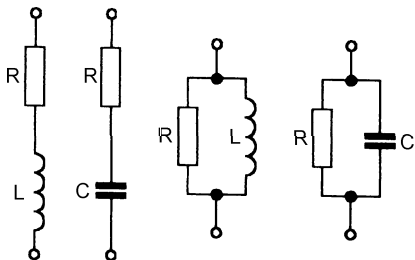


Komplexní lineární jednobrany

Složením dvou nebo více *jednobranů*, ať již sériově či paralelně vznikne opět *jednobran*.¹ Složením odporové a reaktanční dvojpolové součástky vznikne tzv. *komplexní lineární jednobran*.



Obr. 1. Komplexní lineární jednobrany – sériové obvody RL a RC a paralelní obvody RL a RC

Postup při zjišťování kmitočtových závislostí těchto obvodů budeme demonstrovat např. na sériovém RL obvodu. Nejprve vyjádříme impedanci tohoto obvodu

$$Z = R + j\omega L$$

Abychom mohli všechny stejně zapojené obvody mezi sebou porovnávat, budeme jejich kmitočtovou závislost zobrazovat v poměrném měřítku. Za vztažnou hodnotu zvolíme odpor R

$$\frac{Z}{R} = 1 + j\omega \frac{L}{R}$$

Výraz $\frac{L}{R}$ má rozměr času a nazývá se *časová konstanta obvodu* τ (u RC obvodů je to výraz RC). Pomocí ní také definujeme *mezní kmitočet obvodu*

$$\tau = \frac{1}{\omega_m} \Rightarrow \omega_M = \frac{1}{\tau} \Rightarrow f_m = \frac{1}{2\pi\tau}$$

Dosadíme jej tedy do výrazu pro poměrnou impedanci

$$\frac{Z}{R} = 1 + j\omega\tau \quad \frac{Z}{R} = 1 + j\frac{\omega}{\omega_m} \quad \frac{Z}{R} = 1 + j\frac{f}{f_m}$$

Nyní vyjádříme absolutní hodnotu poměrné impedance v závislosti na poměrném kmitočtu

$$\left| \frac{Z}{R} \right| = \sqrt{\Re^2 \left(\frac{Z}{R} \right) + \Im^2 \left(\frac{Z}{R} \right)} = \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_m} \right)^2}$$

¹Budeme používat terminologie deklarované v [MF81]

A rovnici fázové charakteristiky

$$\varphi = \arctg \frac{\Im\left(\frac{Z}{R}\right)}{\Re\left(\frac{Z}{R}\right)} = \arctg \frac{\frac{f}{f_m}}{1} = \arctg \frac{f}{f_m}$$

Absolutní hodnotu poměrné impedanci vyjádříme v poměrných jednotkách – dB

$$\left|\frac{Z}{R}\right|_{\text{dB}} = 20 \cdot \log \left|\frac{Z}{R}\right| = 20 \cdot \log \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_m}\right)^2} = 20 \cdot \log \left[1 + \left(\frac{f}{f_m}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

Použijeme věty o logaritmování mocniny – logaritmus mocniny je roven součinu exponentu s logaritmem základu

$$\left|\frac{Z}{R}\right|_{\text{dB}} = \frac{1}{2} 20 \cdot \log \left[1 + \left(\frac{f}{f_m}\right)^2\right] = 10 \cdot \log \left[1 + \left(\frac{f}{f_m}\right)^2\right]$$

Pro oblast nízkých kmitočtů je výraz $\frac{f}{f_m} \ll 1$, proto ho zanedbáme a dostáváme

$$\left|\frac{Z}{R}\right|_{\text{dB}} = -10 \cdot \log 1 = 0 \quad (\text{to je rovnice asymptoty pro } (f/f_m) \rightarrow -\infty)$$

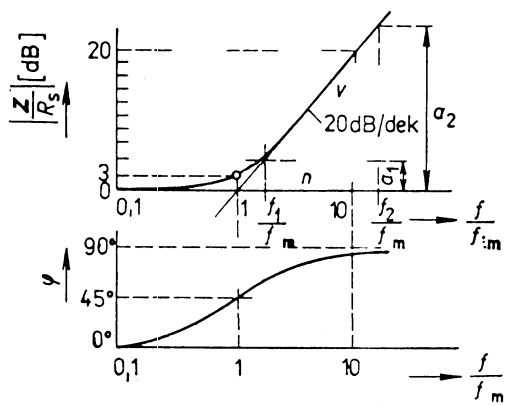
Pro oblast vysokých kmitočtů je výraz $\frac{f}{f_m} \gg 1$ a můžeme tedy proti němu zanedbat jedničku a dostáváme

$$\left|\frac{Z}{R}\right|_{\text{dB}} = 10 \cdot \log \left(\frac{f}{f_m}\right)^2$$

Opět podle věty o logaritmování mocniny dostáváme

$$\left|\frac{Z}{R}\right|_{\text{dB}} = 20 \cdot \log \frac{f}{f_m} \quad (\text{to je rovnice asymptoty pro } (f/f_m) \rightarrow \infty \text{ se sklonem } 20 \text{ db/dek.})$$

V praxi se někdy skutečná charakteristika takového jednobranu nahradí pouze jejími asymptotami, největší chyba takového nahrazení je pak při $\frac{f}{f_m} = 1$ a to 3 dB.



Obr. 2. Kmitočtová charakteristika absolutní hodnoty impedance a kmitočtová fázová charakteristika sériového obvodu RL

Použitá literatura

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