1. Impedancia mérés.

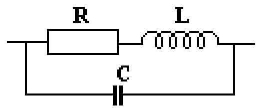
Az impedancia komplex mennyiség, amelyet reális és imaginárius részével, vagy abszolút értékével és fázisával jellemezhetünk. Az értéke frekvenciafüggő.

$$\overline{Z} = \frac{\overline{U}}{\overline{I}}$$

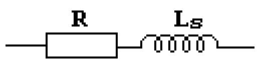
Impedanciák helyettesítő képe

1. Ellenállás

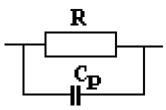
Az ellenállás általános helyettesítő képe:



Egyszerűsítés a parazita elemek figyelembe vétele:

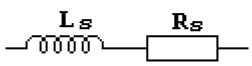


Ha $\frac{L}{R} >> RC$ akkor soros modell: $L_s = L - R^2 C$

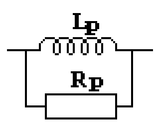


Ha $\frac{L}{R} << RC$ akkor párhuzamos modell: $C_p = C - \frac{L}{R^2}$

2. Induktivitás (légmagos tekercs)

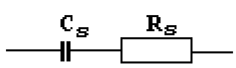


Soros modell: $Q = \frac{\omega L_s}{R_s}$

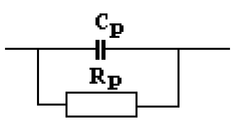


Párhuzamos modell: $Q = \frac{R_p}{\omega L_p}$

3. Kapacitás



Soros modell: $tg\delta = \omega R_s C_s$

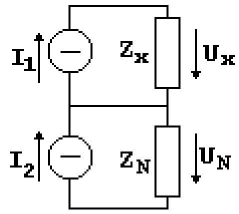


Párhuzamos modell: $\mathrm{tg}\,\delta = \frac{1}{\omega R_p C_p}$

Készítette: Dr. Hegedűs János
Miskolci Egyetem, Elektrotechnikai - Elektronikai Tanszék
2000

Impedancia mérés összehasonlítással

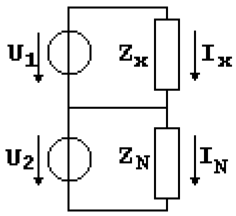
1. Feszültség összehasonlítás módszere



$$\overline{U}_X = \overline{I}_1 \overline{Z}_X$$
$$\overline{U}_N = \overline{I}_2 \overline{Z}_N$$
$$\overline{Z}_X = \frac{\overline{I}_2}{\overline{I}_1}\frac{\overline{U}_X}{\overline{U}_N}\overline{Z}_N$$

Ha $\overline{I}_1 = \overline{I}_2$ akkor $\overline{Z}_X = \dfrac{\overline{U}_X}{\overline{U}_N}\overline{Z}_N$

2. Áram összehasonlítás módszere



$\overline{I}_X = \dfrac{\overline{U}_1}{\overline{Z}_X}$ és $\overline{I}_N = \dfrac{\overline{U}_2}{\overline{Z}_N}$

$$\overline{Z}_X = \frac{\overline{I}_N}{\overline{I}_X}\frac{\overline{U}_1}{\overline{U}_2}\overline{Z}_N$$

Ha $\overline{U}_1 = \overline{U}_2$ akkor $\overline{Z}_X = \dfrac{\overline{I}_N}{\overline{I}_X}\overline{Z}_N$

Az impedancia mérés hibái

1. Abszolút hiba: $\Delta\overline{Z} = \overline{Z}_{mért} - \overline{Z}_{pontos}$

$$\Delta\overline{Z} = \Delta R + j\Delta X = R_m - R_p + j(X_m - X_p)$$

vagy:

$$\Delta\overline{Z} = Z_m e^{j\varphi_m} - Z_p e^{i\varphi_p}$$

2. Relatív hiba: $h_R = \dfrac{\Delta R}{R_p}$ és $h_x = \dfrac{\Delta X}{X_p}$

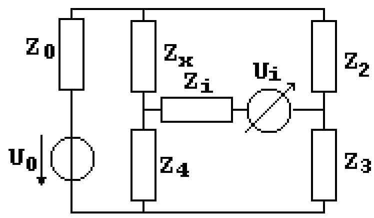
vagy:

$$\left[\Delta\overline{Z}\right] = Z_m - Z_p$$

$$h_{abs} = \frac{|Z_m| - |Z_p|}{|Z_p|} \quad \text{és} \quad \phi = \varphi_m - \varphi_p$$

2. Hídak

A hídak alkalmasak impedancia mérésre.



A híd kiegyenlítésének feltétele:

$$\left|\overline{Z}_X\right|.\left|\overline{Z}_4\right| = \left|\overline{Z}_2\right|.\left|\overline{Z}_3\right|$$

$$\varphi_x + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_3$$

A híd jellemzői:

1. Feszültség érzékenység

$$E_u = \frac{\Delta U_i}{\Delta Z_x}\Big|_{U_i=0}$$

2. Híd áttétel

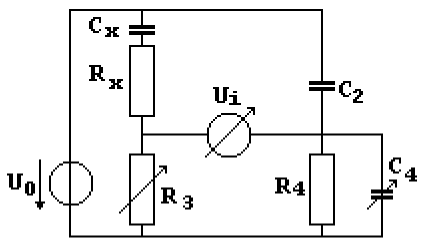
$$F = \frac{Z_x}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_3}\Big|_{U_i=0}$$

3. Hídkapcsolás érzékenysége

$$H = \frac{\dfrac{\Delta U_i}{U_0}}{\dfrac{\Delta Z_x}{Z_x}}\Bigg|_{U_i=0} = \frac{F}{(1+F)^2}$$

A kapcsolási érzékenység maximuma: $H_{\max}(F=1) = \frac{1}{4}$

Frekvencia független kapacitás mérés (Schering-híd)

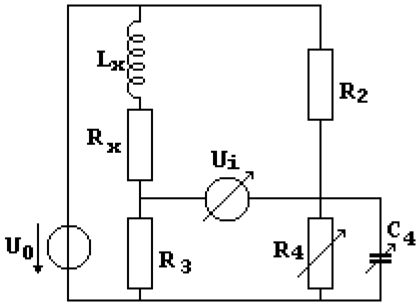


$$C_x = C_2\frac{R_4}{R_3}$$

$$R_x = R_3\frac{C_4}{C_2}$$

vagy: $\text{tg}\,\delta = \omega R_x C_x = \omega R_4 C_4$

Frekvencia független induktivitás mérés (Maxwell-híd)



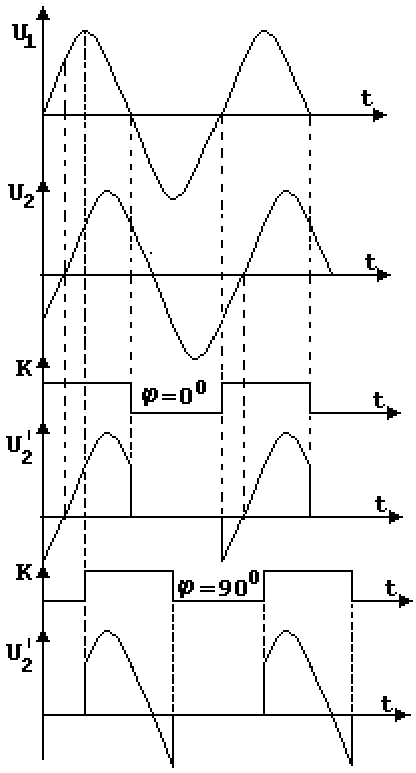
$$L_x = R_2 R_3 C_4$$

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$

A híd csak légmagos tekercsek mérése esetén frekvencia független!

Elektronikus impedancia mérés

A digitális impedancia mérést feszültségmérésre vezetik vissza. Azonban szét kell választani a valós és a képzetes részt. Erre szolgál a fázisérzékeny egyenirányító:



Legyen:

$$u_1(t) = \hat{U} \sin \omega t$$

Ekkor:

$$u_2(t) = -\frac{R}{Z_x}\hat{U}_1 \sin \omega t = -\hat{U}_2 \sin(\omega t - \varphi)$$

$\varphi = 0^0$ esetén:

$$\overline{u}_2' = \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} -\hat{U}_2 \sin(\omega t - \varphi) dt = \frac{1}{\pi}\hat{U}_2 \cos\varphi$$

$\varphi = 90^0$ esetén:

$$\overline{u}_2' = \frac{1}{T}\int_{\frac{T}{4}}^{\frac{3T}{4}} -\hat{U}_2 \sin(\omega t - \varphi) dt = \frac{1}{\pi}\hat{U}_2 \sin\varphi$$

Blokkvázlata: