

Střídavé můstky

Obecný střídavý můstek

Umožňuje učit absolutní hodnotu impedance a fázového posunu

Napájí se střídavým harmonickým napětím

Nulový indikátor (NI):

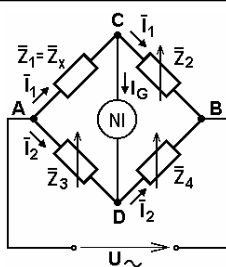
- pro nízké kmitočty sluchátko
- pro vyšší kmitočty osciloskop

Podmínka rovnováhy v oboru komplexních čísel:

$$\bar{Z}_x \cdot \bar{Z}_4 = \bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3$$

Amplitudová podmínka: $|\bar{Z}_x| \cdot |\bar{Z}_4| = |\bar{Z}_2| \cdot |\bar{Z}_3|$

Fázová podmínka: $\varphi_x + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_3$



Vlastnosti střídavých můstků

Vysoká přesnost – dána použitím :

- přesných normálů odporů a kapacity
- citlivých nulových indikátorů

Složité obsluha – vyvážení můstku:

- nutnost splnění obou, mnohdy protikladných, podmínek
- použití více vyvažovacích prvků

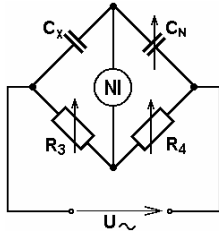
Hodnoty indukčnosti měřených cívek a kapacit kondenzátorů jsou závislé na kmitočtu měřícího signálu

Užitím generátorů lze měření provést kmitočty na kterých:

- budou prvky pracovat
- mají nulové indikátory vysokou citlivost

Můstky pro měření kapacit

Sautyho můstek



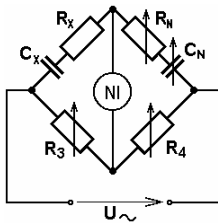
Jednoduchý můstek, který nespĺňuje fázovou podmínku rovnováhy

Použitelný pro kondenzátory s malým ztrátovým činitelem ($\text{tg}\delta$), např. vzduchové, popřípadě velmi kvalitní svítkové

Není vhodný pro kondenzátory s pevným dielektrikem

$$C_X = C_N \frac{R_4}{R_3}$$

Wienův můstek



Používá sériové náhradní schéma kondenzátoru

Podmínka rovnováhy:

$$\bar{Z}_X \cdot \bar{Z}_4 = \bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3$$

$$\left(R_X + \frac{1}{j\omega C_X} \right) \cdot R_4 = \left(R_N + \frac{1}{j\omega C_N} \right) \cdot R_3$$

$$R_X R_4 + \frac{R_4}{j\omega C_X} = R_N R_3 + \frac{R_3}{j\omega C_N}$$

Oddělením reálné a imaginární složky se určí R_X a C_X :

$$R_X R_4 = R_N R_3 \Rightarrow R_X = R_N \frac{R_3}{R_4}$$

$$\frac{R_4}{j\omega C_X} = \frac{R_3}{j\omega C_N} \Rightarrow C_X = C_N \frac{R_4}{R_3}$$

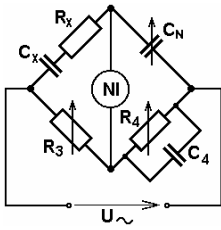
Vlastnosti Wienova můstku

- kmitočtová nezávislost
- široký rozsahem měření
 - od stovek pF
 - po stovky μF
- podstatnou nevýhodou je protikladnost podmínek vyvážení - poměr R_3/R_4 - který je v obou rovnicích opačný
- náročnost vyvažování pro jiný poměr než $R_3/R_4=1$

ztrátový činitel:

$$\text{tg } \delta_X = \text{tg } \delta_N = \omega C_N R_N = \omega C_X R_X$$

Scheringův můstek



V protilehlé větvi používá paralelní náhradní obvod, který na rozdíl od Wienova můstku umožňuje snadnější vyvážení

Přesnost můstku dosahuje 0,1%

$$C_X = C_N \frac{R_4}{R_3}$$

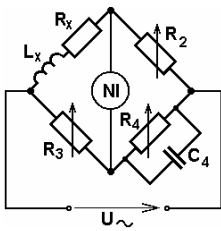
$$R_X = R_3 \frac{C_4}{C_N}$$

Můstek se používá k měření ztrátového činitele izolací, např. elektrických strojů

$$\operatorname{tg} \delta = \omega C_X R_X = \omega C_N \frac{R_4}{R_3} R_3 \frac{C_4}{C_N} = \omega C_4 R_4$$

Můstky pro měření indukčností

Maxwell-Weinův můstek



V protilehlé větvi se kompenzace provádí paralelním zapojením odporu a kondenzátoru

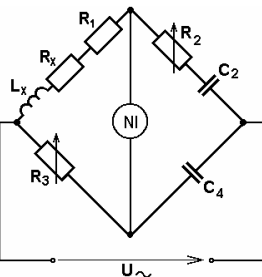
Můstek umožňuje přesné měření indukčnosti vzduchových cívek

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

$$L_X = R_2 R_3 C_4$$

Činitel jakosti:
$$Q = \frac{\omega L_X}{R_X} = \frac{\omega R_2 R_3 C_4}{R_2 \frac{R_3}{R_4}} = \omega R_4 C_4$$

Owenův můstek



- hodný pro měření velkých indukčností
- R_1 – omezovací odpor
- vyvážení můstku se provádí pouze odporovými dekádami

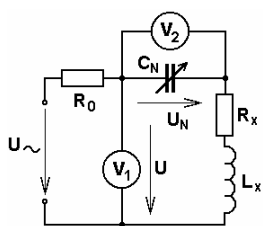
$$R_X = R_3 \frac{C_4}{C_2} - R_1$$

$$L_X = R_2 R_3 C_4$$

Činitel jakosti:
$$Q = \frac{\omega L_X}{R_X} = \frac{\omega R_2 R_3 C_4}{R_3 \frac{C_4}{C_2} - R_1} = \frac{\omega C_2 C_4 R_2 R_3}{R_3 C_4 - R_1 C_2}$$

Q-metr

Jednoučelový měřicí přístroj využívající sériové rezonance



Rezonance obvodu se dosahuje:

- změnou kapacity nebo
- změnou kmitočtu v při napájení laditelným generátorem

Při rezonanci dosahuje napětí na kondenzátoru maximální hodnoty

R_0 – omezení proudu při rezonanci (není nutné při použití měkkého zdroje – generátoru)

$$Q = \frac{U_N}{U}$$
