Mælitækni I:

AC mælibrýr

Kafli 7

Jón Tómas Guðmundsson

tumi@hi.is

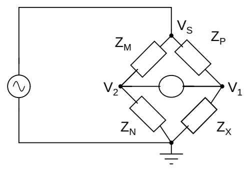
27. september 1999

Heimildir

- Robert B. Northrop, *Introduction to Instrumentation and Measurements*, CRC Press, 1997, kafli 5

AC mælibrýr

Á myndinn sést almenn AC brú þar sem armarnir hafa samviðnám með raun- og þverhluta.



Almennt má rita útspennu AC brúar

$$V_0 = V_s \left[\frac{\mathbf{Z}_\mathrm{X}}{\mathbf{Z}_\mathrm{X} + \mathbf{Z}_\mathrm{P}} - \frac{\mathbf{Z}_\mathrm{N}}{\mathbf{Z}_\mathrm{N} + \mathbf{Z}_\mathrm{M}} \right]$$

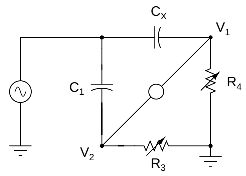
Þegar $V_0 = 0$ þá má rita

$$\mathbf{Z}_\mathrm{X}\mathbf{Z}_\mathrm{M} = \mathbf{Z}_\mathrm{N}\mathbf{Z}_\mathrm{P}$$

sem gefur jöfnuna fyrir $\mathbf{Z}_\mathrm{X}$ í pólhnitum

$$\mathbf{Z}_\mathrm{X} = |\mathbf{Z}_\mathrm{X}| \angle\theta_\mathrm{X} = \left| \frac{\mathbf{Z}_\mathrm{N}\mathbf{Z}_\mathrm{P}}{\mathbf{Z}_\mathrm{M}} \right| \angle(\theta_\mathrm{N} + \theta_\mathrm{P} - \theta_\mathrm{M})$$

Brýr til rýmdarmælinga



Einföld brú til rýmdarmælinga. Í jafnvægi er

$$\frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4}$$

og

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1} \qquad \text{og} \qquad Z_2 = \frac{1}{j\omega C_\mathrm{X}}$$

Við fáum því

$$\frac{1}{C_1 R_3} = \frac{1}{C_\mathrm{X} R_4}$$

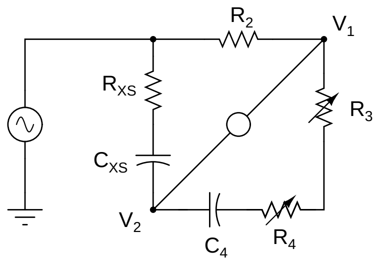
sem gefur

$$C_\mathrm{X} = \frac{C_1 R_3}{R_4}$$

$\Longrightarrow$ Dæmi 7.1.

Brýr til rýmdarmælinga

Brúin sem sýnd er að neðan er notuð til að mæla þétta með háum tapstuðli $\tan\delta$ (lágu D).



Við jafnvægi þegar V_0 þá má rita

$$R_3(R_{\mathrm{XS}} + 1/j\omega C_{\mathrm{XS}}) = R_2(R_4 + 1/j\omega C_4)$$

Brýr til rýmdarmælinga

Raunhlutarnir gefa

$$R_{\mathrm{XS}} = \frac{R_2 R_4}{R_3}$$

og þverhlutarnir

$$C_{\mathrm{XS}} = \frac{R_3 C_4}{R_2}$$

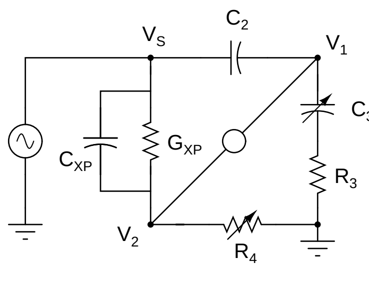
Tapstuðull fyrir þétti er $D_S = \omega C_{\mathrm{XS}} R_{\mathrm{XS}}$ og ef stungið er inn fyrir C_{XS} og R_{XS} inn í D_S fæst

$$D_S = \omega C_4 R_4$$

Við sjáum að R_4 má kvarða sem D_S fyrir lág gildi á D_S og R_3 má kvarða sem C_{XS}.

Schering brú

Schering brú er notadrjúg til að mæla þétti með miklu tapi.



Við jafnvægi má rita

$$\mathbf{Z}_{\mathrm{X}} \mathbf{Z}_3 = \mathbf{Z}_2 \mathbf{Z}_4$$

eða

$$\mathbf{Z}_3 \mathbf{Y}_2 = \mathbf{Y}_{\mathrm{X}} \mathbf{Z}_4$$

Schering brú

Þannig er

$$\left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_3}\right) j\omega C_2 = \left(G_{\mathrm{XP}} + j\omega C_{\mathrm{XP}}\right) R_4$$

Ef við skoðum þverhlutann fæst

$$C_{\mathrm{XP}} = \frac{R_3 C_2}{R_4}$$

og raunhlutann

$$R_{\mathrm{XP}} = \frac{R_4 C_3}{C_2}$$

þannig að tapstuðullinn er

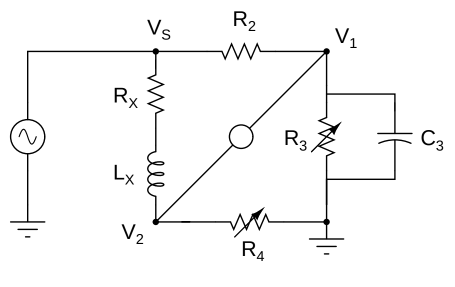
$$D_{\mathrm{P}} = \frac{1}{(\omega C_{\mathrm{XP}} R_{\mathrm{XP}})}$$

$\Longrightarrow$ Dæmi 7.2.

Spanmælibrýr

Maxwell brúin

Hún er notuð til að mæla spólur með lágan gæðastuðul $Q = 0.02 - 10$.



Í jafnvægi er

$$\mathbf{Z}_{\mathrm{X}} = \mathbf{Z_2 Y_3 Z_4}$$

Maxwell brúin

Þetta má rita

$$(R_X + j\omega L_X) = R_2(G_3 + j\omega C_3)R_4$$

Þá er

$$L_X = C_3 R_2 R_4$$

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

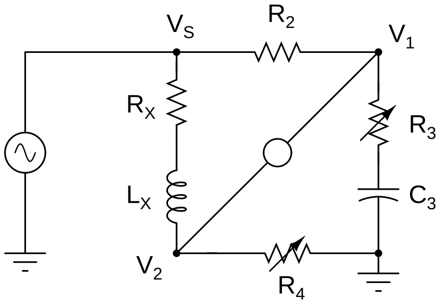
og

$$Q_X = \frac{\omega L_X}{R_X} = \omega C_3 R_3$$

Þannig er R_4 kvarðað í sem span spólunnar og skalinn fyrir R_3 gefur Q.

Hay brúin

Hay brúin er sýnd hér að neðan og nýtir $R - L$ raðtengi- líkan af spólu til að mæla span og gæðastuðul fyrir spólur með háum gæðastuðli



Við jafnvægi er

$$(j\omega L_X + R_X)(R_3 + 1/j\omega C_3) = R_2 R_4$$

Hay brúin

Þessari jöfnu má skipta upp í tvær jöfnur

$$L_X/C_3 + R_X R_3 = R_2 R_4$$

$$\omega L_X R_3 - R_X/\omega C_3 = 0$$

Lausn þeirra gefur

$$L_X = \frac{R_4 R_2 C_3}{\omega^2 R_3^2 C_3^2 + 1} = \frac{R_4 R_2 C_3}{Q^{-2} + 1}$$

$$R_X = \frac{\omega^2 R_4 R_2 C_3^2}{\omega^2 R_3^2 C_3^2 + 1}$$

$$Q = \frac{\omega L_X}{R_X} = \frac{1}{\omega C_3 R_3}$$

Hér má kvarða R_3 til að sýna Q og R_4 til að sýna span spólunnar.

$\Longrightarrow$ Dæmi 7.3.