

Mælitækni I:

AC mælibrýr

Kaflí 7

Jón Tómas Guðmundsson

tumi@hi.is

10. september 2007

1

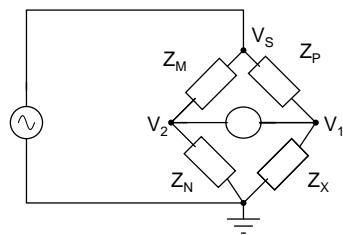
AC mælibrýr

- Span, rýmd, Q -stuðul spólu og D -stuðul þéttis má mæla með með mikill nákvæmni í ac mælibrúum
- Þá er notaður riðspennugjafi til að örva rásina
- Til er nokkur fjöldi ac mælibrúa og ræðst það hvaða brú er notuð af því hvað mæla skal

2

AC mælibrýr

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

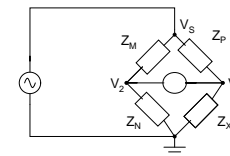


Almennt má rita útspennu AC brúar

$$V_0 = V_S \left[\frac{Z_X}{Z_X + Z_P} - \frac{Z_N}{Z_N + Z_M} \right]$$

3

AC mælibrýr



Þegar $V_0 = 0$ þá má rita

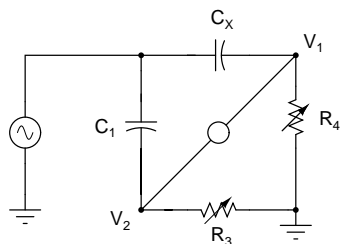
$$Z_X Z_M = Z_N Z_P$$

sem gefur jöfnuna fyrir Z_X í pólhnitum

$$Z_X = |Z_X| \angle \theta_X = \left| \frac{Z_N Z_P}{Z_M} \right| \angle (\theta_N + \theta_P - \theta_M)$$

4

Brýr til rýmdarmælinga



Einföld brú til rýmdarmælinga. Í jafnvægi er

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

og

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1} \quad \text{og} \quad Z_2 = \frac{1}{j\omega C_X}$$

5

Brýr til rýmdarmælinga

Við fáum því

$$\frac{1}{C_1 R_3} = \frac{1}{C_X R_4}$$

sem gefur

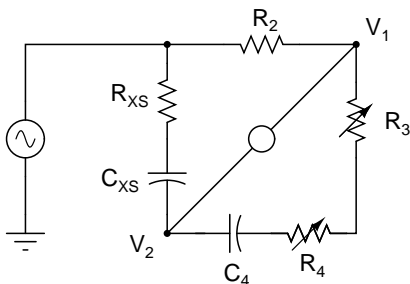
$$C_X = \frac{C_1 R_3}{R_4}$$

⇒ Dæmi 7.1.

6

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

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

7

Brýr til rýmdarmælinga

Raunhlutarnir gefa

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

og þverhlutarnir

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

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

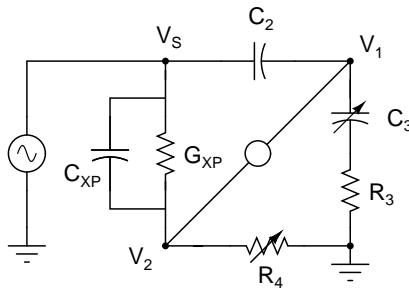
$$D_S = \omega C_4 R_4$$

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

8

Schering brú

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



Við jafnvægi má rita

$$\mathbf{Z}_X \mathbf{Z}_3 = \mathbf{Z}_2 \mathbf{Z}_4$$

eða

$$\mathbf{Z}_3 \mathbf{Y}_2 = \mathbf{Y}_X \mathbf{Z}_4$$

9

Schering brú

Þannig er

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

Ef við skoðum þverhlutann fæst

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

og raunhlutann

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

þannig að tapstuðullinn er

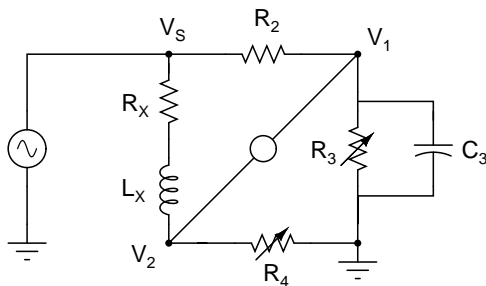
$$D_P = \frac{1}{(\omega C_{XP} R_{XP})}$$

⇒ Dæmi 7.2.

10

Spanmælibrýr - Maxwell brúin

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



Í jafnvægi er

$$\mathbf{Z}_X = \mathbf{Z}_2 \mathbf{Y}_3 \mathbf{Z}_4$$

11

Spanmælibrýr - 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

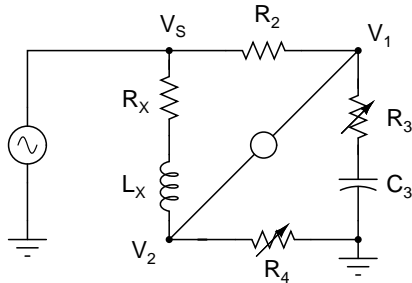
$$Q_X = \frac{\omega L_X}{R_X} = \omega C_3 R_3$$

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

12

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

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

13

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.

⇒ Dæmi 7.3.

14

Frekara lesefni

Um ac mælibrýr er fjallað hjá Northrop (1997, kafli 5) og hjá Bell (1994, kaflar 8.2 – 8.6). Þá er og umfjöllun um ac mælibrýr í kennslubókinni (Wolf and Smith, 2003, bls. 328–338)

References

Bell, D. A. (1994). *Electronic Instrumentation and Measurements*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

Northrop, R. B. (1997). *Introduction to Instrumentation and Measurements*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.

Wolf, S. and R. F. M. Smith (2003). *Student Reference Manual for Electronic Instrumentation Laboratories* (2 ed.). Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

15