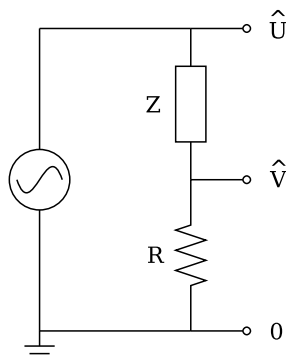


Måling af impedans med oscilloskop

For at måle en impedans $\hat{Z}$ skal man i princippet kende den komplekse amplitude $\hat{U}$ af spændingen over impedansen for en given kompleks amplitude $\hat{I}$ af strømmen gennem impedansen. Imidlertid kan man med oscilloskopet kun måle spændinger. Men man kan udnytte, at man har mulighed for at måle to spændinger i forhold til et fælles nulpunkt (jord). Den ukendte impedans sættes i serie med en kendt *målemodstand* R (eller mere generelt: en kendt impedans), som vist på figur 1. Spændingen $\hat{U}$ over kombinationen af



Figur 1 Spændingsdeler til impedansmåling.

de to komponenter samt spændingen $\hat{V}$ over modstanden alene måles på hhv indgang 1 (ch.1) og indgang 2 (ch.2) på oscilloskopet. Strømmen $\hat{I}$ gennem den ukendte impedans og modstanden er den samme. Derfor er $\hat{V} = R\hat{I}$ og $\hat{U} = (R + \hat{Z})\hat{I}$. Defineres $\hat{A}$ som det komplekse forhold mellem spændingerne bliver

$$\hat{A} = \frac{\hat{V}}{\hat{U}} = \frac{R}{(R + \hat{Z})} \quad (1)$$

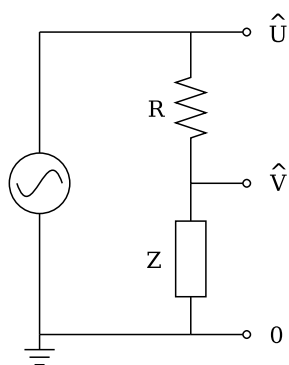
Spændingerne deles altså i samme forhold som impedanserne, og man kalder da også det lille kredsløb for en spændingsdeler. Løses ligningen mht. Z fås

$$\hat{Z} = \left(\frac{1}{\hat{A}} - 1\right)R \quad (2)$$

Modulus af spændingsdelerforholdet, $|\hat{A}|$ kan findes direkte som forholdet mellem de reelle amplituder, som de aflæses på oscilloskopet. Ligeledes kan fasedrejningen $\phi_A = \phi_V - \phi_U$ aflæses.

Oscilloskopet har en analog/digital konverter på 8 bit, dvs. den relative nøjagtighed på en spændingsmåling kan grundet diskretiseringen ikke blive bedre end 0,4%. Til gengæld kan spændingen forstærkes, hvilket i praksis betyder, at man kan skifte måleområde. Her skal man naturligvis vælge et område for $U(t)$ og $V(t)$ hver især, så signalerne fylder så meget på skærmen som muligt, dog uden at de bliver 'klippet'. Det er ikke afgørende for nøjagtigheden, at V bliver lille. Derimod bliver metoden usikker, hvis $\hat{V}$ nærmer sig $\hat{U}$, idet differensen mellem disse signaler ikke kan forstærkes op inden diskretiseringen. Metoden vil derfor blive usikker for $|Z| < R$.

Opgave: Man kunne også bytte rundt på målemodstanden og den ukendte impedans som vist på figur (2) Opskriv spændingsdelerforholdet $\hat{A} = \hat{V}/\hat{U}$ i dette tilfælde og angiv hvorledes $\hat{Z}$ findes ud fra $\hat{A}$ og R . Gør rede for hvornår denne metode bliver unøjagtig.



Figur 2 Alternativ spændingsdeler til impedansmåling.