

Vekselstrøm

I mange tekniske og fysikvidenskabelige sammenhænge benytter man sig af spændinger eller strømme, der tidsligt varierer på en særlig måde, nemlig som en harmonisk funktion, dvs. som en cosinus eller sinusfunktion. Lad os derfor betragte en spænding

$$U(t) = U_0 \cos(\omega t + \phi) \quad (1)$$

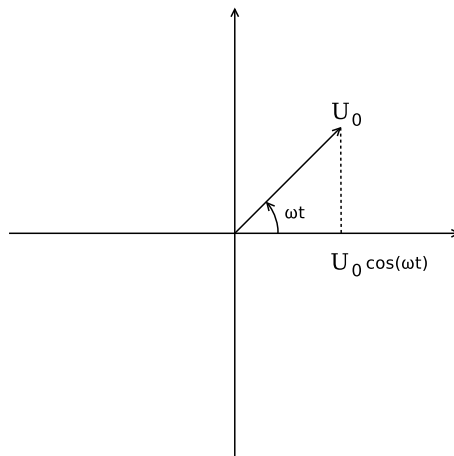
U_0 er den maksimale værdi spændingen kan antage og kaldes *amplituden*. ω kaldes *vinkelfrekvensen* eller *den cykliske frekvens*. Det harmoniske signal er periodisk, dvs. gentager sig selv efter et tidsrum T , der kaldes *perioden*. Man kan også tale om *frekvensen* ν , som er antallet af perioder pr. tidsinterval. Man ser, at $\omega = 2\pi\nu = 2\pi/T$. ϕ kaldes *fasekonstanten* og er arbitrær i den forstand, at den ændres, hvis man ændrer 0-punktet for tiden, t . Man kalder ofte det samlede argument $(\omega t + \phi)$ til cosinusfunktionen for *fasen*.

Det er velkendt, at spændingen i husholdningen er en vekselspænding. Den bliver ofte benævnt 220V. Imidlertid er dette ikke amplituden; men den såkaldte RMS (root mean square) værdi, U_{rms} . RMS-værdien er den værdi en jævnspænding skal have for i middel at afsætte samme effekt i en Ohmsk modstand som den pågældende vekselspænding.

Opgave: Vis, at $U_0 = \sqrt{2}U_{rms}$. Benyt eventuelt, at middelværdien af $\cos^2(u)$ og $\sin^2(u)$ hver især er $1/2$, fordi $\cos^2(u) + \sin^2(u) = 1$

Det viser sig nyttigt, at tænke på det harmonisk varierende signal som fremkommet ved projektionen på første-aksen af en vektor i planen, se figur 1. Vektoren har længden U_0 og roterer med vinkelhastigheden ω , dvs. den danner vinklen $\omega t + \phi$ med første-aksen til tiden t .

Eksempel: På gader og veje, hvor strømmen endnu ikke er lagt i jordkabler, ser man ofte fem ledninger. Den ene er til vejbelysningen, den næste en 0-ledning og de tre sidste er alle til strømforsyning til husholdningerne. De er hver især en selvstændig 220V forsyning; men spændingerne er indbyrdes faseforskudte med en tredjedel periode. Man kalder også



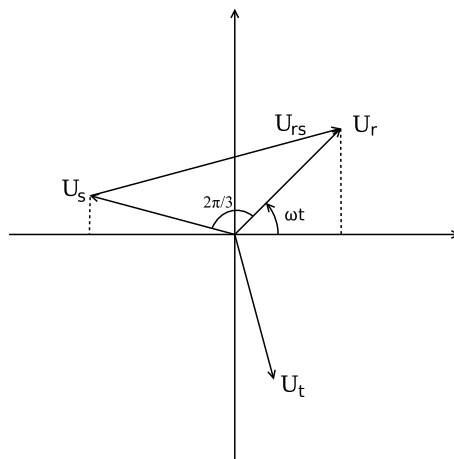
Figur 1 Repræsentation af en harmonisk varierende spænding ved en fasevektor.

hver af ledningerne for faser og de betegnes individuelt med r, s og t (rod, stamme og top). Der gælder altså

$$U_r(t) = U_0 \cos(\omega t) \quad (2)$$

$$U_s(t) = U_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \quad (3)$$

$$U_t(t) = U_0 \cos(\omega t + \frac{4\pi}{3}) \quad (4)$$



Figur 2 Fasevektorer for 3-faset strømforsyning.

De tre spændinger er indtegnet med deres fasevektorer på figur 2. Man kan spørge: hvad er spændingen mellem to faseledninger. Her kan man benytte sig af den geometriske kendsgerning, at differensen mellem projektionerne af to vektorer er det samme som projektionen af (vektor-)differensen mellem disse to vektorer. Differensvektoren ses let at have størrelsen $\sqrt{3} U_0$, så dette er amplituden på spændingen mellem to faseledninger. Dermed må RMS-værdien være $\sqrt{3} 220V=380V$.