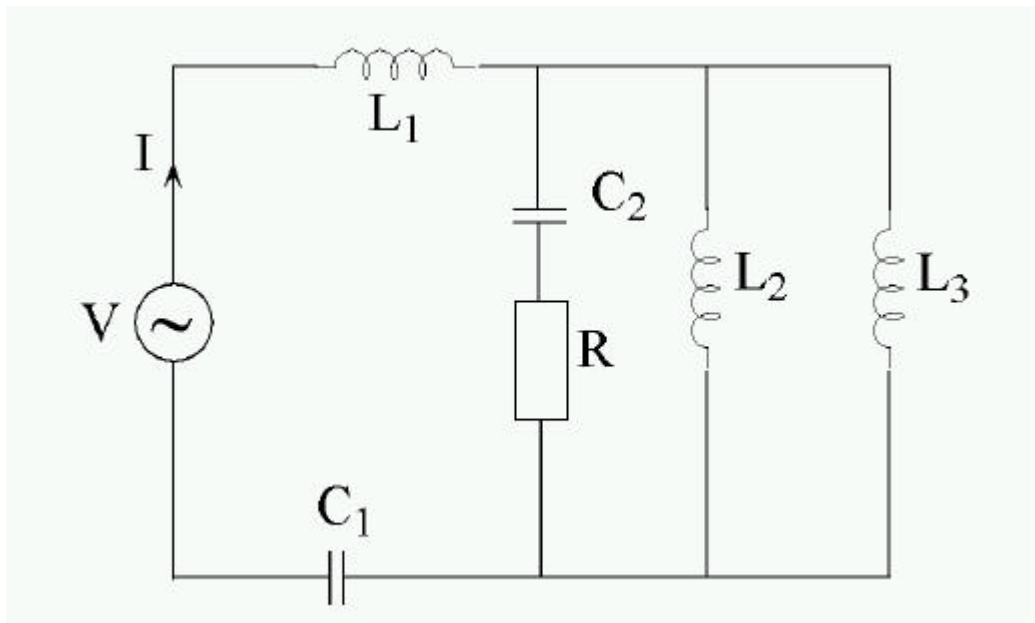


Eksempel på impedansberegning

Anta at du fikk i oppgave å bestemme den resulterende strømstyrken I i følgende elektriske krets, med påtrykt spenning $V = V_0 \cos \omega t$:



Med det vi nå vet om seriekobling og parallellkobling av komplekse impedanser,

$$\text{seriekobling: } Z = \sum_i Z_i,$$

$$\text{parallellkobling: } \frac{1}{Z} = \sum_i \frac{1}{Z_i},$$

dvs, som seriekobling og parallellkobling av resistanser, kan vi faktisk skrive ned denne kretsens totale impedans direkte:

$$Z_{\text{tot}} = i\omega L_1 + \left(\frac{1}{R + \frac{1}{i\omega C_2}} + \frac{1}{i\omega L_2} + \frac{1}{i\omega L_3} \right)^{-1} + \frac{1}{i\omega C_1}$$

ettersom vi her har L_1 i serie med $\{L_2$ i parallell med L_3 og $[C_2$ i serie med $R]\}$ og C_1 .

Herfra er det "bare" snakk om å skrive om den store parentesen i midten, slik at man får impedansen på formen

$$Z_{\text{tot}} = R_{\text{tot}} + i X_{\text{tot}}$$

slik at

$$|Z| = (R_{\text{tot}}^2 + X_{\text{tot}}^2)^{1/2} \text{ og } \alpha = \arctan(X_{\text{tot}}/R_{\text{tot}})$$

Da kan vi også skrive ned strømmen:

$$I(t) = (V_0/|Z|) \cos(\omega t - \alpha)$$

Kommentarer:

- Den beregnede strømmen $I(t)$ vil være den som går gjennom L_1 og C_1 . Denne må imidlertid fordele seg på de tre parallellkoblede "grenene" slik at f.eks. strømmen gjennom motstanden R blir *ikke* lik den totale strømmen $I(t)$. (Husk Kirchhoffs strømregel!) Det betyr igjen at den totale resistansen $R_{\text{tot}} = \text{Re } Z$ her *ikke* blir lik R . R_{tot} blir en størrelse som avhenger av både R , C_2 , L_2 , L_3 og ω .
- Uten å regne noe mer kan vi uten videre slå fast hva R_{tot} må nærme seg i de to grensene "riktig høye" og "riktig lave" frekvenser: Ettersom impedansen for en induktans øker proporsjonalt med vinkelfrekvensen ω , vil amplituden på strømmene gjennom L_2 og L_3 etterhvert bli neglisjerbare i forhold til amplituden på strømmen gjennom R og C_2 når vi øker vinkelfrekvensen. Mer presist betyr "riktig høye" vinkelfrekvenser da at $\omega \gg R/L_2$ og $\omega \gg R/L_3$. I denne grensen vil strømmen overveiende passere gjennom R og C_2 , slik at kretsens totale resistans dermed blir $R_{\text{tot}} = R$. I den andre grensen, "riktig lave" frekvenser, dvs $\omega \ll R/L_2$ og $\omega \ll R/L_3$, vil grenene med L_2 og L_3 essensielt fungere som en kortslutning over motstanden R . Vel, *en* kortslutning er selvfølgelig nok, så det holder at $\omega \ll R/L_{\text{min}}$, der L_{min} er den minste av L_2 og L_3 . Da vil impedansen $i\omega L_{\text{min}}$ (i absoluttverdi) være mye mindre enn R , slik at så godt som ikke noe av den totale strømmen $I(t)$ vil passere gjennom motstanden R . Konklusjon: R_{tot} må nærme seg null når frekvensen går mot null.
- Merk at diskusjonen ovenfor kun dreier seg om *relative bidrag* til den totale strømmen $I(t)$ fra de ulike parallellkoblede grenene. En annen sak er jo at $I(t)$ må passere både gjennom L_1 og C_1 (OK da, kanskje ikke helt bra å bruke uttrykket "passere" når det gjelder en kapasitans, for som vi har gjentatt et utall ganger: Det går ingen fysisk strøm, i betydningen "strøm av ladede partikler", gjennom det isolerende laget i en kondensator. Så "passere" må forstås som "inn i og ut av platene" på kondensatoren!). Dermed, ettersom L_1 har impedans $i\omega L_1$ og C_1 har impedans $1/i\omega C_1$, vil amplituden på den totale strømmen bli liten, både for "riktig høye" og "riktig lave" verdier av frekvensen.