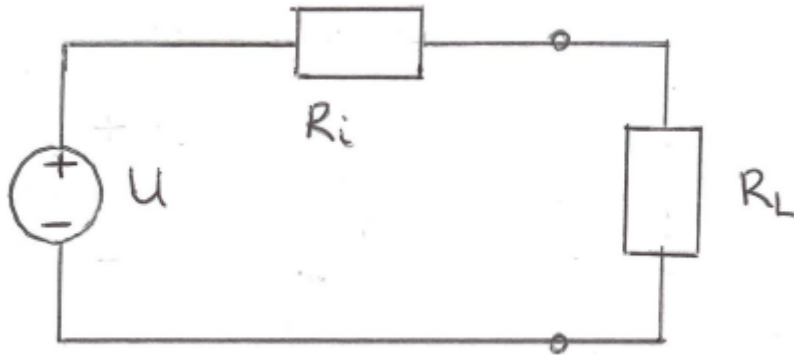


Lektion 2

2.1 Betrakta kretsen i figuren nedan. (Antag att kretsen är ett DC-system eller att $\cos \varphi = 1$.)

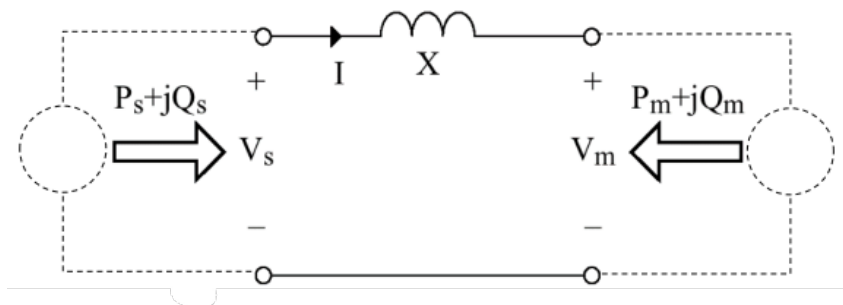
- Bestäm R_L för att effekten P_L ska bli maximal.
- Visa att effektiviteten ökar med R_L och att den är 0 när $R_L = 0$.
- Bestäm effektiviteten vid maximal effekt.
- Var tar effekten som inte gör nytta vägen?



Figur 1: Figur till övning 2.1.

2.2 Antag att spänningen hos sändaren respektive mottagaren, $|V_s|$ och $|V_m|$, samt vinkeln mellan dem, ψ , är kända. Ta fram uttrycken för den skenbara, reaktiva och aktiva effekten hos sändaren och mottagaren.

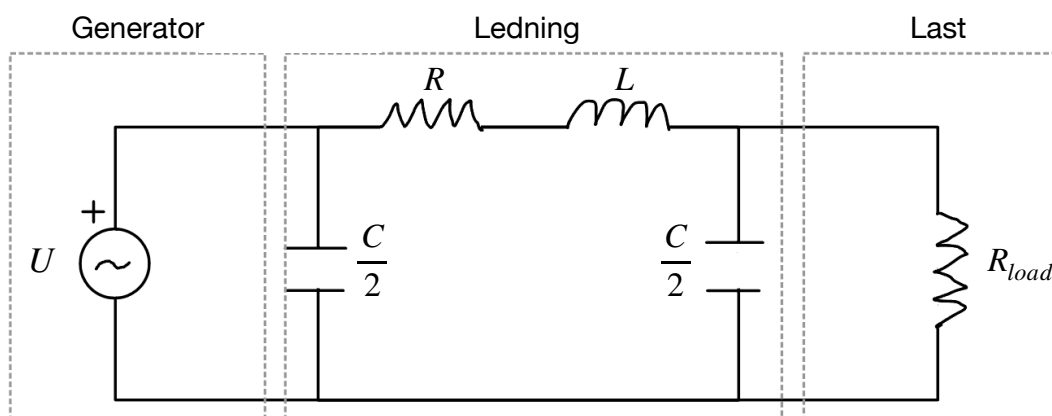
Kan det föras över effekt utan någon spänningsskillnad?



Figur 2: Figur till övning 2.2.

2.3 Figuren nedan visar en modell av ett transmissionssystem. Generatorsidan beskrivs här av en spänning U samt lastsidan beskrivs av en resistiv last R_{load} . I denna uppgift ska vi studera fallet då systemet är obelastat, det vill säga avbrott vid R_{load} .

- a) Rita kretsen för det obelastade fallet och med komplexa impedanser. Översätt parametervärdena i Tabell 1 till motsvarande impedanser för en kabellängd på 254 km (länden på den så kallade Polenkabeln mellan Sverige och Polen).
- b) Beräkna producerad aktiv och reaktiv effekt för de tre transmissionstyperna i fallet när systemet är obelastat och för parametervärdena från a).



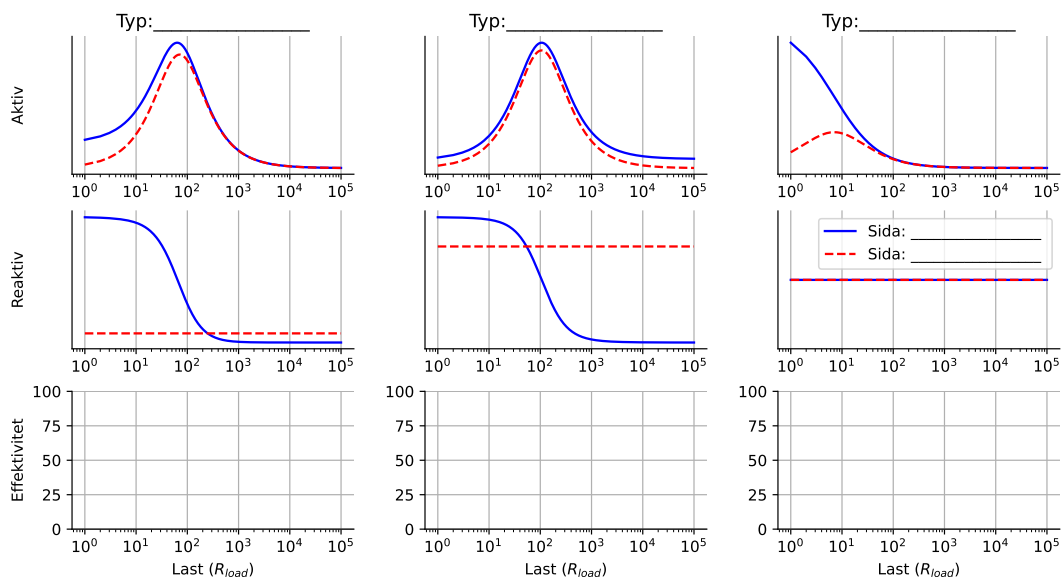
Figur 3: Kretsschema över överföringsmodell till uppgift 2.3.

Tabell 1: Parametervärden för modellen i Figur 3.

	AC Kabel	AC Ledning	HVDC Kabel
R' [Ω/km]	0.013	0.028	0.028
$X'_L = \omega L'$ [Ω/km]	0.205	0.271	-
$Y'_C = \omega C'$ [$\mu\text{S}/\text{km}$]	80.4	4.33	-
U [kV]	400	400	400

2.4 Figuren nedan visar data från simuleringar av modellen i Figur 3 för varierande last R_{load} och för de tre transmissionstyperna: nedgrävd AC kabel, luftburen AC ledning, samt nedgrävd HVDC kabel. Figuren saknar därmed en del information och uppgiften är att fylla i detta. Till hjälp finns deluppgifterna nedan, vilka inte nödvändigtvis behöver lösas i ordning utan det kan vara värt att fundera över vilken ordning som är lämplig.

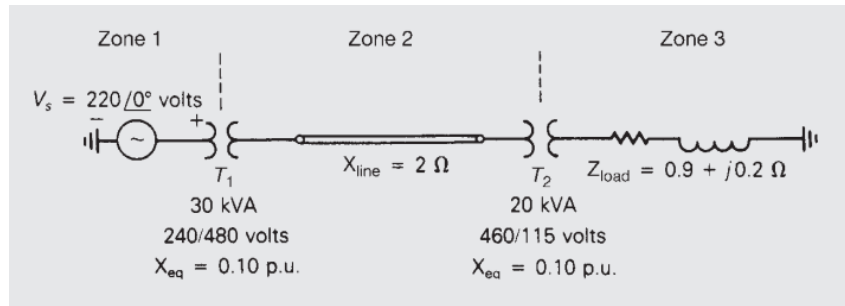
- a) Markera nollnivån i graferna där den saknas.
- c) I respektive graf hör den blå linjen till antingen producerad eller konsumerad effekt, och den röda streckade linjen hör till den andra; markera i figuren vilken linje som hör till vilken.
- d) Varje kolumn hör till en överföringstyp; markera vilken kolumn som hör till vilken.
- e) Skissa effektiviteten för respektive överföringstyp.



Figur 4: Figur till övning 2.4.

2.5 En transformator med 15 kVA och en spänning på 120:460 V har en ekvivalent serieimpedans på $0.018 + j0.042$ per enhet. Beräkna den ekvivalenta serieimpedansen i ohm (a) refererad till lågspänningssidan och (b) refererad till högspänningssidan.

2.6 I figuren nedan visas tre zoner i en enfasig krets. Zonerna är anslutna med transformatorerna T1 och T2, vars märkvärden också visas. Med basvärden på 30 kVA och 240 volt i zon 1, rita per-enhetens krets och bestäm per-enhetens impedanser och per-enhetens källspänning. Beräkna sedan belastningsströmmen både i per-enhet och i ampere. Transformatorns lindningsresistanser och shuntadmittansgrenar försummas.



Figur 5: Figur till övning 2.6.

Facit

2.1 a) $R_L = R_i$, b) $\eta = \frac{R_L}{(R_i + R_L)}$ c) $\eta = 0.5$

2.2 $S = P + jQ$ där $P_s = -\frac{V_s V_m \sin \psi}{X}$, $Q_s = \frac{V_s^2 - V_s V_m \cos \psi}{X}$ och
 $P_m = \frac{V_m V_s \sin \psi}{X}$, $Q_m = \frac{V_s V_m \cos \psi - V_m^2}{X}$

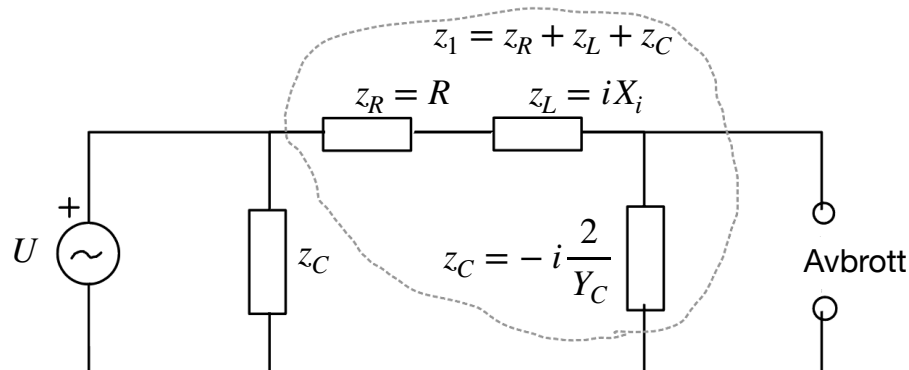
2.3 $Z_R = 254R'$, $Z_C = \frac{1}{\frac{254jY'_C}{2}}$, (Enligt figur 3 delas kapacitansen upp på två kondensatorer.) $Z_L = 254jX'_L$.

För att beräkna Z_{tot} , tänk att Z_C är parallell med $Z_R + Z_L + Z_C$ enligt figuren nedan.

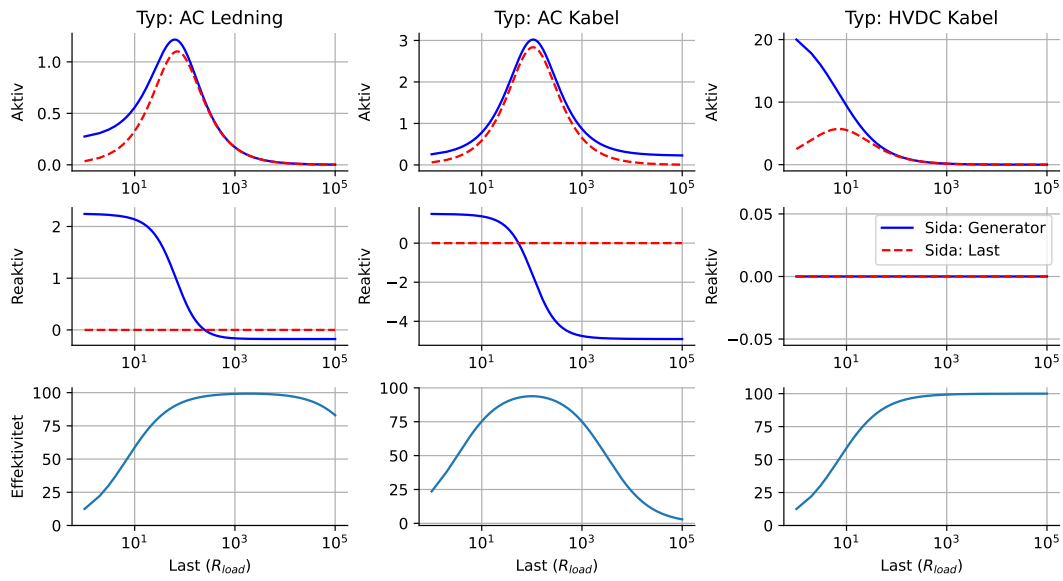
Bestäm P och Q från \bar{S} ; $\bar{S} = \bar{U}\bar{I}^* = \bar{U}(\bar{U}/\bar{Z})^* = U^2/\bar{Z}^*$. Observera att Q blir negativ och stämmer överrens med figur 4 (när $R_{load} = 10^5$ i figuren).

	z_R [Ω]	z_C [Ω]	z_L [Ω]	z_{tot} [Ω]	P [MW]	Q [MW]
AC Ledning	7.11	-1818j	68.8j	1.85-892j	0.371	-179
AC Kabel	3.30	-97.9j	52.1j	1.53-31.3j	250	-5104
HVDC Kabel	7.11	$\rightarrow \infty$	0	$\rightarrow \infty$	0	0

$$z_{tot} = \frac{z_C z_1}{z_C + z_1} = \frac{z_C(z_R + z_L + z_C)}{z_C + z_1}$$



2.4



2.5 $Z_{eq,L} = 0.017 + j0.040\Omega$, $Z_{eq,n} = 0.25 + j0.60\Omega$

2.6 $V_{base2} = 480 \text{ V}$, $V_{base3} = 120 \text{ V}$, $Z_{base2} = 7.86\Omega$, $Z_{base3} = 0.48\Omega$, $I_{base3} = 250 \text{ A}$, $X_{T1p.u.} = 0.1 \text{ per unit}$, $X_{T2p.u.} = 0.1378 \text{ per unit}$, $X_{linep.u.} = 0.2604 \text{ per unit}$, $Z_{loadp.u.} = 1.875 + j0.4167 \text{ per unit}$, $I_{loadp.u.} = I_{sp.u.} = 0.4395 \angle -26.01^\circ$, $I_{load} = 109.9 \angle -26.01$

