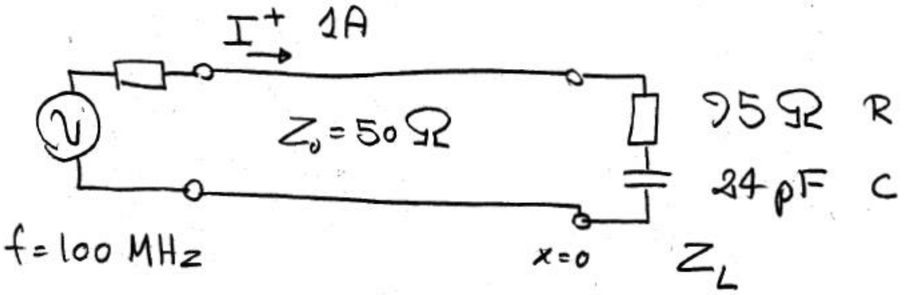
11.1



a) Beregning af Z_L:

$$Z_L = R + \frac{1}{j\omega C} = 95 - j\frac{1}{2\pi \cdot 10^8 \cdot 24 \cdot 10^{-12}} = (95 - j66{,}31)\,\Omega$$

b) Beregning af K_L:

$$K_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = 0{,}5026 \angle -31^\circ$$

c) Beregning af den maximale og den minimale strøm på kablet:

$$I_{MAX} = I^+ \cdot (1 + |K_L|) = 1 \cdot (1 + 0{,}5026)$$

$$= 1{,}5026 \text{ A} \quad \text{(spids)}$$

$$I_{MIN} = I^+ \cdot (1 - |K_L|) = 1 \cdot (1 - 0{,}5026)$$

$$= 0{,}4974 \text{ A} \quad \text{(spids)}$$

d) Beregning af strømmen igennem Z_L.

$$I_{ZL} = I(0) = I^+ \cdot |1 - K_L|$$
$$= I^+ \cdot |1 - 0{,}5026\angle -31°|$$
$$= 0{,}6253 \quad A \quad \text{(spids)}$$

e) Beregning af afstanden fra belastningen til første strømmax.

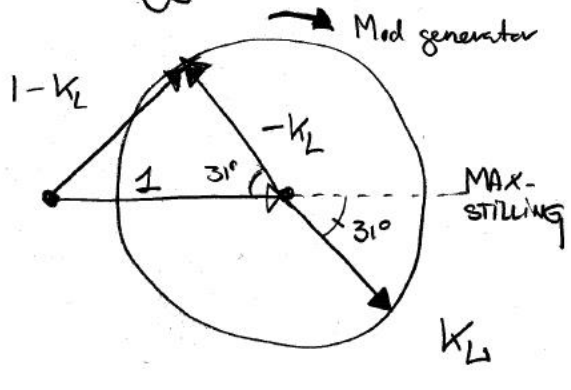
Strømmen kan beregnes ved:

$$I(x) = I^+(x) + I^-(x)$$
$$= I^+(x) \cdot (1 - K(x))$$

Vi sætter $I^+(x) = 1\,A$ og beregner den numeriske værdi (strømstyrken) ved:

$$|I(x)| = |1 - K(x)|$$

Dette kan anskueliggøres ved dette viserdiagram:



For $x = 0$
$K(x) = K(0)$
$= K_L$

For at komme til maxstillingen skal $-K_L$ drejes vinkel φ givet ved:

$$\varphi = 180° - 31° = 149°$$

Ud fra udtrykket $K(x) = K_L \cdot e^{+j2\beta l}$ ses det, at 360° ændring i φ svarer til $\lambda/2$.

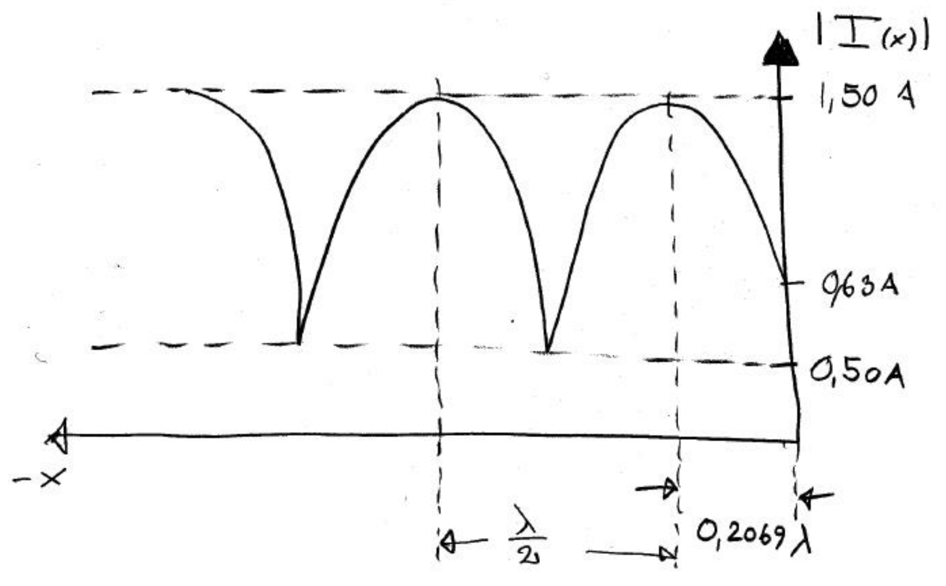
$$K(x) = K_L \cdot 1 \angle 2\beta x = K_L \cdot 1 \angle \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2x$$

$$= K_L \cdot 1 \angle 2\pi \cdot \frac{x}{\frac{\lambda}{2}}$$

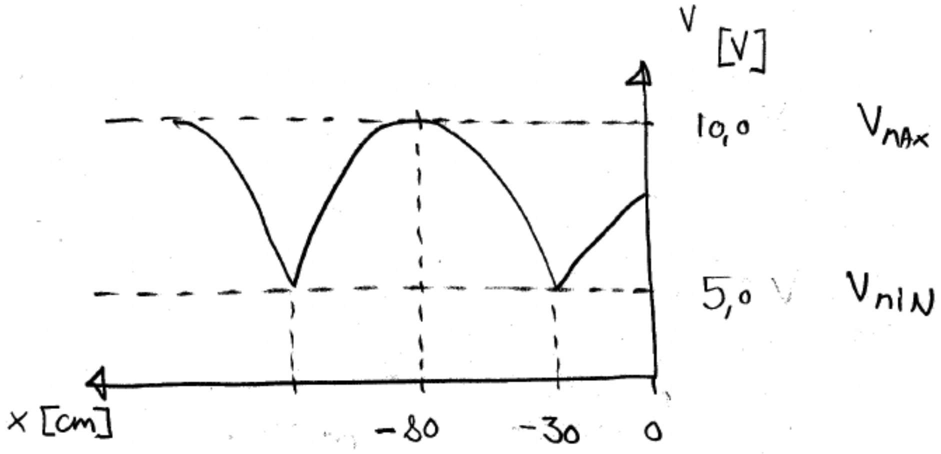
Vinkel φ svarer derfor til:

$$d = \frac{\varphi}{360°} \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{\varphi}{720°} \cdot \lambda$$

$$= \frac{149}{720} \cdot \lambda = 0{,}2069\,\lambda$$



11.2



$f = 100\ \text{MHz}$

$Z_0 = 50\,\Omega$

a) $$SWR = \frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = \frac{10}{5} = 2$$

$$|K_L| = \frac{SWR-1}{SWR+1} = \frac{2-1}{2+1} = \frac{1}{3}$$

Af. figuren ses, at $\lambda/4 = 80 - 30 = 50$ cm
(Afstanden mellem V_{MAX} og V_{MIN} er altid $\lambda/4$)
Derved fås:

$$\lambda = 4 \cdot 50\ \text{cm} = 2,0\ \text{m}$$

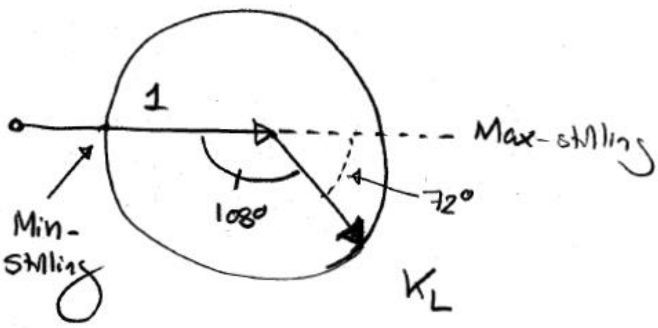
b) V_1 har et minimum 30 cm fra belastningen:

$$d = \frac{0,30}{2,00} = 0,15\,\lambda$$

Vi ved at 1λ svarer til 720° faseændring i refleksionskoefficienten.
Fasen af K_L kan nu beregnes som:

$$\varphi = 0{,}15 \cdot 720° = 108°$$

Vektorfiguren giver fortegnet og kvadranten.



Af figuren fås det endelige resultat:

$$K_L = \frac{1}{3}\angle -72°$$

Beregning af Z_L:

$$Z_L = Z_0 \frac{1 + K_L}{1 - K_L}$$

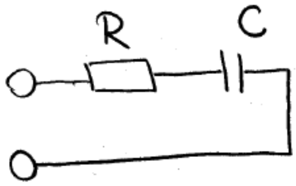
$$= 50 \cdot \frac{1 + \frac{1}{3}\angle -72°}{1 - \frac{1}{3}\angle -72°} = 60{,}32\angle -36°$$

$$= (49{,}10 - j\,35{,}03)\ \Omega$$

c) Z_L kan realiseres enten som en serieforbindelse eller som en parallelforbindelse (og selvfølgelig også på andre exotiske måder).
Her vises begge. Da imaginærdelen af Z_L er negativ er det en kapacitiv impedans, og det vil være en modstand og en kondensator, vi skal have fat i.

Serieforbindelse

$$Z_L = 49{,}10 - j35{,}03 \quad \Omega$$



$R = 49{,}1\ \Omega$

$C = 45{,}4\ pF$

$f = 100\ MHz$

$$R = Re[Z_L] = 49{,}10\ \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega\, Im[Z_L]} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1E8 \cdot 35{,}03} = 45{,}43\ pF$$

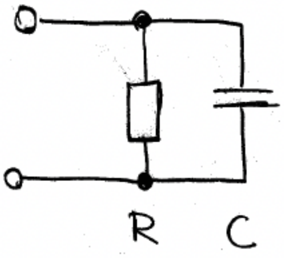
Formler:

Serieforbindelse: $Z_{RES} = Z_1 + Z_2 \quad [\Omega]$

$$Z = R + jX \quad [\Omega]$$

$$X_C = -\frac{1}{\omega C} \quad [\Omega]$$

Parallelforbindelse



R = 74,1 Ω

C = 153 Ω

$$Y_L = \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{49{,}10 - j\,35{,}03} = (13{,}50 + j\,9{,}63)\ \text{mS}$$

$$R = \frac{1}{Re[Y_L]} = \frac{1}{13{,}50E\text{-}3} = 74{,}09\ \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega \frac{1}{Im[Y_L]}} = \frac{Im[Y_L]}{\omega} = \frac{9{,}63E\text{-}3}{2\pi \cdot 1E8} = 15{,}32\ \text{pF}$$

Formler:

$$Z = R + jX \qquad [\Omega]$$

$$Y = \frac{1}{Z} = G + jB \qquad [S]$$

Parallelforbindelse: $Y_{RES} = Y_1 + Y_2$ [S]

$$B_C = \omega C \qquad [S]$$

d) Beregning af den indfaldende spænding V^+

Vi har:

$$V_{MAX} = V^+ \cdot (1 + |K_L|)$$

Dette giver:

$$V^+ = \frac{V_{MAX}}{1+|K_L|} = \frac{10}{1+\frac{1}{3}} = 7{,}5\ V$$

Den indfaldende bølge:

$$|V^+| = 7{,}5\ V$$

Beregning af spændingen over belastningen, V_{ZL}

$$V_{ZL} = V^+ \cdot (1 + K_L)$$

$$= 7{,}5 \cdot (1 + \tfrac{1}{3}\angle -72^\circ)$$

$$= 8{,}607\angle -16^\circ$$

Spændingen over belastningen bliver:

$$V_{ZL} = 8{,}607\ V$$