Soal no. 1: Parameter S dan kestabilan

Parameter S mempunyai nilai yang berbeda untuk frekuensi kerja yang berbeda. Sebuah transistor mempunyai parameter S sebagai berikut:

frekuensi	S_{11}	S_{12}	S_{21}	S_{22}
1 GHz	0.95 <172°	0.008< −35°	2.03< 44°	0.78< −172°
4 GHz	0.88< −51°	0.008< 79°	0.84< 88°	0.88< 171°

a. Hitung nilai parameter kestabilan K untuk masing-masing frekuensi dan tentukan sifat kestabilan transistor tersebut untuk masing-masing frekuensi !

b. Hitung titik pusat dan jari-jari lingkaran kemantapan beban untuk transistor yang mantap bersyarat (*potentially unstable*) !

c. Plot pada Smith Chart lingkaran kemantapan beban pada point b dan arsirlah daerah yang tidak stabil !

d. Hitung gain maksimum untuk transistor stabil tak bersyarat (*unconditionally stable*) !

a. Frekuensi 1 GHz :

$$\Delta = S_{11} . S_{22} - S_{12} . S_{21}$$

$$= 0,95 \angle 172° . 0,78 \angle -172° - 0,008 \angle -35° . 2,03 \angle 44°$$

$$= 0,741 \angle 0° - 0,016 \angle 9°$$

$$= (0,741 + j0) - (0,015 + 0,0025j)$$

$$= 0,726 - j\,0,0025$$

$$|\Delta| = 0,726$$

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12} . S_{21}|}$$

$$k = \frac{1 - 0,95^2 - 0,78^2 + 0,726^2}{2 . 0,016}$$

$$k = 0,51$$

$$k < 1 \qquad |\Delta| < 1$$

∴ Transistor stabil bersyarat

Frekuensi 4 GHz :

$$\Delta = S_{11} . S_{22} - S_{12} . S_{21}$$

$$\Delta = 0{,}88 \angle -51^\circ \cdot 0{,}88 \angle 171^\circ - 0{,}08 \angle 70^\circ \cdot 0{,}84 \angle 88^\circ$$

$$= 0{,}7744 \angle 120^\circ - 0{,}0067 \angle 167^\circ$$

$$= (-0{,}3872 + j0{,}671) - (-0{,}0065 + j0{,}0015)$$

$$= -0{,}3806 + j0{,}6691$$

$$|\Delta| = 0{,}7698$$

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2\,|S_{12} \cdot S_{21}|}$$

$$= \frac{1 - 0{,}88^2 - 0{,}88^2 + 0{,}7698^2}{2 \cdot 0{,}0067}$$

$$k = 3{,}27$$

$$k > 1 \qquad \Delta < 1$$

$\therefore$ Transistor stabil tanpa syarat

b. Frekuensi 1 GHz :

$$R_L = \left| \frac{S_{12} \cdot S_{21}}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} \right| = \left| \frac{0{,}08 \angle -35^\circ \cdot 2{,}03 \angle 44^\circ}{0{,}78^2 - 0{,}726^2} \right|$$

$$= \left| \frac{0{,}016 \angle 9^\circ}{0{,}08} \right|$$

$$R_L = 0{,}2$$

$$C_L = \frac{(S_{22} - \Delta S_{11}^*)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} = \frac{(0{,}78 \angle -172^\circ - 0{,}726 \cdot 0{,}95 \angle -172^\circ)^*}{0{,}78^2 - 0{,}726^2}$$

$$= \frac{(0{,}78 \angle -172^\circ - 0{,}6897 \angle -172^\circ)^*}{0{,}08}$$

$$= \frac{[(-0{,}772 - j0{,}109) - (-0{,}683 - j0{,}096)]^*}{0{,}08}$$

$$= \frac{-0{,}089 + j0{,}013}{0{,}08} = -1{,}1125 + j0{,}1625$$

d.

$$G_{T,MAX} = \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|}\left(k - \sqrt{k^2 - 1}\right)$$

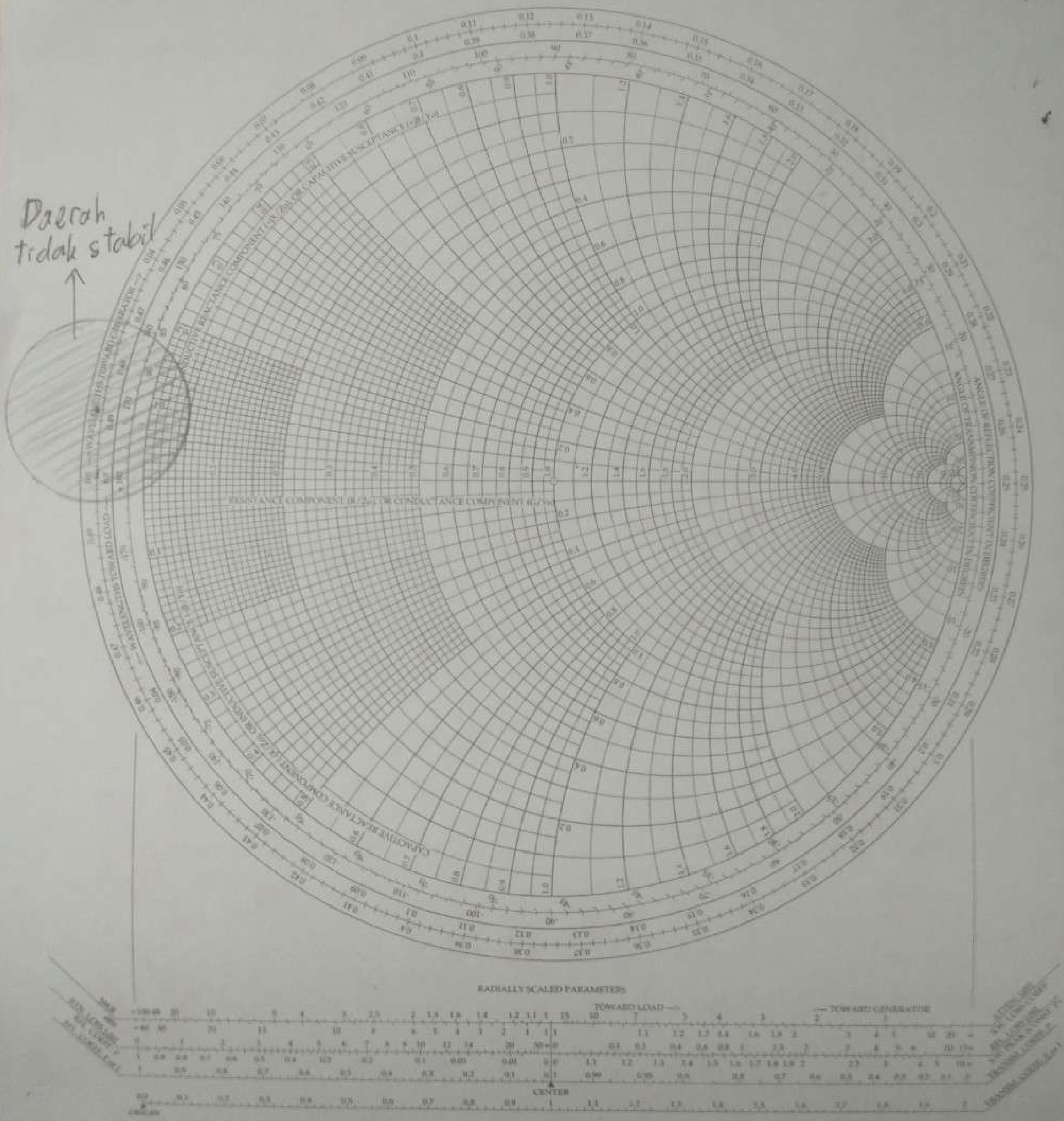
$$= \frac{0,84}{0,008}\left(3,27 - \sqrt{3,27^2 - 1}\right)$$

$$= \underline{\underline{16,46}}$$

1.c

The Complete Smith Chart

Black Magic Design



2. **Rangkaian Filter Pasif**

Rancanglah sebuah filter bandpass analog pasif yang mempunyai bandwidth 3 dB antara frekuensi 10,6 MHz sampai dengan frekuensi 10,8 MHz. Respons frekuensi filter dibolehkan memiliki ripple sebesar 0.1 dB di daerah passband-nya. Lebar bandwidth pada redaman 24 dB adalah 500 kHz. Resistansi sumber (R_S) dan beban (R_L) mempunyai nilai hambatan berturut-turut adalah 100 Ω dan 50 Ω. Dengan menggunakan kurva dan table Terlampir sebagai sebagai referensi:

   a. Berapa orde filter lowpass prototypenya?
   b. Gambarkanlah rangkaian filter lowpass prototypenya!
   c. Gambarkanlah rangkaian filter band-pass rangkaian band-pass hasil transformasi!
   d. Berapa nilai frekuensi tengah geometris yang anda pakai?
   e. Gambarkanlah rangkaian filter bandpass yang diinginkan beserta nilai-nilai komponennya!

a. $BW_{3dB} = 10{,}8\text{ MHz} - 10{,}6\text{ MHz} = 200\text{ kHz}$

$W_1 = BW_{3dB} = 200\text{ kHz}$

$W_2 = 500\text{ kHz}$

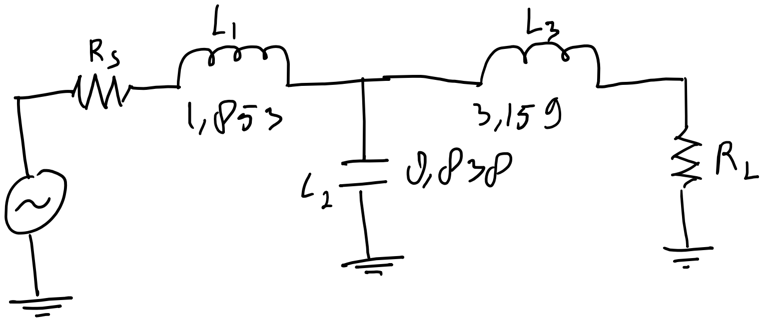
$$W_c = \frac{200\text{ kHz}}{200\text{ kHz}} = 1$$

$$W_s = \frac{500\text{ kHz}}{200\text{ kHz}} = 2{,}5$$

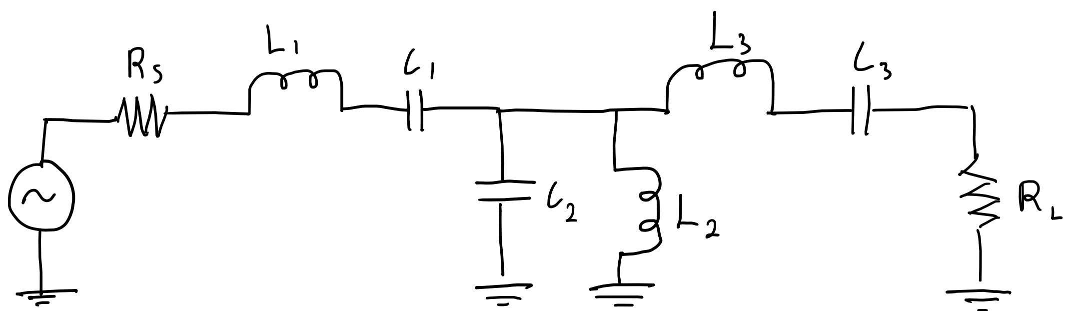
Lihat tabel

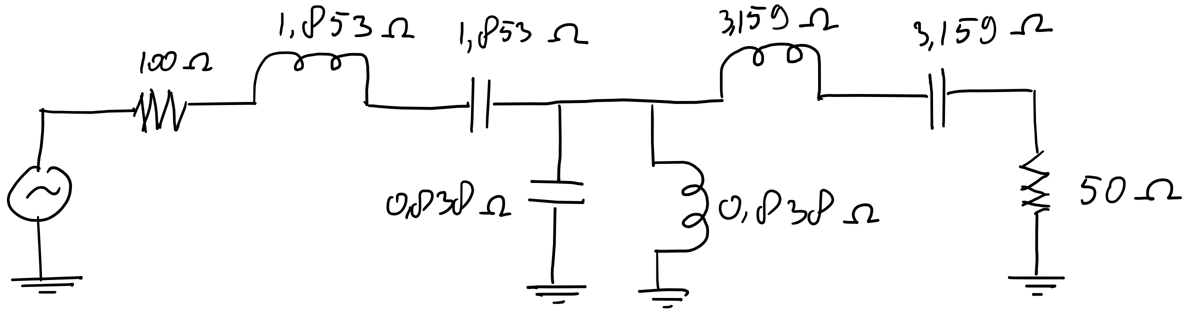
$n = 3$

b. $\frac{R_S}{R_L} = \frac{100}{50} = 2$ atau $\frac{R_L}{R_S} = \frac{50}{100} = 0{,}5$



c.





d. $f_{CB} = 10,6$ MHz

$f_{CA} = 10,8$ MHz

$f_0 = 0,5(f_{CA} + f_{CB})$

$f_0 = 0,5(10,8 + 10,6)$

$= 10,7$ MHz

e. $L_{1n} = 1,853\ \Omega$ $\qquad C_{1n} = 1,853\ \Omega$

$L_{2n} = 0,838\ \Omega$ $\qquad C_{2n} = 0,838\ \Omega$

$L_{3n} = 3,159\ \Omega$ $\qquad C_{3n} = 3,159\ \Omega$

$R = 50\ \Omega$

$B = 200$ kHz

$$L_1 = \frac{R \cdot L_{1n}}{2\pi B} = \frac{50 \cdot 1,853}{2\pi \cdot 200\times10^3} = 7,37\times10^{-5}\ H = 73,7\ \mu H$$

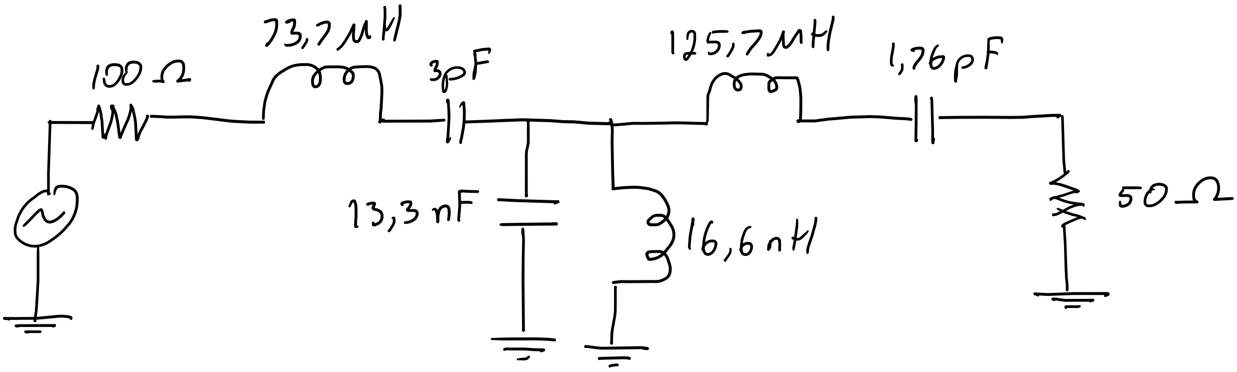
$$C_1 = \frac{B}{2\pi f_0^2 \cdot C_{1n} \cdot R} = \frac{200\times10^3}{2\pi \cdot (10,7\times10^6)^2 \cdot 1,853 \cdot 50} = 3\ pF$$

$$L_2 = \frac{RB}{2\pi \cdot f_0^2 \cdot L_{2n}} = \frac{50 \cdot 200\times10^3}{2\pi(10,7\times10^6)^2 \cdot 0,838} = 16,6\ nH$$

$$C_2 = \frac{C_{2n}}{2\pi \cdot R \cdot B} = \frac{0,838}{2\pi \cdot 50 \cdot 200\times10^3} = 13,3\ nF$$

$$L_3 = \frac{R \cdot L_{3n}}{2\pi \cdot B} = \frac{50 \cdot 3,159}{2\pi \cdot 200 \times 10^3} = 125,7 \ \mu H$$

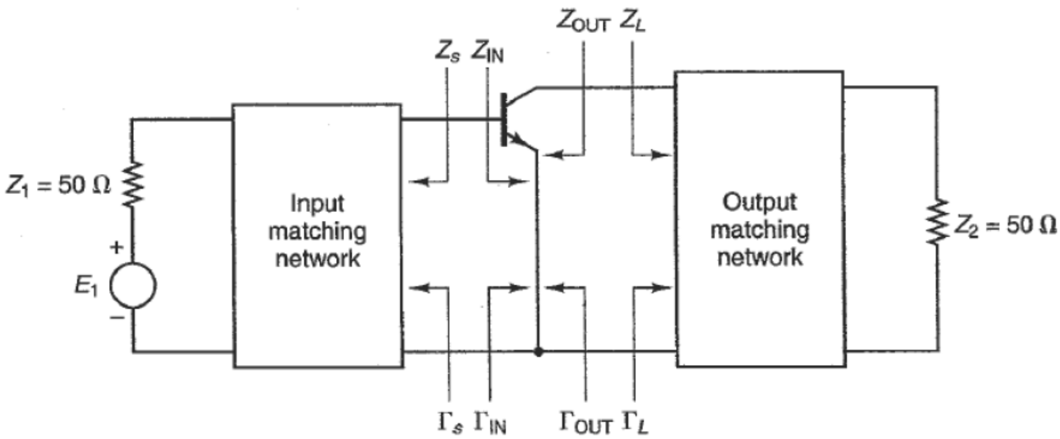
$$C_3 = \frac{B}{2\pi \cdot f_0^2 \cdot C_{3n} \cdot R} = \frac{200 \times 10^3}{2\pi \cdot (10,7 \times 10^6)^2 \cdot 3,159 \cdot 50} = 1,76 \ pF$$



Soal no. 2: Penguat Frekuensi Radio.

Diketahui sebuah rangkaian *matching network* memiliki spesifikasi sebagai berikut:
$\Gamma_s = 0.5\angle 120^\circ$ dan $\Gamma_L = 0.4\angle 90^\circ$ dengan parameter-parameter S yaitu:
$S_{11} = 0.6\angle -160^\circ, S_{12} = 0.045\angle 16^\circ, S_{21} = 2.5\angle 30^\circ, S_{22} = 0.5\angle -90^\circ$

a) Hitung Γ_{in} dan Γ_{out} !
b) Tentukan G_T !
c) Hitung P_{AVS} dan P_L jika $E_1 = 10\angle 0^\circ$ volt, dan $Z_1 = Z_2 = 50\ \Omega$!
d) Hitung M_s dan $(VSWR)_{in}$!



a.
$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12} \cdot S_{21} \cdot \Gamma_L}{1 - S_{22} \cdot \Gamma_L}$$

$$= 0{,}6\angle -160^\circ + \frac{0{,}045\angle 16^\circ \cdot 2{,}5\angle 30^\circ \cdot 0{,}4\angle 90^\circ}{1 - 0{,}5\angle -90^\circ \cdot 0{,}4\angle 90^\circ}$$

$$= (-0{,}56 - j0{,}21) + \frac{0{,}045\angle 136^\circ}{1 - 0{,}2\angle 0^\circ}$$

$$= -0{,}56 - j0{,}21 + \frac{0{,}045\angle 136^\circ}{0{,}8}$$

$$= -0{,}56 - j0{,}21 + 0{,}05625\angle 136^\circ$$

$$= -0{,}6 - j0{,}17$$

$$= 0{,}627\angle 195{,}37^\circ$$

$$\Gamma_{out} = S_{22} + \frac{S_{12} . S_{21}\ \Gamma_s}{1 - S_{11} . \Gamma_s}$$

$$= 0,5 \angle -90^\circ + \frac{0,045 \angle 16^\circ . 2,5 \angle 30^\circ . 0,5 \angle 120^\circ}{1 - 0,6 \angle -160^\circ . 0,5 \angle 120^\circ}$$

$$= 0,5 \angle -90^\circ + \frac{0,05625 \angle 166^\circ}{1 - 0,3 \angle -40^\circ}$$

$$= 0,5 \angle -90^\circ + \frac{0,05625 \angle 166^\circ}{0,77 + j0,19}$$

$$= -j0,5 + \frac{0,05625 \angle 166^\circ}{0,8 \angle 14^\circ}$$

$$= -j0,5 + 0,07 \angle 151^\circ$$

$$= -0,06 - j0,47$$

$$= 0,47 \angle -97^\circ$$

b.

$$G_T = \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{|1 - S_{11} . \Gamma_s|^2} |S_{21}|^2 \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - \Gamma_{out} . \Gamma_L|^2}$$

$$= \frac{1 - 0,5^2}{|1 - 0,6 \angle -160^\circ . 0,5 \angle 120^\circ|^2} . 2,5^2 . \frac{1 - 0,4^2}{|1 - 0,47 \angle -97^\circ . 0,4 \angle 90^\circ|^2}$$

$$= \frac{0,75}{|1 - 0,3 \angle -40^\circ|^2} . 6,25 \frac{0,84}{|1 - 0,188 \angle -7^\circ|^2}$$

$$= \frac{0,75}{0,64} . 6,25 . \frac{0,84}{0,66}$$

$$= 9,32$$

c. $E_1 = 10 \angle 0^\circ$

$$I_1 = \frac{\Sigma V}{\Sigma R} = \frac{10}{50+50} = 0{,}1 \text{ A}$$

$$P_{AVS} = I_1^2 . R_1 = 0{,}1^2 . 50 = 0{,}5 \text{ W}$$

$$G_T = \frac{P_L}{P_{AVS}}$$

$$P_L = G_T . P_{AVS} = 9{,}32 . 0{,}5 = 4{,}66 \text{ W}$$

d. $$M_s = \frac{(1 - |\Gamma_s|^2)(1 - |\Gamma_{in}|^2)}{|1 - \Gamma_s . \Gamma_{in}|^2}$$

$$= \frac{(1 - 0{,}5^2)(1 - 0{,}627^2)}{|1 - 0{,}5 \angle 120^\circ . 0{,}627 \angle 195^\circ|^2}$$

$$= \frac{0{,}75 . 0{,}607}{|1 - 0{,}3135 \angle -45^\circ|^2}$$

$$= \frac{0{,}455}{0{,}655}$$

$$M_s = 0{,}695$$

$$|\Gamma_a| = \sqrt{1 - M_s} = \sqrt{1 - 0{,}695} = 0{,}55$$

$$VSWR_{in} = \frac{1 + |\Gamma_a|}{1 - |\Gamma_a|}$$

$$= \frac{1 + 0{,}55}{1 - 0{,}55}$$

$$= 3{,}44$$

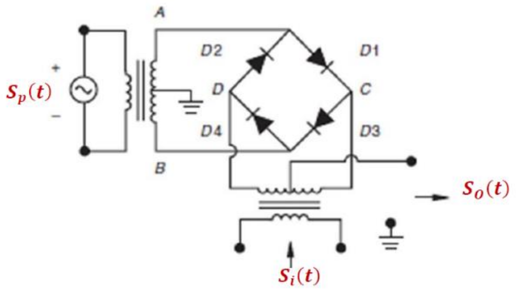
Perhatikan gambar rangkaian di bawah ini, semua DIODA ideal (V_{ON} **Dioda** $= 0$ Volt)

Perbandingan lilitan trafo Primer : Sekunder = **1 : 1**

Sinyal dari OSILATOR: $S_p(t) = V_p \cos(2\pi f_p t)$;

Sinyal dari INPUT: $S_i(t) = V_1 \cos(2\pi f_1 t)$; $V_p \gg V_1$

$f_1 = 4$ **Mhz** ; $f_p = 1$ **Mhz** ; $V_p = 7$ **Volt** ; $V_1 = 1$ **Volt**



a) Pada kondisi bagaimana masing-masing DIODA **ON dan OFF? Jelaskan!**

Catatan untuk pengerjaan soal b dan c:

Dioda short circuit pada kondisi ON

Dioda open circuit pada kondisi OFF

b) Gambarkan rangkaian pengganti pada kondisi : $S_p(t) > 0$!

c) Gambarkan rangkaian pengganti pada kondisi : $S_p(t) < 0$!

Untuk pengerjaan soal d dan e: Gunakan *Cartesian-Graph-Paper* (kertas kotak-kotak)

d) Gambarkan sinyal $S_p(t)$ **dan** $S_i(t)$ (cukup 8 gelombang sinyal $S_i(t)$ dan 2 gelombang $S_p(t)$) !

e) Gambarkan sinyal **output** $S_O(t)$ **sesuai point d) !**

a. karena $V_p >> V_1$ maka yang mengatur ON atau OFF dioda adalah $S_p(t)$

Ketika $S_p(t) > 0$ maka potensial A akan lebih besar dari potensial B ($V_A > V_B$), sehingga :

D_1 dan D_3 : ON

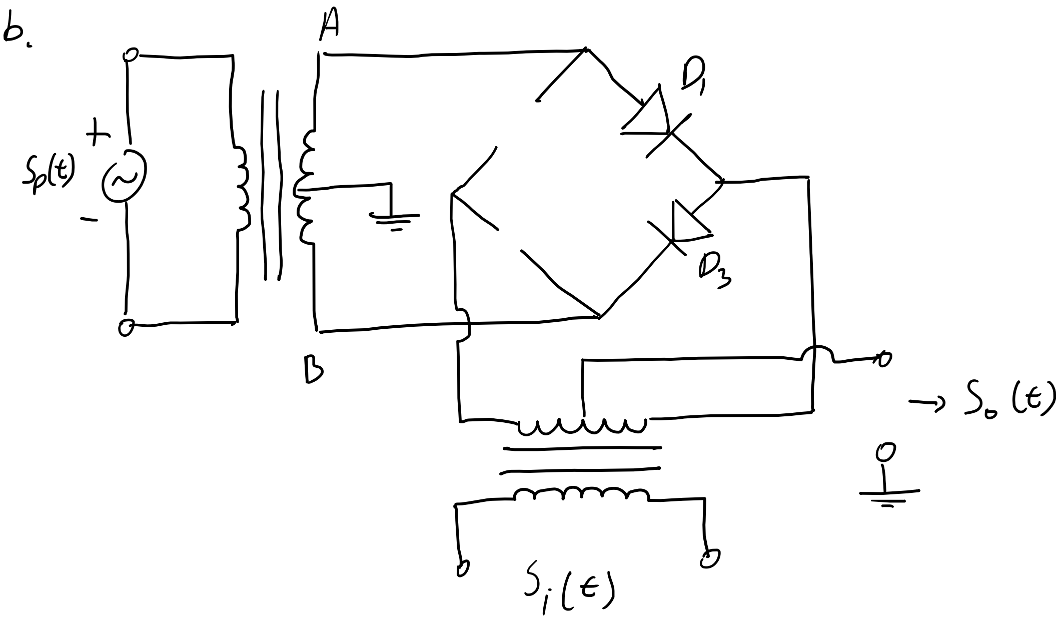
D_2 dan D_4 : OFF

Ketika $S_p(t) < 0$ maka potensial B akan lebih besar dari potensial A ($V_B > V_A$), sehingga :

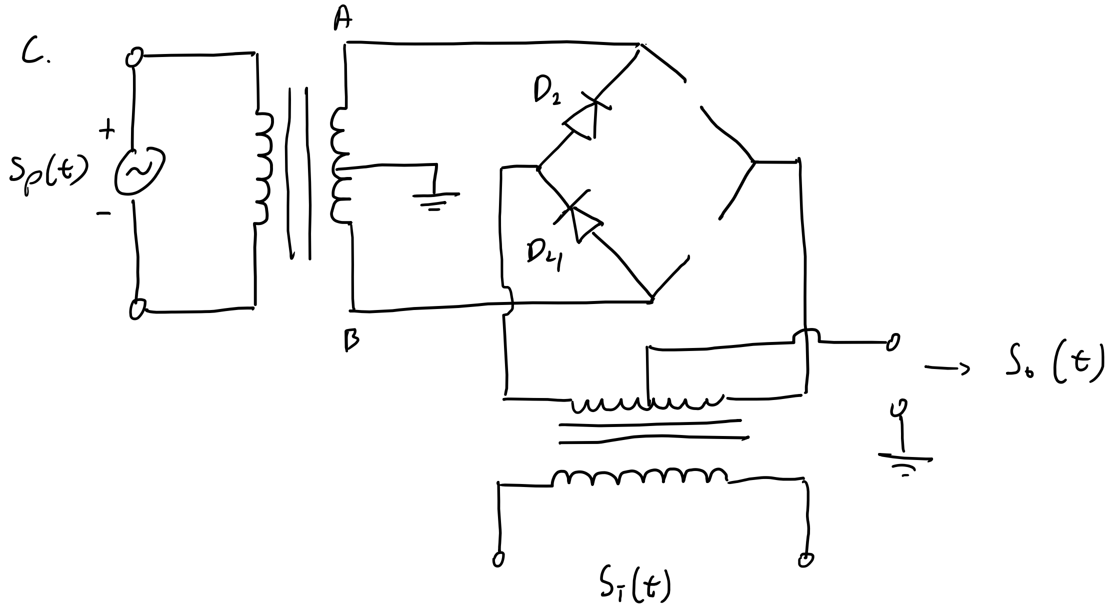
D_1 dan D_3 : OFF

D_2 dan D_4 : ON

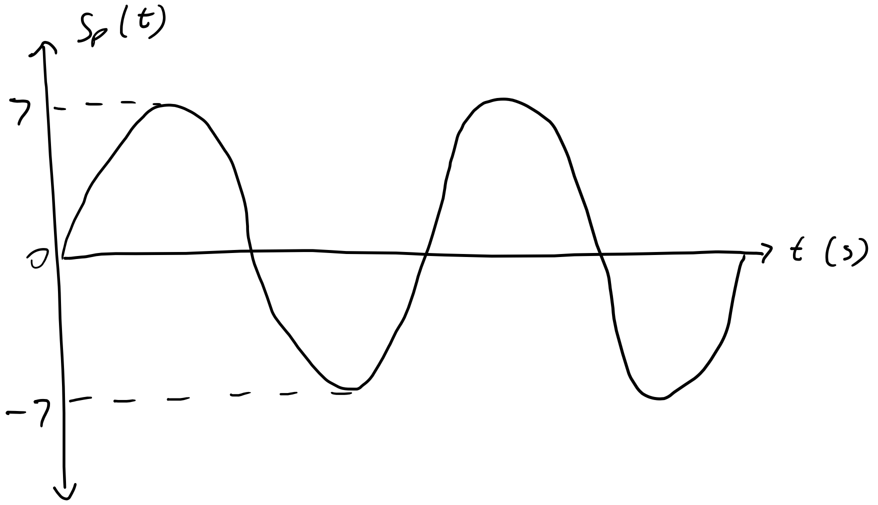
b.

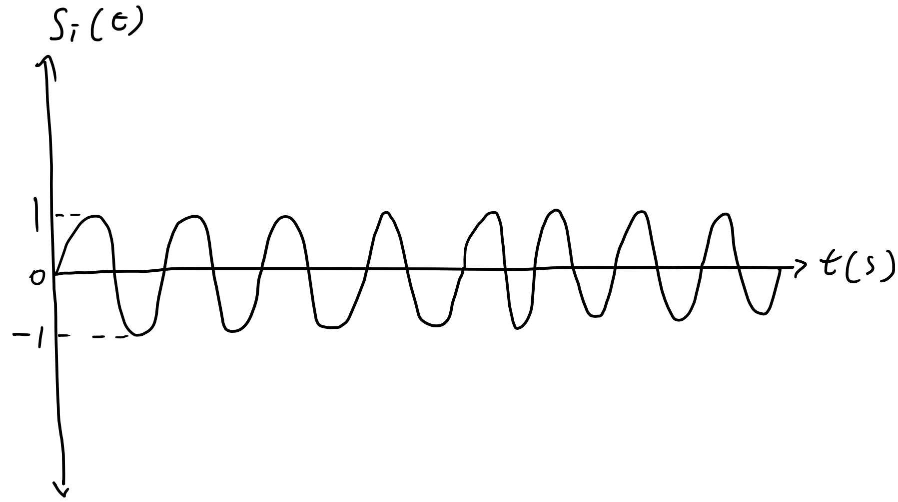


c.



d.





e.