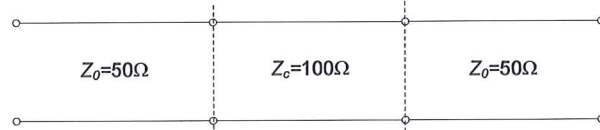


TENTAMEN I ANALOG KONSTRUKTION
KURS LET563

- Datum:** Tisdag 28e april, 2011, eftermiddag
- Hjälpmedel:** Kursbok, slides från föreläsningar valfri miniräknare, samt tabeller och diagram som delas ut vid tentan
- Betygsgränser:** För godkänt krävs 8p
Betyg på kursen baseras på poäng från både tenta och projekt enligt modell i kurs-pm
- Allmän info:** *Tentan utgörs av fem uppgifter om vardera fyra poäng. Uppgifterna består av deluppgifter (a, b, c, ...). Om föregående deluppgift ej har lösts så godtas antagna värden nödvändiga för att lösa nästkommande uppgift under förutsättning att dessa värden är fysikaliskt rimliga.*

1 . En 100 ohms transmissionsledning med längden l är inkopplad i ett 50Ω system



- Härled ett uttryck för reflektionskoefficienten vid respektive port, ledningslängden l är parameter.
- Hur stora är reflektionsförlusterna vid respektive port uttryckt i dB då ledningens längd är $\lambda/4$?
- Hur stora är reflektionsförlusterna vid respektive port uttryckt i dB då ledningens längd är $\lambda/2$?

(4p)

2. En mikrovågstransistor har vid frekvensen 2.5 GHz i ett 50Ω ledningssystem spridningsmatrisen

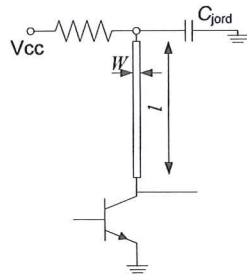
$$[S] = \begin{bmatrix} 0.81 \angle -90^\circ & 0.015 \angle 45^\circ \\ 3.7 \angle 135^\circ & 0.71 \angle -135^\circ \end{bmatrix}$$

- Kontrollera stabilitet och beräkna förstärkningen utan anpassningsnät
- Beräkna Förstärkningen om ingång och utgång konjugatmatchas?
- Designa ingångs- och utgångsmatchningsnät som uppfyller konjugatvilkoret,
- Uppskatta felet som erhålls med unilateral räkning?

Unilateral räkning godtas och alla ledningslängder kan anges i våglängd

(4p)

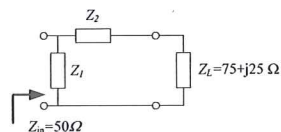
3. Transistorn i ovanstående exempel skall biaseras på kollektorn. För detta används biaseringsnätet nedan



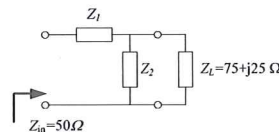
- Bestäm längd (l) och bredd (w) för biaseringsledningen som är tryckt på ett 3 mm tjockt laminat med permittiviteten $\epsilon_r=2$. Ledningens karaktäristiska impedans skall vara $Z_c=100\Omega$. Kondensatorn kan betraktas som en ideal kortslutning vid centerfrekvensen 2.5 GHz. Diagramavläsning kan användas.
- Vad blir inimpedansen, sett från kollektorn på transistorn vid frekvensen 2 GHz

(4p)

4. En komplex last $Z_L=75+j25\Omega$ skall impedansanpassas till 50Ω med diskret matchning vid 2.5 GHz.



i)



ii)

- Ett av alternativen i) och ii) ovan fungerar. Vilket (motivera svaret)?
- Beräkna Z_1 och Z_2
- Beräkna induktans/capacitans för att realisera Z_1/Z_2 vid 2.5GHz

(4p)

5. En lågbrusförstärkare skall designas för frekvensen 2.5 GHz. Att tillgå har vi en transistor med spridningsparametrar

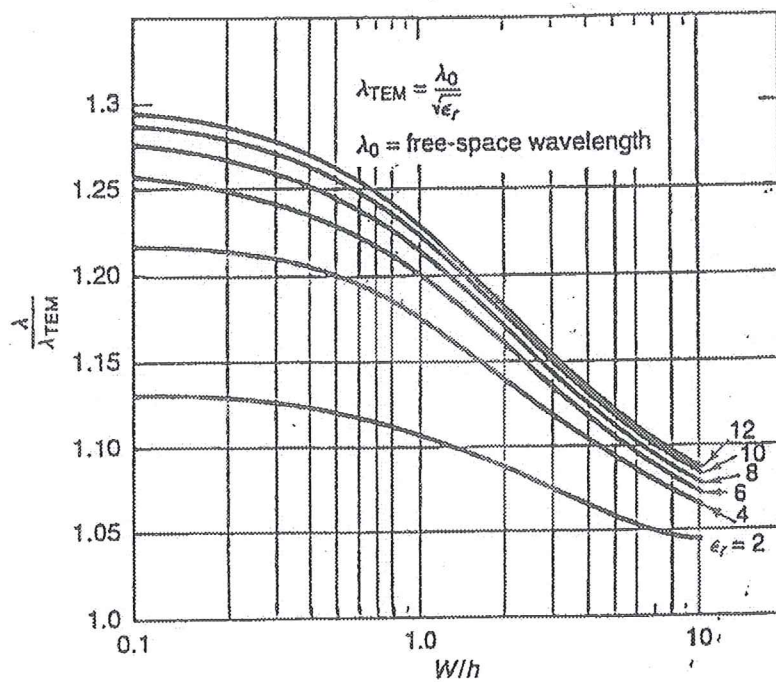
$$[S] = \begin{bmatrix} 0.7 \angle 135^\circ & 0.03 \angle 30^\circ \\ 1.9 \angle 30^\circ & 0.6 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

och brusparametrar $F_{\min} = 1.8$ dB, $\Gamma_{\text{opt}} = 0.4 \angle 135^\circ$ och $R_N = 20 \Omega$

- Rita ut 2 dB bruscirkel och 3 dB bruscirkel
- Vilken källreflektion Γ_s ger högsta möjliga förstärkning för 2 dB brusfaktor, och vad blir förstärkningen
- Designa ett ingångsmatchningsnät som transformerar källans inre resistans 50Ω till önskat Γ_s .
- Föreslå också ett matchningsnät för utgången, motivera valet
- Beräkna lågbrusförstärkarens totala förstärkning, med matchningsnät, och uttryck svaret i dB

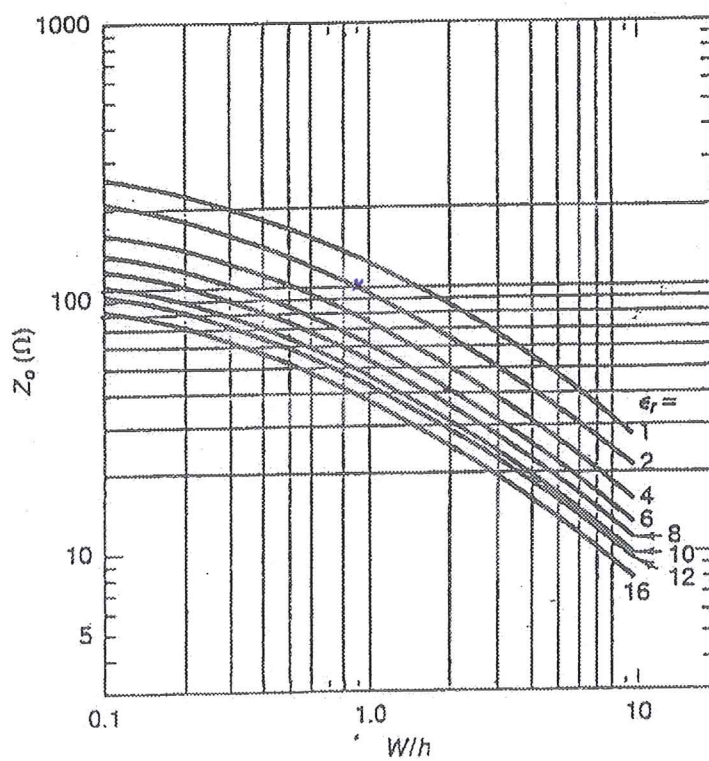
Ledningslängder kan uttryckas i våglängd

(4p)



Normalized wavelength of the microstrip line versus W/h .

λ = Våglängden på mikrostripledningen. (Kvasi- TEM utbredning)



Characteristic impedance of the microstrip line versus W/h .

$$1 \quad a) \quad Z_{in} = Z_c \frac{Z_0 + jZ_c \tan \beta l}{Z_c + jZ_0 \tan \beta l} = 2Z_0 \frac{Z_0 + j2Z_0 \tan \beta l}{2Z_0 + jZ_0 \tan \beta l} = (2.26)$$

$$= 2Z_0 \frac{1 + 2j \tan \beta l}{2 + j \tan \beta l}$$

$$\Gamma_{in} = \Gamma_{nt} = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} = \frac{2Z_0 \frac{1 + 2j \tan \beta l}{2 + j \tan \beta l} - Z_0}{2Z_0 \frac{1 + 2j \tan \beta l}{2 + j \tan \beta l} + Z_0} =$$

$$= \frac{2(1 + 2j \tan \beta l) - 2 - j \tan \beta l}{2(1 + 2j \tan \beta l) + 2 + j \tan \beta l} =$$

$$= \frac{3j \tan \beta l}{4 + 5j \tan \beta l}$$

$$b) \quad \Gamma_{in}(l = \lambda/4) = \frac{3j \tan(\frac{2\pi \cdot \lambda}{2 \cdot 4})}{4 + 5j \tan(\frac{2\pi \cdot \lambda}{2 \cdot 4})} = \frac{3j \tan(\frac{\pi}{2})}{4 + 5j \tan(\frac{\pi}{2})} =$$

$$= \frac{3}{5}$$

$$R_L = -20 \log_{10}(\frac{3}{5}) = \underline{\underline{4.43 \text{ dB}}} \quad (2.20)$$

$$c) \quad \Gamma_{in}(l = \lambda/2) = \frac{3j \tan(\frac{2\pi \cdot \lambda}{2 \cdot 2})}{4 + 5j \tan(\frac{2\pi \cdot \lambda}{2 \cdot 2})} = \frac{3j \tan(\pi)}{4 + 5j \tan(\pi)} =$$

$$= 0$$

$$R_L = -20 \log_{10}(0) \rightarrow \infty$$

2)

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.81 \angle -90^\circ & 0.015 \angle 45^\circ \\ 3.7 \angle 135^\circ & 0.71 \angle -135^\circ \end{bmatrix}$$

a) stability: $K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12} S_{21}|} \quad (6.31)$

$$|\Delta| = |S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21}| = \quad (6.32)$$

$$\left. \begin{array}{ll} K = 1.1575 & \cancel{K = 1.0295} \\ |\Delta| = 0.54 & \cancel{|\Delta| = 0.0843} \end{array} \right\} \text{OK, stabil.}$$

$$G_o = |S_{21}|^2 = \cancel{13.69} = 13.69$$

$$G_{o, \text{dB}} = 10 \log_{10} |G_o| = \cancel{11.36} = 11.36 \text{ dB}$$

b)

$$G_T = \frac{1}{1 - |S_{11}|^2} |S_{21}|^2 \frac{1}{1 - |S_{22}|^2} = \cancel{80.27}$$

$$G_{T, \text{dB}} = 10 \lg |12.62| = \cancel{19.0} = 19.0 \text{ dB}$$

c) $S_{11}^* = 0.81 \angle 90^\circ$

$$l_s = (0.125 - 0.051) \lambda = 0.0742$$

$$d_s = 0.0582$$

$$S_{22}^* = 0.71 \angle 135^\circ$$

$$l_L = 0$$

$$d_L = 0.0742$$

d)

$$V = \frac{|S_{11}| |S_{12}| |S_{21}| |S_{22}|}{(1 - |S_{11}|^2)(1 - |S_{22}|^2)} \quad (6.49)$$

$$= ~~0.122~~ 0.1872$$

$$\frac{1}{(1+V)^2} < \frac{G_{TR}}{G_{TU}} < \frac{1}{(1-V)^2}$$

$$\underbrace{\frac{1}{(1+V)^2}}_{=-1.5 \text{ dB}} \quad \left| \frac{G_{TR}}{G_{TU}} \right|_{\text{dB}} < \underbrace{\frac{1}{(1-V)^2}}_{=1.8 \text{ dB}}$$

$$~~0.122~~ < ~~0.971~~$$

3.) a) $l = \lambda/4$

$$\left. \begin{array}{l} \epsilon_r = 2 \\ Z_c = 100 \Omega \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{W}{h} = 0.9 \Rightarrow W = 0.9h = 2.7 \text{ mm}$$

$$\frac{W}{h} = 0.9 \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_{TEM}} = 1.12$$

$$\lambda f = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \Rightarrow \lambda_{TEM} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r} f}$$

$$l = \frac{\lambda}{4} = \frac{c_0}{4\sqrt{\epsilon_r} f} \cdot 1.12 = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 1.12}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.5 \cdot 10^9} = \frac{1.12 \cdot 3 \cdot 10^8}{7.2 \cdot 10^{10}} = 7.9 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 2.379 \cdot 10^{-2} = \underline{0.02379}$$

Ur S.C

b) $Z_{in} = j3.1$

$$Z_{in} j3.1 \cdot 100 = j310$$

4) Kompleks last: diskret matchring.

a) Normaliseeritud last $\bar{Z}_L = \frac{75 + j25}{50} = 1.5 + j0.5$

- Mõtkera i Smith diagram.

- lüme i $r=1$ sirkel, välj i i)

$$x_1 = 0.8$$

$$b_2 = 0.8 - 0.5 = 0.3$$

$$c) L = x_1 \cdot \frac{Z_L}{\omega} = 0.8 \cdot \frac{50}{2\pi \cdot 2.5 \cdot 10^9} = 2.5465 \cdot 10^{-9} \text{ (H)}$$

$$C = b_2 \cdot \frac{1}{Z_L \omega} = 0.3 \cdot \frac{1}{50 \cdot 2\pi \cdot 2.5 \cdot 10^9} = \frac{3.8197 \cdot 10^{-13}}{3.8197 \cdot 10^{-13}} \text{ (F)}$$

5)

Lågbrusförstärkar

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.7 \angle 135^\circ & 0.03 \angle 30^\circ \\ 1.9 \angle 30^\circ & 0.6 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

$$F_{min} = 1.8 \text{ dB}$$

$$\Gamma_{opt} = 0.4 \angle 135^\circ$$

$$R_N = 20 \Omega$$

a) Bruns cirklar

$$N = \frac{F - F_{min}}{4 \frac{R_N}{Z_0}} |1 + \Gamma_{opt}|^2 \quad (6.61)$$

$$C_F = \frac{\Gamma_{opt}}{N+1} \quad (6.63a)$$

$$R_F = \frac{\sqrt{N(N+1 - |\Gamma_{opt}|^2)}}{N+1} \quad (6.63b)$$

$$C_{2dB} = 0.39 \angle 135^\circ$$

$$R_{2dB} = 0.1476$$

$$C_{3dB} = 0.33 \angle 135^\circ$$

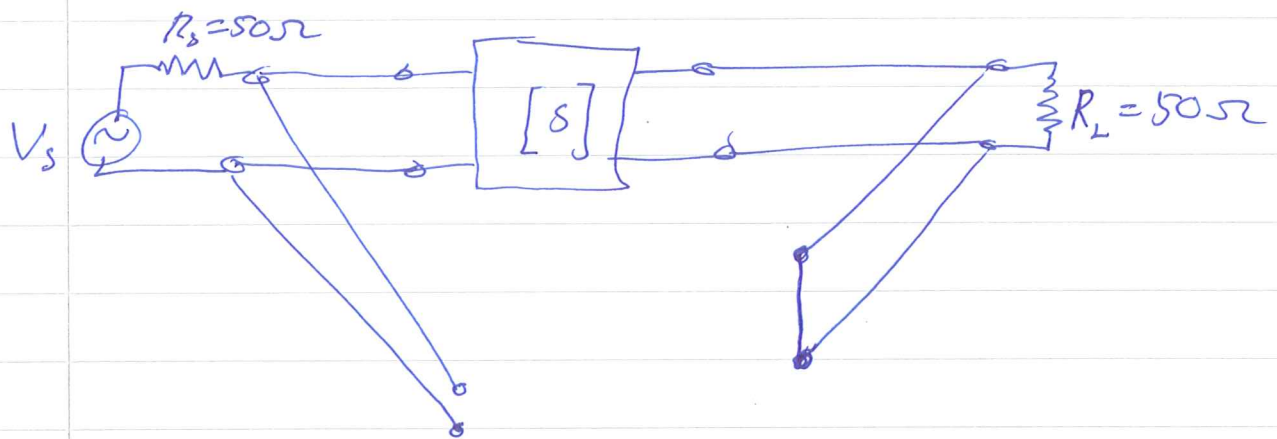
$$R_{3dB} = 0.362$$

b) i) Markera $\Gamma_{in} = S_{11}^* = 0.7 \angle -135^\circ$
 $\Gamma_S = 0.32 \angle 150^\circ$
 $G_{1s} = 0 \text{ dB}$

Konjugatanpassa utgång

$$G_{LH} = \frac{1}{1 - |\Gamma_{22}|^2}$$

$$G_{T,dB} = 0 + 10 \lg |S_{21}|^2 + 10 \lg |G_{LH}| = 7.5 \text{ dB}$$



$$l_s = (0.042 + 0.096)\lambda = 0.138\lambda$$

$$d_s = (0.347 - 0.25)\lambda = 0.097\lambda \quad \text{Öppen}$$

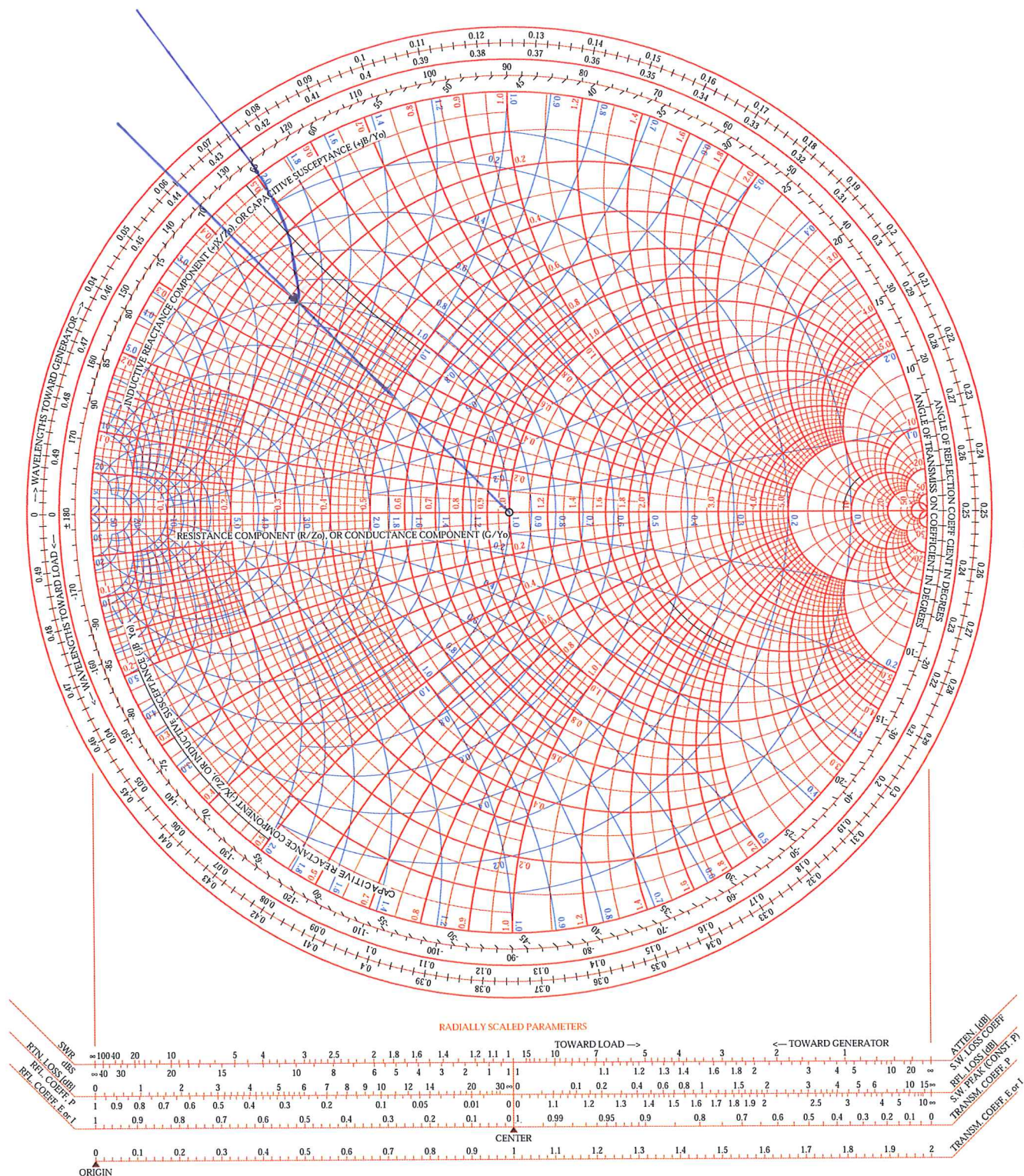
$$l_L = (0.125 - 0.073)\lambda = 0.052\lambda$$

$$d_L = 0.092\lambda \quad \text{kortsluten}$$

2

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	Microwave Circuit Design - EE523 - Fall 2000	DATE

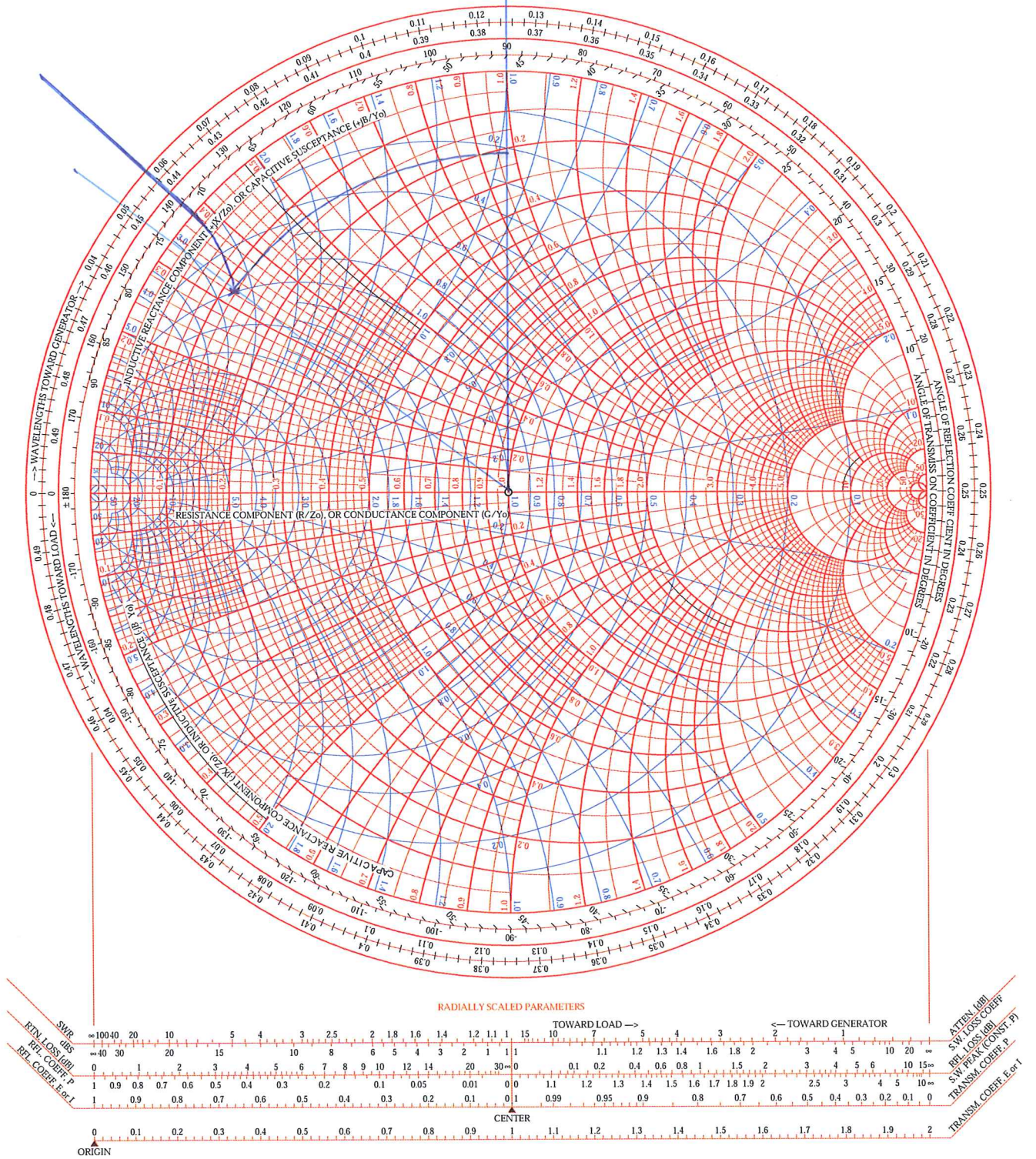
NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



2

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	Microwave Circuit Design - EE523 - Fall 2000	DATE

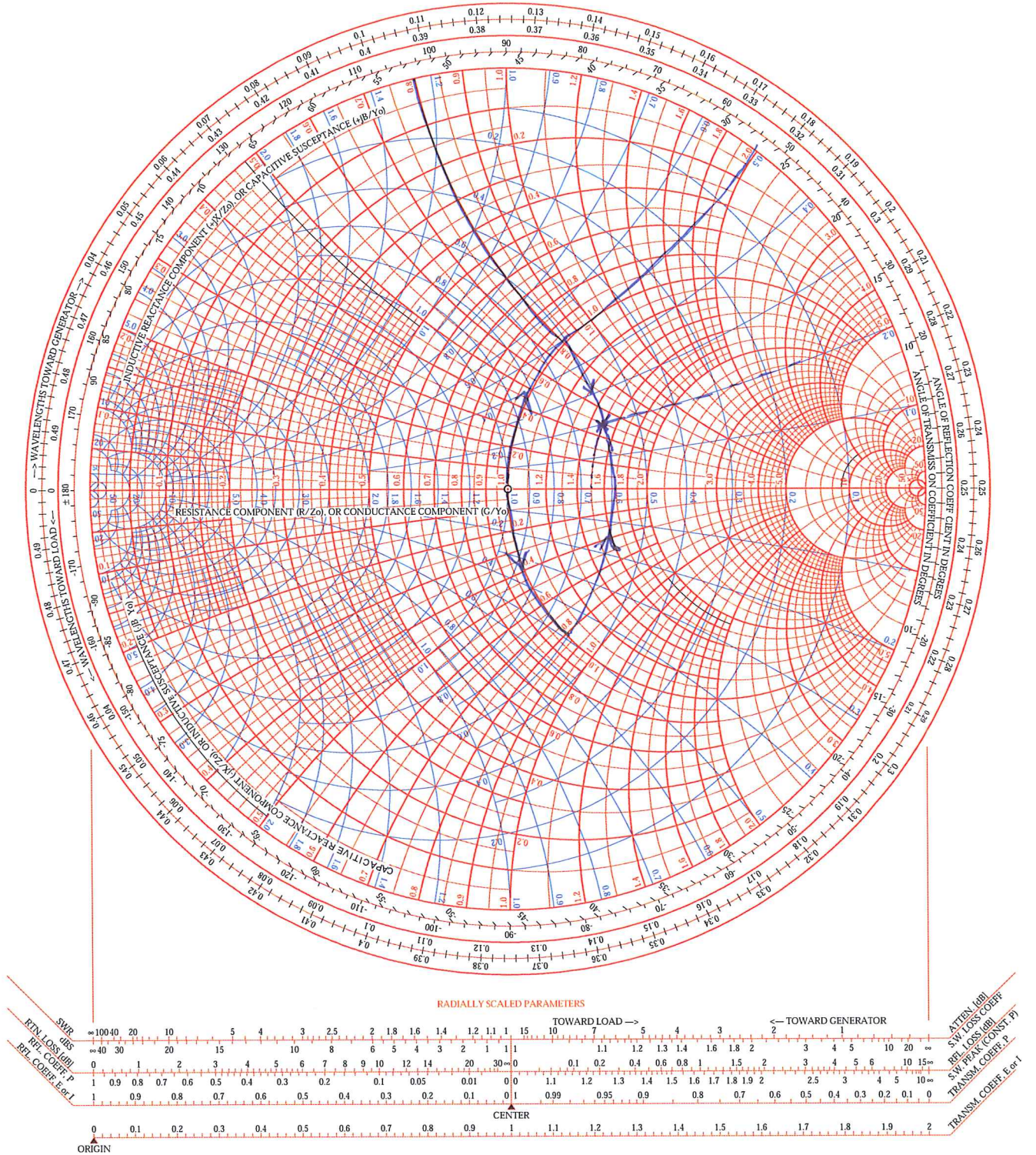
NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



4)

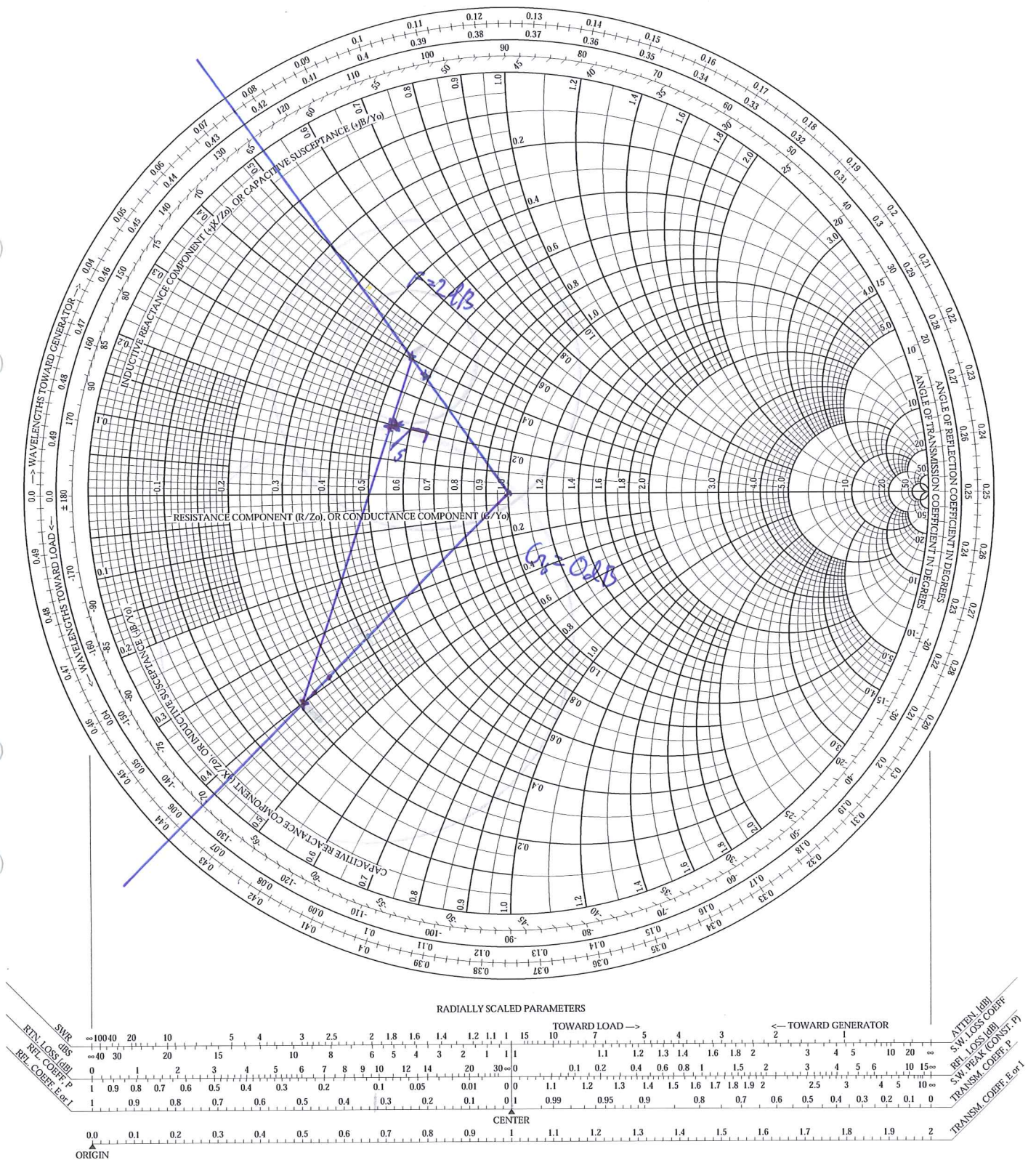
NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	Microwave Circuit Design - EE523 - Fall 2000	DATE

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



The Complete Smith Chart

Black Magic Design



NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	Microwave Circuit Design - EE523 - Fall 2000	DATE

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES

Last

