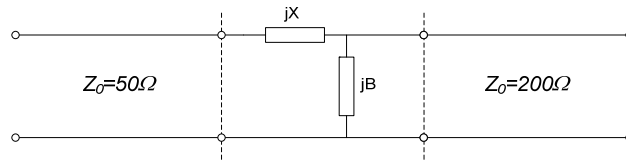


*Chalmers Lindholmen
Elektroingenjörslinjen*

**TENTAMEN I ANALOG KONSTRUKTION
KURS LET563**

- Datum:** Onsdag 21e augusti, 2013, eftermiddag
- Hjälpmedel:** Allt utom mänsklig handledning. Specifikt: Kursbok, valfri miniräknare och/eller laptop (utan nätverksuppkoppling), slides från föreläsningar samt allt annat material som har delats ut under kursen via kurshemsidan, egna minnesanteckningar är också okej.
- 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 kan bestå 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. Tvåporten nedan (begränsas av streckade linjer) kan användas som impedanstransformator



- Bestäm reaktansen X och susceptansen B för att få reflexfri övergång i bägge riktningar, välj den lösning som gör X induktiv och B kapacitiv.
- Vilka L och C skall väljas för att realisera ovan beräknade X och B vid frekvensen 1 GHz
- Hur ser tvåportens spridningsparametrar mot 50Ω ut, motivera svaret

(4p)

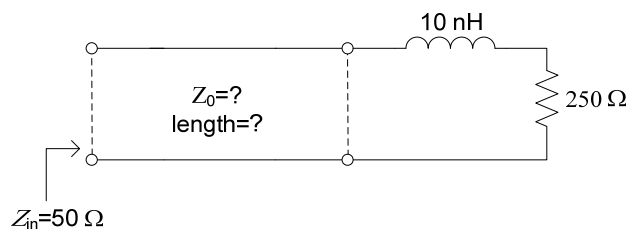
2. Designa en förstärkare med minst 40dB förstärkning vid 1GHz. Till ditt förfogande har du en transistor med följande S parametrar uppmätta vid den givna frekvensen och 50ohm:

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.88 \angle 135^\circ & 0.01 \angle 45^\circ \\ 4.2 \angle 30^\circ & 0.82 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

- Är det möjligt (motivera svaret)?
- Beskriv hur du går tillväga
- Föreslå lämplig käll- respektive lastreflektion
- Designa distribuerat matchningsnät för ingång

(4p)

3. En bit transmissionsledning kan användas för att anpassa en last som utgörs av en 10nH spole och ett motstånd på 250Ω. Bestäm längd och karaktäristisk impedans för ledningen så att anpassning uppnås vid frekvensen 3GHz, se figur nedan



(4p)

4. En låbrusförstärkare skall designas för frekvensen 2 GHz. Att tillgå har vi en transistor med spridningsparametrar

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.7 \angle 135^\circ & 0.01 \angle 30^\circ \\ 2.6 \angle 30^\circ & 0.6 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

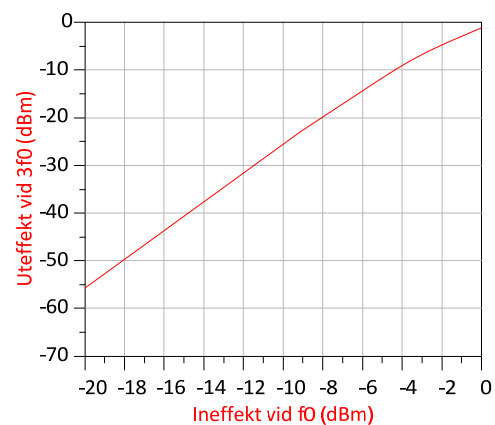
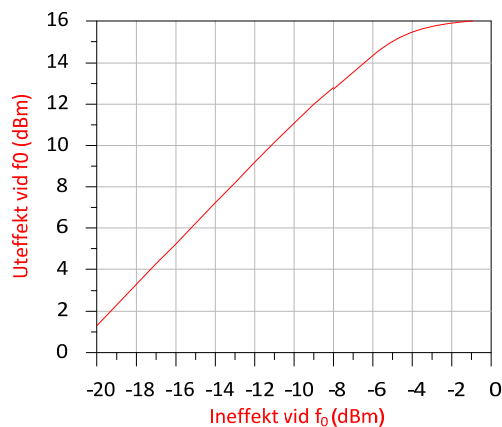
och brusparametrar $F_{\min} = 1.6 \text{ dB}$, $\Gamma_{\text{opt}} = 0.4 \angle 90^\circ$ och $R_N = 20 \Omega$

- 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 Γ_L , motivera valet
- Beräkna låbrusförstärkarens totala förstärkning, med matchningsnät, och uttryck svaret i dB

Ledningslängder kan uttryckas i våglängd

(4p)

5. Graferna nedan visar uteffekten från en låbrusförstärkare vid fundamentalfrekvensen samt tredje övertonen. Beräkna låbrusförstärkarens dynamiska område under antagandet att brusgolvet ligger på -100dBm.



(4p)

Tenta 130821

1 a) Normalisera och matcha i S.C

$$\bar{Z}_L = \frac{200}{50} = 4$$

$$\text{Ur S.C} \quad \begin{cases} x = 1.7 \\ b = 0 - (-0.43) = 0.43 \end{cases}$$

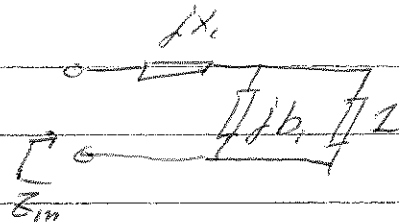
Normalisera tillbaks till $\bar{Z}_0 = 50 \Omega$

$$\begin{cases} \bar{X} = 50 \cdot 1.7 = \\ \bar{B} = \frac{0.43}{50} = \end{cases}$$

b) $L = \frac{\bar{X}}{\omega} = \frac{50 \cdot 1.7}{2\pi \cdot 10^9} = 13.5 \text{ nH}$

$$C = \frac{\bar{B}}{\omega} = \frac{0.43}{50 \cdot 2\pi \cdot 10^9} = 1.37 \text{ pF}$$

c)



$$\bar{Z}_{in} = jX_1 + \frac{1}{1+jB_1}$$

$$S_{11} = \frac{\bar{Z}_{in} - 1}{\bar{Z}_{in} + 1} = 0.59 \angle 61^\circ$$

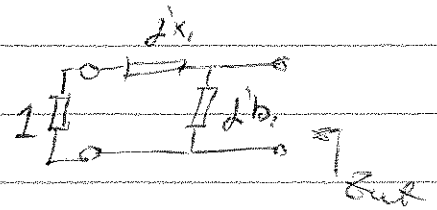
$$S_{21} = \frac{V_2^-}{V_1^+} \Big|_{V_2^+ = 0}$$

$$V_2^- = V_2 = V_1 \times \frac{\frac{1}{1+jB_1}}{\bar{Z}_{in}} = V_1^+ (1 + S_{11}) \frac{\frac{1}{1+jB_1}}{jX_1 + \frac{1}{1+jB_1}} = \frac{V_1^+ (1 + S_{11})}{1 + jX_1 (1 + jB_1)}$$

$$\Rightarrow S_{21} = \frac{1 + S_{11}}{1 - X_1 B_1 + jX_1} = 0.81 \angle -59.2^\circ$$

c)

$$S_{12} = \frac{V_1^-}{V_2^+} \Big|_{V_1^+ = 0}$$



$$S_{22} = \Gamma_{out} = \frac{Z_{out} - 1}{Z_{out} + 1}$$

$$Z_{out} = \frac{1}{\frac{1}{1+jx_1} + jb_1} = \frac{1+jx_1}{1+jb_1(1+jx_1)} =$$

$$S_{22} = \frac{Z_{out} - 1}{Z_{out} + 1} =$$

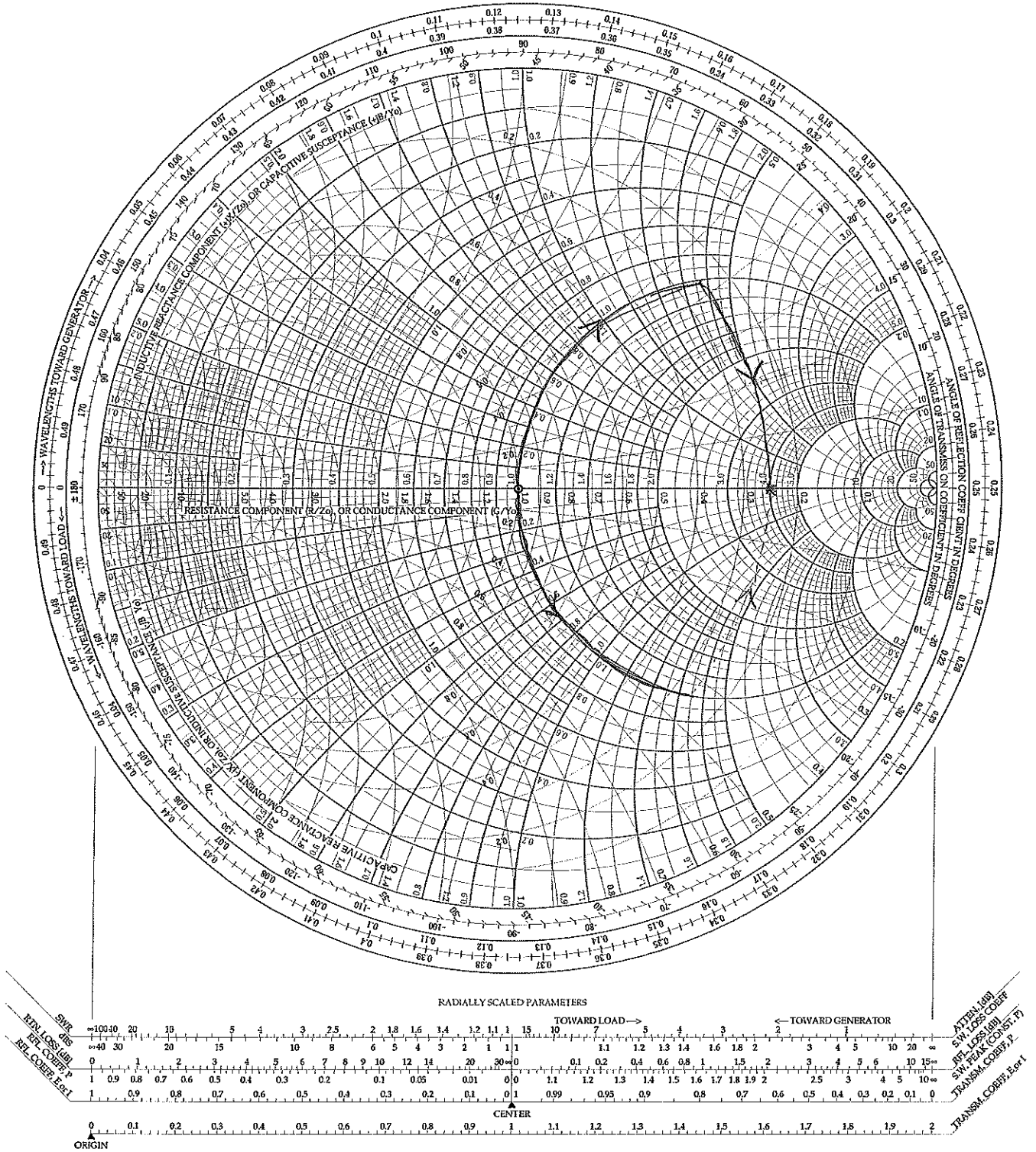
$$V_1^- = V_1 = V_2 \times \frac{1}{1+jx_1} = \frac{V_2^+ (1+S_{22})}{1+jx_1} =$$

$$S_{12} = \frac{V_1^-}{V_2^+} = \frac{1+S_{22}}{1+jx_1} = 0.81 \angle -59^\circ$$

$$S_{22} = 0.59 \angle 1^\circ$$

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

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



2) a) $MSG = \frac{|s_{21}|}{|s_{22}|} = 420 \quad (52.5 \text{ dB}) \Rightarrow \text{Möjligt}$

b) testa stabilitet: $\left. \begin{array}{l} K = 0.276 \\ |K| = 0.68 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Pot unstable}$

stabilitetscirklar

$$C_s = 1.0465 \angle -138^\circ$$

$$R_s = 0.138$$

Plotta i S.C och bestäm resistans för stabilisering

Ur S.C ser vi att en ganska liten resistans $R = 3 \Omega$ i serie på ingång räcker för att stabilisera

Omvandla $[S] \Rightarrow [Z]$

Lägg på $[Z]_{N_3} = [Z] + \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$

Omvandla tillbaks till $[S]_{N_3}$

konstatera stabilitet $K_{u3} = 1.01$
 $|D| = 0.6285^- \} \Rightarrow \text{Stabil}$

Beräkna

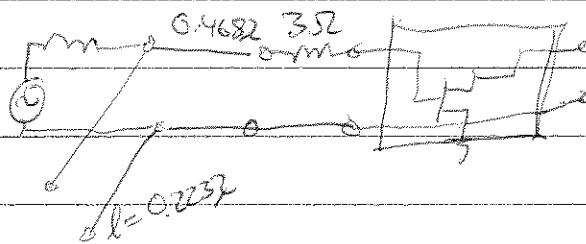
$$G_{T, \max} = 356.6^{\text{dB}}$$

Materna bilateralt med (6.43 - 6.44)

$$\Gamma_{ms} = 0.979 / -138^\circ$$

$$\Gamma_{ml} = 0.98 / 87^\circ$$

Matchningsmat för ingång



$$3. \quad Z_L = 250 + j \cdot 24 \cdot 3 \cdot 10^9 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 250 + j 720$$

$$\bar{Z}_L = 5 + j 124 \approx 5 + j 3.77$$

markere i SC

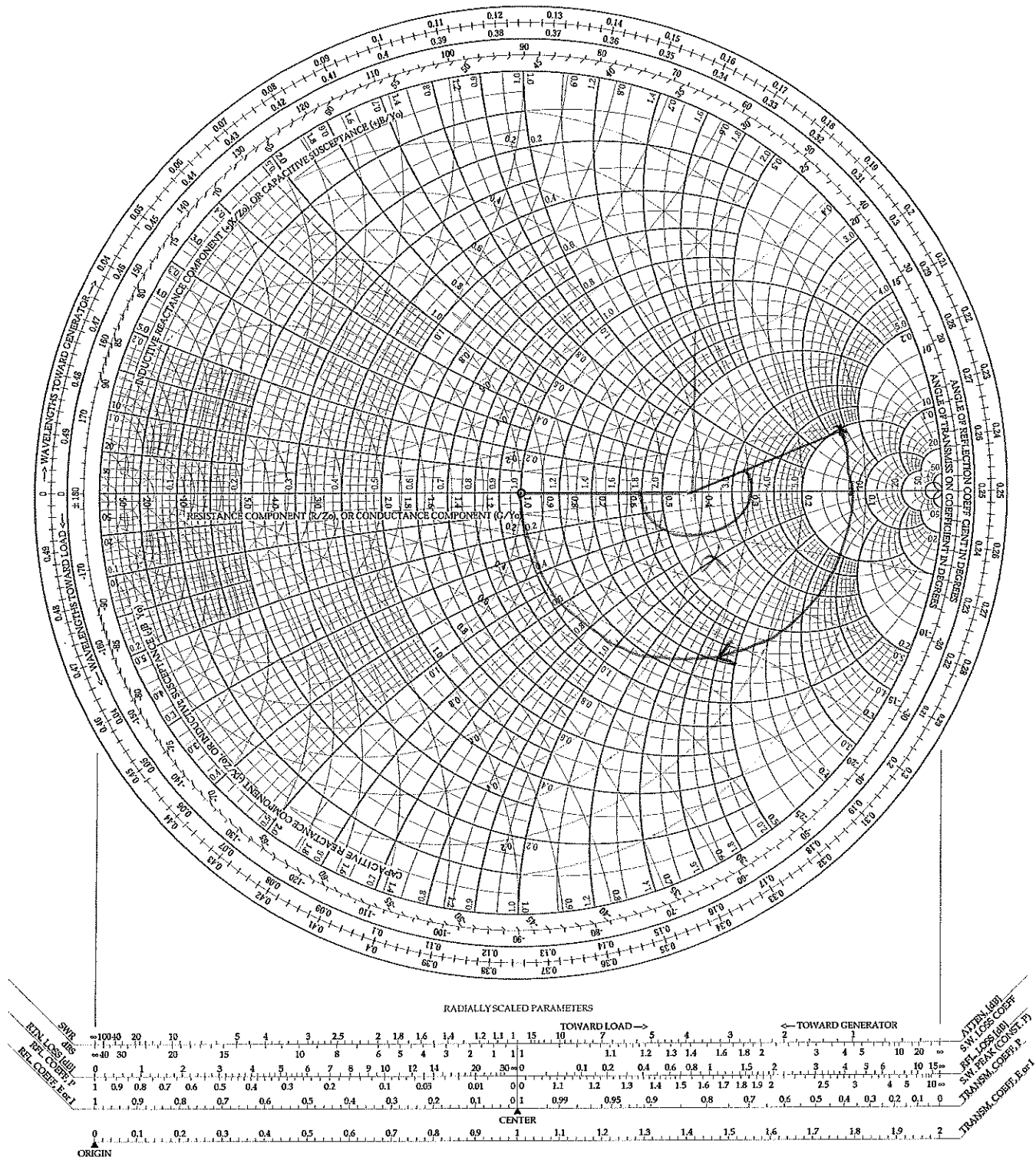
identifiere cirkel for rotation med 50Ω

$$Z_0 = \sqrt{85} \cdot 50 = 145 \Omega$$

$$l = \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{\lambda}{2} \approx \frac{210}{360} \cdot \frac{1}{2} \lambda \approx 0.32$$

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

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



4) a) brusnivåer beräknas med formelerna
 $(6.61) + (6.62)$

$$C_{RdB} = 0.26 / 90^\circ \quad C_{F3dB} = 0.286 / 90^\circ$$

$$R_{RdB} = 0.28 \quad R_{F3dB} = 0.5$$

Rita in i S.C

b) Välj den punkt på 2dB bruscirkel som ligger närmast S_{11}^*

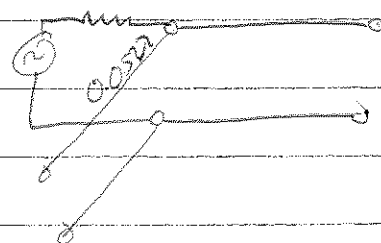
Genom att räkna fram 0dB konst-gårn cirkel, eller en snabb reflektion inser vi att bästa möjliga gain från käll-nät är $G_c = 0.8B$, detta erhålls för

$$\Gamma_c = 0.18 / 143^\circ$$

c) Välj t.ex. enhalstubs matchn nät

$$\text{t.ex } l = 0.0522$$

$$d = (0.063 + 0.053)2 = 0.1182$$



d) Utgången konjugatmatchas för max gain

$$\Gamma_L = 0.6 / 90^\circ$$

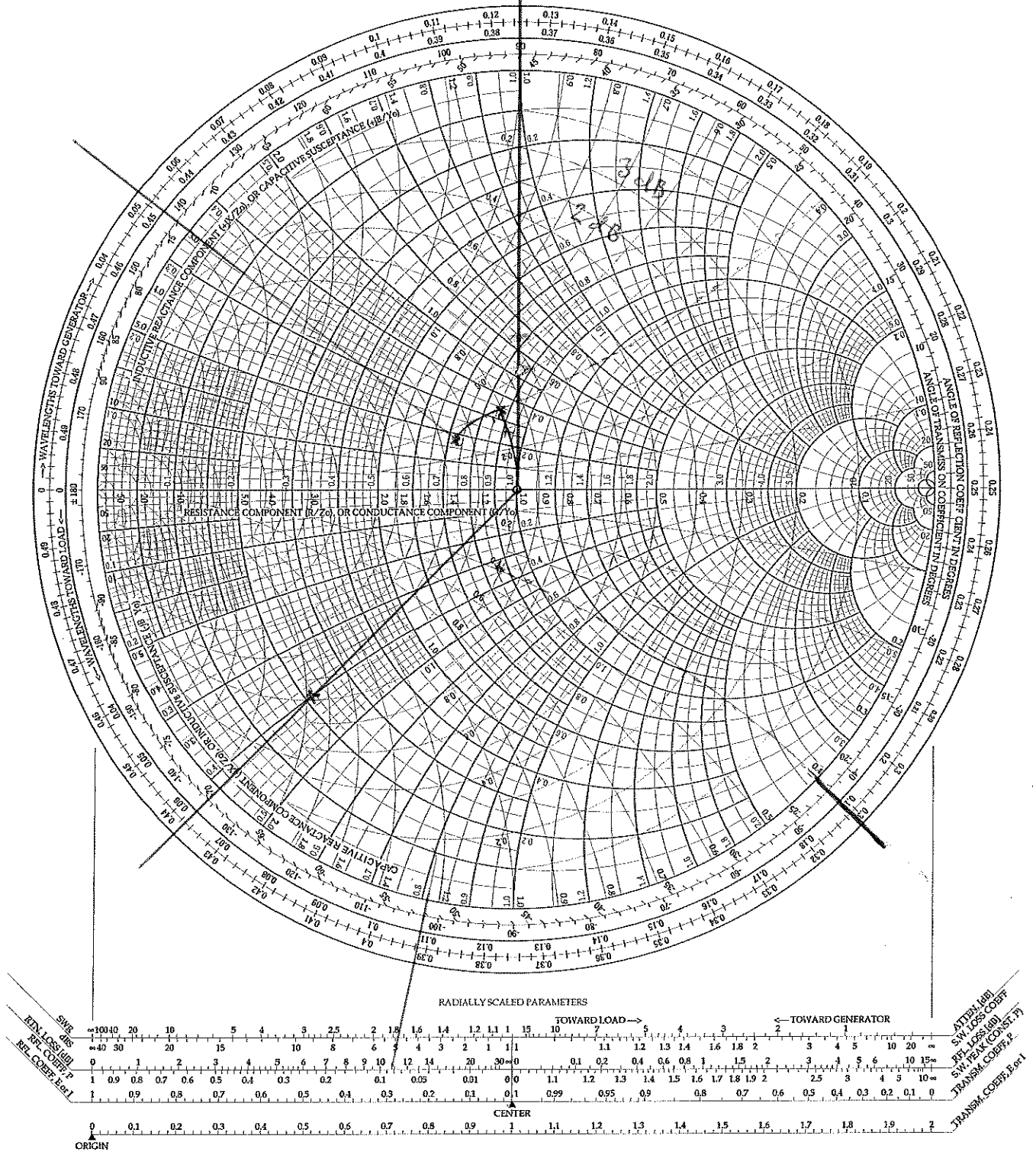
e) Beräkna förstärkning med givna M_1, M_2

$$G_T = \frac{1 - |M_1|^2}{1 - S_{11} M_1} |S_{21}|^2 \frac{1}{1 - |S_{22}|^2} = 9.07$$

$$G_{T, dB} = 9.5 \text{ dB}$$

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

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



5) För en LNA betraktas spurious free dynamiskt område enligt Fig. 3.29 i handbok.

Ur hagra figuren fås

$$P_3 = m + k \cdot P_{in} \quad (1)$$

$$k = \frac{-25 - (-55)}{-10 - (-20)} = \frac{30}{10} = 3 \quad (2)$$

$$(2) \text{ i } (1) \Rightarrow m = P_3 - k \cdot P_{in} = -55 - 3 \cdot (-20) = 5$$

$$\Rightarrow P_3 = 5 + 3 \cdot P_{in}$$

$$\Rightarrow P_{in} = \frac{P_3 - 5}{3} = \frac{-100 - 5}{3} = \frac{-105}{3} = -34.7$$

$\Rightarrow 3^e$ overtönen drunknar i brusgolvet d.v.

$$P_{in} = -34.7 \text{ dBm}$$

$$\Rightarrow DRP$$

$$\text{linjärisera } P_1 = m_1 + k_1 P_{in}$$

$$m_1 = P_1 - k_1 P_{in} = 1 - 1 \cdot (-20) = 21$$

$$\Rightarrow P_1(P_{in} = -34.7) = 21 + 1 \cdot (-34.7) = -13.7$$

$$DRP = -13.7 - (-100) = 86.3 \text{ (dB)}$$