HFT 59, Tentamen i högfrekvensteknik, EEM021 2018-01-08 i H-salar. Längd: 4 timmar.

Tillåtna hjälpmedel:	Beta, Physics Handbook, valfri kalkylator, formelsamling i Elektromagnetisk fältteori av Eva Palmgren, egna anteckningar i formelsamlingen och på ett ensidigt A4 blad (dock inte lösningar till uppgifter).
Frågor uppg 1-6	Vincent Desmaris, tel ankn. 1846 Sascha Krause tel ankn. 1851
Frågor uppg 7	Hans Hjelmgren, tel ankn. 0705201346
Resultatet	Anslås på kursens hemsida.
Granskning	Sker på tid och plats som anges på kurshemsida.
Betygsgränser	Med minst 30% av poängen för de 4 olika delarna, samt 24p för betyg 3, 36p för betyg 4 och 48p för betyg 5.
Observera	Omotiverade lösningar kan ge poängavdrag!

Duggadelen

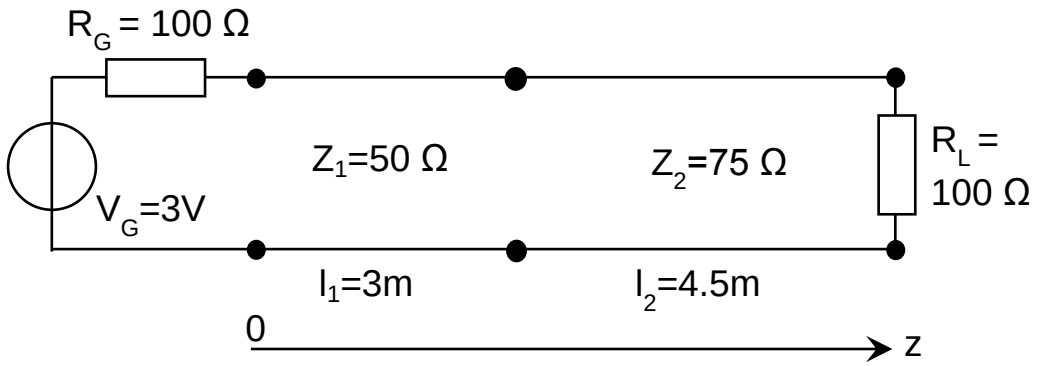
Poängen på uppgift 1 kan ersättas med resultatet på första uppgiften på duggan.
Poängen på uppgift 2 kan ersättas med resultatet på andra uppgiften på duggan.
Poängen på uppgift 7 kan ersättas med resultatet på tredje uppgiften på duggan.

Transmissionsledning

<u>Uppgift 1 (7p):</u>

Två förlustfria ledningar med olika karakteristiska impedanser (Z_1 och Z_2) och längder (l_1 och l_2) har kopplats till en steggenerator och en last enligt figuren nedan. Vid t=0, slås generatorn på och genererar en spänning Vg=3V.

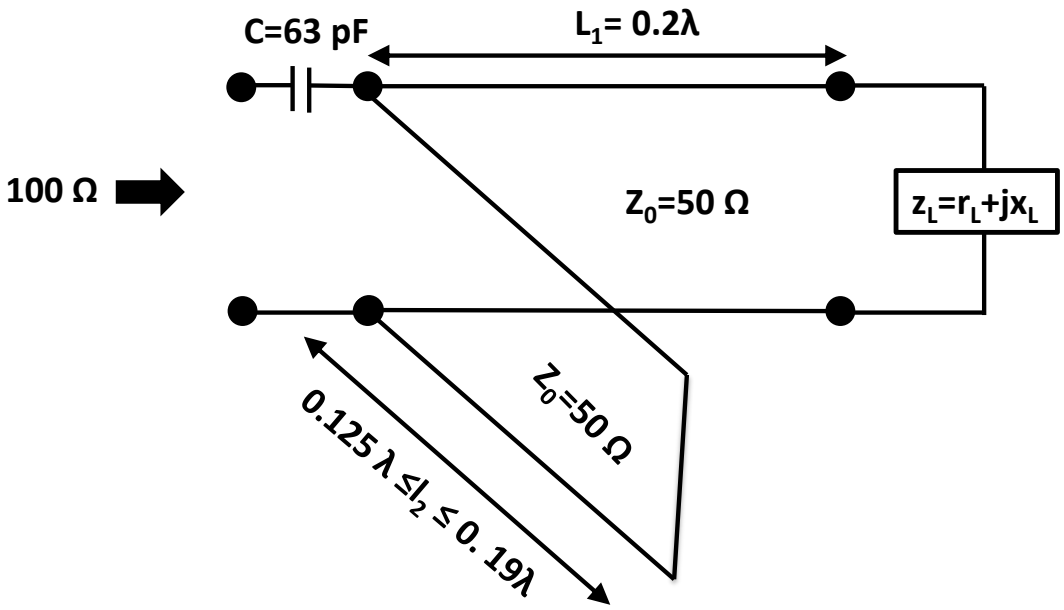
a) Rita reflektionsdiagrammet för tidsintervallen 0ns till 50ns.
b) Rita spänningen vid ingången z=0 från 0ns till 50ns.



Hint! Anta att vågfronten utbreder sig med ljusets hastighet i båda transmissionsledningarna.

Uppgift 2 (10p):

a) ***Visa på Smithdiagrammet vilka normaliserade impedanser ($z_L=r_L+jx_L$) som kan anpassas vid 50 MHz till 100 Ohm enligt följande krets, med en varierbar stubb.***
b) ***Vad är de minsta och största värdena på r_L och x_L för lasterna som kan anpassas?***



Hint! Anta förlustfria ledningar

Vågledare:

Uppgift 3 (7p):

Den lägsta resonansfrekvensen för en cylindrisk hålrumsresonator (av radie *a*=2cm och höjd *d*) är 4.5 GHz när den är fylld med luft. Man fyller sedan hålrumsresonatorn med ett okänt dielektriskt material och konstaterar att den fortfarande resonerar vid 4.5 GHz, enligt moden som har följande magnetiska fält i z-riktningen:

$$H_z = H_0 J_0\left(\frac{3.832\cdot\rho}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi\cdot z}{d}\right)$$

a) ***Vilken mod används för att utföra den noggranna mätningen av dielektricitets konstanten av materialet som fyller kaviteten?***
b) ***Bestäm höjden på kaviteten samt relativa permittiviteten av det okända dielektriska materialet.***

Uppgift 4 (10p):

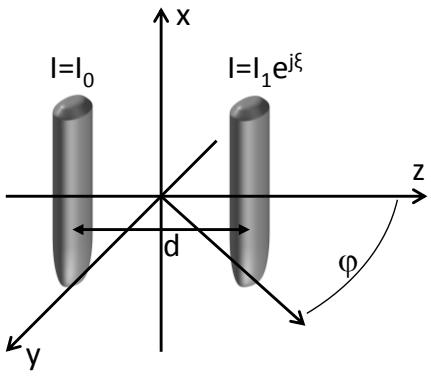
En signal utbreder sig i en rektangulär vågledare (b/a=0.4) vid 15 GHz. Vågimpedansen (Z_{TE}) är då 480 Ω.

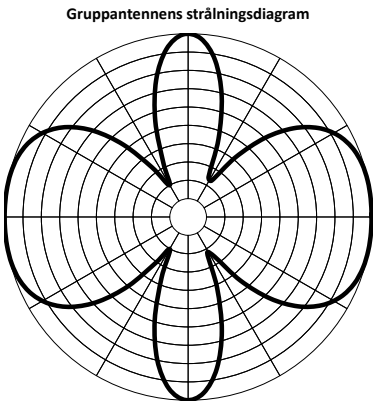
a) ***Beräkna brytfrekvensen för TE_{10} moden i vågledaren.***
b) ***Beräkna den "ledna" våglängden (λ_g) för signalen som utbreder sig i vågledaren.***
c) ***Beräkna signalens hastighet.***
d) ***Beräkna brytfrekvensen för TE_{11} och TE_{12} moderna för vågledaren.***

Antenner:

Uppgift 5 (10p):

En gruppantenn består av två parallella halv-vågsdipoler. Dipolerna matas av två olika strömmar (I_0 och $I_1e^{j\xi}$, $I_0 \neq I_1$). Avståndet mellan antennerna är d. Vi mäter nedanstående strålningsdiagram för antennen.



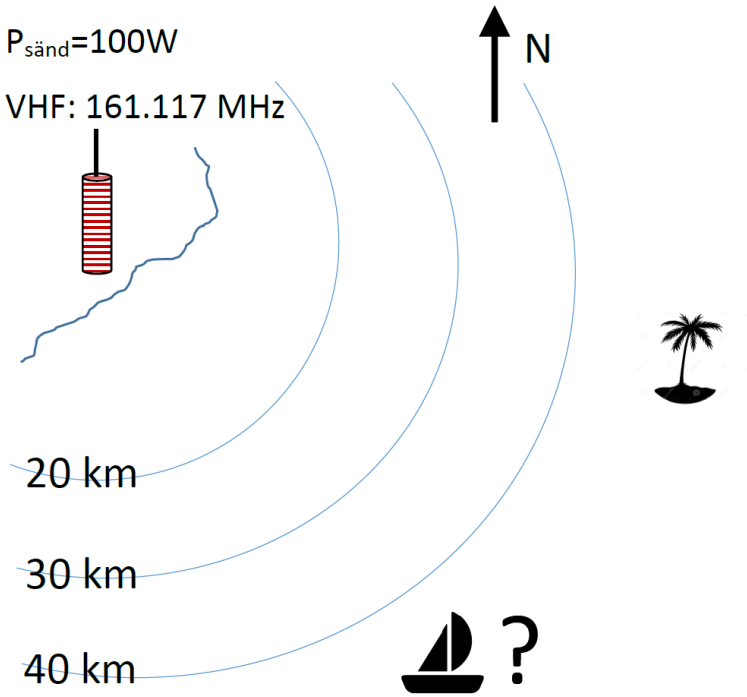


Bestäm avståndet (d) mellan antennerna samt fasskillnaden mellan de strömmar som matar antennerna.

Uppgift 6 (6p):

En segelbåt är till sjöss, dock har besättningen slarvat med navigeringen. Lyckligtvis har kaptenen pluggat högfrekvensteknik och kan bestämma sin exakta position med följande information. En VHF station utrustad med en Hertz dipol antenn sänder ut radiosignaler. Båten har en halv-våglängds dipol antenn på masttoppen. Kaptenen vet var de befinner sig just när radiosignalen kan detekteras med båtens mottagare som har detekteringsnivå på P_{detekt}=6nW. En liten ö är synlig i östlig riktning (90˚) men man kan inte bestämma avståndet till ön.

Markera på kartan nedan var båten befinner sig när radiosignalen detekteras.

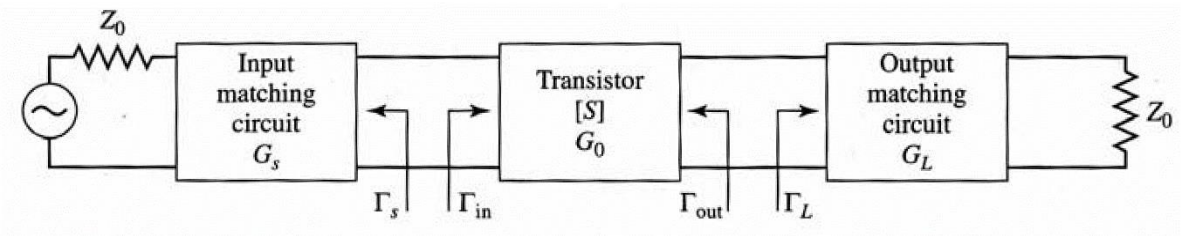


Mikrovågsteknik

Uppgift 7 (10p):

Konstruera en småsignal-förstärkare för maximal förstärkning vid 6,0 GHz m.h.a. transistorn ATF-55143 och två förlustfria anpassningsnät, se figur nedan. I arbetspunkten V_{DS}=2 V, I_{DS}=15 mA har transistorn nedanstående spridningsparametrar. Systemimpedansen Z_0=50 Ω.

Frekvens (GHz)	S_{11}	S_{21}	S_{12}	S_{22}
5,0	0,541∠145,1°	4,020∠28,4°	0,096∠-3,0°	0,225∠-104,3°
6,0	0,554∠119,1°	3,384∠9,0°	0,101∠-12,7°	0,183∠-120,8°
7,0	0,574∠97,0°	2,917∠-9,1°	0,105∠-23°	0,150∠-138,4°

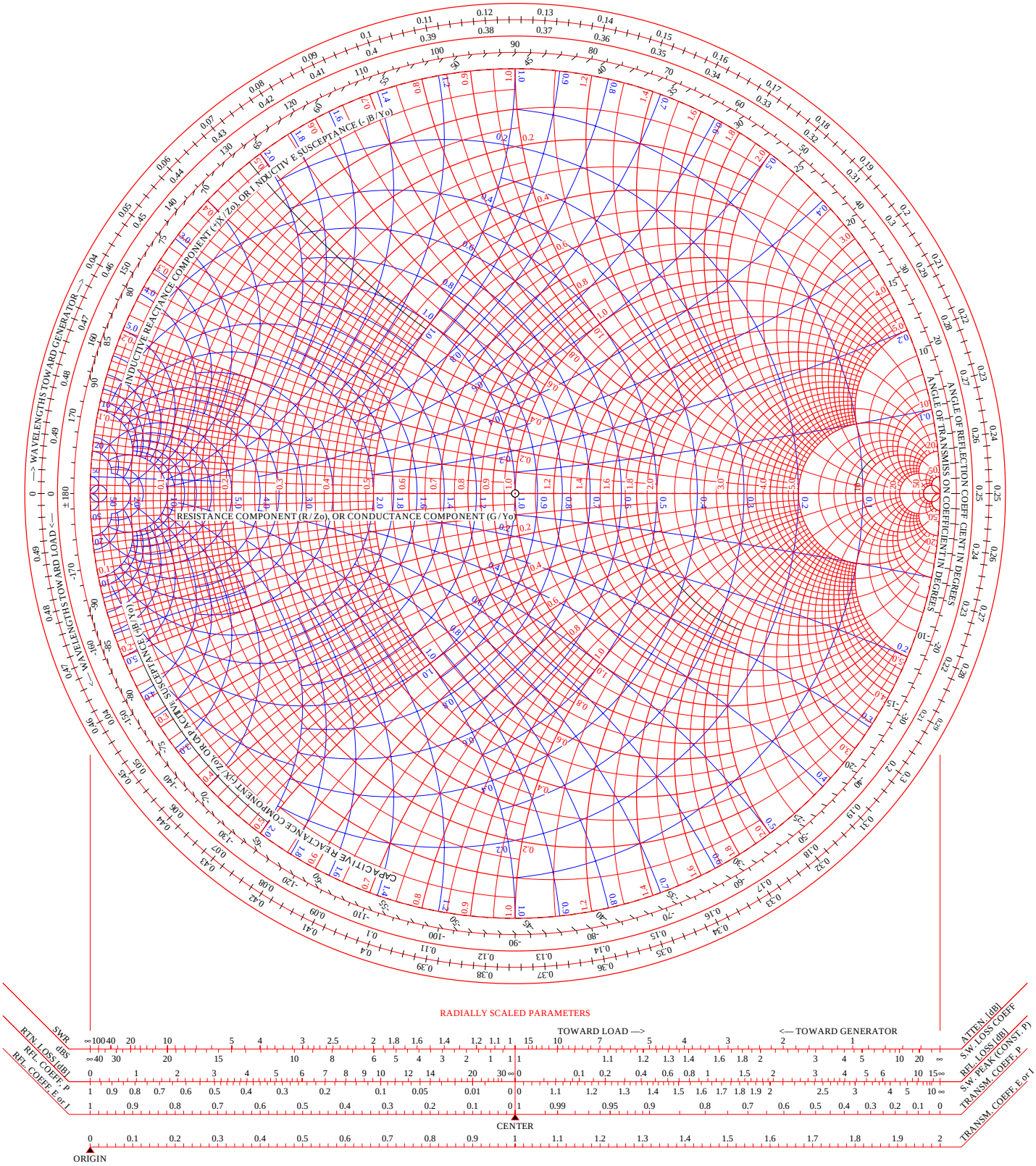


a) (2p) Bestäm reflektionskoefficienterna Γ_S och Γ_L för konjugatanpassning. Antag att transistorn är unilateral.

b) (8p) Konstruera förlustfria anpassningsnät på ingång och utgång med diskreta komponenter (i L-konfiguration) för 6,0 GHz. Använd bifogat Z/Y-Smithdiagram. Markera tydligt alla förflyttningar och avläsningar i Smith-diagrammet, riv ut det och bifoga det till din lösning.

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	COLOR BY J. COLVIN, UNIVERSITY OF FLORIDA, 1997	DATE

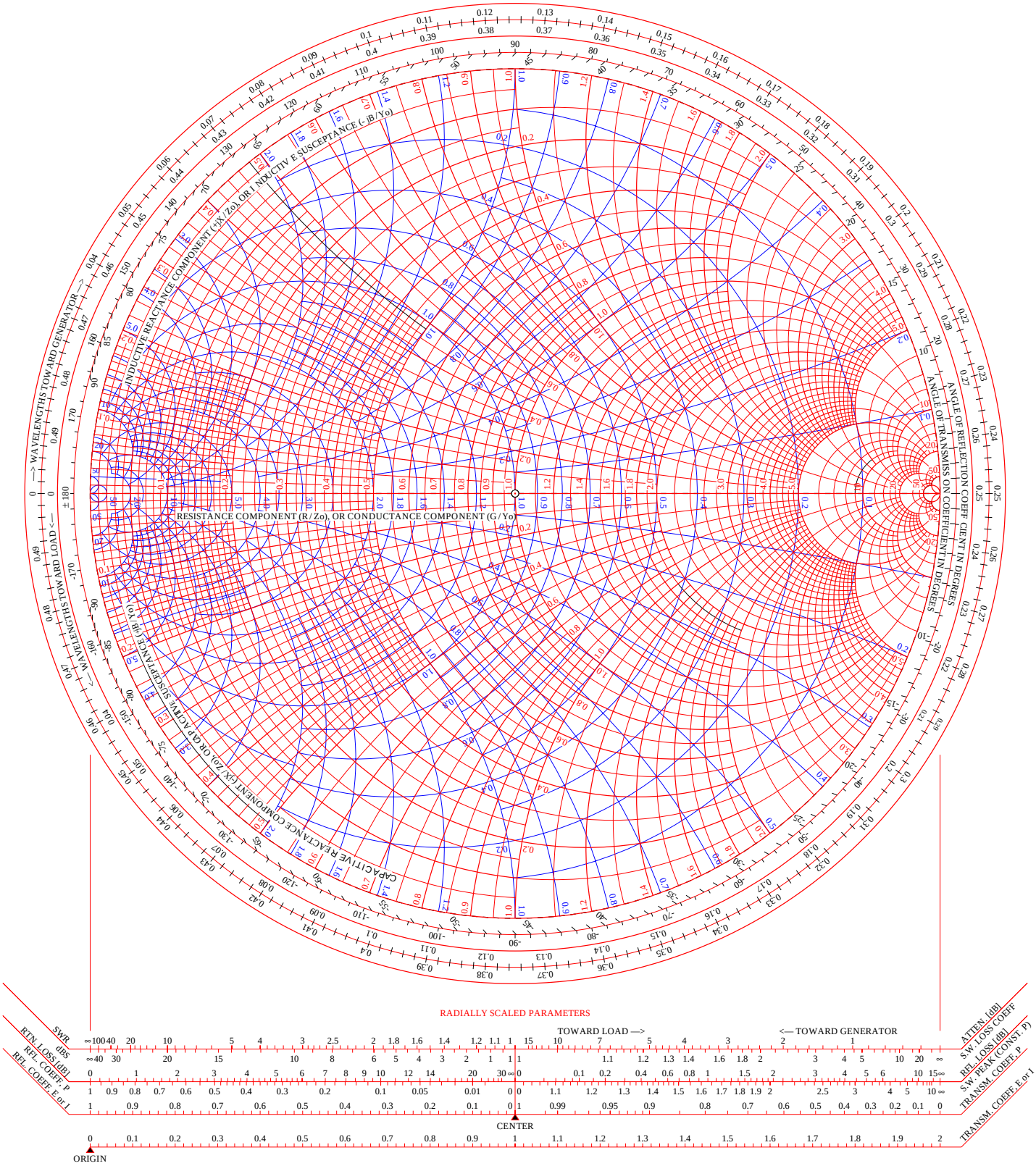
NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



RADIALLY SCALED PARAMETERS

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	COLOR BY J. COLVIN, UNIVERSITY OF FLORIDA, 1997	DATE

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



RADIALLY SCALED PARAMETERS

HFT 59, Tentamen i högfrekvensteknik, EEM021 2018-01-08 i H-salar. Längd: 4 timmar.

Tillåtna hjälpmedel:	Beta, Physics Handbook, valfri kalkylator, formelsamling i Elektromagnetisk fältteori av Eva Palmgren, egna anteckningar i formelsamlingen och på ett ensidigt A4 blad (dock inte lösningar till uppgifter).
Frågor uppg 1-6	Vincent Desmaris, tel ankn. 1846 Sascha Krause tel ankn. 1851
Frågor uppg 7	Hans Hjelmgren, tel ankn. 0705201346
Resultatet	Anslås på kursens hemsida.
Granskning	Sker på tid och plats som anges på kurshemsida.
Betygsgränser	Med minst 30% av poängen för de 4 olika delarna, samt 24p för betyg 3, 36p för betyg 4 och 48p för betyg 5.
Observera	Omotiverade lösningar kan ge poängavdrag!

Duggadelen

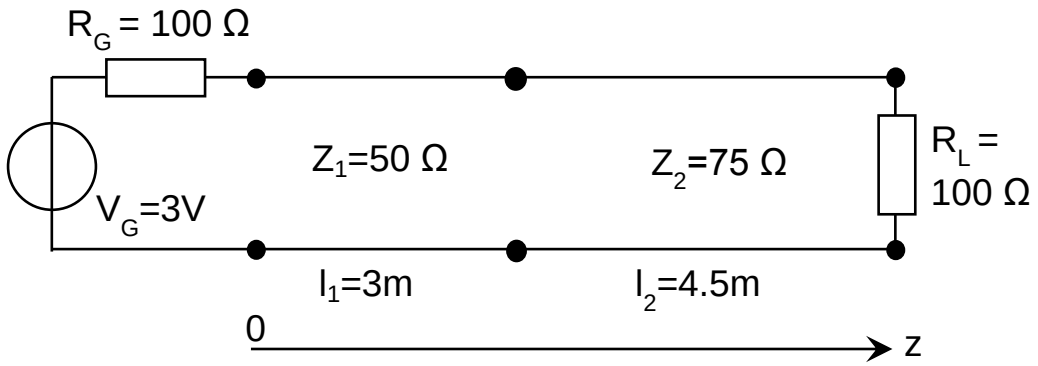
Poängen på uppgift 1 kan ersättas med resultatet på första uppgiften på duggan.
Poängen på uppgift 2 kan ersättas med resultatet på andra uppgiften på duggan.
Poängen på uppgift 7 kan ersättas med resultatet på tredje uppgiften på duggan.

Transmissionsledning

<u>Uppgift 1 (7p):</u>

Två förlustfria ledningar med olika karakteristiska impedanser (Z_1 och Z_2) och längder (l_1 och l_2) har kopplats till en steggenerator och en last enligt figuren nedan. Vid t=0, slås generatorn på och genererar en spänning Vg=3V.

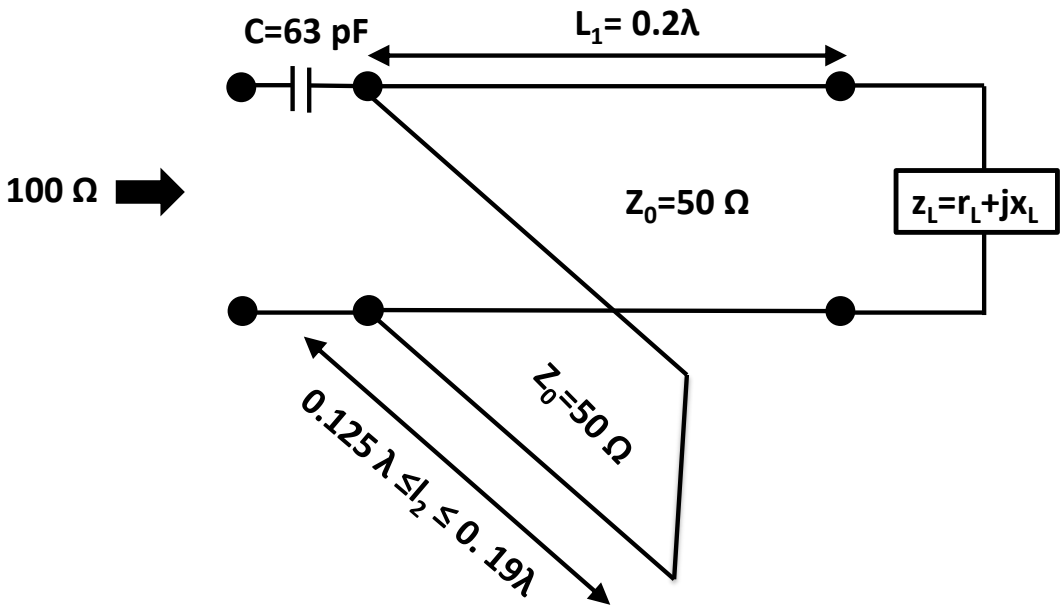
a) Rita reflektionsdiagrammet för tidsintervallen 0ns till 50ns.
b) Rita spänningen vid ingången z=0 från 0ns till 50ns.



Hint! Anta att vågfronten utbreder sig med ljusets hastighet i båda transmissionsledningarna.

Uppgift 2 (10p):

a) ***Visa på Smithdiagrammet vilka normaliserade impedanser ($z_L=r_L+jx_L$) som kan anpassas vid 50 MHz till 100 Ohm enligt följande krets, med en varierbar stubb.***
b) ***Vad är de minsta och största värdena på r_L och x_L för lasterna som kan anpassas?***



Hint! Anta förlustfria ledningar

Vågledare:

Uppgift 3 (7p):

Den lägsta resonansfrekvensen för en cylindrisk hålrumsresonator (av radie *a*=2cm och höjd *d*) är 4.5 GHz när den är fylld med luft. Man fyller sedan hålrumsresonatorn med ett okänt dielektriskt material och konstaterar att den fortfarande resonerar vid 4.5 GHz, enligt moden som har följande magnetiska fält i z-riktningen:

$$H_z = H_0 J_0\left(\frac{3.832\cdot\rho}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi\cdot z}{d}\right)$$

a) ***Vilken mod används för att utföra den noggranna mätningen av dielektricitets konstanten av materialet som fyller kaviteten?***
b) ***Bestäm höjden på kaviteten samt relativa permittiviteten av det okända dielektriska materialet.***

Uppgift 4 (10p):

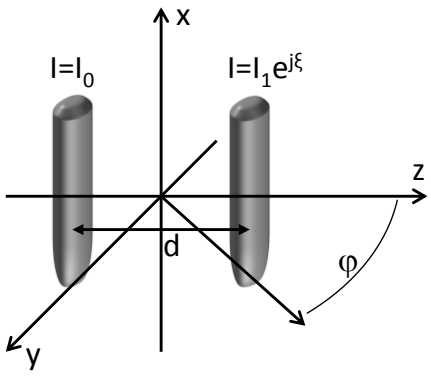
En signal utbreder sig i en rektangulär vågledare (b/a=0.4) vid 15 GHz. Vågimpedansen (Z_{TE}) är då 480 Ω.

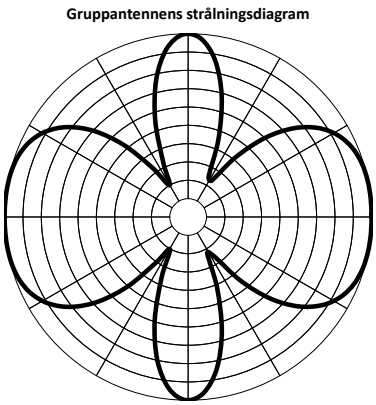
a) ***Beräkna brytfrekvensen för TE_{10} moden i vågledaren.***
b) ***Beräkna den "ledna" våglängden (λ_g) för signalen som utbreder sig i vågledaren.***
c) ***Beräkna signalens hastighet.***
d) ***Beräkna brytfrekvensen för TE_{11} och TE_{12} moderna för vågledaren.***

Antenner:

Uppgift 5 (10p):

En gruppantenn består av två parallella halv-vågsdipoler. Dipolerna matas av två olika strömmar (I_0 och $I_1e^{j\xi}$, $I_0 \neq I_1$). Avståndet mellan antennerna är d. Vi mäter nedanstående strålningsdiagram för antennen.



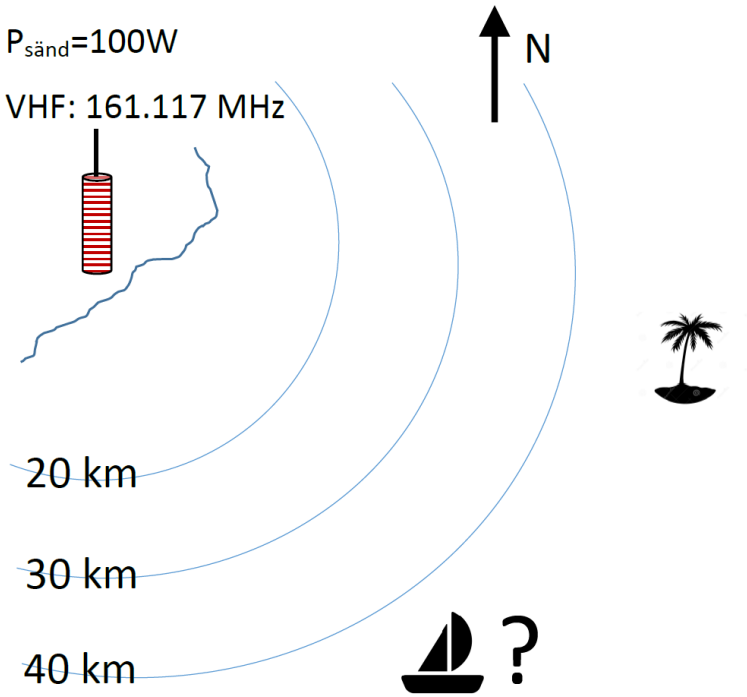


Bestäm avståndet (d) mellan antennerna samt fasskillnaden mellan de strömmar som matar antennerna.

Uppgift 6 (6p):

En segelbåt är till sjöss, dock har besättningen slarvat med navigeringen. Lyckligtvis har kaptenen pluggat högfrekvensteknik och kan bestämma sin exakta position med följande information. En VHF station utrustad med en Hertz dipol antenn sänder ut radiosignaler. Båten har en halv-våglängds dipol antenn på masttoppen. Kaptenen vet var de befinner sig just när radiosignalen kan detekteras med båtens mottagare som har detekteringsnivå på P_{detekt}=6nW. En liten ö är synlig i östlig riktning (90˚) men man kan inte bestämma avståndet till ön.

Markera på kartan nedan var båten befinner sig när radiosignalen detekteras.

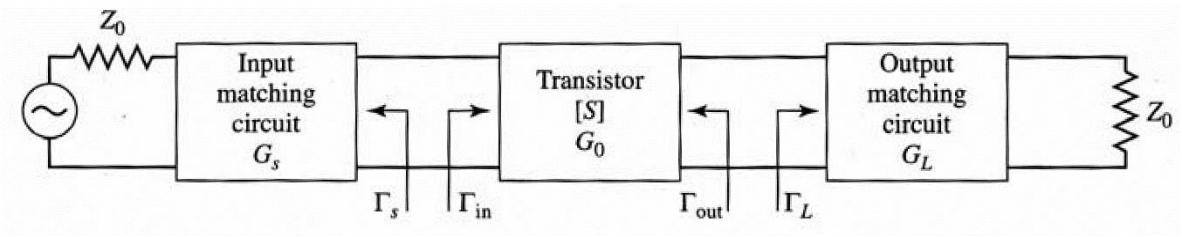


Mikrovågsteknik

Uppgift 7 (10p):

Konstruera en småsignal-förstärkare för maximal förstärkning vid 6,0 GHz m.h.a. transistorn ATF-55143 och två förlustfria anpassningsnät, se figur nedan. I arbetspunkten V_{DS}=2 V, I_{DS}=15 mA har transistorn nedanstående spridningsparametrar. Systemimpedansen Z_0=50 Ω.

Frekvens (GHz)	S_{11}	S_{21}	S_{12}	S_{22}
5,0	0,541∠145,1°	4,020∠28,4°	0,096∠-3,0°	0,225∠-104,3°
6,0	0,554∠119,1°	3,384∠9,0°	0,101∠-12,7°	0,183∠-120,8°
7,0	0,574∠97,0°	2,917∠-9,1°	0,105∠-23°	0,150∠-138,4°

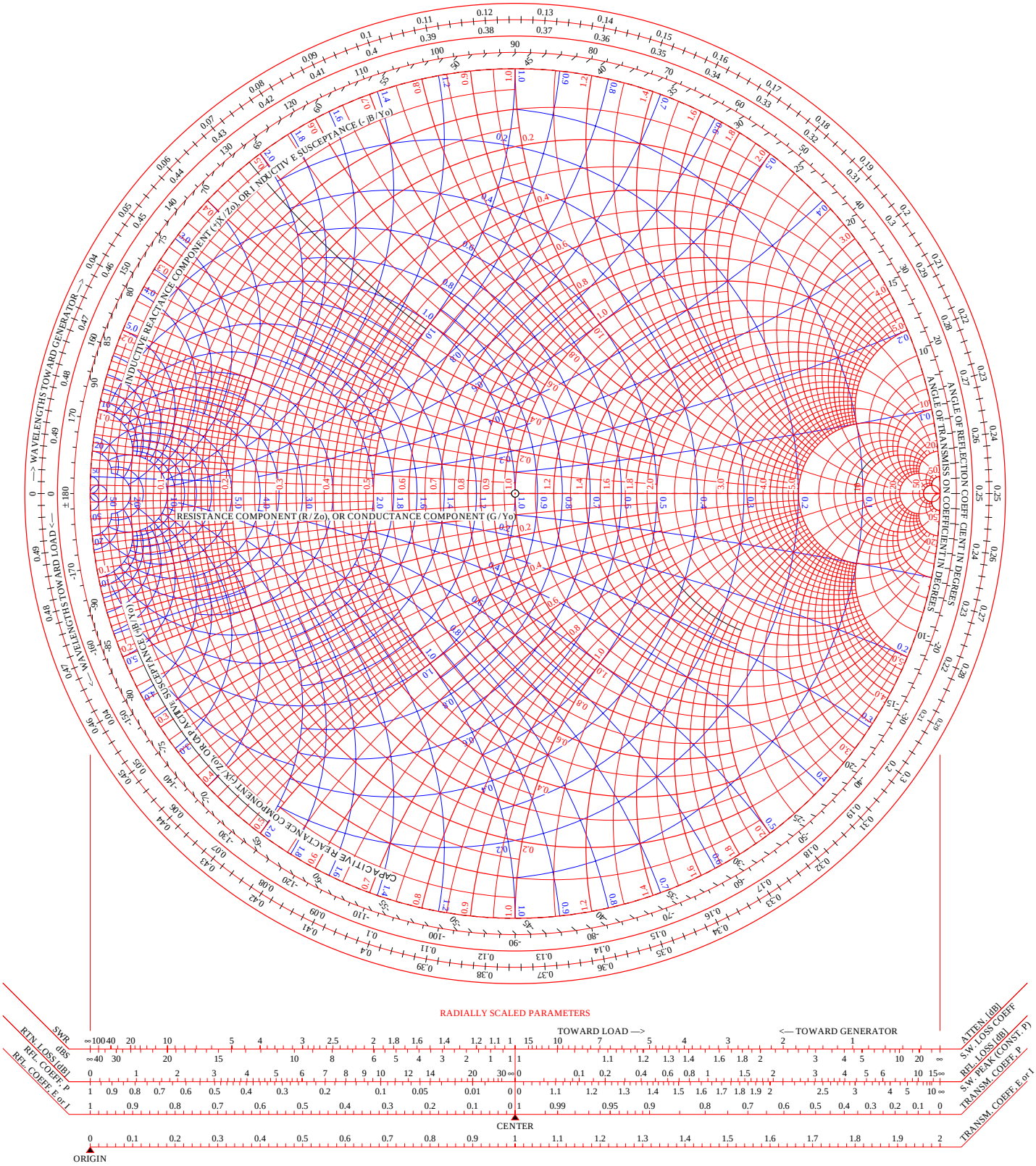


a) (2p) Bestäm reflektionskoefficienterna Γ_S och Γ_L för konjugatanpassning. Antag att transistorn är unilateral.

b) (8p) Konstruera förlustfria anpassningsnät på ingång och utgång med diskreta komponenter (i L-konfiguration) för 6,0 GHz. Använd bifogat Z/Y-Smithdiagram. Markera tydligt alla förflyttningar och avläsningar i Smith-diagrammet, riv ut det och bifoga det till din lösning.

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	COLOR BY J. COLVIN, UNIVERSITY OF FLORIDA, 1997	DATE

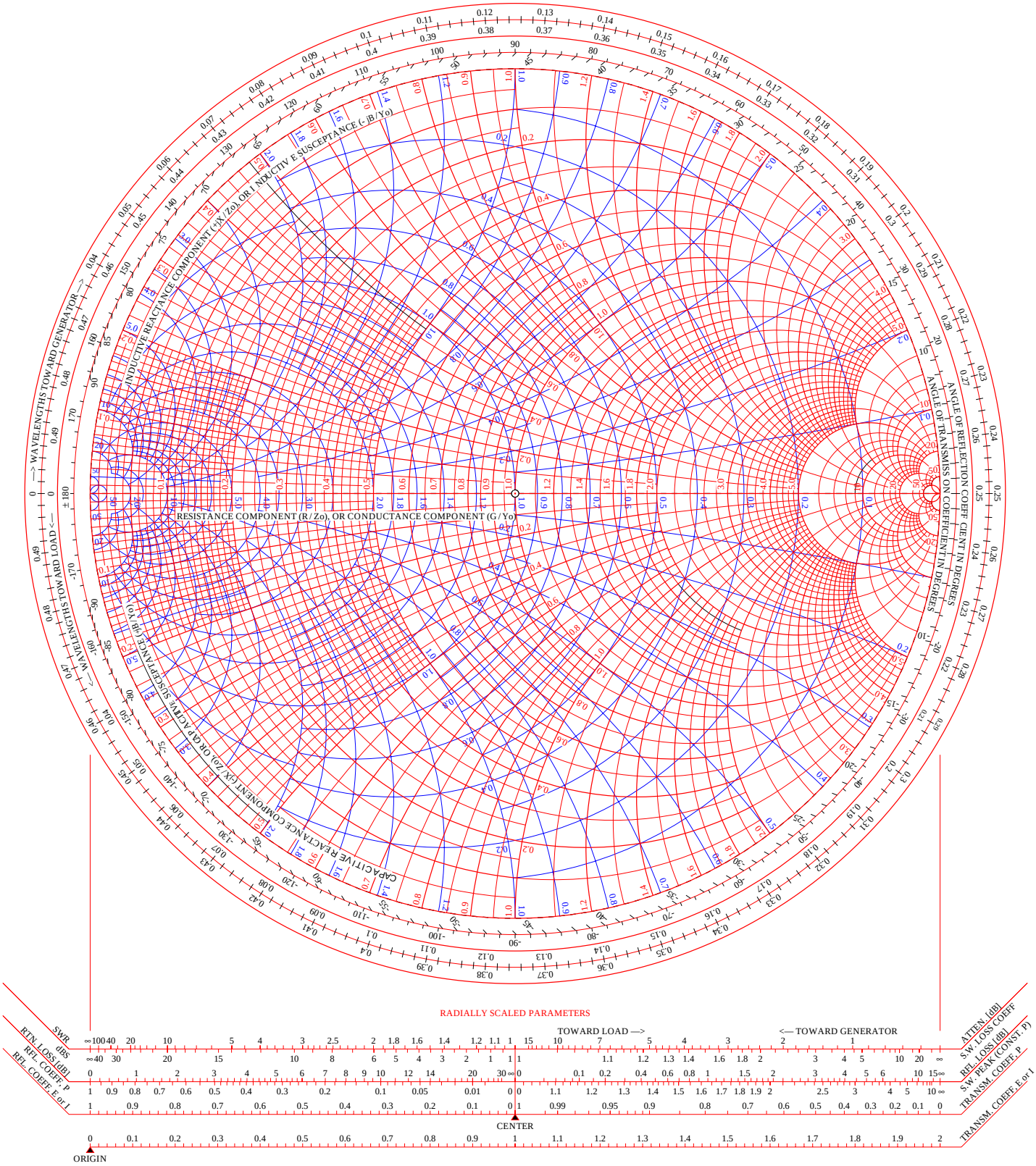
NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



RADIALLY SCALED PARAMETERS

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART FORM ZY-01-N	COLOR BY J. COLVIN, UNIVERSITY OF FLORIDA, 1997	DATE

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES



RADIALLY SCALED PARAMETERS