



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS

MICROONES

11 de Juny de 2007

Data notes provisionals: 25/06

Fi d'al·legacions: 28/06

Data notes revisades: 02/07

Professors: Adolf Comerón, Núria Duffo, Xavier Fàbregas i Francesc Torres.

Informacions addicionals:

- Cal realitzar **només tres** dels quatre problemes proposats
- Temps: 3 hores. Comenci cada exercici en un full apart.

PROBLEMA 1

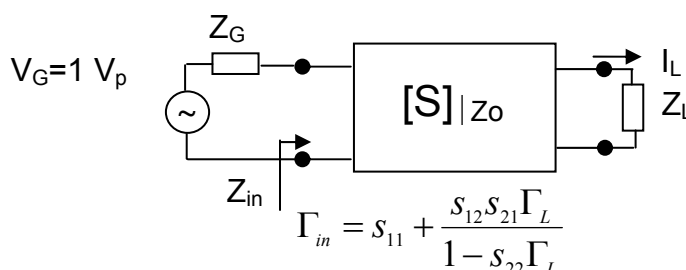
En el circuit de la figura, la xarxa de dos accessos s'excita amb un generador senoidal de tensió de pic en circuit obert $V_G=1\text{ V}_p$ i impedància interna $Z_G=Z_o=50\ \Omega$. La xarxa de dos accessos presenta la següent matriu de paràmetres de dispersió $[S]$, referida a Z_o :

$$[S] = \begin{bmatrix} \alpha \angle \phi & -j\beta \angle \phi \\ -j\beta \angle \phi & \alpha \angle \phi \end{bmatrix},$$

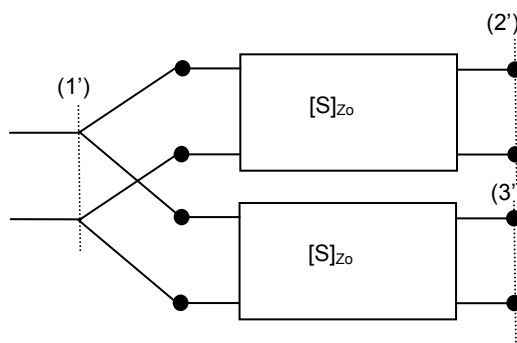
$$\beta = \sqrt{1 - \alpha^2},$$

$$\alpha < 1$$

on α i β són reals i positius



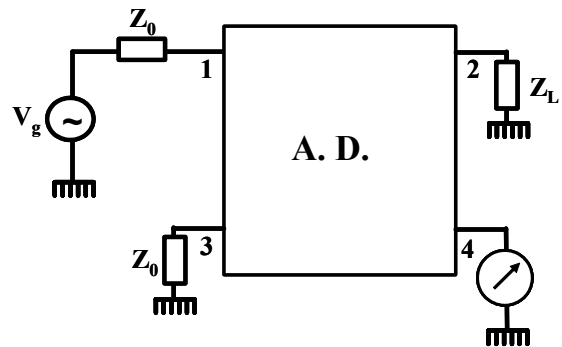
- Detalleu, **de forma raonada**, las propietats de la xarxa de dos accessos.
- Si $\phi=60^\circ$, determineu la longitud ℓ mínima expressada com una fracció de la longitud d'ona (λ) dels trams de línia de transmissió que hauria d'afegir en els accessos d'entrada y sortida per a que s_{11} i s_{22} fossin reals. Escriviu la matriu S resultant.
- Calculeu la màxima potència P_{\max} (**mW**) que pot lliurar el generador de la figura, així como l'ona de potència normalitzada a_1 (**\sqrt{W}**) que el generador produiria.
- Determineu el valor de α sabent que les pèrdues de retorn (adaptació a l'entrada) de la xarxa quan $Z_L=Z_o$ és de 9.54 dB. Calculeu la potència (**mW**) lliurada a una càrrega $Z_L=Z_o$, la potència dissipada per la xarxa de 2 accessos y la potència reflectida cap al generador.
- En el cas $\phi=0$, deriveu l'equació que relaciona V_g i el fasor de corrent I_L sobre la càrrega quan $Z_L=0$ en funció de V_g , α i Z_o . **En aquesta equació ha d'aparèixer explícitament els símbols V_g , I_L y α .** Determineu el valor I_L en mA.
- Calculeu el valor dels paràmetres s_{11}' y s_{21}' referits a Z_o d'una xarxa de tres accessos formada quan es connecten en paral·lel l'accés (1) de dues xarxes idèntiques a la de l'enunciat, tal i com s'indica a la figura adjunta (considereu $\phi=0$).



PROBLEMA 2

L'acoblador direccional sense pèrdues de la figura presenta la següent matriu de paràmetres S referits a $Z_0=50\Omega$

$$[S] = \begin{bmatrix} 0 & S_{12} & S_{13} & 0 \\ S_{12} & 0 & 0 & S_{13} \\ S_{13} & 0 & 0 & S_{12} \\ 0 & S_{13} & S_{12} & 0 \end{bmatrix} \quad |S_{12}| > |S_{13}|$$

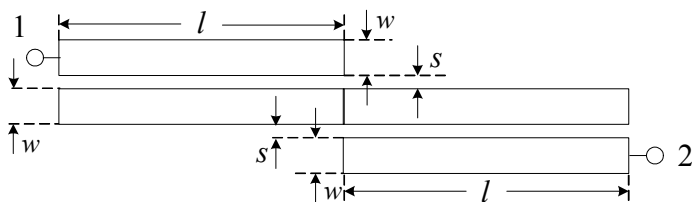


La potència disponible del generador és de 10 dBm, en el port 2 s'ha connectat una càrrega $Z_L=75\Omega$ i en el port 4 un detector de potència (adaptat al port).

- Indiqueu quins parells són els accessos desacoblats, els acoblats i les vies directes. Si la potència mesurada en el detector és de -15 dBm calculeu $|S_{12}|$, $|S_{13}|$ i $\arg(S_{12}S_{13}^*)$
- Determineu l'acoblament C(dB), les pèrdues d'inserció IL(dB) i la potència reflectida en el port 1 P_1^- (dBm)
- Quina càrrega s'hauria de connectar en el port 3 per aconseguir que la potència mesurada en el detector sigui $P_4=0W$.
- Si al circuit de l'apartat anterior li substituïm el detector de potència per un generador canònic idèntic al connectat al port 1 quina és la potència dissipada a la càrrega Z_L (P_2)
- Si l'acoblador presentés les següents no idealitats $|S_{jj}|=0,05$, $j=1,2,3,4$ i $|S_{14}|=|S_{23}|=0,03$ trobeu les pèrdues de retorn, l'aïllament i la directivitat (Nota: considereu que el canvi en els valors de $|S_{12}|$ i $|S_{13}|$ és negligible).

PROBLEMA 3

La figura mostra l'esquema d'un filtre de línies acoblades realitzat en strip-line sobre un substrat amb $\epsilon_r = 2.17$.



- Raoneu quin és l'ordre del filtre.
- Si la freqüència central és $f_0 = 10 \text{ GHz}$, determineu l .
- Sabent que la pèrdua d'inserció per al prototipus passa-baix d'un filtre amb resposta de Butterworth amb ampla de banda definit convencionalment a 3 dB és $L'(\omega') = 10 \log \left[1 + \left(\omega' / \omega_1' \right)^{2n} \right]$, on n és l'ordre del filtre, determineu l'ampla de banda a 3

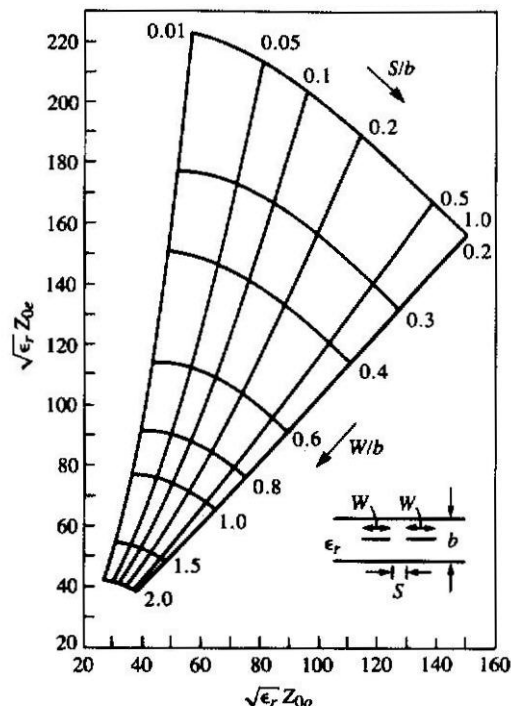
dB del filtre si es vol que l'atenuació a 9 GHz sigui de 10 dB. **Nota:** $\frac{\omega'}{\omega_1'} = \frac{1}{W} \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)$.

d) Determineu Z_{0e} i Z_{0o} per a les seccions de línies acoblades si la impedància de referència és $Z_0 = 50 \Omega$. **Nota:** $\bar{J}_{01} = \sqrt{\frac{\pi W}{2 \omega'_1 g_1}}$, $\bar{J}_{ii+1} = \frac{\pi W}{2 \omega'_1 \sqrt{g_i g_{i+1}}}$, $\bar{J}_{nn+1} = \sqrt{\frac{\pi W}{2 \omega'_1 g_n g_{n+1}}}$;

$$\bar{Z}_{0e} = \sqrt{1 + \bar{J}^2} + \bar{J}.$$

e) Determineu els valors aproximats de w/b i s/b , on b és el gruix del substrat, a partir de la gràfica adjunta. (indiqueu com hi arribeu sobre un esquema de la gràfica en el full que entregueu).

Valors dels elements del prototipus passa-baix per a filtres de Butterworth amb ample de banda definit a 3 dB					
$g_0 = 1, \omega'_1 = 1$					
Ordre	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
1	2.000	1.000			
2	1.414	1.414	1.000		
3	1.000	2.000	1.000	1.000	
4	0.7654	1.848	1.848	0.7654	1.000



PROBLEMA 4

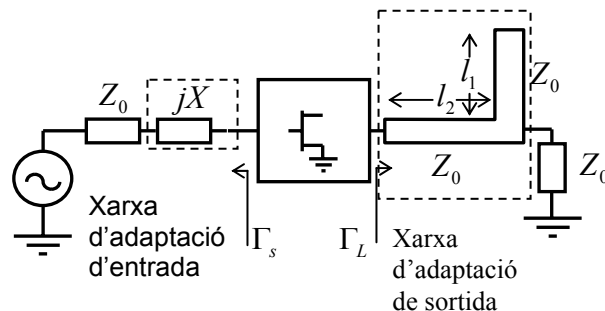
Un transistor FET de GaAs presenta els següents paràmetres S: ($Z_0=50$) a 4 GHz i per a un cert punt de polarització:

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.69 \angle -162^\circ & 0.102 \angle 7^\circ \\ 4.762 \angle 62^\circ & 0.23 \angle -156^\circ \end{bmatrix}$$

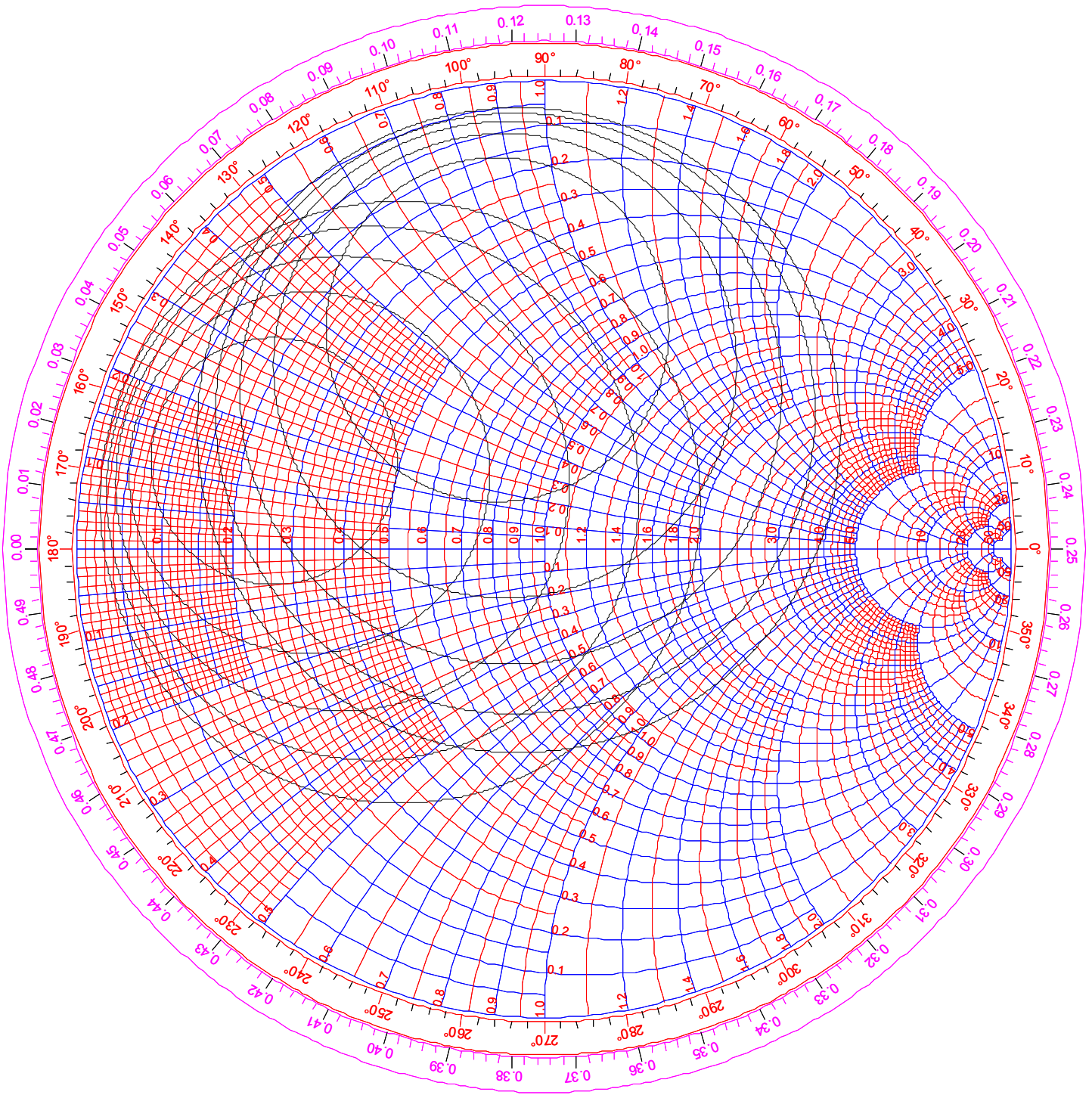
El valor de Γ_{Sopt} que dona mínim soroll, $F_{\text{min}}=0.3\text{dB}$, és $\Gamma_{\text{Sopt}}=0.59 \angle 102^\circ$.

A la Carta de Smith adjunta es presenten els cercles de Guany constant a l'entrada (amb un decrement d'1 dB d'un al següent) i Factor de Soroll constant (amb un increment de 0.2dB d'un cercle al següent).

- Calculeu el Guany màxim unilateral
- Raonar quins són els cercles de G_S constant i quins els de F constant i establir sobre la Carta de Smith la zona on el factor de soroll $F \leq 0.5\text{dB}$ i a la vegada el guany a la entrada $G_S \geq -0.2\text{dB}$
- De totes les solucions del apartat b) per a Γ_S , escolliu la que presenti soroll mínim i que a la vegada es pugui sintetitzar amb una xarxa com la de la figura.
- Trobeu el valor de Γ_L que proporcioni màxim G_L amb l'aproximació unilateral.
- Trobar el valor del Guany unilateral i del Factor de Soroll, aproximadament.
- Calculeu les longituds l_1 i l_2 (en mm) que sintetitzen Γ_L (preneu $\epsilon_{\text{ref}}=4$).



$$G_T = \frac{(1 - |\Gamma_s|^2) |S_{21}|^2 (1 - |\Gamma_L|^2)}{|(1 - S_{11}\Gamma_s)(1 - S_{22}\Gamma_L) - S_{12}S_{21}\Gamma_s\Gamma_L|^2}$$



Reflection Coefficient $|\Gamma|$

