

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIO  
ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ  
DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS  
MICROONES, PRIMAVERA 2003-04

EXAMEN FINAL

PROFESSORS: A. AGUASCA, I. CORBELLA  
N. DUFFO, LL. PRADELL

Barcelona, 10 de juny de 2004

---

Data de publicació de notes provisionals: 21 de juny

Data límit per a al·legacions: 25 de juny

Data de publicació de notes definitives: 1 de juliol

---

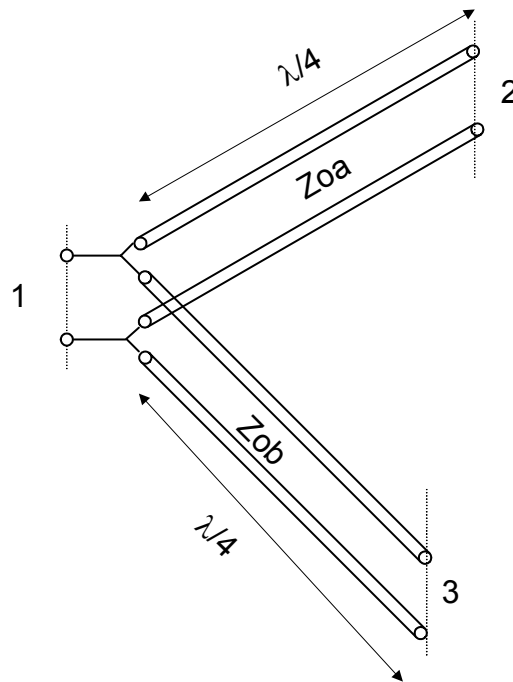
Cal realitzar **només tres** dels quatre problemes proposats

Temps: 3 hores. Comenci cada exercici en un full apart.

---

PROBLEMA 1

- a) Deduïu les expressions de les impedàncies característiques  $Z_{0a}$  i  $Z_{0b}$  del divisor desequilibrat format per dues línies de longitud  $\lambda/4$  (veieu figura) en funció de la relació de potència  $K=P_2/P_3$ , i de la impedància de referència  $Z_0$ . Recordeu que en un divisor la porta d'entrada (porta 1) ha de estar adaptada.  $P_2$  i  $P_3$  són les potències entregades a les portes 2 i 3 quan aquestes estan acabades amb  $Z_0$  i a la porta 1 hi ha un generador canònic.



- b) Particularitzeu les expressions anteriors per al cas particular del divisor equilibrat  $P_2=P_3$  i pel cas  $K=3$
- c) Trobeu els paràmetres [S] del divisor en el cas  $K=3$  referits a  $Z_0$ .

## PROBLEMA 2

El circuit de 4 portes de la figura està format per dos acobladors direccionals ideals i idèntics de longitud  $\ell$ , units per dues línies de transmissió de la mateixa longitud (línies (a) i (b)), que també es suposen ideals. La longitud  $\ell$  és  $\lambda/4$  a la freqüència de 5 GHz. Considereu que hi ha un generador canònic connectat a la porta 1 i la resta de portes (2, 3, 4) estan carregades amb la impedància de referència ( $50 \Omega$ ). Utilitzant les expressions dels paràmetres S del dispositiu de 4 portes indicades ( $S_{ij}$ ), que depenen de les dels acobladors direccionals ( $S'_{ij}$ ), es demana:

- Calculeu els valors de  $S_{21}$  i  $S_{31}$  de la xarxa de 4 portes a la freqüència de 5 GHz
- Si les impedàncies parell i imparell dels acobladors direccionals valen  $Z_{0e} = 80 \Omega$  i  $Z_{0o} = 31,25 \Omega$ , respectivament, calculeu els paràmetres  $S'_{21}$  i  $S'_{31}$  dels acobladors a la freqüència de 2,5 GHz
- Utilitzant els resultats de l'apartat b), calculeu les pèrdues d'inserció (en dB) entre les portes 1 i 3 de la xarxa de 4 portes, a la freqüència de 2,5 GHz
- Obteniu les pèrdues d'inserció (en dB) entre les portes 1 i 2 de la xarxa de 4 portes, a la freqüència de 2,5 GHz. **AJUDA:** utilitzeu el resultat de l'apartat c) i la propietat de **passivitat sense pèrdues** per resoldre aquest apartat.
- A la vista dels resultats dels apartats anteriors, i tenint en compte que a 10 GHz es pot demostrar que  $S_{21} = -1$  i  $S_{31} = 0$ , proposeu una possible utilització de la xarxa de 4 portes.

$$(\vartheta = \beta \cdot \ell)$$

$$S_{11} = 0$$

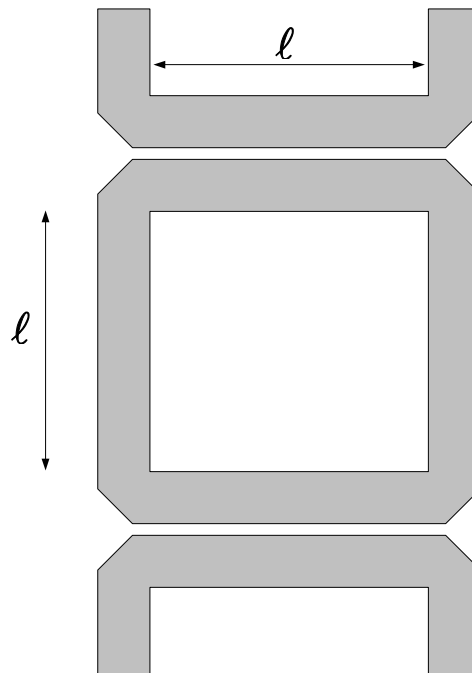
$$S_{21} = S'_{21} \cdot \frac{1 + (S'_{31}{}^2 - S'_{21}{}^2) \cdot e^{-j2\vartheta}}{1 - S'_{21}{}^2 \cdot e^{-j2\vartheta}}$$

$$S_{31} = \frac{S'_{31}{}^2 \cdot e^{-j\vartheta}}{1 - S'_{21}{}^2 \cdot e^{-j2\vartheta}}$$

$$S_{41} = 0$$

$$S'_{21} = \frac{\sqrt{1 - \alpha^2}}{\sqrt{1 - \alpha^2} \cos \vartheta + j \sin \vartheta}$$

$$S'_{31} = \frac{j \alpha \sin \vartheta}{\sqrt{1 - \alpha^2} \cos \vartheta + j \sin \vartheta}$$

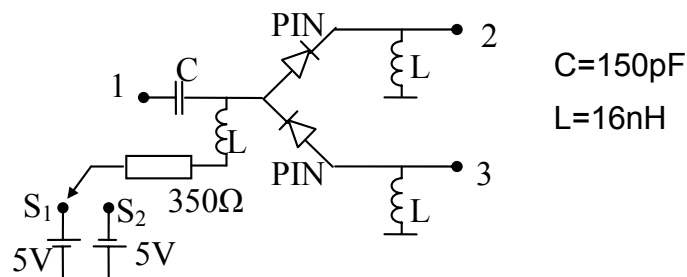


### PROBLEMA 3

El circuit de la figura és un commutador de dues vies controlat electrònicament per una tensió externa  $V_c$ . La freqüència nominal de funcionament és de 10GHz i els diodes PIN són idèntics i es poden modelar en AC de la següent manera: En polarització inversa equivalen a un condensador de 0,1pF i en directa a una resistència de valor (en  $\Omega$ )  $R_f = 0.025/I_{DC}$ , essent  $I_{DC}$  el corrent de polarització en A.

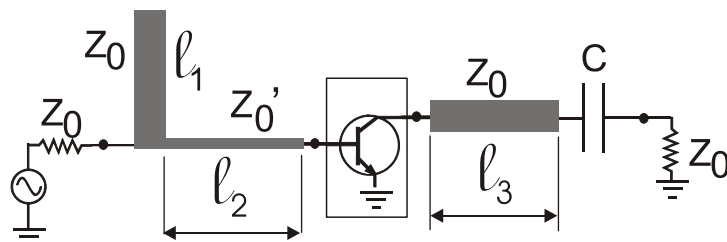
- Expliqueu la funció que realitzen el condensador C i les inductàncies L. Com es poden aproximar atesa la freqüència nominal de funcionament del circuit?. Justifiqueu les aproximacions proposades amb càlculs numèrics.
- Indiqueu el mecanisme esquemàtic de funcionament del circuit.
- Utilitzeu els models en directa i inversa dels diodes per dibuixar el circuit equivalent en alta freqüència del circuit per les dues posicions del commutador DC ( $S_1$  i  $S_2$ ) tot indicant els valors dels elements de circuit i fent us de les aproximacions esmentades a l'apartat a). (Nota: Suposeu que la tensió **DC** que cau en els diodes en directa és de 0.7V).
- Calculeu les pèrdues d'inserció, les pèrdues de retorn a la porta 1 i l'aïllament, definit entre l'entrada i la porta no seleccionada, a la freqüència nominal de funcionament a partir dels circuits equivalents de l'apartat anterior.

(Nota: en aquest apartat els càlculs numèrics són complicats si no es disposa de calculadora de números complexos. Per tant, es valorarà més l'explicació raonada de com s'han de fer els càlculs que no pas els valors numèrics finals)



### PROBLEMA 4

Es dissenya un amplificador a 5GHz amb el transistor SPF-2076T ( $S_{21}=5.09 \angle 51^\circ$ , i  $S_{22}=0.37 \angle -89^\circ$ , referit a  $Z_0=50\Omega$ ). Si es considera que aquest transistor és unilateral, els cercles de guany i factor de soroll constant són els representats en la següent carta de Smith. Si l'amplificador es basa en la topologia de la figura adjunta:



- Raoni quin és el valor de  $S_{11}$  i el valor de  $\Gamma_{opt}$ .
- En el cas de voler un Guany de transferència de potència de 15.5dB compatible amb un factor de soroll de 0.8dB. Justifiqui un valor de  $\Gamma_g$  i de  $\Gamma_L$  per assolir-ho.
- A partir d'aquests valors trobi les dimensions i/o impedàncies característiques de les xarxes d'adaptació i el valor del condensador C (en pF) que s'han proposat

considerant que  $Z_0' = 100\Omega$ . (NOTA: la línia de transmissió de  $Z_0' = 100\Omega$  i de longitud  $\ell_2$  **NO** necessàriament ha de ser de  $\lambda/4$ )

- d) Determini quin Guany de Transferència de potència s'aconseguiria si l'amplificador s'hagués dissenyat per aconseguir mínim factor de soroll.

Consideri  $\epsilon_r = 2$  per totes les línies de transmissió stripline.

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

