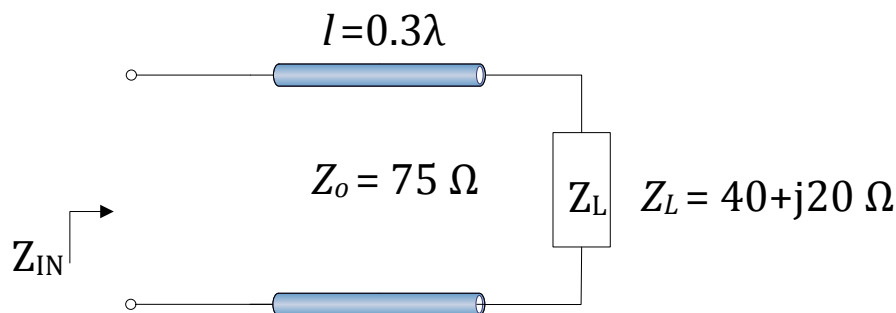


## PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA

### I MICROONES

#### LLISTA 1

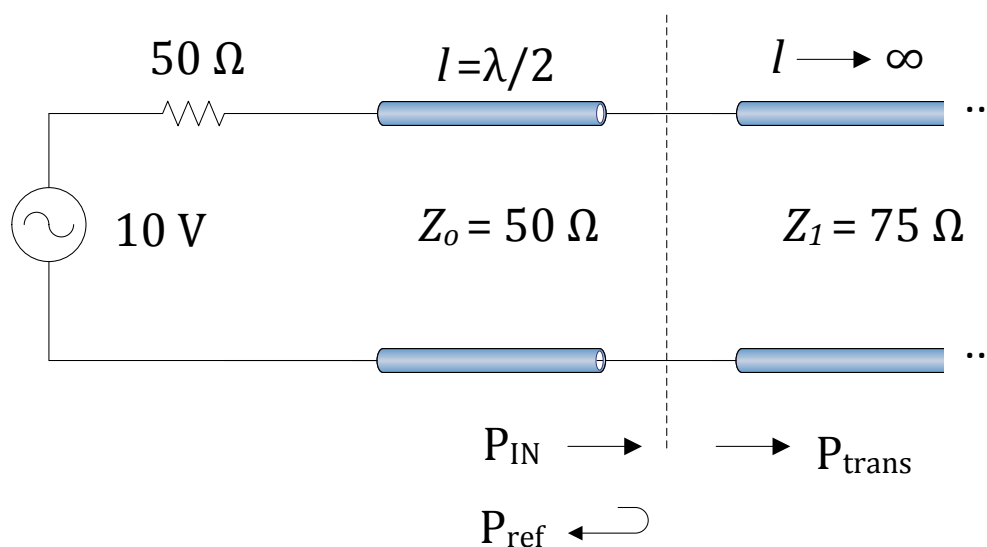
1.- Una línia de transmissió sense pèrdues de longitud  $l=0.3\lambda$ , té a l'extrem una càrrega d'impedància complexa. Trobeu el coeficient de reflexió a la càrrega, el SWR de la línia i la impedància d'entrada de la línia.



2.- Un transmissor de ràdio està connectat a una antena d'impedància  $80 + j40 \Omega$  mitjançant un cable coaxial de  $50 \Omega$ . Si el transmissor pot entregar  $30 \text{ W}$  a una càrrega de  $50 \Omega$ , quina potència s'entrega a l'antena?

3.- Una càrrega d'impedància  $40 - j80 \Omega$  està connectada a una línia de  $100 \Omega$ . Calculeu el coeficient de reflexió a la càrrega i el coeficient de reflexió a l'entrada de la línia si l'allargada de la línia és de  $0.7\lambda$ .

4.- Considerem la línia de transmissió del circuit inferior. Calculeu la potència d'entrada, la potència reflectida i la potència transmesa a la línia infinita de  $75 \Omega$ . Comproveu que es conserva la potència.

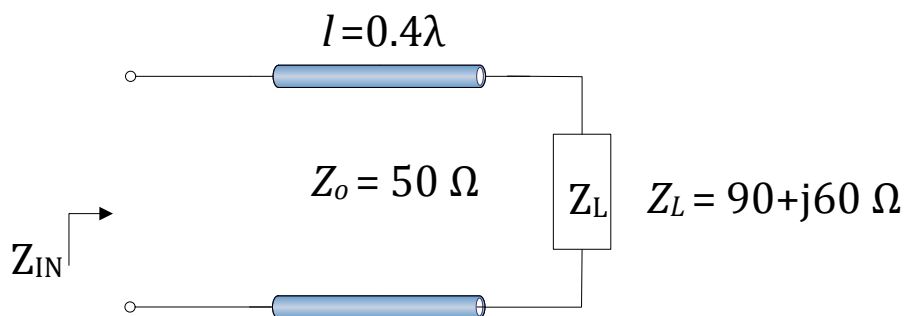


5.- Una càrrega d'impedància  $Z_L = 80 + j20\Omega$  s'ha d'adaptar a una línia de  $Z_0 = 100\Omega$  mitjançant una línia sense pèrdues de longitud  $l$  i impedància característica  $Z_1$ . Trobeu que ha de valer  $Z_1$  (real) i  $l$ .

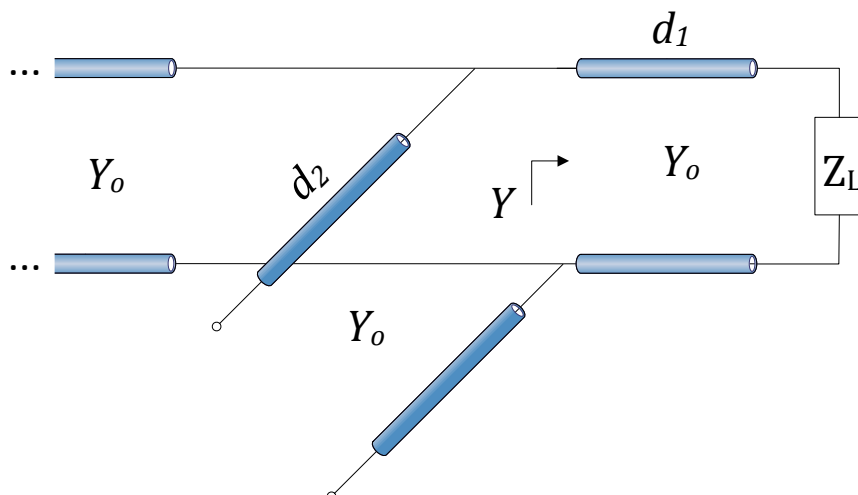
6.- Dissenyeu un transformador en  $\lambda/4$  per adaptar una càrrega de  $40\Omega$  a una línia de  $75\Omega$ . Dibuixeu el SWR per  $0.5f_0 \leq f \leq 2f_0$  on  $f_0$  és la freqüència en la qual la línia és  $\lambda/4$ .

7.- Utilitzeu la carta de Smith, trobeu les magnituds següents per la línia de transmissió del circuit inferior:

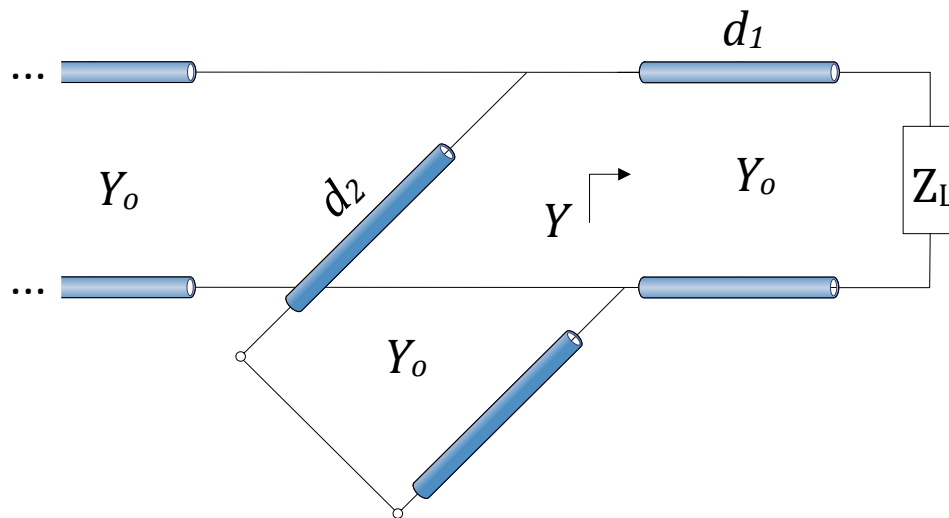
- El SWR de la línia
- El coeficient de reflexió a la càrrega
- L'admitància de la càrrega
- La impedància d'entrada de la línia
- La distància de la càrrega al primer mínim de voltatge
- La distància de la càrrega al primer màxim de voltatge



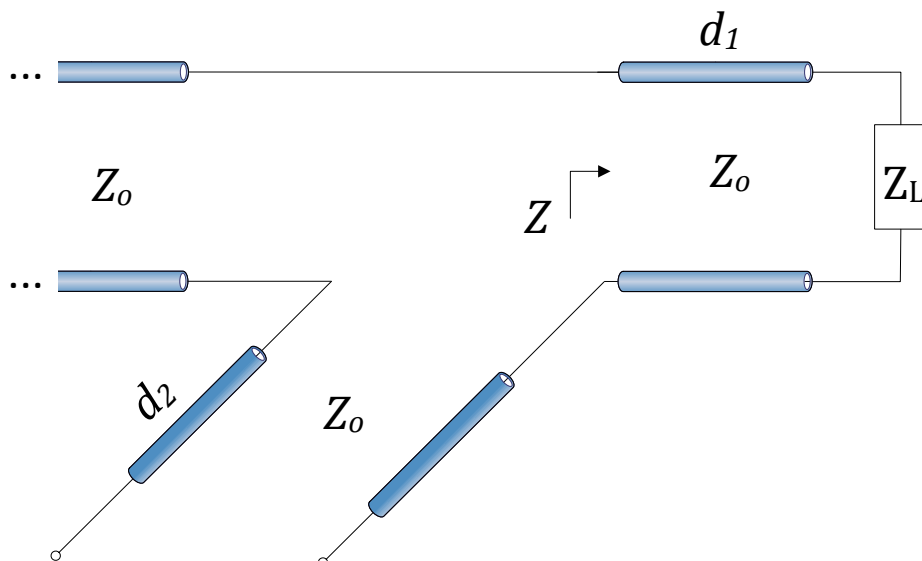
8.- Utilitzant la carta de Smith, adapteu una càrrega de  $200 + j160\Omega$  a una línia de  $100\Omega$  utilitzant una secció de línia en paral·lel.



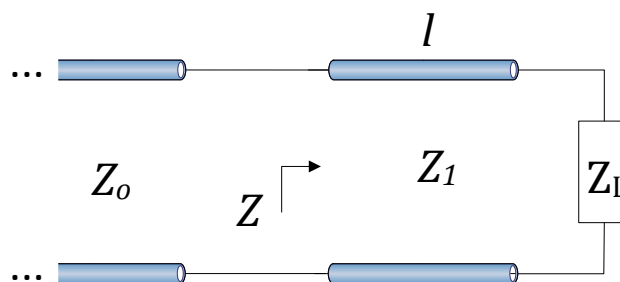
9.- Repetiu el problema anterior utilitzant una secció de línia en curtcircuit.



10.- Adapteu una càrrega de  $20-j60\Omega$  a una línia de transmissió d'impedància característica de  $50\Omega$ , utilitzant una secció en sèrie amb el seu extrem en circuit obert.



11.- En el circuit de baix, una càrrega de  $200+j100\Omega$  està adaptada a una línia de  $40\Omega$  utilitzant una línia de transmissió sense pèrdues de longitud  $l$  i impedància característica  $Z_1$ . Trobeu  $l$  i  $Z_1$ .



12.- Dissenyeu un sintonitzador doble amb una separació entre seccions de línia  $d = \lambda/8$  per tal d'adaptar una càrrega d'admitància  $Y_L = (1.4 + j2)Y_0$ .

13.- Dissenyeu un transformador de  $\lambda/4$  per adaptar una càrrega de  $350\Omega$  a una línia de  $100\Omega$ . Quin és l'ample de banda del transformador per a una  $SWR \leq 2$ ? Si la freqüència de treball és de 4 GHz, dibuixeu el layout d'un circuit microstrip per a implementar aquest transformador de  $\lambda/4$ . Preneu  $h = 0.127$  cm,  $\epsilon_r = 2.2$  i  $t \rightarrow 0$ .

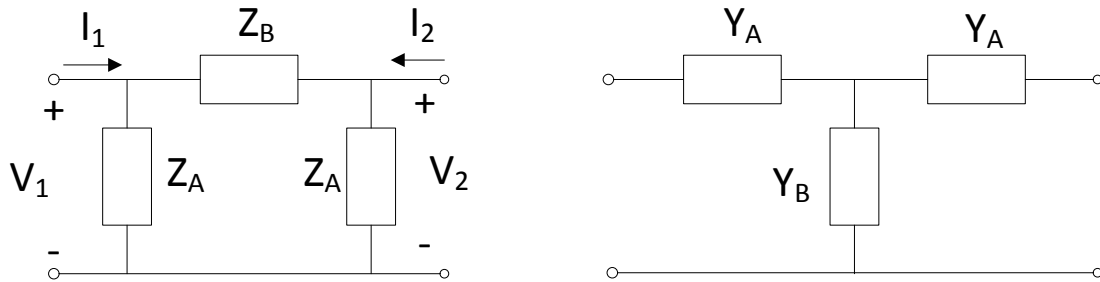
14.- Calculeu el valor de la impedància característica i la constant de propagació per a una línia coaxial amb baixes pèrdues a  $f_0 = 2$ GHz. Preneu  $b = 3a = 0.5$  cm,  $\epsilon = (2.56 - j0.005)\epsilon_0$ .

## PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA

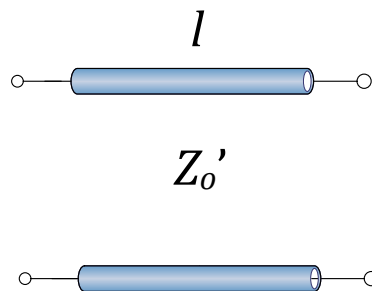
### I MICROONES

#### LLISTA 2

1.- Determineu les matrius Z, Y pels següents biports:



2.- Trobeu la matriu de dispersió del següent biport:



3.- Considereu la següent matriu de dispersió:

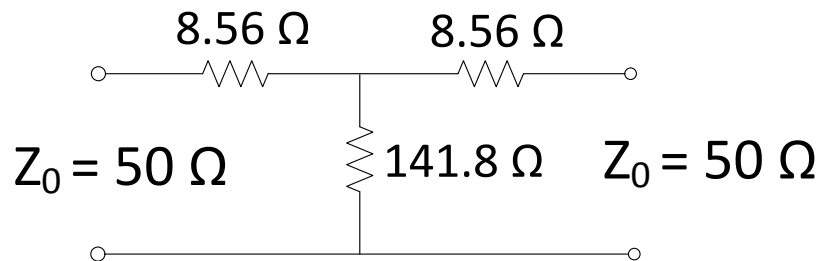
$$[S] = \begin{pmatrix} 0.1 \angle 90^\circ & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle -45^\circ & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ & 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \angle -45^\circ & 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \angle -45^\circ & 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle -45^\circ \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ & \frac{1}{\sqrt{2}} \angle -45^\circ & 0 \end{pmatrix}$$

Contesteu a les següents preguntes considerant aquesta matriu, així com en el cas  $S_{11} = 0$ :

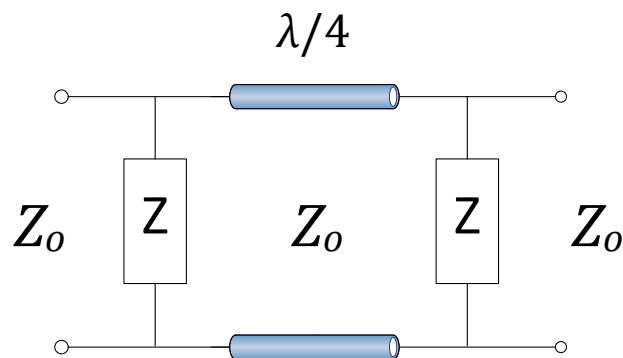
a) Es tracta d'una xarxa passiva i sense pèrdues?

- b) Es tracta d'una xarxa recíproca?
- c) Calculeu les pèrdues de retorn al port 1 quan tots els altres ports estan adaptats.
- d) Calculeu les pèrdues d'inserció entre els ports 2 i 4 quan tots els altres ports estan adaptats.
- e) Calculeu els coeficient de reflexió al port 1, si el port 3 esta curtcircuitat i els altres ports estan adaptats.

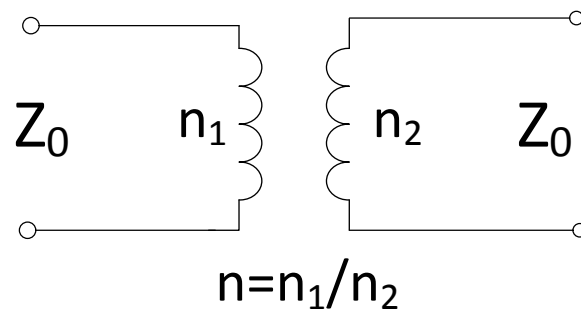
4.- Trobeu la matriu de dispersió del següent atenuador:



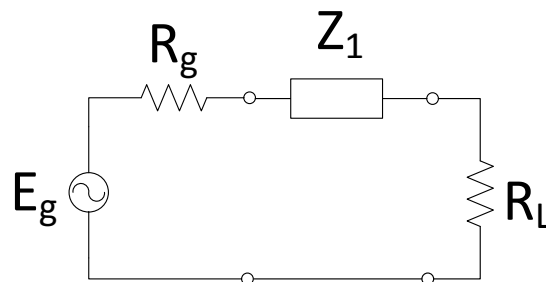
5.- Trobeu la matriu de dispersió de la següent xarxa biport (podeu utilitzar els conceptes de paret elèctrica i paret magnètica):



6.- Obteniu la matriu de dispersió per al següent transformador:



7.- Pel següent circuit, calculeu els paràmetres [S]; Calculeu la potència disponible des del generador ( $P_A$ ); i calculeu la potència dissipada a  $R_g$ ,  $R_1$  i  $R_L$ . Preneu  $E_g=1$  V i  $Z_0 = 50\Omega$ . Quin valor tindria  $R_1$  si  $P_L=P_A$ ? (Noteu que  $P_{gen} < P_A$ ).



$$R_g = R_L = 50 \Omega$$

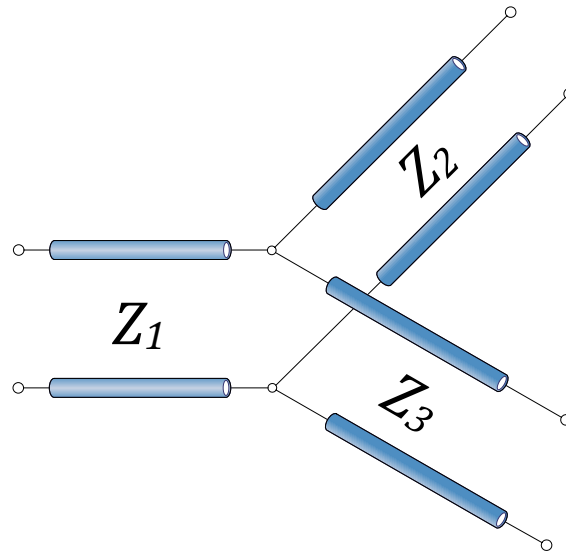
$$R_1 = Z_1 = 50 \Omega$$

# PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA

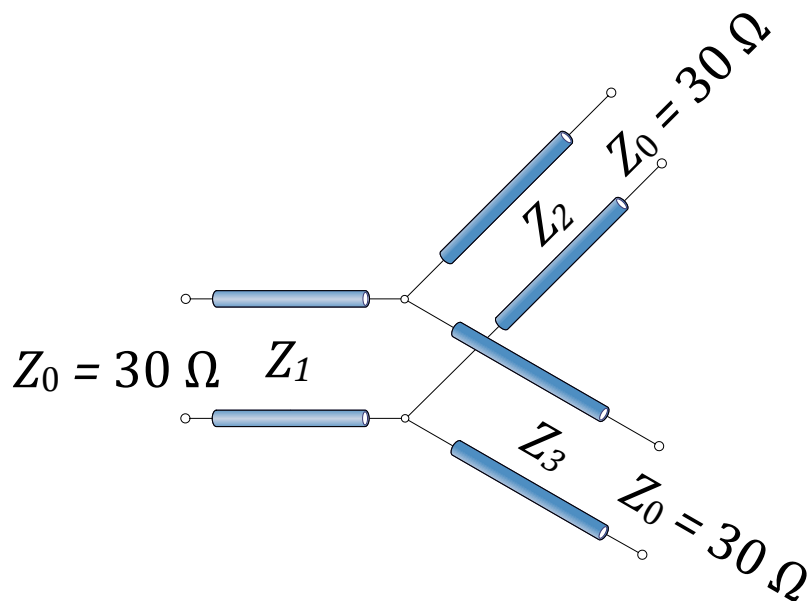
## I MICROONES

### LLISTA 3

1.- Demostrar que pel següent circuit sense pèrdues, és impossible que els 3 ports estiguin adaptats.

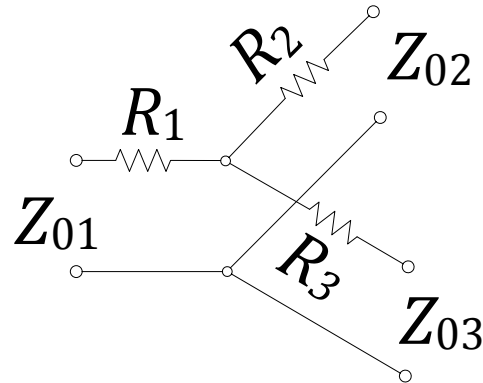


2.- Obtenir  $Z_1$  i  $Z_2$  per que el divisor de potència doni a la sortida una relació de potència de 3:1. Realitzar el divisor utilitzant transformadors en  $\lambda/4$ , i amb línies de sortida d'impedància característica  $30 \Omega$ .

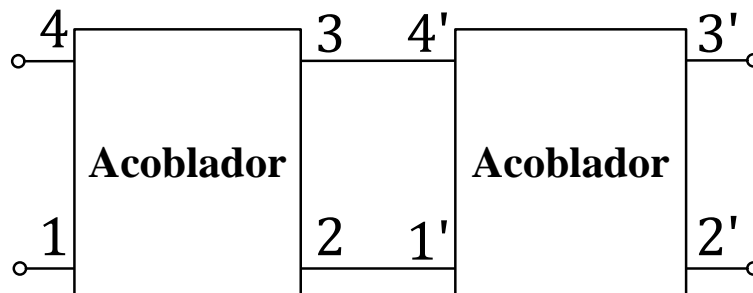




3.- Pel següent circuit, calculeu la matriu de paràmetres [S] i el paràmetre  $\alpha$ , essent la relació de potències de sortida  $\alpha = P_2/P_3$ . Determinar les resistències en el cas que tots els ports estiguin adaptats amb  $Z_{01} = Z_{02} = Z_{03}$  i  $\alpha = 1$ .



4.- Dos acobladors direccionals idèntics de  $90^\circ$  amb coeficient d'acoblament de  $C = 8.34$  dB estan connectats tal com es mostra. Determinar la amplitud i fase relatives dels ports de sortida respecte del port 1.



5.- Dissenyar un acoblador direccional amb línia microstrip amb  $C = 10$  dB. La constant dielèctrica del substrat es de  $\epsilon_r = 9$ , essent el seu gruix de 0.635 mm. La freqüència de treball és de 4 GHz i la impedància característica de les línies d'accés és de 50  $\Omega$ .

6.- Dissenyar un híbrid a 2 GHz amb una estructura d'anell de  $1.5 \lambda$  mitjançant tecnologia stripline amb un substrat de constant dielèctrica  $\epsilon_r = 3.8$  i separació dels plans de massa de 2.5 mm.

7.- Dissenyar un acoblador direccional de 20 dB amb línies de transmissió acoblades stripline amb una separació dels plans de massa de 0.158 cm, una constant dielèctrica de  $\epsilon_r = 2.56$  i una impedància característica de 50  $\Omega$ . Prendre per línies acoblades una longitud d'un quart de la longitud d'ona. La freqüència de treball és de 3 GHz.

## PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA

### I MICROONES

#### LLISTA 4

1.- Dissenyar un filtre passa baixos "stepped impedance" amb una freqüència de tall de 2 GHz i  $Z_0 = 50 \Omega$ . Utilitzar una resposta Butterworth d'ordre 5. Per això, obtenir les longituds elèctriques  $\beta l$  de cada una de les seccions considerant  $Z_{low} = 10 \Omega$  i  $Z_{high} = 150 \Omega$ .

2.- Dissenyar un filtre passa baixos "stepped impedance" amb una freqüència de tall de 1.5 GHz i  $Z_0 = 50 \Omega$  amb arrissat de 0.5 dB i atenuació mínima de 30 dB a 3 GHz. Per això, obtenir les longituds elèctriques  $\beta l$  de cada una de les seccions considerant  $Z_{low} = 12 \Omega$  i  $Z_{high} = 100 \Omega$ . Obtenir també les dimensions físiques amb tecnologia stripline considerant un substrat de permitivitat  $\epsilon_r = 3.8$  i separació entre plans de massa de  $b = 0.5$  mm.

3.- Dissenyar un filtre passa banda Butterworth amb línies de transmissió acoblades. Considerar una banda de pas de 3 GHz a 3.5 GHz, impedància de referència de  $50 \Omega$  i un ordre 3. Quina és l'atenuació a 2.9 GHz?

4.- Dissenyar un filtre de rebuig de banda Butterworth utilitzant 4 seccions de  $\lambda/4$  en circuit obert. La freqüència central és de 3 GHz, l'amplada de banda és del 15% i la impedància és de  $40 \Omega$ .

5.- Dissenyar un filtre passa banda Butterworth amb ressonadors acoblats capacitivament. Es desitja una freqüència central de 4 GHz, una amplada de banda del 12% i, al menys, 12 dB d'atenuació a 3.6 GHz. La impedància característica és de  $50 \Omega$ .

## PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA

### I MICROONES

#### LLISTA 5

1.- Dissenyar un amplificador que tingui màxim guany a 5 GHz mitjançant un transistor FET de GaAs amb la següent matriu de paràmetres [S] ( $Z_0 = 50 \Omega$ ):

$$S_{11} = 0.65 \angle -140^\circ \quad S_{12} = 0.04 \angle 60^\circ \quad S_{21} = 2.4 \angle 50^\circ \quad S_{22} = 0.7 \angle -65^\circ$$

Dissenyar les xarxes d'adaptació mitjançant stubs en circuit obert.

2.- Dissenyar un amplificador amb màxim  $G_{TU}$  mitjançant un transistor amb la següent matriu de paràmetres [S] a 6 GHz ( $Z_0 = 50 \Omega$ ):

$$S_{11} = 0.61 \angle -170^\circ \quad S_{12} = 0 \quad S_{21} = 2.24 \angle 32^\circ \quad S_{22} = 0.72 \angle -83^\circ$$

Dissenyar les xarxes d'adaptació mitjançant stubs en curt circuit.

3.- Considerant el mateix transistor de l'apartat anterior, dissenyar un amplificador amb un guany de 10 dB a 6 GHz. Representar els cercles de guany per  $G_s = 1$  dB i  $G_L = 2$  dB. Dissenyar les xarxes d'adaptació mitjançant stubs en circuit obert.

4.- Un transistor FET de GaAs presenta la següent matriu de dispersió a 8 GHz ( $Z_0 = 50 \Omega$ ):

$$S_{11} = 0.7 \angle -110^\circ \quad S_{12} = 0.02 \angle 60^\circ \quad S_{21} = 3.5 \angle 60^\circ \quad S_{22} = 0.8 \angle -70^\circ$$

I com a paràmetres de soroll:

$$F_{min} = 2.5 \text{ dB} \quad \Gamma_{opt} = 0.7 \angle 120^\circ \quad R_N = 15 \Omega$$

Dissenyar un amplificador amb la mínima figura de soroll i el màxim guany possible.

Dissenyar les xarxes d'adaptació mitjançant stubs en curt circuit.

5.- Un transistor FET de GaAs presenta la següent matriu de dispersió a 6 GHz ( $Z_0 = 50 \Omega$ ):

$$S_{11} = 0.6 \angle -60^\circ \quad S_{12} = 0 \quad S_{21} = 2 \angle 81^\circ \quad S_{22} = 0.7 \angle -60^\circ$$

I com a paràmetres de soroll:

$$F_{min} = 2 \text{ dB} \quad \Gamma_{opt} = 0.62 \angle 100^\circ \quad R_N = 20 \Omega$$

Dissenyar un amplificador amb un guany de transferència  $G_{TU} = 6$  dB i la mínima figura de soroll possible amb aquest guany.

Dissenyar les xarxes d'adaptació mitjançant stubs en circuit obert.

**PROBLEMES ENGINYERIA DE RADIOFREQUÈNCIA****I MICROONES****LLISTA 6**

1.- Dissenyar un oscil·lador a 8 GHz mitjançant un transistor bipolar EN567 en base comuna segons la següent matriu de paràmetres [S]:

$$S_{11} = 1.32 \angle 88^\circ \quad S_{12} = 0.595 \angle 99^\circ \quad S_{21} = 1.47 \angle 172^\circ \quad S_{22} = 1.03 \angle -96^\circ$$

Dissenyar les xarxes d'adaptació necessàries (a l'entrada i a la sortida) per tal d'adaptar una càrrega de 50  $\Omega$ .

2.- La matriu de paràmetres [S] d'un transistor FET en font comuna són:

$$S_{11} = 0.95 \angle -45^\circ \quad S_{12} = 0.25 \angle 45^\circ \quad S_{21} = 1.414 \angle 45^\circ \quad S_{22} = 0.5 \angle -45^\circ$$

- Calcular el factor K.
- Dissenyar un oscil·lador de radiofreqüència amb una càrrega de 50  $\Omega$ .
- Implementar les corresponents xarxes d'adaptació a l'entrada i la sortida.