# PROBLEMA 1

El diseño de un atenuador variable de microondas con diodos PIN supone, habitualmente, el cumplimiento de las siguientes especificaciones:

- Adaptación compleja conjugada en el plano de entrada
- Cierta función de atenuación
- Potencia disipada reducida en el diodo o diodos PIN que lo forman

Las cuales son evaluadas respectivamente a partir de los siguientes parámetros:

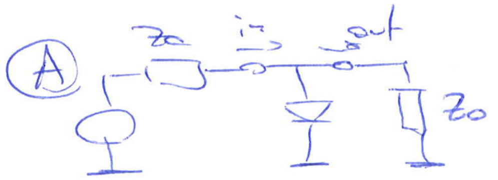
$$\frac{P_{reflejada}}{P_{dg}} = |S_{11}^T|^2 \qquad \frac{P_{entregada\ carga}}{P_{dg}} = |S_{21}^T|^2 = \text{Atenuación}^{-1} \qquad \frac{P_{disipada\ diodos\ PIN}}{P_{dg}}$$

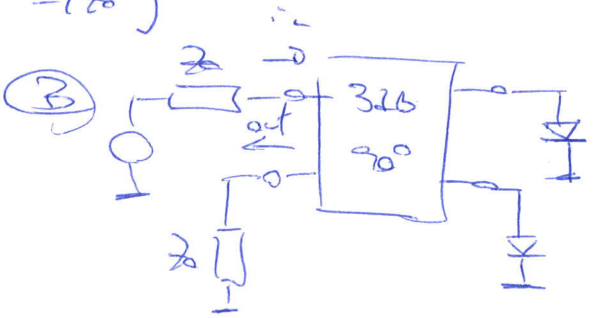
Para cada una de las configuraciones, se pide:

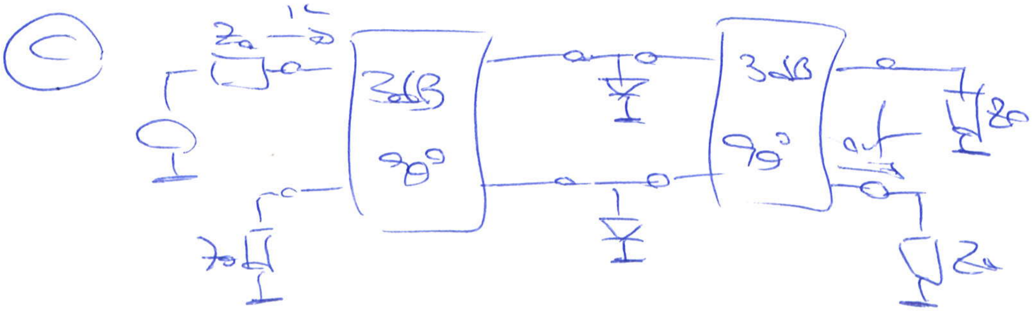
- Deducir las expresiones de los parámetros
- Representarlas en el rango $R_f$ : 0 – 100 Ω
- Realice los comentarios que considere oportunos sobre sus ventajas e inconvenientes

Nota: suponga que los diodos carecen de elementos parásitos. En B y C los diodos son iguales y recorridos por la misma corriente de polarización.

$$[S] = \frac{1}{2+YZ_0}\begin{bmatrix} -YZ_0 & 2 \\ 2 & -YZ_0 \end{bmatrix}$$



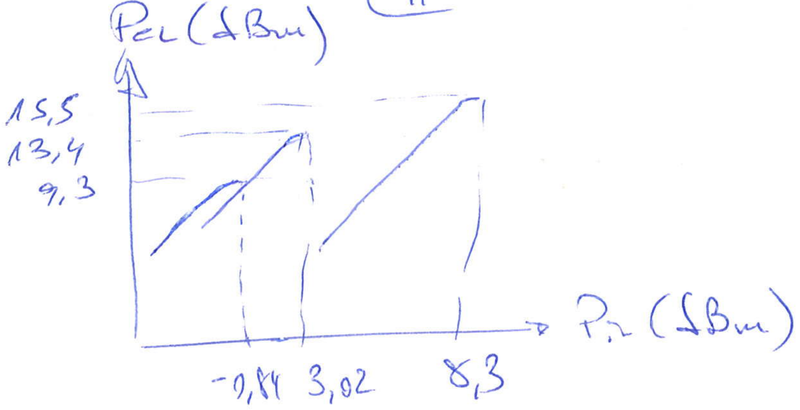



# PROBLEMA 2

$S_{11} = 0{,}641 \angle -171{,}3^\circ$ $\quad S_{12} = 0{,}057 \angle 16{,}3^\circ$ $\quad S_{21} = 2{,}958 \angle 28{,}5^\circ$ $\quad S_{22} = 0{,}572 \angle -95{,}7^\circ$

$\Gamma_m = 0{,}542 \angle 141^\circ$ $\quad R_n = 9{,}42\,\Omega$ $\quad F_{min} = 2{,}9$ dB




| | Min F. | Max Gt | Max Pel |
|---|---|---|---|
| $\Gamma_g$ | $0{,}542 \angle 141^\circ$ | $0{,}762 \angle 173{,}3^\circ$ | $0{,}729 \angle 166^\circ$ |
| $\Gamma_L$ | $0{,}575 \angle 104{,}5$ | $0{,}718 \angle 63{,}9^\circ$ | $0{,}489 \angle 101^\circ$ |
| F | 2,9 dB | 4,4 dB | 3,69 dB |

a) Para diseño de mín. ruido → $G_t, G_p, G_d$, $ROE_{in}$, $ROE_{out}$

b) Para " " máx $G_t$ "

c) " " " " $P_{out}$ → $G_p, G_t$, indicar si $ROE > 1$

2 etapas → $\Gamma_{g,1} = \Gamma_g^o$, $\Gamma_{g,2} = 0$, $\Gamma_{L,2} = \Gamma_L^o$

d) Dibujar los bloques e indicar sobre qué planos hay adaptación compleja conjugada o no

e) $G_{t\,total}$, $G_{t1}$, $G_{t2}$

f) $F_{total}$

DICIEMBRE 2004

PROBLEMA 1

(A) $$\frac{P_{reflejada}}{P_{dg}} = |S_{11}^T|^2 = \left|\frac{-YZ_0}{2+YZ_0}\right|^2$$

$$\frac{P_{entregada\ carga}}{P_{dg}} = |S_{21}^T|^2 = \left|\frac{2}{2+YZ_0}\right|^2$$

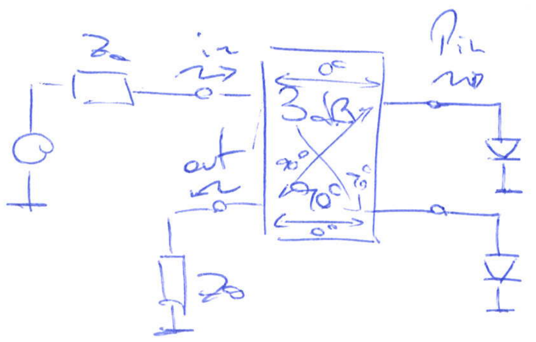
$$\frac{P_{disipada\ diodos\ PIN}}{P_{dg}} = \frac{P_{dg} - P_{entregada\ carga}}{P_{dg}} = 1 - \left|\frac{2}{2+YZ_0}\right|^2$$

es totalmente pasivo

(B) $$\frac{P_{reflejada}}{P_{dg}} = |S_{11}^T|^2 = 0$$

diodos idénticos, desfase 180°

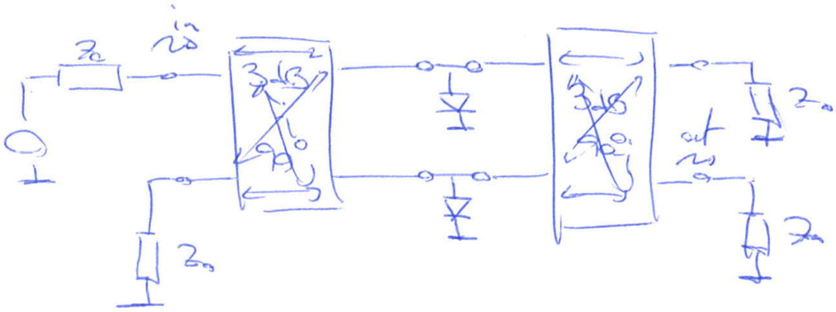
$$\frac{P_{entrega\ de\ carga}}{P_{dg}} = \left|\frac{-j}{2} S_{11} \cdot 2\right|^2 = |S_{11}|^2 = \left|\frac{-YZ_0}{2+YZ_0}\right|^2$$




$$\frac{P_{disipada\ diodos\ PIN}}{P_{dg}} = \frac{P_{in} - P_{reflejada\ diodo}}{P_{dg}} = \frac{P_{dg}/2 - P_{reflejada\ diodo}}{P_{dg}}$$

$$= \frac{P_{dg}(1 - |S_{11}|^2)}{2P_{dg}} = \frac{1}{2}\left(1 - \left|\frac{-YZ_0}{2+YZ_0}\right|^2\right)$$

(C)



$$\frac{P_{refleja\,da}}{P_{dg}} = |S_{11}^T|^2 = 0 \quad \text{(estructura balanceada)}$$

$$\frac{P_{out.\,L}}{P_{dg}} = |S_{21}^T|^2 = \left|\frac{1}{2}\cdot 2\, S_{21}\right|^2 = \left|\frac{2}{2+YZ_0}\right|^2$$

(falta Pdisponible / Pdg)

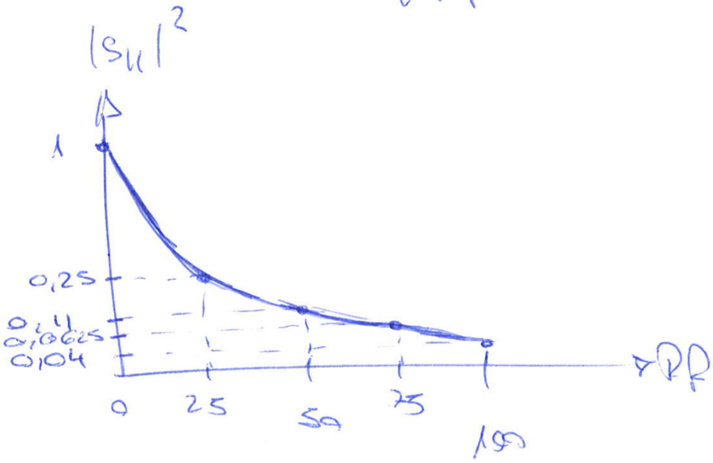
$R_f = 0\_100\ \Omega$

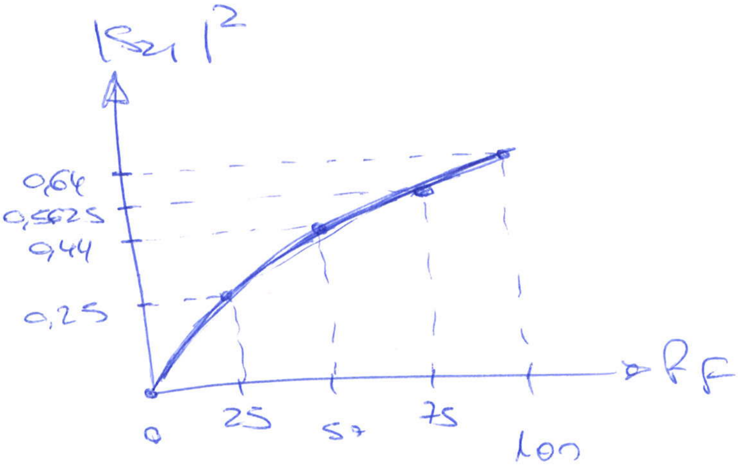
$$Y = 1/R_f \quad \rightarrow |S_{11}|^2 = \left|\frac{-YZ_0}{2+YZ_0}\right|^2 = \left|\frac{50/R_f}{2+50/R_f}\right|^2 =$$

$$= \left|\frac{50}{50+2R_f}\right|^2$$

$$|S_{21}|^2 = \left|\frac{2}{2+YZ_0}\right|^2 = \left|\frac{2}{2+50/R_f}\right|^2 =$$

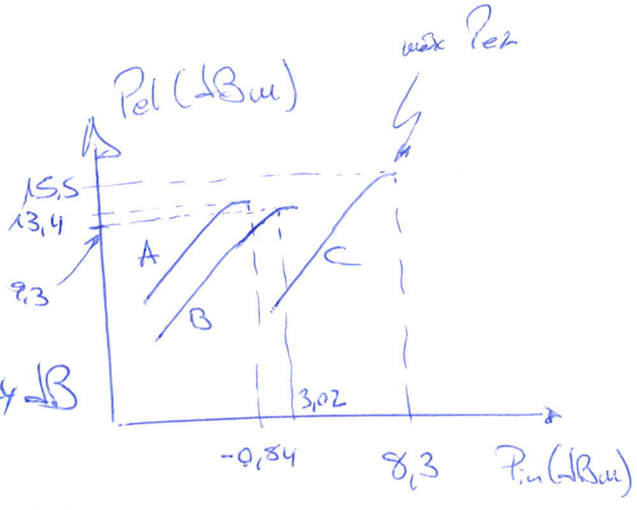
$$= \left|\frac{2R_f}{2R_f+50}\right|^2$$





# DICIEMBRE 2004

## PROBLEMA 2




a) Mínimo Ruido

$$G_{PA} = \frac{P_{eLA}}{P_{inA}} = 13,4 + 1 + 0,84 = 15,24\ dB$$

$$G_{PB} = \frac{P_{eLB}}{P_{inB}} = 9,3 + 1 - 3,02 = 7,28\ dB$$

$$G_{PC} = \frac{P_{eLC}}{P_{inC}} = 15,5 + 1 - 8,3 = 8,2\ dB$$

A → máxima ganancia ⇒ B → mínimo ruido

$$\boxed{G_{p\,min\,ruido} = 7,28\ dB}$$

$$\boxed{G_{t\,min\,ruido} = M_{g\,min\,ruido} \cdot G_{p\,min\,ruido} = 5,47\ dB}$$

$$M_{g\,min\,ruido} = \frac{(1-|\Gamma_g|^2)(1-|\Gamma_{in}|^2)}{|1-\Gamma_g\Gamma_{in}|^2} = 0,66$$

$\Gamma_g = 0,542\ \angle 141°$

$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1-S_{22}\Gamma_L} = 0,724\ \angle -175,88°$$

$\Gamma_L = 0,575\ \angle 104,5°$

$$\boxed{G_{d\,min\,ruido} = \frac{G_{t\,min\,ruido}}{M_{L\,min\,ruido}} \simeq G_t = 5,47\ dB}$$

$$M_L = \frac{(1-|\Gamma_L|^2)(1-|\Gamma_{sal}|^2)}{|1-\Gamma_{sal}\Gamma_L|^2} = 0,999 \simeq 1$$

$$\Gamma_{sal} = S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_g}{1-S_{11}\Gamma_g} = 0,574\ \angle -104,51°$$

$$\boxed{ROE_{in} = \frac{1+|\Gamma_{in}|}{1-|\Gamma_{in}|} = 6,25} \quad \boxed{ROE_{out} = \frac{1+|\Gamma_{sal}|}{1-|\Gamma_{sal}|} = 3,69}$$

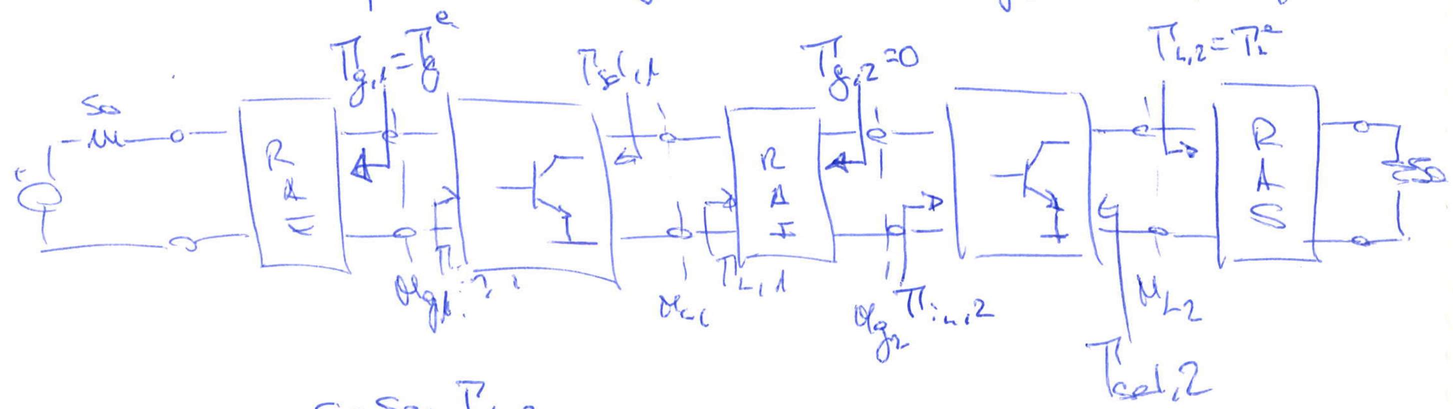
b) Máxima $G_t$

$$\boxed{G_{pA} = 15,24 \text{ dB}} \quad \boxed{G_{tA} = M_{gA}\, G_{pA}}$$

$$\boxed{G_{dA} = \frac{G_{tA}}{M_{LA}}}$$

Mismas cuentas

d) 2 etapas: $\Gamma_{g,1} = \Gamma_g^e$, $\Gamma_{g,2} = 0$, $\Gamma_{L,2} = \Gamma_L^e$




$$\Gamma_{in,2} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{L,2}}{1 - S_{22}\Gamma_{L,2}} = 0,761 \angle -177,36°$$

$$\Gamma_{L,2} = \Gamma_L^e = 0,718 \angle 103,9° \Rightarrow M_{g2} = 0,42$$

$$M_{L1} = M_{g2} = 0,42$$

$$\Gamma_{g,1} = \Gamma_g^e = 0,762 \angle 177,3° \Rightarrow \Gamma_{sal,1} = 0,718 \angle -104°$$

$$\Gamma_{L,1} = \begin{cases} 0,38 + j\,0,66 \\ -0,62 + j\,0,44 \end{cases} \quad (|\Gamma_{L,1}| = |\Gamma_{in,2}|)$$

# DICIEMBRE 2004

Más fácil: $\Gamma_{g,1} = \Gamma_g^a = (\Gamma_{in,1})^*$

$$\Rightarrow S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{L,1}}{1-S_{22}\Gamma_{L,1}} = (\Gamma_g^a)^*$$

$$\boxed{\Gamma_{L,1} = \frac{(\Gamma_g^a)^* - S_{11}}{(\Gamma_g^a)^* S_{22} - \Delta}} = \boxed{0,72\angle 104,13^\circ}$$

$$\Gamma_{g,2} = 0 \Rightarrow \boxed{\Gamma_{sal,2} = S_{22} = 0,572\angle -95,7^\circ = \Gamma_{L,2}^*}$$

$$\Gamma_{in,2} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{L,2}}{1-S_{22}\Gamma_{L,2}} = 0,711\angle -177,38^\circ$$

$M_{g2} = 0,494$

$\Gamma_{g,2} = 0$, RAI sin pérdidas $\Rightarrow \cancel{\Gamma_{sal,1}} = 0$

$$\Gamma_{sal,1} = S_{22} + \cancel{\frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{g,1}}{1-S_{11}\Gamma_{g,1}}} = 0 \to \Gamma_{g,1} \cancel{= \frac{-S_{22}}{-\Delta}} =$$

$\Delta = 0,302\angle 109,92^\circ$

$$M_{L1} = M_{g2} = \frac{(1-|\Gamma_{L,1}|^2)(1-|\Gamma_{sal,1}|^2)}{|1-\Gamma_{L,1}\Gamma_{sal,1}|^2}$$

$$\Gamma_{sal,1} = S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{g,1}}{1-S_{11}\Gamma_{g,1}} \qquad \Gamma_{g,1} = (\Gamma_{in,1})^*$$

$$\Gamma_{in,1} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{L,1}}{1-S_{22}\Gamma_{L,1}}$$

6

e) $G_t \text{ total} = \frac{P_{elz}}{P_{dcy}}$

# FUNDAMENTOS DE MICROONDAS 2

## EXAMEN JUNIO 2003

### CUESTIÓN

Analizar el tipo de estabilidad y dibujar los círculos de estabilidad a la entrada y la salida de un circuito bipuerto que presenta los siguientes parámetros S:

$$S_{11} = 1 \quad S_{22} = 1 \quad S_{12} = 2^{1/2} \quad S_{21} = 2^{1/2}$$

---

### PROBLEMA 1

El transistor HBFP-0420 presenta, a $f = 1{,}5\,GHz$, $V_{ce} = 2V$, $I_c = 5\,mA$:

$|\Delta| = 0{,}33$ $\quad MSG(dB) = 19{,}82$ $\quad F_{min}(dB) = 1{,}1$

$G_A(dB) = 18{,}3$ (mínimo ruido)

a) Para determinar el tipo de estabilidad se hace la siguiente medida: cargar entrada y salida con $Z_0$ respecto a la que se midieron los parámetros S ($Z_0 = 50\,\Omega$). Resultados: $G_T = 16{,}8\,dB$, $COE_{in} = 3{,}27$, $COE_{out} = 3{,}13$

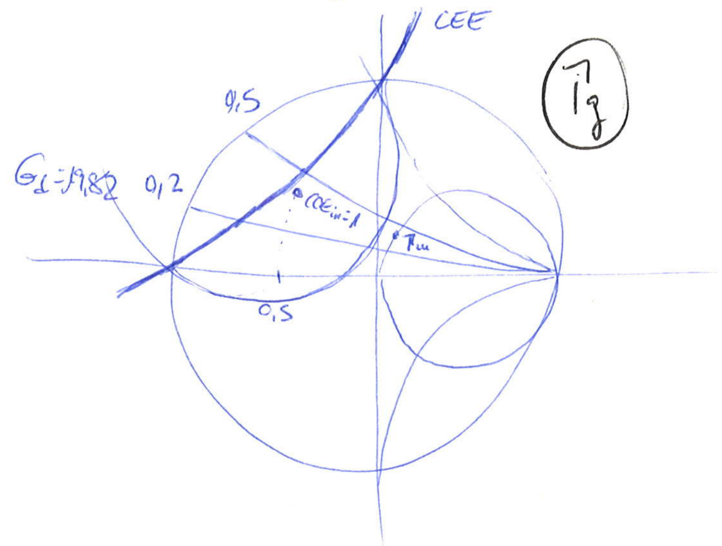
Calcular K y determinar el tipo de estabilidad

$$\bar{\Gamma}_g^A = 1 + j1{,}5 \quad \bar{\Gamma}_m \simeq 1 + j0{,}4 \quad \bar{\Gamma}_L^B = 0{,}75 - j0{,}5$$

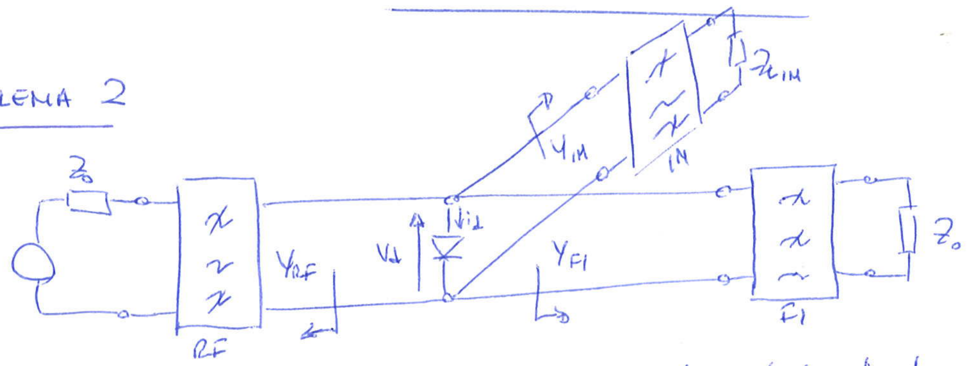
b) Si $\Gamma_g = \Gamma_m$ y $\Gamma_L = \Gamma_L^B$, calcular $G_T$ y $COE_{out}$

c) Para mejorar $COE_{out}$ y no estropear la figura de ruido y $COE_{in}$, explicar, si $\Gamma_L = \Gamma_L^B$, cómo seleccionar $\Gamma_g$ para compromiso entre F, $COE_{in}$ y $COE_{out}$

d) $\Gamma_g = \Gamma_g^A$ y $COE_{out} \leq X$. Razonar cómo elegir $\Gamma_L$ para obtener COE lo más compensado posible.




PROBLEMA 2




Se supone diodo ideal y bombeado por el oscilador local que provoca:

$$g(t) = \left.\frac{di_d}{dv_d}\right|_{v_d = v_{OL}(t)} = \frac{1}{30} - \frac{4}{75}\cos(\omega_{OL} t) + \frac{6}{50}\cos(2\omega_{OL} t) + \operatorname{sen}\left(3\omega_{OL} t - \frac{\pi}{5}\right)\ \Omega^{-1}$$

a) Encuentre la matriz de conversión del diodo (sometido a las señales continuas de bombeo) que permite relacionar tensiones y corrientes a las frecuencias más relevantes (imagen, FI, RF)

b) Suponiendo conocida la admitancia vista por el diodo a frecuencia imagen ($Y_{IM}$), reduzca la matriz de conversión para encontrar la matriz de admitancias del circuito resultante (RF → puerto 1, FI → puerto 2) en función de $Y_{IM}$

c) Supongamos que se sintetiza la red de puerto imagen de forma que impone un cortocircuito en bornas del diodo, $Z_{IM} = 1/Y_{IM} = 0$. ¿Cómo se podrían calcular las impedancias óptimas de los puertos de RF y FI para conseguir mínimas pérdidas de conversión ($L_C = \frac{P_{dgRF}}{P_{eLFI}}$)? No hay que calcular para encontrar las impedancias, sólo detallar cómo calcularlas. Calcular las pérdidas en esa situación

d) El diodo se sustituye por: —K|—$R_S = 10\,\Omega$—. Misma $g(t)$. Calcular la nueva matriz de conversión.

# JUNIO 2003

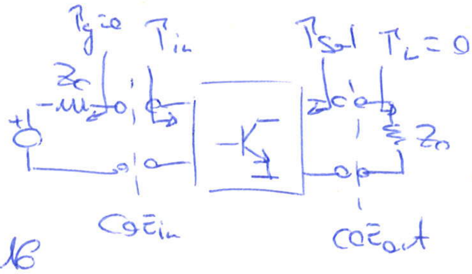
## PROBLEMA 1

$|\Delta| = 0,33 \quad MSG = 19,82\,dB \quad F_{min} = 1,1\,dB \longrightarrow G_A = 18,3\,dB$

a) $Z_g = Z_L = Z_0 \Rightarrow G_t = 16,8\,dB\ ,\ COE_{in} = 3,22\ ,\ COE_{out} = 3,13$

$\Gamma_g = \Gamma_L = 0$

$$COE_{in} = \frac{1+|\Gamma_{in}|}{1-|\Gamma_{in}|}$$




$$|\Gamma_{in}| = |S_{11}| = \frac{COE_{in}-1}{COE_{in}+1} = 0,5316$$

$$|\Gamma_{out}| = |S_{22}| = \frac{COE_{out}-1}{COE_{out}+1} = 0,516$$

$$G_t = \cancel{|S_{21}|^2 \frac{1-|\Gamma_L|^2}{|1-S_{22}\Gamma_L|^2 - |S_{11}-\Delta\Gamma_L|^2}} \underset{\Gamma_L=0}{=} \cancel{\frac{|S_{21}|^2}{1-|S_{11}|^2}}$$

$$\cancel{\Rightarrow |S_{21}| = \sqrt{G_t(1-|S_{11}|^2)} =}$$

$$G_t \underset{\Gamma_g=\Gamma_L=0}{=} |S_{21}|^2 \Rightarrow 6,9183 = |S_{21}|$$

$$MSG = \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} \Rightarrow |S_{12}| = \frac{|S_{21}|}{MSG} = 0,0721$$

$$\Rightarrow k = \frac{1-|S_{11}|^2-|S_{22}|^2+|\Delta|^2}{2|S_{12}||S_{21}|} = 0,5614 < 1$$

$\Rightarrow$ estabilidad condicional

no adaptable

b) $\bar{\Gamma}_g^A = 1+j1{,}5 \qquad \bar{\Gamma}_{in} \simeq 1+j0{,}4 \qquad \bar{\Gamma}_L^B = 0{,}75 - j0{,}5$

$\Gamma_g = \Gamma_{in} \qquad \Gamma_L = \Gamma_L^B \rightarrow$ ¿ $G_t$, $COE_{out}$?

$$\bar{Z}_{in} = 1+j0{,}4 = \bar{Z}_g \Rightarrow \Gamma_g = \frac{\bar{Z}_g - 1}{\bar{Z}_g + 1} = 0{,}198 \angle 78{,}7^\circ$$

Curvas que no tengo;

$\longrightarrow G_p = 16\,dB$ , $COE_{in} = 2$

$$\underline{M_g} = 1 - \left(\frac{COE_{in}-1}{COE_{in}+1}\right)^2 = \underline{0{,}889}$$

$$\boxed{G_t = M_g G_p = 16 - 0{,}51 = \boxed{15{,}49\,dB}}$$

$G_d = 18{,}3\,dB$

$G_t = M_L G_d \Rightarrow \underline{M_L = 0{,}5236}$

$$\Rightarrow \boxed{COE_{out} = \frac{1+\sqrt{1-M_L}}{1-\sqrt{1-M_L}} = 5{,}4561}$$

# Fund. Microondas 2 - Junio '03

## CUESTIÓN

Analice el tipo de estabilidad y dibuje las circunferencias de estabilidad de entrada y de salida de un bipuerto que presenta los siguientes parámetros S.

$$S = \begin{bmatrix} 1 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$$

Solución:

- Ocurre que al aplicar las expresiones de $C_{10}$, $C_{g0}$, $R_{10}$ y $R_{g0}$ vistas en clase, se llega a una indeterminación.
- Para ver mejor la solución, voy a cambiar $S_{11}$ y $S_{22}$ por estos valores.

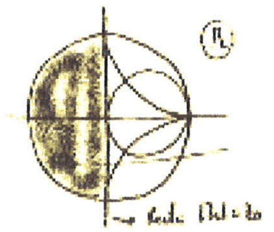
$S_{11} = S_{22} = 0{,}99 \longrightarrow C_{10}, C_{g0} = -99{,}49$, $R_{g0} = R_{10} = 100{,}50$

$S_{11} = S_{22} = 0{,}999 \longrightarrow C_{10}, C_{g0} = -999{,}49$, $R_{g0} = R_{10} = 1000{,}50$

a medida que $S_{11}$ y $S_{22}$ tienden a 1, $C_{10}, C_{g0}$ tienden a $-\infty$, y $R_{g0}, R_{10} = \infty$.

- Solución oficial.

$$\Gamma_{in} = \frac{S_{11} - \Delta\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} = \frac{1+\Gamma_L}{1-\Gamma_L} = \bar{z}_L \qquad |\Gamma_{in}| < 1 \Rightarrow |\bar{z}_L| < 1 \Rightarrow |Z_L| < Z_0$$




Estable donde $|Z_L| < Z_0$ y $|\Gamma_L| < 1$, no incluye ni la recta $|Z_L| = Z_0$ ni el contorno de la carta de Smith.

- Como $S_{11} = S_{22}$ y $S_{12} = S_{21}$, el bipuerto es simétrico y recíproco, y por tanto presenta el mismo comportamiento entre ambos puertos. Luego C.E.E. y C.E.S coinciden, y también las regiones de estabilidad.

## PROBLEMA 1

Se dan una serie de características acerca de un transistor.

$|\Delta| = 0{,}35$ $\quad$ $MSG = 19.77$ dB , $\quad F_{min} = 1{,}1$ dB , $\quad G_d$ (mínimo ruido) $= 18{,}30$ dB.

a) Se realizan las siguientes mediciones cargando el transistor a la entrada y a la salida con la impedancia de referencia de los parámetros S (o sea, $Z_0$):

$$G_t = 16{,}8 \text{ dB} , \quad COE_{in} = 3{,}27 , \quad COE_{out} = 3{,}13 .$$

Determinar K y analizar la estabilidad.

Solución:

- Al cargar el dispositivo con $Z_L = Z_0$ y $Z_g = Z_0$, $\Gamma_L = \Gamma_g = 0$.

- $\Gamma_{in} = S_{11} + \dfrac{S_{12} S_{21} \Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} = S_{11}$ , $\quad \Gamma_{out} = \dots = S_{22}$

- $COE_{in} = \dfrac{1 + |\Gamma_{in}|}{1 - |\Gamma_{in}|} \Rightarrow |\Gamma_{in}| = |S_{11}| = \dfrac{COE_{in} - 1}{COE_{in} + 1} = 0{,}5316$ , $\quad |S_{22}| = \dfrac{COE_{out} - 1}{COE_{out} + 1} = 0{,}5157$

- $|S_{21}|$ se puede calcular a partir de $G_t$:

$$G_t = \frac{|b_2|^2}{|a_1|^2} \cdot \frac{(1 - |\Gamma_L|^2)}{(1 - |\Gamma_{in}|^2)} \cdot M_g = \dots = |S_{21}|^2 \cdot \frac{(1 - |\Gamma_L|^2) \cdot (1 - |\Gamma_g|^2)}{|1 - S_{22}\Gamma_L|^2 \, |1 - \Gamma_{in}\Gamma_g|^2}$$

$$G_t \Big|_{\Gamma_L = \Gamma_g = 0} = |S_{21}|^2 \Rightarrow |S_{21}| = 6{,}9183$$

- Y $|S_{12}|$ a partir de la MSG:

$$MSG = \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} \Rightarrow |S_{12}| = 0{,}0772$$

- Con todo esto, es inmediato calcular K:

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 \cdot |S_{12}| \cdot |S_{21}|} = \boxed{0{,}5666}$$

$-1 < K < 1$

EST. COND. NO ADAPTABLE

b) Empleando unos gráficos en los planos $\Gamma_g$ y $\Gamma_L$ (curvas de $COE_{in}$ cte., figura de ruido y $G_d$ cte en $\Gamma_g$, y curvas $COE_{out}$ cte y $G_p$ cte. en $\Gamma_L$), y sabiendo que $\Gamma_g = \Gamma_{on}$ (minimiza la figura de ruido) y $\Gamma_L = \Gamma_L^0$ ($\Gamma_L$ es tal que las curvas $COE_{in}$ en $\Gamma_g$ son válidas), determinar la ganancia de transducción y el COE en el plano de salida.

(Según las curvas, $\Gamma_L = \Gamma_L^0 \dots G_p = 16$ dB y $\Gamma_g = \Gamma_{on} \dots COE_{in} = 2$)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Apellidos: Nombre:

Asignatura: Grupo: Fecha:

Solución:

- Mirando en las curvas, con esos $\Gamma_L$ y $\Gamma_S$ se va a tener un $COE_{in} = 2$ y una $G_p = 16$ dB.
- A partir de $COE_{in}$ deducimos $G_p$ y $M_S$:

$$COE_{in} = \frac{1+|\Gamma_a|}{1-|\Gamma_a|} = \frac{1+\sqrt{1-M_S}}{1-\sqrt{1-M_S}} \Rightarrow \sqrt{1-M_S} = \frac{COE_{in}-1}{COE_{in}+1} = \frac{1}{3} \Rightarrow M_S = 0,88$$

- Y de ahí sale $G_t$:

$$G_t = G_p \cdot M_S = 10^{1,6} \cdot 0,88 = 15,49 \text{ dB}$$

- Como $\Gamma_S = \Gamma_m$, estamos en adaptación de mínimo ruido, el dato de $G_A = 18,30$ dB es válido.

$$G_t = G_A \cdot M_L \Rightarrow M_L = \frac{10^{1,549}}{10^{1,83}} = 0,5234$$

- Y con este $M_L$ se deduce $COE_{out}$.

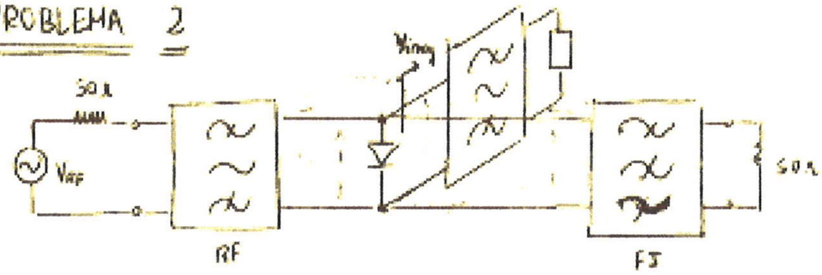
$$COE_{out} = \frac{1+\sqrt{1-M_L}}{1-\sqrt{1-M_L}} = \boxed{5,4589}$$

c y d) Se preguntaba cómo mejorar el $COE_{out}$ aun con el compromiso de no aumentar mucho el $COE_{in}$ ni empeorar mucho la figura de ruido, manteniendo $\Gamma_L$ fijo. Yo indiqué que me movería en un círculo $COE_{in}$ = cte (2) acercándome a una curva de mayor $G_A$, ya que así si $G_p$ y $M_S$ se mantienen iguales, $G_t$ también y $M_L$ ~~bajaría~~ aumentaría (y con ello $COE_{out}$ bajaría), pero creo que está mal.

Luego se podían hacer más cálculos del mismo estilo, mejorando $COE_{out}$ manteniendo $\Gamma_S = \Gamma_S^M$ y otras cosas, pero no pude hacerlo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

# PROBLEMA 2




a) A partir del resultado del análisis de bombeo:

$$g(t) = \left.\frac{di_d}{dv_d}\right|_{v_d = v_{OL}(t)} = \frac{1}{30} - \frac{4}{75}\cdot\cos(\omega_{OL} t) + \frac{6}{50}\cdot\cos(2\omega_{OL} t) + \operatorname{sen}\left(3\,\omega_{OL} t - \frac{\pi}{5}\right)$$

Determinar la matriz de conversión $\bar{\bar{G}}$, que permite conocer la amplitud de las componentes de la corriente que atraviesan el diodo a las frecuencias de RF, FI e imagen.

Solución:

- La matriz de conversión presenta este aspecto.

$$\bar{\bar{G}} = \begin{bmatrix} G_0 & G_1 & G_2 \\ G_1^* & G_0 & G_1 \\ G_2^* & G_1^* & G_0 \end{bmatrix}$$

- Los coeficientes $G_i$ se determinan a partir del desarrollo en serie de Fourier de $g(t)$.

$$g(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} G_k \cdot e^{j\omega_{OL}\cdot k\cdot t}$$

$$g(t) = \frac{1}{30}\cdot e^{j\omega_{OL}\cdot 0\cdot t} + \left(-\frac{4}{75}\right)\frac{1}{2}\cdot\left(e^{j\omega_{OL} t} + e^{-j\omega_{OL} t}\right) + \frac{6}{50}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(e^{j2\omega_{OL} t} + e^{-j2\omega_{OL} t}\right) +$$

$$+ \frac{1}{2}\left(e^{j\left(3\omega_{OL} t - \frac{\pi}{5}\right)} - e^{-j\left(3\omega_{OL} t - \frac{\pi}{5}\right)}\right) = \left[\left(\frac{-1}{2}\right) e^{j\frac{\pi}{5}}\right]\cdot e^{-j3\omega_{OL} t} + \left[\frac{3}{50}\right]\cdot e^{-j2\omega_{OL} t} +$$

$$+ \left[\frac{-2}{75}\right]\cdot e^{-j\omega_{OL} t} + \left[\frac{1}{30}\right] + \left[\frac{-2}{75}\right] e^{j\omega_{OL} t} + \left[\frac{3}{50}\right]\cdot e^{j2\omega_{OL} t} + \left[\frac{1}{2}\, e^{-j\frac{\pi}{5}}\right]\cdot e^{j3\omega_{OL} t}$$

- En consecuencia:

$$\bar{\bar{G}} = \begin{bmatrix} \frac{1}{30} & \frac{-2}{75} & \frac{3}{50} \\ \frac{-2}{75} & \frac{1}{30} & \frac{-2}{75} \\ \frac{3}{50} & \frac{-2}{75} & \frac{1}{30} \end{bmatrix} = \frac{1}{150}\cdot\begin{bmatrix} 5 & -4 & 9 \\ -4 & 5 & -4 \\ 9 & -4 & 5 \end{bmatrix}$$

b) Calcular la nueva matriz de conversión que se obtiene al hacer que $Y_{imagen}$ sea imaginaria pura.

Solución:

- Al colocar el bloque de refuerzo de la frecuencia imagen, el tripuerto que constituye el diodo queda cargado en uno de sus puertos, y se convierte en un bipuerto:

$$\bar{I} = \bar{\bar{G}} \cdot \bar{V}, \quad \text{donde} \quad \bar{I} = [I_{imagen}^*, I_{FI}, I_{RF}]^t \quad y \quad \bar{V} = [V_{imagen}^*, V_{FI}, V_{RF}]^t.$$

- Al cargar el puerto, $I_{imagen} = Y_{imagen} \cdot V_{imagen}$, y la 1ª de las 3 ecuaciones queda así:

$$\left.\begin{array}{l} I_{imagen}^* = G_0 \cdot V_{imagen}^* + G_1 \cdot V_{FI} + G_2 \cdot V_{RF} \\ I_{imagen}^* = Y_{imagen}^* \cdot V_{imagen}^* \end{array}\right\} \quad (Y_{imagen}^* - G_0) \cdot V_{imagen}^* = G_1 \cdot V_{FI} + G_2 \cdot V_{RF}$$

$$V_{imagen}^* = \frac{G_1}{Y_{imagen}^* - G_0} \cdot V_{FI} + \frac{G_2}{Y_{imagen}^* - G_0} \cdot V_{RF}$$

- En base a esta igualdad, la 2ª y la 3ª ecuación de $\bar{I} = \bar{\bar{G}} \cdot \bar{V}$ quedan de esta manera:

$$I_{FI} = G_1^* \cdot V_{imagen}^* + G_0 \cdot V_{FI} + G_1 \cdot V_{RF} = \frac{|G_1|^2}{Y_{imagen}^* - G_0} V_{FI} + \frac{G_1^* \cdot G_2}{Y_{imagen}^* - G_0} \cdot V_{RF} + G_0 V_{FI} + G_1 V_{RF} =$$

$$= \underbrace{\left(G_0 + \frac{|G_1|^2}{Y_{imagen}^* - G_0}\right)}_{Y_a} \cdot V_{FI} + \underbrace{\left(G_1 + \frac{G_1^* \cdot G_2}{Y_{imagen}^* - G_0}\right)}_{Y_b} V_{RF}$$

$$I_{RF} = G_2^* \cdot V_{imagen}^* + G_1^* V_{FI} + G_0 V_{RF} = \frac{G_1 \cdot G_2^*}{Y_{imagen}^* - G_0} \cdot V_{FI} + \frac{|G_2|^2}{Y_{imagen}^* - G_0} V_{RF} + G_1^* \cdot V_{FI} + G_0 \cdot V_{RF} =$$

$$= \underbrace{\left(G_1^* + \frac{G_1 G_2^*}{Y_{imagen}^* - G_0}\right)}_{Y_c} V_{FI} + \underbrace{\left(G_0 + \frac{|G_2|^2}{Y_{imagen}^* - G_0}\right)}_{Y_d} V_{RF}$$

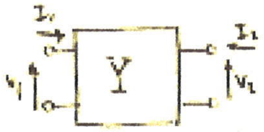
- Y estas 2 ecuaciones permiten montar una nueva matriz de conversión:

$$\begin{bmatrix} I_{FI} \\ I_{RF} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_a & Y_b \\ Y_c & Y_d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_{FI} \\ V_{RF} \end{bmatrix} \longrightarrow$$ NOTA: como $G_i = G_i^*$ para $i = 0, 1, 2$, entonces $Y_b = Y_c$.

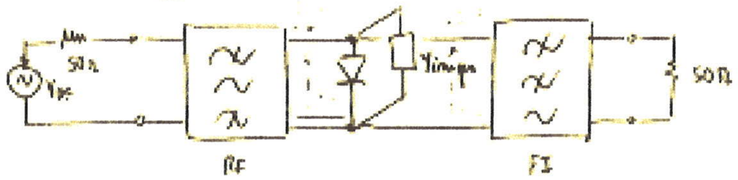
c) Determinar las pérdidas de conversión del mezclador.

Solución:

- Se tiene entonces esta situación:




$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$




- A partir de la matriz de conversión anterior, se puede determinar fácilmente la matriz de parámetros Y del diodo, con esta analogía.

$I_1 = I_{RF}$, $V_1 = V_{RF}$, $I_2 = I_{FI}$, $V_2 = V_{FI}$

$$Y = \begin{bmatrix} Y_d & Y_c \\ Y_h & Y_e \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{cases} Y_{11} = Y_d \\ Y_{12} = Y_c \\ Y_{21} = Y_h \\ Y_{22} = Y_e \end{cases}$$

- Puedo aplicar todo lo que conozco del tema de amplificadores de microondas para calcular las pérdidas de conversión si conociese los parámetros S del diodo, y se pueden determinar a partir de los parámetros Y:

$$S = [Z - Z_0 I] \cdot [Z + Z_0 \cdot I]^{-1} = [(Y)^{-1} - Z_0 \cdot I] \cdot [(Y)^{-1} + Z_0 \cdot I]^{-1}$$