A]

Elettronica delle Telecomunicazioni
2/6/94

Il componente attivo utilizzato nell'amplificatore di fig. 1 è caratterizzato dai seguenti parametri S:

$S_{11} = 0.552 \angle 169°$ $\qquad$ $S_{12} = 0.049 \angle 23°$

$S_{21} = 1.68 \angle 26°$ $\qquad$ $S_{22} = 0.839 \angle -67°$

I parametri di rumore sono:

$F_{min} = 2.5\,dB$, $\Gamma_{ON} = 0.475 \angle 166°$ $\quad R_n = 3.5\,\Omega$.

1) Dimostrare, utilizzando i cerchi di stabilità, che il componente attivo è incondizionatamente stabile
2) Calcolare la massima potenza di uscita e progettare M1 in modo da ottenerla.
3) Calcolare la cifra di rumore in corrispondenza di tale potenza

$V_s = 0.3 \cos \omega_s t$

B

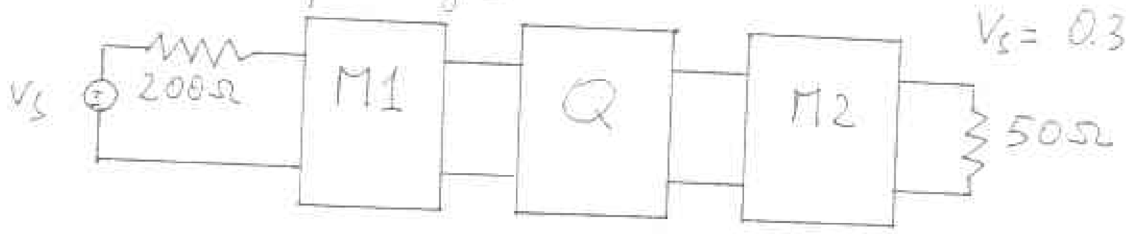


Fig. 1

B] Un mixer a diodi singolarmente bilanciato è caratterizzato dal circuito equivalente in fig. 2.
Calcolare la perdita di conversione di tale mixer.

Fig. 2

7

A) 1) Affinché il componente attivo risulti incondizionatamente stabile è necessario e sufficiente che il cerchio di Smith sia interamente contenuto sia nell'area di stabilità di ingresso che in quella di uscita.

Bisogna, pertanto, tracciare i cerchi di stabilità ed individuare l'area stabile che può essere interna o esterna agli stessi.

Cerchio di stabilità di ingresso:

centro: $$C_S = \frac{C_1^*}{|S_{11}|^2 - |D|^2} \quad \text{con } C_1 = S_{11} - D S_{22}^* = -0.198 + 0.105 j$$

$$D = S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21} = -0.143 + 0.386 j$$

Pertanto

$$C_S = -1.48 - 0.788 j \Rightarrow C_S = 1.68 \angle -152^\circ$$

raggio: $$r_S = \frac{|S_{12} S_{21}|}{\left| |S_{11}|^2 - |D|^2 \right|} = 0.617$$

Poiché

$$|C_S| = 1.68 > 1 + r_S = 1.617$$

il cerchio di stabilità di ingresso è esterno a quello di Smith, inoltre, essendo $\Gamma_L(\Gamma_S = 0) = S_{22}$ e $|S_{22}| = 0.839 < 1$ il centro del cerchio di Smith appartiene all'area di stabilità di ingresso.

Pertanto l'area di stabilità è quella esterna al cerchio di stabilità: essa contiene interamente il cerchio di Smith.

8

Ragionando analogamente per quanto riguarda l'uscita si ottiene

centro:

$$C_L = \frac{C_2^*}{|S_{22}|^2 - |D|^2}$$

con

$$C_2 = S_{22} - D S_{11}^* = 0.206 - 0.5804j$$

$$D = -0.149 + 0.386j$$

$$C_L = 0.392 + 1.077j \Rightarrow C_2 = 0.616 \angle{-70^\circ}$$

raggio:

$$r_L = \frac{|S_{12} S_{21}|}{\left| |S_{22}|^2 - |D|^2 \right|} = 0.154$$

Pertanto anche in questo caso il cerchio di stabilità è esterno a quello di Smith e, poiché $|S_{11}| < 1$, si può concludere che il centro del cerchio di Smith appartiene all'area di stabilità di uscita.

Anche in questo caso il cerchio di Smith è interamente contenuto nell'area di stabilità.

Si può pertanto concludere che il quadripolo risulta incondizionatamente stabile.

2) La massima potenza di uscita, essendo il quadripolo in cond. stab., si ottiene in corrispondenza delle terminazioni ottime e può essere calcolata

come $$P_{L MAX} = G_{A MAX} \cdot P_{Ain}$$ 9

dove $G_{A MA}$ è il massimo guadagno di potenza disponibile.

Risulta

$$G_{A\,max} = \left|\frac{S_{21}}{S_{12}}\right| \left(k - \sqrt{k^2 - 1}\right)$$

dove

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |D|^2}{2\,|S_{12}\,S_{21}|} = 1.012$$

$$G_{A\,max} = 29.36$$

$$P_{L\,max} = 1.65\ \mathrm{mW}$$

Tale potenza si ha in corrispondenza di

$$\Gamma_s = \Gamma_{S\,OPT} = C_1^* \frac{B_1 \pm \sqrt{B_1^2 - 4|C_1|^2}}{2|C_1|^2}$$

dove $B_1 = 1 + |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 - |D|^2$

$$\Gamma_{S\,OPT} = -0.845 - 0.412j \Rightarrow \Gamma_{S\,OPT} = 0.941 \angle -154^\circ$$

Con riferimento alla carta di Smith allegata, si va da Γ_S al punto A con uno spezzone di linea di lunghezza $\lambda/4$ e impedenza caratteristica:

$$Z_0' = \sqrt{200 \cdot 0.032 \cdot 50} = 17.88\,\Omega$$

e, quindi, da A a $\Gamma_{S\,OPT}$ con un tratto di linea a $50\,\Omega$ di lunghezza

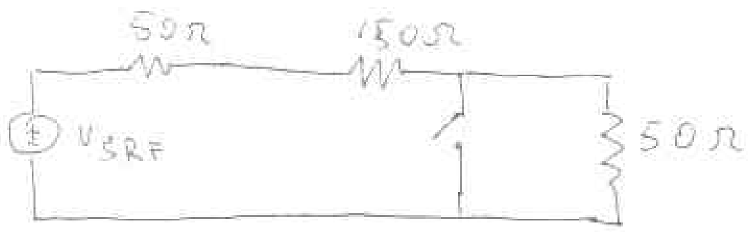
$$l = 0.462\,\lambda$$

3) La cifra di rumore si calcola utilizzando la seguente formula

$$F = F_{min} + \frac{4\,r_n\,|\Gamma_{S\,OPT} - \Gamma_{ON}|^2}{\left(1 - |\Gamma_{S\,OPT}|^2\right)|1 + \Gamma_{ON}|^2} = 5.178$$

ovvero $F_{dB} = 7.14$ dB

B] La perdita di conversione è definita come rapporto tra la potenza disponibile di ingresso a radiofrequenza e la potenza nel carico a frequenza intermedia quando sia l'impedenza interna del generatore a RF che quella di carico valgono 50 Ω.



Pertanto quando il tasto è chiuso la tensione di uscita V_u vale zero, mentre quando è aperto

$$V_u = V_{SRF} \cdot \frac{50}{50+50+150} = 0.2\, V_{SRF}$$

Ovvero la tensione di uscita si ottiene da quella di ingresso moltiplicandola per un'onda quadra che assume i valori 0 e 0.2.
La prima armonica di tale onda quadra ha ampiezza

$$V_{1Q} = \frac{0.2}{\pi/2} = 0.127$$

e quindi, detta $V_{S\Omega}$ l'ampiezza del segnale a RF, quella del segnale a frequenza intermedia è

$$V_{FI} = \frac{1}{2} V_{S\Omega} \cdot 0.127 = 0.0635\, V_{S\Omega}$$

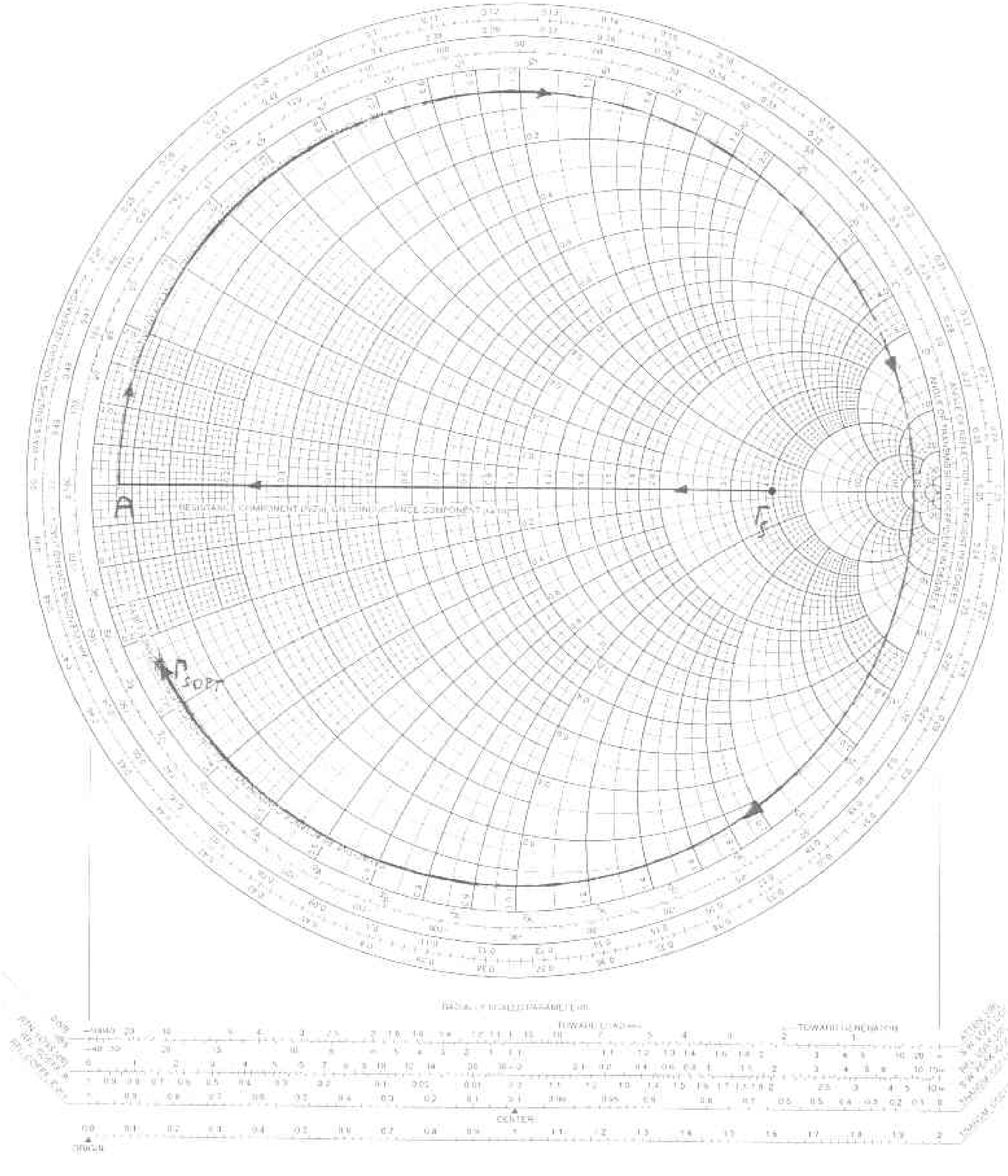
La perdita di conversione risulta quindi

$$C_L = \frac{0.0635^2\, V_{S\Omega}^2}{2 \cdot 50} \cdot \frac{8 \cdot 50}{V_{S\Omega}^2} = 0.016$$

ovvero

$$C_L|_{dB} = 18\ dB.$$

11



A
Γs
ΓSOPT
RESISTANCE COMPONENT (R/Zo), OR CONDUCTANCE COMPONENT (G/Yo)
RADIALLY SCALED PARAMETERS
TOWARD LOAD
TOWARD GENERATOR
CENTER
ORIGIN