

# Lista de exercícios – Sistemas de Micro-ondas

---

## PSI3481 – Sistemas Ópticos e de Micro-ondas

Prof.<sup>a</sup> Fatima Salete Correra

- 1) Um rádio enlace de micro-ondas opera em 6 GHz e utiliza uma antena de recepção e outra de transmissão iguais, cada uma com ganho de 20 dB. Sabe-se que a distância entre o receptor e o transmissor é de 27 km e deseja-se que a potência recebida ( $P_r$ ) seja, no mínimo, de -60 dBm. Considerando condições ideais de propagação, sem presença de chuva, de reflexão ou de difração do sinal por obstáculos, calcule a potência que deve ser transmitida ( $P_t$ ) em mW e em dBm.

Respostas:

$$P_t(\text{mW}) = 4.611 \text{ mW} \quad P_t(\text{dBm}) = 36,64 \text{ dBm}$$

---

- 2) A intensidade de radiação de uma antena é dada por

$$\begin{cases} U = 1, & \text{para } 0 \leq \theta \leq 45^\circ \\ U = 0, & \text{para } 45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \\ U = \frac{1}{2}, & \text{para } 90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \end{cases}$$

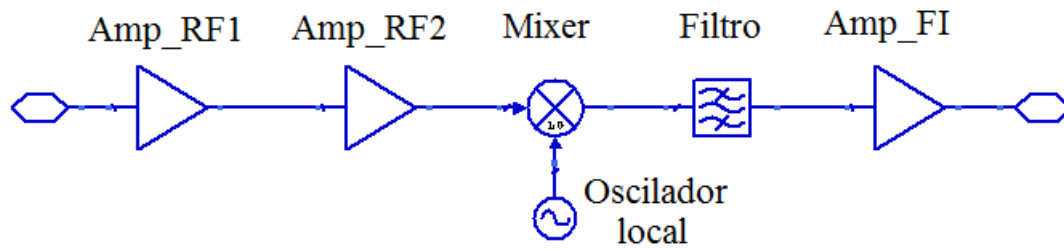
- a) Qual a diretividade dessa antena em dB?
- b) Qual a densidade de potência radiada gerada pela antena a 200 m de distância, na direção de máxima diretividade, quando conectada a um transmissor casado e sem perdas que emite 5 W de potência?

Respostas:

$$D = 4,018 \text{ dB} \quad S_{\text{med}} = 25,00 \text{ } \mu\text{W}/\text{m}^2$$

---

3) Considere o subsistema apresentado na figura abaixo, constituído por três amplificadores e um conversor de frequências (mixer) e um filtro passa-faixa em cascata.



Assuma que:

- A potência de entrada do sistema é de 0,1 mW
- Todos os componentes do sistema operam em região linear, com os ganhos especificados na tabela abaixo.
- Todos os componentes do sistema tem entradas e saídas com impedância de 50  $\Omega$ , sendo que seu ganho não é alterado quando eles são interconectados.

Preencha a tabela a seguir, considerando:

$$G = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}}$$

$$G(dB) = 10 \log(G)$$

$$P(dBm) = 10 \log \frac{P(mW)}{1 mW}$$

| Componente | Ganho | Ganho (dB) | Psaída (mW) | Psaída (dBm) |
|------------|-------|------------|-------------|--------------|
| Amp_RF1    |       | 17         |             |              |
| Amp_RF2    | 20    |            |             |              |
| Mixer      |       | -6         |             |              |
| Filtro     |       | -1         |             |              |
| Amp_FI     | 10    |            |             |              |

4) Calcule a Figura de Ruído do sistema apresentado no exercício 3, considerando os parâmetros de ruído dos componentes apresentados na tabela a seguir.

| Componente | F(dB) | F |
|------------|-------|---|
| Amp_RF1    | 1,5   |   |
| Amp_RF2    | 2     |   |
| Mixer      | 7     |   |
| Filtro     | 1     |   |
| Amp_FI     | 3     |   |

$$F(dB) = 10 \log(F)$$

- 5) Deseja-se que os amplificadores do sistema do exercício 3 operem pelo menos 5 dB abaixo do ponto de compressão de 1 dB quando a potência de entrada for de 0,1 mW.

(Nessa condição pode-se considerar que os amplificadores estão operando linearmente, com as potências de saída calculadas no exercício 3)

Especifique o valor mínimo do ponto de compressão de 1 dB de saída de cada amplificador, em questão,  $OP_{1dB}$ , com o auxílio da tabela abaixo.

| <b>Componente</b> | <b>Psaída (dBm)</b><br>(Calculada no exercício 3) | <b><math>OP_{1dB}</math> (dBm) mínimo</b><br>(Especificação do amplificador) |
|-------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Amp_RF1           |                                                   |                                                                              |
| Amp_RF2           |                                                   |                                                                              |
| Amp_FI            |                                                   |                                                                              |

- 6) Um Radar Doppler opera em 10 GHz. O sinal refletido por um carro em movimento, retorna ao radar com a frequência de 8 GHz + 1,667 KHz.

- Qual a velocidade do carro em m/s e em km/h?
- O carro estava se aproximando ou se afastando do radar Doppler?

|                                               |                                              |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Frequência Doppler: $f_d = \frac{2.v.f_0}{c}$ | $c = 3 \times 10^8$ m/s<br>Frequências em Hz |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|