

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)

Concurso Público - NÍVEL SUPERIOR

CARGO: Tecnologista da Carreira de Desenvolvimento Tecnológico

Classe: Tecnologista Junior Padrão I

(TS02)

## CADERNO DE PROVAS

### PROVA DISCURSIVA

#### TEMA:

Dimensionamento de enlaces de microondas em sistemas de telecomunicações via satélite.

Em seu texto, inclua, necessariamente uma descrição/análise sobre os seguintes tópicos:

- Principais componentes e perdas que compõem o enlace
- Principais parâmetros dos componentes a serem considerados
- Características e principais especificações sobre amplificadores de baixo ruído (LNA) e de potência (HPA)

### PROVA OBJETIVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Valores de referência para a solução das questões:

- a) ( ) VSWR = 3,5
- b) ( ) VSWR = 3,0
- c) ( ) VSWR = 1,3
- d) ( ) VSWR = 1,5
- e) ( ) VSWR = 1,2

#### Tabela de Log decimal

x	Log <sub>10</sub> (x)
1	0
2	0,30
3	0,48
π	0,50
4	0,60
5	0,70
6	0,78
7	0,85
8	0,90
9	0,95
10	1
29	1,46

**Questão 2:** Na entrada de um amplificador de microondas, que apresenta uma Figura de Ruído igual a 10 dB, é injetado um sinal com uma potência de 100 μW e um ruído de 1 μW. Baseado nestes dados, assinalar o valor correto da relação Sinal/Ruído ( $S_0 / N_0$ ) na saída do amplificador.

- a) ( ) 40 dB
- b) ( ) 10 dB
- c) ( ) 30 dB
- d) ( ) 20 dB
- e) ( ) 7 dB

#### Valores de Referência

Constante de Boltzman ( $k$ ) =  $1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K

$10 \log_{10} k = -228,6$  dB J/K

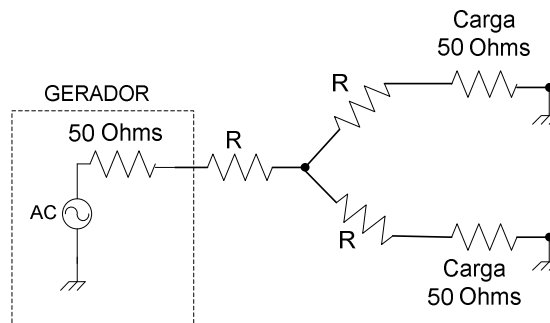
Temperatura de referência ( $T_0$ ) = 290K

Velocidade da luz ( $c$ ) =  $3 \cdot 10^8$  m/s

**Questão 3:** Considere o divisor de potência resistivo casado mostrado na figura a seguir.

**Questão 1:** Utilizando-se um Analisador de Redes Escalar foi medido o valor de 14 dB para a perda de retorno na entrada de um estágio amplificador. Considerando a Perda de retorno (dB) =  $-20 \log_{10} |\Gamma|$ , (sendo  $\Gamma$  = coeficiente de reflexão), calculou-se o modulo do coeficiente de reflexão igual a 0,2.

Baseado nas medidas pede-se assinalar o valor do VSWR na entrada do amplificador.



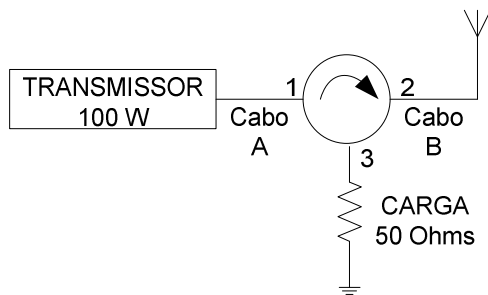
Assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado das resistências “R” para que ocorra o melhor casamento entre gerador e cargas:

- a) ( ) 50 Ohms
- b) ( ) 75 Ohms
- c) ( ) 17 Ohms
- d) ( ) 33 Ohms
- e) ( ) 100 Ohms

**Questão 4:** Um transmissor de rádio frequência com potência de saída de 100 W alimenta uma antena em banda “S”, conforme mostrado na figura a seguir. Sabe-se que devido a descasamentos entre o cabo e a antena, 20% da potência que chega à entrada da antena retorna.

Dados:

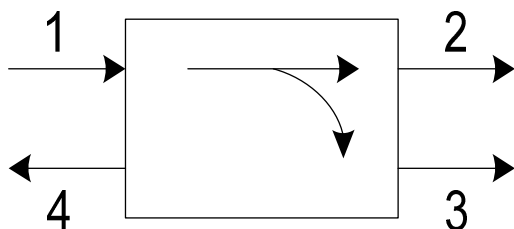
- perda de inserção entre portas do isolador = 1 dB
- perda de inserção do cabo A = 1 dB.
- perda de inserção do cabo B = 1 dB



Pede-se assinalar o valor correto da potência dissipada na carga de 50 Ohms:

- a) ( ) 8 dBW
- b) ( ) 9 dBW
- c) ( ) 10 dBW
- d) ( ) 13 dBW
- e) ( ) 0 dBW

**Questão 5:** Considere um acoplador direcional sem perdas, conforme mostrado na figura a seguir, com as seguintes características: Isolação: 50 dB; Acoplamento: 16 dB.



Baseado nestes dados, calcular a diretividade (D) definida como sendo a relação de potência nos acessos 3 e 4 ( $P_3/P_4$ ) e assinale a alternativa correta:

- a) ( ) D = 66 dB
- b) ( ) D = 50 dB
- c) ( ) D = 16 dB
- d) ( ) D = 0 dB
- e) ( ) D = 34 dB

**Questão 6:** Um engenheiro eletrônico reduziu em duas décadas a largura de faixa do filtro de resolução (RBW) do analisador de espectro para medir harmônicos de um oscilador controlado por tensão. Com relação ao nível de potência do ruído de fundo (*Noise Floor*) do espectro, assinale a alternativa correta.

- a) ( ) Aumentou 20 dB
- b) ( ) Diminuiu 10 dB
- c) ( ) Aumentou 40 dB
- d) ( ) Diminuiu 40 dB
- e) ( ) Diminuiu 20 dB

**Questão 7:** Assinale a alternativa que representa a matriz dos parâmetros “S” de um atenuador ideal de 10 dB:

- a) ( )  $\begin{bmatrix} 0 & 10 \\ 10 & 0 \end{bmatrix}$
- b) ( )  $\begin{bmatrix} 0 & 1/10 \\ 1/10 & 0 \end{bmatrix}$
- c) ( )  $\begin{bmatrix} 0 & 1/\sqrt{10} \\ 1/\sqrt{10} & 0 \end{bmatrix}$
- d) ( )  $\begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 10 \end{bmatrix}$
- e) ( )  $\begin{bmatrix} 1/\sqrt{10} & 0 \\ 0 & 1/\sqrt{10} \end{bmatrix}$

**Questão 8:** Considere um transmissor de dados a bordo de um satélite operando em 8,3 GHz com uma potência de RF na saída do transmissor igual a 50 W e conectado, por um cabo com perda de 2,6 dB, a uma antena com ganho de 6 dBi. Calcule a Potência Equivalente Irradiada Isotropicamente (EIRP) e assinale a alternativa correta.

- a) ( ) EIRP = 20,4 dBW
- b) ( ) EIRP = 20,4 W
- c) ( ) EIRP = 25,6 dBW
- d) ( ) EIRP = 37,4 dBW
- e) ( ) EIRP = 53,4 W

**Questão 9:** Com relação a figura de mérito de um sistema de recepção, assinale a alternativa correta:

- a) ( ) A figura de mérito varia em função da temperatura de ruído da antena e da temperatura equivalente de ruído do receptor.
- b) ( ) A figura de mérito varia em função do quadrado da temperatura de ruído do receptor.
- c) ( ) A figura de mérito varia em função do quadrado da temperatura de ruído da antena.
- d) ( ) A figura de mérito em dB é dada por:  $G/T = G_{dB} - 20 \log_{10}(T)$ , onde  $G_{dB}$  é o ganho da antena em dB e  $T$  a temperatura de ruído em Kelvin.
- e) ( ) A figura de mérito em dB é dada por:  $G/T = G_{dB} + 20 \log_{10}(T)$ , onde  $G_{dB}$  é o ganho da antena em dB e  $T$  a temperatura de ruído em Kelvin.

**Questão 10:** Uma característica importante do uso do Duplexador em um Transponder é:

- a) ( ) Realizar o batimento dos sinais de RF de entrada e saída do Transponder.
- b) ( ) Garantir uma isolamento entre dois transmissores ligados a uma mesma antena.
- c) ( ) Garantir uma isolamento entre dois receptores ligados a uma mesma antena.
- d) ( ) Garantir uma isolamento entre a transmissão e recepção dos sinais de um Transponder onde as frequências do transmissor e do receptor são as mesmas.
- e) ( ) Garantir uma isolamento entre a transmissão e recepção dos sinais de um Transponder onde as frequências do transmissor e do receptor são diferentes.

**Questão 11:** Dada a matriz de espalhamento para um acoplador direcional, determine os valores do coeficiente de reflexão e da perda de retorno na porta 1.

$$[S] = \begin{bmatrix} 0,05 \angle 30^\circ & 0,96 \angle 0^\circ & 0,10 \angle 90^\circ & 0,05 \angle 90^\circ \\ 0,96 \angle 0^\circ & 0,05 \angle 30^\circ & 0,05 \angle 90^\circ & 0,10 \angle 90^\circ \\ 0,10 \angle 90^\circ & 0,05 \angle 90^\circ & 0,04 \angle 30^\circ & 0,96 \angle 0^\circ \\ 0,05 \angle 90^\circ & 0,10 \angle 90^\circ & 0,96 \angle 0^\circ & 0,05 \angle 30^\circ \end{bmatrix}$$

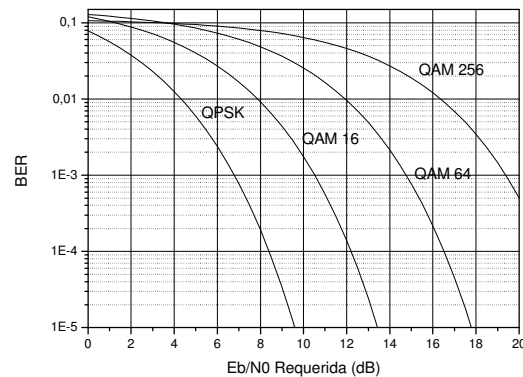
Considere que as outras portas estão casadas e assinale a alternativa correta:

- a) ( ) Módulo do coeficiente de reflexão: 0,05; Perda de retorno: - 13 dB
- b) ( ) Módulo do coeficiente de reflexão: 0,05; Perda de retorno: 13 dB

- c) ( ) Módulo do coeficiente de reflexão: 0,04; Perda de retorno: 26 dB
- d) ( ) Módulo do coeficiente de reflexão: 0,05; Perda de retorno: 26 dB
- e) ( ) Módulo do coeficiente de reflexão: 0,04; Perda de retorno: -14 dB

**Questão 12:** Seja um satélite LEO (*Low Earth Orbit*), com aplicação em sensoriamento remoto, possuindo uma câmera de imageamento operando com uma taxa de bits  $R_b$  igual a 10 Mbps. Na entrada do receptor da estação terrena que recebe as imagens deste satélite, a relação entre a potência do sinal da portadora pela densidade espectral de ruído  $C/N_0$  é igual a 88 dBHz.

Considerando que, para esse tipo de aplicação, a taxa de erro de bit (*BER*) deve ser menor que  $1E-5$  e a margem do enlace deve ser maior ou igual a 3 dB, utilize o gráfico a seguir e assinale a alternativa correta:



- a) ( ) Somente com a modulação QPSK o enlace é fechado atendendo aos requisitos.
- b) ( ) As Modulações QAM 256, QAM 64, QAM 16 e QPSK fecham o enlace atendendo aos requisitos.
- c) ( ) As Modulações QAM 64, QAM 16 e QPSK fecham o enlace atendendo aos requisitos.
- d) ( ) As Modulações QAM 16 e QPSK fecham o enlace atendendo aos requisitos.
- e) ( ) Não é possível fechar o enlace atendendo aos requisitos com as opções disponíveis.

**Considerando os dados abaixo responda as questões 13, 14 e 15.**

Seja um enlace de subida (*Uplink*) em banda KU, envolvendo uma estação terrena com uma antena com elevação ( $E=10^\circ$ ) e um satélite geoestacionário, este localizado a uma distância ( $R$ ) de aproximadamente 40000 km. Os dados do enlace, assim como as equações, são apresentados a seguir:

Frequência de subida ( $f$ ): 14 GHz  
Taxa de Bits (*Uplink*): 70 Mbps

Atenuação Atmosférica: 10,3 dB (considerando a frequência e ângulo de elevação em questão, para a condição de chuva)

Dados da Estação Terrena:

- Potência do Transmissor: 100 W
- Perda ôhmica dos cabos entre o transmissor e antena: 2,4 dB
- Diâmetro da Antena ( $D$ ): 8 m
- Eficiência da Antena ( $\eta$ ): 0,5

Dados do Satélite:

- Ganho da Antena: 30 dBi
- Figura de Ruído do Receptor: 3 dB
- Temperatura de Ruído da Antena: 290 K

Considere:

- Equação do ganho máximo da antena parabólica em relação à antena isotrópica:

$$G = \eta \cdot \left( \frac{\pi \cdot D \cdot f}{c} \right)^2$$

- Equação da atenuação em espaço livre:

$$A_{EL} = \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot R \cdot f}{c} \right)^2$$

Velocidade da Luz ( $c$ ) =  $3 \cdot 10^8$  m/s

**Questão 13:** Calcule a Potência Equivalente Irradiada Isotropicamente (EIRP) da estação terrena e assinale a alternativa correta para a EIRP:

- a) ( ) 76 dBm
- b) ( ) 76 dBW
- c) ( ) 78 dBW
- d) ( ) 78 dBm
- e) ( ) 82 dBW

**Questão 14:** Calcule e assinale a perda total na propagação.

- a) ( ) 207,4 dB
- b) ( ) 217,7 dB
- c) ( ) 216,4 dB
- d) ( ) 206,7 dB
- e) ( ) 208,4 dB

**Questão 15:** Considerando como ideal (sem perdas), o cabo que interliga a antena ao receptor, calcule a Figura de Mérito (G/T) do satélite e assinale a alternativa correta para G/T:

- a) ( ) 2,4 dB/K
- b) ( ) 3,4 dB/K
- c) ( ) 5,4 dB/K
- d) ( ) 1,4 dB/K
- e) ( ) 10,4 dB/K

**Questão 16:** Os parâmetros do enlace de descida (*downlink*) para a recepção dos dados gerados pela câmera de um satélite de sensoriamento remoto são:

Frequência de descida (*Downlink*): 8300 MHz

Taxa de Bits (*Downlink*): 50 Mbps

EIRP do satélite: 20 dBW

Perda em Espaço Livre: 180 dB

Perda Atmosférica e atenuação pela chuva: 1,2 dB

G/T da Estação Terrena: 30 dB/K

Perda por polarização: 0,6 dB

$E_b/N_0$  requerida: 16,8 dB

Temperatura de Referência ( $T_0$ ) = 290K

Com base nestes parâmetros, assinale a alternativa que apresenta a margem do enlace:

- a) ( ) 0 dB
- b) ( ) 4,2 dB
- c) ( ) 3 dB
- d) ( ) 3,6 dB
- e) ( ) 19,8 dB

**Questão 17:** Considere um satélite de orbita baixa (800 km), na condição de nadir e EIRP (Potência Equivalente Irradiada Isotropicamente) de 20 dBW. Calcule a densidade do fluxo de potência, desconsiderando as atenuações devido às precipitações do canal de propagação, e assinale a alternativa correta para a densidade de fluxo de potencia.

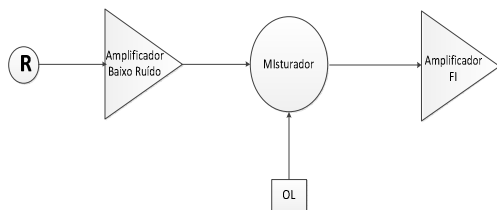
- a) ( ) -110 dBW/m<sup>2</sup>
- b) ( ) -111 dBW/m<sup>2</sup>
- c) ( ) -108 dBW/m<sup>2</sup>
- d) ( ) -107 dBW/m<sup>2</sup>
- e) ( ) -109 dBW/m<sup>2</sup>

**Questão 18:** Assinale a alternativa **incorreta** sobre a temperatura de ruído de antenas utilizadas em enlaces espaciais:

- a) ( ) Para um enlace de descida (*Downlink*), a temperatura de ruído da antena da estação terrena é função da temperatura de ruído proveniente do espaço e da temperatura de ruído proveniente do solo.

- b) ( ) Para um enlace de descida (*Downlink*), a temperatura de ruído da antena da estação terrena é parâmetro para o cálculo da figura de mérito (G/T) da estação terrena.
- c) ( ) Considerando uma antena de alto ganho e feixe estreito, a bordo de um satélite e apontada para a Terra, pode-se dizer que a temperatura de ruído da antena é aproximadamente igual a 290 K.
- d) ( ) Considerando enlace de descida (*Downlink*), quanto maior o ângulo de elevação da antena da estação terrena em relação ao solo, maior será o ruído captado do solo e, conseqüentemente, maior será a temperatura de ruído desta antena.
- e) ( ) A presença de chuva na trajetória de um enlace de descida tem efeito na temperatura de ruído da antena.

**Questão 19:** A figura a seguir apresenta o diagrama de blocos da entrada de um receptor.



Parâmetros:

- Ganho de potência do Amplificador de Baixo Ruído:  $G_1$
- Fator de Ruído do Amplificador de Baixo Ruído:  $F_1$
- Perda de Conversão do Misturador:  $L_2$
- Fator de Ruído do Misturador:  $F_2$
- Ganho de potência do Amplificador de FI:  $G_3$
- Fator de Ruído do Amplificador de FI:  $F_3$

Considerando os parâmetros dados, qual é o fator de ruído  $F$  medido no ponto  $R$ ?

- a) ( )  $F = F_1 + F_2 + F_3$
- b) ( )  $F = F_1 + (F_2-1)/L_2 + (F_3-1)/(L_2 \cdot G_3)$
- c) ( )  $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3-1) \cdot L_2/G_1$
- d) ( )  $F = F_1 + F_2 /G_1 + F_3 \cdot L_2/G_1$
- e) ( )  $F = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3$

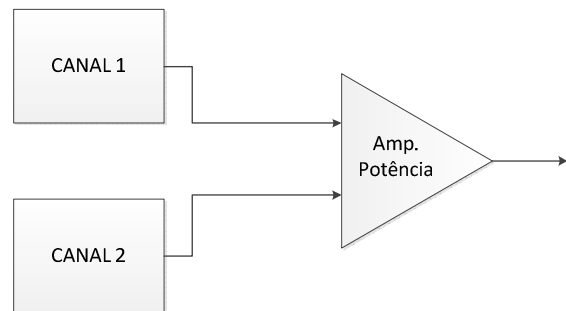
**Questão 20:** Um parâmetro importante na análise de viabilidade de um sistema de comunicações é a relação sinal ruído total, que leva em consideração os enlaces de subida (*Uplink*) e descida (*Downlink*). Considere as relações sinal ruído dos enlaces de subida e de descida a seguir:

$$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{Sub} = 20 \cdot 10^8 \quad \left(\frac{C}{N_0}\right)_{Desc} = 5 \cdot 10^8$$

Assinale a alternativa correta para a relação sinal ruído total:

- a) ( ) 94 dBHz
- b) ( ) 86 dBHz
- c) ( ) 90 dBHz
- d) ( ) 104 dBHz
- e) ( ) 92 dBHz

**Questão 21:** O amplificador de potência de um transmissor em banda X a bordo de um satélite de sensoriamento remoto possui uma banda de 500 MHz (de 8 GHz a 8,5 GHz). Considerando que dois canais operam simultaneamente, conforme o diagrama a seguir.



Dados:

- Frequência de Operação do Canal 1: 8200 MHz
- Frequência de Operação do Canal 2: 8300 MHz

Calcule os produtos de intermodulação de terceira ordem na saída deste amplificador e assinale a alternativa correta para os valores obtidos:

- a) ( ) 8200 MHz e 8300 MHz
- b) ( ) 16,4 GHz e 16,6 GHz
- c) ( ) 8100 MHz e 8400 MHz
- d) ( ) 100 MHz e 16,5 GHz
- e) ( ) 500 MHz

**Questão 22:** Determine a indutância "L" (em nH) de um trecho de cabo coaxial, fabricado com dielétrico de ar, com terminação em curto e impedância característica  $Z_0 = 31,4$  Ohms. O cabo tem comprimento igual a  $\lambda_{AR}/8$  (um oitavo do comprimento de onda no ar) operando na frequência de 2 GHz. Despreze a perda no cabo e os efeitos de borda.

Dados adicionais:

Impedância de entrada ( $Z_{IN}$ ) de uma linha de transmissão sem perdas com carga  $Z_L$ :

$$Z_{IN} = Z_0 \frac{Z_L + j Z_0 \tan(\beta \ell)}{Z_0 + j Z_L \tan(\beta \ell)}$$

Sendo :

$Z_0$  = impedância característica da linha

$Z_L$  = terminação (carga) da linha

$\beta$  = constante de propagação da linha

$\ell$  = comprimento da linha

$c$  = velocidade da luz no vácuo =  $3 \cdot 10^8$  m/s

$$j = \sqrt{-1}$$

Use  $\pi = 3,14$

Assinale a alternativa que apresenta o valor correto para a indutância "L" em nH:

- a)  L = 3,14 nH
- b)  L = 5 nH
- c)  L = 2 nH
- d)  L = 7,5 nH
- e)  L = 2,5 nH

**Questão 23:** Uma linha de transmissão sem perdas, na forma de um cabo coaxial em aberto, tem um comprimento físico igual a  $\lambda_{\text{CABO}} / 5$  (um quinto do comprimento de onda no cabo).

Dados adicionais:

Impedância de entrada ( $Z_{IN}$ ) de uma linha de transmissão sem perdas com carga  $Z_L$ :

$$Z_{IN} = Z_0 \frac{Z_L + j Z_0 \tan(\beta \ell)}{Z_0 + j Z_L \tan(\beta \ell)}$$

Sendo :

$Z_0$  = impedância característica da linha

$Z_L$  = terminação (carga) da linha

$\beta$  = constante de propagação da linha

$\ell$  = comprimento da linha

$c$  = velocidade da luz no vácuo =  $3 \cdot 10^8$  m/s

$$j = \sqrt{-1}$$

Assinale a alternativa correta com relação à impedância de entrada desta linha:

- a)  é puramente capacitiva
- b)  é puramente indutiva
- c)  é puramente resistiva
- d)  tem parte resistiva e parte capacitiva
- e)  tem parte resistiva e parte indutiva

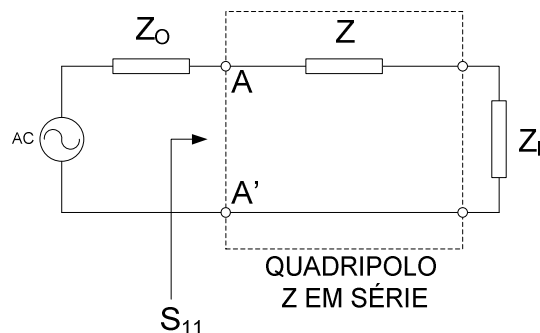
**Questão 24:** Um transformador de impedância de  $\lambda/4$ , de uma única seção e com linha de transmissão com impedância característica  $Z_0$ , foi projetado para casar um gerador com impedância interna  $R_G = 40$  Ohms a uma carga  $R_L = 10$  Ohms. Calcule a impedância característica  $Z_0$  da linha de transmissão do transformador. Assinale a alternativa correta:

- a)   $Z_0 = 30$  Ohms
- b)   $Z_0 = 20$  Ohms
- c)   $Z_0 = 40$  Ohms

d)   $Z_0 = 50$  Ohms

e)   $Z_0 = 400$  Ohms

**Questão 25:** O circuito a seguir representa um quadripolo constituído por uma impedância Z (em série) resistiva, conectando um gerador com impedância interna  $Z_0$  (50 Ohms) a uma carga  $Z_L = Z_0$ . Utilizando-se um Analisador de Redes usual (referência 50 Ohms), foi medido o valor de 6 dB para a perda de retorno ( $PR = -20 \cdot \log_{10} |\Gamma|$ ), no plano AA'.



Dados adicionais: parâmetros S do quadripolo formado pela impedância Z em série, referenciado a  $Z_0$ .

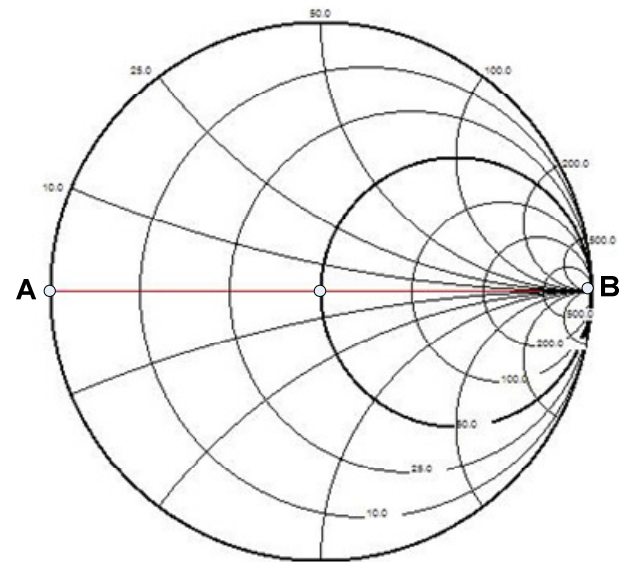
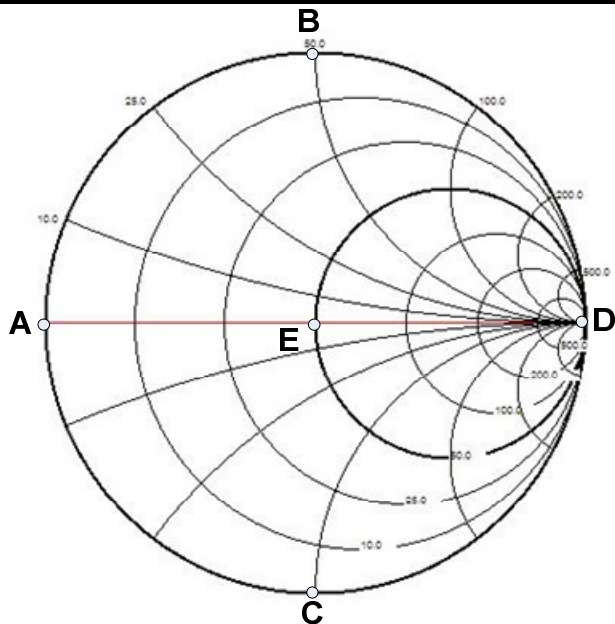
$$S_{11} = S_{22} = \frac{Z}{Z + 2Z_0}$$

$$S_{21} = S_{12} = \frac{2Z_0}{Z + 2Z_0}$$

Para este caso, determine a impedância Z e assinale a afirmativa correta.

- a)   $Z = 2 Z_0$
- b)   $Z = Z_0$
- c)   $Z = 0$  (curto)
- d)   $Z = 8 Z_0$
- e)   $Z = 4 Z_0$

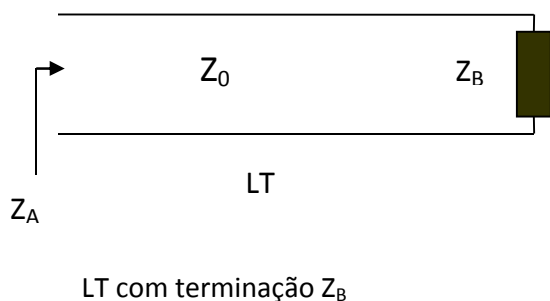
**Questão 26:** Considere uma carta de Smith normalizada com  $Z_0 = 50$  Ohms.



Assinale a afirmativa **incorreta**.

- a)  o ponto "B" corresponde a uma indutância pura.
- b)  o ponto "C" corresponde a uma capacitância pura.
- c)  o ponto "A" corresponde a um aberto e o ponto "D" a um curto.
- d)  na carta de Smith, adicionando-se um capacitor em série com uma impedância, resulta em um movimento sobre um círculo de resistência constante.
- e)  o ponto central "E" da carta de Smith corresponde a  $Z_0 = 50$  ohms

**Questão 27:** Seja uma linha de transmissão (LT) com constante dielétrica  $\epsilon_R=9$  e sem perdas. A linha tem impedância  $Z_0= 50$  Ohms e opera na frequência de 2,5 GHz. Determine o menor comprimento (L) físico da linha, de forma a girar de  $180^\circ$  a impedância  $Z_B$  na carta de Smith, obtendo-se a impedância de entrada da linha no ponto "A" ( $Z_A$ ) mostrado na carta de Smith. Considere velocidade da luz =  $3 \cdot 10^8$  m/s.



CARTA DE SMITH- pontos "A" e "B" relativos às impedâncias  $Z_A$  e  $Z_B$ .

Assinale a alternativa que apresenta o valor correto de "L":

- a)  L = 4 cm
- b)  L = 2 cm
- c)  L = 0,5 cm
- d)  L = 3 cm
- e)  L = 1 cm

**Questão 28:** A figura a seguir representa um quadripolo com matriz de espalhamento [S], referenciada a 50 Ohms, conectado a um gerador com impedância interna  $Z_s = Z_0 = 50$  Ohms, e a uma carga  $Z_L = Z_0 = 50$  Ohms, através de circuitos de casamento de entrada e de saída, respectivamente.

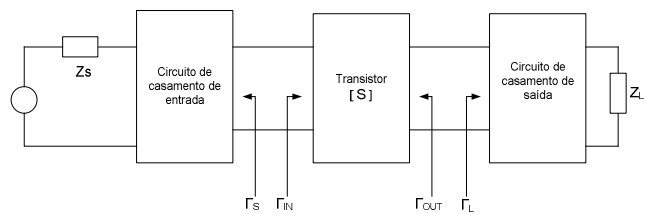


Figura - Quadripolo com matriz de espalhamento [S] e os respectivos circuitos de casamento de entrada e de saída.

Quando  $S_{12} = 0$ , define-se  $G_{TU}$ , o ganho transdutivo unilateral, que é dado pela seguinte equação:

$$G_{TU} = \frac{1 - |\Gamma_s|^2}{|1 - S_{11}\Gamma_s|^2} \cdot |S_{21}|^2 \cdot \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - S_{22}\Gamma_L|^2}$$

Dados adicionais: parâmetros S do quadripolo (amplitudes em valores absolutos)

$$S_{11} = 0,5 \angle 20^\circ; S_{12} = 0,0 \angle 60^\circ$$

$$S_{21} = 3,0 \angle 60^\circ; S_{22} = 0,5 \angle 40^\circ$$

Impondo-se a condição para máximo ganho transdutivo unilateral ( $\Gamma_S=S_{11}^*$  e  $\Gamma_L=S_{22}^*$ ), onde \* denota o complexo conjugado, assinale a alternativa que apresenta o valor correto para o ganho transdutivo unilateral máximo ( $G_{TUmax}$ ).

- a) ( )  $G_{TUmax}= 12$  dB
- b) ( )  $G_{TUmax}= 6$  dB
- c) ( )  $G_{TUmax}= 10$  dB
- d) ( )  $G_{TUmax}= 24$  dB
- e) ( )  $G_{TUmax}= 3$  dB

**Questão 29:** A matriz de espalhamento [SA] de um trecho de linha de transmissão (LT) sem perdas, referenciada a 50 Ohms, com impedância característica  $Z_0 = 50$  Ohms e comprimento “ $\ell$ ”, é dada por:

$$S_{A11} = S_{A22} = 0$$

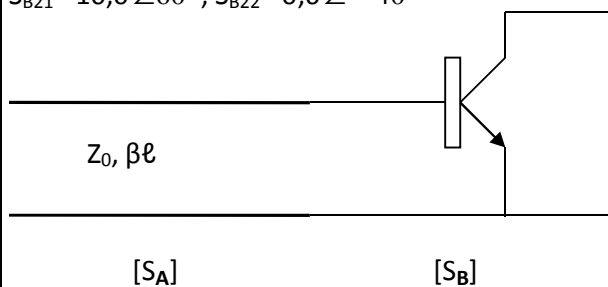
$$S_{A12} = S_{A21} = \exp(-j\beta\ell) = e^{-j\beta\ell}$$

Sendo  $\beta = 2\pi\ell/\lambda$  e  $S_{Aij}$  os parâmetros S do quadripolo “A” (trecho de linha de transmissão sem perdas).

Considere o circuito a seguir, composto de um trecho de LT com impedância característica  $Z_0 = 50$  Ohms e sem perdas, conectada em cascata com um transistor cuja matriz de espalhamento [SB], também referenciada a 50 Ohms, é apresentada abaixo (amplitudes dos parâmetros S dados em valores absolutos) e onde  $S_{Bij}$  são os parâmetros S do quadripolo “B”:

$$S_{B11} = 0,5 \angle 40^\circ, S_{B12} = 0,01 \angle 20^\circ$$

$$S_{B21} = 10,0 \angle 60^\circ, S_{B22} = 0,6 \angle -40^\circ$$



Quadripolos “A” (linha de transmissão) e “B” (transistor) em cascata

Dado adicional: no caso geral, sabe-se que o  $S_{22}$  do conjunto formado por dois quadripolos em cascata é dado por:

$$S_{22}(conjunto) = S_{B22} + \frac{S_{B12}S_{B21}S_{A22}}{1 - S_{A22}S_{B11}}$$

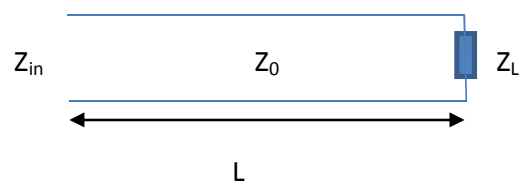
Calcule o termo  $S_{22}$  do conjunto mostrado na figura acima, para o caso particular no qual o comprimento do trecho da LT é igual a  $\lambda/4$  e assinale a alternativa correta nos itens a seguir:

- a) ( )  $S_{22}(conjunto) = 0$
- b) ( )  $S_{22}(conjunto) = 0,5 \angle 40^\circ$
- c) ( )  $S_{22}(conjunto) = \exp(-j90^\circ)$
- d) ( )  $S_{22}(conjunto) = 0,6 \angle 40^\circ$
- e) ( )  $S_{22}(conjunto) = 0,6 \angle -40^\circ$

**Questão 30:** A formulação mais comumente utilizada para a análise de ruído em amplificadores de microondas emprega a chamada “aproximação de Raleigh-Jeans”. Dentro deste contexto, assinale abaixo a afirmativa correta:

- a) ( ) a tensão de ruído gerada por um resistor não depende do valor do resistor.
- b) ( ) em uma estação terrena de recepção via satélite, é aconselhável a utilização de um sistema receptor com maior banda de passagem, para melhorar a relação Sinal/Ruído do conjunto receptor.
- c) ( ) colocando-se um cabo coaxial (com perda inserção de 0,5 dB) na entrada de um amplificador de baixo ruído (com ganho  $G = 40$  dB e figura de ruído  $F_{dB} = 1$  dB), a figura de ruído na entrada do conjunto será de 1,5 dB, com boa aproximação sob o ponto de vista de engenharia.
- d) ( ) a chamada “aproximação de Raleigh-Jeans” para a tensão de ruído nos terminais de um resistor é válida até frequências muito elevadas, a partir das quais  $hf \gg kT$ , onde  $h =$  constante de Planck,  $f =$  frequência,  $k =$  constante de Boltzmann e  $T =$  temperatura em Kelvin.
- e) ( ) colocando-se um cabo coaxial (com perda inserção de 0,5 dB) na saída de um amplificador de baixo ruído (com ganho  $G = 40$  dB e figura de ruído  $F_{dB} = 1$  dB), a figura de ruído do conjunto será de 1,5 dB, com boa aproximação sob o ponto de vista de engenharia.

**Questão 31:** Uma linha de transmissão com dielétrico ar ( $\epsilon_r=1$ ), impedância característica  $Z_0 = 50 \Omega$  e comprimento  $L = \lambda/2$  (meio comprimento de onda) é terminada com uma carga  $Z_L$  de  $75 \Omega$ .



Dados:

$$Z(-x) = Z_0 (Z_L + i * Z_0 * \tan(\beta * x)) / (Z_0 + i * Z_L * \tan(\beta * x))$$

$$\beta = 2\pi/\lambda$$

Qual a impedância  $Z_{in}$  vista na entrada dessa linha?

- a) ( )  $75 \Omega$



- b) ( ) 50  $\Omega$
- c) ( ) 125  $\Omega$
- d) ( ) 75+i50  $\Omega$
- e) ( ) 50+i75  $\Omega$

**Questão 32:** Qual o comprimento de onda de um sinal de 3 GHz que se propaga em um cabo coaxial de impedância característica  $Z_0 = 100 \Omega$  e constante dielétrica ( $\epsilon_r=4$ ):

- a) ( ) 0,25 m
- b) ( ) 0,5 m
- c) ( ) 100 mm
- d) ( ) 50 mm
- e) ( ) 0,25 mm

**Questão 33:** As características de cada estágio de um amplificador são dadas na Tabela a seguir:

	Ganho (dB)	Temperatura Efetiva de Ruído (K)
Primeiro Estágio	12	1000
Segundo Estágio	9	2048
Terceiro Estágio	6	4096

Qual o ganho total e a temperatura efetiva de ruído deste amplificador de três estágios?

- a) ( ) 648 dB e 7.144 K
- b) ( ) 648 dB e 1.160 K
- c) ( ) 27dB e 7.144K
- d) ( ) 27dB e 1.160K
- e) ( ) 12dB e 7.144K

**Questão 34:** Em um sistema de transmissão de dados por satélite com múltiplas portadoras, considerando os efeitos a seguir:

- I. Intermodulação
- II. Quantidade de estágios do amplificador de potencia
- III. Perdas atmosféricas

Quais dos efeitos descritos devem ser considerados no cálculo de enlace?

- a) ( ) Todos os itens
- b) ( ) Os itens I e II
- c) ( ) Os itens II e III
- d) ( ) Apenas o item III
- e) ( ) Os itens I e III

**Questão 35:** Na recepção de um sinal de satélite, uma antena com temperatura efetiva de ruído de 30 dBK é conectada a um sistema de recepção com fator de ruído de 4,45 que equivale a uma figura de ruído de 6,48 dB. Qual o valor aproximado da relação portadora ruído na entrada do sistema, sabendo a potência da portadora neste ponto é de -70 dBm e que o sistema opera em uma faixa de frequência de largura igual a 75 dBHz?

- a) ( ) 50,6 dB
- b) ( ) 20,6 dB
- c) ( ) -16,4 dB
- d) ( ) 36 dB
- e) ( ) 0 dB