

# ELÉTRÓNICA – EXERCÍCIOS

## Rudimentos de Electricidade e Magnetismo

1 Considere a forma de onda de corrente ( $i(t)$ ) da Figura 1.

1.1 Diga qual é a o período ( $T$ ), a frequência ( $f$ ), e a frequência angular ( $\omega$ ) de  $i(t)$ .

$T =$  \_\_\_\_\_

$f =$  \_\_\_\_\_

$\omega =$  \_\_\_\_\_

1.2 Qual é o valor médio de  $i(t)$ ?

$V_{med} =$  \_\_\_\_\_

1.3 Admitindo que  $i(t)$  é a forma de onda da corrente num indutor com um coeficiente de auto-indução  $L = 1$  mH, esboce a forma de onda da tensão ( $v(t)$ ) aos seus terminais.

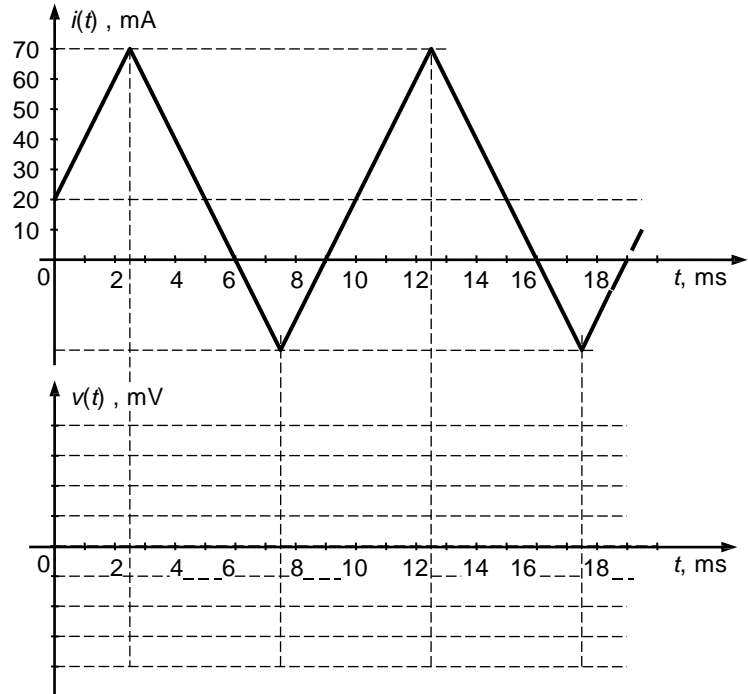


Figura 1

2 Considere a forma de onda de tensão ( $v(t)$ ) da Figura 1.

2.1 Diga qual é a o período ( $T$ ), a frequência ( $f$ ), e a frequência angular ( $\omega$ ) de  $v(t)$ .

$T =$  \_\_\_\_\_

$f =$  \_\_\_\_\_

$\omega =$  \_\_\_\_\_

2.2 Qual é o valor médio de  $v(t)$ ?

$V_{med} =$  \_\_\_\_\_

2.3 Admitindo que  $v(t)$  é a forma de onda da tensão num indutor com uma indutância  $L = 1$  mH, esboce a forma de onda da corrente ( $i(t)$ ) em  $L$  (suponha que em  $t = 0$  a corrente é 0 A).

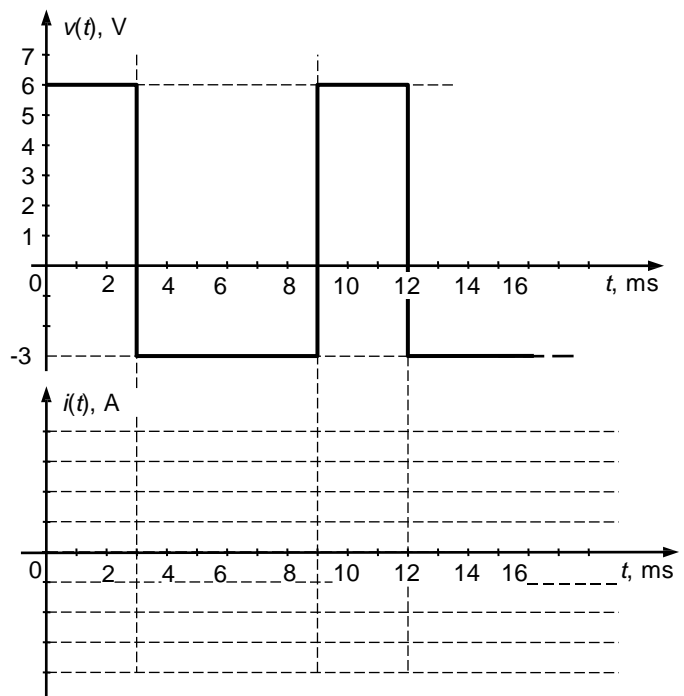


Figura 2

- 3 Na Figura 3, dois enrolamentos de cobre de  $N_1$  e  $N_2$  espiras abraçam um anel de material ferromagnético. Admita que a resistência dos enrolamentos é desprezável e que a relutância do anel é muito menor do que do meio envolvente.

Demonstre que  $\frac{v_1}{v_2} \approx \frac{N_1}{N_2}$ .

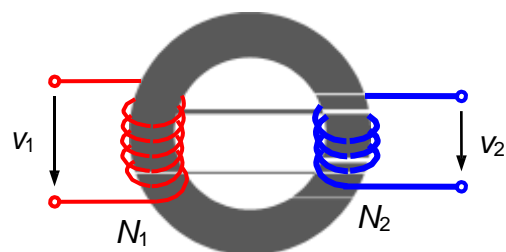


Figura 3

- 4 Considere a experiência ilustrada pela Figura 4. Explique o que se observa quando se abre e fecha o interruptor.

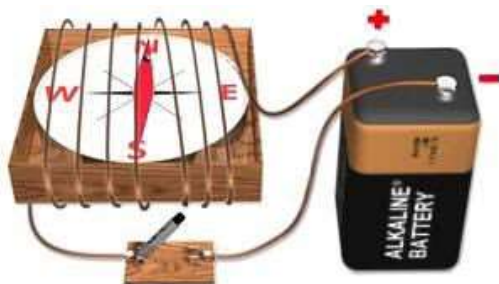


Figura 4

- 5 Considere a experiência ilustrada pela Figura 5. Explique o que se observa quando se aproxima ou afasta o ímã do enrolamento condutor.

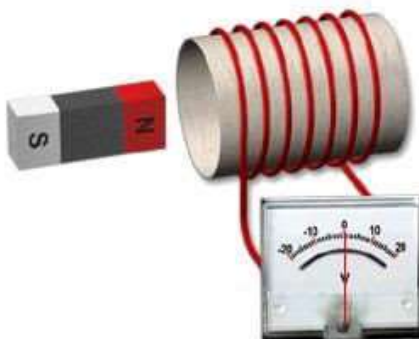


Figura 5

- 6 Sabendo que a amplitude do vector indução magnética  $\vec{B}$  (Figura 6) é 0.2 T e que o condutor de comprimento  $l = 10$  cm é percorrido por uma corrente  $I = 2$  A, calcule a amplitude da força  $\vec{F}$  que actua sobre o condutor.

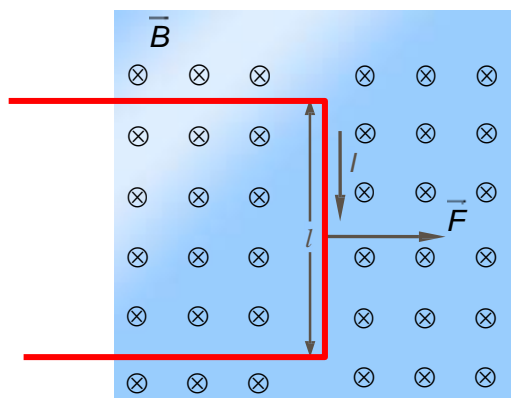


Figura 6

- 7 Sabendo que a amplitude do vetor indução magnética  $\vec{B}$  (Figura 7) é 0.5 T e que o condutor de comprimento  $l = 1$  m se desloca a uma velocidade  $v = 10$  m/s, calcule o valor da f.e.m. ( $\mathcal{E}_{ind}$ ) induzida aos terminais.

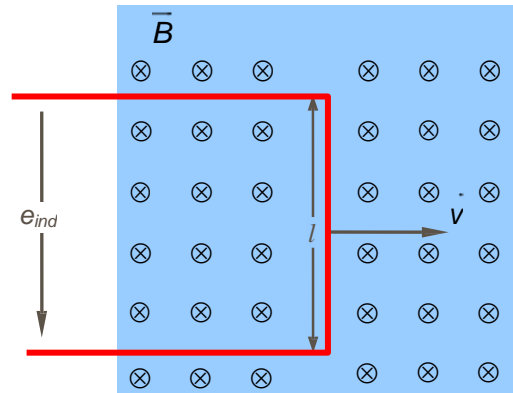


Figura 7

## **Sistemas / Características de Sistemas**

8 Qual das seguintes relações é linear?

(a)  $y = 3x^2$

(b)  $y = 5x$

(c)  $y = 15\log(x)$

(d)  $y = 2x_1 + 3x_2$

(e)  $y = 10e^x$

(f)  $y = \frac{dx}{dt} + 2x + 4$

9 Uma resistência de 10 k $\Omega$  possui uma tolerância de 5%. Quais são os limites (superior e inferior) para os valores que a resistência pode tomar?

10 Uma resistência variável de 10 k $\Omega$  apresenta uma resolução de 0.01% do fim de escala e uma linearidade de  $\pm 50\Omega$ .

10.1 Qual é a sua resolução em ohms?

10.2 Qual é a sua linearidade em percentagem do fim de escala?

10.3 Calcule a precisão em ohms no pior caso.

11 Um sistema de posicionamento possui uma sensibilidade de 0.2 cm / V e uma linearidade de  $\pm 0.1$  cm para uma gama de operação entre 0 – 2 cm.

11.1 Qual é a variação da entrada que produz uma variação de 1.5 cm na saída?

11.2 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo que o sistema era linear.

11.3 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo uma linearidade independente

11.4 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo uma linearidade terminal.

12 Um sistema de controlo de temperatura possui uma gama de utilização entre -20°C e +80°C. Quando a temperatura é ajustada para 28°C, a temperatura medida é 26.5°C.

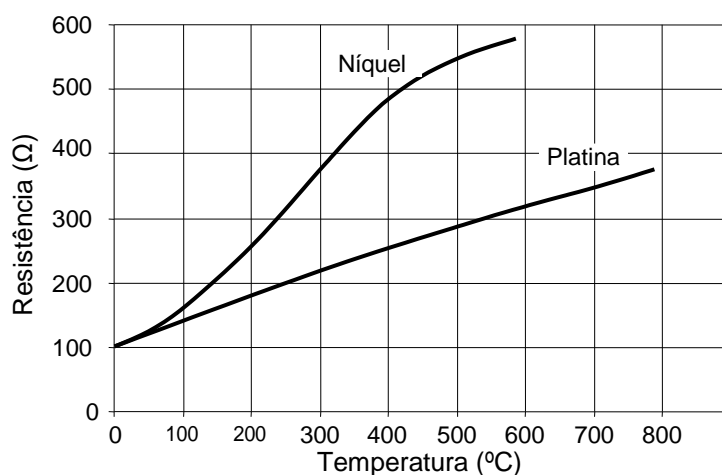
12.1 Calcule a exatidão em percentagem do valor ajustado.

12.2 Calcule a exatidão em percentagem da gama de utilização.

13 Na Figura 8 apresenta-se as características de resistência em função da temperatura de dois sensores (de níquel e de platina). Considerando a gama de variação entre 100°C-400°C.

13.1 Qual dos sensores é mais sensível?

13.2 Qual dos sensores apresenta melhores características de linearidade?



**Figura 8**

## Díodos

- 14 Calcule, para os circuitos seguintes, o potencial nos pontos indicados (considere a queda de tensão de condução directa nos díodos igual a 0,7 V).

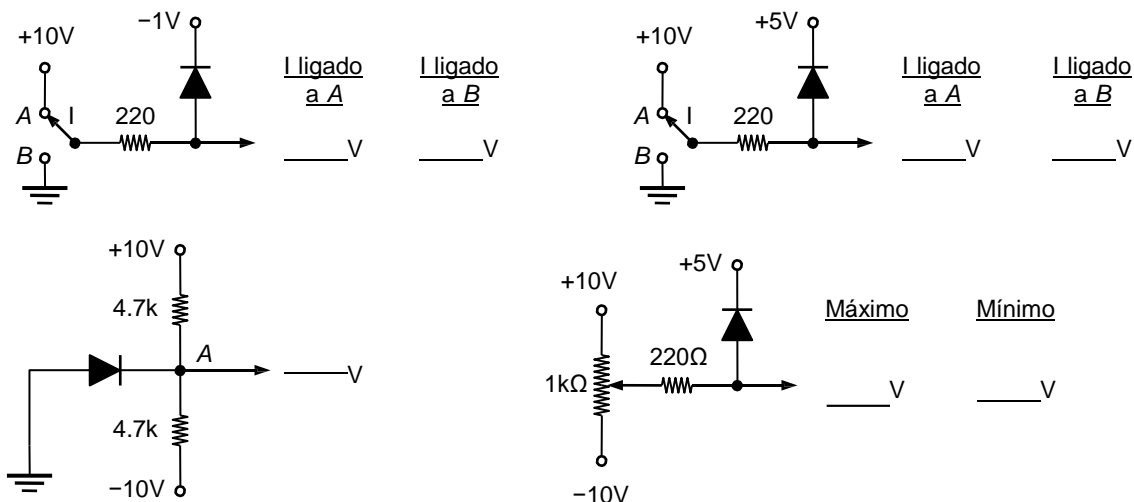


Figura 9

- 15 Escolha a afirmação verdadeira.

- ☐ A colocação do díodo impede que a lâmpada acenda, porque o potencial em C é negativo.
- ☐ Se inverter a polaridade do díodo a lâmpada acende.
- ☐ O díodo conduz porque está polarizado directamente e a lâmpada acende.
- ☐ Se o potencial em C for forçado a 0 V nunca existe corrente no circuito.

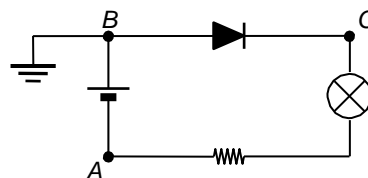


Figura 10

- 16 No circuito da Figura 11,  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  são lâmpadas de 12V. Qual (ou quais) da(s) lâmpada(s) acende quando o comutador está na posição 1, 2, e 3?

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

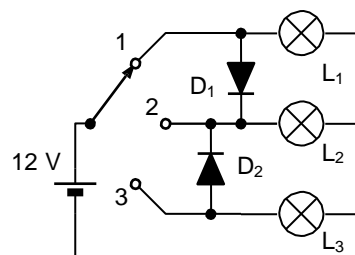


Figura 11

- 17 No circuito da Figura 12, o díodo de Zener de 6 V em paralelo com uma lâmpada de 6 V / 60 mA (L), está ligado através duma resistência de protecção a uma fonte de tensão ajustável. Descreva o comportamento da lâmpada à medida que se aumenta a tensão da fonte entre 3 V e 9 V.

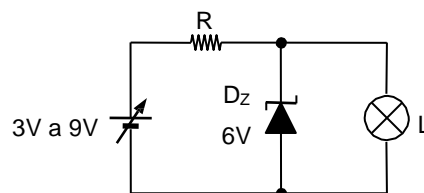
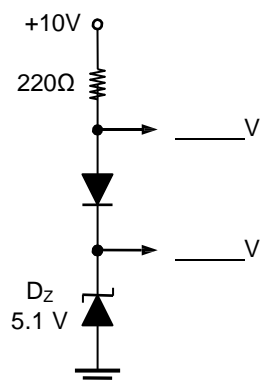
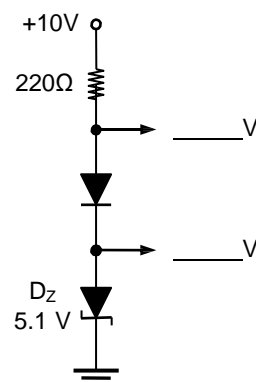


Figura 12

- 18 Calcule, para o circuito da Figura 13, o potencial nos pontos indicados (considere a queda de tensão de condução direta nos díodos igual a 0,7 V):



(a)



(b)

Figura 13

- 19 Calcule o potencial no ponto A do circuito da Figura 14 para as situações em que o interruptor se encontra nas posições I e II (considere como aproximação que a queda de tensão nos díodos quando directamente polarizados é 0.7 V).

I \_\_\_\_\_

II \_\_\_\_\_

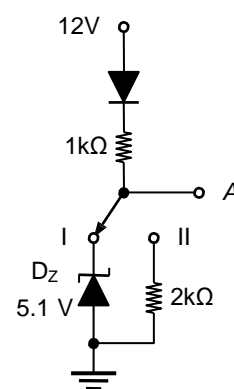
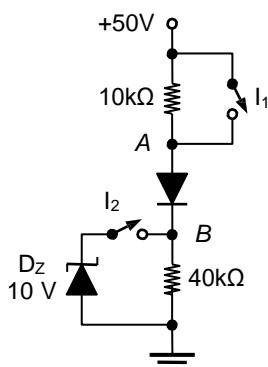


Figura 14

- 20 Calcule, para o circuito da Figura 15, o potencial nos pontos A e B (considere a queda de tensão de condução direta nos díodos igual a 0,7 V):



Potencial	I <sub>1</sub> e I <sub>2</sub> abertos	I <sub>1</sub> fechado I <sub>2</sub> aberto	I <sub>1</sub> aberto I <sub>2</sub> fechado
A	_____ V	_____ V	_____ V
B	_____ V	_____ V	_____ V

Figura 15

- 21 Considere o circuito da figura ao lado. Determine o potencial no ponto A quando o (admita que os díodos são ideais).

1 \_\_\_\_\_  
 2 \_\_\_\_\_  
 3 \_\_\_\_\_  
 4 \_\_\_\_\_

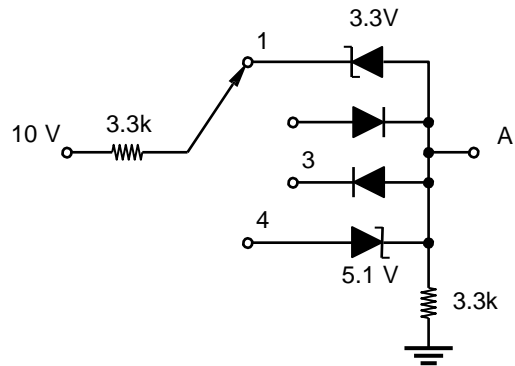


Figura 16

- 22 Considere o circuito da Figura 17.

- 22.1 Determine a tensão aos terminais de  $R_L$  do circuito para as situações em que o interruptor ( $I$ ) se encontra aberto e fechado (tenha em consideração a queda de tensão no díodo em condução).

$I$  aberto: \_\_\_\_\_

$I$  fechado: \_\_\_\_\_

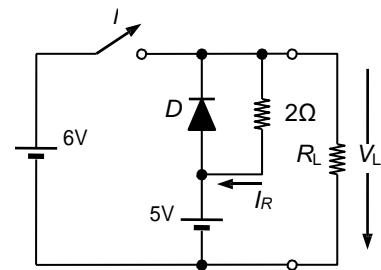


Figura 17

- 22.2 Calcule a corrente na resistência de  $2\ \Omega$  quando o interruptor está fechado

- 23 Considere o circuito da Figura 18.

- 23.1 Esboce as formas de onda da tensão e da corrente na carga (resistência  $R$ ).

- 23.2 Esboce as formas de onda da tensão e da corrente no díodo.

- 23.3 Qual é o pico de tensão inversa no díodo?

- 23.4 Calcule os valores máximos da tensão e da corrente na carga.

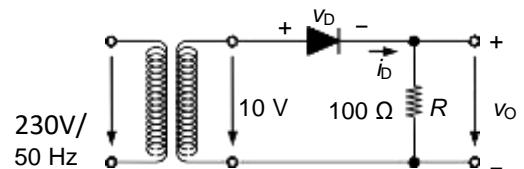


Figura 18

- 24 Suponha que se coloca um condensador em paralelo com a carga conforme mostra a figura abaixo.

- 24.1 Qual é o valor máximo da tensão no condensador?

- 24.2 Qual o valor médio da tensão de saída em vazio?

- 24.3 Qual é o valor máximo da tensão inversa no díodo em vazio?

- 24.4 Qual o valor eficaz da tensão de saída em vazio.

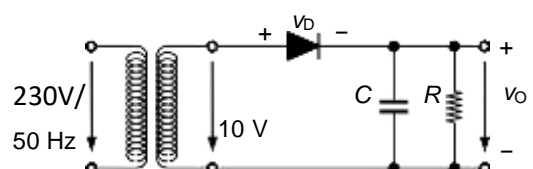


Figura 19

25 A forma de onda à saída do bloco de filtragem duma fonte de alimentação é a da Figura 20 (para a corrente nominal).

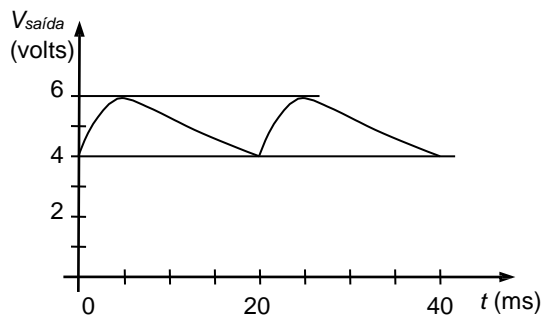


Figura 20

25.1 De que tipo é o rectificador utilizado na fonte de alimentação?

25.2 Qual é o valor eficaz da tensão no secundário do transformador (desprezando a queda de tensão nos díodos do rectificador)?

25.3 Qual é o factor de "ripple" da fonte de alimentação?

26 Uma fonte de alimentação possui as seguintes características: Tensão de saída (em vazio) = +5.1V; Corrente nominal = 3A; Regulação = 2%; Factor de "ripple" = 0.5%.

26.1 Qual é o valor da tensão nominal da fonte (a tensão disponível quando a fonte fornece a uma carga uma corrente de 3A)?

26.2 Esboce a curva de regulação da fonte.

26.3 Qual é a sua resistência interna?

26.4 Qual é o "ripple" pico-a-pico para a corrente nominal (3A)?

27 Nas alíneas seguintes tenha em atenção a forma de onda aplicada à entrada dos circuitos para indicar qual a forma de onda correspondente à saída (considere o díodo ideal).

27.1 (Ver Figura 21.)

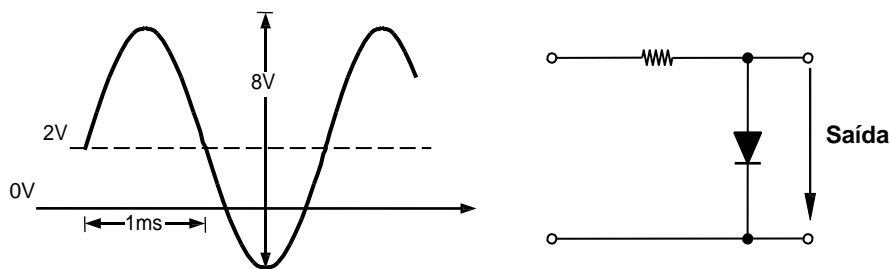
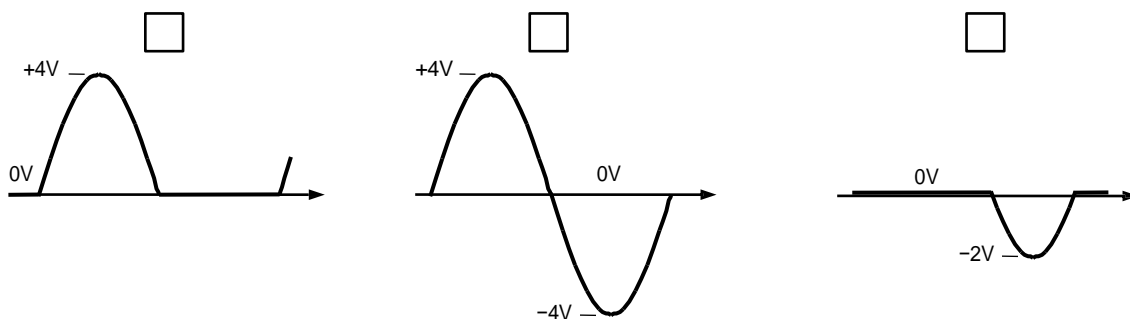


Figura 21





27.2 (Ver Figura 22.)

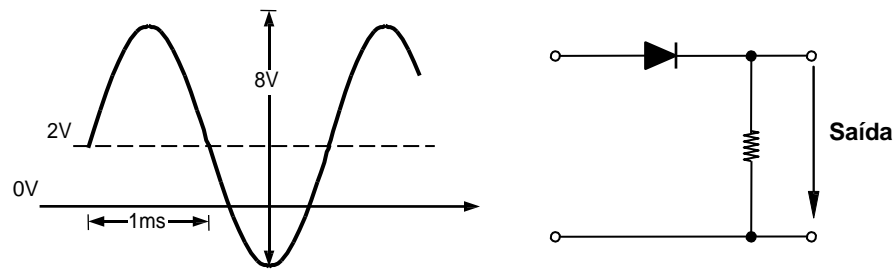
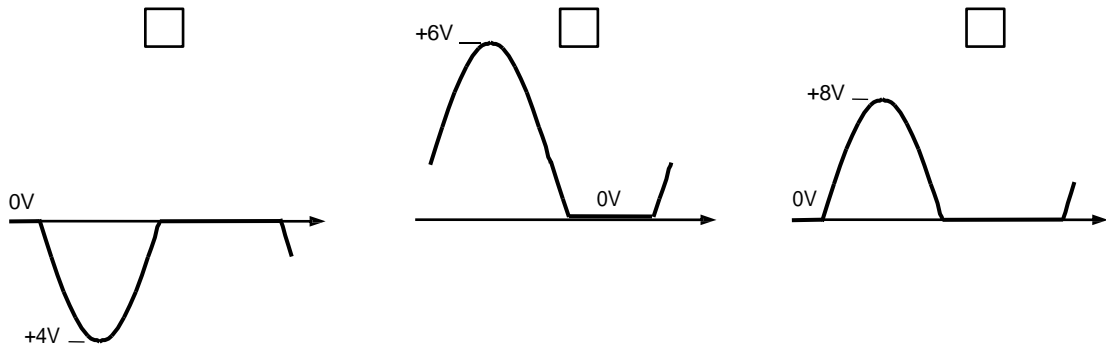


Figura 22



- 28 Considere o circuito da Figura 23 e, tendo em atenção a forma de onda aplicada à entrada à sua entrada indique qual a forma de onda correspondente à saída (considere o díodo ideal).

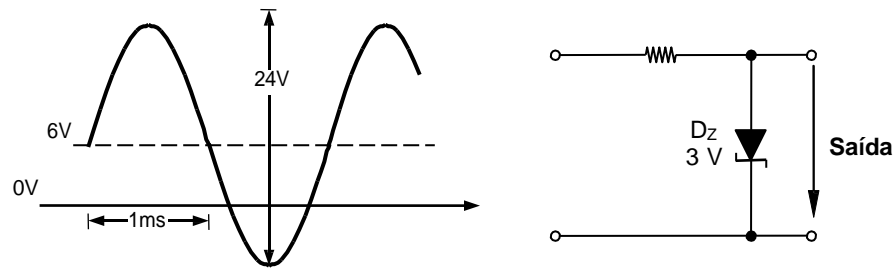
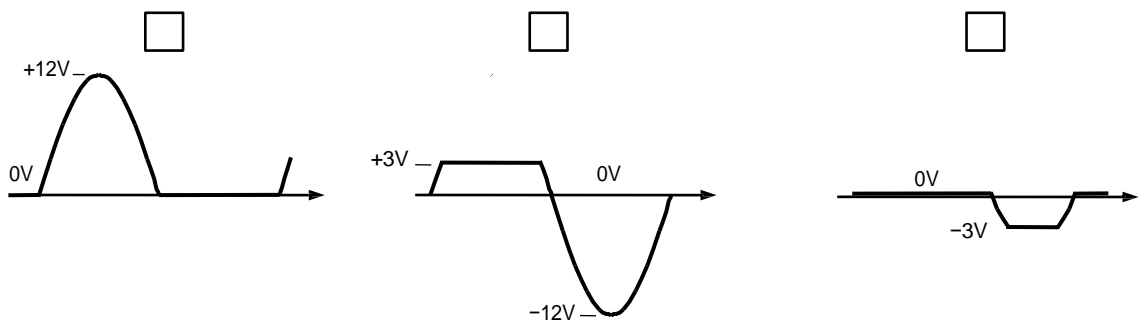


Figura 23



- 29 Considere o circuito da Figura 24 e, tendo em atenção o sinal aplicado à sua entrada, esboce a forma de onda observada na saída (considere o díodo ideal).

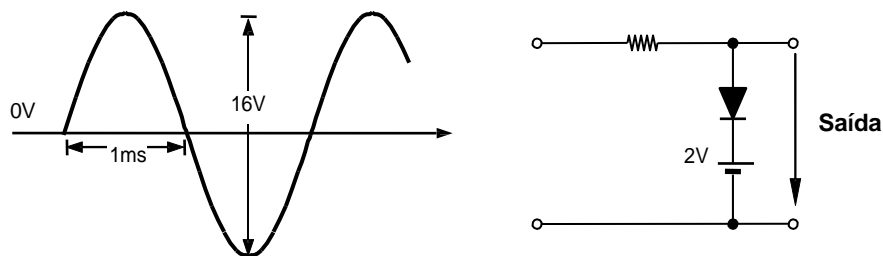
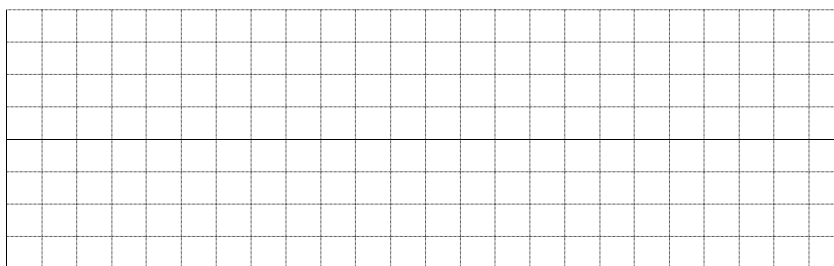


Figura 24



- 30 Sabendo que a tensão à entrada do circuito da Figura 25 ( $v_{\text{entrada}}$ ) é uma sinusóide com 6 V de amplitude de pico, esboce a forma de onda à saída do circuito ( $v_{\text{saída}}$ ).

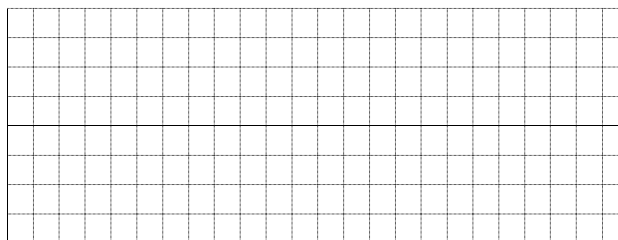
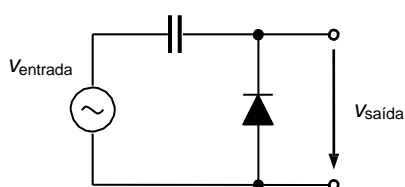


Figura 25

- 31 Sabendo que a tensão à entrada do circuito da Figura 26 ( $v_{\text{entrada}}$ ) é uma sinusóide com 5 V de amplitude de pico, esboce a forma de onda (em regime permanente) à saída do circuito ( $v_{\text{saída}}$ ).

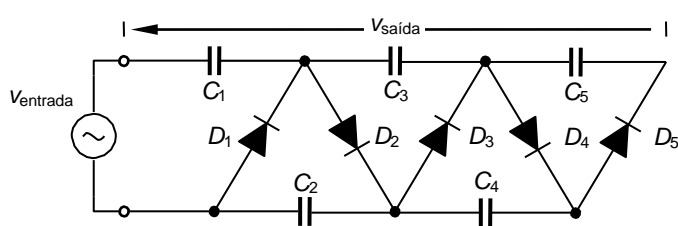
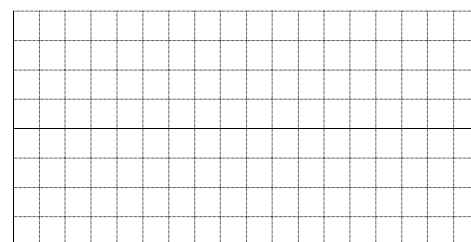


Figura 26



## Transistor Bipolar

32 Relativamente aos circuitos das figuras seguintes, calcule os valores que estão por determinar (indicados com “?” e diga em que região se encontra a funcionar cada transistor. (Nota: é possível que alguns dos transistores estejam defeituosos.)

32.1 (ver Figura 27)

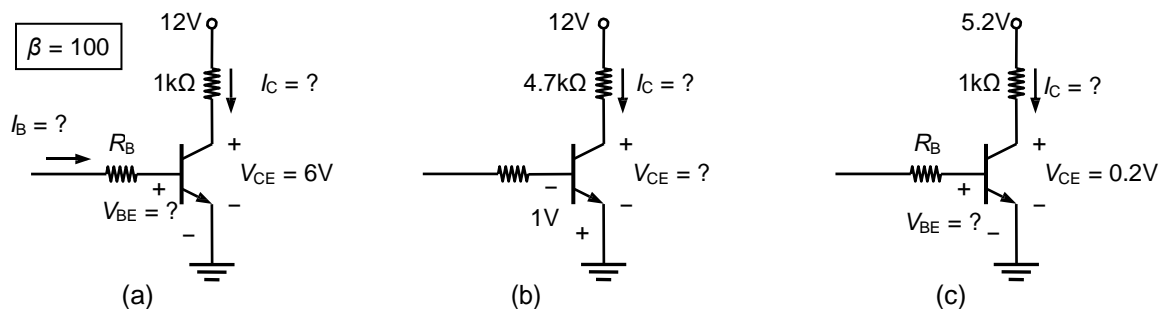


Figura 27

32.2 (ver Figura 28)

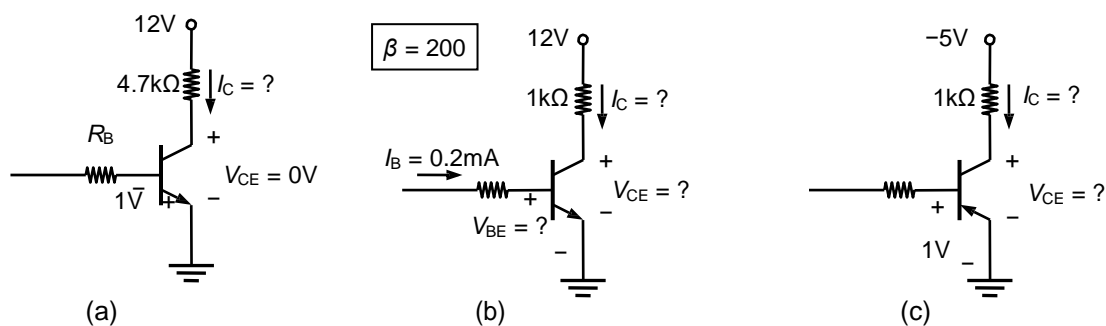


Figura 28

32.3 (ver Figura 29)

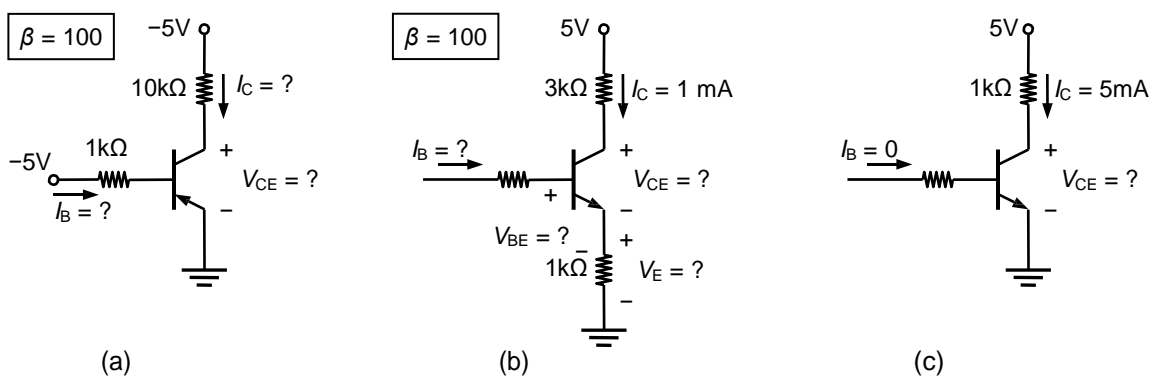
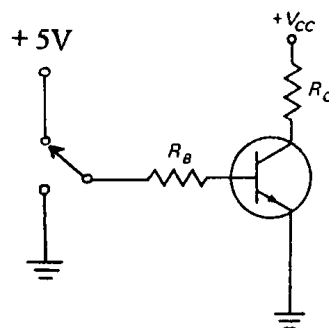


Figura 29

**33** No circuito da Figura 30,  $V_{CC} = 20\text{ V}$ ,  $R_C = 1\text{ k}\Omega$  e  $100 < \beta < 200$ .

33.1 Dimensione  $R_B$  tal que o transistor funcione como um interruptor quando acionado por uma tensão não inferior a 5V.

33.2 Calcule a potência dissipada no transistor em cada estado (ligado e desligado)



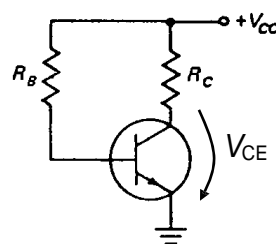
**Figura 30**

**34** No circuito da Figura 31,  $V_{CC} = 20\text{V}$ ,  $R_C = 1\text{k}\Omega$  e  $\beta = 100$ .

34.1 Dimensione  $R_B$  de modo a ter  $V_{CE} = 10\text{V}$ .

34.2 Qual a potência dissipada no transistor?

34.3 Qual seria o valor de  $V_{CE}$  para  $\beta = 200$ .



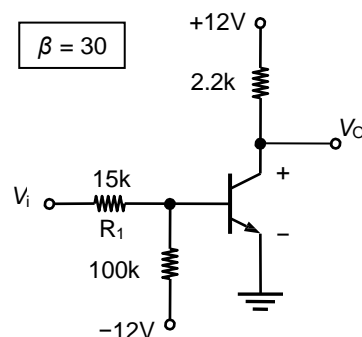
**Figura 31**

**35** Considere o circuito da Figura 32.

35.1 Calcule  $V_O$  quanto  $V_i = +12\text{V}$ . Qual é nestas condições o modo de funcionamento do transistor?

35.2 Para  $V_i = +12\text{V}$ , qual é o maior valor possível para  $R_1$  de tal modo que o funcione na saturação?

35.3 Se  $V_i = 1\text{V}$  e  $R_1 = 15\text{ k}\Omega$ , qual o valor de  $V_O$ ? Qual é, neste caso, a zona de funcionamento do transistor?



**Figura 32**

**36** O transistor da figura ao lado possui um  $\beta = 200$ :

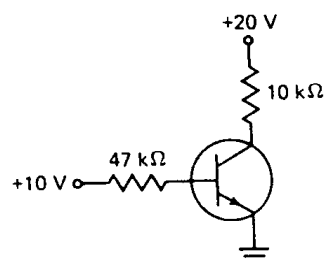
36.1 Qual seria a corrente  $I_C$  na saturação?

36.2 Qual seria a tensão  $V_{CE}$  no corte?

36.3 Esboce a reta de carga do transistor.

36.4 Indique o seu ponto de funcionamento.

36.5 O transistor está fortemente saturado?



**Figura 33**

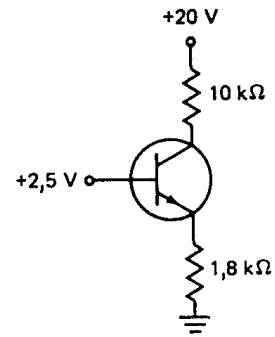
**37** Considere o circuito da Figura 34:

37.1 Desenhe a reta de carga do transistor, indicando os valores da corrente de saturação e da tensão de corte.

37.2 Qual é o valor da corrente de coletor?

37.3 Qual é a tensão entre o coletor e a massa?

37.4 Qual é a tensão coletor-emissor?



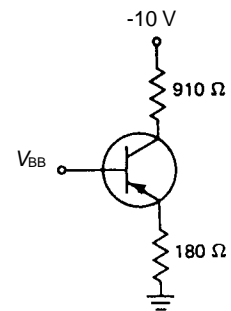
**Figura 34**

**38** Considere o circuito da Figura 35:

38.1 Qual é o valor máximo de corrente possível para o coletor?

38.2 Se  $V_{BB} = -2V$ , qual é a tensão entre coletor e a massa?

38.3 Se  $V_{BB} = +1V$ , qual é a tensão coletor-emissor?



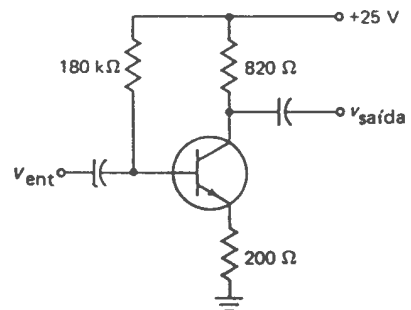
**Figura 35**

**39** Considere que o transistor da Figura 36 tem um  $\beta_{CC}$  de 80.

39.1 Qual é a tensão entre o coletor e a massa?

39.2 Desenhe a reta de carga do transistor e indique o seu ponto de funcionamento.

39.3 Para que valor aproximado de  $\beta_{CC}$  o transistor saturaria?

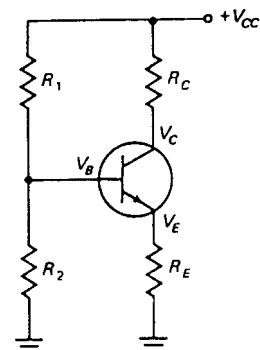


**Figura 36**

**40** No circuito da Figura 37,  $V_{CC} = 20V$ ,  $R_C = 1\text{ k}\Omega$  e  $\beta = 100$ .

40.1 Dimensione  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_E$  de modo a ter  $V_C = 10\text{ V}$  e  $V_{CE} = 5V$ .

40.2 Qual seria o valor de  $V_C$  para  $\beta = 200$ ?



**Figura 37**

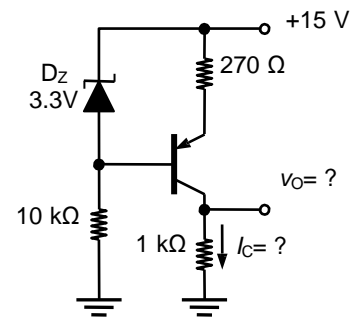
**41** Calcule, para o circuito da Figura 38, os seguintes valores:

41.1 A corrente  $I_C$

41.2 A tensão  $V_O$

41.3 A corrente  $I_C$  se a resistência de colector for substituída por uma de  $500\ \Omega$ .

41.4 Como se comporta o circuito da Figura 38?

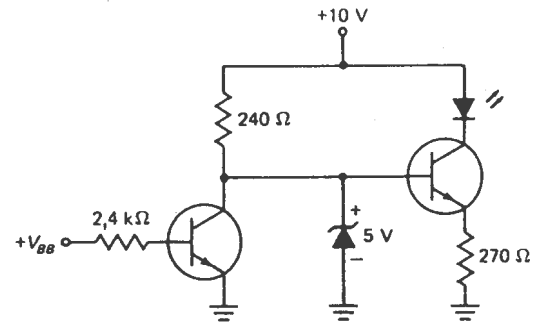


**Figura 38**

**42** Considere o circuito da Figura 39:

42.1 Qual é o valor da corrente no LED para  $V_{BB} = 0V$ ?

42.2 E para  $V_{BB} = 10V$

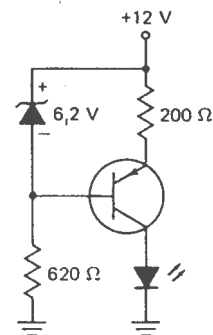


**Figura 39**

**43** Considere o circuito da Figura 40:

43.1 Calcule a intensidade da corrente no LED.

43.2 Qual seria o valor da corrente se o zener fosse substituído por um outro de  $4,7\ V$



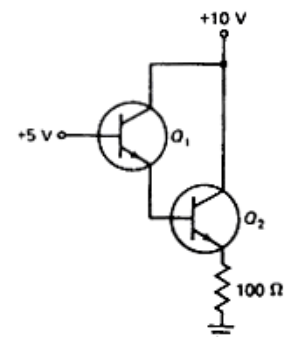
**Figura 40**

**44** A Figura 41 mostra uma ligação *Darlington* de dois transístores:

44.1 Qual é a tensão aos terminais da resistência de  $100\ \Omega$ ?

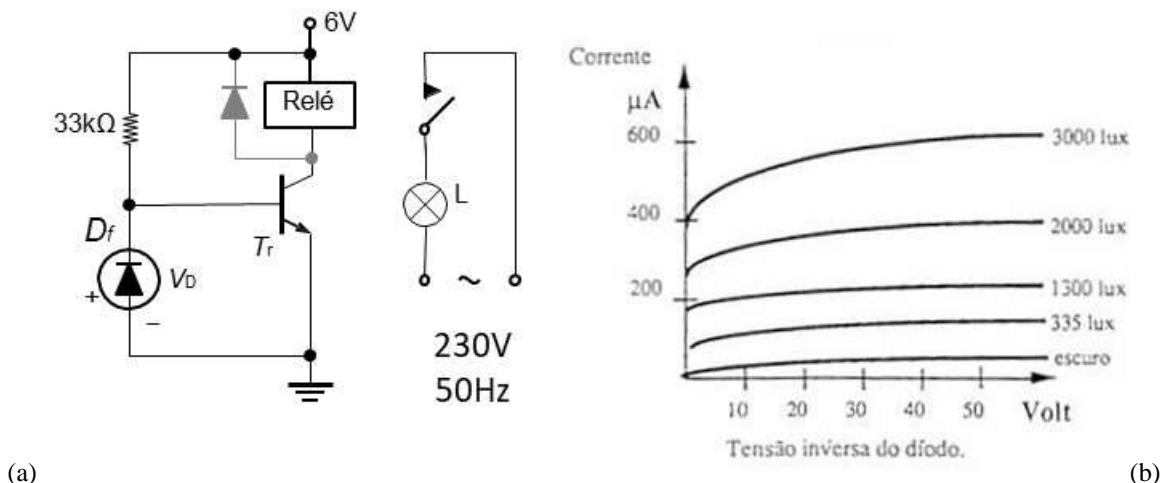
44.2 Qual é o valor aproximado da corrente de colector do primeiro transístor se o segundo tiver  $\beta_2 = 150$ ?

44.3 Se o primeiro transístor tiver  $\beta_1 = 100$  e o segundo  $\beta_2 = 150$ , qual é, aproximadamente, a corrente de base no primeiro transístor?



**Figura 41**

45. No circuito da Figura 42 (a) o ganho do transistor (de silício) é  $\beta = 100$  e o relé utilizado é de 6V/5mA. O componente designado por  $D_f$  é um fotodíodo, tratando-se de um sensor de luz cuja característica se apresenta na Figura 42 (b).

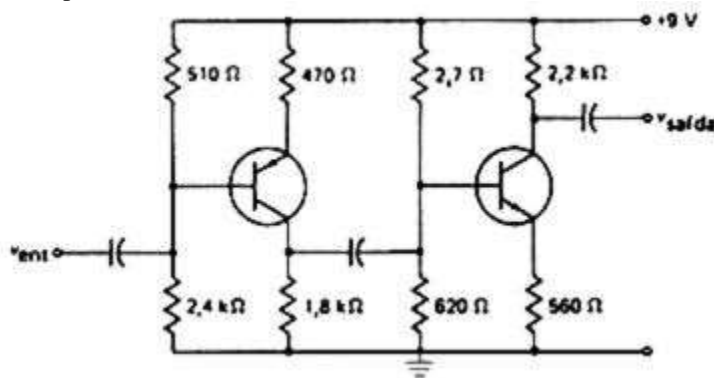


**Figura 42**

- 45.1 Explique com detalhe o funcionamento do circuito e indique pelo menos uma aplicação prática do mesmo.
- 45.2 Qual a iluminação mínima (intensidade de luz – Lux) necessária para o relé atuar?

46. Considere o circuito da Figura 43.

- 46.1 Calcule o potencial na base, emissor e coletor ( $V_B$ ,  $V_E$  e  $V_C$ ) de cada transistor ( $\beta = 100$ ).
- 46.2 Calcule a potência dissipada em cada transistor.



**Figura 43**

47. Considere o circuito da Figura 44. Admita que transistores possuem um ganho típico de 100 para corrente contínua.
- 47.1 Calcule o ponto de funcionamento de cada transistor.
- 47.2 Calcule a potência dissipada em cada transistor.
- 47.3 Obtenha o circuito para pequenos sinais do amplificador.
- 47.4 Calcule um valor para a capacidade de  $C_I$  que garanta que a frequência inferior de corte do amplificador não seja superior a 10 kHz.

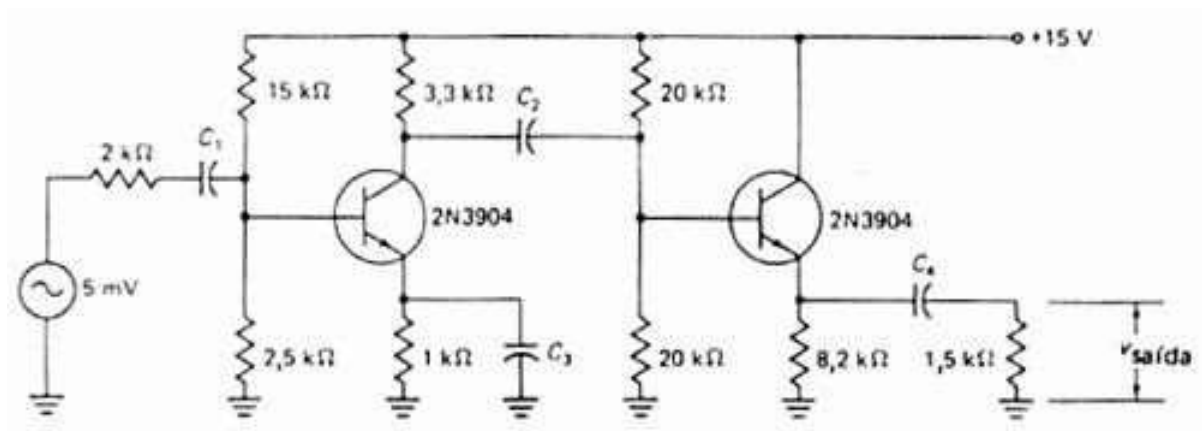
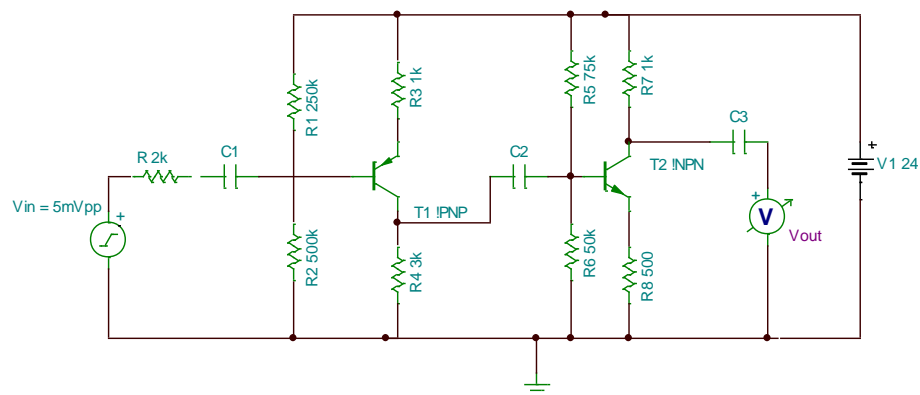


Figura 44

### Exercício extra

1. Considere o circuito da Figura a seguir. Admita que transístores possuem um ganho típico de  $\beta=100$  para corrente contínua.



- a. Determine o ponto de funcionamento dos transístores T1 e T2.
- b. Esboce o circuito do amplificador para análise em corrente alternada (c.a.).
- c. Calcule a tensão de saída do amplificador. Indique ainda qual é a impedância de entrada e a impedância de saída do amplificador.
- d. Sabendo que  $C1 = 1 \mu\text{F}$  determine a gama de frequências em que o amplificador funciona.



## FET's

- 48 Para o  $n$ -MOSFET da Figura 45  $V_t = 1\text{ V}$  e  $k'_n W/L = 0.5\text{ mA/V}^2$ .

Determine o ponto de funcionamento ( $V_{DS}$  e  $I_D$ ) e diga em que região funciona o transistor para:

- (a)  $V_{GS} = 0.5\text{ V}$ ;  
 (b)  $V_{GS} = 3\text{ V}$   
 (c)  $V_{GS} = 4\text{ V}$ .

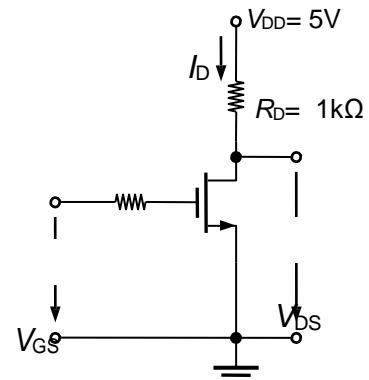


Figura 45

- 49 Um  $n$ -MOSFET de intensificação com  $V_t = 2\text{ V}$  conduz uma corrente  $I_D = 1\text{ mA}$  quando  $V_{GS} = V_{DS} = 3\text{ V}$ .
- 49.1 Admitindo que na zona de saturação  $I_D$  não depende de  $V_{DS}$ , calcule o valor da corrente de dreno para  $V_{GS} = 4\text{ V}$  e  $V_{DS} = 5\text{ V}$ .
- 49.2 Calcule o valor da resistência de dreno  $r_{DS}$ , para  $V_{GS} = 4\text{ V}$  e pequenos valores de  $V_{DS}$ .
- 50 Para um transistor PMOS do tipo intensificação  $K'_n W/L = 100\mu\text{A/V}^2$  e  $V_t = -2\text{ V}$ . A sua gate encontra-se ligada à massa e a fonte ligada a  $+5\text{ V}$ .
- 50.1 Qual é o valor máximo da tensão que pode ser aplicada ao dreno de tal modo que o transistor funcione na zona de saturação?
- 50.2 Admitindo que na zona de saturação  $I_D$  não depende de  $V_{DS}$ , calcule o valor da corrente de dreno para  $V_{GS} = -5\text{ V}$ .

- 51 Para o  $n$ -MOSFET da Figura 46  $V_t = 2\text{ V}$  e  $k'_n W/L = 0.8\text{ mA/V}^2$ .

Dimensione os componentes do circuito de tal modo que  $I_D = 0.4\text{ mA}$  e  $V_D = +1\text{ V}$ .

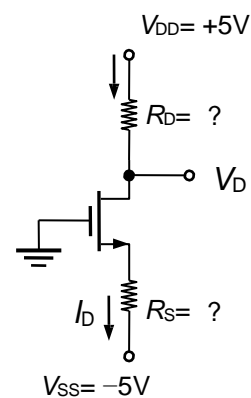


Figura 46

- 52 Para o  $n$ -MOSFET da Figura 47,  $V_t = 1\text{ V}$  e  $k'_n W/L = 1\text{ mA/V}^2$ .

52.1 Dimensione  $R_D$  de tal modo que  $V_{DS} = +0.1\text{ V}$ .

52.2 Qual é o valor da resistência  $r_{DS}$  nestas condições?

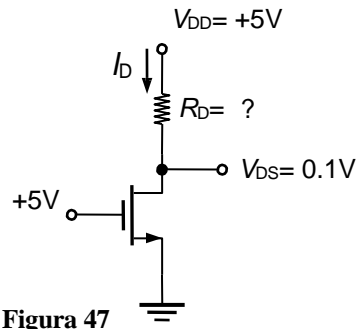


Figura 47

- 53 Para um transistor NMOS do tipo depleção,  $K'_n W/L = 4\text{ mA/V}^2$  e  $V_t = -2\text{ V}$ . Calcule o menor valor de  $V_{DS}$  para que o transistor funcione na região de saturação quando  $V_{GS} = +1\text{ V}$ . Qual é o valor correspondente de  $I_D$ ?

- 54 Para o  $n$ -MOSFET de depleção da Figura 48,  $V_t = -1\text{ V}$  e  $k'_n W/L = 1\text{ mA/V}^2$ .

54.1 Dimensione  $R_S$  de tal modo que  $V_S = +9.9\text{ V}$ .

54.2 Qual é o valor da resistência  $r_{DS}$  nestas condições?

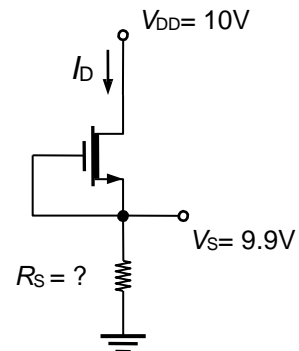


Figura 48

- 55 Um JFET canal- $n$  é caracterizado por uma tensão  $V_P = -4\text{ V}$  e  $I_{DSS} = 10\text{ mA}$ .

55.1 Para  $V_{GS} = -2\text{ V}$  qual é o menor valor de  $V_{DS}$  de tal modo que o transistor funcione no modo “pinch-off”?

55.2 Para  $V_{GS} = -2\text{ V}$  e  $V_{DS} = 3\text{ V}$  qual é o valor de  $I_D$ ?

55.3 Para  $V_{DS} = 3\text{ V}$  diga qual é a variação de  $I_D$  correspondente a uma variação de  $V_{GS}$  entre  $-2\text{ V}$  e  $-1.6\text{ V}$ .

55.4 Calcule o valor de  $r_{DS}$  para pequenos valores de  $V_{DS}$ , para  $V_{GS} = 0\text{ V}$  e  $V_{GS} = -3\text{ V}$ .

- 56 Para o JFET canal- $n$  da Figura 49,  $I_{DSS} = 10\text{ mA}$  e  $V_P = -4\text{ V}$ . Determine o seu ponto de funcionamento ( $V_{GS}$ ,  $I_D$  e  $V_{DS}$ ).

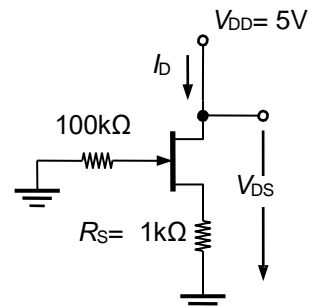


Figura 49

## Tiristor/Triac

57 No circuito da Figura 50 a tensão de entrada é da forma  $v_i(t) = V_m \sin(\omega t)$ .

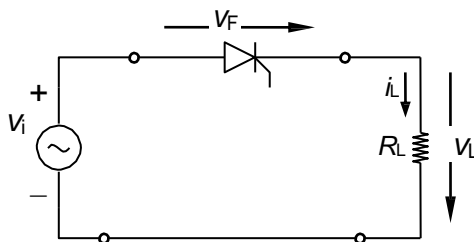


Figura 50

57.1 Obtenha as formas de onda da tensão de saída ( $v_L$ ), da tiristor ( $v_F$ ) e da corrente no receptor ( $i_L$ ) para  $\alpha = 45^\circ$ .

57.2 Obtenha a expressão do valor médio da tensão de saída em função do ângulo de disparo  $\alpha$ .

57.3 Calcule o valor médio da tensão de saída e da corrente no receptor para  $\alpha = 45^\circ$ . Admita que  $V_m = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V}$  e que  $R_L = 10 \Omega$ .

58 No circuito da Figura 51 a tensão de entrada é da forma  $v_i(t) = V_m \sin(\omega t)$ .

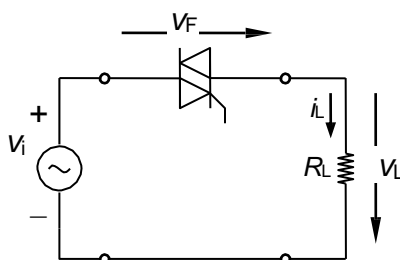


Figura 51

58.1 Obtenha a expressão do valor médio da potência de saída (em  $R_L$ ) em função do ângulo de disparo  $\alpha$  (admita que a queda de tensão no triac em condução é 0 V).

58.2 Calcule, para  $\alpha = 30^\circ$ , o valor médio da potência no receptor ( $R_L$ ). Admita que  $V_m = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V}$  e que  $R_L = 10 \Omega$ .

58.3 Suponha que a potência de saída era controlada recorrendo a um reóstato ligado em série com o receptor (o reóstato substitui o triac na Figura 51). Qual seria a desvantagem de um circuito destes relativamente ao do TRIAC.

## Famílias lógicas

- 59 Estude com atenção a seguinte tabela, que apresenta resultados do teste de algumas características elétricas de uma porta lógica NAND da família *LS TTL* ("Low Power Shotcky TTL") e diga quais são, para esta família, os valores da margem de ruído (e para ambos os níveis lógicos) e do "fan-out".

Parâmetro	Condições do teste	Min.	Tip.	Máx.	Unid.
$V_{IH}$ (tensão de entrada no nível 'alto')	$V_{CC} = 4.75V$	2			V
$V_{IL}$ (tensão de entrada no nível 'baixo')	$V_{CC} = 5.25V$			0.8	V
$V_{OH}$ (tensão de saída no nível 'alto')	$V_{CC} = 4.75V, I_{OH} = -400\mu A$	2.7	3.4		V
$V_{OL}$ (tensão de saída no nível 'baixo')	$V_{CC} = 5.25V, I_{OL} = 8mA$		0.35	0.5	V
$I_{IH}$ (corrente de entrada no nível 'alto')	$V_{CC} = 5.25V, V_{IH} = 2.7V$			20	$\mu A$
$I_{IL}$ (corrente de entrada no nível 'baixo')	$V_{CC} = 5.25V, V_{IL} = 0.4V$			-0.4	mA
$I_{OH}$ (corrente de saída no nível 'alto')	$V_{CC} = 5.25V$			-400	$\mu A$
$I_{OL}$ (corrente de saída no nível 'abaixo')	$V_{CC} = 5.25V$			8	mA

- 60 Na entrada ( $v_{ent}$ ) da gate NAND TTL da Figura 52 são aplicados os sinais representados abaixo. Esboce a forma de onda do sinal de saída para caso ((a) e (b)).

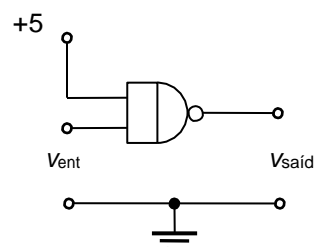
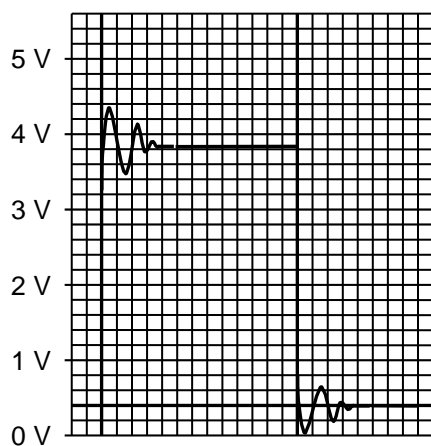
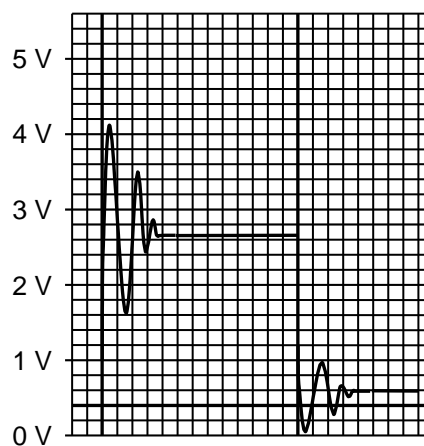


Figura 52



(a)



(b)