

*Licenciatura em Eng. de Comunicações*

# *Electrónica 1*

*Exercícios*

*Universidade do Minho  
Dep. de Electrónica Industrial*

1 - REVISÕES

1.1 Uma fonte de tensão apresenta uma tensão em circuito-aberto de 6 V e uma corrente em curto-circuito de 150 A. Calcule a resistência interna da fonte.

1.2 Considere o circuito da Fig 1.1, onde a tensão da fonte de tensão de 12V (em circuito aberto) possui uma resistência interna de 0,5 Ω.

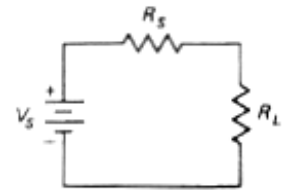


Fig 1.1

a) Calcule a tensão, a corrente e a potência na carga ( $R_L$ ) para cada um dos seguintes valores de  $R_L$ : 5 kΩ; 500Ω ; 50 Ω ; 5 Ω ; 0,5 Ω ; 0,25 Ω.

b) Repita os cálculos supondo a fonte ideal.

1.3 Considere o circuito da Fig. 1.2. Calcule a corrente na carga para cada um dos seguintes valores de  $R_L$ : 100 Ω; 2 kΩ; 4 kΩ e 6 k Ω.

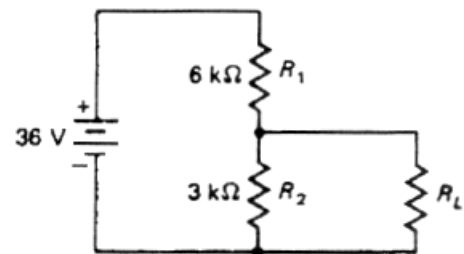


Fig 1.2

a) Usando o equivalente *Thevenin*.

b) Usando as leis de Ohm e Kirchoff.

1.4 Desenhe o equivalente Norton para o circuito do problema 1.3, admitindo que o valor da resistência de carga é 16 kΩ. Qual a corrente que na resistência equivalente de Norton?

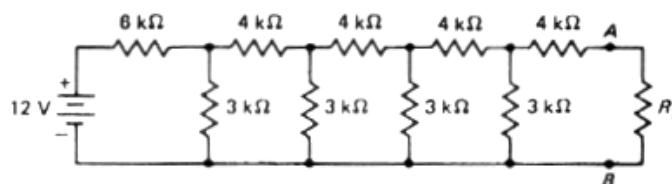


Fig 1.3

1.5 Considere o circuito da Fig. 1.4. Calcule a corrente  $I_L$  utilizando os seguintes métodos:

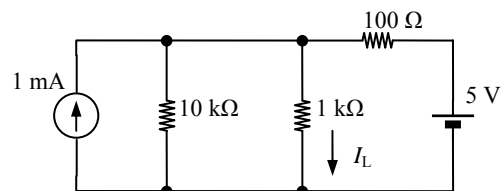


Fig. 1.4

a) Teorema de *Thevenin*.

b) Teorema de Norton.

c) Teorema da Sobreposição.

1.6 Dimensione os as resistências de um divisor de tensão que atenda às seguintes especificações:

- Tensão de entrada: 30V
- Tensão na carga (em circuito-aberto): 15V
- Resistência equivalente de *Thevenin*  $\leq 2k\Omega$ .

- 1.7** Dimensione as resistências de um divisor de tensão de modo que o circuito se comporte como uma fonte quase ideal de 10 V para cargas entre 1 e 10 MΩ. Suponha utiliza uma fonte que apresenta uma tensão de 30 V em circuito-aberto.
- 1.8** Suponha que pretende obter o circuito equivalente de *Thevenin* de uma pilha. Diga como procederia:
- se apenas dispusesse de um multímetro.
  - se dispusesse de um voltímetro e de uma caixa de resistências.
- 1.9** Calcule os valores médio e eficaz dos sinais da Fig. 1.5 (a) - (e). Esboce ainda, para cada um deles, a componente contínua e a componente alternada.

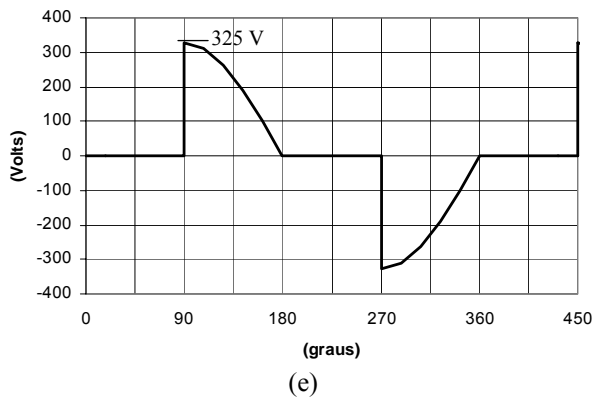
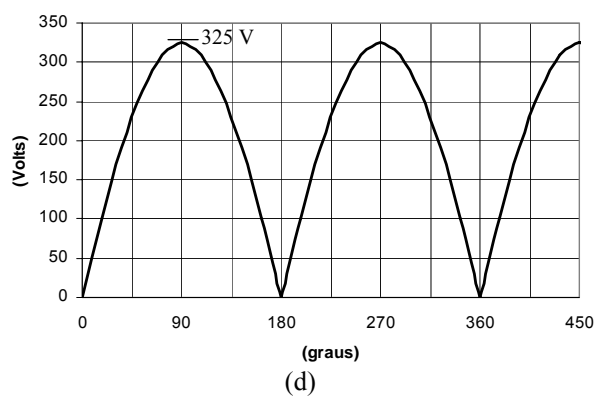
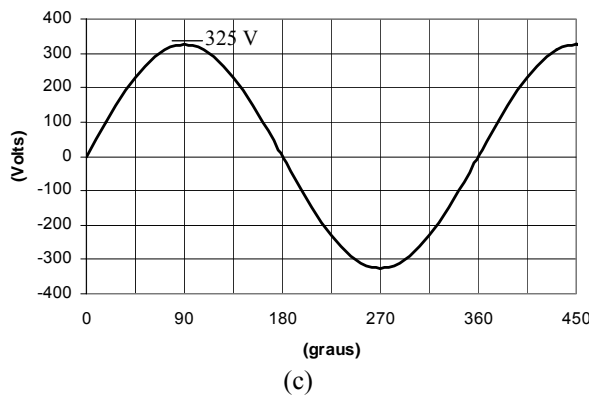
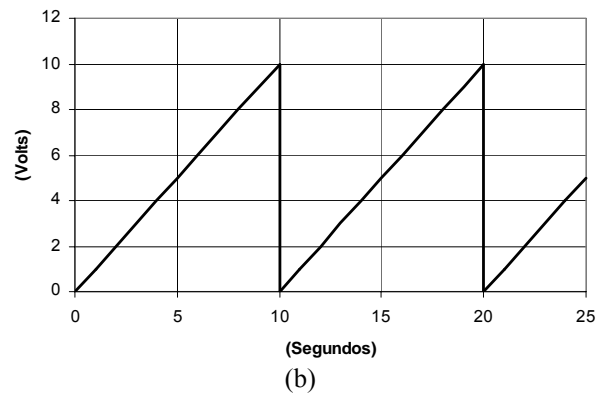
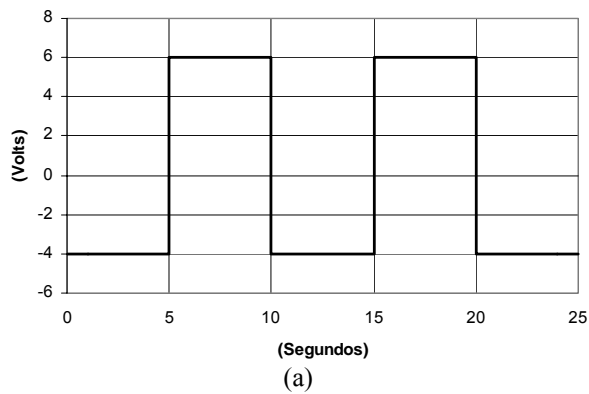


Fig 1.5

2 - O DÍODO

2.1 Polarizou-se um diodo, cuja característica se apresenta na Fig. 2.1, através de uma fonte de tensão de 8V e uma resistência limitadora de corrente de 100 Ω (ligada em série).

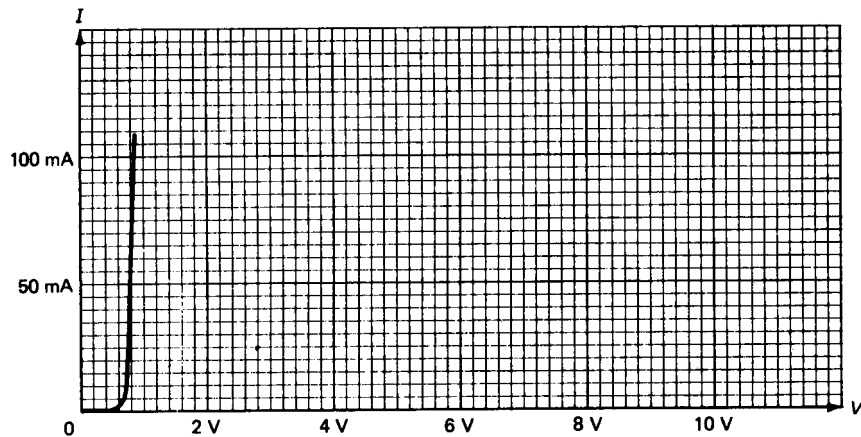


Fig 2.1

- Trace a recta de carga do diodo.
- Quais os valores aproximados da tensão e da corrente no ponto de funcionamento Q?
- Qual a potência dissipada no diodo?

2.2 No circuito da Fig. 2.2 (a) admita que a queda de tensão no diodo em condução é 0,7 V:

- Qual é o potencial no ponto P quando o comutador se encontra na posição A? E quando se encontra na posição B?

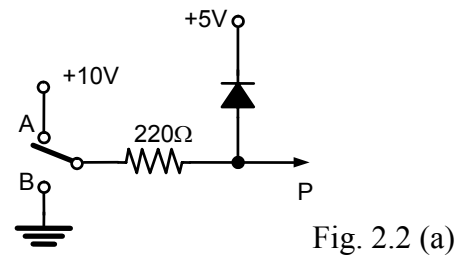


Fig. 2.2 (a)

- Repita a alínea a) para o circuito da Fig. 2.2 (b).

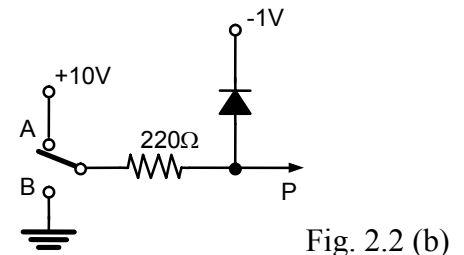


Fig. 2.2 (b)

2.3 Considere o circuito da Fig. 2.3 e tenha atenção o sinal aplicado à sua entrada.

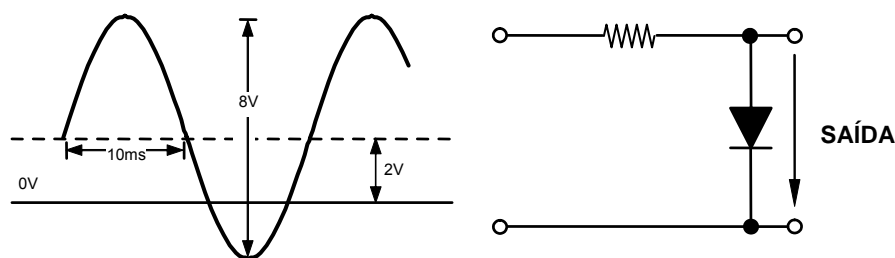
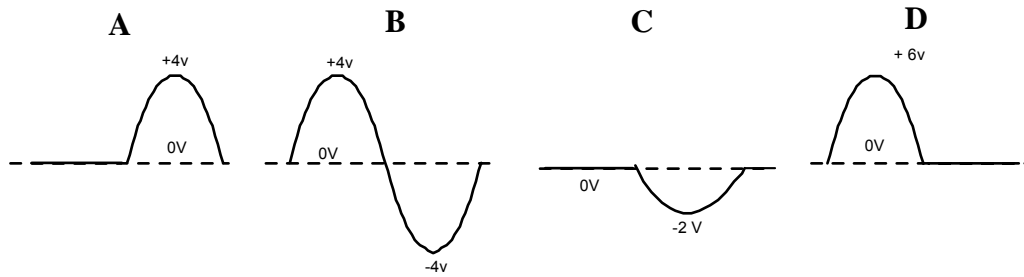


Fig. 2.3

Admitindo que um diódo ideal qual das seguintes formas de onda poderia ser observada à saída do circuito?



**2.4** Considere o circuito da Fig. 2.4 e tenha atenção o sinal aplicado à sua entrada.

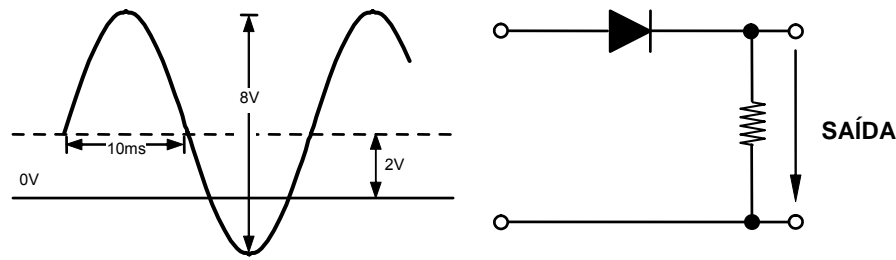
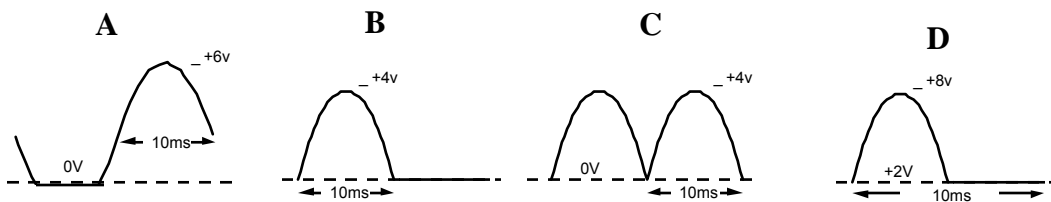


Fig. 2.4

Admitindo que um diódo ideal qual das seguintes formas de onda poderia ser observada à saída do circuito?



### 3 - CIRCUITOS COM DÍODOS

**3.1** Um rectificador de meia onda é alimentado por um transformador com uma tensão no secundário de 35 V (eficazes). Desprezando a queda de tensão no diódo rectificador, calcule:

- O valor médio da tensão de saída.
- O valor eficaz (ou rms) da tensão de saída.
- O pico da tensão inversa no diódo.

3.2 Supondo que no circuito do problema 3.1 se coloca um condensador em paralelo com a carga, calcule:

- O valor máximo (pico) da tensão no condensador.
- O valor médio da tensão de saída em vazio ( $R_L = \infty$ ).
- O valor eficaz da tensão de saída em vazio.
- A tensão inversa máxima no diodo.

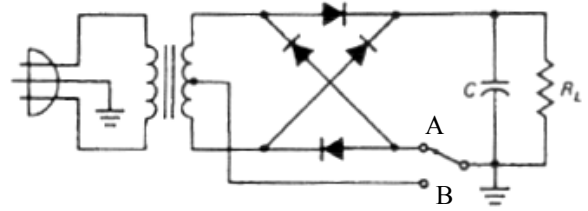


Fig 3.1

3.3 A tensão do secundário do transformador da Fig 3.1 é de 25 V<sub>ef</sub>. Qual a tensão ideal de saída.

- com o interruptor na posição A.
- com o interruptor na posição B.

3.4 O diodo rectificador da Fig 3.2 apresenta uma queda de tensão directa de 0,7 V para 2 A. A resistência do enrolamento do transformador é de 0,3 Ω. Se a tensão do secundário for de 25 V, qual o pico de corrente no instante de ligação do circuito? Como procederia para reduzir esse pico em 50%?

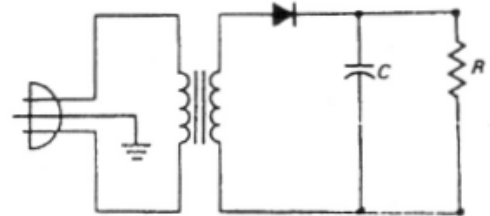


Fig 3.2

3.5 A Fig. 3.3 mostra uma fonte de alimentação dividida. Uma vez que o ponto médio do secundário do transformador está ligada à massa, as tensões de saída são iguais e com polaridades opostas. Considere que  $C = 500 \mu\text{F}$  e que a tensão do secundário é 17,7 V (eficazes).

- Quais as tensões de saída?
- Quais as especificações mínimas para a corrente em condução e para a tensão inversa dos diodos?

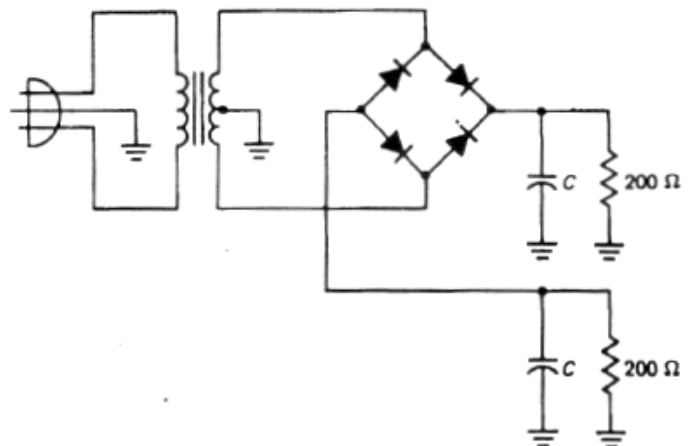


Fig 3.3

3.6 Para cada um dos circuitos da Fig 3.5, calcule (admitindo que todos os componentes são ideais):

- A tensão de saída.
- A tensão aos terminais de cada condensador.
- O pico de tensão inversa em cada diódo.

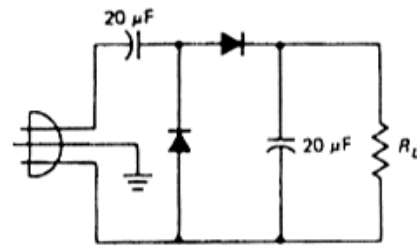
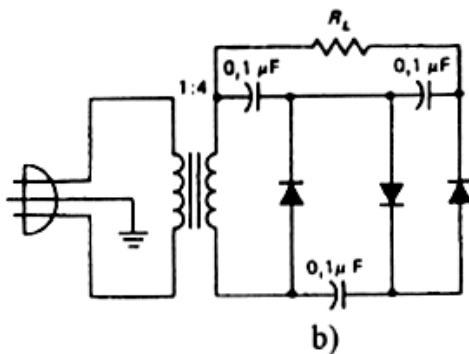
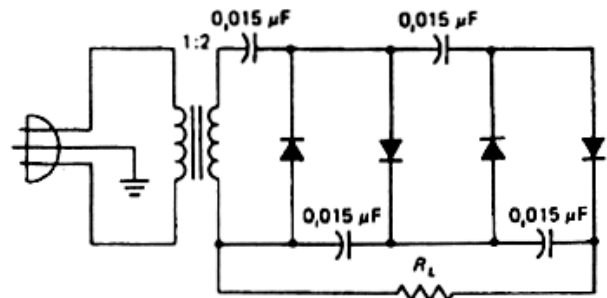


Fig 3.5 a)



b)



c)

3.7 A valor da tensão no secundário do transformador do circuito da Fig 3.6 é de 900V (eficazes).

- Qual a tensão de saída admitindo que todos os componentes são ideais?
- Calcule o valor média da tensão de saída em carga, bem como a amplitude (pico-a-pico) da flutuação.

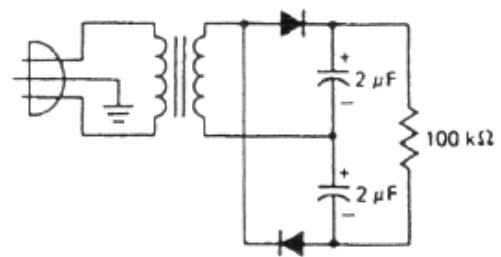


Fig 3.6

3.8 Um amperímetro (Fig. 3.7) possui uma resistência interna de  $2\text{k}\Omega$  e uma corrente de fim de escala de  $50\mu\text{A}$ .

- Qual a tensão aos terminais do amperímetro quando a corrente de fim de escala?
- Qual o interesse da colocação de dois diódos como se indica na figura?

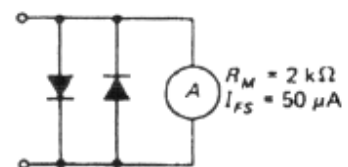


Fig 3.7

3.9 Pretende-se construir uma fonte de tensão que, a partir da tensão da rede de energia eléctrica ( $230\text{ V}_{\text{ef}}$ ) garanta uma tensão de saída de  $15\text{ V}$  para uma carga de  $680\ \Omega$ . Especifique as características dos diódos e do transformador, admitindo que se utiliza uma ponte rectificadora monofásica. Diga ainda qual deveria ser a capacidade do condensador de filtragem para que saída apresente uma flutuação de  $1\text{ V}_{\text{pp}}$ .

**3.10** Esboce a tensão de saída  $v_o(t)$  do circuito da Fig 3.8 para  $0 \leq t \leq 5\text{ms}$ .

- Desprezando a queda de tensão e resistência interna do diódo em condução.
- Admitindo que, em condução, o diódo apresenta uma queda de tensão  $V_D = 0,7\text{V}$  e resistência  $R_D = 50\Omega$ .

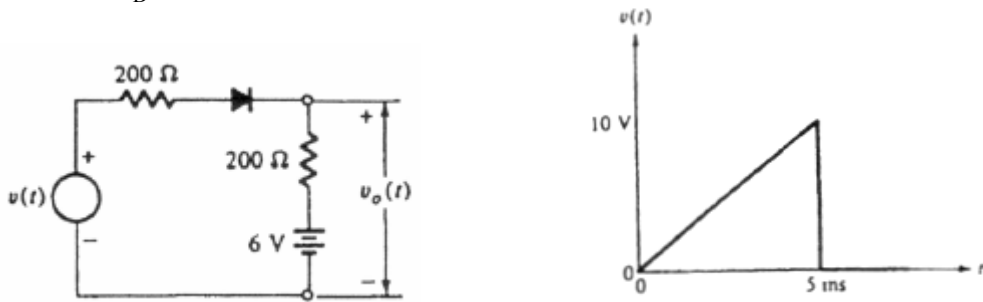


Fig. 3.8

**3.11** Esboce a tensão de saída  $v_o(t)$  do circuito da Fig 3.9 para  $0 \leq t \leq 10\text{ms}$ .

- Supondo o diódo ideal ( $V_D$  e  $R_D$  desprezáveis).
- Admitindo que, em condução, o diódo apresenta uma queda de tensão  $V_D = 0,7\text{V}$  e resistência  $R_D = 50\Omega$ .

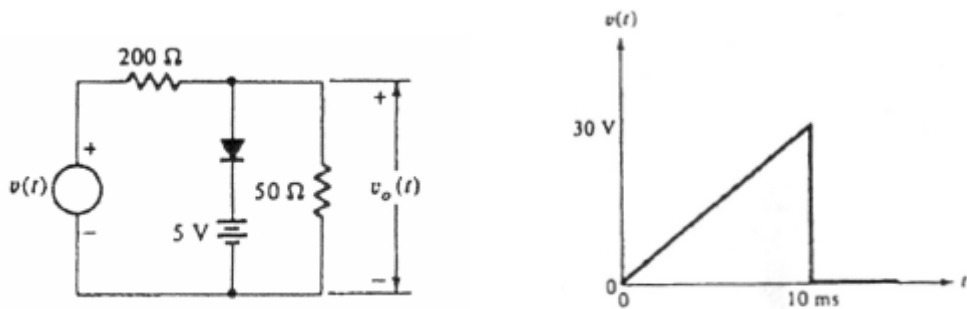


Fig. 3.9

**3.12** Considere o circuito da Fig 3.10

- Obtenha a característica de transferência de tensão do circuito, supondo os diódos ideais.
- Esboce a saída (1 ciclo) assumindo  $v_i(t) = 20 \text{ sen } \omega t$  (volts).

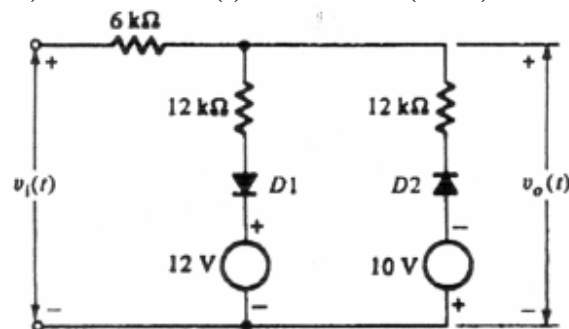


Fig 3.10

3.13 Para cada um dos circuitos da Fig. 3.11, onde os díodos são supostamente ideais, esboce a a forma de onda de saída para o sinal de entrada indicado. Admita ainda que  $C \times R \gg T$ .

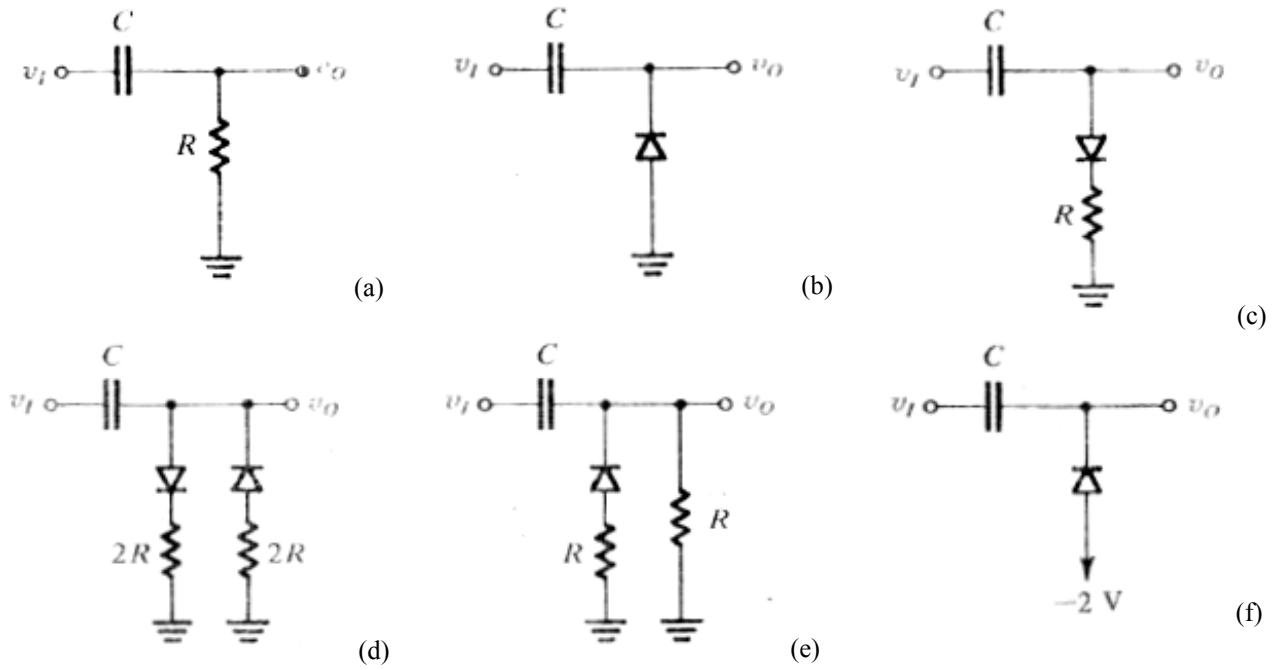
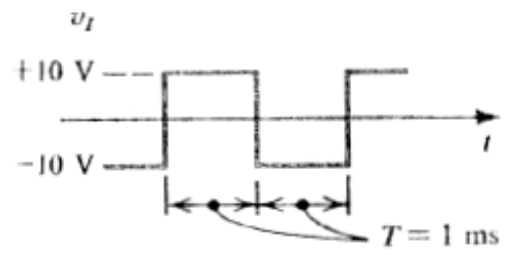


Fig. 3.11

#### 4 - DÍODO DE ZENER

4.1 Suponha que  $V_S$  representa uma fonte tensão não-regulada, podendo a sua saída variar entre 8 e 10V. Pretende-se uma saída (estabilizada de 6V) para  $I_L \leq 0,5$  A

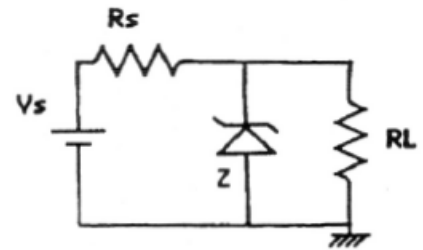


Fig 4.1

- Dimensione  $R_S$ .
- Calcule a potência máxima no dissipada no zener.
- Supondo que zener possui uma resistência interna de  $2\Omega$ , calcule a variação de tensão máxima na saída.

4.2 Suponha que para o circuito do da Fig. 4.1  $R_S = 20 \Omega$  e que é utilizado um Zener de 5,6V. A saída mantém-se regulada para  $0 \leq I_L \leq 200\text{mA}$ , ao mesmo tempo que a corrente no díodo varia entre  $1\text{mA} \leq I_Z \leq 300 \text{ mA}$ . Determine a gama das tensões de entrada para a qual se observa as especificações referidas.

4.3 Considere o circuito do problema 4.1 com  $V_Z = 10\text{V}$ ,  $V_S = 40\text{V}$  e  $R_S = 1,5\text{k}\Omega$ .

- Calcule o valor aproximado de  $I_Z$  para os seguintes valores de  $R_L$ :  $100\text{k}\Omega$  ;  $10\text{k}\Omega$  e  $1\text{k}\Omega$ .
- Supondo que  $V_S$  varia  $\pm 10\%$  e  $R_Z = 10\Omega$ , calcule a variação máxima da tensão na carga.
- Para que resistência de carga o regulador deixa de funcionar?

#### 5 - TRANSÍSTOR BIPOLAR

5.1 O transistor 2N5346 tem uma variação de ganho  $h_{FE}$  conforme se indica na Fig 5.1.

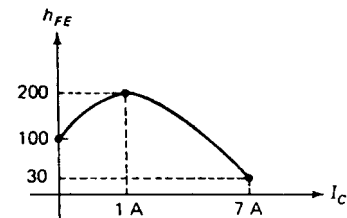


Fig. 5.1

- Qual o valor do ganho se  $I_C = 1\text{A}$ ?
- Qual o valor da corrente de base quando  $I_C = 1\text{A}$ ?
- Qual o valor o ganho se  $I_C = 7\text{A}$ ?

5.2 Um transistor tem um  $\beta_{CC}$  de 150. Se o transistor está a funcionar na zona activa e a corrente de colectora é igual a 45 mA, qual é o valor da corrente de base? E o da corrente de emissor?

5.3 A Fig 5.2 a) mostra um circuito a transistor com o condutor da base em circuito-aberto. Se medirmos  $V_{CE}$  de 9V, qual o valor de  $I_{CEO}$ ? Se trocarmos a resistência do colector de 10 M $\Omega$  para 10k $\Omega$  (Fig 5.2b), qual é o novo valor de  $V_{CE}$ ? (Admita que  $I_{CEO}$  mantém o mesmo valor).

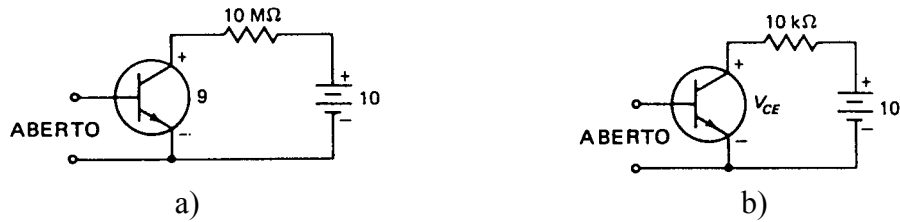


Fig. 5.2

5.4 Um transistor apresenta característica estática colector-emissor da Fig 5.3a). Se esse transistor for usado no circuito da Fig 5.3b), qual será o valor de  $V_{CE}$ ? Qual o valor de  $BV_{CEO}$ ? Estará o transistor em perigo de ruptura?

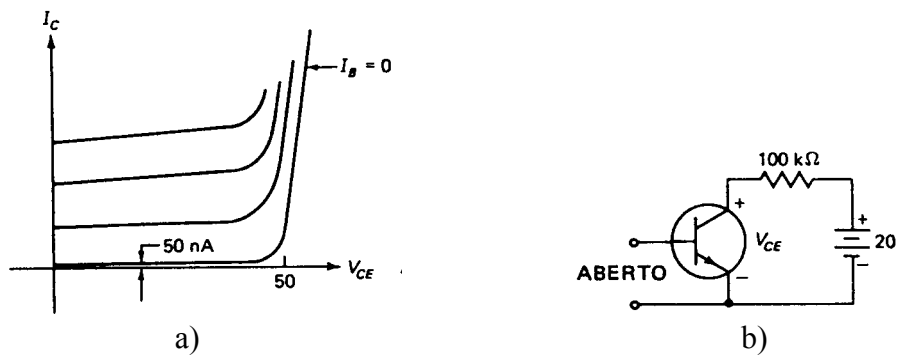


Fig. 5.3

5.5 a) Calcule (para todos os transistores) os valores da Fig. 5.4 que estão por determinar (os indicados com “?”).  
 b) Qual a região em que cada um deles se encontra a funcionar? (Nota: é possível que algum dos transistores esteja defeituoso).

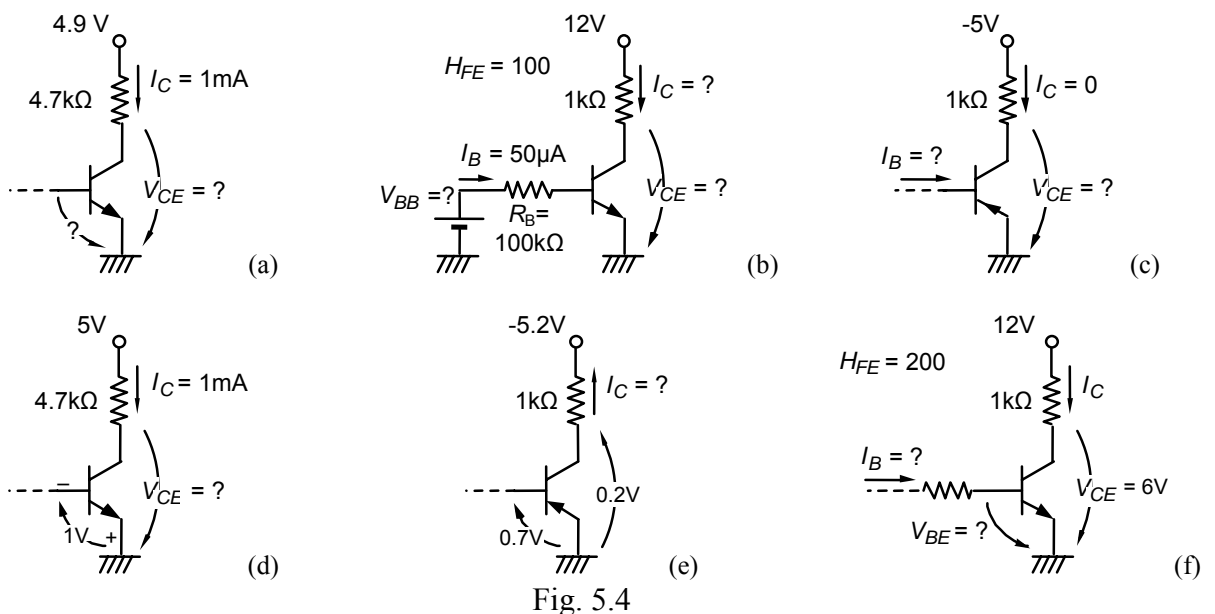


Fig. 5.4

5.5 No circuito da Fig. 5.5,  $V_{CC} = 20\text{ V}$ ,  $R_C = 1\text{ k}\Omega$  e  $100 < \beta < 200$ .

- Dimensione  $R_B$  tal que o transistor funcione como um interruptor quando accionado por uma tensão não inferior a 5V.
- Calcule a potência dissipada no transistor em cada estado (ligado e desligado)

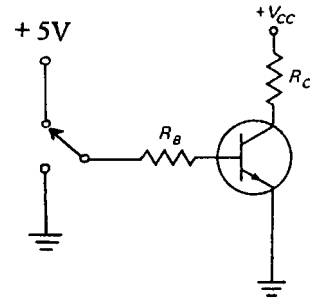


Fig. 5.5

5.7 No circuito da Fig 5.6,  $V_{CC} = 20\text{V}$ ,  $R_C = 1\text{k}\Omega$  e  $\beta = 100$ .

- Dimensione  $R_B$  de modo a ter  $V_{CE} = 10\text{V}$ .
- Qual a potência dissipada no transistor?
- Qual seria o valor de  $V_{CE}$  para  $\beta = 200$ .

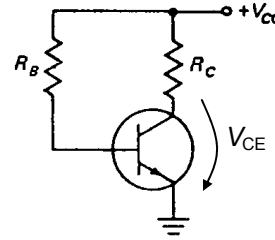


Fig. 5.6

5.8 No circuito da Fig 5.7,  $V_{CC} = 20\text{V}$ ,  $R_C = 1\text{ k}\Omega$  e  $\beta = 100$ .

- Dimensione  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_E$  de modo a ter  $V_C = 10\text{ V}$  e  $V_{CE} = 5\text{V}$ .
- Qual seria o valor de  $V_C$  para  $\beta = 200$ ?

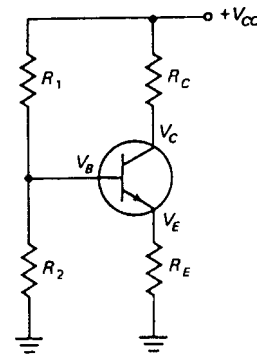


Fig 5.7

5.9 O transistor da Fig. 5.8 possui um  $\beta = 200$ :

- Qual seria a corrente  $I_C$  na saturação?
- Qual seria a tensão  $V_{CE}$  no corte?
- Esboce a recta de carga do transistor.
- Indique o seu ponto de funcionamento.
- O transistor está fortemente saturado?

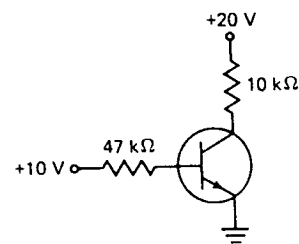


Fig 5.8

5.10 Considere o circuito da Fig. 5.9:

- Desenhe a recta de carga do transistor, indicando os valores da corrente de saturação e da tensão de corte.
- Qual é o valor da corrente de colectador?
- Qual é a tensão entre o colectador e a massa?
- Qual é a tensão colectador-emissor?

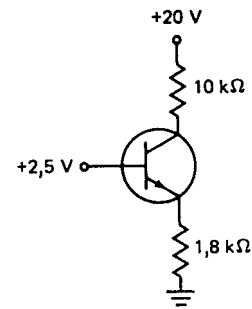


Fig 5.9

5.11 Considere o circuito da Fig 5.10:

- Qual é o valor máximo de corrente possível para o colectador?
- Se  $V_{BB} = -2V$ , qual é a tensão entre colectador e terra?
- Se  $V_{BB} = +1V$ , qual é a tensão colectador-emissor?

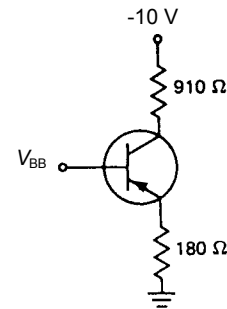


Fig 5.10

5.12 Considere que o transistor da Fig 5.11 tem um  $\beta_{CC}$  de 80.

- Qual é a tensão entre o colectador e o terra?
- Desenhe a recta de carga do transistor e indique o seu ponto de funcionamento.
- Para que valor aproximado de  $\beta_{CC}$  o transistor saturaria?

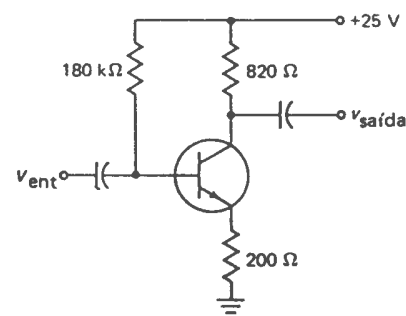


Fig. 5.11

## 6 - CIRCUITOS COM TRANSÍSTORES

6.1 A Fig 6.1 mostra uma ligação *Darlington* de dois transístores:

- Qual é a tensão aos terminais da resistência de 100 Ω?
- Qual é o valor aproximado da corrente de colectador do primeiro transistor se o segundo tiver  $\beta_2 = 150$ ?
- Se o primeiro transistor tiver  $\beta_1 = 100$  e o segundo  $\beta_2 = 150$ , qual é, aproximadamente, a corrente de base no primeiro transistor?

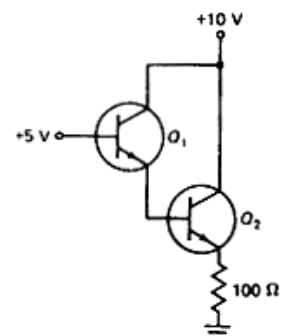


Fig. 6.1

6.2 Considere o circuito da Fig 6.2:

- Qual é o valor da corrente no LED para  $V_{BB} = 0V$ ?
- E para  $V_{BB} = 10V$ ?

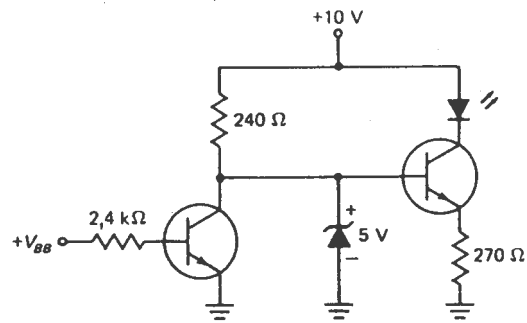


Fig. 6.2

6.3 Admitindo que  $V_{CC} = 15V$ , calcule a potência dissipada em cada um dos transístores da Fig. 6.3.

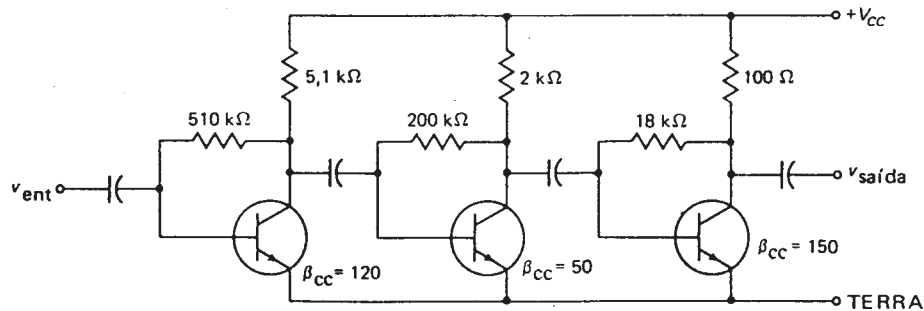


Fig. 6.3

6.4 Considere o circuito da Fig. 6.4:

- Calcule a intensidade da corrente no LED.
- Qual seria o valor da corrente se o zener fosse substituído por um outro de 4,7 V

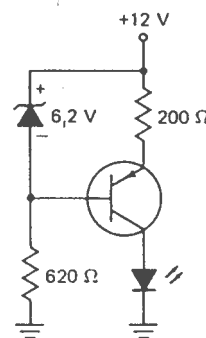


Fig. 6.4

6.5 Considere o circuito da Fig. 6.5.

- Calcule o potencial na base, emissor e colector ( $V_B$ ,  $V_E$  e  $V_C$ ) de cada transístor.
- Calcule a potência dissipada em cada transístor.

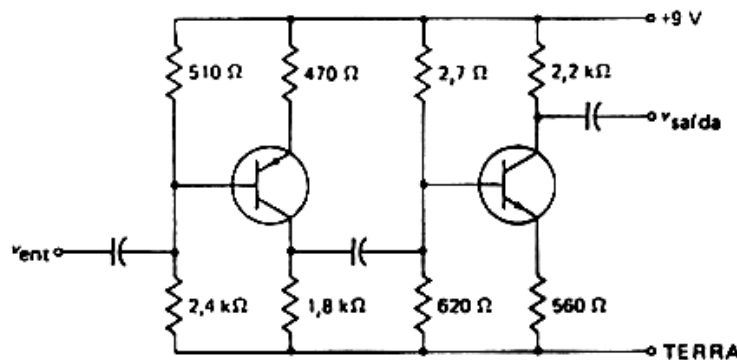


Fig. 6.5