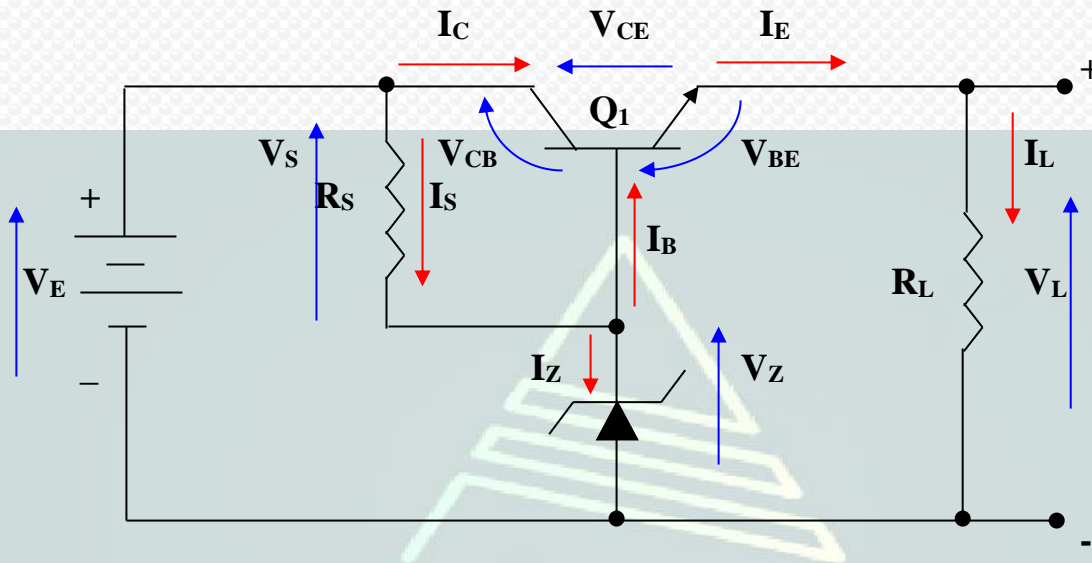


Módulo dois: Estudo dos reguladores de tensões de potência média.

1. Introdução: O regulador de tensão a transistor permite manipular uma maior potência de saída na carga. O transistor possui um ganho alto de corrente e por isso as variações da corrente I_Z são pequenas, com ou sem carga de saída.

1.1 CIRCUITO REGULADOR DE TENSÃO A DIODO ZENER E TRANSISTOR



1.2 ANÁLISE DO CIRCUITO

A) TENSÕES

$$V_E = V_L + V_{CE} \quad (1)$$

$$V_E = V_Z + V_S \quad (2)$$

$$V_S = V_{CE} - V_{BE} \quad (3)$$

$$V_L = V_Z - V_{BE} \quad (4)$$

B) CORRENTES

$$I_C = I_E \quad (I_B \text{ desprezível, pois } \beta \text{ é grande}) = I_L \quad (5)$$

$$I_S = I_Z + I_B \quad (6)$$

$$I_E = (\beta + 1) I_B \quad (7)$$

1.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO TRANSISTOR E DO ZENER

$$V_{CE \text{ SAT}} = 0,3V, \quad V_{BESAT} = 0,7V.$$

BV_{CEO} = Tensão de ruptura coletor emissor.

$P_{C \text{ MAX}}$ = Potência Máxima do transistor = $V_{CE} \times I_C$.

β = Ganho do transistor.

$P_{Z \text{ MAX}}$ = Potência máxima no zener.

V_Z = Tensão Nominal do zener.

I_C = Corrente máxima do transistor.

1.4 DIMENSIONAMENTO DA FAIXA DE VALORES PARA O RESISTOR R_S , $I_L = cte.$

Quando I_L é constante, temos $I_B = I_L/\beta$.

$$R_{S \text{ MIN}} = \frac{V_E - V_Z}{I_{Z \text{ MAX}} + I_B} \text{ e } R_{S \text{ MAX}} = \frac{V_E - V_Z}{I_{Z \text{ MIN}} + I_B}$$

Adota-se um valor para: $R_{S \text{ MIN}} \leq R_S \leq R_{S \text{ MAX}}$.

1.5 ANÁLISE DA REGULAÇÃO DE TENSÃO DO CIRCUITO PARA AS SITUAÇÕES DE VARIAÇÕES NA ENTRADA E NA SAÍDA.

Para cada situação deveremos analisar para os efeitos desta variação no transistor e no zener e escolher a condição que satisfaz ambas as situações.

a) Mantendo-se $R_L = cte$ e variando-se V_E para valor mínimo e máximo.

a.1 - Para o zener

$$V_{E \text{ MIN}1} = R_S (I_{Z \text{ MIN}} + I_B) + V_Z \quad (8)$$

$$V_{E \text{ MAX}1} = R_S (I_{Z \text{ MAX}} + I_B) + V_Z \quad (9)$$

a.2 - Para o transistor

$$V_{E \text{ MIN}2} = V_{CE \text{ MIN}} + V_L = V_{CE \text{ MIN}} + V_Z - V_{BE}$$

$$V_{E \text{ MAX}2} = V_{CE \text{ MAX}} + V_L = BV_{CEO} + V_L$$

$$V_{E \text{ MAX}3} = \frac{P_{C \text{ MAX}}}{I_C} + V_L$$

a.3 - Escolha dos valores de entrada $V_{E \text{ MIN}}$ e $V_{E \text{ MAX}}$

- Entre os valores de $V_{E \text{ MIN}}$ escolher o **Maior** valor de $V_{E \text{ MIN}}$.
- Entre os valores de $V_{E \text{ MAX}}$ escolher o **Menor** valor de $V_{E \text{ MAX}}$.

c) Mantendo-se $V_E = cte$ e variando-se R_L para valor mínimo e máximo.

c.1 - $R_{L \text{ MIN}}$

$$R_{L \text{ MIN}} = \frac{V_L}{I_{L \text{ MAX}}}$$

$$V_Z - V_{BE}$$

$$V_Z - V_{BE}$$

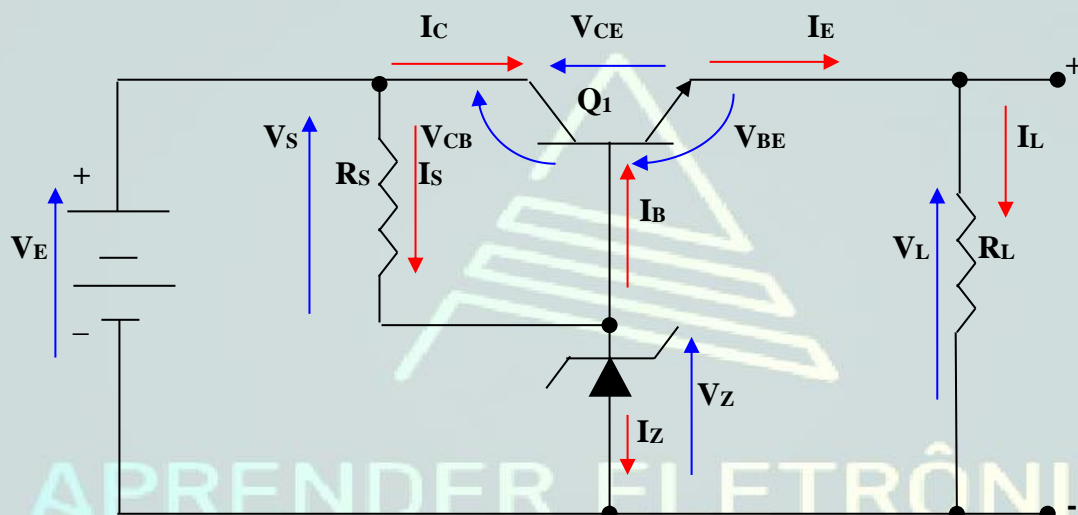
$$I_{L\text{ MAX}} = I_C \therefore I_{L\text{ MAX}} = \frac{P_{C\text{ MAX}}}{V_{CE}} \Rightarrow R_{L\text{ MIN}} = \frac{V_{CE}}{P_{C\text{ MAX}}}$$

c.2 – $R_{L\text{ MAX}} = \infty$

Exemplo: Para os dados fornecidos abaixo, calcular a tensão mínima e máxima da tensão de entrada, carga mínima e máxima de saída, a corrente que circula em R_S e a tensão de saída de uma fonte de tensão, conforme circuito a seguir.

Dados fornecidos: $V_E = 12V$, $R_S = 100\Omega$, $V_Z = 6,2V$, $V_{BESAT} = 0,7V$, $V_{CESAT} = 0,3V$, $BV_{CEO} = 80V$, $I_{C\text{ MAX}} = 1A$, $P_{Z\text{ MAX}} = 1W$, $P_{C\text{ MAX}} = 2W$, $I_{SAÍDA} = 200mA$ e $\beta = 50$.

CIRCUITO REGULADOR DE TENSÃO A DIODO ZENER E TRANSISTOR.



a) Cálculo da corrente de base de Q_1

$$I_B = \frac{I_{SAÍDA}}{\beta} = \frac{200}{50} = 4 \text{ mA}$$

b) Cálculo da corrente de Zener

$$I_{Z\text{ MAX}} = \frac{P_{Z\text{ MAX}}}{V_Z} = \frac{1W}{6,2} = 161,2 \text{ mA e } I_{Z\text{ MIN}} = 10\% I_{Z\text{ MAX}}.$$

Assim $I_{Z\text{ MIN}} = 16,12mA$.

c) Mantendo-se $R_L = \text{constante}$, calcula-se $V_{E\text{ MIN}}$ e $V_{E\text{ MAX}}$, para os transistor e zener.

a.1) Para o zener

$$V_{E\text{ MIN}} = V_Z + R_S (I_{Z\text{ MIN}} + I_B) = 6,2 + 100(16,13 + 4) \cdot 10^{-3} \cong 8,21V.$$

$$V_{E\text{ MAX}} = V_Z + R_S (I_{Z\text{ MAX}} + I_B) = 6,2 + 100(161,3 + 4) \cdot 10^{-3} = 22,73V.$$

a.2) Para o transistor

$$V_{EMIN} = V_{CESAT} + V_L = 0,3 + V_Z - V_{BESAT} = 5,8V.$$

$$V_{EMAX} = V_{CEMAX} + V_L = BV_{CEO} + V_Z - V_{BE} = 85,5V.$$

$$V_{EMAX} = \frac{P_{CMax}}{I_{SAÍDA}} + V_L = \frac{2}{200} = 10 + 5,5 = 15,5V$$

$$V_{EMIN} = 8,21V \text{ e } V_{EMAX} = 15,5V$$

b) Cálculo de R_{LMIN} e R_{LMAX} , para $V_E = cte.$

$$R_{LMIN} = \frac{V_L}{I_{LMAX}} = \frac{V_E - V_L}{P_{CMAX}} \quad V_L = \frac{5,5}{2} \quad (12 - 5,5) = 17,88\Omega.$$

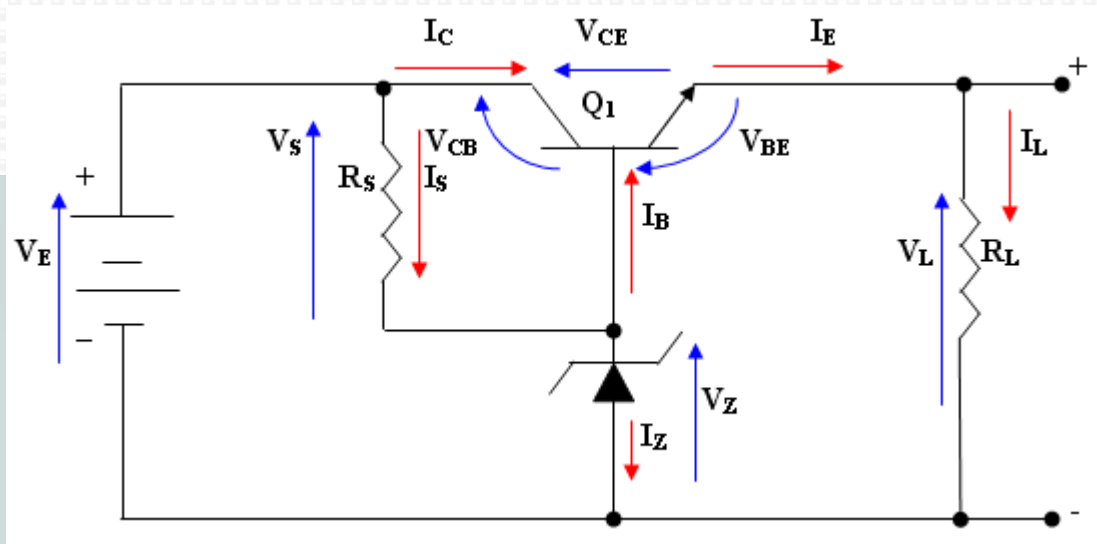
$$R_{LMAX} = \frac{V_L}{I_{LMIN}} = \frac{V_Z - V_{BE}}{0} = \infty$$

$$R_{LMIN} = 17,88\Omega \text{ e } R_{LMAX} = \infty$$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Responda as questões de 1 a 8 referentes ao circuito abaixo, segundo os dados e especificações a seguir.

Dados: $V_Z = 5,6V$, $P_{ZMAX} = 560mW$, $\beta_{MIN} = 50$, $P_{CMAX} = 5W$, $V_{CEMAX} = 80V$, $V_{CEMIN} = 0,3V$, $V_{BE} = 0,6V$. Considerando-se $I_{ZMAX} = P_Z/V_Z$ e $I_{ZMIN} = 10\% I_{ZMAX}$.



1.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a tensão de saída e corrente de saída, sabendo-se que $V_E = 10V$ e $R_L = 10\Omega$.

- a) $V_{SAÍDA} = 5,0V$ e $I_{SAÍDA} = 50mA$
- b) $V_{SAÍDA} = 5,6V$ e $I_{SAÍDA} = 50mA$
- c) $V_{SAÍDA} = 5,0V$ e $I_{SAÍDA} = 100mA$
- d) $V_{SAÍDA} = 5,0V$ e $I_{SAÍDA} = 500mA$
- e) $V_{SAÍDA} = 5,6V$ e $I_{SAÍDA} = 500mA$

Resposta: d

2.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a tensão e corrente em R_S , sabendo-se que $V_E = 10V$ e $R_S = 100\Omega$.

- a) $V_{RS} = 4,6V$ e $I_{RS} = 44mA$
- b) $V_{RS} = 5,6V$ e $I_{RS} = 50mA$
- c) $V_{RS} = 4,4V$ e $I_{RS} = 44mA$
- d) $V_{RS} = 5,0V$ e $I_{RS} = 50mA$
- e) $V_{RS} = 4,0V$ e $I_{RS} = 50mA$

Resposta: c



Circuitos Eletrônicos

3.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a tensão e corrente que circula no transistor, sabendo-se que $V_E = 10V$ e $R_S = 100\Omega$.

- a) $V_{CE} = 4,6V$ e $I_{RS} = 440mA$
- b) $V_{CE} = 5,6V$ e $I_{RS} = 500mA$
- c) $V_{CE} = 4,4V$ e $I_{RS} = 440mA$
- d) $V_{CE} = 5,0V$ e $I_{RS} = 500mA$
- e) $V_{CE} = 4,0V$ e $I_{RS} = 500mA$

Resposta: d

4.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a potência consumida no transistor e na saída, sabendo-se que $V_E = 10V$ e $R_L = 10\Omega$.

- a) $P_C = 4,5W$ e $P_{SAÍDA} = 2,5W$
- b) $P_C = 2,5W$ e $P_{SAÍDA} = 2,5W$
- c) $P_C = 4,4W$ e $P_{SAÍDA} = 5,0W$
- d) $P_C = 5,0W$ e $P_{SAÍDA} = 5,0W$
- e) $P_C = 4,0W$ e $P_{SAÍDA} = 5,0W$

Resposta: b

5.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a corrente no zener e na base do transistor, sabendo-se que $V_E = 10V$ e $R_S = 44\Omega$ e $R_L = 10\Omega$.

- a) $I_Z = 90mA$ e $I_B = 20mA$
- b) $I_Z = 56mA$ e $I_B = 10mA$
- c) $I_Z = 50mA$ e $I_B = 15mA$
- d) $I_Z = 100mA$ e $I_B = 20mA$
- e) $I_Z = 90mA$ e $I_B = 10mA$

Resposta: e

6.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a tensão mínima a ser aplicado na entrada, sabendo-se que $R_S = 44\Omega$ e $R_L = 10\Omega$.

- a) $V_{EMIN} = 6,48V$
- b) $V_{EMIN} = 7,42V$
- c) $V_{EMIN} = 5,6V$
- d) $V_{EMIN} = 7,5$
- e) $V_{EMIN} = 5,0$

Resposta: a



Circuitos Eletrônicos

7.o Exercício: Indique qual das alternativas é correta para a tensão máxima a ser aplicado na entrada, sabendo-se que $R_s = 44\Omega$ e $R_L = 10\Omega$.

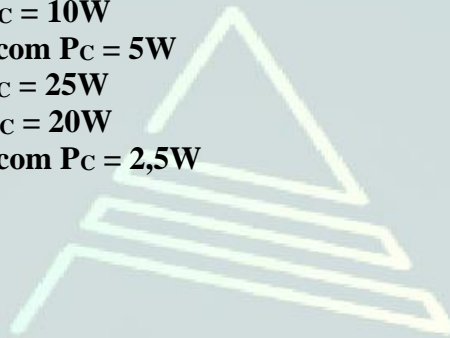
- a) $V_{EMAX} = 6,48V$
- b) $V_{EMAX} = 7,42V$
- c) $V_{EMAX} = 10,44V$
- d) $V_{EMAX} = 10,84V$
- e) $V_{EMAX} = 10,5V$

Resposta: c

8.o Exercício: Indique qual das alternativas está correta. Aplicando-se $V_E = 10V$ e $R_L = 1\Omega$ para os dados do transistor verificar se:

- a) O transistor queima com $P_C = 10W$
- b) O transistor está no limite com $P_C = 5W$
- c) O transistor queima com $P_C = 25W$
- d) O transistor queima com $P_C = 20W$
- e) O transistor opera normal com $P_C = 2,5W$

Resposta: c



APRENDER ELETRÔNICA
"MISSÃO POSSÍVEL"