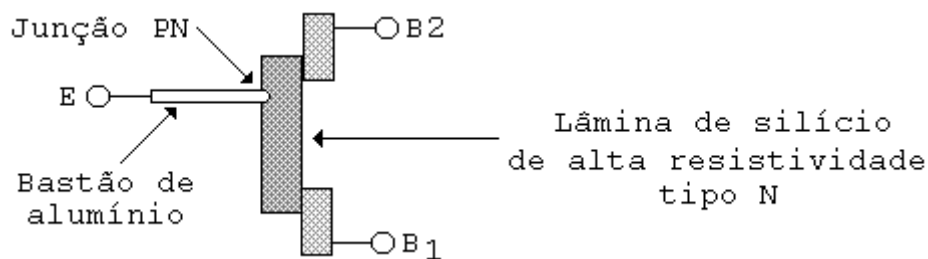


TRANSISTOR DE UNIJUNÇÃO (UJT)

OBJETIVOS: Verificar experimentalmente o funcionamento de um transistor de unijunção, através de um oscilador de relaxação.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

O transistor de unijunção (UJT do inglês *Uni-junction-Transistor*) é um dispositivo de três terminais, cuja construção básica é mostrada na figura abaixo:

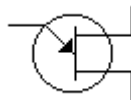


A placa (lâmina) de silício é levemente dopada com impureza do tipo N, aumentando assim sua característica resistiva, com dois contatos de base ligados nos extremos e um bastão de alumínio ligado à superfície oposta.

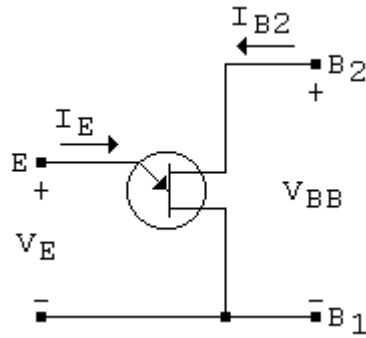
A junção PN do dispositivo é formada na fronteira entre o bastão de alumínio e a placa de silício N. Note que o bastão de alumínio é juntado na placa de silício em um ponto mais próximo do contato 2 (B_2) do que do contato 1.

As aplicações destes dispositivos são inúmeras, dentre as quais: osciladores, circuitos de disparo, geradores de dente de serra, etc.

O símbolo do transistor de unijunção é mostrado abaixo:

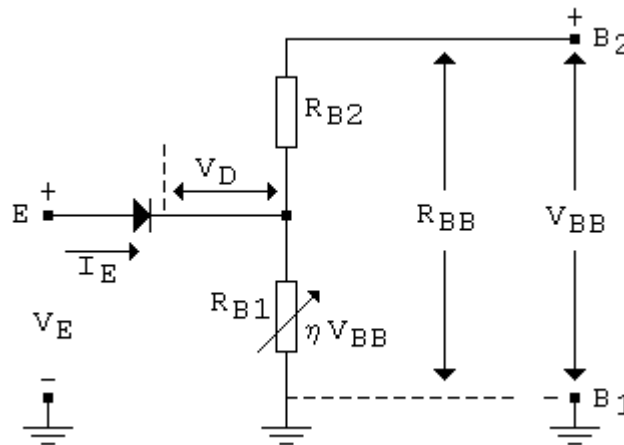


A figura a seguir nos mostra um arranjo de polarização típico para um transistor de unijunção:



Entre B₂ e B₁ cria-se uma região de alta resistividade, denominada resistência interbases, representada por R_{BB}.

O circuito equivalente é mostrado abaixo:



Considerações:

a) A resistência R_{B1} é mostrada como uma resistência variável uma vez que variará de acordo com a intensidade da corrente I_E; em um transistor de unijunção típico R_{B1} pode variar de 5kΩ para 50Ω.

b) R_{BB} é a resistência entre os terminais B₂ e B₁ quando I_c = 0; R_{BB} típico para os transistores de unijunção varia de 4kΩ até 10kΩ.

$$R_{BB} = R_{B1} + R_{B2}$$

c) R_{B1} é obtida em função de uma equação em que se considera a taxa de separação intrínseca. Os valores de R_{B1} e R_{B2} são determinados pela posição do terminal E (emissor) na lâmina de silício, caracterizando assim a taxa de separação intrínseca a qual é denominada “η”.

Assim:

$$V_{RB1} = \frac{R_{B1} \cdot V_{BB}}{R_{B1} + R_{B2}} = \eta V_{BB}$$

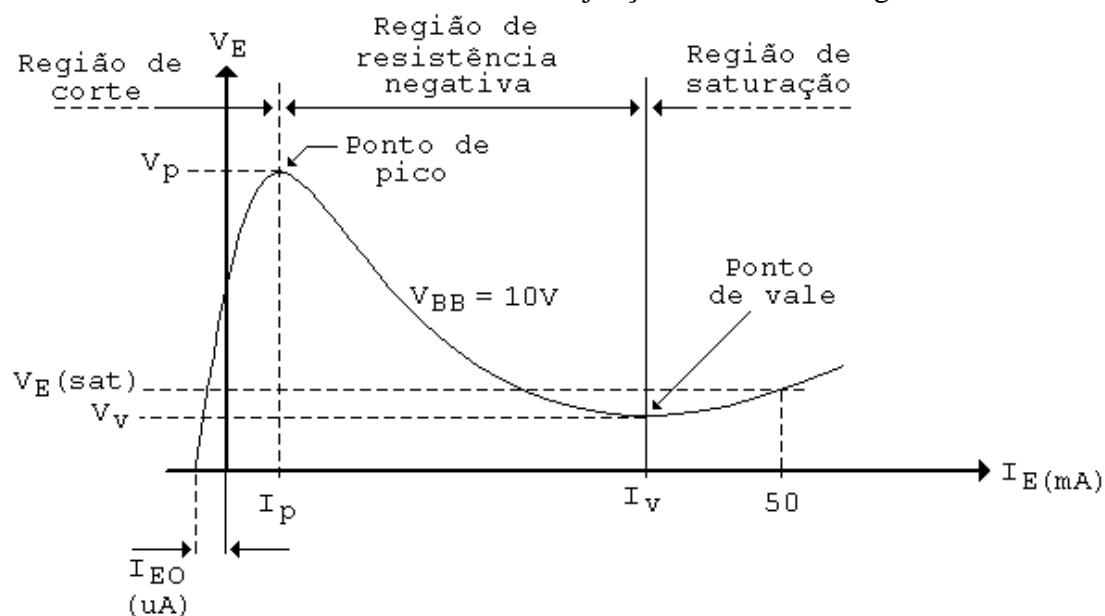
para $I_E = 0$

podemos então afirmar:

$$\eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

para $I_E = 0$

A curva característica de um transistor de unijunção é mostrada a seguir:



V_p = valor de pico (ponto de pico da tensão)

I_p = corrente de pico

V_v = tensão de vale

I_v = corrente de vale

OPERAÇÃO:

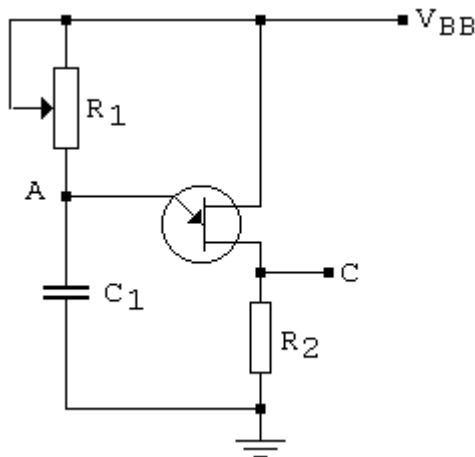
a) quando $V_E = V_p$ o potencial V_E cairá com o aumento de I_E ; nestas condições R_{B1} diminui;

b) a partir do ponto de vale o aumento de I_E levará o transistor a saturação;

c) desta forma, o ponto ideal de operação do transistor é a região de resistência negativa; nessa região um aumento de I_E provoca uma diminuição de V_E .

OSCILADOR DE RELAXAÇÃO BÁSICO:

O oscilador de relaxação básico é mostrado a seguir:

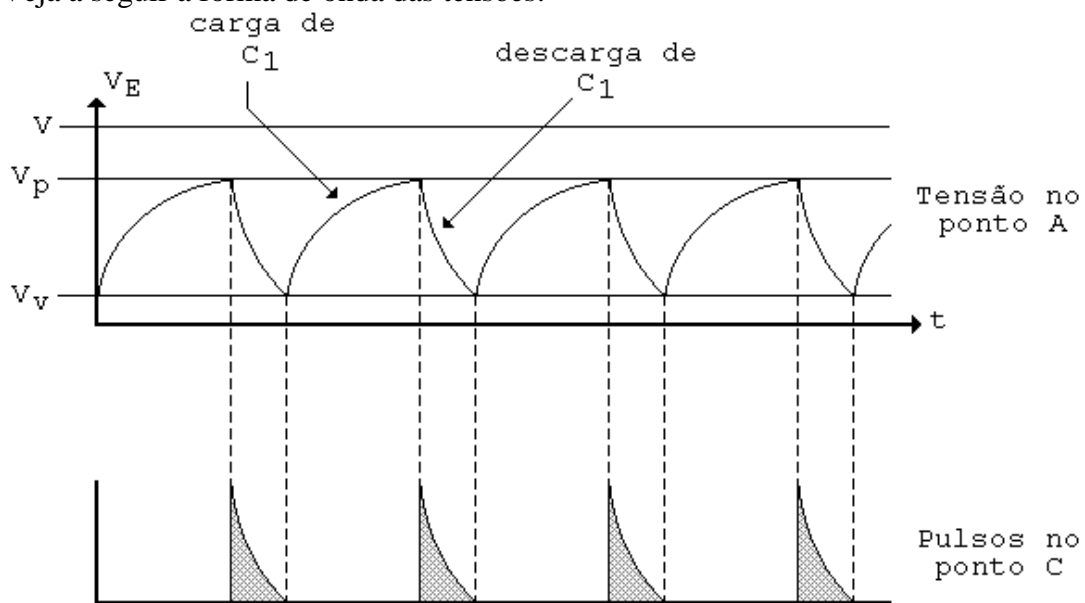


- a) C_1 carrega-se através de R_1 (resistência variável);
- b) ao atingir V_p ocorre o disparo; aumenta I_E e diminui R_{B1} ;
- c) C_1 descarrega-se então através de R_{B1} , fazendo então surgir pulsos entre o ponto C e terra.
- d) o resistor R_2 tem por finalidade limitar os pulsos.

$$\tau = R_1 C_1 \text{ (constante de tempo de carga de } C_1)$$

$$\tau = (R_{B1} + R_2) C_1 \text{ (constante de tempo de descarga de } C_1)$$

Veja a seguir a forma de onda das tensões:



Para garantir o disparo:

$$\frac{V - V_p}{I_p} > R_1$$

Para garantir a interrupção:

$$\frac{V - V_v}{I_v} < R_1$$

No ponto de vale: $I_E = I_v$ e $V_E = V_v$

Exemplo: supondo os valores típicos:

$$V = 30V$$

$$\eta = 0,5$$

$$V_v = 1V$$

$$I_v = 10mA$$

$$I_p = 10\mu A$$

$$R_{BB} = 5k\Omega$$

$$V_D = 0,5V$$

Calcule os valores máximo e mínimo para R_1 .

Solução:

$$V_p = \eta V_{BB} + V_D \rightarrow V_p = 15,5V$$

$$V - V_p / I_p \rightarrow (30 - 15,5) / 10 \cdot 10^{-6} = 1,45M\Omega > R_1$$

$$V - V_v / I_v \rightarrow (30 - 1) / 10 \cdot 10^{-3} = 2,9k\Omega < R_1$$

Desta forma R_1 deverá ter um valor situado entre $2,9k\Omega$ e $1,45M\Omega$

A frequência livre do oscilador é dada pela fórmula:

$$f \cong \frac{1}{R_1 C_1 \log_e [1 / (1 - \eta)]}$$

$\log_e = \ln$ (logaritmo neperiano)

PARTE PRÁTICA

MATERIAIS NECESSÁRIOS

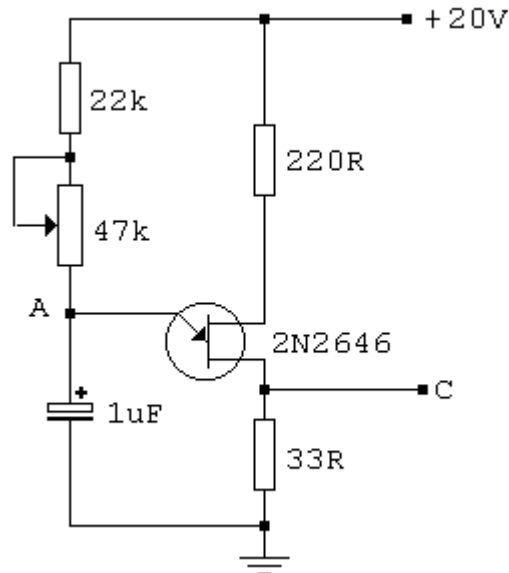
1 - Fonte de alimentação 0-20V

1 - Módulo de ensaios ELO-1

1 - Multímetro analógico ou digital

1 - Osciloscópio

1 - Monte o circuito a seguir:



2 - Ligue os canais do osciloscópio nos pontos A e C (com relação ao terra) e observe as formas de onda.

OBS: O trimpot deverá estar totalmente aberto

3 - Meça os valores de V_p e V_v .

4 - Desenhe em papel milimetrado A4 as formas de onda das tensões observadas nos pontos A e C.

5 - Feche totalmente o trimpot e observe o que ocorre com a frequência das oscilações. Explique o porquê.

6 - Calcule a frequência das oscilações com o trimpot totalmente aberto e totalmente fechado.

$$f(\text{trimpot aberto}) = \underline{\hspace{10em}}$$

$$f(\text{trimpot fechado}) = \underline{\hspace{10em}}$$

QUESTÕES:

1 - O que é ponto de pico?

2 - O que é ponto de vale?

3 - Quando ocorre a saturação em um transistor de unijunção?

4 - O que é região de resistência negativa?
