

Transistores de Unijunção - TUJ

1. Aspectos Gerais
2. Funcionamento
3. Encapsulamento
4. Oscilador de Relaxação
5. Referências

1. Aspectos Gerais

O transistor de unijunção (UJT ou TUJ) possui características bem diferentes do transistor bipolar, tem duas regiões dopadas com três terminais externos. É constituído a partir de uma fatia de material semiconductor tipo "N" com dois contatos ôhmicos nas extremidades os quais da origem a base 1 (B1) e a base 2 (B2). Nas proximidades da base 2 é feita uma junção "PN" da qual sai o terminal denominado Emissor (E). O nome unijunção vem do fato de sua estrutura apresentar uma única junção "PN".

RB2 = Resistência da base 2

RB1 = Resistência da base 1

RBB = Resistência interbase

VBB = Tensão interbase

VE = Tensão entre emissor e base

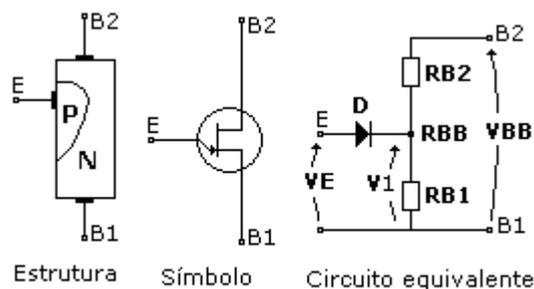


Figura 01 - Estrutura, símbolo, circuito equivalente do TUJ

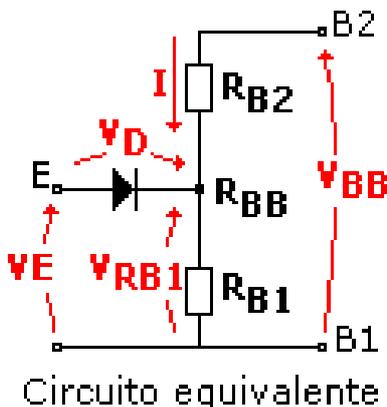
2. Funcionamento

Considere inicialmente a tensão de emissor igual a zero, então a tensão no resistor (VRB1) polariza inversamente o díodo emissor, aumentando ligeiramente a alimentação do emissor (VE) até ficar ligeiramente maior que VRB1 o díodo emissor será ligado.

Como a região "P" é fortemente dopada em relação à região "N", as lacunas são injetadas na região "N" equivalente a RB1. VE cai rapidamente para um valor baixo e a corrente de emissor aumenta.

Analisando o circuito equivalente na figura 01, conclui-se que, para o TUJ conduzir é necessário que inicialmente circule uma corrente através do emissor, e isto ocorre quando, VE for maior ou igual a VD+VRB1, onde VD é a tensão que faz o díodo emissor conduzir e VRB1 corresponde à queda de tensão na região inferior do resistor.

2.1- Razão intrínseca - A razão intrínseca de afastamento (representada pela letra η , pronunciada como "eta") é na verdade o fator do divisor de tensão proporcionado pelas resistências RB1 e RB2, as quais fazem parte da estrutura interna do TUJ.



Faremos a seguir uma análise do parâmetro "eta" a partir da expressão que traduz o funcionamento do TUJ em relação à uma tensão (VE) aplicada no emissor, ou seja:

$$VE \geq VD + VRB1 \quad \therefore \quad VRB1 = RB1 \cdot I$$

$$\text{sendo } I = \frac{VBB}{RB2 + RB1}, \text{ fica } VE \geq VD + RB1 \cdot \frac{VBB}{RB2 + RB1}$$

Reagrupando os resistores, intrínseco do TUJ, temos:

$$VE \geq VD + \frac{RB1}{RB2 + RB1} \cdot VBB$$

onde: η (eta) é uma razão intrínseca do TUJ fornecida pelo fabricante, portanto,

$$\eta = \frac{RB1}{RB1 + RB2}, \text{ sendo } RBB = RB1 + RB2 \quad \eta = \frac{RB1}{RBB}.$$

Valores de η estão na faixa de 0,5 a 0,8. Por exemplo um 2N2646 tem um η de 0,65. Se o circuito ao lado, for alimentado com 10 V, a tensão (VE) a ser aplicada para disparar o TUJ deve ser:

$$VE \geq \eta \cdot VBB = 0,65 \cdot (10V) = 6,5V$$

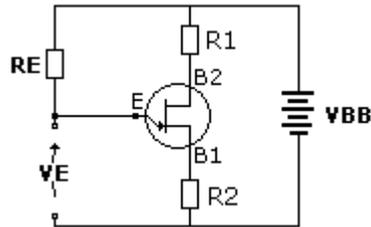


Figura 02 - O polarização do TUJ

3. Encapsulamento

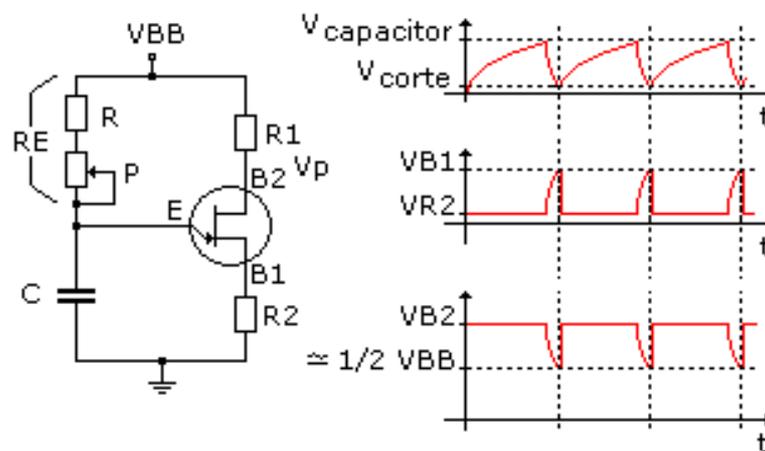
Apresentamos algumas características do TUJ 2N2646, o mais utilizado; bem como o encapsulamento e a vista de baixo com a disposição dos terminais de emissor (E), base 1 (B1) e base 2 (B2).



Figura 03 - Encapsulamento e Terminais do TUJ

4. Oscilador de Relaxação

O oscilador de relaxação é um circuito com TUJ que tem como funcionamento básico controle da corrente que carrega um capacitor até disparar o TUJ, permitindo gerar pulsos na saída.



Notas:

O desenho acima mostra formas de ondas no "capacitor", na "base 1" e na "base 2" do TUJ.

Os pulsos mostrados da "base 1" são muito utilizados no disparo de "tiristores".

O potenciômetro "P" permite o ajuste entre as frequências máxima e mínima do oscilador de relaxação.

Figura 04 - Oscilador de Relaxação

4.1- Função dos componentes e cálculo do oscilador de relaxação:

Capacitor C - dispara o "TUI" e juntamente com o resistor "RE" determina a frequência de oscilação do circuito.

Resistor R - limita a corrente de carga do capacitor, determinando a frequência máxima.

Potenciômetro P - Controla a corrente de carga do capacitor, atuando para variar frequência do oscilador.

Resistor R2 - possibilita a retirada de pulsos positivos.

Resistor R1 - proporciona estabilidade térmica ao circuito.

Cálculo do resistor R1 - parte de um dado do fabricante, por exemplo para o 2N2646, e:

$$R1 = \frac{10.000}{\eta V_{BB}}$$

Cálculo do resistor R2 - geralmente utiliza-se na faixa de 22R a 150R, porém, para tiristores utiliza-se a fórmula:

$$R2 = \frac{0,5.R_{BB}}{V_{BB}}$$

Cálculo do resistor RE - parte de um compromisso entre os valores permitidos (RE máximo e RE mínimo), para o emissor, quais sejam:

$$RE_{máx} = R + P = \frac{V_{cc} - V_p}{I_p} \quad RE_{mín} = R = \frac{V_{BB} - V_V}{IV}$$

Observações:

RE maior que RE_{máx} o TUI não dispara (IE não alcança IP)

RE abaixo de RE_{mín}, O TUI não corta (IE não alcança IV)

Cálculo do capacitor C - para um cálculo aproximado onde o tempo de descarga é desprezado utiliza-se a expressão:

$$T = RE.C \therefore C = \frac{T}{RE}$$

5. Referências

ALMEIDA, Antônio Carlos de. **Caderno de Anotações**. Salvador: SENAI/CEFET, 1978/2008.

ANDRADE, Edna Alves de. **Eletrônica Industrial: Análise de dispositivos e suas aplicações**. 1ª ed. Salvador - Brasil: Novotipo, 1996.

CIPELLI, Antonio Marco Vicari; SANDRINI, Waldir João. **Teoria e desenvolvimento de Projetos de Circuitos Eletrônicos**. São Paulo - Brasil: Érica, 1979.

LOWENBERG, Edwin C. **Circuitos Eletrônicos**. (Tradução: Ostend. A. Cardim). São Paulo - Brasil: McGraw-Hill do Brasil, 1974.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica - volume 1**. (Tradução: José Lucimar do Nascimento; revisor técnico: Antonio Pertence Junior). 4ª ed. São Paulo - Brasil: Makron Books, 1995.

KAUFMAN, Milton. **Eletrônica Básica**. (Tradução: Fausto Martins Pires Júnior). São Paulo - Brasil: McGraw-Hill do Brasil, 1984.

Última atualização - 25.04.2006

Autor: Antonio Carlos de Almeida
URL: www.almhpg.com
e-mail: tonical@almhpg.com
Postado em: 14/10/2014