

Práticas de Eletricidade e Eletrônica - 2022

Experiência 1 – Componentes ativos - A ser entregue no final da aula

Nome: _____ NºUSP: _____

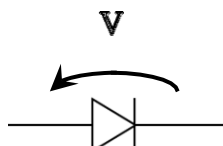
Nome: _____ NºUSP: _____

Nome: _____ NºUSP: _____

1. Determinação da curva característica de Diodos (1N4007 e Zener)

a) Diodos são muito utilizados em circuitos eletrônicos.

Um diodo ideal comporta-se como uma chave, em função as tensões aplicadas em seus terminais, como mostrado a seguir.

	$V > 0 \rightarrow$ diodo ideal diretamente polarizado \rightarrow chave fechada
	$V < 0 \rightarrow$ diodo ideal reversamente polarizado \rightarrow chave aberta

A tensão V_D é uma característica do diodo. Para diodos de junção PN fabricados em silício, tem-se $V_D \approx 0,7$ V.

Um diodo real, contudo, apresenta um comportamento elétrico mais elaborado. Fisicamente, a relação tensão-corrente em seus terminais é aproximadamente exponencial na região direta de operação. Para tensões reversas elevadas ocorre a ruptura da junção.

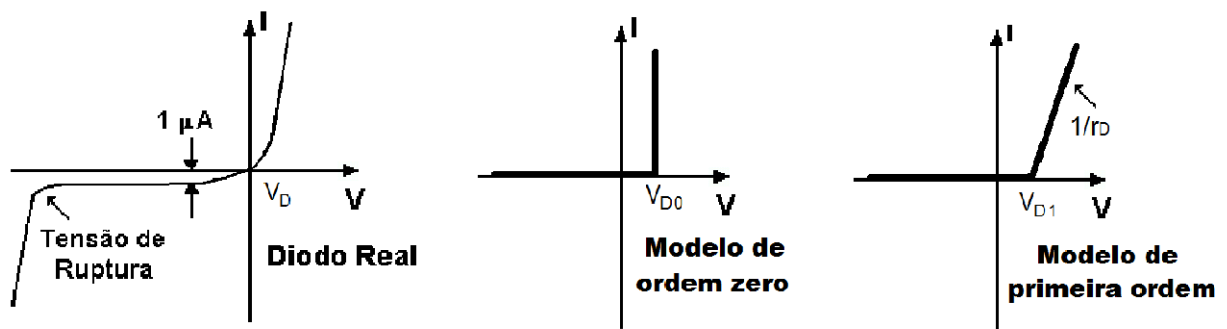
É importante empregar modelos elétricos aproximados para facilitar o projeto e análise dos circuitos eletrônicos que empregam diodos. Tais modelos são razoavelmente precisos quando o diodo está submetido a pequenos sinais.

Na Fig. 2 é apresentada a curva $I \times V$ de um diodo real e os modelos de ordem zero e de primeira do diodo:

- o modelo de ordem zero aproxima o diodo real por uma fonte de tensão constante V_{D0} em série com um diodo ideal;

- o modelo de primeira ordem modela o diodo real como uma fonte de tensão constante V_{D1} em série com uma resistência r_D e com um diodo ideal.

Observe que esses modelos representam a região direta de operação do diodo, mas não consideram a tensão de ruptura do mesmo, sendo adequados para representar diodos operando como retificador, submetidos a tensões que não atinjam a região de ruptura.



Modelo de ordem zero:

$$v_D(t) = V_{D0}$$

Modelo de primeira ordem:

$$v_D(t) = r_D i_D(t) + V_{D1}$$

Fig. 2 – Modelos elétricos aproximados do diodo na região direta

b) Quando se utilizam diodos Zener operando na região de ruptura, é importante utilizar um modelo mais completo. Na Fig. 3 é apresentado o modelo que representa a corrente do diodo em função da tensão de polarização reversa, na região de ruptura.

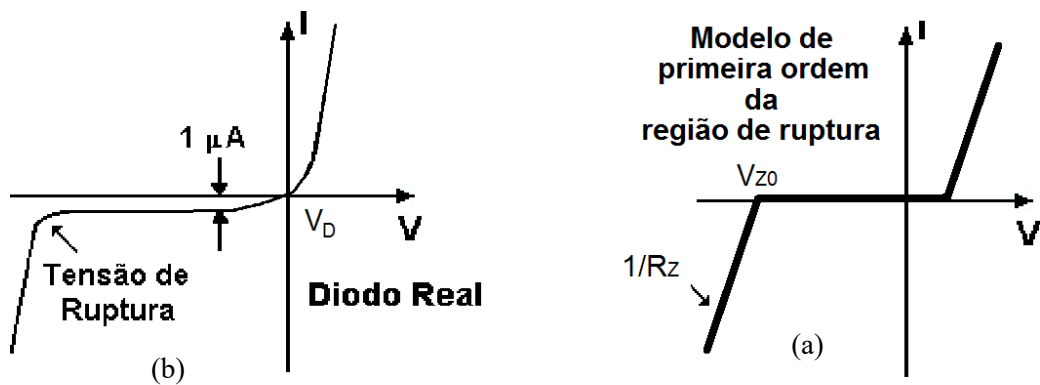


Fig. 3 – Modelo aproximado do diodo real na região reversa (a) e do diodo Zener (b).

- o diodo retificador 1N4007 na região direta no modo C.C. e no modo C.A.

- o diodo Zener na região reversa no modo C.A.

1. Caracterização em modo C.C. do diodo 1N4007

Monte o circuito como apresentado na figura 4

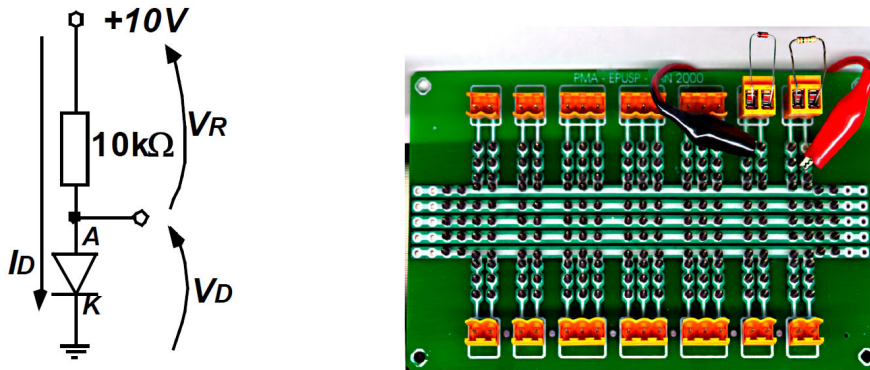


Figura 4: Montagem para medição em modo C.C.

1.1 Varie agora a fonte de tensão, e vá monitorando a tensão sobre o resistor (V_R) de forma a obter a corrente com cada um dos valores indicados na tabela abaixo (lembrar que $I_D = V_R / 10K$). Meça então a tensão V_D e complete a tabela abaixo:

Corrente I_D (mA)	Tensão V_D (V)
1,0 mA	
0,9 mA	
0,8 mA	
0,7 mA	
0,6 mA	
0,5 mA	
0,4 mA	
0,3 mA	
0,2 mA	
0,1 mA	

1.2 Por tradição, faz-se o gráfico da corrente I_D no eixo y e da tensão V_D no eixo x . Faça o gráfico da corrente (em y) em função da tensão (em x) na folha de papel milimetrado começando o eixo x em 0V e fazendo cada centímetro equivaler a 0,05V. Seus dados ficarão comprimidos em um região do gráfico mas é importante que o ponto 0V esteja visível na escala.

1.3. Qual a aparência da curva obtida?

1.4 Faça agora o gráfico da corrente (em y – eixo log) em função da tensão (em x – eixo linear) na folha de papel monolog. Neste caso comece o eixo x um pouco antes do menor valor que você obteve para V_D (Comece por exemplo em 0,49V) e faça cada intervalo equivaler a 0,01V. Note que no eixo y vamos utilizar apenas uma das três décadas do papel (um terço do papel).

1.5 Pode-se afirmar que a relação entre a corrente e a tensão no diodo obedece uma lei exponencial?

1.6 Supondo que a **lei do diodo** é da forma $I_D = K_1 * e^{V_D/K_2}$, determine as constantes K_1 e K_2 . Não esqueça de colocar as unidades!

$$I_D = \dots\dots\dots e^{\frac{V_D}{\dots\dots}}$$

2. Caracterização em modo C.A. do diodo 1N4007 e do diodo Zener

- a) A fonte senoidal é a **terminação central do secundário** do trafo (15Vp);
 b) Use o resistor de **390 Ohms / 1 W** e um **diodo 1N4007**

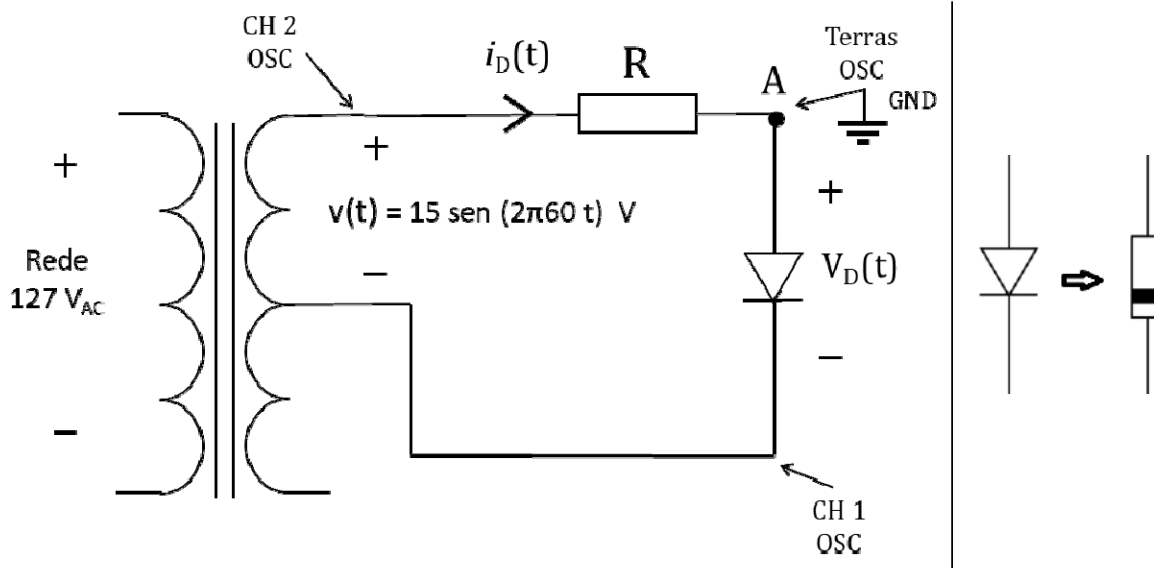


Fig. 5 - Circuito para medir curvas $I \times V$ do diodo 1N4007 e do diodo Zener

2.1 Monte o diodo **1N4007** como no circuito da Fig. 5, na placa-padrão.

ATENÇÃO: *Terras do osciloscópio no mesmo ponto A!*

2.2 Capture e imprima $i_D(t)$ versus $v_D(t)$ (modo XY). Usar os cursores do osciloscópio para determinar um modelo de **ordem zero** e **de primeira ordem** para o diodo 1N4007. Note que V_{D0} e V_{D1} costumam estar no intervalo [0.6, 0.8] (Use 100mV/div no osciloscópio).

Sincronizar OSC pela REDE

2.3 A partir da curva $I \times V$ do diodo medida, determine:

- Modelo de ordem zero – região direta:

$V_{D0} =$

- Modelo de primeira ordem: – região direta:

$V_{D1} =$

$r_D =$

2.4 Monte o diodo **Zener** como no circuito da Fig. 5, na placa-padrão.

2.5 Capture e imprima $i_D(t)$ versus $v_D(t)$ (modo XY). Usar os cursores do osciloscópio para determinar a tensão de Zener do diodo. (Use 100mV/div no osciloscópio).

2.5 A partir da curva IxV do diodo medida, determine:

$V_{Z0} =$

- Modelo de primeira ordem: – região reversa:

$R_Z =$

3. Comprovação da atuação do transistor como chave eletrônica

3.1 Monte o circuito da figura 6

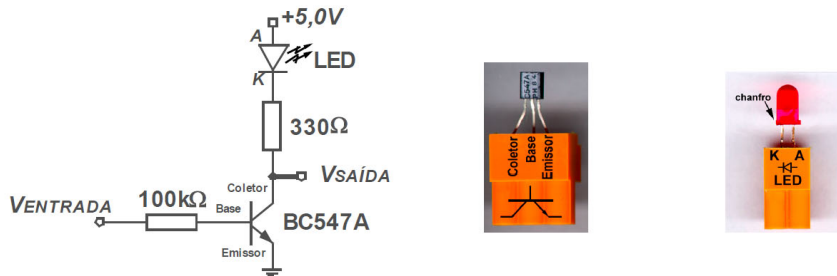


Figura 6: Montagem Transistor como Chave

3.2 Vamos agora fazer $V_{ENTRADA} = +5V$. Para isso ligue um fio no terminal livre do resistor de $100k\Omega$ (receptáculo 1B) e conecte a outra extremidade do fio ao ponto com $+5V$ (anodo do diodo). O LED acendeu? Por quê?

3.3 Meça a tensão na saída (coletor do transistor). O resultado era esperado? Por quê? O que você entende por “nível lógico”?

Tensão na entrada ($V_{ENTRADA}$)	Tensão na saída ($V_{SAÍDA}$)
..... (nível lógico (nível lógico

3.4 Vamos agora repetir o processo, mas fazendo $V_{ENTRADA} = 0V$. Para isso desconecte do anodo do diodo o fio do terminal livre do resistor de $100k\Omega$ (item 2.7) e conecte-o agora no emissor do transistor (tensão zero). O LED acendeu? Por quê?

3.5 Meça a tensão na saída (coletor do transistor). O resultado era esperado? Por quê?

Tensão na entrada ($V_{ENTRADA}$)	Tensão na saída ($V_{SAÍDA}$)
..... (nível lógico (nível lógico

3.6 Dos valores obtidos você pode dizer que o transistor funciona como uma chave?

3.7 O circuito montado pode ser considerado um inversor lógico? Por quê?

4. Simulação

Faça a simulação do circuito da Figura 7 e compare com os resultados experimentais obtidos no item 1 do relatório.

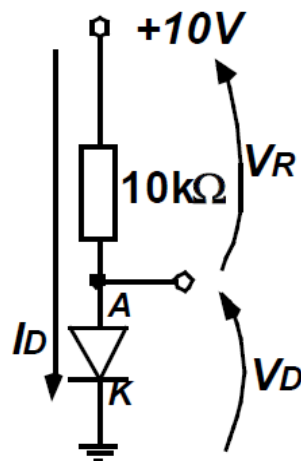


Figura 7: Montagem do diodo 1N4007 para simulação