# 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 caraterística de Diodos (1N4007 e Zener)**

1. 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  diodo ideal diretamente polarizado  chave fechada |
| V < 0  diodo ideal reversamente polarizado  chave aberta |

A tensão VD é uma característica do diodo. Para diodos de junção PN fabricados em silício, tem-se VD  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 IxV 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 VD0 em série com um diodo ideal;
* o modelo de primeira ordem modela o diodo real como uma fonte de tensão constante VD1 em série com uma resistência rD 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 regiãode ruptura.



Modelo de ordem zero: *vD(t) = VD0*

Modelo de primeira ordem: *vD(t) = rD iD(t) + VD1*

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

1. 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.

(b)

(a)

## 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.***

## 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. Varie agora a fonte de tensão, e vá monitorando a tensão sobre o resistor (*VR*) de forma a obter a corrente com cada um dos valores indicados na tabela abaixo (lembrar que *ID* = *VR* /10K). Meça então a tensão *VD* e complete a tabela abaixo:

|  |  |
| --- | --- |
| **Corrente ID (mA)** | **Tensão VD (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. Por tradição, faz-se o gráfico da corrente *ID* no eixo *y* e da tensão *VD* 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 más é importante que o ponto 0V esteja visível na escala.

1.3. Qual a aparência da curva obtida?

* 1. 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 VD (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).
	2. Pode-se afirmar que a relação entre a corrente e a tensão no diodo obedece uma lei exponencial?
	3. Supondo que a **lei do diodo** é da forma *ID = K1\*eVD/K2*, determine as constantes K1 e K2. Não esqueça de colocar as unidades!

*ID* *e*

*VD*

......

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



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

Fig. 5 - Circuito para medir curvas IxV do diodo 1N4007 e do diodo Zener

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

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

* 1. **.**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 VD0 e VD1 costumam estar no intervalo [0.6, 0.8] (Use 100mV/div no osciloscópio).

**Sincronizar OSC pela REDE**

* 1. A partir da curva IxV do diodo medida, determine:
		+ Modelo de ordem zero – região direta:

VD0 =

* + - Modelo de primeira ordem: – região direta:

VD1 =

rD =

* 1. Monte o diodo **Zener** como no circuito da Fig. 5, na placa-padrão.
	2. 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:

VZ0 =

- Modelo de primeira ordem: – região reversa:

RZ =

# Comprovação da atuação do transistor como chave eletrônica

* 1. Monte o circuito da figura 6



Figura 6: Montagem Transistor como Chave

* 1. Vamos agora fazer *VENTRADA* = +5V. Para isso ligue um fio no terminal livre do resistor de 100k (receptáculo 1B) e conecte a outra extremidade do fio ao ponto com +5V (anodo do diodo). O LED acendeu? Por quê?
	2. Meça a tensão na saída (coletor do transistor). O resultado era esperado? Por quê? O que você entende por “nível lógico”?

|  |  |
| --- | --- |
| **Tensão na entrada (*VENTRADA*)** | **Tensão na saída (*VSAÍDA*)** |
| ................... (nível lógico ) | .................. (nível lógico ) |

* 1. Vamos agora repetir o processo, mas fazendo *VENTRADA* = 0V. Para isso desconecte do anodo do diodo o fio do terminal livre do resistor de 100k (item 2.7) e conecte-o agora no emissor do transistor (tensão zero). O LED acendeu? Por quê?
	2. Meça a tensão na saída (coletor do transistor). O resultado era esperado? Por quê?

|  |  |
| --- | --- |
| **Tensão na entrada (*VENTRADA*)** | **Tensão na saída (*VSAÍDA*)** |
| ................... (nível lógico ) | .................. (nível lógico ) |

* 1. Dos valores obtidos você pode dizer que o transistor funciona como uma chave?
	2. O circuito montado pode ser considerado um inversor lógico? Por quê?

# 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