

Aluno \_\_\_\_\_ turma \_\_\_\_\_

## ELETRÔNICA ANALÓGICA – AULA 03

### 1. Curva característica do Diodo

O comportamento dos componentes eletrônicos é expresso através de uma curva característica que permite determinar a condição de funcionamento do componente em um grande número de situações. A curva característica do diodo mostra seu comportamento na condução e no bloqueio.

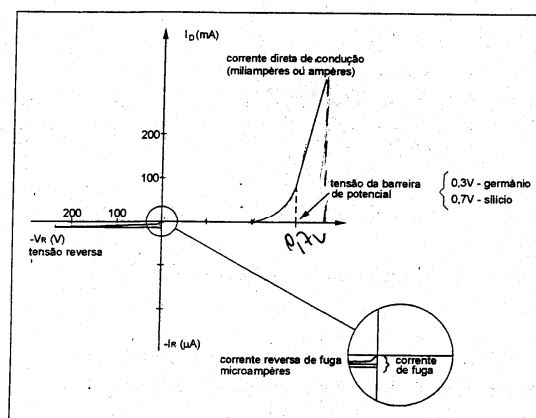


Figura 1 - Curva característica do diodo

#### 1.1. Região de condução

Durante a condução, a corrente do circuito circula no cristal. Devido à existência da barreira de potencial e da resistência interna, aparece um pequeno valor de tensão sobre o diodo.

A curva característica do diodo em condução mostra o comportamento da queda de tensão em função da corrente que flui no circuito.

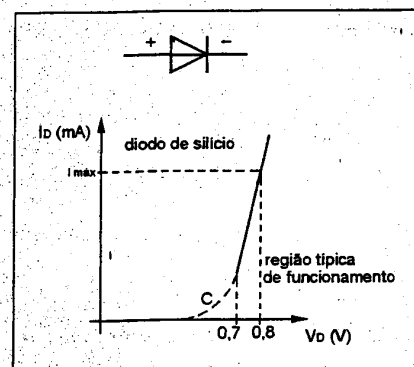


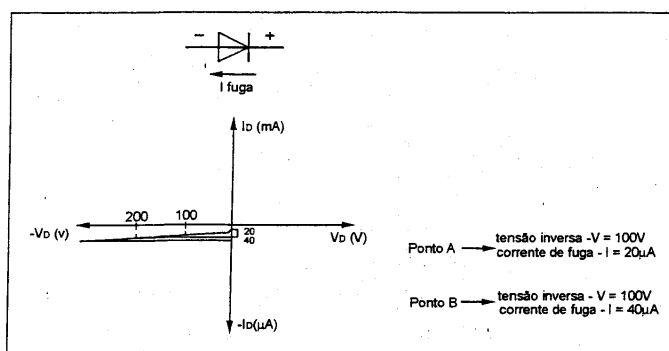
Figura 2 - Curva na polarização direta

A curva característica de condução mostra que a tensão no diodo sofre um pequeno aumento quando a corrente aumenta. Ela mostra também que enquanto o diodo está abaixo de 0,7V (no caso do silício), a corrente circulante é muito pequena (região C da curva). Isso é consequência da oposição ao fluxo de cargas feita pela barreira de potencial. Por isso, a região típica de funcionamento dos diodos fica acima da tensão característica de condução.

## 1.2. Região de bloqueio

No bloqueio, o diodo semiconductor não atua como isolante perfeito e permite a circulação de uma corrente de fuga da ordem de microamperes. Essa corrente aumenta à medida que a tensão inversa sobre o diodo aumenta.

Veja a figura a baixo:



**Figura 3 - Curva na polarização reversa**

## 2. Regimes máximos do diodo em CC

Os regimes máximos do diodo em CC estabelecem os limites da tensão e corrente que podem ser aplicados ao componente em circuitos de corrente contínua, sem provocar danos em sua estrutura.

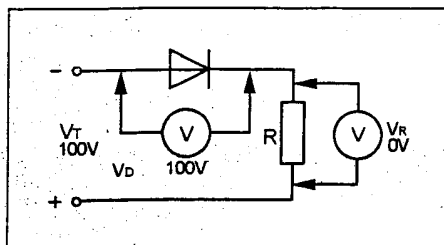
Analisando o comportamento do diodo em condução e bloqueio, verifica-se que os fatores que dependem diretamente do circuito ao qual o diodo está conectado são:

- Corrente direta nominal ( $I_F$  do inglês "intensity forward");
- Tensão inversa máxima ( $V_R$ , do inglês "voltage reverse").

A corrente direta nominal ( $I_F$ ) de cada tipo de diodo é dada pelo fabricante em folhetos técnicos e representa o valor máximo de corrente que o diodo pode suportar, quando polarizado diretamente. Veja a seguir, as características de corrente máxima ( $I_F$ ) de dois diodos comerciais.

Tipo	$I_F$ (A)
1N4001	1,0
MR504	3,0

Quando polarizado inversamente, toda tensão aplicada ao circuito fica sobre o diodo.



**Figura 4 - Medição de tensão e corrente no diodo**

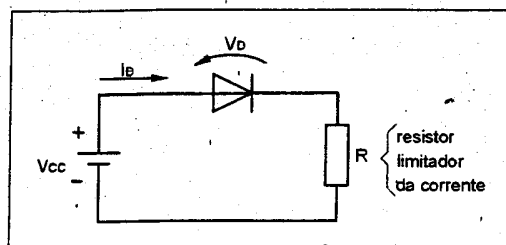
Cada diodo tem a estrutura preparada para suportar um determinado valor de tensão inversa. Quando se aplica a um diodo um valor de tensão inversa máxima ( $V_R$ ) maior que o especificado, a corrente de fuga aumenta excessivamente e danifica o componente.

O valor característico de  $V_R$  que cada tipo de diodo suporta sem sofrer ruptura é fornecido pelos fabricantes. Veja a seguir exemplos de valores característicos de tensão máxima inversa de alguns diodos comerciais.

Tipo	$V_R$ (V)
1N4001	50
1N4002	100
MR504	400
BY127	800

### 3. Reta de carga

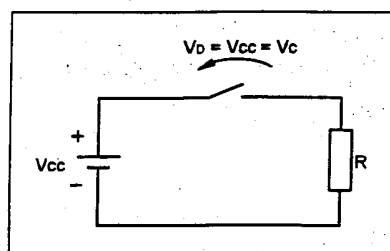
A reta de carga é um traço sobre a curva característica do diodo com o objetivo de determinar previamente qual será a corrente e tensão no diodo em determinadas condições de trabalho.



**Figura 5 - Circuito para obter a reta de carga**

Para traçar a reta de carga de um diodo, deve-se determinar a tensão de corte, ou seja, a que está sobre o diodo quando este estiver na região de bloqueio, e a corrente de saturação, isto é, a corrente que circula pelo diodo quando ele está na região de condução em um determinado circuito.

Quando o diodo está em corte ou bloqueio, a tensão da fonte está totalmente sobre o componente. Desta forma pode-se afirmar que a tensão de corte é igual a tensão da fonte de alimentação do circuito.



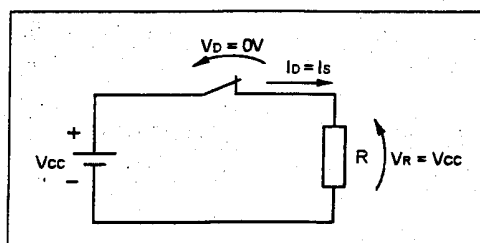
**Figura 6 - Circuito equivalente com chave**

Logo:

$$V_d = V_{cc}$$

Onde  $V_d$  é tensão de corte e  $V_{cc}$  a tensão de alimentação.

A corrente de saturação é a corrente do circuito quando o diodo está na região de condução ou saturado.



**Figura 7 - Encontrando  $V_d$  e  $I_d$**

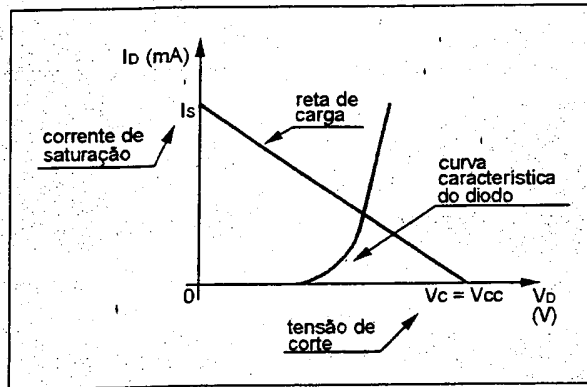
Pode-se determinar a corrente de saturação a partir da lei de Ohm. A corrente que circula no resistor é a corrente de saturação  $I_d$  e a tensão sobre o resistor é a tensão de alimentação  $V_{cc}$ .

Desta forma:

$$I_d = V_{cc}/R_L$$

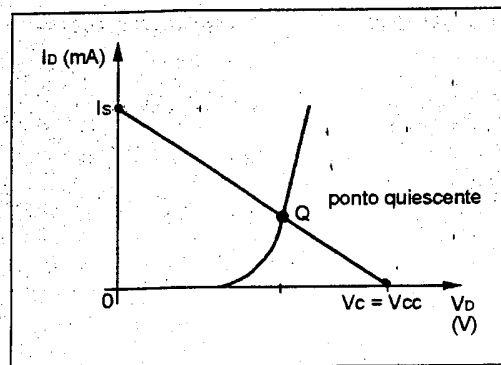
Onde  $I_s$  é a corrente de saturação,  $V_{cc}$  a tensão de alimentação e  $R_L$  o resistor de carga ou limitador.

A partir dos valores de tensão de corte e corrente de saturação, traça-se uma reta na curva característica do diodo da seguinte forma: a tensão de corte  $V_c$  é identificada no eixo de tensão  $V_D$  do gráfico e a corrente de saturação no eixo de corrente  $I_D$ . Essa reta é denominada reta de carga.



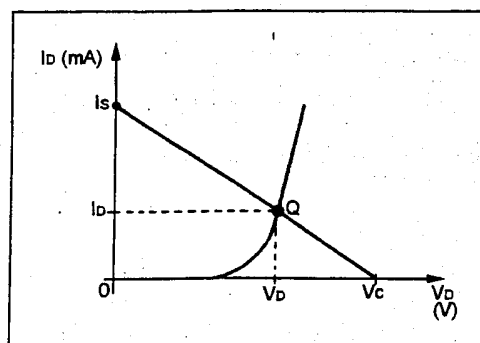
**Figura 8 - Traçando a curva**

O ponto de encontro entre a reta de carga e a curva do diodo é denominada de ponto de trabalho ou ponto ótimo ou quiescente (Q).



**Figura 9 - Ponto Quiescente**

Projetando este ponto quiescente nos eixos de tensão e corrente do gráfico tem-se os valores de corrente e tensão do diodo no circuito.



**Figura 10 - Valores de Vd e Id projetados**

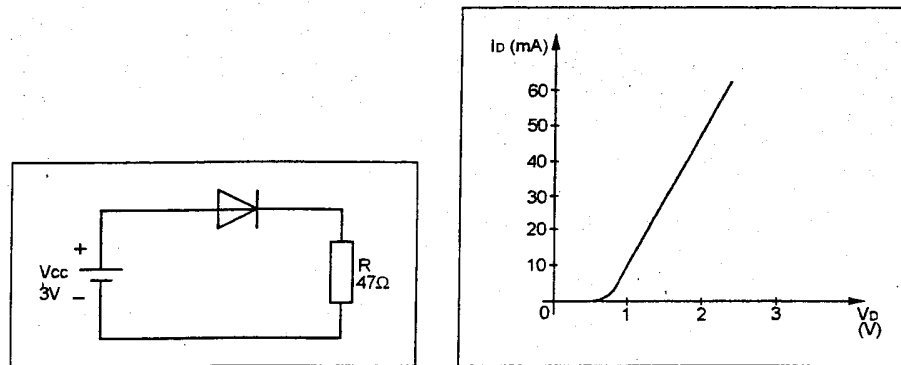
#### 4. Potência de dissipação

A potência de dissipação de um diodo é o valor de potência que ele dissipa em um circuito.

A partir dos valores de tensão e corrente no diodo é possível determinar a potência de dissipação.

$$PD = V_D \times I_D$$

No exemplo a seguir, serão determinados os valores de tensão corrente e potência no diodo.



**Figura 11 - Exemplo**

De acordo com os dados do esquema elétrico os valores da tensão, de corte e corrente de saturação podem ser calculados.

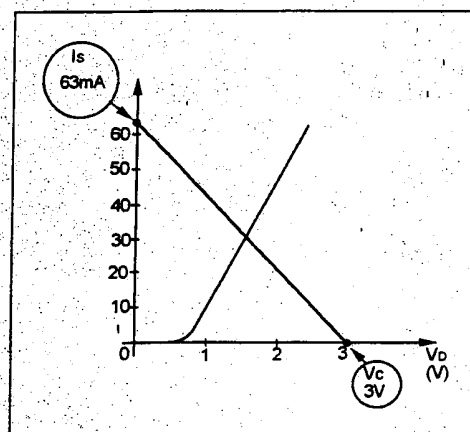
$$V_c = V_{cc}$$

$$V_c = 3 \text{ V}$$

$$I_s = V_{cc}/R_L = 3/47 = 0,063 \text{ A}$$

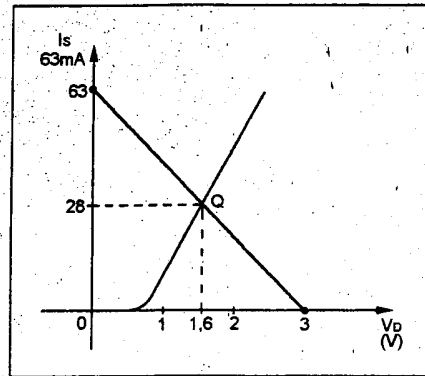
$$I_s = 63 \text{ mA.}$$

A partir dos valores da tensão de corte e corrente de saturação, deve-se traçar a reta de carga.



**Figura 12 - Traçando a reta de carga**

O cruzamento da reta de carga com a curva característica do diodo determina o ponto quiescente. Ao projetar o ponto quiescente nos eixos de tensão e corrente 'do gráfico é possível determinar a tensão e a corrente no diodo.



**Figura 13 - Obtendo o Valor de Vd e Id**

$$I_D = 63 \text{ mA}$$

$$V_D = 1,6 \text{ V}$$

A partir desses valores é possível determinar a potência dissipada no diodo.

$$P_D = I_D \cdot V_D$$

$$P_D = 0,063 \cdot 1,6$$

$$P_D = 0,1008 \text{ W ou } 100,8 \text{ mW}$$

### Exercícios:

- 01) O que é a curva característica do diodo?
- 02) Como se traça uma reta de cargas?
- 03) Como se calcula a potência de um diodo?
- 04) O que são e quais são os valores máximos de um diodo?