

Textos Explicativos

Eletrônica e Informática

Material de apoio para a Lista de Exercícios — Semicondutores, transistor, circuitos integrados e diodos

1. Condutores, Isolantes e Semicondutores

Questão relacionada: 1

Os materiais podem ser classificados de acordo com sua facilidade de conduzir corrente elétrica. Nos condutores, os elétrons de valência (os mais externos dos átomos) estão fracamente ligados a eles e se movem livremente pelo material, permitindo alta condução de corrente elétrica — é o caso dos metais, como cobre e alumínio.

Nos isolantes, ao contrário, os elétrons estão fortemente ligados aos átomos, o que dificulta bastante sua movimentação e, conseqüentemente, a condução de corrente — como ocorre em materiais como borracha e vidro.

Já os semicondutores, como o silício e o germânio, possuem uma condutividade intermediária entre a dos condutores e a dos isolantes. A grande vantagem desses materiais é que sua condutividade pode ser controlada — e até bastante aumentada — por meio de processos como dopagem, variação de temperatura ou incidência de luz, o que os torna a base de praticamente todos os componentes eletrônicos modernos.

2. Dopagem de Semicondutores: Tipo N e Tipo P

Questão relacionada: 2

Dopagem é a introdução controlada de átomos de impurezas na estrutura cristalina de um semicondutor puro, com o objetivo de alterar (e geralmente aumentar) sua condutividade elétrica de forma controlada.

No semicondutor tipo N, são adicionados átomos doadores de elétrons, que resultam em um excesso de elétrons livres no material — nesse caso, os portadores de carga majoritários são negativos (os próprios elétrons). Já no semicondutor tipo P, são adicionados átomos aceitadores de elétrons, que criam 'lacunas' (ausências de elétrons que se comportam como cargas positivas móveis) — nesse caso, os portadores de carga majoritários são positivos (as lacunas).

3. Diodo Semicondutor: Junção PN, Retificação e Cálculo da Queda de Tensão

Questões relacionadas: 3, 4 e 5

Uma junção PN é a região de contato entre um semicondutor tipo P e um semicondutor tipo N dentro de um mesmo cristal. Essa junção tem uma propriedade fundamental: ela permite a passagem de corrente elétrica preferencialmente em um sentido (quando o componente está em polarização direta) e bloqueia a passagem de corrente no sentido oposto (polarização inversa). Esse comportamento assimétrico é exatamente o princípio de funcionamento de um diodo semicondutor — o componente eletrônico mais simples construído a partir de uma junção PN.

Uma das aplicações mais importantes dessa propriedade é a retificação: em um circuito de corrente alternada (CA), que inverte de sentido periodicamente, um diodo retificador permite a passagem de corrente apenas em um dos sentidos, 'cortando' os semiciclos do sentido oposto. Isso converte a tensão alternada em uma tensão pulsante de um único sentido — a etapa inicial da conversão de CA em corrente contínua (CC), que depois é suavizada por filtros (como capacitores) até se aproximar de uma tensão contínua estável.

Ao conduzir (polarização direta), um diodo real não se comporta como um condutor ideal: ele sempre apresenta uma pequena queda de tensão em seus terminais. Para diodos de silício, essa queda é de aproximadamente 0,7 V, praticamente constante independentemente da corrente que o atravessa. Em um circuito simples com uma fonte de tensão, um diodo e um resistor em série, a tensão da fonte se divide entre o diodo e o resistor:

$$U_{\text{fonte}} = U_{\text{diodo}} + U_{\text{resistor}} ; U_{\text{resistor}} = R \cdot i$$

Exemplo prático: um diodo de silício (queda de tensão de 0,7 V quando conduzindo) está em série com um resistor em um circuito com fonte de 5 V, e a corrente no circuito é 20 mA. A tensão sobre o resistor é $U_{\text{resistor}} = U_{\text{fonte}} - U_{\text{diodo}} = 5 - 0,7 = 4,3$ V. A resistência do resistor é $R = U_{\text{resistor}}/i = 4,3/0,02 = 215 \Omega$.

4. Transistor Bipolar: Funcionamento como Chave/Amplificador e Cálculo de Correntes

Questões relacionadas: 6, 7 e 9

Em um transistor bipolar, uma pequena corrente aplicada ao terminal de base é capaz de controlar uma corrente muito maior circulando entre os terminais de coletor e emissor — essa capacidade de amplificação de corrente é o que torna o transistor um componente tão versátil, permitindo dois modos principais de operação.

Operando como chave eletrônica, o transistor funciona apenas em dois estados extremos: sem corrente de base, ele está em corte (não conduz entre coletor e emissor, como uma chave aberta); com corrente de base suficiente para saturação, ele conduz plenamente (como uma chave fechada). Já operando como amplificador, o transistor funciona na região ativa (linear), intermediária entre o corte e a saturação, na qual uma pequena variação na corrente de entrada (base) produz uma variação proporcional e ampliada na corrente de saída (coletor) — sem operar nos extremos usados no modo chave.

A relação entre a corrente de base (I_b) e a corrente de coletor (I_c) é dada pelo ganho de corrente do transistor, representado pela letra grega β (beta):

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Exemplo prático: um transistor bipolar NPN tem ganho de corrente $\beta = 100$. Se a corrente de base for $0,02 \text{ mA}$, a corrente de coletor aproximada é $I_c = \beta \cdot I_b = 100 \times 0,02 = 2 \text{ mA}$ — ou seja, uma corrente de base bem pequena é suficiente para controlar uma corrente de coletor 100 vezes maior.

5. Circuitos Integrados e a Evolução da Eletrônica

Questões relacionadas: 8 e 10

Um circuito integrado (CI) é um circuito eletrônico completo — reunindo transistores, resistores, diodos e outros componentes — fabricado em uma única pastilha (chip) de material semicondutor. Sua principal vantagem em relação a circuitos equivalentes montados com componentes discretos (separados e conectados individualmente por fios) é permitir uma grande miniaturização, além de proporcionar maior confiabilidade, menor consumo de energia e menor custo de fabricação.

Essa capacidade de integração foi o que impulsionou toda a evolução histórica da eletrônica que tornou possível a miniaturização dos computadores modernos: primeiro, válvulas volumosas foram substituídas por transistores discretos, muito menores; em seguida, tornou-se possível integrar milhares — e hoje bilhões — de transistores em um único chip (o circuito integrado); e, por fim, esses circuitos passaram a ser organizados em microprocessadores completos, capazes de executar sozinhos todas as operações centrais de um computador. Essa miniaturização progressiva reduziu drasticamente o tamanho, o consumo de energia e o custo dos computadores, ao mesmo tempo em que aumentou enormemente sua capacidade de processamento.