

Gabarito com Resolução

Componentes Fotoelétricos

Conteúdos: Efeito fotoelétrico aplicado a dispositivos: fotorresistores, fotodiodos, fototransistores, células fotovoltaicas e sensores de imagem

1. O efeito fotoelétrico é o fenômeno físico em que elétrons são ejetados da superfície de um material (geralmente um metal ou semicondutor) ao serem atingidos por luz (fótons) de energia suficiente. Esse fenômeno é a base de funcionamento de todos os componentes fotoelétricos: em um fotorresistor, a luz incidente libera portadores de carga que alteram a resistência elétrica do material; em uma célula fotovoltaica, a energia dos fótons libera elétrons que geram uma corrente elétrica; e em um sensor de imagem, cada fóton incidente sobre um pixel libera cargas elétricas que são convertidas em um sinal digital, formando a imagem captada.
2. $E = h \cdot c / \lambda = (6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8) / (500 \times 10^{-9}) = (1,989 \times 10^{-25}) / (5 \times 10^{-7}) = 3,978 \times 10^{-19} \text{ J}$ (aproximadamente 2,49 eV, considerando $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$).
3. No escuro: $U_{\text{LDR}} = 9 \times 50000 / (50000 + 1000) = 9 \times 0,9804 \approx 8,82 \text{ V}$. Sob luz intensa: $U_{\text{LDR}} = 9 \times 200 / (200 + 1000) = 9 \times 0,1667 \approx 1,50 \text{ V}$.
4. O fotodiodo converte a luz incidente diretamente em uma pequena corrente elétrica proporcional à intensidade luminosa, sem amplificação interna. O fototransistor, por sua vez, incorpora internamente um estágio de amplificação: a corrente gerada pela luz na junção fotossensível atua como a corrente de base de um transistor, que é amplificada pelo ganho (β) do próprio transistor antes de chegar à saída — por isso, para a mesma quantidade de luz incidente, o fototransistor produz um sinal elétrico de saída bem maior do que o fotodiodo.
5. $P = \text{irradiância} \times \text{área} \times \text{eficiência} = 800 \times 0,5 \times 0,18 = 72 \text{ W}$
6. Em um sensor CCD, a superfície é dividida em uma matriz de pequenas células fotossensíveis (pixels), cada uma feita de material semicondutor. Ao incidir sobre um pixel, a luz (por efeito fotoelétrico interno) libera elétrons no material semicondutor, gerando uma quantidade de carga elétrica proporcional à intensidade de luz recebida naquele ponto. Essas cargas são então transferidas ('acopladas por carga', daí o nome CCD) sequencialmente até um circuito de leitura, que converte a carga de cada pixel em um valor digital, reconstruindo a imagem capturada ponto a ponto.
7. $E_{c_max} = E_{\text{fóton}} - W = 3,5 - 2,0 = 1,5 \text{ eV}$. Como $E_{c_max} > 0$ (a energia do fóton incidente é maior que a função trabalho do material), haverá, sim, emissão de elétrons pelo cátodo da célula fotoelétrica.
8. Enquanto o feixe de luz incide continuamente sobre o LDR, sua resistência permanece baixa (estado de luz), mantendo o circuito de alarme em um determinado estado (por exemplo, desarmado). Quando uma pessoa passa pelo local e interrompe o feixe de luz, a luz deixa de incidir sobre o LDR, fazendo sua resistência aumentar bruscamente (estado de escuro). Essa variação de resistência altera a tensão no circuito (por exemplo, em um divisor de tensão associado ao LDR), o que pode ser detectado por um circuito eletrônico de controle e usado para acionar o alarme.
9. O material A é mais adequado. Sua função trabalho (1,8 eV) é igual ao limite inferior da faixa de energia dos fótons de luz visível considerada (1,8 eV a 3,1 eV), o que permite que o efeito fotoelétrico ocorra para praticamente toda a faixa de luz visível relevante. Já o material B, com função trabalho de 4,5 eV, é inadequado, pois nenhum fóton de luz visível (energia máxima de aproximadamente 3,1 eV) teria energia suficiente para superar essa função trabalho e ejetar elétrons — ou seja, o efeito fotoelétrico simplesmente não ocorreria com luz visível nesse material.
10. Nos sensores de luminosidade com LDR, a grandeza física de interesse é a variação da resistência elétrica do material em função da intensidade de luz incidente. Nos painéis fotovoltaicos, a grandeza de interesse é a geração de energia elétrica (corrente e tensão) a partir da energia luminosa absorvida. Já nos sensores de imagem CCD/CMOS, a grandeza de interesse é a formação de uma imagem, obtida a partir da distribuição espacial das cargas elétricas geradas pixel a pixel pela luz incidente sobre o sensor.