

LDRs e circuitos comparadores em controlo de processos

Material

1 LDR (light depend resistor)
 5 Comparadores LM311
 3 LEDs

Objectivos

1. Familiarizar-se com elementos fotoresistivos, LDRs.
2. Projectar um circuito de controlo fazendo uso de circuitos comparadores.

Introdução

LDRs

Uma foto-resistência ou LDR (Light depend resistor) é um elemento cuja a condutividade depende da intensidade luminosa que incide na sua superfície.

Os materiais semicondutores mais usados na fabricação de LDRs são o sulfato de cádmium (CdS) e o selênio de cádmium (CdSe)

A figura 1 representa um diagrama esquemático de um célula fotoresistiva.

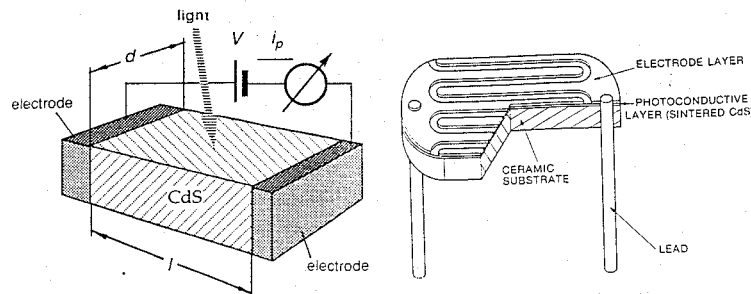


Figura 1. Estrutura de um LDR

Os elementos essenciais de um LDR são um substrato cerâmico, coberto com uma camada fina de material fotocondutor em forma de serpentina, para minimizar a resistência e a fornecer uma superfície de exposição máxima. Alguns dispositivos são encapsulados para protecção contra o oxigénio e água.

No escuro a resistência de um LDR é elevada, por conseguinte quando é aplicada uma tensão V , a corrente é muito pequena. Quando a superfície é exposta a luz, gera uma corrente flui na sua superfície.

A razão para o aumento da corrente é a seguinte: imediatamente abaixo da banda de condução do fotocondutor existe um nível de impurezas dadoras, e imediatamente acima da banda de valência um nível de impurezas aceitadoras. No escuro, os electrões e as lacunas em cada um destes níveis estão fixos, o que resulta numa resistência elevada do material. Em condições de iluminação, os fotões transferem a sua energia para as os electrões da banda de valência que são promovidos para a banda de condução, criando assim lacunas livres na banda de valência, o que aumenta a condutividade do material. Uma vez que próximo da banda de valência existe um nível aceitador, que pode capturar mais facilmente lacunas livres do que electrões livres, a probabilidade de recombinação de electrões e lacunas é reduzida, e o numero de electrões livres na banda de condução mantém-se elevado.

A resposta espectral do CdS é essencialmente na região do visível desde os 400 nm até aos 800 nm como o pico da resposta perto dos 550 nm. LDRs são por conseguinte usados em aplicações onde a visão humana é um factor importante, como o controlo automático da iluminação das ruas, ou a abertura de iris em sistemas fotográficos etc.

A estabilidade de um LDR é pobre e depende dos métodos de fabricação, da composição química, do nível de exposição à luz. A adicionar a este problema a sua resistência nominal no escuro varia com o tempo, podendo alterar-se cerca de 20% ao fim de 1000 horas. Por estas razões as aplicações de LDRs são limitadas a controlo de processos ou detecção de luz, e não propriamente para medir a intensidade absoluta da luz.

Circuitos comparadores

Um circuito comparador compara uma tensão numa das entradas com uma tensão de referência na outra entrada. Introduzindo realimentação positiva pode-se dotar um comparador com histerese. Diz-se que um circuito tem histerese, quando para um determinado sinal de entrada muda de um estado para um segundo estado, e depois volta ao primeiro estado mas agora para um sinal de entrada diferente.

As características de um comparador são facilmente representadas num gráfico em que se representa no eixo horizontal a tensão E_i , ao terminais do comparador, e no eixo vertical a tensão de saída do comparador, V_o , (figura 2). Quando E_i é menor do que V_{LT} , $V_o = +V_{sat}$. A linha vertical **a)**, mostra V_o mudando de $+V_{sat}$ até $-V_{sat}$ a medida que E_i se torna maior do que V_{UT} . A linha vertical **b)** mostra V_o mudando desde $-V_{sat}$ até $+V_{sat}$, quando E_i fica menor do que V_{LT} . A diferença em tensão entre V_{UT} e V_{LT} é a chamada tensão de histerese, V_H .

Instrumentação

LAB 01 – LDRs e circuitos comparadores

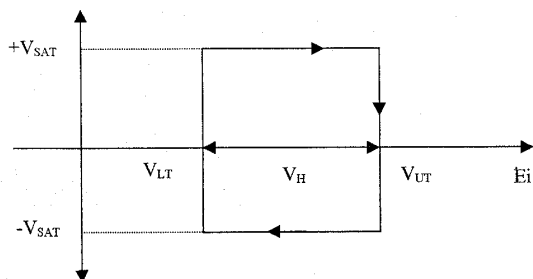


Figura 2. Gráfico de V_o vs. E_i de forma a mostrar a tensão de histerese num circuito comparador.

Comparadores podem ser desenvolvidos com amplificadores operacionais comuns, como o 741. Infelizmente os operacionais comuns não respondem rapidamente, e as suas saídas variam entre os limites de saturação $+V_{sat}$ e $-V_{sat}$. O que é tipicamente $\pm 13V$, por conseguinte, esta tensão de saída não pode ser usada para fazer o *drive* de circuitos lógicos TTL, que requerem níveis de tensões entre 0 e +5V. Estas desvantagens são eliminadas usando circuitos integrados especialmente desenhados para funcionarem como comparadores. Entre estes distinguem-se o LM306, LM311, LM393, NE527 e o TLC372. Estes integrados são tão rápidos, que se pode dizer que não jogam na mesma divisão dos amplificadores operacionais. Por exemplo, o NE521 tem um *slew rate* de alguns milhares de Voltes por microsegundo. Quando se fala de comparadores nem se usa o termo *slew rate*, mas sim, *propagation delays versus input overdrive*.

Execução do trabalho

Objectivo:

Pretende-se manter um determinado espaço sobre condições de iluminação bastante estritas, a intensidade da luz tem de ser mantida entre o valor máximo I_{UT} , e o valor mínimo I_{LT} . Neste sentido é importante construir um circuito de alarme, que indique quando os níveis extremos de iluminação foram ultrapassados.

Requisitos do circuito:

Construa um circuito que faça uso de LDRs para monitorar a intensidade luminosa, e comparadores como elementos de decisão.

O circuito deve ser flexível e ter possibilidade de ajustar de forma independente os níveis extremos de decisão. Ou seja, o comparador deve ter histerese e os extremos da histerese devem poder ser ajustados de forma independente.

Como sistema de alarme pode usar LEDs de diferentes cores.

Elabore um pequeno relatório (2 páginas), sobre o projecto do circuito, onde deve constar um diagrama do circuito, principais falhas e sugestões para melhoria.