

Experiência 5

Amplificadores Operacionais, Transistores e Relés

Objetivo: Verificar o funcionamento do amplificador operacional em circuito comparador, o transistor como driver de corrente e relé como chave.

Teoria: O amplificador operacional é um dispositivo versátil que pode ser usado em uma série de circuitos importantes. Idealmente, ele possui uma resistência de entrada infinita, uma resistência de saída nula e um ganho em malha aberta (quando não há realimentação da entrada com a saída) infinito. Conforme mostrado na Figura 1, ele possui duas entradas (inversora e não inversora), dois terminais de alimentação (representada por $+V$ e $-V$) e um terminal de saída v_o .

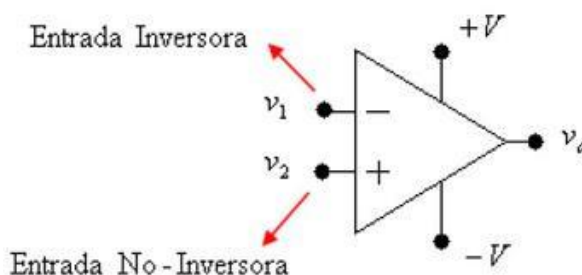


Figura 1: Amplificador operacional ideal.

Eles são disponibilizados em CIs (circuitos integrados), sendo um dos mais comuns o 741. Na Figura 2 é mostrada a pinagem do 741. Observe o chanfro na parte de cima do CI: a contagem dos pinos começa por ele e segue o sentido anti-horário.

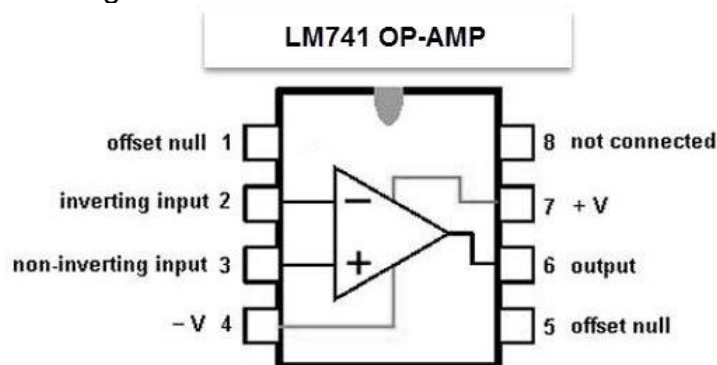


Figura 2: Pinagem do 741

Um dos circuitos mais comuns com amplificador operacional é o comparador. Neste circuito o amplificador operacional compara as tensões de entrada nos terminais inversora e não inversora e retorna uma tensão saturada na saída (ver Figura 3). Se a tensão no terminal não inversora for maior, a saída é igual a tensão em $+V$, caso contrário, a tensão de saída será $-V$.

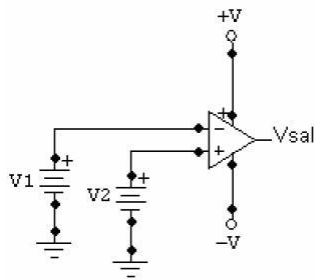


Figura 3: Circuito comparador

Outro dispositivo relevante para esta aula é o transistor bipolar de junção. Tal transistor é um componente formado por três partes de semicondutores, sendo disponíveis os transistores NPN e PNP. Um transistor possui três terminais: o coletor (C), a base (B) e o emissor (E), sendo o sentido da corrente informado pela seta no emissor. Eles podem operar em três regiões: cortado, saturado e linear. Nas duas primeiras regiões seu funcionamento é semelhante ao de uma chave que liga e desliga um circuito, acionado pela base. Na terceira região ele é muito utilizado como amplificador. Nesta condição, a corrente que passa no coletor é da ordem de centenas a milhares vezes maior que a corrente que circula na base.

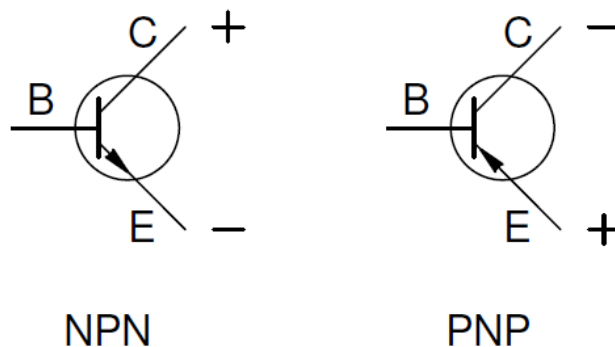


Figura 4: Representação simbólica dos transistores NPN e PNP.

Um dos circuitos mais comuns com um transistor é um driver de corrente. Driver de corrente é um circuito que alimenta uma carga com corrente constante ou pelo menos controlada. Normalmente eles são acionados com uma corrente baixa e na saída podem fornecer correntes mais elevadas. Exemplo: um driver de corrente alimenta um motor de torque constante (de escovas) com corrente constante. Nesta aula usaremos o transistor BC 548 para formar um driver de corrente, que ficará responsável por acionar um relé. A pinagem do BC 548 é mostrada na figura abaixo.

BC548C



Figura 5: Pinagem do BC 548

O relé é o último elemento relevante do experimento deste roteiro. Relé é um dispositivo eletromecânico, formado basicamente por um eletroímã (bobina), um conjunto de contatos móveis, uma mola de rearme e terminais.

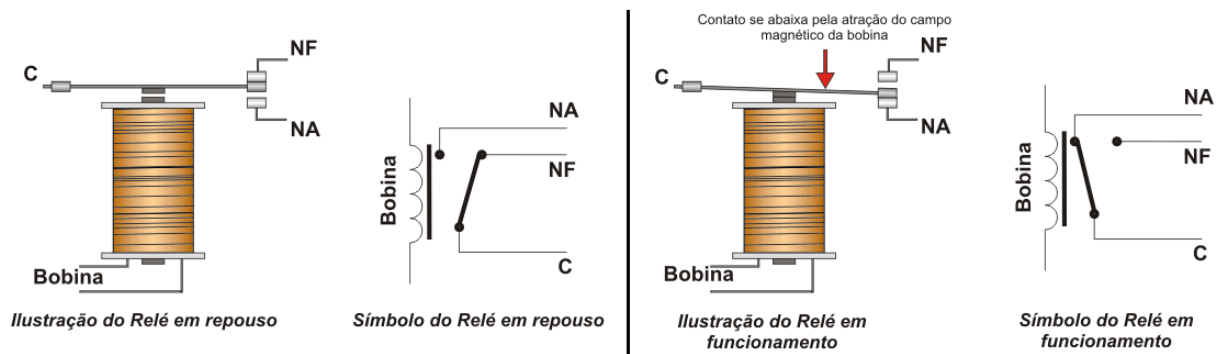


Figura 6: Funcionamento do relé

O princípio de funcionamento dos relés é bem simples. Eles trabalham da seguinte forma: quando uma corrente circula pela bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos, fechando ou abrindo circuitos. Ao cessar a corrente da bobina o campo magnético também cessa, fazendo com que os contatos voltem para a posição original através da mola de rearme. Os relés podem ter diversas configurações quanto aos seus contatos: podem ter contatos NA, NF ou ambos, neste caso com um contato comum ou central (C). Os contatos NA (normalmente aberto) são os que estão abertos enquanto a bobina não está energizada e que fecham, quando a bobina recebe corrente. Os NF (normalmente fechado) abrem-se quando a bobina recebe corrente, ao contrário dos NA. O contato central ou C é o comum, ou seja, quando o contato NA fecha é com o C que se estabelece a condução e o contrário com o NF.

Equipamentos: Um amplificador operacional, um transistor, um relé, um diodo, resistores, uma lâmpada, fonte de tensão CC, multímetro, um protoboard e cabos de ligação.

Procedimentos:

- 1) Montar o circuito comparador com o amplificador operacional (AmpOp), um LDR, resistores e um potenciômetro, conforme a Figura 7. Ajustar o potenciômetro de forma que quando o LDR recebe luz a tensão na saída do AmpOp é zero, caso contrário seja maior que zero. Em que local foi colocado o LDR no circuito?
- 2) Conecte ao circuito anterior o driver de corrente e o relé (não alimentar o relé com tensão alternada ainda). Verifique se o relé é acionamento quando o LDR não receber luz. (verifique o barulho característico do relé e meça a resistência entre os terminais de contato do relé). Meça a tensão entre os terminais do coletor e emissor do transistor, antes e depois de cobrir o LDR. $V_{CE_luz} =$ $V_{CE_sem_luz} =$
- 3) Conecte a lâmpada e a tensão alternada ao circuito com cuidado. Verifique o funcionamento do circuito como um todo. Altere a resistência do potenciômetro para verificar o efeito. O que você deveria fazer para inverter o funcionamento do circuito?

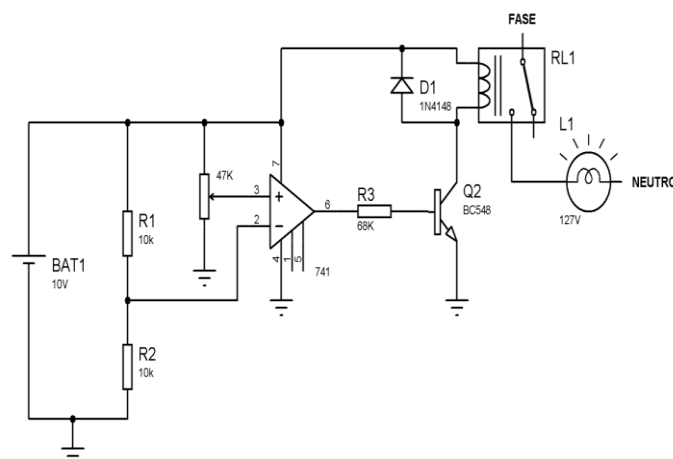


Figura 7: Circuito do experimento

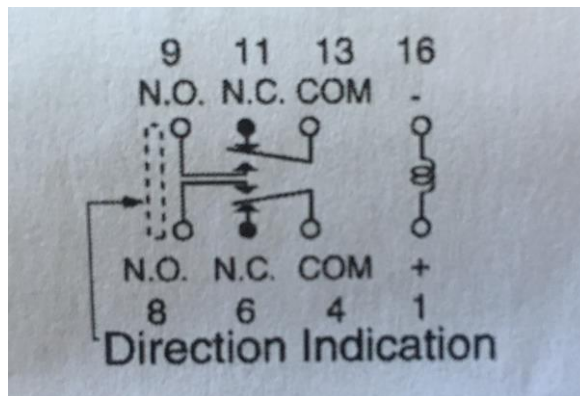


Figura 8 Pinagem do relé

Questionário:

- 1) Baseado nas observações, explique o funcionamento do circuito e dê um exemplo de aplicação.
- 2) Em qual local foi conectado o LDR no circuito? Como se relacionam o valor do potenciômetro com o valor da resistência do LDR para o funcionamento do circuito (qual o efeito)?
- 3) Tente explicar as tensões medidas no transistor no passo 2) fazendo uma analogia do funcionamento do transistor como uma chave.
- 4) Qual foi a alteração no circuito para inverter o seu funcionamento no passo 3)?

CÓDIGO DE CORES

Cores	1º anel	2º anel	3º anel	4º anel
Prateado	-	-	10^{-2}	10%
Dourado	-	-	10^{-1}	5%
Preto	-	0	10^0	-
Marrom	1	1	10^1	1%
Vermelho	2	2	10^2	2%
Laranja	3	3	10^3	-
Amarelo	4	4	10^4	-
Verde	5	5	10^5	-
Azul	6	6	10^6	-
Violeta	7	7	10^7	-
Cinza	8	8	10^8	-
Branco	9	9	10^9	-
Sem anel	-	-	-	20%