

11. Invólucros

Os amplificadores operacionais, assim como todos os circuitos integrados modernos, são comercializados em invólucros padronizados pela indústria eletrônica e que podem ser de vários tipos e formatos. Os tipos mais comuns para amplificadores operacionais são: *DIP* (*Dual-In-line Package*), *MCP* (*Metal Can Package*) e *SOP* (*Small Outline Package*). O tipo ainda mais comum é o *DIP*, moldado em plástico (*epóxi*) ou em cerâmica. Esse tipo de invólucro possui pinos externos próprios para serem inseridos em furos de placas de circuito impresso ou em placas de desenvolvimento de protótipos, não tem dimensões exageradamente pequenas e é fabricado, no caso de amplificadores operacionais, com 8 ou 14 pinos. O *MCP* possui invólucro metálico, que lhe confere alta durabilidade e confiabilidade, e pinos externos próprios para serem inseridos em furos de placas de circuito impresso. Por possuir alto custo de fabricação e de comercialização, no entanto, o *MCP* está cada vez mais restrito no mercado e poucos tipos de amplificadores operacionais possuem a opção desse invólucro. O *SOP* é um invólucro, moldado em plástico ou em cerâmica, que possui dimensões muito reduzidas e terminais próprios para serem usados em montagens de superfície, *SMD* (*Surface Mount Devices*). Esses invólucros foram desenvolvidos com o objetivo de se estabelecer uma miniaturização cada vez maior em montagens de placas de circuitos eletrônicos e de se aumentar a confiabilidade em sistemas que envolvem altas frequências. Alguns amplificadores operacionais modernos, com aplicações em altas frequências, só são fabricados com esse tipo de invólucro. São fornecidos neste capítulo alguns invólucros *DIP* mais comuns.

11.1 – Amplificadores Operacionais Singelos:

Amplificadores operacionais simples ou singelos (*single*) são, em maioria, encapsulados com um invólucro *DIP* de 8 pinos, como mostra a Figura 11.1a. O pino 8, designado por *nc*, geralmente não possui conexão alguma, mas, em alguns operacionais especiais, pode ter alguma função interna agregada como, por exemplo, compensação por capacitores externos, *strobe*, etc.. O pino 2 é a entrada inversora (V_i^-), o pino 3 é a entrada não-inversora (V_i^+) e o pino 6 é a saída (V_o) do amplificador. O pino 7 recebe a alimentação positiva ($+V_{CC}$) e o pino 4 recebe a alimentação negativa ($-V_{CC}$) ou o terminal de *terra*, em alimentação com fonte simples.

Os pinos 1 e 5 são usados para se efetuar o ajuste de balanceio da tensão de saída (*offset*). Para isso, como ilustra a Figura 11.1b, deve-se colocar um potenciômetro miniatura *P* (*trimpot*) entre os dois pinos e deve-se polarizar o cursor do mesmo com $+V_{CC}$ ou $-V_{CC}$, dependendo do tipo de operacional usado. Com as entradas anuladas, ajusta-se, então, o potenciômetro para que a saída apresente tensão *nula*. O valor do potenciômetro ($10\text{ k} \leq P \leq 100\text{ k}\Omega$) e a polaridade da tensão de polarização do cursor variam de tipo para tipo e devem ser consultados pelo usuário nas folhas de dados do operacional. Para que o ajuste de *offset* não introduza ruídos no circuito e permaneça estável em longo prazo, deve-se usar um potenciômetro de alta qualidade, de preferência do tipo multivoltas, colocado o mais próximo possível dos pinos 1 e 5.

A Tabela 11.1 indica esses valores para alguns amplificadores operacionais mais populares.

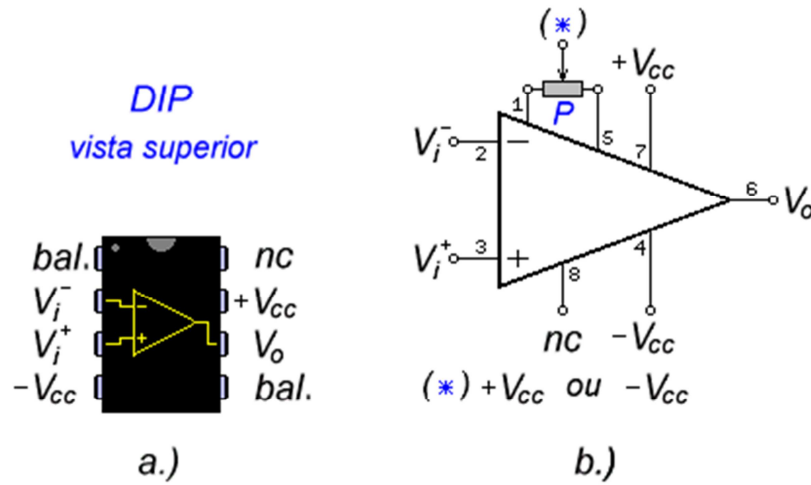


Figura 11.1 – Amplificador Operacional Singelo. a.) Invólucro. b.) Ajuste de Offset.

Amp_Op	P (kΩ)	(*)
LM741	10	-V _{CC}
LM747	10	-V _{CC}
LM725	100	+V _{CC}
LF351	10	-V _{CC}
LF355	25	+V _{CC}
LF356	25	+V _{CC}
LF357	25	+V _{CC}
LF411	10	-V _{CC}
LF451	10	-V _{CC}
TL071	100	-V _{CC}

Tabela 11.1 – Valores de Potenciômetros Para Ajuste de Offset de Amplificadores Operacionais.

11.2 – Amplificadores Operacionais Duplos:

Amplificadores operacionais duplos (*dual*) podem ser comercializados em dois tipos de invólucro *DIP*: de 8 pinos ou de 14 pinos. Quando são encapsulados em um invólucro *DIP* de 8 pinos, como mostra a Figura 11.2a, apenas as entradas, as saídas e os terminais de alimentação estão disponíveis. Não existem pinos para ajuste de *offset* ou outras funções especiais.

Alguns amplificadores operacionais, como, por exemplo, o LM747, que é um 741 duplo, possuem a função de ajuste de *offset* individual para cada amplificador. Nesse caso, esses amplificadores, como ilustra a Figura 11.2b, são encapsulados com um invólucro *DIP* de 14 pinos. Os dois pinos de +V_{CC} são interligados internamente e o pino *nc* não possui conexão alguma.

11.3 – Amplificadores Operacionais Quádruplos:

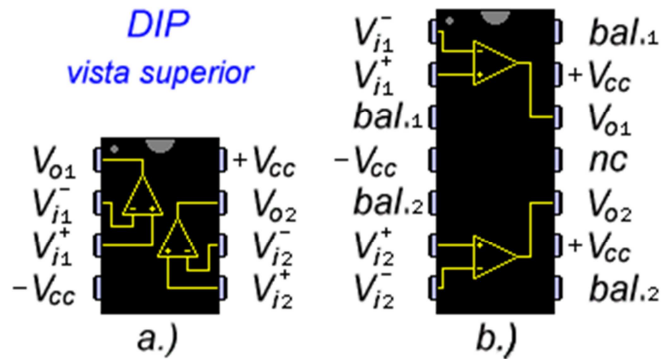


Figura 11.2 – Amplificadores Operacionais Duplos. a.) Invólucro *DIP* de 8 Pinos. b.) Invólucro *DIP* de 14 Pinos.

Amplificadores operacionais quádruplos (*quad*) *VFA* corriqueiros são encapsulados com invólucros *DIP* de 14 pinos, como mostra a Figura 11.3a. Nesse caso, apenas as entradas, as saídas e os terminais de alimentação estão disponíveis externamente.

Alguns operacionais especiais, como, por exemplo, o amplificador *Norton LM3900*, possuem designação de pinos completamente diferente, como ilustra a Figura 11.3b. Nesse caso, as posições das terminações de alimentação são compatíveis com os circuitos integrados da família lógica *TTL*.

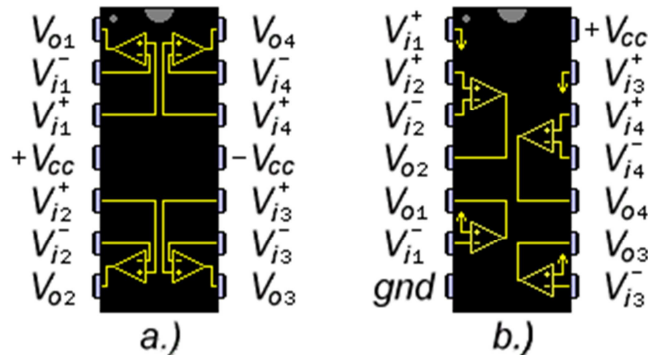


Figura 11.3 – Amplificadores Operacionais Quádruplos. a.) *VFA*. b.) *Norton*.

11.4 – Comparadores:

Circuitos integrados comparadores são comercializados em invólucros *DIP* de 8 ou de 14 pinos. Alguns tipos podem, também, ser comercializados em invólucros *MCP* e *SOP*. A Figura 11.4 mostra os invólucros dos comparadores mais comuns do mercado, ou seja, o *LM311* (*single*), o *LM393* (*dual*) e o *LM339* (*quad*). Todos são bipolares, de média velocidade, com saída em coletor aberto. Trabalham com fonte de alimentação simples nas faixas: $5\text{ V} \leq +V_{CC} \leq 36\text{ V}$ (*LM311*) e $2\text{ V} \leq +V_{CC} \leq 36\text{ V}$ (*LM393* e *LM339*).

As saídas em coletor aberto exigem que seja adicionado, entre elas e $+V_{CC}$, um resistor $R \geq 2\text{ k}\Omega$ e permitem o acionamento direto de portas lógicas, *TTL* ou *CMOS*.

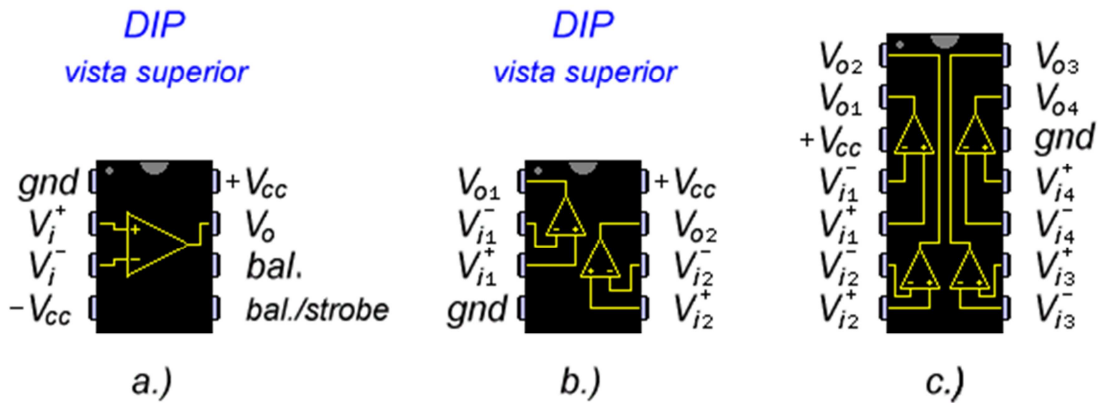


Figura 11.4 – Invólucros de Comparadores. a.) Singelo. b.) Duplo. c.) Quádruplo.

Dispositivos externos, como relês, lâmpadas, *LED*'s, pequenos motores *DC*, etc., também podem ser acionados diretamente por essas saídas.

O *LM311* possui algumas funções extras em relação aos outros dois. Permite ajuste de desequilíbrio de tensão de saída (*offset*) através da colocação de um potenciômetro miniatura, com valores na faixa $3\text{ k}\Omega \leq P \leq 10\text{ k}\Omega$, entre os pinos 1 e 5, e com o cursor ligado à $+V_{CC}$ através de um resistor de mesmo valor. O pino 5 permite, também, que o circuito seja totalmente desligado, constante ou de modo pulsado (*strobe*). Isso pode ser feito, drenando-se uma corrente de 3 mA , do pino 5 para o terminal de terra. A saída do *LM311*, em coletor aberto, possui terminal de terra (pino 1) independente do circuito de entrada que é alimentado através dos pinos 8 e 4. Esse fato dá maior versatilidade de uso ao integrado, pois a entrada pode ser alimentada com fonte dupla enquanto a saída estiver sendo alimentada com fonte simples ou vice-versa. O leitor poderá obter maiores detalhes sobre as aplicações desse comparador, consultando a folha de dados e as notas de aplicação do fabricante.