

Amplificadores Operacionais – continuação

O termo amplificador operacional (operational amplifier – op amp) foi proposto em 1947 por John R Ragazzine para designar um tipo especial de amplificador que, pela escolha adequada de componentes externos poderia realizar com boa exatidão, a partir de sinais de entrada, operações de multiplicação por uma constante, adição, subtração, diferenciação e integração, e tinha como objetivo ser usado em computação analógica.

Inicialmente eram construídos com válvulas eletrônicas, sendo volumosos, caros e consumindo muita energia. Com o surgimento do transistor bipolar (BJT), passou a ocupar um volume menor, dispendendo menos energia e mais baratos, podendo ser produzidos de forma modular.

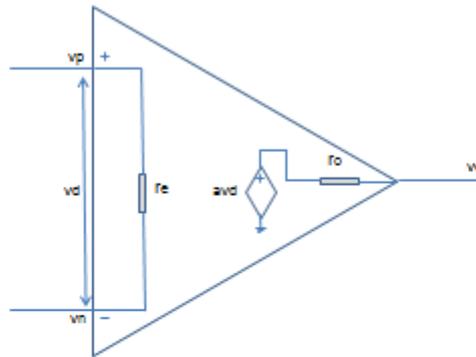
Com o surgimento dos circuitos integrados, com os componentes fabricados em tecnologia planar, de forma monolítica em chips de silício, seu tamanho se reduziu para drasticamente bem como seu custo e consumo de energia e com desempenho melhor.

O primeiro amplificador na forma de CI foi desenvolvido por Robert J. Widlar, na Fairchild Semiconductor Corporation, no início dos anos 1960. Em 1968 a Fairchild lançou o op amp que se tornou o padrão para o op amp, o conhecido $\mu A741$. Apesar do surgimento posterior de um grande número de fabricantes e famílias de operacionais, o 741 permanece muito usado apesar da presença no mercado de componentes com desempenho melhor e preço compatível.

Um aspecto muito importante com o op amp na forma de CI é que para o usuário ele pode ser tratado como um componente, uma caixa preta, apesar de sua complexidade interna, com uma relação simples entre entrada e saída, tornando bastante simples o projeto e a montagem de circuitos analógicos.

O op amp possui dois terminais de entrada e um terminal de saída e terminais para as tensões C.C. de alimentação. Essas fontes possuem terra comum que constitui a referência dos circuitos do op amp. Os terminais de alimentação não são normalmente desenhados nos esquemas de circuito considerando-se que estão presentes.

A figura abaixo apresenta a forma usual de representação do amplificador operacional, para baixas frequências e sem outros acessos com funções específicas que serão abordadas mais adiante.



v_p = entrada não inversora v_n = entrada inversora

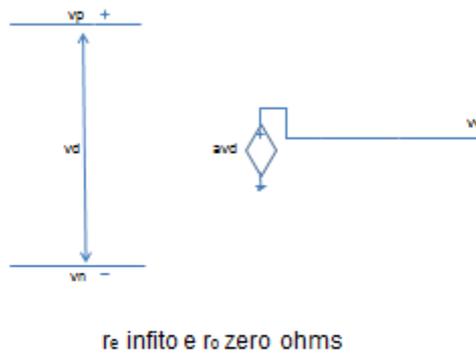
$$v_d \triangleq v_p - v_n$$

a = ganho de tensão interno do amplificador que neste contexto chamaremos de ganho de malha aberta

Como foi visto acima, o conceito do amplificador operacional visa a obtenção de um circuito cuja resposta dependa somente dos componentes externos, escolhidos com valores exatos e estáveis. Em outros termos, um circuito que seja independente do próprio op amp. O porque disso é que como qualquer componente ativo o ganho é fornecido dentro de uma faixa de valores e é, como outros parâmetros, dependente da temperatura.

Para se alcançar esse objetivo necessita-se de um amplificador ideal. Mas nada é ideal em eletrônica. Porém os sofisticados projetos e processos de fabricação dos CIs permitem, para muitas aplicações, fazer essa suposição.

Assim, vamos a seguir supor o amplificador como *ideal*. Isso implica nas seguintes suposições: resistência de entrada infinita, resistência de saída igual a zero, ganho de malha aberta infinito, corrente nas entradas iguais a zero, e nenhuma resposta a sinais comuns as duas entradas. A representação do op amp ficaria como mostrada na figura abaixo:



O ganho **a**, por enquanto vamos considerar finito.

A saída do amplificador não pode ultrapassar o valor das tensões de alimentação. De fato esse valor máximo da saída é inferior às tensões de alimentação por força do funcionamento dos circuitos internos do op amp. Vamos então supor que para uma determinada aplicação $|V^+| = |V^-| = 10V$ e que esse seja o máximo valor que a tensão de saída pode alcançar, chamada de tensão de saturação. Vamos supor também que $a=100000$, que é um valor típico para muitas famílias de op amp.

Nesse caso temos: $vd = \frac{10}{100000} = 100\mu V$, a tensão máxima de entrada que levaria o amplificador à saturação. Para $a = 1000000$, comum para muito op amp, implicaria que uma entrada de $10\mu V$ levaria a saída para a saturação. E assim sucessivamente. Para faixas menores de tensão de entrada, então, $v_o = av_d$, numa relação linear. Mas essa região linear é bastante estreita.

Isso pode parecer uma limitação, mas para o propósito de aplicação do amplificador operacional, com o emprego de realimentação negativa vai ser vantajoso, particularmente para a situação ideal com **a** tendendo ao infinito.

