



UFU 45 ANOS

Roteiro 5B - Amplificadores Operacionais

Sistemas de Controle

Leonardo Vecchi Meirelles

12011ECP002

Setembro 2023

Amplificador Integrador

Um amplificador integrador é um circuito eletrônico que realiza a operação de integração matemática em um sinal de entrada. Ele converte um sinal de entrada, que pode ser uma forma de onda periódica ou não, em um sinal de saída cuja amplitude é diretamente proporcional à integral do sinal de entrada em relação ao tempo. Isso torna o amplificador integrador útil em uma variedade de aplicações, como filtragem, geração de formas de onda e controle.

Componentes de um Amplificador Integrador:

Amplificador Operacional (Op-Amp): O amplificador integrador utiliza um amplificador operacional como seu bloco de construção principal. O amplificador operacional é um dispositivo eletrônico com duas entradas (positiva e negativa) e uma saída. Ele amplifica a diferença de tensão entre as duas entradas.

Resistor e Capacitor: O amplificador integrador usa um resistor e um capacitor em sua configuração. O resistor é conectado à entrada não inversora (+) do amplificador operacional, enquanto o capacitor é conectado entre a saída do amplificador operacional e a junção do resistor e da entrada inversora (-).

Funcionamento:

O amplificador integrador realiza a integração do sinal de entrada aplicado à entrada não inversora (+) do amplificador operacional. A saída do amplificador operacional é a voltagem no nó de junção entre o resistor e o capacitor. A fórmula que descreve a relação entre a voltagem de saída V_{out} e a voltagem de entrada V_{in} é a seguinte:

$$V_{out} = -\frac{1}{R \cdot C} \int_0^t V_{in}(t) dt$$

Isso significa que a voltagem de saída é diretamente proporcional à integral do sinal de entrada V_{in} em relação ao tempo. O sinal de entrada pode ser qualquer forma de onda, como uma senoide, uma onda quadrada, um pulso etc. O amplificador integrador somará as áreas positivas e negativas do sinal de entrada ao longo do tempo, o que resultará em uma voltagem de saída que continua a mudar.

Aplicações do Amplificador Integrador:

Filtragem de Sinais: Os amplificadores integradores podem ser usados para implementar filtros passa-baixa, onde as frequências mais baixas do sinal de entrada são amplificadas, enquanto as frequências mais altas são atenuadas.

Geração de Formas de Onda: Amplificadores integradores podem ser usados para criar formas de onda integradas a partir de formas de onda simples, como quadradas ou triangulares.

Processamento de Sinais em Eletrônica de Controle: Eles são utilizados em sistemas de controle para realizar integração em sinais de erro, permitindo o controle de sistemas em malha fechada.

Medição de Área ou Carga Elétrica: O amplificador integrador pode ser usado para medir a área sob uma curva de corrente, o que é útil em aplicações como espectroscopia eletroquímica.

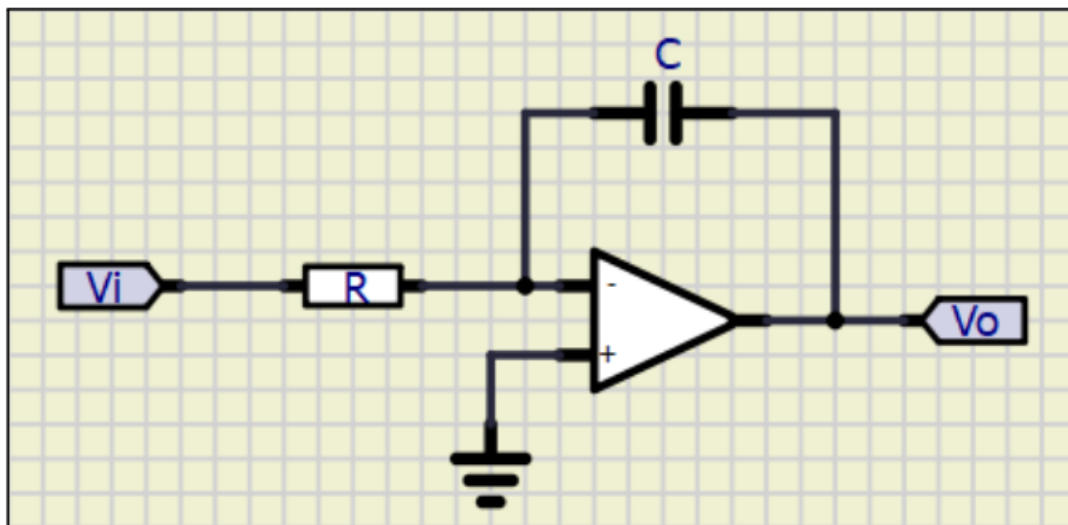


Figura 01: montagem do circuito de um amplificador operacional integrador.

Amplificador Diferenciador

Um amplificador diferenciador é um circuito eletrônico que realiza a operação de diferenciação matemática em um sinal de entrada. Ele converte um sinal de entrada, que pode ser uma forma de onda periódica ou não, em um sinal de saída cuja amplitude é diretamente proporcional à taxa de variação do sinal de entrada em relação ao tempo. Isso torna o amplificador diferenciador útil em uma variedade de aplicações, como detecção de mudanças abruptas em sinais e geração de formas de onda.

Componentes de um Amplificador Diferenciador:

Amplificador Operacional (Op-Amp): O amplificador diferenciador também utiliza um amplificador operacional como seu bloco de construção principal. O amplificador operacional é um dispositivo eletrônico com duas entradas (positiva e negativa) e uma saída. Ele amplifica a diferença de tensão entre as duas entradas.

Resistor(s): Os resistores são usados na configuração do amplificador diferenciador. Eles estão conectados de forma específica para realizar a operação de diferenciação.

Funcionamento:

O amplificador diferenciador realiza a diferenciação do sinal de entrada aplicado à entrada não inversora (+) do amplificador operacional. A saída do amplificador operacional é a voltagem no nó de junção entre o(s) resistor(es) e a entrada inversora (-). A fórmula que descreve a relação entre a voltagem de saída V_{out} e a voltagem de entrada V_{in} é a seguinte:

$$V_{out} = -R \cdot C \frac{d}{dt} V_{in}(t)$$

Isso significa que a voltagem de saída é diretamente proporcional à derivada do sinal de entrada V_{in} em relação ao tempo. O sinal de saída reflete as mudanças instantâneas na voltagem de entrada. Assim, o amplificador diferenciador realça as taxas de variação do sinal de entrada.

Aplicações do Amplificador Diferenciador:

Detecção de Mudanças Abruptas: Amplificadores diferenciadores são usados para detectar mudanças abruptas ou picos em sinais, como na detecção de bordas em processamento de imagem.

Filtragem de Alta Frequência: Podem ser usados em filtros passa-alta, onde frequências mais altas do sinal de entrada são amplificadas, enquanto as frequências mais baixas são atenuadas.

Geração de Formas de Onda: Amplificadores diferenciadores podem ser usados para criar formas de onda com derivadas distintas a partir de formas de onda simples.

Análise de Velocidade: São utilizados em aplicações de medição de velocidade, como em sistemas de radar e sonar.

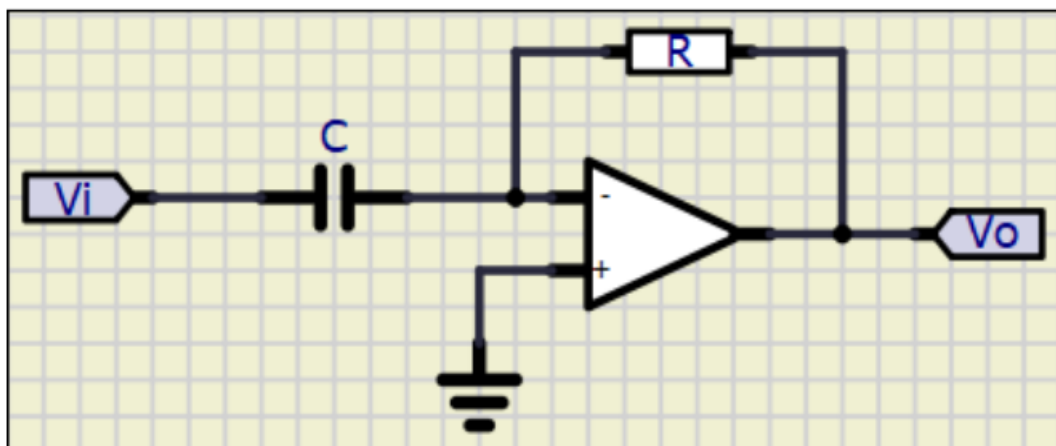


Figura 02: montagem do circuito de um amplificador operacional derivador.

Amplificador Comparador

Um amplificador comparador é um dispositivo eletrônico utilizado para comparar duas tensões de entrada e fornecer uma saída que indica qual das duas é maior. Ele é amplamente empregado em eletrônica para tomada de decisões com base em valores de tensão, comumente produzindo uma saída digital de alto ou baixo (1 ou 0) para representar a relação entre as duas entradas. Aqui está uma explicação detalhada sobre o funcionamento e as aplicações de um amplificador comparador:

Componentes de um Amplificador Comparador:

Amplificador Operacional (Op-Amp): O amplificador comparador geralmente utiliza um amplificador operacional como componente básico. Os amplificadores operacionais têm duas entradas - uma entrada inversora (-) e uma entrada não inversora (+) - e uma saída.

Fonte de Alimentação: O amplificador comparador requer uma fonte de alimentação para operar. Essa fonte fornece a energia necessária para o funcionamento do circuito.

Funcionamento:

O amplificador comparador funciona comparando as tensões aplicadas às entradas inversora e não inversora do amplificador operacional. A saída é determinada pela diferença de tensão entre essas duas entradas. A regra básica é a seguinte:

- Se a tensão na entrada não inversora (+) for maior do que a tensão na entrada inversora (-), a saída será alta (geralmente o valor da tensão de alimentação positiva).
- Se a tensão na entrada inversora (-) for maior do que a tensão na entrada não inversora (+), a saída será baixa (geralmente o valor da tensão de alimentação negativa ou zero).

Isso torna o amplificador comparador uma ferramenta útil para tomar decisões com base em comparações de tensão.

Aplicações do Amplificador Comparador:

Detectors de Limite: Os amplificadores comparadores são amplamente utilizados como detectores de limite em eletrônica, onde determinam se uma tensão está acima ou abaixo de um valor de referência

Conversores Analógico-Digitais (ADCs): Em sistemas de aquisição de dados, os amplificadores comparadores são usados para converter sinais analógicos em sinais digitais, fornecendo um valor digital de acordo com o nível da tensão de entrada.

Osciladores de Comutação: Os amplificadores comparadores são empregados em circuitos de osciladores de comutação, que geram formas de onda retangulares ou quadradas com base na comparação entre uma tensão de entrada e uma tensão de referência.

Sistemas de Controle: São usados em sistemas de controle para determinar se uma variável está dentro de um intervalo específico, desencadeando ações com base nas comparações de tensão.

Proteção contra Sobretensão: Em fontes de alimentação e sistemas de proteção, os amplificadores comparadores podem ser usados para detectar sobretensões e acionar dispositivos de proteção.

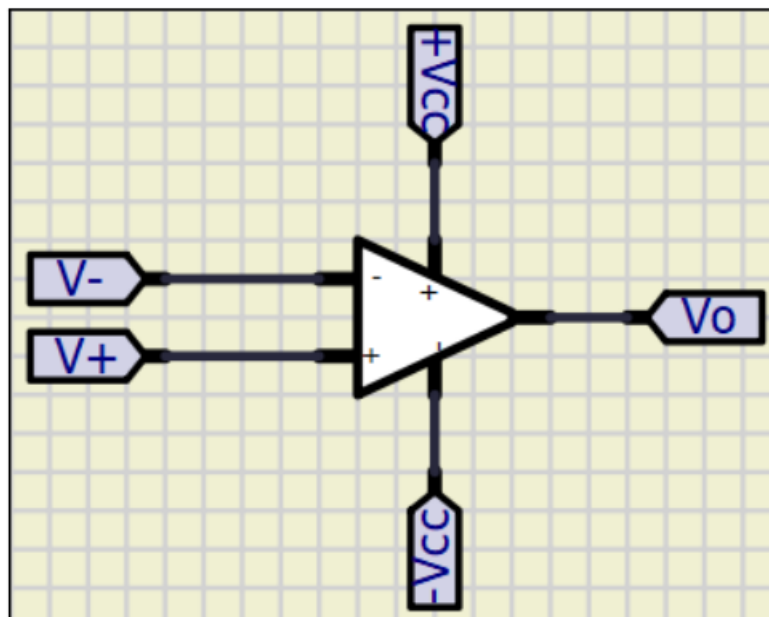


Figura 03: montagem do circuito de um amplificador operacional comparador.

Amplificador com Realimentação Positiva

Um amplificador com realimentação positiva, também conhecido como amplificador com feedback positivo, é um circuito eletrônico que utiliza uma técnica na qual parte da saída do amplificador é realimentada para sua entrada com uma polaridade que reforça a entrada original. Isso cria um ciclo de feedback que aumenta a amplitude do sinal de saída. O resultado é geralmente uma amplificação significativamente maior do que a alcançada com um amplificador sem feedback. No entanto, é importante destacar que o uso de feedback positivo requer cuidado e controle, pois pode levar a instabilidades no sistema.

Componentes de um Amplificador com Realimentação Positiva:

Amplificador de ganho: O amplificador com realimentação positiva utiliza um amplificador de ganho como seu bloco de construção principal. Pode ser um amplificador operacional (op-amp), transistor ou outro dispositivo amplificador.

Elemento de realimentação: Um componente, como um resistor ou um filtro passa-alta, é usado para realimentar parte da saída do amplificador para a entrada.

Funcionamento:

Em um amplificador com realimentação positiva, o sinal de saída é realimentado para a entrada com uma polaridade que reforça o sinal de entrada original. Isso leva a um aumento exponencial da saída e pode resultar em oscilação incontrolável se não for devidamente controlado. O ganho do amplificador com realimentação positiva pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$A = \frac{A_0}{1 - \beta A_0}$$

Onde:

- A é o ganho do amplificador com realimentação positiva.
- A_0 é o ganho do amplificador sem feedback (ganho de malha aberta).
- β é a fração do sinal de saída realimentado para a entrada.

É importante notar que, quando a fração β é positiva, a saída do amplificador com realimentação positiva é maior que a saída do amplificador sem feedback ($A > A_0$).

Aplicações do Amplificador com Realimentação Positiva:

Osciladores: Amplificadores com realimentação positiva são amplamente utilizados em osciladores para gerar sinais de frequência constante, como osciladores de relaxação e osciladores de áudio.

Amplificadores de Potência: Podem ser usados em amplificadores de potência para aumentar a amplitude do sinal de entrada, permitindo a geração de saídas de alta potência.

Amplificação de Áudio de Alta Fidelidade: São empregados em amplificadores de áudio de alta fidelidade para melhorar a qualidade sonora e aumentar a potência do som.

Sistemas de Comunicação: Em transmissores de rádio e sistemas de comunicação, o feedback positivo pode ser usado para amplificar sinais de frequência modulada.

Regeneradores de Sinal: São utilizados para restaurar sinais atenuados ou distorcidos em sistemas de telecomunicações.

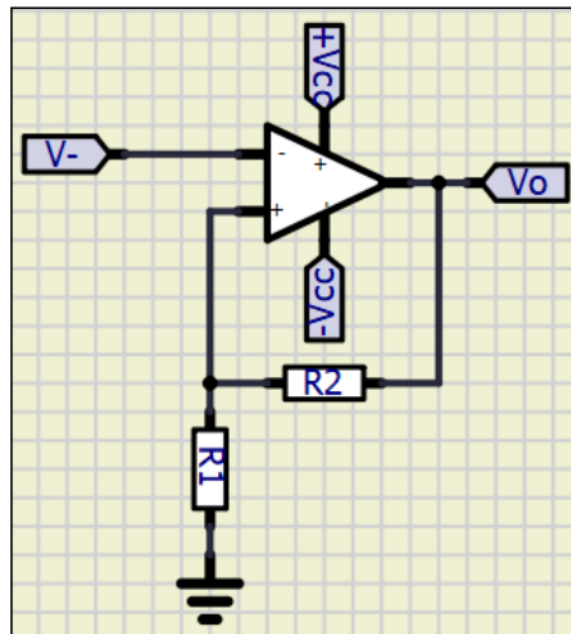


Figura 04: montagem do circuito de um amplificador operacional comparador com realimentação positiva.