



Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

## AULA 7 - ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

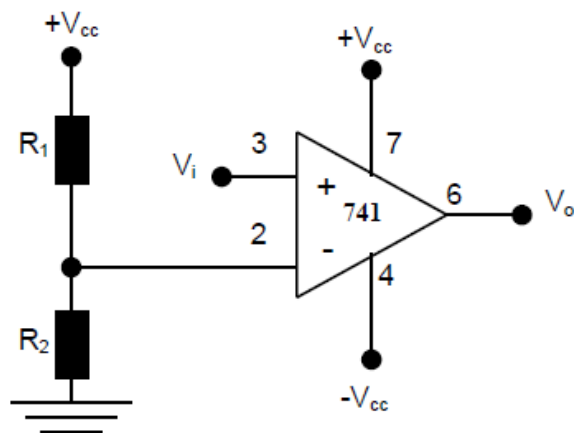
### Amplificadores Operacionais

**OBJETIVOS:** Analisar e entender o funcionamento dos Amp-Op's como comparador. Entender como funciona o COMPARADOR REGENERATIVO; Comprovar o efeito de histerese no comparador.

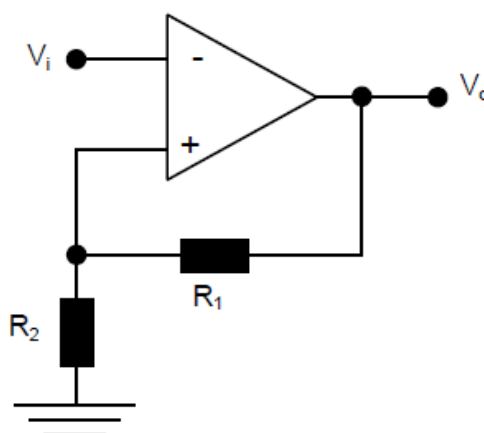
### PARTE TEORICA

#### a) Circuito Comparador Simples

O circuito comparador simples compara um sinal de entrada  $V_i$  com um sinal de referência  $V_{ref}$ . O resultado desta



Comparador Simples



Comparadores Schmitt Trigger

comparação é um sinal de saída  $V_o$  que pode assumir dois valores distintos:  $+V_{sat}$  e  $-V_{sat}$ . A saída  $V_o$  permanecerá em nível baixo ( $-V_{sat}$ ) enquanto " $V_i$ " for menor do que a tensão de referência " $V_{ref}$ ". No instante em que " $V_i$ " assumir um valor maior do que " $V_{ref}$ ", " $V_o$ " comutará para o nível alto ( $+V_{sat}$ ).

#### b) Circuitos Comparadores com Histerese (Schmitt Trigger)

O circuito comparador com histerese (Schmitt Trigger) evita efeito indesejável causado pelo ruído. Existe neste circuito uma realimentação positiva que faz com que a tensão de referência " $V_{ref}$ " seja função da tensão de saída. Portanto, teremos ora uma tensão de referência positiva ora uma tensão de referência negativa dependendo se " $V_o$ " está em nível alto ou nível baixo, respectivamente. Como resultado deste comportamento, a função de transferência do circuito apresenta dois níveis de comutação: um ponto de comutação para nível alto ( $V_{ref-}$ ) e um ponto de comutação para nível baixo ( $V_{ref+}$ ). A região entre " $V_{ref+}$ " e " $V_{ref-}$ " é chamada de histerese do circuito Schmitt Trigger. A largura desta região de histerese irá determinar o nível de rejeição a ruídos do circuito.

### PARTE PRÁTICA - SIMULAÇÃO

#### Circuito Comparador Simples

1) Sabendo que os resistores  $R_1$  e  $R_2$  tem valor igual a  $1k\Omega$  e que o valor da tensão de alimentação é de  $\pm 12V$ , monte (simule) o circuito comparador simples ilustrado na figura. **Observe atentamente a pinagem do amplificador operacional utilizado (LM741).**

2) Utilizando o gerador de funções, aplique um sinal senoidal de  $1kHz$  e  $1V_{pp}$ . Meça a tensão na saída e desenhe a forma de onda de  $V_o$ .

3) Aumente mais a amplitude do sinal de entrada para cerca de  $20V_{pp}$  e meça os valores de  $V_{o+}$  e  $V_{o-}$ . Desenhe a forma de onda de  $V_o$  e explique o que você está observando.

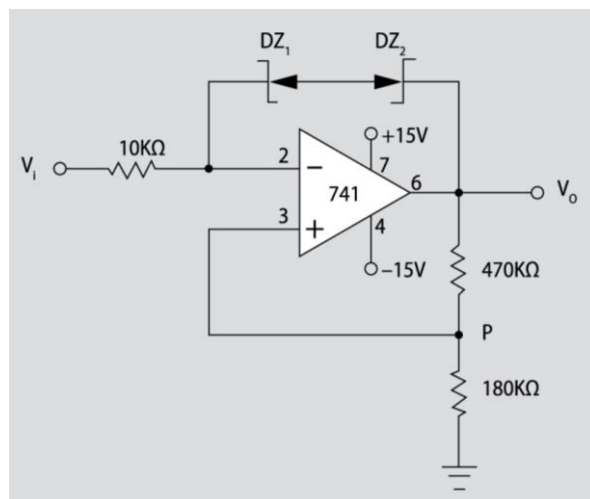
4) Ajuste o osciloscópio para trabalhar com varredura externa (Modo X-Y). Conecte a entrada horizontal (canal 1) em  $V_i$  e a entrada vertical (canal 2) em  $V_o$ . Desenhe a forma de onda encontrada. Comente os resultados encontrados.

- 5) Simule o circuito e coloque os resultados da simulação: (Esquema elétrico - Diagramas nos principais pontos - Explique detalhadamente os resultados da simulação e seus valores. )
- 6)- Conclua seus resultados e observações. Compare com os valores teóricos e práticos.

### Circuito Comparador Schmitt Trigger

- 5) Monte (simule) o circuito comparador com histerese ilustrado. Utilize  $R_1 = 10\text{k}\Omega$  e  $R_2 = 1\text{k}\Omega$ . Alimente o circuito com  $\pm 12\text{V}$ .
- 6) Aplique ao circuito um sinal senoidal de  $1\text{kHz}$  e  $1\text{Vpp}$ . Observe os sinais de saída  $V_o$  e de entrada  $V_i$ . Meça a tensão na saída e desenhe a forma de onda de  $V_o$ .
- 7) Aumente a amplitude do sinal de entrada até que o circuito passe a saturar positivamente e negativamente. Meça o valor da saturação positiva e negativa. Explique a diferença de comportamento em relação ao circuito comparador simples. Anote os valores. Meça a tensão na entrada e saída e desenhe a forma de onda de  $V_o$ .
- 8) Aumente a amplitude do sinal de entrada para cerca de  $20\text{Vpp}$ . Ajuste o osciloscópio para trabalhar com varredura externa (Modo X-Y). Conecte a entrada horizontal (canal 1) em  $V_i$  e a entrada vertical (canal 2) em  $V_o$ . Desenhe a forma de onda encontrada. Comente os resultados encontrados.
- 9) Simule o circuito e coloque os resultados da simulação: (Esquema elétrico - Diagramas nos principais pontos - Explique detalhadamente os resultados da simulação e seus valores. )
- 10) Conclua seus resultados e observações. Compare com os valores teóricos e práticos.

### COMPARADOR REGENERATIVO



- 11) Sabendo que os resistores  $DZ_1$  e  $DZ_2$  tem valor igual a  $5,1\text{V}$  e que o valor da tensão de alimentação é de  $\pm 15\text{V}$ , monte (simule) o circuito comparador regenerativo ilustrado na figura. **Observe atentamente a pinagem do amplificador operacional utilizado (LM741).**
- 12) Utilizando o gerador de funções, aplique um sinal senoidal a entrada do circuito de  $300\text{Hz}$  e  $10\text{Vpp}$ . Meça a tensão na entrada e na saída simultaneamente. Desenhe a forma de onda de  $V_i$  e  $V_o$ . Explique o que você está observando.
- 13) Ajuste o osciloscópio para trabalhar com varredura externa (Modo X-Y). Conecte a entrada horizontal (canal 1) em  $V_i$  e a entrada vertical (canal 2) em  $V_o$ . Desenhe a forma de onda encontrada. Comente os resultados encontrados.
- 14) Simule o circuito e coloque os resultados da simulação: (Esquema elétrico - Diagramas nos principais pontos - Explique detalhadamente os resultados da simulação e seus valores. )
- 15) Conclua seus resultados e observações. Compare com os valores teóricos e práticos.