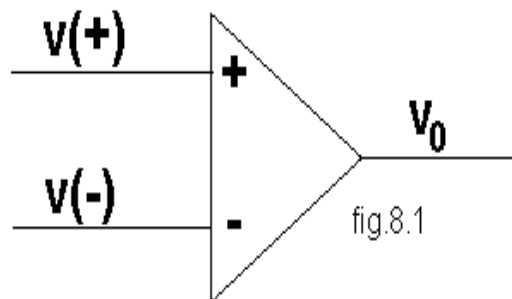


CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Introdução

Introdução: Comparar valores de tensão ou de corrente com valores de referência. Os circuitos comparadores de tensão possuem uma região de memória e por essa propriedade são biestáveis, pois apresenta diferenças no nível de comutação e retorno à condição inicial conhecida como histerese. Igualmente aos relés, onde é visível este efeito, a histerese pode ser usada como um circuito biestável, onde um pulso de determinado nível faz a comutação para um estado de saída e um outro pulso de nível diferente faz o retorno à condição inicial. A simbologia é apresentada a seguir e V_0 opera da forma:



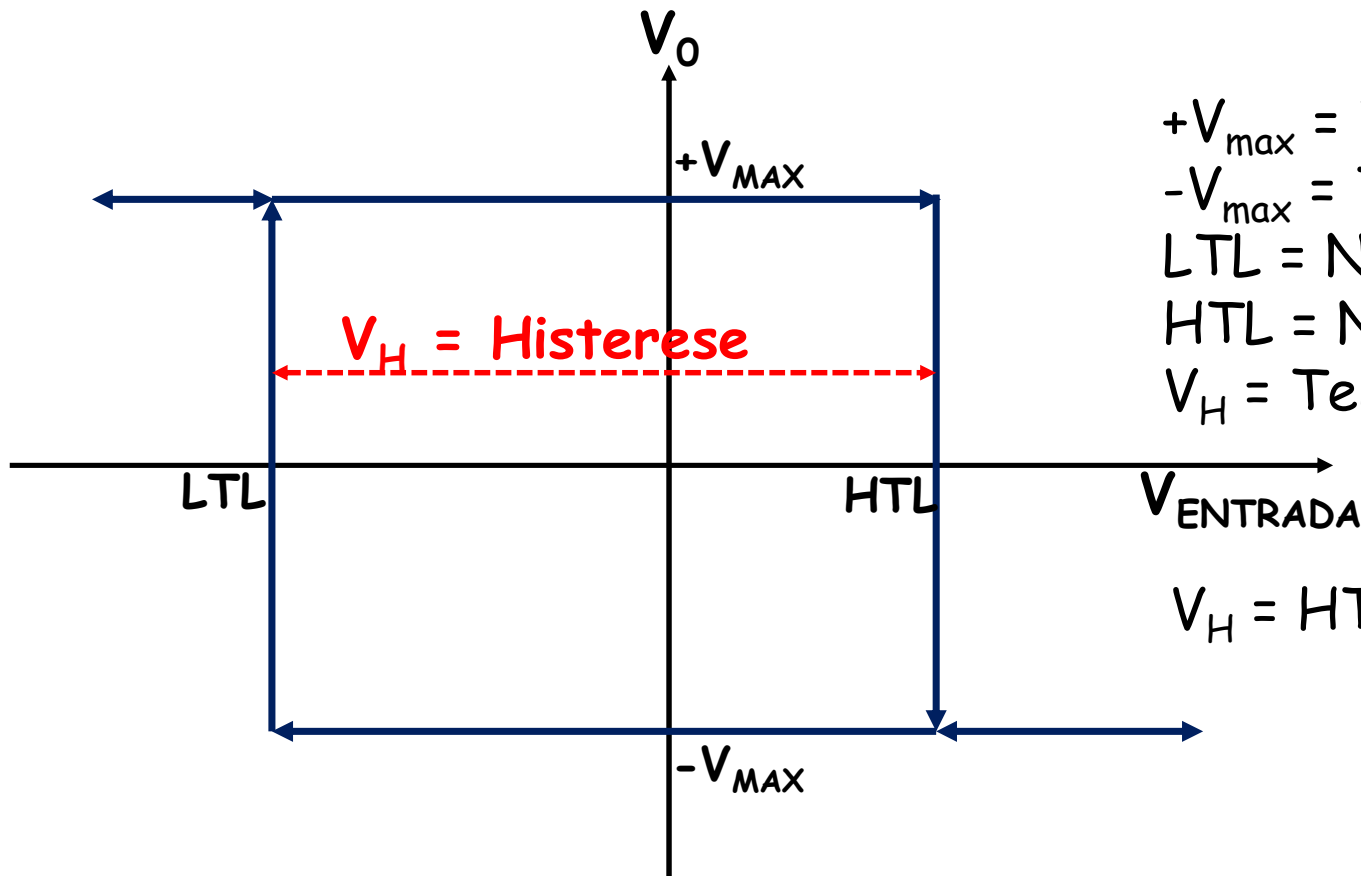
1. Quando $V(+)-V(-) \geq 0 \Rightarrow V_0 = +V_{MAX}$
2. Quando $V(+)-V(-) < 0 \Rightarrow V_0 = -V_{MAX}$

CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Introdução

Curva de transferência entrada e saída - Histerese do comparador inversor



$+V_{max}$ = Tensão máxima de saída.

$-V_{max}$ = Tensão mínima de saída.

LTL = Nível mínimo de retorno

HTL = Nível máximo de comutação

V_H = Tensão de histerese

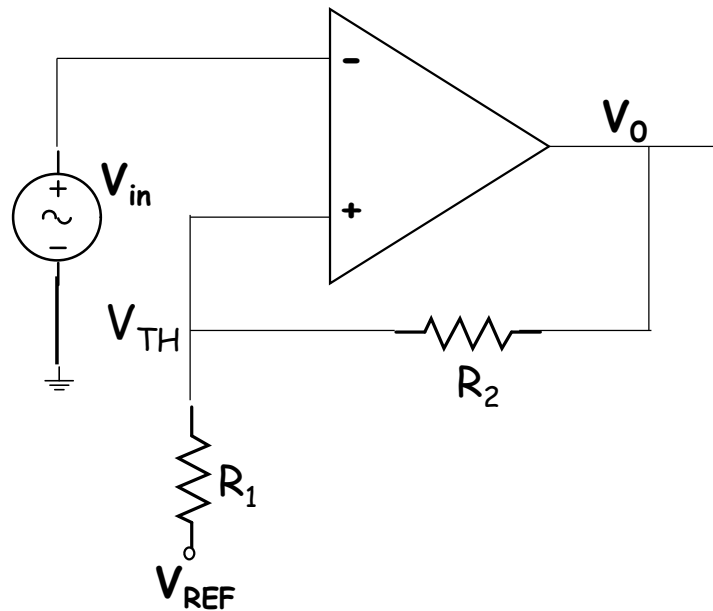
$$V_H = HTL - LTL$$

CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Implementação

Circuito comparador inversor.



Cálculo dos pontos de comutação LTL e HTL

$$\text{HTL} = V_{\text{REF}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (+V_{\text{MAX}})$$

$$\text{LTL} = V_{\text{REF}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (-V_{\text{MAX}})$$

$$V_{\text{H}} = \text{HTL} - \text{LTL}$$

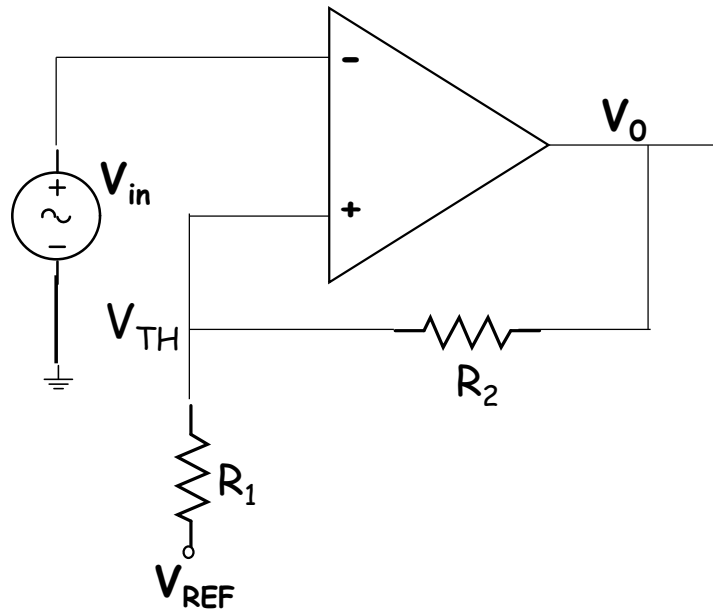
CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Exemplo

Exemplo: Para o circuito comparador inversor, sabendo-se que $R_1 = 5K$ e $R_2 = 10K$, a tensão máxima de saída do comparador é igual a $\pm 15V$ e $V_{REF} = -6V$, pede-se:

- Os pontos LTL e HTL
- A tensão de histerese
- Gráfico de transferência entrada e saída do comparador.
- Gráfico no tempo do comparador para $V = 15\text{sen}1000t$



$$HTL = V_{REF} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (+V_{MAX})$$

$$LTL = V_{REF} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (-V_{MAX})$$

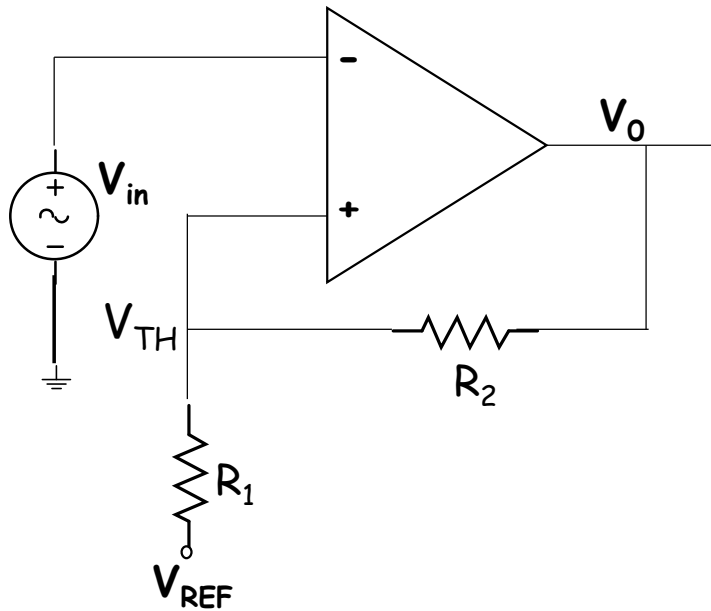
$$V_H = HTL - LTL$$

CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Exemplo

a) Os pontos LTL e HTL

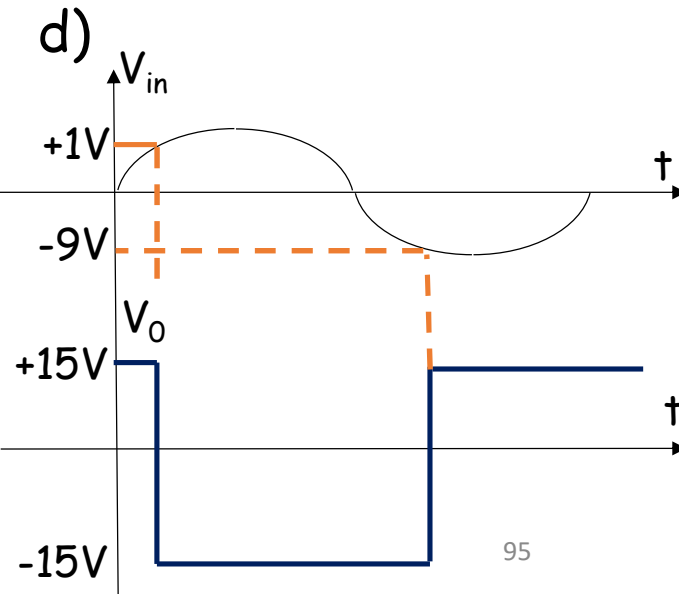
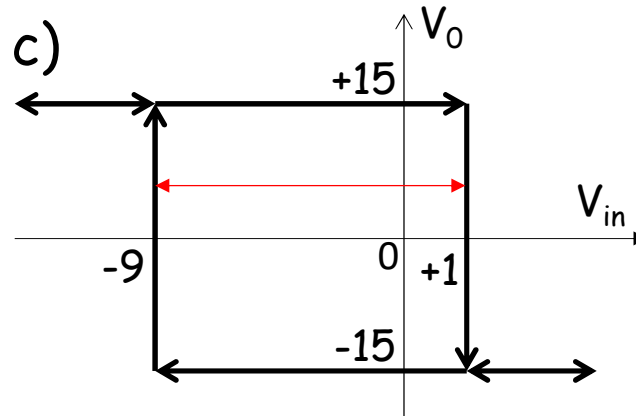


a) Cálculo dos pontos de comutação LTL e HTL

$$\text{HTL} = V_{\text{REF}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (+V_{\text{MAX}}) = +1\text{V}$$

$$\text{LTL} = V_{\text{REF}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} (-V_{\text{MAX}}) = -9\text{V}$$

b) $V_H = \text{HTL} - \text{LTL} = 10\text{V}$



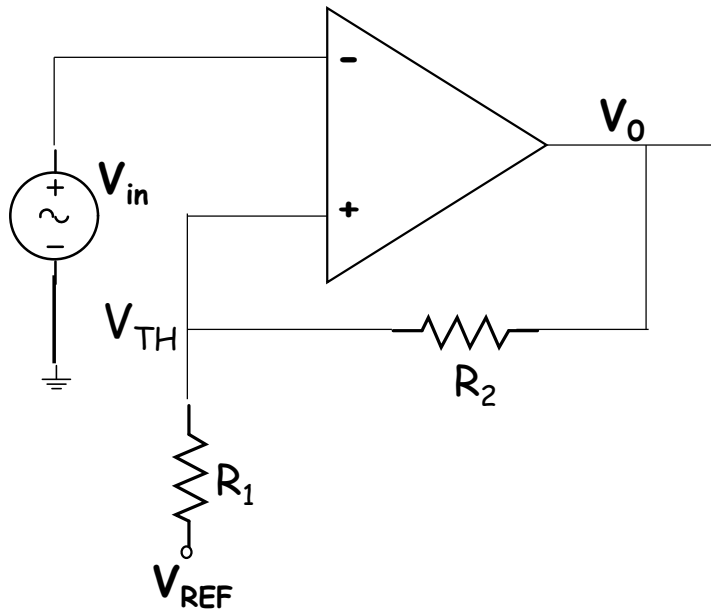
CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Exemplo

Exemplo: Para o circuito comparador inversor, sabendo-se que $R_1 = 5K$ e $R_2 = 10K$, a tensão máxima de saída do comparador é igual a $\pm 15V$ e, pede-se:

- Os pontos LTL e HTL quando $V_{REF} = 0V$
- A tensão de histerese
- Gráfico de transferência entrada e saída do comparador.
- Gráfico no tempo do comparador para $V_{in} = 15\text{sen}1000t$



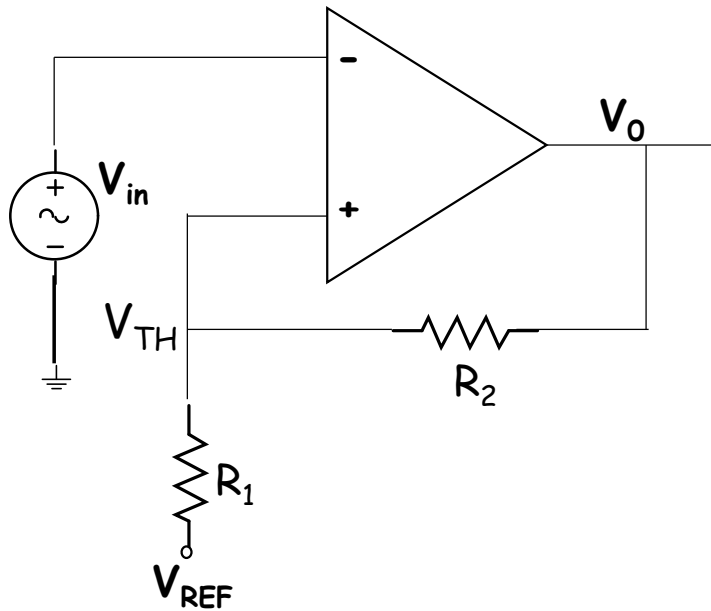
CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Exemplo

Exemplo: Para o circuito comparador inversor, sabendo-se que $R_1 = 5K$ e $R_2 = 10K$, a tensão máxima de saída do comparador é igual a $\pm 15V$ e, pede-se:

- Os pontos LTL e HTL quando $-V_{MAX} = V_{REF} = 0V$
- A tensão de histerese
- Gráfico de transferência entrada e saída do comparador.
- Gráfico no tempo do comparador para $V_{in} = 15\text{sen}1000t$



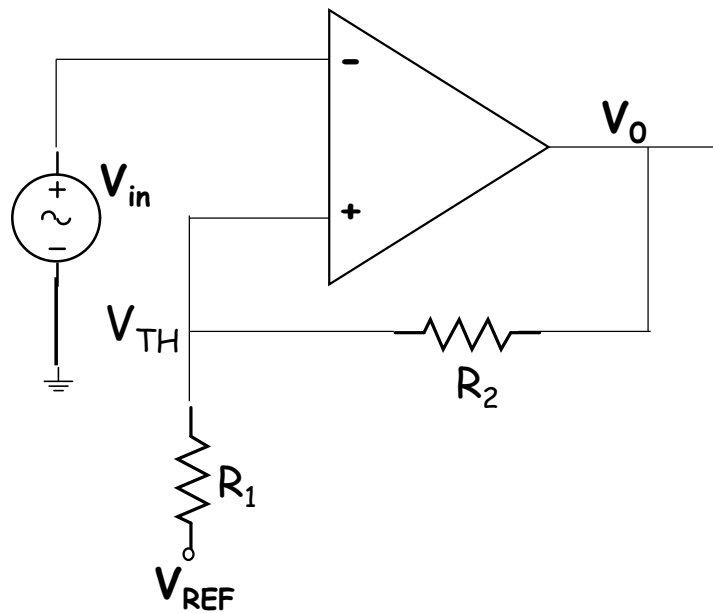
CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Exemplo

Exemplo: Construir um circuito biestável analógico. Os pontos de disparos são de $\pm 1V$ e os níveis lógicos de saída são iguais a $+10V$ e $-10V$, pede-se:

- Os resistores R_1 e R_2
- Gráfico de transferência entrada e saída do comparador.
- Gráfico no tempo da operação do biestável analógico.



Sabendo-se que a corrente máxima de saída do operacional $I_{OH} = 2mA$

Adotando uma corrente de saída I menor do que I_{OH} , temos $I = 1mA$.

CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



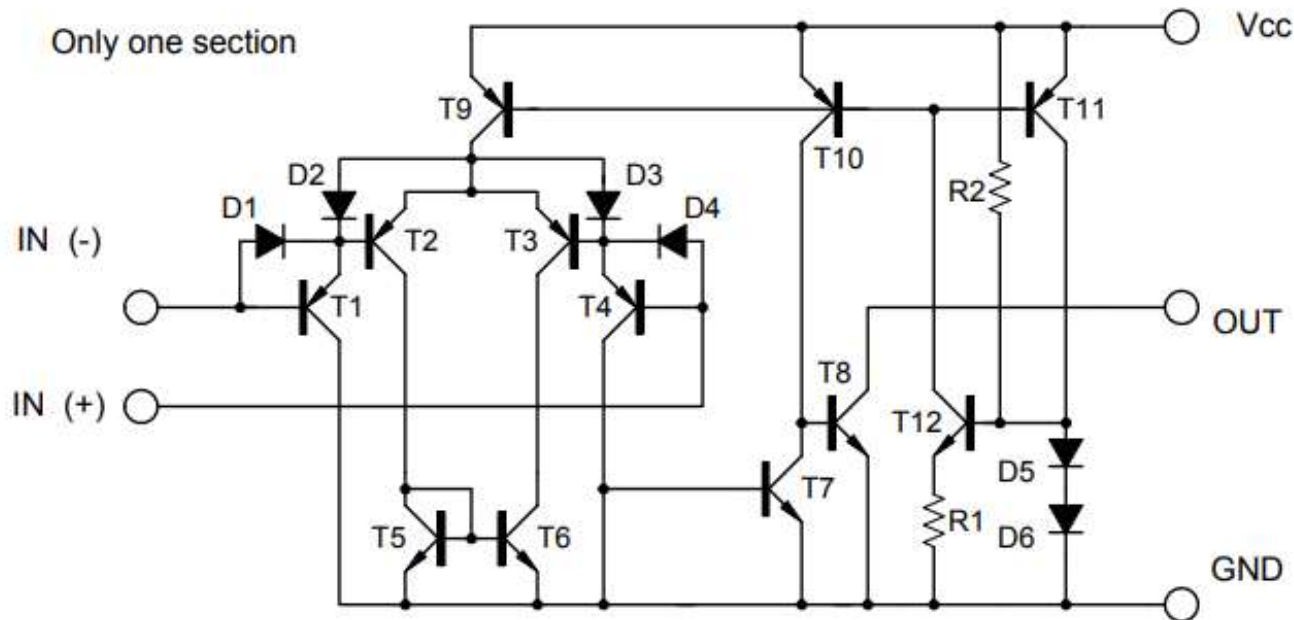
Prof. Luis Caldas
Aula - Comparadores

Comparadores digitais - São circuitos cuja aplicação é produzir uma saída digital em nível lógico um e zero.

LM339

LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

■ **BLOCK DIAGRAM**



CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



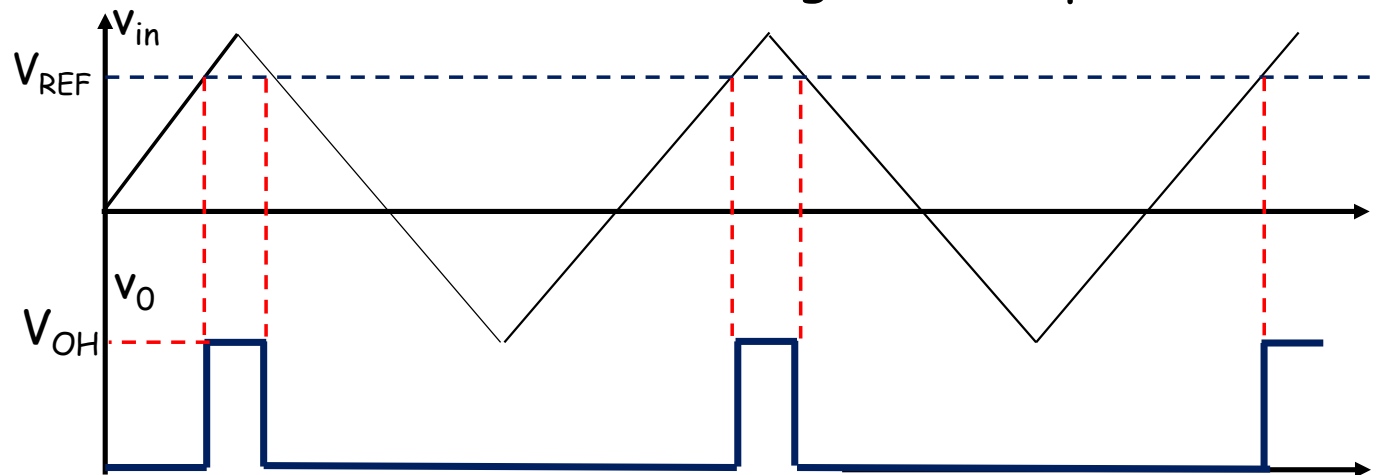
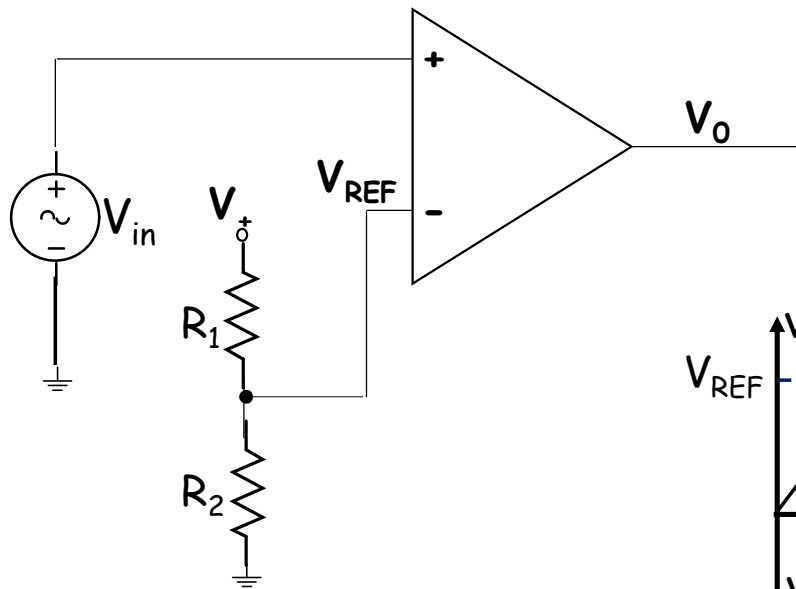
Prof. Luis Caldas
Aula - Aplicações

Aplicação dos Comparadores digitais - Monitoramento de tensão de alimentação - controle supervisorio da tensão.

Os resistores R_1 e R_2 formam um divisor de tensão. A tensão V_{REF} é o ponto de disparo do comparador

$$V_{REF} = V_+ \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Obs.: Não há praticamente a região de histerese nos digitais comparadores.

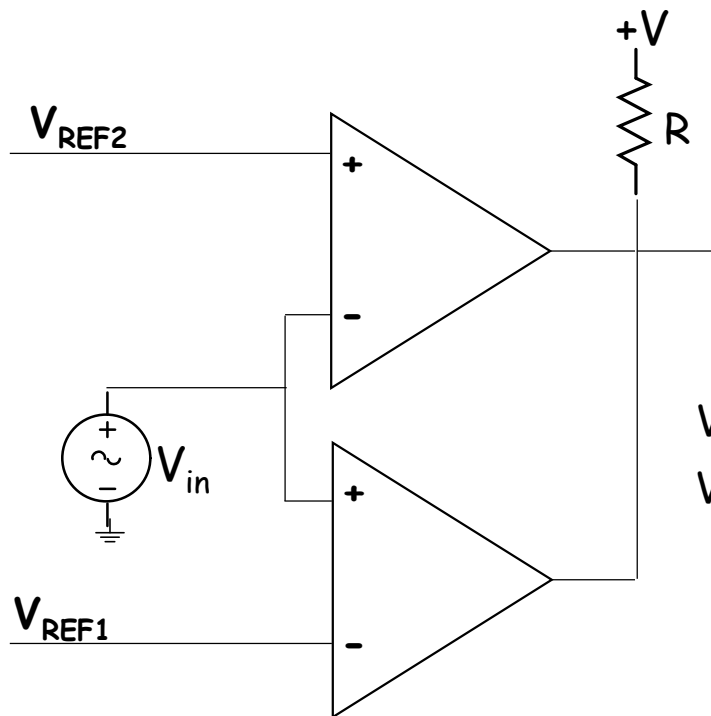


CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Aplicações

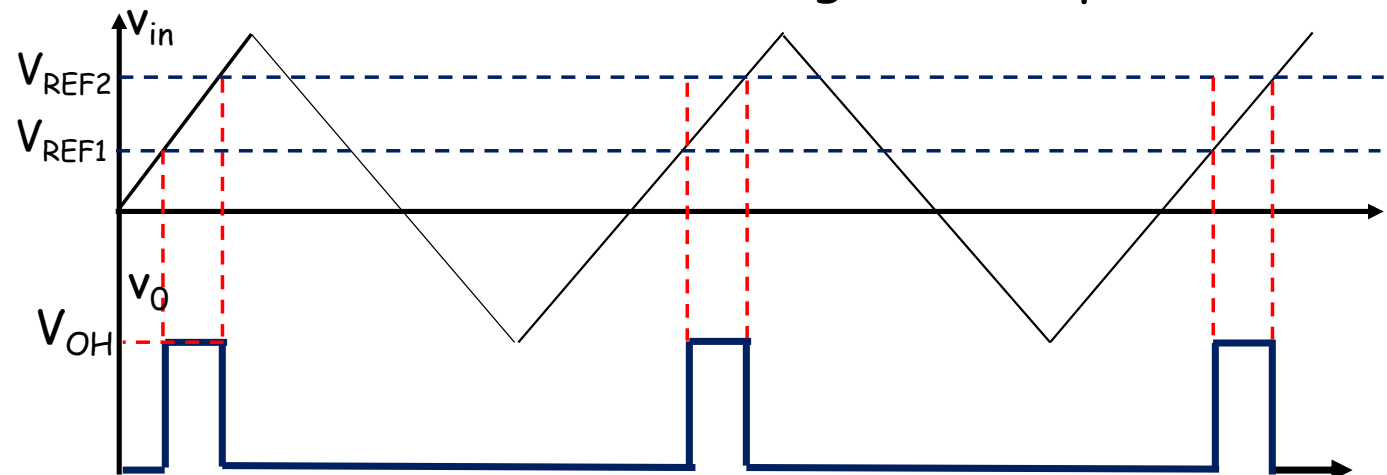
Comparadores digitais de janela - São discriminadores de tensões e possui uma única saída produto de uma janela com intervalos definidos.



Os resistores R_1 e R_2 formam um divisor de tensão. A tensão V_{REF} é o ponto de disparo do comparador

$$V_{REF} = V + \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Obs.: Não há praticamente a região de histerese nos digitais comparadores.

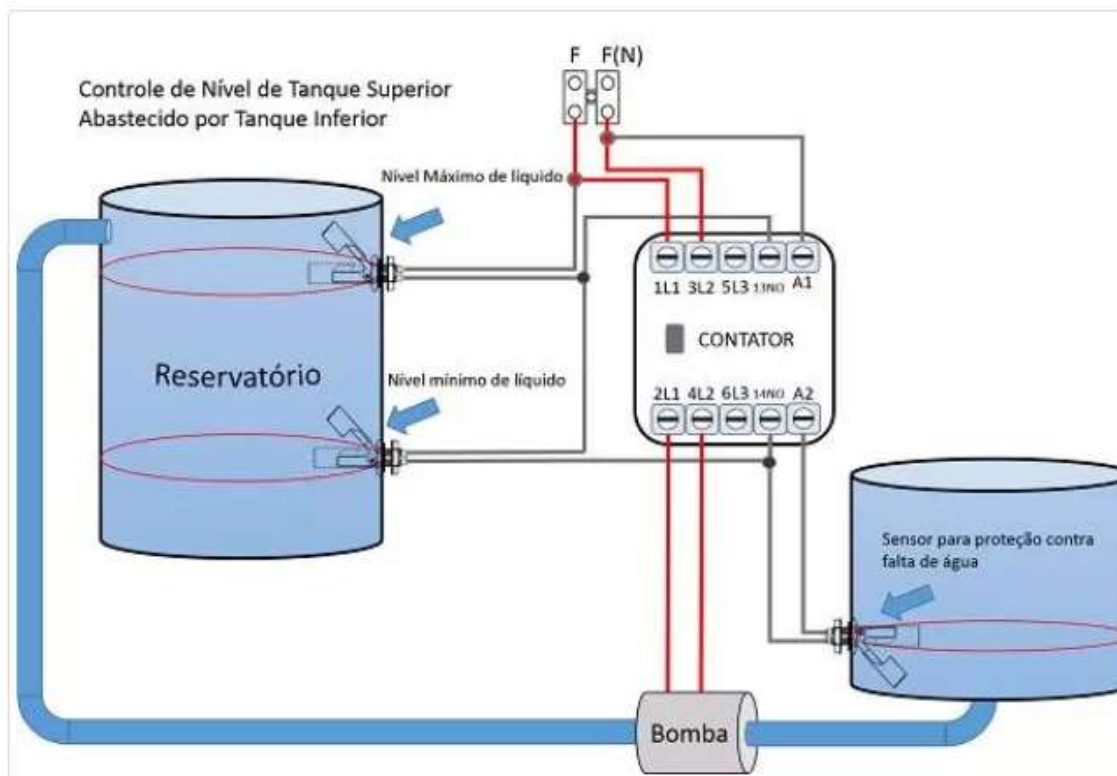


CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Aplicações

Exercício: Construir um circuito capaz de ligar a bomba do poço de acordo com os níveis de água. O desenho a seguir discrimina quando a bomba B deve ser ligada e desligada. Projetar um circuito que controle o acionamento da bomba de acordo com os níveis estabelecidos V_{REF1} e V_{REF2} .



Operação: Quando o nível de poço estiver abaixo de V_{REF1} a bomba B não deve ser ligada, mas acima de V_{REF1} a bomba pode ser ligada desde que o reservatório não esteja completo. Um sensor V_{REF2} colocado no reservatório de água indica que está cheio. Para não queimar a bomba com várias partidas inserir no sistema uma histerese.

CAP. 06 - ELETRÔNICA APLICADA



Prof. Luis Caldas
Aula - Aplicações

Solução: Uso de um comparador sendo com histerese.

