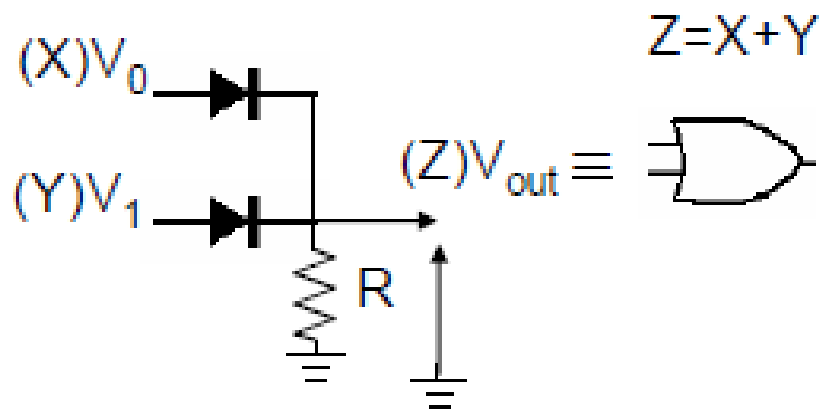


# Diodos 2

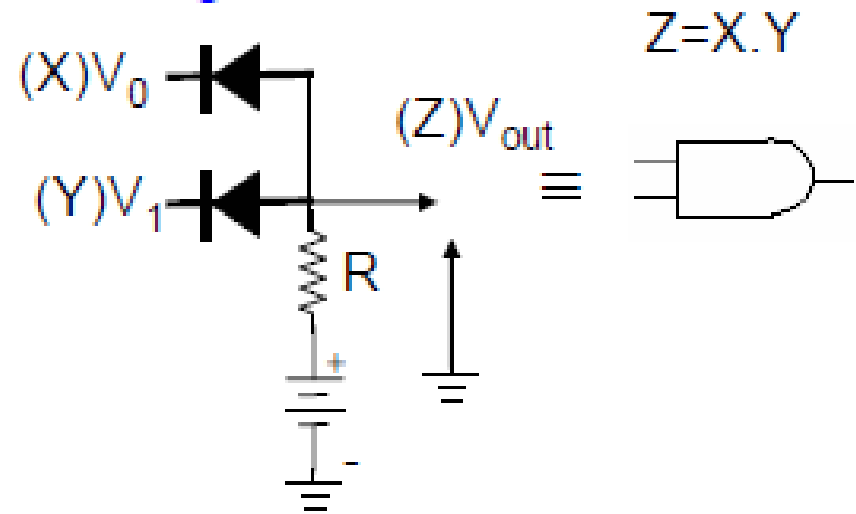
Adrielle C. Santana

# Portas Lógicas

## Porta lógica OR



## Porta lógica AND



# Circuito Multiplicador de Tensão

Trata-se de circuitos que utilizam dois ou mais diodos retificadores que produzem uma tensão média igual a um múltiplo do valor da tensão de pico.

# Circuito Multiplicador de Tensão

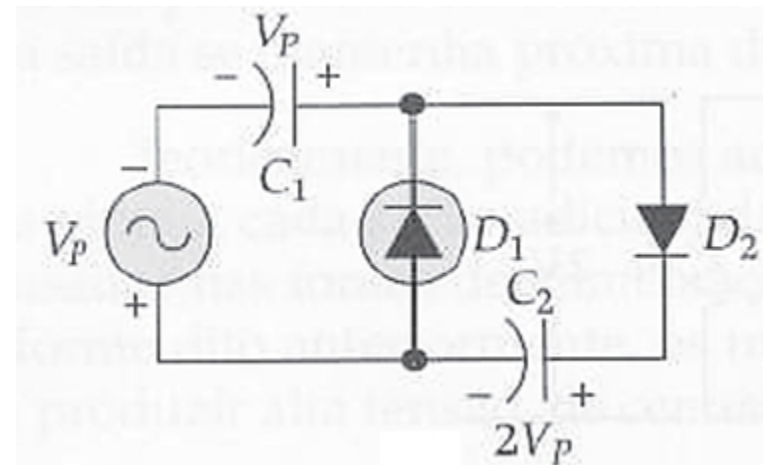
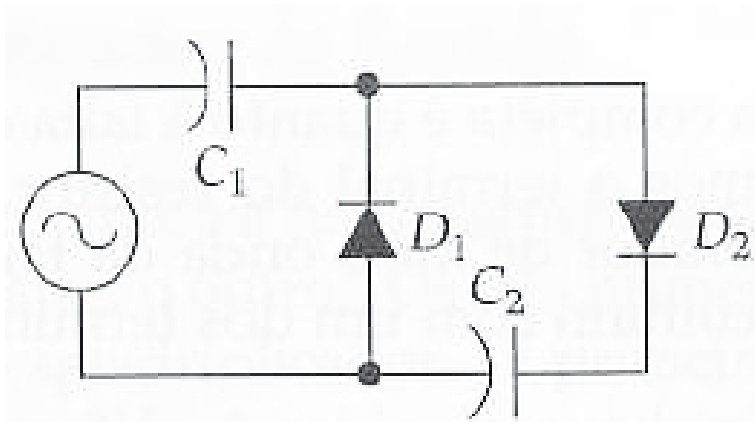
## DOBRODOR DE TENSÃO DE MEIA ONDA

Semiciclo negativo

- $D_1$  conduz;  $D_2$  bloqueia;  $C_1$  recarrega-se até  $V_p$

Semiciclo positivo

- $D_1$  bloqueia;  $D_2$  conduz;  $C_1 + \text{fonte} = C_2 = 2 V_p$



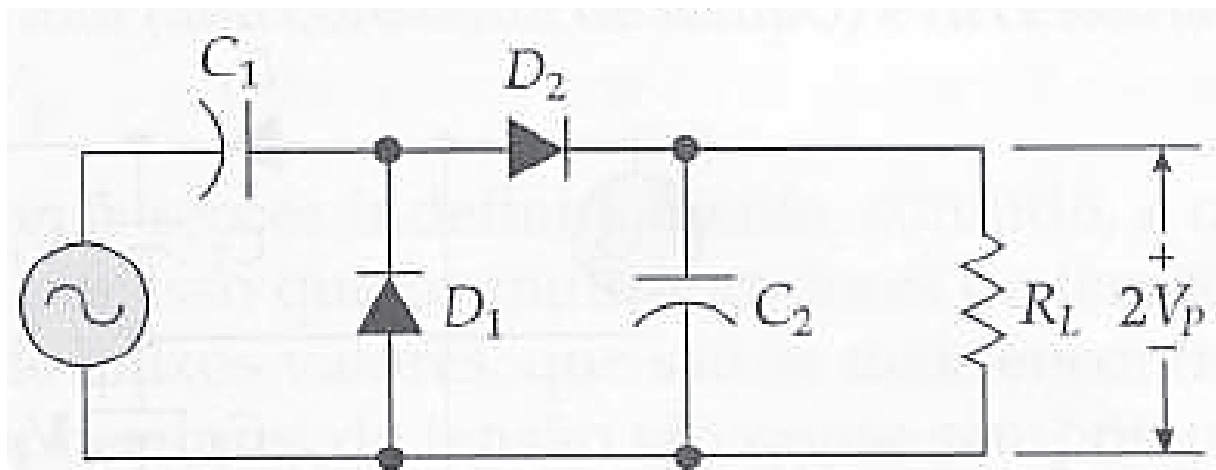
# Circuito Multiplicador de Tensão

Conectando resistor de carga observa-se que desde que  $R_L$  seja de alto valor a tensão de saída será igual a  $2V_p$ .

$C_2$  recarrega-se apenas uma vez por ciclo. Saída 60Hz.

Obs.: Dependendo do circuito pode-se substituir um transformador elevador de tensão por um dobrador.

$R_L$  enxerga o valor  $2V_p$ .

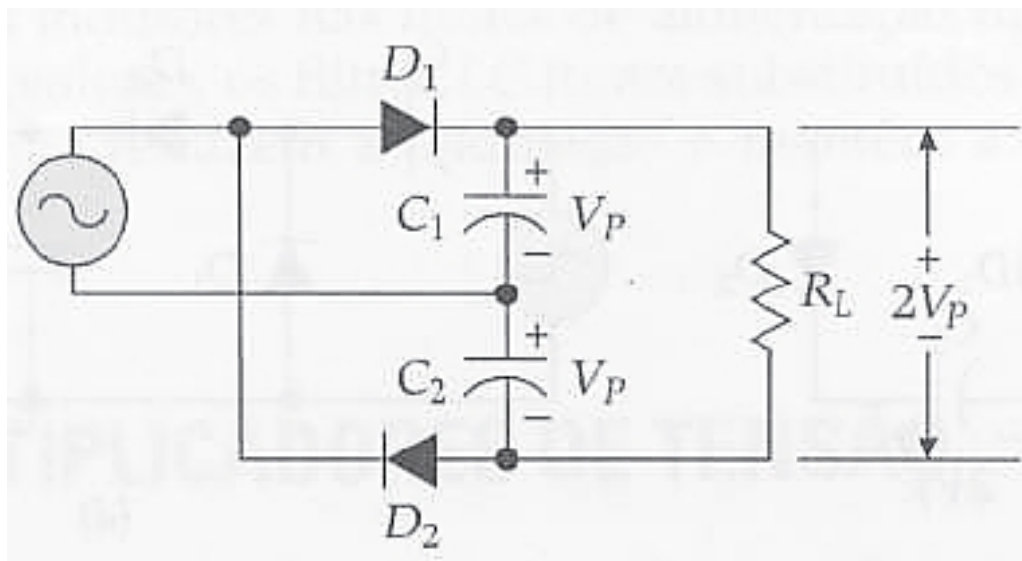


# Circuito Multiplicador de Tensão

## DOBRADEIRO DE TENSÃO DE ONDA COMPLETA

Semiciclo positivo:  $C_1$  recarrega-se

Semiciclo negativo:  $C_2$  recarrega-se



# Circuito Multiplicador de Tensão

Os dois capacitores são recarregados em cada semiciclo.

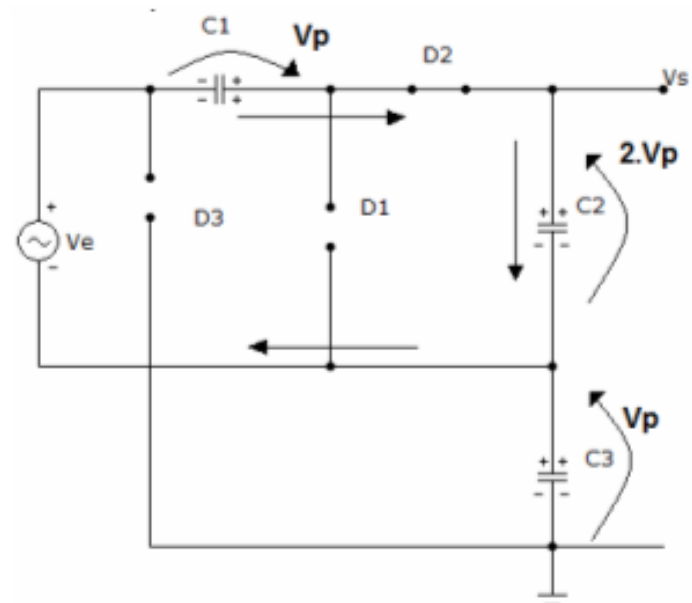
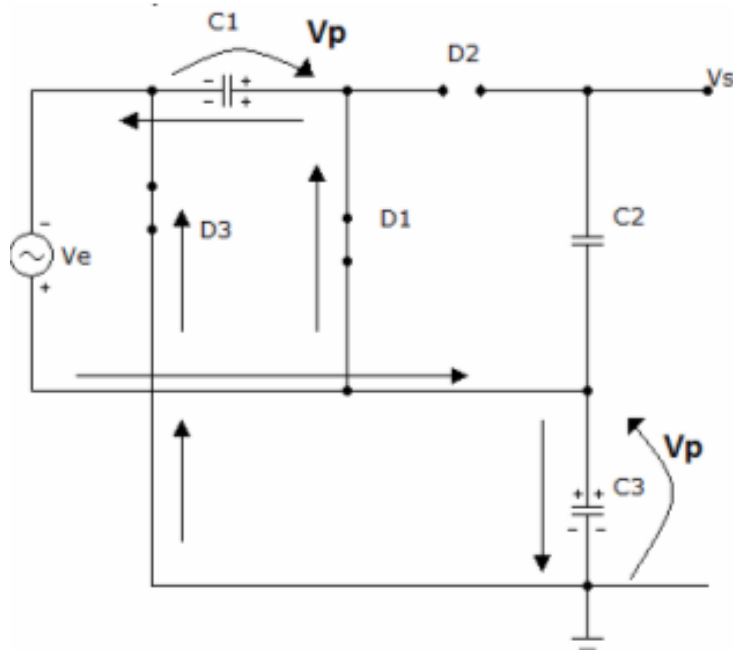
## **TRIPLICADOR DE TENSÃO**

Os dois primeiros diodos funcionam como dobrador.

# Circuito Multiplicador de Tensão

No semiciclo positivo  $C_2$  recarrega-se com o valor  $2 V_p$ .

A saída é obtida pegando-se pontos entre  $C_2$  e  $C_3$  onde a carga perceberá uma tensão de aproximadamente  $3 V_p$ .



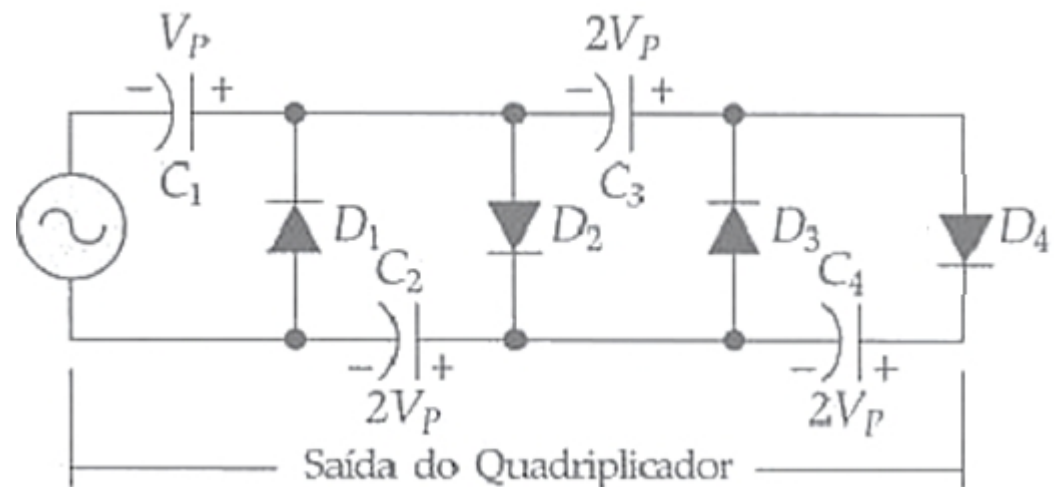


# Circuito Multiplicador de Tensão

## QUADRIPLICADOR DE TENSÃO

As três primeiras malhas formam um triplicador de tensão e a quarta completa o quadriplicador.

$C_1$  recarrega-se com  $V_p$  enquanto todos os outros recarregam-se com  $2V_p$ . Saída medida entre  $C_2$  e  $C_4$  com valor de  $4V_p$ .



# Circuito Multiplicador de Tensão

Tais circuitos são indicados para uso com resistências altas e produção de altas tensões e baixas correntes (**divisores de corrente no circuito**) por isso não são usados na construção de fontes de tensão.

# Circuitos Limitador (Ceifador)

Diodos retificadores comuns, possuem potência acima de 0,5W e são otimizados para uso com 60 Hz.

Diodos ditos de “pequeno sinal” são aqueles com baixa potência (abaixo de 0,5W) e feitos para utilização em frequências acima de 60Hz.

Um exemplo se circuito que utiliza esse tipo de diodo é o circuito limitador. Ele ceifa uma parte da tensão acima ou abaixo de um nível especificado.

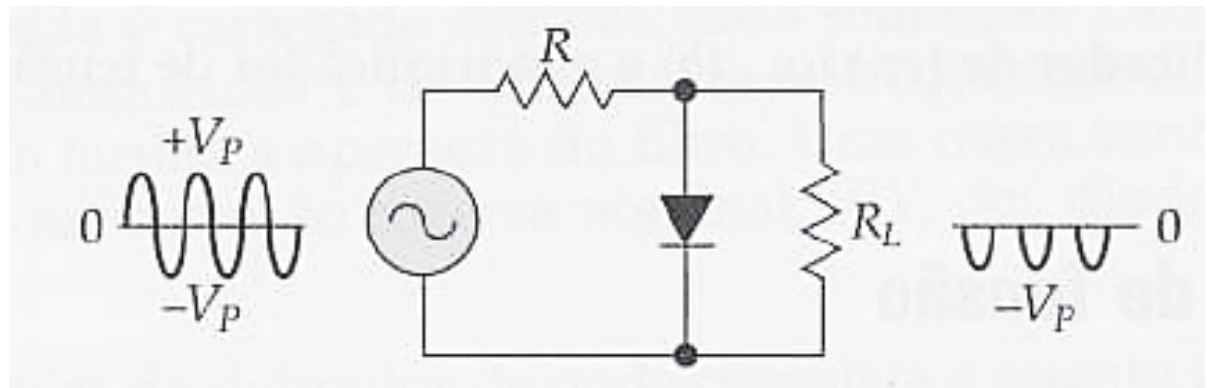
# Circuitos Limitador (Ceifador)

## LIMITADOR POSITIVO

Este circuito corta uma parte da tensão positiva do sinal. No circuito abaixo a senóide de todos os semiciclos positivos são ceifados.

No semiciclo positivo o diodo conduz de modo que a tensão de saída é zero (ideal) ou 0,7V (aproximado).

$$R_L \gg R$$



# Circuitos Limitador (Ceifador)

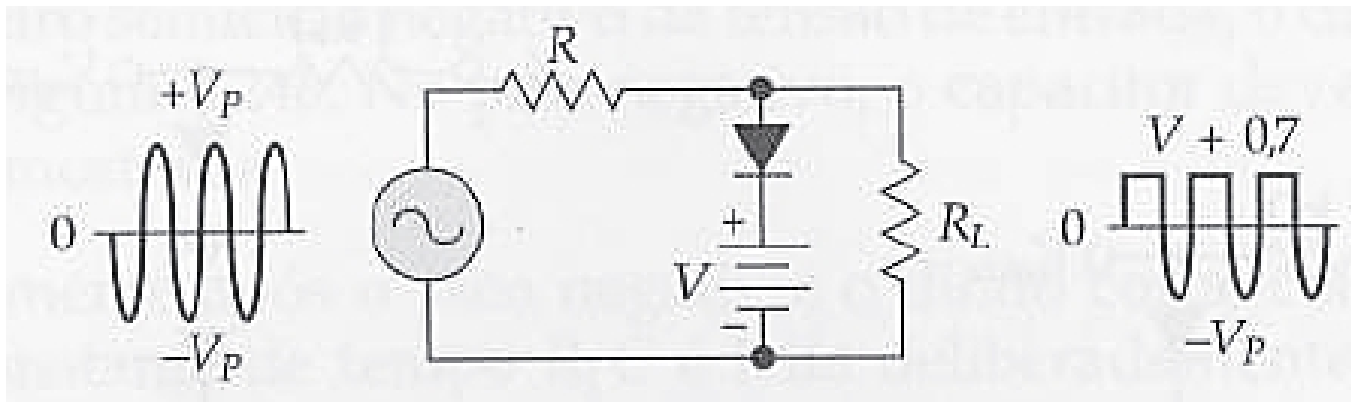
No semiciclo negativo o diodo não conduz e pelo fato do resistor  $R_L$  ser pelo menos 100 vezes maior que  $R$ , o semiciclo negativo é quase que perfeitamente captado na saída. Se considerarmos a barreira de potencial do diodo de aprox. 0,7 V, deve-se saber que o sinal de saída não é ceifado no 0V do semiciclo positivo e sim de 0,7V para frente. Invertendo a polaridade do diodo, tem-se ceifador de semiciclos negativos com nível de -0,7 V.

# Circuitos Limitador (Ceifador)

## LIMITADOR POLARIZADO

Funciona como o limitador positivo porém é possível definir o nível de corte adicionando-se uma fonte de tensão em série com o diodo sendo o nível de ceifamento  $V + 0,7$ .

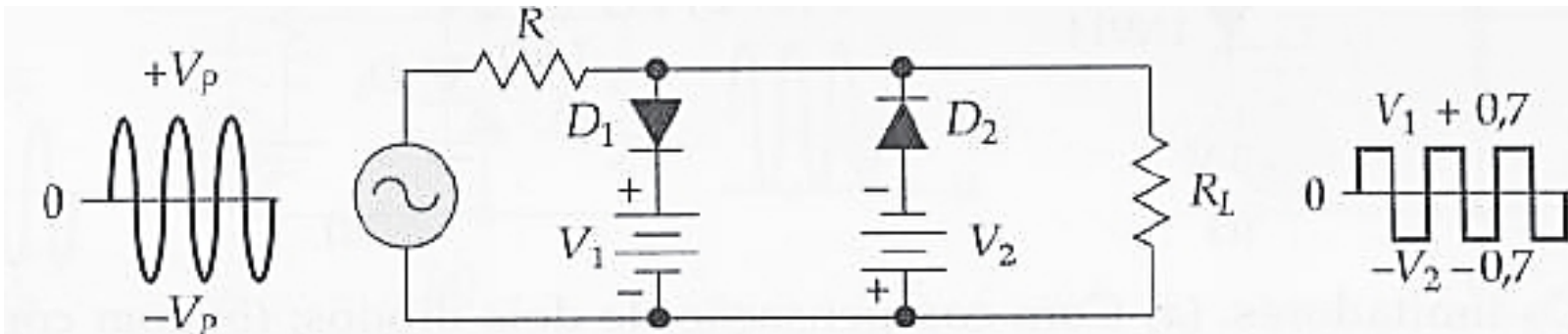
$$R_L \gg R.$$



# Circuitos Limitador (Ceifador)

Ceifadores podem ser combinados para trabalhar no semiciclo positivo e negativo conforme o circuito abaixo.

- $D_1$  conduz quando a tensão na entrada é maior que  $V_1 + 0,7$ .
- Quando a entrada é mais negativa que  $-V_2 - 0,7$   $D_2$  conduz.



# Circuitos Limitador (Ceifador)

## **VARIAÇÕES**

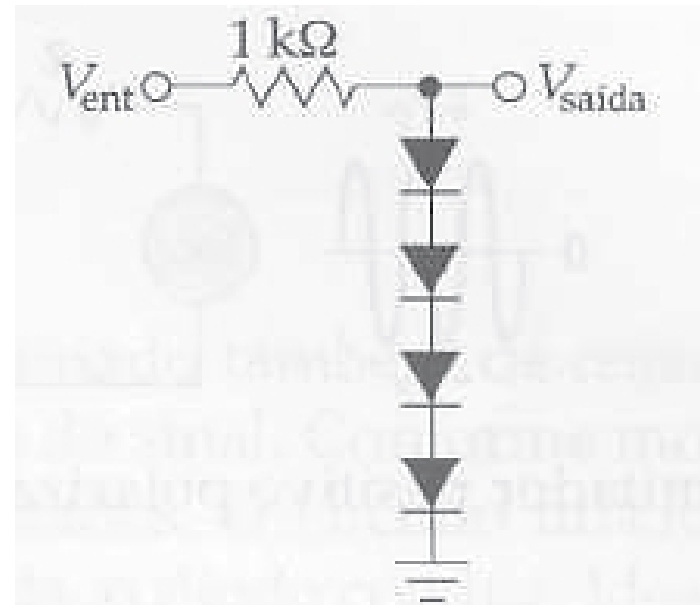
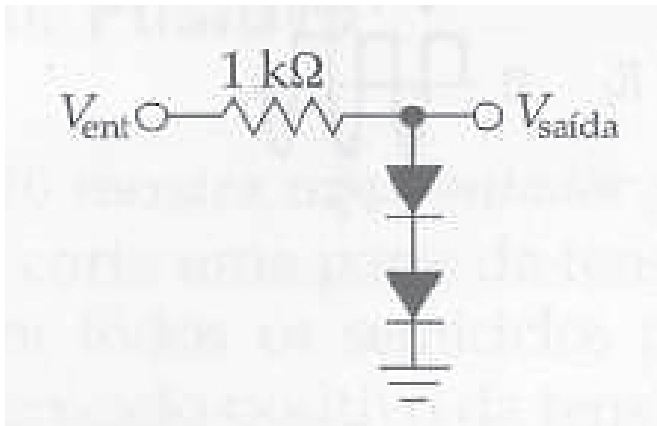
Para se ter mais praticidade, pode-se substituir a bateria por mais diodos sendo que cada um contribui com aprox. 0,7V de modo a obtermos níveis de ceifamento múltiplos do 0,7V.

É menos caro que baterias e não se esgota.

Seguem alguns exemplos.

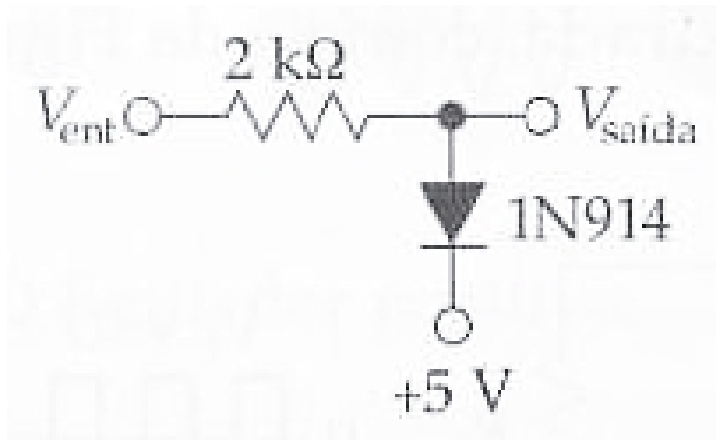


# Circuitos Limitador (Ceifador)



# Circuitos Limitador (Ceifador)

No circuito abaixo o diodo junto a uma fonte de 5V protege uma possível carga de tensões altas como 100V e deixa passar apenas valores até +5,7V.



Esse circuito é chamado de “grampo de diodo” pois, uma vez que grampeia a tensão em +5,7V protegendo a carga.

# Circuito Grampeador CC

Trata-se de uma variação do limitador.

Um grampeador CC acrescenta uma tensão CC ao sinal.

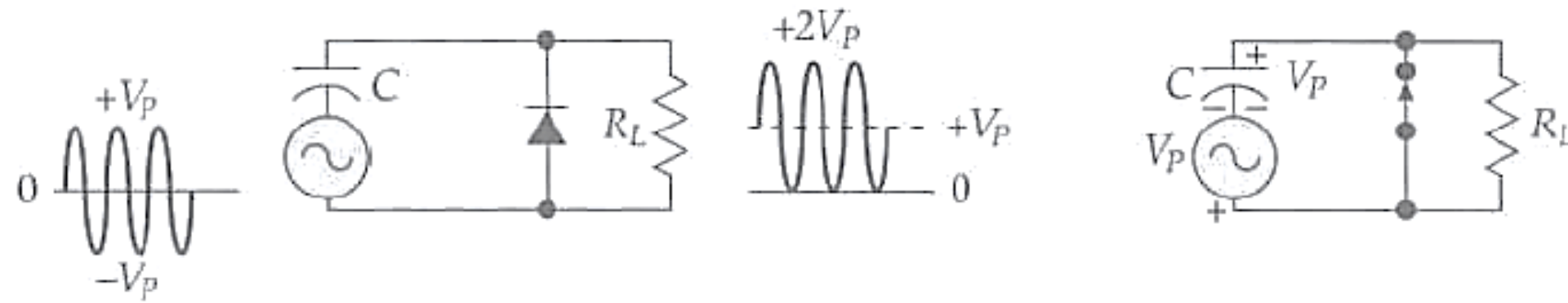
## **GRAMPEADOR POSITIVO**

No semiciclo negativo o diodo conduz recarregando o capacitor até  $V_p$ . No semiciclo positivo o diodo corta e sendo a constante de tempo  $R_L C$  muito maior que o período do sinal de entrada, não dá tempo do capacitor se descarregar muito até que comece o próximo semiciclo negativo.

# Circuito Grampeador CC

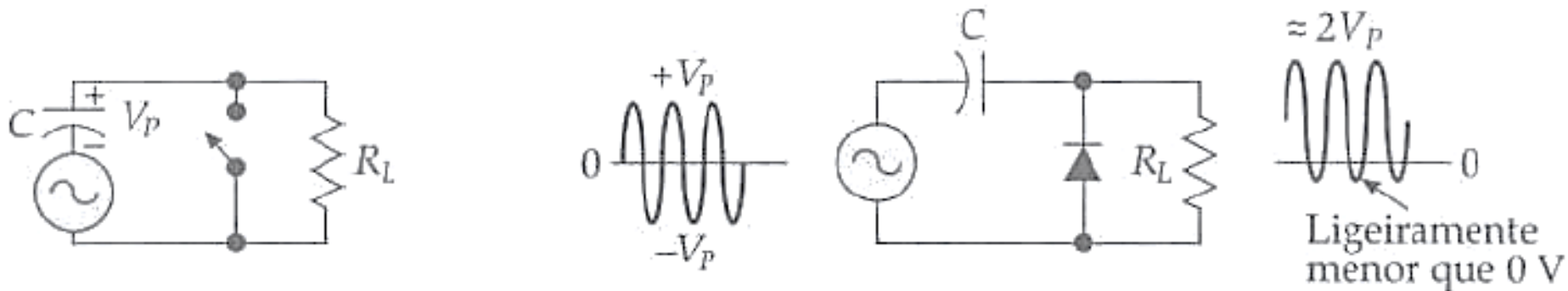
Assim, o capacitor age como uma bateria de  $V_p$  volts.

No próximo semiciclo positivo então, a tensão observada na carga será a soma do valor no capacitor mais a parte positiva na senóide. No semiciclo negativo será a subtração que dará no pico negativo  $V_p - V_p = 0$ .



# Circuito Grampeador CC

Se considerarmos a queda de aprox. 0,7V do diodo, a carga do capacitor será  $V_p - 0,7V$  de modo que nos próximos semiciclos negativos a subtração do sinal do semiciclo da tensão do capacitor não será no mínimo 0 V e sim aprox. -0,7V (ou a tensão de joelho do diodo usado).



# Circuito Grampeador CC

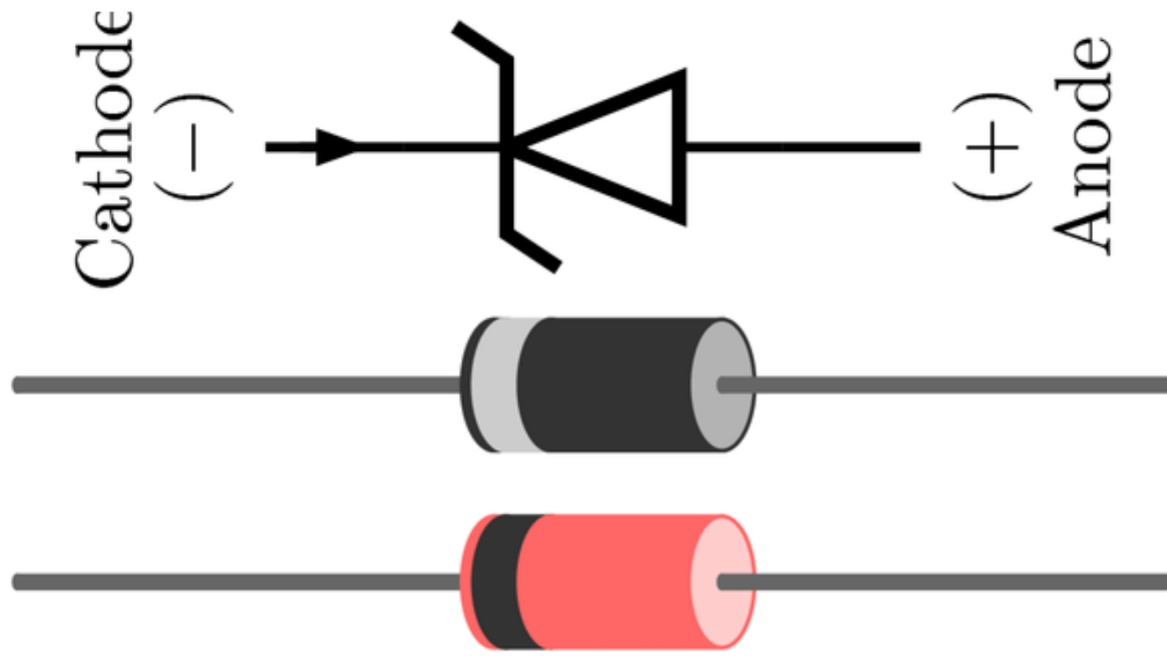
## **GRAMPEADOR NEGATIVO**

Invertendo a posição do diodo no circuito anterior (seta do símbolo do diodo apontando para baixo), a polaridade do capacitor também é invertida gerando um grampeador negativo.

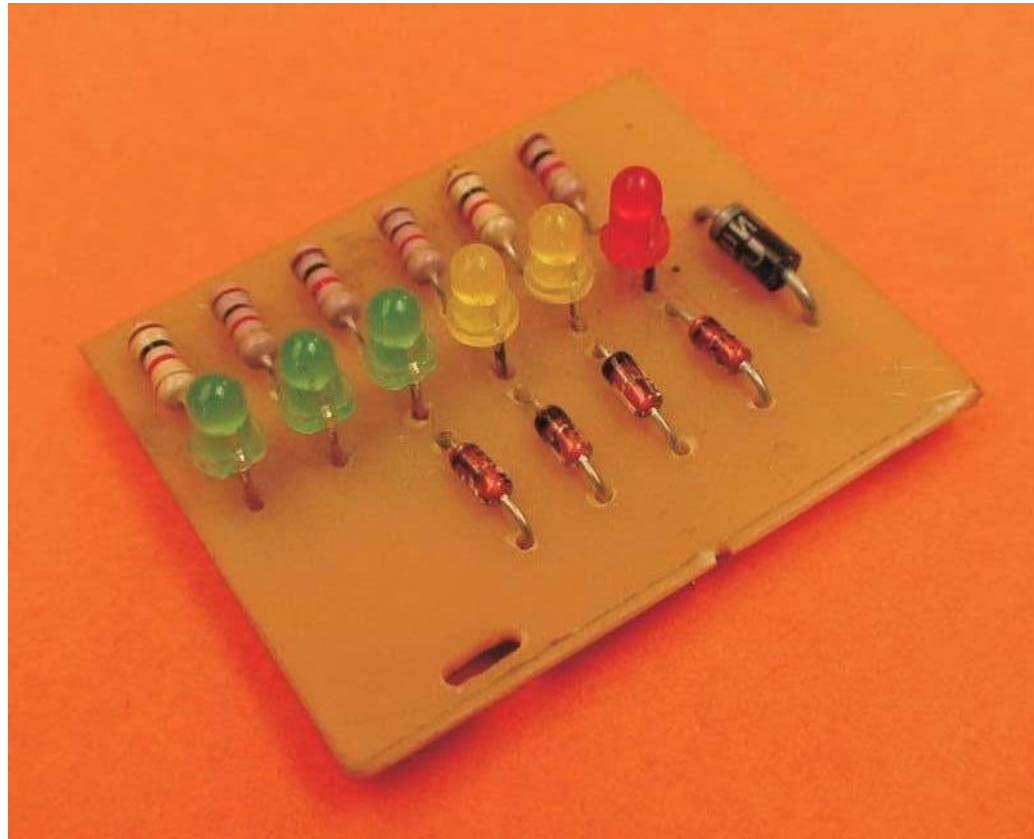
# O Diodo Zener

Também conhecido com “diodo de ruptura”, foi criado para operar na região de ruptura.

A dopagem pode ser variada de modo a criar diodos Zeners com ruptura de 2 a 200V.



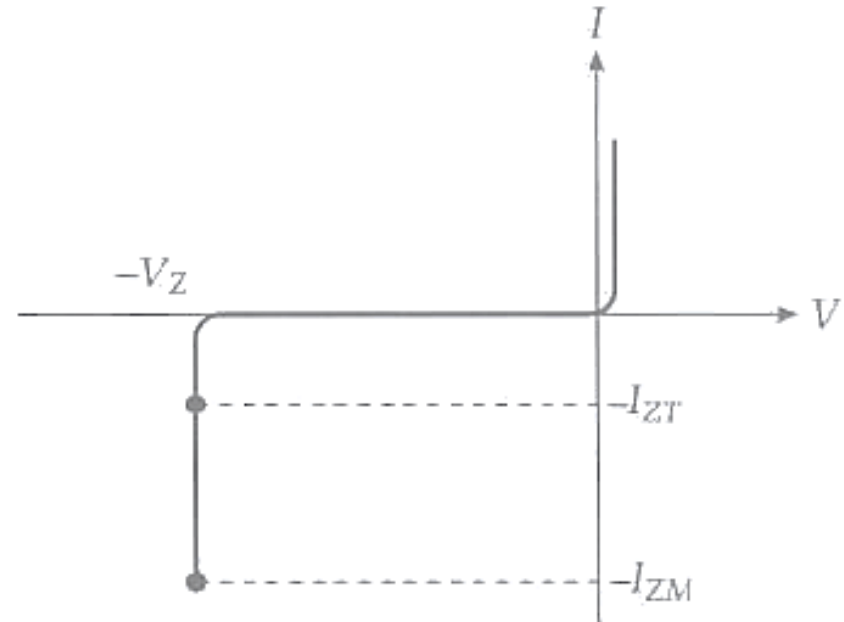
# O Diodo Zener





# O Diodo Zener

Ele opera em qualquer das regiões: direta, fuga e de ruptura. Na polarização direta ele começa a conduzir em aprox. 0,7V. Na polarização reversa antes da ruptura temos a região de fuga onde a corrente é pequena. Na ruptura em  $-V_Z$  tem-se um joelho com curva bem acentuada.



# O Diodo Zener

Na folha de dados o valor  $V_Z$  é especificado para uma corrente de teste  $I_{ZT}$ .

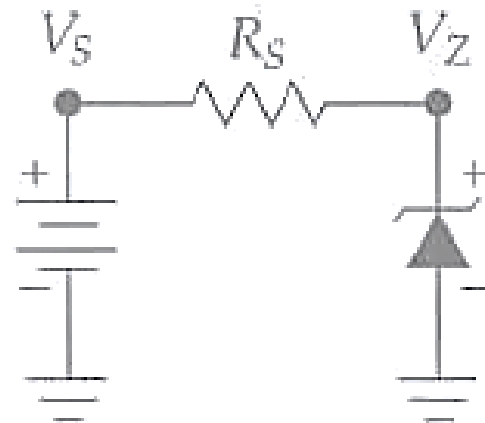
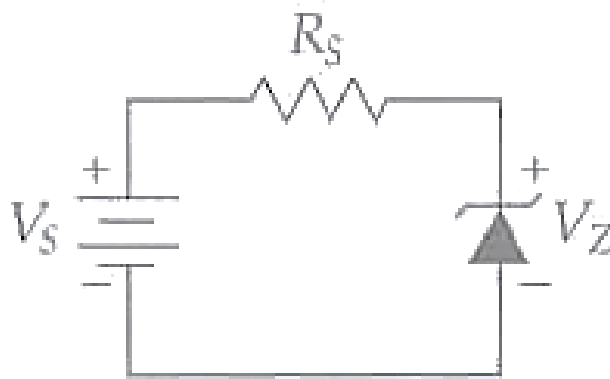
Devido a existência de uma resistência de corpo no diodo Zener também; na ruptura tem-se uma pequena queda de tensão além da reversa já sendo aplicada. Esta pode ser da ordem de décimos de volt a 1V.

Esta resistência pode ser ignorada na maioria dos projetos a não ser que se exija precisão.

# Regulador Zener

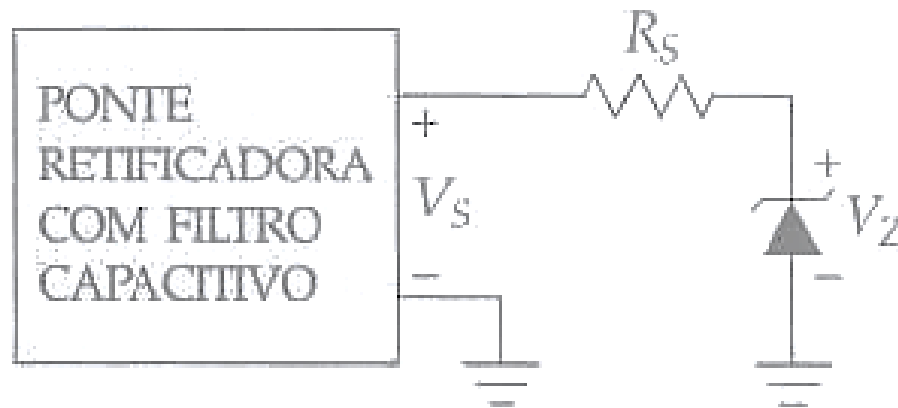
O diodo Zener deve ser polarizado reversamente na operação normal.

$V_S$  deve ser maior que  $V_Z$  e  $R_S$  deve ser acrescentado para se limitar a corrente no Zener abaixo da corrente máxima especificada para ele.



# Regulador Zener

O circuito abaixo é o chamado “regulador de tensão Zener”. Usado quando se deseja na saída uma tensão média constante ou menor que a tensão da fonte.

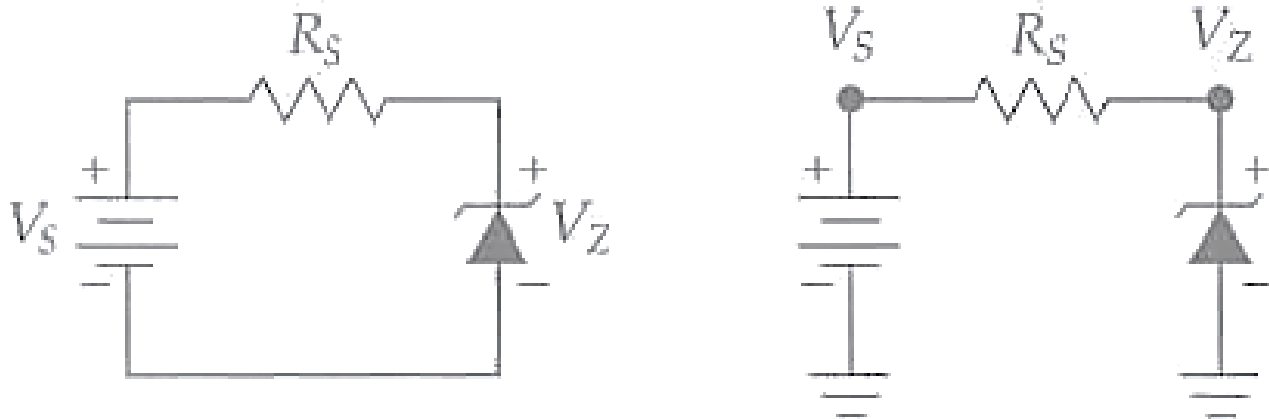


# Regulador Zener

A corrente através de  $R_S$  é dada por:

$$I_S = \frac{V_S - V_Z}{R_S}$$

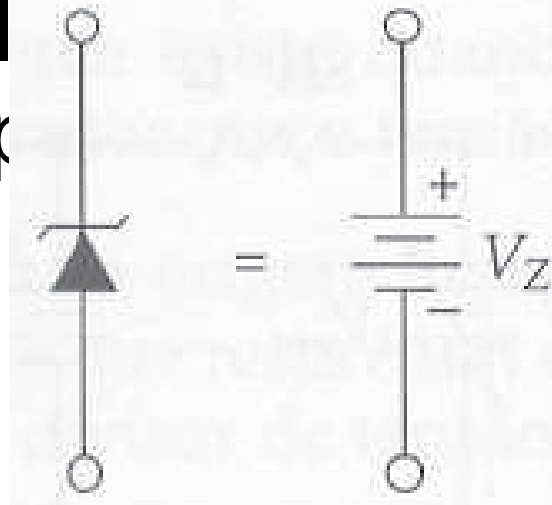
Nesse circuito essa corrente também é a do Ze



# Aproximações para o Zener

## Primeira

Desprezando-se a resistência de corpo do Zener pode-se aproximar a ruptura como uma região vertical. Assim o Zener se comporta como uma bateria desde que ele esteja operando na região de ruptura.



# Aproximações para o Zener

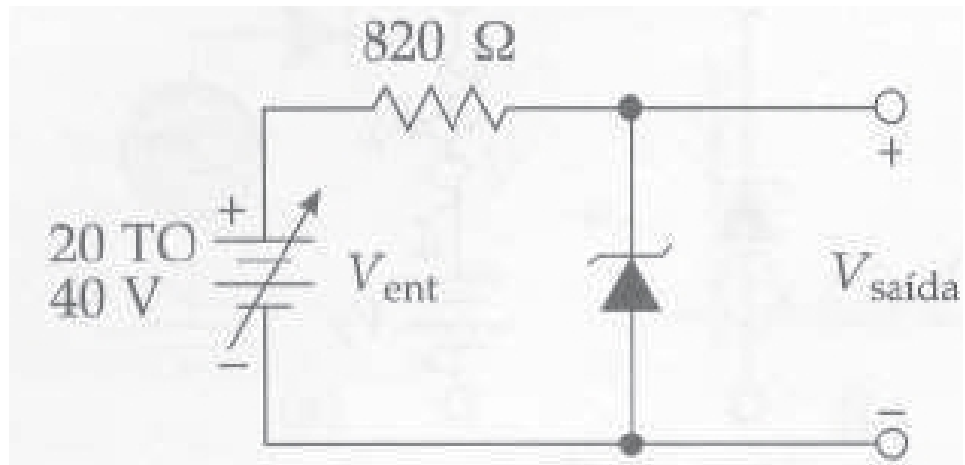
## Segunda

Acrescentando a resistência de corpo do Zener a região de ruptura teria ainda uma queda de tensão igual ao produto da corrente por  $R_Z$ .

Ex.:  $V_Z = 10 \text{ V}$

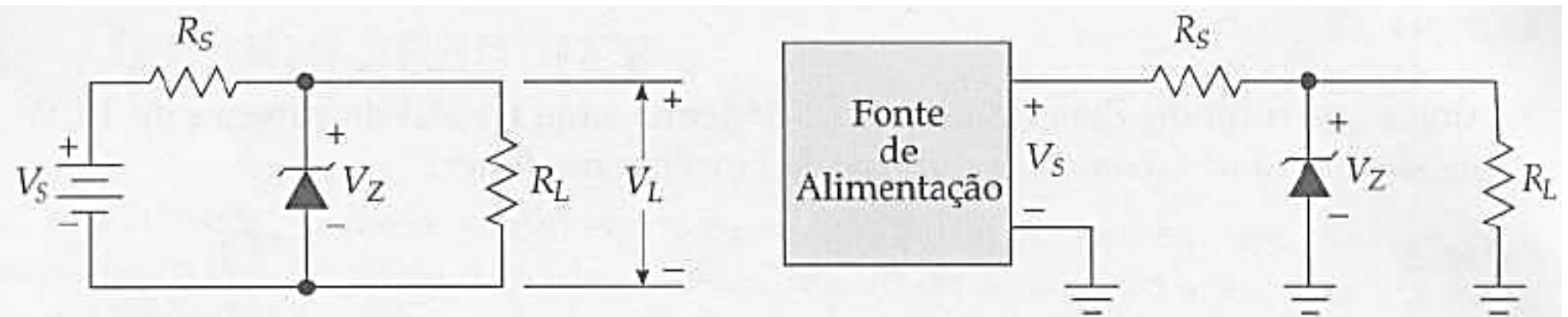
Valor max e min

De corrente?



# Regulador Zener com Carga

O Zener operando na região de ruptura, manterá a tensão na carga  $R_L$  constante sendo seu valor igual a  $V_Z$ .





# Regulador Zener com Carga

Para saber se o diodo da figura anterior está operando na região de ruptura basta calcular:

$$V_{TH} = \frac{R_L}{R_S + R_L} V_S$$

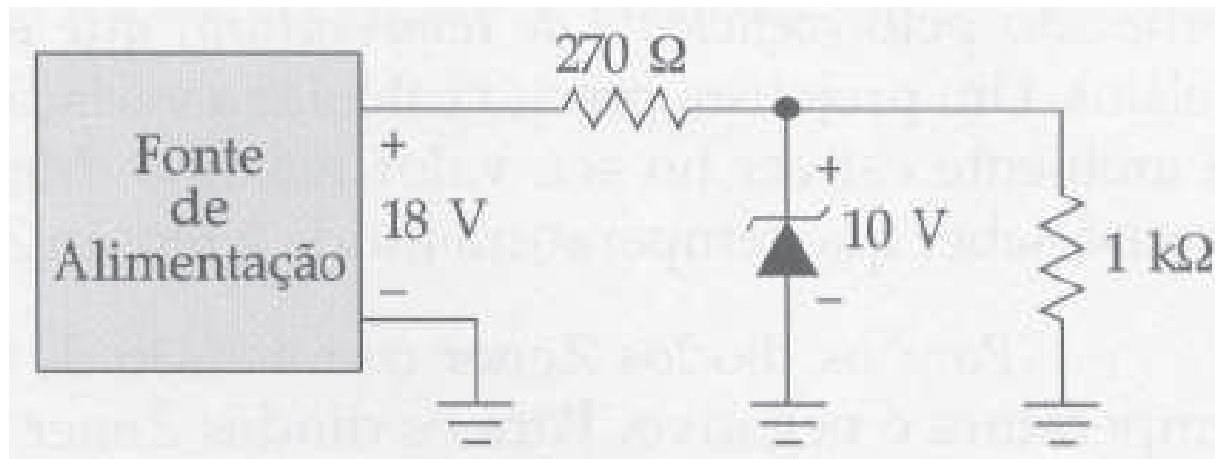
Que é a tensão quando o Zener é desconectado do circuito analisar se  $V_{TH}$  é maior que  $V_Z$ .

Obs.:  $V_{TH} = I R_L$  onde,

$$I = \frac{V_S}{R_S + R_L}$$

# Regulador Zener com Carga

Ex.: O diodo Zener abaixo está operando dentro da região de ruptura?



# Regulador Zener com Carga

## Corrente de Carga

Idealmente a tensão na carga é igual a tensão do Zener:  $V_L = V_Z$

De modo que a corrente de carga é:

$$I_L = \frac{V_L}{R_L}$$

# Regulador Zener com Carga

## Corrente no Zener

Pela lei de Kirchhoff para correntes

$$I_S = I_Z + I_L$$

De modo que pode-se obter a corrente no Zener fazendo:

$$I_Z = I_S - I_L$$

# Regulador Zener com Carga

## **Coefficiente de Temperatura**

A tensão do Zener ( $V_Z$ ) muda com o aumento da temperatura ambiente. O coeficiente de temperatura é fornecida na folha de dados do Zener e é uma variação em porcentagem de  $V_Z$  por grau Celsius ou em  $\text{mV} / ^\circ\text{C}$ .

Zener abaixo de 5V: coeficiente negativo de temp.

Zener acima de 6V: coeficiente positivo de temp.

Zener entre 5 e 6V: coef. Pos. ou Neg.

# Regulador Zener com Carga

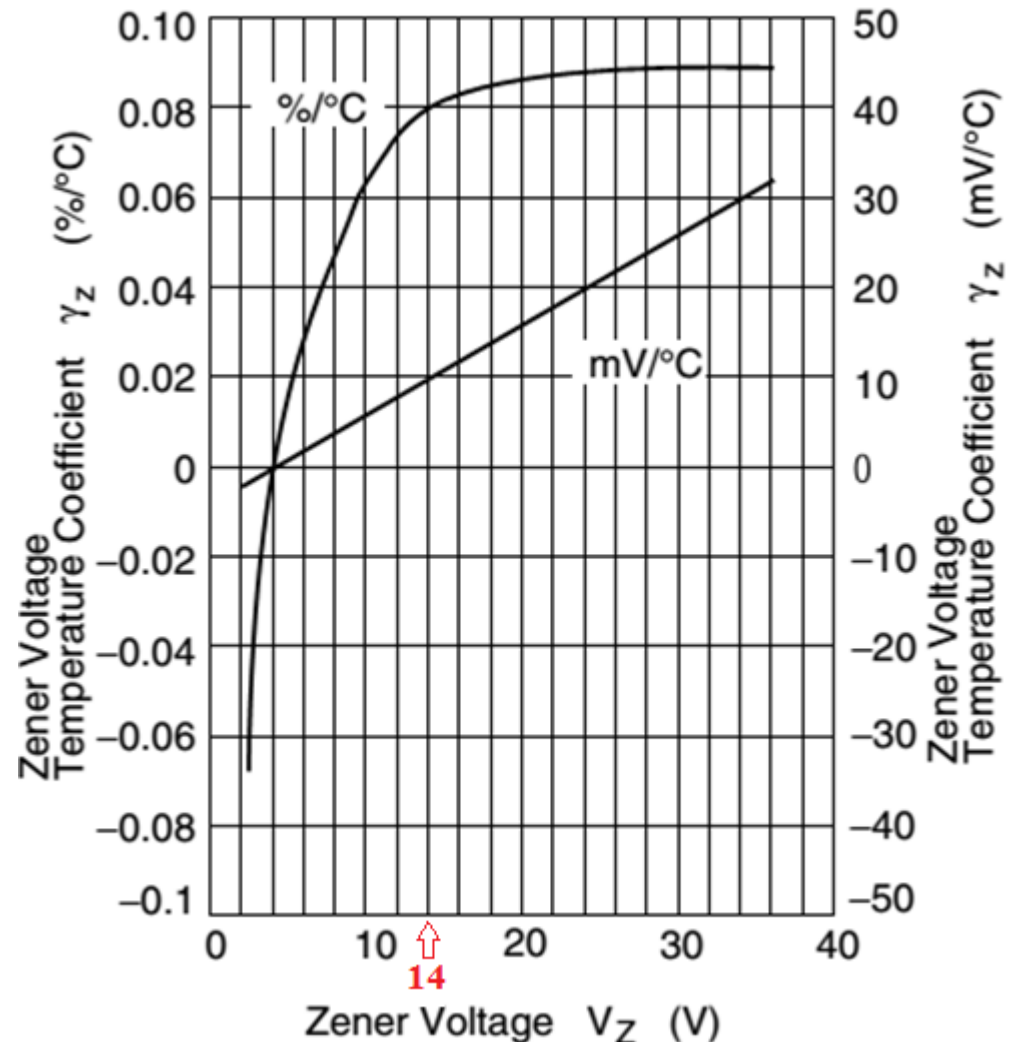
## Coeficiente de Temperatura

Observe que o coeficiente é negativo para tensões  $V_Z$  pequenas (até 4V) e positivo acima dos 4V. Nesse gráfico o coeficiente é dado por uma curva em  $\%/^{\circ}\text{C}$  e em uma reta em  $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ .

Observe que a medida da curva é em % então você deve dividir esse valor (que já pequeno) por 100 ainda!

Por exemplo, para um Zener de 14V sua tensão  $V_Z$  varia de 0,08%, para mais, a cada grau Célcius de temperatura acima dos 25 °C para o qual a sua tensão Zener é fornecida.

$14\text{V} + (0,08\% \text{ de } 14) = \text{Novo } V_Z$

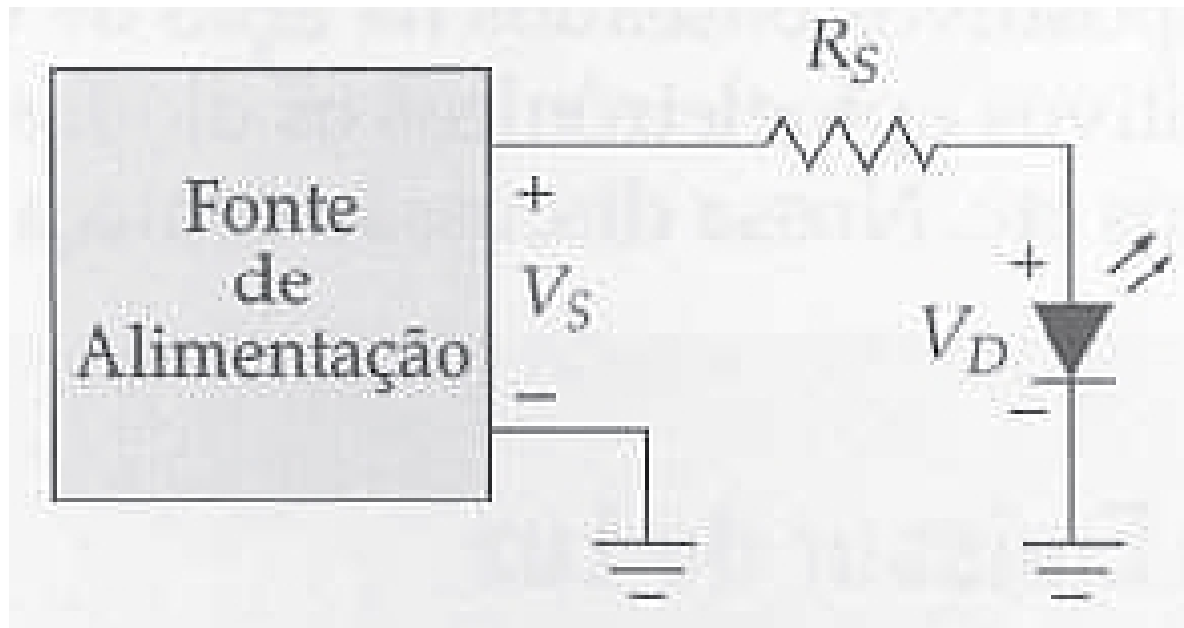


# Dispositivos Optoeletrônicos

## **Diodo Emissor de Luz (LED)**

Num LED diretamente polarizado os elétrons que cruzam a junção vão caindo em lacunas. Nesse processo eles perdem energia (aquela que fez com que ele se desprendesse da sua órbita) que no LED é irradiada em forma de luz e nos diodos de silício é dissipada em forma de calor.

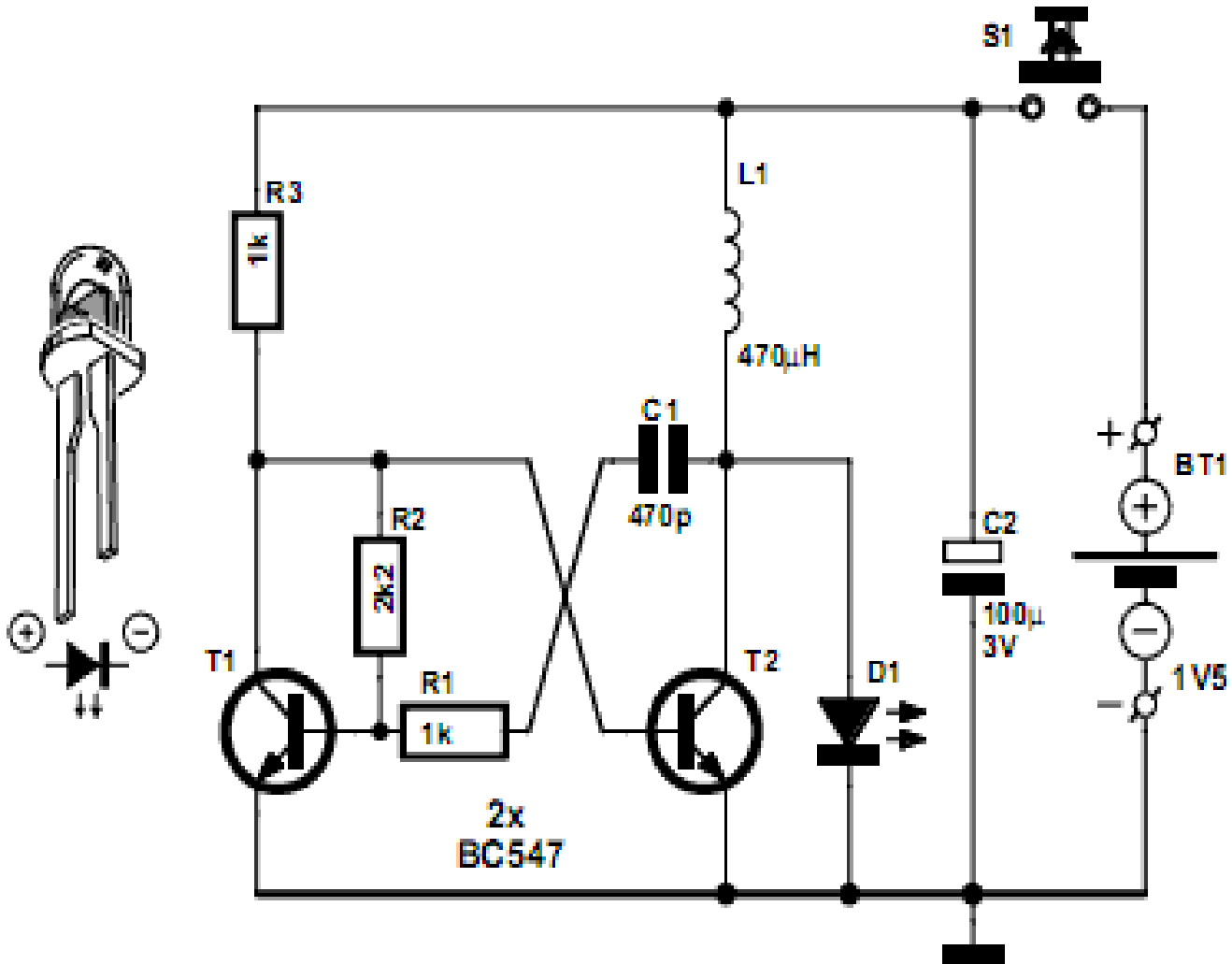
# Dispositivos Optoeletrônicos



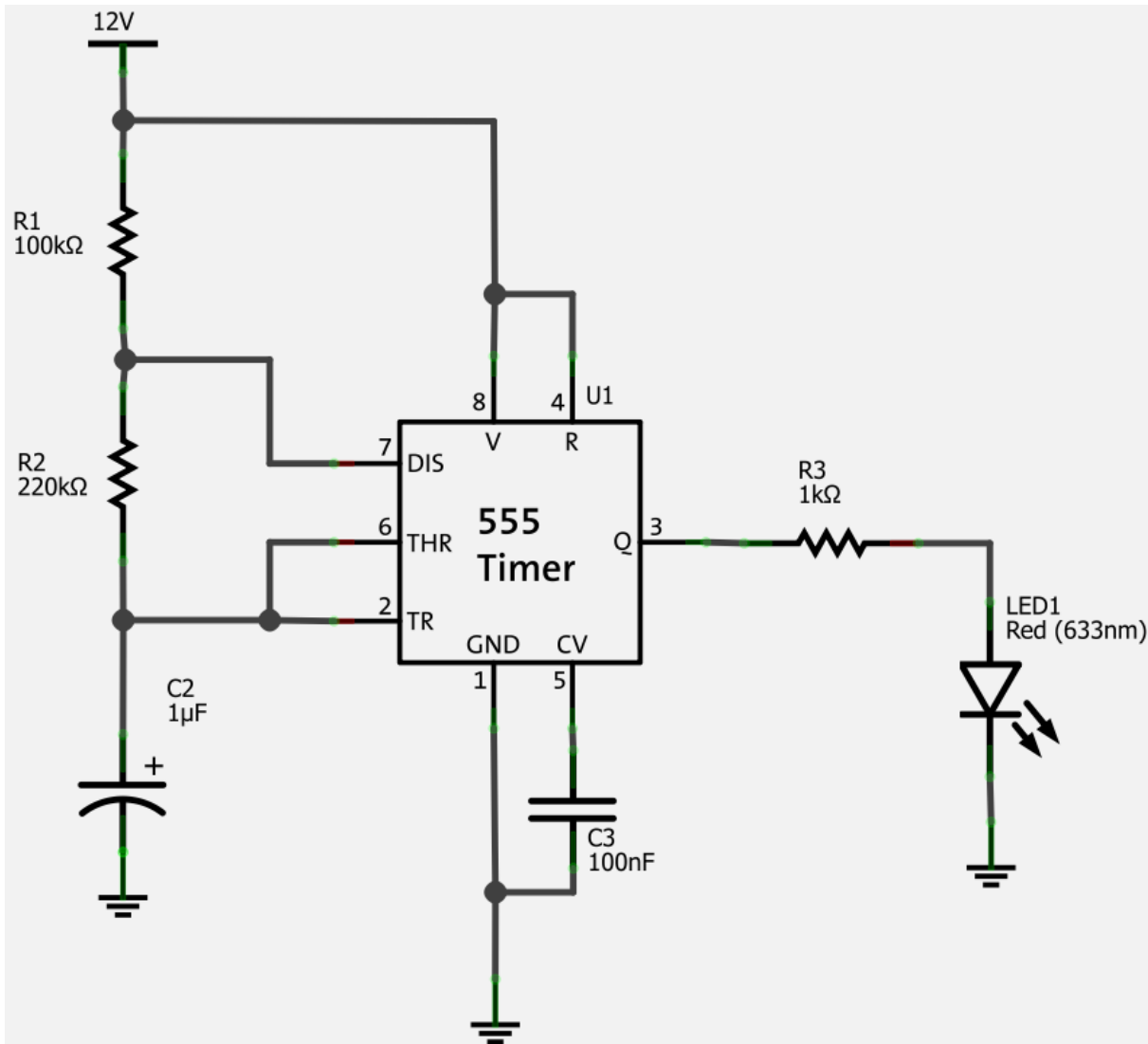


# Dispositivos Optoeletrônicos

A placa interna maior também indica onde fica a perna correspondente e ao catodo (-) do LED.



# Dispositivos Optoeletrônicos



# Dispositivos Optoeletrônicos

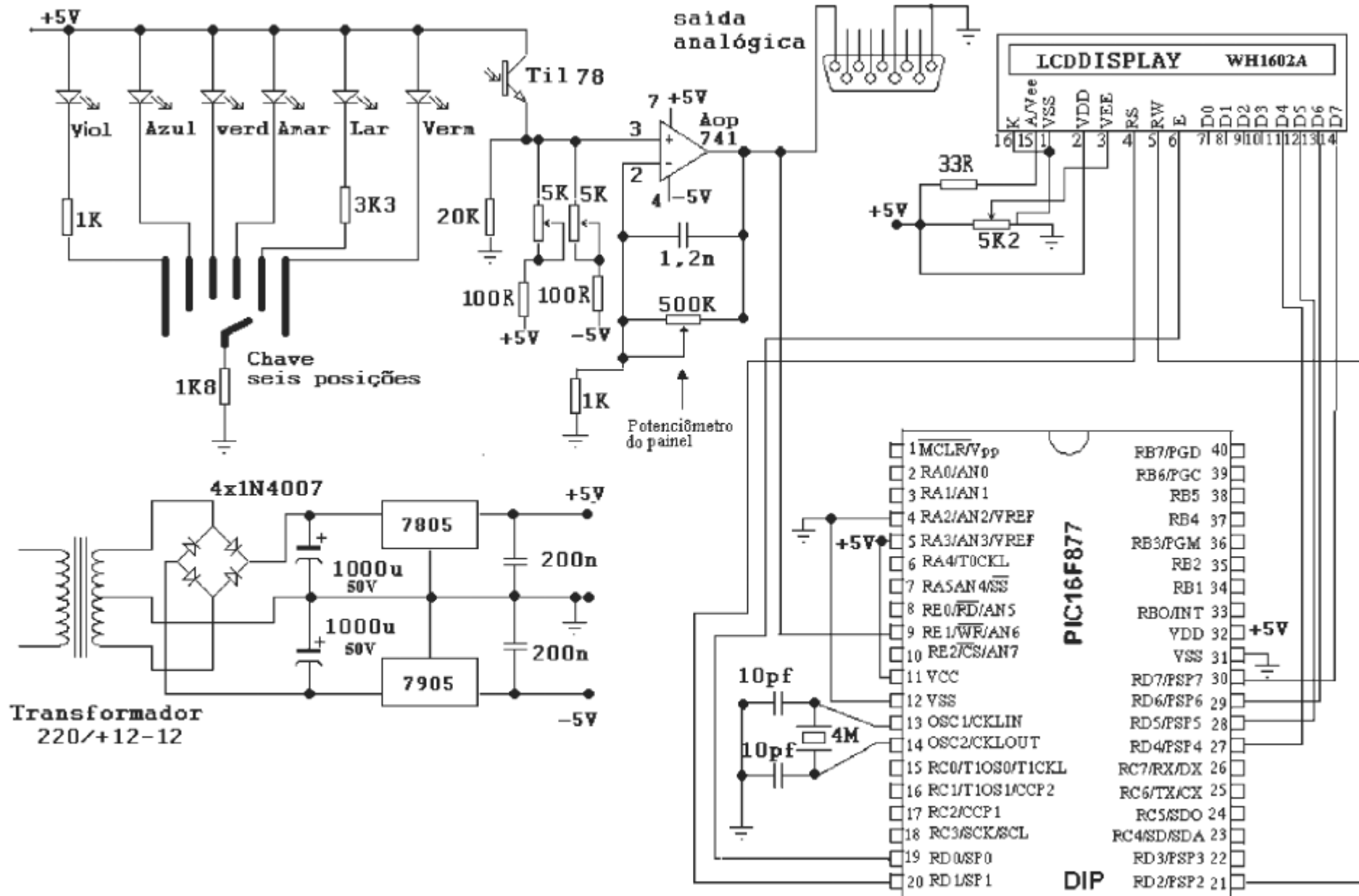


Figura 3. Esquema do circuito eletrônico do fotômetro desenvolvido

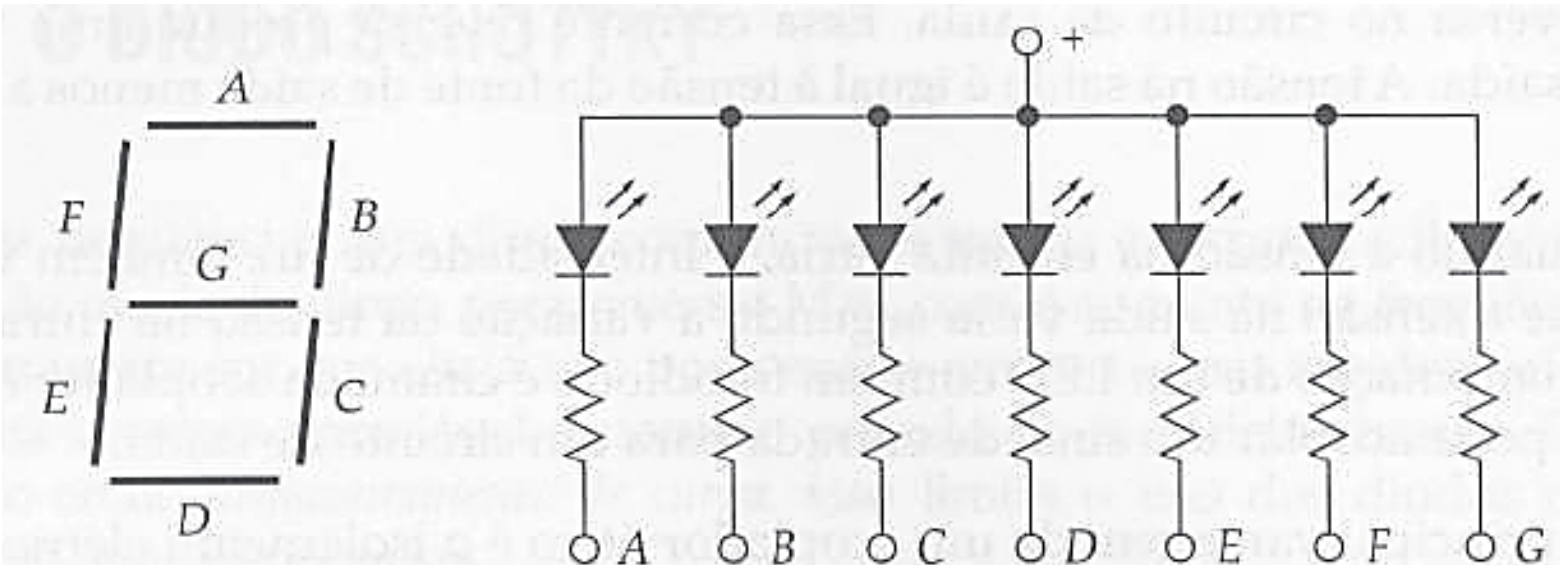
# Dispositivos Optoeletrônicos

A maioria dos LEDs comerciais possuem queda de tensão típica de 1,5 a 2,5V para correntes de 10 a 50 mA.

A queda de tensão depende da corrente no LED, da sua cor, entre outros fatores.

# Dispositivos Optoeletrônicos

O display de 7 segmentos é um exemplo comum do uso de LEDs no dia-a-dia. Nele os LEDs possuem forma retangular. Ele pode ser vendido como um display “anodo comum” ou “catodo comum”. Abaixo tem-se um anodo comum.



# Dispositivos Optoeletrônicos

## **Fotodiodo**

Assim como a temperatura a luz também contribui para a produção de elétrons livres de modo que mesmo quando reversamente polarizado o diodo possuirá uma pequena corrente reversa devido a eles (com curto tempo de vida).

Fotodiodos são diodos otimizados para serem bastante sensíveis a luz quando esta incide sobre sua junção pn.

# Dispositivos Optoeletrônicos

Quanto mais intensa a luz, maior a corrente reversa neste fotodiodo.

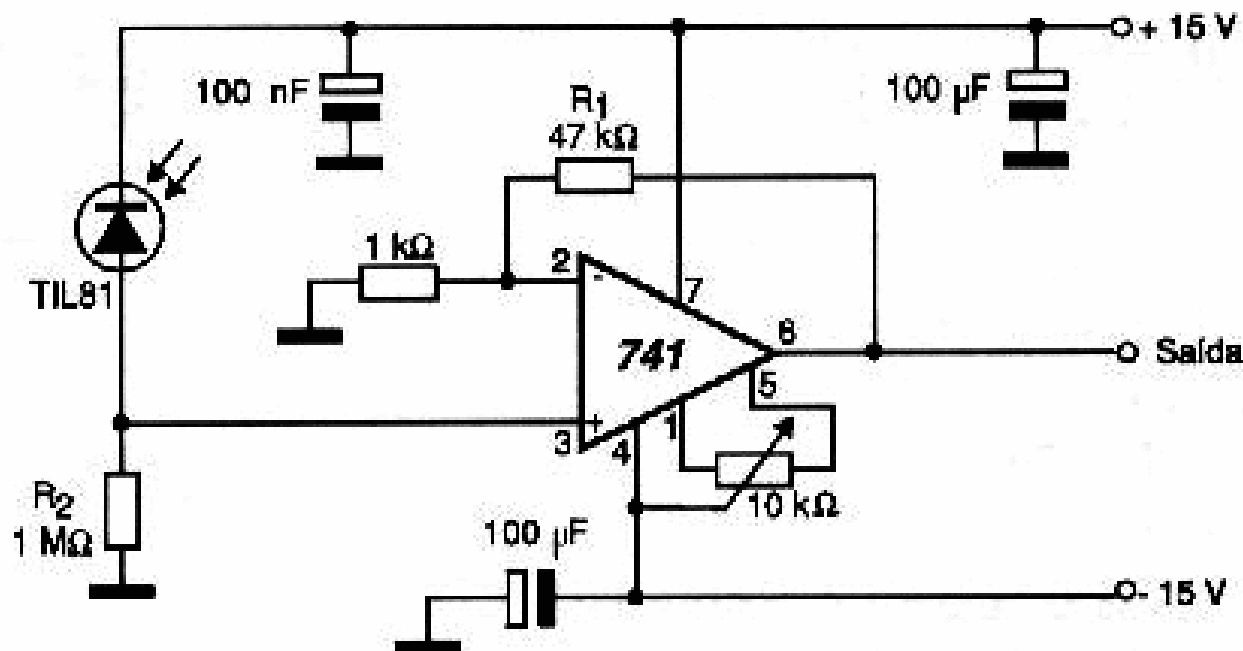
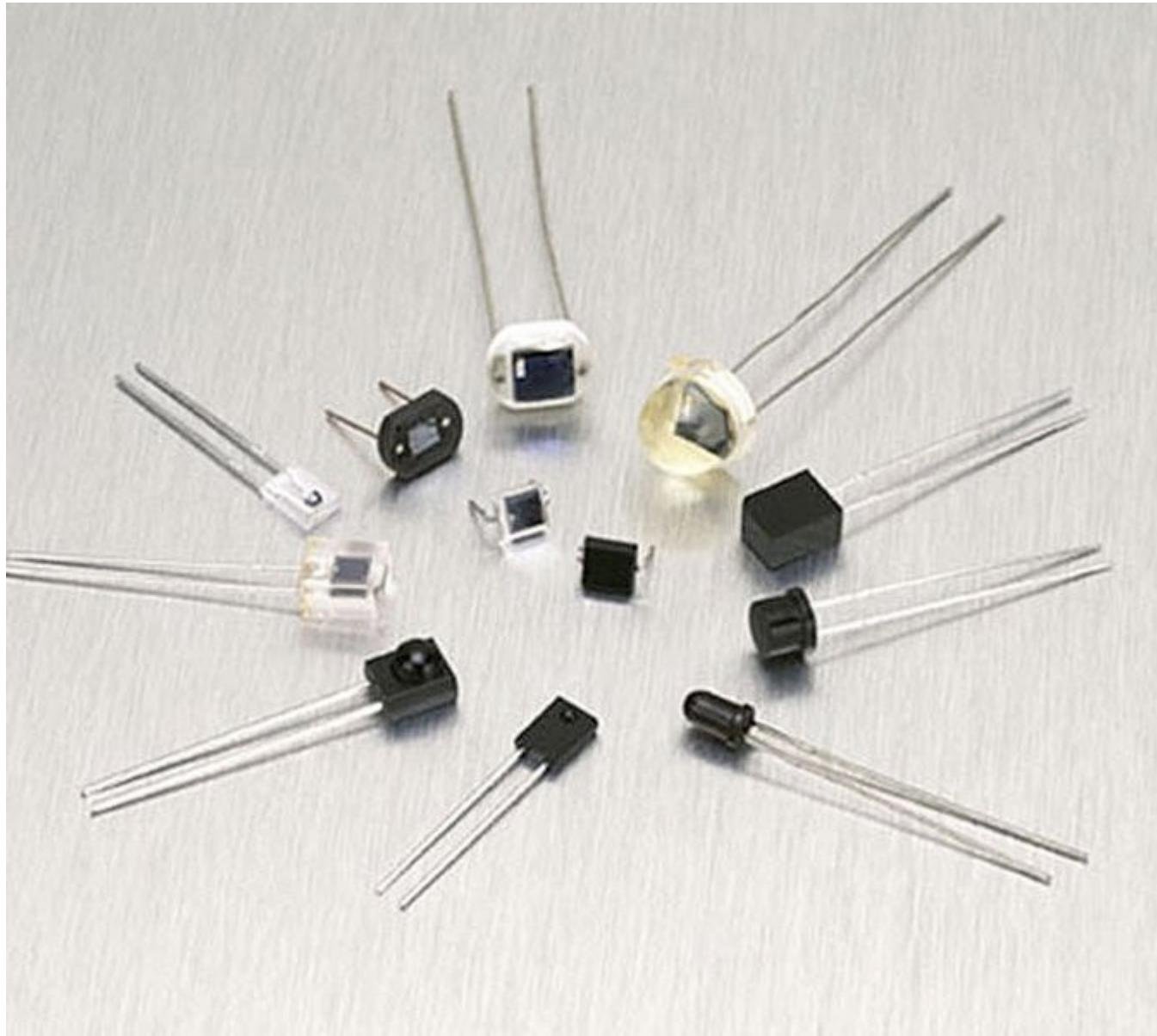


Fig. 11 - Circuito para fotodiodo.

# Dispositivos Optoeletrônicos

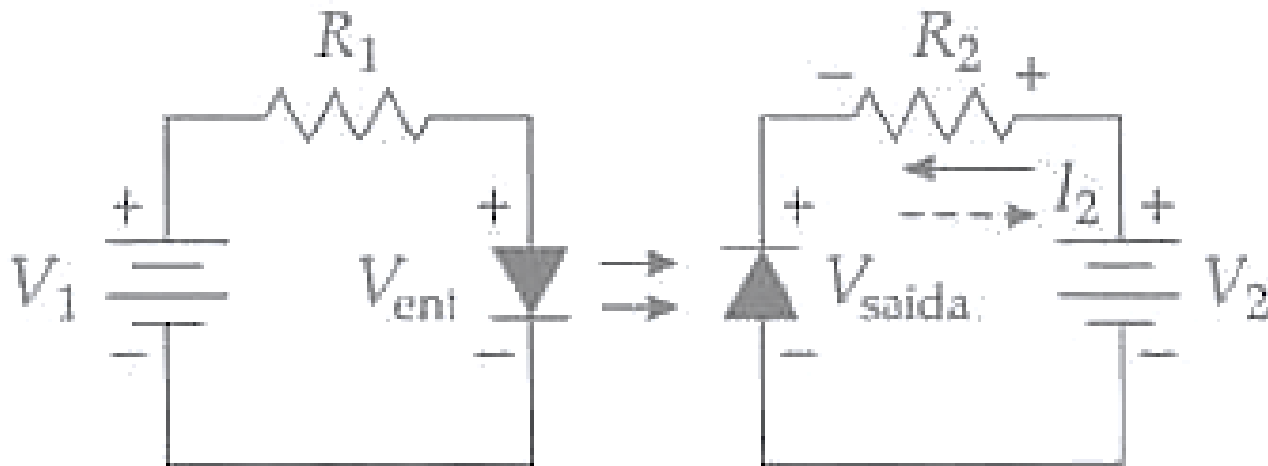




# Dispositivos Optoeletrônicos

## Acoplador Optico

Combina LED com Fotodiodo num único encapsulamento.



# Dispositivos Optoeletrônicos

A fonte de tensão estabelece corrente sobre o LED e a luz deste incide sobre o fotodiodo gerando uma corrente reversa no circuito de saída.

Essa corrente influencia na queda de tensão observada sobre o resistor  $R_2$  e conseqüentemente na tensão de saída.

# Dispositivos Optoeletrônicos

Dessa forma a variação na tensão de entrada influencia na intensidade do LED que por sua vez altera a corrente reversa no Fotodiodo e que por fim influencia na tensão de saída.

O acoplador possibilita isolamento elétrico e resistivo entre circuitos fazendo diferença quando a diferença de tensão entre os dois circuitos é alta.