

## Trabalho 2A - Circuitos com diodos

Salome Gomes, PLC, Grupo 3

26/12/2023

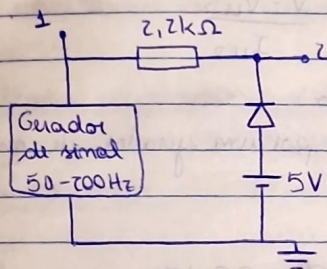
### Objetivos

- Observar os efeitos de um circuito de "clipping", constituído por 1 ou mais diodos, na forma de uma onda.
- Comparar as alterações feitas à forma ~~de~~ de um sinal elétrico por diferentes circuitos de "clipping".
- Compreender o funcionamento de um circuito com LED e outro com foto diodo, separadamente.
- Compreender a interação entre os 2 circuitos (com LED e foto diodo), que serve de base a alguns sistemas de comunicação.

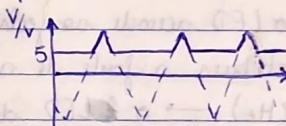
### Teoria

#### circuitos de "clipping"

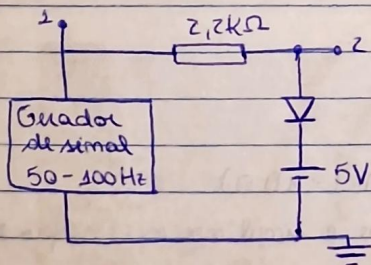
##### circuito 1



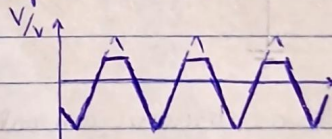
Esperamos obter:



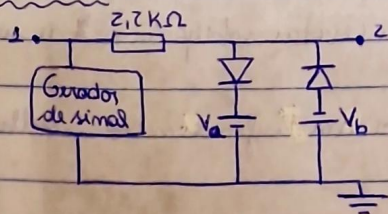
##### circuito 2



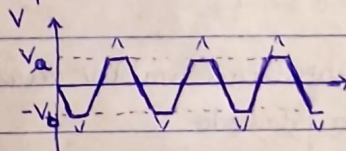
Esperamos obter:



##### circuito 3



Esperamos obter:





## Procedimento

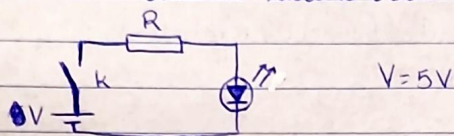
### Parte 1 - circuitos de "clipping"

- ✓ 1. Montar o circuito 1, esquematizado em "Teoria"
- ✓ 2. Observar no osciloscópio a tensão de ~~entrada~~ entrada ( $V_1$ ) e de saída ( $V_2$ ) sobrepostas
- ✓ 3. Registrar os sinais observados com uma pen ou fotografia (com atenção às escalas de tensão e tempo)
- ✓ 4. Repetir os passos anteriores para os circuitos 2 e 3

~~Repetir~~

### Parte 2 - transmissor/receptor ótico

- ✓ 1. Montar o circuito abaixo (LED vermelho)



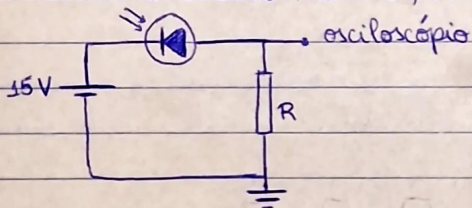
Temos de calcular o valor que deve ter  $R$  para que a corrente no LED esteja nos limites ~~indicados~~ indicados pelo fabricante

$$V_R = I_{LED} R$$

$$V = V_{LED} + V_R \Leftrightarrow RI = V - V_{LED} \Leftrightarrow R = \frac{V - V_{LED}}{I_{LED}}$$

- ✓ 2. Confirmar se o LED acende ao fechar o circuito
- ✓ 3. ~~Substituir~~ Substituir a fonte de alimentação por um gerador de onda ( $0V < V < 5V$ ;  $f = 2Hz$ )  $\rightarrow$  o LED deve piscar

- ✓ 4. Montar o circuito abaixo, com o fotodiodo ~~BPW50~~ BPW50



Nota: A resistência deverá ter um valor elevado ( $\approx 1M\Omega$ )

- ✓ 5. Ocultar a luz ambiente e confirmar que o sinal no osciloscópio varia
- ✓ 6. Aproximar o LED (transmissor) e o fotodiodo (receptor) ( $< 1cm$ )
- ✓ 7. ~~Proteger~~ Proteger o fotodiodo da luz ambiente (evitar sobreposições de sinais)

Nota: Podemos substituir um LED vermelho por um infravermelho, melhor detectado pelo fotodiodo



~~O potencial pico-a-pico  $\approx$  escolhido para o sinal de saída foi de 15V~~

### Parte 1 - circuitos

O potencial pico-a-pico escolhido para o sinal de saída foi de 15V  
Não montamos o circuito 3 por falta de tempo

### Parte 2 - transmissor/receptor ótico

Utilizando a fórmula indicada no ponto 1 e os valores típicos indicados no protocolo ( $V_{LED} \approx 1,2V$ ,  $I_{LED} \approx 20mA$  e  $I_{LED,max} = 50mA$ ), obtemos:

$$R_{min} = 76\Omega$$

$$R = 190\Omega \text{ (resistência indicada)}$$

Perante as resistências disponíveis, primeiro montamos o circuito com uma resistência de  $150\Omega$ . Esta resistência foi mantida até ao fim do procedimento

Para obter uma onda quadrada, entre 0V e 5V, no gerador de sinais selecionamos uma tensão pico-a-pico de 5V e um offset de 2,5V

### Resultados experimentais e discussão

5/3/2022

### Parte 1 - circuitos de "clipping"

#### Circuito 1

Na figura 1 ~~está~~ encontra-se o circuito montado ~~em~~ em aula.

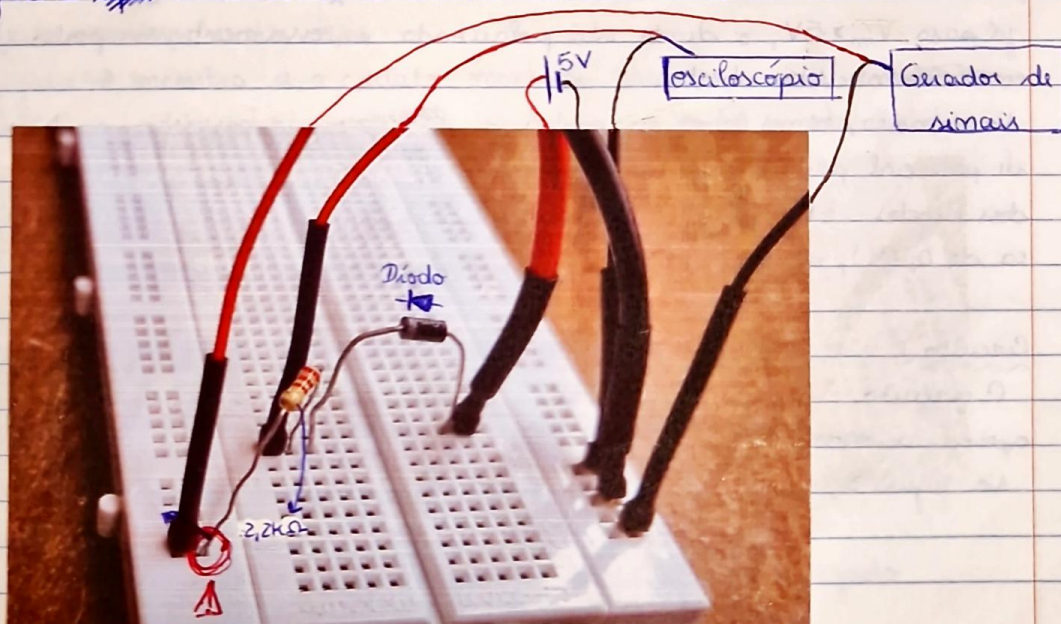


Figura 1: circuito com diódo; um dos terminais da resistência está mal ligado, mas o problema foi resolvido antes de se seguir para o passo seguinte, como indicado na figura



Para além destas ligações, há ainda uma ligação do gerador diretamente ao osciloscópio, para ~~possibilitar~~ possibilitar a ~~visualização~~ visualização do sinal original.

Na figura 2, encontra-se a imagem obtida no osciloscópio.

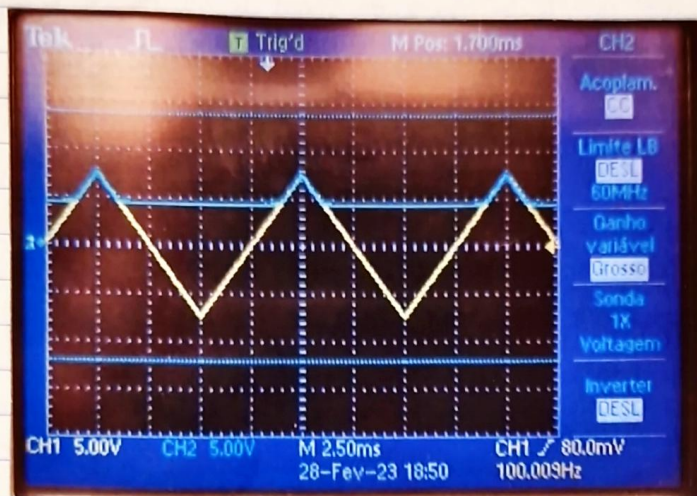


Figura 2: a amarelo encontra-se o sinal original e a azul o sinal que é obtido após ~~a~~ a passagem pelo circuito.

Podemos ver que, como previsto, quando  $V_{in} < 5V$ ,  $V_{out} = 5V$  e, quando  $V_{in} > 5V$ ,  $V_{out} = V_{in}$  (em que  $V_{in}$  é a tensão de entrada e  $V_{out}$  a de saída). Isto ocorre porque, para  $V_{in} < 5V$ , o diodo está polarizado diretamente, comportando-se como um curto-circuito. Neste caso, a diferença de potencial nos terminais da resistência será  $V_R = 5V - V_{in}$ . Já para  $V_{in} > 5V$ , o diodo está polarizado inversamente, comportando-se como um circuito aberto.

No entanto, vemos que, ao contrário ~~do~~ do previsto, a diferença de potencial para a qual há a ~~transição~~ transição entre os dois estados do diodo não é exatamente 5V, mas sim um pouco menos (cerca de 0,7V), por se tratar de um diodo de silício.

### Circuito 2

O circuito aqui montado é semelhante ao da figura 1, invertendo-se apenas a ~~montagem~~ posição do diodo.

Na figura 3, vemos novamente a imagem obtida no osciloscópio.



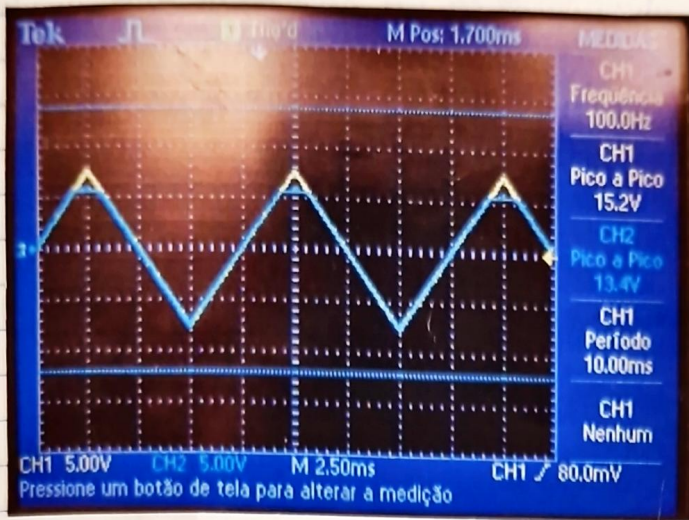


Figura 3: A amarelo encontra-se o sinal original, e a azul aquele que passou pelo circuito

Novamente, o gráfico obtido é semelhante ao previsto, com ~~uma~~ uma pequena diferença de 0,7V (desta vez a mais) ~~para além dos 5V~~ em relação ao potencial de 5V para o qual se previa a transição entre as duas polarizações do diodo.

Para este circuito, temos ~~que~~ que, para  $V_{in} < 5V$ , o diodo está polarizado inversamente, funcionando como circuito aberto, pelo que  $V_{out} = V_{in}$ . Quando  $V_{in} > 5V$ , o diodo está polarizado diretamente, funciona como um curto circuito (ou, na verdade, como uma diferença de potencial de 0,7V), portanto  $V_{out} = 5V$ .

## Parte 2 - transmissor/receptor ótico

Na figura 4a encontra-se o circuito montado para o passo 1. Em ~~4a~~ 4a. o circuito ~~encontra-se~~ encontra-se aberto, e em ~~4b~~ 4b. está fechado.

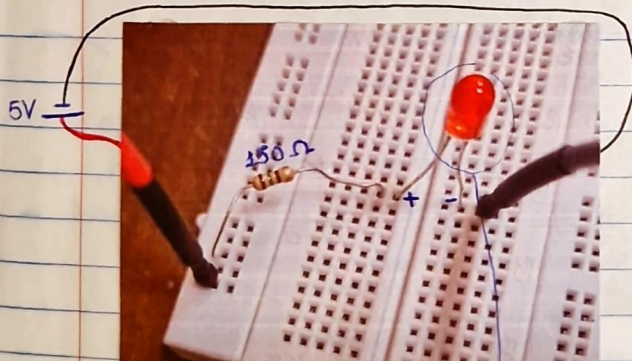


Figura 4a: circuito com LED desligado

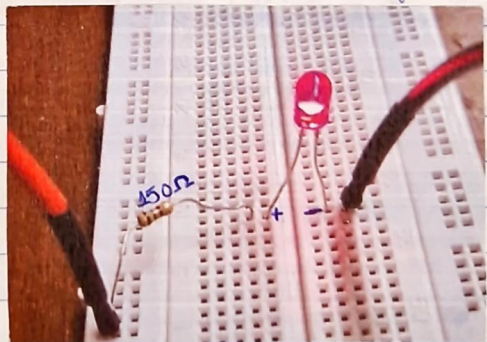


Figura 4b: circuito com LED ligado



Ao substituir a fonte de alimentação por um gerador de onda quadrada com frequência  $f = 2\text{Hz}$ , o LED ~~vermelho~~ variou entre as duas situações da figura 4 a cada cerca de  $0,25\text{s}$  (este tempo não foi medido mas sim estimado, pois  $T = \frac{1}{f} = 0,5\text{s}$ )

Na figura 5, temos o circuito montado para o passo 4.

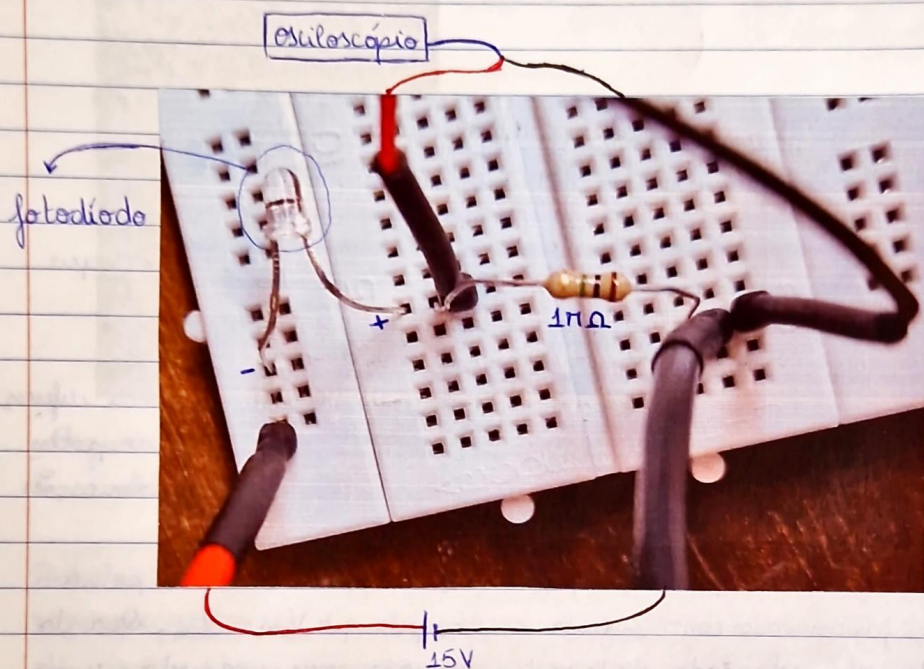


Figura 5: circuito com fotodiodo

~~No circuito da figura 4, o LED vermelho foi substituído por um LED infravermelho e a fonte de alimentação por um gerador de onda quadrada, aproximando-se este circuito ao da figura 5, como podemos ver na figura 6.~~

No circuito da figura 4, o LED vermelho foi substituído por um LED infravermelho e a fonte de alimentação por um gerador de onda quadrada, aproximando-se este circuito ao da figura 5, como podemos ver na figura 6.



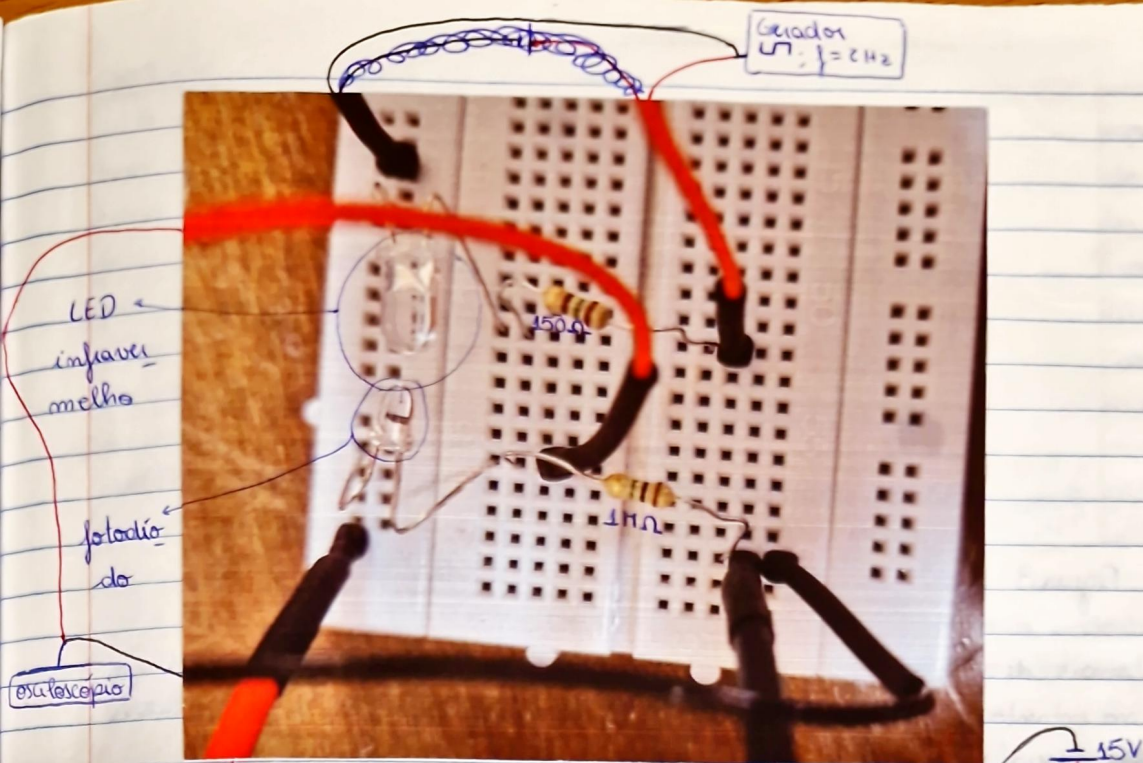


Figura 6: Quando foi tirada a fotografia, o fotodiodo estava queimado, mas foi substituído antes de ~~se~~ se proceder

A figura 7 é a imagem obtida no osciloscópio com o circuito acima, enquanto a figura 8 é obtida quando se coloca uma moeda entre o LED e o fotodiodo

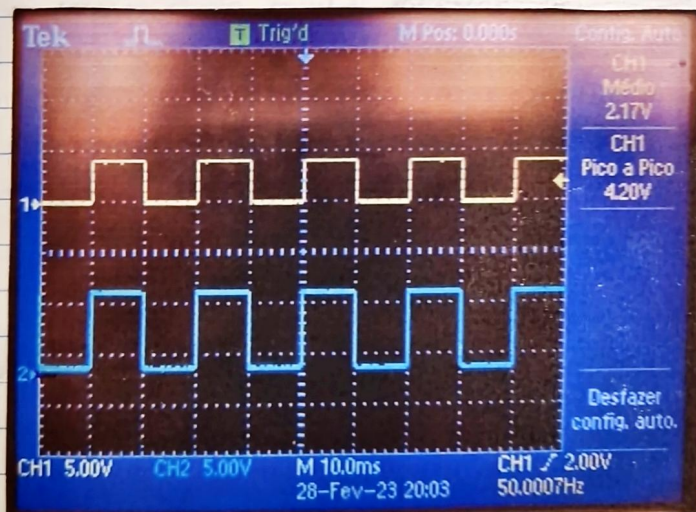


Figura 7: A amarelo é o sinal original, obtido diretamente do gerador de sinais, e a azul é o sinal obtido pelo fotodiodo



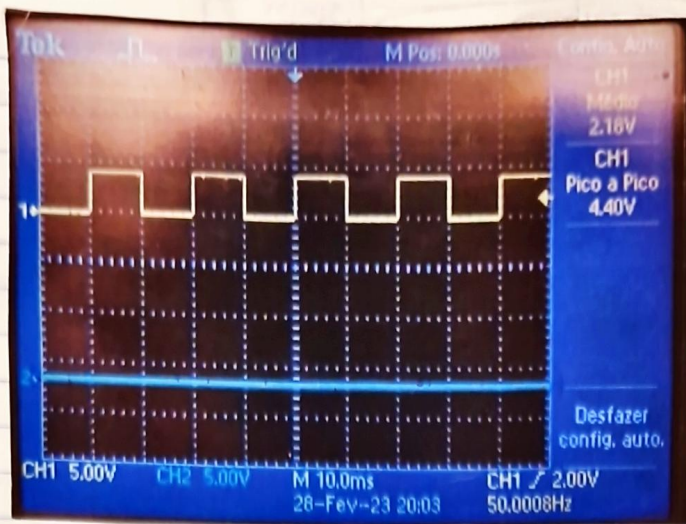


Figura 8

Os sinais deveriam encontrar-se ambos com a sua parte inferior sobreposta, no entanto alterámos a sua posição para que fosse possível ~~visualizar~~ visualizar melhor os dois sinais.

Podemos ver que, inicialmente, <sup>(figura 7)</sup> os dois sinais têm a mesma forma. ~~O sinal original é transmitido ao LED, e o~~ O sinal original, do gerador, é transmitido ao LED, que acende e apaga de acordo com ele. O fotodíodo capta a luz transmitida pelo LED, originando o sinal a azul, ~~que~~ que tem por este motivo a mesma forma que aquele que se encontra representado a amarelo. ~~Podemos ainda reparar que a~~ Podemos ainda reparar que a parte inferior da onda ~~tem uma~~ tem uma ~~potencial ligeiramente superior à terra~~ potencial ligeiramente superior à terra (indicada do lado esquerdo, pela seta junto ao "0"), quando seia de esperar que <sup>esta</sup> diferença de potencial ~~seja de 0V~~ seja 0V, como no sinal original, e que se deve à presença de luz ambiente que também é captada pelo fotodíodo.

Ao colocarmos a moeda entre o LED e o fotodíodo, (figura 8) impedimos a passagem da luz infravermelha, pelo que o fotodíodo capta apenas luz ambiente. Assim, deixamos de obter um sinal quadrado (para ~~o fotodíodo~~ o fotodíodo), e passamos a ter uma linha aproximadamente reta com uma diferença de potencial ~~um pouco~~ um pouco acima de 0V relativamente à terra.



## Conclusões

. O sinal de saída de um circuito de "clipping" ~~correspondendo ao~~ tem uma parte sobreposta com o sinal de entrada, correspondendo a um potencial constante com aproximadamente o mesmo valor da fonte de tensão usada em série com o diodo. Neste caso vemos uma diferença de aproximadamente 0,7V, por se tratar de um diodo de silício.

. A parte da onda "cortada" pelo circuito de "clipping" (acima ou abaixo do potencial da fonte de ~~tensão~~ tensão) depende da posição em que é colocado o diodo.)

~~O LED~~ O LED acende ininterruptamente quando sujeito a um sinal contínuo e pisca para um sinal quadrado.

. A tensão do sinal captado pelo fotodiodo depende da luminosidade incidente. Assim, ao captar a luz de um ~~LED~~ LED sujeito a um sinal quadrado, produz um sinal com a mesma forma.