

UNIVERSIDADE DO MINHO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS

# O Díodo Semicondutor

TRABALHO LABORATORIAL 3  
ELETRÓNICA E INSTRUMENTAÇÃO EM FÍSICA

Afonso Costeira A89636  
André Mouquinho A90129  
Miguel Godinho A89624

27 de janeiro de 2021

## 1 Sumário

Esta atividade experimental tem como objetivo analisar, um diodo semicondutor. Assim iremos cometar por montar um circuito rectificador de meia onda onde iremos mais tarde acrescentar um condensador em paralelo com a resistência. Depois iremos montar um circuito limitador e um circuito fixador onde iremos observar a mudança de polaridade da fonte de tensão. Para terminar iremos montar um circuito duplicador de tensão.

## 2 Procedimento, Resultados e Análise

Para fazer a análise de um diodo semicondutor iremos trabalhar os seguintes circuitos:

- Circuito rectificador de meia onda;
- Circuito limitador;
- Circuito fixador;
- Circuito duplicador de tensão.

Para todos os circuitos foi nos pedido que regulássemos o nosso gerador de sinais para fornecer uma onda sinusoidal de  $20 V_{pp}$  e  $500 Hz$ . Em algumas vezes fomos alterando a tensão pico a pico para que obtivéssemos o sinal no osciloscópio que pretendíamos.

## 2.1 Circuito Rectificador de Meia Onda

Primeiro, foi nos pedidos para montar o circuito da figura 1.

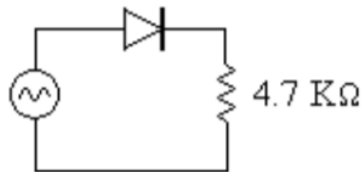


Figura 1: Circuito rectificador de meia onda.

Ligamos o gerador de sinais e observamos os sinais que nos eram apresentados no osciloscópio (Figura 2 e retiramos os valores do  $V_{in}$  e  $V_{out}$ ).

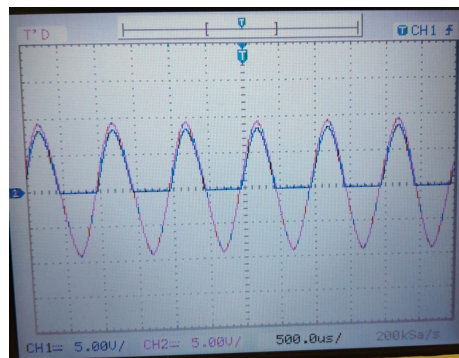


Figura 2: Sinal do osciloscópio da montagem do circuito rectificador de meia onda.

$$V_{in} = 5.00V$$

$$V_{out} = 5.00V$$

No sinal de saída, ou *out*, verificamos que o quando a voltagem de entrada ou *in* é positivo, o sinal de saída é semelhante ao de entrada, por outro lado, quando o sinal de entrada é negativo, o sinal de saída é nulo, ou seja, não tem voltagem. Estas duas correspondem com o esperado: quando a tensão de entrada é maior que tensão *turn-on* do diodo, o diodo conduz e a tensão de entrada aparece na resistência, mas quando a tensão é negativa, faz com que o diodo não conduza e não exista corrente na resistência.

De seguida, foi nos pedido que coloquemos um condensador de  $0.47 \mu F$  em paralelo com a resistência e para, novamente, retirarmos os valores de  $V_{in}$  e  $V_{out}$  e observarmos o novo sinal (figura 3).

$$V_{in} = 5.00V$$

$$V_{out} = 5.00V$$

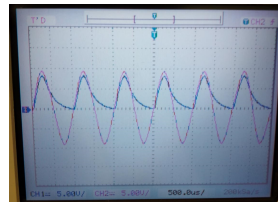


Figura 3: Sinal do osciloscópio da montagem do circuito retificador de meia onda com condensador.

Ao adicionarmos um condensador este vai ser carregado enquanto o díodo estiver a fluir e mantém a tensão de saída quando o díodo é desligado, fornecendo corrente para a carga. Esta corrente descarrega gradualmente o condensador, provocando a tensão de saída a decair.

## 2.2 Circuito Limitador

Para este circuito foi nos pedido inicialmente que fizéssemos a montagem da figura 4.

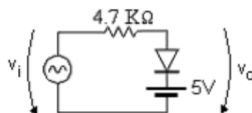


Figura 4: Circuito limitador.

Após o circuito montado, ligamos o gerador de sinal, regulamos e observamos o sinal que se encontrava no osciloscópio. Esse mesmo sinal encontra-se na figura 5. Ainda nos foi pedido para retirarmos os valores de  $V_i$  e  $V_o$ .

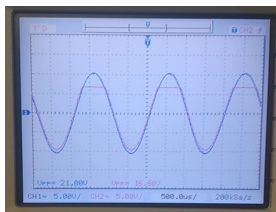


Figura 5: Sinal do circuito Limitador.

$$V_i = 21,0 \text{ V}$$

$$V_o = 16,4 \text{ V}$$

Aqui observamos que o diodo tem um trabalho, como diz no nome da montagem, de limitador.

Neste caso temos uma montagem limitador positivo em que quando a tensão do sinal de entrada é negativa, o diodo fica reversamente polarizado, ou seja, funciona como um circuito aberto, fazendo com que a tensão do sinal de saída seja igual à tensão do sinal de entrada. Se a tensão do sinal de entrada é positiva e menor que a tensão da fonte de 5 V, o diodo permanece polarizado reversamente e, portanto, a tensão do sinal de saída continua sendo igual à tensão do sinal de entrada. No entanto, se a tensão do sinal de entrada é positiva e maior que a tensão da fonte de 5 V, o diodo fica diretamente polarizado, comportando-se como um condutor, fazendo com que a tensão de saída fique limitada ao valor da fonte de tensão.

De seguida, invertermos a polaridade da fonte de tensão de 5 V e repetirmos o mesmo que foi feito anteriormente (observar o sinal no osciloscópio (figura 6) e retirar o  $V_i$  e  $V_o$ ).

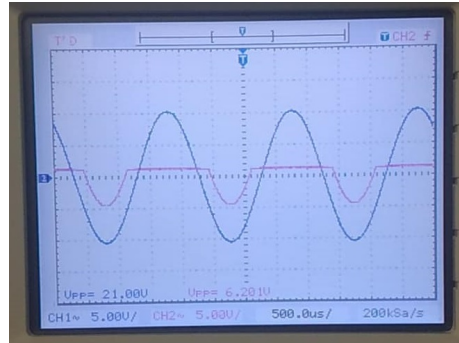


Figura 6: Sinal do circuito limitador com polaridade inversa na fonte de tensão de 5 V.

$$V_i = 21,00 \text{ V}$$

$$V_o = 6,201 \text{ V}$$

Novamente, verificamos o trabalho de limitador do díodo.

Quando a tensão do sinal de entrada é negativa e inferior ou igual à fonte de tensão inversamente polarizada, isto é,  $-5 \text{ V}$ , o díodo fica reversamente polarizado, ou seja, funciona como um circuito aberto, fazendo com que a tensão do sinal de saída seja igual à tensão do sinal de entrada. No entanto, se a tensão do sinal de entrada é maior que  $-5 \text{ V}$ , o díodo fica diretamente polarizado, comportando-se como um condutor, fazendo com que a tensão de saída fique limitada ao valor da fonte de tensão.

Na imagem do sinal não se consegue verificar muito bem esse acontecimento, porque quando temos a comparação entre os dois o sinal de saída aparente estar limitado na parte positiva da tensão do sinal de entrada. Isto é somente a escolha de referencial para o sinal de saída coincidir a limitação na parte positiva e nada mais que isso.

Para terminar, foi nos pedido para inverter o díodo. Sendo assim nós fizemos um com a fonte de tensão invertida juntamente com o díodo, fig 7, e outro só com o díodo, fig 8. Retiramos a tensão pico a pico para cada.

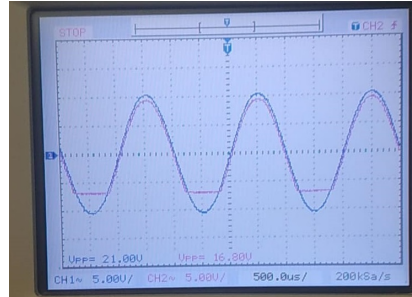


Figura 7: Sinal do circuito limitador com polaridade inversa na fonte de tensão de 5 V e no díodo.

$$V_i = 21,00 \text{ V}$$

$$V_o = 16,00 \text{ V}$$

Nesta caso temos uma montagem limitador negativo. Tanto as tensões de entrada positivas quanto as negativas menores que  $(-5 \text{ V})$  polarizam o díodo reversamente, fazendo com que a tensão de saída seja igual à de entrada. Por outro lado, para tensões de entrada negativas maiores que  $-5 \text{ V}$ , a tensão de saída permanece igual à fonte de tensão polarizada.



Figura 8: Sinal do circuito limitador com polaridade inversa no díodo.

Na ultima montagem do circuito limitador, temos que quando as tensões de entrada são inferiores à fonte de tensão (aqui não polarizada) o díodo fica diretamente polarizado, comportando-se como um condutor, fazendo com que a tensão de saída fique limitada ao valor da fonte de tensão. Quando a tensão de entrada é superior à fonte de tensão o díodo polariza reversamente, fazendo com que a tensão de saída seja igual à de entrada.

## 2.3 Circuito Fixador

Primeiramente, nesta montagem, montamos o circuito da figura 9.

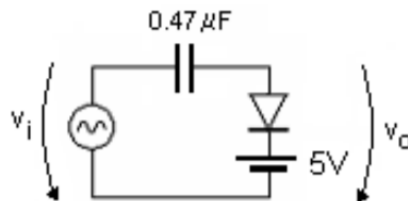


Figura 9: Circuito fixador.

Ligamos o gerador, regulamos o sinal, retiramos os valores de  $V_i$  e  $V_o$  e observamos o sinal no osciloscópio, figura 2.3 .

$$V_i = 21,20 \text{ V}$$

$$V_o = 21,20 \text{ V}$$

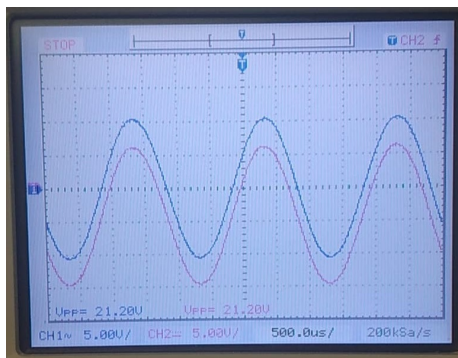


Figura 10: Sinal do circuito fixador.

Aqui é possível verificar que o circuito fixador tem como objetivo conservar o sinal e a sua tensão pico a pico com a ajuda do condensador. Pelo montagem anterior sabemos que se a tensão do sinal de entrada é positiva e maior que a tensão da fonte de  $5 \text{ V}$ , o diodo fica diretamente polarizado, comportando-se como um condutor, fazendo com que a tensão de saída fique limitada ao valor da fonte de tensão. Então aqui o que acontece é que ao colocar-mos um condensador em vez de uma resistência ele vai conservar o sinal mudando o seu máximo para o limite que é posto pela fonte de tensão e aumentando o "máximo" da parte negativa para que a tensão pico a pico se conserve (tal como verificamos).



De novo, foi nos pedido para invertemos a polaridade da função de tensão e fazermos o mesmo.

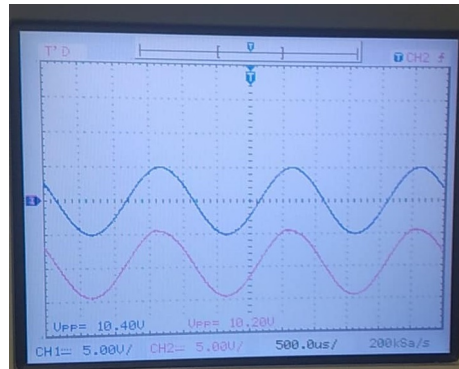


Figura 11: Sinal do circuito fixador com polaridade inversa na fonte de tensão 5 V.

$$V_i = 10,40 \text{ V}$$

$$V_o = 10,20 \text{ V}$$

Aqui verificamos efeito semelhante ao do circuito anterior só que, como o díodo só fica reversamente polarizado, isto é, deixa passar tensão para tensões inferiores a  $-5 \text{ V}$ , só temos a recuperação do sinal de entrada com o pico "positivo" máximo de  $-5 \text{ V}$ .

Para terminar esta montagem, foi-nos pedido o mesmo que a montagem anterior: inverter o diodo. Sendo assim, novamente, nós fizemos um com a fonte de tensão invertida juntamente com o diodo, fig 12, e outro só com o diodo, fig 13. Retiramos a tensão pico a pico para cada.

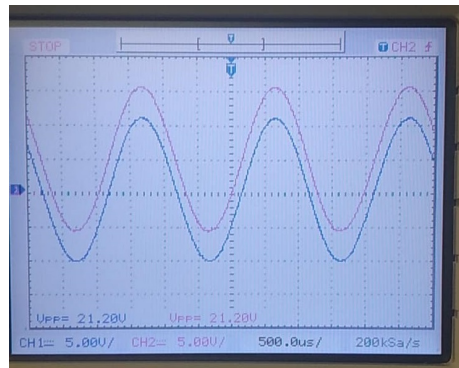


Figura 12: Sinal do circuito fixador com polaridade inversa na fonte de tensão de 5 V e no diodo.

$$V_i = 21,20 \text{ V}$$

$$V_o = 21,20 \text{ V}$$

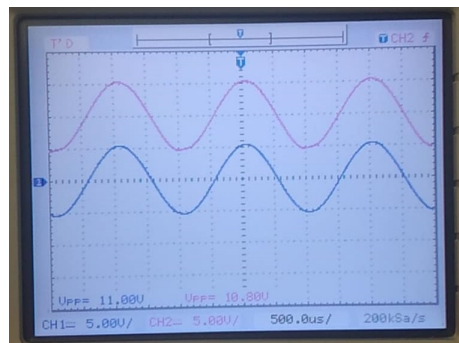


Figura 13: Sinal do circuito fixador com polaridade inversa no diodo.

$$V_i = 11,00 \text{ V}$$

$$V_o = 10,80 \text{ V}$$

O que já se viu nas duas primeiras montagens do circuito fixador vê-se nestas duas ultimas só que de forma simétrica. Esta simetria é explicada no circuito limitador, sem valer a pena vol tar a explicar.

## 2.4 Circuito Duplicador de Tensão

Chegamos então ao ultimo circuito a estudar. Neste circuito, foi nos pedido para montar o circuito da figura 14.

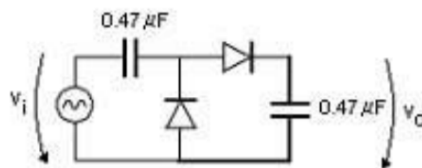


Figura 14: Circuito duplicador de tensão.

E para finalizar a experiência é-nos pedido para observar o sinal no osciloscópio, figura 2.4, e retirar os valores de  $V_i$  e  $V_o$ .

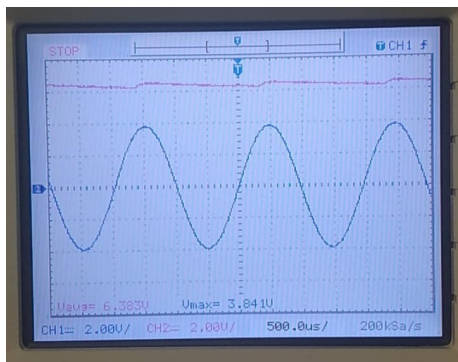


Figura 15: Sinal do circuito duplicador de tensão.

$$V_i = 3,841 \text{ V}$$

$$V_o = 6.383 \text{ V}$$

Tal como indica no nome, esta montagem tem como objetivo duplicar a tensão de origem. Podemos verificar que, aproximadamente, conseguimos obter o esperado através dos valores obtidos de tensão pico a pico de entrada e saída.

Neste circuito que temos a acontecer é, primeiramente, a entrada tem uma tensão de corrente alternada é negativa, o primeiro diodo D1 (o que se encontra mais perto do gerador) conduz e começa a carregar o condensador C1 (o mais perto do gerador). Durante o próximo meio-ciclo, o sinal de entrada tem uma tensão positiva e o diodo D1 é polarizado reversamente e, portanto, não conduz e o diodo D2 (o mais longe do gerador) passa a conduzir e C1 e o gerador de sinal transferem as cargas para o condensador C2 (o mais longe do gerador de

sinal), estas cargas transferidas são dobradas, pois a tensão resultante no nó de C1 é a tensão acumulada em C1 somada a tensão de entrada. Isso forma a tensão de saída da montagem.

### 3 Conclusão

Este trabalhou procurar verificar o que acontece em 4 circuitos diferentes:

- Circuito retificador de meia onda;
- Circuito limitador;
- Circuito fixador;
- Circuito duplicador de tensão.

Em cada circuito ainda fomos experimentar diferentes tipos de montagens para verificar corretamente o uso do díodo. Em todas elas conseguimos conseguimos obter os sinais e valores esperados.