

**Universidade Estadual de Campinas**  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

**EE534** (Laboratório de Eletrônica Básica I)

Prof. Bruno Sanches Masiero , Prof. Fernando Ortolano e Monitor  
João Victor Gomes Carneiro

Nome	Henrique Parede De Souza	R.A.	260497
Nome	Mateus De Lima Almeida	R.A.	242827
Nome	Victor Hoshikawa Satoh	R.A.	260711

Data da realização do experimento	28/08/2025	Turma	X	Bancada	4
-----------------------------------	------------	-------	---	---------	---

**OBSERVAÇÕES IMPORTANTES**

- Apenas os locais hachurados devem ser preenchidos;
- Este relatório deve ser enviado pelo Classroom;
- Apenas um participante de cada grupo deve enviar o relatório.

## **Experimento II – Diodos**

### **1. Objetivos**

- Caracterizar diodos semicondutores;
- Familiarizar com os principais parâmetros dos diodos;
- Realizar alguns circuitos com diodos.

### **2. Componentes**

6 diodos da família 1N400X;  
2 diodos 1N4148;  
capacitor eletrolítico: **1 × 100 µF**;  
resistores (1/4W): **3 × 10 kΩ**, **1 × 1 kΩ**,  
resistor de potência: **1 × 220Ω/5W**, **1 × 100 Ω/5W**.

### **3. Parte Experimental**

#### **3.1. Curva ( $V$ versus $I$ ) do diodo**

- 3.1.1. Para estimar a curva do  $V$  versus  $I$  do diodo, vamos utilizar o esquemático da Figura 1, com um resistor fixo, um diodo e uma fonte de tensão CC ajustável.

Dimensione  $R$  e  $V$  para que a corrente do diodo varie de 0,1 mA até 100 mA.  
Defina o intervalo de tensão a ser utilizado na fonte.

#### Observação:

1. Use mais de um resistor para ampliar a quantidade de pontos. Por exemplo, usando dois resistores, um pode ser utilizado para correntes mais baixas (alta resistência) e outro para correntes mais altas (baixa resistência).
2. Não esqueça de considerar a potência dissipada pelos resistores para a sua escolha.

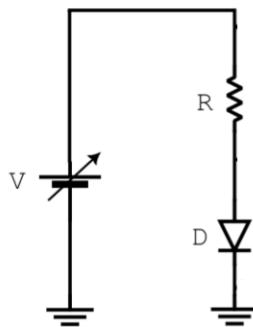


Figura 1. Circuito Fonte-Resistor-Diodo.

Resistores =  $220\Omega$  -  $10k\Omega$   
Tensão = 2V - 20V

- 3.1.2. Monte o circuito da Figura 1, utilizando os resistores dimensionados na questão anterior e o diodo 1N4148. Varie a fonte  $V_{in}$ , com intervalos de no máximo 2V. Troque o resistor  $R$ , se necessário.

#### Observações:

- Meça a tensão da fonte utilizando o **multímetro**;
- Meça a corrente a partir da tensão no resistor:  $I_D = \frac{V_{IN} - V_D}{R}$ ;
- Aumente a densidade de pontos próximo da tensão de joelho (pode aumentar o número de pontos na tabela abaixo, se necessário).

$V_{IN}$	$V_D$	$I_D$ ( $R = 10k\Omega$ )
2V	518mV	0.15mA
4V	556mV	0.34mA
5.9V	577mV	0.53mA
8V	593mV	0.74mA

10V	604mV	0.94mA
12V	614mV	1.14mA
14V	622mV	1.34mA
16V	630mV	1.54mA
18V	635mV	1.74mA
20V	641mV	1.94mA

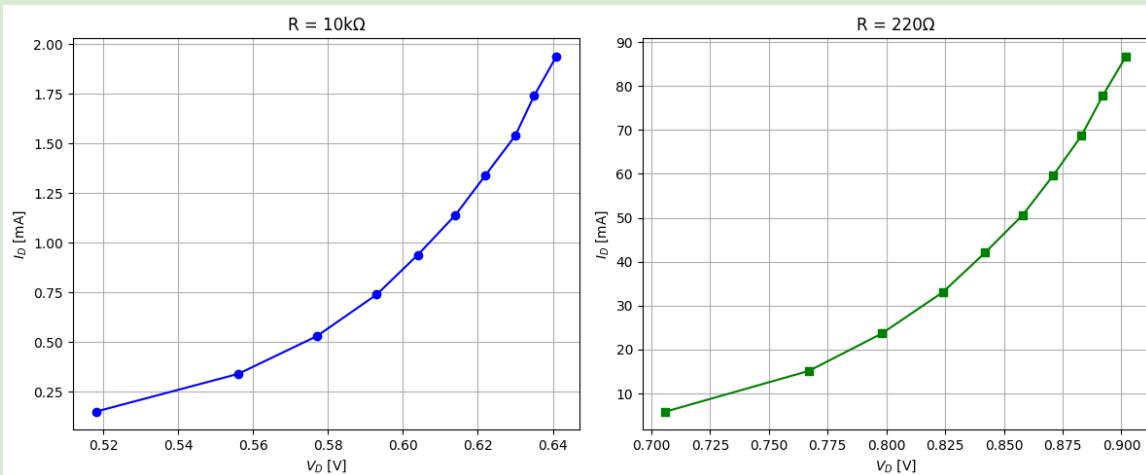
$V_{IN}$	$V_D$	$I_D$ ( $R = 220\Omega$ )
2V	706mV	5.88mA
4.1V	767mV	15.15mA
6V	798mV	23.65mA
8.1V	824mV	33.07mA
10.1V	842mV	42.08mA
12V	858mV	50.65mA
14V	871mV	59.68mA
16V	883mV	68.71mA
18V	892mV	77.76mA
20V	902mV	86.8mA

3.1.3. Qual a faixa de corrente utilizada no seu experimento?

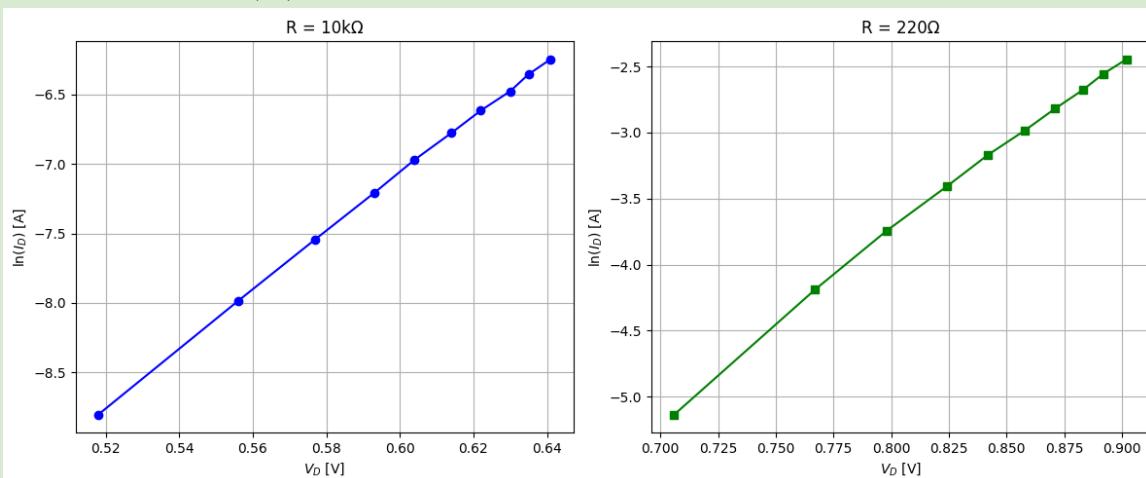
$I_{Dmin}$	$I_{Dmax}$
0.14mA	86.8mA

3.1.4. Trace a curva ( $V_D$  versus  $I_D$ ). Faça a extração necessária indicando as não idealidades desta curva. Comente.

### Curva $V_D$ versus $I_D$



### Curva $V_D$ versus $\ln(I_D)$



Observe a figura abaixo e faça um comentário sobre o resultado obtido experimentalmente

A partir das observações experimentais e das curvas apresentadas, podemos inferir que de fato o diodo apresenta comportamento exponencial, evidenciada pela tendência da curva  $V_D$  x  $I_D$ . Além disso, ao colocarmos o eixo da corrente em escala logarítmica, observamos um comportamento linear, corroborando a tese de que a curva original do diodo é uma exponencial. Uma limitação importante no experimento realizado pode ser observada ao compararmos os resultados com o gráfico de exemplo: não foi possível visualizar a mudança de tendência na curva logarítmica através dos dados coletados.

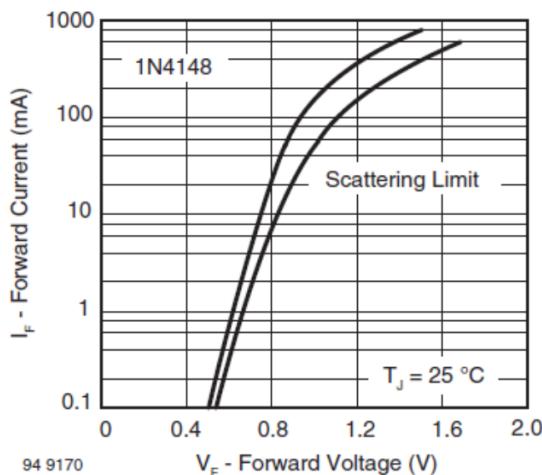


Fig. 2 - Forward Current vs. Forward Voltage

### 3.2. Circuitos retificadores

#### 3.2.1. Retificador de meia-onda

Monte o retificador de meia onda que é mostrado na Figura 3. Substitua o transformador na entrada pelo gerador de sinais, usando uma saída senoidal,  $10 \text{ V}_{pp}$ ,  $V_{offset} = 0\text{V}$ , 60 Hz.

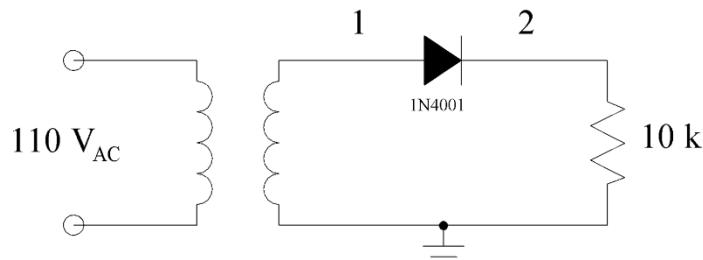
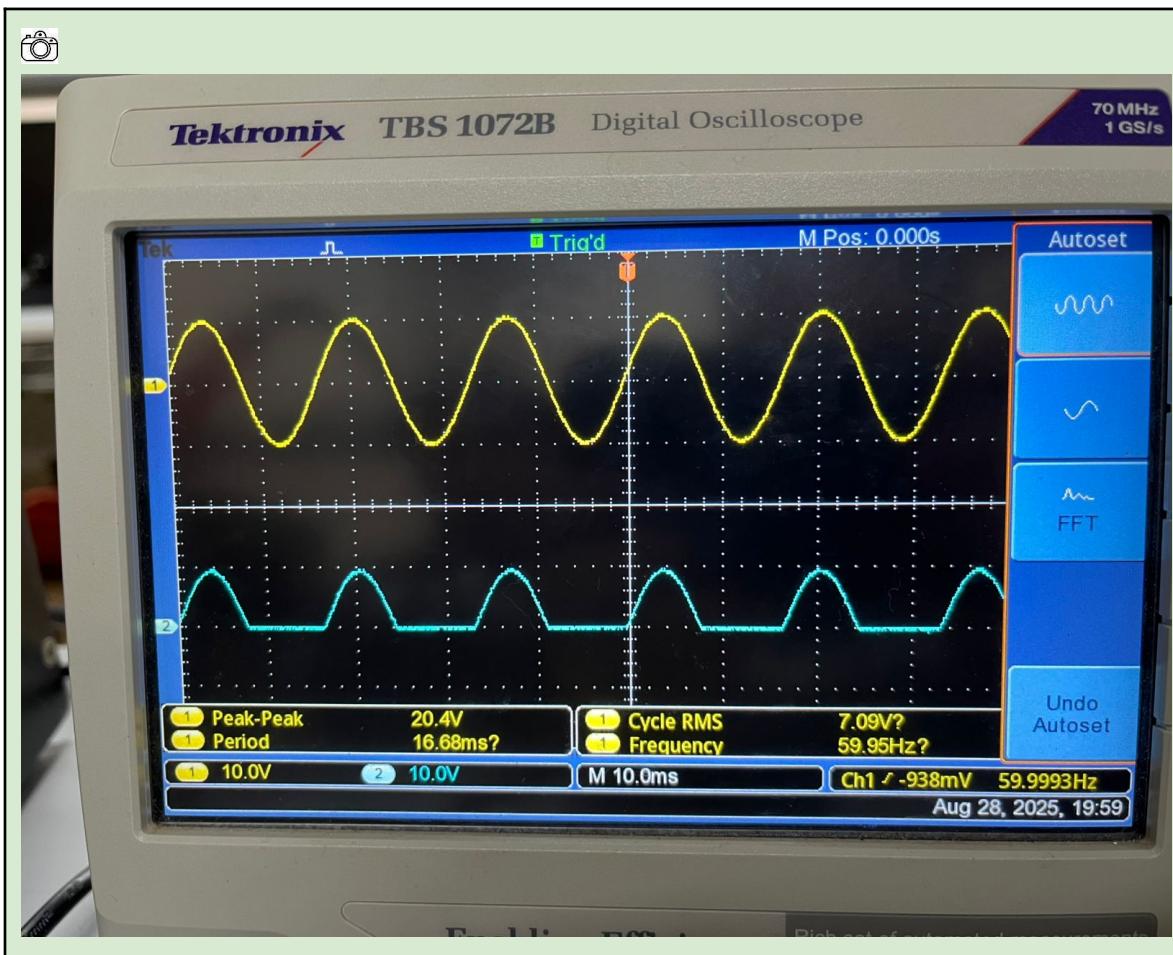


Figura 3. Circuito retificador de meia onda.

Imprima digitalmente ou fotografe as formas de onda dos nós 1 e 2 do circuito (use o acoplamento D.C. no osciloscópio).



Registre para cada forma de onda o valor mínimo, máximo e médio.

	$V_{\min}$	$V_{\max}$	$V_{\text{méd}}$
nó (1)	-10.4V	10.4V	-5mV
nó (2)	-400mV	9.60V	2.94V

Explique o funcionamento do circuito e compare com os resultados teóricos esperados.

Explicação e comparação: O circuito em teoria deve passar o sinal positivo e a parte do sinal negativo, não deixar passar. Conseguimos observar esse padrão, sendo o sinal amarelo o de entrada e o azul de saída. Olhando para os valores, em tese deveria ser medido o mesmo Vmax e Vmin = 0 no nó 2. Contudo, observamos valores muito próximos disso, muito provavelmente proveniente de imprecisões nas medidas. Portanto, o resultado obtido reflete o modelo teórico, com pequenas ressalvas.

### 3.2.2. Retificador de onda-completa tipo Ponte

Monte o retificador de onda completa que é mostrado na Figura 4. Novamente, substitua o transformador na entrada pelo gerador de sinais, usando uma saída senoidal,  $10 V_{pp}$ ,  $V_{offset} = 0V$ , 60 Hz.

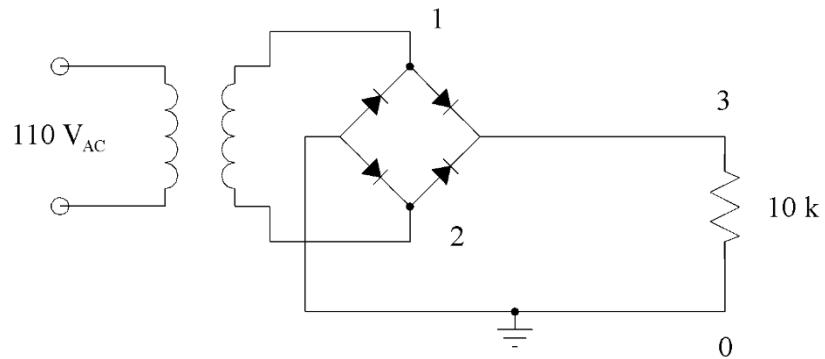


Figura 4: Circuito retificador de onda completa.

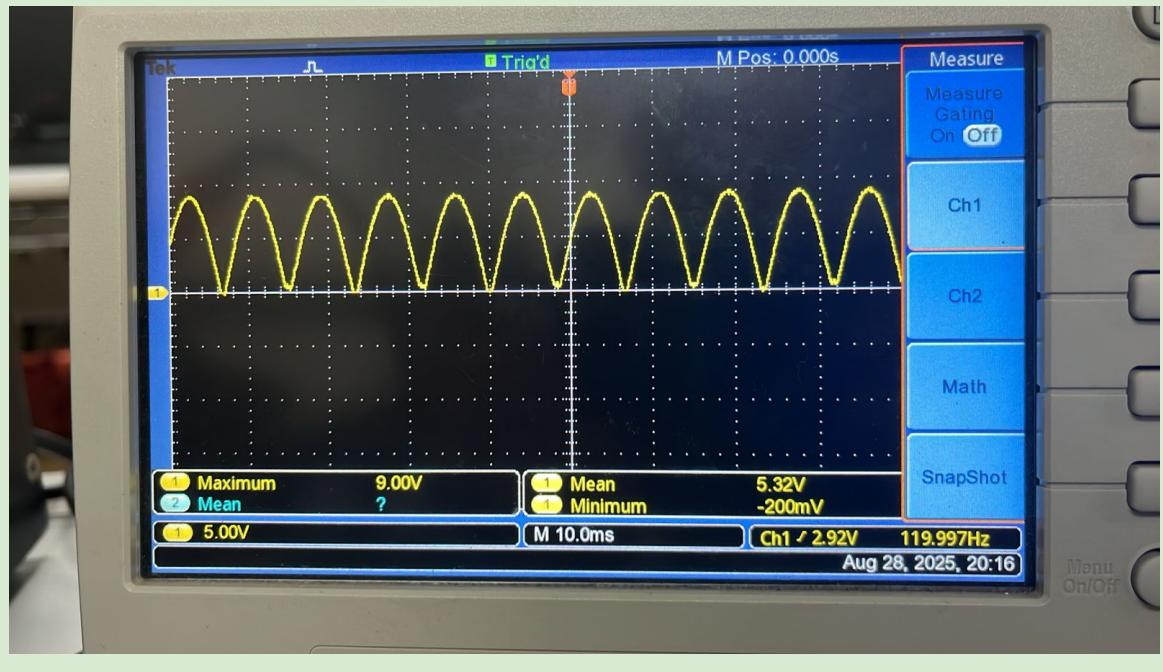
Imprima digitalmente ou fotografe as formas de onda dos nós 1, 2 e 3 do circuito.



2



3



Registre para cada forma de onda o valor mínimo, máximo e médio.

	$V_{\min}$	$V_{\max}$	$V_{\text{méd}}$
nó (1)	-800mV	9.6V	2.66V

nó (2)	-800mV	9.6V	2.64V
nó (3)	-200mV	9V	5.32V

Explique o funcionamento do circuito e compare com os resultados teóricos esperados.

Explicação e comparação: O circuito por meio de uma ponte de diodos consegue aproveitar os dois semicírculos da fonte. No semicírculo positivo, a parte positiva do sinal passa pelo nós 1 devido ao diodo diretamente polarizado. No semicírculo negativo, o nó 2 está positivo em relação ao 2, com os diodos, passa somente o sinal positivo, porém com uma defasagem de 180°. Como a corrente sempre flui no mesmo sentido, a carga percebe a sobreposição desses sinais.

- Na imagem 1, medimos o sinal no nó 1 e apresenta exatamente o esperado;
- Na imagem 2, medimos o sinal no nó 2 e apresenta o esperado, porém pela imagem não é possível perceber a defasagem no sinal;
- Na imagem 3, temos a sobreposição dos sinais, indicando que o sinal 2 está de fato defasado em relação ao 1.

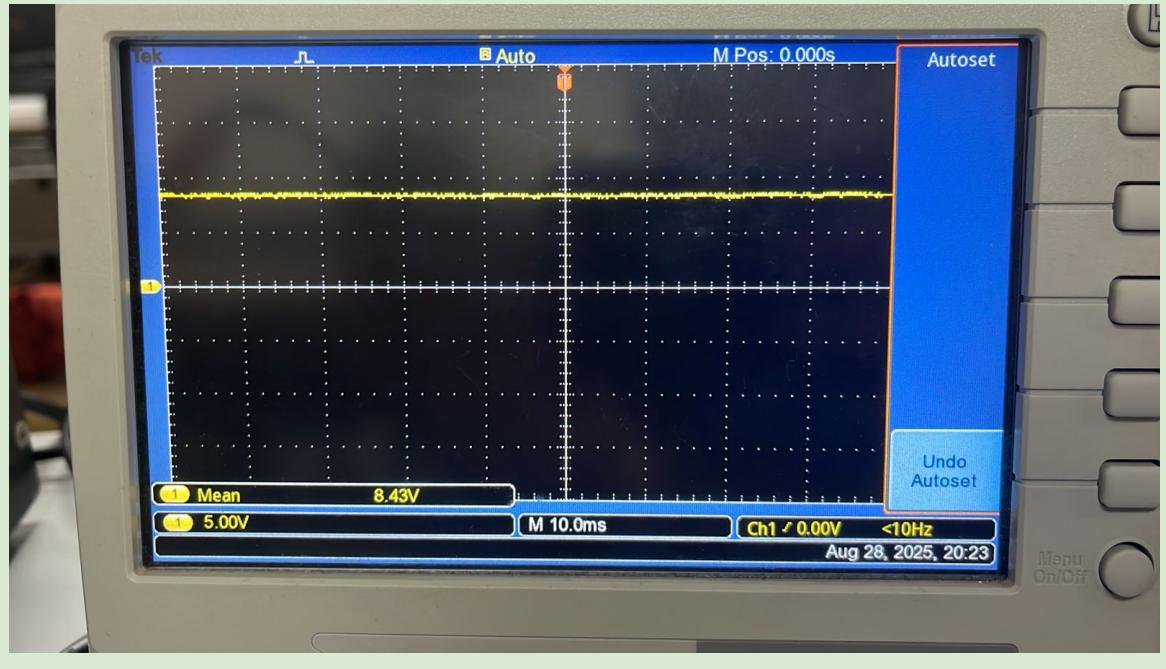
Olhando pros resultados numéricos, obtemos números muito próximos ao real, essas mínimas diferenças podem ser explicadas por imprecisões nas medições, erros intrínsecos às ferramentas, oscilações no gerador de sinais e variáveis desprezadas no modelo teórico como a temperatura do circuito e resistência de fios.

Compare os circuitos mostrados nas figuras 3 e 4.

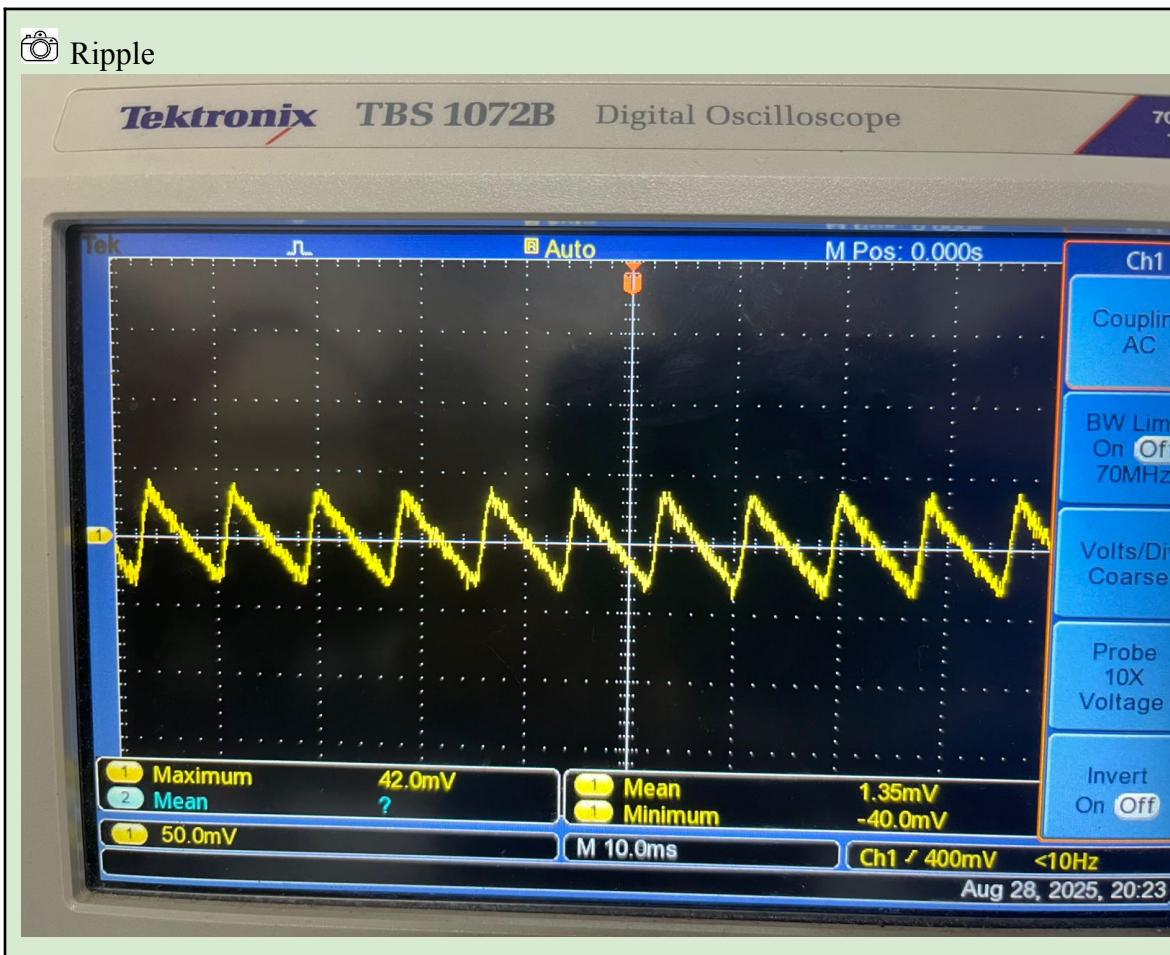
Comparação: O circuito da figura 3, apresenta um retificador de meia onda, aproveitando apenas o semicírculo positivo da fonte, já o circuito da figura 3, através da ponte de diodos consegue aproveitar o sinal que medido no nó 1 aparecia como negativo por questões de referência. Em relação ao nó 2 ele aparece como positivo. A ponte de diodos permite aproveitar essa parte do sinal assim fornecendo energia de forma mais constante o que permite a aplicação em diversos contextos do mundo real.

**3.2.4** Com o objetivo de montar uma fonte de tensão DC não regulada, inclua um capacitor eletrolítico de 100  $\mu\text{F}$  entre os nós 3 e 0 da Figura 4. OBS: Fique atento à correta polaridade do capacitor eletrolítico. Imprima a forma de onda do nó 3. Para vizualizar o Ripple (oscilação residual) use acoplamento AC e aumente a escala de tensão.

 Saída



Ripple



Compare com o valor teórico esperado.

Comparação: Com a inclusão do capacitor de  $100 \mu\text{F}$ , observou-se a redução do ripple e a aproximação da saída a uma tensão contínua, conforme previsto teoricamente. As pequenas diferenças em relação ao modelo ideal podem ser explicadas por tolerâncias do capacitor, resistência interna dos componentes e imprecisões de medição.

#### 4. Conclusão:

Resposta: A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que os diodos apresentaram comportamento coerente com o modelo teórico (evidenciado pela curva exponencial da relação  $\text{Id} \times \text{Vd}$  e pela linearidade da escala logarítmica).

Em ambos os circuitos retificadores, os sinais medidos corresponderam ao funcionamento esperado, com pequenas discrepâncias que podem ser atribuídas a imprecisões experimentais, limitações dos equipamentos de medição e fatores práticos, como resistência dos fios e variação de temperatura.

Ao incluir o capacitor eletrolítico no retificador de onda completa, foi possível observar a redução do ripple e a aproximação do sinal a uma tensão contínua, confirmando a teoria sobre o funcionamento de fontes DC não reguladas.

Considerando os resultados obtidos e a análise realizada, é possível avaliar que os objetivos foram alcançados com êxito, permitindo compreender tanto as características individuais dos diodos quanto suas aplicações em circuitos retificadores.

## 5. Bibliografia

- A. S. Sedra, K.C.Smith, Microeletrônica, Makron Books Ltda.
- B. Razavi, Fundamentos de Microeletrônica, LTC.