RELATÓRIO DE ELETRÔNICA 1

Experimento 1: Traçador de Curvas V x I

Eduardo Kalleb

Franciellen Thurler Freire Allemão

Sergio Pedro Rodrigues Oliveira

Victor Hugo Queiroz

30 setembro 2023

Table of Contents

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Experimento

## 1.2 Teoria

# 2 OBJETIVO

* Implementar um traçador de curvas para dispositivos de 2 terminais.
* Obter as curvas caraterísticas de vários tipos de componentes, com especial ênfase em diodos.

# 3 LISTA DE MATERIAIS

Lista de materiais

| Materiais | QTD |
| --- | --- |
| Fonte de tensão de 15 Voltz | 1 |
| Osciloscópio | 1 |
| Multímetro de bancada | 1 |
| Jumpers | 4 |
| Protoboard | 1 |
| Resistências de 2K Ohm | 2 |
| Diodo de silício | 1 |
| Diodo zener | 1 |
| *Software* de simulação de circuitos eletrônicos: LTSpice | 1 |

# 4 DESENVOLVIMENTO

## 4.1 Descrição do experimento

O laboratório de Eletrônica 1 foi conduzido com o objetivo de familiarizar os alunos com o uso do Traçador de Curvas , para dispositivos de 2 terminais, um instrumento fundamental para o estudo e caracterização de componentes eletrônicos, como resistores e diodos. O experimento visa analisar as relações entre a tensão (V) aplicada a um componente e a corrente (I) que flui através dele. Onde o principal componente utilizado foi o diodo.

Sendo assim, foi montado pelo grupo um traçador de curvas na protoboard, como mostra a figura . A partir dele foram testadas 11 combinações diferentes, com diodo, diodo zener, resistores e sem componentes (circuito em curto e aberto).

Verificamos se o Traçador de Curvas estava devidamente conectado à fonte de alimentação e ao multímetro. Certificamo-nos de que todos os cabos estavam corretamente encaixados e seguros.

Conectamos o componente eletrônico aos terminais de teste do Traçador de Curvas . Com o osciloscópio digital no modo XY e as escalas adequadas, plotamos os dados gráficamente, com a tensão no eixo X e a corrente no eixo Y.

Analisamos a curva obtida para extrair informações sobre o comportamento do componente testado.

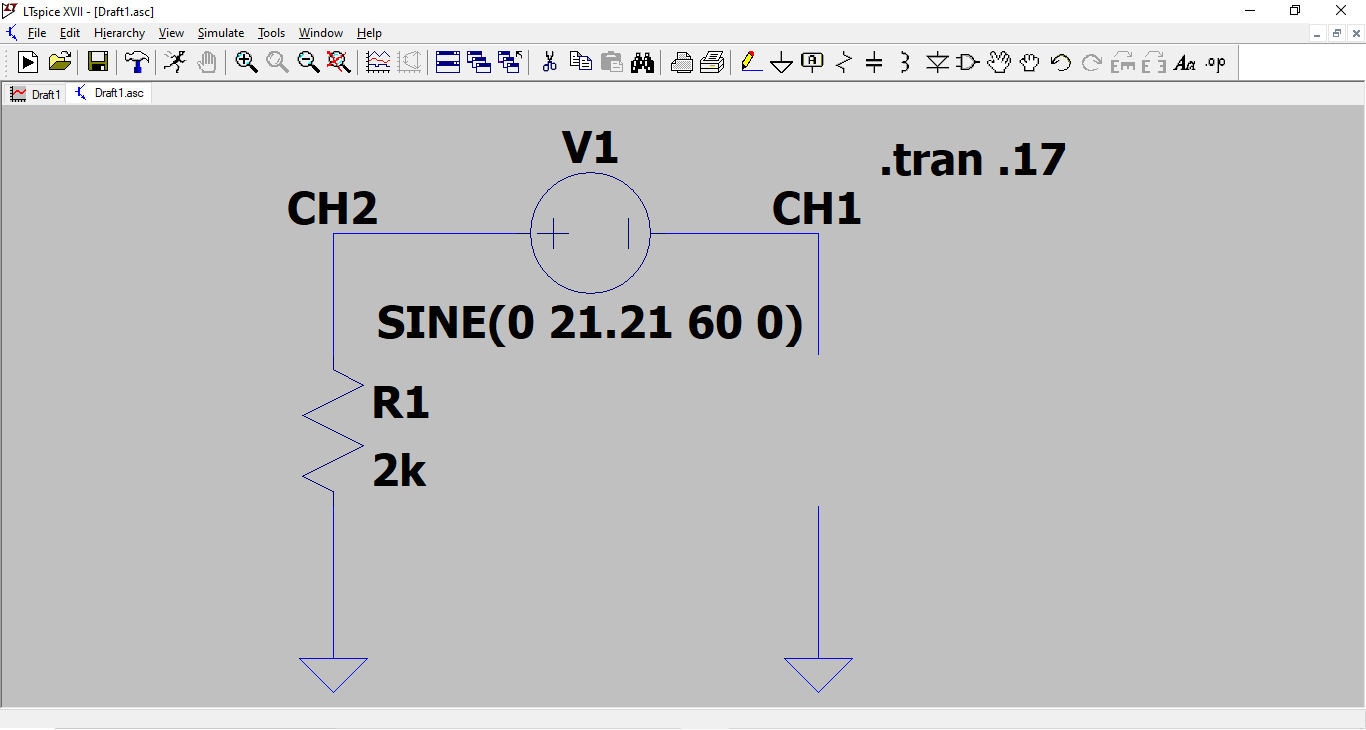
Assim foram testados os 11 tipos de circuitos: circuito aberto, curto-circuito resistor, diodo no sentido direto, diodo zener no sentido direto, diodo zener no sentido direto em serie com resistor, diodo zener no sentido reverso em serie com resistor, diodo no sentido direto em serie com diodo zener no sentido direto, diodo no sentido direto em serie com diodo zener no sentido reverso, diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto, diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso.

Para cada curva plotada no osciloscópio, foram fotografadas e simuladas computacionalmente, para sua verificação e comparação teórica e prática.

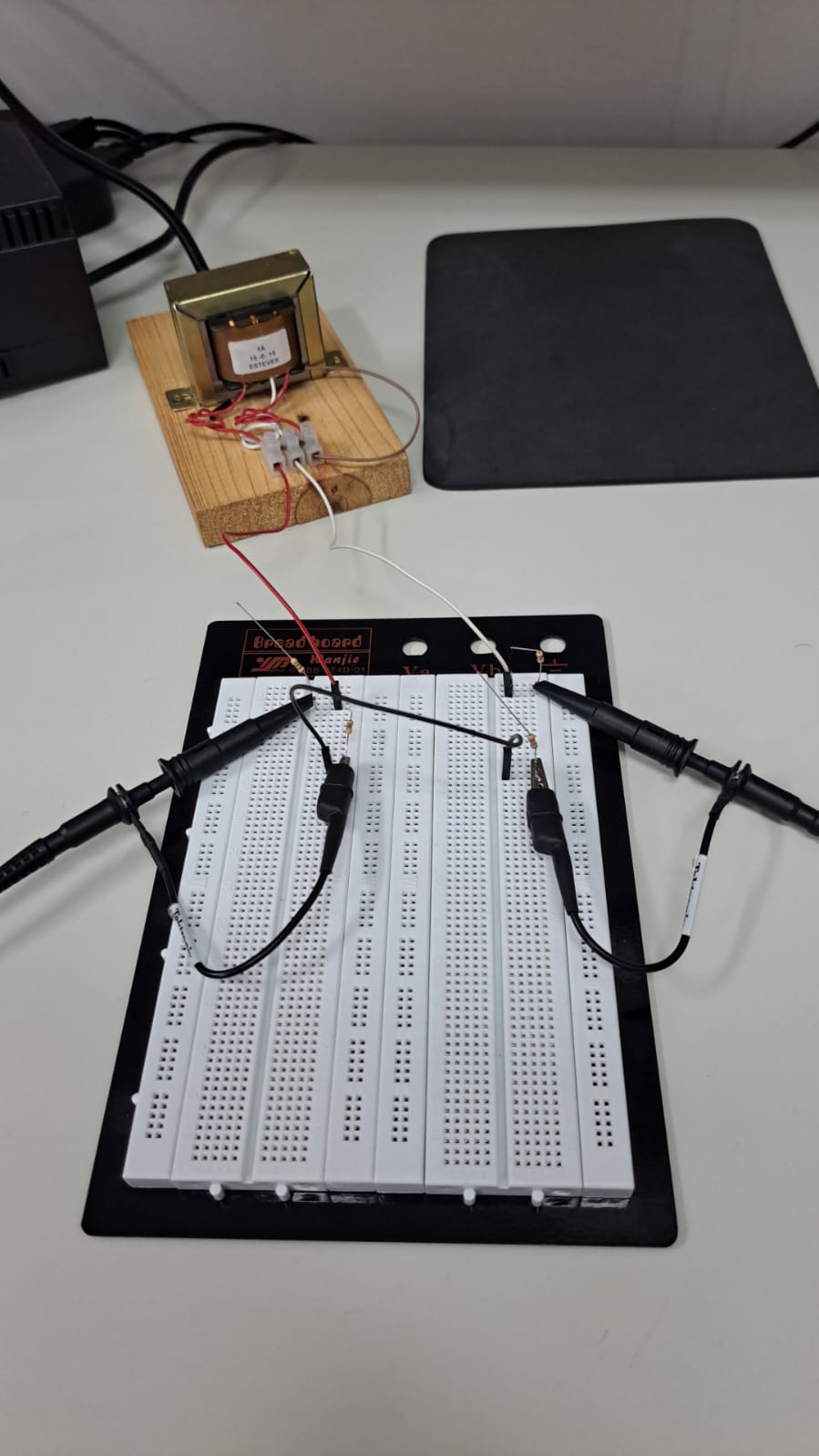
## 4.2 Resultados dos experimentos

### 4.2.1 Circuito aberto

O primeiro experimento foi projetado com o circuito aberto no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é uma linha reta no eixo x, representando a tensão sobre o nó CH1, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito aberto.



Montagem do circuito aberto para o experimento.

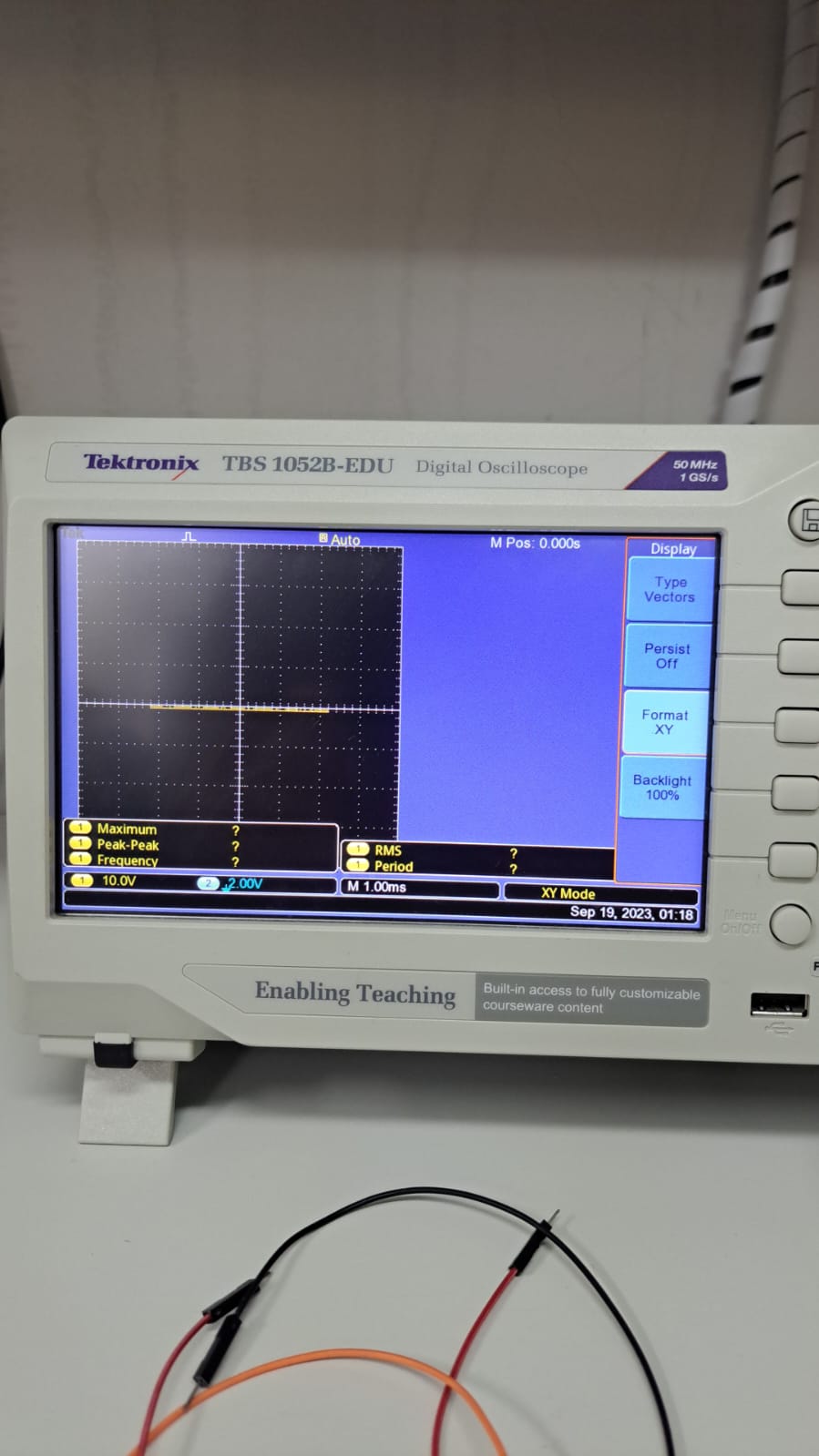


Gráfico do osciloscópio para o circuito aberto.

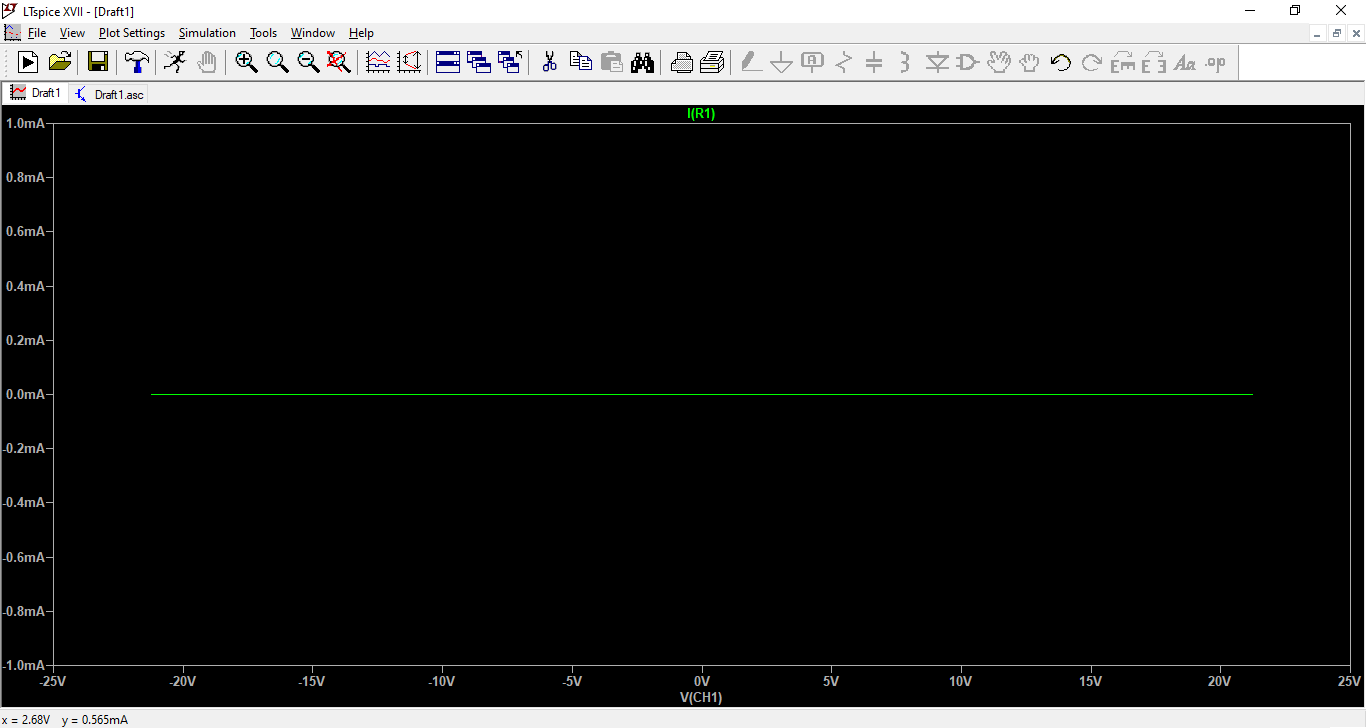
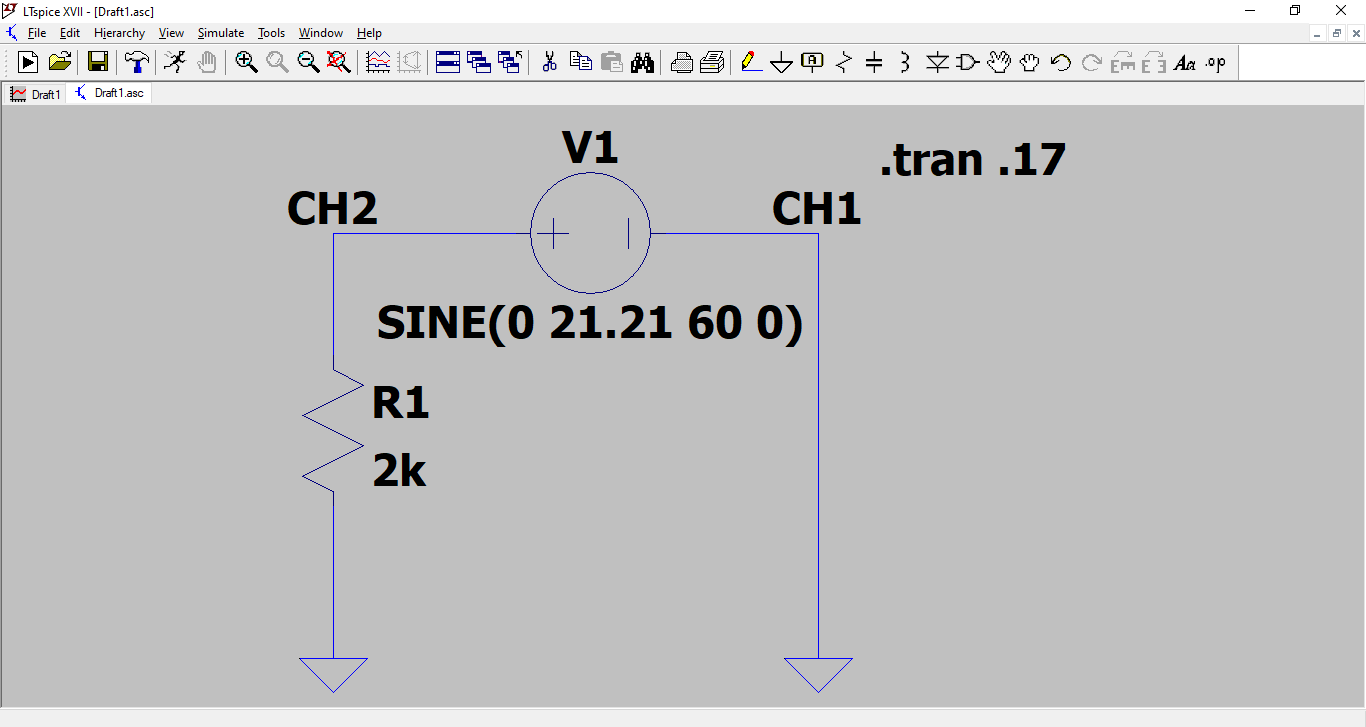


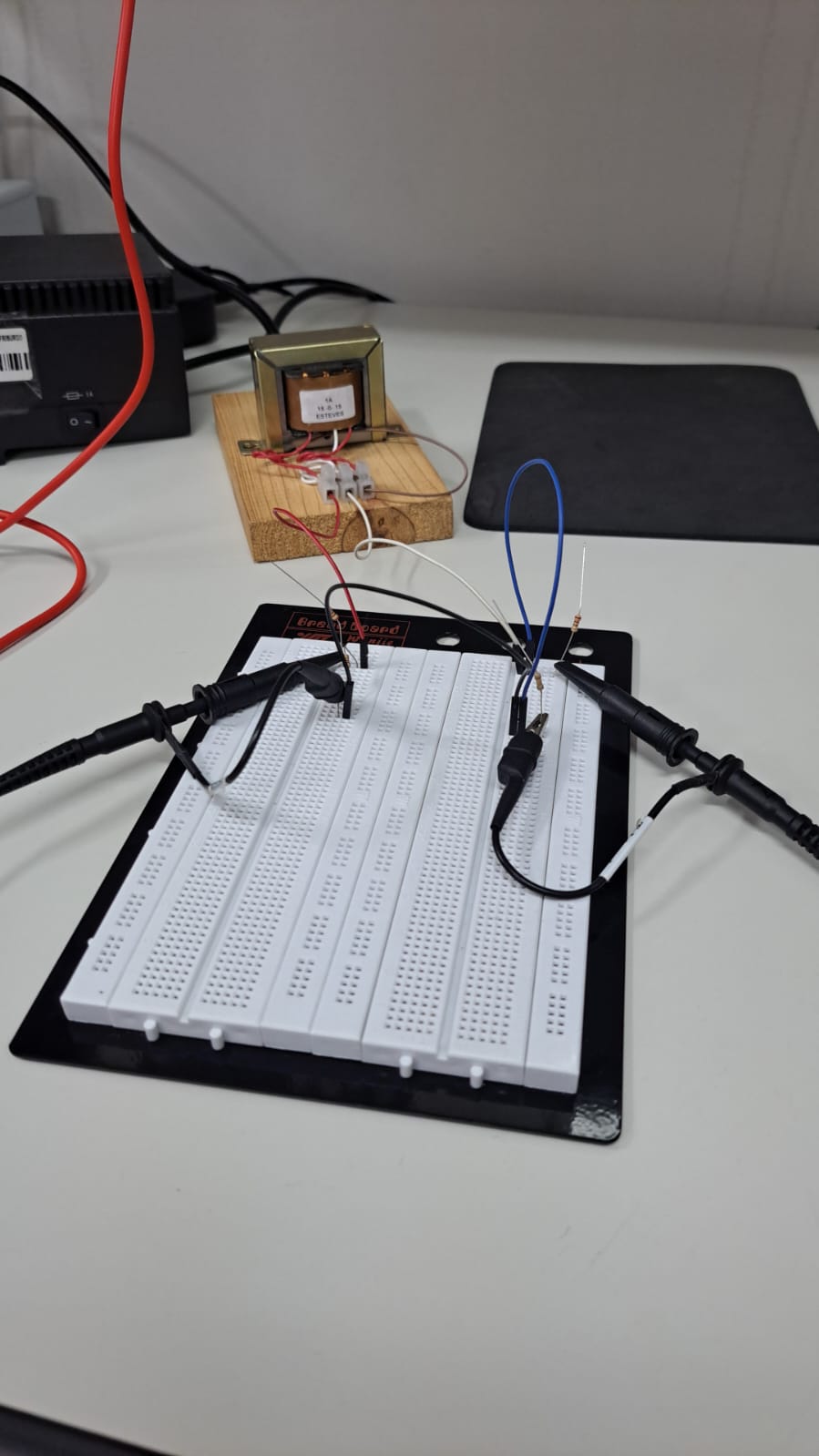
Gráfico do circuito aberto simulado computacionalmente.

### 4.2.2 Curto-circuito

O segundo experimento foi projetado com o circuito em curto no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é uma linha reta no eixo y, que representa a corrente que flui do nó CH1 para o terra, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Curto-circuito.



Montagem do curto-circuito para o experimento.

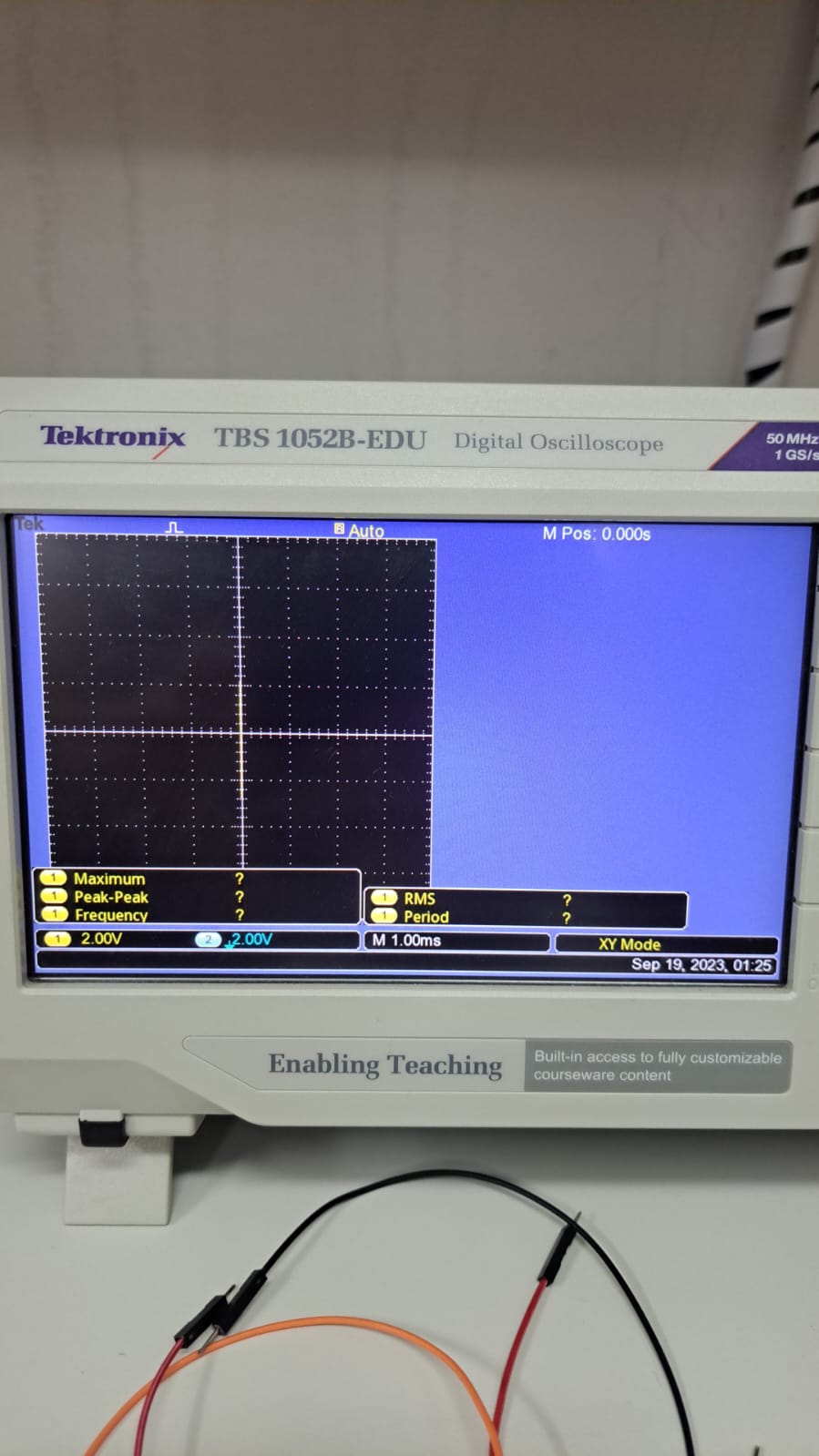


Gráfico do osciloscópio para o curto-circuito.

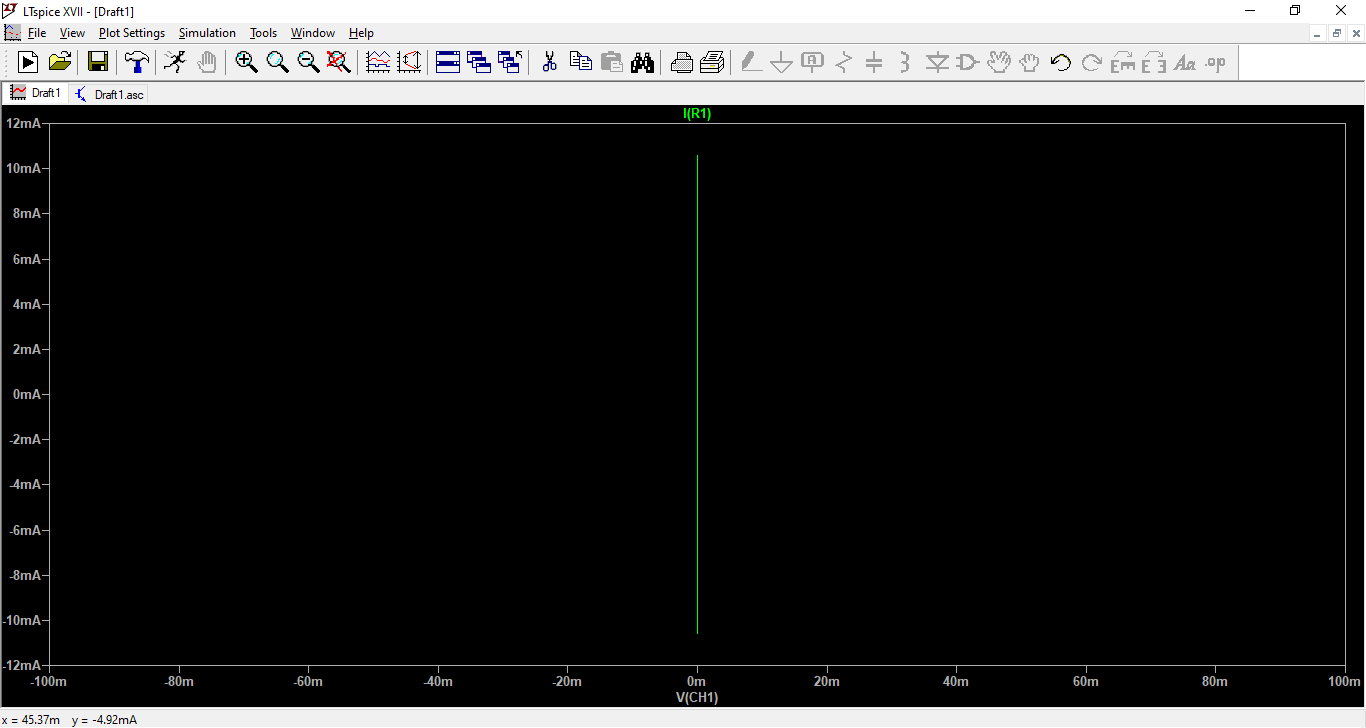
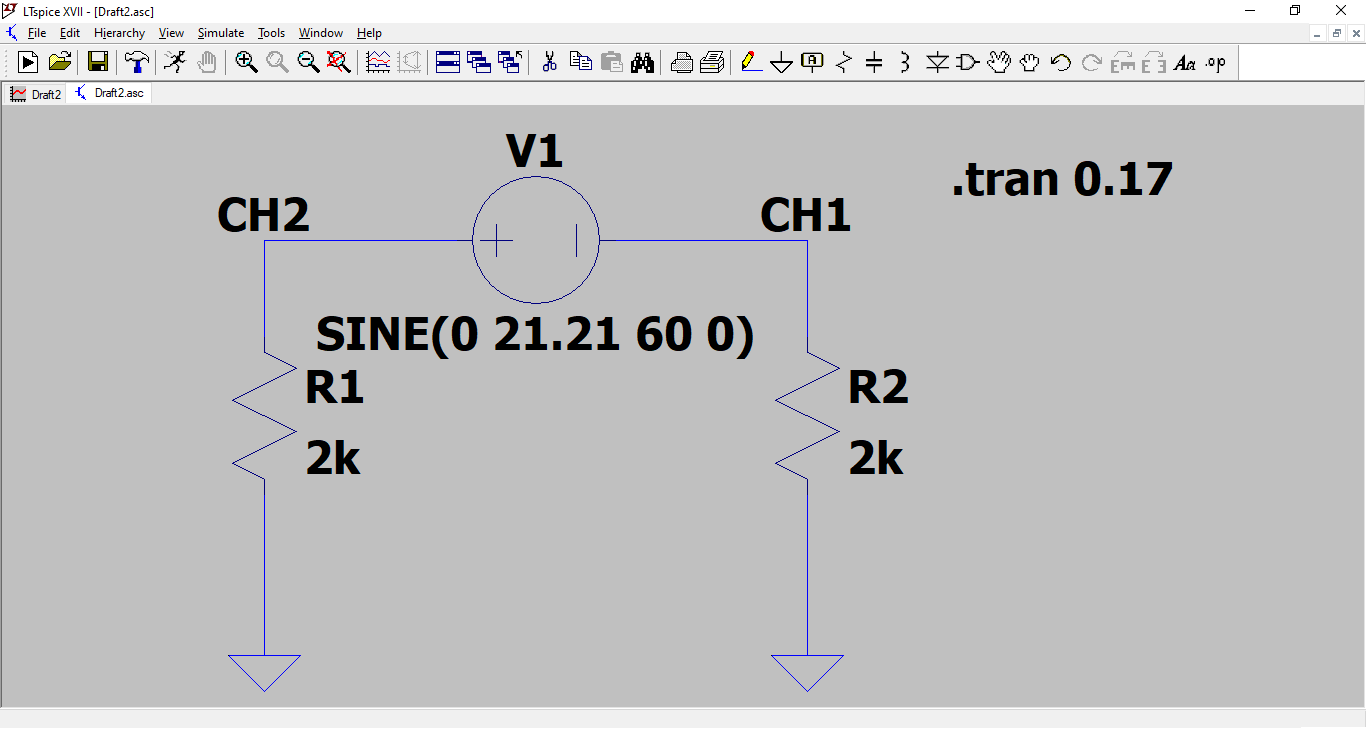


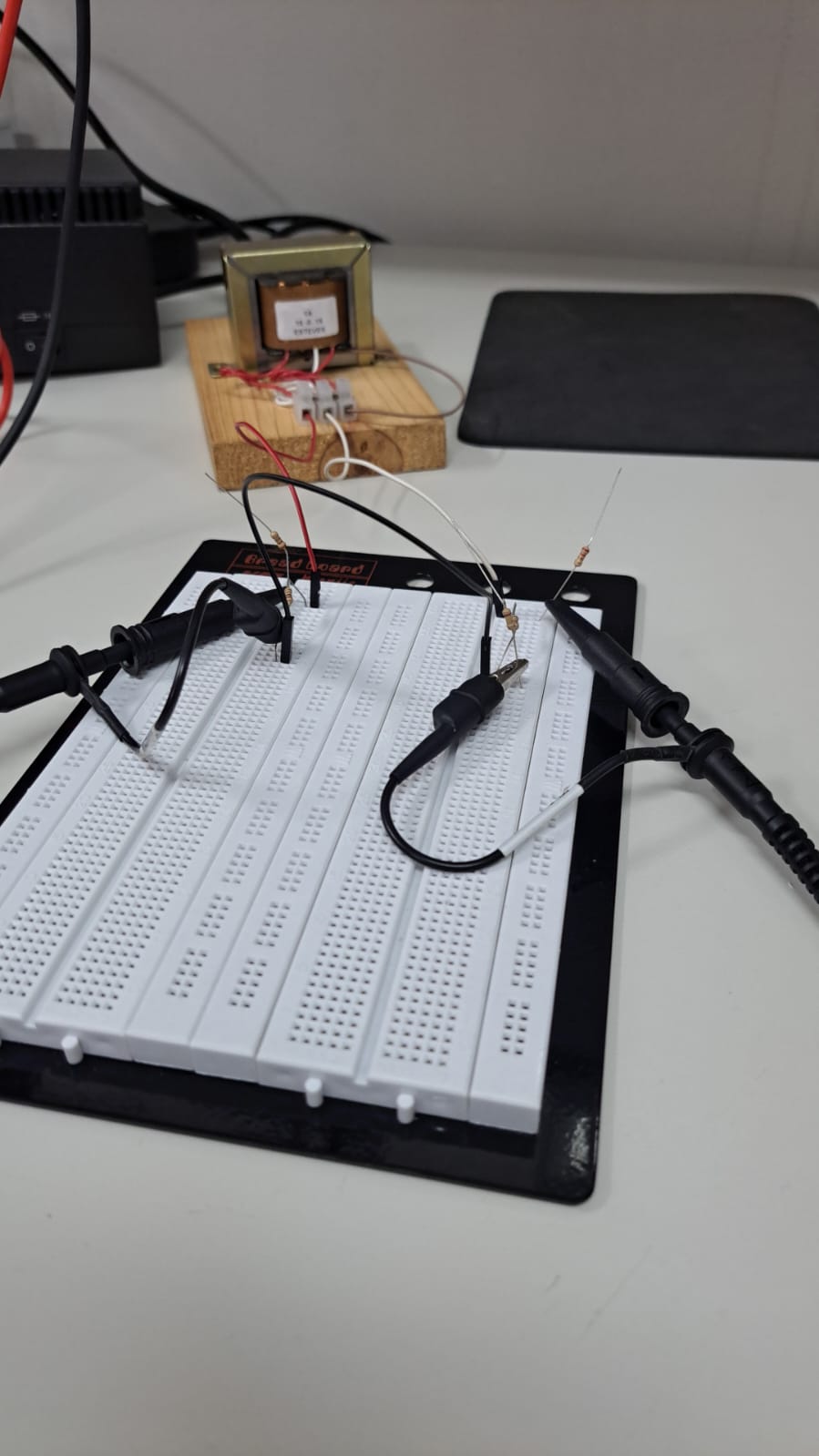
Gráfico do curto-circuito simulado computacionalmente.

### 4.2.3 Resistor

O terceiro experimento foi projetado com uma resistência de no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é uma linha reta enclinada, que representa bem a relação da lei de Ohm, (Johnson, Hilburn e Johnson, 2015), figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com resistor de .



Montagem do circuito com resistor de para o experimento.

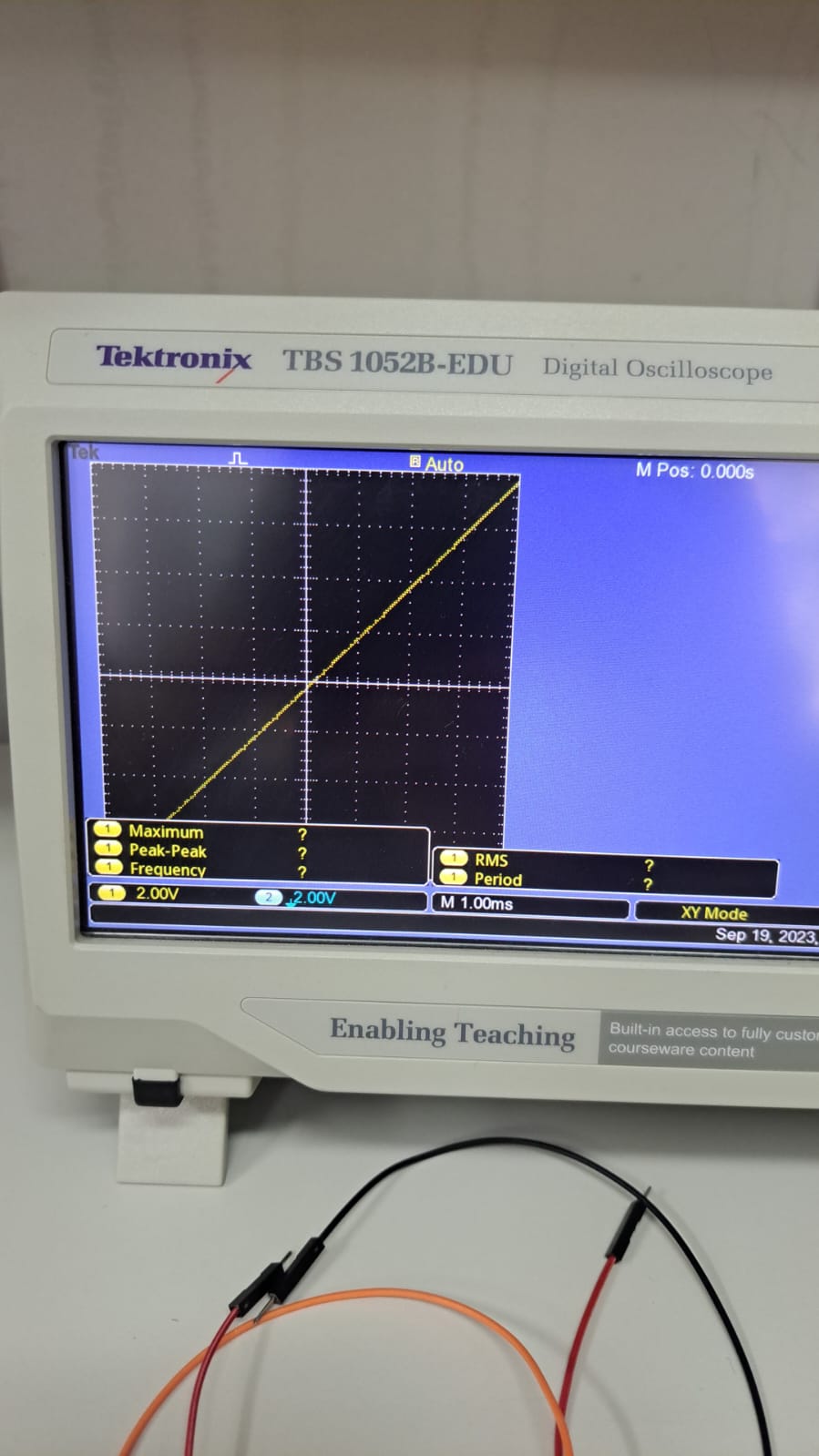


Gráfico do osciloscópio para o circuito com resistor de .

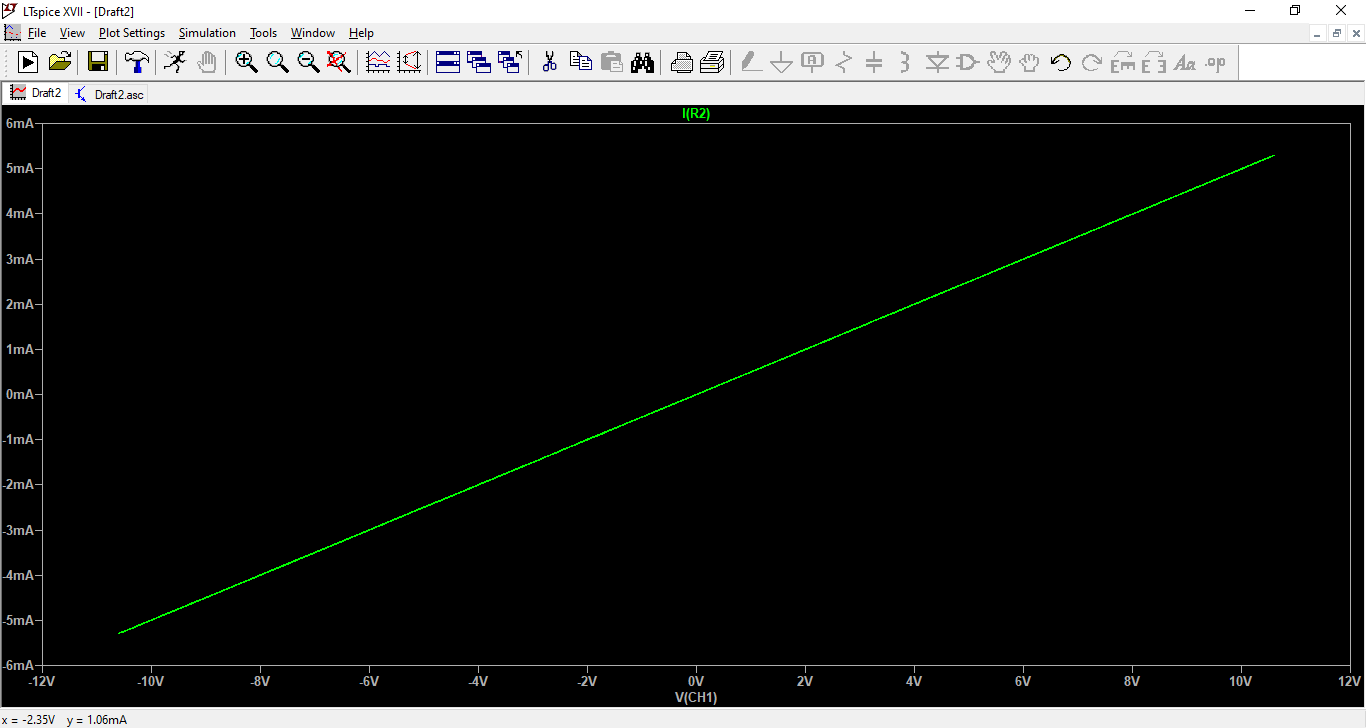
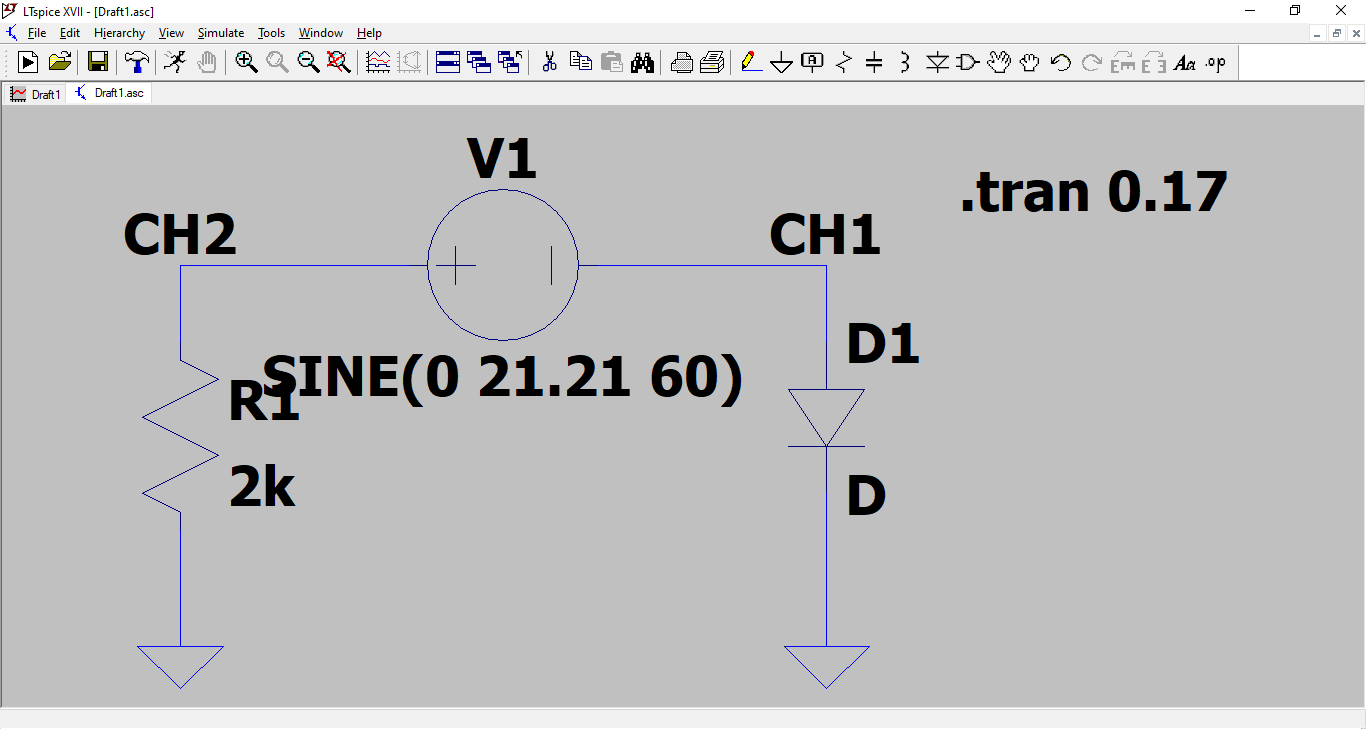


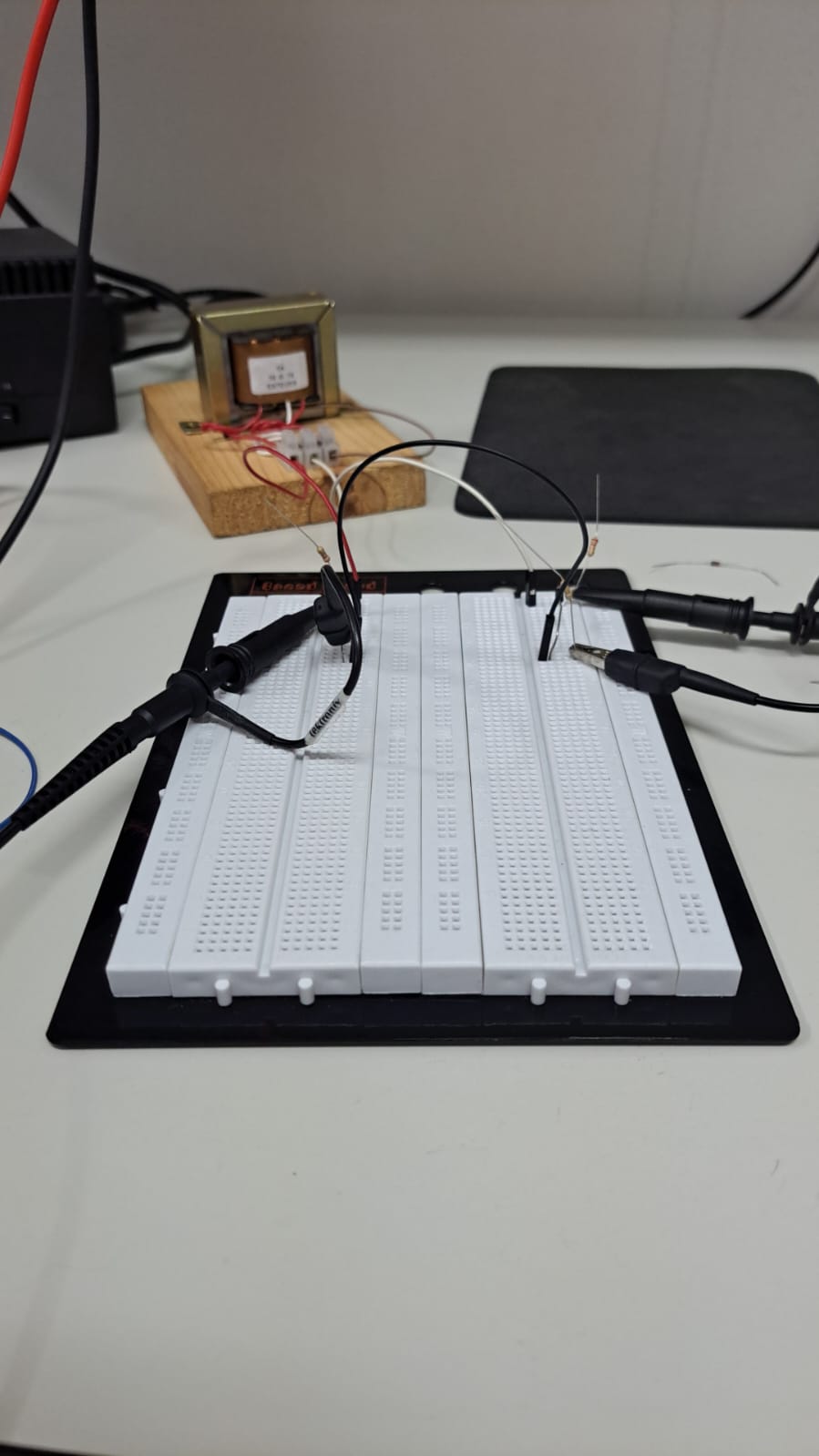
Gráfico do circuito com resistor de , simulado computacionalmente.

### 4.2.4 Diodo no sentido direto

O quarto experimento foi projetado com um diodo de silício, no sentido da corrente (direto), no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é a curva exponencial característica do funcionamento de um diodo de silício com $V\_k \thickapprox 0.7V$, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo no sentido direto.



Montagem do circuito com diodo no sentido direto.

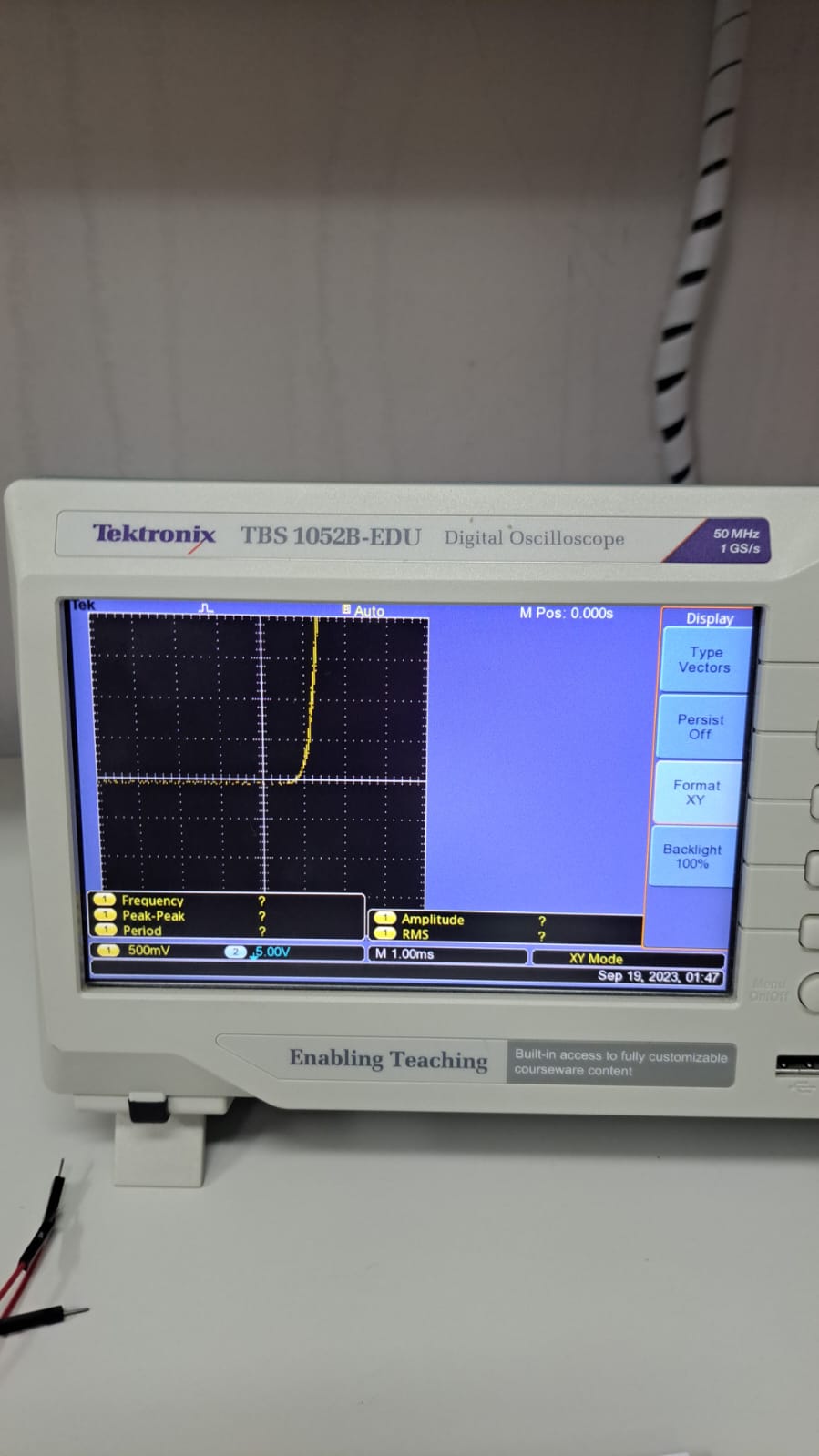


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo no sentido direto.

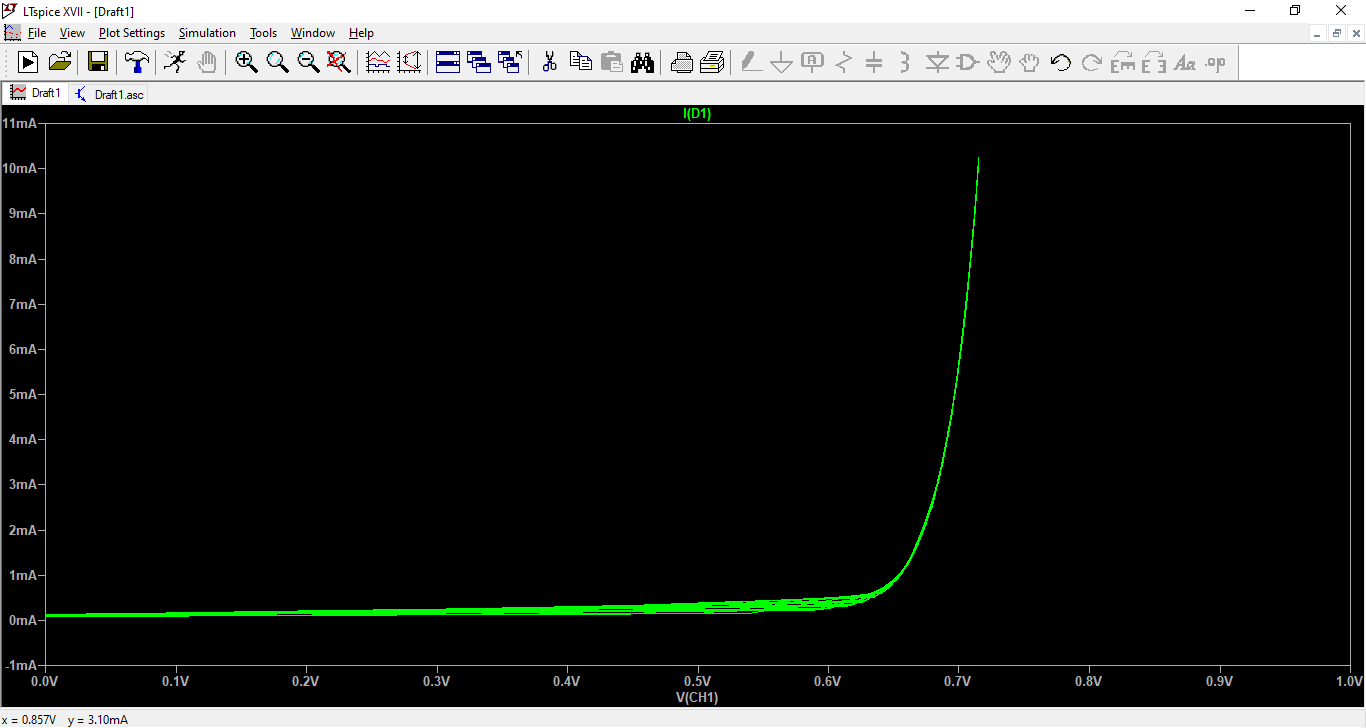
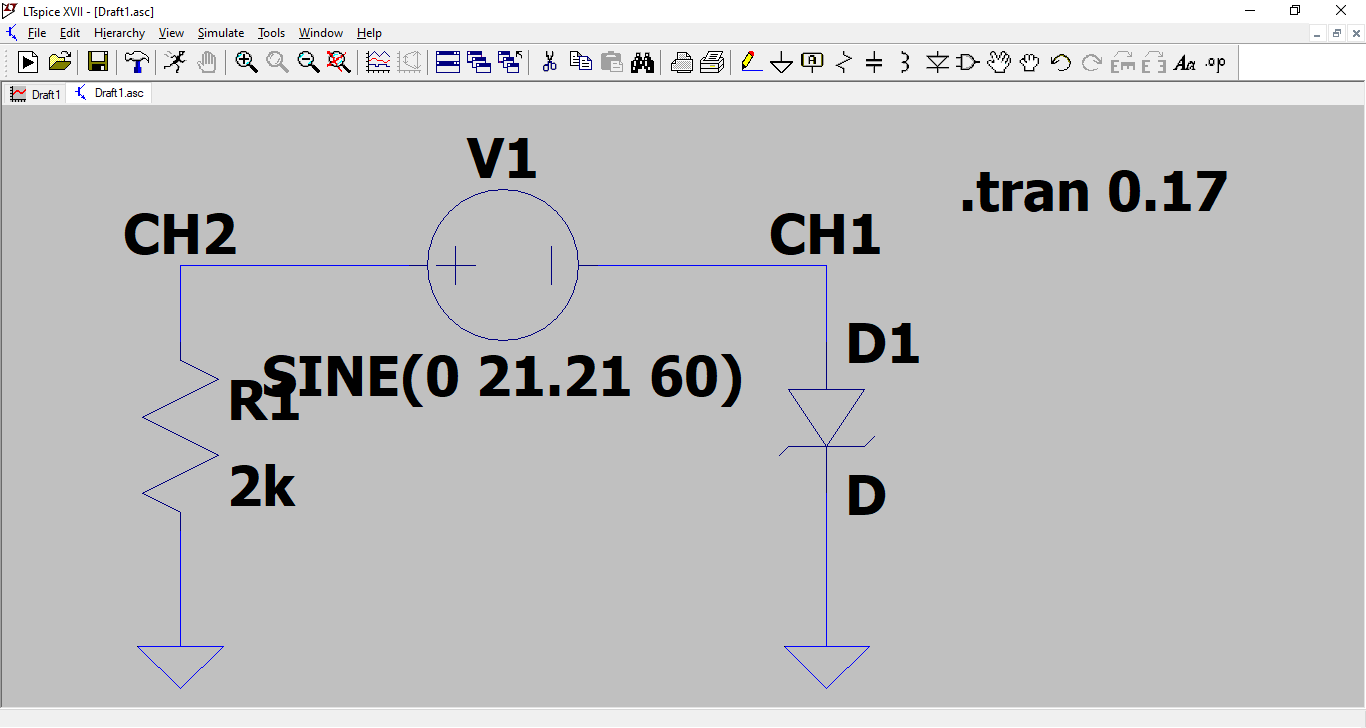


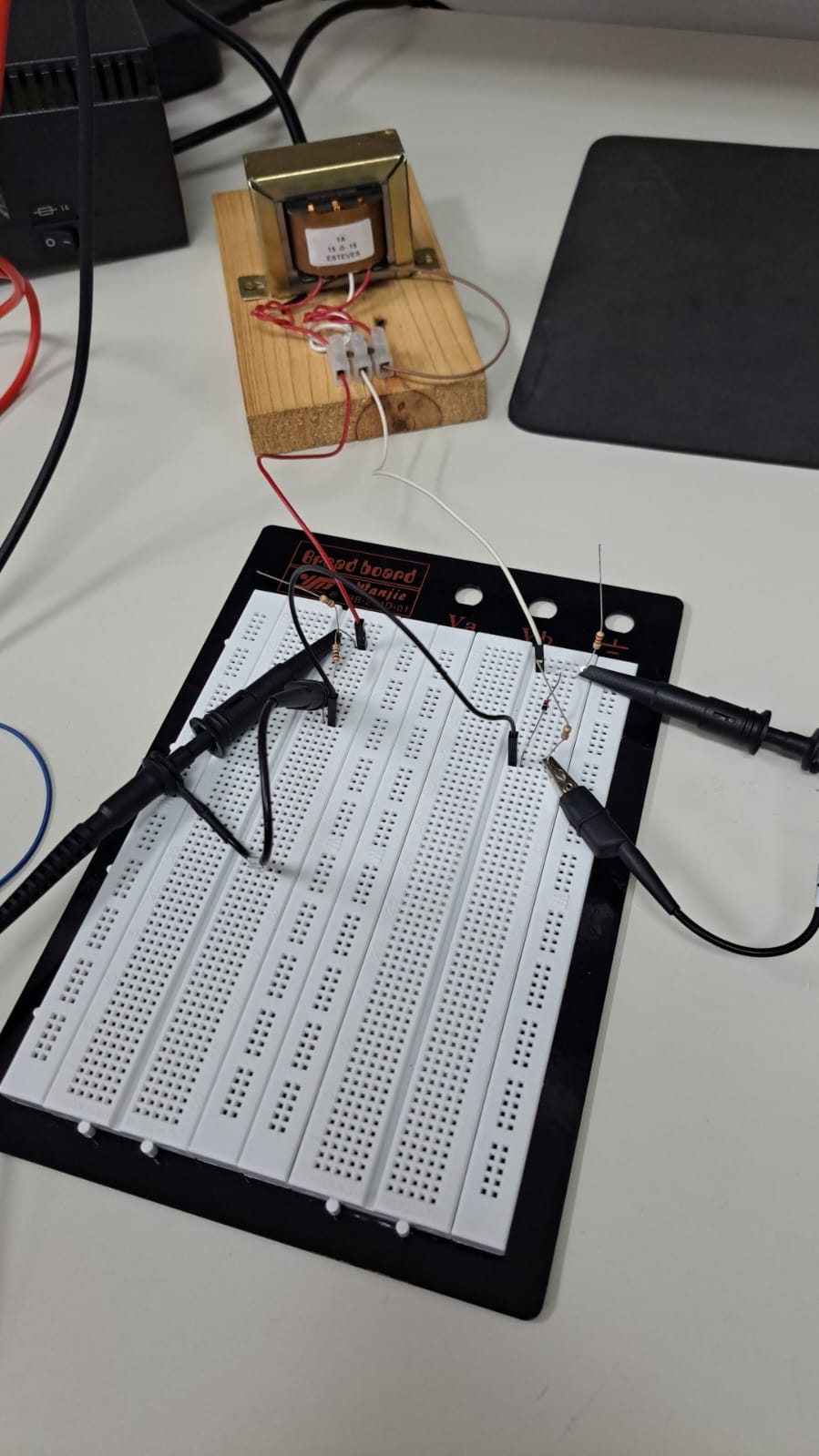
Gráfico do circuito com diodo no sentido direto, simulado computacionalmente.

### 4.2.5 Diodo zener no sentido direto

O quinto experimento foi projetado com um diodo zener, no sentido da corrente (direto), no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é a curva exponencial característica do funcionamento de um diodo com $V\_k \thickapprox 0.7V$, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo zener no sentido direto.



Montagem do circuito com diodo zener no sentido direto.

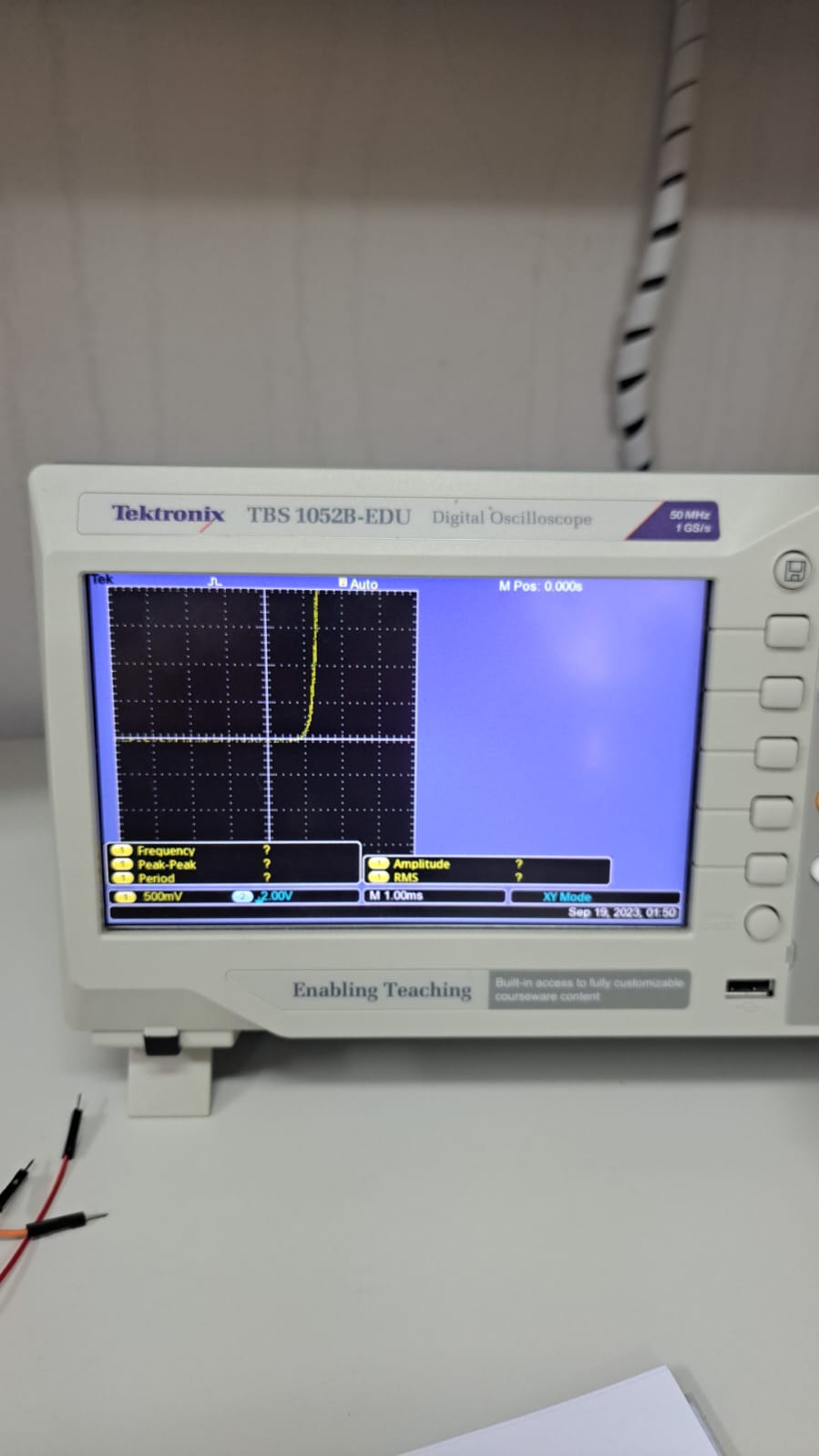


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo zener no sentido direto.

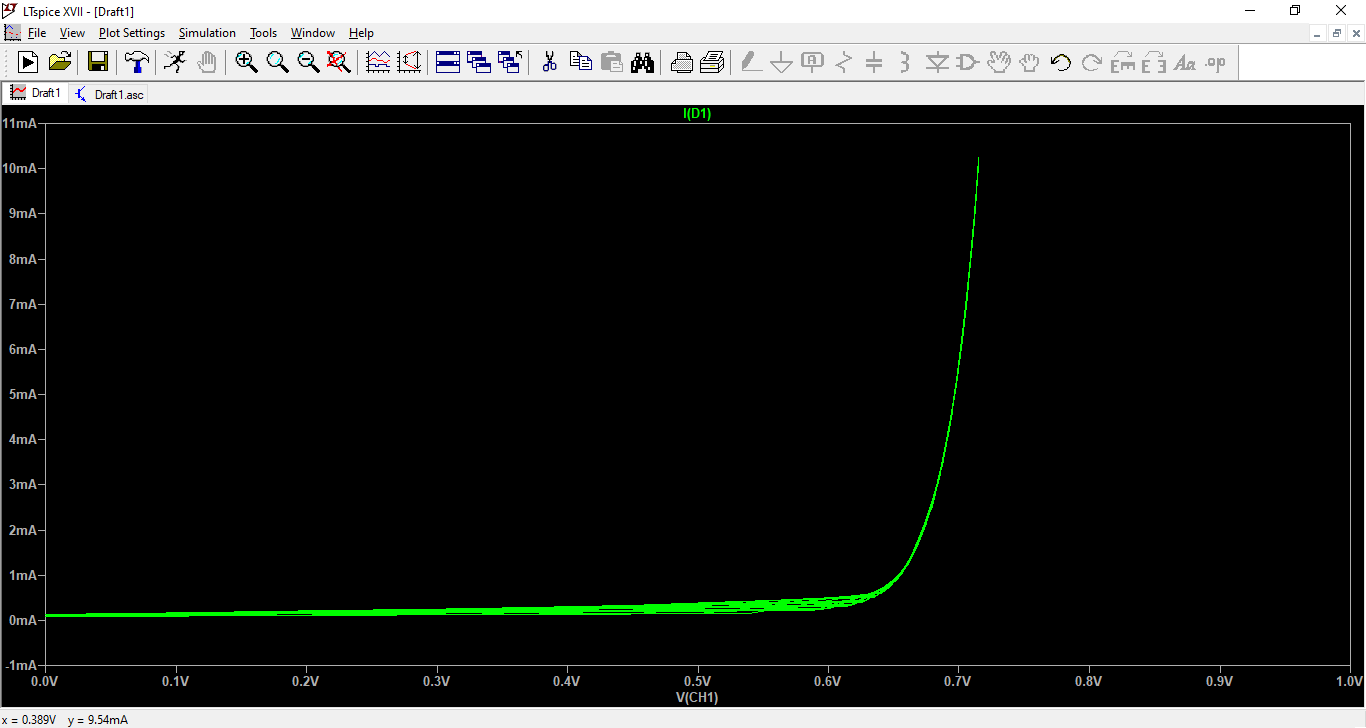
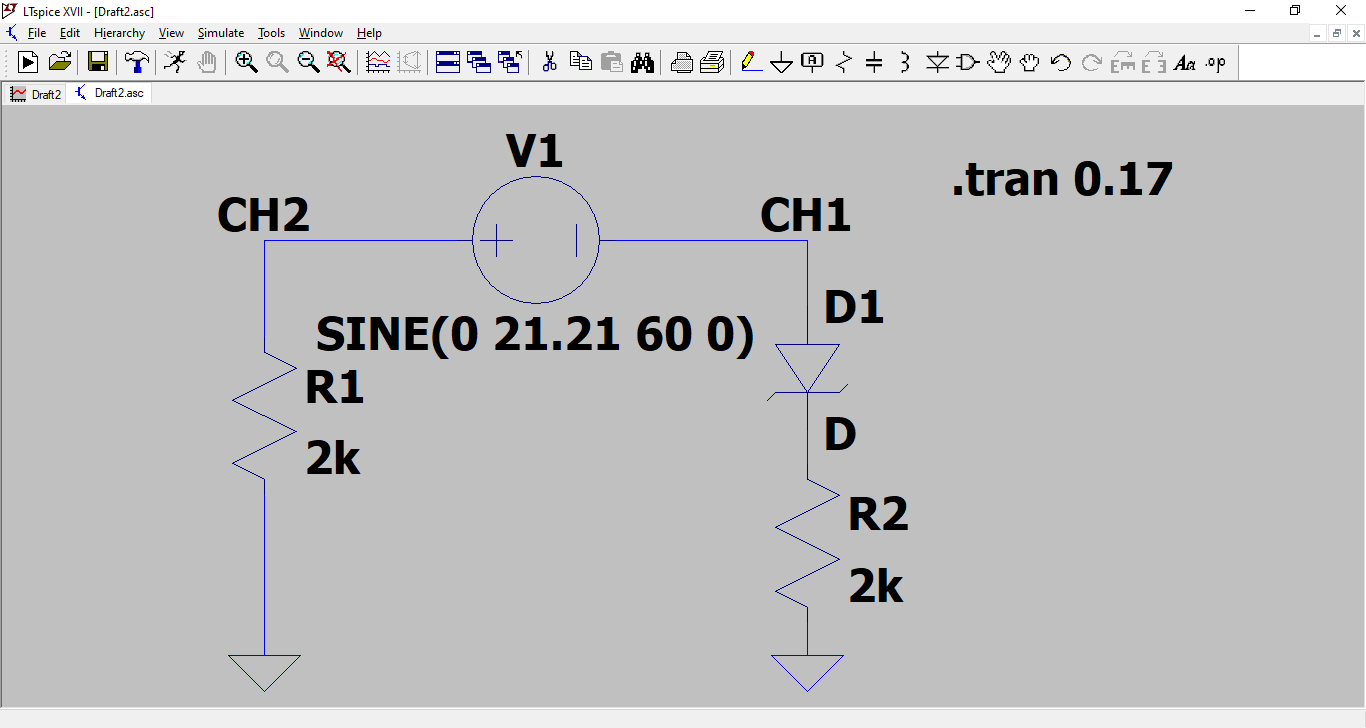


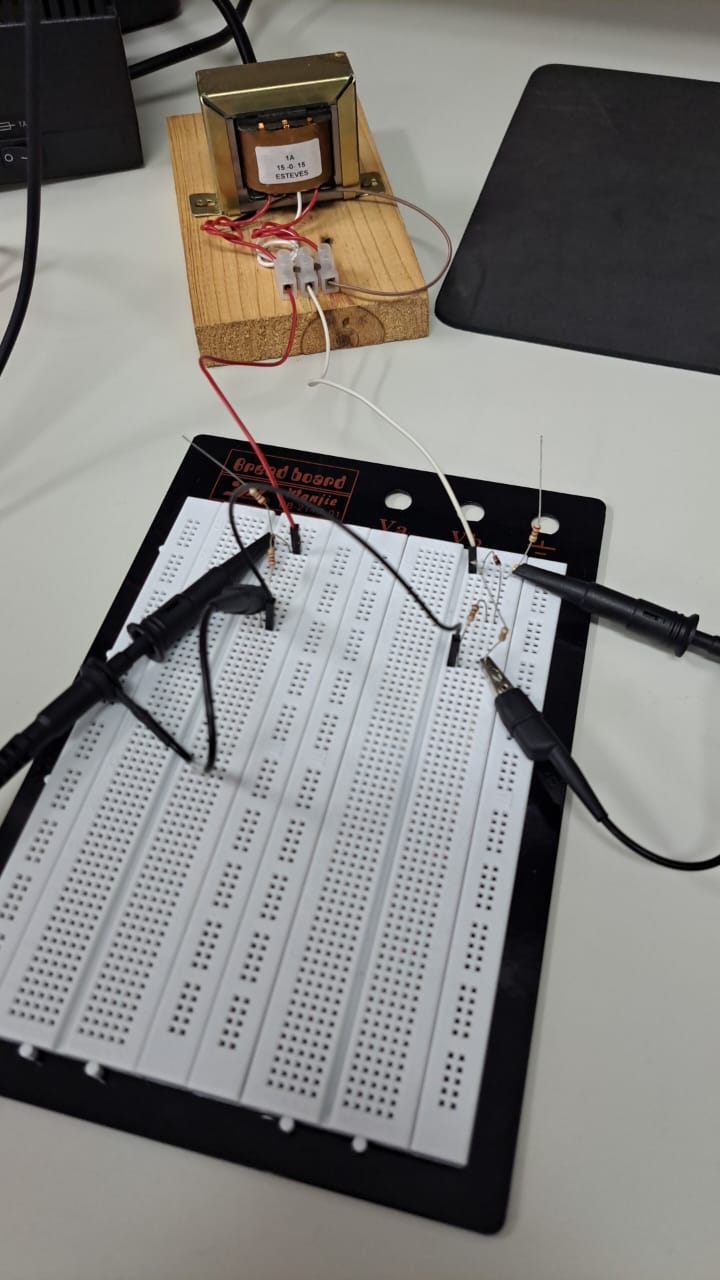
Gráfico do circuito com diodo zener no sentido direto, simulado computacionalmente.

### 4.2.6 Diodo zener no sentido direto em série com resistor

O sexto experimento foi projetado com um diodo zener, no sentido da corrente (direto), em série com um resistor de , esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é um segmento de reta onde o diodo atua como uma bateria quando na região onde $V\_k \thickapprox 0.7V$ associado a uma resistencia, apresentando assim um segmento de reta caracterísco da equação de Ohm para resistores (modelo de retas, ou segmentos lineares) (Sedra e Smith, 2007), figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo zener no sentido direto em série com resistor de .



Montagem do circuito com diodo zener no sentido direto em série com resistor de .

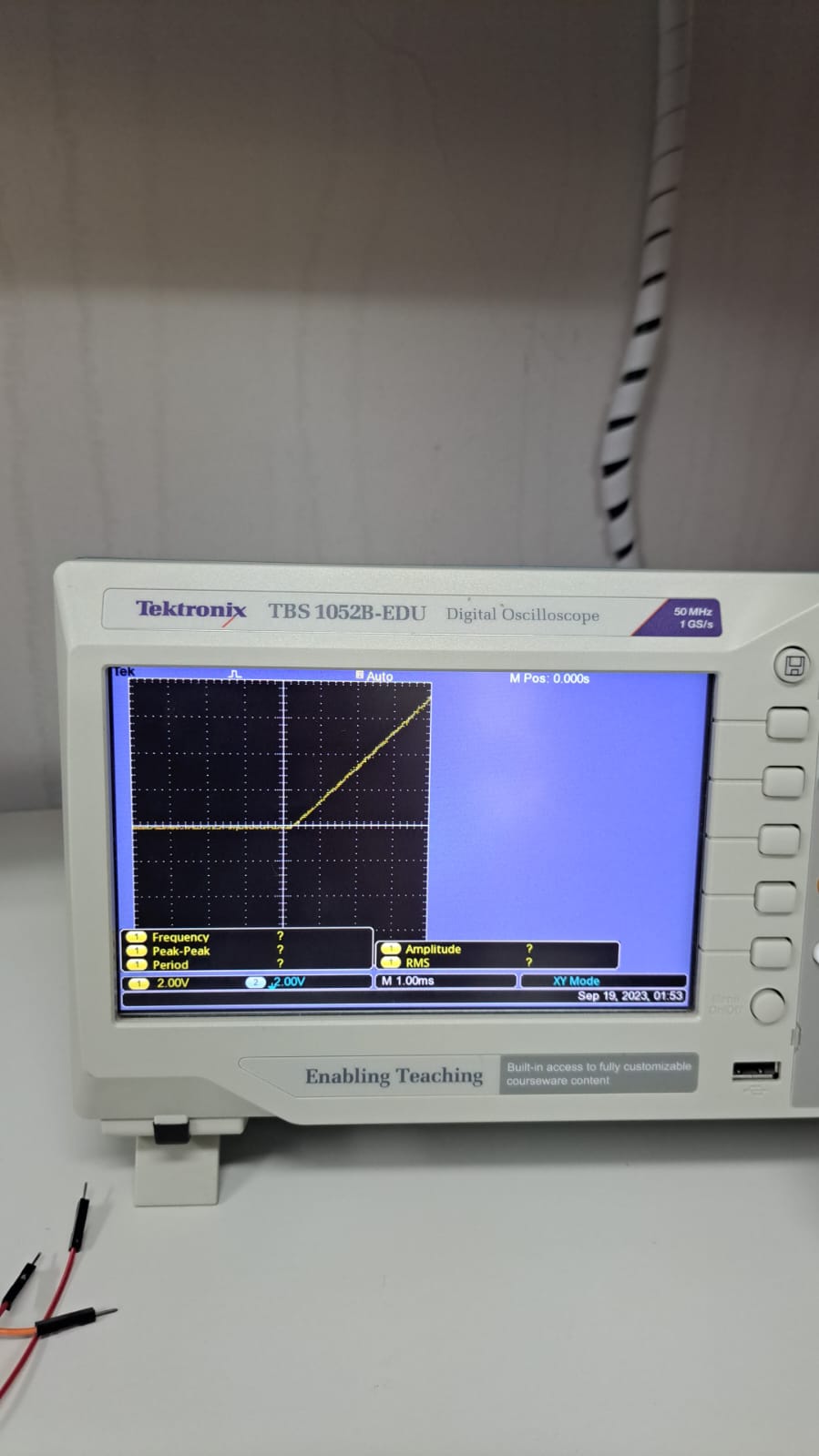


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo zener no sentido direto em série com resistor de .

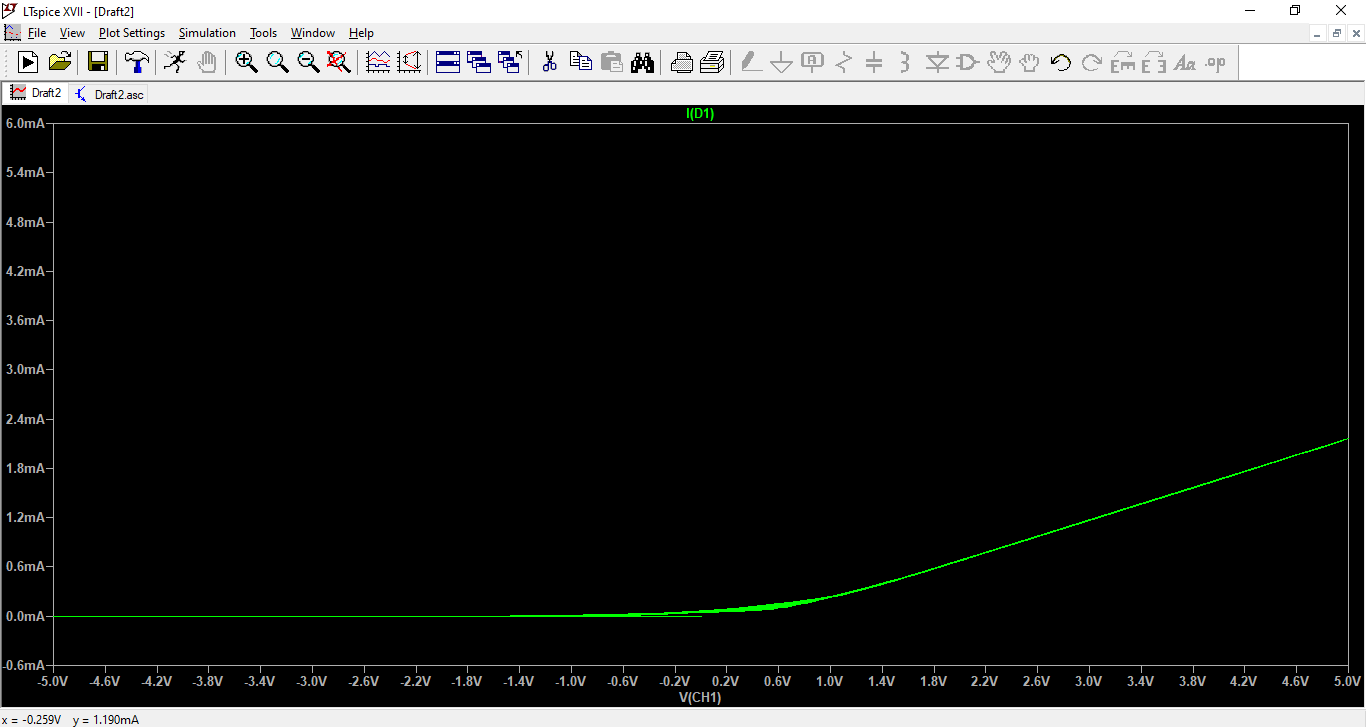
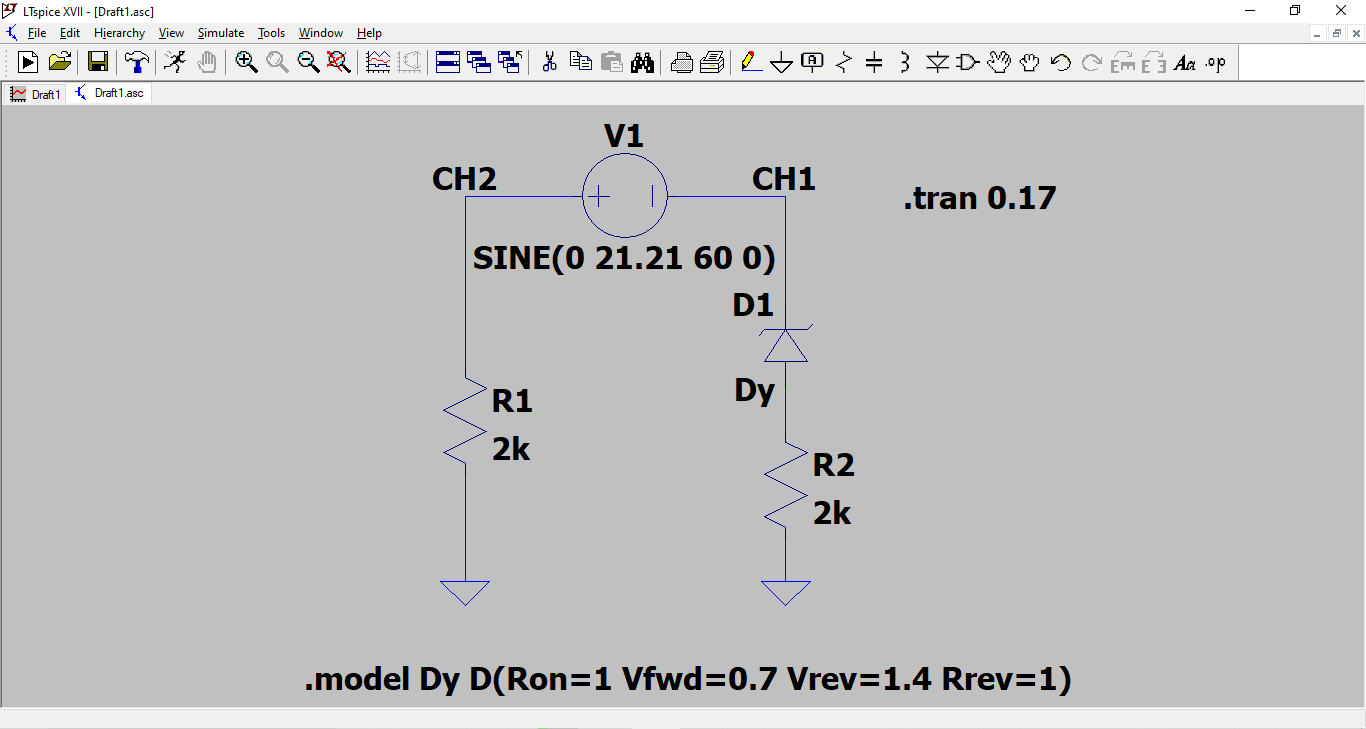


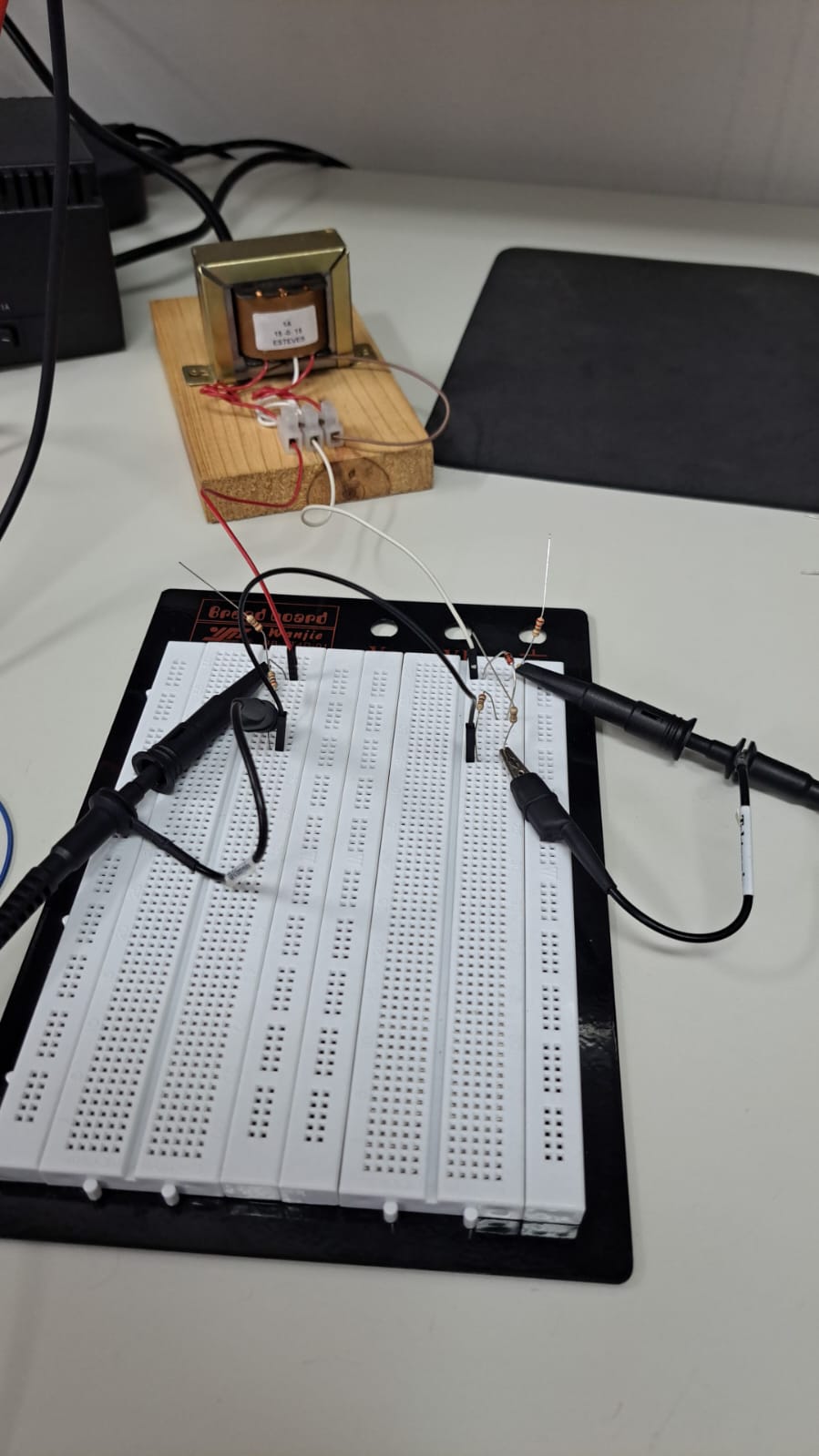
Gráfico do circuito com diodo zener no sentido direto em série com resistor de , simulado computacionalmente.

### 4.2.7 Diodo zener no sentido reverso em série com resistor

O sétimo experimento foi projetado com um diodo zener, no sentido da reverso, em série com um resistor de , esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é um segmento de reta onde o diodo zener atua como uma bateria quando na região ruptura onde $V\_{ZK} \thickapprox -1.4V$ associado a uma resistencia, apresentando assim um segmento de reta caracterísco da equação de Ohm para resistores (modelo de retas, ou segmentos lineares) (Sedra e Smith, 2007) , figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo zener no sentido direto em série com resistor de .



Montagem do circuito com diodo zener no sentido reverso em série com resistor de .

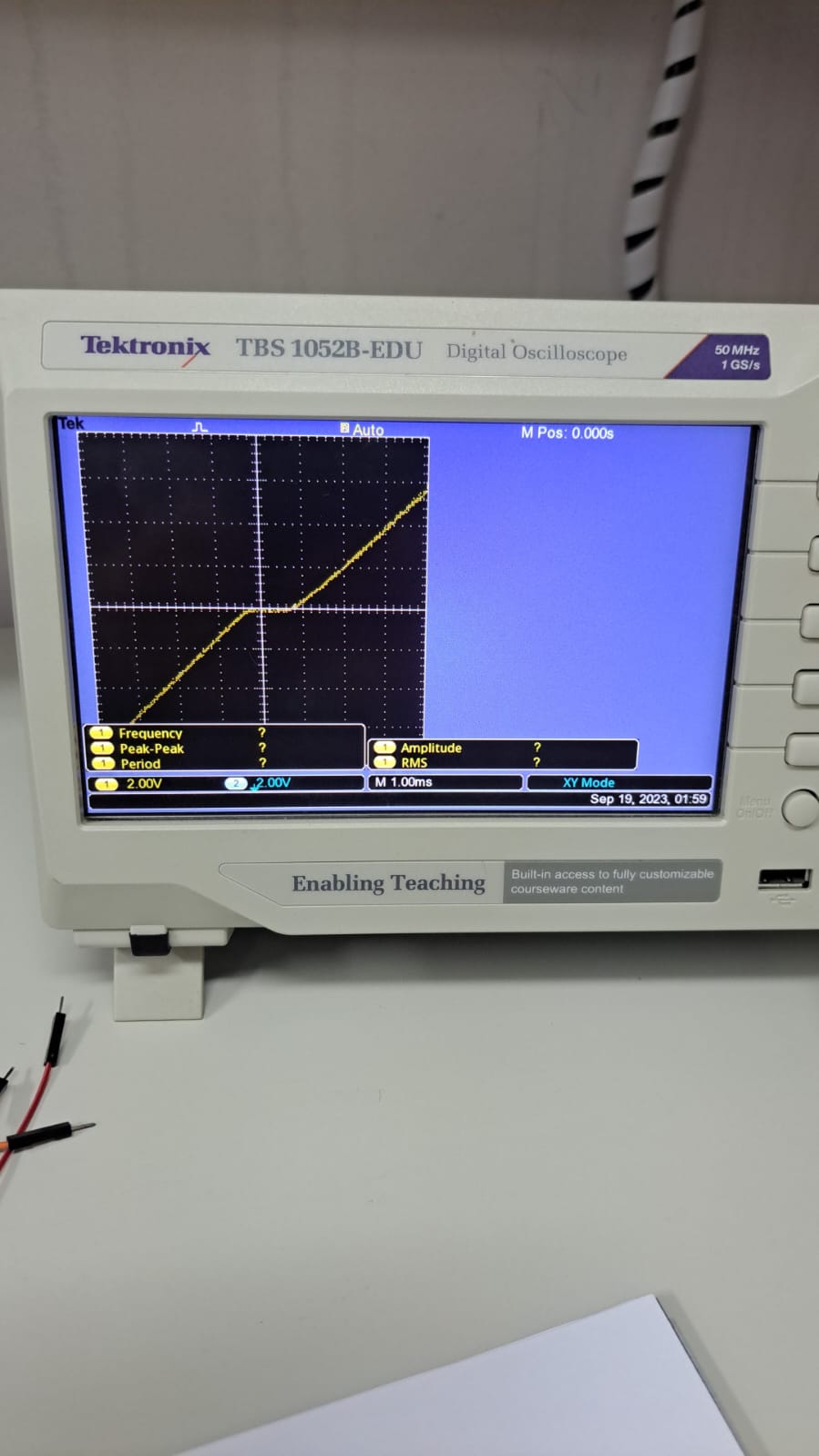


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo zener no sentido reverso em série com resistor de .

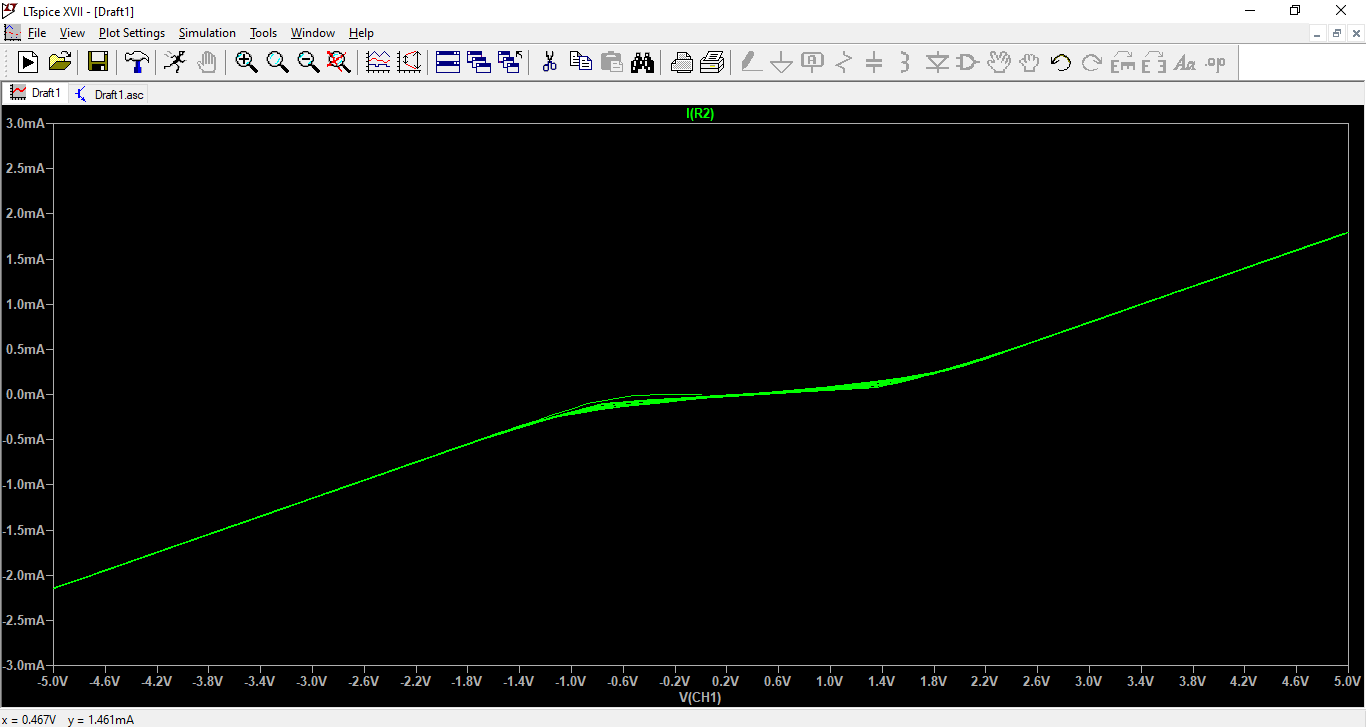
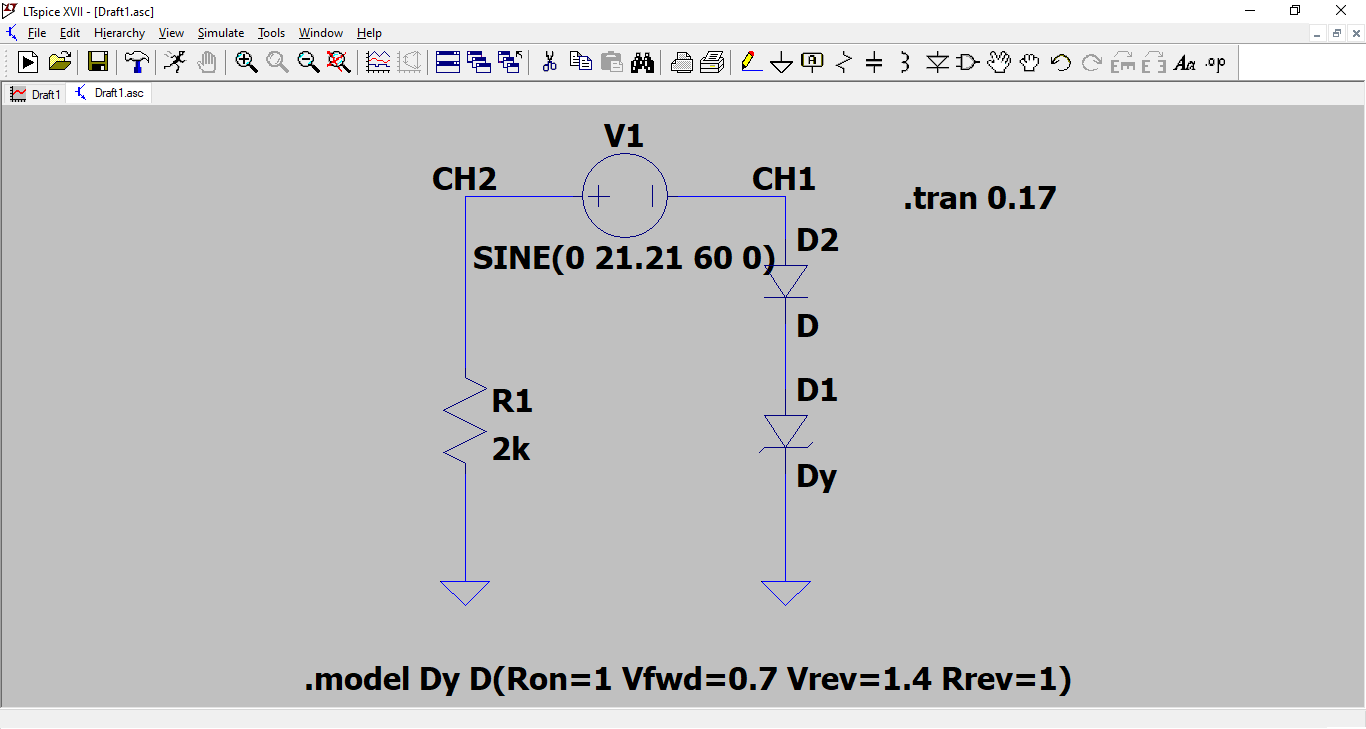


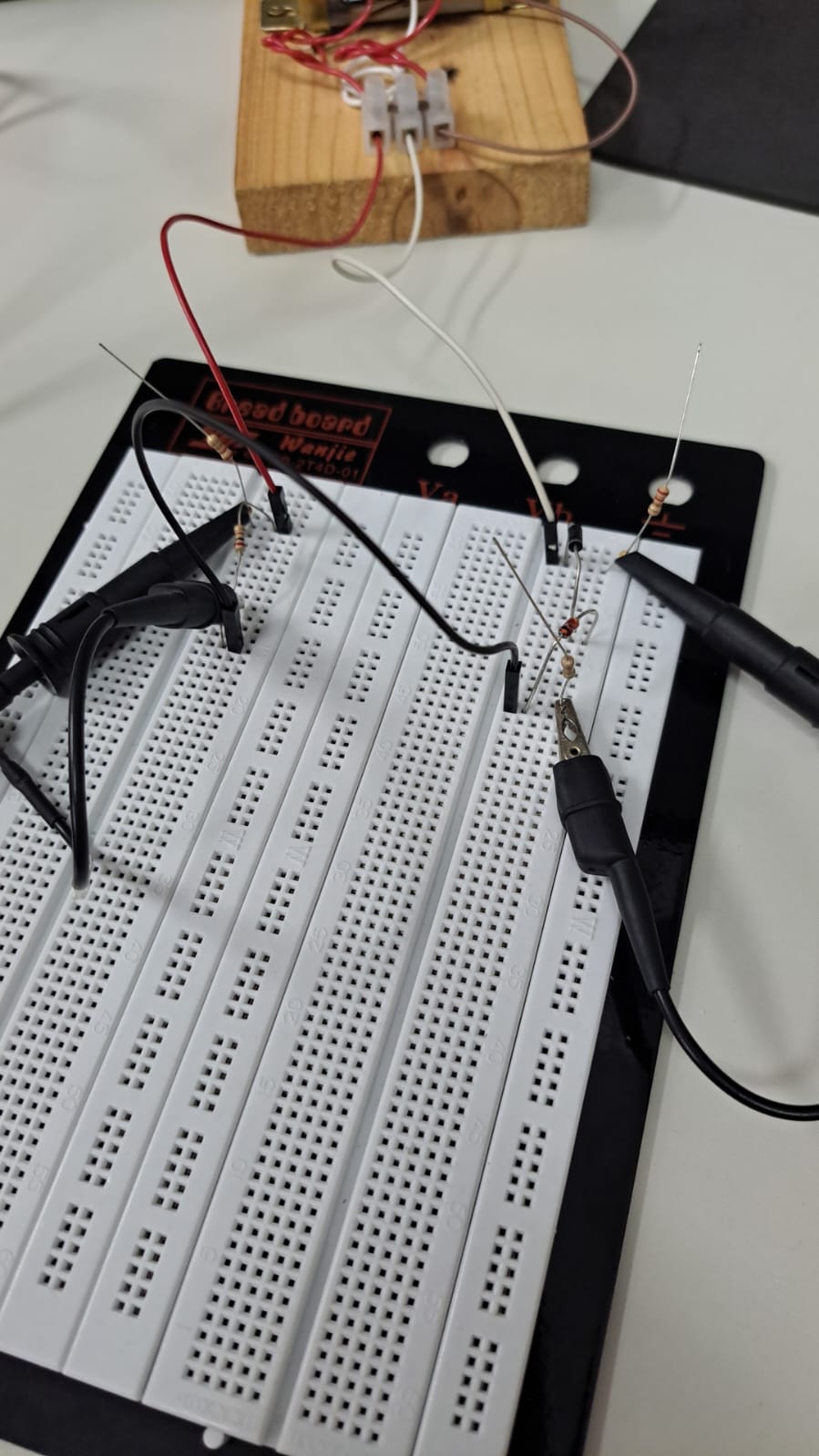
Gráfico do circuito com diodo zener no sentido reverso em série com resistor de , simulado computacionalmente.

### 4.2.8 Diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido direto

O oitavo experimento foi projetado com um diodo, no sentido direto, em série com um diodo zener, no sentido da direto, esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é a soma dos , $V\_K \thickapprox 1.4V$, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido direto.



Montagem do circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido direto.

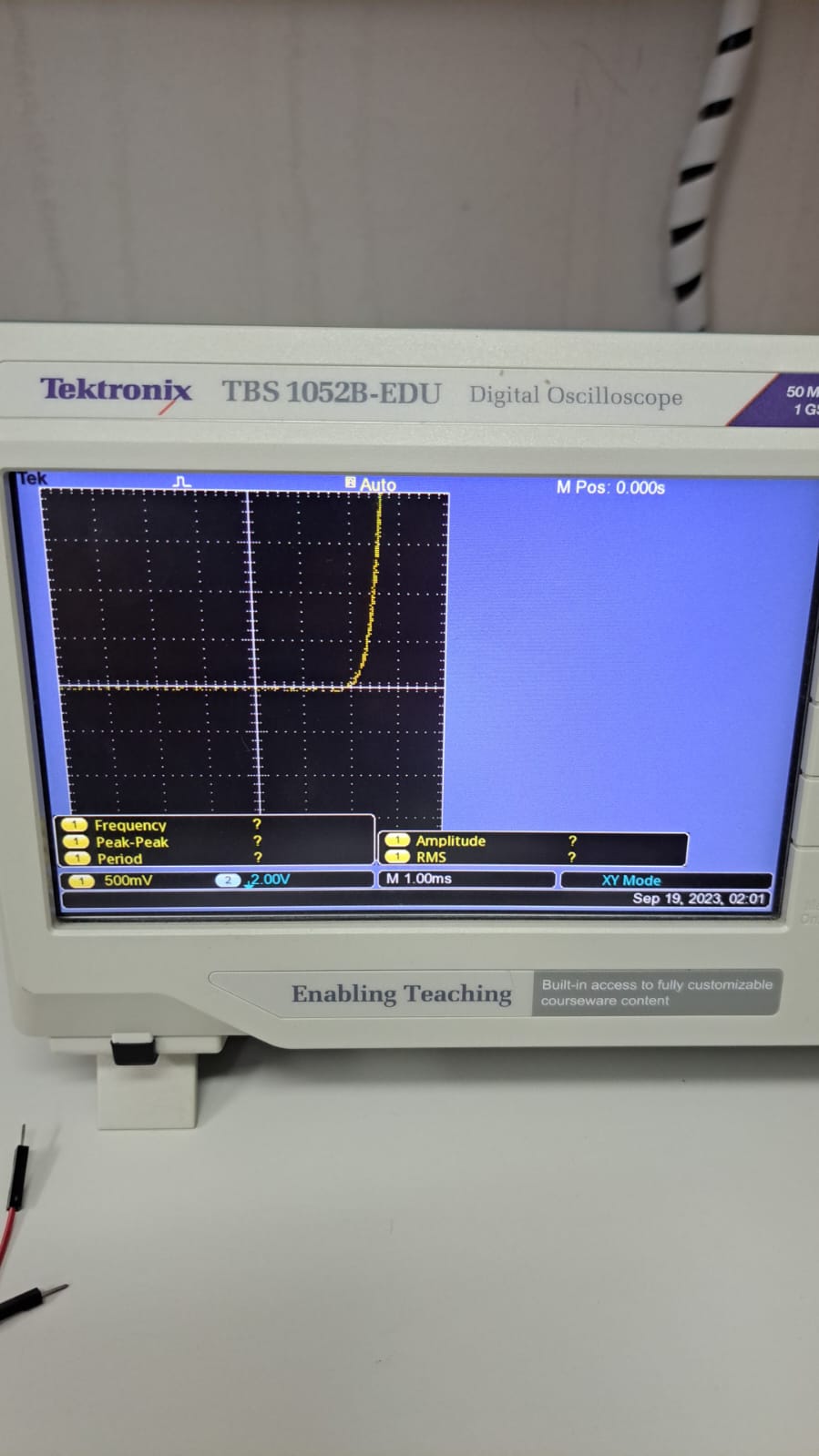


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido direto.

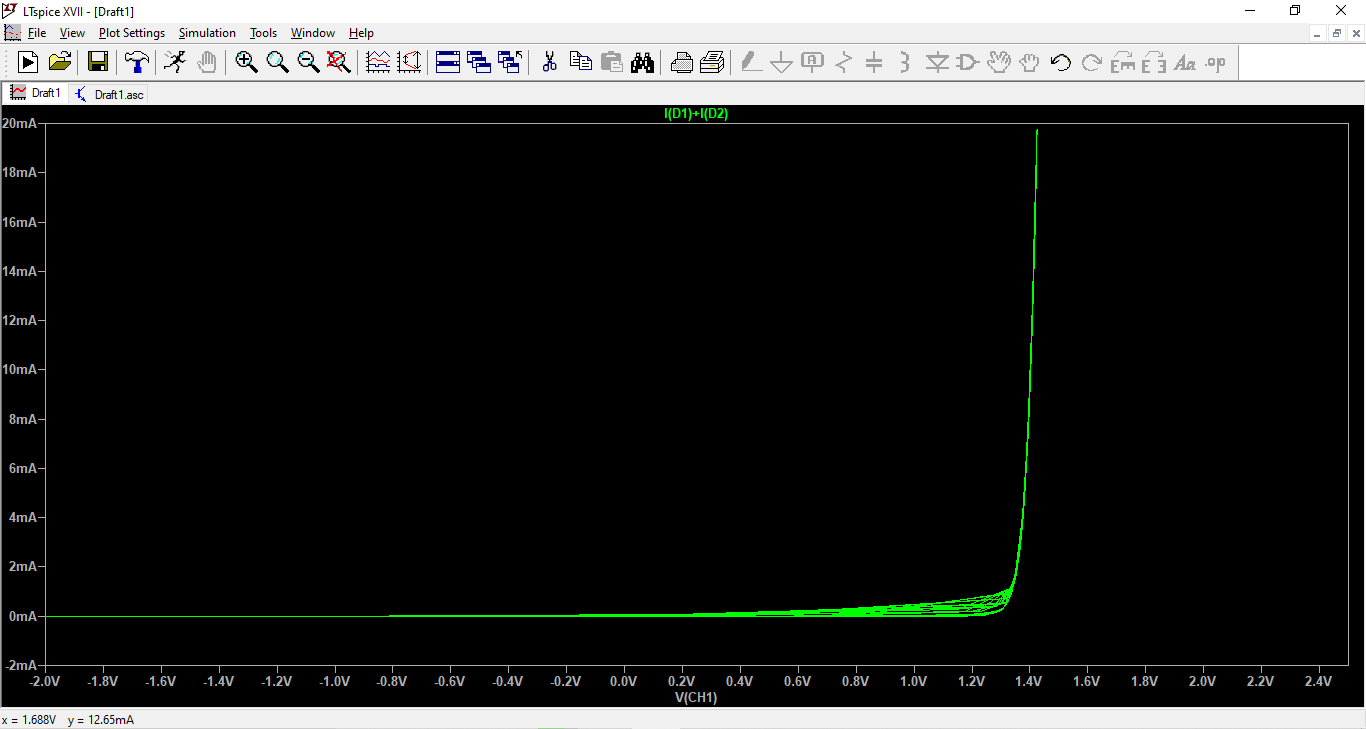
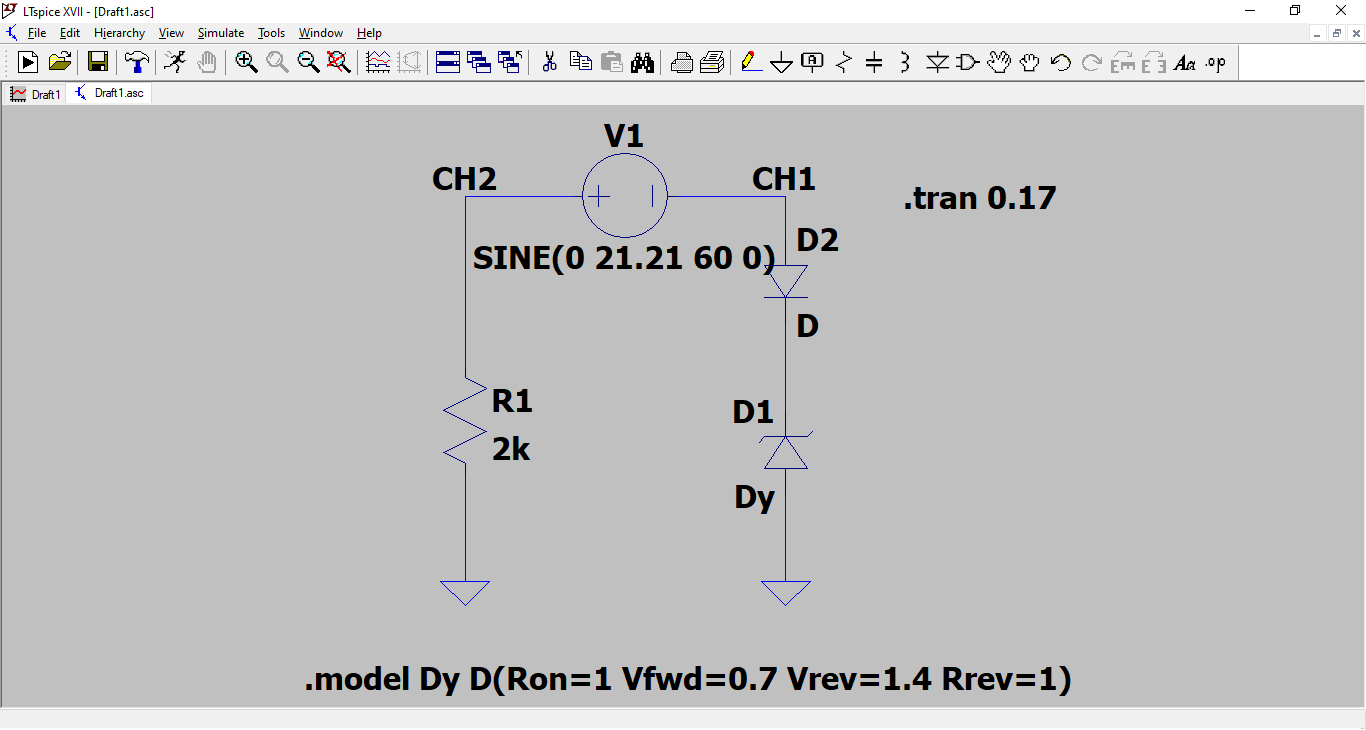


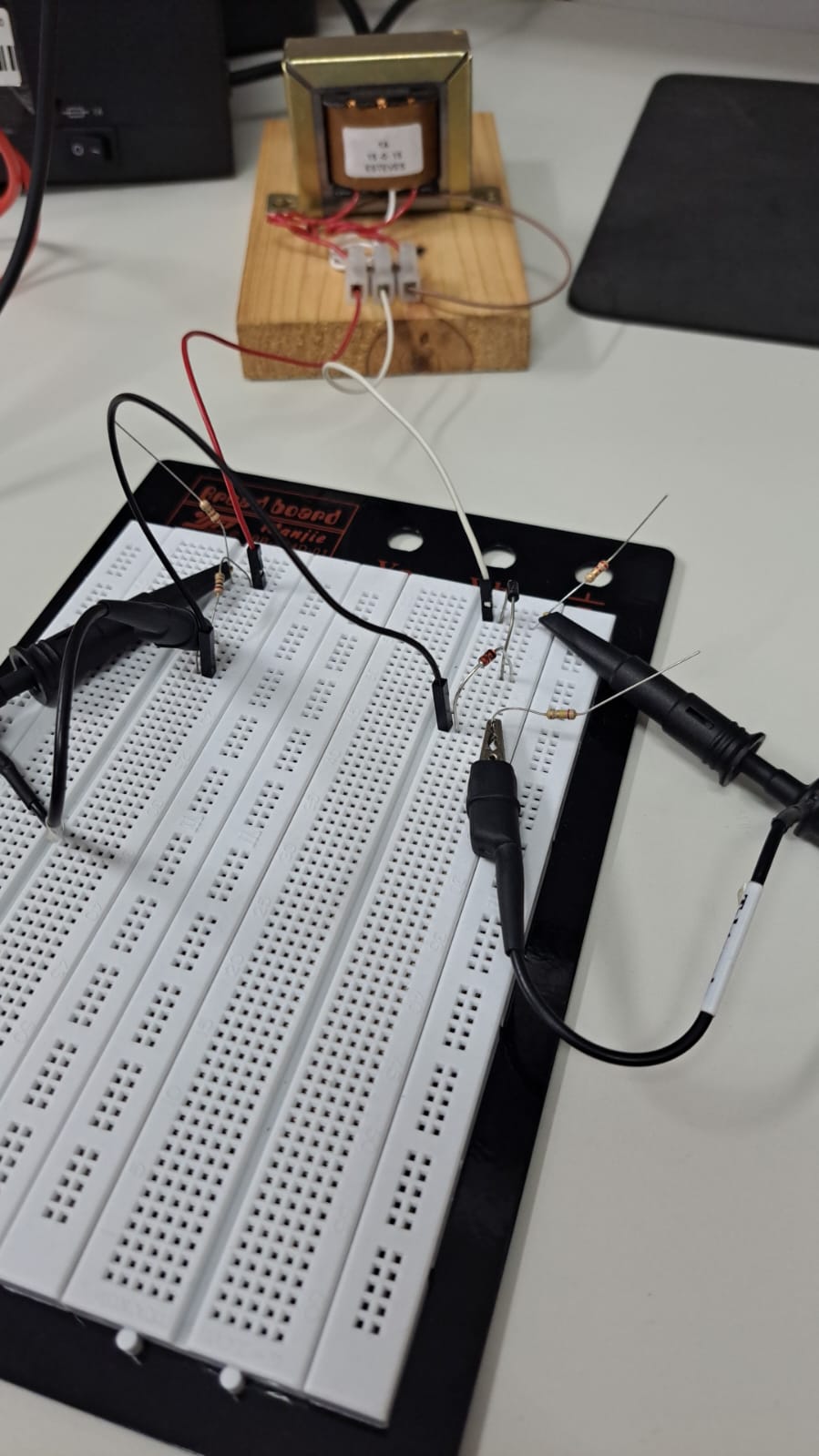
Gráfico do circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido direto, simulado computacionalmente.

### 4.2.9 Diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido reverso

O nono experimento foi projetado com um diodo, no sentido direto, em série com um diodo zener, no sentido da reverso, esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio é a soma do do diodo com o do diodo zener, $V\_K \thickapprox 2.1V$, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido reverso.



Montagem do circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido reverso.

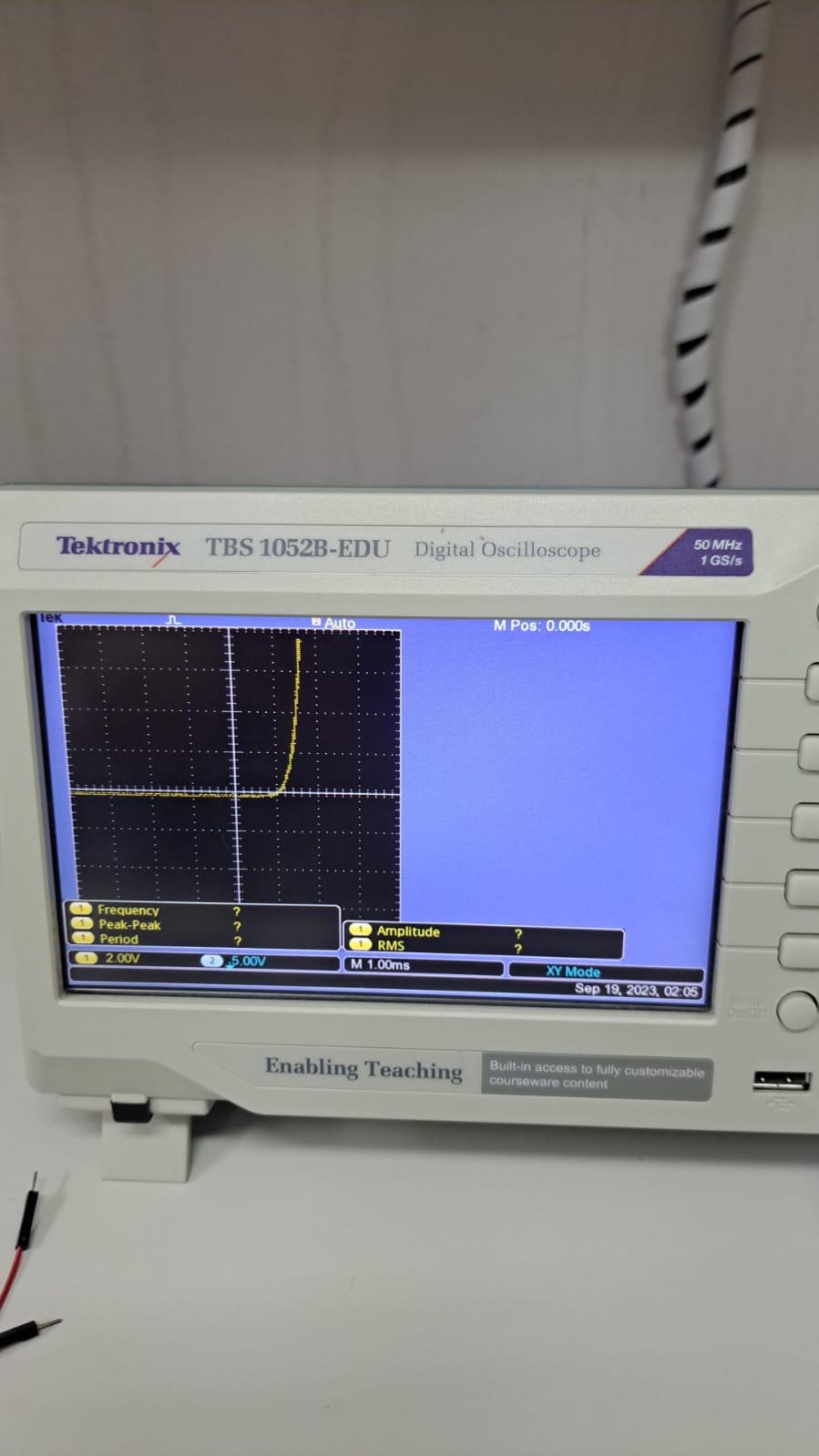


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido reverso.

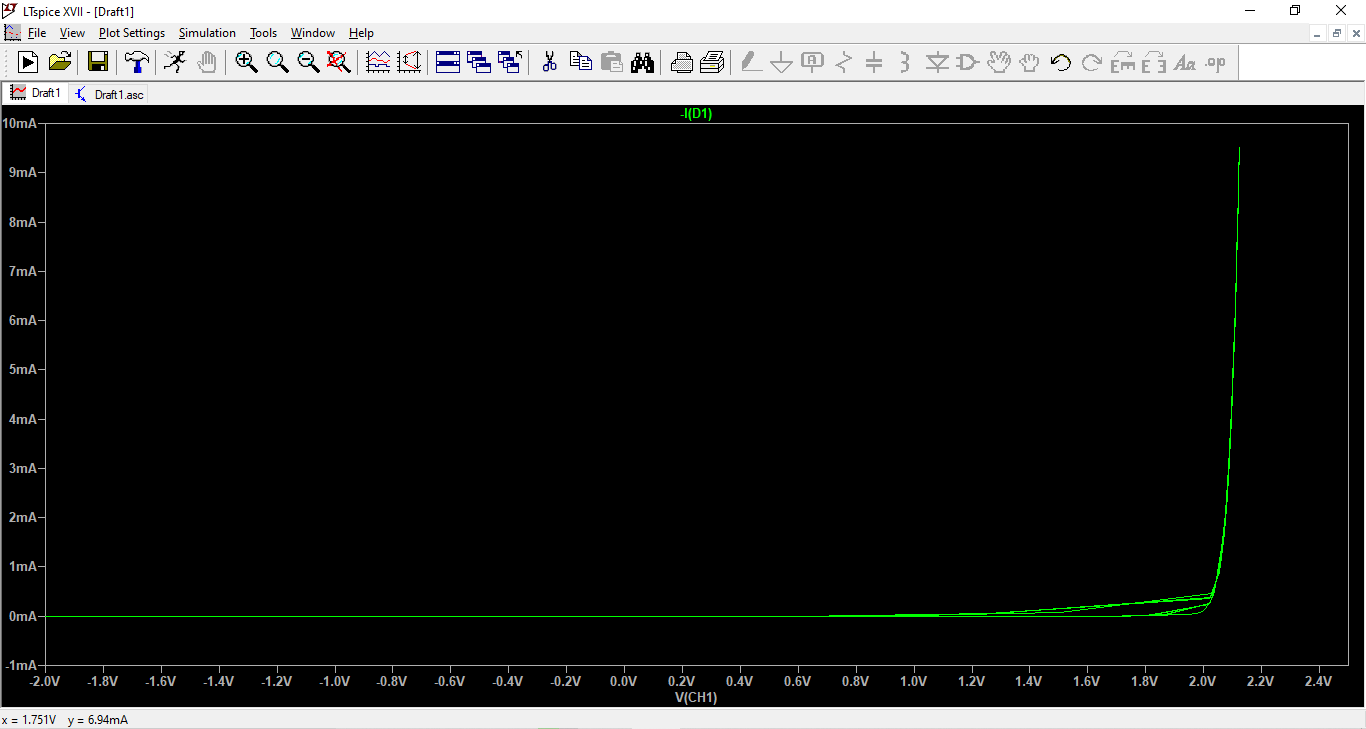
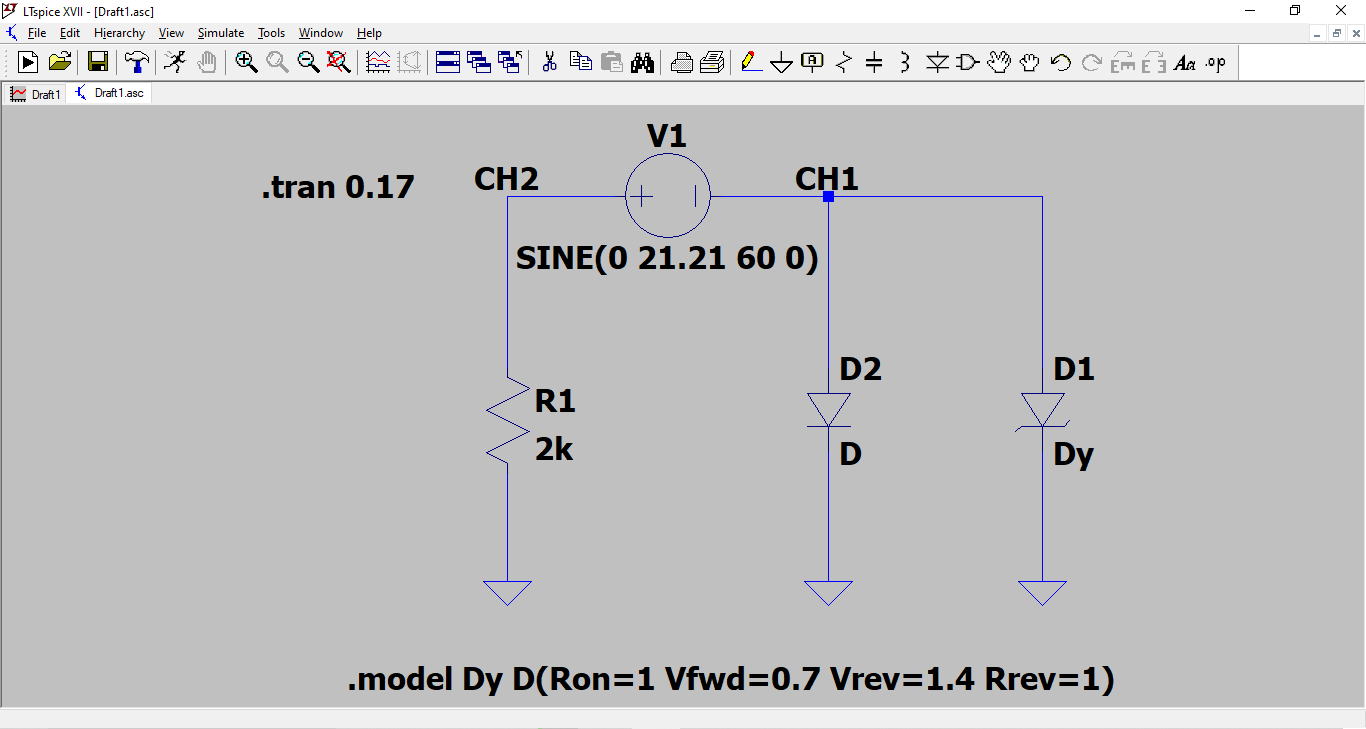


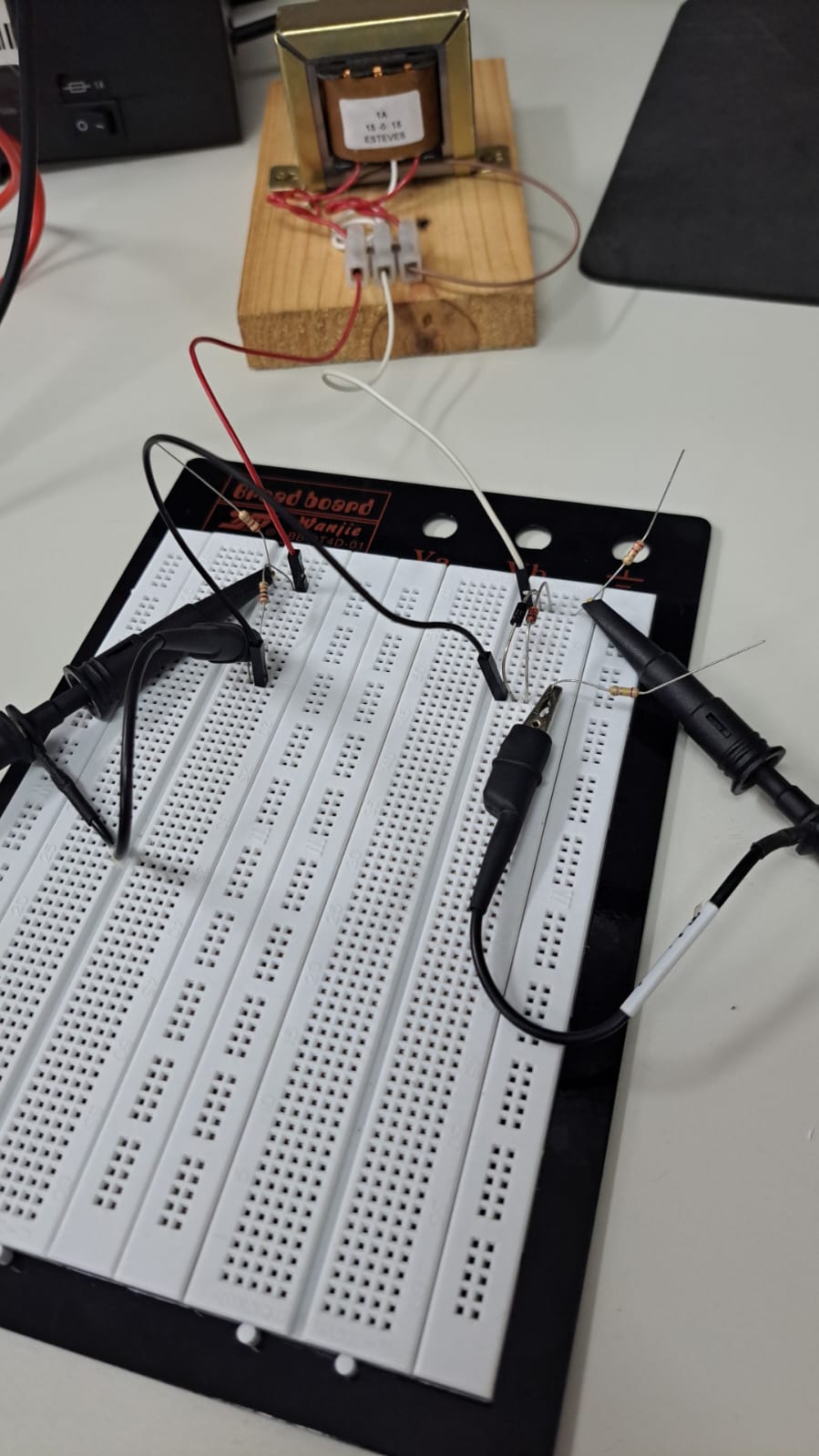
Gráfico do circuito com diodo no sentido direto em série com diodo zener no sentido reverso, simulado computacionalmente.

### 4.2.10 Diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto

O décimo experimento foi projetado com um diodo, no sentido direto, em paralelo com um diodo zener, no sentido da direto, esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto.



Montagem do circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto.

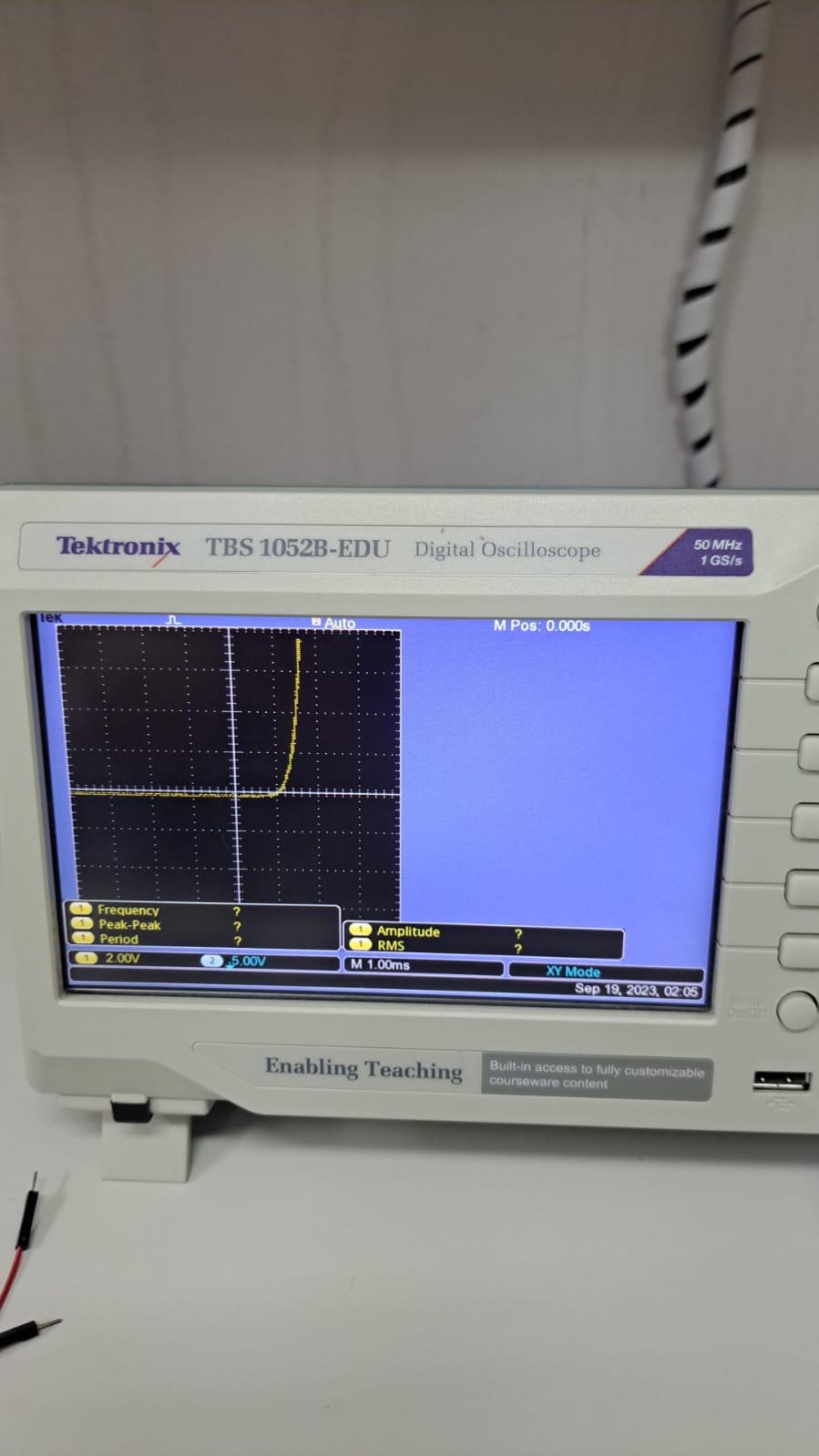


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto.

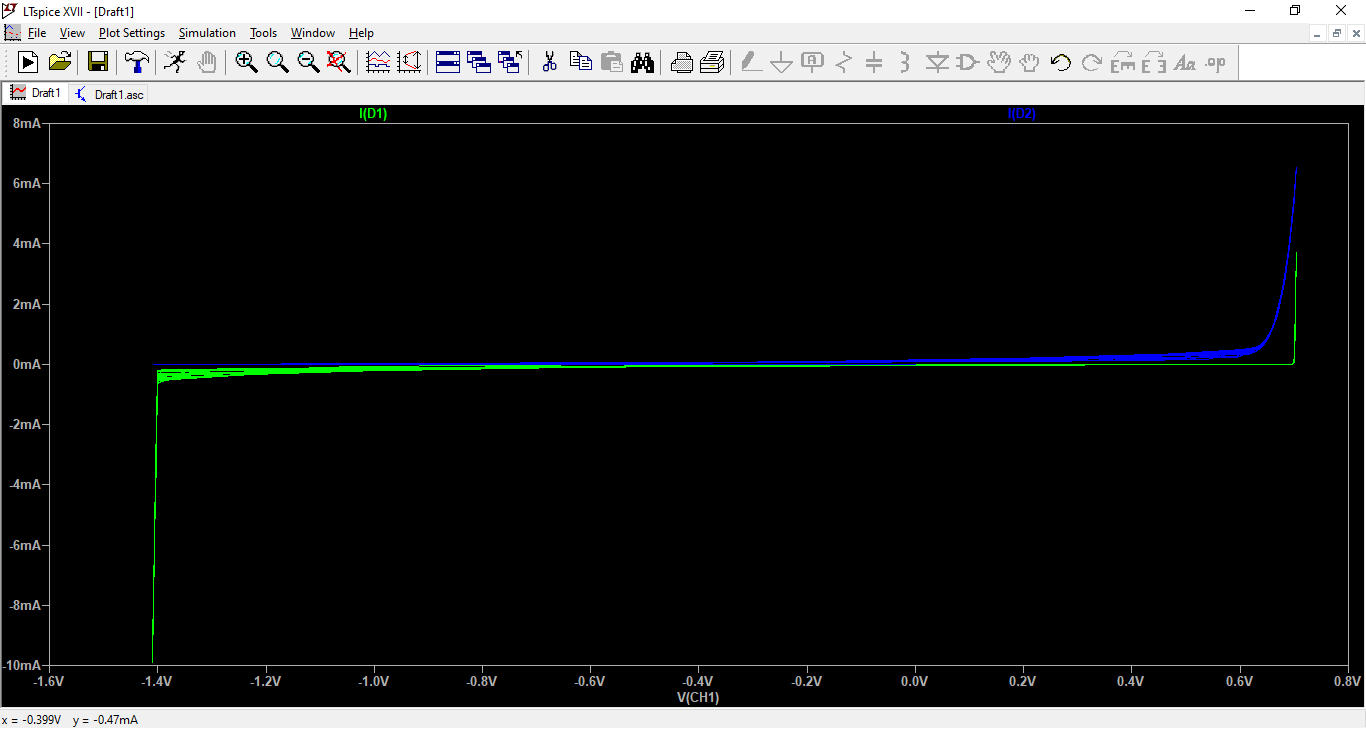
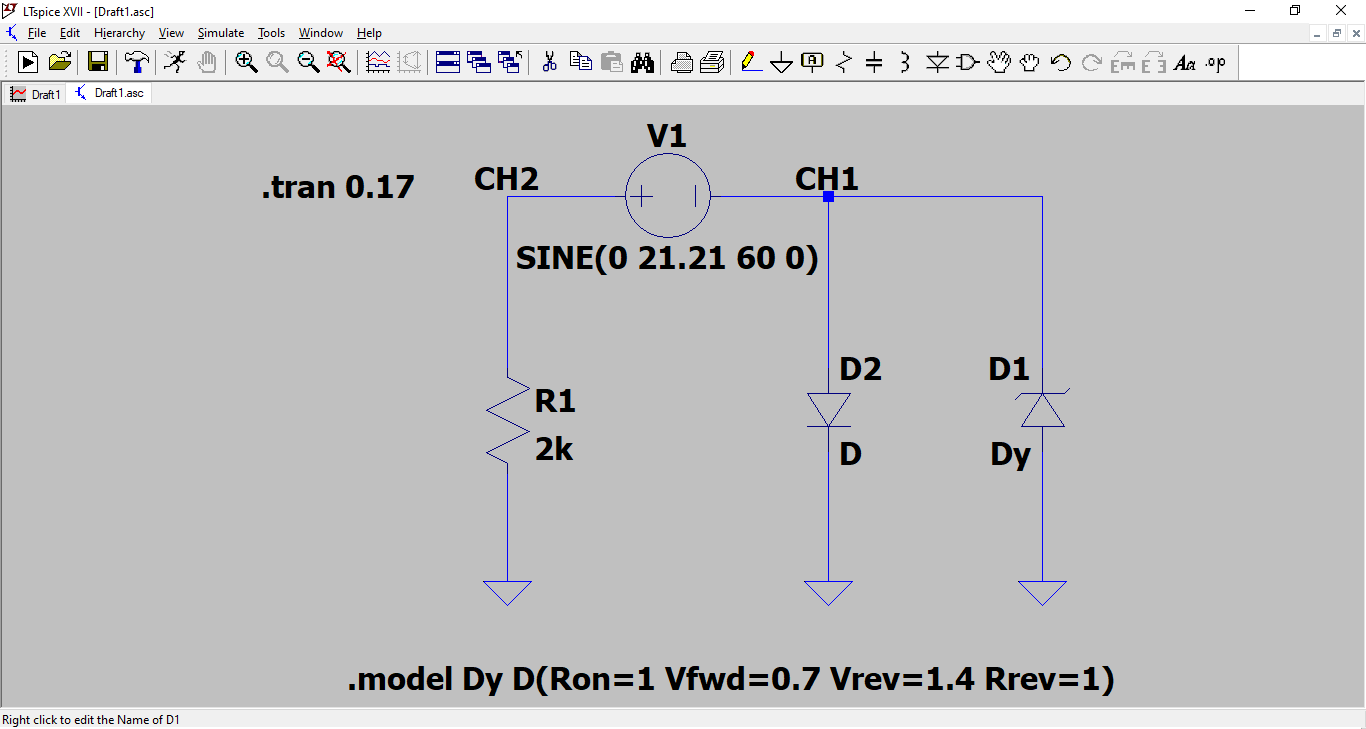


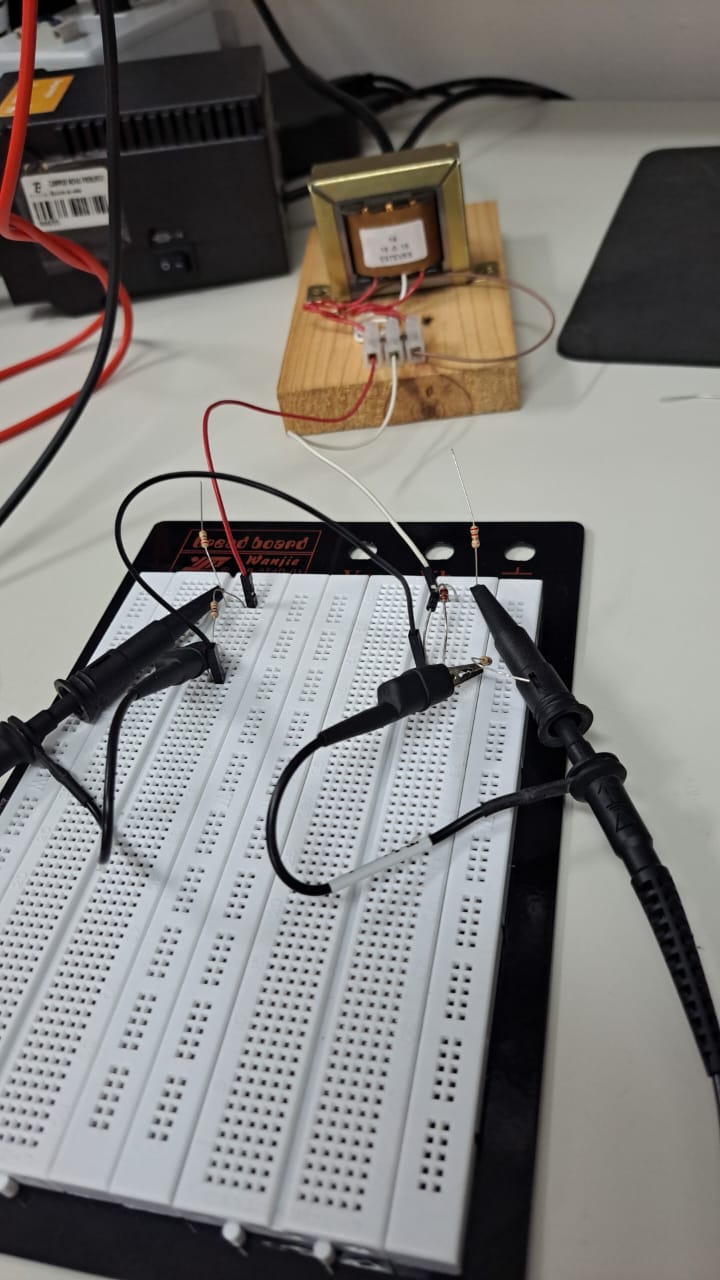
Gráfico do circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido direto, simulado computacionalmente.

### 4.2.11 Diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso

O décimo primeiro experimento foi projetado com um diodo, no sentido direto, em paralelo com um diodo zener, no sentido da reverso, esses dois dispositivos no lugar do dispositivo de teste, como pode ser observado pela figura . O circuito foi montado como apresentado na figura . O resultado obtido pelo gráfico presente no osciloscópio, figura , e o resultado esperado é o simulado computacionalmente pela figura .  
Como pode ser observado, o gráfico obtido pelo osciloscópio e o simulado são semelhantes, mostrando que o experimento foi bem-sucedido.



Circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso.



Montagem do circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso.

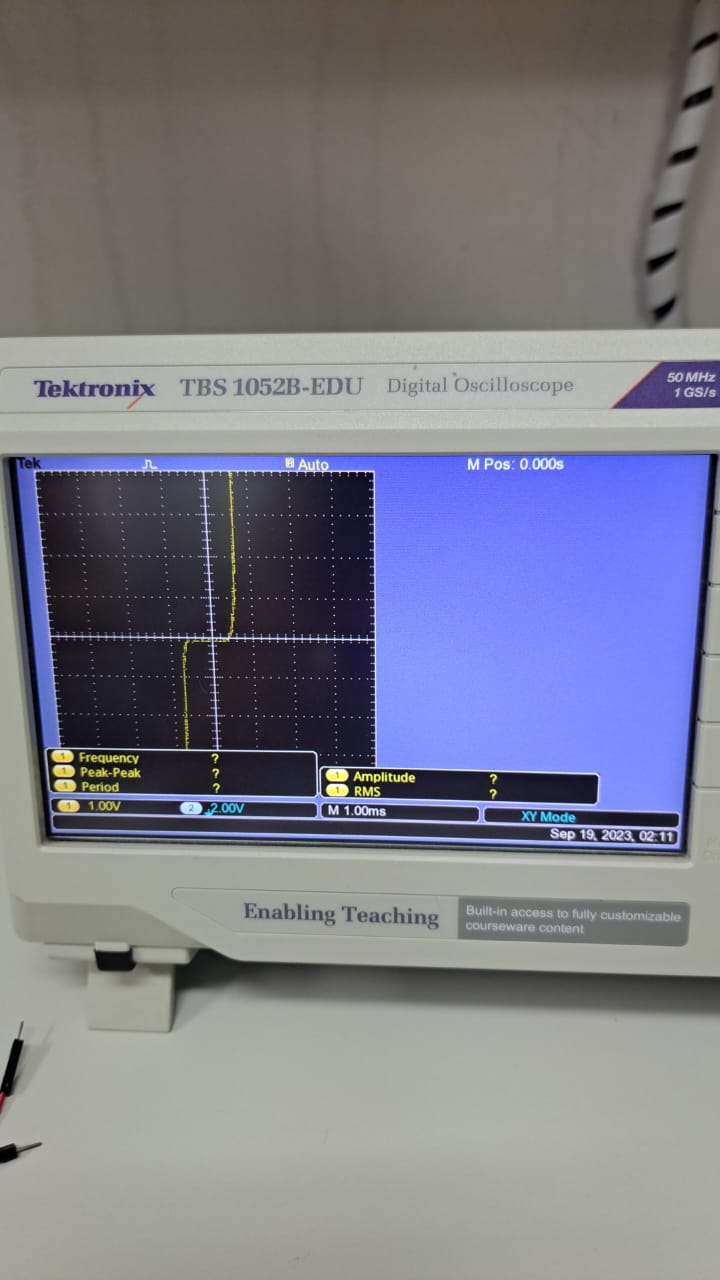


Gráfico do osciloscópio para o circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso.

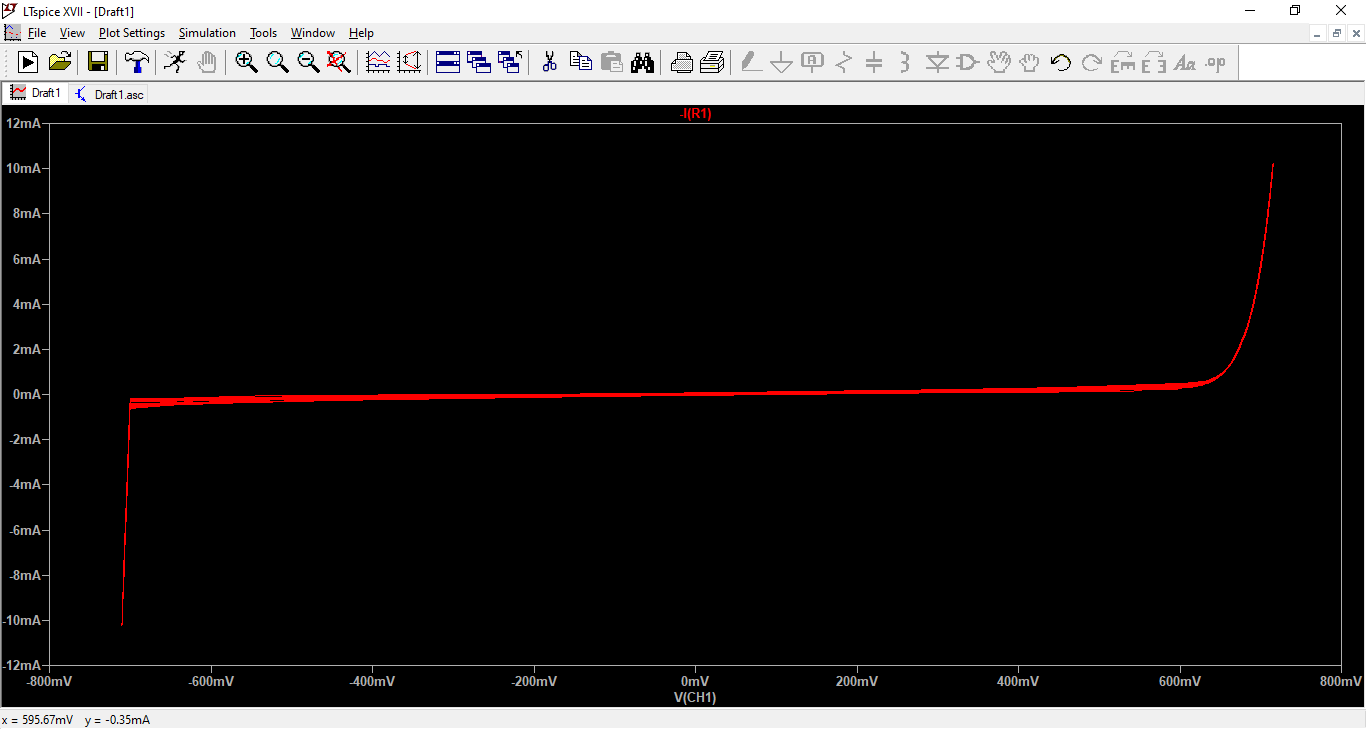


Gráfico do circuito com diodo no sentido direto em paralelo com diodo zener no sentido reverso, simulado computacionalmente.

# 5 CONCLUSÃO

# BIBLIOGRAFIA

JOHNSON, D. E.; HILBURN, J. L.; JOHNSON, J. R. **Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos - 4ed**. [s.l.] Editora LTC, 2015.

SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. [**Microeletrônica**](https://books.google.com.br/books?id=3vtLAAAACAAJ). [s.l.] Pearson Makron Books, 2007.