



**Universidade Federal de Uberlândia**  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
FEELT

## **VERIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE FASES DAS TENSÕES**

Relatório da Disciplina de Experimental de Circuitos Elétricos II  
por

Lesly Viviane Montúfar Berrios  
11811ETE001

Prof. Wellington Maycon Santos Bernardes  
Uberlândia, Dezembro / 2019

# Sumário

<b>1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Introdução teórica</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Preparação</b>	<b>3</b>
3.1	Materiais e ferramentas . . . . .	3
3.2	Montagem . . . . .	3
3.2.1	Verificação da sequência de fases . . . . .	3
3.2.2	Verificação da sequência de fases - Fase A aberta . . . . .	4
3.2.3	Verificação da sequência de fases - Fase C aberta . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Dados Experimentais</b>	<b>4</b>
4.0.1	Verificação da sequência de fases . . . . .	5
4.0.2	Verificação da sequência de fases - Fase A aberta . . . . .	5
4.0.3	Verificação da sequência de fases - Fase C aberta . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Análise sobre segurança</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Cálculos, análise dos resultados e questões</b>	<b>5</b>
6.1	Análise teórica do circuito . . . . .	5
6.1.1	Verificação da sequência de fases . . . . .	5
6.1.2	Verificação da sequência de fases - Fase A aberta . . . . .	5
6.1.3	Verificação da sequência de fases - Fase C aberta . . . . .	5
6.2	Reflexão . . . . .	5
6.2.1	E na ausência de um voltímetro? . . . . .	5
6.2.2	Sobre a importância da sequência de fase em um circuito elétrico . . . . .	5
<b>7</b>	<b>Simulação computacional</b>	<b>6</b>
7.0.1	Verificação da sequência de fases . . . . .	6
7.0.2	Verificação da sequência de fases - Fase A aberta . . . . .	7
7.0.3	Verificação da sequência de fases - Fase C aberta . . . . .	8
<b>8</b>	<b>Conclusões</b>	<b>9</b>

# 1 Objetivos

Pretende-se verificar experimentalmente conceitos teóricos de como encontrar a correta sequência de fase diante da ausência de um sequencímetro (método do voltímetro).

## 2 Introdução teórica

O sequencímetro é um instrumento de medida elétrica analógica ou digital que tem por finalidade a verificação da sequência de fases de um motor trifásico (circuito alimentado por corrente alternada), ou seja, indica a fase aberta e o sentido de rotação do motor. Na Figura 1, é observado um fasímetro, que possui a mesma função, havendo poucas diferenças, entre elas, estão a tensão de entrada e a faixa de frequência. Sobre seu funcionamento diz-se que, a partir do momento em que o sequencímetro detecta a passagem por zero (pulso positivo de curta duração) de cada fase é aplicado em um circuito sequencial feito com flip-flop e indica a sequência da rede [3].

Na ausência desse tipo de equipamento, circuitos desequilibrados podem ser utilizados para a verificação de sequência de fases em certo sistema elétrico. Basendo-se na queda de tensão em cada fase, é possível provar matematicamente qual é a sequência de fases utilizada, conforme a Sessão 6.1.



Figura 1: Fasímetro com indicador led 690 volts - MFA-862 [4].

## 3 Preparação

### 3.1 Materiais e ferramentas

- 1 - **Fonte:** Alimentará todo o circuito. Possui frequência de 60  $Hz$ .
- 2 - **Regulador de tensão (Varivolt):** Também chamado de autotransformador, permitirá obter o valor desejado de corrente a partir da regulação correta da tensão fornecida pela fonte.
- 3 - **Conectores:** Para as conexões no circuito foi utilizado majoritariamente cabos banana-banana.
- 4 - **Medidor eletrônico KRON Mult K:** Possibilita encontrar a medição da potência real (P) - vatímetro, reativa (Q) e aparente (S) do circuito. Ele também possui função de cofasímetro, instrumento elétrico que mede o fator de potência ( $\text{fp}$ ,  $\cos\theta$ ) ou o ângulo da impedância  $\theta$  do circuito, para um circuito com a impedância  $Z = Z\angle\theta$ .
- 5 - **Amperímetro analógico AC:** Instrumento utilizado para acompanhar visualmente o aumento da corrente.
- 6 - **Resistor de  $50\Omega$ :** Carga resistiva para compor a carga do circuito trifásico.
- 7 - **Capacitor de  $45,9\mu F$ :** Sendo sua resistência quase nula, portanto desprezível nessa aplicação (Esquenta pouco, logo dissipa menos energia).

### 3.2 Montagem

#### 3.2.1 Verificação da sequência de fases

A montagem para o método do voltímetro pode ser realizado por meio de voltímetros analógicos, como mostra a Figura 2, ou mediante equipamento digital, como na Figura 3. Para este experimento utilizou o medidor digital *Kron*, com configuração TL=0000 (Trifásico Equilibrado ou Desequilibrado Estrela - 3F + N - 3 elementos 4 fios). Assim, no caso de equipamento digital, aplica-se uma tensão linha  $V_L = 100V$  com o auxílio do *Varivolt*, em frequência de 60Hz, e parâmetros de carga:  $R = 50\Omega$  e  $C = 45,9\mu F$ . Ademais, como procedimento de segurança, é verificado sempre se existe algum curto-circuito em alguma das fases em baixa tensão.

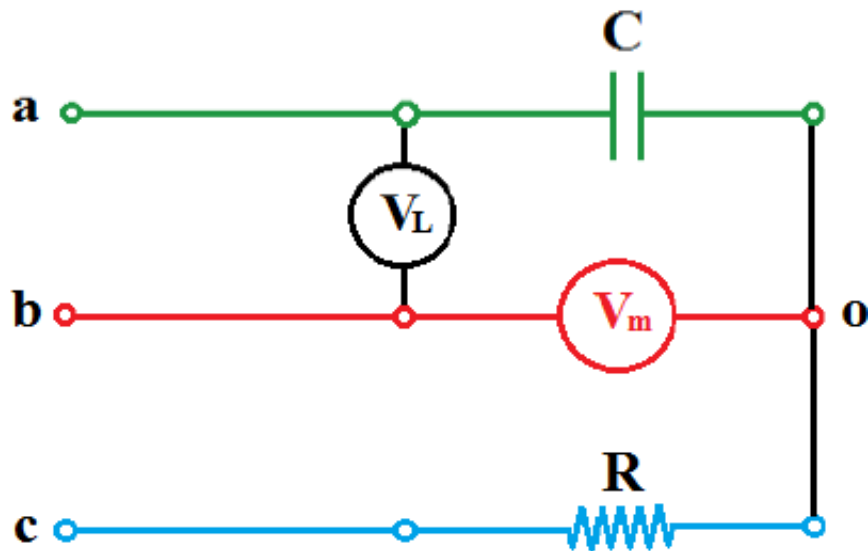


Figura 2: Método do voltímetro, utilizando-se voltímetros analógicos.

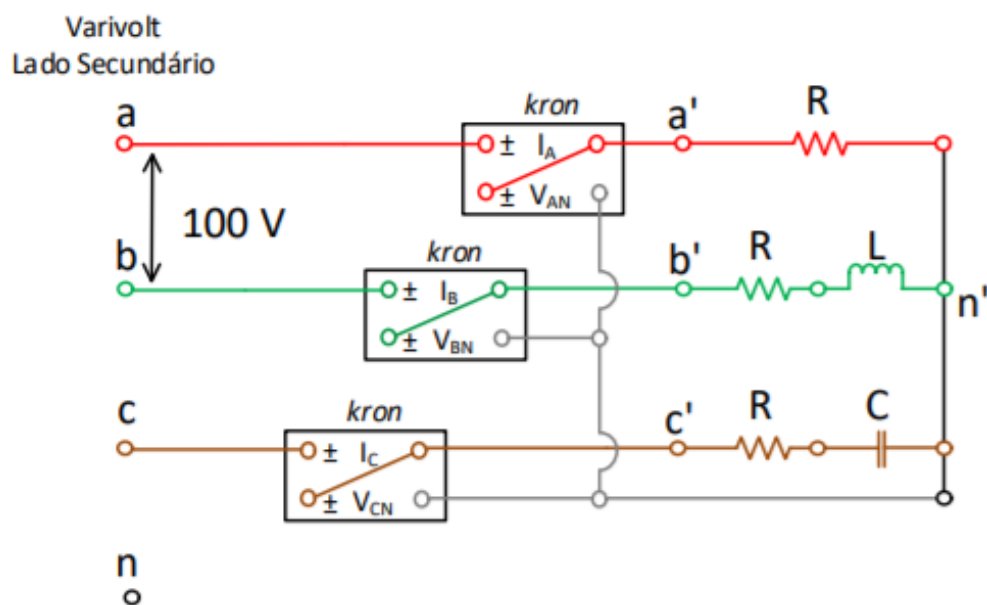


Figura 3: Método do voltímetro, utilizando-se equipamento digital.

### 3.2.2 Verificação da sequência de fases - Fase A aberta

### 3.2.3 Verificação da sequência de fases - Fase C aberta

## 4 Dados Experimentais

Embora, esta sessão seja reservada para os dados obtidos experimentalmente, também são contemplados, nas tabelas que seguem, os resultados teóricos.

#### **4.0.1 Verificação da sequência de fases**

#### **4.0.2 Verificação da sequência de fases - Fase A aberta**

#### **4.0.3 Verificação da sequência de fases - Fase C aberta**

### **5 Análise sobre segurança**

Os óculos de segurança são Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e são utilizados para a proteção da área ao redor dos olhos contra qualquer tipo de detrito estranho, que possa causar irritação ou ferimentos. Também protegem contra faíscas, respingos de produtos químicos, detritos, poeira, radiação e etc [2]. É importante a utilização desse equipamento durante os experimentos a fim de evitar qualquer dano, além de preparar o profissional para o manejo correto e seguro de qualquer equipamento. Além disso, foi de extrema importância a presença do professor ou técnico na verificação da montagem do circuito antes de energizá-lo. Assim, reduziu-se riscos de curtos-circuitos ou sobrecarga na rede.

### **6 Cálculos, análise dos resultados e questões**

#### **6.1 Análise teórica do circuito**

##### **6.1.1 Verificação da sequência de fases**

##### **6.1.2 Verificação da sequência de fases - Fase A aberta**

##### **6.1.3 Verificação da sequência de fases - Fase C aberta**

#### **6.2 Reflexão**

##### **6.2.1 E na ausência de um voltímetro?**

Na ausência de voltímetros, amperímetros ou sequenciômetro, pode-se utilizar equipamentos permitam de forma visual ou sensitiva identificar a fase com maior e maior tensão, para assim prosseguir com a análise realizada neste experimento.

##### **6.2.2 Sobre a importância da sequência de fase em um circuito elétrico**

## 7 Simulação computacional

Para a simulação foi utilizada uma fonte CBA, por isso pode haver alguma estranheza no circuito por parte do leitor. No entanto, a análise é a mesma.

### 7.0.1 Verificação da sequência de fases

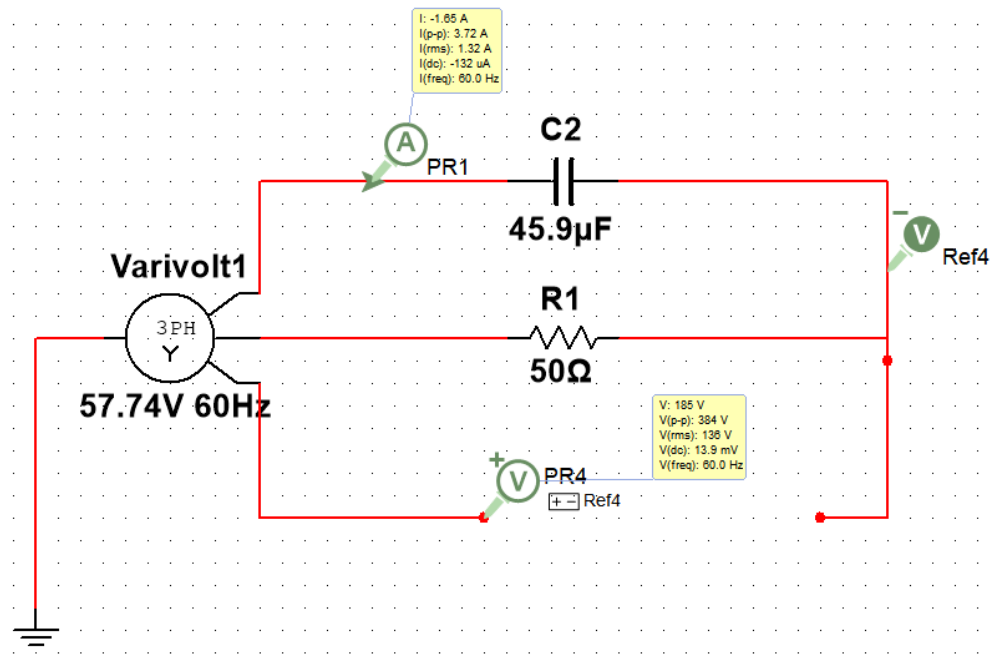


Figura 4: Método do voltímetro, utilizando-se equipamento digital.

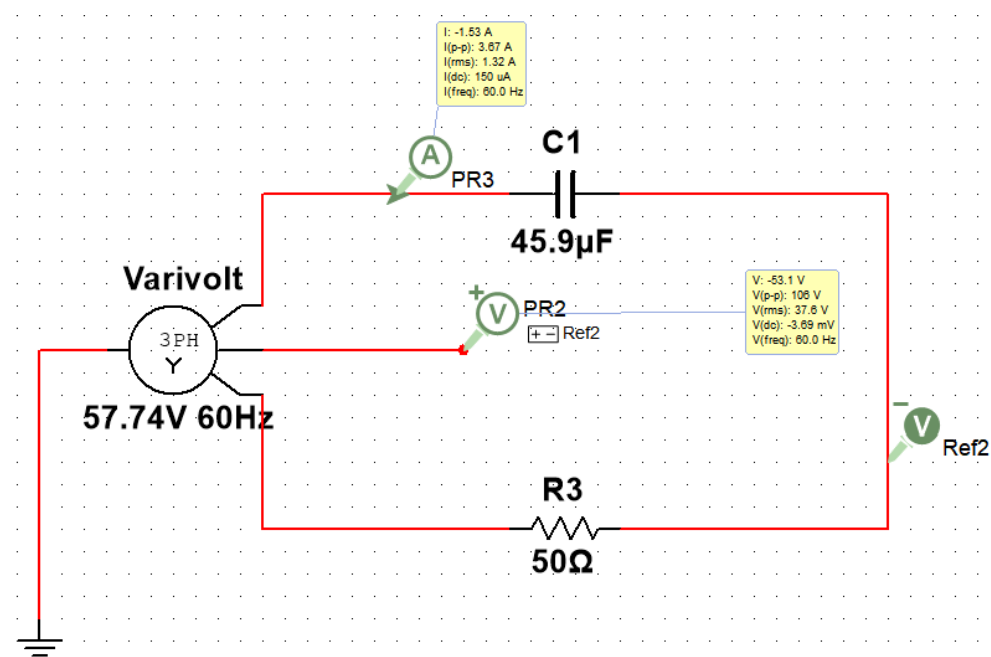


Figura 5: Simulação para determinação de sequência de fase CBA.

### 7.0.2 Verificação da sequência de fases - Fase A aberta

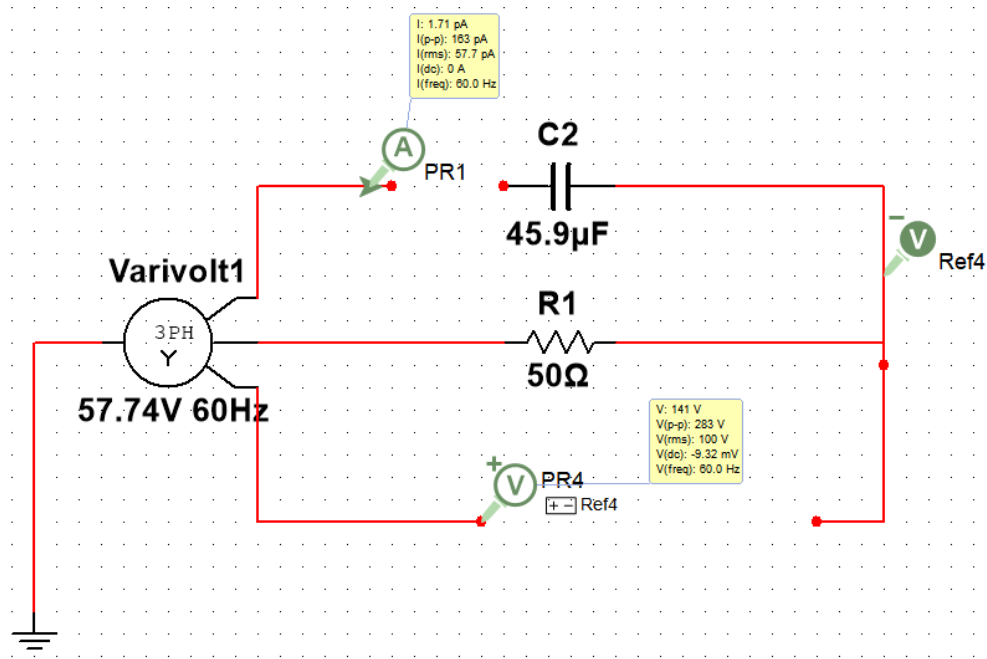


Figura 6: Método do voltímetro, utilizando-se equipamento digital.

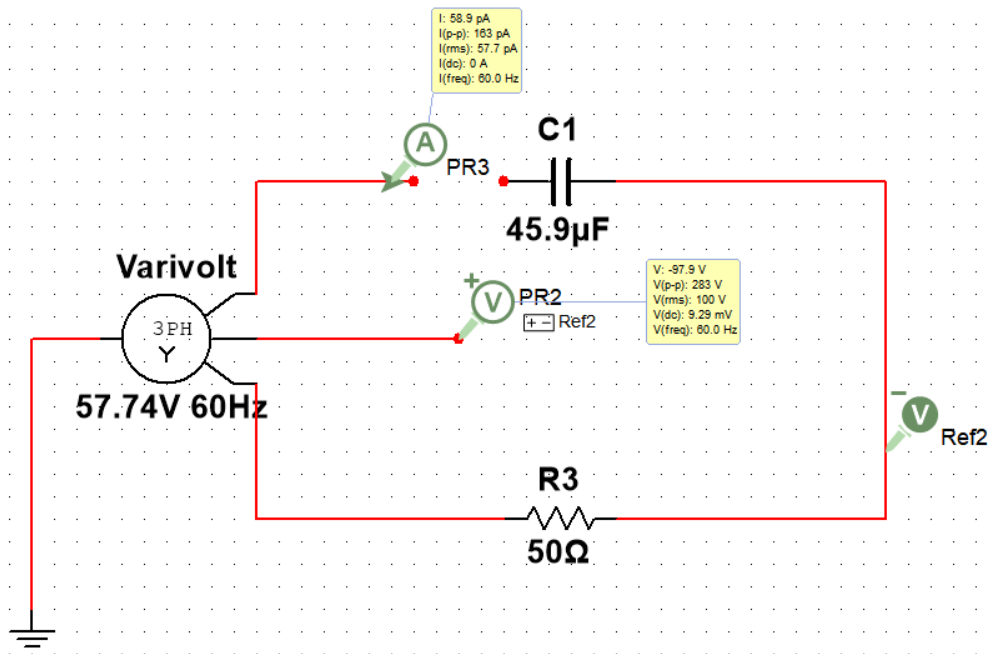


Figura 7: Simulação para determinação de sequência de fase CBA.



### 7.0.3 Verificação da sequência de fases - Fase C aberta

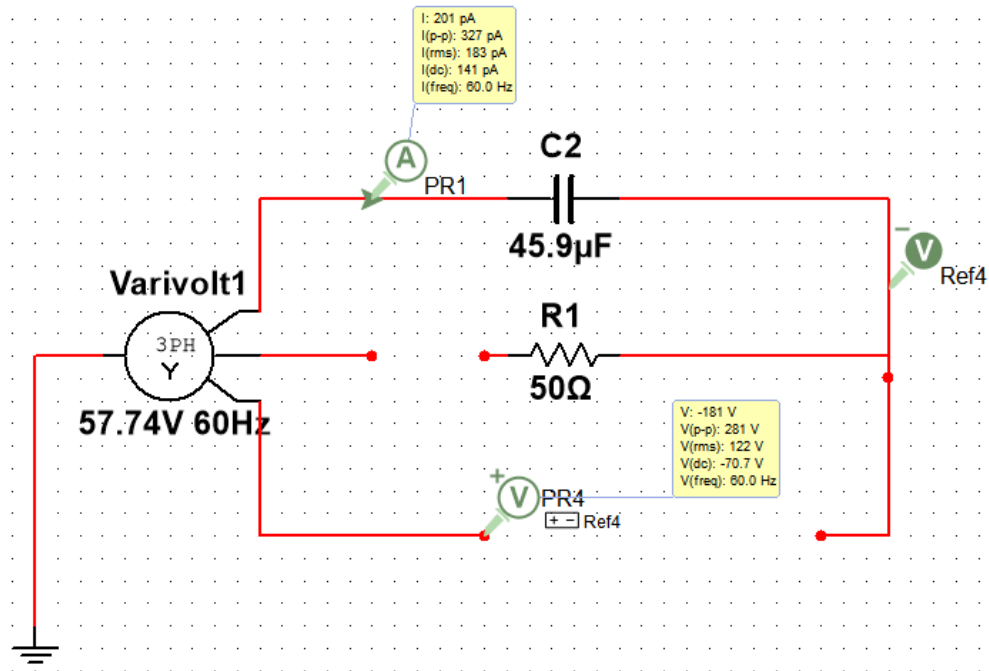


Figura 8: Método do voltímetro, utilizando-se equipamento digital.

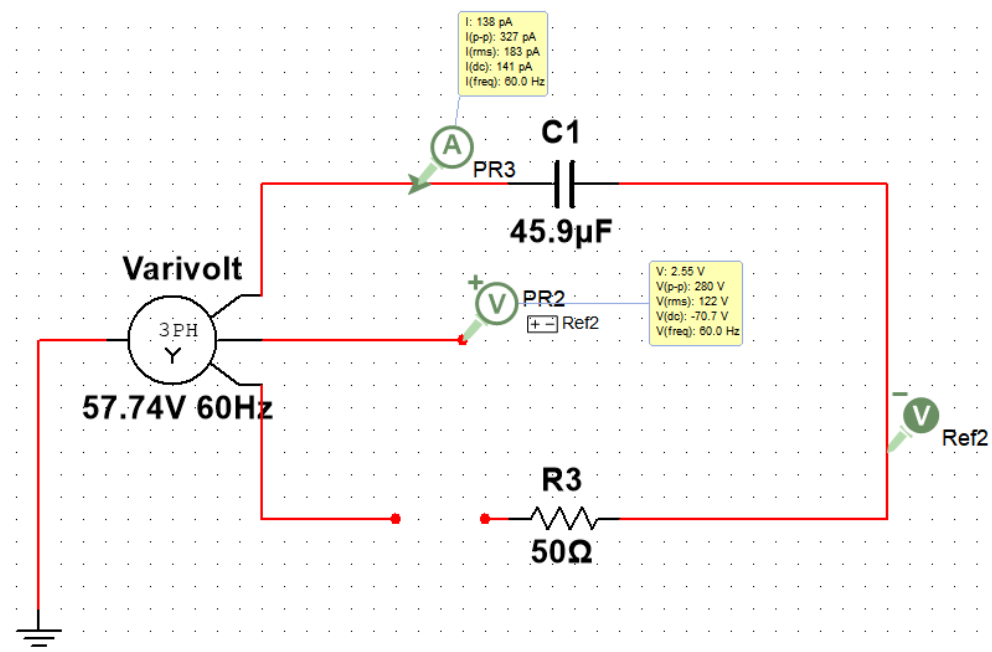


Figura 9: Simulação para determinação de sequência de fase CBA.

## 8 Conclusões

## Referências

- [1] P. H. O. Rezende, "Circuitos Polifásicos Desequilibrados", 2018.
- [2] SafetyTrabi, "Óculos de segurança: Saiba quando utilizar este EPI", SafetyTrab, 2019. Disponível em: <https://www.safetytrab.com.br/blog/oculos-de-seguranca/>. Acesso em: ago. 2019.
- [3] B. M. Nascimento, J. Carneiro, P. Viecilli, "Sequencímetro de Baixo Custo", Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Disponível em: <https://brunomarquesunir.wixsite.com/sequencimetro>. Acesso em: dez. 2019.
- [4] Dutra Máquinas. Disponível em: <https://m.dutramaquinas.com.br/p/fasimetro-com-indicador-led-690-volts-mfa-862-mfa-862>. Acesso em: dez. 2019.