

# Fundamentos de Energia Elétrica

Guia do 1º Trabalho Laboratorial

## **Sistemas Trifásicos**

Elaborado por

Célia Jesus, Gil Marques

Local de realização

Laboratório de Máquinas Elétricas

**1º SEMESTRE P1**

**2023 / 2024**

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho destina-se a ensinar sistemas trifásicos, evidenciando as propriedades mais importantes que os caracterizam. São analisadas as seguintes situações:

- i) Caracterização da fonte de alimentação trifásica simétrica;
- ii) Alimentação simétrica de cargas equilibradas, ligadas em estrela ou em triângulo;
- iii) Alimentação assimétrica de cargas equilibradas com impedância de neutro

As redes trifásicas mais simples são redes simétricas e equilibradas, isto é, redes em que os valores eficazes das tensões e das correntes das três fases são iguais e nas quais a diferença de fase entre duas das tensões ou duas das correntes difere exatamente de  $120^\circ$ .

Na primeira parte deste trabalho laboratorial, *i)*, analisa-se o sistema trifásico de tensões. Na segunda, *ii)*, comparam-se as situações de rede simétrica com carga ligada em estrela e depois com carga ligada em triângulo. Na terceira parte, *iii)*, analisa-se uma situação em que a fonte de alimentação apresenta um sistema de tensões não simétrico.

Para reduzir os perigos da realização deste trabalho usa-se uma fonte de tensão reduzida. Esta é obtida a partir da rede elétrica de 400 V e de um transformador que a reduz a tensão composta para cerca de 70 V.

## 2. LISTA DE MATERIAL

### Multímetro digital

Será utilizado para a medição do valor eficaz das tensões.



Fig. 1 Multímetro.

## Pinça Amperimétrica

Será utilizada para a medição do valor eficaz das correntes.



Fig. 2 Pinça amperimétrica.

## Interruptor trifásico e fonte trifásica de tensão reduzida

O interruptor permitirá ligar e desligar a fonte da carga. A fonte de tensão é obtida a partir da rede trifásica usando um transformador para reduzir o valor de tensão do modo a tornar o trabalho mais seguro (este transformador não está visível neste guia).



Fig. 3 Fotografia do interruptor trifásico.

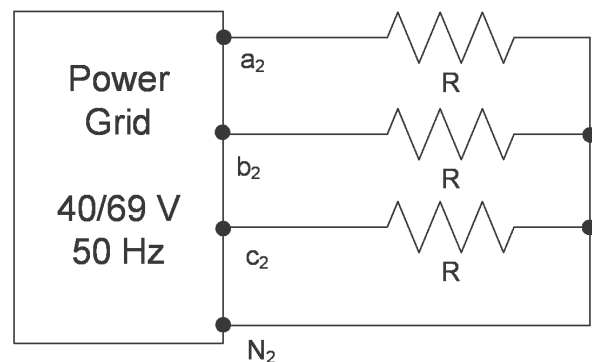


Fig. 4 Esquema do Interruptor e fonte de tensão trifásicos com carga em estrela.

## Multímetro digital trifásico (INTEGRA 1232)

Além de poder medir as tensões e correntes do sistema trifásico, permite também medir a potência ativa, reativa, aparente e o fator de potência. Utiliza três transformadores de corrente com isolamento galvânico sendo alimentado através das tensões que está a medir.



Fig. 5 Multímetro digital INTEGRA 1232

## Osciloscópio TDS

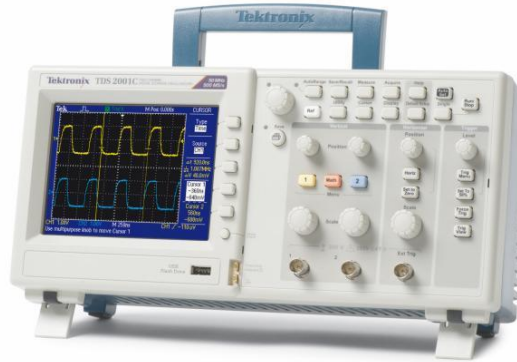


Fig. 5 Osciloscópio.

Permite visualizar as formas de onda das tensões ou correntes.

### Sistema de isolamento galvânico

Constituído por 4 transformadores, faz o isolamento galvânico de modo a permitir medir diferentes grandezas definidas a potenciais diferentes.

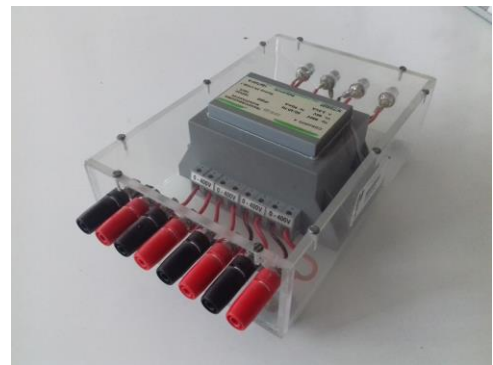


Fig. 6 Sistema de isolamento galvânico.

### Resistência trifásica OFICEL

É constituída por um conjunto trifásico equilibrado de resistências que podem ser ajustadas através de três comutadores (A1, A2, A3) e de uma resistência monofásica fixa de 1000 W, 12 $\Omega$ .

Neste trabalho a resistência fixa será utilizada como resistência de neutro.



Fig. 7 Carga resistiva trifásica.

## 4 ALIMENTAÇÃO SIMÉTRICA DE CARGAS EQUILIBRADAS.

### 4.1 Estudo da fonte de tensão trifásica

Não ligue nenhuma carga à fonte de tensão.

Meça os valores eficazes das tensões simples e das tensões compostas. Qual a sua relação?

Utilizando o sistema de isolamento galvânico, visualize no osciloscópio duas das tensões simples. Repare na forma de onda e defasagem.

Visualize uma tensão simples e uma tensão composta. Meça os valores de pico e as defasagens entre elas.

### 4.2 Carga ligada em estrela

#### 4.2a) Montagem do circuito a ensaiar

Ligue a carga trifásica em estrela, Fog. 9, usando o valor de  $40\ \Omega$  para a resistência de fase (posições dos cursores 5 5 5). Utilize como resistência de neutro a resistência fixa de  $12\ \Omega$  que se encontra na mesma caixa de resistências.

Utilize como tensão de alimentação da carga as saídas do interruptor trifásico tal como representado na Fig. 8.

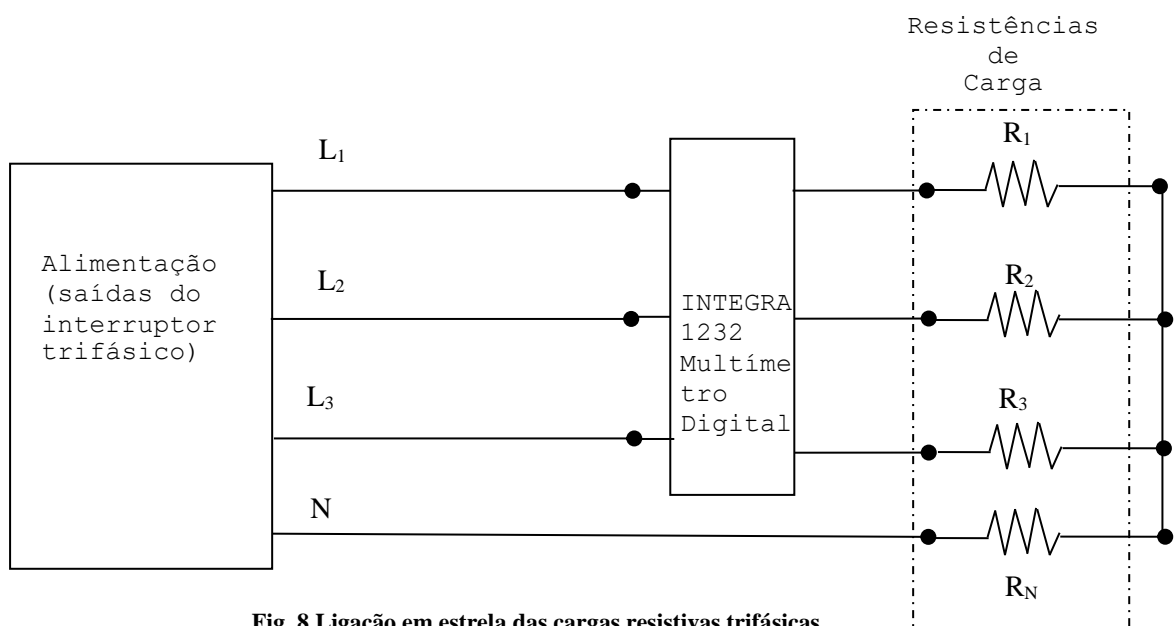


Fig. 8 Ligação em estrela das cargas resistivas trifásicas.

#### 4.2b) Condução do ensaio

Ligue o interruptor.

Registre os valores eficazes das tensões simples e compostas na alimentação (saídas do interruptor trifásico). Verifique que está na presença de um sistema de tensões trifásico simétrico.

Registre os valores das tensões nas fases da carga e da queda de tensão no neutro.

Utilizando uma pinça amperimétrica, faça a medição dos valores das correntes nas linhas, fases da carga e no neutro.

Registe o valor da potência ativa entregue à carga.

Desligue o interruptor.

### 4.3 Carga ligada em triângulo

#### 4.3a) Montagem do circuito a ensaiar

Ligue agora a carga trifásica (com os valores de cada resistência igual a  $40\ \Omega$  tal como no ensaio em estrela) em triângulo tal como esquematizado na Fig. 9 (repare que neste caso a resistência de neutro não está incluída na montagem).

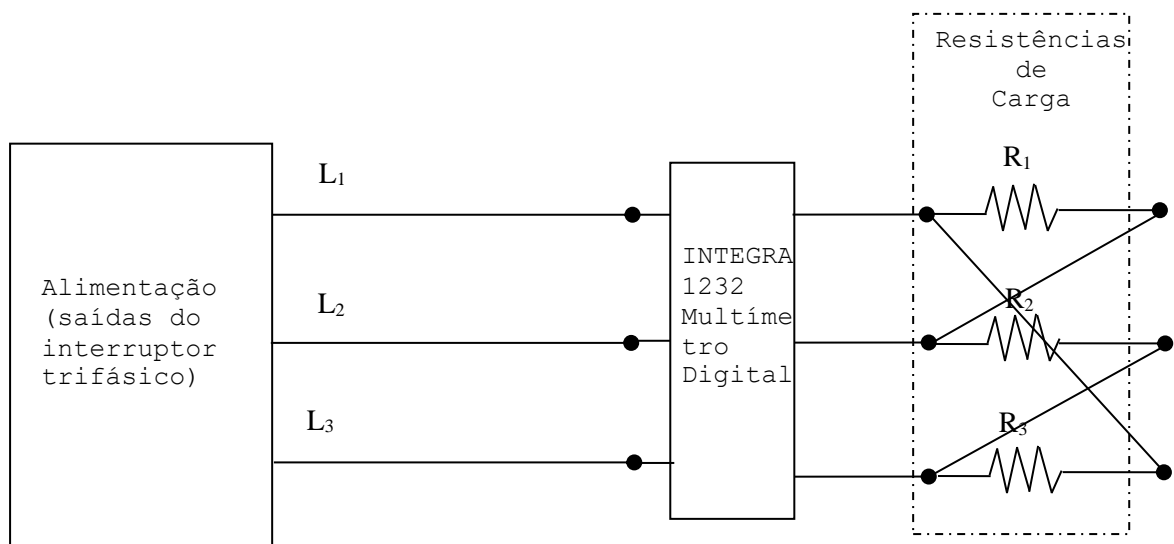


Fig. 9 Ligação em triângulo das cargas resistivas trifásicas.

#### 4.3b) Condução do ensaio

Ligue o interruptor.

Registe os valores eficazes das tensões simples e compostas na alimentação e das tensões nas fases da carga (nas resistências).

Registe os valores eficazes das correntes nas linhas e nas fases da carga

Registe o valor da potência consumida pela carga.

Desligue o interruptor

### 4.4 Análise de resultados

Compare os resultados obtidos no ensaio 4.3 (carga em triângulo) com os resultados obtidos no ensaio 4.2 (carga em estrela), relativos a: tensões na carga; correntes nas fases da alimentação e da carga; potência absorvida pela carga.

## **5 ALIMENTAÇÃO ASSIMÉTRICA DE CARGAS EQUILIBRADAS**

**(Deverá pedir ao professor para alterar a fonte de tensão trifásica)**

### **5.1a) Montagem do circuito a ensaiar**

Refaça as ligações estrela da carga, (conforme Fig. 8).

Verifique que tem agora na saída do interruptor trifásico um sistema trifásico de tensões assimétrico, em que a tensão entre fase e neutro da fase 1 é o dobro do valor da tensão das fases 2 e 3. É com este sistema de tensões que deve agora alimentar a carga resistiva trifásica equilibrada ligada em estrela.

### **5.1b) Condução do ensaio**

Ligue o interruptor

Registe os valores eficazes das tensões simples de alimentação (saídas do interruptor trifásico).

Verifique que está na presença de um sistema de tensões trifásico assimétrico.

Registe os valores das tensões nas fases da carga e da queda de tensão no neutro.

Utilizando uma pinça amperimétrica proceda à medição das correntes nas fases da carga e no neutro.

Desligue o interruptor

## **5.2 Análise de resultados**

Compare os resultados obtidos neste ensaio (carga equilibrada ligada em estrela alimentada por sistema de tensões assimétrico) com os resultados do parágrafo 4.2 (carga equilibrada ligada em estrela alimentada por sistema de tensões simétrico).