



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**LABORATÓRIO DE CONVERSÃO DE ENERGIA I**

**Laboratório de Conversão de Energia**  
Módulo 2

**Manaus-AM**  
**2024**

Alexandre Antonaccio Senna - 22052621  
Daniel Silveira Gonzalez - 22251338  
Fabrício Lessa Lorenzi Filho - 22051554  
Júlio Melo Campos - 22250349  
Gabriel Pinto de Oliveira - 21954380

## **Módulo 2**

Laboratório de Conversão de Energia

Relatório técnico apresentado como nota na disciplina de Laboratório de Conversão de Energia I. Relatório realizado pelos alunos de Engenharia da Computação como parte dos requisitos necessários para obtenção de nota parcial da disciplina ministrada pela professora Claudia Sabrina Monteiro da Silva pelo período de 2024/1

**Manaus-AM  
2023**

## RESUMO

.....

Este relatório técnico explora a conversão de energia através de experimentos práticos com dispositivos eletromagnéticos. Foram analisados o funcionamento de relés e interruptores e suas aplicações no controle de circuitos elétricos. As práticas incluíram a observação de um sino magnético, a análise de campos magnéticos gerados por molas de contato e a verificação de alterações em circuitos magnéticos ao acionar relés. O objetivo foi compreender como esses componentes podem ser utilizados para controle e conversão de energia, destacando os princípios físicos subjacentes.

**Palavras-chaves:** Conversão de energia, Dispositivos eletromagnéticos, Relés, Interruptores, campos magnéticos.

# Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.Objetivos.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 Objetivo Geral:.....	6
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	6
<b>2. Fundamentação Teórica.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>13</b>
3.1 Descrição da Prática 1.....	13
3.2 Descrição da Prática 2.....	15
3.3 Descrição da Prática 3.....	18
3.4 Descrição da Prática 4.....	20
3.5 Descrição da Prática 5.....	21
<b>4. Resultados.....</b>	<b>25</b>
4.1 Resultados da Prática 1.....	25
4.1.1 Questões da Prática 1.....	26
4.2 Resultados da Prática 2.....	26
4.2.1 Questões da Prática 2.....	28
4.3 Resultados da Prática 3.....	28
4.4 Resultados da Prática 4.....	31
4.4.1 Questões da Prática 4.....	32
4.5 Resultados da Prática 5.....	33
4.5.1 Questões da Prática 5.....	33
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>34</b>

## 1. Introdução

Neste relatório, aprofundamos os conceitos de conversão de energia através de experimentos práticos realizados em sala de aula, focando na análise de dispositivos eletromagnéticos como relés e interruptores. O entendimento do funcionamento desses componentes é essencial para a gestão e controle de circuitos elétricos, especialmente na transformação do campo magnético de um eletroímã em corrente elétrica.

Os relés e interruptores são dispositivos fundamentais para controlar o fluxo de energia em circuitos alimentados por fontes de tensão. Eles permitem a comutação de estados do circuito, abrindo ou fechando caminhos para a corrente elétrica, o que é vital para aplicações práticas que exigem gerenciamento preciso da energia. Nos experimentos conduzidos, exploramos os princípios de funcionamento desses dispositivos, suas aplicações e as vantagens de sua utilização em sistemas elétricos.

Os objetivos específicos dos experimentos incluem a observação do funcionamento de um sino magnético com uma bobina de 400 espiras e um núcleo de ferro laminado em formato "I", análise do campo magnético gerado por uma mola de contato com armadura, e a verificação da alteração do circuito magnético quando um relé é acionado. Além disso, foi explorada a alteração do sentido da corrente elétrica por relés eletromagnéticos em diferentes combinações de interruptores, bem como a análise da corrente elétrica utilizando um galvanômetro em sistemas com diferentes configurações de bobinas e núcleos magnéticos.

Dessa forma, através dos experimentos descritos, buscamos compreender de forma detalhada como os dispositivos eletromagnéticos podem ser utilizados para o controle e conversão de energia, destacando suas aplicações práticas e os princípios físicos subjacentes que governam seu funcionamento.

## **1.1.Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral:**

A partir dos experimentos realizados em sala de aula, o principal objetivo seria observar as alterações do campo magnético utilizando tanto interruptores manuais como eletromagnéticos, sendo estes acionados logo quando o circuito é alimentado. Com isso, através das mudanças de estado de um circuito proporcionadas por essas chaves, torna-se possível analisar como componentes eletromagnéticos se comportam dentro deste meio, onde lâmpadas podem ser acesas ou apagadas dependendo do sentido em que um relé é acionado, como também ver a mudança da corrente elétrica quando um campo eletromagnético é intensificado com ou sem a presença de uma núcleo de ferro laminado.

### **1.1.2 Objetivos Específicos:**

#### **Prática 1:**

Observar como funciona um sino magnético utilizando uma bobina de 400 espiras e um núcleo de ferro laminado de formato "I" para transformar o campo magnético em corrente elétrica, como também observar analisar as mudanças de estado do circuito dependo da posição de um interruptor manual liga/desliga.

#### **Prática 2:**

Analisar o sentido do campo magnético de uma mola de contato com armadura à medida que a chave manual liga/desliga é acionada e o componente de contato muda de posição, simulando o funcionamento de um relé eletromagnético. A mudança de estado do circuito é sinalizada por duas lâmpadas incandescentes como também o campo magnético é gerado através de uma bobina de 400 espiras e um núcleo de ferro laminado de formato "I".

#### **Prática 3:**

Observar a alteração do circuito magnético quando um relé é acionado, sinalizando o sentido da corrente elétrica na utilização de lâmpadas incandescentes à medida que um interruptor liga/desliga muda de estado, podendo abrir e fechar o circuito dependendo da posição por onde o relé se encontra.

**Prática 4:**

Verificar a alteração do sentido da corrente elétrica à medida que um relé eletromagnético for acionado por dois interruptores liga/desliga, observando as possíveis combinações de estado de cada uma das chaves. O sentido da corrente elétrica será sinalizado por uma lâmpada incandescente, podendo estar acesa ou apagada.

**Prática 5:**

Observar alteração da corrente elétrica por um galvanômetro utilizando duas bobinas, um núcleo de ferro laminado de formato “I” junto com um núcleo de ferro laminado de formato “U” para intensificar o campo magnético e a corrente por essas bobinas. No decorrer do experimento diversas combinações foram usadas trocando de posição bobinas de 400 espiras e 1600 espiras com o intuito de analisar as relações de intensidade tanto do campo magnético quanto da corrente elétrica sinalizada pelo galvanômetro.

## 2. Fundamentação Teórica

### Relés

Os relés são dispositivos básicos em sistemas elétricos e eletrônicos e desempenham um papel vital no controle de circuitos de alta potência, isolando e comutando sinais de baixa potência. Baseados em princípios eletromecânicos ou semicondutores, os relés respondem à estimulação elétrica ou magnética, ativando ou desativando um circuito conforme necessário. Sua versatilidade permite que seja utilizado em uma ampla gama de indústrias, desde automação industrial até sistemas de proteção e controle de energia. Também são encontrados como: relés eletromecânicos, relés estáticos (ou de estado sólido), relés de proteção, relés de tempo, relés térmicos e relés de segurança.

**Figura 1** - Exemplo de relé eletromagnético.



**Fonte:** <http://lowvoltage-product.com.br/1-1-6-miniature-electromagnetic-relays.html>

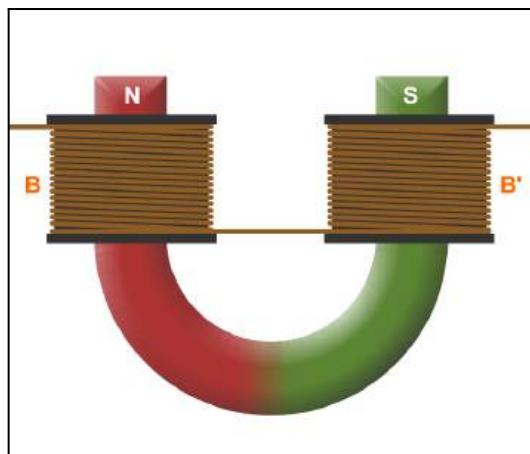
### Eletroímãs

Um eletroímã é um dispositivo caracterizado por sua capacidade de produzir um campo magnético quando uma corrente elétrica passa por suas bobinas. Estes dispositivos consistem em um núcleo ferromagnético cercado por fios eletricamente condutores. A força do campo magnético produzido por um eletroímã pode ser controlada alterando a corrente, o número de voltas ou o material do núcleo. Devido à sua versatilidade e capacidade de ajustar com precisão os campos magnéticos, os eletroímãs são usados em uma variedade de sistemas, desde aplicações industriais,



como guindastes eletromagnéticos e separadores magnéticos, até dispositivos cotidianos, como campainhas elétricas e fechaduras magnéticas.

**Figura 2 - Exemplo de Eletroímã**



**Fonte:** <https://www.ufrgs.br/amlef/glossario/eletroima-2/>

## Chaveamento

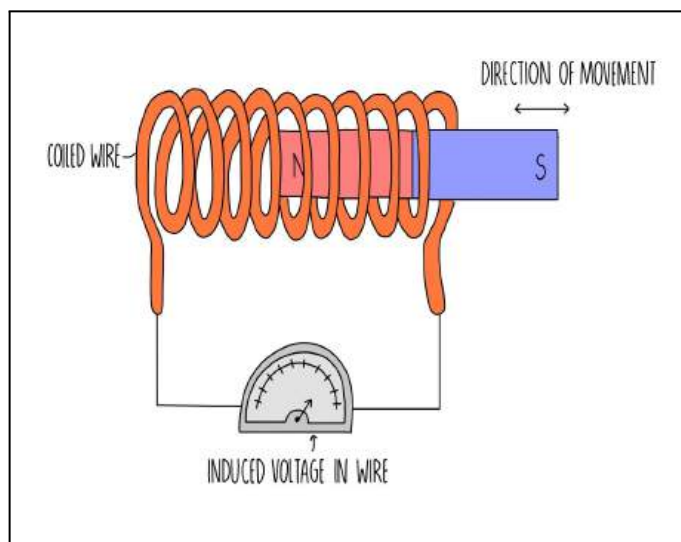
O chaveamento é o processo de controle e comutação de circuitos elétricos ou eletrônicos, geralmente realizado para ligar, desligar ou alterar o estado operacional de dispositivos ou sistemas. Diversas técnicas e dispositivos são utilizados para o chaveamento, tais como relés (eletromecânicos e de estado sólido), transistores, TRIACs (Triodos de Corrente Alternada Controlados), SCRs (Retificadores Controlados de Silício) e outros dispositivos semicondutores. A escolha da técnica de chaveamento depende das características específicas do circuito, incluindo corrente, tensão, frequência de operação, velocidade de comutação e requisitos de isolamento galvânico.

## Indução Eletromagnética

A indução eletromagnética é um fenômeno físico em que a variação de um campo magnético próximo a um condutor gera uma corrente elétrica dentro desse condutor. Esse princípio, descrito pelas equações de Maxwell, é crucial em uma vasta gama de aplicações tecnológicas. Por exemplo, é utilizado na geração de eletricidade em usinas elétricas, onde turbinas movidas por vapor ou água são usadas para criar campos magnéticos variáveis em bobinas condutoras, induzindo corrente elétrica que é então transmitida e distribuída para uso doméstico e industrial. Além disso, a indução eletromagnética é fundamental em transformadores

para alteração de tensões elétricas, em motores elétricos para conversão de energia elétrica em energia mecânica, e em tecnologias modernas como carregamento sem fio de dispositivos eletrônicos.

**Figura 3** - Exemplificação de indução eletromagnética.



**Fonte:** <https://www.thesciencehive.co.uk/electromagnetic-induction-gcse>

## Circuito de Controle

Um circuito de controle é projetado para gerenciar e regular o funcionamento de outros circuitos ou dispositivos. Em um circuito de controle, componentes como relés e interruptores são essenciais para ativar ou desativar circuitos de alta potência utilizando sinais de baixa potência. Esse tipo de circuito é fundamental para a automação e a proteção de sistemas elétricos, garantindo que operações complexas possam ser realizadas de maneira segura e eficiente. Por exemplo, em sistemas de iluminação automatizada, um circuito de controle pode utilizar sensores de luz para acionar relés que ligam ou desligam as lâmpadas conforme a necessidade.

## Circuito de Potência

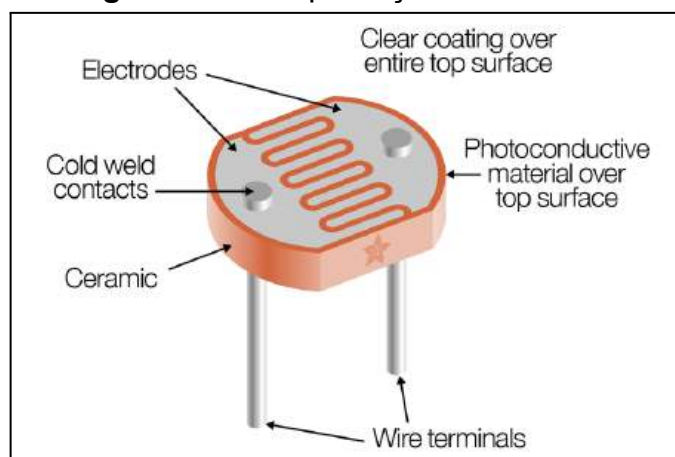
Um circuito de potência é projetado para manejar altas correntes e tensões, fornecendo energia a equipamentos de grande consumo, como motores elétricos, sistemas de aquecimento e iluminação industrial. Seus componentes principais incluem transformadores, dispositivos de proteção (disjuntores e fusíveis), cabos de alta capacidade e elementos de comutação como tiristores e IGBTs. Essenciais em

setores industrial, comercial e residencial, esses circuitos garantem a distribuição eficiente e segura de energia elétrica. Avanços tecnológicos em semicondutores e controle digital têm aumentado sua eficiência e confiabilidade.

## Fotocélula

A fotocélula é um dispositivo que converte energia luminosa em elétrica, utilizando o efeito fotoelétrico. Quando a luz incide em uma superfície semicondutora, ela libera elétrons, gerando uma corrente elétrica. Existem vários tipos de fotocélulas, como fotodiodos, fotoresistores (LDR), fototransistores e células fotovoltaicas, cada um adequado para diferentes aplicações. Fotodiodos geram corrente elétrica quando expostos à luz, enquanto fotoresistores alteram sua resistência com a intensidade luminosa, e fototransistores aumentam a sensibilidade para detecção de movimento. As células fotovoltaicas convertem diretamente a luz solar em eletricidade. Esses dispositivos são amplamente usados em automação residencial para controlar iluminação, em sistemas de segurança para detectar presença, em comunicações ópticas para transmissão de dados e em energia renovável para geração de eletricidade. Avanços tecnológicos, como fotocélulas orgânicas e de perovskita, têm melhorado a eficiência e a aplicabilidade desses sensores, ampliando seu uso em diversas áreas.

**Figura 4 - Exemplicação de um LDR.**



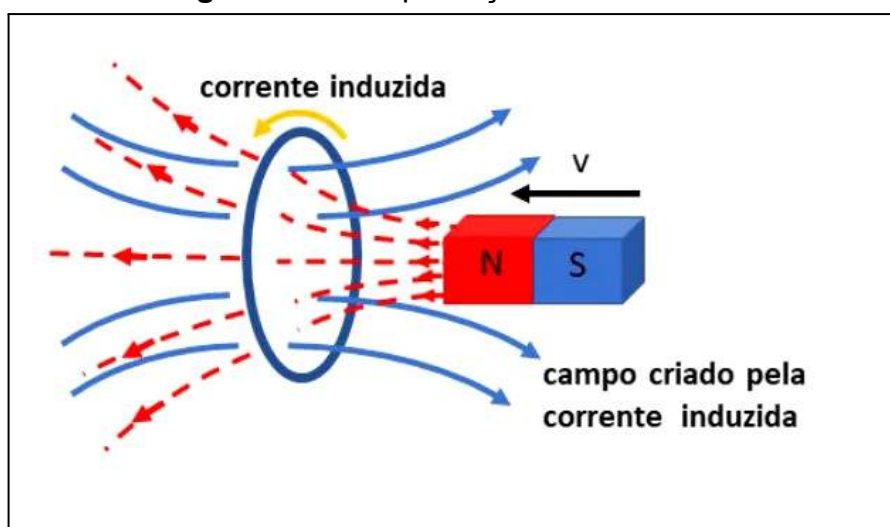
**Fonte:** <https://learn.adafruit.com/photocells/overview>

## Lei de Lenz

A Lei de Lenz é um princípio fundamental da eletricidade e do eletromagnetismo formulado por Heinrich Lenz em 1834. Esta lei estabelece que o sentido da corrente induzida em um circuito elétrico será tal que produza um campo magnético que se opõe à mudança do fluxo magnético que a gerou. Em outras

palavras, quando há uma variação no fluxo magnético através de um circuito, seja pelo movimento relativo entre um ímã e uma bobina ou pela mudança de corrente em um circuito próximo, uma força eletromotriz (f.e.m.) é induzida na bobina ou circuito afetado. A direção dessa corrente induzida é tal que o campo magnético gerado por ela se opõe à mudança original do fluxo magnético, conforme previsto pela Lei de Lenz. Este princípio é fundamental na compreensão de fenômenos como a indução eletromagnética, sendo aplicado em diversas tecnologias, incluindo geradores elétricos, transformadores e motores elétricos.

**Figura 5** - Exemplificação da lei de Lenz



**Fonte:** <https://www.todamateria.com.br/lei-de-lenz/>

### **Acoplamento Magnético**

O acoplamento magnético refere-se à transferência de energia ou informação entre dois componentes separados por meio de um campo magnético. Este fenômeno é baseado nas propriedades dos campos magnéticos que podem atravessar certos materiais não magnéticos, permitindo a transmissão sem contato físico direto. Existem várias aplicações do acoplamento magnético, como em acoplamentos sem contato em motores elétricos, onde o movimento rotacional é transmitido de um rotor para um eixo por meio de um campo magnético, eliminando a necessidade de selos mecânicos e lubrificação. Além disso, o acoplamento magnético é utilizado em sistemas de transmissão de energia sem fio, como carregamento indutivo de dispositivos eletrônicos e transferência de energia em veículos elétricos. Essa tecnologia oferece benefícios significativos, como maior eficiência energética, redução de desgaste mecânico e maior confiabilidade em comparação com métodos de acoplamento mecânico tradicionais.

## Sino Elétrico

Um sino elétrico é um dispositivo que produz um som de alarme ou sinalização por meio de um mecanismo eletromecânico. Ele funciona quando uma corrente elétrica passa por uma bobina, criando um campo magnético que atrai um martelo para bater em uma campainha ou disco metálico, produzindo um som característico. São comumente utilizados em escolas, fábricas e sistemas de alarme para indicar horários, alertas ou emergências. Sua operação pode ser controlada por interruptores manuais, temporizadores ou sensores automáticos. A durabilidade e a consistência do sino elétrico o tornam uma escolha popular para diversas aplicações de sinalização sonora.

**Figura 6** - Exemplificação de um sino elétrico.



**Fonte:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_bell](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bell)

### 3. Metodologia

#### 3.1 Descrição da Prática 1

##### 3.1.1 Materiais Utilizados:

- Módulo conector direto: 1 unidade
- Módulo conector angular: 4 unidades
- Módulo conector interrompido: 1 unidade
- Módulo conector de junção: 1 unidade
- Módulo conector reto, com soquete: 1 unidade
- Módulo conector angular, com soquete: 2 unidades
- Interruptor liga/desliga: 1 unidade
- Suporte Universal: 1 unidade
- Suporte de bobina: 1 unidade
- Mola de contato com armadura: 1 unidade
- Elemento de contato: 1 unidade
- Gongo de sino/campainha: 1 unidade
- Bobina, 400 voltas: 1 unidade
- Núcleo em “I”: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, vermelho: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, azul: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, vermelho: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, azul: 1 unidade
- Fonte de tensão, 0... 12V DC / 6V, 12V AC: 1 unidade

**Figura 7 - Equipamentos para prática 1**

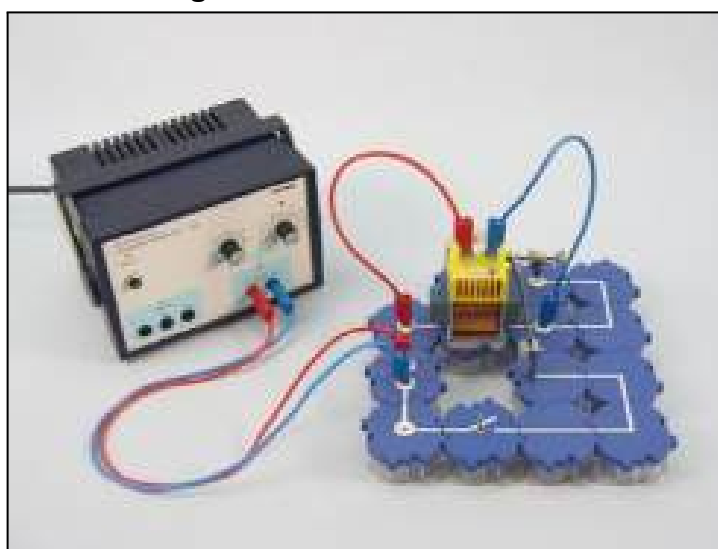


**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

### 3.1.2 Procedimentos Experimentais:

Primeiramente, é montado o circuito de acordo com a figura 8 e 9, prendendo a bobina no suporte de bobina, insira o núcleo de ferro (núcleo em "I"), em seguida, conecte a bobina através de cabos de conexão a módulos conectores (reto com o soquete) ao longo da bobina, conforme mostra a figura 10, prenda o gongo do sino em um módulo conector com soquete, prenda o componente de contato em um módulo conector com soquete e rosqueie o parafuso até que ele tenha um bom contato com a mola da armadura conforme mostrado em figura 11.

**Figura 8 - Prática 1 montada**



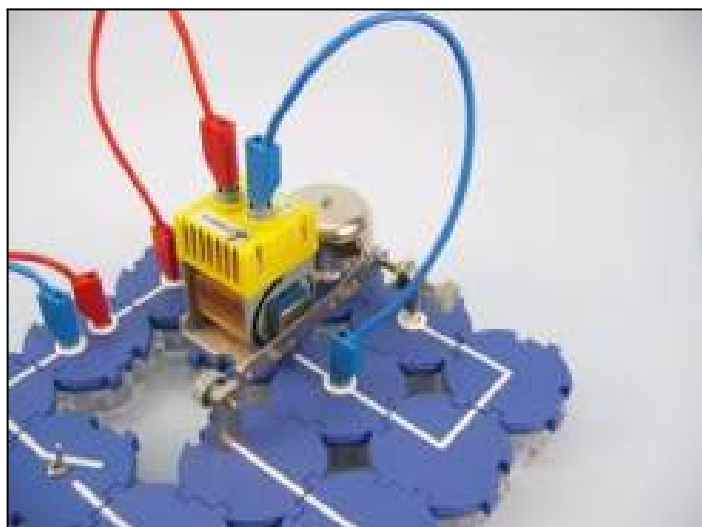
**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 9 - Circuito da prática 1**



**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 10** - Prática 1 montada



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 11** - Representação do sino elétrico



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Com a montagem realizada a fonte de tensão é ajustada para 5V, a partir disso é observado o comportamento da mola quando o interruptor referente a fonte de tensão está aberto, fechado e quando ele é aberto e fechado repetidamente.



## 3.2 Descrição da Prática 2

### 3.2.1 Materiais Utilizados:

- Módulo conector direito: 1 unidade
- Módulo conector angular: 4 unidades
- Módulo conector em "T": 1 unidade
- Módulo conector interrompido: 2 unidades
- Módulo conector de junção: 2 unidades
- Módulo conector reto, com soquete: 2 unidades
- Módulo conector angular, com soquete: 2 unidades
- Interruptor liga/desliga: 1 unidade
- Suporte Universal: 1 unidade
- Soquete para lâmpada incandescente E 10: 2 unidades
- Suporte de bobina: 1 unidade
- Mola de contato com armadura: 1 unidade
- Elemento de contato: 1 unidade
- Bobina, 400 voltas: 1 unidade
- Núcleo em "I": 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, vermelho: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, azul: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, vermelho: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, azul: 2 unidades
- Plugues de conexão: 2 unidades
- Fonte de tensão, 12V DC / 6V, 12V AC: 1 unidade
- Lâmpada de filamento, 0... 12V / 0.1 A, E10: 2 unidades

**Figura 12** - Equipamentos para prática 2

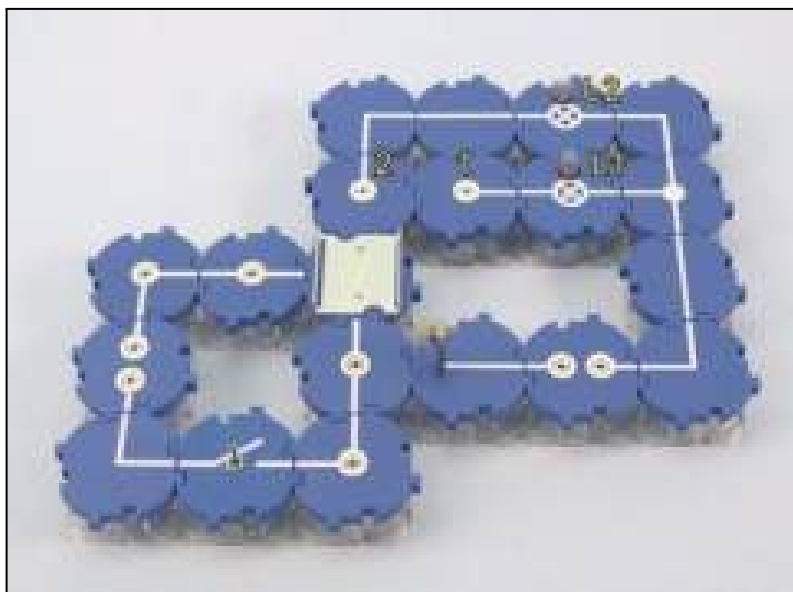


**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

### 3.2.2 Procedimentos Experimentais:

Primeiramente é montado o circuito de acordo com a figura 12 onde a bobina é instalada com núcleo de ferro com os conectores de acordo com a figura 13, em seguida o componente de contato é inserido no módulo conector 1 onde a mola é conectada de forma que a armadura fica em direção ao componente de contato.

**Figura 13** - Circuito para prática 2



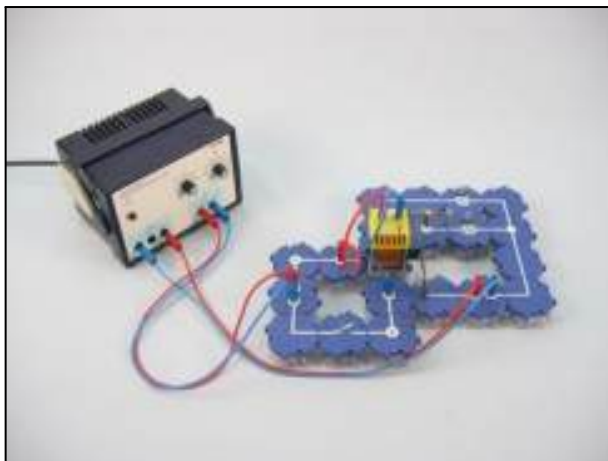
**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 14** - Circuito para prática 2 com martelo em posição 1



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

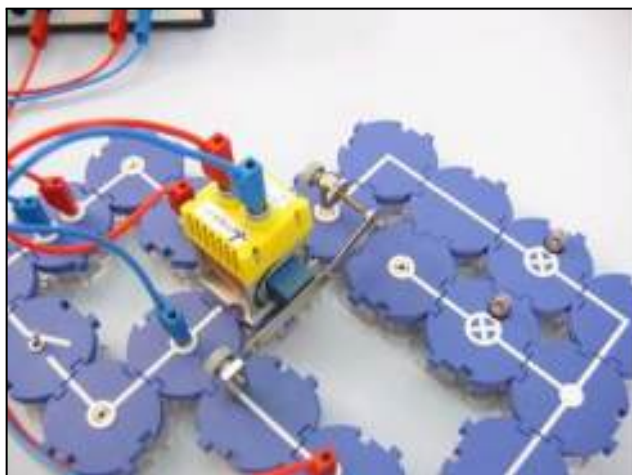
**Figura 15** - Circuito para prática 2 com martelo na posição 1 e fonte de tensão conectados



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Com a montagem realizada a fonte de tensão é ajustada para 4V com limite de corrente em 1A, a partir disso é observado o comportamento da mola quando o interruptor referente a fonte de tensão está aberto, fechado e quando ele é aberto e fechado repetidamente.

**Figura 16** - Circuito para prática 2 com martelo em posição 2



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Após a realização do experimento 1 é preso o componente de contato no módulo 2, também colocando a armadura em direção ao componente de contato, realizando a fixação do parafuso de forma que o componente de contato tenha bom contato com a armadura. Montado o circuito, são repetidos os passos experimentais do experimento 1 agora com a fonte de tensão em 5v.

### 3.3 Descrição da Prática 3

#### 3.3.1 Materiais Utilizados:

- Módulo conector angular: 4 unidades
- Módulo conector em "T": 1 unidade
- Módulo conector interrompido: 1 unidade
- Módulo conector de junção: 2 unidades
- Interruptor liga/desliga: 1 unidade
- Soquete para lâmpada incandescente E 10: 2 unidades
- Relé de 6V: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, vermelho: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, azul: 2 unidades
- Lâmpada de filamento, 12V / 0.1 A, E10: 2 unidades
- Fonte de tensão, 0... 12V DC / 6V, 12V AC: 1 unidade

**Figura 17** - Equipamentos para prática 3



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

#### 3.3.2 Procedimentos Experimentais:

**Figura 18** - Primeiro circuito para a prática 3



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Monta-se o circuito de acordo com a figura 18 onde a chave é fechada e aberta e é observado o comportamento da lâmpada 1.

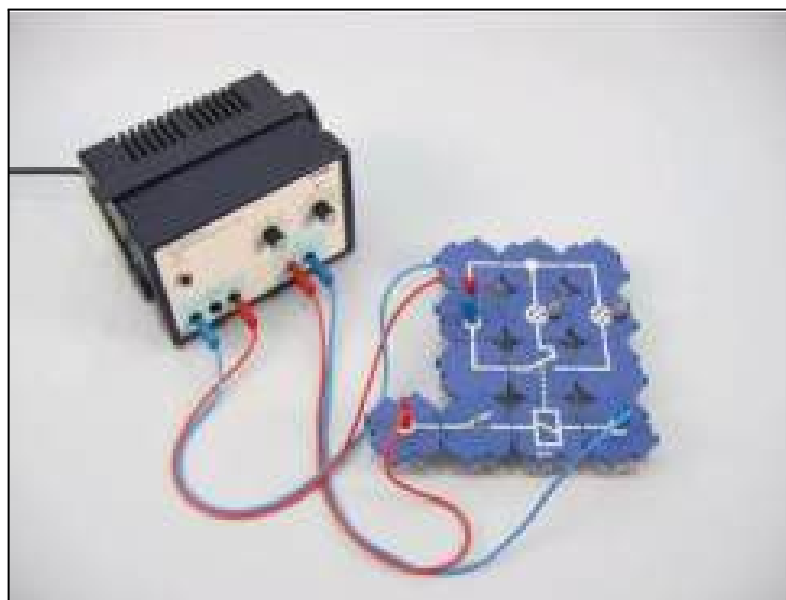
**Figura 19** - Segundo circuito para a prática 3



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Monta-se o circuito de acordo com a figura 19 onde a chave é fechada e aberta e é observado o comportamento da lâmpada 2.

**Figura 20** - Terceiro circuito para a prática 3



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Monta-se o circuito de acordo com a figura 20 onde a chave é fechada e aberta e é observado o comportamento da lâmpada 1 e 2.

### 3.4 Descrição da Prática 4

#### 3.4.1 Materiais Utilizados:

- Módulo conector angular: 2 unidades
- Módulo conector interrompido: 1 unidade
- Módulo conector de junção: 2 unidades
- Módulo conector reto, com soquete: 2 unidades
- Módulo conector angular, com soquete: 1 unidade
- Interruptor liga/desliga: 1 unidade
- Soquete para lâmpada incandescente E 10: 1 unidade
- Fotorresistor, LDR 03, módulo SB: 1 unidade
- Relé de 6V: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, vermelho: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, vermelho: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, azul: 2 unidades
- Lâmpada de filamento, 12V / 0.1 A, E10: 2 unidades
- Fonte de alimentação, 0...12 V DC / 6 V, 12 V AC: 1 unidade
- Lanterna: 1 unidade
- Célula de bateria, 1.5 V, tamanho bebê, tipo C 07922-01 (R14/UM-2): 2 unidades

**Figura 21** - Equipamento necessário para prática 4

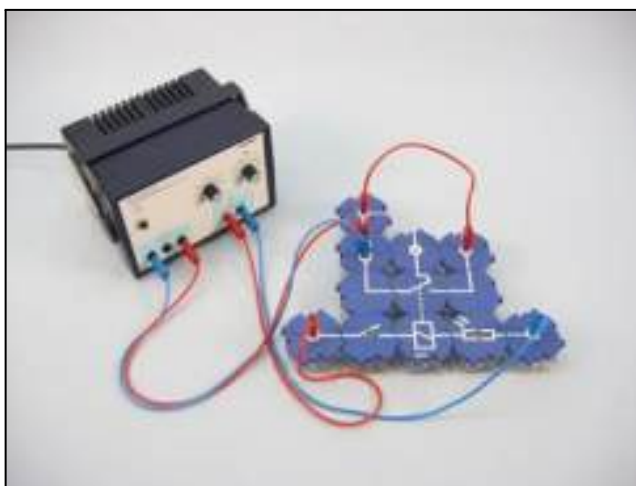


**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

### 3.4.2 Procedimentos Experimentais:

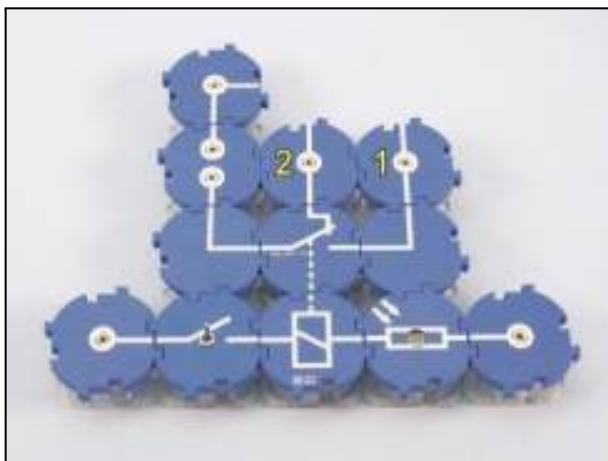
É montado o circuito de acordo com a figura 22, com isso liga-se a fonte de alimentação e observa-se a lâmpada de filamento, após isso ilumina-se o fotoresistor e novamente é observado o comportamento da lâmpada, em seguida o fotoresistor é coberto e observa-se o comportamento da lâmpada.

**Figura 22** - Circuito para prática 4 ligado à fonte de tensão



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 23** - Circuito para a prática 4



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Após isso é remontado o circuito de acordo com a figura 23 e repetem-se os procedimentos realizados para o circuito anterior.

## 3.5 Descrição da Prática 5

### 3.5.1 Materiais Utilizados:



- Módulo conector direito: 1 unidade
- Módulo conector angular: 4 unidades
- Módulo conector interrompido: 2 unidades
- Módulo conector de junção: 2 unidades
- Módulo conector reto, com soquete: 1 unidade
- Interruptor liga/desliga: 1 unidade
- Bobina, 400 voltas: 2 unidades
- Bobina, 1600 voltas: 1 unidade
- Núcleo em "U": 1 unidade
- Núcleo em "I": 1 unidade
- Movimento de galvanômetro: 1 unidade
- Escala para galvanômetro: 1 unidade
- Rolamento de entalhe: 1 unidade
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, vermelho: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 250 mm, azul: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, vermelho: 2 unidades
- Cabo de conexão, 32 A, 500 mm, azul: 2 unidades
- Fonte de alimentação, 0...12V DC / 6V, 12V AC: 1 unidade
- Multímetro Analógico: 1 unidade

**Figura 24** - Materiais necessários para o experimento 5



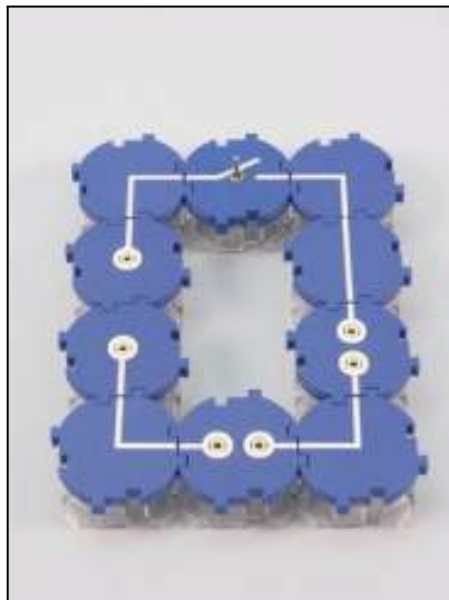
**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

### 3.5.2 Procedimentos Experimentais:



Monta-se o circuito de acordo com a figura 25 e o galvanômetro de modo que fique igual a figura 26 e este é conectado ao circuito de acordo com a figura 27. Seleciona-se o range de medição para 3 A contínuos e a fonte de alimentação é ligada em 4V contínuos.

**Figura 25** - Circuito a ser montado para o experimento 5



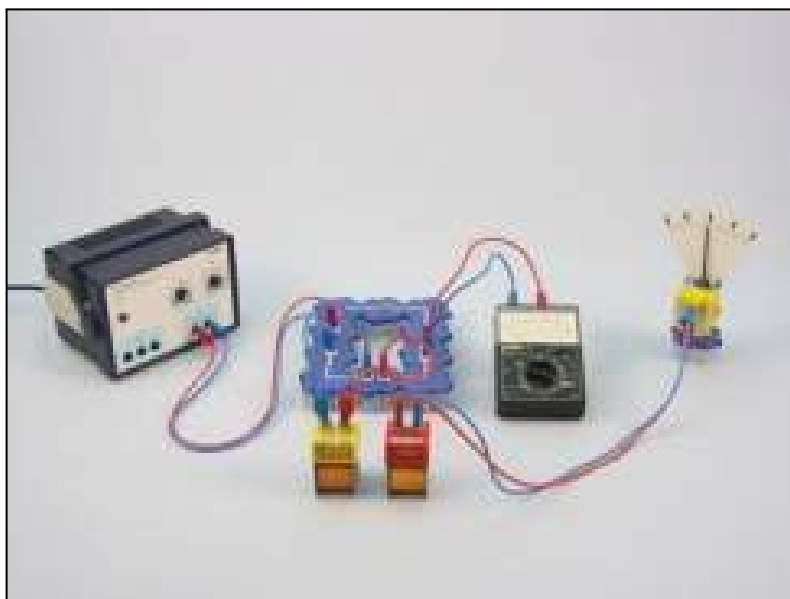
**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 26** - Galvanômetro a ser montado para o experimento 5



**Fonte** : ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

**Figura 27** - Circuito ligado ao galvanômetro , bobinas e fonte de tensão



**Fonte :** ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf

Move-se a bobina de campo e indução de forma que aproximam-se e distanciam-se rapidamente, observando o comportamento do galvanômetro. É inserido o núcleo “I” na bobina de campo, repete-se os movimentos anteriores e observa-se o comportamento. Aproxima-se as bobinas e altera-se os estados da chave observando o comportamento. Move-se o núcleo “I” de forma que esteja inserido em ambos os núcleos com a mesma distância, altera-se os estados da chave e observa-se o comportamento.

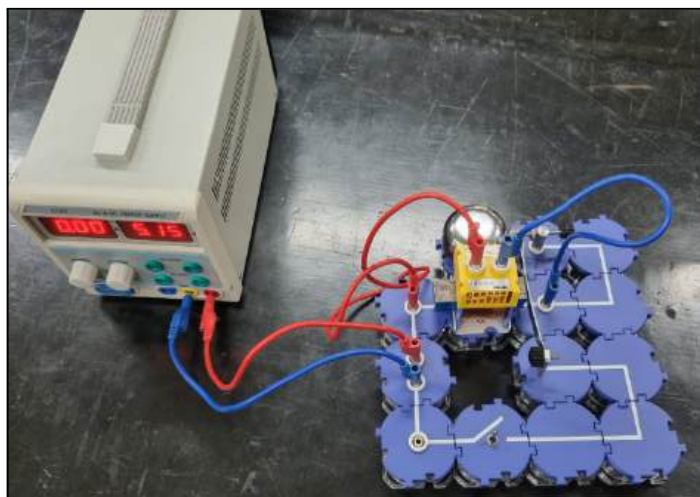
Substitui-se o núcleo “I” pelo núcleo “U”, a chave é aberta e fechada de forma que seja possível observar o comportamento do circuito. Com o interruptor fechado ajusta-se a tensão da fonte de alimentação entre 0 V e 4 V observando o comportamento. Com a fonte em 0 V adiciona-se o núcleo “I” ao núcleo “U”, em seguida ajusta-se o range de medição para 300mA e aumenta-se a tensão de forma que o amperímetro marque 100mA , altera-se os estados do interruptor e observa-se o comportamento, em seguida repete-se o último procedimento para 200mA.

## 4. Resultados

### 4.1 Resultados da Prática 1.

Inicialmente montou-se o experimento de acordo com o roteiro das práticas do laboratório de conversão e em um momento inicial, deixou-se a chave aberta:

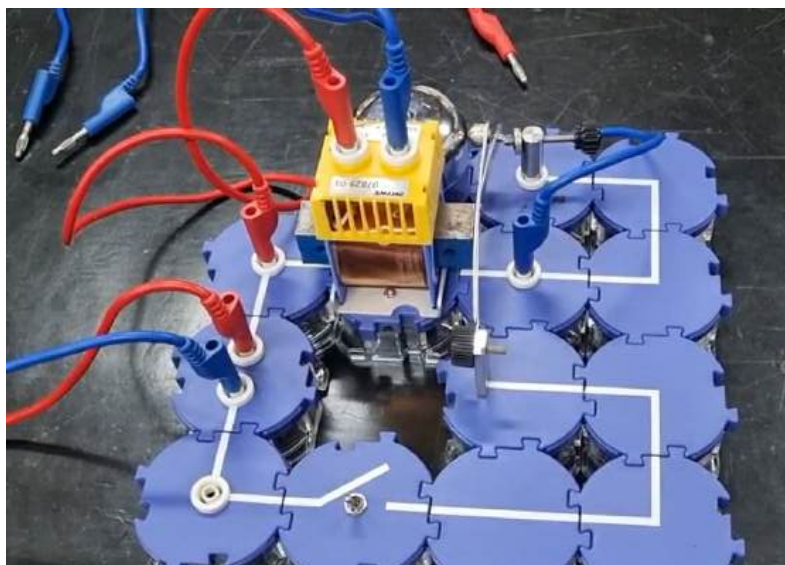
**Figura 28** - Circuito com chave aberta



**Fonte** : Autoria própria

A partir do fechamento do interruptor observa-se que o martelo passa ser atraído de forma periódica em direção ao ímã formado pela bobina, entrando em contato com o sino e produzindo barulho, a frequência com que o martelo bate no sino se dá pela frequência da corrente alternada ligada no circuito.

**Figura 29** - Circuito com chave fechada



**Fonte** : Autoria própria

#### **4.1.1 Questões da Prática 1.**

**Questão 1.** Descreva como funciona o sino elétrico.

**R:** O sino elétrico tem como objetivo acionar e tocar um sinal sonoro ou aviso elétrico quando um circuito é fechado. Baseando-se no princípio do eletromagnetismo, usa-se um martelo com um eletroímã que bate e rebate na campainha. É utilizado também um contator interruptor para indicar o circuito aberto ou fechado. Sendo assim, tem-se um ciclo envolvido para o contínuo toque: pressionar o botão, corrente elétrica flui, martelo é atraído, contato é interrompido (ocorre a desmagnetização), martelo retorna, ciclo se repete.

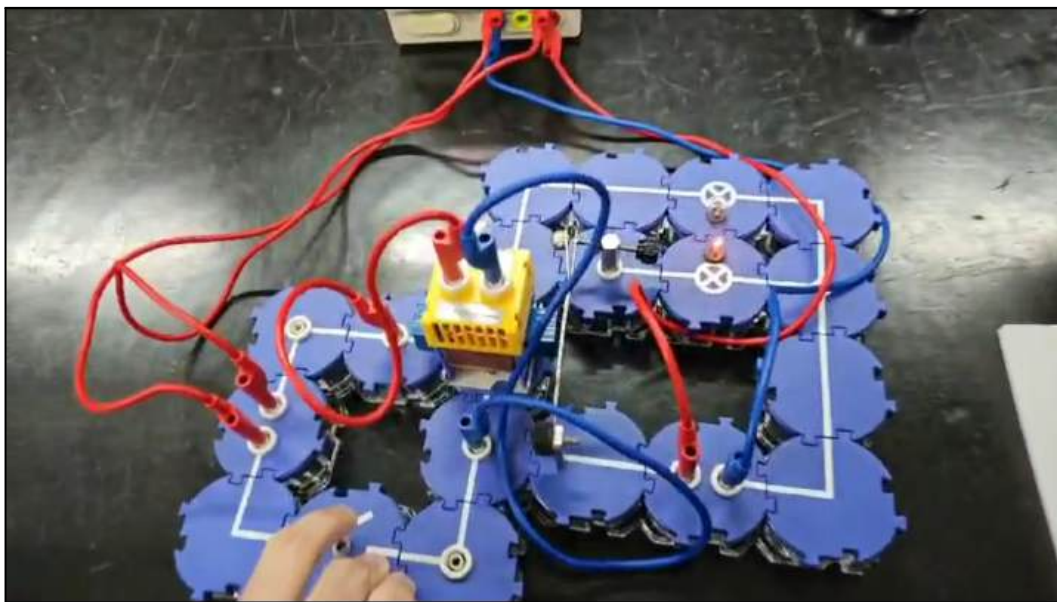
**Questão 2.** Na prática, os sinos elétricos são geralmente operados com corrente alternada. Por que isto é possível?

**R:** Com a corrente alternada, tem-se os ciclos de alternância, ou seja, a mudança de frequência como 50 Hz a 70 Hz, além da oscilação natural, onde com a energização e desenergização, isso resulta em um movimento abrupto e constante sem necessidade de interruptores externos mecânicos, reduzindo o desgaste mecânico.

## 4.2 Resultados da Prática 2.

Inicialmente o martelo encontra-se na posição de repouso onde ele faz contato com o suporte, fechando o circuito, observável pelo funcionamento da lâmpada inferior.

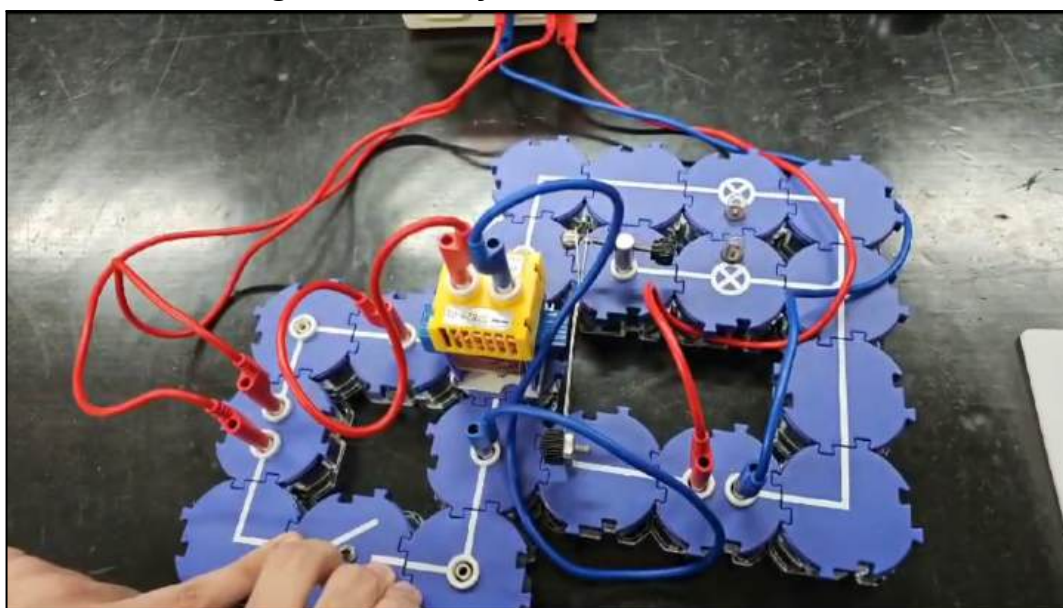
**Figura 30** - Posição 1 com chave aberta



**Fonte :** Autoria própria

Com o funcionamento do imã eletromagnético o martelo se move em direção ao mesmo abrindo o circuito, observável pelo desligamento da lâmpada inferior.

**Figura 31** - Posição 1 com chave fechada

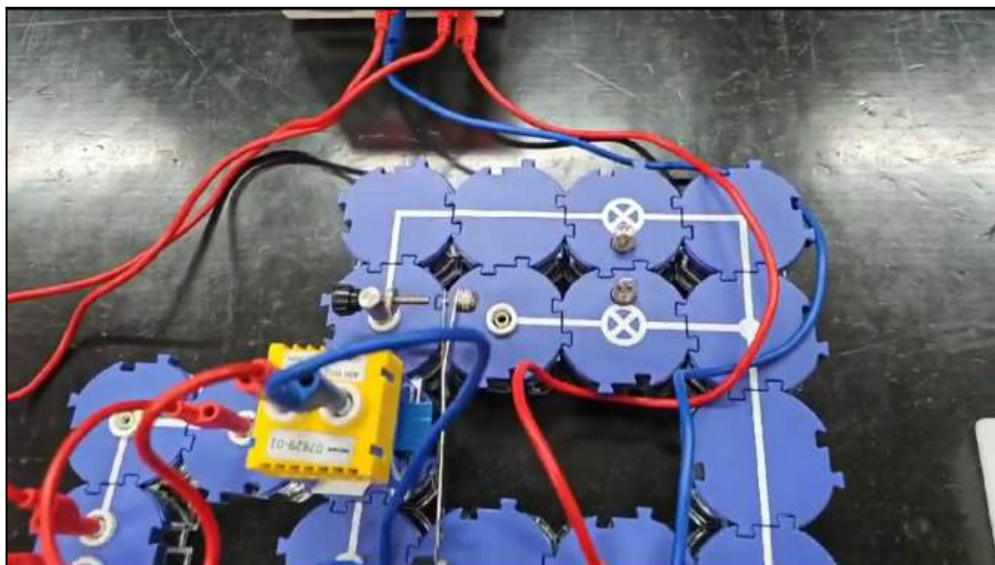


**Fonte :** Autoria própria



Já na posição 2 o circuito controlado está aberto, observável pela lâmpada superior desligada.

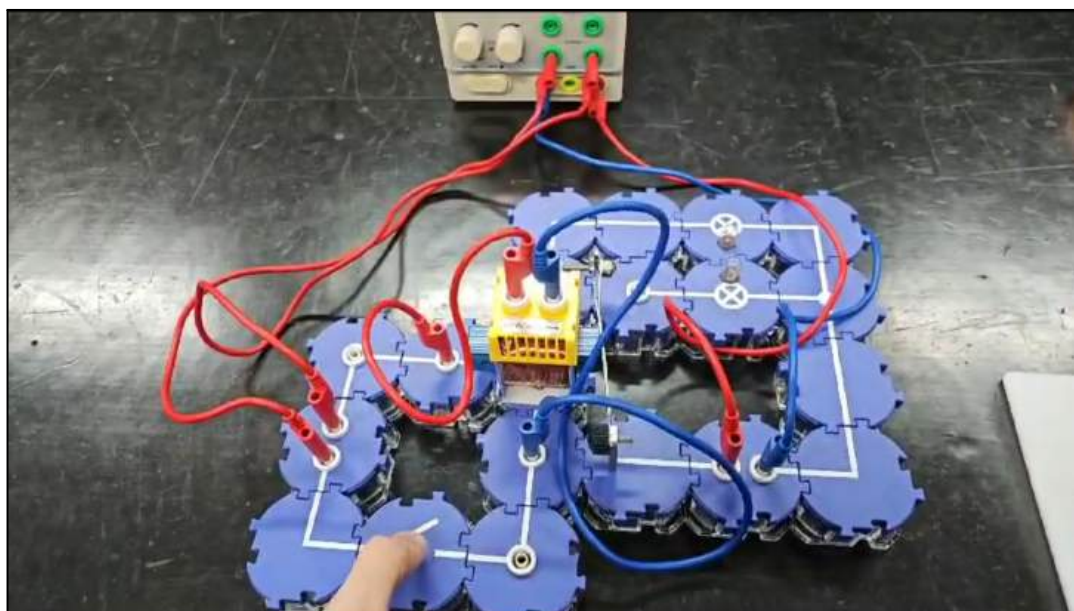
**Figura 32** - Posição 2 com chave aberta



**Fonte :** Autoria própria

Com o funcionamento da bobina o martelo é atraído em direção ao campo eletromagnético, fechando o circuito e ligando a lâmpada superior.

**Figura 33** - Posição 2 chave aberta



**Fonte :** Autoria própria

### 4.2.1 Questões da Prática 2.

**Questão 1.** O circuito contendo o eletroímã é chamado de circuito de controle, o circuito com a lâmpada de filamento é chamado de circuito de potência. O conjunto com eletroímã, mola de lâmina e contatos é chamado de relé eletromagnético. Para que um relé pode ser utilizado?

**R:** O relé eletromagnético é um dispositivo eletromecânico que utiliza um eletroímã, como uma bobina (fio enrolado) para operar uma chave, podendo atuar como um interruptor, por exemplo, atuando em luzes de emergências. Ele tem como seguintes funções: aplicar isolamentos elétricos; amplificar sinais; comutar cargas; proteção de circuito, em caso de falhas, curto-circuitos, etc; temporizadores.

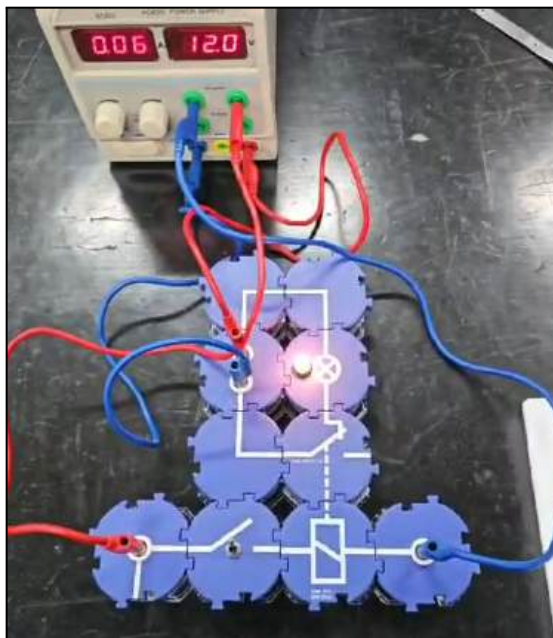
**Questão 2.** Cite exemplos dos benefícios do uso de relé.

**R:** Alguns benefícios do uso do relé são controle de alta potência de circuito com baixa potência, durabilidade e compatibilidade (fácil uso em microcontroladores), versatilidade, tanto em uso industrial como controlando máquinas, esteiras transportadoras quanto em residencial como aquecimento, ventilação, entre outros, além do custo-benefício ideal que os relés apresentam, sendo baratos de implementar tanto em energia quanto custos.

### 4.3 Resultados da Prática 3.

A partir dos circuitos 1, 2 e 3 especificados na metodologia foram obtidos os seguintes resultados:

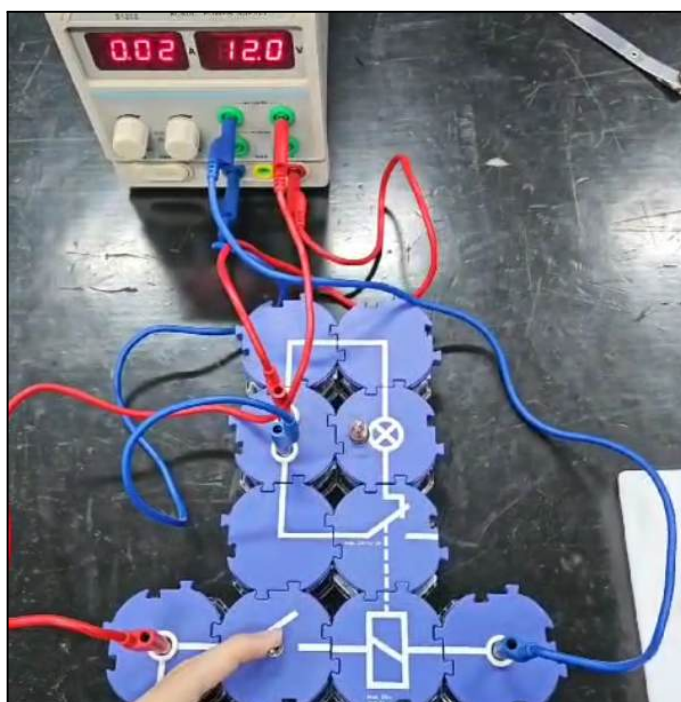
**Figura 34 - Circuito 1 chave aberta**



**Fonte :** Autoria própria

O circuito controlado em seu estado inicial encontra-se fechado.

**Figura 35 - Circuito 1 chave fechada**

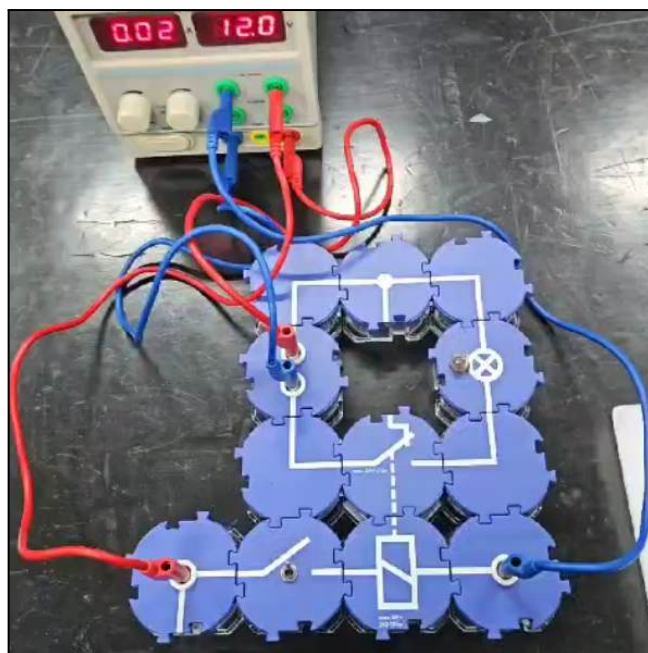


**Fonte :** Autoria própria



Com o funcionamento do relé este abre o circuito e a lâmpada desliga.

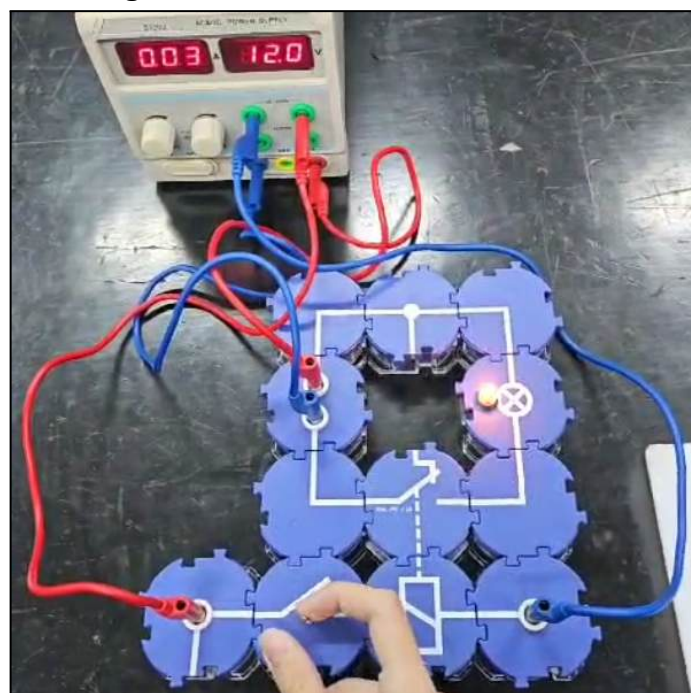
**Figura 36 - Circuito 2 chave aberta**



**Fonte :** Autoria própria

O circuito controlado em seu estado inicial encontra-se aberto.

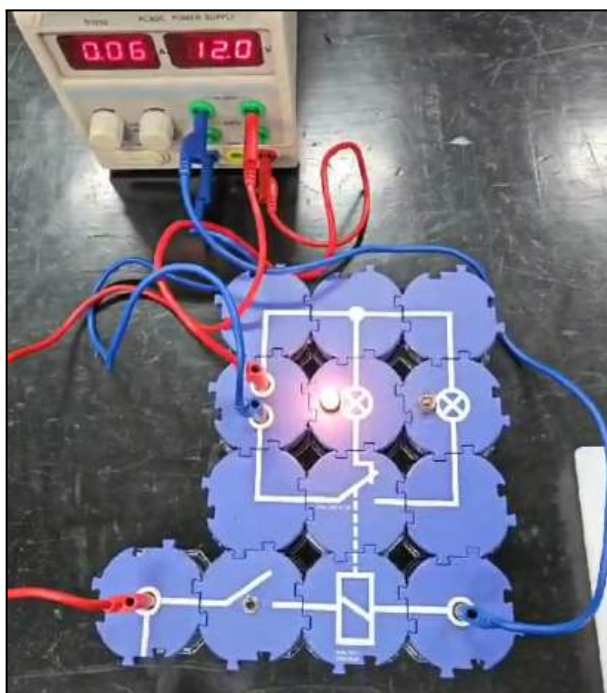
**Figura 37 - Circuito 2 chave fechada**



**Fonte :** Autoria própria

Com o funcionamento do relé este abre o circuito e a lâmpada liga.

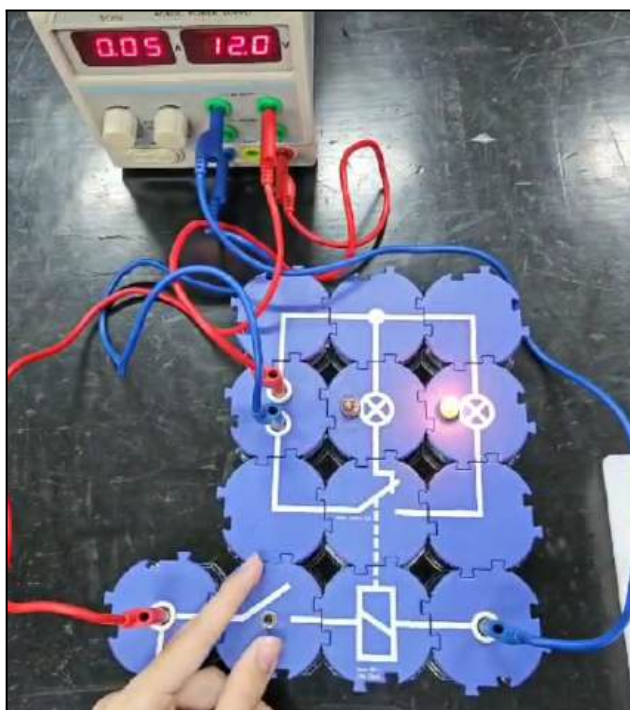
**Figura 38** - Circuito 3 chave aberta



**Fonte** : Autoria própria

Em estado inicial a lâmpada 1 está ligada e a lâmpada 2 está desligada

**Figura 39** - circuito 3 chave fechada



**Fonte** : Autoria própria

Com o funcionamento do relé, este muda o chaveamento do circuito, desligando a lâmpada 1 e ligando a lâmpada 2.

#### **4.3.1 Questões da Prática 3.**

**Questão 1.** Relés podem ser utilizados como contatos para abrir (1), contatos para fechar (2), ou contatos comutadores (3). Cite algumas possíveis aplicações para relés.

**R:** Relés utilizados como Normalmente Abertos (NA) estão abertos e são fechados ao serem energizados, algumas aplicações como iluminação residencial, automação de motores e alarmes de segurança ao serem disparados. Em contrapartida, relés utilizados como Normalmente Fechados (NF) estão fechados e são abertos ao serem energizados, sendo podendo ser aplicados em circuitos de segurança, desligamento de equipamentos ao detectar defeitos ou sobrecargas e a própria proteção de circuitos para se evitar possíveis danos. Por conseguinte, relés utilizados como contatos comutadores tem a presença de um contato NA e NF tendo a alternância entre as duas fontes de alimentação, usados em controle de motores, mudança de sinais de vídeo/áudio e controle de aquecimento/resfriamento.

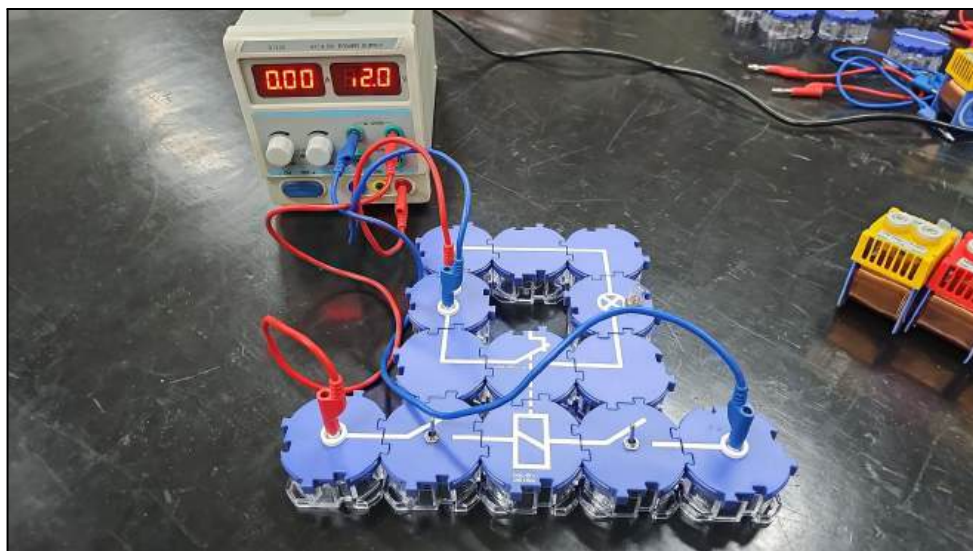
**Questão 2.** Cite algumas vantagens de utilizar relés como interruptores?

**R:** Os relés sendo usados como interruptores são essenciais para controle, usabilidade e praticidade de sistemas, pois tem o sistema simples de energizar a bobina em seu interior para mudar entre os comutadores, fornecendo isolamento elétrico e segurança em sistemas de controle.

#### 4.4 Resultados da Prática 4.

Devido a ausência do material necessário para realização da prática 4, foi montado um circuito equivalente onde a chave s2 equivale ao fotoresistor.

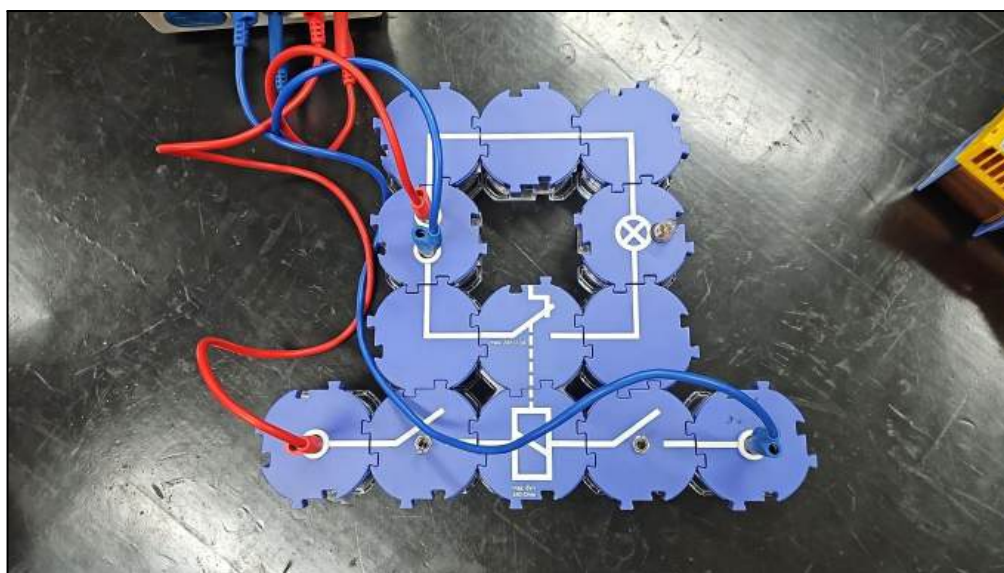
**Figura 40** - circuito com chaves s1 e s2 abertas



**Fonte :** Autoria própria

Com chaves s1 e s2 abertas o circuito controlado mantém-se aberto, s2 aberta neste caso simula o fotoresistor em ambiente com iluminação.

**Figura 41** - circuito com chaves s1 fechada e s2 aberta

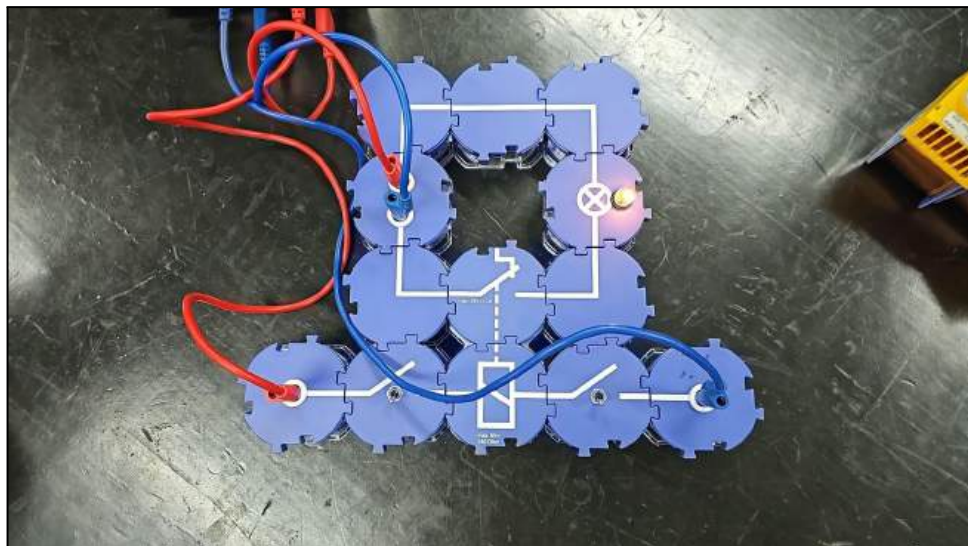


**Fonte :** Autoria própria



Com chaves s1 fechada e s2 aberta o circuito controlado mantém-se aberto, s2 aberta neste caso simula o fotoresistor em ambiente com iluminação.

**Figura 42** - circuito com chaves s1 e s2 fechadas



**Fonte :** Autoria própria

Com chaves s1 e s2 fechadas o circuito controlado é fechado e a lâmpada é acesa, s2 fechada neste caso simula o fotoresistor em ambiente sem iluminação ou com iluminação baixa.

#### 4.4.1 Questões da Prática 4.

**Questão 1.** Explique como o fotoresistor funciona no circuito de controle do relé.

**R:** Um fotoresistor, também conhecido como LDR (Light Dependent Resistor), é um componente cuja resistência varia de acordo com a quantidade de luz incidente sobre ele. Em um circuito com relé, o LDR pode ser utilizado para automatizar a comutação da chave com base na intensidade da luz. Por exemplo, nas luzes dos postes, quando a luminosidade diminui, a resistência do LDR aumenta, permitindo que o circuito se feche e a luz seja acesa.

**Questão 2.** Cite quaisquer aplicações que você pode pensar para o uso da fotocélula que você construiu na primeira parte do experimento (compare com as observações no quadro 1).

**R:** Em sistemas de iluminação automática, ela pode acionar luzes ao anoitecer e apagá-las ao amanhecer, economizando energia. Em sensores de presença, pode ativar alarmes ou iluminação ao detectar movimento. Dispositivos eletrônicos podem usar fotocélulas para ajustar automaticamente a luminosidade de telas ou lâmpadas. Na automação industrial, ela pode detectar a presença de objetos em linhas de produção, garantindo precisão. Em sistemas de energia solar, pode orientar painéis solares para maximizar a captação de luz.

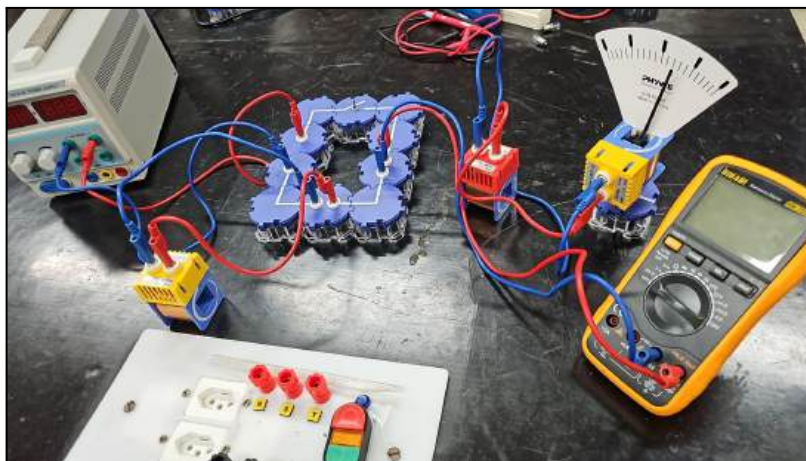
**Questão 3.** Cite algumas aplicações para fotocélula da segunda parte do experimento?

**R:** Na segunda parte do experimento, a fotocélula pode ser aplicada em diversas áreas, incluindo sistemas de segurança, onde pode ativar alarmes ou câmeras ao detectar mudanças na iluminação. Também é útil em sistemas de iluminação automatizada, ajustando a intensidade das luzes de acordo com a luz ambiente. Na automação industrial, pode controlar processos ao detectar a presença de objetos.

## 4.5 Resultados da Prática 5

A partir das etapas definidas na metodologia montou-se o circuito e galvanômetro e foram conectadas as bobinas de 400 e 1600 da seguinte forma:

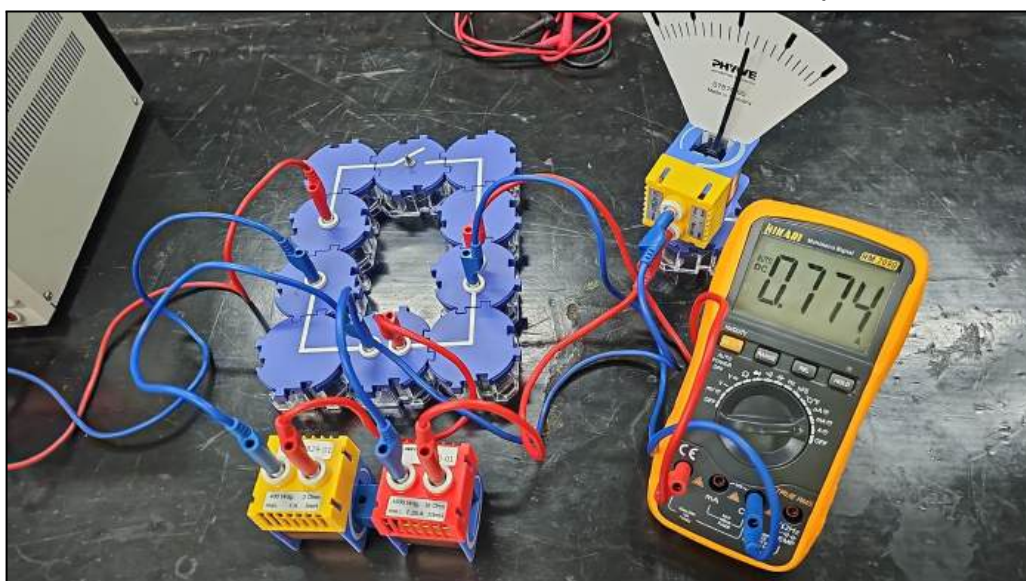
**Figura 43** - circuito com bobinas de 400 e 1600 espiras sem núcleo



**Fonte :** Autoria própria

Com o circuito montado, aproximou-se e afastou-se as bobinas repetidamente de forma rápida, com isso observou-se pequena alteração no galvanômetro. Após isso foi inserido o núcleo “I” na bobina de 400 espiras e repetiu-se o procedimento de aproximar e afastar as bobinas, agora observando intensidade levemente superior na leitura do galvanômetro.

**Figura 44** - circuito com bobinas de 400 com núcleo “I” e 1600 espiras sem núcleo

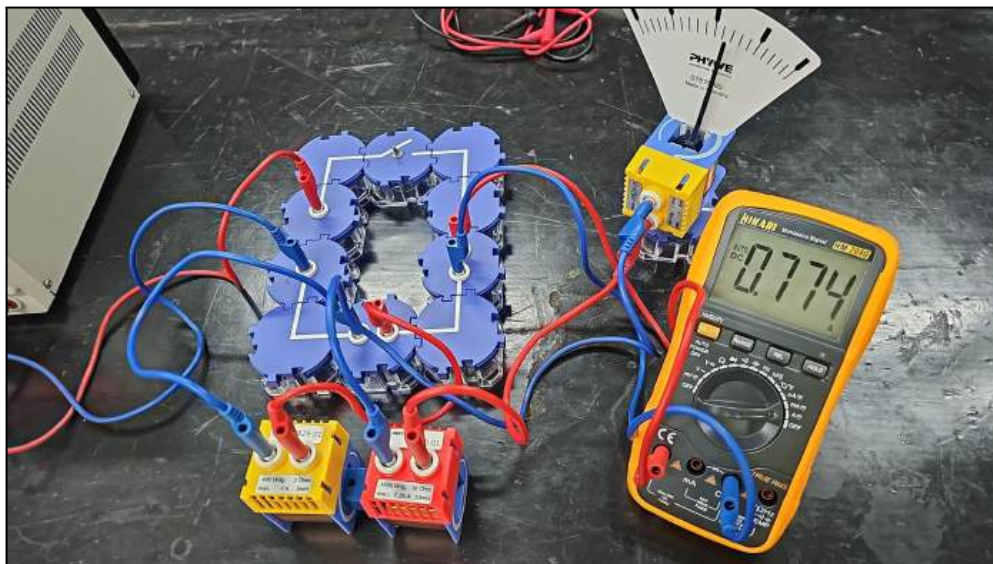


**Fonte :** Autoria própria



Seguindo para a próxima configuração de espiras, o núcleo “I” é inserido de forma que esteja à mesma distância dos dois núcleos, o interruptor é ligado e desligado repetidamente, observa-se intensidade de fenômeno superior à configuração anterior.

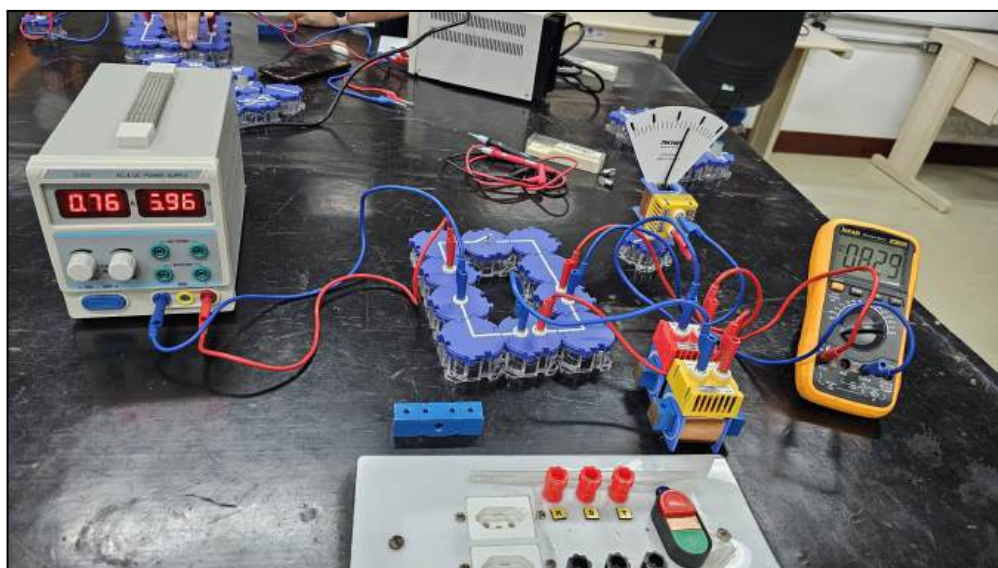
**Figura 45** - circuito com bobinas de 400 com núcleo e 1600 espiras com núcleo “I”



**Fonte :** Autoria própria

Em seguida substitui-se o núcleo “I” pelo núcleo “U”, e altera-se os estados do interruptor repetidas vezes, o interruptor é ligado e desligado repetidamente, observa-se intensidade de fenômeno superior à configuração anterior.

**Figura 46** - circuito com bobinas de 400 com núcleo e 1600 espiras com núcleo “U”

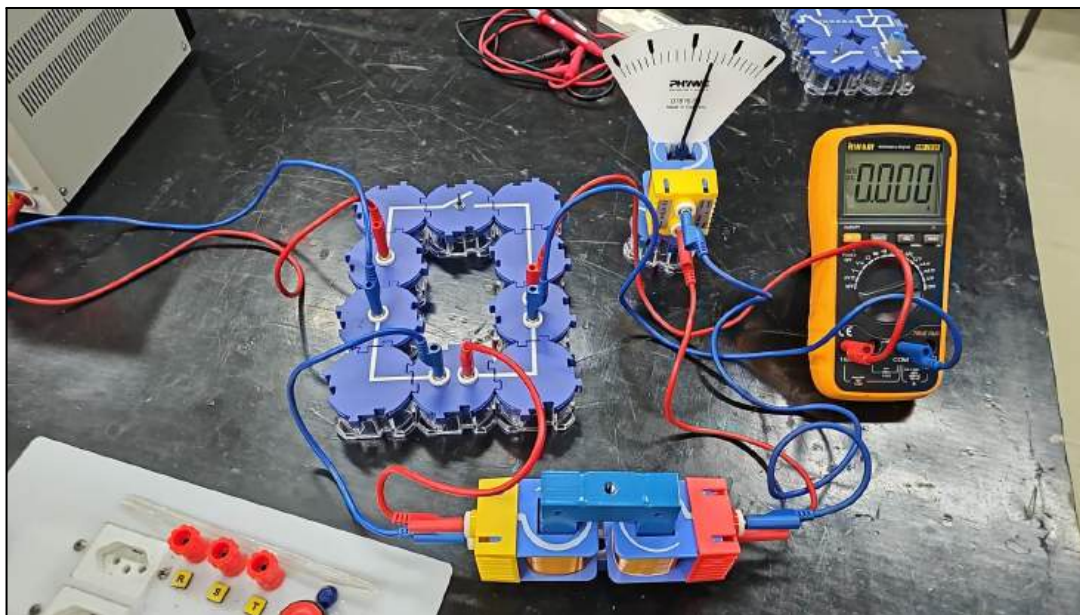


**Fonte :** Autoria própria



Por fim acopla-se o núcleo “I” ao núcleo “U” e se altera o valor da fonte de tensão entre 0V e 4V, de forma que a corrente atinja o valor de 100mA, com este valor de corrente altera-se os estados de do interruptor e observa-se o comportamento, repete-se o mesmo procedimento para o valor de 200mA. Foi observada intensidade superior de fenômeno em relação às configurações anteriores de núcleos “I” e “U” separados.

**Figura 47** - circuito com bobinas de 400 com núcleo e 1600 espiras com núcleo “U” e “I”



**Fonte :** Autoria própria

#### 4.5.1 Questões da Prática 5.

**Questão 1.** Em que situações diferentes foi gerada uma tensão de indução neste experimento?

**R:** A tensão de indução foi gerada quando as bobinas foram aproximadas e afastadas rapidamente, quando o núcleo "I" foi inserido e removido da bobina de campo, e quando o interruptor foi aberto e fechado.

**Questão 2.** O que é necessário para ser gerada uma tensão na bobina de indução?

**R:** Para gerar uma tensão na bobina de indução, é necessário haver uma variação do fluxo magnético através da bobina, o que pode ser conseguido movendo a bobina em relação ao campo magnético, mudando a corrente que produz o campo magnético ou alterando a configuração do núcleo magnético.

**Questão 3.** O que conseguiu-se com o uso do núcleo em "I", do núcleo em "U" e finalmente do núcleo em "U" com núcleo em "I"?

**R:** Com o uso do núcleo em "I", melhorou-se a concentração do campo magnético na bobina de campo. O núcleo em "U" forneceu um caminho fechado para o campo magnético, aumentando a indução. Quando o núcleo em "U" foi combinado com o núcleo em "I", houve uma maximização do acoplamento magnético entre as bobinas, resultando em maior eficiência na transferência de energia.

**Questão 4.** Por que a tensão de indução é maior quando ambas as bobinas estão acopladas em um núcleo fechado de ferro (núcleo em "U" com núcleo em "I")?

**R:** A tensão de indução é maior quando ambas as bobinas estão acopladas em um núcleo fechado de ferro porque o núcleo fechado proporciona um caminho de baixa relutância para o fluxo magnético, aumentando significativamente a densidade do campo magnético e, conseqüentemente, a taxa de variação do fluxo magnético através das bobinas. Isso maximiza a indução eletromagnética conforme a Lei de Faraday.

## 5. Conclusão

Os experimentos realizados no laboratório de conversão de energia que relatei atingiram plenamente seus objetivos, demonstrando efetivamente como relés e chaves operam em circuitos para manipular e controlar energia elétrica. Através de experimentos práticos, podemos observar os efeitos dos componentes eletromagnéticos em ação, principalmente o impacto dos campos magnéticos no funcionamento de dispositivos como campainhas e relés magnéticos. Cada experimento é projetado para ilustrar um conceito específico, proporcionando uma análise aprofundada do comportamento desses componentes sob diferentes configurações e condições.

As aulas práticas realizadas concentram-se no detalhamento da conversão de sinais magnéticos em sinais elétricos e vice-versa, o que é fundamental para a compreensão e desenvolvimento de sistemas elétricos mais eficientes e seguros. Por exemplo, na análise de sinos magnéticos, a interação entre as bobinas e o núcleo de ferro laminado e como isso afeta a produção de som é crucial para a compreensão do papel dos campos magnéticos na conversão de energia. Em outro experimento, a manipulação de um relé e a observação de mudanças no fluxo de corrente forneceram informações valiosas sobre como controlar circuitos com precisão em aplicações do mundo real.

A eficiência dos sistemas de conversão de energia pode ser bastante afetada por pequenas alterações nos componentes, conforme demonstrado por experimentos envolvendo várias configurações de bobinas e núcleos magnéticos. Este conhecimento desempenha um papel vital no projeto de sistemas elétricos para uso industrial, onde a confiabilidade e a eficiência são de extrema importância. A capacidade de antecipar e gerir os resultados de diferentes configurações de circuitos não só permite o aprimoramento dos sistemas atuais, mas também estimula a criatividade no desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações.

Infere-se, portanto, que este estudo não apenas validou a possibilidade e o significado dos objetivos declarados, mas também melhorou a nossa compreensão da gestão e transformação de energia em sistemas eletromagnéticos. Os conhecimentos aqui adquiridos são relevantes para vários campos da engenharia e tecnologia, indicando caminhos promissores para futuras investigações e avanços em sistemas de controle e automação de energia. Com os resultados alcançados,

estabelecemos uma base sólida para a investigação e exploração contínua dos princípios de conversão de energia, com o objectivo final de alcançar melhorias substanciais na eficiência e na integração de tecnologias eletromagnéticas inovadoras.

## 6. Referências

- [1] **DAVID JEFFREY GRIFFITHS**; CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. Introduction to electrodynamics. Cambridge | Pozostale: Cambridge University Press, 2018.
- [2] UMANS, S.; **FITZGERALD**, A.; KINGSLEY, C. Electric Machinery. [s.l.] McGraw-Hill Higher Education, 2013.
- [3] **SADIKU**, M.N.O. Elementos de Eletromagnetismo. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [4] **HALLIDAY**, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. 12ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. v.2.
- [5] **SMOOT**, J. Uma introdução aos relés. Disponível em: <<https://www.digikey.com.br/pt/articles/an-introduction-to-relays>>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- [6] ROTEIROS DAS PRATICAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA.pdf