

Mecânica e Campo Eletromagnético

TRABALHO 2.1: Lei de Faraday



João Machado, Miguel Marques, Rafael Pinto

(89119) jtomaspm@ua.pt

(103162) miguelgoncalvesmarques@ua.pt

(103379) rafaelpbpinto@ua.pt

20 de janeiro de 2022

Índice

Resumo	2
Introdução	3
Detalhes experimentais	4
Análise e discussão	5
Conclusões	10
Contribuição individual	11
Anexos	12

Resumo

Este trabalho prático tem como objetivo compreender a lei da indução de *Faraday* e identificar os parâmetros que afetam a sua aplicação, através da investigação da relação entre as variações no fluxo magnético e a força eletromotriz induzida.

Nesta atividade experimental usou-se um LED, uma fita métrica, uma bobina de 1250 espiras e um ímã e foram efetuados dois lançamentos, um com o norte do ímã voltado para cima e outro com o sul do ímã voltado para cima, de três alturas diferentes.

Recorreu-se ao *PASCO® Capstone* que nos permitiu registar os dados de cada lançamento. No final da atividade experimental passou-se os resultados para formato csv, o que nos permitiu através da ferramenta Excel criar os gráficos que são possíveis observar na análise de resultados.

Através destes gráficos, consegue-se tirar as nossas conclusões acerca da experiência, apresentadas na análise de resultados.

Introdução

Este trabalho prático foi realizado com o intuito de compreender melhor a lei da indução de Faraday. Esta lei permite prever como um campo magnético interage com um circuito elétrico para produzir uma força eletromotriz, um fenómeno chamado de indução eletromagnética.

Atribui-se a Michael Faraday a descoberta da indução eletromagnética. Esta foi comprovada experimentalmente por Faraday diversas vezes, apesar da sua explicação limitar-se ao conceito de linhas de força. Franz Ernst Neumann foi quem conseguiu provar matematicamente a lei de Faraday.

Existem inúmeras aplicações desta lei. Diversos equipamentos eletrónicos utilizam indução eletromagnética, seja para produzir uma corrente contínua, como nos dínamos, ou uma corrente alternada, como nos geradores, transformadores, alternadores e indutores, todos através da variação no campo magnético.

Detalhes experimentais

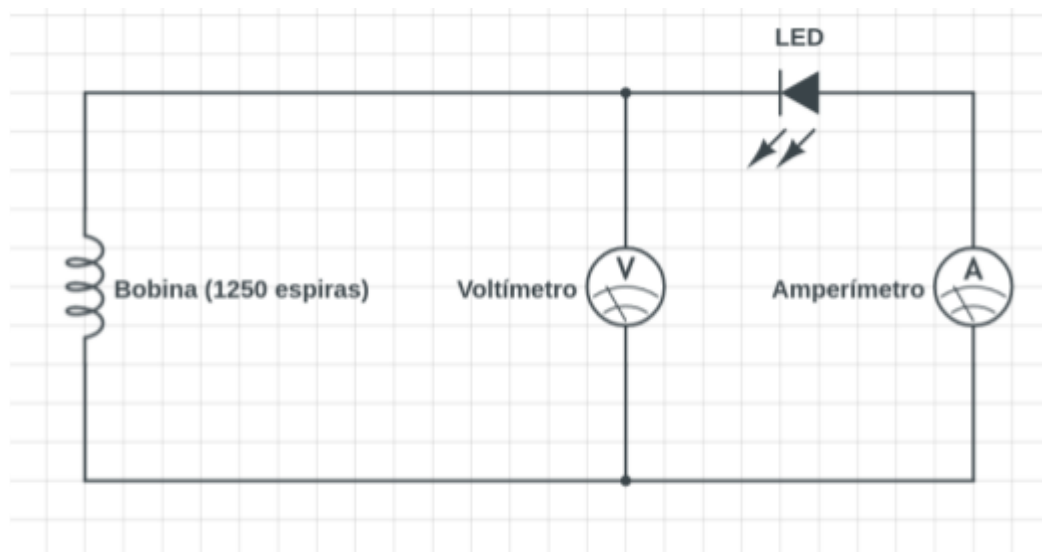


Figura 1. Esquema do circuito montado na aula prática

De maneira a realizar esta experiência da melhor maneira, garantiu-se que estariam em prática todas as medidas de segurança, que o circuito estava bem montado e que o programa *PASCO® Capstone* tinha a frequência de amostragem e as unidades de medida certas.

A bobina utilizada consiste num suporte de plástico enrolado por um fio de cobre que dá exatamente 1250 voltas. A resistência medida na mesma é de 48.5Ω .

Primeiramente, montou-se o circuito tal como representado na figura 1 e, de seguida, preparou-se o *software* de aquisição de dados (*PASCO® Capstone*). Após conferir-se que o circuito estava montado corretamente e o *software* estava pronto a ser utilizado, procedeu-se à libertação do magnete para que este caísse em queda livre por dentro da bobina. No final deste processo, registou-se o que foi observado e guardou-se os dados recolhidos com o *PASCO® Capstone*.

A experiência foi realizada de três alturas diferentes: 27,5 cm, 23 cm e 12,6 cm. Em cada uma destas, o magnete foi largado de duas formas: primeiro com o polo norte virado para cima e de seguida com o polo sul virado para cima.

Análise e discussão

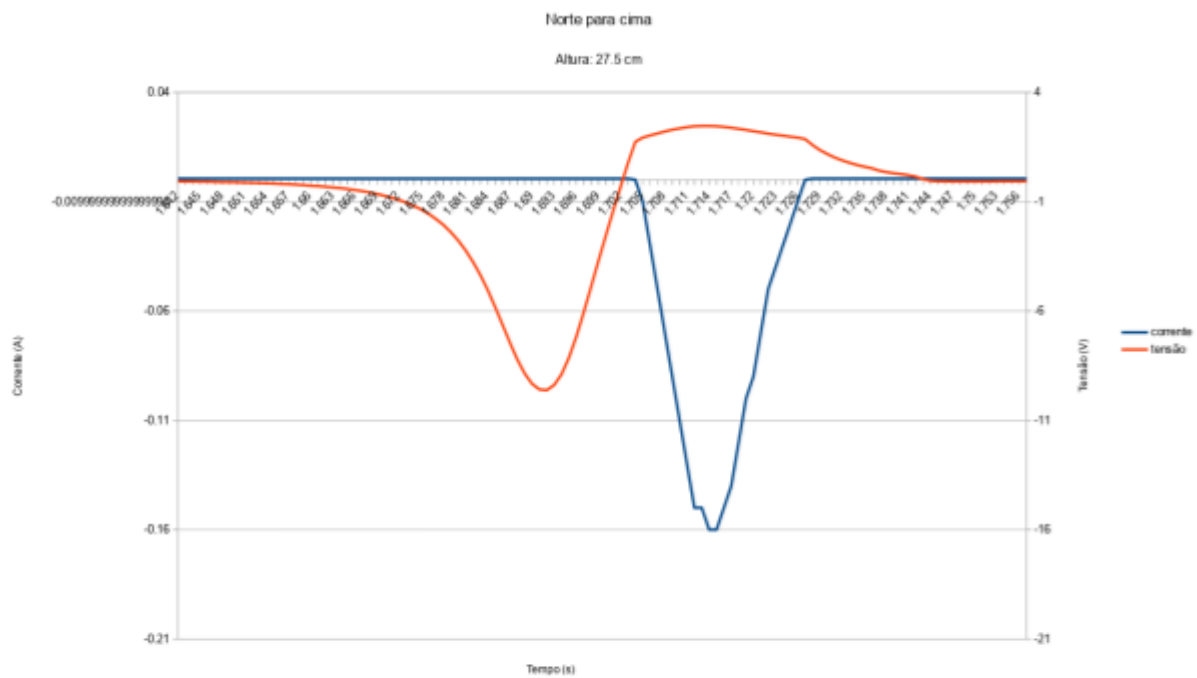


Figura 2. Gráfico do lançamento da altura 27,5cm com Norte para cima

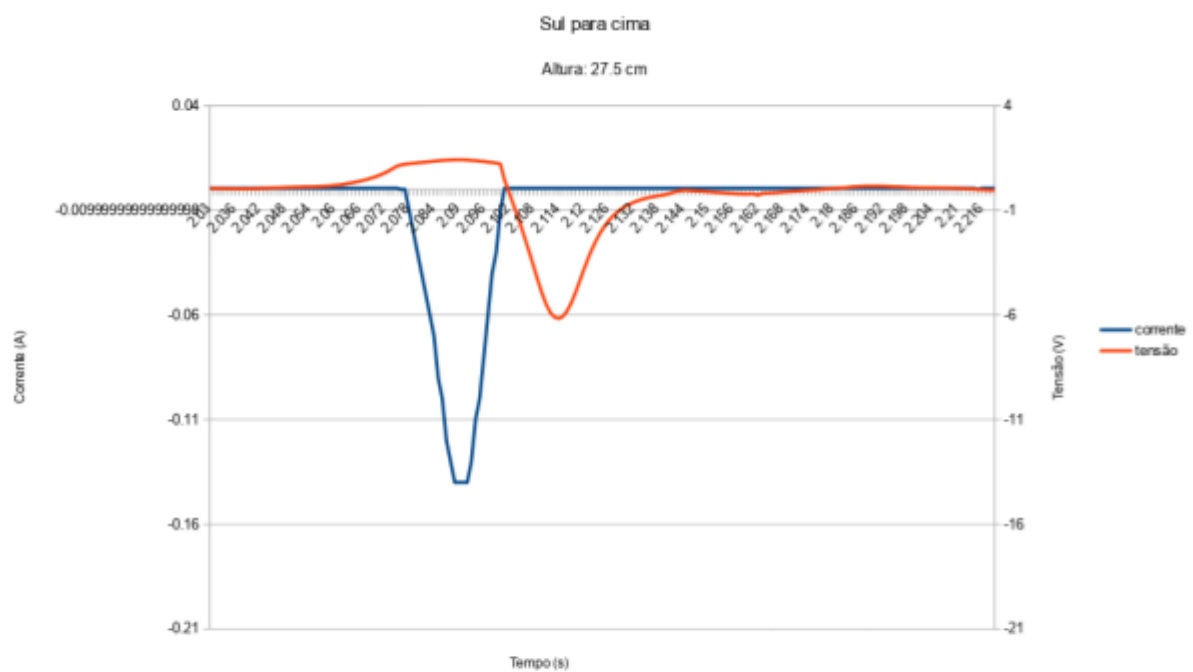


Figura 3. Gráfico do lançamento da altura 27,5cm com Sul para cima

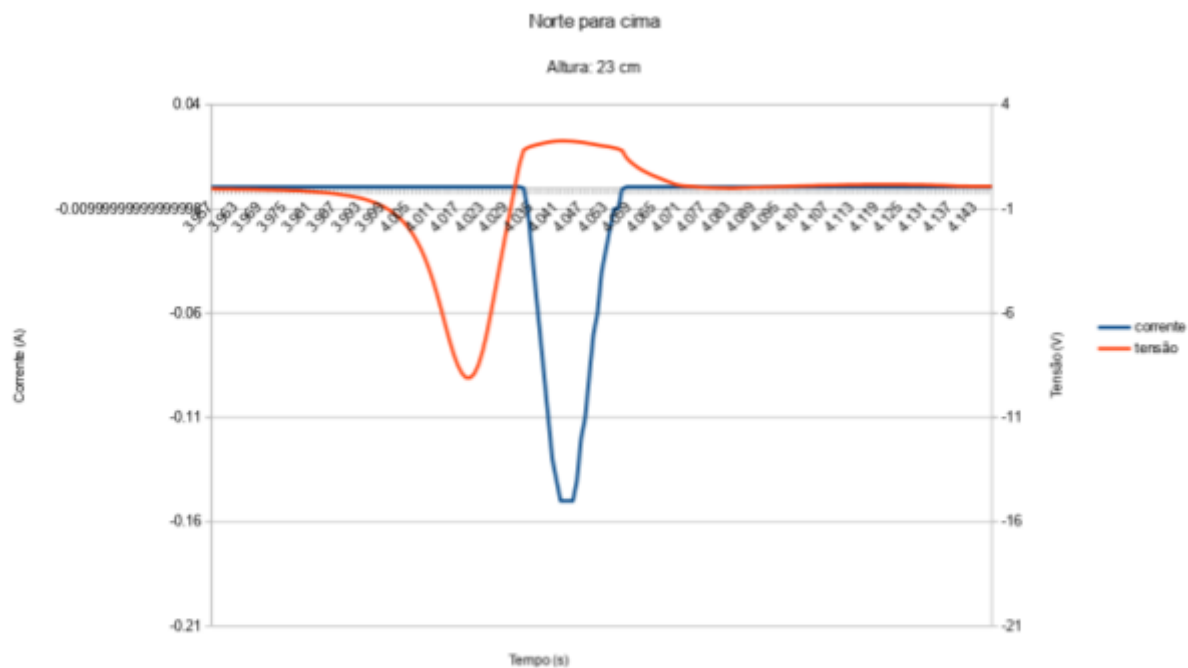


Figura 4. Gráfico do lançamento da altura 23cm com Norte para cima

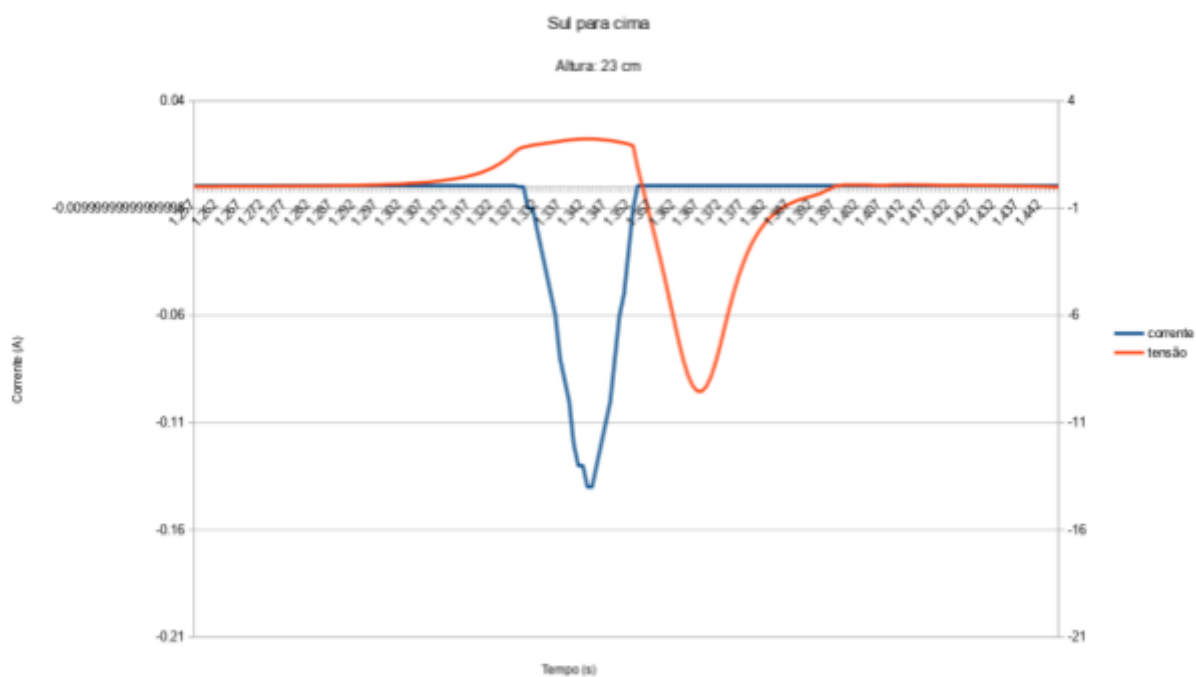


Figura 5. Gráfico do lançamento da altura 23cm com Sul para cima

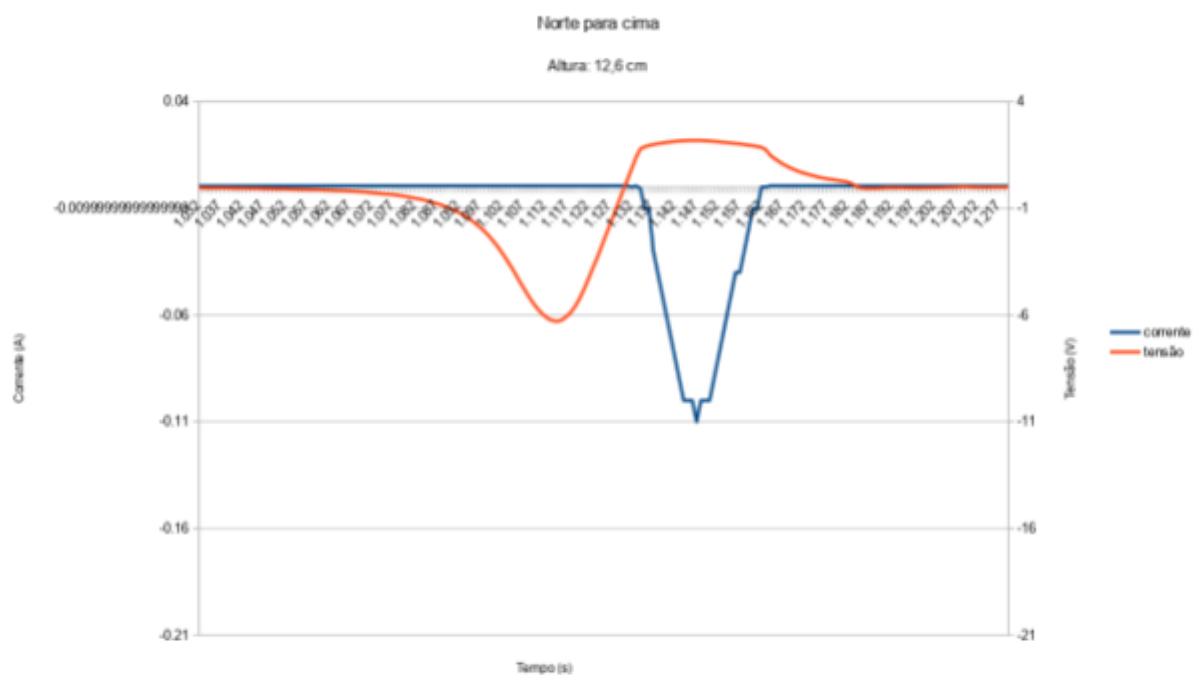


Figura 6. Gráfico do lançamento da altura 12,6cm com Norte para cima

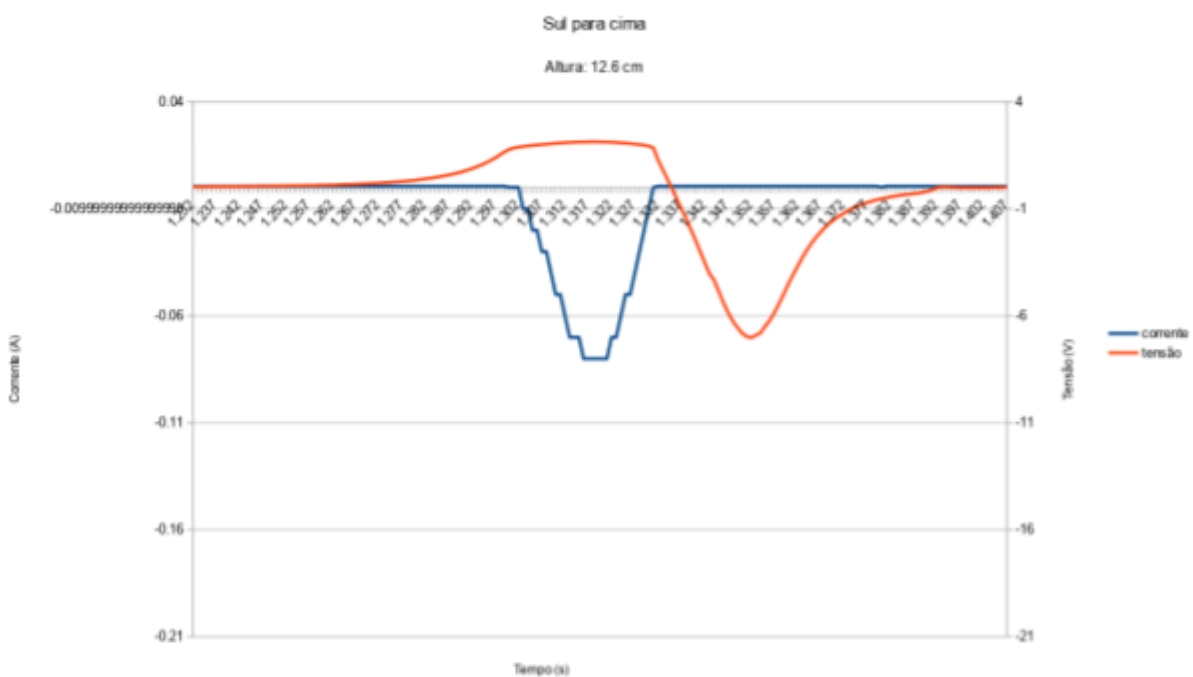


Figura 7. Gráfico do lançamento da altura 12,6cm com Sul para cima

Analisando as figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7, podemos concluir que o LED só acende quando o norte do magnete está voltado para o centro da bobina, portanto as espiras da bobina estão enroladas em sentido horário.

Tendo em conta a figura 2, 4 e 6 (com o polo sul voltado para o centro da bobina), quando o magnete está em repouso, tanto a tensão como a corrente registadas nos terminais da bobina são nulas e quando o magnete inicia o movimento observa-se um aumento da tensão. Isto permite concluir que com o magnete em movimento existiu variação do campo magnético que gerou força de tensão.

O aumento da velocidade do magnete, devido à força gravítica, significa que o campo magnético varia mais rapidamente, implicando num aumento da tensão. Mas a velocidade aumenta de forma linear, o que não se observa na curva da tensão que tem um crescimento semelhante a uma exponencial, isto significa que existem mais fatores que implicam o aumento da tensão. Enquanto o magnete se aproxima da bobina denota-se um maior crescimento da curva da tensão, o que significa que a diminuição da distância à bobina traduz-se num maior aumento da tensão. Com isto conclui-se, que o campo magnético é mais intenso quanto mais próximo dos polos do magnete.

Quando o magnete aproxima-se do centro da bobina é gerado um campo magnético apontado para cima aumentando o fluxo magnético, portanto pela lei de *Lenz* (o sentido da corrente induzida é oposto à variação de fluxo magnético) é gerada corrente elétrica no sentido anti-horário. Como a corrente elétrica tem sentido anti-horário, não passa no LED e como tal o amperímetro não regista qualquer valor de corrente nesse momento.

Quando o centro do magnete atinge o centro da bobina, tanto a tensão como a corrente induzida são iguais a zero. Isto acontece, uma vez que o polo sul quando se aproxima das espiras mais abaixo aumenta o fluxo nessas espiras, gerando uma força eletromotriz negativa e o polo norte ao passar nas espiras mais acima diminui o fluxo nessas espiras, gerando uma força eletromotriz positiva. A soma de todas as forças eletromotriz geradas ao longo da bobina resulta na força eletromotriz total. Por isso, quando o magnete chega ao meio da bobina, a soma das forças eletromotriz da primeira metade com as da segunda metade vão se anular, consequentemente, a tensão e a corrente registam o valor zero.

Após o magnete passar o centro da bobina, o polo norte fica voltado para o centro da bobina e é gerado um campo magnético apontado para baixo diminuindo o fluxo magnético, posto isto, pela lei de *Lenz*, é gerada corrente elétrica no sentido horário. Neste momento já é registada corrente elétrica, pois esta tem sentido horário, assim acendendo o LED e passando pelo amperímetro.

À medida que o magnete se afasta da bobina o valor da tensão diminui e quando deixa de existir movimento do magnete não acontecem mais variações de fluxo magnético, portanto, não é gerada qualquer força eletromotriz.

Analisando as figuras 3, 5 e 7 (com o polo norte voltado para o centro da bobina), comprova-se o que foi analisado com as figuras anteriores.

Quando o magnete está em repouso, tanto a tensão como a corrente registadas nos terminais da bobina são nulas e quando o magnete inicia o movimento observa-se um aumento da tensão.

Quando o norte do magnete se aproxima do centro da bobina é gerado um campo magnético apontado para baixo, diminuindo o fluxo magnético, portanto, pela lei de *Lenz*, é gerada corrente elétrica no sentido horário, por isso, o LED acende e no amperímetro é registada corrente elétrica.

Quando o centro do magnete atinge o centro da bobina, observa-se que a tensão e corrente são nulas. O fenómeno foi explicado anteriormente.

Após o magnete passar o centro da bobina, o polo sul fica voltado para o centro da bobina e é gerado um campo magnético apontado para cima, aumentando o fluxo magnético, portanto, pela lei de *Lenz*, é gerada corrente elétrica no sentido anti-horário que não é registada no amperímetro.

À medida que o magnete se afasta da bobina o valor da tensão diminui e quando este passa a estar em repouso não acontecem mais variações de fluxo, portanto, não é gerada qualquer força eletromotriz.

A velocidade está diretamente relacionada com a altura ($v = \sqrt{2gh}$), visto que se trata de um movimento de queda livre, logo quanto maior a altura de lançamento maior será a velocidade a que o magnete passa pela bobina.

Erros experimentais que influenciaram os resultados obtidos:

- Incerteza de medição da altura de lançamento
- Inclinação no magnete ao largar o mesmo
- Erros de medição dos sensores

Conclusões

Após a análise dos resultados obtidos neste trabalho laboratorial, podemos concluir que os objetivos propostos foram atingidos e que os resultados obtidos foram os esperados antes da experiência.

Foi possível a demonstração da lei da indução de *Faraday*, na análise explicou-se que não só a variação da tensão depende da velocidade do magnete bem como a distância deste para com a bobina e também comprovou-se que o sentido da corrente induzida é oposto à variação de fluxo magnético (lei de *Lenz*).

Esperávamos obter medições diferentes para cada altura e cada polo. Observamos como esperado que começando a queda do magnete com uma maior altura, os valores de tensão e corrente medidos seriam maiores. Isto devido às diferentes velocidades que o magnete atinge.

De forma a se obter uma maior variedade de resultados experimentais poderia-se ter usado bobinas e magnetes diferentes para termos uma maior fonte de comparação de resultados e assim percebermos os efeitos que cada um causaria nos resultados obtidos.

Contribuição individual

Para a realização da experiência, o Rafael tratou de usar o programa *PASCO® Capstone* para a aquisição de dados, o João tratou de lançar o magnete e o Miguel por razões de saúde teve a dar assistência por zoom na montagem do circuito.

Para a realização do relatório, o Rafael contribuiu a escrever nos capítulos Resumo, Introdução, Detalhes experimentais, Análise e discussão e Conclusões. O aluno João contribuiu a escrever nos capítulos Resumo, Introdução, Análise e discussão e Conclusões e também ao construir os gráficos em *Excel*. O aluno Miguel contribui a escrever na Introdução e Análise e discussão.

Anexos

- Documentos excel previamente disponibilizados