

DISCIPLINA: F 609 – Tópicos de Ensino de Física I

COORDENADOR: Professor José Joaquin Lunazzi

## PROJETO: PÊNDULO COMPOSTO ACIONADO ELETRICAMENTE



ALUNO: Marcos Felipe Frantz de Oliveira RA019254 ENDEREÇO ELETRONICO: m019254 (x)dac.unicamp.br

ORIENTADOR: Professor José Joaquin Lunazzi ENDEREÇO ELETRONICO: lunazzi (x) ifi.unicamp.br

## 1- PROJETO

### DESCRIÇÃO:

O projeto consiste em recriar um pêndulo duplo com o acréscimo de um sistema eletrônico que tem o objetivo de acionar automaticamente o eixo que sustenta o braço principal do pêndulo, criando um movimento contínuo, sem mascarar o movimento caótico que caracteriza este tipo de experimento.

Será feito um pêndulo duplo utilizando um motor de passo como eixo principal, que é caracterizado por permitir um maior controle no período de rotação. O acionamento do pêndulo será realizado com um sistema eletrônico, que consiste basicamente de um multivibrador onde seu principal componente é o circuito integrado 555, amplamente utilizado na eletrônica para a produção de circuitos osciladores, onde o período de oscilação é bem definido e poderá ser ajustada através de um potenciômetro para que a interferência no pêndulo esteja em conformidade com o seu próprio período de oscilação.

O circuito eletrônico será acionado por um conjunto de sensores que determinarão o sentido de movimento do pêndulo, fazendo com que o motor seja acionado de forma conveniente para o experimento.

Eventuais extensões consistem em desenvolver um controle mais sofisticado do motor de passo e acrescentar no sistema eletrônico um controle de direção do movimento, podendo neste caso controlar em qual sentido será dado o impulso pelo motor no pêndulo.

### IMPORTÂNCIA DIDÁTICA:

Esse experimento é útil tanto para alunos de ensino médio como de ensino superior, pois demonstra experimentalmente um sistema caótico na sua forma mais simples de forma prática. Para alunos universitários que tem um interesse adicional em mecânica podem utilizar o experimento para entender mais profundamente a teoria analisando o que ocorre na prática. Uma das vantagens do experimento é a sua característica de realizar o movimento de forma contínua sem a necessidade de uma pessoa dar o impulso inicial e o permanente movimento do pêndulo devido o circuito eletrônico.

### ORIGINALIDADE:

O experimento de pêndulo composto já foi amplamente realizado tanto fora como dentro do instituto, porém este projeto apresenta uma característica nova que é justamente um circuito eletrônico que controlará o impulso inicial do pêndulo, para que este seja de movimento contínuo.

### LISTA DE MATERIAIS:

#### COMPONENTES DO PÊNDULO:

- Base metálica

- Haste metálica para suporte
- Motor de passo
- Duas hastes de polipropileno ou acrílico (corpo do pêndulo)
- Eixo (ligará as duas hastes)

#### COMPONENTES DO CIRCUITO ELETRÔNICO

- Circuito Integrado (555, 4017)
- Fonte de alimentação
- Resistores
- Capacitores
- Diodos
- Transistor Darlington
- Diodo SCR

#### REFERÊNCIAS:

- [http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2007/loseE\\_Lunazzi\\_2o\\_grau\\_PendulosRF.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2007/loseE_Lunazzi_2o_grau_PendulosRF.pdf) - PÊNDULOS
- [http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2005/MauricioR-Saa\\_Alberto\\_F809\\_RF1.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2005/MauricioR-Saa_Alberto_F809_RF1.pdf) - PÊNDULO
- <http://nfist.pt/~pqueiroz/IC/pendulo/pendulo.pdf> - PÊNDULO
- <http://ltodi.est.ips.pt/joseper/PTS%20I/Teoria PTS%20I Cap%205 2003.PDF> - OSCILADORES
- <http://ivairijs.vilabol.uol.com.br/CI-555.html> - OSCILADORES
- <http://www.eletronica24h.com.br/cursoEI/cursoEI2/aulas/Aula04.html> - OSCILADORES
- <http://www.malhatlantica.pt/pol/polee/principal/multivibradores.htm> - OSCILADORES

EXCEÇÕES: NÃO HÁ

SIGILO: SOLICITA

## 2- RESULTADOS ATINGIDOS E O QUE FALTA FAZER

Foram realizadas diversas tentativas de montagem de um circuito eletrônico para o acionamento do motor de passo de HD. A montagem final, que apresentou o melhor desempenho do motor, consiste basicamente de dois circuitos integrados (555 e 4017) e três transistores darlington ligados em série com as entradas do motor.

A estrutura do experimento já está pronta e os sensores que serão utilizados também estão definidos. Os sensores serão do tipo reed-switch, um interruptor magnético de lâminas. Este é um dispositivo que contém duas lâminas flexíveis de material ferromagnético (NiFe), seladas hermeticamente dentro de uma cápsula de vidro que é preenchida com um gás inerte. Essa atmosfera de gás inerte protege as regiões de contato elétrico das lâminas impedindo as oxidações. As lâminas estão sobrepostas, porém separadas por um pequeno espaço. As regiões que entrarão em contato são folheadas com um metal nobre tal como ródio ou rutênio, de modo a proporcionar características elétricas estáveis e de notável longevidade. A aplicação de um campo magnético mediante um ímã permanente ou uma bobina induz uma magnetização dessas lâminas, com polaridades opostas e uma conseqüente força de atração magnética. Se tal força vencer a natural elasticidade das lâminas essas se unem, fechando o circuito externo do qual fazem parte. Quando o campo magnético é afastado, a indução magnética diminui e, com ela, as forças de atração; as elasticidades das lâminas incumbem-se de afastá-las, abrindo o contato elétrico.

Foi definido o melhor modo de utilização dos sensores para restringir o acionamento elétrico em apenas uma direção, inicialmente tínhamos duas possibilidades, utilizando um circuito digital com flip-flop ou acionamento analógico através de um dispositivo scr.

O circuito escolhido para ser utilizado será composto por um scr que apresentou bom desempenho nos testes realizados no laboratório e devido a isto será utilizado no modelo final do circuito.

O próximo passo será realizar mais testes com o circuito e finalmente acoplar o circuito ao pêndulo composto. O desenho inicial do circuito é apresentado em anexo e este deverá ser montado em uma placa de fenolite quando todos os testes estiverem sido realizados.

### 3- FOTOS DO EXPERIMENTO

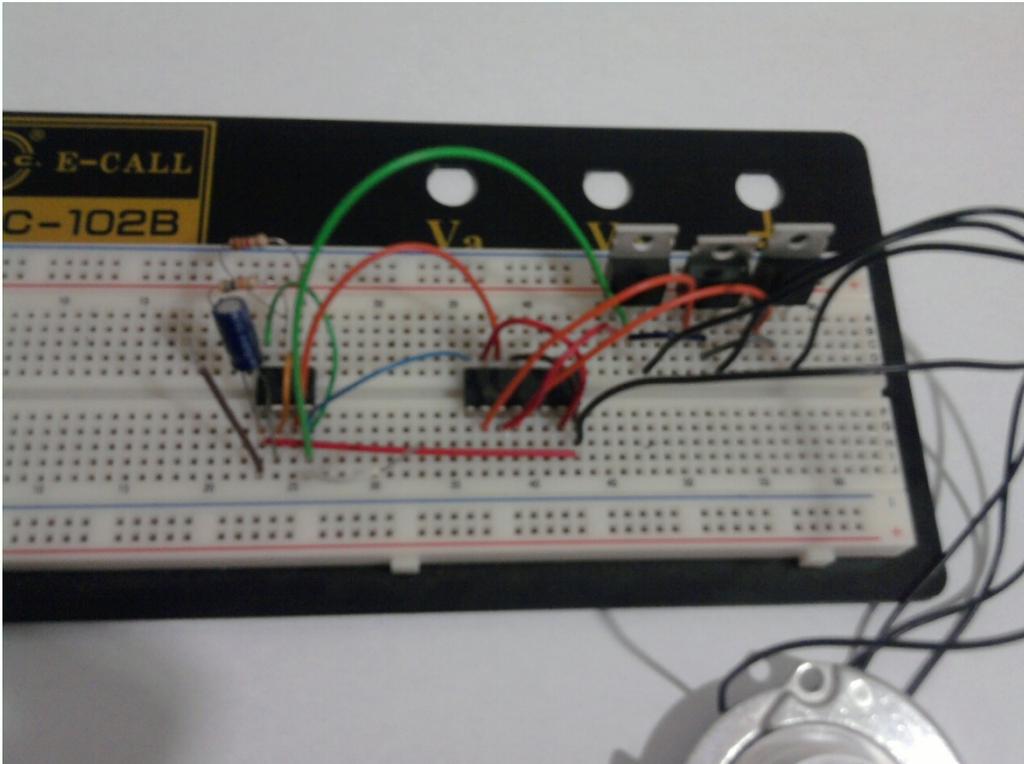


Figura 1 - circuito eletrônico

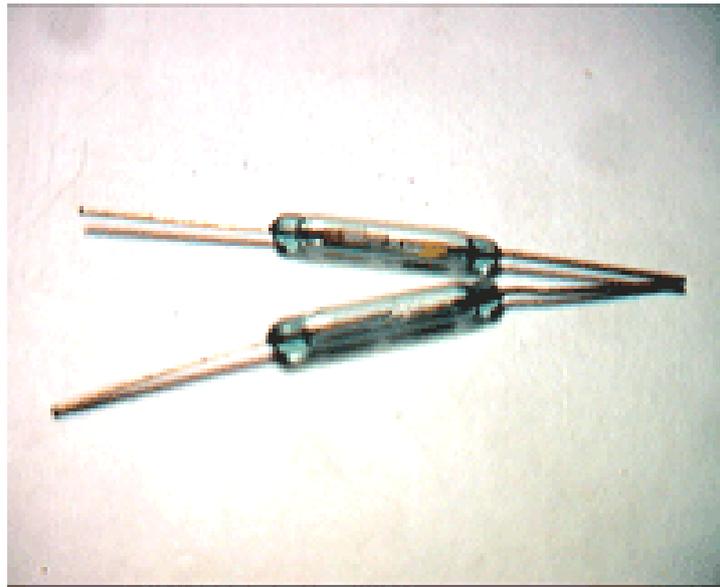


Figura 2 - reed-switch



Figura 3 - motor de passo

#### 4- DIFICULDADES ENCONTRADAS

A principal dificuldade encontrada foi a montagem do circuito para o acionamento do motor de passo, uma vez que o motor não apresenta qualquer tipo de documentação que oriente esta montagem.

#### 5- PESQUISA REALIZADA

[1] <http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor30.asp>

Descrição de uma montagem de um motor elétrico e descrição de funcionamento do interruptor do tipo reed-switch.

[2] <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20061/Cesar/SENSORES-Reed-switch.html>

Descrição de funcionamento do interruptor do tipo reed-switch.

[3] <http://ivairijs.vilabol.uol.com.br/CI-555.html>

Esta referência contém os principais modos de operação do circuito integrado 555 com exemplos e aplicações.

[4] <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/645-conheca-o-4017-art062.html>

Esta referência contém a descrição do circuito integrado 4017 com exemplos e aplicações.

[5] Datasheet 4017 – em anexo

Descrição técnica do circuito integrado 4017

[6] Datasheet 555 – em anexo

Descrição técnica do circuito integrado 555

[7] Datasheet TIP 120 – em anexo

Descrição técnica do transistor darlington TIP 120

Palavras chaves utilizadas: motor de passo, reed-switch, ci4017, ci555, tip120.

## **6- DATA E HORÁRIO DE APRESENTAÇÃO**

Quinta –feira, 11 de novembro, no segundo horário, das 17h as 19h.

## **7- COMENTÁRIO DO ORIENTADOR**

“???”

