

Universidade de São Paulo – USP  
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC  
Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação – SEL

## Projeto de Gerador de Indução Magnética

Código da Disciplina: SEL0329  
Prof. Elmer Pablo Tito Cari

Diego Kenji Pesce  
Anderson Kiniti Yamassaki Sussuki  
Paulo Eduardo de Carli

NºUSP: 10377650	33,33%
NºUSP: 10310572	33,33%
NºUSP: 10310717	33,33%

São Carlos  
2019

# Sumário

<b>1</b>	<b>Funcionamento</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Processo de Construção</b>	<b>3</b>

# 1 Funcionamento

O gerador de indução magnética é baseada nos princípios das Leis de Faraday e Henry. Um condutor imerso em um campo magnético produz corrente elétrica no momento em que ocorre variação no fluxo magnético.

Será colocado um fio ou elástico no eixo de uma manivela/molinete, e utilizando-se da rotação do eixo será rotacionado um disco preso em uma haste de madeira. Neste disco, serão colocados ímãs distribuídos uniformemente em sua circunferência, alternando a polaridade dos ímãs posicionados, resultando então em uma variação do fluxo magnético ao girar estes ímãs.

Além disso, serão colocadas duas bobinas de fio condutor acima e abaixo do disco, também fixas na haste e conectadas entre si. Desta forma, a variação do fluxo magnético causada pelos ímãs irá resultar na geração de corrente elétrica nos fios condutores das bobinas.

Para indicar a geração de corrente, será colocado um LED ao final dos fios condutores, acendendo-o então ao se girar o molinete/manivela, além de um multímetro para a medição da mesma.

Foi feito um esboço aproximado do projeto final, conforme pode ser visto na Figura 1.

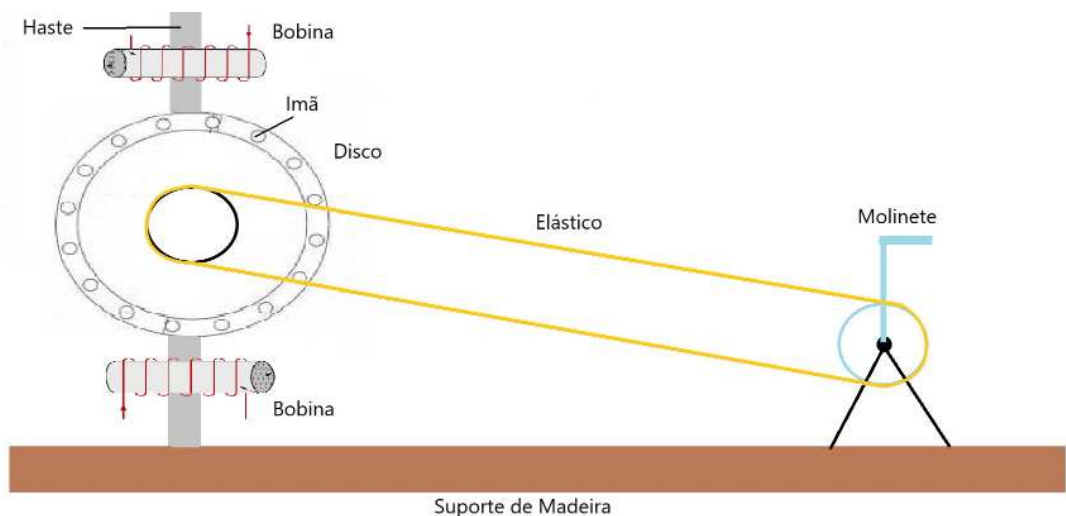


Figura 1: Protótipo do gerador de indução

## 2 Processo de Construção

Para a construção do gerador, foi utilizado o sítio do integrante do grupo Paulo, onde encontrava-se muitos dos materiais que foram utilizados no projeto, bem como uma oficina que foi utilizada para a confecção do mesmo.

Em posse do protótipo desenhado e dos conhecimentos a respeito do assunto, iniciou-se o processo de construção do gerador. Inicialmente foi utilizada uma tábua de madeira para ser feita toda a estrutura para fixação do sistema de polias responsável por girar o disco. Criou-se então uma caixa de madeira com essa tábua de forma a garantir que os eixos das polias fixassem bem firmes de modo a não haver inconstâncias no giro do disco, e este poder girar de forma leve e constante. O suporte de madeira montado é mostrado nas figuras 2 e 3.



Figura 2: Suporte de madeira



Figura 3: Suporte de madeira

A seguir, utilizando-se de alguns motores queimados que haviam no sítio e de



2 discos (para a polia) de tamanhos diferentes, foi possível montar o sistema de polias para a multiplicação de velocidade necessária, aumentando então a eficiência do gerador. Também foi encontrada uma correia de um motor para se fazer a ligação entre as duas polias. Tais itens são mostrados na figura 4.



Figura 4: Materiais para o sistema de polias

Para evitar o atrito entre as polias e o eixo giratório, foram utilizados rolamentos para garantir que os eixos girassem da melhor forma possível, sem a necessidade de se colocar força excessiva para girar o disco.



Figura 5: Polias e rolamentos

Para fixação dos eixos do sistema de polias, foi necessário travar da melhor forma possível tais eixos para não haver deslocamento lateral do mesmo. Utilizou-se para isso de suportes de ferro retirados de discos de arados antigos, mostrados na figura 6.



Figura 6: Discos de arados

Em posse de todos os materiais descritos até aqui, foi montado o sistema de polias no suporte de madeira. Foi fabricada uma manivela com um pedaço de ferro e um pedaço de cabo de vassoura e esta foi soldada ao eixo do sistema de polias. A figura 7 mostra a estrutura base do gerador montada.



Figura 7: Estrutura base do gerador

A seguir foi iniciado o processo de construção das bobinas. Inicialmente foi utilizado um cano de ferro, que foi cortado de modo a se obter 6 núcleos de bobinas interligados entre si pelo mesmo ferro dos núcleos. As bobinas também foram cortadas no sentido longitudinal num tamanho adequado para ser feito o entreferro por onde o disco com os ímãs pudesse passar sem haver contato entre eles, mas sem muito espaçamento para não perder eficiência na geração. Utilizou-se um fio de cobre do enrolamento de um motor queimado



para se fazer as bobinas, inicialmente independentes e sem conexão uma com a outra, como mostra a figura 8.



Figura 8: Sistema das bobinas

Também foram colados os ímãs de neodímio com  $8mm$  de diâmetro e  $1,5mm$  de espessura no disco a ser girado. Estes foram posicionados de forma alternada entre as polaridades norte e sul e de maneira uniforme ao longo de toda a periferia do disco para ser possível a obtenção de uma corrente alternada nos enrolamentos de cobre. Ao se posicionar o sistema de bobinas sobre o disco com os ímãs foi encontrado o primeiro problema com a montagem: quando o ímã passava pelo entreferro das bobinas, o disco não tinha rigidez suficiente e acabava sendo atraído devido à interação magnética entre o ímã e o núcleo de ferro da bobina. Assim, utilizou-se 2 discos de plantadeira de milho em ambos os lados do disco com os ímãs de forma a garantir a rigidez do disco e solucionar o problema encontrado. A figura 9 mostra como ficou o disco reforçado.

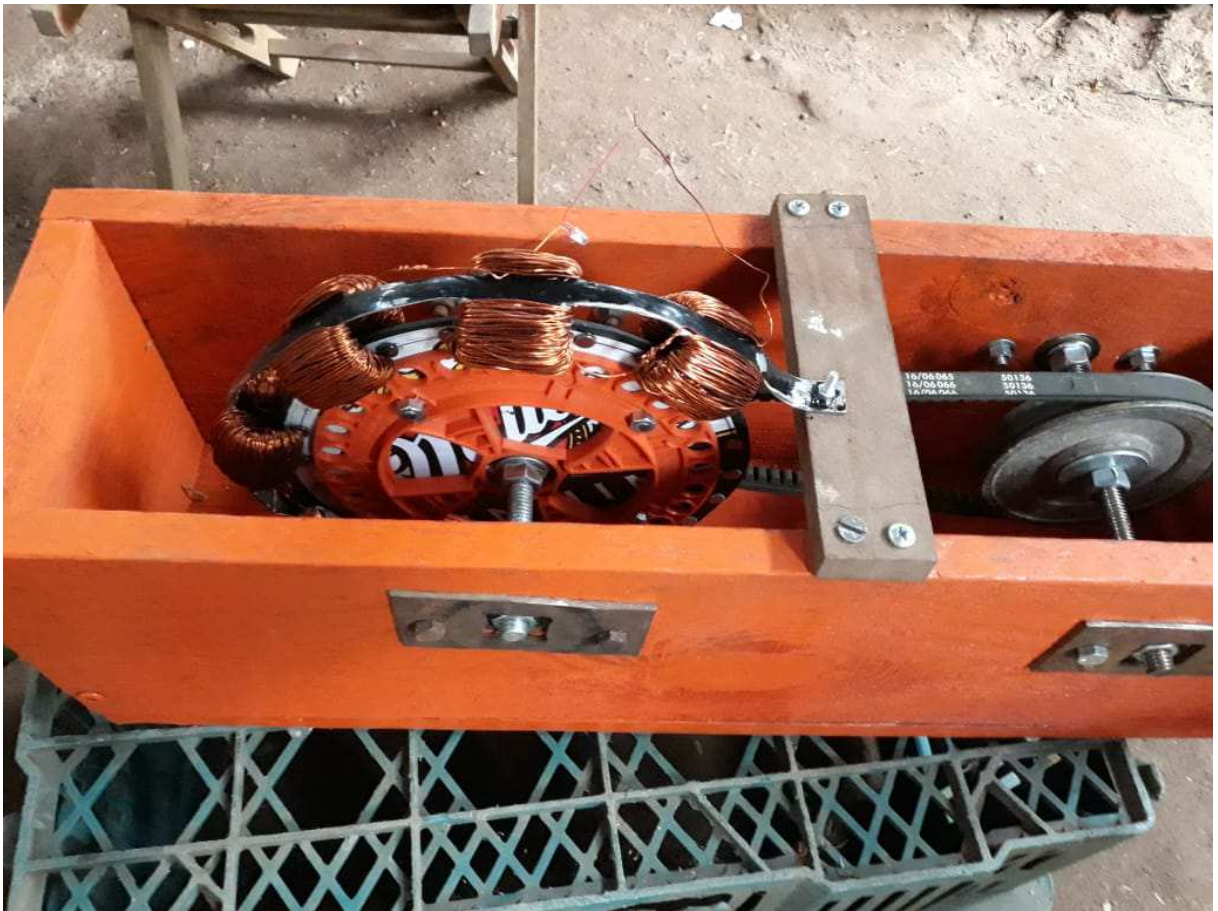


Figura 9: Sistema das bobinas com o disco reforçado

Com o auxílio de um multímetro analógico, foram iniciados os testes de geração de energia do projeto. Inicialmente foi detectada uma baixa eficiência na geração de corrente pelas bobinas, sendo detectados alguns possíveis erros que pudessem estar ocasionado tal problema:

- A largura do núcleo de ferro era um pouco grande e acabava que dois pares de ímãs (dois de cada lado do disco) passavam ao mesmo tempo pelo entreferro da mesma bobina. Decidiu-se então reduzir a largura das bobinas de forma que apenas um par de ímãs passasse de cada vez pelo entreferro de uma bobina.
- Também foi detectado que a bitola do fio utilizado era um pouco grande, o que impedia a confecção de mais espiras por bobina, devido a limitação de espaço. Abriu-se, portanto, outro motor queimado que havia no local, este com um fio de bitola menor de forma a serem colocadas mais espiras em cada bobina (cerca de 250 cada bobina). Também é válido ressaltar que quanto maior a bitola do fio, menos tensão é produzida e mais corrente se gera, e vice-versa.
- Por último, achou-se necessário aumentar a isolamento do suporte e dos núcleos de ferro utilizados, de forma a melhorar a eficiência elétrica, com mais elétrons sendo excitados no fio de cobre, sem a "concorrência" dos materiais ferromagnéticos próximos.

O novo sistema de bobinas implementado é mostrado nas figuras 10 e 11.





Figura 10: Novo sistema de bobinas implementado



Figura 11: Novo sistema de bobinas implementado

Com todas as partes do gerador posicionadas e fixadas, foi feito o teste de geração

de energia em cada bobina separado e observou-se que cada uma gerava em torno de 0,6 e 0,7V. Assim, ligou-as em série de forma a se somar as tensões das 6 bobinas e foi gerado cerca de 4V com uma rotação moderada do disco.

Para observação prática do funcionamento do gerador, foram ligados 3 LED's em paralelo e estes foram ligados aos terminais do sistema de bobinas. Pode-se então observar os LED's acendendo com o giro do disco com os imãs. Tais LED's são mostrados nas figuras 12 e 13.

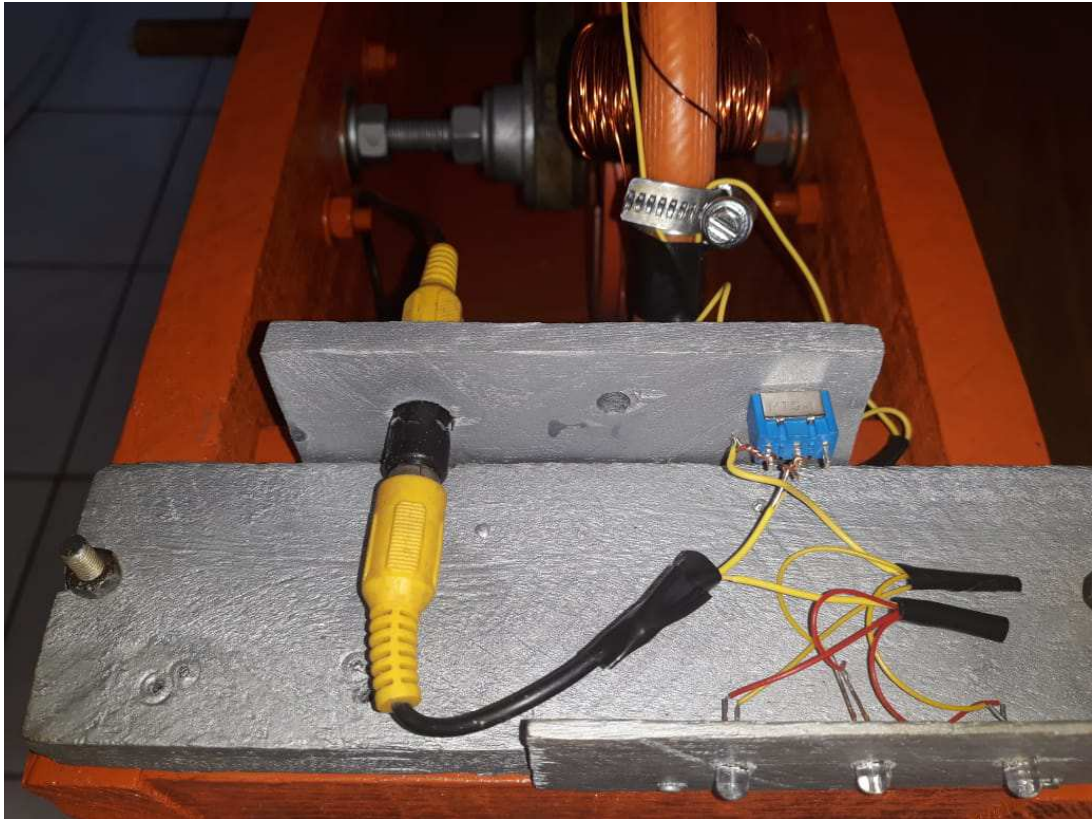


Figura 12: Sistema dos LED's





Figura 13: Sistema dos LED's

As figuras 14 e 15 mostram o projeto do gerador completo após a realização de todos os testes e obtenção de sua máxima eficiência.





Figura 14: Projeto final do gerador



Figura 15: Projeto final do gerador