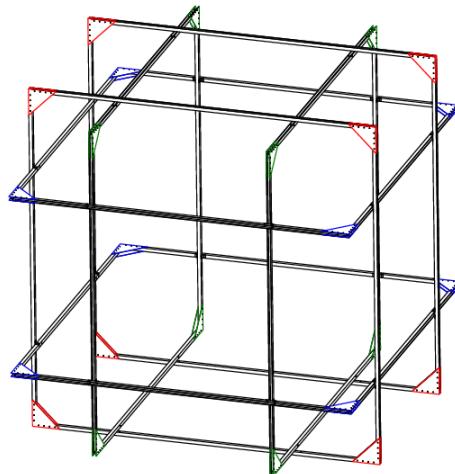




LABORATÓRIO DE SIMULAÇÃO E CONTROLE DE SISTEMAS AEROESPACIAIS

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Manual de Operação da Gaiola de Helmholtz

Brasília, 23 de setembro de 2022

Conteúdo

1	Introdução	2
2	Inicialização do Hardware	3
2.1	Checklist de Inicialização da Gaiola de Helmholtz	3
3	Inicialização do Software	5
3.1	Checklist de Inicialização do Software	5

Autores:

Danilo Queirós de Freitas

Gabriel Lima Sertão

João Pedro Alecrim Ribeiro

Thiago Henrique Ferreira da Silva

1 Introdução

A gaiola de Helmholtz é um aparato capaz de promover uma interação eletromagnética controlável com um DUT (device under test), que esteja imerso num ponto. Esse aparato surge da necessidade de simular e posteriormente predizer o comportamento do DUT quando imerso em diferentes cenários de interação com outros corpos ou distúrbios eletromagnéticos.

O sistema é então composto pela interface física, que é atuada por uma eletrônica de potência controlada por software. Uma melhor visualização da interação entre componentes e processos pode ser obtida através de um diagrama MCV (Model-Controller-View), comumente utilizado para ilustrar arquiteturas que envolvem aplicações com front-end, controle e um modelo.

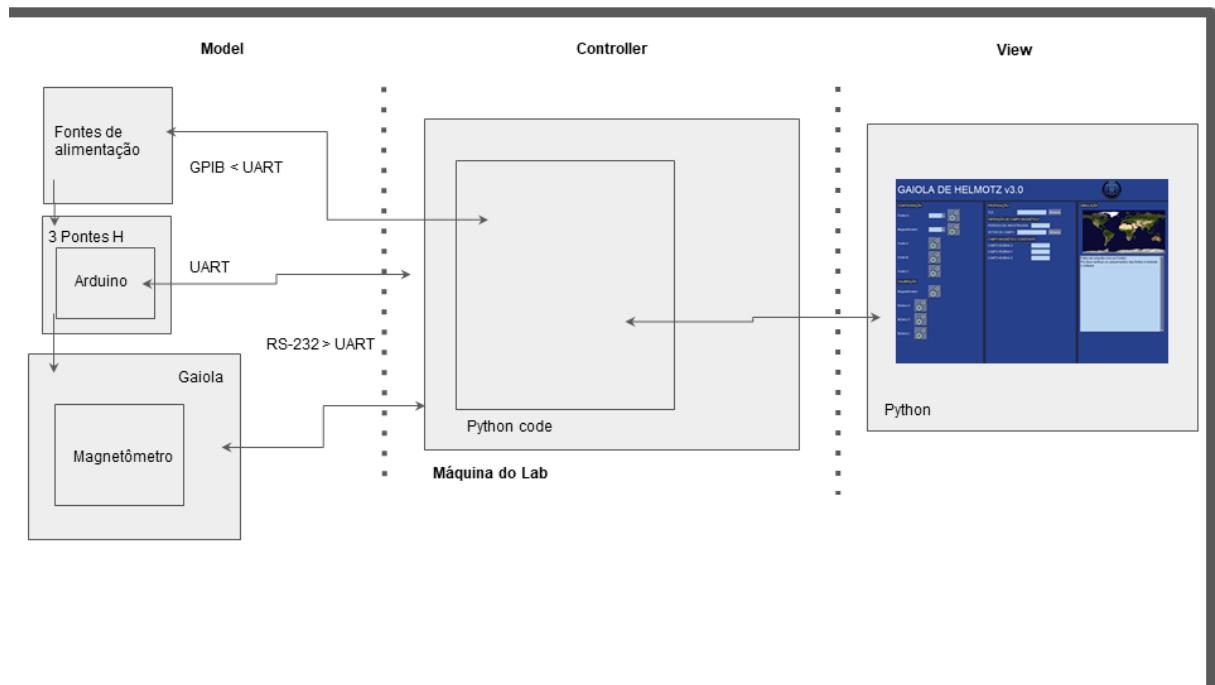


Figura 1: Arquitetura Geral da Gaiola de Helmholtz

2 Inicialização do Hardware

O conjunto de componentes que compõem o Hardware, que simula o campo magnético no qual um satélite está imerso, é composto por 3 fontes de alimentação controladas por software, 3 pares de bobinas com configuração espacial tal que seja possível criar um vetor tridimensional de campo, um sistema de controle embarcado em conjunto com eletrônica de potência para ajustar a polarização de cada bobina e um magnetômetro para medição do campo.

Estes componentes em conjunto formam o sistema da Gaiola de Helmholtz, cuja inicialização será abordada a seguir.

2.1 Checklist de Inicialização da Gaiola de Helmholtz

1. Ligar circuito de pontes H com fonte DC de 12 V.
2. Conectar o Arduino no computador via USB para alimentação e comunicação.

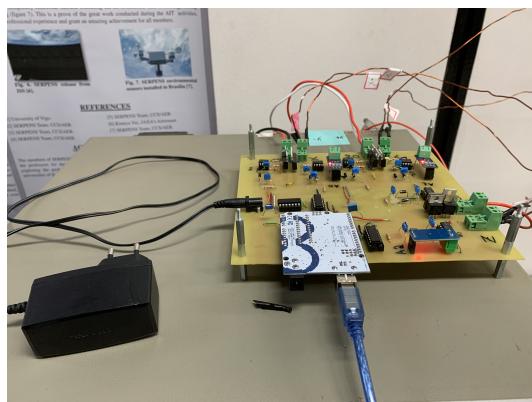


Figura 2: Circuito da Ponte H

3. Ligar o disjuntor traseiro das fontes de alimentação, localizado na parte de trás conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Disjuntor da fonte de alimentação

4. Ligar os interruptores frontais das fontes em sequência de cima para baixo (ABC), observando que as fontes iniciam no modo LSN.



Figura 4: Interruptor frontal da fonte de alimentação e luz indicadora do modo LSN

5. Conectar o transceptor serial / RS-232 na porta USB do computador e a alimentação do magnetômetro.



(a) Magnetômetro e fonte de alimentação.



(b) Adaptador RS-232 / USB.

Figura 5: Magnetômetro.

3 Inicialização do Software

O processamento de dados e atuação da Gaiola é feita via software, que conta com rotinas de configuração e calibração das fontes de alimentação, magnetômetro e ponte H. O procedimento de inicialização deste software deve ser seguido em sequência, na qual será exposta a seguir.

3.1 Checklist de Inicialização do Software

1. Executar o arquivo Software Gaiola.py.

Ao abrir o arquivo, a seguinte interface de usuário será mostrada na tela:



Figura 6: Interface de usuário do software.

2. Iniciar a configuração do software pela seleção da porta de comunicação da ponte H e magnetômetro. A seleção incorreta das portas causará um retorno de erro que pode ser verificado visualmente ao lado do seletor, conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Software não obteve sucesso na comunicação com o dispositivo.

A seleção correta da porta ocasionará um retorno de sucesso na comunicação e será visualmente ilustrado por um símbolo de confirmação, conforme ilustra a Figura 8.



Figura 8: Ponte-H conectada via porta COM4.



Figura 9: Magnetômetro conectado via porta COM3.

3. Após o sucesso no procedimento anterior, será tentada uma comunicação inicial com cada fonte de alimentação, que já devem estar ligadas no modo LSN. Aperte os botões em sequência e espere o retorno de sucesso para cada interação.



Figura 10: Sucesso na comunicação com a fonte de alimentação A.

Obs: O software não consegue endereçar cada fonte de alimentação, e portanto a ordem de ligação das fontes é crítica para o sucesso da comunicação.

Após configuração de cada fonte de alimentação A interface de usuário terá todos seus sinalizadores de retorno positivos conforme ilustra a Figura



Figura 11: Sucesso na comunicação com todas as fontes de alimentação.

4. Para a calibração do magnetômetro, prepare o sensor para ser manuseado manualmente em diversas direções e clique no botão de calibração do magnetômetro. Ao apertar, será mostrada uma mensagem de espera para início do processo de calibração. Clique em ok e movimente o sensor em todas as direções possíveis.



Figura 12: Calibração do magnetômetro.

5. A calibração das bobinas, após o sucesso da comunicação das mesmas, requer que o magnetômetro já calibrado seja posicionado no centro da Gaiola, para que o processo de calibração seja bem sucedido. Basta então, pressionar qualquer um dos botões de calibração, e esperar até que a calibração de todas as bobinas seja finalizada.



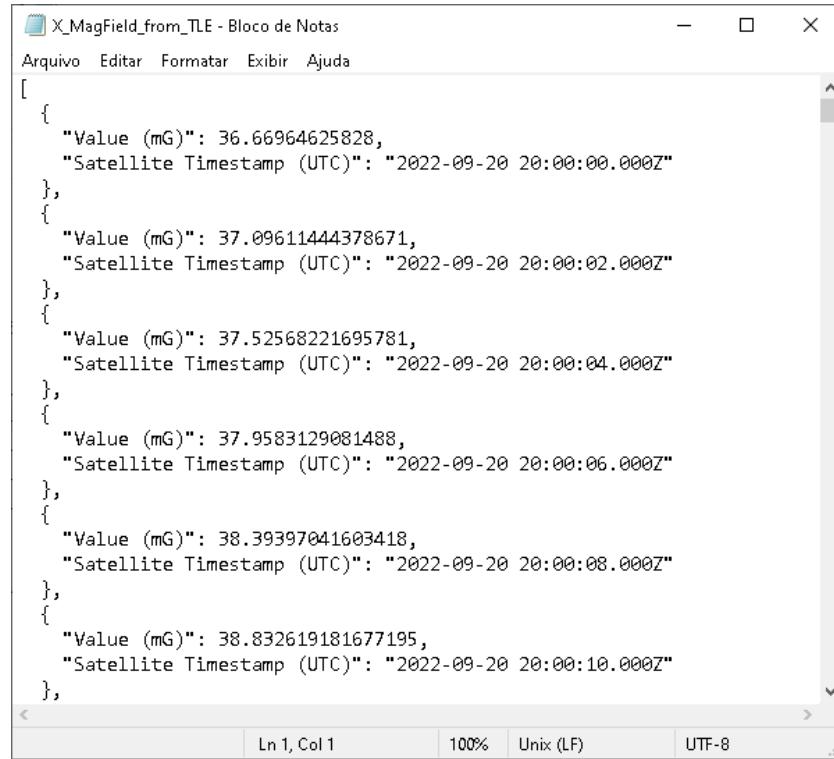
Figura 13: Calibração das bobinas.



Figura 14: Bobinas calibradas com sucesso.

6. Na segunda coluna estão os modos de operação da gaiola: tensão constante, campo magnético constante em malha aberta e fechada, e campo gerado a partir de propagação da órbita. Além disso, na ultima seção é possível também selecionar os parâmetros desejados do sistema de controle.
7. Para utilizar os modos de operação constantes, basta escrever os valores nos campos desejados e clicar no botão "Enviar para as fontes".
8. Para campo gerado a partir de propagação de órbita, no momento apenas é possível importar os arquivos JSON com vetores de campo magnético individuais para os eixos X, Y e Z. A funcionalidade de gerar o campo diretamente pelo TLE

foi feita no código localizado em TLEtoMagField.py, mas ainda não foi absovido neste programa. Para se importar os arquivos de campo, basta clicar no botão 'Browse' e selecionar os arquivos correspondentes e depois selecionar o botão "Importar Vetores". O formato do arquivo JSON para o campo deve seguir o formato da figura 15.



```

X_MagField_from_TLE - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
[{"Value (mG)": 36.66964625828, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:00.000Z"}, {"Value (mG)": 37.09611444378671, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:02.000Z"}, {"Value (mG)": 37.52568221695781, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:04.000Z"}, {"Value (mG)": 37.9583129081488, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:06.000Z"}, {"Value (mG)": 38.39397041603418, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:08.000Z"}, {"Value (mG)": 38.832619181677195, "Satellite Timestamp (UTC)": "2022-09-20 20:00:10.000Z"}]
Ln 1, Col 1 100% Unix (LF) UTF-8

```

Figura 15: Formato do arquivo de campo.



Figura 16: Importação do campo.

9. Se a importação ocorrer corretamente, no campo de texto irá aparecer "Importação

bem sucedida”, como na figura 16, e pode se dar o início a simulação apertando o botão “Iniciar Simulação”.



Figura 17: Simulação do campo.

- Após a simulação, irá aparecer no campo de texto a mensagem “Simulação finalizada!”, juntamente com os dados de simulação, como na figura 17.