

# Manual de Uso SISTEMAS DE ATERRAMENTO

LAMOTRIZ

24 de fevereiro de 2015

Objetivo: Apresentação dos aspectos gerais de funcionamento, manual de uso, exemplos e especificações técnicas. <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Versão do Manual 1.0

# Sumário

<b>1</b>	<b>Descrição</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Conexões e Alimentação</b>	<b>6</b>
2.1	Ligação da Haste Auxiliar e Malha de Terra . . . . .	6
2.2	Alimentação . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Instalação do Software</b>	<b>8</b>
3.1	Passo a Passo da Instalação . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Apresentação do Software</b>	<b>10</b>
4.1	Entrada . . . . .	11
4.2	Ações . . . . .	12
4.3	Resultados . . . . .	12
4.4	Terminal . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Exemplo, Identificando um Malha de Terra</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Princípio de Funcionamento</b>	<b>15</b>
6.1	Excitação . . . . .	16
6.2	Aquisição . . . . .	17
6.3	Extração das Características . . . . .	17
6.4	Reconhecimento dos Padrões . . . . .	17



## Lista de Figuras

1	Itens principais do sistema. (1) - Fonte de Impulso, (2) - Computador . . . . .	5
2	Vista do painel frontal, identificação dos conectores. . . . .	6
3	Conexão. . . . .	7
4	Vista traseira da fonte. . . . .	7
5	Esquema de ligação da alimentação. . . . .	8
6	Iniciando a instalação. . . . .	9
7	Selecionando os componentes necessários. . . . .	10
8	Confirmando a desinstalação do <i>PyQT</i> básico para a instalação do completo. . . . .	10
9	Tela Inicial do Aterramento 1.0. . . . .	11
10	Terminal útil para debug. . . . .	13
11	Exemplo de Ligação . . . . .	14
12	Dados de Entrada. . . . .	14
13	Iniciando o Ensaio. . . . .	14
14	Exemplo de Resultado. . . . .	15
15	Plot do Transiente. . . . .	15
16	Principio de Funcionamento do Sistema. . . . .	17

# 1 Descrição

O equipamento é capaz de analisar o número de hastes (eletrodos de aterramento) para a topologia de aterramento de hastes em linha reta (paralelo), por exemplo, 3 hastes em paralelo. Para isto utiliza medições antigas para o processo de treinamento e classificação. Este equipamento não é adequado para medição de resistência de aterramento, resistividade do terreno ou detectar correntes parasitas presentes no solo, para isto utilize um terrômetro adequado.

O equipamento é apresentado na Figura 1. Sendo composto pelos seguintes itens:

1. Gerador/fonte de impulso de alta tensão.
2. Computador.

Figura 1: Itens principais do sistema. (1) - Fonte de Impulso, (2) - Computador



O equipamento opera com nível de tensão elevado, portanto, cuidado no manuseio do mesmo e durante o processo de identificação. Que demora em média 1 a 5 minutos, dependendo do número de amostras desejadas.

Cuidado com o manuseio do computador levado em campo, especialmente no disco rígido. Nele contém os dados das amostras feitas que futuramente são utilizadas para melhorias no software de identificação.

## 2 Conexões e Alimentação

A Figura 2 apresenta a vista frontal da *Gerador de impulso de alta tensão*. Mostrando os seguintes itens,

1. Borne Vermelho, deve-se conectar o cabo que está fixado no ponto de inspeção do sistema de aterramento a ser identificado.

Os demais itens vistos, são para uso exclusivo no desenvolvimento do equipamento e não devem ser utilizados para os fins do usuário.

**OBS: A chave ON/OFF deve estar sempre na posição ON.** A posição *OFF* deve ser evitada, podendo tornar os resultados não confiáveis. Exclusiva para o desenvolvimento em laboratório.

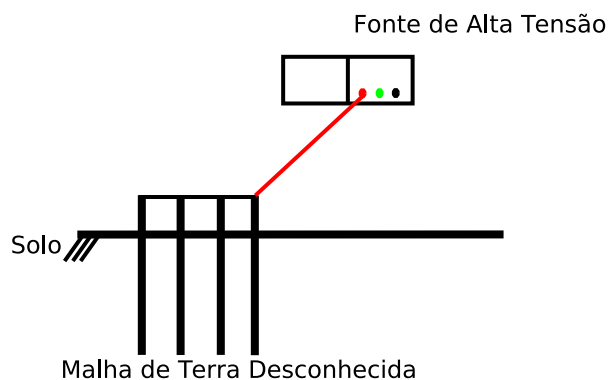
Figura 2: Vista do painel frontal, identificação dos conectores.



### 2.1 Ligação da Haste Auxiliar e Malha de Terra

A Figura 3 exemplifica como deve ser feito a ligação das hastes a fonte de alta tensão.

Figura 3: Conexão.



## 2.2 Alimentação

Para que a fonte opere corretamente, é necessário que tensão de alimentação forneça uma tensão de 220 Volts. Para o perfeito funcionamento é necessário a correta identificação dos pinos de Fase e Neutro da instalação. *Omissão desta necessidade pode provocar de erros na leitura a danos aos componentes internos da fonte de impulso.*

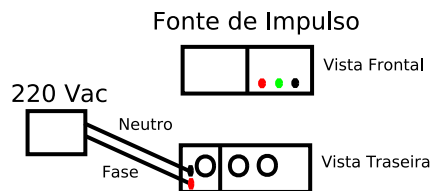
Figura 4: Vista traseira da fonte.



A Figura 4 mostra a chave principal de ligar ou desligar o gerador de impulso, ao seu lado o conector fêmea para entrada da alimentação de 220V. Bem como a localização do Neutro e Fase do equipamento.

A exemplificação do esquema de ligação da alimentação é vista na Figura 5. Onde mostra duas vistas, vista frontal da fonte e vista traseira. Bem como a localização do neutro e fase da instalação e fonte de impulso.

Figura 5: Esquema de ligação da alimentação.



### 3 Instalação do Software

Para que o software funcione corretamente, são necessários os seguintes softwares na máquina a ser utilizada nos ensaios:

1. Windows8
2. Python 2.7
3. PyQt 4
4. PyVisa
5. Matplotlib
6. Numpy
7. Scipy

É disponibilizado para tanto, um instalador para todos estes software. Presente na mídia física junto ao equipamento.

**Observação:** É necessário uma conexão com a internet para a correta instalação das dependências, em especial do *pyvisa*<sup>2</sup>.

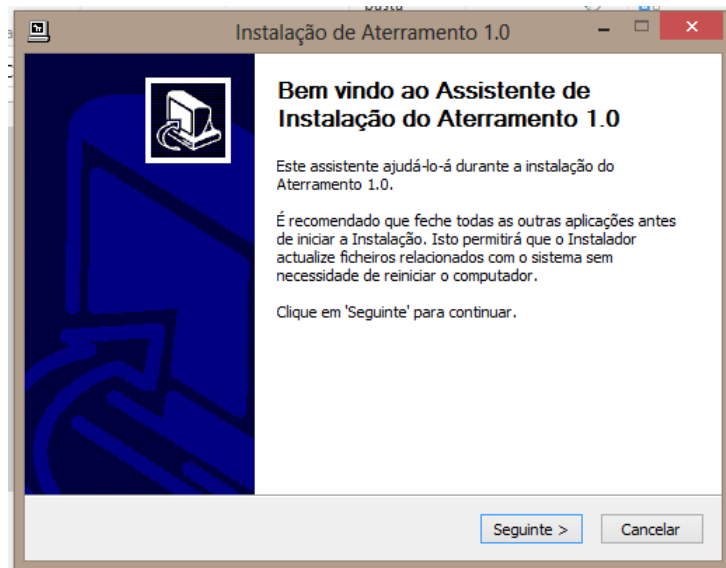
<sup>2</sup>Controle de Instrumentos com Python. Mais informações em <http://pyvisa.readthedocs.org/en/master>



### 3.1 Passo a Passo da Instalação

O instalador para todos os softwares necessários é disponibilizado e um único binário. Bastando apenas para o usuário guiar a instalação. A Figura 6 apresenta visão inicial para os passos seguintes.

Figura 6: Iniciando a instalação.



Uma vez executado o instalador, na segunda tela, é possível selecionar o componentes que serão instalados, caso já não foram. São os principais *Anaconda*, *PyQT* e o software alvo do projeto de pesquisa. O *Anaconda* contém as principais ferramentas para se trabalhar com o *Python*, processamento de imagens e cálculo numérico. O *PyQT* é o *GUI*<sup>3</sup> utilizado para a construção da interface entre o usuário e por fim o software para analisar e identificar uma topologia de aterramento. Passo este apresentado na Figura 7.

É recomendado a instalação de todos os componentes presentes no instalador, como é visto na Figura 7.

Uma vez confirmado os componentes necessário, o processo, propriamente dito, de instalação é iniciado. Em um determinado momento da instalação aparecerão na tela, outros dois instaladores. São eles do *Anaconda* e *PyQt*, este devem ser guiados também pelo usuário.

No momento da instalação do *PyQT* aparece uma mensagem, Figura 8, informando que já existe uma instalação na pasta do *Anaconda*, no entanto esta é a

---

<sup>3</sup>Interface Gráfica

Figura 7: Selecionando os componentes necessários.

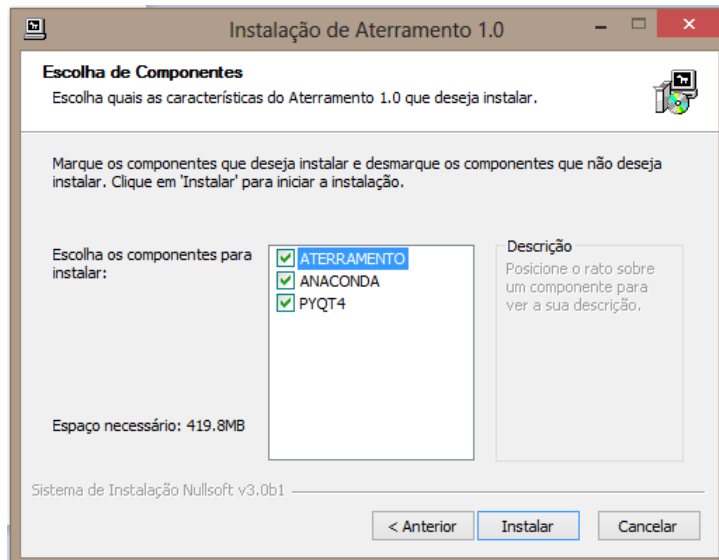
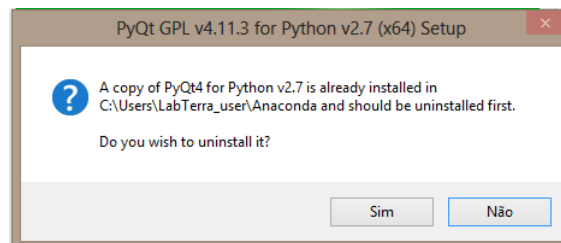


Figura 8: Confirmando a desinstalação do *PyQT* básico para a instalação do completo.



instalação básica do *PyQT*. Confirme a desinstalação do componente e continue a instalação completa do *PyQT*.

No final é criado um atalho chamado “aterramento” na área de trabalho.

## 4 Apresentação do Software

A Figura 9 apresenta a tela inicial em modo tela cheia do *software* Aterramento 1.0. Com este *software* é possível interagir totalmente com a fonte de impulso, sistema de aquisição de tensão e corrente bem como analisar as amostrar e obter

os resultados e plotagem de gráficos armazenados na memória.

Figura 9: Tela Inicial do Aterramento 1.0.

Sistema de Aquisição

Arquivo Ações U2531A Análise Sobre

Entrada

Área de Trabalho: Selecione uma área de trabalho ...

Número de Amostras: 30

Nome do Terreno: Formigueiro

Nome do Arranjo / Rótulo: haste4

☐ Plotar o transiente após análise

Ações

Iniciar Cancelar 0%

Resultados

Status: Parado

Número exato: Siga as instruções abaixo

Tempo total (seg): 0

Tempo estimado (seg): 168.000000

Instruções

1. Insira o número de amostras a ser adquirido (Default: 30)
2. Insira o nome do Terreno a ser analisado.
3. Insira o nome do arranjo/rótulo.
4. Conecte a malha a ser analisada no borne/conector vermelho.
5. Conecte a haste auxiliar-central no borne verde.

Desenvolvimento

coelce LABTERRA Concema PD ANEEL LAMOTRIZ

Parado

A interface é dividida em partes. As principais são:

- Entradas.
- Ações.
- Resultados.

Outras partes são referente a como deve ser feito a ligação dos fios e apresentação dos apoiadores e executores do projeto.

## 4.1 Entrada

Antes de iniciar o processo de análise, são necessárias algumas configurações iniciais. O primeiro passo é definir onde serão salvos os dados das amostras, isto é feito selecionando uma “área de trabalho”. Clicando no “botão” a lado da referência “área de trabalho”. Ao fazer isto abre-se uma janela para selecionar uma pasta que servirá para tal propósito.

O número de amostra garante a confiabilidade na análise, em compensação, aumenta o tempo necessário para aquisição dos dados de tensão e corrente. O valor 30, é recomendado e foi definido como padrão. O tempo estimado para a coleta de uma única amostra, é de aproximadamente 5,6 segundos. Portanto para uma coleta de 30 amostra é necessário aproximadamente 2,8 minutos. Podendo variar de acordo com as especificações do computador utilizado.

O armazenamento das amostra é feito utilizando a data atual, o nome do terreno e o arranjo esperado para o mesmo. Valores estes que podem ser definidos ainda na “Entrada”, podendo serem alterados a qualquer momento.

Em campo é bastante útil a visualização da onda reconhecida pelo sistema de aquisição, portanto para que seja possível visualizá-la após o processo de análise. Marca-se a opção “Plotar o transiente após análise”.

## 4.2 Ações

A segunda parte “Ações” é responsável por dar início ao processo de identificação de uma topologia de aterramento. Esse processo consiste em acionar a fonte de impulso “n” vezes e capturar os sinais de tensão e corrente. Após isto estes valores são salvos na memória, para então serem classificados pelo software.

**IMPORTANTE:** Este equipamento opera com níveis de tensão elevados, portanto ao clicar em “Iniciar” garanta que ninguém esteja perto das hastes ou da malha alvo da identificação. Não toque nos cabos e conectores da fonte.

Uma vez iniciado o processo uma barra mostrará o progresso. Caso seja necessário é possível cancelar, clicando no botão “Cancelar”, sendo assim é pedido um tempo menor que 5 segundos para o cancelamento por completo.

## 4.3 Resultados

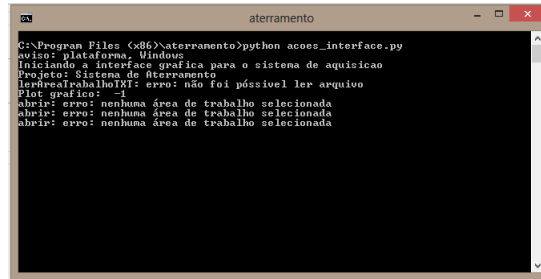
Ao fim do processo de coleta de amostra e análise, é apresentado para o usuário o resultado. Na campo “Número exato” é possível visualizar a topologia identificada. Com uma taxa de acerto de aproximadamente 92%.

Apresenta-se também o tempo real que foi necessário para todo o ensaio. Tempo este que pode variar de configurações do computador ao número de amostras escolhidas.

## 4.4 Terminal

Uma ferramenta bastante útil é um terminal que é carregado na inicialização do software.

Figura 10: Terminal útil para debug.



Não sendo necessário para o usuário final. Mensagens informando erros ou avisos foram colocadas no decorrer do programa, tornando o terminal uma ferramenta bastante útil, quando algo não estiver funcionando como deveria.

## 5 Exemplo, Identificando um Malha de Terra

O Exemplo aqui abortado é referente a identificação de uma topologia de aterramento desconhecida até então.

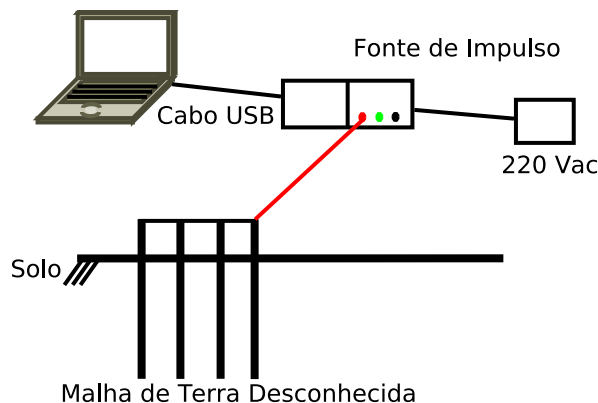
Todo o processo de identificação esta sujeito a erros portanto deve ser feito uma interpretação do resultado quando apresentado.

Antes de ligar a fonte de alta tensão a rede elétrica, certifique-se,

1. Identifique corretamente a Fase e Neutro na linha de alimentação da fonte.
2. O cabo USB deve esta devidamente conectado a uma porta livre do computador.
3. Software responsável pela identificação esta devidamente inicializado e aguardando os comandos do usuário.
4. As ligações com a malha de terra e haste auxiliar estão conforme o exemplo da Figura 11.

A omissão do passo 1 mostrado acima, pode ocasionar de erros na leitura a danos aos componentes internos da fonte de alta tensão.

Figura 11: Exemplo de Ligação



Para que o *Software* funcione corretamente é necessário selecionar uma área de trabalho e se necessário a quantidade de amostras as serem feitas. Para melhorar na identificação posterior de ensaios feitos é importante nomear o terreno que foi feito o ensaio, bem como um rótulo para a malha de terra a ser estudada. Como mostra a Figura 12 .

Figura 12: Dados de Entrada.

A interface de entrada de dados do software apresenta os seguintes campos:

Entrada	
Área de Trabalho:	C:\area_de_trabalho
Número de Amostras	30
Nome do Terreno	Formigueiro
Nome do Arranjo / Rótulo	haste4
<input checked="" type="checkbox"/> Plotar o transiente após análise	

Após a entrada destas informações, inicie o ensaio clicando em “INICIAR”, visto na Figura 13.

Figura 13: Iniciando o Ensaio.

A barra de ações do software contém os seguintes elementos:

Ações  
Iniciar Cancelar 0%

Depois de aproximadamente 3 minutos um resultado deve ser apresentando, um

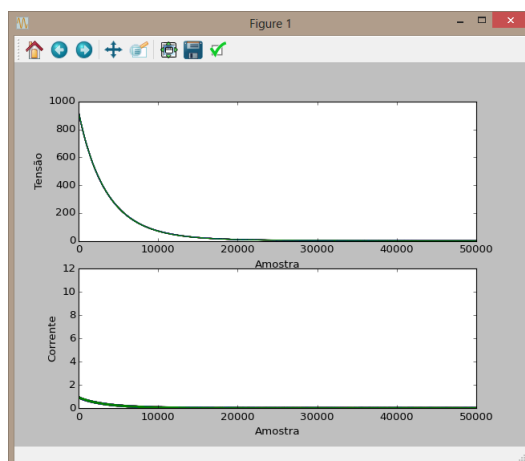
exemplo pode ser visto na Figura 14.

Figura 14: Exemplo de Resultado.

Resultados	
Status:	Parado
Número exato:	[ 4.]

Se caso seja necessário, em uma situação que o resultado pode não ser confiável, é possível visualizar o gráfico da tensão e corrente das amostras. Para isto é necessário confirmar a caixa “Plotar o transiente após análise”.

Figura 15: Plot do Transiente.



É possível plotar o gráfico, em outro momento, navegando até a opção:

Análise → Plotar Gráfico → Plot V I transiente.

Contida na barra de tarefas, localizada na parte superior da janela principal.

## 6 Princípio de Funcionamento

Um dos principais objetivos na construção de uma malha de terra é a proteção da vida humana. Serve também para que os equipamentos de proteção, por

exemplo, de uma subestação funcionem corretamente como o pará-raio. Portanto a malha de terra é um item fundamental e demanda cuidados do projeto, construção a utilização.

Entretanto devido a falhas na execução do projeto, é possível que a quantidade de hastes não sejam colocadas em sua totalidade. Trazendo riscos para o funcionamento do sistema, e levando a possíveis prejuízos fiscais para a empresa contratante. Em outros casos é possível que exista uma falha na conexão elétrica em algum ponto da malha.

Este equipamento inovador é portanto uma solução a identificação de uma topologia de aterramento já construída é que necessita de uma verificação se foi corretamente executada ou se não existem falhas elétricas.

Para o estudo de uma malha de terra quando submetida a uma descarga atmosférica é possível encontrar na literatura, modelos de circuitos elétricos, modelos eletromagnéticos, linhas de transmissão entre outros. Em todos é possível notar que os parâmetros mais majoritários são: solo e características das hastes. Parâmetros estes que determinam, resposta da malha de terra. Portanto o objetivo deste equipamento é diferenciar as possíveis topologias de malha de terra.

Utilizando para isto uma Máquina de Aprendizado para o reconhecimento de padrões, partindo de uma situação já conhecidas. O sistema é dividido em quatro partes,

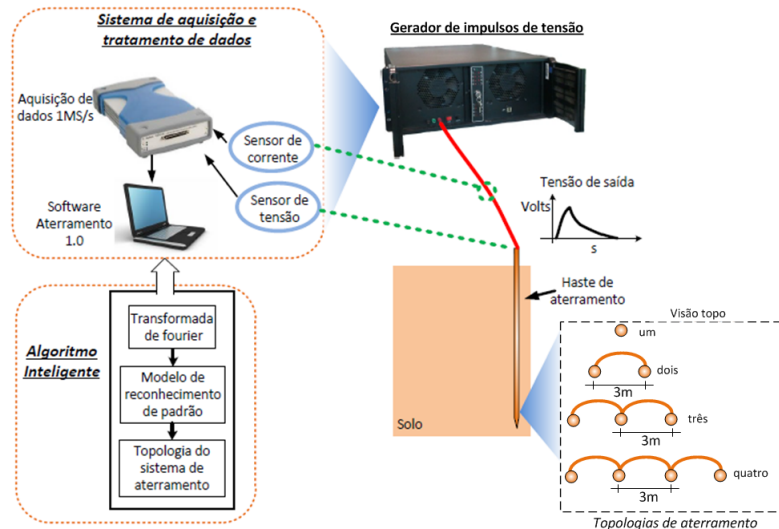
- Excitação.
- Aquisição.
- Extração das Características.
- Reconhecimento dos Padrões.

## 6.1 Excitação

Para que o reconhecimento seja feito é necessário aplicar uma determinado pulso de tensão na topologia de aterramento. Responsabilidade do Gerador de Impulso de Tensão.



Figura 16: Princípio de Funcionamento do Sistema.



## 6.2 Aquisição

O processo de aquisição começa quando o pulso é disparado na topologia de aterramento. Mensurando e armazenando toda a leitura de tensão e corrente simultaneamente, a velocidade de 2MSa/s. Tal velocidade garante a maior número de pontos adquiridos, aumentando assim a eficácia do resultado.

## 6.3 Extração das Características

Busca-se das formas de onda de tensão e corrente características típicas para cada topologia, largura total da descarga, amplitude das componentes fundamentais da onda

## 6.4 Reconhecimento dos Padrões

## 7 Especificações Técnicas

Aplicação	Analisar e identificar um topologia desconhecida de aterramento. Fornecendo a disposição/topologia das hastes em um aterramento até então desconhecido.
Método de identificação	É injetado no solo uma tensão elétrica, mede-se o sinal de tensão e corrente resultante. Com isto analisa-se por meio de algoritmos inteligentes qual a topologia.
Precisão	Aproximadamente 90%.
Alimentação	Rede de 220V 60Hz, linha monofásica sem terra.
Porta de Comunicação	USB
Peso	20 kg(CHUTE), sem a presença do computador.
Temperatura de Operação	20°C a 50°C