

pyAterramento Manual

Versão 0.1

FELIPE BANDEIRA DA SILVA

FORTALEZA-CEARÁ
2013

CONTEUDO

RESUMO

Este programa é desenvolvido para auxiliar na análise de sistemas de aterramento em suas configurações mais básica e usais no dia a dia. Este programa não pode ser responsabilizado por falhas nos cálculos, conclusões de determinados resultados. Todo o software foi desenvolvido utilizando ferramentas, bibliotecas e programas *free software*. Tem Python a base de todo o sistemas e as bibliotecas *numpy* e *scipy* a base matemática. O sistema base para o desenvolvimento é Windows 7 64bit. Não foi pensado inicialmente nenhuma interface gráfica para o usuário portanto tudo é acessado pelo *prompt de comando* ou *PowerShell* do Windows.

PRÉ-REQUISITOS

A versão do python utilizada foi a 2.7 obtida em [1]. Para a correta utilização do software é necessário os seguintes pacotes, sendo facilmente obtidos em [2]. Observação importante coloque o python.exe na variável de ambiente do Windows.

- PYTHON-2.7.5.amd64

- IPYTHON-0.13.2.win-amd64-py2.7
- MATPLOTLIB-1.2.1.win-amd64-py2.7
- NOSE-1.3.0.win-amd64-py2.7
- NUMPY-MKL-1.7.1. .win-amd64-py2.7
- PYREADLINE-2.0.win-amd64-py2.7
- SETUPTOOLS-0.7.4.win-amd64-py2.7
- SFEPY-2013.2.win-amd64-py2.7
- TORNADO-3.0.2.win-amd64-py2.7

[1] - www.python.org.br/

[2] - <http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>

ESTRATIFICANDO O SOLO

Um solo pode ser dividido em várias camadas. Para as maiorias das aplicações e problemas encontradas na Engenharia Elétrica a estratificação em duas camadas é bastante satisfatória. Este software estratifica o solo em duas camadas. Informando a resistividade da primeira e segunda camada, profundidade da primeira camada e caso necessário o coeficiente de reflexão. Para isto é necessário seguir os seguintes passos:

1 – Os dados de entradas devem estar contidos em um arquivo do Excel com a seguinte formatação:

| Distância metros | Resistividade medida | | | | |
|---------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| | A | B | C | D | E |
| 2 | 603,21 | 567,2 | 450,2 | 410 | 320,5 |
| 4 | 562,23 | 526,1 | 476,11 | 425,04 | 345,9 |
| 8 | 538,23 | 496,1 | 446,11 | 425,04 | 345,9 |
| 16 | 516,19 | 437,58 | 394,58 | 362,98 | 334,41 |
| 32 | 468,89 | 415,58 | 374,58 | 372,98 | 354,41 |

Tabela 1

A primeira coluna define a profundidade ou o espaçamento entre os eletrodos. A colunas restantes são usadas para a respectivas resistividades ($\Omega.m$) medidas em campo. Não a limites para a quantidade de medidas, assim como a inclusão vertical ou horizontal de valores. Quando o programa é iniciado a seguinte tela deve aparecer:

```
Calculos para sistemas de aterramento , v. 0.1
Felipe Bandeira, junho/2013, Fortaleza-CE
digite "ajuda" para mais informacoes
aviso: carregando arquivo de configuracao
D:/matematica/codigos_matlab/aterramento/sistemasAterramento/py/tabelas/subestacaoMamede.xlsx
identificacao atualizada, e, subestacaoMamede
aviso: nenhum arquivo
erro: nao foi possivel criar diretorio para as curvas, talvez ele ja exista
aviso: inicializacao finalizada
Lista de comandos disponiveis:
h = ajuda
o = sistema de calculos
s = extermina o programa
c = inicia os calculos para sistema aterramento
k = levanta a curva K de uma malha
e = inicia o processo de estratificacao do solo
a = ler uma planilha de dados
q = ler um arquivo csv
p = plota curva h-pho
l = resistividade aparente
n = mostra algumas equacoes
m = abre arquivo de configuracao para projeto de malha
]
```

Figura 1, tela inicial do software

A Figura 1 mostra o console do software. O caractere “[” informa que o programa está esperando um comando do usuário. Nesse momento é necessário informa para o software aonde a Tabela com as resistividade está, para isto use o comando <a>. Se nenhuma mensagem de erro for mostrada o console deve ter sido alimentada com as seguintes mensagens, mostrada na Figura 2. O programa atualizou os dados de profundidade e resistividade utilizados internamente e calculou os respectivos desvios nos valores medidos, considerando 50% da média. O comando <e> inicia o processo de estratificação. O resultado da estratificação é mostrado na Figura 3. É possível também plotar a espaçamento (profundidade) versus resistividade, para isto use o comando <p> após um instante é mostrado em um gráfico com o grid habilitado. Esse mesmo gráfico é salvo em uma pasta chamada *curvas* encontrada no diretório raiz do programa, nomeado com o nome da tabela utilizada e a data atual. A figura 4 mostra este gráfico.

```

identificacao atualizada, e, subestacaoMamede
X:/github/matlab-eng/aterramento/sistemasAterramento/py/tabelas/subestacaoMamede.xlsx
Valores disponiveis da tabela.
[ 2. 603.21 567.2 450.2 410. 320.5 ]
[ 4. 562.23 526.1 476.11 425.04 345.9 ]
[ 8. 538.23 496.1 446.11 425.04 345.9 ]
[ 16. 516.19 437.58 394.58 362.98 334.41 ]
[ 32. 468.89 415.58 374.58 372.98 354.41 ]
profundidade : resistividade media
2.0 470.222
4.0 467.076
8.0 450.276
16.0 409.148
32.0 397.288
aviso: valores de profundidade e resistividade foram atualizados

```

Figura 2, dados da tabela de resistividade média

```

Iniciando a estratificacao do solo
Resistividade da primeira camada(ohm*m), 473.112763527
Resistividade da segunda camada(ohm*m), 386.236984663
Coeficiente de reflexao, -0.1010994785968
Profundidade da primeira camada(m), 6.28641267738

```

Figura 3, resultado da estratificação em duas camadas

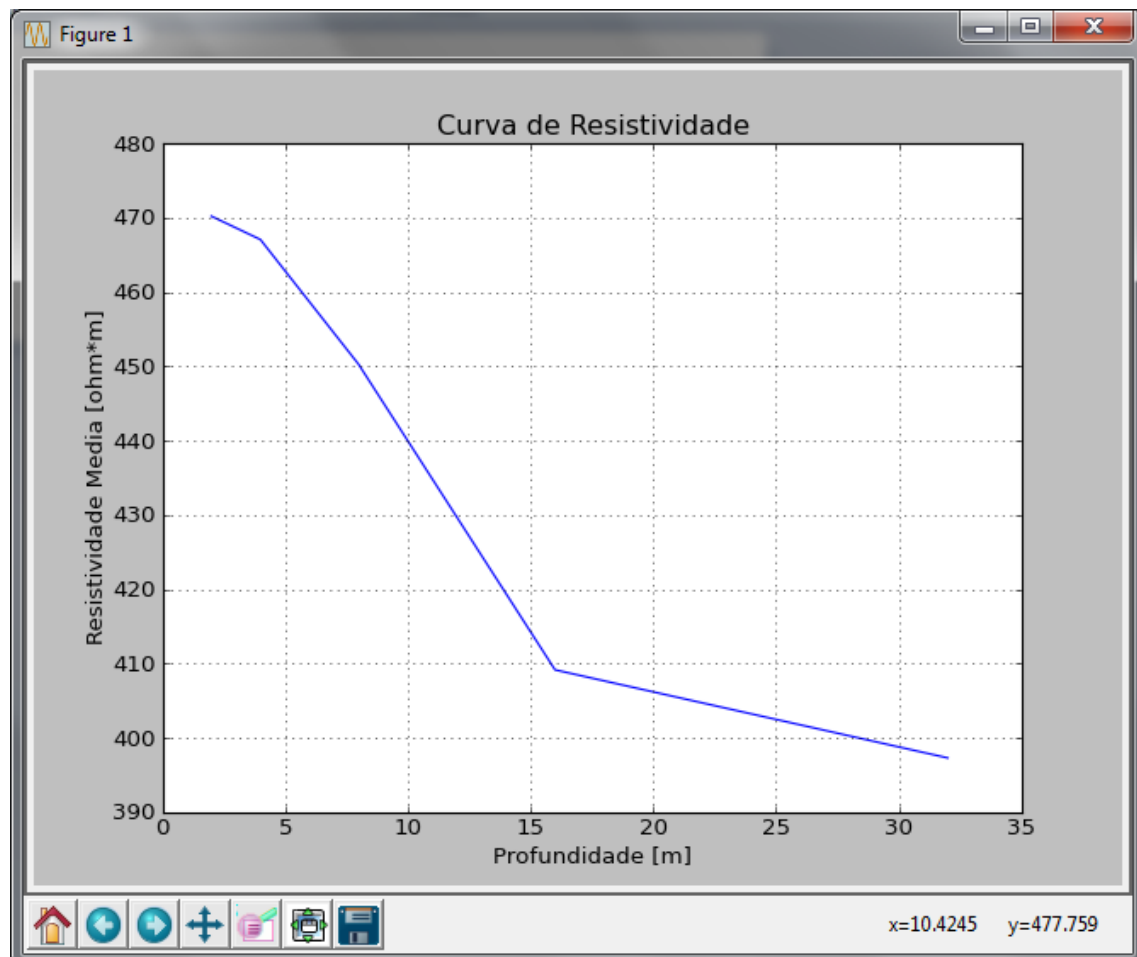


Figura 4

SISTEMAS DE ATERRAMENTO

O software facilita o cálculo para as diversas topologias existentes, são elas

- 1 – Haste única
- 2 – Arranjo em paralelo
- 3 – Quadrado cheio
- 3 – Triângulo
- 4 – Circunferência
- 5 – Anel

Estes cálculos são acessível pelo comando <c>. Todas as unidades são mostradas em cada pergunta, utilize

MALHA DE ATERRAMENTO:

É dedicada uma área exclusiva para o projeto de uma malha de aterramento, sendo necessário apenas o cuidado com os valores de entrada. Inicialmente temos um arquivo de configuração com todos os dados necessários para o projeto. O arquivo de texto puro tem as seguintes considerações iniciais: Todas as seções são inicias por “[” e finalizadas por “]”. Nas linhas seguintes deve-se colocar os valores para as variáveis esperadas em cada seção. Não é permitido a mudança de nome ou tipo de valores esperados para cada variável. Exemplo: Em seção *solo* é esperado uma variável com nome *peq* está por sua vez espera um número real como entrada, se está condição não for respeitada o software não calculará corretamente a malha, podendo gerar um erro. Um arquivo básico:

```
; Características do solo
; Valores de resistividade em ohm*m
; Profundidade em metros
[solo]
peq = 1000    ; resistividade da primeira camada
pn1 = 300     ; resistividade da segunda camada
deq = 10      ; profundidade da primeira camada

; Características da brita
[brita]
ps = 4000     ; resistividade da Brita
hs = .4        ; altura da brita

; A configuração para o sistema de Aterramento é exclusivamente malha
[malha]
largura = 40   ; largura da malha
comprimento = 50 ; comprimento da malha
profundidade = .6 ; profundidade que a malha esta em relação ao solo

hastesPerimetro = 0 ; se 1 então hastes colocadas nos perimetros da malha

[curto]
icurtomaximo = 3000    ; corrente de curto máxima
imalha = 1200          ; corrente na malha(corrente que escoar do curto)
tdefeito = .6          ; tempo máximo de duração da falha

; Tipo de conexão adotada para "unir" os fios condutores com a
; ou entre si.
[condutores]
malha = solda        ; conexão do tipo solda, tmax = 450G
ligacao = pressao    ; conexão do tipo pressão, tmax = 250G
```

Arquivo de configuração

Comentários são colocados após “;”, não podendo se estender para uma nova linha. Como pode ser visto facilmente nas linhas do arquivo de configuração. Existem 5 seções, cada seção com as respectivas variáveis.

Para o solo são três variáveis:

- 1- *peq* = informa a resistividade da primeira camada (ohm.m)
- 2- *pn1* = informa a resistividade da segunda camada em (ohm.m)
- 3- *deq* = informa a profundidade da primeira camada em (m)

Como pode ser notado o solo para o projeto deve ser estratificado em duas camadas.

Para a brita são duas variáveis:

- 1- *ps* = informa a resistividade da brita, normalmente é utilizado o valor de 4000 ohm.m
- 2- *hs* = altura ou profundidade da brita em (m)

Para a malha são três variáveis:

- 1- *largura* = informa a largura em metros da malha de aterramento
- 2- *comprimento* = informa o comprimento em metros da malha de aterramento

- 3- profundidade = informa a profundidade em que a malha se encontra em relação ao solo e não em relação a brita.

Para o curto são três variáveis:

- 1- icurtomaximo = corrente máxima de curto que atravessará os cabos de ligação da malha com o sistema.
- 2- icurtomalha = corrente de curto que a malha ficará submetida, em muitos casos é adotado um valor de 60% do máximo de curto esperado para o sistema.
- 3- tdefeito = tempo em que o curto permanecerá “ativo” até que o(s) sistema(s) de proteção atuem.

Para os condutores são duas variáveis:

- 1- malha = tipo de ligação utilizada, são disponíveis as seguintes configurações: pressao, solda, brasagem, exotermica. *Não utilize acentuação.*

O comando necessário para selecionar o arquivo de configuração é <m>. Após a entrada do comando selecione o arquivo de configuração do projeto. Após a seleção, o software inicia automaticamente os cálculos retornando as seguintes mensagens:

```
usando,
E:/felipe/github/matlab-eng/aterramento/sistemasAterramento/py/tabelas/projetoMalha2.cfg
entrada para o projeto,
{'pn1': 300.0, 'psBrita': 4000.0, 'condutorMalha': 'solda', 'mProfundidade': 0.6, 'tDefeito': 0.6, 'mLargura': 40.0, 'mComprimento': 50.0, 'peq': 1000.0, 'iMalha': 1200.0, 'hsBrita': 0.4, 'condutorLigacoes': 'pressao', 'iCurtoMaximo': 3000.0, 'deg': 10.0}
-----
dimensao, 64.0312423743
raio da malha, 31.2347523777
alfa, 3.12347523777
beta, 0.3
N de Endrenyi, 0.812123364497
resistividade aparente, vista pela malha 812.123364497
-----
corrente de curto, 3000.0
corrente de defeito, 1800.0
aviso: conexao solda
aviso projeto: aconselha-se a utilizar um condutor de 35 mm^2 por razoes mecanicas
secao atual do condutor = 6.30814867552
aviso projeto: mudando para 35 mm^2
aviso: conexao pressao
aviso projeto: aconselha-se a utilizar um condutor de 35 mm^2 por razoes mecanicas
secao atual do condutor = 13.1760788753
aviso projeto: mudando para 35 mm^2
-----
s cabo de ligacao, 35
secao do condutor de cobre, 35
-----
k, -0.662467770262
U toque maximo, 991.147079559
fator de correcao, 0.936406934705
U passo maximo, 3515.32225008
numero de condutores Na, 18.0
numero de condutores Nb, 14.0
comprimento do cabo, 1423.33333333
resistencia da malha, 8.46196588596
v toque maximo da malha, 10154.3590632
erro projeto: tensao de toque ultrapassa os limites
Kh, 1.26491106407
Kii, 0.646844322296
N, 15.8745078664
d, 0.00667550117012
km, 0.662372271672
Ki, 3.38641535302
vMalha, 1547.09560795
erro projeto: tensao maxima na malha ultrapassa os limites
comprimento minimo condutor, 2221.70129344
l=
```