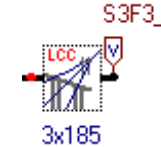


Modelamento de cabos no programa ATP

O programa ATP possui uma rotina chamada Cable Parameters que realiza o cálculo de parâmetros de cabos subterrâneos.

O bloco do AtpDraw é o mesmo da linha aérea:

O exemplo é para o cabo voltalene 185 mm² com blindagem de 16 mm² de cobre



A resistividade da blindagem é a média ponderada pela área entre o preenchimento da blindagem e o cobre ou simplificada corrigindo-se a resistividade do cobre com a área adicional da camada de blindagem.

O permeabilidade relativa é 2,5 (ϵ).

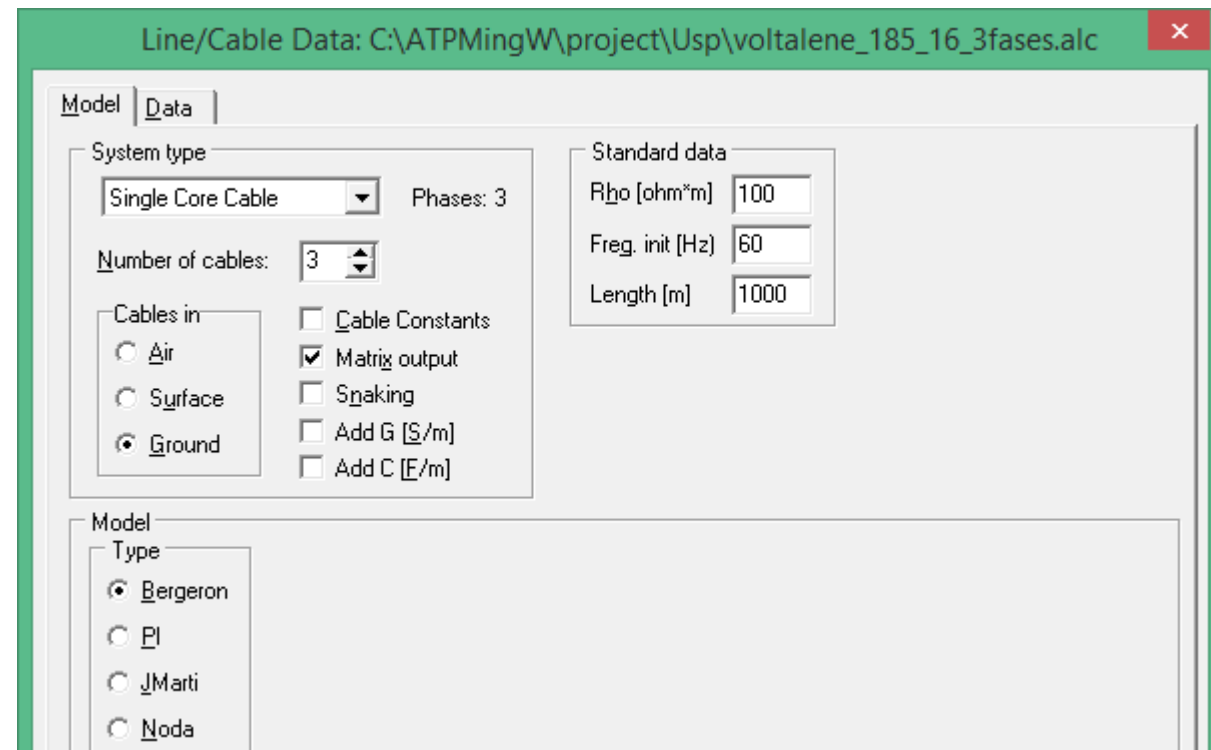
A tela inicial é a seguinte:

3 fases, 3 condutores

blindagem aterrada

cabos no solo

saída com matrizes Z e Y



Modelamento de cabos no programa ATP

A segunda tela é dos dados dos cabos (geometria e dados elétricos)

Para os 3 cabos muda apenas a posição:

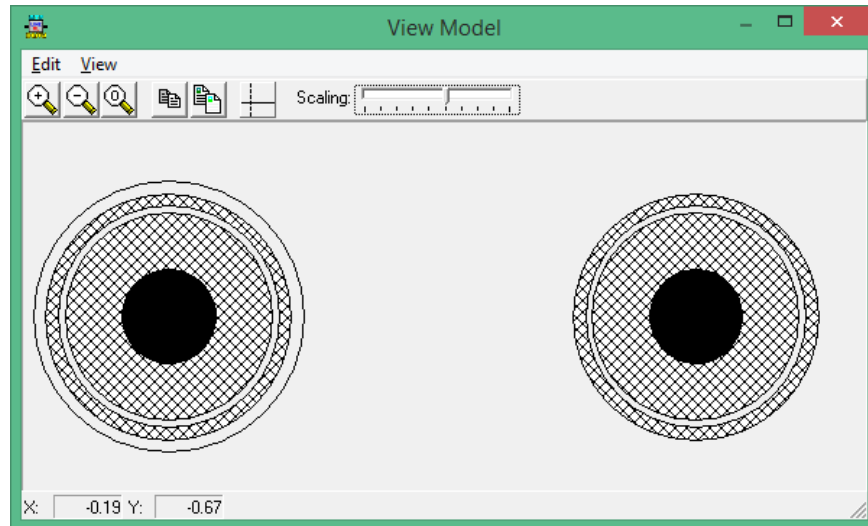
Position (vertical e horizontal)

O μ_r do condutor e do isolante é 1.

CORE: condutor

SHEAT: blindagem

AMOR: armadura



View com armadura

sem armadura

Line/Cable Data: C:\ATPMingW\project\Usp\voltalene_185_16_3fases.alc

Model Data

Cable number: 1 Paste Copy

	CORE	SHEATH
Rin [m]	0	0.01755
Rout [m]	0.008	0.01875
Rho [ohm*m]	2.84E-8	1.461E-7
mu	1	1
mu (ins)	1	1
eps (ins)	2.5	2.5

Total radius
R5 [m] 0.02085

Core
 On Ground

Sheath
 On Ground

Armor
 On Ground

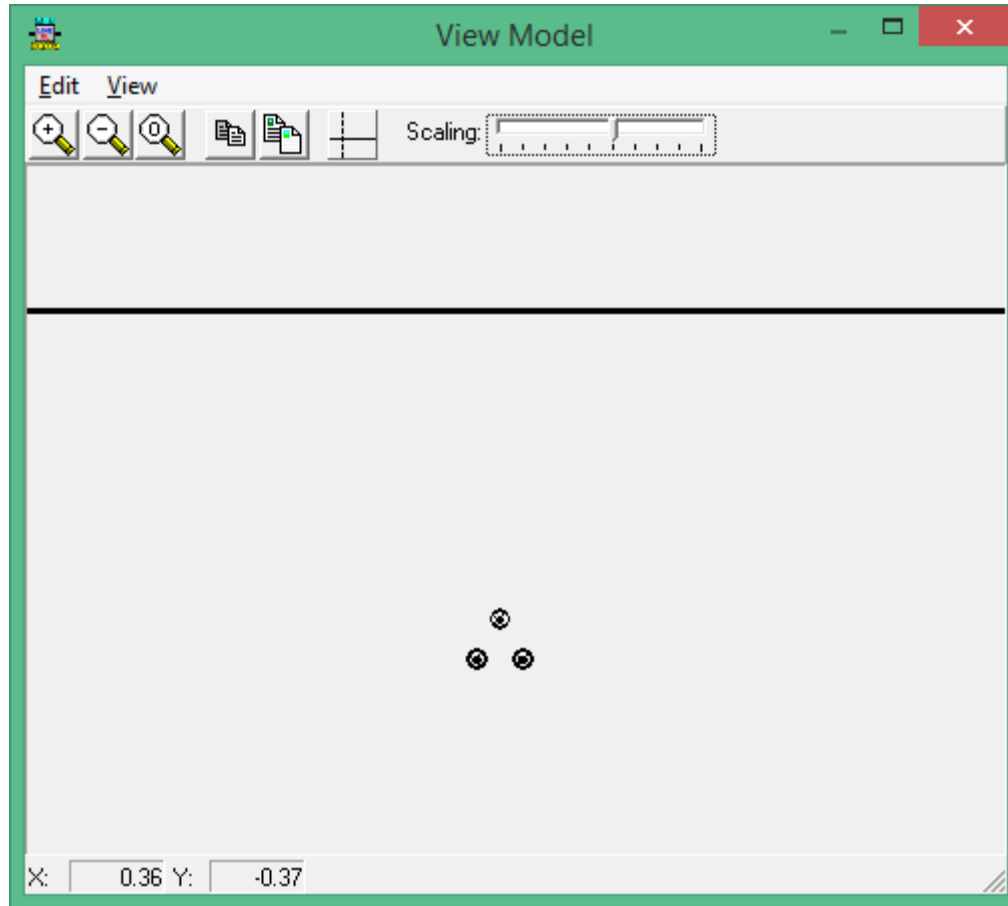
Position
Vertical [m]
0.67275
Horizontal [m]
-0.0445

OK Cancel Import Save As Run ATP View Verify Edit icon Help

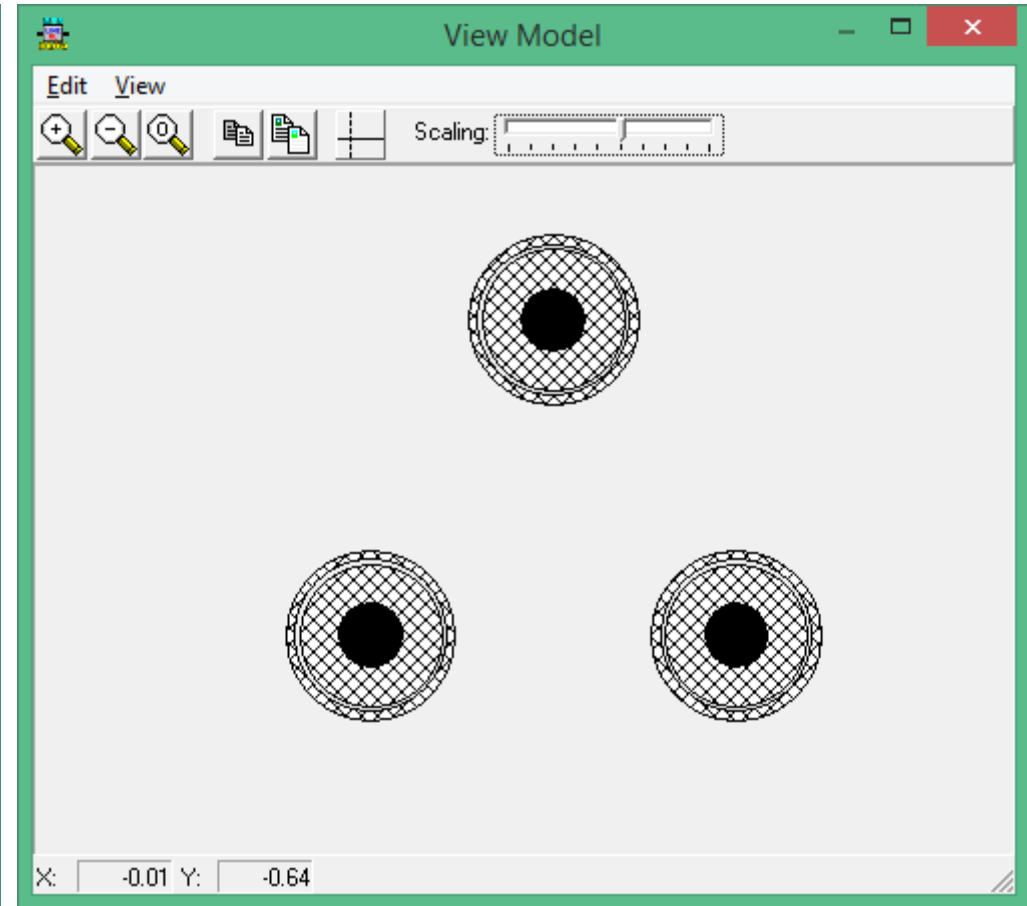
sem armadura

Modelamento de cabos no programa ATP

Ao se escolher o botão View pode ser visualizada a configuração.



visualização com a linha do solo



detalhe (zoom)

Modelamento de cabos no programa ATP

O arquivo de entrada é o seguinte (gerado pelo ATP Draw):

```

BEGIN NEW DATA CASE
CABLE CONSTANTS
CABLE PARAMETERS
BRANCH  IN  AOUT  AIN  BOUT  BIN  COUT  C
      2  -1   3    1    1    3    0    0
      2   2   2
      0.0  0.008  0.01755  0.01875  0.02085
2.84E-8  1.    1.    2.5  1.461E-7  1.    1.    2.5
      0.0  0.008  0.01755  0.01875  0.02085
2.84E-8  1.    1.    2.5  1.461E-7  1.    1.    2.5
      0.0  0.008  0.01755  0.01875  0.02085
2.84E-8  1.    1.    2.5  1.461E-7  1.    1.    2.5
0.67275  -0.0445  0.59567  0.0  0.67275  0.0445
      100.    60.    1.E3    2
BLANK CARD ENDING FREQUENCY CARDS
$PUNCH
BLANK CARD ENDING CABLE CONSTANTS
BEGIN NEW DATA CASE
BLANK CARD

```

Os dados podem ser comparados com as telas de entrada para identificação dos valores.

Os flags (números inteiros) são gerados pelo AtpDraw.

O arquivo de saída (trechos) é o seguinte.

Modelamento de cabos no programa ATP

```

Total impedance [Zc], in ohm/m
4.32612E-04  2.77231E-04  2.77234E-04
2.90379E-04  9.14135E-05  9.14186E-05  Core 1

2.77231E-04  4.32609E-04  2.77231E-04
9.14135E-05  2.90374E-04  9.14135E-05  Core 2

2.77234E-04  2.77231E-04  4.32612E-04
9.14186E-05  9.14135E-05  2.90379E-04  Core 3

Total admittance [Yc], in mho/m
0.00000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00
6.67408E-08  0.00000E+00  0.00000E+00  Core 1

0.00000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00
0.00000E+00  6.67408E-08  0.00000E+00  Core 2

0.00000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00
0.00000E+00  0.00000E+00  6.67408E-08  Core 3

...
$VINTAGE, 1
C  Branch cards for constant-parameter distributed:
-1IN__AOUT__A          3.29027E-04  2.80680E+01  5.21192E+07-1.00000E+03  1  3
-2IN__BOUT__B          1.03587E-04  3.64001E+01  9.71325E+07-1.00000E+03  1  3
-3IN__COUT__C          7.76895E-05  2.72997E+01  9.71332E+07-1.00000E+03  1  3
  .33333536  -.33333232  .50000000
  .00000102  .00000203  .00000000
  .33333232  .66667073  .00000000
 -.00000203  .00000203  .00000000
  .33333536  -.33333232  -.50000000
  .00000102  .00000203  .00000000
$VINTAGE, -1,

```

Em azul o modelo do trecho de circuito com os 3 cabos (modelo não transposto):

Modelamento de cabos no programa ATP

Os parâmetros sequencias calculados a partir das matrizes Z e Y ($[Z_c]$ e $[Y_c]$) são:

Voltalene Wind condutor 185mm² Al, blindagem 16mm² Cu, eletroduto trifólio circuito simples

$$z_1 = 0,15538 + j0,19896 \text{ Ohm/km}$$

$$z_0 = 0,98708 + j0,47321 \text{ Ohm/km}$$

$$c_1 = c_0 = 177,04 \text{ nF/km}$$

Devido à blindagem, as capacitâncias de sequência positiva e zero são iguais.

Em caso de circuito duplo a mútua de sequência zero pode ser calculada da mesma forma descrita para linha, para espaçamento entre circuitos de 0,378 m a mútua seria $z_{0m} = 0,40141 - j0,074256i$ Ohm/km (valor de reatância negativo).

Modelamento de Linhas com Parâmetros Variáveis com a Frequência no Programa ATP

A rotina Line Constants do ATP Transformador pode gerar um modelo de linha com parâmetros variáveis com a frequência, para que o modelo possa ser utilizado para simulação de transitórios lentos até rápidos, como estudos de descargas atmosféricas.

O modelo básico costuma ser gerado para uma frequência informada de 60 Hz.

Para estudos como o de descargas atmosféricas, usa-se a frequência de 100 kHz e considera-se o efeito pelicular (correções de Carson).

O modelo com variação dos parâmetros da frequência foi desenvolvido por Jose Marti e é apresentado na referência:

J. R. Martí, "Accurate modelling of frequency-dependent transmission lines in electromagnetic transients simulations", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS 101(1), p. 147-155, 1982.

Basicamente o método ajusta funções de transferência à resposta em frequência dos parâmetros R, L e C da linha que variam com a frequência.

Exemplo de arquivo de entrada para modelo J.Marti (ATP)

```

C Linha
C De BARRAA para BARRAB
C Torre: 138 circuito simples, Código: 138, V nom=138 kV
C condutor: Penguin
C cabo guarda: 5/16" Aço
JMARTI SETUP
$ERASE
BRANCH bar_AAbar_BAbar_ABbar_BBbar_ACbar_BC
LINE CONSTANTS
METRIC
C geometria e dados de condutores
C      ohm/km      cm      m      m      m      cm graus
C F<skin<ResCC ><X<Reat ><Dext ><X horz><Y torr><Y mvao><ebund ><alfa>      <n
  10.333  0.3430 4      1.4300  -3.00  21.80  14.07  0.00  0.00      0
  20.333  0.3430 4      1.4300   3.00  19.90  12.17  0.00  0.00      0
  30.333  0.3430 4      1.4300  -3.00  18.00  10.27  0.00  0.00      0
  00.500  4.6246 4      0.7950   0.00  26.80  19.84
BLANK CONDUTORES
C DADOS GERAIS      inv      inv m      PIeqSC n p
C ohm.m      Hz      CCCCCC ZZZZZZ C (km)      YYZZgc d p Pi nT
C ROsolo<freq      ><Fcar      > es es es es ^<compr > s s^^<c><d>< ><
  1000.0      100.E3      1.      11  11      14.000
  1000.0      60.      1.      14.000
  1000.0      0.01      1.      14.000      8  10
BLANK DADOS GERAIS
BLANK LINE CONSTANTS
DEFAULT
BLANK JMARTI SETUP
$PUNCH

```

frequência máxima
 60 Hz para melhor ajuste de regime
 freq min, 8 décadas, 10 pontos cada

Fundo azul: Diferenças para o modelamento normal

Exemplo de arquivo de saída para modelo J.Marti (ATP)

```

-1BAR_AABAR_BA          2.  0.00          -2
  20      7.6347680649063760000E+02
  2.85157560523957100E+03  -1.05272706055890800E+03  5.61514294082921200E+03
  2.19339402189571600E+03   5.52065363856732800E+03  7.46185158785026300E+03
  1.30889230746128100E+04   2.62591312583010100E+04  1.98131066963149200E+04
  3.22587780110604800E+04   9.52042660796823200E+04  3.96770848939161800E+05
  1.66480209073261600E+06   5.08488348842232400E+06  1.58897441617456600E+07
  4.11797909428536400E+07   2.22951327551509200E+08
  3.36506412614873700E-01   5.72993932661362600E-01  4.83178577245367200E-01
  8.13391457157312500E-01   1.53836487951242000E+00  2.51242581161756300E+00
  6.38070654849605800E+00   1.79343452627242500E+01  4.06658202689368100E+01
  6.12754300989973500E+01   1.07813350914199700E+02  1.61174542622713000E+02
  3.21502854136764000E+02   1.47261978525297000E+03  6.12136833592247600E+03
  2.65559102487979200E+04   8.64810088968997000E+04  2.83991038597216400E+05
  7.84398197902678900E+05   2.42959967811084700E+06
  17      4.6632789112236480000E-05
  1.28545297333500000E-02   1.17337621839458800E-01  2.36208902756211800E-01
  1.62834123613788400E+00   3.62363217191917200E+01  5.60658122183325800E+00
-2.78093113620758400E+01   7.78418766106426400E+00  3.11218389957095800E+02
  6.16140238909871100E+02   4.37107959156011100E+03  3.36751312539784100E+04
  2.41562322329284400E+04   4.74780516465365000E+05  3.39790464021491000E+05
  8.60856718649943900E+07  -8.69633964597098800E+07
  5.33856027919206000E+00   4.87124422033517100E+01  9.86241327198051000E+01
  6.70206808167104700E+02   1.72166463607791000E+03  2.27811481642671000E+03
  1.72220502335659500E+03   3.06199686380202000E+03  1.58245437742028700E+04
  1.26558539627329300E+04   3.76510269779448300E+04  8.31924387607825200E+04
  1.12998813234009300E+05   2.11526865999617800E+05  3.89156041364859000E+05
  2.68920306354871400E+05   2.69189226661226300E+05
-2BAR_ABBAR_BB          2.  0.00          -2
...
-3BAR_ACBAR_BC          2.  0.00          -2
...
-4BAR_A1BAR_B1          2.  0.00          -2

```