



# Análise comparativa da representação das características elétricas das redes de distribuição no cálculo das Perdas Técnicas Regulatórias

Grupo 6:

Eleandro Marques – CERTAJA

Júlio Arilon de Bitencourt – JPEnergy Consultoria

Professor: Paulo Radatz

# Objetivo



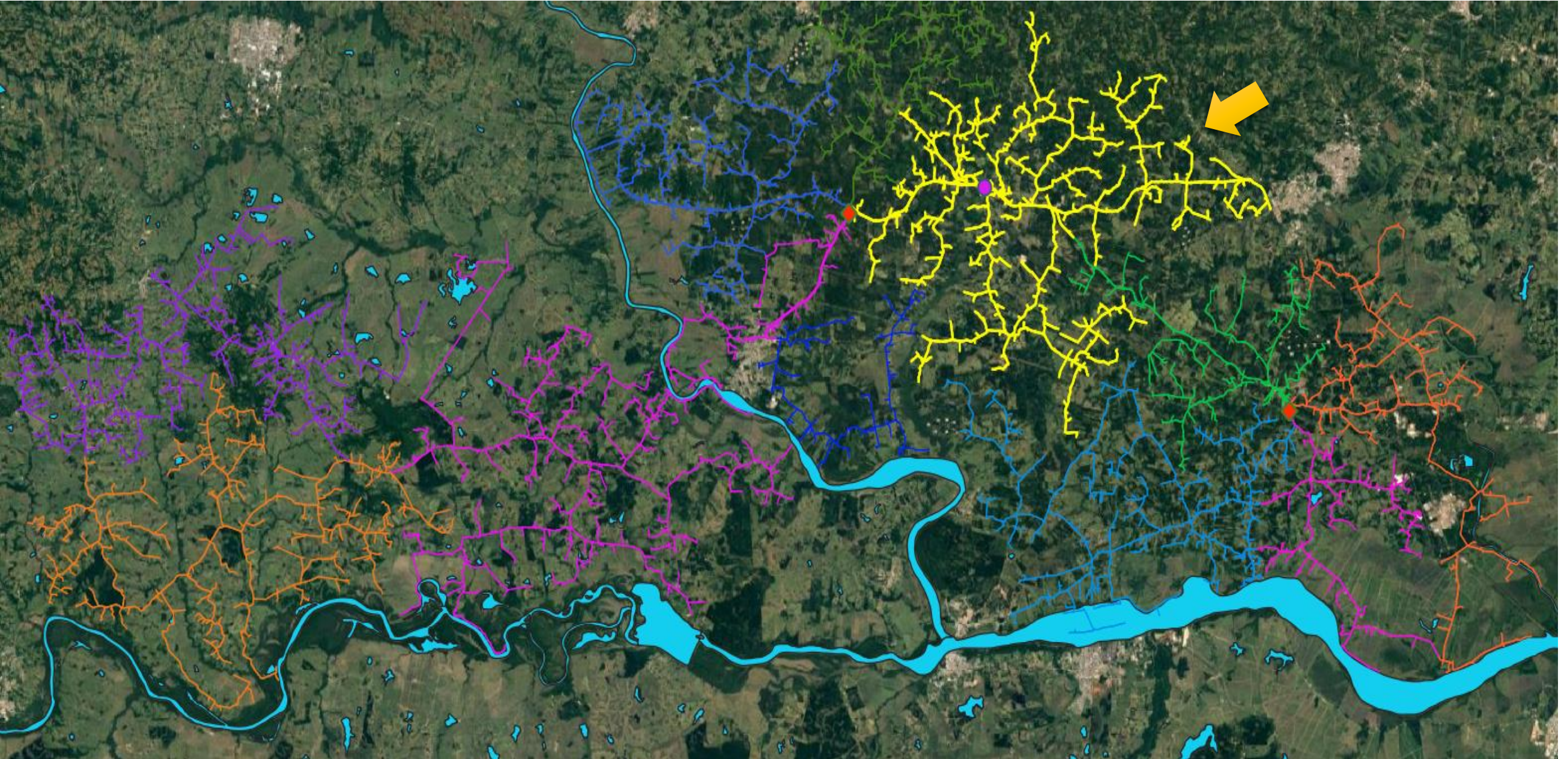
Análise comparativa entre a utilização das características elétricas das redes de distribuição nos segmentos de média tensão (SDMT) e baixa tensão (SDBT) aplicando-se:

- 1) os modelos de representação de linhas através do emprego dos parâmetros de impedância de sequência positiva ( $R1$  e  $X1$ ), adotados atualmente pela SRD/ANEEL no cálculo das perdas técnicas regulatórias e
- 2) o modelo de linhas através da geometria dos cabos considerando os padrões de redes de distribuição aérea

- Será utilizado o OpenDSS para realizar o fluxo de potência no modo dinâmico e computar as perdas técnicas nas redes de Média (MT) e Baixa Tensão (BT), bem como as perdas nos transformadores MT/BT utilizando-se a programação em Python para controlar a execução do OpenDSS no modo DLL (biblioteca Py-DSS-Interface).
- Modelagem das cargas MT e BT: critérios utilizados pela ANEEL, 50% com potência constante e 50% com impedância constante, respeitando os limites mínimos de tensão de 0,92 pu para as cargas BT e 0,93 pu para as cargas MT.
- curvas de cargas típicas e para isto será utilizado o recurso “loadshape” do OpenDSS.



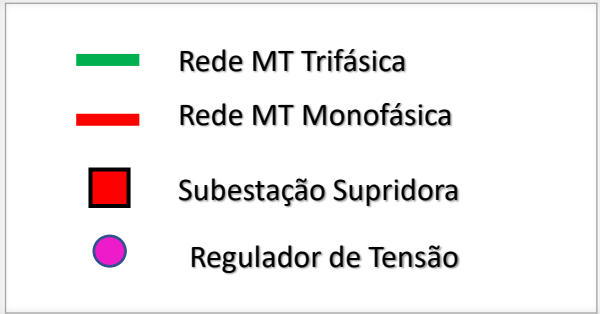
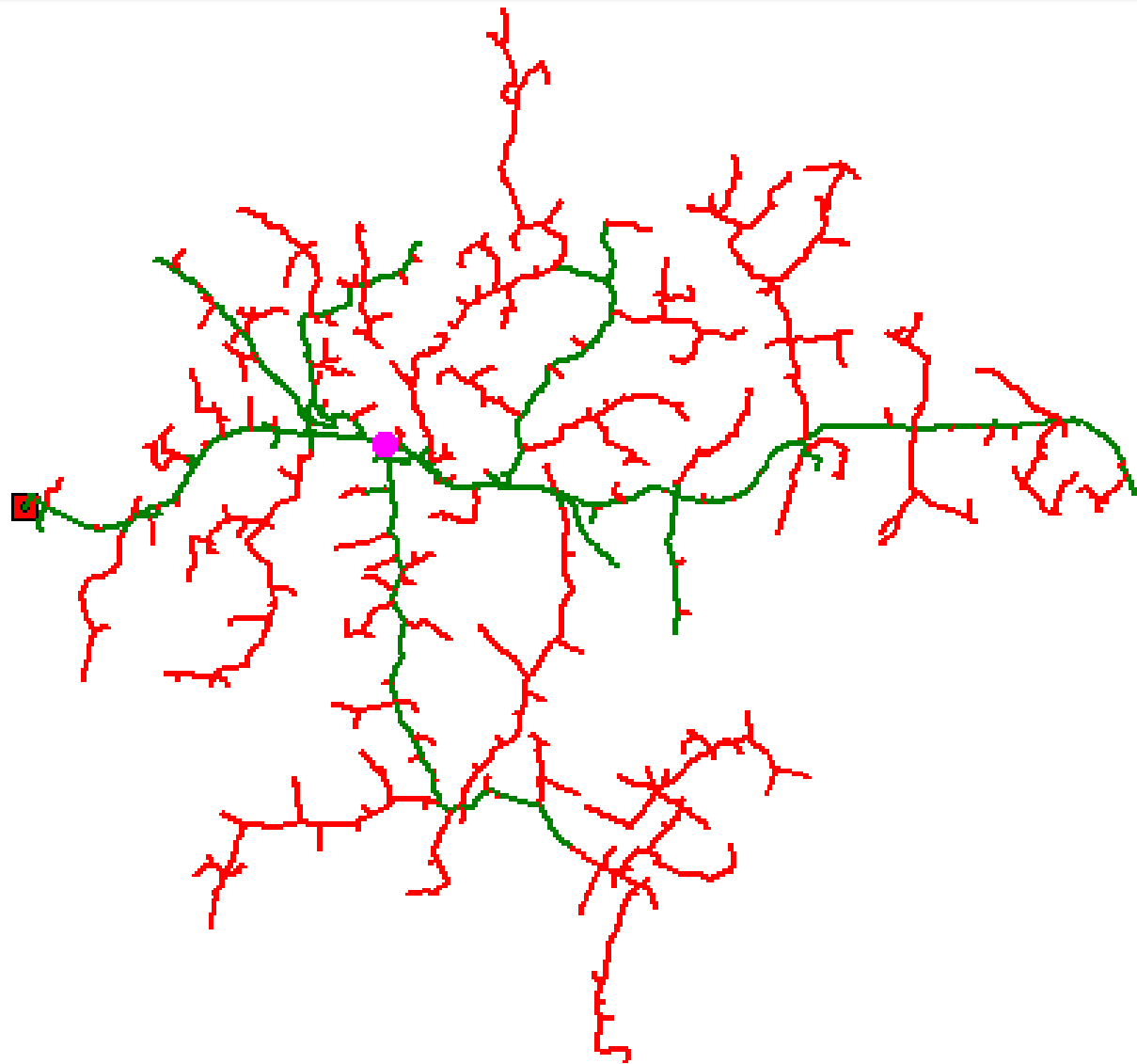
# Rede Modelo: Alimentador 13,8 kV da CERTAJA





# Rede Modelo: Alimentador 13,8 kV da CERTAJA

Alimentador	km MT NU	km BT NU	km Ramal NU	Trafos NU	IP NU	UCs MT NU	Ucs BT NU	Regulador	Capacitor	Chaves
Coxilha Velha	337.06	215.41	119.1	650	1509	14	3975	1	7	365



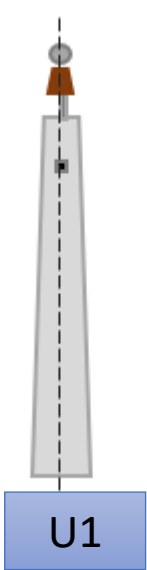
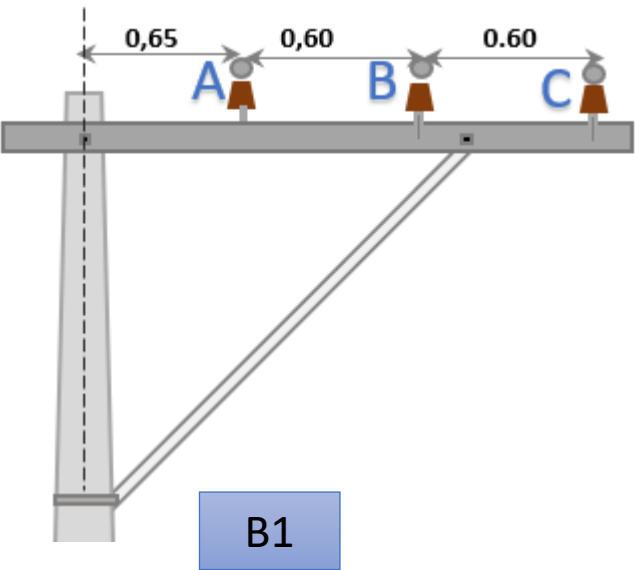
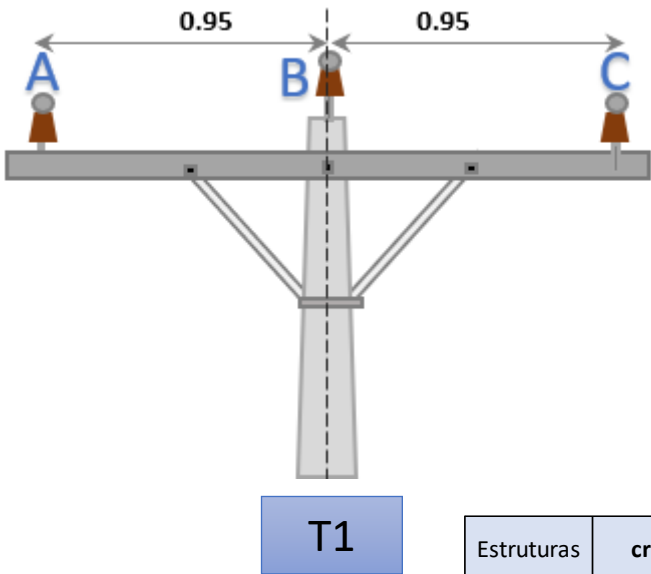
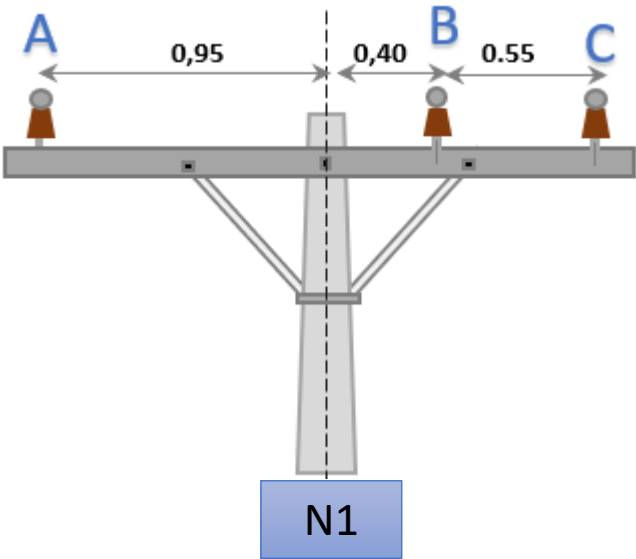
## Condutores Rede MT

## Condutores Rede BT

## Condutores Ramais BT

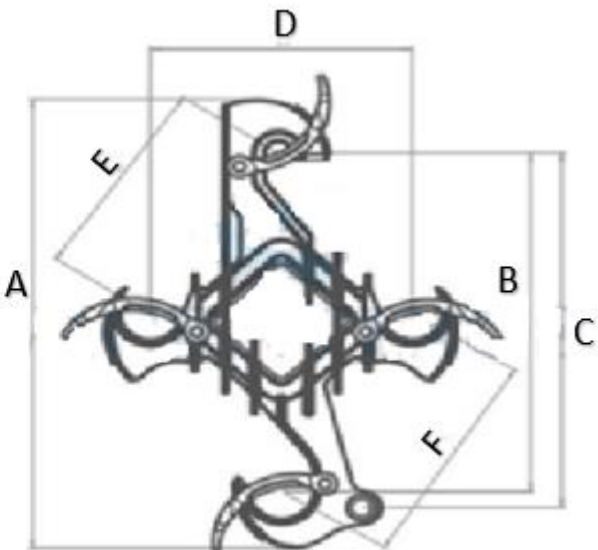
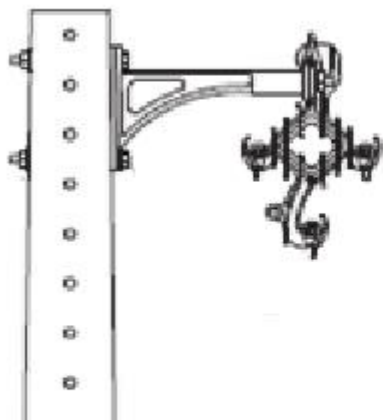
GEOMETRIA	FORMACAO	MATERIAL	ISOLACAO	CONDUTOR	MNEMO	KM	R(Ω/km)	X (Ω/km)
Multiplex	Duplex	Alumínio	Isolado-XLPE	1x(1x10mm2+10mm2)	CA_1x(1x10mm2+10mm2)_Isolado-XLPE	97.4	3.08	0.1062
Multiplex	Quadruplex	Alumínio	Isolado-XLPE	3x(1x6mm2+6mm2)	CA_3x(1x6mm2+6mm2)_Isolado-XLPE	9.6	1.91	0.1022
Multiplex	Duplex	Alumínio	Isolado-XLPE	1x(1x16mm2+16mm2)	CA_1x(1x16mm2+16mm2)_Isolado-XLPE	6.0	1.91	0.1022
Multiplex	Triplex	Alumínio	Isolado-XLPE	1x(1x16mm2+16mm2)	CA_1x(1x16mm2+16mm2)_Isolado-XLPE	5.8	1.91	0.1022
Multiplex	Triplex	Alumínio	Isolado-XLPE	1x(1x10mm2+10mm2)	CA_1x(1x10mm2+10mm2)_Isolado-XLPE	0.2	3.08	0.1062
Multiplex	Quadruplex	Alumínio	Isolado-XLPE	3x(1x50mm2+50mm2)	CA_3x(1x50mm2+50mm2)_Isolado-XLPE	0.2	0.641	0.0959
						119.1		

# Geometria das Redes Média Tensão Cabo Nu



Estruturas	cruzeta (cm)	Distância em relação ao poste (cm)		
		A	B	C
N1	210	95	40	95
B1	210	65	125	185
T1	210	95	0	95
U1		0		

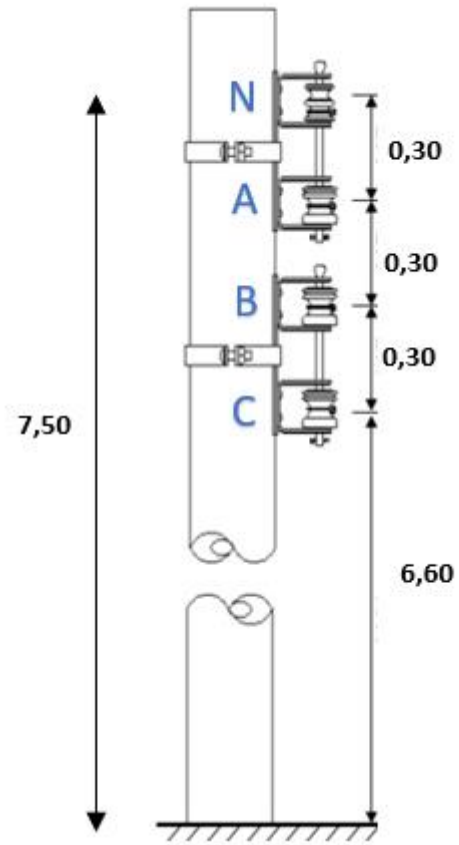
# Geometria das Redes Média Tensão – Compacta Protegida



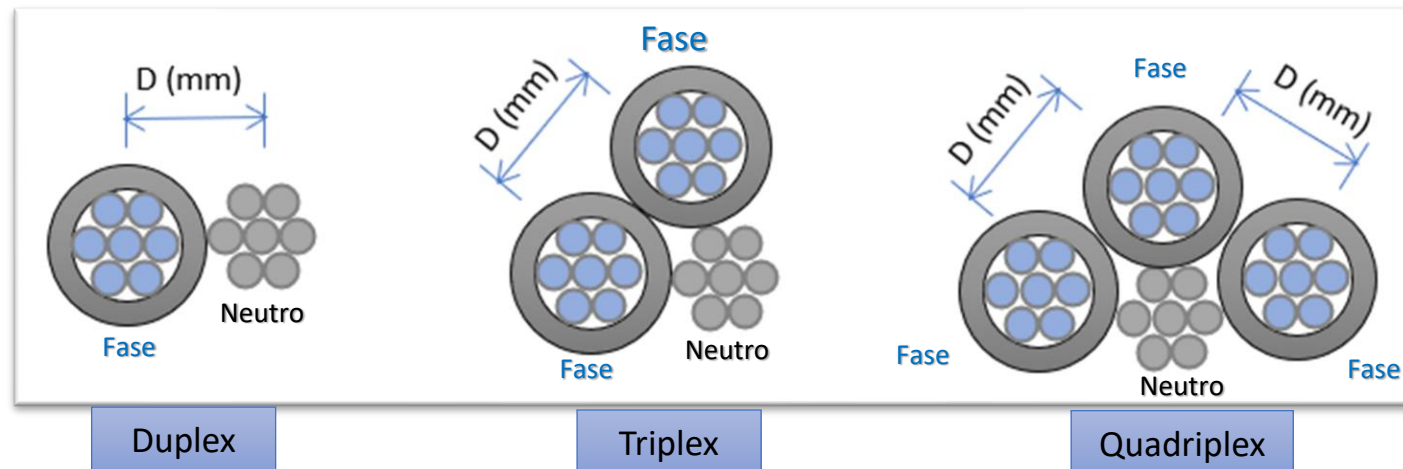
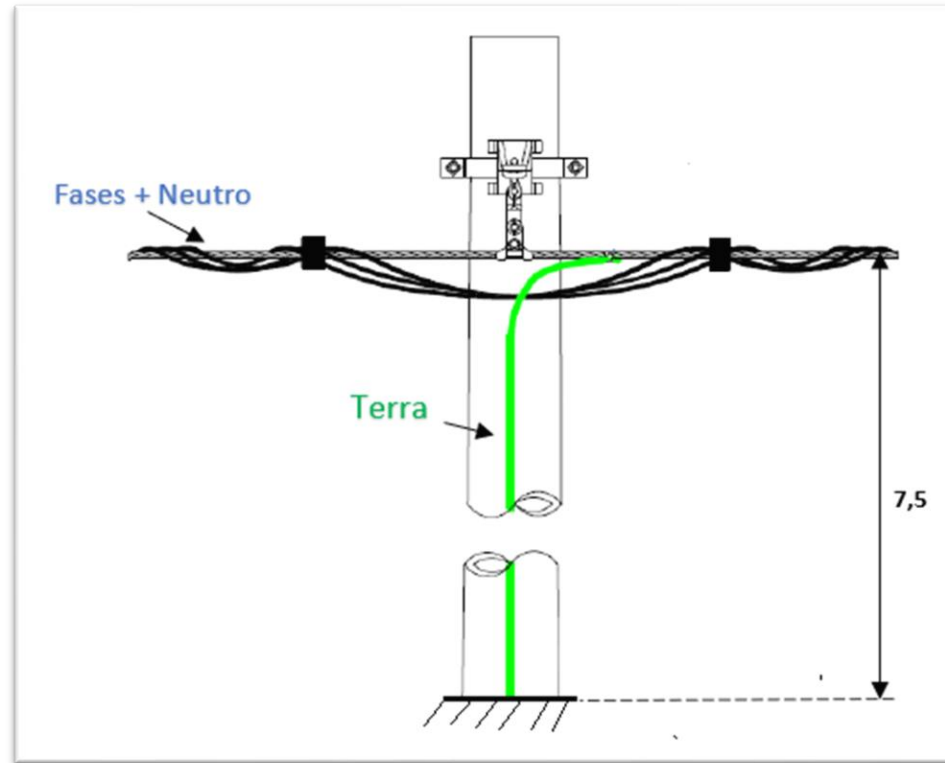
CÓDIGO CODE CODIGO	CLASSE DE TENSÃO	DIMENSÕES						TRAÇÃO	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO	EMBALAGEM	Nº DESENHO TÉCNICO Nº TECHNICAL DRAWING Nº DISEÑO TÉCNICO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA TECHNICAL SPECIFICATION ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
	VOLTAGE SYSTEM	DIMENSIONS						TRACTION	CREEPAGE DISTANCE	PACKING		
	CLASE DE TENSÓN	DIMENSIONES						TRACCIÓN	DISTÂNCIA DE FUGA	EMBALAJE		
	(KV)	(mm)						(daN)	(mm)	(un)		
		A	B	C	D	E	F					
ELAT15	15	400	305	300	200	190	190	600	290	20	187B	011
ELAT35	35	550	460	395	310	270	285	600	595	11	34B	



# Geometria das Redes Baixa Tensão – Vertical Cabo Nu



# Geometria das Redes Baixa Tensão – Multiplexada Isolada



- Para o trabalho, as informações de espaçamentos das estruturas, foram extraídas diretamente do banco de dados da distribuidora com o objetivo de se obter fidelidade nas informações no estudo;
- Para extração diretamente do BDGD, como essa informação não é disponibilizada, é possível realizar generalizações através das SSDMT, SSDBT PONNOT e “SEGCON”, relacionando as diversas informações sobre as mesmas.



# Espaçamento das estruturas das Redes Média e Baixa Tensão

Poste

Dados gerais

Estruturas prim.

Estruturas sec.

Estais

Proteções

Uso mútuo

Para-raios (UAR)

Classif.

Novo

	Estrutura	Descrição estrutura	Classificação	Nível	Data instalação
	N115	ESTR. N1 15KV	N115_C	1	17/06/2010

Remover

☒ Confirmar a cada poste

Salvar

Cancelar

Poste

Dados gerais

Estruturas prim.

Estruturas sec.

Estais

Proteções

Uso mútuo

Para-raios (UAR)

Classif.

Novo

	Estrutura	Descrição estrutura	Classificação	Nível	Data instalação
	AS11	INSTALAÇÃO DE AS11 EM POSTE DT 2kN	AS11	1	15/03/2004

Remover

☒ Confirmar a cada poste

Salvar

Cancelar

Designação da Entidade: Segmento de Rede Média Tensão  
Designação da Modelagem: SSDMT  
Tipo: Linha

#	CAMPO	TIPO	TAMANHO MÁXIMO	OBRIGATÓRIO	CHAVE	PADRÃO
1	COD_ID	Texto	20	Sim	Sim	Distribuidora
2	PN_CON_1	Vinculado		Sim	Sim	PONNOT (COD_ID)
3	PN_CON_2	Vinculado		Sim	Sim	PONNOT (COD_ID)
4	CTMT	Vinculado		Sim	Sim	CTMT (COD_ID)
5	UNI_TR_S	Vinculado		Sim	Sim	UNTRS (COD_ID)
6	SUB	Vinculado		Sim	Sim	SUB (COD_ID)
7	CONJ	Vinculado		Sim	Sim	CONJ (COD_ID)
8	ARE_LOC	Código DDA		Sim		TARE (COD_ID)
9	DIST	Código externo		Sim		BASE DE AGENTES
10	PAC_1	Texto	20	Sim		
11	PAC_2	Texto	20	Sim		
12	FAS_CON	Código DDA		Sim		TFASCON (COD_ID)
13	TIP_CND	Vinculado		Sim	Sim	SEGCON (COD_ID)
14	POS	Código DDA		Sim		TPOS (COD_ID)
15	ODI_FAS	Texto	99	Não		MCPSE
16	TI_FAS	Texto	2	Sim		MCPSE
17	SITCONT_FAS	Código DDA		Sim		TSITCONT (COD_ID)
18	ODI_NEU	Texto	99	Não		MCPSE
19	TI_NEU	Texto	2	Sim		MCPSE
20	SITCONT_NEU	Código DDA		Sim		TSITCONT (COD_ID)
21	COMP	Decimal		Sim		
22	DESCR	Texto	255	Não		

### Tipo de Formação do Cabo (TCABOFOR)

Entidades relacionadas:  
[SEGCON](#)

#	CAMPO	TIPO	TAMANHO MÁXIMO	DESCRIÇÃO
1	COD_ID	TEXTO	2	Código de referência do tipo de formação do cabo
2	DESCR	TEXTO	255	Descrição do tipo de formação do cabo

COD_ID	DESCR
0	Não informado
1	Singelo
2	Duplex
3	Triplex
4	Quadruplex
5	Interno de subestação
6	Concêntrico Monofásico
7	Concêntrico Bifásico
8	Concêntrico Trifásico

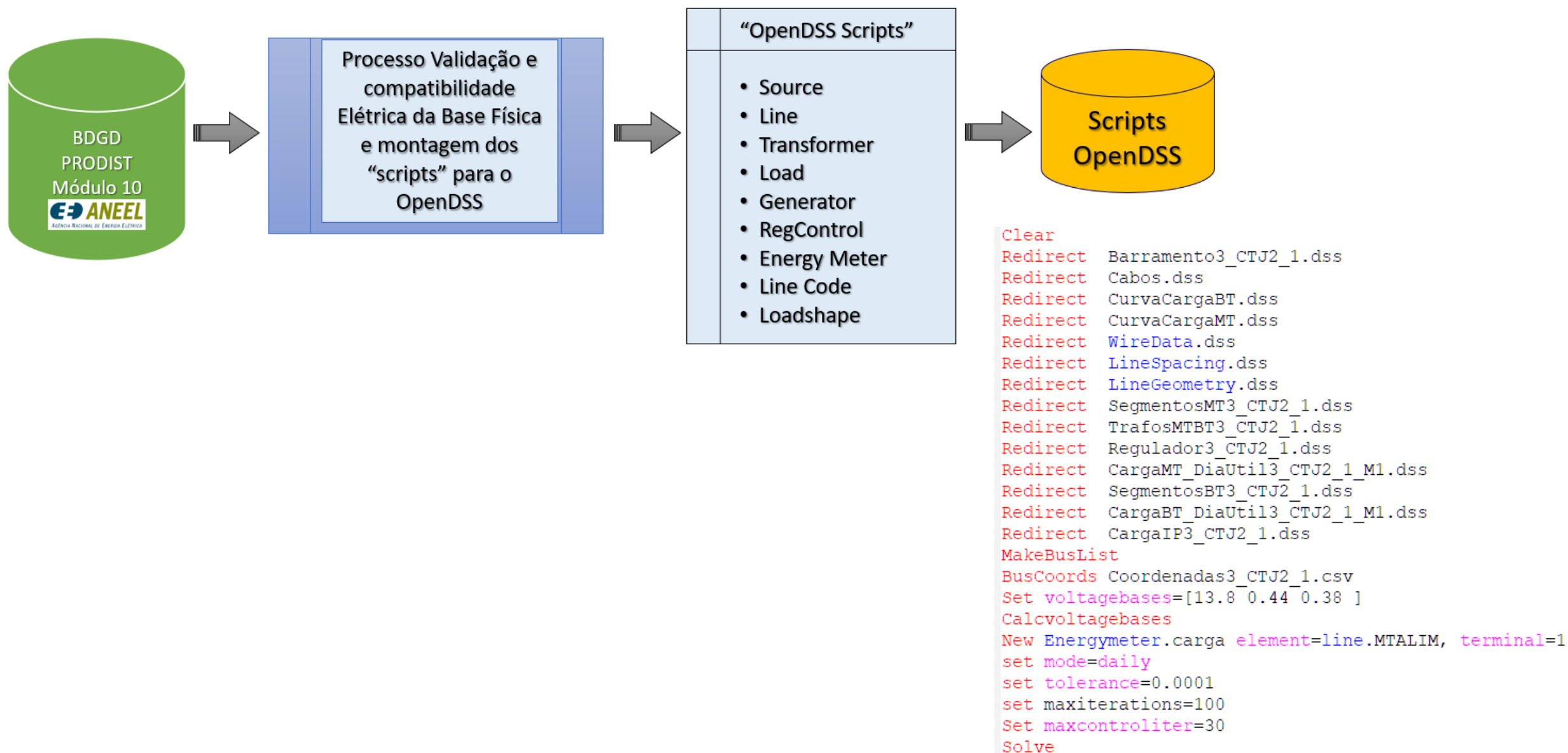
### Tipo de Geometria do Cabo (TCABOGEOM)

Entidades relacionadas:  
[SEGCON](#)

#	CAMPO	TIPO	TAMANHO MÁXIMO	DESCRIÇÃO
1	COD_ID	TEXTO	2	Código de referência do tipo de geometria do cabo
2	DESCR	TEXTO	255	Descrição do tipo de geometria do cabo

COD_ID	DESCR
0	Não informado
1	Compacta
2	Concêntrica
3	Aérea Horizontal
4	Multiplex
5	Subterrâneo
6	Aérea Triangular
7	Aérea Vertical

# Montagem dos Scripts do OpenDSS



# Processo Iterativo de Cálculo das Perdas Técnicas

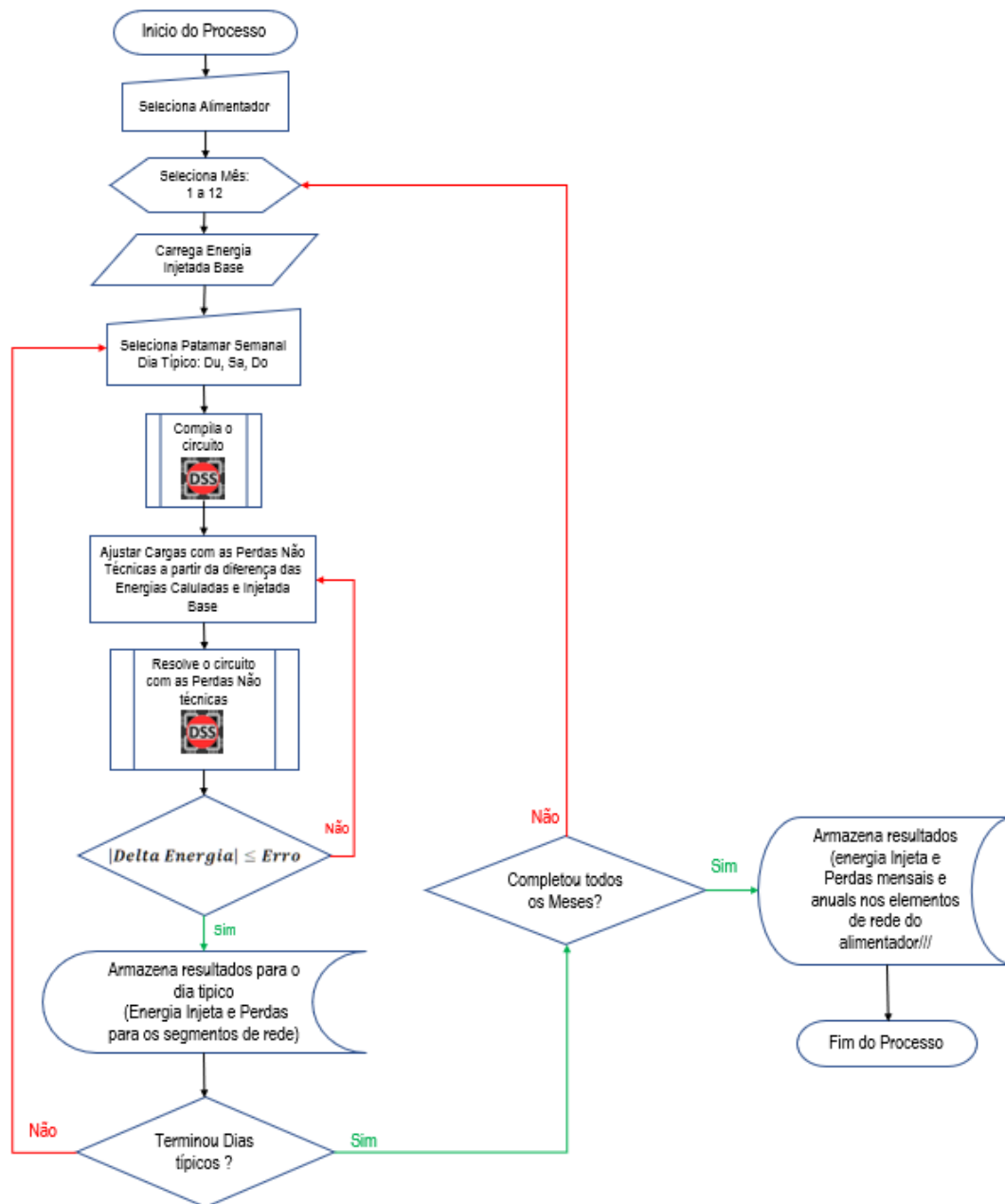
Programação



Interface Direct DLL

**py-dss-interface 1.0.2**

`pip install py-dss-interface`





# Script da Geometria dos Cabos – WireData, LineSpacing, LineGeometry

## Wiredata

New WireData.CA_336_MCM_PE	Rac=0.1914	Runits=km	GMRac=0.6411	GMRUnits=cm	Radius=0.8458	RADunits=cm	Normamps=555	Emergamps=555
New WireData.CA_1/0_AWG_Nu	Rac=0.6074	Runits=km	GMRac=0.3392	GMRUnits=cm	Radius=0.46735	RADunits=cm	Normamps=265	Emergamps=265
New WireData.CA_1/0_AWG_Protegido	Rac=0.6074	Runits=km	GMRac=0.3392	GMRUnits=cm	Radius=0.46735	RADunits=cm	Normamps=265	Emergamps=265
New WireData.CA_1/0_AWG_XLPE	Rac=0.6539	Runits=km	GMRac=0.3392	GMRUnits=cm	Radius=0.71	RADunits=cm	Normamps=265	Emergamps=265
New WireData.CA_10mm2_PVC	Rac=3.1421	Runits=km	GMRac=0.158096	GMRUnits=cm	Radius=0.203	RADunits=cm	Normamps=51	Emergamps=51
New WireData.CA_10mm2_Nu	Rac=2.4473	Runits=km	GMRac=0.1696	GMRUnits=cm	Radius=0.23365	RADunits=cm	Normamps=110	Emergamps=110
New WireData.CA_10mm2_PE	Rac=3.1421	Runits=km	GMRac=0.158096	GMRUnits=cm	Radius=0.203	RADunits=cm	Normamps=51	Emergamps=51
New WireData.CA_10mm2_XLPE	Rac=3.1421	Runits=km	GMRac=0.158096	GMRUnits=cm	Radius=0.203	RADunits=cm	Normamps=51	Emergamps=51
New WireData.CA_120mm2_Nu	Rac=0.2568	Runits=km	GMRac=0.5525	GMRUnits=cm	Radius=0.72005	RADunits=cm	Normamps=455	Emergamps=455
New WireData.CA_120mm2_XLPE	Rac=0.2581	Runits=km	GMRac=0.576312	GMRUnits=cm	Radius=0.74	RADunits=cm	Normamps=401	Emergamps=401
New WireData.CA_120mm2_Nu	Rac=0.2568	Runits=km	GMRac=0.5525	GMRUnits=cm	Radius=0.72005	RADunits=cm	Normamps=455	Emergamps=455
New WireData.CA_120mm2_PE	Rac=0.2581	Runits=km	GMRac=0.576312	GMRUnits=cm	Radius=0.74	RADunits=cm	Normamps=401	Emergamps=401
New WireData.CA_120mm2_XLPE	Rac=0.2581	Runits=km	GMRac=0.576312	GMRUnits=cm	Radius=0.74	RADunits=cm	Normamps=401	Emergamps=401
New WireData.CA_120mm2_Protegido	Rac=0.3479	Runits=km	GMRac=0.576312	GMRUnits=cm	Radius=0.74	RADunits=cm	Normamps=401	Emergamps=401
New WireData.CA_150mm2_Nu	Rac=0.2142	Runits=km	GMRac=0.654	GMRUnits=cm	Radius=0.79883	RADunits=cm	Normamps=515	Emergamps=515
New WireData.CA_150mm2_PE	Rac=0.2102	Runits=km	GMRac=0.630828	GMRUnits=cm	Radius=0.81	RADunits=cm	Normamps=456	Emergamps=456
New WireData.CA_150mm2_XLPE	Rac=0.2102	Runits=km	GMRac=0.630828	GMRUnits=cm	Radius=0.81	RADunits=cm	Normamps=456	Emergamps=456
New WireData.CA_150mm2_Protegido	Rac=0.2060	Runits=km	GMRac=0.630828	GMRUnits=cm	Radius=0.81	RADunits=cm	Normamps=456	Emergamps=456
New WireData.CA_16mm2_PVC	Rac=1.9485	Runits=km	GMRac=0.190806	GMRUnits=cm	Radius=0.245	RADunits=cm	Normamps=68	Emergamps=68
New WireData.CA_16mm2_Nu	Rac=2.0161	Runits=km	GMRac=0.126	GMRUnits=cm	Radius=0.2946	RADunits=cm	Normamps=0	Emergamps=0
New WireData.CA_16mm2_PE	Rac=1.9485	Runits=km	GMRac=0.190806	GMRUnits=cm	Radius=0.245	RADunits=cm	Normamps=68	Emergamps=68
New WireData.CA_16mm2_XLPE	Rac=1.9485	Runits=km	GMRac=0.190806	GMRUnits=cm	Radius=0.245	RADunits=cm	Normamps=68	Emergamps=68
New WireData.CA_185mm2_Nu	Rac=0.1838	Runits=km	GMRac=0.6536	GMRUnits=cm	Radius=0.91945	RADunits=cm	Normamps=570	Emergamps=570
New WireData.CA_185mm2_XLPE	Rac=0.1673	Runits=km	GMRac=0.704814	GMRUnits=cm	Radius=0.905	RADunits=cm	Normamps=525	Emergamps=525
New WireData.CA_185mm2_Nu	Rac=0.1838	Runits=km	GMRac=0.6536	GMRUnits=cm	Radius=0.91945	RADunits=cm	Normamps=570	Emergamps=570
New WireData.CA_185mm2_PE	Rac=0.1673	Runits=km	GMRac=0.704814	GMRUnits=cm	Radius=0.905	RADunits=cm	Normamps=525	Emergamps=525
New WireData.CA_185mm2_Protegido	Rac=0.1673	Runits=km	GMRac=0.704814	GMRUnits=cm	Radius=0.905	RADunits=cm	Normamps=525	Emergamps=525

## LineSpacing Rede MT

New LineSpacing.U1_TU_CO_11_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[ 9.300]
New LineSpacing.N1_DT_CO_11_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[ 9.300 9.300 9.300]
New LineSpacing.U1_DT_CO_11_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[ 9.300]
New LineSpacing.N1_TU_CO_11_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[ 9.300 9.300 9.300]
New LineSpacing.N1_TU_CO_12_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[10.200 10.200 10.200]
New LineSpacing.U1_TU_CO_12_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[10.200]
New LineSpacing.N1_TU_CO_13_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[11.100 11.100 11.100]
New LineSpacing.N1_DT_CO_12_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[10.200 10.200 10.200]
New LineSpacing.N1_CI_ME_11_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[ 9.300 9.300 9.300]
New LineSpacing.N1_CI_ME_12_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[10.200]
New LineSpacing.U1_CI_ME_12_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[10.200]
New LineSpacing.CE_DT_CO_12_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[0.31 0.1955 0.0]	h=[ 9.800 9.600 9.800]
New LineSpacing.CE_DT_CO_13_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[0.31 0.1955 0.0]	h=[10.700 10.500 10.700]
New LineSpacing.U1_CI_ME_11_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[ 9.300]
New LineSpacing.U1_DT_CO_12_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[10.200]
New LineSpacing.U1_DT_CO_10_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[ 8.400]
New LineSpacing.N1_CI_ME_12_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[10.200 10.200 10.200]
New LineSpacing.B1_DT_CO_12_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[0.65 1.25 1.85]	h=[10.200 10.200 10.200]
New LineSpacing.B1_CI_ME_12_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[10.200]
New LineSpacing.CE_DT_CO_11_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[0.31 0.1955 0.0]	h=[ 8.900 8.700 8.900]
New LineSpacing.N1_DT_CO_11_1	nconds=1	nphases=1	units=m	x=[ 0.0]	h=[ 9.300]
New LineSpacing.N1_DT_CO_13_3	nconds=3	nphases=3	units=m	x=[-0.95 0.4 .95]	h=[11.100 11.100 11.100]

## LineSpacing Rede BT

New LineSpacing.AM_DT_CO_10_3	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[-0.0060 0.0000 0.0060]	h=[7.6000 7.6104 7.6000]
New LineSpacing.AM_TU_CO_9_44	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[-0.0104 0.0000 0.0104 0.0000]	h=[7.5060 7.5240 7.5060 7.5000]
New LineSpacing.AV_DT_CO_11_4	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[0.2 0.2 0.2 0.2]	h=[ 8.200 7.900 7.600 8.500]
New LineSpacing.AV_DT_CO_10_3	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[0.2 0.2 0.2]	h=[ 7.300 7.000 7.600]
New LineSpacing.AV_DT_CO_9_33	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[0.2 0.2 0.2]	h=[ 7.200 6.900 7.500]
New LineSpacing.AV_DT_CO_9_22	nconds=2	nphases=1	units=m	x=[0.2 0.2]	h=[ 7.200 7.500]
New LineSpacing.AM_CI_ME_9_44	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[-0.0116 0.0000 0.0116 0.0000]	h=[7.5067 7.5269 7.5067 7.5000]
New LineSpacing.AV_CI_ME_9_44	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[0.2 0.2 0.2 0.2]	h=[ 7.200 6.900 6.600 7.500]
New LineSpacing.AV_DT_CO_9_23	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[0.2 0.2 0.2]	h=[ 7.200 6.900 7.500]
New LineSpacing.AV_DT_CO_12_3	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[0.2 0.2 0.2]	h=[ 9.100 8.800 9.400]
New LineSpacing.AM_TU_CO_11_4	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[-0.0116 0.0000 0.0116 0.0000]	h=[8.5067 8.5269 8.5067 8.5000]
New LineSpacing.AM_DT_CO_9_23	nconds=3	nphases=2	units=m	x=[-0.0060 0.0000 0.0060]	h=[7.5000 7.5104 7.5000]
New LineSpacing.AM_TU_CO_13_4	nconds=4	nphases=3	units=m	x=[-0.0104 0.0000 0.0104 0.0000]	h=[10.3060 10.3240 10.3060 10.3000]

# Script da Geometria dos Cabos – WireData, LineSpacing, LineGeometry

## LineGeometry Rede MT

```
New LineGeometry.U1_TU_CO_11_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_TU_CO_11_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_DT_CO_11_3CAA_2/0 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_DT_CO_11_3 wires=[CAA_2/0 AWG Nu CAA_2/0 AWG Nu CAA_2/0 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_11_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_11_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_DT_CO_11_3CAA_2 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_DT_CO_11_3 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_TU_CO_11_3CAA_2 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_TU_CO_11_3 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_TU_CO_12_3CAA_4/0 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_TU_CO_12_3 wires=[CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_TU_CO_12_1CAZ_3 09mm2 Nu nconds=1 Spacing=U1_TU_CO_12_1 wires=[CAZ_3 09mm2 Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_11_1CAA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_11_1 wires=[CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_TU_CO_11_1CAA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_TU_CO_11_1 wires=[CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_11_1CAZ_3 09mm2 Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_11_1 wires=[CAZ_3 09mm2 Nu]
New LineGeometry.N1_TU_CO_11_3CAA_4 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_TU_CO_11_3 wires=[CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_TU_CO_13_3CAA_2 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_TU_CO_13_3 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_DT_CO_12_3CAA_4/0 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_DT_CO_12_3 wires=[CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_CI_ME_11_3CAA_4 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_CI_ME_11_3 wires=[CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_DT_CO_11_3CAA_4 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_DT_CO_11_3 wires=[CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_CI_ME_12_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=N1_CI_ME_12_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_TU_CO_12_1CAA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_TU_CO_12_1 wires=[CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_DT_CO_11_3CAA_4/0 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_DT_CO_11_3 wires=[CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu CAA_4/0 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_CI_ME_12_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_CI_ME_12_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.CE_DT_CO_12_3CA_120mm2 PE nconds=3 Spacing=CE_DT_CO_12_3 wires=[CA_120mm2 PE CA_120mm2 PE CA_120mm2 PE]
New LineGeometry.CE_DT_CO_13_3CA_120mm2 PE nconds=3 Spacing=CE_DT_CO_13_3 wires=[CA_120mm2 PE CA_120mm2 PE CA_120mm2 PE]
New LineGeometry.U1_CI_ME_11_1CAA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_CI_ME_11_1 wires=[CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.N1_CI_ME_11_3CAA_2/0 AWG Nu nconds=3 Spacing=N1_CI_ME_11_3 wires=[CAA_2/0 AWG Nu CAA_2/0 AWG Nu CAA_2/0 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_12_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_12_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_10_1CAA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_10_1 wires=[CAA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_DT_CO_11_1CA_2 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_DT_CO_11_1 wires=[CA_2 AWG Nu]
New LineGeometry.U1_CI_ME_11_1CAA_4 AWG Nu nconds=1 Spacing=U1_CI_ME_11_1 wires=[CAA_4 AWG Nu]
```

## LineGeometry Rede BT

```
New LineGeometry.AM_DT_CO_9_33CA_50mm2 XLPE nconds=3 Spacing=AM_DT_CO_9_33 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_11_3CA_50mm2 XLPE nconds=3 Spacing=AM_DT_CO_11_3 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_11_4CA_70mm2 XLPE nconds=4 Spacing=AM_DT_CO_11_4 wires=[CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_9_22CA_50mm2 XLPE nconds=2 Spacing=AM_DT_CO_9_22 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_9_44CA_70mm2 XLPE nconds=4 Spacing=AM_DT_CO_9_44 wires=[CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_TU_CO_9_33CA_50mm2 XLPE nconds=3 Spacing=AM_TU_CO_9_33 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AV_TU_CO_11_3CAA_2 AWG Nu nconds=3 Spacing=AV_TU_CO_11_3 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_12_4CA_70mm2 XLPE nconds=4 Spacing=AM_DT_CO_12_4 wires=[CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE CA_70mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AV_DT_CO_11_3CAA_2 AWG Nu nconds=3 Spacing=AV_DT_CO_11_3 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu CAA_4 AWG Nu] reduce=No
New LineGeometry.AV_DT_CO_9_44CAA_4 AWG Nu nconds=4 Spacing=AV_DT_CO_9_44 wires=[CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu CAA_4 AWG Nu] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_9_33CA_35mm2 XLPE nconds=3 Spacing=AM_DT_CO_9_33 wires=[CA_35mm2 XLPE CA_35mm2 XLPE CA_35mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_12_2CA_50mm2 XLPE nconds=2 Spacing=AM_DT_CO_12_2 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
New LineGeometry.AV_DT_CO_11_2CAA_2 AWG Nu nconds=2 Spacing=AV_DT_CO_11_2 wires=[CAA_2 AWG Nu CAA_2 AWG Nu] reduce=No
New LineGeometry.AM_DT_CO_10_3CA_50mm2 XLPE nconds=3 Spacing=AM_DT_CO_10_3 wires=[CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE CA_50mm2 XLPE] reduce=No
```

# Script Master

```
Clear
Redirect Barramento3_CTJ2_1.dss
Redirect Cabos.dss
Redirect CurvaCargaBT.dss
Redirect CurvaCargaMT.dss
Redirect WireData.dss
Redirect LineSpacing.dss
Redirect LineGeometry.dss
Redirect SegmentosMT3_CTJ2_1.dss
Redirect TrafosMTBT3_CTJ2_1.dss
Redirect Regulador3_CTJ2_1.dss
Redirect CargaMT_DiaUtil3_CTJ2_1_M1.dss
Redirect SegmentosBT3_CTJ2_1.dss
Redirect CargaBT_DiaUtil3_CTJ2_1_M1.dss
Redirect CargaIP3_CTJ2_1.dss
MakeBusList
BusCoords Coordenadas3_CTJ2_1.csv
Set voltagebases=[13.8 0.44 0.38 ]
CalcVoltagebases
New Energymeter.carga element=line.MTALIM, terminal=1
set mode=daily
set tolerance=0.0001
set maxiterations=100
Set maxcontroliter=30
Solve
```

```
New Line.11063_MTNU Phases=1 Bus1=MT303.3 Bus2=MT5053.3 geometry=U1_TU_CO_11_1CAA_4_AWG_Nu Length=0.02899 Units=km
New Line.15007_MTNU Phases=3 Bus1=MT4454.1.2.3 Bus2=MT1114.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2/0_AWG_Nu Length=0.04327 Units=km
New Line.11743_MTNU Phases=3 Bus1=MT257.1.2.3 Bus2=MT4454.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2/0_AWG_Nu Length=0.03597 Units=km
New Line.7216_MTNU Phases=1 Bus1=MT259.3 Bus2=MT4679.3 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_4_AWG_Nu Length=0.03882 Units=km
New Line.17862_MTNU Phases=1 Bus1=MT410.2 Bus2=MT3144.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_4_AWG_Nu Length=0.04365 Units=km
New Line.15666_MTNU Phases=3 Bus1=MT302.1.2.3 Bus2=MT4050.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2_AWG_Nu Length=0.02855 Units=km
New Line.15262_MTNU Phases=3 Bus1=MT300.1.2.3 Bus2=MT279.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2_AWG_Nu Length=0.04527 Units=km
New Line.15263_MTNU Phases=3 Bus1=MT278.1.2.3 Bus2=MT277.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2_AWG_Nu Length=0.04315 Units=km
New Line.15264_MTNU Phases=3 Bus1=MT276.1.2.3 Bus2=MT275.1.2.3 geometry=N1_DT_CO_11_3CAA_2_AWG_Nu Length=0.0504 Units=km
New Line.15266_MTNU Phases=3 Bus1=MT274.1.2.3 Bus2=MT4308.1.2.3 geometry=N1_TU_CO_11_3CAA_2_AWG_Nu Length=0.02998 Units=km
New Line.23685_MTNU Phases=1 Bus1=MT202.2 Bus2=MT1834.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_4_AWG_Nu Length=0.04023 Units=km
New Line.42598_MTNU Phases=1 Bus1=MT1628.2 Bus2=MT1627.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_4_AWG_Nu Length=0.05504 Units=km
New Line.42627_MTNU Phases=3 Bus1=MT972.1.2.3 Bus2=MT971.1.2.3 geometry=N1_TU_CO_12_3CAA_4/0_AWG_Nu Length=0.05949 Units=km
New Line.42633_MTNU Phases=1 Bus1=MT1754.1 Bus2=MT15.1 geometry=U1_TU_CO_12_1CAZ_3_09mm2_Nu Length=0.06544 Units=km
New Line.42635_MTNU Phases=1 Bus1=MT13.1 Bus2=MT13.1 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.08033 Units=km
New Line.42636_MTNU Phases=1 Bus1=MT13.1 Bus2=MT12.1 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.04781 Units=km
New Line.42637_MTNU Phases=1 Bus1=MT12.1 Bus2=MT11.1 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.02663 Units=km
New Line.42638_MTNU Phases=1 Bus1=MT11.1 Bus2=MT10.1 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.03103 Units=km
New Line.42639_MTNU Phases=1 Bus1=MT10.1 Bus2=MT9.1 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.04038 Units=km
New Line.42640_MTNU Phases=1 Bus1=MT9.1 Bus2=MT8.1 geometry=U1_TU_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.05029 Units=km
New Line.42641_MTNU Phases=1 Bus1=MT8.1 Bus2=MT7.1 geometry=U1_TU_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.05416 Units=km
New Line.42792_MTNU Phases=1 Bus1=MT28.2 Bus2=MT27.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAZ_3_09mm2_Nu Length=0.0255 Units=km
New Line.42793_MTNU Phases=1 Bus1=MT26.2 Bus2=MT25.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.06919 Units=km
New Line.42794_MTNU Phases=1 Bus1=MT25.2 Bus2=MT24.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.06523 Units=km
New Line.42795_MTNU Phases=1 Bus1=MT24.2 Bus2=MT23.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.0788 Units=km
New Line.42796_MTNU Phases=1 Bus1=MT23.2 Bus2=MT22.2 geometry=U1_TU_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.07358 Units=km
New Line.42797_MTNU Phases=1 Bus1=MT22.2 Bus2=MT21.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.06972 Units=km
New Line.42798_MTNU Phases=1 Bus1=MT21.2 Bus2=MT20.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.0707 Units=km
New Line.42799_MTNU Phases=1 Bus1=MT20.2 Bus2=MT19.2 geometry=U1_DT_CO_11_1CAA_2_AWG_Nu Length=0.04852 Units=km
```

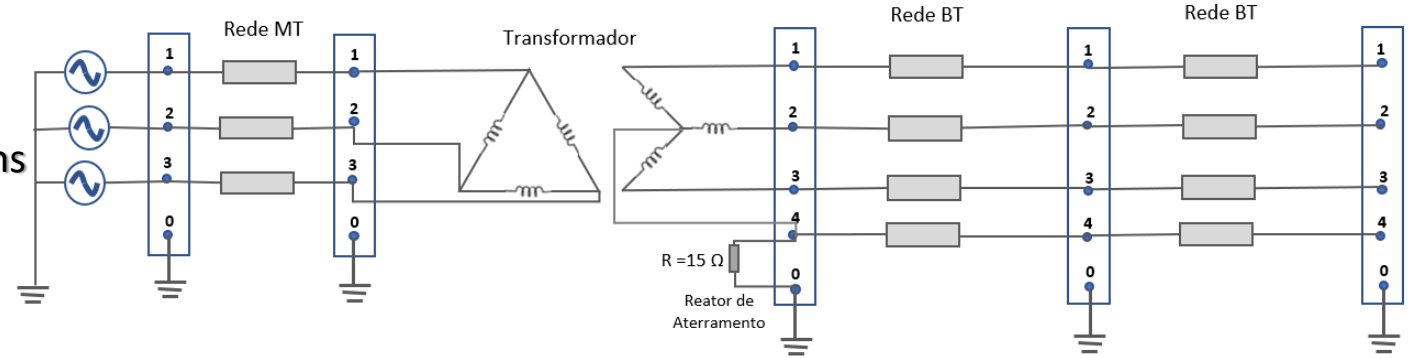
```
New Line.23_4062_BTNU Phases=3 Bus1=BT9434.1.2.4 Bus2=BT10387.1.2.4 geometry=AM_DT_CO_9_33CA_50mm2_XLPE Length=0.06097 Units=km
New Reactor.BT_9434 phases=1 bus1=BT9434.4 Bus2=BT9434.0 R=500 X=0 basefreq=60
New Line.499_34_BTNU Phases=3 Bus1=BT6336.1.2.4 Bus2=BT6335.1.2.4 geometry=AM_DT_CO_11_3CA_50mm2_XLPE Length=0.03597 Units=km
New Line.499_35_BTNU Phases=3 Bus1=BT6337.1.2.4 Bus2=BT6336.1.2.4 geometry=AM_DT_CO_11_3CA_50mm2_XLPE Length=0.03514 Units=km
New Line.568_4021_BTNU Phases=3 Bus1=BT6192.1.2.4 Bus2=BT10353.1.2.4 geometry=AM_DT_CO_11_3CA_50mm2_XLPE Length=0.04365 Units=km
New Reactor.BT_6192 phases=1 bus1=BT6192.4 Bus2=BT6192.0 R=500 X=0 basefreq=60
New Reactor.BT_10353 phases=1 bus1=BT10353.4 Bus2=BT10353.0 R=10 X=0 basefreq=60
New Line.520_3858_BTNU Phases=4 Bus1=BT9450.1.2.3.4 Bus2=BT10228.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_11_4CA_70mm2_XLPE Length=0.02855 Units=km
New Reactor.BT_10228 phases=1 bus1=BT10228.4 Bus2=BT10228.0 R=10 X=0 basefreq=60
New Line.213_4088_BTNU Phases=4 Bus1=BT5837.1.2.3.4 Bus2=BT8213.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_11_4CA_70mm2_XLPE Length=0.04527 Units=km
New Line.213_3859_BTNU Phases=4 Bus1=BT5837.1.2.3.4 Bus2=BT8219.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_11_4CA_70mm2_XLPE Length=0.03478 Units=km
New Line.213_3860_BTNU Phases=4 Bus1=BT8218.1.2.3.4 Bus2=BT8221.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_11_4CA_70mm2_XLPE Length=0.03242 Units=km
New Reactor.BT_8221 phases=1 bus1=BT8221.4 Bus2=BT8221.0 R=10 X=0 basefreq=60
New Line.213_3863_BTNU Phases=2 Bus1=BT8221.2.4 Bus2=BT10230.2.4 geometry=AM_DT_CO_9_22CA_50mm2_XLPE Length=0.05522 Units=km
New Line.213_3861_BTNU Phases=4 Bus1=BT8220.1.2.3.4 Bus2=BT6692.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_11_4CA_70mm2_XLPE Length=0.04186 Units=km
New Line.213_3856_BTNU Phases=4 Bus1=BT9751.1.2.3.4 Bus2=BT10227.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_9_44CA_70mm2_XLPE Length=0.04513 Units=km
New Reactor.BT_9751 phases=1 bus1=BT9751.4 Bus2=BT9751.0 R=10 X=0 basefreq=60
New Line.213_3857_BTNU Phases=4 Bus1=BT10227.1.2.3.4 Bus2=BT8217.1.2.3.4 geometry=AM_DT_CO_9_44CA_70mm2_XLPE Length=0.0371 Units=km
New Reactor.BT_8217 phases=1 bus1=BT8217.4 Bus2=BT8217.0 R=10 X=0 basefreq=60
```



# Cenários Simulados – Sem Geometria dos condutores: Sequência Positiva (R1, X1)

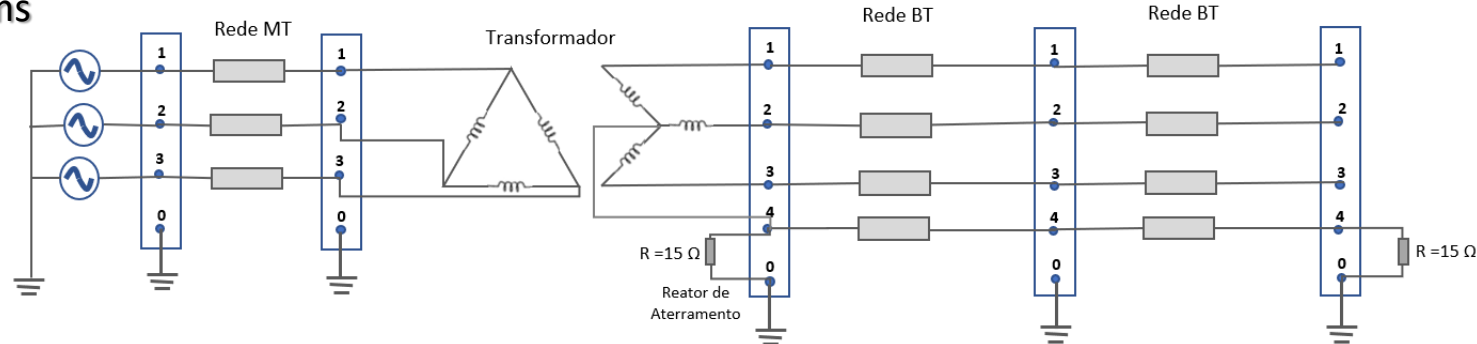
## Cenário 01

- Parâmetros de linha R1, X1
- Redes a 4 condutores: Fases e Neutro
- Transformadores com reator de aterramento 15 ohms
- Modelagem ANEEL



## Cenário 02

- Parâmetros de linha R1, X1
- Redes a 4 condutores: Fases e Neutro
- Transformadores com reator de aterramento 15 ohms
- Multiaterramento na rede BT



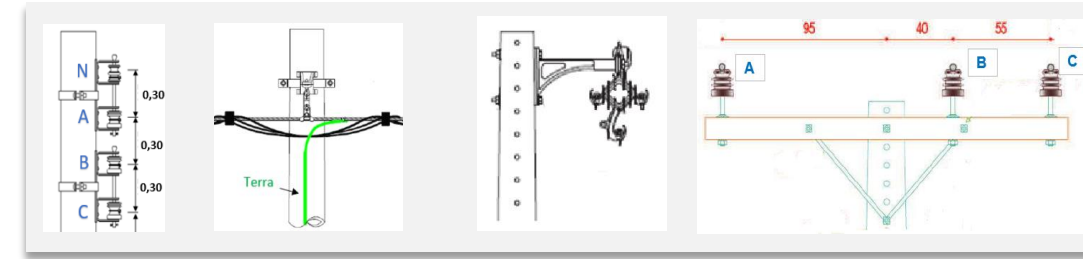
## Cenário 03

- Parâmetros de linha R1, X1
- Redes a 4 condutores: Fases e Neutro
- Transformadores com reator de aterramento
- Multiaterramento na rede BT
- Reator de aterramento com resistência pequena (0,01 ohm)

# Cenários Simulados – Com Geometria dos condutores

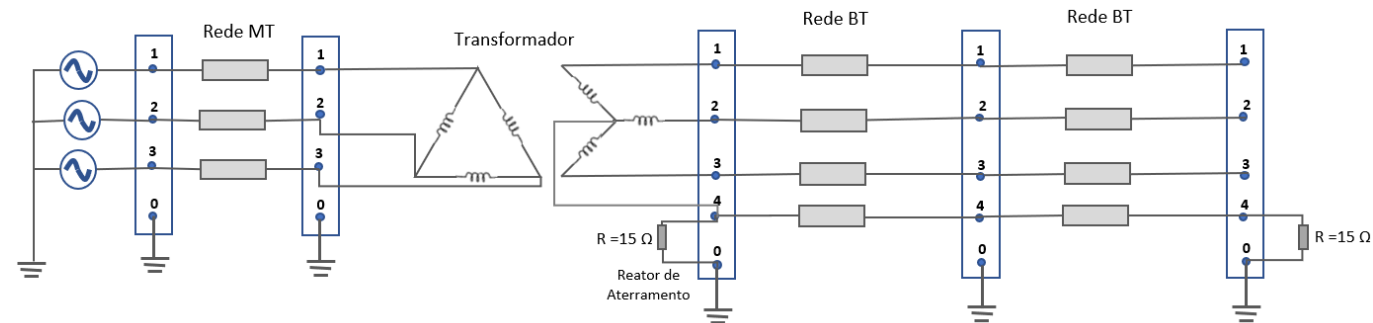
## Cenário 04

- Parâmetros de linha com geometria dos condutores
- Redes a 4 condutores: Fases e Neutro
- Transformadores com reator de aterramento 15 ohms



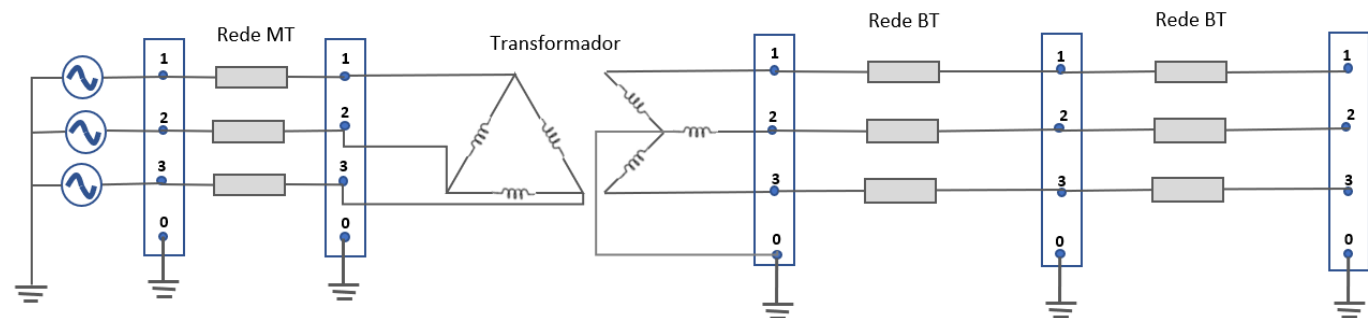
## Cenário 05

- Parâmetros de linha com geometria dos condutores
- Redes a 4 condutores: Fases e Neutro
- Transformadores com reator de aterramento 15 ohms
- Multiaterramento na rede BT



## Cenário 06

- Parâmetros de linha com geometria dos condutores
- Redes a 3 condutores
- Redução de Kron



# Resultados das Perdas Técnicas

Energias (kWh)	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
Energia Injetada	17,601,311		17,601,311		17,601,311		17,601,311		17,601,311		17,601,311	
Energia Calculada	17,598,124	0.018%	17,598,125	0.018%	17,598,140	0.018%	17,603,361	-0.012%	17,603,369	-0.012%	17,603,876	-0.015%
Carga Total	15,406,351		15,406,351		15,406,351		15,406,351		15,406,351		15,406,351	
Carga MT	3,300,659		3,300,659		3,300,659		3,300,659		3,300,659		3,300,659	
Carga BT	11,215,873		11,215,873		11,215,873		11,215,873		11,215,873		11,215,873	
Carga IP	847,000		847,000		847,000		847,000		847,000		847,000	
Medidores	42,819		42,819		42,819		42,819		42,819		42,819	
Perda Técnica	1,443,777	8.2027%	1,443,688	8.2022%	1,436,618	8.1620%	1,457,962	8.2833%	1,457,871	8.2827%	1,441,957	8.1923%
Trafos MT/BT	529,506	3.0083%	529,507	3.0083%	529,542	3.0085%	551,500	3.1333%	551,500	3.1333%	551,629	3.1340%
Ferro	483,315	2.7459%	483,315	2.7459%	483,301	2.7458%	485,147	2.7563%	485,147	2.7563%	485,051	2.7558%
Cobre	46,191	0.2624%	46,192	0.2624%	46,241	0.2627%	66,353	0.3770%	66,353	0.3770%	66,579	0.3783%
Redes MT	825,238	4.6885%	825,244	4.6885%	825,783	4.6916%	816,117	4.6367%	816,124	4.6367%	817,503	4.6446%
Redes BT	89,033	0.5058%	88,938	0.5053%	81,293	0.4619%	90,345	0.5133%	90,248	0.5127%	72,824	0.4137%



# Resultados das Perdas Técnicas

- Pequena variação percentual das perdas técnicas
- Perdas técnicas regulatória 8,203%
- Perdas técnicas com geometria dos condutores: 8,283%
- Pequena elevação das perdas técnicas considerando a geometria dos condutores comparada com as premissas da ANEEL em empregar as impedâncias de sequência positiva R1, e X1
- a modelagem dos parâmetros de linhas através da geometria dos condutores representa melhor o modelo físico das impedâncias das redes de MT e BT, desta forma, permitindo o cálculo mais efetivo das perdas técnicas.

Obrigado!