

METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO FP E CC EM CENÁRIOS COM ALTA PENETRAÇÃO DE IF-FT-GD

07/08/20

LUIZ GUILHERME RIVA TONINI

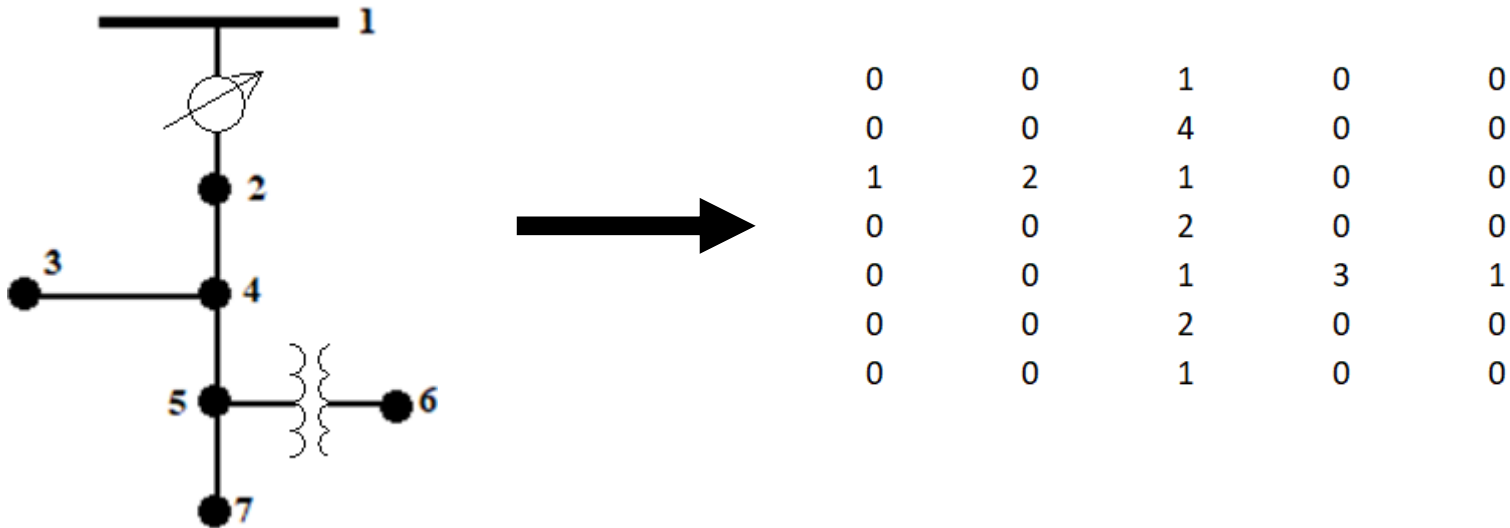
OURESTE ELIAS BATISTA

AUGUSTO CÉSAR RUEDA MEDINA

RENATO SANTOS FREIRE FERRAZ

CONFIGURAÇÕES

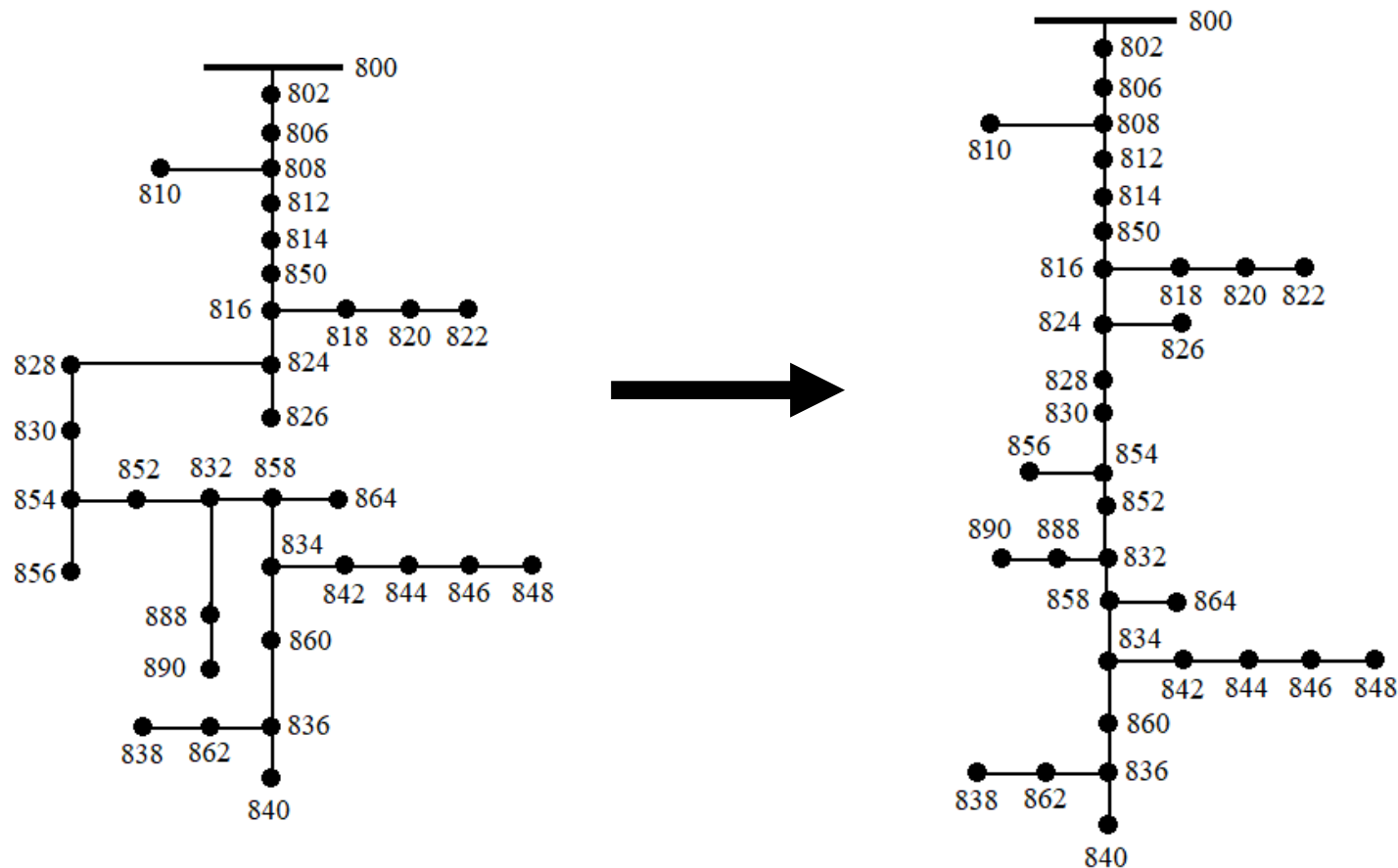
- A configuração do sistema é no formato de matriz:



- A representação é posta de cima para baixo, esquerda para a direita;
- A barra de referência sempre deve estar na primeira linha;
- O nó é representado por 1, a linha por 2, o transformador por 3, o regulador de tensão por 4 e o vazio por zero.

CONFIGURAÇÕES

- O sistema sempre deve ser informado em relação a linha principal:



DADOS DE ENTRADA

1. Configuração (slides anteriores);
2. Quantidade de configurações Z/Y;
3. Configurações Z/Y:
 - Informado em matriz 3x3;
 - Primeiro Y e depois Z, em pu.
4. Distância e configuração das linhas:
 - Primeiro a distância (m) e depois a configuração;
 - Repete para cada linha.
5. Potência nos nós em Estrela e Delta:
 - Vetor de 1x3 (VA), considerando capacitores;
 - IPA e IPR das GDs;
 - Primeiro em Estrela e depois em Delta.
 - Tipo de carga (1-S, 2-I e 3-Z)
6. Transformadores*:
 - Configuração;
 - Tipo (1-Dyg e 2-YgYg);
 - Potência (VA);
 - Tensão de Entrada e Saída (V);
 - Impedância (Ω).

7. Regulador de Tensão:
 - Relação de transformação;
 - Impedância.
8. Tensão (de fase) de referência.
9. Erro.
 - Recomendado é 0.001.
10. Impedância de Falta.
 - Vetor de 1x3.

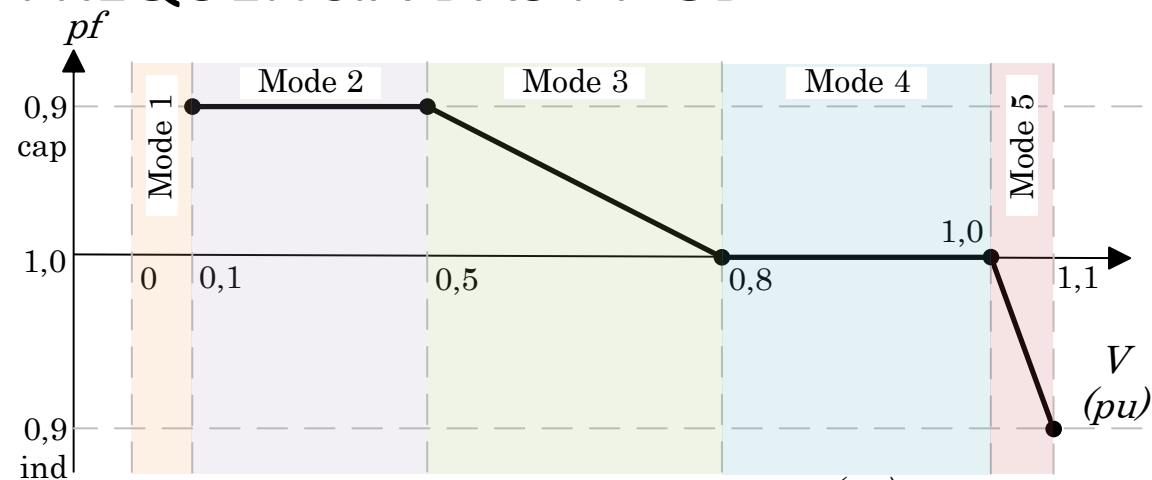
Para utilizar os arquivos com a entrada **igual** ao do IEEE de 13 e 34 nós, execute os arquivos IEEE_13 ou IEEE_34.mat e em seguida o Itera.m;

Os arquivos IEEE_13 e 34.m são referências para a entrada de dados, atento que eles **não** devem ser executados;

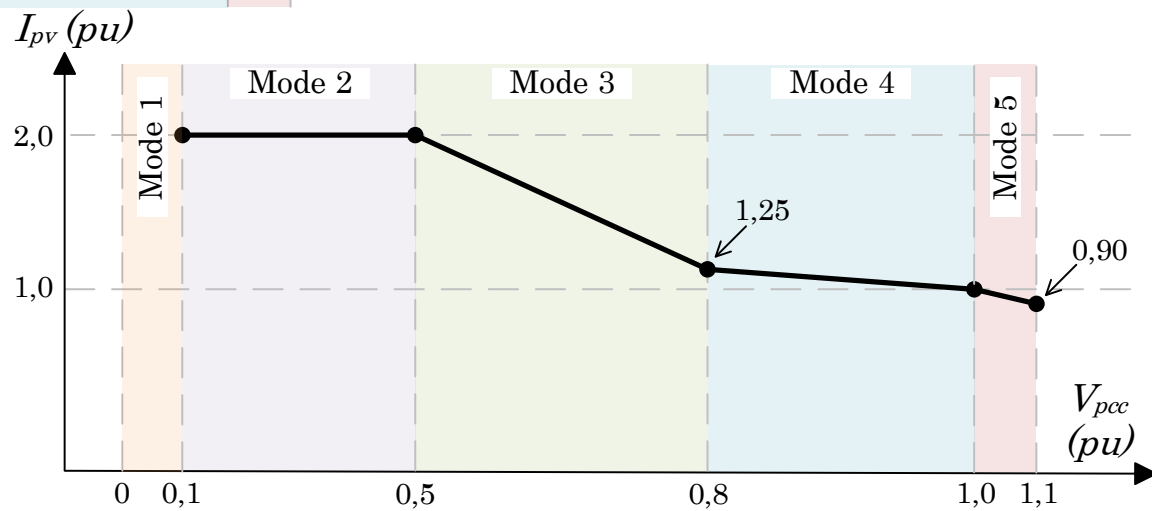
Para simular GDs nas cargas com 25, 50, 75 e 100% de Potência Ativa (PA), execute os arquivos IEEE_13_GD_% ou IEEE_34_GD_.mat, onde % é o PA e em seguida o Itera.m;

Para outros sistemas é necessário executar o arquivo corpo.m e entrar com os 10 itens mostrados.

CURVAS DOS MODOS DE OPERAÇÃO - INVERSORES DE FREQUÊNCIA DAS FT-GD*



*Obtidas por interpretação das normas
IEEE 1547/2018 E ABNT NBR 16.149/2013



Cálculo do Fluxo de Potência

$FP_{nabc} = 1$; Valor inicial

$$IPR_{nabc} = \frac{IPA_{nabc} \cdot P_{nabc} \cdot (1 - FP_{nabc})}{FP_{nabc} \cdot j \cdot Q_{nabc}}$$

$$\dot{S}_{nabc} = (1 - IPA_{nabc}) \cdot P_{nabc} + j \cdot (1 - IPR_{nabc}) \cdot (Q_{nabc} - Q_{cpn})$$

Z constante:

$$i_{Z_{Dn}} = \begin{bmatrix} \frac{(\dot{S}_{Da_n} \cdot \dot{V}_{ab_n}^*)^* - (\dot{S}_{Dc_n} \cdot \dot{V}_{ca_n}^*)^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \\ \frac{(\dot{S}_{Db_n} \cdot \dot{V}_{bc_n}^*)^* - (\dot{S}_{Da_n} \cdot \dot{V}_{ab_n}^*)^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \\ \frac{(\dot{S}_{Dc_n} \cdot \dot{V}_{ca_n}^*)^* - (\dot{S}_{Db_n} \cdot \dot{V}_{bc_n}^*)^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \end{bmatrix} \quad i_{Z_{Yn}} = \begin{bmatrix} \left(\frac{\dot{S}_{Ya_n} \cdot V_{Ya_n}^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yb_n} \cdot V_{Yb_n}^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yc_n} \cdot V_{Yc_n}^*}{\dot{V}_0 \cdot \dot{V}_0^*} \right)^* \end{bmatrix}$$

I constante:

$$i_{I_{Dn}} = \begin{bmatrix} \left(\frac{\dot{S}_{Da_n}}{V_o \angle 30^\circ} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Dc_n}}{V_o \angle 150^\circ} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Db_n}}{V_o \angle -90^\circ} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Da_n}}{V_o \angle 30^\circ} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Dc_n}}{V_o \angle 150^\circ} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Db_n}}{V_o \angle -90^\circ} \right)^* \end{bmatrix} \quad i_{I_{Yn}} = \begin{bmatrix} \left(\frac{\dot{S}_{Ya_n}}{V_o \angle 0^\circ} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yb_n}}{V_o \angle -120^\circ} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yc_n}}{V_o \angle 120^\circ} \right)^* \end{bmatrix}$$

S constante:

$$i_{S_{Dn}} = \begin{bmatrix} \left(\frac{\dot{S}_{Da_n}}{\dot{V}_{ab_n}} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Dc_n}}{\dot{V}_{ca_n}} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Db_n}}{\dot{V}_{bc_n}} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Da_n}}{\dot{V}_{ab_n}} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Dc_n}}{\dot{V}_{ca_n}} \right)^* - \left(\frac{\dot{S}_{Db_n}}{\dot{V}_{bc_n}} \right)^* \end{bmatrix} \quad i_{S_{Yn}} = \begin{bmatrix} \left(\frac{\dot{S}_{Ya_n}}{\dot{V}_{a_n}} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yb_n}}{\dot{V}_{b_n}} \right)^* \\ \left(\frac{\dot{S}_{Yc_n}}{\dot{V}_{c_n}} \right)^* \end{bmatrix}$$

$$\dot{I}_l = \dot{I}_{Dn} + \dot{I}_{Yn} - (Y_{a_n}^* \cdot \dot{V}_{a_n} + Y_{b_n}^* \cdot \dot{V}_{b_n} + Y_{c_n}^* \cdot \dot{V}_{c_n})$$

$$\dot{V}_n = \alpha_{trn} \cdot \dot{V}_s' - (Z_{ln} + Z_{trn}) \cdot \dot{I}_l$$

Atualiza o FP_{GD}

Modos de operação (FPxV)

$$FP_{nabc} = 0.9 \text{ \& } V_{nabc} = [0,0.1]$$

$$FP_{nabc} = 0.9 \text{ \& } V_{nabc} = [0.1,0.5]$$

$$FP_{nabc} = 0.3333 \cdot V_{nabc} + 0.7333$$

$$FP_{nabc} = 1 \text{ \& } V_{nabc} = [0.8,1]$$

$$FP_{nabc} = -1.2222 \cdot V_{nabc} + 2.2222$$

Cálculo do Curto-Circuito

$$Z_{Th_{abc}} = A_{t_n} \cdot Z_{equi_n} \cdot d_{t_n} + Z_{tr_{abc_n}}$$

$$Y_{abc_n} = (Z_{Th_{abc}} + Z_{l_{abc_n}})^{-1}$$

$$\begin{bmatrix} IP_a \\ IP_b \\ IP_c \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & Y_{1,1} & Y_{1,2} & Y_{1,3} & Y_{S_1} \\ 0 & 1 & 0 & Y_{2,1} & Y_{2,2} & Y_{2,3} & Y_{S_2} \\ 0 & 0 & 1 & Y_{3,1} & Y_{3,2} & Y_{3,3} & Y_{S_3} \\ C_{4,1} & C_{4,2} & C_{4,3} & C_{4,4} & C_{4,5} & C_{4,6} & C_{4,7} \\ C_{5,1} & C_{5,2} & C_{5,3} & C_{5,4} & C_{5,5} & C_{5,6} & C_{5,7} \\ C_{6,1} & C_{6,2} & C_{6,3} & C_{6,4} & C_{6,5} & C_{6,6} & C_{6,7} \\ C_{7,1} & C_{7,2} & C_{7,3} & C_{7,4} & C_{7,5} & C_{7,6} & C_{7,7} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} If_a \\ If_a \\ If_a \\ V_{ax} \\ V_{bx} \\ V_{cx} \\ V_{xg} \end{bmatrix}$$

Falta monofásica:

$$C_{4,4}; C_{5,3}; C_{6,2}; C_{7,7} = 1; \text{ Fase A}$$

$$C_{4,5}; C_{5,2}; C_{6,3}; C_{7,7} = 1; \text{ Fase B}$$

$$C_{4,6}; C_{5,1}; C_{6,2}; C_{7,7} = 1; \text{ Fase C}$$

Falta bifásica:

$$C_{4,4}; C_{5,5}; C_{6,3}; C_{7,1}; C_{7,2} = 1; \text{ Fase AB}$$

$$C_{4,4}; C_{5,6}; C_{6,2}; C_{7,1}; C_{7,3} = 1; \text{ Fase BC}$$

$$C_{4,4}; C_{5,3}; C_{6,2}; C_{7,2}; C_{7,3} = 1; \text{ Fase CA}$$

Falta trifásica:

$$C_{4,4}; C_{5,5}; C_{6,6}; C_{7,1}; C_{7,2}; C_{7,3} = 1$$

$$\dot{I}P_{abc_n} = Y_{eq_{abc_n}} \cdot \dot{V}_{pf_{abc_n}}$$

$$\dot{I}f_{abc} = C^{-1} \cdot \dot{I}P_{abc}$$

$$\dot{I}f_{GD_{abc}} = X_i \cdot \sum_{i=0}^n \dot{I}_{GD_{abc_n}}$$

$$\dot{V}_{abc_{lg}} = \dot{V}_{abc_x} + \dot{V}_{xg}$$

$$\dot{V}_{cc_{abc_n}} = \dot{V}_{abc_{lg}} + Z_{abc_n} \cdot (\dot{I}f_{abc} + \dot{I}f_{GD_{abc}})$$

Modos de operação (IccxVcc)

$$V_{cc_{abc}} = [0,0.1] \ \& \ If_{abc} = 2$$

$$V_{cc_{abc}} = [0,0.1] \ \& \ If_{abc} = [0.1,0.5]$$

$$V_{cc_{abc}} = -0.4 \cdot If_{abc} + 1.3$$

$$V_{cc_{abc}} = -0.8 \cdot If_{abc} + 1.8$$

$$V_{cc_{abc}} = -1 \cdot If_{abc} + 2$$

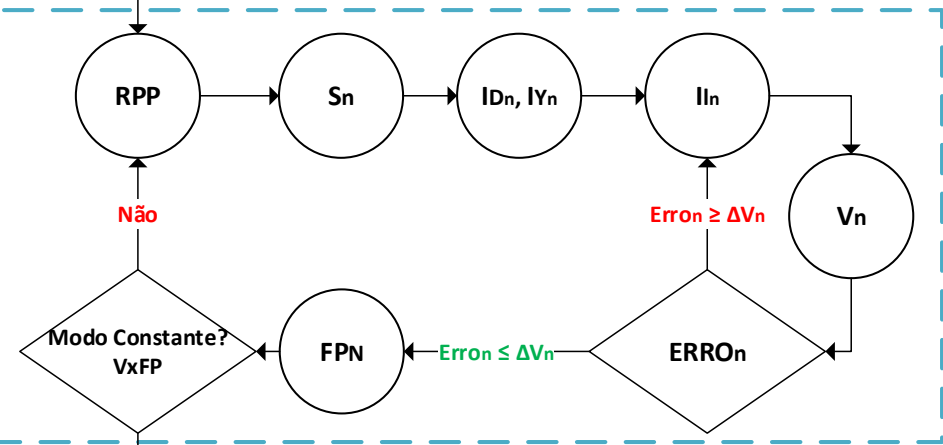
Atualiza o Xi*

*Ainda não implementado

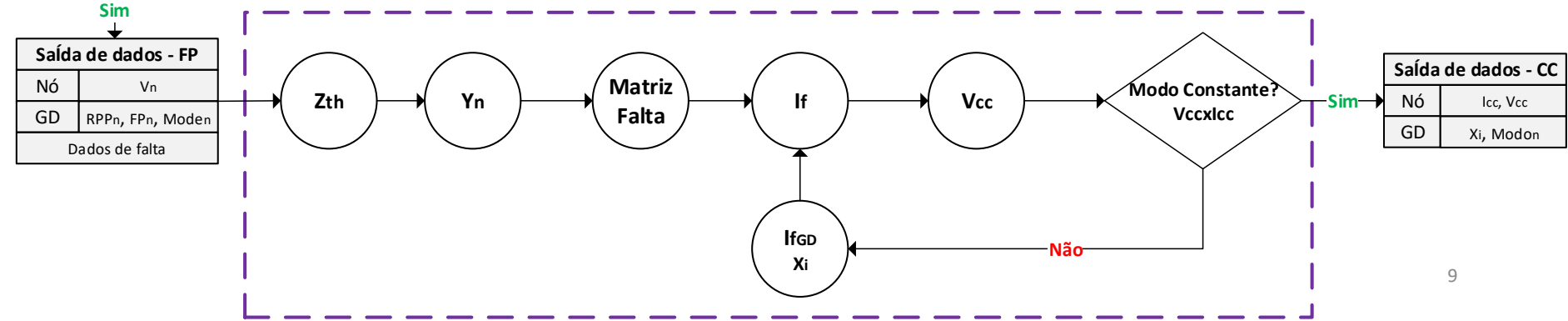
FLUXOGRAMA

Entrada de dados	
Nó	V_{ref} , P_n , Q_n , Q_{cp}
Linha	Z_n , Y_n , α_n , Z_{trn}
GD	APP, FP
Erro do fluxo de potência	

Fluxo de potência



Curto-circuito



Muito obrigado pela atenção

Luiz Guilherme Riva Tonini

lgtonini@gmail.com

(27) 999774865 – Telefone/Whatsapp