

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ELT 448 - Qualidade de Energia**

Professor: Victor Dardengo

Nome: Werikson Frederiko de Oliveira Alves Mat: 96708 Data: 23/05/2022

**Aula Prática 3**

O objetivo desta prática é classificar os distúrbios referentes a tensão, para faltas aplicadas a um sistema de distribuição, modelado conforme os parâmetros descritos abaixo.

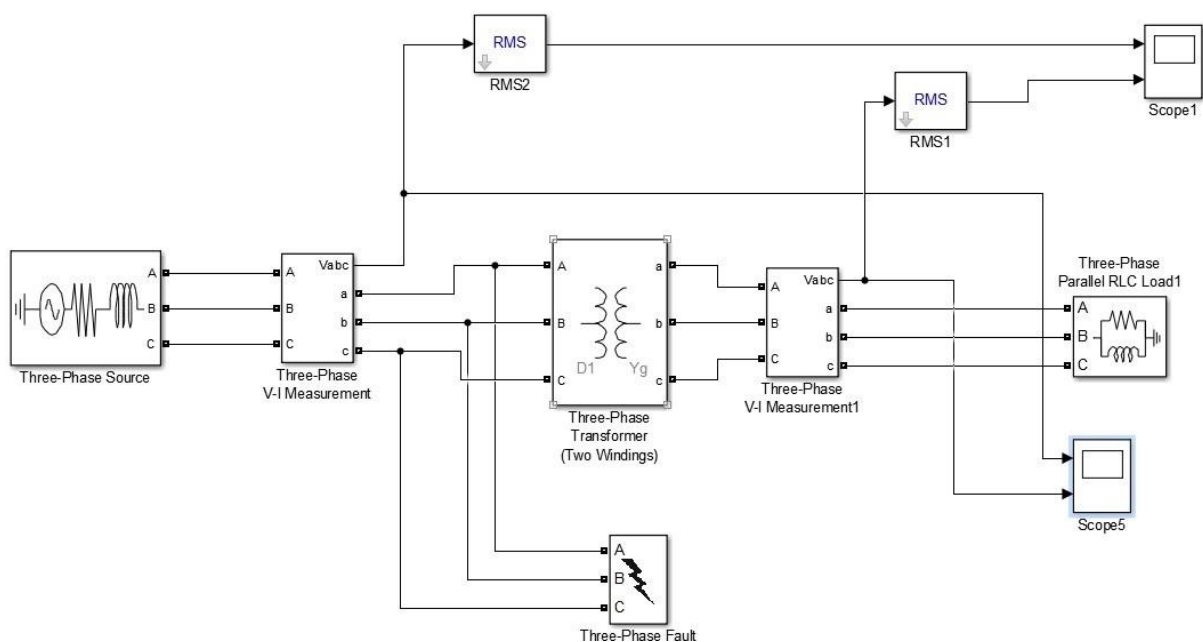
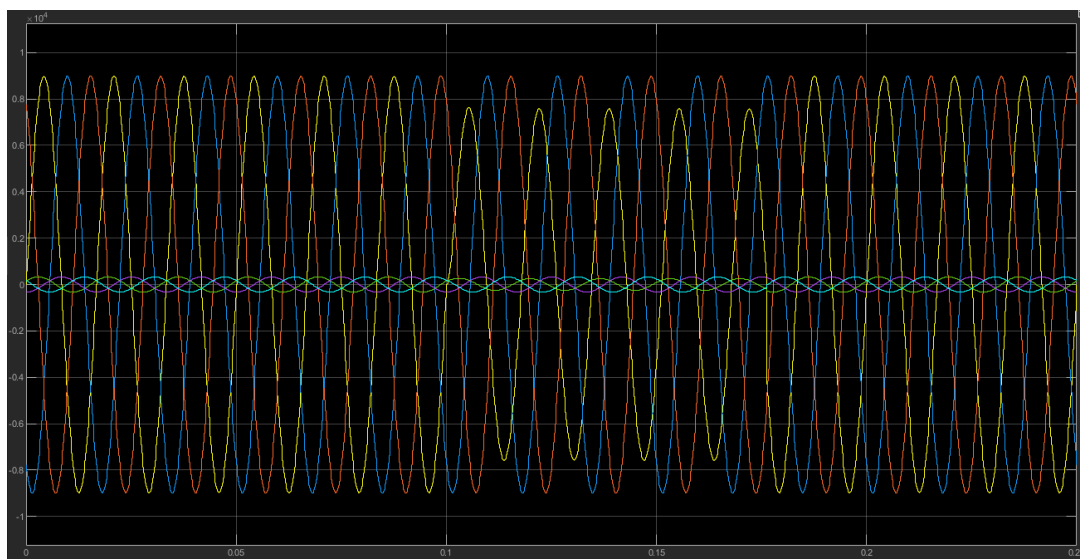


Fig. 1: Diagrama esquemático - Sistema de distribuição.

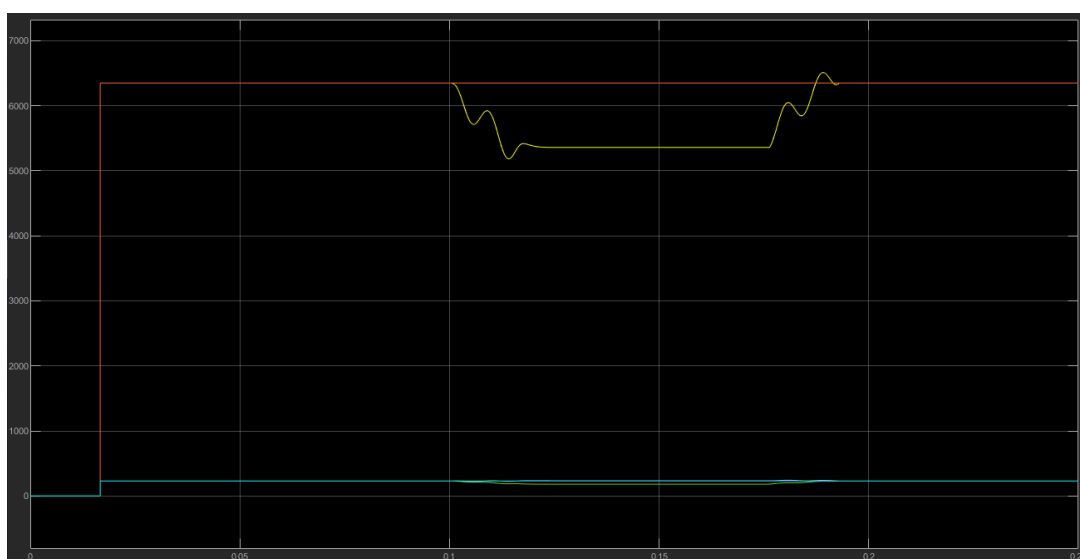
**Experimento:**

Aplique falta monofásica (fase A), fase bifásica (fase A e B) e falta trifásica, todas para terra, inicialmente com  $R_g=0 \, \Omega$  e posteriormente com  $R_g=1000 \, \Omega$ . Para cada caso simulado, identifique se houve problema de variação de tensão no lado da carga e classifique-o.

- Para as simulações com  $R_g = 0 \, \Omega$ , temos:
  - Para a falta monofásica, houve uma variação, para baixo, de 0,15 p.u em relação a tensão de referência para a fase em que ocorre a falta, permanecendo por 5 ciclos e sendo inferior a 3 segundos de duração, como podem ser observado nas figuras S1 e S2. Portanto, este caso pode ser classificado como um Afundamento Momentâneo de tensão – AMT.

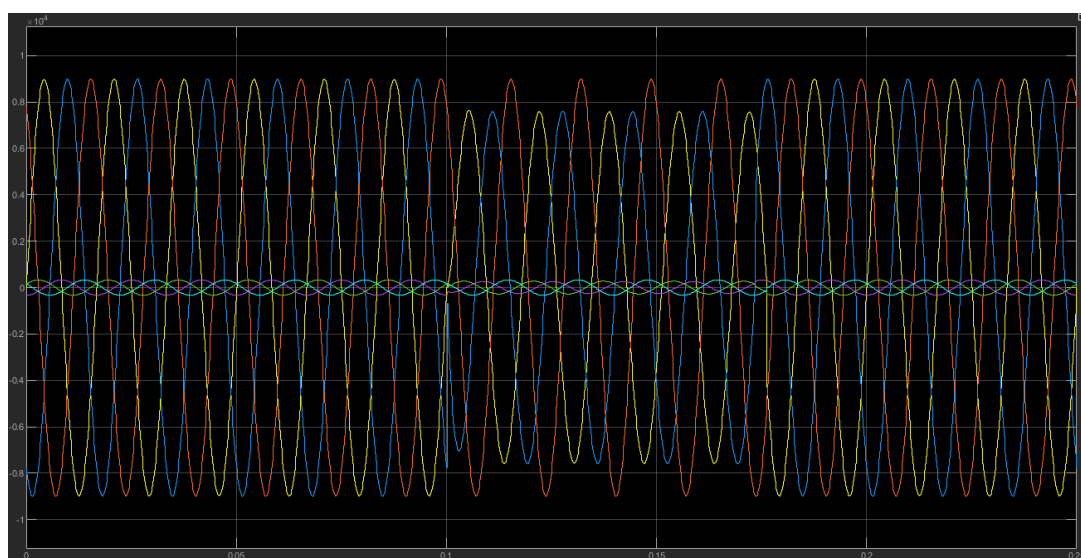


**Figura S1: Falta Monofásica – Tensões Nominais**

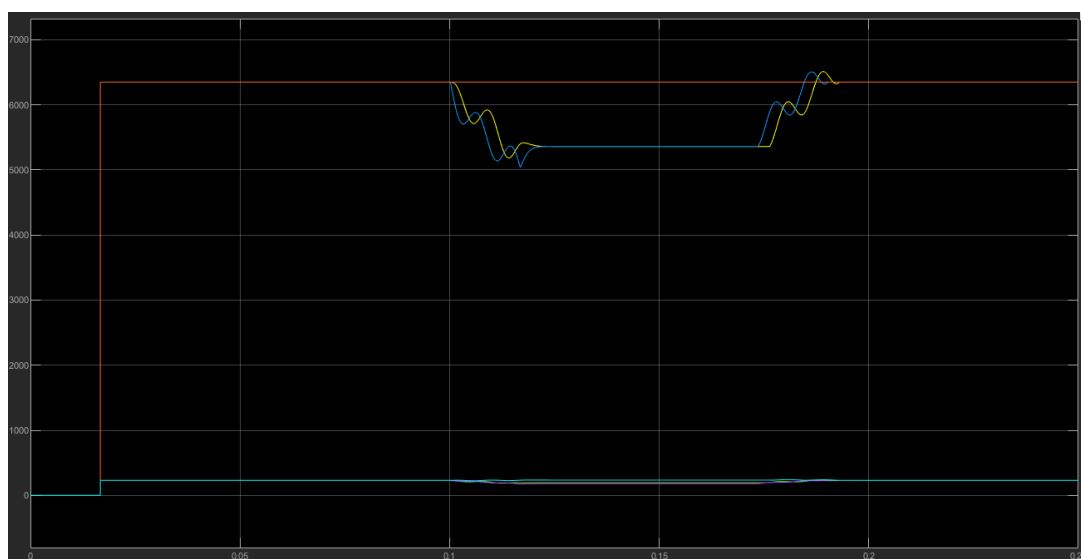


**Figura S2: Falta Monofásica – Tensões RMS**

- Para a falta bifásica, houve uma variação, para baixo, de 0,15 p.u em relação a tensão de referência para as fases em que ocorreram as faltas, permanecendo por 5 ciclos e sendo inferior a 3 segundos de duração, como podem ser observado nas figuras S3 e S4. Portanto, este caso pode ser classificado como um Afundamento Momentâneo de tensão – AMT.

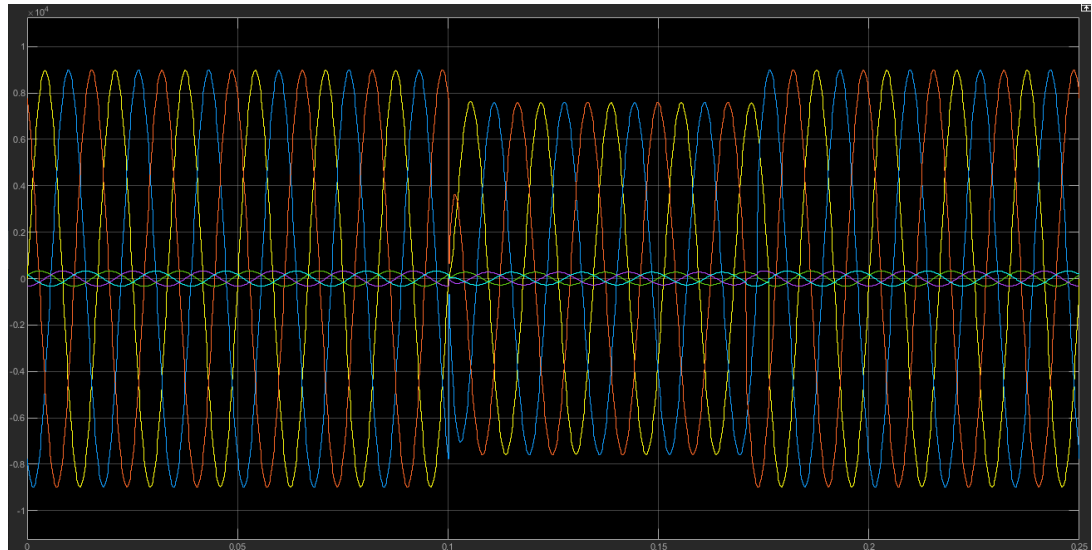


**Figura S3: Falta Bifásica – Tensões Nominais**



**Figura S4: Falta Bifásica – Tensões RMS**

- Para a falta trifásica, houve uma diminuição nas três fases de 0,15 p.u em relação a tensão de referência, permanecendo por 5 ciclos e sendo inferior a 3 segundos de duração, como podem ser observado nas figuras S5 e S6. Portanto, para este caso, podemos classificá-los como um Afundamento Momentâneo de tensão – AMT.

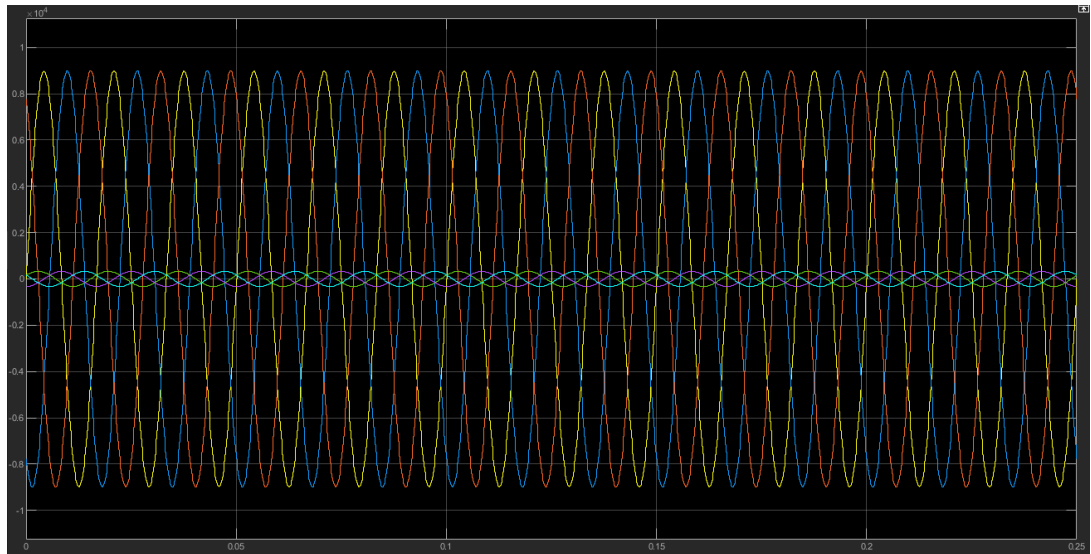


**Figura S5: Falta Trifásica – Tensões Nominais**



**Figura S6: Falta Trifásica – Tensões RMS**

- Para as simulações com  $R_g = 1000 \, \Omega$ , temos:
  - Para a falta monofásica, não houve uma variação expressiva na amplitude da tensão, e com isto, apenas observando os gráficos não foi possível identificar a duração da falta, indicando a necessidade de outros métodos para a identificação, deste caso, como podem ser observado nas figuras S7 e S8. Portanto, para este caso, não foi possível observar se houve problema de variação de tensão no lado da carga.

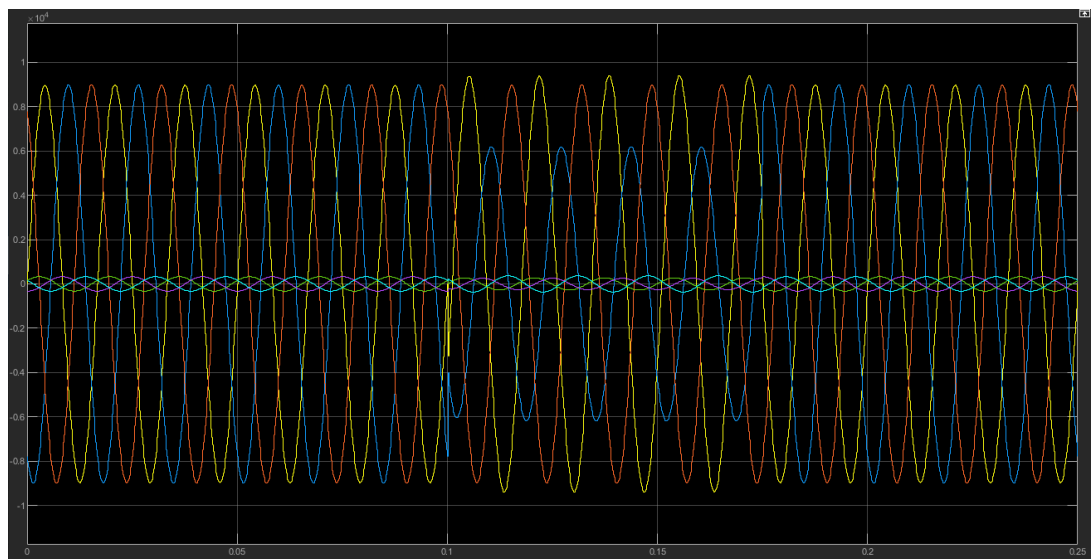


**Figura S7: Falta Monofásica – Tensões Nominais**

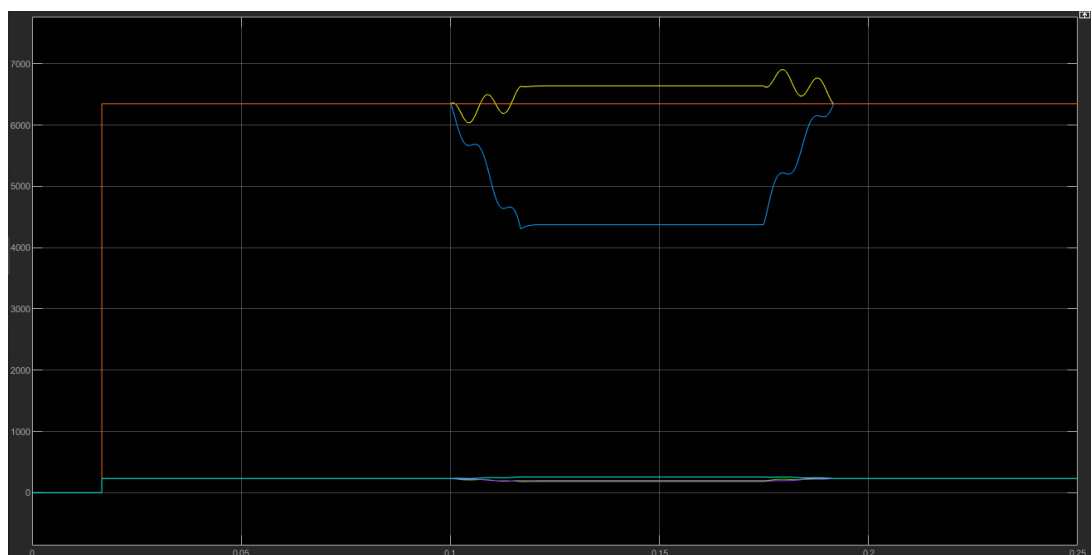


**Figura S8: Falta Monofásica – Tensões RMS**

- Para a falta bifásica, a fase A sofreu um leve aumento de 0,06 p.u e a fase B sofreu uma redução de 0,3 p.u em relação as tensões de referências, sendo que estas variações permaneceram durante 5 ciclos e com duração inferior a 3 segundos, como podem ser observado nas figuras S9 e S10. Portanto, para este caso, pode-se dizer que a fase B sofreu um Afundamento Momentâneo de Tensão – AMT. Já a fase A, que teve um aumento inferior a 1,1 p.u em relação a tensão de referência, não pôde ser classificada.

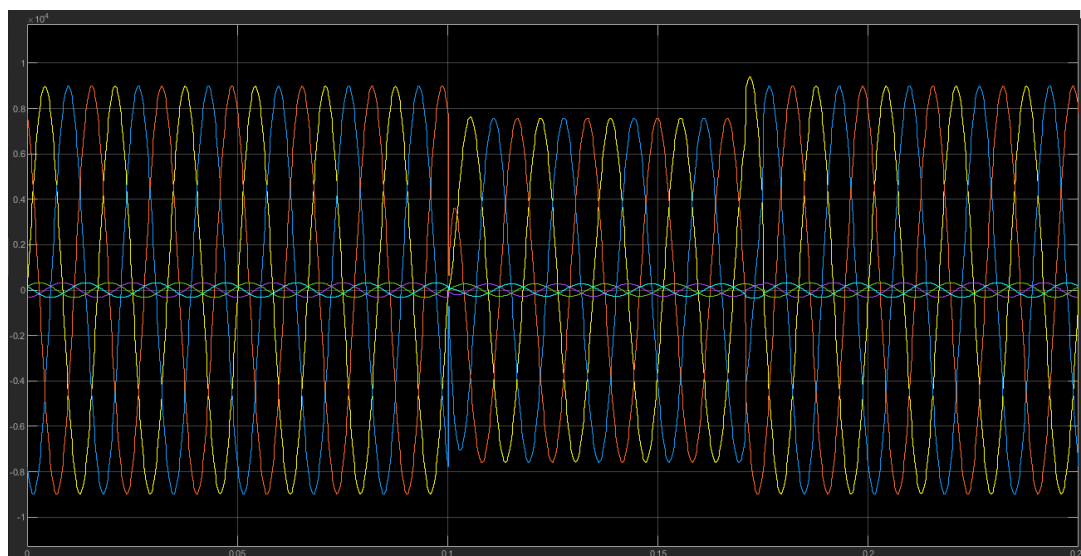


**Figura S9: Falta Bifásica – Tensões Nominais**

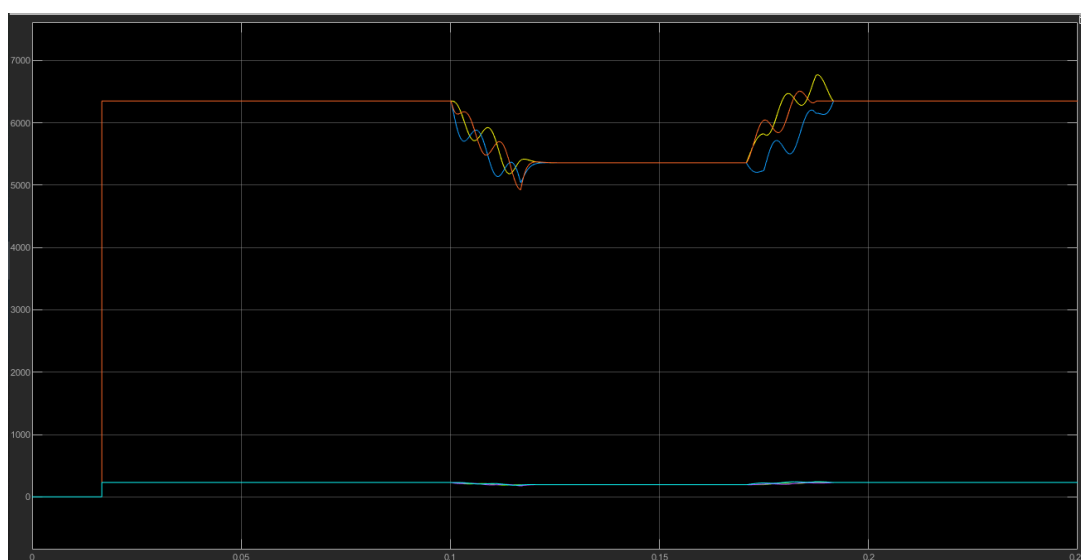


**Figura S10: Falta Bifásica – Tensões RMS**

- Para a falta trifásica, houve uma diminuição nas três fases de 0,17 p.u em relação as tensões de referência, permanecendo por 4 ciclos e sendo inferior a 3 segundos de duração, como podem ser observado nas figuras S11 e S12. Assim, para este caso, podemos classificá-lo, também, como um Afundamento Momentâneo de tensão – AMT



**Figura S11: Falta Trifásica – Tensões Nominais**



**Figura S12: Falta Trifásica – Tensões RMS**

### Conclusões:

Por meio destas simulações, percebe-se que quando ocorre uma falta com o terra e este não possui uma resistência considerável ( $R_g = 0 \, \Omega$ ), na maioria das vezes a tensão na carga tende a diminuir e além disto, percebe-se que a identificação da falta, por meio de gráficos não é tão difícil. Contudo, quando ocorre uma falta com o terra e este possui alguma resistência ( $R_g = 1000 \, \Omega$ ), vemos que as fases podem sofrer variações diferentes entre si (em termos de amplitudes, ciclos ou durações) ou até mesmo não sofrer uma grande variação em relação a tensão original e assim alguns aparelhos não identificam a falta.

Block Parameters: Three-Phase Source

Three-Phase Source (mask) (link)

Three-phase voltage source in series with RL branch.

Parameters Load Flow

Configuration: Yg

Source

☐ Specify internal voltages for each phase

Phase-to-phase voltage (Vrms):

11e3

Phase angle of phase A (degrees):

0

Frequency (Hz):

50

Impedance

☒ Internal ☒ Specify short-circuit level parameters

3-phase short-circuit level at base voltage(VA):

30e6

Base voltage (Vrms ph-ph):

11e3

X/R ratio:

7

OK Cancel Help Apply

Fig. 2: Fonte de tensão.



Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings) ✕

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters Advanced

Winding 1 connection (ABC terminals):  
Delta (D1)

Winding 2 connection (abc terminals):  
Yg

Core

Type: Three single-phase transformers


☐ Simulate saturation

Measurements

None

OK Cancel Help Apply

Fig. 3: Transformador - Configuration.


Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings)

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

ConfigurationParametersAdvanced

Units pu

Nominal power and frequency [ Pn(VA) , fn(Hz) ]

[ 1e6 , 50 ]

Winding 1 parameters [ V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu) ]

[ 11e3 , 0.002 , 0.08 ]

Winding 2 parameters [ V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu) ]

[ 0.4e3 , 0.002 , 0.08 ]

Magnetization resistance Rm (pu)

500

Magnetization inductance Lm (pu)

500

Saturation characteristic [ i1 , phi1 ; i2 , phi2 ; ... ] (pu)

[ 0,0 ; 0.0024,1.2 ; 1.0,1.52 ]

Initial fluxes [ phi0A , phi0B , phi0C ] (pu):

[ 0.8 , -0.8 , 0.7 ]

OKCancelHelpApply

Fig. 4: Transformador - Parameters.

Block Parameters: Three-Phase Parallel RLC Load1

Three-Phase Parallel RLC Load (mask) (link)  
Implements a three-phase parallel RLC load.

Parameters Load Flow

Configuration Y (grounded)

Nominal phase-to-phase voltage  $V_n$  (Vrms)  
400

Nominal frequency  $f_n$  (Hz):  
50

☐ Specify PQ powers for each phase

Active power  $P$  (W):  
10e3

Inductive reactive Power  $Q_L$  (positive var):  
100

Capacitive reactive power  $Q_c$  (negative var):  
0

Measurements None

OK Cancel Help Apply

Fig. 5: Carga.

Block Parameters: Three-Phase Fault

Three-Phase Fault (mask) (link)

Implements a fault (short-circuit) between any phase and the ground. When the external switching time mode is selected, a Simulink logical signal is used to control the fault operation.

Parameters

Initial status: 0

Fault between:

☒ Phase A ☒ Phase B ☐ Phase C ☒ Ground

Switching times (s): [0.1 0.168] ☐ External

Fault resistance  $R_{on}$  (Ohm):

8

Ground resistance  $R_g$  (Ohm):

0.01

Snubber resistance  $R_s$  (Ohm):

1e6

Snubber capacitance  $C_s$  (F):

inf

Measurements: None

OK Cancel Help Apply

Fig. 6: Bloco de falta.