

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: 16/05/2022

Aula Prática 2

O objetivo desta prática é simular e analisar diferentes tipos de falta em linhas de distribuição. Os testes serão realizados de acordo com o modelo representado na Fig. 1. A linha tem comprimento de 200 km.

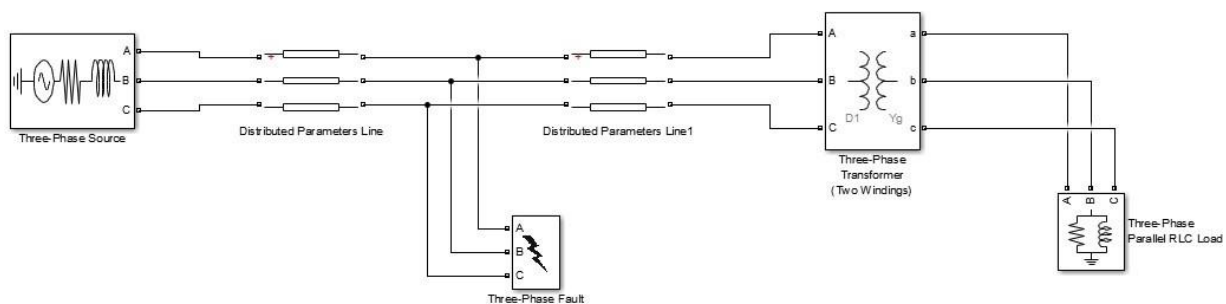


Fig. 1: Diagrama esquemático.

As configurações de cada bloco estão demonstradas nas figuras de 2 a 6.

Experimento 1:

Aplique para a mesma distância e resistência de falta, falta monofásica, bifásica e trifásica e analise as correntes de curto-circuito que estão passando na linha. Para auxiliar nas análises, plote as formas de onda da corrente.

Resposta: Considerando uma distância de 100 km do início da linha de transmissão e uma resistência de falta de $0.001 \, \Omega$ foi possível concluir que dependendo do tipo de curto, ele pode acabar deformando a onda e que quanto mais fases estiverem envolvidas maior será o pico de corrente alcançado, podendo gerar grandes prejuízos ao sistema. Os resultados são apresentados a seguir:

- Para a falta monofásica, aplicada na fase A com o terra, figura R1, a corrente que passa pela fase A tem um aumento muito grande, quase 10 vezes o valor original, e as fases B e C praticamente permaneceram constantes em relação a fase A. Após o término do curto é possível observar que durante um período de tempo, as formas de ondas ficaram deformadas, devido as harmônicas geradas, até que as corrente das três fases voltassem ao normal.
- Para a falta bifásica, aplicada na fase A com a fase B, figura R2, as correntes de curto que passam pelas fases A e B tiveram um grande aumento, de quase 20 vezes o valor original, e a fase C praticamente permaneceu constante em relação as outras. Após o término do curto é possível observar que novamente a forma de onda sofreu uma deformação durante um período de tempo, contudo menor que o tempo permanecido durante o curto monofásico.
- Para a falta trifásica, aplicada entre as três fases, figura R3, todas as fases apresentaram uma corrente de curto muito elevada, tendo como valor máximo picos que possuíam quase 23 vezes o valor original. Vale reassaltar que as fases B e C, em relação a fase A, sofreram bastante deformações durante o início do curto. Após o término do curto é possível observar que mais uma vez a forma de onda sofreu uma deformação durante um pequeno período de tempo, contudo menor que o tempo permanecido durante o curto monofásico.

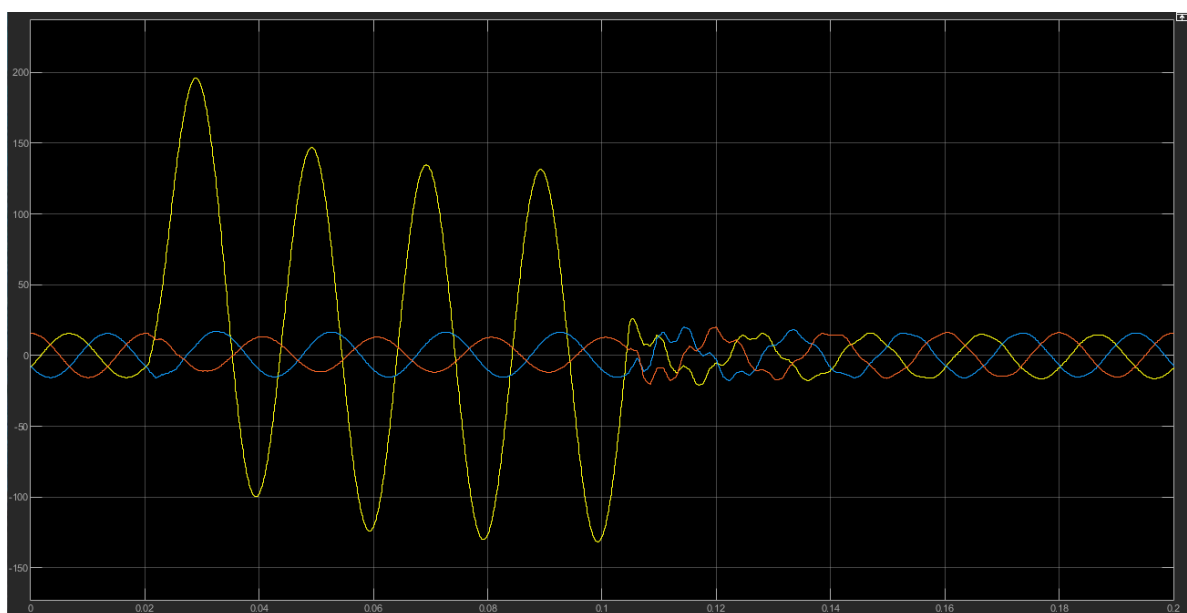


Figura R1: Corrente de curto monofásico

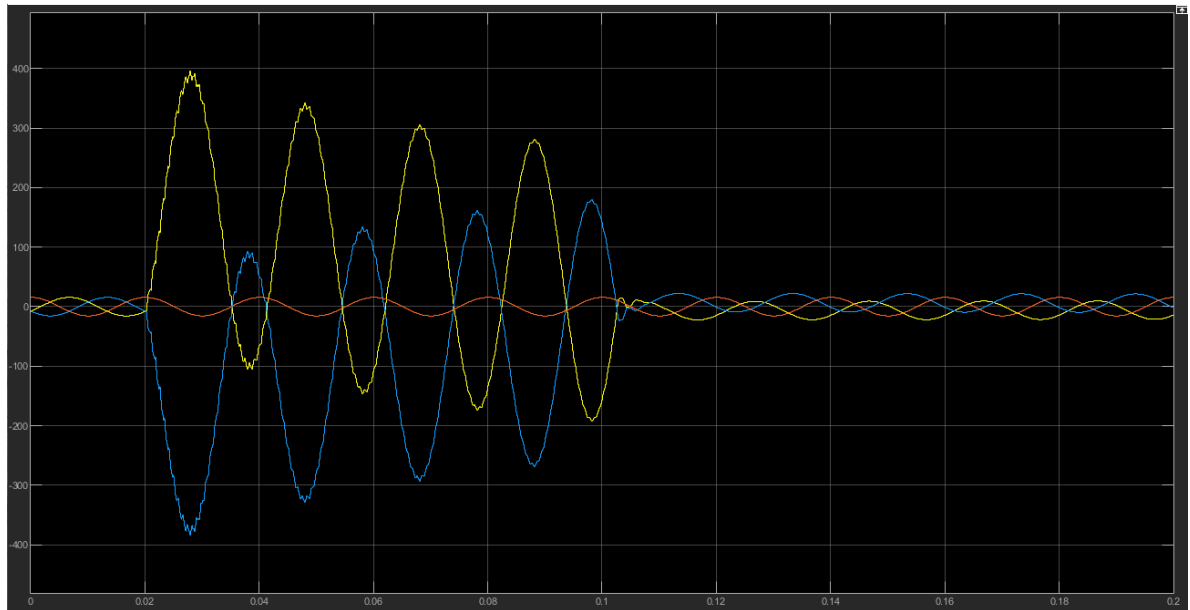


Figura R2: Corrente de curto bifásico

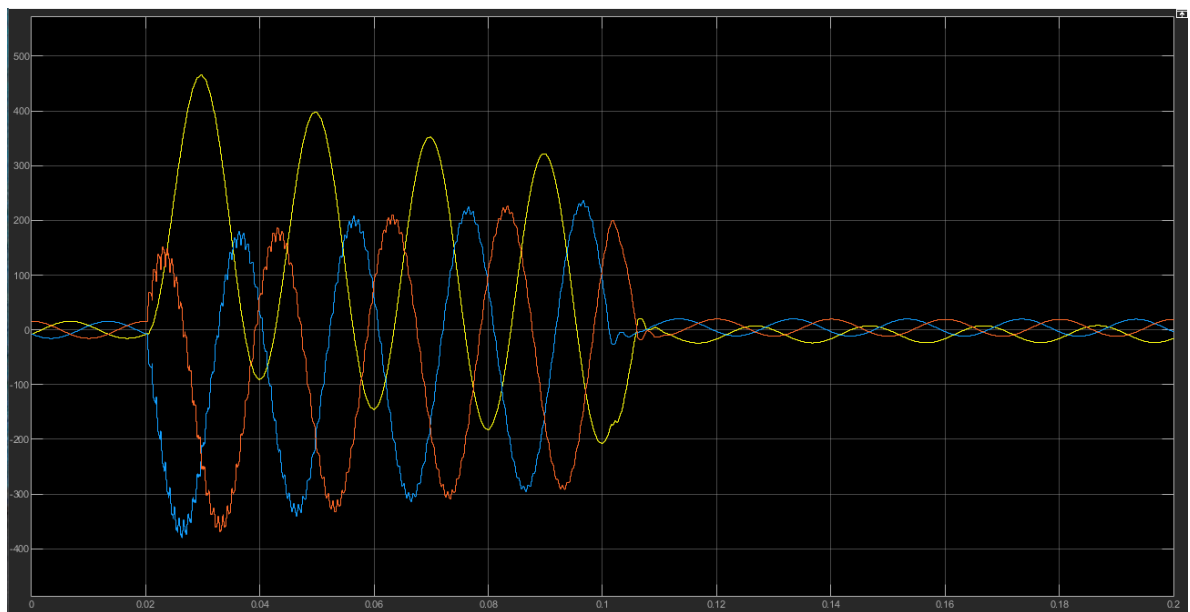


Figura R3: Corrente de curto trifásico

Experimento 2:

Escolha um determinado tipo de falta (fase-terra, bifásica, bifásica-terra, etc) e aplique faltas em 10 km, 100 km 190 km distante da fonte. O que se observa analisando os níveis das correntede curto-circuito? Para auxiliar nas análises, plote as formas de onda das correntes.

Resposta: Considerando uma falta bifásica-terra, fases A e B, e uma resistência de falta de 0.001 Ω , foi possível concluir que ao ocorrer uma falta, na configuração citada, quanto mais próximo

da origem da linha, ou seja, mais próximo da geração, maiores serão os picos de correntes, devido ao menor valor de impedância, podendo assim, danificar vários componentes e setores da linha de transmissão com maior facilidade. Os resultados das simulações são apresentados a seguir:

- Para uma distância de 10 km do início da linha de transmissão, figura R4, é possível ver que as correntes envolvidas na falta tiveram um aumento bem elevado, mais de 80 vezes o valor nominal, além das distorções geradas até que os sinais voltassem ao normal.
- Para uma distância de 100 km do início da linha de transmissão, figura R5, o valor máximo alcançado foi bem menor em relação ao anterior, por volta de 20 vezes o valor nominal, sendo possível observar uma distorção considerável nas formas de ondas da corrente do sistema.
- Para uma distância de 190 km do início da linha de transmissão, figura R6, o valor máximo alcançado foi bem menor em relação ao primeiro, sendo este de aproximadamente 9 vezes o valor nominal. Para esta simulação fica bem evidente a distorção na forma de ondas em todas as correntes durante a simulação.

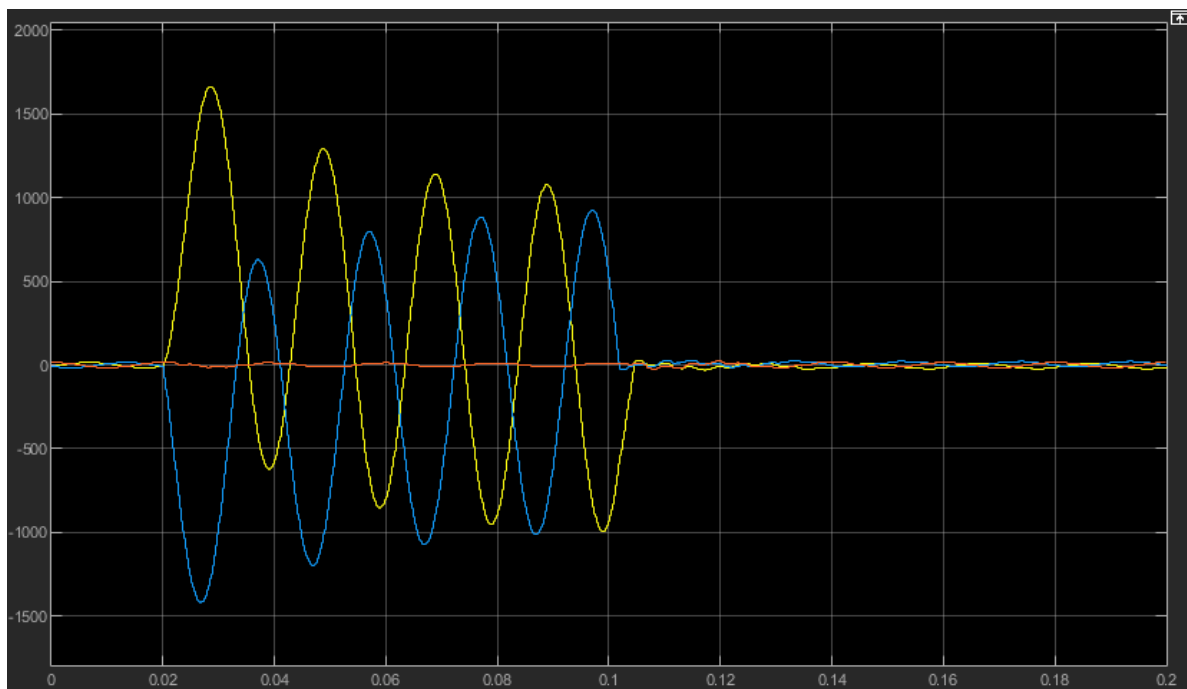


Figura R4: Corrente de curto com 10 km do início da LT.

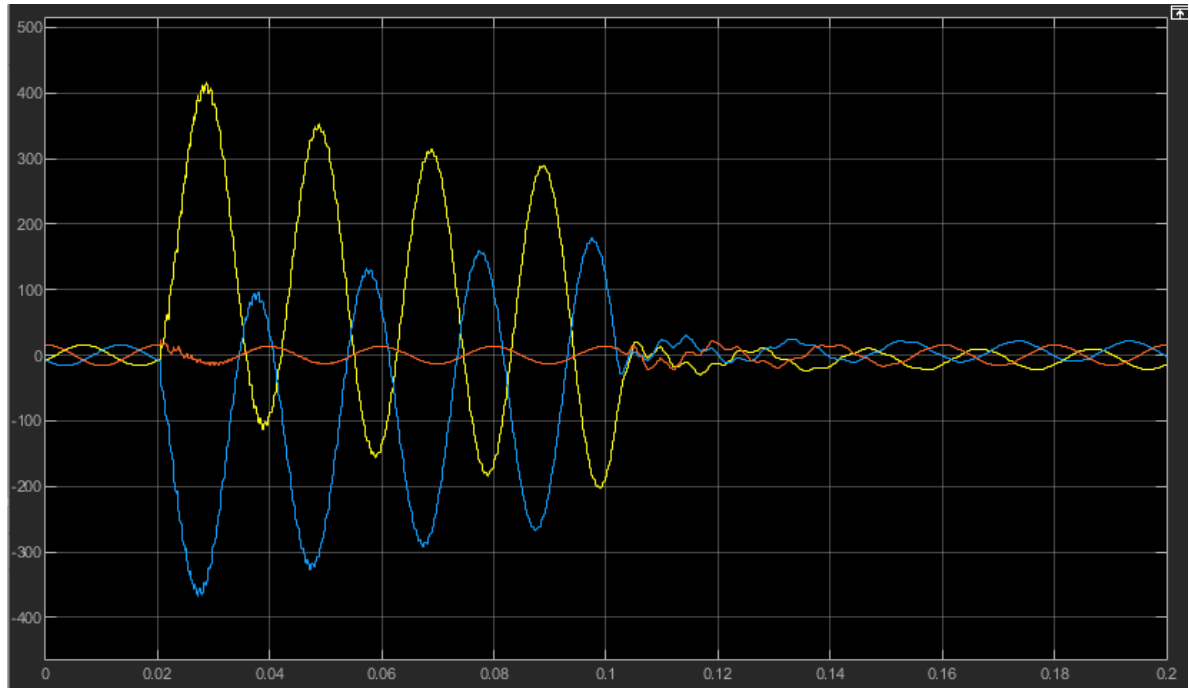


Figura R5: Corrente de curto com 100 km do início da LT.

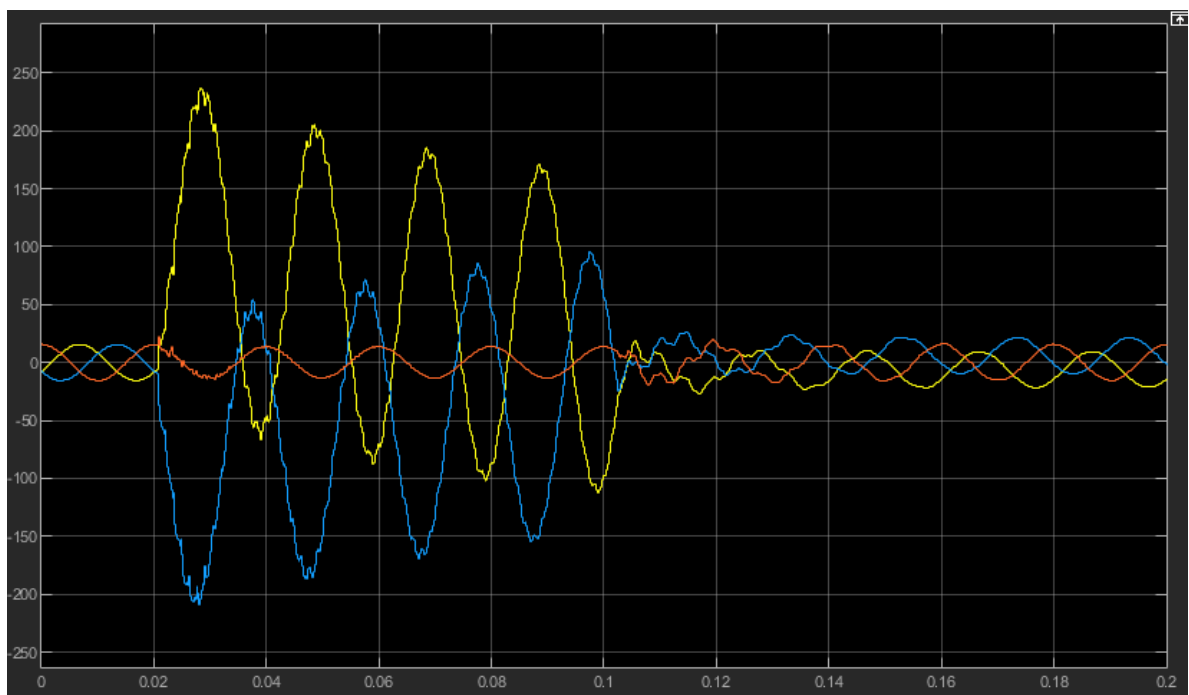


Figura R6: Corrente de curto com 190 km do início da LT.

Experimento 3:

Escolha um determinado tipo de falta (fase-terra, bifásica, bifásica-terra, etc) e aplique faltas com resistência de falta iguais a 0.001Ω , 100Ω e 10000Ω . O que se observa analisando os

níveis das corrente de curto-circuito? Para auxiliar nas análises, plote as formas de onda das correntes.

Para a falta com resistência de $1000\ \Omega$ um dispositivo de proteção tradicional baseado em sobrecorrente seria uma boa opção de proteção? Explique sua resposta.

Resposta: Considerando uma falta bifásica-terra, fases A e B, novamente, e uma distância de 100 km do início da linha de transmissão, foi possível concluir que quanto maior a resistência de falta menor será o valor máximo da corrente de curto-circuito e menor será as deformações nas formas de ondas das correntes, e com isto maior será a dificuldade em identificar um curto-circuito no sistema. Os resultados das simulações são apresentados a seguir:

- Para uma resistência de falta de $0.001\ \Omega$, figura R7, temos como valor máximo alcançado aproximadamente 20 vezes o valor nominal, sendo possível observar uma distorção considerável nas formas de ondas da corrente do sistema após o curto.
- Para uma resistência de falta de $100\ \Omega$, figura R8, é possível observar que os valores máximos caíram em relação ao anterior, sendo de aproximadamente 4 vezes maior agora. Além disto, as distorções também foram reduzidas.
- Já para uma resistência de falta de $10\ \text{k}\Omega$, figura R9, percebe-se que as deformações são praticamente nulas e não há um valor de pico de corrente considerável durante o curto-circuito.

Além disto, podemos concluir que ao haver um curto-circuito em alguma parte da linha, para esta última simulação, por exemplo, os relés de proteção podem acabar não conseguindo identificar o problema e por consequência permitir que o curto-circuito continue acontecendo. Dessa forma, vemos que para uma resistência de falta elevada, um dispositivo de proteção tradicional baseado em sobrecorrente não seria uma boa opção de proteção para o sistema.

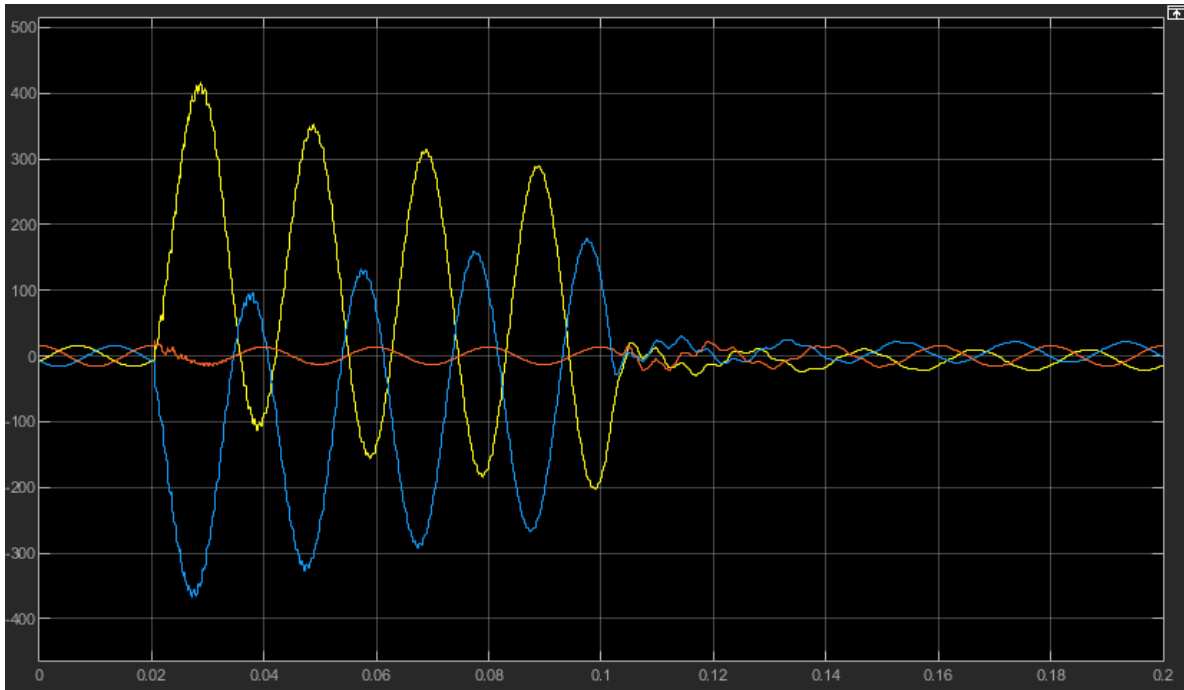


Figura R7: Corrente de curto com resistência de de falta de 0.001Ω .

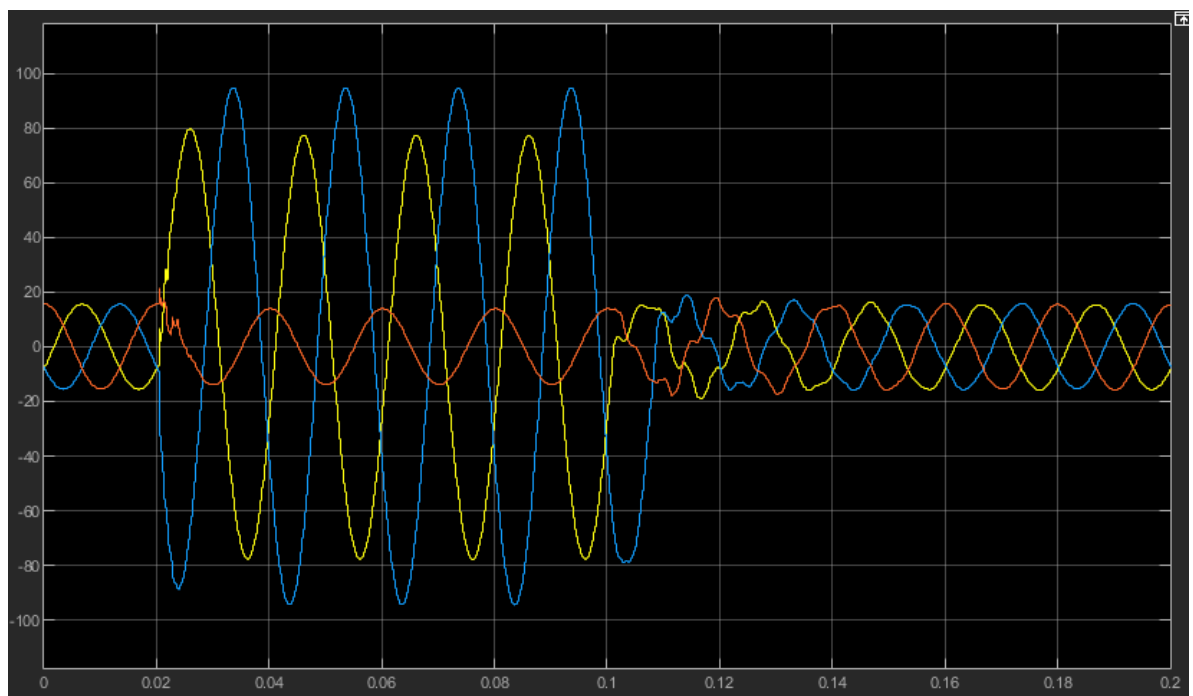


Figura R8: Corrente de curto com resistência de de falta de 100Ω .

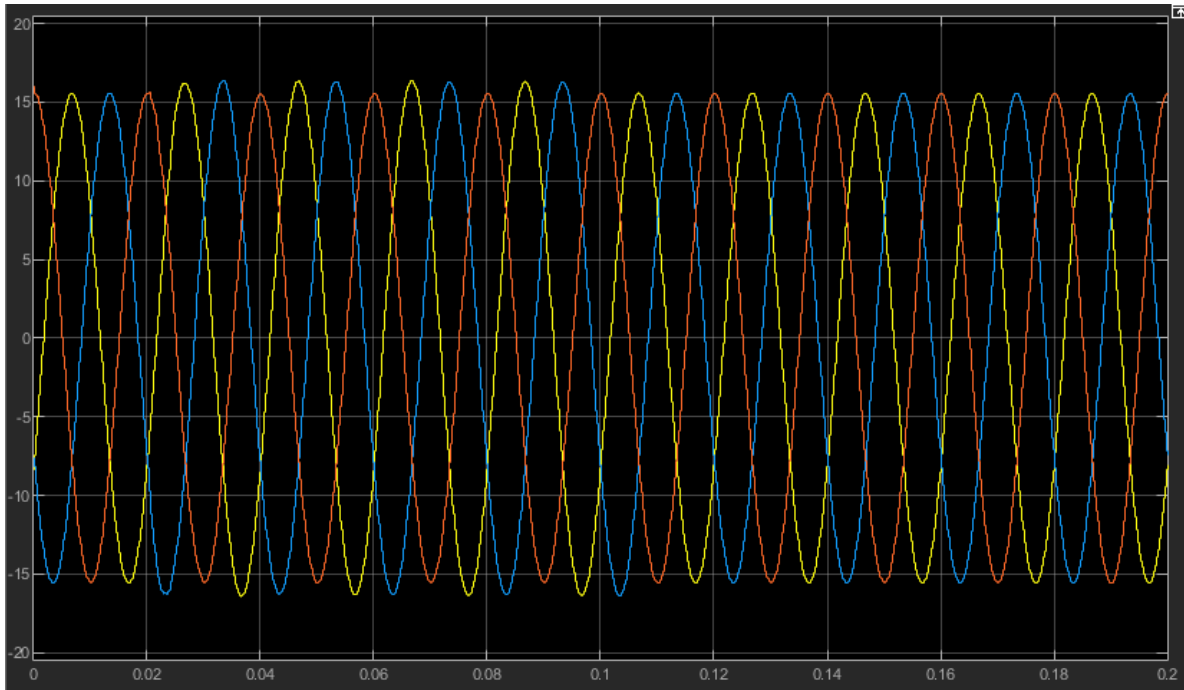


Figura R9: Corrente de curto com resistência de de falta de 10 k Ω .

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

Source resistance (Ohms): 0.8929

Source inductance (H): 16.58e-3

Base voltage (Vrms ph-ph): 11e3

OK Cancel Help Apply

Fig. 2: Fonte trifásica.

Block Parameters: Distributed Parameters Line

Distributed Parameters Line (mask) (link)

Implements a N-phases distributed parameter line model. The rlc parameters are specified by [NxN] matrices.

To model a two-, three-, or a six-phase symmetrical line you can either specify complete [NxN] matrices or simply enter sequence parameters vectors: the positive and zero sequence parameters for a two-phase or three-phase transposed line, plus the mutual zero-sequence for a six-phase transposed line (2 coupled 3-phase lines).

Parameters

Number of phases [N]:

3

Frequency used for rlc specification (Hz):

50

Resistance per unit length (Ohms/km) [NxN matrix] or [r1 r0 r0m]:

[0.01273 0.3864]

Inductance per unit length (H/km) [NxN matrix] or [l1 l0 l0m]:

[0.9337e-3 4.1264e-3]

Capacitance per unit length (F/km) [NxN matrix] or [c1 c0 c0m]:

[12.74e-9 7.751e-9]

Line length (km):

10

Measurements None

OK Cancel Help Apply

Fig. 3: Linha de distribuição.

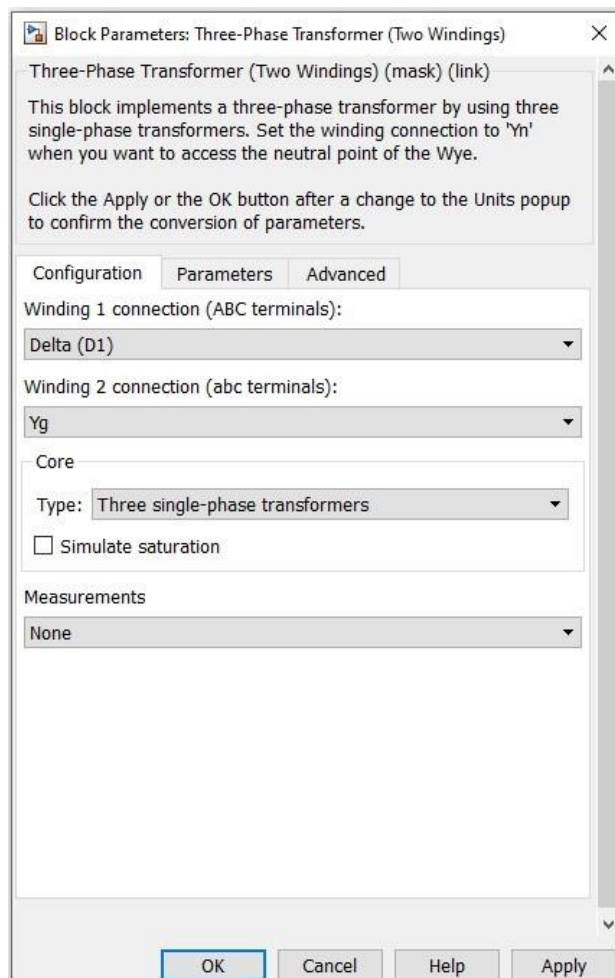



Fig. 4: Transformador (Configuração).


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

Units

pu

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

[100e6 , 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]

OK

Cancel

Help

Apply

Fig. 5: Transformador (Parâmetros).

Block Parameters: Three-Phase Parallel RLC Load

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)
0.4e3

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. 6: Carga.