

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: 06/06/2022

Aula Prática 4

O objetivo desta prática é analisar os impactos da entrada de um grande bloco de carga e de um banco de capacitores. Inicialmente, modele o circuito conforme os parâmetros abaixo. Todas as análises serão baseadas nas tensões de fase do lado de baixa do transformador.

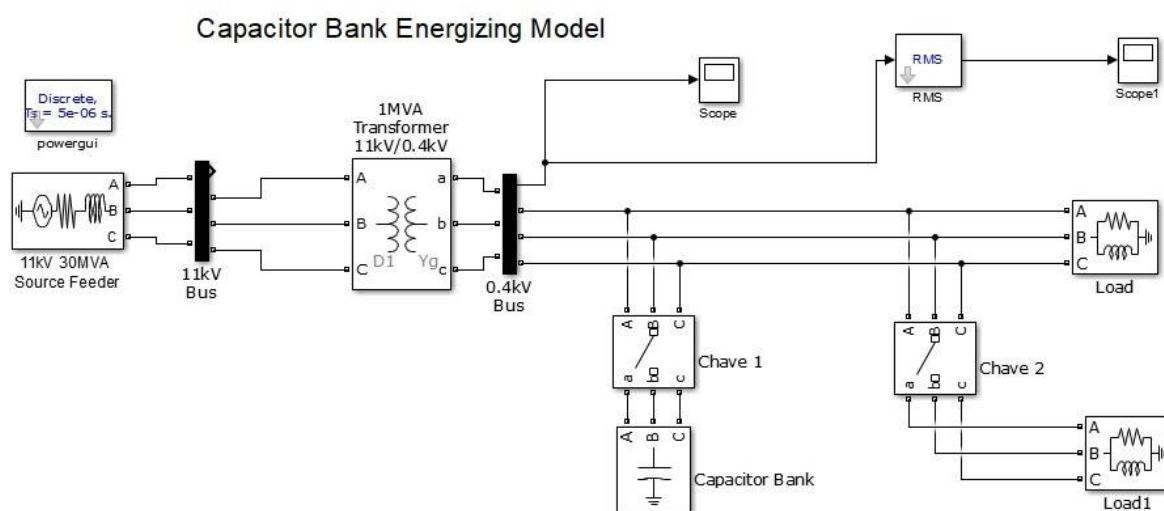


Fig. 1: Diagrama esquemático - Sistema de distribuição.

Experimento 1:

Adotando que as chaves 1 e 2 estejam inicialmente abertas, que o circuito esteja inicialmente alimentando somente a carga denominada “Load” e que os níveis adequados de tensão devem estar entre 0.9 e 1.1 pu, verifique esta condição de operação, isto é, o sistema está operando dentro dos limites normais de tensão?

Resposta: Com as chaves 1 e 2 desligadas, o sistema atua como se estivesse alimentando diretamente a carga “Load” e ao considerarmos uma margem de oscilação de 10% de 1 pu que é igual a 230,94 V (tensão de fase do lado de baixa do transformador), teremos uma faixa

de operação variando de 207,85 V até 254,03 V, considerada como segura. No gráfico da Figura I e da Figura II podemos ver que o sistema está operando de forma adequada, ou seja dentro dos limites normais de tensão.

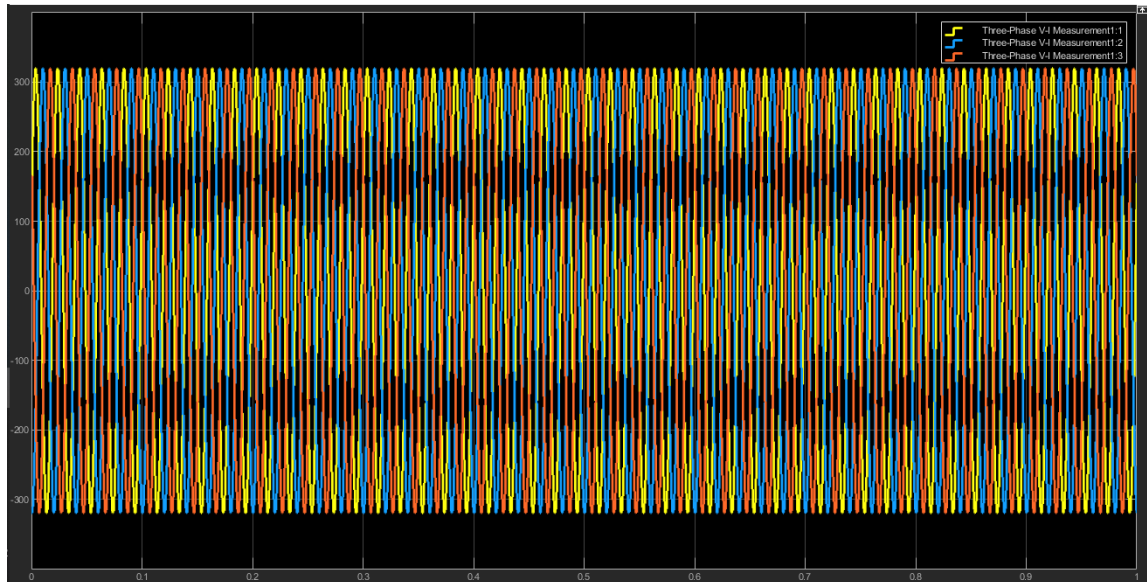


Figura I: Tensão nominal do lado de baixa do transformador.

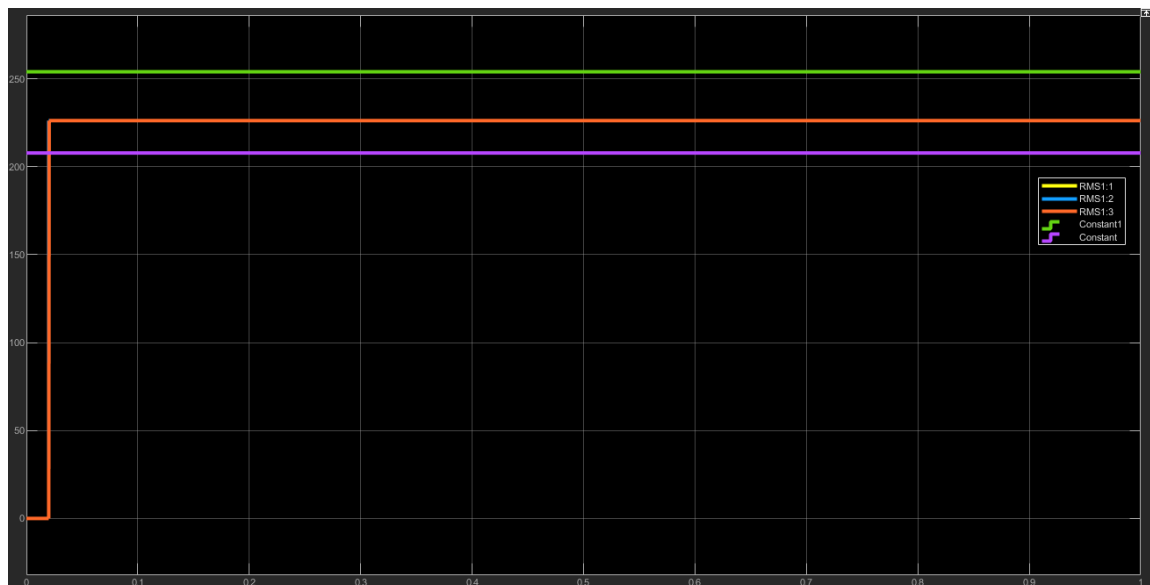


Figura II: Tensão RMS do lado de baixa do transformador com a faixa de operação.

Experimento 2:

Suponha agora que uma grande carga (Load 1) entre no instante 0.1s. O que acontece com as tensões do sistema? Os parâmetros da carga “Load 1”, são especificados conforme Fig. 7.

Resposta: Com a adição de “Load 1” no instante 0,1 s, o sistema sofreu uma queda de tensão devido ao aumento da carga. Com este aumento inesperado, a nova tensão nominal de operação está fora da faixa de variação determinada como segura e com isso pode causar danos às cargas conectadas na linha. No gráfico da Figura III e da Figura IV podemos visualizar esta situação descrita. Para evitar isto é necessário alguma forma de compensação para elevar a tensão do sistema de volta para a faixa de operação segura.

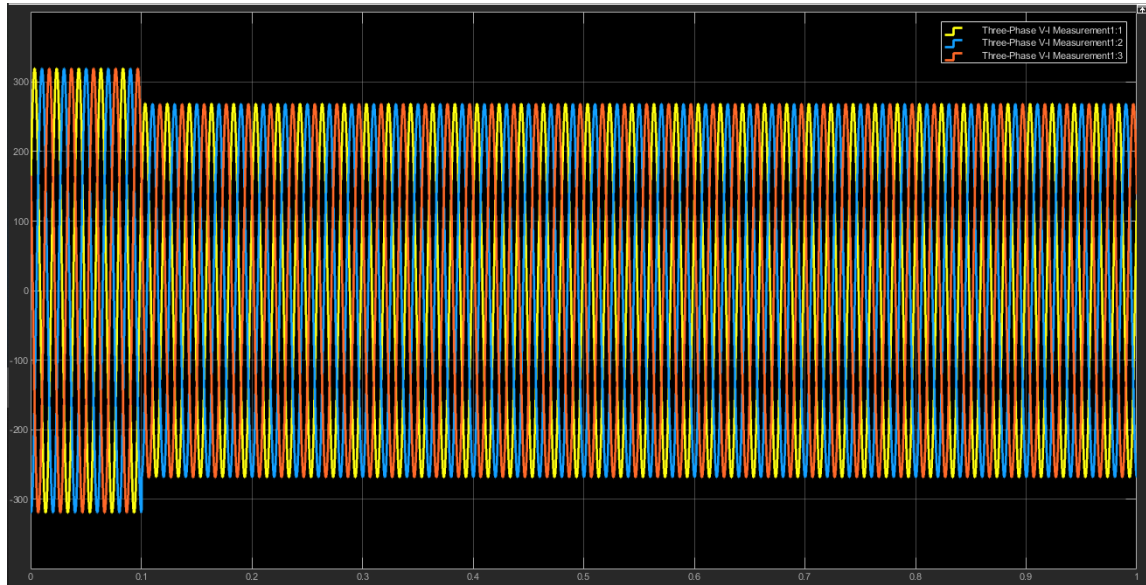


Figura III: Tensão nominal do lado de baixa do transformador com a adição de Load 1.

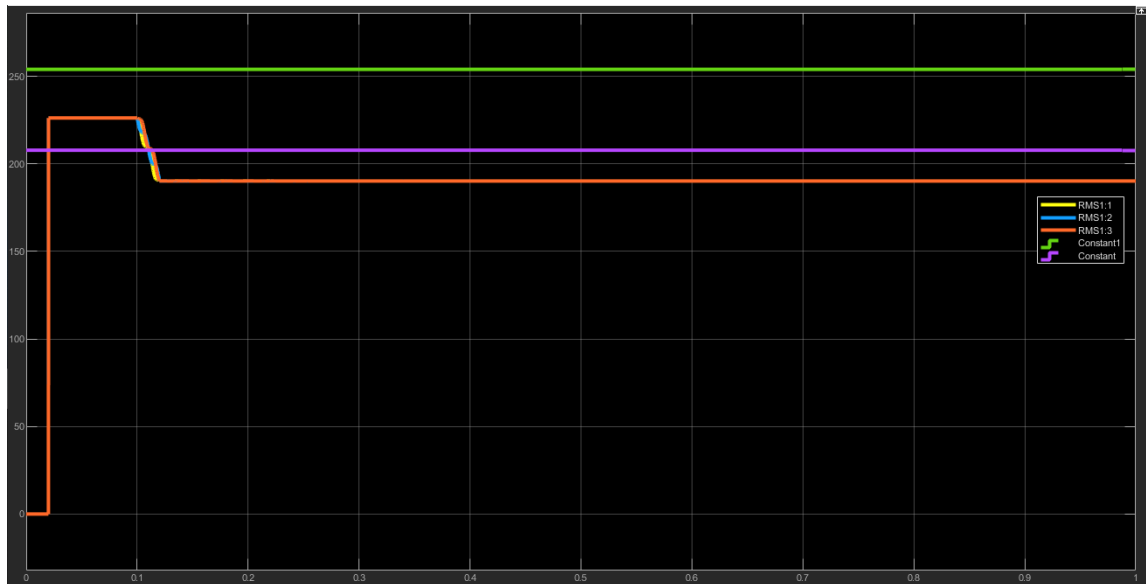


Figura IV: Tensão RMS do lado de baixa do transformador com a adição de Load 1.

Experimento 3:

Depois da carga (Load 1) entrar no sistema em 0.1s, acione um banco de capacitores no

instante 0.3s. O banco de capacitores é definido conforme Fig. 8. O que acontece com as tensões do sistema? Aumente o tempo de simulação para no mínimo 0.8s.

Resposta: Com o acionamento do banco de capacitores, o sistema sofreu um aumento de tensão e dessa forma retornou para seu valor nominal inicial. Todavia, neste processo houve valores de pico que ultrapassaram o limite superior de 1,1 pu e dessa forma podendo trazer danos a carga. No gráfico da Figura V e da Figura VI podemos visualizar esta situação.

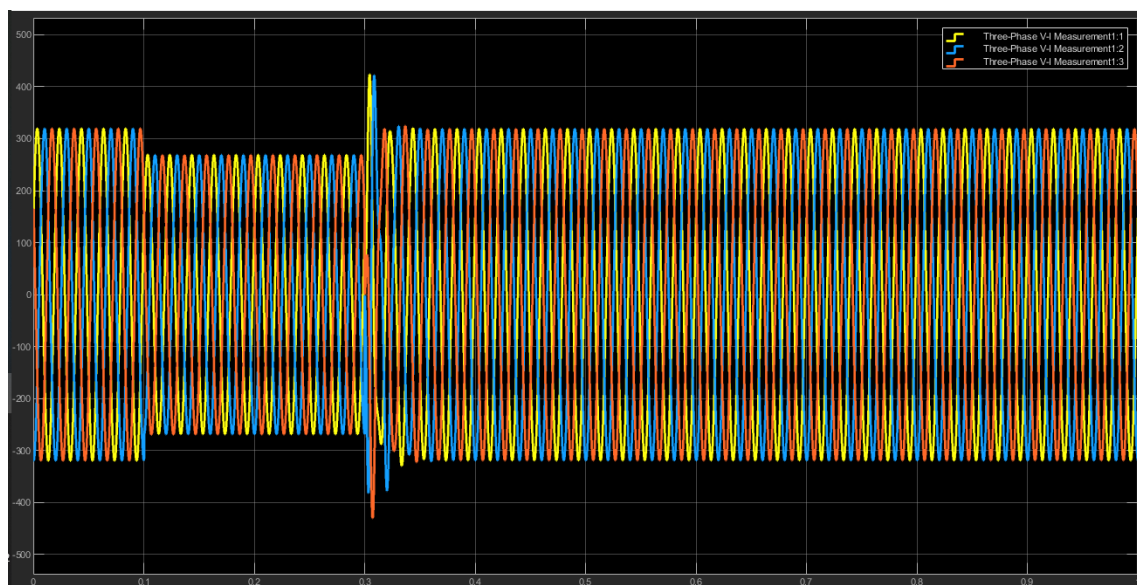


Figura V: Tensão nominal do lado de baixa do transformador com o Banco de Capacitores.



Figura VI: Tensão RMS do lado de baixa do transformador com o Banco de Capacitores.

Experimento 4:

Repita o Experimento 3, entretanto, no instante 0.6s a carga Load 1 sai do sistema. Analise as tensões do sistema. Se os níveis de tensão estão fora do normal, o que pode ser realizado?

Resposta: Com a saída de Load 1, há uma diminuição na carga do sistema e com isto a tensão nominal do mesmo aumenta novamente e dessa forma, ficando acima da faixa de segurança, isto pode ser visto no gráfico da Figura VII e da Figura VIII. Para evitar isto, quando a carga Load 1 for retirada, o banco de capacitores deveria ser retirado do sistema também, dessa forma o sistema estaria em seu estado natural novamente.

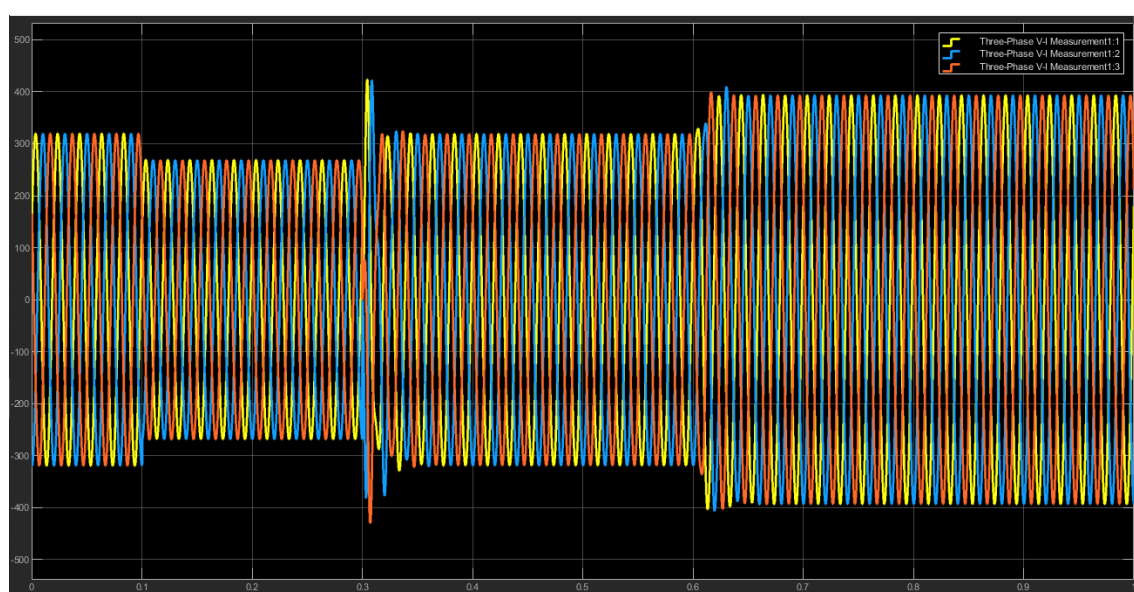


Figura VII: Tensão nominal do lado de baixa do transformador com a retirada de Load 1.

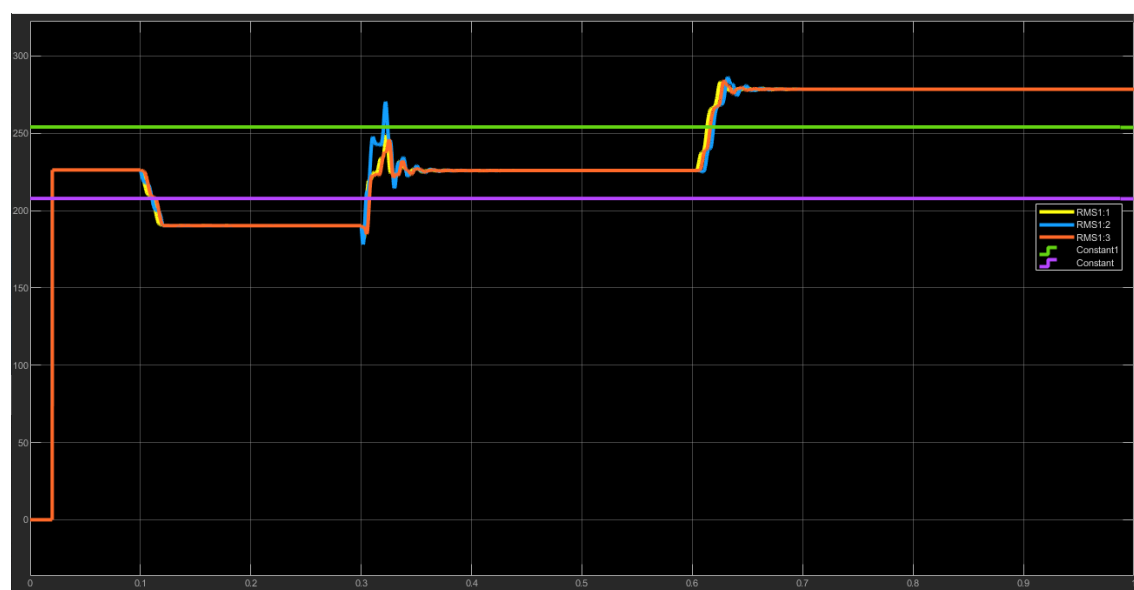


Figura VIII: Tensão RMS do lado de baixa do transformador com a retirada de Load 1.

Conclusão:

Conforme foi simulado, podê se ver uma possível situação em que a carga de uma linha aumenta (por exemplo, um galho que caiu esbarrou nos fios) e algumas das consequências que isto irá gerar no sistema. Além disto, foi possível observar algumas formas de evitar que houvessem danos maiores na carga, por subtensão, utilizando um banco de capacitores para retornar a tensão do sistema ao seu valor inicial. Outro ponto a se comentar , utilizando esta mesma situação, é que ao se resolver o problema da carga adicional (galho da árvore), deve – se retirar o banco de capacitores , caso contrario a tensão de operação do sistema ficará acima do limite de segura de 1,1 pu. A Figura IX mostra, hipoteticamente, como ficaria o sistema após a retirada do banco de capacitores.



Figura IX: Tensão RMS do lado de baixa do transformador ao se retirar o banco de capacitores.

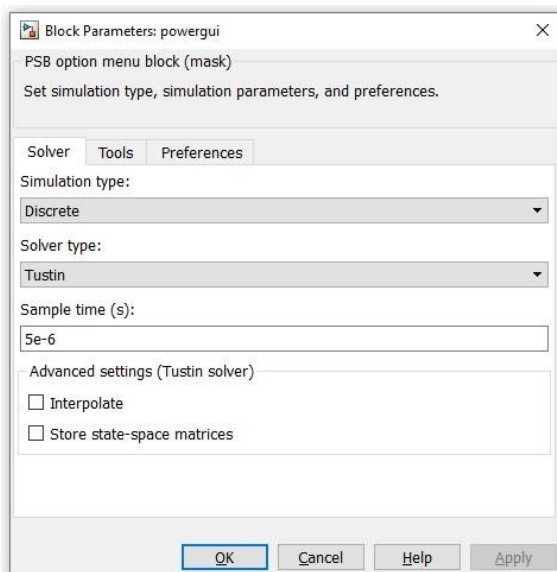


Fig. 2: Powergui.

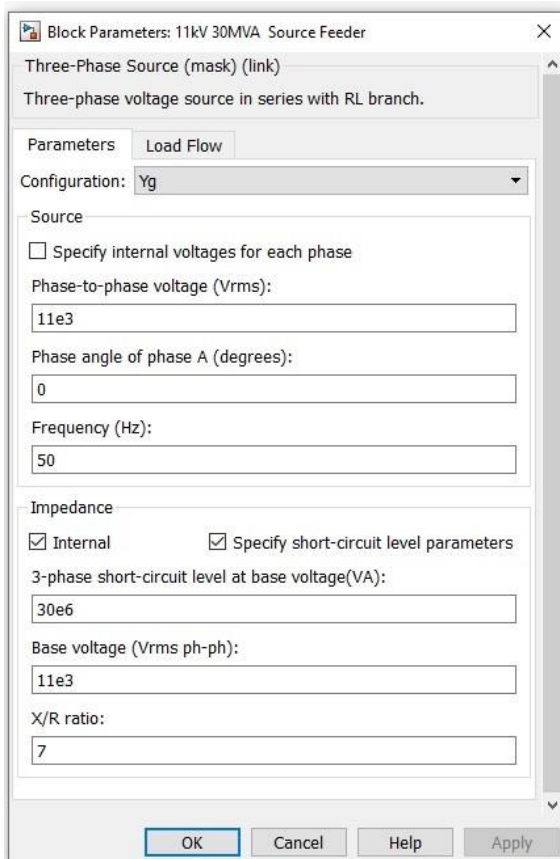


Fig. 3: Fonte de tensão.

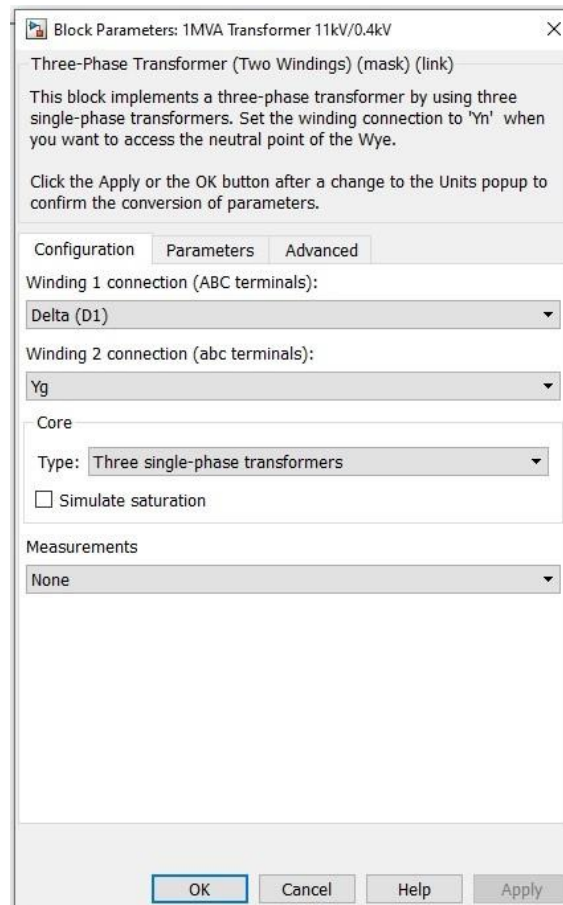


Fig. 4: Transformador - Configuration.

Block Parameters: 1MVA Transformer 11kV/0.4kV

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)]
[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]

OK Cancel Help Apply

Fig. 5: Transformador - Parameters.

Block Parameters: 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 Vn (Vrms)
400

Nominal frequency fn (Hz):
50

☐ Specify PQ powers for each phase

Active power P (W):
100

Inductive reactive Power QL (positive var):
1000e3

Capacitive reactive power Qc (negative var):
0

Measurements **None**

OK Cancel Help Apply

Fig. 7: Load 1.

Block Parameters: 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 Vn (Vrms)
400

Nominal frequency fn (Hz):
50

☐ Specify PQ powers for each phase

Active power P (W):
100e3

Inductive reactive Power QL (positive var):
100e3

Capacitive reactive power Qc (negative var):
0

Measurements **None**

OK Cancel Help Apply

Fig. 6: Load.

Block Parameters: Capacitor Bank

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 Vn (Vrms)
400

Nominal frequency fn (Hz):
50

☐ Specify PQ powers for each phase

Active power P (W):
0

Inductive reactive Power QL (positive var):
0

Capacitive reactive power Qc (negative var):
1000e3

Measurements **None**

OK Cancel Help Apply

Fig. 8: Banco de capacitores.