

CURTO-CIRCUITO

Cálculo das Correntes

ÍNDICE	PÁG.
1 - OBJETIVO	3
2 - DADOS NECESSÁRIOS	3
2.1 - Sistema de Alimentação	3
2.2 - Gerador	3
2.3 - Transformador.....	3
2.4 - Alimentador	3
2.5 - Pontos para Cálculo.....	3
3 - CONCEITO BÁSICO.....	4
3.1 - Fontes em Paralelo.....	4
3.2 - Fontes em Série.....	4
4 - APLICAÇÕES.....	4
4.1 - Fontes em Paralelo.....	4
4.2 - Fontes em Série.....	5
4.2.1 - Exemplo 1	5
4.2.2 - Exemplo 2	6
4.2.3 - Exemplo 3	7

1 - OBJETIVO

O objetivo deste informativo técnico é calcular as correntes de curto-circuito trifásico, utilizando o método dos MVA, desenvolvido por Moon H. Yuen e publicado no IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. IA-10, Nº. 2, march/april 1974. Esta publicação está disponível para os que desejarem se aprofundar no assunto.

Este método é muito simples e prático pois, sem memorizar fórmulas e utilizando alguns cálculos simples, se podem determinar os valores das correntes de curto-circuito nos diversos pontos do sistema.

2 - DADOS NECESSÁRIOS

Para efetuar o cálculo das correntes de curto-circuito é necessário conhecer o valor da potência de curto de cada componente do sistema.

2.1 - Sistema de Alimentação

Os dados necessários do sistema são:

P_{Scc} Potência de curto-circuito do sistema (MVA)

2.2 - Gerador

Os dados necessários do gerador são:

P_{Gn} Potência nominal do gerador (MVA)

X''_{Gn} Reatância subtransitória do gerador (pu)

$$P_{Gcc} = \frac{P_{Gn}}{X''_{Gn}}$$

Onde P_{Gcc} é a potência de curto-circuito do gerador (MVA)

2.3 - Transformador

Os dados necessários do transformador são:

P_{Tn} Potência nominal do transformador (MVA)

Z_{Tn} Impedância do transformador (pu)

$$P_{Tcc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}}$$

Onde P_{Tcc} é a potência de curto-circuito do transformador (MVA)

2.4 - Alimentador

Os dados necessários do alimentador são:

Z_A Impedância do alimentador (Ω)

V_{An} Tensão nominal do circuito do alimentador (kV)

$$P_{Acc} = \frac{V_{An}^2}{Z_A}$$

Onde P_{Acc} é a potência de curto-circuito do alimentador (MVA)

2.5 - Pontos para Cálculo

Os dados necessários do ponto onde se deseja calcular a corrente de curto-circuito são:

V_{Pn} Tensão nominal do ponto (kV)

$$I_{Pcc} = \frac{P_{ccT}}{\sqrt{3}V_{Pn}}$$

Onde:

P_{ccT} Potência de curto-circuito total no ponto (MVA)

I_{Pcc} Corrente de curto-circuito no ponto desejado (kA)

3 - CONCEITO BÁSICO

Neste método de cálculo é demonstrado que a potência de curto-circuito em um ponto é calculada pelas fórmulas a seguir:

3.1 - Fontes em Paralelo

As potências de curto-circuito das fontes em paralelo se somam no ponto de curto considerado. Portanto:

$$P_{ccT} = P_{cc1} + P_{cc2} + P_{cc3} + \dots + P_{ccn}$$

Onde:

P_{ccT} Potência de curto-circuito total no ponto (MVA)

$P_{cc1,2,3..n}$ Potência de curto-circuito das fontes em paralelo (MVA)

3.2 - Fontes em Série

A potência de curto-circuito das fontes em série no ponto de curto considerado é dada pela fórmula:

$$P_{ccT} = \frac{1}{\frac{1}{P_{cc1}} + \frac{1}{P_{cc2}} + \frac{1}{P_{cc3}} + \dots + \frac{1}{P_{ccn}}}$$

Onde:

P_{ccT} Potência de curto-circuito total no ponto (MVA)

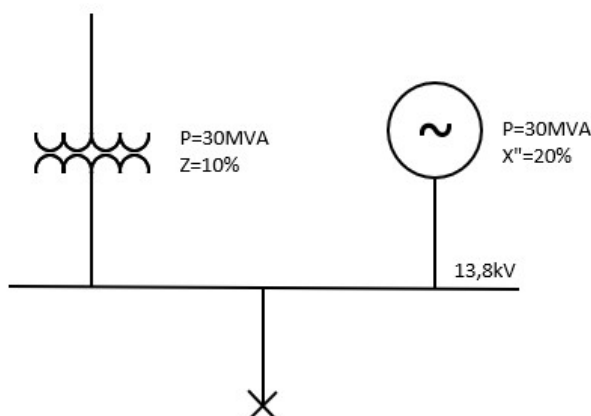
$P_{cc1,2,3..n}$ Potência de curto-circuito das fontes em série (MVA)

4 - APLICAÇÕES

A seguir são dados alguns exemplos típicos de aplicações, básicos, que podem ser utilizados em qualquer sistema.

4.1 - Fontes em Paralelo

Considerando o esquema abaixo:

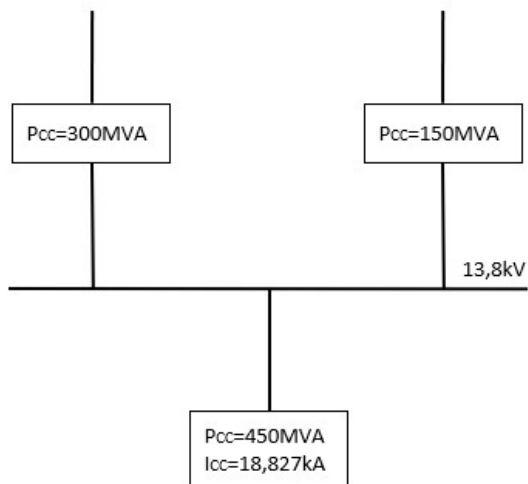


$$P_{Tcc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}} = \frac{30}{0,1} = 300MVA$$

$$P_{Gcc} = \frac{P_{Gn}}{X''_{Gn}} = \frac{30}{0,2} = 150MVA$$

$$P_{ccT} = P_{Tcc} + P_{Gcc} = 450MVA$$

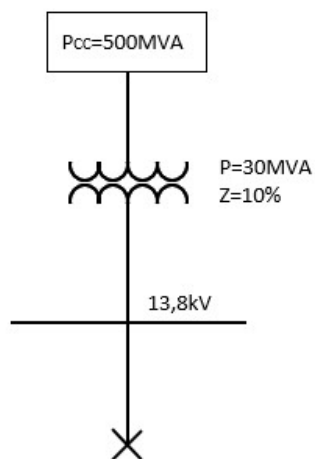
$$I_{Pcc} = \frac{P_{ccT}}{\sqrt{3}V_{Pn}} = \frac{450}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = 18,827kA$$



4.2 - Fontes em Série

4.2.1 - Exemplo 1

Considerando o esquema abaixo, onde a potência de curto-circuito da fonte é definida em 500MA:

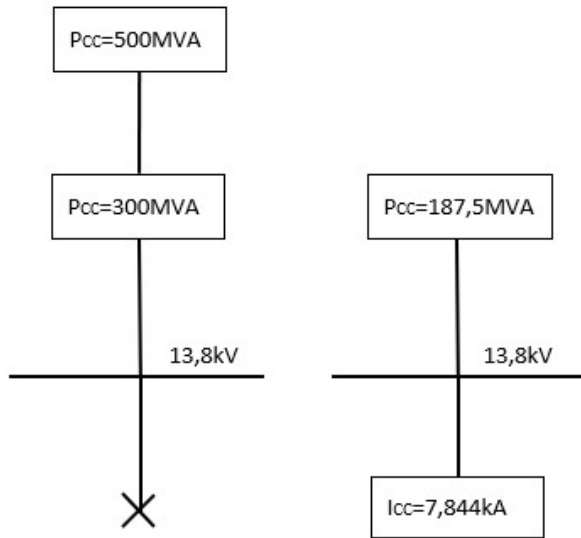


$$P_{Fcc} = 500MVA$$

$$P_{Tcc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}} = \frac{30}{0,1} = 300MVA$$

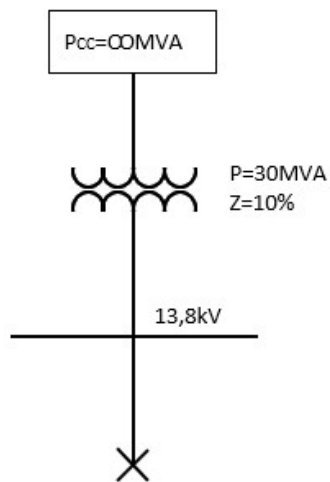
$$P_{ccT} = \frac{1}{\frac{1}{P_{Fcc}} + \frac{1}{P_{Tcc}}} = \frac{1}{\frac{1}{500} + \frac{1}{300}} = 187,5MVA$$

$$I_{Pcc} = \frac{P_{ccT}}{\sqrt{3}V_{Pn}} = \frac{187,5}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = 7,844kA$$



4.2.2 - Exemplo 2

Considerando o esquema abaixo, onde a potência de curto-circuito da fonte é definida como infinita:

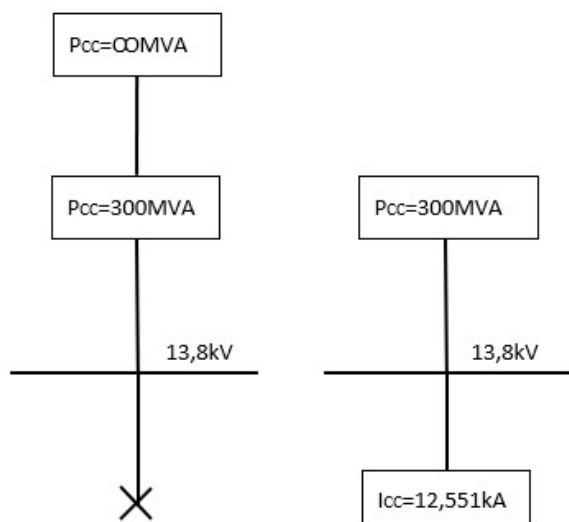


$$P_{Fcc} = infinita$$

$$P_{Tcc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}} = \frac{30}{0,1} = 300MVA$$

$$P_{ccT} = \frac{1}{\frac{1}{P_{Fcc}} + \frac{1}{P_{Tcc}}} = \frac{1}{\frac{1}{infinita} + \frac{1}{300}} = \frac{1}{0 + \frac{1}{300}} = 300MVA$$

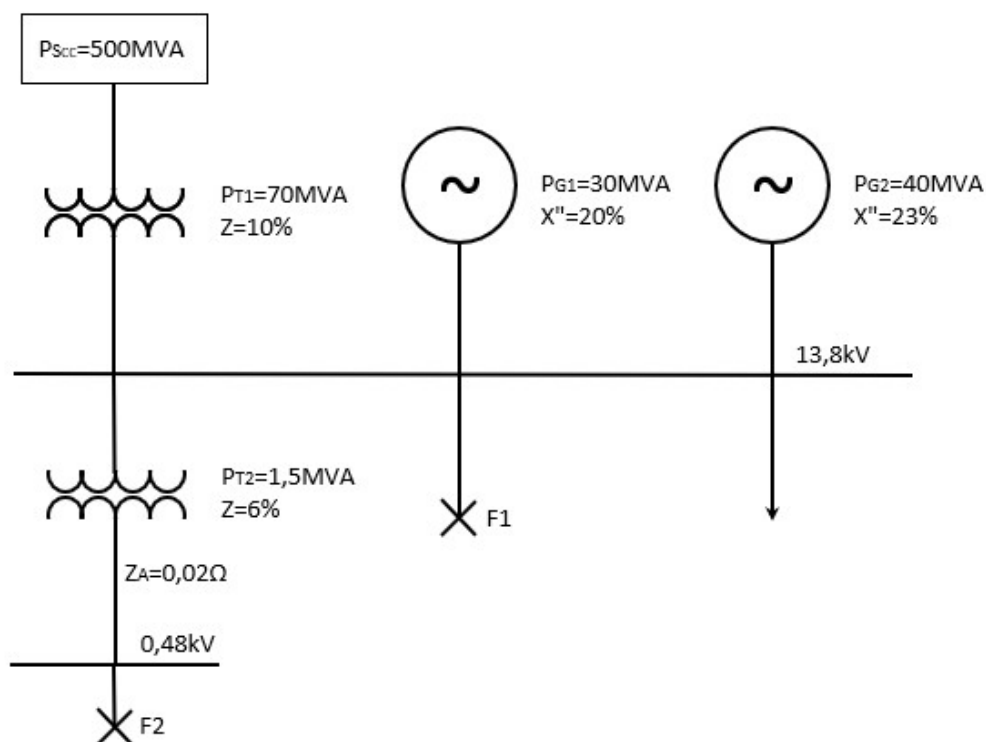
$$I_{Pcc} = \frac{P_{ccT}}{\sqrt{3}V_{Pn}} = \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = 12,551kA$$



4.2.3 - Exemplo 3

A combinação de fontes em série e paralelo é válida para qualquer número de fontes e tipos. A solução será a conversão das fontes para uma fonte única, seguindo os mesmos critérios que os adotados acima.

Consideraremos o circuito a seguir como um exemplo mais completo:



$$P_{Scc} = 500MVA$$

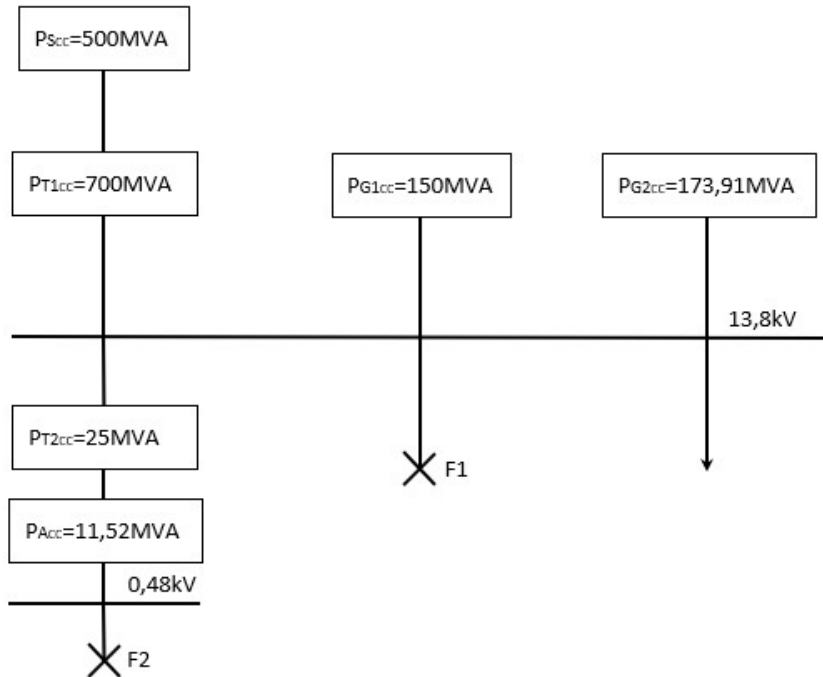
$$P_{T1cc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}} = \frac{70}{0,1} = 700MVA$$

$$P_{T2cc} = \frac{P_{Tn}}{Z_{Tn}} = \frac{1,5}{0,06} = 25MVA$$

$$P_{G1cc} = \frac{P_{Gn}}{X''_{Gn}} = \frac{30}{0,2} = 150MVA$$

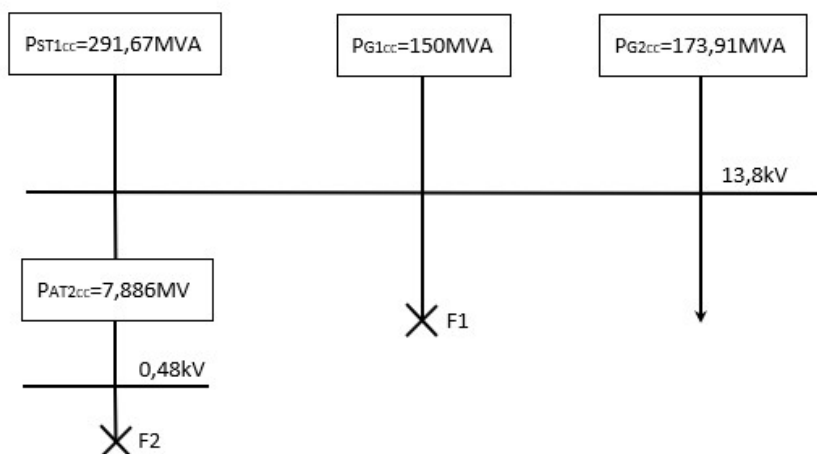
$$P_{G2cc} = \frac{P_{Gn}}{X''_{Gn}} = \frac{40}{0,23} = 173,91MVA$$

$$P_{Acc} = \frac{V_{An}^2}{Z_A} = \frac{0,48^2}{0,02} = 11,52MVA$$

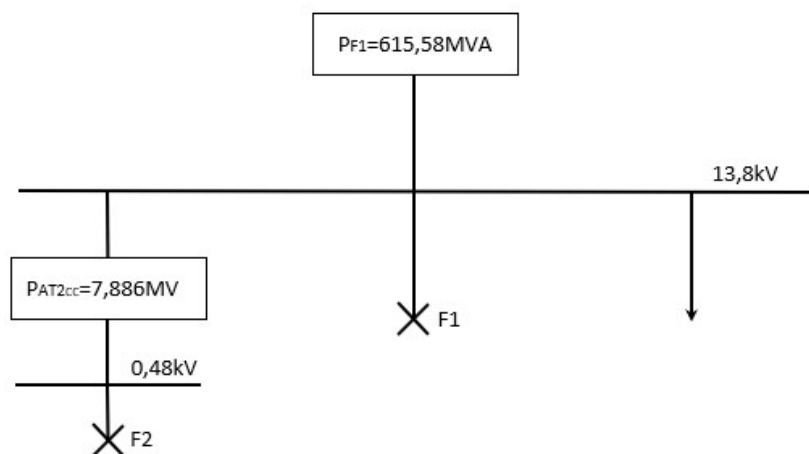


$$P_{ST1c} = \frac{1}{\frac{1}{P_{Scc}} + \frac{1}{P_{T1cc}}} = \frac{1}{\frac{1}{500} + \frac{1}{700}} = 291,67MVA$$

$$P_{AT2c} = \frac{1}{\frac{1}{P_{Acc}} + \frac{1}{P_{T2cc}}} = \frac{1}{\frac{1}{11,52} + \frac{1}{25}} = 7,886MVA$$



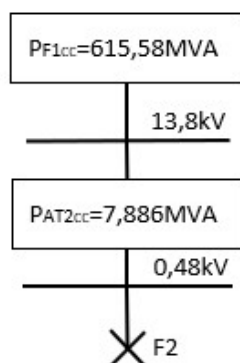
$$P_{F1} = P_{ST} + P_{G1cc} + P_{G2cc} = 291,67 + 150 + 173,91 = 615,58MVA$$



A corrente de curto-circuito em F1 será:

$$I_{F1CC} = \frac{P_{F1CC}}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = \frac{615,58}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = 25,75\text{kA}$$

A potência de curto-circuito em F2 será:



$$P_{F2cc} = \frac{1}{\frac{1}{P_{F1cc}} + \frac{1}{P_{AT2c}}} = \frac{1}{\frac{1}{615,58} + \frac{1}{7,886}} = 7,786\text{MVA}$$

A corrente de curto-circuito em F2 será:

$$I_{F2CC} = \frac{P_{F2CC}}{\sqrt{3} \cdot 0,48} = \frac{7,786}{\sqrt{3} \cdot 0,48} = 9,365\text{kA}$$