

Relatório 05: Fornecimento de Potências Ativa e Reativa entre o Gerador Síncrono e o Barramento Infinito

Batista, H.O.B.¹, Alves, W. F. O.²
Matriculas: 96704¹, 96708²
Departamento de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
e-mails: hiago.batista@ufv.br¹, werikson.alves@ufv.br²

I. INTRODUÇÃO

Quando um ou mais geradores síncronos estão em paralelo com um barramento infinito, a potência ativa é controlada pela velocidade, enquanto a potência reativa pela excitação do enrolamento de campo. Em um barramento infinito a tensão (V_T) e a frequência (f) do barramento são constantes. [2] A ligação de dois geradores síncronos em paralelo com um barramento no qual existe uma carga ligada é mostrada na figura 1.

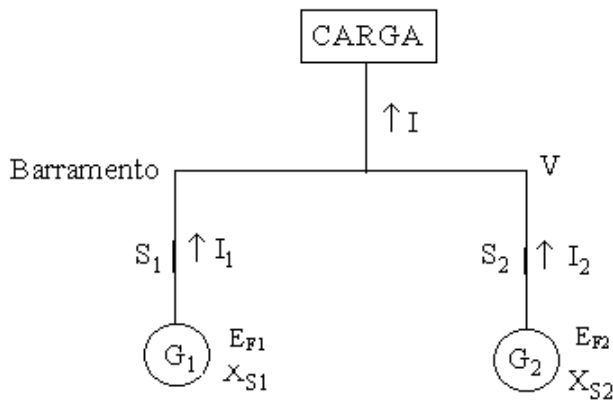


Figura 1. Ligação de dois geradores em paralelo com um barramento. [2]

Como pode ser observado na figura 1, ao se conectar o gerador em paralelo com a o barramento infinito, a carga recebe corrente de ambos, dessa forma, ambos alimentam a carga. Considerando que a carga se manteve constante, a potência demanda por ela não se altera, portanto, a soma das potências do barramento e do gerador deve ser a potência da carga. Esse mesmo raciocínio é válido para as potências ativas e reativas, com suas devidas considerações.

II. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Este relatório tem por objetivo analisar como ocorre as distribuições de potências ativa e reativa entre dois

geradores operando em paralelo entre si e com a rede elétrica. Para a simulação da carga foi utilizado um motor de indução trifásico, ligado em estrela, ligado no barramento onde está conectada à rede elétrica e os dois geradores. [2]

III. MATERIAIS

- Duas máquinas de corrente contínua funcionando como motor, ligadas em shunt;
- Duas máquinas síncronas funcionando como gerador, ligadas em estrela;
- Uma máquina de indução trifásica, ligada em estrela;
- Duas fontes de tensão contínua de 220 V/ 1 A;
- Duas fontes de tensão contínua de 220 V/ 10 A;
- Dois reostatos para controle da excitação do enrolamento de campo da máquina de corrente contínua;
- Três wattímetros monofásicos;
- Seis lâmpadas de 220 V;
- Multímetros e um tacômetro;
- Dois disjuntores tripolares;

IV. DESENVOLVIMENTO

Para a realização do ensaio é montado um protótipo no laboratório conforme mostrado na figura 2 para a ligação de um gerador. Para o segundo gerador o protótipo é o mesmo onde no final todo o sistema fica em paralelo, ligados no mesmo ponto do barramento.

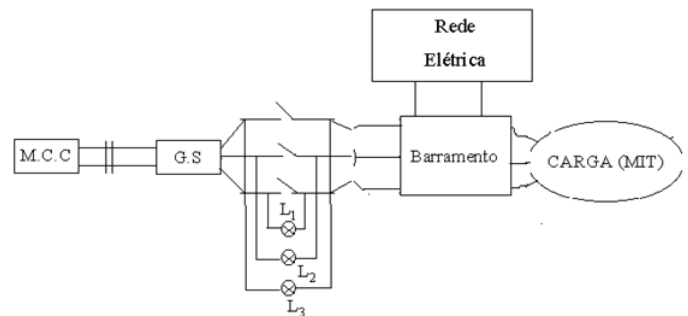


Figura 2. Ligação de um gerador em paralelo com a rede elétrica. [2]

Após efetuado o paralelo dos dois geradores com o barramento, conforme figura 2, foram feitas as medidas das correntes, potências ativas entre a rede elétrica e o barramento, entre cada gerador e o barramento e entre o motor de indução e o barramento.

A. Variação da Potência Ativa

Para a verificação da contribuição de cada gerador no fornecimento da potência ativa, foram realizadas as medições, as quais são apresentadas na tabela I, descritas nas etapas abaixo.

Obs.: C.A.C é contribuição de cada gerador para alimentação da carga.

- Primeira etapa: Somente a rede elétrica alimentando o motor de indução;
- Segunda etapa: Fazer o paralelo dos geradores 1 e 2 com a rede elétrica, observando o ocorrido (geradores fluando na rede elétrica);
- Terceira etapa: Aumentar a velocidade do gerador 1, atuando na potência mecânica fornecida no seu eixo;
- Quarta etapa: Diminuir a velocidade do gerador 1, atuando na potência mecânica fornecida no seu eixo;
- Quinta etapa: Aumentar a velocidade do gerador 2, atuando na potência mecânica fornecida no seu eixo;
- Sexta etapa: Diminuir a velocidade do gerador 2, atuando na potência mecânica fornecida no seu eixo;

B. Variação da Potência Reativa

Já para a contribuição de cada gerador no fornecimento de potencia reativa foi realizado de forma semelhante, e em seguida foi preenchido a tabela II. Entretanto, na tabela II as potências reativas foram calculadas, mediante o conhecimento das potências ativas, da tensões e das correntes.

- Primeira etapa: Com os geradores em paralelo, com os reostatos do campo shunt das máquinas de corrente contínua ajustados no momento do paralelismo dos geradores com o barramento e as mesmas correntes de campo dos geradores síncronos no momento de efetuado o paralelo;
- Segunda etapa: Aumentar a excitação do enrolamento de campo do gerador 1;
- Terceira etapa: Diminuir a excitação do enrolamento de campo do gerador 1;
- Quarta etapa: Voltar a corrente de campo deste gerador no momento de efetuado o paralelo;
- Quinta etapa: Aumentar a excitação do enrolamento de campo do gerador 2;
- Sexta etapa: Diminuir a excitação do enrolamento de campo do gerador 2;

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela I

VALORES MEDIDOS DAS POTÊNCIAS ATIVAS, TENSÕES, CORRENTES E FATOR DE POTÊNCIA ENTRE A REDE ELÉTRICA E O BARRAMENTO E A CONTRIBUIÇÃO DE CADA GERADOR.

Etapas	Rede Elétrica Barramento			
	P_1	V_{F1}	I_1	$\cos(\Theta_1)$
1	-	220	0,99	-
2	795	220	4,17	0,5003
3	960	220	4,47	0,563612
4	240	220	2,46	0,256031
5	-	220	2,59	-
6	300	220	2,62	0,300495
C.A.C.				
Gerador Síncrono				
	P_2	V_{F2}	I_2	$\cos(\Theta_2)$
1	480	220	-	-
2	45	220	0,93	0,126983
3	60	220	0,88	0,178931
4	300	220	0,89	0,884602
5	60	220	0,9	0,174955
6	60	220	0,9	0,174955
C.A.C.				
Motor de Indução				
	P_3	V_{F3}	I_3	$\cos(\Theta_3)$
1	660	220	1,75	0,9897
2	960	220	2,46	1
3	1080	220	3,25	0,872082
4	180	220	1,35	0,349909
5	240	220	1,61	0,386403
6	240	220	1,63	0,386403

Tabela II

VALORES MEDIDOS DAS POTÊNCIAS REATIVAS, TENSÕES, CORRENTES E FATOR DE POTÊNCIA ENTRE A REDE ELÉTRICA E O BARRAMENTO E A CONTRIBUIÇÃO DE CADA GERADOR.

Etapas	Rede Elétrica Barramento			
	Q_1	V_{F1}	I_1	$\cos(\Theta_1)$
1	764.16	220	2.03	0.155132
2	606.72	220	1.60	0.098412
3	275.26	220	0.76	0.310775
4	1171.32	220	3.09	0.101915
5	1339.01	220	3.57	0.176425
6	1517.70	220	4.06	0.193915
C.A.C.				
Gerador Síncrono				
	Q_2	V_{F2}	I_2	$\cos(\Theta_2)$
1	761.87	220	0.91	0.173032
2	600.69	220	0.92	0.171151
3	285.33	220	0.92	0.171151
4	1159.69	220	0.91	0.173032
5	1338.89	220	0.98	0.17692
6	1492.84	220	0.9	0.262432
C.A.C.				
Motor de Indução				
	Q_3	V_{F3}	I_3	$\cos(\Theta_3)$
1	464.84	220	1.23	0.128016
2	376.05	220	0.99	0.079525
3	353.13	220	0.94	0.167510
4	725.33	220	1.91	0.082439
5	8483.41	220	22.27	0.024747
6	1104.31	220	2.95	0.186816

Analisando os resultados obtidos nas tabelas I e II, observa-se que a tensão e a frequência permaneceram constantes durante a operação em paralelo com a rede elétrica. Isto ocorre devido a conexão com o barramento infinito que nada mais é do que um sistema muito maior que os parâmetros do gerador em questão, e assim o gerador não causa variação nos parâmetros em questão do barramento infinito.

Dessa forma, quando se aumenta a velocidade da máquina primária que aciona um dos geradores ou um aumento na excitação do enrolamento de campo de um dos geradores, e considerando o fato de que a frequência e a tensão devem ser mantidas constantes, ocorre um fluxo de potência ativa e reativa coordenado, gerando uma alteração no ângulo de potência. Assim, o valor da potência ativa e reativa do barramento são alterados, às custas de se manter tanto a tensão quanto a frequências constantes.

VI. CONCLUSÕES

Portanto, foi possível analisar e visualizar como ocorre as distribuições de potências ativa e reativa entre dois geradores operando em paralelo entre si e com a rede elétrica, quais parâmetros são fixos e quais variam. Além disto, foi possível observar que quando conectado a um barramento infinito, o aumento da alimentação no circuito de campo não faz com que a rotação (frequência) se altere.

REFERÊNCIAS

- [1] Stephen J Chapman. *Fundamentos de máquinas elétricas*. AMGH editora, 2013.
- [2] J. T. Resende. *Laboratorio de Máquinas Elétricas 2 - Pratica 05*. D.E.L.-UFV, 2022.