

VIABILIZAÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIODIGESTORES

Gilson Batista, Alcedir Luis Finkler, Iuri Schmidt

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijui, Departamento de engenharia Elétrica, Santa Rosa
– RS, e-mail: gilson.batista@unijui.edu.com.br; alcedir.finkler@gmail.com.br; iuri.schmidt@yahoo.com.br

Resumo – Nesse artigo é apresentada uma opção para utilizar o gás proveniente de biodigestores para geração de energia elétrica enquadrando este modelo nas solicitações de geração distribuída. O modelo proposto utiliza motor assíncrono de indução como gerador apresentando como principais vantagens sobre os sistemas atualmente utilizados com motores síncronos o baixo custo de instalação e manutenção, maior facilidade de operação devido a ausência da necessidade de sincronismo, garantia das condições de ilhamento. Este modelo permite implementar sistemas de geração de energia utilizando biogás com menor custo devido a utilização da rede de energia para armazenar e regular a geração com a carga possibilitando o uso de motores e biodigestores de menor capacidade e menor custo comparados aos modelos desenvolvidos de geração ilhada com motores síncronos.

Palavras-Chave – Biodigestor, Biogás, Geração distribuída, Gerador Assíncrono.

ENABLING DISTRIBUTED GENERATION WITH DIGESTERS

Abstract - In this paper presents an option to use from digesters gas to generate electricity fitting this model in requests for distributed generation. The proposed model uses asynchronous induction motor as a generator having as main advantages over the systems currently used with synchronous motors the low cost of installation and maintenance, ease of operation due to the absence of the need of synchronization, guarantee of islanding conditions. This model allows implementation using biogas for power generation systems at lower cost due to use of the power grid to store and regulate the generation with the load allowing the use of engines and digesters with lower capacity and lower cost compared to developed models islanded generation with synchronous motors.

1

Keywords – Biodigester, biogas, distributed generation, asynchronous generator.

I. INTRODUÇÃO

Um ponto muito tratado quando se fala em meio ambiente é a preocupação com o aquecimento global e poluição. O protocolo de Quioto expôs a preocupação a nível mundial e a necessidade em desenvolver métodos para reduzir a produção de gases causadores do efeito estufa. O Brasil, lançou várias frentes para buscar atingir as metas de redução de gases, tendo como exemplo as diretrizes definidas na lei numero 12.305 de 2010 que regulamenta a necessidade de tratamento de resíduos sólidos.

Quando fala-se em resíduos sólidos, pode entender-se desde o lixo orgânico produzidos em cidades, o lodo residual do tratamento de esgoto, e o tratamento da biomassa proveniente da produção de suínos, aves, gado entre outras culturas.

Atualmente o Brasil tem mais de 5500 municípios. De acordo com a lei 12.305 todos estes deveriam providenciar uma forma de tratar os resíduos gerados em suas localidades.

Dentre as formas mais apropriadas para tratamento deste resíduo os biodigestores tem sido o modelo mais adequado.

No agronegócio, empresas como o grupo Sadia tem investido fortemente na implementação de biodigestores nas propriedades rurais para criação de suínos. A aplicação de biodigestores nestas propriedades apresenta grandes vantagens aos produtores desde a redução de mau cheiro, redução do número de insetos atraídos por este mau cheiro que acabam facilitando a disseminação de doenças nos animais, a redução da emissão de metano ao meio ambiente que é um dos gases causadores do efeito estufa e ainda a possibilidade de utilização destes biodigestores para geração de energia elétrica.

O biogás, produzido nos biodigestores, apresenta uma alta concentração de metano. Por algum tempo empresas investiram na instalação de biodigestores e equipamentos destinados unicamente a realizar a queima do biogás com objetivo de arrecadar créditos de carbono. Este mercado perdeu força nos últimos anos, porém, uma opção que tem crescido muito é a utilização do biogás para produção de energia elétrica.

As empresas que tem desenvolvido este trabalho no mercado utilizam motores diesel adaptados para trabalhar com biogás acionando geradores síncronos. Devido a critérios de segurança, a legislação atual apresenta diversas restrições ao trabalho deste tipo de gerador síncrono conectado paralelo a rede de energia elétrica. Um ponto importante é a necessidade de garantir que, em um momento de falta de energia da concessionária, por exemplo, causada por um desligamento para fins de manutenção da rede, este gerador não siga fornecendo energia a rede, o que poderia causar um acidente com os profissionais da empresa que estaria realizando a intervenção.



XIV CEEL - ISSN 2178-8308
03 a 07 de Outubro de 2016
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

Para evitar este tipo de acidente, os equipamentos destinados a geração de energia elétrica conectados ao sistema elétrico nacional precisam garantir que na falta de energia da concessionária, estes também parem de atuar.

Quando se trata da geração de energia para fins de comercialização no mercado, entra no assunto diversos parâmetros como a necessidade de garantias físicas, contratos de fornecimento entre outros.

O modelo proposto neste trabalho busca fornecer uma solução não para geração e venda de energia no mercado, mas sim, para propriedades rurais que tem um elevado custo de energia elétrica para climatização de criadouros, fábricas de ração, bem como pode ser apresentado como uma opção para companhias de saneamento utilizar biodigestores para produção de gás e, sucessivamente energia elétrica de forma a reduzir a sua própria conta de energia.

Assim sendo, este artigo apresenta os estudos iniciais, para a implantação de um pequeno grupo para geração distribuída em propriedades rurais no noroeste do estado do rio grande do sul, sendo este grupo gerador baseado em um motor diesel de 30HP e um motor assíncrono de 25HP.

Assim, o modelo proposto busca encontrar uma forma mais acessível para implementar pequenos grupos geradores distribuídos em propriedades rurais ou demais instalações onde seja utilizado biodigestores pra tratamento de resíduos enquadrando esta geração nas definições da resolução 482 da ANEEL, garantindo os parâmetros de segurança e apresentando uma forma prática que não necessite a realização de contratos de fornecimento além de um baixo custo viabilizando a implementação de microgeradores distribuídos.

II. UTILIZAÇÃO DE GERADORES ASSINCRONOS NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Atualmente os geradores síncronos são largamente utilizados no mercado para geração de energia em horário de ponta ou para situações de emergência. Muitas empresas têm utilizado estes geradores para geração de energia com biodigestores, porém, devido a restrições das empresas distribuidoras de energia de cada região, a conexão destes geradores com a rede se torna complexa e onerosa. Para contornar isso, os proprietários têm instalado sistemas de geração com capacidade muito superior ao que seria a sua real demanda de energia de forma a poder utilizar o seu gerador alimentando a sua instalação isolada do sistema interligado nacional. Neste tipo de aplicação o projetista precisa especificar o gerador de forma que consiga suprir a demanda máxima de energia, assim, ficando este a maior parte do tempo operando a vazio.

Como o motor movido a biogás acionando o gerador a vazio na maior parte do tempo, é facilmente observado que boa parte do gás produzido acaba não sendo totalmente utilizado assim deixando o sistema como um todo com uma baixa eficiência.

Havendo a necessidade de se projetar o motor e gerador pela máxima demanda de potência da instalação, os custos deste motor e do gerador tornam-se relativamente altos, pois o proprietário precisa adquirir equipamentos com alta capacidade que geralmente ficarão ociosos durante a maior

parte do tempo. Esse sobre dimensionamento muitas vezes inviabiliza o projeto.

A. Utilização de motor assíncrono como gerador

Os motores assíncronos quando acionados acima de sua velocidade síncrona operam como geradores de energia elétrica. Diversas pequenas centrais hidrelétricas utilizam desse tipo de gerador devido à maior facilidade de operação e menor custo de aquisição e manutenção.

O gráfico da figura 1 ilustra a região em que o motor de indução está operando abaixo da velocidade síncrona fornecendo torque a carga, e neste caso, operando como motor e, a região em que o motor está absorvendo torque da carga, operando acima da velocidade síncrona e neste caso, operando como gerador.

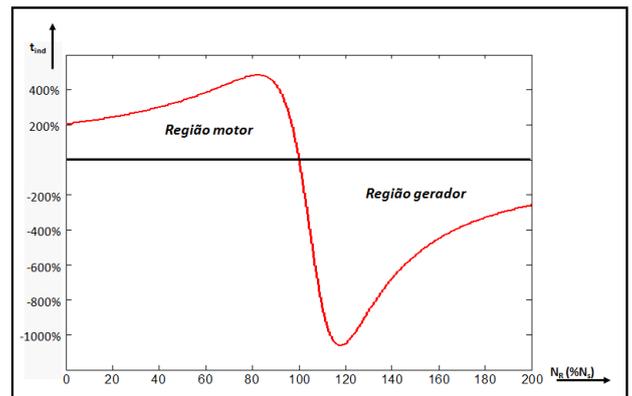


Fig. 1. Curva do rendimento em função do torque induzido.

B. Simulação no PSIM

A figura 2 mostra a forma como foi implementada esta simulação no PSIM.

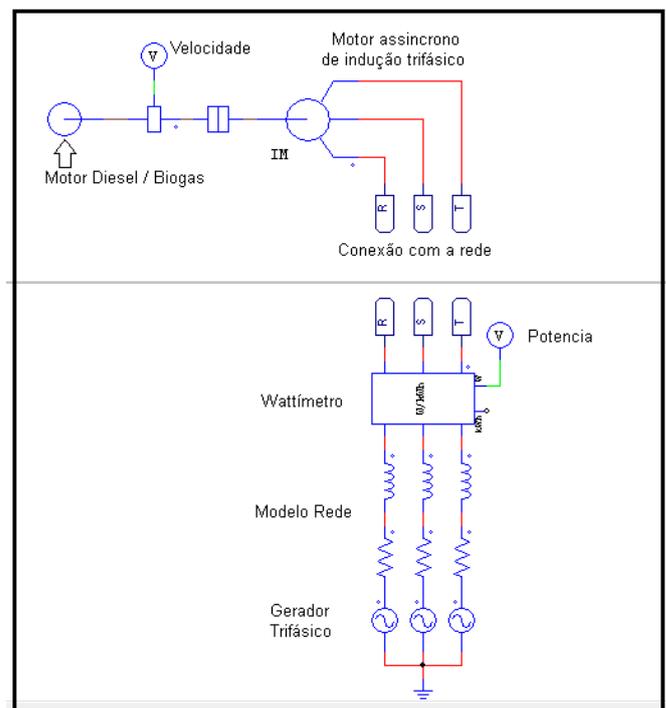


Fig. 2. Circuito para simulação do motor de indução conectado a rede de distribuição de energia.

Para simulação foi implementada uma montagem no PSIM onde é possível simular um motor de indução trifásico conectado a rede e, outro motor atuando em seu eixo fazendo variar a rotação mecânica. É possível observar o comportamento desse mudando da condição de motor para gerador.

Na figura 2 é possível observar que aos terminais do gerador está conectado um wattímetro e, esse, conectado ao conjunto indutor, resistor, gerador que representa o sistema elétrico de potência.

Para esta simulação foi utilizado um motor de 4 pólos.

Realizando a simulação deste circuito, o motor movido a biogás aumenta sua rotação ao longo do tempo. Na figura 3 são apresentados os gráficos da velocidade e potência em função do tempo.

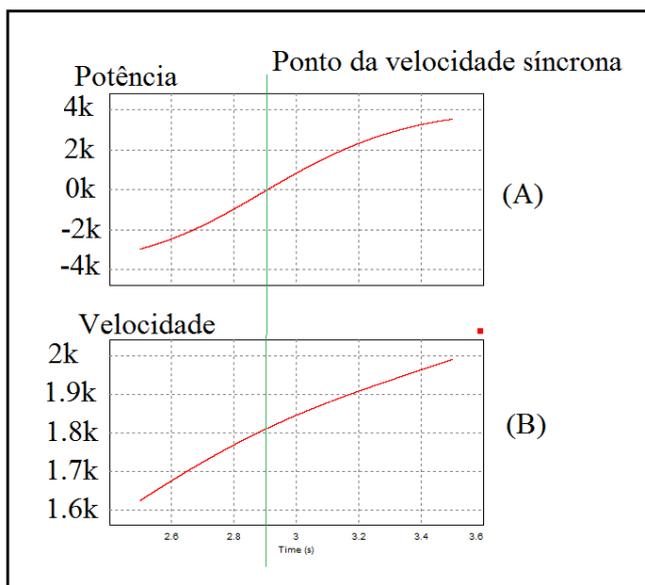


Fig. 3. Gráfico da potência e velocidade em função do tempo.

Observando o gráfico da figura 3, é possível perceber que enquanto a velocidade esta abaixo de 1800RPM (velocidade síncrona de um motor de 4 pólos operando em 60Hz), o motor de indução esta operando na condição de motor e absorvendo energia da rede. Após ultrapassar os 1800RPM este motor de indução começa a operar como gerador e fornecer energia para rede.

O motor de indução diferente do gerador síncrono não possui um circuito de excitação, logo, para poder gerar energia esse precisa de algum meio para lhe fornecer energia reativa. Na configuração do circuito da figura 2, essa energia será fornecida pela rede. Uma vez desconectado da rede, mesmo girando acima da velocidade síncrona este motor para de fornecer energia.

Essa característica torna este motor ideal para ser utilizado em micro geração distribuída devido a atender as condições de ilhamento, ou seja, atender as condições de segurança em que quando em função de alguma manutenção seja necessário interromper a rede de energia, esse não irá continuar injetando energia elétrica na rede.

A situação de ausência de rede pode ser simulada pela implementação do circuito da figura 4.

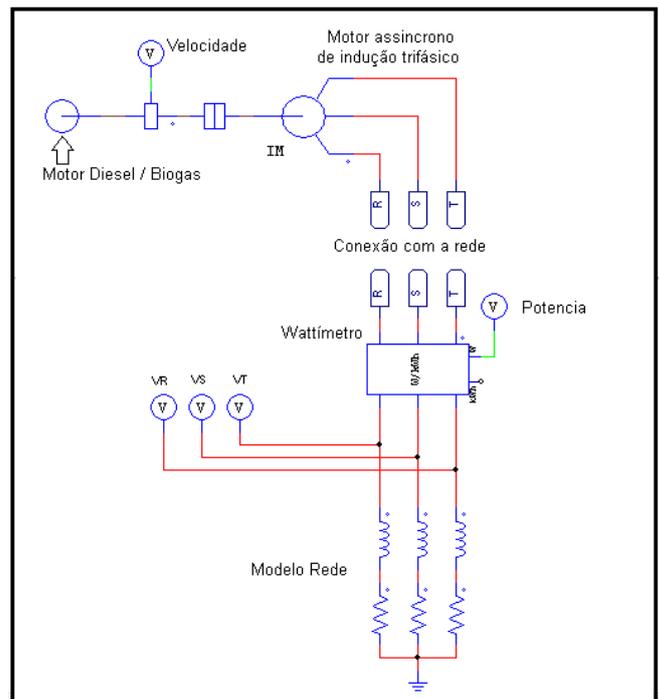


Fig. 4. Circuito para simulação de uma falta de energia da rede.

Na situação proposta na figura 4, na ausência de rede, o valor das tensão nos terminais do motor VR, VS e VT se mantém em zero.

C. Simplicidade no controle

Uma vez que o motor assíncrono de indução não possui circuito de excitação, e a tensão nos seus terminais é definida pela rede, o projeto do circuito de controle tornasse muito simplificado. Neste caso é necessário implementar três condições:

1) *Garantir operação apenas acima da velocidade síncrona:* se for utilizado um motor de 4 pólos como na simulação, é necessário a instalação de um dispositivo de seccionamento entre o motor e a rede de energia, acionado por um sistema de controle que só permita que esse dispositivo de seccionamento conecte o motor a rede quando a rotação do eixo estiver acima da velocidade síncrona, assim permitindo que este opere apenas na condição de gerador e nunca na condição de motor. Um problema neste sentido poderia ocorrer em uma eventual falta de biogás alimentando a máquina primária ou durante a partida.

2) *Sistema de controle de rotação:* deve ser implementado um sistema que monitore a potência de saída do gerador, medida no wattímetro e, partindo desta informação realize o controle da velocidade da máquina primária. Como, próximo da velocidade síncrona, a potencia fornecida tem comportamento aproximado de uma curva linear com relação a velocidade, fica fácil implementar um controle de forma a garantir que o sistema irá operar sempre injetando o máximo de potência e obtendo o máximo rendimento, ao mesmo tempo que, observando para que não exceda a velocidade e este não

seja sobrecarregado. Uma proposta de circuito para realizar esta função é apresentada na figura 5.

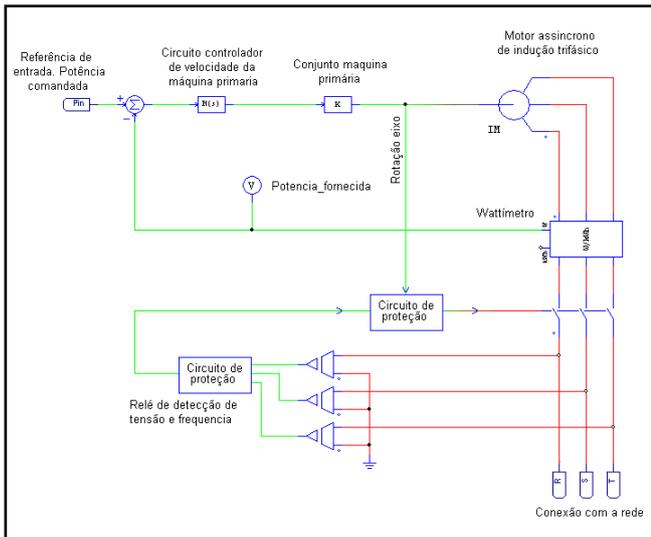


Fig. 5. Circuito para conexão à rede.

3) *Sistema complementar de proteção*: apesar de que na configuração apresentada na figura 2, o motor precisa estar recebendo energia reativa da rede para gerar energia elétrica ativa, poderia ocorrer em algum momento uma falta assimétrica ou a perda de uma das fases e este gerador apresentar um comportamento irregular. Para evitar problemas deste grau é necessário a instalação de um relé que monitore a tensão das alimentação, bem como a frequência da rede atuando o dispositivo de seccionamento e retirando o gerador da rede em caso de oscilação de tensão ou frequência em qualquer uma das fases. Nessa função podem ser utilizadas técnicas para detecção de ilhamento como SMS (Slip Mode-frequency Shift), AFD (Active Frequency Drift) e APS (Automatic Phase Shift).

D. Utilização da rede como armazenamento de energia

Na utilização de geradores síncronos trabalhando isolados do sistema interligado nacional como tem sido largamente utilizados nos sistemas implantados atualmente. Em uma situação ilustrativa conforme a figura 6 é apresentada uma situação onde o gerador síncrono apresenta uma variação da energia fornecida a carga de 5KW a 65KW.

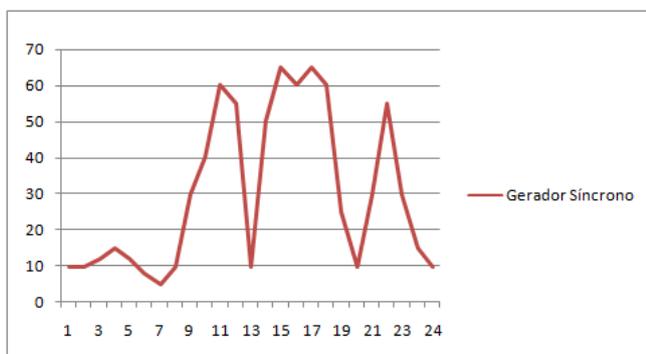
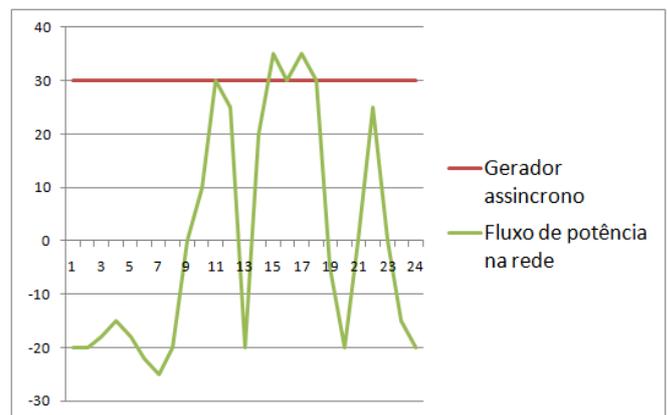


Fig. 6. Geração em função do horários do dia.

Na situação ilustrada na figura 6 ao final do dia a quantidade de energia produzida pelo gerador é de 752KW/hr.

Considerando a utilização de um gerador assíncrono trabalhando em conjunto com a rede, a máquina primária será ajustada de forma a manter o gerado trabalhando constantemente em uma potência média de 30KW. Durante o dia quando a potência solicitada pela carga for inferior a 30KW o excedente será injetado na rede, e quando a potencia solicitada pela carga for superior a 30KW, a energia faltante será solicitada da rede. O objetivo é que ao final do dia a diferença entre energia injetada e solicitada da rede seja nula.



E. Possibilidade de utilização de motores a gasolina

Quando o gerador trabalha isolado da rede este o controle de rotação da máquina primária é um ponto crítico e precisa ser rigorosamente estável de forma a garantir que a frequência de operação do gerador. Para utilização com biogás normalmente são utilizados motores diesel adaptados para o biogás devido a dinâmica destes motores que em função do volante pesado e sua elevada inércia, apresentam uma maior estabilidade para cargas irregulares aplicadas a estes geradores. No caso do gerador conectado em paralelo com a rede, como a inércia do sistema interligado nacional é muito elevada em comparação a dinâmica do gerador, a carga mecânica aplicada a máquina primária sofrerá muito pouca influência de oscilações de carga elétrica aplicadas ao circuito, assim, possibilitando a utilização de motores a gasolina para esta aplicação.

Os motores a gasolina tem um custo menor em comparação aos motores a diesel e a adaptação para trabalhar com gás é mais simples pois este já apresenta taxa de compressão semelhante a necessária para trabalhar com biogás, sistema de ignição e distribuição e demais funções que precisam ser implementadas no caso de utilização de motores diesel.

III. CONCLUSÃO

O mercado de biodigestores esta em expansão no Brasil, assim como os estudos de utilização do biogás gerado por esses para produção de energia elétrica. A complexidade em se comercializar energia, a inércia das concessionárias e permissionárias a aceitação a esse tipo de conexão mudou

significativamente nos últimos anos principalmente após a publicação da resolução 482 da ANEEL.

Em função destas dificuldades anteriormente apresentadas os proprietários destes sistemas acabavam se direcionando a utilização de sistemas isolados ou declinando da utilização do biogás para geração de energia.

Diante a este novo cenário cabe repensar a implementação de sistemas de geração distribuído utilizando motor a gasolina adaptados para biogás e motores de indução como geradores assíncronos que apresentam um custo muito inferior comparados aos sistemas com motores a diesel e geradores síncronos.

REFERÊNCIAS

- [1] KIM, J-E; HWANG, J-S. *Islanding Detection Method of Distributed Generation Units Connected to Power Distribution Systems*. IEEE POWER SYSTEM TECHNOLOGY CONFERENCE, 2000, Perth. Proceedings...p. 643-647.
- [2] JOHN, V.; YE, Z.; KOWALKAR, A. *Investigation of Anti-Islanding Protection of Power Converter Based Distributed Generators Using Frequency Domain Analysis*. IEEE Transactions on Power Electronics, v. 19, n. 5, p. 1177–1183, Sep. 2004.
- [3] WALLING, R. A.; MILLER, N. W. *Distributed Generation islanding – implications on power system dynamic performance*. IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY SUMMER MEETING, 2002, Chicago.
- [4] ZEINELDIN, H.; EL-SAADANY, E. F.; SALAMA, A. M. M. *Intentional Islanding of Distributed Generation*. 2005 IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2005, p. 653-659.
- [5] CELESC; 2006. Requisitos gerais para conexão de autoprodutor e produtor independente de energia elétrica à rede da Celesc - I-432.0003.Florianópolis.
- [6] Vitorino, L.H., “Estudo das Estratégias de Proteção de Grupos Geradores de Usinas Hidrelétricas com foco na Manutenção - Caso UHE Passo São João” Florianópolis, 2010, Monografia, UFSC
- [7] Pitombo, S.O., “Proteção Adaptativa Anti-Ilhamento de Geradores Síncronos Distribuídos” São Carlos, 2010, Dissertação de Mestrado