



Estudo de Microturbinas a Gás para Implantação de um Sistema de Geração Distribuída

Marcelo da Silva Monteiro¹, Roberto C. Lotero¹, Marcelo Miguel².

¹**Centro de Engenharia e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Caixa Postal 39, 85856-970 – Foz do Iguaçu – PR – Brasil**

²**ENEE.DT – Divisão de Engenharia Eletromecânica – Itaipu Binacional – Foz do
Iguaçu, PR - Brasil**

**marcelomonteiro85@hotmail.com; roberto.lotero@gmail.com;
marcelom@itaipu.gov.br**

RESUMO

A energia é um dos fatores essenciais para o desenvolvimento econômico e social, o qual faz parte das aspirações de todas as nações. A grande necessidade de possuir fontes energéticas provoca diversas disputas comerciais, financeiras e diplomáticas, haja vista que, ter um maior potencial energético para uma nação, coloca esta em situação privilegiada em relação às outras nações. A matriz energética mundial está baseada em fontes fósseis, gerando grandes emissões de poluentes, com o crescimento da demanda de energia e a prevista escassez dos combustíveis fósseis, torna-se necessário a criação de fontes alternativas de geração de energia.

A produção e o consumo de energia são ambientalmente impactantes, mas os padrões atuais de consumo podem ser melhorados, estimulando o uso eficiente de energia e a transição de fontes de energia fósseis para as fontes ditas renováveis, (Goldemberg, 2003).

No mundo existe uma série de pesquisas para fontes alternativas de energia, uma considerável parcela de energia elétrica está sendo produzida através da energia dos ventos; uma grande variedade de biocombustíveis substituí os derivados de petróleo, com grande eficiência; tem-se a tecnologia de células combustíveis, produção de energia elétrica com a utilização do hidrogênio; investimentos também na construção de PCHs (pequenas centrais hidrelétricas), que possuem como uma grande vantagem sobre a geração hidrelétrica de grande porte o menor impacto ambiental; e também encontra grande aplicação a utilização de microturbinas em sistemas de cogeração, com grandes vantagens na queima de biogás. Nesse sentido, o presente trabalho descreve as características dessa tecnologia e a sua inserção na rede como geração distribuída e a vantagem de operar em regime de cogeração.

PALAVRAS CHAVES

Microturbinas, geração distribuída, cogeração, produção e consumo de energia.

1. CONTEXTO DO PROJETO

A Usina Hidrelétrica de Itaipu criou, em 2003, o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), dentro de suas próprias dependências, instalado nos antigos dormitórios dos operários que trabalharam na construção da usina. Com instalações modernas e sofisticadas, o PTI é um espaço de desenvolvimento humano, com diversos tipos de atividades, como: incubadora empresarial, universidades e laboratórios de ensino e pesquisa. A UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná) tem seu centro de engenharia e ciências exatas instalado nas dependências do parque.

O parque desenvolve um programa de Gerenciamento Energético, o qual incentiva e promove ações para o uso racional dos recursos energéticos, desenvolvendo atividades em várias áreas, que englobam todas as opções energéticas disponíveis no parque. No contexto da gestão energética devem ser analisadas, no mesmo nível de importância, as opções pelo lado da oferta e da demanda de energia. Nesse sentido, o PTI apóia tanto as ações de uso racional de energia nos usos finais, como as ações que estudam alternativas de fornecimento com fontes não convencionais. Ao mesmo tempo, a Itaipu Binacional criou o programa “Plataforma Itaipu de Energias Renováveis”, o qual busca e apóia estudos para diversificação da matriz energética da região da bacia do Paraná 3, região esta afetada com a criação do lago de Itaipu.

Através do convênio existente entre PTI, a Itaipu Binacional e a Unioeste, originou-se a idéia de realizar estudos para a implantação de um sistema de geração distribuída que utilize uma microturbina a gás, operando em regime de cogeração.

Outra grande relevância deste trabalho é que após sua implantação o sistema se transformará em um laboratório vivo que servirá como objeto de estudo para futuros trabalhos de pesquisa dos professores e acadêmicos da UNIOESTE.

2. A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A crise no abastecimento de energia elétrica no ano 2001, a redução dos custos das novas tecnologias, a reestruturação do setor elétrico, os incentivo a diversificação da matriz energética e a nova legislação ambiental, impulsionaram estudos e pesquisas na área de novas tecnologias de geração, dentre estas a antiga geração descentralizada, atualmente denominada Geração Distribuída.

A geração distribuída pode ser definida como qualquer fonte geradora com potência inferior aos 30MW, localizada próxima ao consumidor final, podendo ou não estar conectada à rede de distribuição da concessionária local, alimentando cargas locais ou próximas, sem a necessidade de transporte através de uma linha de transmissão, (De Bona, 2003), como mostrado na

Figura 1.

De acordo com Ramos (2007), as principais vantagens sobre as opções convencionais de geração de energia elétrica de grande porte são:

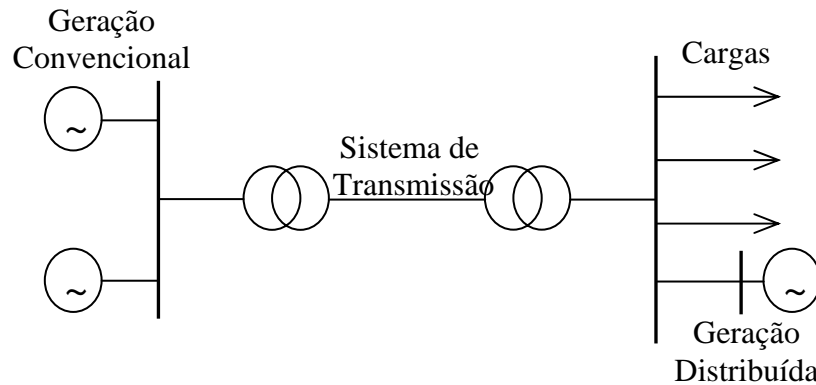


Figura 1 – Esquema de Geração Distribuída

- Ao consumidor final: possibilita que o consumidor seja auto-produtor promovendo redução dos custos com energia elétrica e combustíveis (quando operando em regime de cogeração), podendo se tornar um vendedor de energia, adequando suas instalações para ser conecta na rede da concessionária local.
- Ao setor elétrico: proporciona maior estabilidade à tensão elétrica, aumenta a confiabilidade do sistema, melhora a qualidade de energia, reduz perdas nas linhas de transmissão e distribuição, reduz perdas reativas de potência, bem como adia investimentos em subestações de transformação e em capacidade adicional para transmissão.
- Às questões ambientais: como o crescimento da demanda é inevitável, investimentos em novas tecnologias de geração de energia elétrica devem provocar o menor impacto ambiental possível, os investimentos nestas novas tecnologias de geração geram impactos ambientais bem menores em relação às grandes centrais de geração.

A geração distribuída é uma alternativa importante no modelo do setor elétrico, uma vez que proporciona condições reais de ganhos em eficiência econômica e de ampliação da competição, a exemplo de diversos países com mercado competitivo, onde a Geração Distribuída ocupa espaço de destaque. No Brasil, apesar de barreiras de diferente natureza, inclusive cultural, a atividade vem naturalmente ganhando o seu espaço político, regulatório e empresarial, ampliando efetivamente sua participação.

Uma política bem elaborada de incentivo à geração distribuída pode facilitar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, como vento, calor, luz do sol, quedas d'águas e biomassa.

Entre as tecnologias de geração distribuída se destacam as seguintes: geração através de microturbinas, geração através de motores de combustão interna, geração através células combustível, geração através de motores Stirling.

3. COGERAÇÃO

A cogeração é a produção conjunta e em forma simultânea de energia elétrica e energia térmica, gerado por uma planta combinada que utiliza uma fonte de energia primária, (Fagebaum apud Lotero, 1993), conforme a Figura 2.



Figura 2 – Esquema de Cogeração

A importância da cogeração cresce como meio de conservação de energia na indústria na medida em que os consumos de energia térmica e elétrica nas plantas aumentam, pois a incidência da energia nos custos obriga a buscar soluções racionais e econômicas.

A utilização de microturbinas a gás em regime de cogeração tem aumentado, sendo utilizada em sistemas de grandes, médias e pequenas dimensões. Um sistema de geração de energia elétrica com a utilização de uma microturbina a gás, com recuperador de calor, apresenta uma eficiência da ordem dos 30%, desperdiçando 70% da energia do combustível. Com a montagem de um sistema de aproveitamento dos gases da combustão acoplados a saída de escape da microturbina, o rendimento do sistema passa a ser de aproximadamente 90%.

4. MICROTURBINAS

Microturbinas a gás são normalmente instaladas para suprir uma determinada carga, podendo comercializar a potência excedente através da rede da concessionária local e ainda operar em regime de cogeração. Por serem compactas e de fácil operação, as microturbinas estão sendo amplamente difundidas no âmbito da geração distribuída.

5.1 Aspectos gerais

As microturbinas são unidades mais compactas que as turbinas a gás convencionais e estão sendo empregada cada vez mais como uma solução tecnológica para a geração distribuída de energia elétrica.

A respeito das microturbinas, podem ser destacadas as seguintes vantagens e desvantagens:

a) Vantagens:

- Alta confiabilidad, debido ao pequeno número de partes girantes;
- Instalação simplificada;
- Baixo custo de manutenção;
- Tamanho compacto;
- Baixo peso;
- Níveis de ruído aceitáveis;
- Baixas emissões;
- Flexibilidade de combustíveis;
- Alta temperatura de exaustão para recuperação de calor;
- Boa qualidade da energia elétrica.

b) Desvantagens:

- Custos de investimento elevados;
- Tecnologia emergente.

Resumidamente, as microturbinas são caracterizadas por terem rendimentos relativos satisfatórios, necessidade de manutenção mínima, de serem sistemas compactos e leves, sujeitas a valores bastante reduzidos de vibrações, de possuírem uma capacidade de alto aproveitamento de calor para operação em regime cogeração, traduzindo-se em uma elevada eficiência e tornando o preço do kW competitivo. Este tipo de tecnologia encontra-se praticamente no início da fase de comercialização e os construtores estão otimistas em relação ao seu sucesso, podendo levar a uma redução nos custos com o ganho de escala de fabricação, (Pontes, 2003).

Dentre os principais fabricantes de microturbina estão: Capstone (EUA), Elliot, Ingersoll-Rand, (EUA); Bowman (Inglaterra) e Turbec (Suécia), algumas destas tecnologias podem ser visualizadas na Figura 3.



Capstone



Turbec

Figura 3 – Tipos de microturbinas

5.2 Componentes

A microturbina é uma pequena central termelétrica que opera utilizando o ar atmosférico e combustível para gerar eletricidade a alta rotação. É constituída de um compressor, turbina e gerador, posicionados em um simples eixo, e um combustor e um recuperador de calor. Devido ao seu tamanho compacto, a sua instalação se adequa em locais com espaço limitado. A Figura 4 mostra a disposição desses componentes.

5.3 Funcionamento

A microturbina é uma pequena central termelétrica que opera com o ciclo termodinâmico Brayton, ideal para turbina a gás simples. Como mostrado na Figura 5, o ciclo consiste em dois processos a pressão constante (2-3 e 4-1), intercalados com dois processos a entropia constante (1-2 e 3-4). A

Figura 5 além de mostrar o diagrama P-V deste ciclo, mostra um diagrama esquemático do ciclo de Brayton em um microturbina (Bellorio, 2005).

Na seqüência de funcionamento o compressor é o primeiro componente a atuar, sendo o mesmo responsável pela elevação de pressão de ar desde pressão atmosférica na admissão até a pressão requerida na câmara de combustão. Neste processo não ocorre troca de energia térmica (regime adiabático), por isso a compressão faz aumentar a temperatura do ar. Em casos onde a microturbina opera em faixas de pressão muito elevadas, o compressor pode ser dividido em várias seções utilizando resfriamento intermediário, reduzindo o trabalho requerido pelo compressor. O compressor pode requer 50% ou mais da potência desenvolvida pela microturbina, o resfriamento apresenta um considerável efeito na potência líquida da microturbina, (Assunção, 2004).

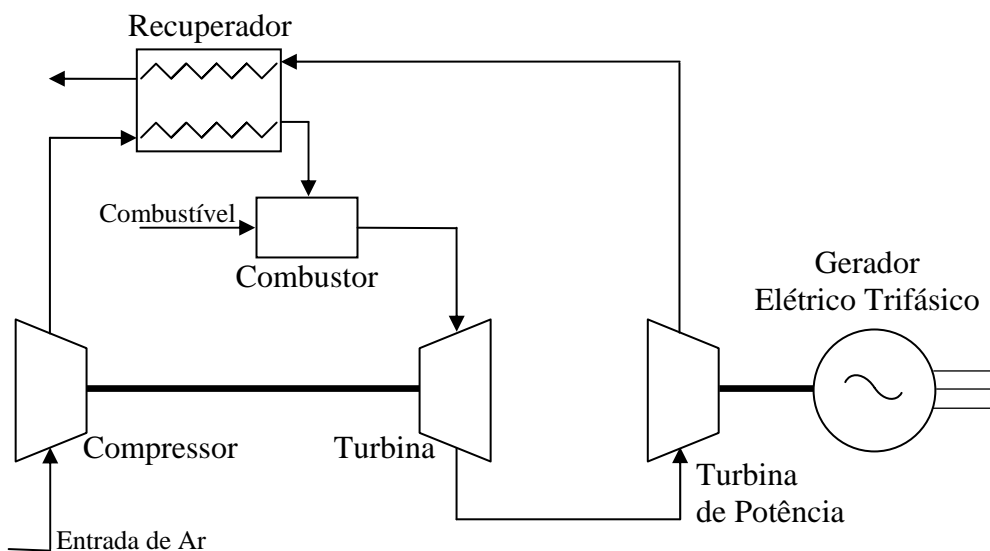


Figura 4 – Disposição dos componentes das microturbinas a gás

Seguindo com o ciclo, um difusor entrega o ar comprimido a alta temperatura para a câmara de combustão, onde é injetado o combustível, sendo queimado a pressão constante (isobárico), aumentando a temperatura dos gases. O difusor reduz a velocidade do ar para valores aceitáveis na câmara de combustão, uma grande quantidade de ar está presente na combustão, o que dilui e abaixa a temperatura dos produtos da combustão.

Os gases a alta temperatura e pressão provenientes da câmara de combustão são entregues para a turbina. Na turbina, a energia dos gases de exaustão é convertida em energia cinética, que por sua vez é convertida em energia mecânica. Os gases de exaustão da turbina são consideravelmente mais frios que os gases provenientes da câmara de combustão. Com o propósito de aumentar a eficiência térmica do sistema, comumente utiliza-se um arranjo que considera um recuperador de calor, cujo objetivo é o aproveitamento da energia térmica dos gases de exaustão para pré-aquecer o ar de entrada na câmara de combustão (saída do compressor).

Dentre outras formas de montagem, o conjunto turbina/compressor aciona um gerador de imã permanente que produz uma tensão variada e uma corrente alternada de alta frequência, de até 1600 Hz em carga máxima. Assim faz-se necessário um retificador e um inversor de frequência para transformar a corrente alternada de alta frequência em corrente contínua e, em seguida em corrente alternada na frequência da rede, 60 Hz.

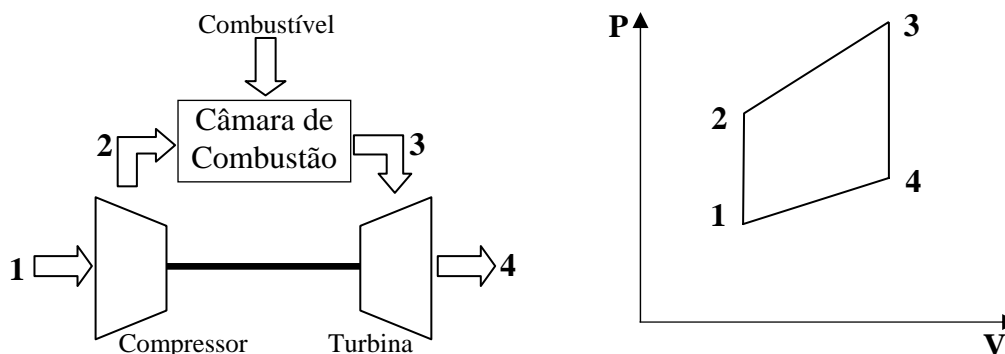


Figura 5 – Diagrama esquemático de uma microturbina e Diagrama P-V do ciclo Brayton

4 Conclusões e Trabalho Futuros

De acordo com os estudos efetuados sobre a especificação de um sistema de geração distribuída utilizando microturbina a gás foram verificados vários aspectos a serem considerados para implantação dessa tecnologia. A seguir serão comentados alguns desses aspectos.

Este tipo de tecnologia encontra-se praticamente no início da fase de comercialização, o qual implica em custos ainda elevados e incertezas quanto ao seu desempenho. As análises realizadas em sistemas já implantados constataam a viabilidade destes projetos em algumas aplicações, sendo ainda preferida a opção por motores Diesel na maioria das aplicações, principalmente em unidades de pequena escala. No entanto, as microturbinas vêm se tornando



uma alternativa atrativa para o mercado, podendo levar a uma redução nos custos de investimentos com o ganho de escala de fabricação.

Mesmo sendo uma tecnologia emergente e com os custos de investimentos ainda elevados, apresenta uma série de vantagens sobre outras tecnologias de geração de energia elétrica, tendo como umas das mais atrativas, a baixa emissão de poluentes, causando um menor impacto ambiental. A instalação deste sistema em regime de cogeração aumenta consideravelmente o rendimento da geração de energia elétrica, obtendo um melhor aproveitamento do conteúdo energético do combustível primário.

Trabalhos futuros incluem estudos sobre as técnicas de produção do biogás, o qual será o combustível para alimentar este sistema; projeto detalhado do sistema a ser implantado; especificação da produção diária de biogás, da carga a ser alimenta com a energia térmica e das conexões do sistema de geração com a rede local.

Referências

- [1] GOLDEMBERG, José. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento: 2º Edição. São Paulo: Edusp. 2003.
- [2] DOS REIS, Lineu Belico. Geração de Energia Elétrica: 1º Edição. São Paulo: Manole. 2003.
- [3] RAMOS, Eduardo Ferreira. Análise do Desempenho de um Sistema de Cogeração com uma Microturbina a Gás Natural. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.
- [4] DE BONA, Felipe Samuel. As Microturbinas e a Geração Distribuída. Artigo – UNICAMP. São Paulo, 2003.
- [5] ASSUNÇÃO, A. S. Procedimento Experimental para Avaliação Metrológica do Desempenho de uma Microturbina utilizada para Geração de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.
- [6] PONTES, André Brito. Estudo da Viabilidade Econômica da Implementação de uma Microturbina. Departamento de engenharia mecânica – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2003.
- [7] LOTERO, Roberto Cayetano. Um Estudo para Avaliação e Implementação de Sistemas de Cogeração Industrial. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.
- [8] BELLORIO, Marcos Bruno. Aplicação de Sistemas Evaporativos no Ciclo e Turbinas a Gás. Relatório de Projeto de Graduação – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.