

d) *Calculador electrónico numérico:*

Se bem que no período 1963-66 o número de calculadores vendidos anualmente no mundo para prover ao controle e segurança das instalações térmicas, tenha ficado estacionário, isto não significa que o interesse pela automatização tenha diminuído, mas resulta do facto, já mencionado, dos técnicos responsáveis terem preferido automatizações mais ou menos parciais com recurso aos sistemas de lógica fixa.

O relator dá seguidamente informações sobre as características dum calculador apto para a automatização de grupos térmicos entre 600 e 800 MW e fornece ainda alguns detalhes sobre a eliminação de ruídos do tipo corrente na recepção dos sinais analógicos pelos calculadores e ainda sobre a aparelhagem de recepção das informações dos calculadores pelos operadores.

Noutra parte do seu trabalho, Castelli trata o problema das interligações entre os sistemas automáticos e o calculador electrónico numérico.

- a) Os problemas de interligação da regulação caldeira-turbina e do sistema de comando automático dos queimadores são análogos aos da interligação entre a dita regulação e o calculador numérico.

Em qualquer dos casos, os sinais do sistema de regulação, são captados por um sistema exterior que também envia as ordens de comando. Além disso, estas funções de entrada e saída têm de ser executadas, mantendo activas determinadas funções do sistema de regulação e substituindo outras funções por acções provenientes do sistema exterior, que pode ser o sistema automático do comando dos queimadores ou o calculador numérico. Apresenta em detalhe os dois métodos que são seguidos para a interligação dos sinais de comando.

- b) A interligação entre o sistema de comando automático dos queimadores e o calculador é um problema menos complicado que o anterior. O calculador entra, como comando exterior, no sistema automático do comando dos queimadores, substituindo praticamente a percepção de sinais e os raciocínios e acções que o operador executaria.

- c) A interligação entre o calculador e o sistema lógico de comando e a protecção das instalações auxiliares é realizada de forma idêntica ao caso anterior.

Num último capítulo do relatório, o autor aborda a questão de *integração dos sistemas de medida e de regulação com o calculador electrónico e com o operador.*

Pensa-se que um dos factores mais importantes para o sucesso da automatização é o de se conseguir a confiança do pessoal da exploração. Os sistemas de automatização complexos experimentados até agora, não têm dado satisfação, na opinião de muitos especialistas e o pessoal das explorações hesita em utilizar sistemas que lhe não permitam intervir nas manobras importantes da condução das instalações.

As dificuldades que se apresentam, quando se pretende fazer actuar o operador na instalação por intermédio do calculador, são de momento invencíveis, porque os operadores não estão familiarizados com as máquinas de escrever (que é o meio normal para enviar as ordens ao calculador) e por-

que os erros de manobra se tornam de difícil percepção e correcção.

Por tais razões considera-se necessário:

- 1) Que os programas do calculador sejam ensaiados a fundo antes de serem utilizados pela exploração;

- 2) Que o operador:

Tenha acesso ao calculador por meio de órgãos de fácil manobra para operações bem definidas e limitadas, sem contudo fazer alterar os programas de comando;

Tenha por outro lado, possibilidades de impedir a acção do calculador sobre os órgãos de comando da instalação;

- 3) Que as manobras realizadas pelo calculador sejam levadas ao conhecimento do operador pelos processos a que está habituado (sinalizações).

São dadas algumas explicações relativas à aquisição pelo calculador das informações respeitantes a acções do operador e à aquisição pelo operador das informações respeitantes às acções efectuadas pelos sistemas automáticos tradicionais.

Como conclusão, o autor refere que se por um lado se têm registado bastantes desilusões, criadas por dificuldades de ordem prática à automatização integral dos grupos térmicos por meio dos calculadores electrónicos, por outro lado, pode afirmar-se que se desenvolveram técnicas e se realizaram sistemas que permitem conduzir com segurança instalações de grande potência, em que a acção do operador se reduz a manobras simples.

Também é um facto a atenção que se presta actualmente ao estudo dos sistemas muito automatizados, que permitem aos operadores seguirem o desenrolar das operações dos automatismos e que visam a integração do operador humano na automatização. É do êxito desta integração que depende a confiança do pessoal nas capacidades da automatização e a possibilidade de ter operadores capazes de intervirem no comando das instalações quando algum automatismo não funcione correctamente.

Sob o ponto de vista económico, não se pode dizer que a automatização das instalações se tenha transformado numa «fonte de rendimentos». As automatizações, pelo menos as parciais, podem considerar-se como um «tributo» a pagar com o objectivo de assegurar às unidades de grande potência a continuidade na produção e a maleabilidade do seu funcionamento, hoje consideradas como indispensáveis nas instalações de produção de energia eléctrica ■

III — UTILIZAÇÃO DAS TURBINAS DE GÁS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

por F. Faux

CDU 621.311:621.438

O relator começa por uma introdução histórica do que se passou na Grã-Bretanha com as turbinas de gás.

Recorda que a experiência das primeiras máquinas deste tipo, instaladas em 1948, não foi animadora. Porém, a partir de 1960, começaram a instalar-se em Inglaterra e no País de Gales, máquinas do tipo motor de avião, cujo emprego, graças ao seu custo relativamente baixo, à rapidez de entrada em serviço e às facilidades de implantação, se tem generalizado progressivamente.

Os primeiros grupos deste tipo, de 3 MW de potência unitária, foram adquiridos pelo «S. W. Electricity Board», para serem instalados em pontos estratégicos da respectiva rede, no intuito de fornecer energia de pontas e dispensar o lançamento de novas linhas de transmissão de energia.

Por outro lado, o ter-se reconhecido ser necessário dispor de um meio eficiente de alimentação dos serviços auxiliares essenciais das grandes centrais a vapor, independente da rede exterior, levou outras divisões do CEBG a instalar vários grupos de 15/17,5 MW ou 25 MW (potências apropriadas como socorro a grupos a vapor de 500 MW, conforme as condições de comando das bombas de alimentação). Embora nestas centrais, o socorro — automático — da alimentação dos auxiliares dos grupos constitua o objectivo principal da utilização dada às turbinas de gás, estas podem também fornecer energia suplementar às horas de ponta, mesmo nos casos em que as centrais se não situem em pontos estratégicos da rede.

Posteriormente, foram postos em serviço, ainda com o fim de remediar a insuficiência dos meios de produção às horas de ponta, grupos Compound de 55/70, 110 e 140 MW, todos destinados portanto a funcionarem com factor de utilização baixo, mas com a possibilidade de se aproveitarem os respectivos alternadores (para o que possuem embraiações) na correcção do factor de potência. O programa de 1962, incluiu seis instalações deste tipo com 700 MW de potência total, que têm desempenhado as funções para que foram previstas, embora com as perturbações que são de esperar-se com equipamentos novos.

O relator depois de analisar os aspectos mais relevantes deste tipo de instalações, faz uma descrição dos diferentes grupos a gás postos em serviço na Grã-Bretanha.

Quanto aos primeiros, são de salientar as seguintes informações:

- a) A implantação das instalações com turbinas de gás resulta menos onerosa do que as das centrais clássicas ou nucleares;
- b) Uma central com um grupo de 3 MW ou combinações múltiplas de grupos desta potência, é perfeitamente adequada a regiões isoladas ou afastadas. Ocupam uma área muito reduzida (10 ares para 3 MW) e têm necessidades muito reduzidas de água de refrigeração;
- c) Uma instalação de 140 MW, necessita apenas de 2 ha, num conjunto de edifícios, cuja altura máxima será de 18,30 m dando uma ocupação de 0,226 m³/kW (a comparar com 0,556 m³/kW numa central clássica moderna).

Em seguida a uma descrição das turbinas a gás Bristol Siddeley de 3, 17,5 MW, Rolls-Royce de 17,5-25 e 55/70 MW em que se fornecem detalhes relativos à construção, áreas de ocupação, condições particulares de funcionamento e de arranque, dispositivos para amortecimento de ruídos, etc., o relator examina em particular, as características dos comandos, a intervenção do pessoal e faz uma descrição da embraiação mecânica utilizada nos grupos grandes.

Quanto a comandos, refere:

Os casos em que por razões de economia se utiliza o automatismo completo, recorrendo a telecomandos ou a comandos sensíveis à frequência (caso dos grupos de socorro);

Os casos em que o arranque se faz manualmente — fornecendo para cada um deles detalhes sobre as opera-

ções, desde o arranque até à sincronização, condições de actuação dos sistemas de regulação, comportamento em caso de avaria do sistema de comando, etc.

Pelo que respeita a pessoal, salienta-se a intenção de o tornar o mais reduzido possível, razão da instalação de grande número de equipamentos automáticos e do recurso a dispositivos de telecomando.

No entanto, a complexidade e novidade dos equipamentos nos grupos grandes, tem exigido uma supervisão cuidada que tem sido entregue em geral a peritos especialistas enviados pelos construtores (sobretudo para se eliminar as perturbações dos primeiros tempos) e ao pessoal das centrais a vapor que lhe estejam próximas. Isto justifica-se pela fraca utilização que é dada a estes grupos. Se ela vier a aumentar, será talvez necessário prever pessoal privativo, especialmente nos casos em que os grupos a gás se encontrem muito afastados das centrais a que estão adstritos.

Noutro capítulo o relator refere-se às condições económicas da exploração das turbinas de gás.

Recorda que dos diferentes tipos de equipamento para responder às necessidades de cobertura de pontas de carga, somente dois estão presentemente em condições de ser utilizados, visto que as dimensões dos seus grupos correspondem às exigências actuais e que ambos são igualmente interessantes sob o ponto de vista económico. São estes, os aproveitamentos de acumulação por bombagem e as instalações de turbinas de gás que utilizam os motores de avião como geradores de gás.

Após breves considerações sobre a utilização económica dos aproveitamentos por acumulação, diz que as limitações impostas pelas condições de implantação dos respectivos reservatórios, deixa um lugar importante às turbinas de gás.

Diz que o factor de utilização económica destas máquinas, é devido em grande parte ao preço dos óleos Diesel em comparação com o preço dos outros combustíveis, e acrescenta que embora a melhoria do rendimento térmico seja de qualquer modo essencial, será ainda a redução do preço do combustível que terá o efeito mais importante no factor de utilização durante a vida média das instalações a gás.

Os custos de investimento das turbinas de gás diminuem proporcionalmente ao acréscimo das dimensões dos grupos e verifica-se também haver uma melhoria no custo global das instalações, proporcional ao aumento do número de grupos. As vantagens obtidas pelo aumento de rendimento de um grupo único, são mais limitadas que as obtidas para os grupos clássicos.

Independentemente dos custos de investimento para a produção, podem realizar-se economias no transporte de energia por meio de uma implantação conveniente das instalações a gás em pontos estratégicos da rede. Os estudos realizados na Grã-Bretanha, indicam que entre 1970 a 1980, a transmissão associada à nova produção térmica clássica custará aproximadamente 272 F.f./kW, enquanto que para as turbinas de gás ligadas às redes de 132 e 66 kV, este custo se reduzirá a 123 F.f./kW (números médios).

No CEBG sempre que se pretende lançar um novo tipo de equipamento energético, faz-se uma avaliação económica comparada com outros meios de produção, utilizando-se um método que visa avaliar o custo do conjunto de cada projecto, em função da vida economicamente admitida. Os resultados que representam os custos médios anuais do equipamento que permite fazer face a um acréscimo de carga, têm conta:

- a) dos custos de investimento para os equipamentos de produção e de transmissão, até aos pontos de alimentação principais de distribuição;

- b) dos custos de exploração por ordem de mérito;
- c) dos efeitos que resultam sobre os outros equipamentos da rede.

Apresenta como resultados-tipo de uma avaliação recente:

Como possibilidades futuras de desenvolvimento das turbinas a gás, Faux indica:

- a) Turbinas de gás industriais — São de prever temperaturas de admissão mais elevadas, associadas a um dispositivo «compound» e a utilização de refrigeração

Central (Combustível)	Nuclear	Óleo	Acumula- ção por bombagem	Turbinas a gás	Carvão	
					à boca da mina	distante da mina
Rendimento térmico	41,5	36,5	72	26	37	37
Duração de vida económica (anos)	20	30	55	30	30	30
Factor de utilização de vida média (%)	75	60	11	2	43	11
Custo anual médio real para a rede (F.f./kW por ano)	139,04	156,82	164,40	165,76	169,44	182,18

O relatório aborda a seguir informações relativamente a:

- a) Problemas do ruído e emissões (poluição). Fornece detalhes respeitantes à construção dos edifícios destinados a abrigar turbinas de gás, no sentido de lhe conferir características de insonoridade, aos atenuadores de ruídos a montar nas tomadas de ar e nas chaminés, e menciona que o respeito pelas cláusulas do «Clean Air Act», obrigaram a certas modificações nos queimadores e câmaras de combustão.
- b) Conservação. Menciona a periodicidade das revisões parciais e completas que devem fazer-se nestas máquinas, em especial nos geradores de gás.
- c) Montagem, lançamento em serviço e experiência de exploração inicial. Cita os resultados mais ou menos satisfatórios obtidos por altura da entrada em serviço dos diferentes escalões de potência de máquinas de gás, problemas que surgiram durante a montagem das instalações e tempos tomados por estas, acidentes ocorridos durante os primeiros tempos de marcha, modificações e correcções introduzidas, etc., etc.

intermédia, com recuperação térmica. Obter-se-ão assim rendimentos elevados, mas o preço por quilowatt subirá.

Parece ser de tirar a conclusão de que as turbinas de gás, do tipo industrial, só terão possibilidades de utilização na rede do CEEB com factores de utilização elevados se for possível reduzir o preço dos combustíveis e os custos de investimento.

- b) Máquinas de pistões livres—Este tipo de máquina, bastante espalhado na Europa Continental, não oferece condições económicas de interesse para a dimensão que seria necessário considerar no CEEB.
- c) Ciclos combinados — As vantagens da combinação das turbinas de gás com caldeiras de carvão ou óleo, permitem considerar um acréscimo no rendimento global, mas feito um exame aprofundado ao problema, considera-se que o ganho é insuficiente para compensar o custo do investimento suplementar e a maior complicação da instalação.

O relatório termina por um resumo das contribuições dos países membros da UNIPED relatadas às suas experiências com turbinas de gás ■

A falta de espaço, e a urgência de fazer sair este número para assim começarmos a recuperar o involuntário atraso com que apareceram os três últimos números, obrigou-nos a não publicar os três resumos do trabalho: «A indústria nacional de material eléctrico e os problemas do crescimento económico», e o resumo em francês do artigo «Apreciação do comportamento de uma grande barragem durante a sua primeira carga».

Aos nossos ilustres colaboradores e aos nossos presados leitores as mais sinceras desculpas.