

CAPÍTULO 4

SOLUÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO DE DEFEITOS EM COMPRESSORES ALTERNATIVOS

Este capítulo apresenta uma proposta de solução de instrumentação para a medição, a aquisição e o armazenamento dos dados de pulsação de pressão, vibração e posição do pistão.

4.1 Visão Geral sobre a Revisão da Literatura

A partir da revisão da literatura buscou-se, de forma abrangente e com a profundidade necessária, determinar o estado da arte no que diz respeito ao diagnóstico de defeitos em compressores alternativos. Para solucionar o problema de monitoramento e análise da condição de compressores, inicialmente foram realizados o estudo do princípio de funcionamento da máquina e a descrição dos seus principais componentes. Da Termodinâmica, as ferramentas para a análise de desempenho de tais máquinas foram escolhidas. Na Dinâmica, encontrou-se o equacionamento das principais forças envolvidas e as correspondentes respostas vibratórias. E, por fim, utilizando os princípios da Acústica, os efeitos das pulsações de pressão nos sistemas de compressão foram relacionados.

Algumas ferramentas úteis foram encontradas na eletrônica e na informática para automatizar a medição e o tratamento dos sinais dos diversos sensores, utilizando técnicas de digitalização, transmissão de dados e análise numérica.

Foram apresentadas também as principais experiências de empresas e pesquisadores, no que tange às medições de vibração, pulsação e fase. Também foram discutidas as considerações de analistas a respeito dos sintomas relacionados com os principais defeitos observados neste tipo de máquina. Tudo isto feito com o objetivo de encontrar balizadores para a elaboração da solução de instrumentação para este trabalho, de modo que esta solução tenha um nível técnico pelo menos equiparado ao praticado mundialmente.

4.2 Solução

A partir deste conjunto de informações foi possível perceber que o diagnóstico de defeitos, em compressores alternativos, exige um enfoque multidisciplinar. Constatou-se também que, no mínimo, três variáveis (vibração, pressão dinâmica e fase) precisam ser medidas simultaneamente para serem, em seguida, tratadas e analisadas.

A análise do comportamento vibracional, ferramenta tradicionalmente utilizada para estudos da condição de equipamentos dinâmicos, necessita de um enfoque especial quando se trata dos compressores alternativos. Conforme visto no Item 2.6, as componentes das forças originadas nas massas inerciais se somam a outras componentes geradas pelas variações de pressão, dificultando assim a análise.

Já o comportamento da pressão no cilindro sofre influência das variáveis operacionais do sistema, bem como dos estados dos componentes da parte de fluido (válvulas, anéis, selos, etc.). Como as variáveis operacionais são determinadas pelas necessidades do sistema de compressão, no qual está inserido o compressor, é possível fixar certas condições, facilitando assim o trabalho de análise.

No entanto, variáveis operacionais (pressão estática, temperatura, vazão, etc.) podem sofrer influência de defeitos nos componentes da parte de fluido do compressor. Como apresentado no Item 2.9.1, a DYNALCO CONTROLS (2003) afirma que a temperatura de descarga se eleva quando existem defeitos nas válvulas.

Por fim, percebe-se que não é possível isolar totalmente cada parâmetro para análise, relacionando-o a um determinado sintoma. Pelo contrário, os parâmetros devem ser tratados em conjunto, comparando seus resultados e confrontando os diferentes comportamentos.

Tomando como base estas premissas, algumas características básicas podem ser definidas para um sistema de medição eficiente:

- Medição simultânea de vibração, pressão dinâmica e posição do pistão, a fim de possibilitar o relacionamento destas variáveis com o ciclo de funcionamento dos componentes mecânicos do compressor;
- Medição de parâmetros operacionais e mecânicos para definição das condições existentes no sistema a cada medição das variáveis dinâmicas.

Estes parâmetros devem incluir, no mínimo: temperatura de válvula, pressão estática e temperatura (tanto na sucção quanto na descarga).

Como é possível constatar no Item 3.1, existem hoje, em todo o mundo, diversos desenvolvedores de sistemas dedicados ao monitoramento e à análise de compressores alternativos. Estes sistemas normalmente utilizam vários canais para medição simultânea, podendo ter configurações distintas decorrentes das aplicações, dos recursos e das soluções adotadas por cada fabricante. Os principais sistemas estão listados a seguir:

- Coletor de dados dedicado;
- Sistema de condicionamento e digitalização de sinais acoplado a um PC portátil;
- Placas de aquisição, instaladas em painéis próximos ao equipamento, que enviam sinais para um computador de bancada (supervisório).

Surge então a possibilidade de utilizar diversos sensores e sistemas de coleta e análise. É necessário, portanto, estabelecer algumas características julgadas importantes, dadas as exigências da aplicação e a disponibilidade de recursos:

- Robustez;
- Portabilidade;
- Simplicidade na alimentação;
- Facilidade de condicionamento de sinais;
- Facilidade de instalação;
- Alta taxa de amostragem de sinal;
- Amostragem em canais independentes e simultâneos;

- Rapidez e simplicidade na transferência de dados para o computador;
- *Software* de coleta de dados, específico para a aplicação;
- *Software* de análise de dados versátil e abrangente;
- Baixo custo.

Para o máximo atendimento a esta lista, foram escolhidos os seguintes componentes para o sistema de medição e diagnóstico desenvolvido ao longo deste trabalho:

- Medição de vibração – acelerômetro piezelétrico do tipo ICP modelo 786F fabricado pela Wilcoxon;
- Medição de pressão dinâmica – sensor de pressão dinâmica piezelétrico do tipo ICP modelo 111A23 fabricado pela PCB Piezotronics;
- Medição da posição do pistão – fototacômetro modelo ROS-5P fabricado pela Monarch Instrument.
- Medição de temperatura do gás – termopar instalado no tubo de descarga;
- Medição de pressão estática – manômetro instalado no balão;
- Medição da temperatura de cabeçote – termômetro por infravermelho (IR);
- Interface de aquisição de dados – TR2X12, desenvolvida no Laboratório de Propriedades Óticas (LaPO) da UFBA.;
- Configuração geral – sistema de condicionamento e digitalização de sinais acoplado a um computador portátil;
- Transmissão de dados – porta paralela;
- *Software* de coleta de dados – desenvolvido para a aplicação em linguagem Visual Basic;
- *Software* de análise – Origin 7.0.

Além das premissas apresentadas, estas escolhas foram norteadas pela disponibilidade de soluções desenvolvidas dentro do LaPO. Estas soluções poderiam ser adaptadas facilmente para esta aplicação, gerando um amplo domínio tecnológico que possibilita futuros desenvolvimentos.