

## REDUÇÃO DAS PARADAS DE EMERGÊNCIAS

### DAS PLANTAS DE DESPOEIRAMENTO DA CSN (1)

#### RESUMO:

As plantas dos despoeiramentos da Casa de Corridas e "Stock-house" dos Altos Fornos 2 e 3 da CSN foram projetados para funcionamento contínuo sem qualquer tipo de parada não programada. Os motores dos exaustores devem funcionar em regime contínuo proporcionando a retirada constante de pó, sem paradas de emergência, sejam por falhas nos equipamentos ou processo. A soma dos conjuntos dos intertravamentos de segurança do motor, exaustor e processo promovem o desarme da planta em caso de falha.

Após melhorias de implantação de novos equipamentos de campo e desenvolvimento das lógicas de controle, as paradas de emergência foram diminuídas, possibilitando índices mensais de parada zero no fim dos trabalhos.

Assim, hoje, as plantas dos despoeiramentos da Metalurgia da Redução são mais estáveis e confiáveis, reduzindo a poluição ambiental por emissão de particulados. Os registros de ocorrências ambientais, devido a parada de emergência dos despoeiramentos foram minimizados no ano de 2003. Além disto, houve melhorias consideráveis na disponibilidade, desempenho e vida útil dos equipamentos devido a essa otimização. Como consequência, diminui-se também o tempo e custo gasto com a manutenção e análise das falhas.

#### PALAVRAS - CHAVES:

REDUÇÃO DE PARADAS  
COMPRESSORES  
DESPOEIRAMENTOS

- (1) Contribuição técnica a ser apresentada no VIII Seminário de Automação de Processos Industriais da ABM em Belo Horizonte/2004;
- (2) Engenheiro de desenvolvimento;
- (3) Supervisor da elétrica;
- (4) Técnico de controle de processos;
- (5) Técnico de elétrica;

#### AUTORES:

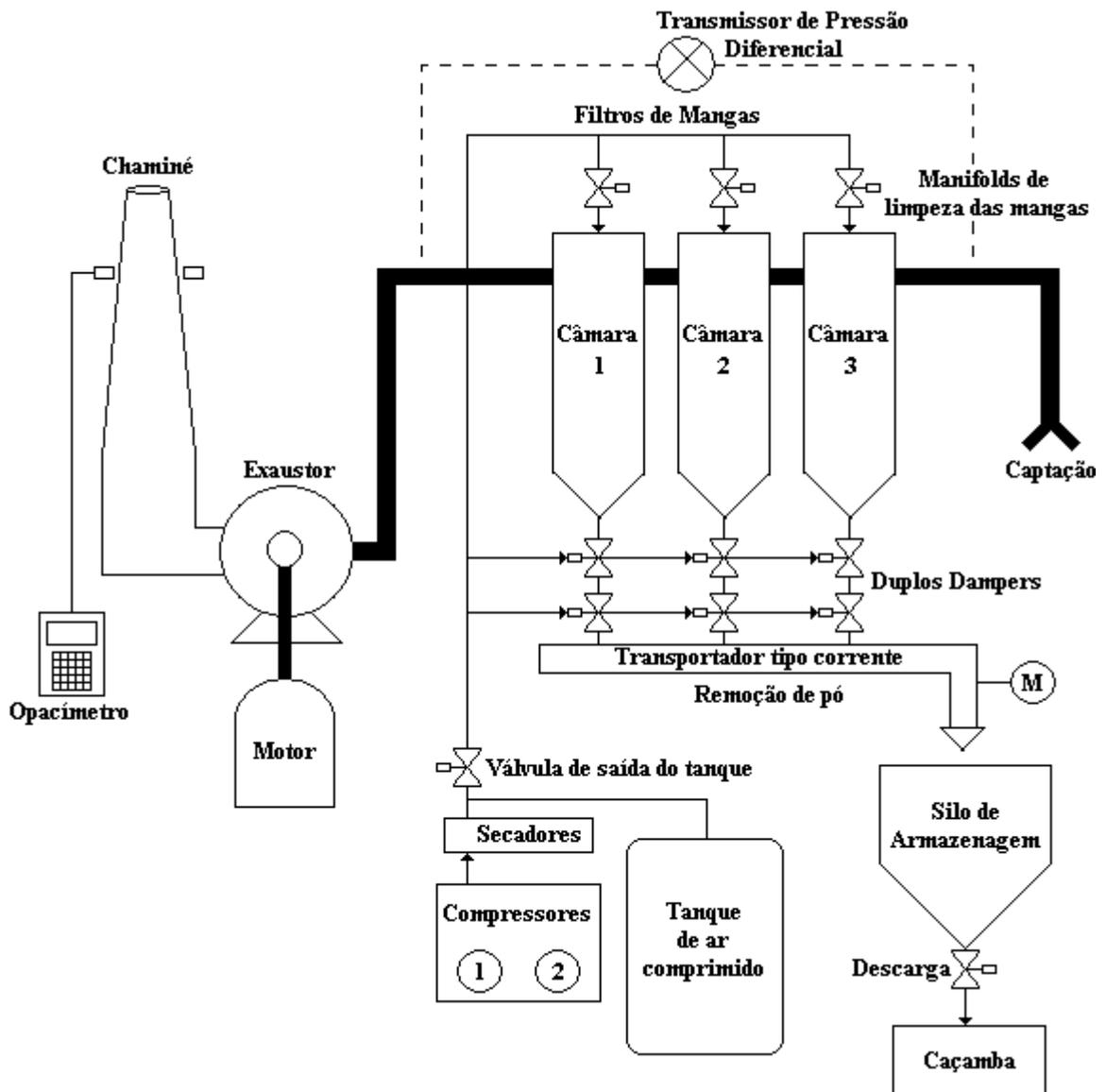
- RICARDO SEBASTIÃO NADUR MOTTA (2)
- OSVALDO DE SOUZA ROSSI (3)
- JAQUELINE PATRÍCIA SILVA (4)
- RONAILTON FURTADO VIEIRA (5)

## 1 - Introdução

Este trabalho descreve a soma de vários problemas e soluções adotadas em comum nas plantas dos despoeiramentos da Stock-house do Alto Forno 2 (SH#2), Stock-house do Alto Forno 3 (SH#3) e Casa de Corridas do Alto Forno 2 (CC#2). As três plantas são semelhantes e portanto, as soluções adotadas foram abrangentes para todas.

A figura 1 a seguir ilustra um diagrama de processo típico para plantas de despoeiramento, onde estão expostos seus principais equipamentos:

Figura 1 - Diagrama típico de uma planta de despoeiramento;



Na tabela 1 é apresentado um histórico das paradas dessas plantas durante o ano de 2003 e no início do ano de 2004.

<b>Plantas</b>	<b>1° Tri 2003</b>	<b>2° Tri 2003</b>	<b>3° Tri 2003</b>	<b>4° Tri 2003</b>	<b>1° Tri 2004</b>	<b>Total</b>
SH#2	0	3	2	2	2	9
CC#2	0	4	0	0	2	6
SH#3	15	7	0	3	5	30

Tabela 1 - Registro de Paradas de Emergência;

## **2 - Objetivos do trabalho**

Os principais objetivos deste trabalho são evitar e eliminar as causas que levam as paradas indevidas dos despoeiramentos.

- A- Pressão baixa de ar comprimido;
- B- Pressão diferencial alta nos filtros de manga;
- C- Vibração alta nos exaustores;
- D- Eliminar as causas de paradas dos despoeiramentos por temperatura alta nos mancais e estatores dos exaustores (software);
- E- Eliminar as paradas dos despoeiramentos por ruídos elétricos e surtos de tensão induzida nos transmissores de temperatura dos estatores e mancais dos motores dos exaustores;

Além disto, para eliminar algumas causas fundamentais de paradas indevidas, foram tomadas ações indiretas em alguns equipamentos visando os objetivos principais:

- I- Prover uma alternativa para a placa de controle eletrônica dedicada dos secadores de ar;
- II- Corrigir os significados dos sinais trocados entre os compressores e o PLC;
- III- Melhorar o desempenho de operação da válvula de saída do tanque de armazenagem de ar comprimido.

## **3 - Diagrama de parada de emergência**

As principais causas fundamentais que acionam os intertravamentos das plantas são descritos a seguir:

### **3.1 - O conjunto de falhas relativos ao motor principal**

- A- Fusíveis queimados;
- B- Atuação do relé de proteção 469 (por sobrecarga, sobrecorrente e/ou sobretensão);
- C- Falha nos circuitos de comando;
- D- Motor queimado ou, por exemplo, barras do motor gaiola quebrado.

### **3.2 - Temperatura alta no estator**

A escala deste instrumento vai de 0 a 150°C. Os valores de desarme são ajustados em função da classe de isolamento do motor. Por exemplo, classe F permite até 130°C sem perder as características de isolamento do estator. O valor de desarme é estabelecido abaixo deste valor e foi ajustado em 120°C.

### **3.3 - Vibração alta no mancal livre e acoplado**

Este intertravamento pertence ao conjunto do exaustor. Um transmissor de vibração é usualmente instalado numa rosca de 1/2" sobre os mancais do exaustor. Sua escala típica é de 0 a 20 mm/s. Seus valores iniciais para desarme eram 6,8 ou 10 mm/s. O valor foi padronizado em 6 mm/s para todas as plantas. Foi implantado um temporizador de 5 segundos para evitar desarmes indevidos ocasionais provocados por pessoas.

### **3.4 - Temperatura alta no mancal livre e acoplado**

Os mancais livres e acoplados são lubrificados com frequência e possuem visores de vidro para o nível de óleo. Dependendo das características construtivas, diâmetro, folga, rotação e principalmente se a lubrificação é com óleo ou graxa, uma temperatura máxima é admitida geralmente entre 70°C e 80°C. Este ajuste foi padronizado em 80 °C.

### **3.5 - Pressão diferencial alta**

A pressão diferencial alta no filtro de mangas pode ser ocasionada por:

- A- Pressão baixa de insuflação;
- B- Falha nos compressores (sistema de refrigeração com problema, transmissor de pressão ou temperatura danificados, motor queimado, etc...);
- C- Filtro de mangas obstruídas, devido a água insuflada junto com ar de limpeza;
- D- Falha nos cilindros e chaves de fim-de-curso dos duplo dampers;
- E- Pulso longo de limpeza das mangas.

### **3.6 - Número alto de câmaras isoladas**

Os despoeiramentos foram projetados para funcionamento contínuo sem paradas. Para se efetuar manutenção nos filtros de mangas, pode-se isolar uma câmara. Por questões de segurança para a manutenção, é permitido no máximo o isolamento de uma câmara. O sistema então foi projetado para desarme do exaustor, caso o operador isole mais que uma câmara ao mesmo tempo. A maioria destes desarmes ocorre por comunicação deficiente entre manutenção e operação.

## **4 - Histórico dos problemas apresentados nos despeiramentos**

### **4.1 - Problemas apresentados no exaustor principal**

Os problemas mais comuns ocorridos e que desarmam o disjuntor do exaustor são:

- A- Transmissor de vibração danificado;
- B- Sinal falso de vibração alta por ruído proveniente de rádios de comunicação;
- C- Transmissor de temperatura com o sensor danificado;
- D- Temperatura alta gerada por ruídos elétricos e tensões induzidas.

### **4.2 - Problemas apresentados no processo**

Levam a parada do exaustor e portanto do processo, por pressão diferencial alta entre os filtros de mangas, as seguintes causas são:

- A- Sujeira nos filtros de ar dos "manifolds" de limpeza das mangas;
- B- Pressão diferencial alta por falta de ar comprimido;
- C- Pressão diferencial alta instantânea na partida;
- D- Operação inadequada do isolamento das câmaras;
- E- Excesso de água na linha de ar comprimido devido a placa eletrônica dos secadores danificada (indisponibilidade e elevado custo do sobressalente);
- F- Válvula diafragma (solenóide) de limpeza das mangas danificada.

### **4.3 - Problemas apresentados nos compressores de ar**

A principal causa de parada por pressão diferencial alta deve-se a falta de ar comprimido na planta.

#### **4.3.1 - Temperatura alta na saída do compressor**

A temperatura alta maior que 110°C na saída do compressor, pode ser ocasionada por:

- A- Filtro de água sujo;
- B- Acoplamento da bomba de refrigeração quebrado;
- C- Torre de refrigeração suja de lama e sem tratamento;
- D- Mau contato nos conectores do transmissor de temperatura;
- E- Transmissor de temperatura danificado;
- F- Válvula de fechamento d'água inoperante.

#### **4.3.2 - Pressão alta na saída do compressor**

A pressão alta maior que 7 Bar na saída do compressor teve como causas, os seguintes problemas:

- A- Mau contato nos conectores do transmissor de pressão;
- B- Transmissor de pressão danificado.

### 4.3.3 - Falha dos compressores em geral

A falha geral no conjunto dos compressores (normalmente 2) teve como causas, os seguintes problemas:

- A- Unidade eletrônica danificada;
- B- Compressores não funcionam em regime "stand-by";
- C- Filtro de óleo sujo;
- D- Indicação falsa dos compressores na Sala de Controle.

## 5 - Desenvolvimento da seqüência dos secadores de ar

Os secadores de ar são essenciais numa planta de despoeiramento pois desumidificam o ar que será utilizado na limpeza das mangas. Problemas nos secadores levam a uma obstrução gradativa das mangas podendo ocasionar a perda completa das mangas e deficiência no despoeiramento.

O comando das válvulas dos secadores de ar era feito com o auxílio de uma placa eletrônica microprocessada dedicada a operação das colunas dos secadores. A placa apresentava defeitos sem possibilidade de reparo em laboratório próprio da CSN e também alto custo para aquisição de uma nova placa. A mesma foi substituída por software no PLC.

A figura 2 ilustra como originalmente funcionava os cartões eletrônicos dos secadores de ar da Stock-house do AF#3.

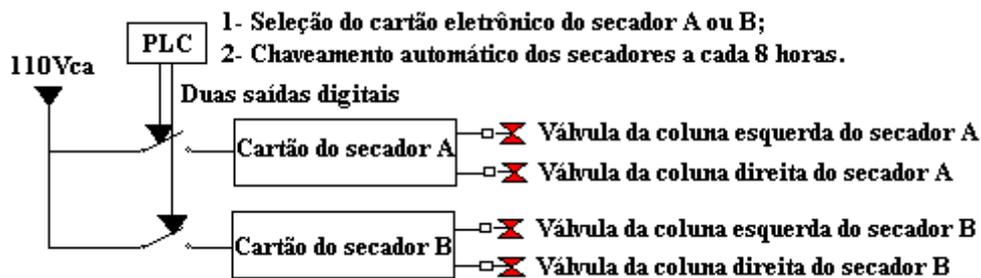


Figura 2 - Configuração original dos secadores de ar;

A figura 3 ilustra que os cartões eletrônicos foram eliminados e suas funções são agora desempenhadas por algumas linhas de programa e algumas saídas digitais reservas do PLC.

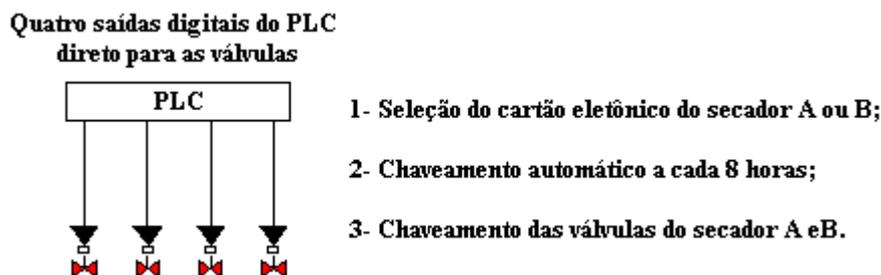


Figura 3 - Configuração atual dos secadores de ar;

## 6 - Desenvolvimento da lógica da válvula de saída do tanque de ar comprimido

A válvula de saída do tanque de ar comprimido não apresentava uma lógica coerente com o funcionamento do conjunto compressor-secador-tanque, chegando a oscilar em ocasiões de abastecimento inicial do tanque ou problema de vazamento na planta. Foi implementada uma histerese de comparação abrindo a válvula com a pressão de tanque maior que 6 bar, ou seja, somente após abastecimento com ar comprimido que o tanque é liberado para a planta.

Seu funcionamento é ilustrado nos gráficos da figura 4:

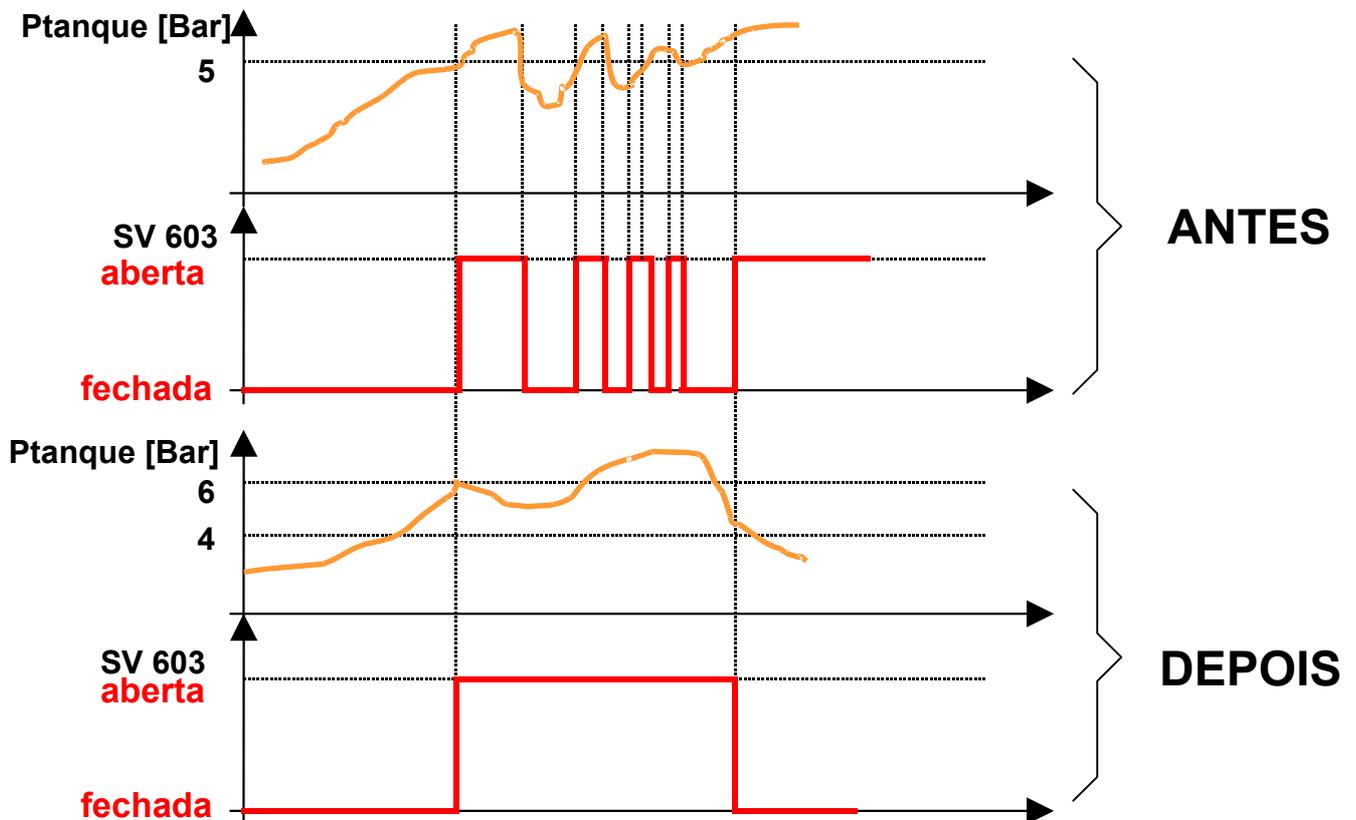


Figura 4 - Funcionamento com histerese para válvula de saída do tanque de ar;

Quando ocorre um problema na planta e sua pressão cai, a válvula fecha com 4 bar. A instrumentação de controle dos compressores, dentre as quais as válvulas de água e saída para os secadores é preservada, e opera tranquilamente sem que um defeito na planta perturbe o funcionamento dos compressores.

## 7- Medição e intertravamento de vibração

Os transmissores de vibração dos despoeiramentos foram padronizados com os objetivos de minimizar estoque e custos para a CSN.

Foi substituído um dos transmissores de vibração do fabricante "Bently Nevada" do despoeiramento da Casa de Corridas do Alto Forno 2 por transmissores do fabricante "Metrix", devido à queima da parte eletrônica.

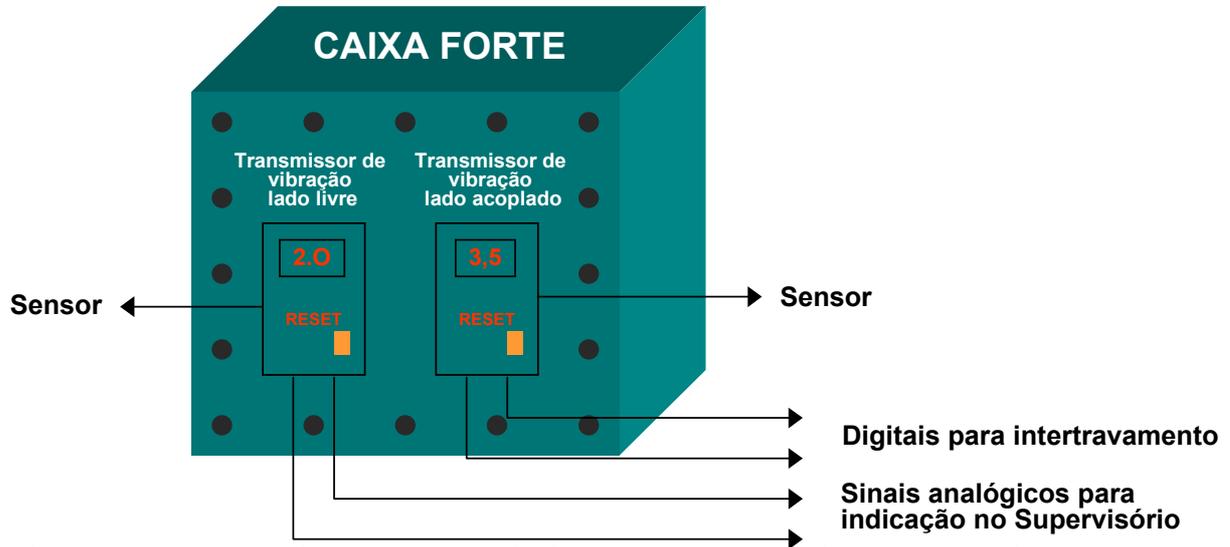


Figura 5 - Configuração original do transmissor de vibração;

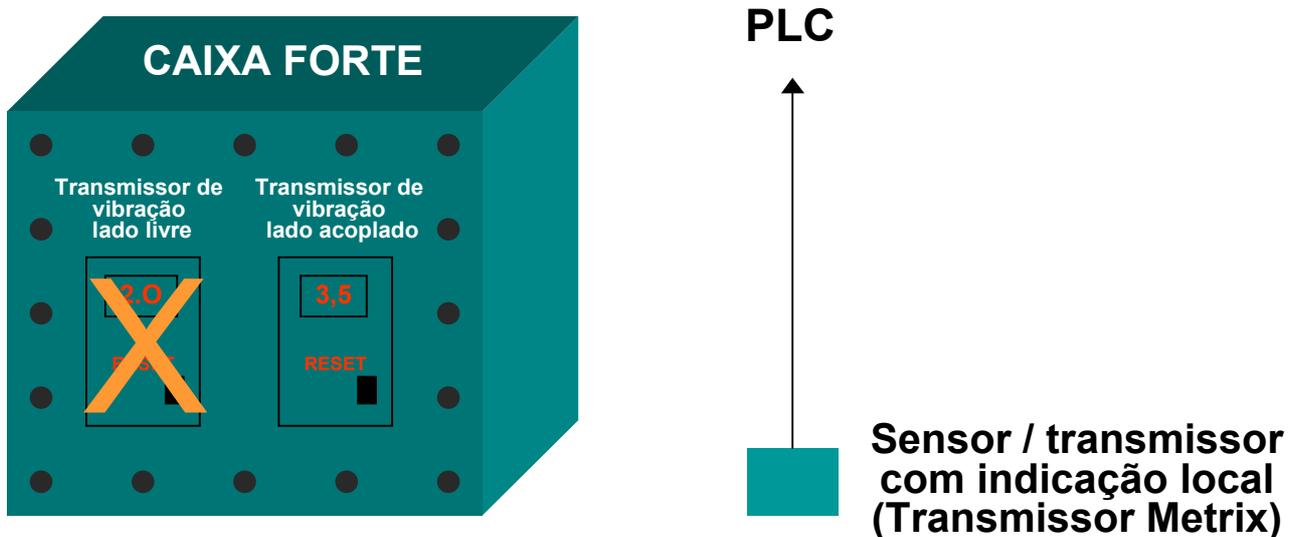


Figura 6 - Configuração atual do transmissor de vibração;

### 7.1- Lógica no PLC antes da melhoria

Uma vez atuado o sinal digital do transmissor de vibração, o exaustor era desligado. Para normalizar este sinal, era necessário abrir a tampa metálica da caixa para "resetar" o transmissor em alarme.

A figura 7 ilustra o diagrama "ladder" original para desarme da vibração através de entradas digitais:

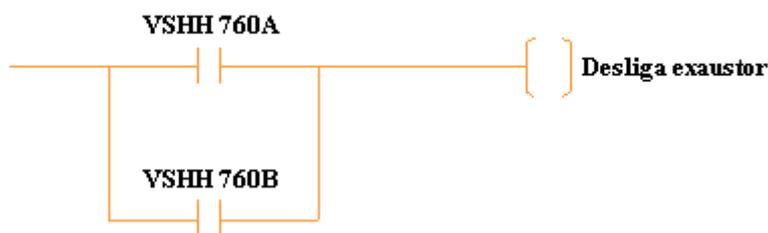


Figura 7 - Diagrama original para desarme por vibração alta;

## 7.2 - Lógica no PLC depois da melhoria

O intertravamento digital foi substituído pelo sinal analógico, que hoje independe do botão de "reset" do transmissor "Bently Nevada". O transmissor foi substituído pelo transmissor do fabricante "Metrix" que é equivalente e possui o mesmo desempenho com a vantagem de indicação local do valor lido. A figura 8 ilustra a modificação realizada no programa "ladder" do PLC para se efetuar o intertravamento de vibração alta, com o auxílio de entradas analógicas e temporizadores.

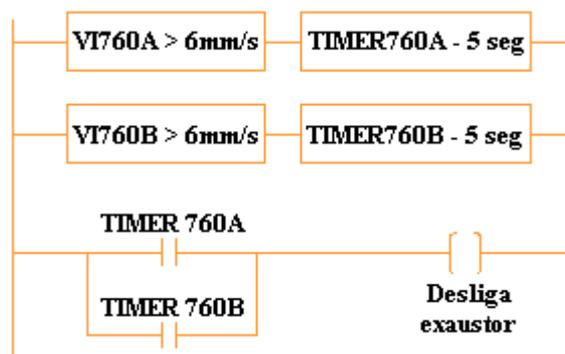


Figura 8 - Diagrama "ladder" com temporizador de 5 segundos;

## 8 - Compressores

Os compressores apresentavam indicações falsas de estado de funcionamento na Sala de Controle, em função de um projeto mal concebido, elaborado para a monitoração e lógica do processo. O significado descrito nos "pop-up" dos compressores não condizia com o real significado dos sinais elétricos de campo. Eles eram a causa fundamental mais significativa na história de desarme da tabela 1.

A seleção de compressor em funcionamento era feita somente pelo operador. Em caso de falha, o compressor reserva não partia sozinho. A reversão automática da seleção dos compressores a cada 24 horas acontecia mesmo com o compressor "stand-by" em falha. O funcionamento dos compressores em regime "stand-by" existia, porém era realizado manualmente.

Todos estes defeitos de projeto foram eliminados e suas ações padronizados para as novas plantas de despoeiramento. Além disto, foram desenvolvidos contadores de horas de funcionamento dos compressores para avaliação de desgastes e troca de óleo, peças, etc.

#### **9 - Queda do exaustor principal por sinais falsos**

Às vezes havia queda do exaustor principal por ruídos elétricos e interferências eletromagnéticas. Assim, foram criados temporizadores de "software" para os sinais de vibração, temperatura e pressão diferencial alta. Eles visam evitar que o despoeiramento pare, por exemplo, por alguém esbarrar no transmissor de vibração, ou um mau contato instantâneo do sensor de temperatura, principalmente no caso da pressão diferencial alta entre a entrada e a saída dos filtros de manga. Os valores de medição típicos vão de 0 a 500 mmCA. Os valores nominais estão em cerca de 130 a 180 mmCA com desarme em 220 mmCA. Foi implementado um temporizador de 10 segundos para que este intertravamento não atue indevidamente na partida da planta.

#### **10 - Aterramento dos transmissores de temperatura dos mancais e estatores**

Foi feita a ligação da carcaça dos transmissores de temperatura do exaustor no aterramento da planta, visando eliminar as tensões induzidas pelo motor, conforme recomendação do fabricante. Somente a carcaça e o "shield" do cabo analógico foram ligados juntos ao aterramento elétrico da planta. Do lado do PLC, o "shield" não é conectado.

#### **11 - Ativação do filtro de "software" nos transmissores de temperatura dos mancais e estatores**

Também foi aumentado o "damping" de 1 para 10 segundos. O "damping" é um filtro de "software" interno ao transmissor próprio para eliminar ruídos e limitar as vibrações bruscas de valores em intervalos de tempo incoerentes.

#### **12 - Substituição das chaves de fim-de-curso mecânicas por sensores de proximidade nos duplo dampers**

As chaves de fim-de-curso mecânicas das posições de aberto e fechado dos duplo dampers apresentavam diversas falhas decorrentes de seu uso. Estas falhas, desabilitam o sistema de descarga de pó coletado da respectiva câmara no transportador corrente. Com o passar do tempo, a pressão diferencial de todo o filtro aumentava, levando a planta ao desarme.

Foram substituídos os limites por sensores indutivos em função de dois problemas que ocorriam nas válvulas do duplo dampers:

1 - O pó coletado deposita-se na sede da válvulas. Isto impedia o acionamento perfeito do limite;

2 - O agarramento mecânico do pino do limite.

### **13 - Substituição das válvulas direcionais dos duplos dampers e válvulas de insuflação**

As válvulas direcionais dos duplos dampers foram especificadas erroneamente. Sua base de plástico não resiste a agressividade da área com relação ao pó. Foram trocadas por base de alumínio.

### **14 - Conclusões**

Os desenvolvimentos e ações descritas no trabalho ocorreram do início do funcionamento das plantas e os registros de falhas. Em seguida, uma ação de sucesso era implementada nas outras plantas de despoeiramento semelhantes. A prioridade das ações variavam conforme a deficiência ou defeitos em algumas das plantas dos despoeiramentos.

Os despoeiramentos da Casa de Corridas do Alto Forno 2, "Stock-house" do Alto Forno 2 e "Stock-house" do Alto Forno 3, foram fornecidos com engenharia básica de funcionamento. A partir do comissionamento foram sendo observadas as deficiências e inconsistências existentes no projeto, tanto na lógica quanto nos sinais de campo.

Além disso, foram observados ruídos em sinais de intertravamento dos motores de exaustão que levavam à paradas de emergência indevidas.

Com o desenvolvimento deste trabalho, estas e outras irregularidades encontradas foram eliminadas, diminuindo assim o número de paradas de emergência nos despoeiramentos.

### **15 - Bibliografia**

[1] Nadur R.S.M, Silva J.P, Almeida C., Mendes R.A., "Desenvolvimento da automação do despoeiramento da casa de corridas do AF#3 da CSN" - II SETAF - Seminário tecnológicos dos altos fornos - Volta Redonda/RJ-2004

[2] Manual de operação e manutenção dos despoeiramento da casa de corrida do AF#2, "Stock-house" #2 e #3 - CSN;

[3] Manual do transmissor de vibração série "ST" da Metrix;

[4] Manuais de transmissores de temperatura, da Fisher-Rousemount.