

PAINÉIS ELETRÔNICOS DAS CASAS DE CORRIDAS DO ALTO FORNO #3 DA CSN¹

Ricardo Sebastião Nadur Motta²

Cleber de Almeida³

Luiz Antônio Duarte Nunes⁴

Antônio Carlos Batista Lima⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um painel eletrônico capaz de colocar a disposição dos operadores das casas de corridas, as informações do processo do alto forno, controle do fechamento e vazamento dos furos de gusa, bem como data, hora, e mensagens de segurança. As etapas dos desenvolvimentos são ilustradas a partir de vários croquis, com o objetivo de esboçar a evolução do projeto com a interação das idéias. As dimensões dos dígitos permitem ao operador uma leitura correta e legível dos dados a uma distância de até 100m aproximadamente. A aquisição de dados do painel foi feita de maneira convencional com o auxílio de sinais digitais e analógicos, e a matrix de mensagens, hora e data em comunicação serial padrão RS-232C/RS-485. Os resultados do trabalho foram dois painéis eletrônicos localizados nas casas de corridas norte e sul, possibilitando a operação dos quatro canhões de lama e máquinas de furar, à distância, no piso da casa de corridas por meio de controles remotos. Isto possibilitou efetuar as atividades de vazar e fechar forno com maior segurança e reduziu a carga de trabalho dos operadores, revolucionando a rotina de trabalho, pois agora, não é necessário se deslocar para a sala de controle para obter informações do processo, ou mesmo ter que acessar o rádio comunicador.

Palavras-chave: Alto forno; Casa de corridas; Painel eletrônico.

CAST HOUSE ELECTRONIC PANEL AT CSN'S BF#3

Abstract

The subject of this paper is shown the development of an electronic panel able to supply operator's cast house with information about the blast furnace, tap hole process, messages, date and time. The stages of the development are shown from several sketches, aiming the design evolution as well as the iteration of the ideas. The display dimension allows reading the data from about 100 meters distance to the operator's sight. The data gathering was made with the regular way the help of analogue and digital signals and a messages matrix, hour date in serial link RS-232 C/RS-485 standards. The results of this work were two panels located in north and south cast house allowing far way operation for four mud guns and driller machines at the cast house flour by means of remote control. These allow execute the tasks of tapping and drilling easier with better security, decreasing operator's efforts, revolution the daily routine work, since now, it is not necessary to move to the control room to get data from the process, or even have to access radio communication.

Key words: Blast furnace; Cast house; Electronic panel.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Engenheiro de Manutenção Sênior – Companhia Siderúrgica Nacional - nadur@csn.com.br;*

³ *Técnico Eletricista – Companhia Siderúrgica Nacional – cleber.almeida@csn.com.br;*

⁴ *Técnico em Casa de Corrida – Companhia Siderúrgica Nacional – la.duarte@csn.com.br;*

⁵ *Supervisor de Mecânica – Companhia Siderúrgica Nacional – antonio.lima@csn.com.br;*

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um painel eletrônico equipamento capaz de colocar a disposição dos operadores das casas de corridas as informações do processo do alto forno #3, AF#3, da CSN.

As informações mais comuns e desejáveis na prática diária de operação da casa de corridas são:

- Condições do sopra AF#3 – vazão, pressão;
- Condições operacionais do sistema hidráulico dos canhões de lama e máquina de furar forno;
- Condições operacionais do sistema de granulação de escória;
- Nível de gusa dos Carros Torpedos.

Estas informações são de muita importância para a operação através do controle remoto e para o “Autoplug” (fechamento automático do furo de gusa).

Na Figura 1 a seguir, ilustra a visão da casa de corrida norte do AF#3, com a sala de operações dos furos de gusa em destaque.

A Figura 2 ilustra o painel do controle remoto utilizado para operar, fora da sala de comando, o canhão de lama e máquina de furar forno.



Figura 1 – Visão da casa de corrida norte do AF#3 da CSN.

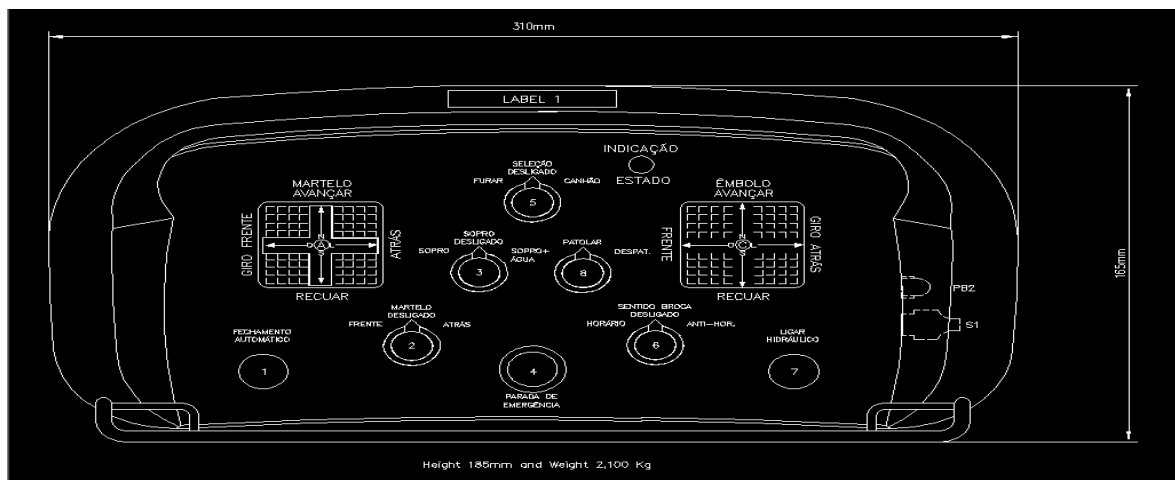


Figura 2 – Visão do painel do controle remoto de operação do canhão de lama e máquina de furar forno do AF#3 da CSN.

2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

As principais operações executadas no dia-a-dia de uma casa de corridas de alto forno são:

- Vazar e fechar o furo de gusa;
- Controlar o escoamento e medir a temperatura do gusa nos canais;
- Granular a escória;
- Controlar o enchimento dos carros torpedo e
- Retirar amostras de gusa nos canais.

2.1 Vazar e Fechar Furo de Gusa

A operação de vazar e fechar Furo de gusa é realizada por dois equipamentos: máquina de furar forno e canhão de lama.

O furo de gusa é vazado com o uso de uma máquina perfuratriz hidráulica, com broca ou barra de diâmetro pré-selecionado de acordo com as condições do comprimento anterior do furo de gusa ou das condições do processo.

O indicativo de término de escoamento do cadinho é a formação de *Splash* ou sopro no furo de gusa. O operador então aciona o canhão de lama, que faz o fechamento do furo de gusa, injetando massa de tamponamento a uma pressão aproximada de 300 [kgf/cm²].

2.2 Escoamento do Canal de Gusa

O canal de gusa realiza a separação do gusa e da escória que são retirados de dentro do alto forno pelos furos de gusa.

Para que seja possível a operação ininterrupta por 24h, o escoamento é revezado entre 2 furos de gusa, em operação na casa de corrida. Um terceiro fica em condição de reserva e o quarto fica em manutenção. O vazamento dos furos é revezado entre casas de corridas, visando o melhor escoamento possível de líquidos do cadinho. A Figura 3 ilustra os canais de gusa e a captação de pó na casa de corridas tal como descrito em obtidas em Motta e Almeida.^[1]

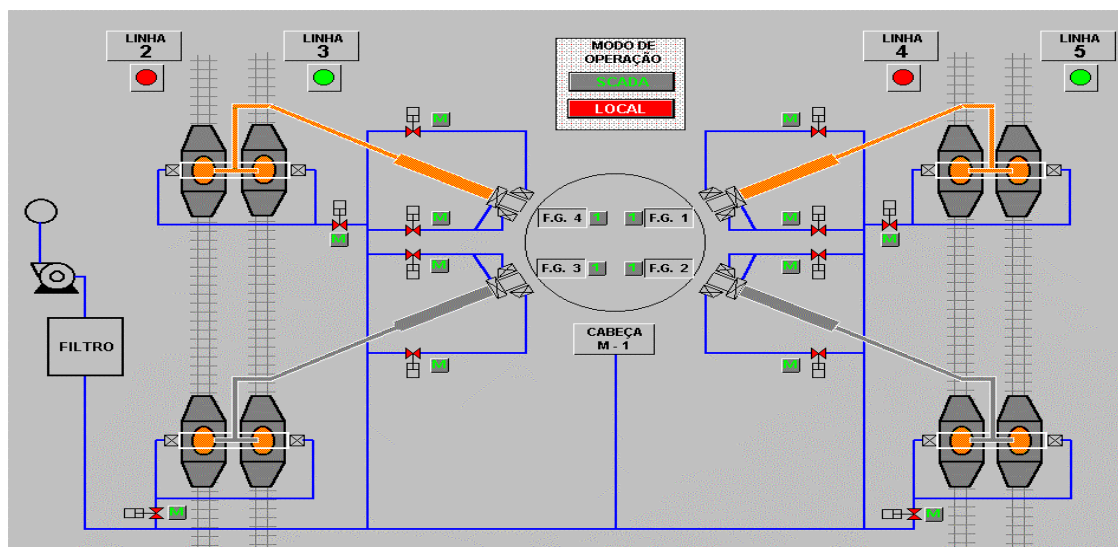


Figura 3 – Canais de gusa e captação de pó das casas de corridas do AF#3.

2.3 Granulação de Escória

A granulação de escória possui para cada casa de corridas, um poço de granulação normal e um poço de emergência, que foi adaptado de poço seco para poço de granulação após a reforma de 2001.

O sistema é responsável por granular a escória e tornar sua remoção para cimenteiras de forma ágil e segura. Uma das principais funções do operador é controlar o nível de água, evitando não só a falta de água como também o excesso, que gera transbordo e pode afetar o meio ambiente.

A Figura 4 ilustra o fluxograma de recirculação da água de granulação de escória. Podemos visualizar as bombas, o circuito de água, as bicas e os poços de granulação.

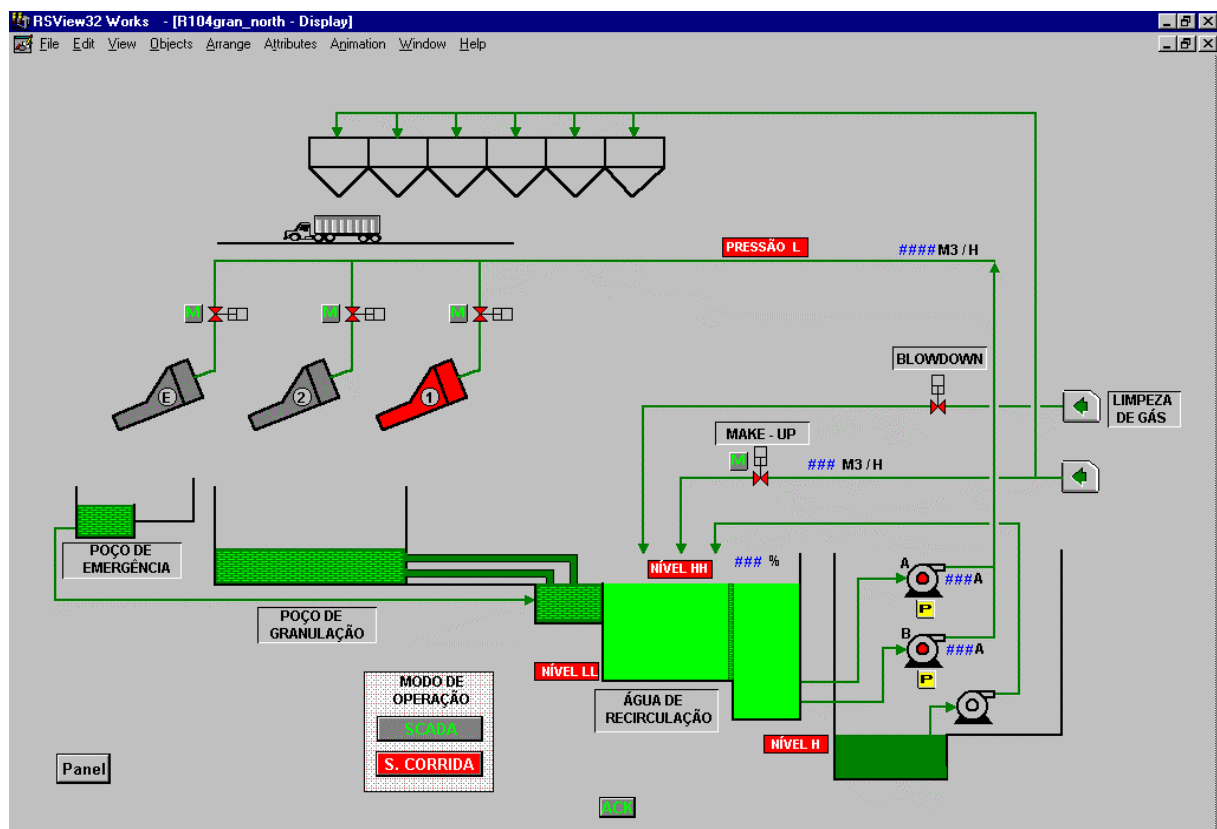


Figura 4 – Recirculação da água do poço de granulação de escória do AF#3.

2.4 Enchimento dos Carros Torpedo

Cada casa de corridas é composta de 2 bicas basculantes, para desviar o gusa vazado do alto forno. Desta maneira, sempre haverá carro torpedo disponível sem paralisar o escoamento. Assim, uma vez que o carro torpedo está cheio, a bica é basculada para a outra linha férrea paralela que já possui um carro torpedo posicionado e vazio para dar continuidade ao processo. Tal como ilustra a Figura 3.

3 PROBLEMAS RELEVANTES

Os principais problemas relevantes observados na operação da casa de corridas derivavam principalmente da falta de informações das variáveis de processo, importantes para apoiar as decisões do operador, estão listados a seguir:

- Vazão e pressão do sopro do alto forno;
- Condições de fechamento e vazamento, tais como, a pressão e quantidade de massa injetada;
- Temperatura do sistema hidráulico;
- Nível de água dos poços de granulação;
- Indicação do nível de gusa nos carros torpedeiro.

Isto deixava o operador apreensivo com a falta de informação enquanto realizava outras tarefas no piso da casa de corrida, encher canhão, situação da casa de corrida oposta, etc.

Além disto, existe a dificuldade na navegação entre telas do supervisório, podendo gerar erros de leitura e até de acionamento equivocado de equipamento.

As Figuras 5, 6 e 7 ilustram as telas de condições do alto forno, furo de gusa e sistema hidráulico respectivamente.

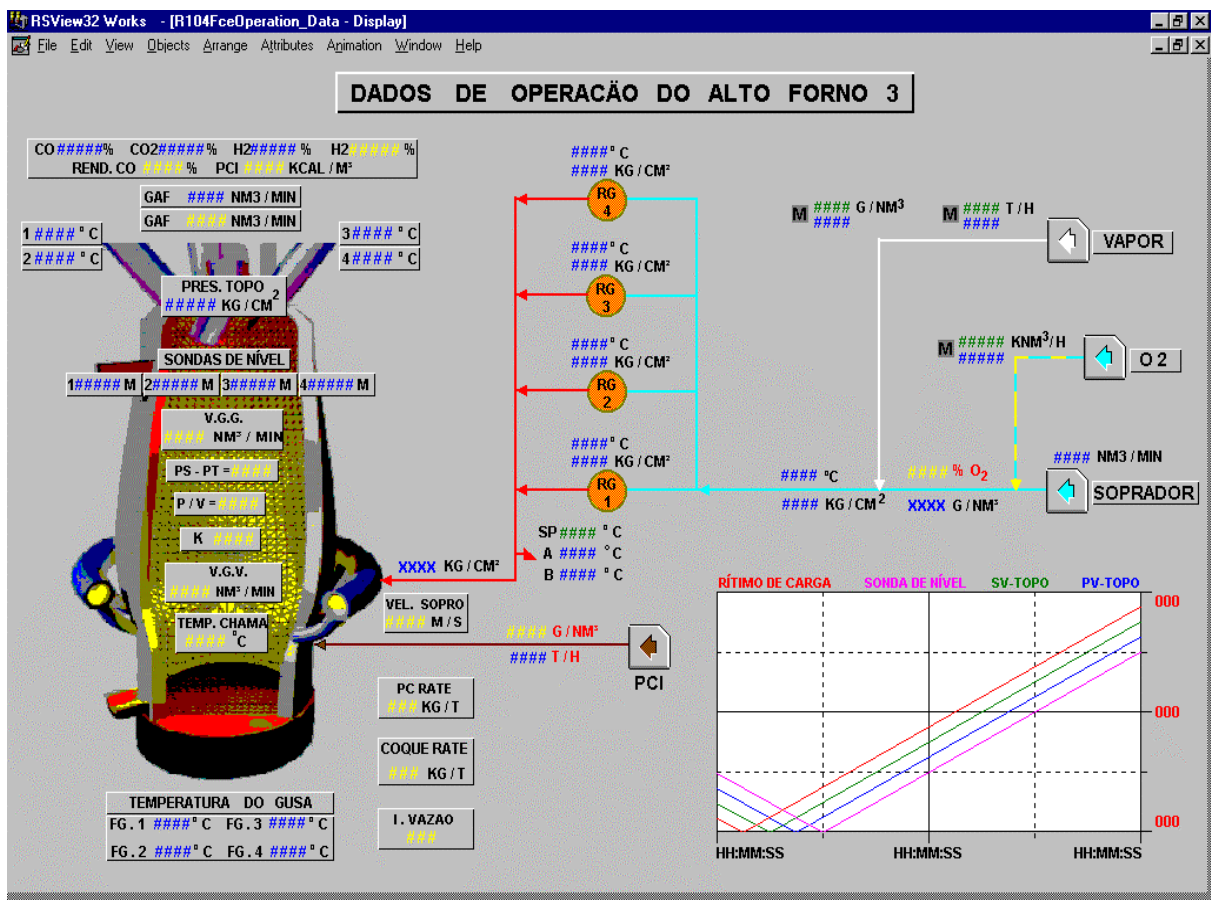


Figura 5 - Condições operacionais do AF#3 da CSN.

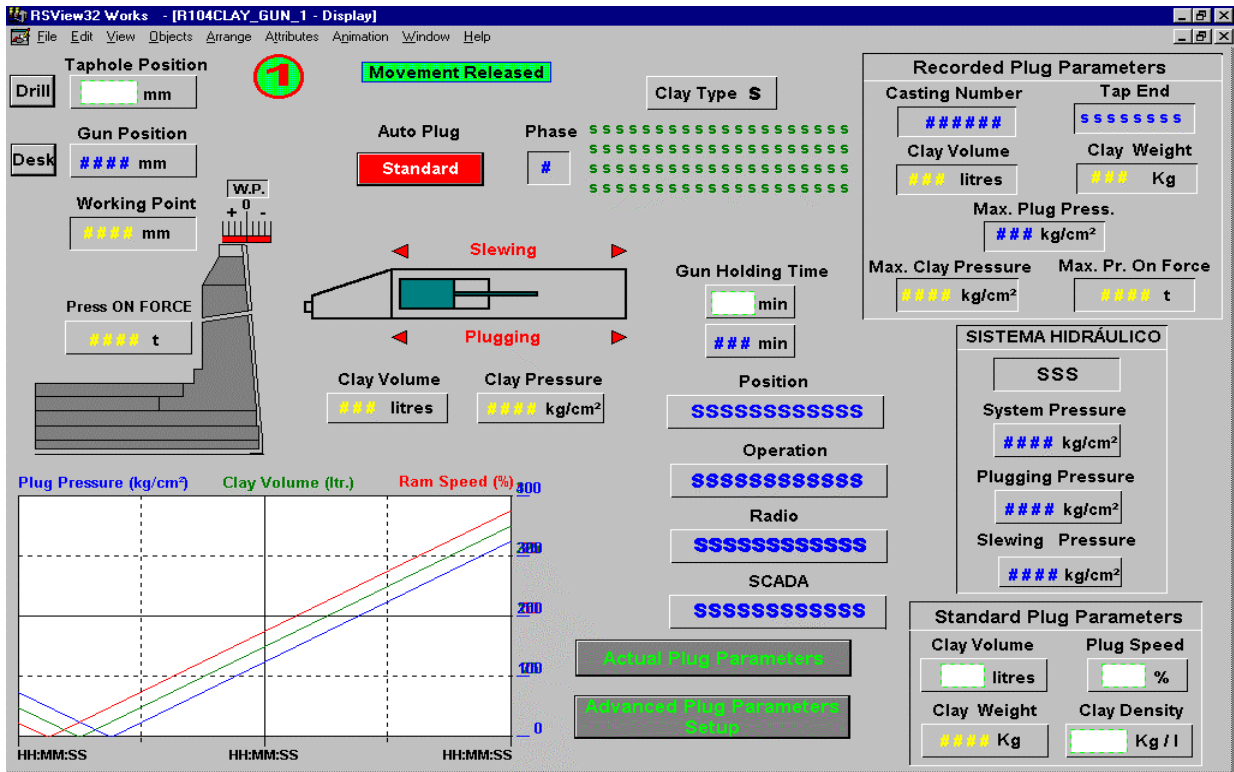


Figura 6 - Condições de fechamento do furo de gusa do AF#3 da CSN.

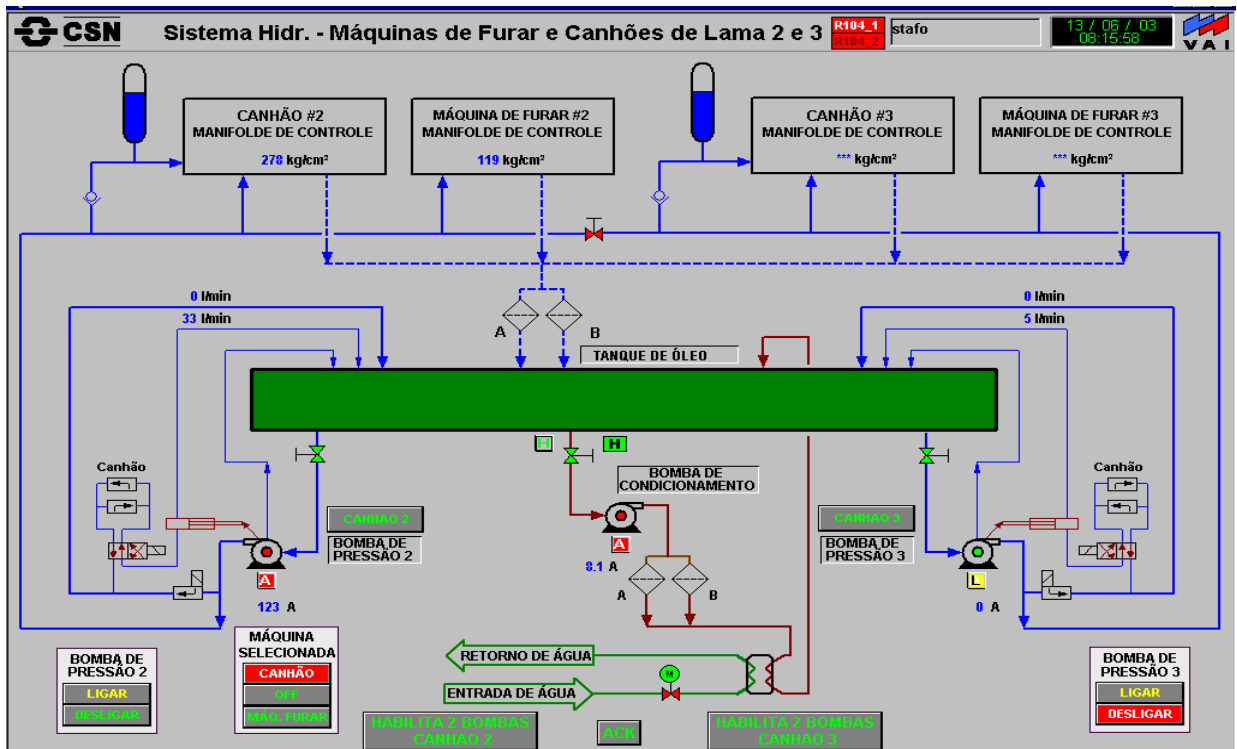


Figura 7 - Sistema hidráulico dos canhões e maquina de furar forno do AF#3.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

4.1 Croqui Inicial

Na Figura 8, podemos ver a concepção inicial do painel da casa de corridas sul. Um painel idêntico foi projetado para a casa de corridas norte, indicando a pressão e quantidade de massa para os furos de gusa 1 e 2.

O painel possuía as seguintes variáveis de processo inicialmente escolhidas:

- pressão e massa injetada para cada furo de gusa;
- indicação de pressão e vazão de sopro do alto forno e
- placa de mensagem com uma linha para data e hora.

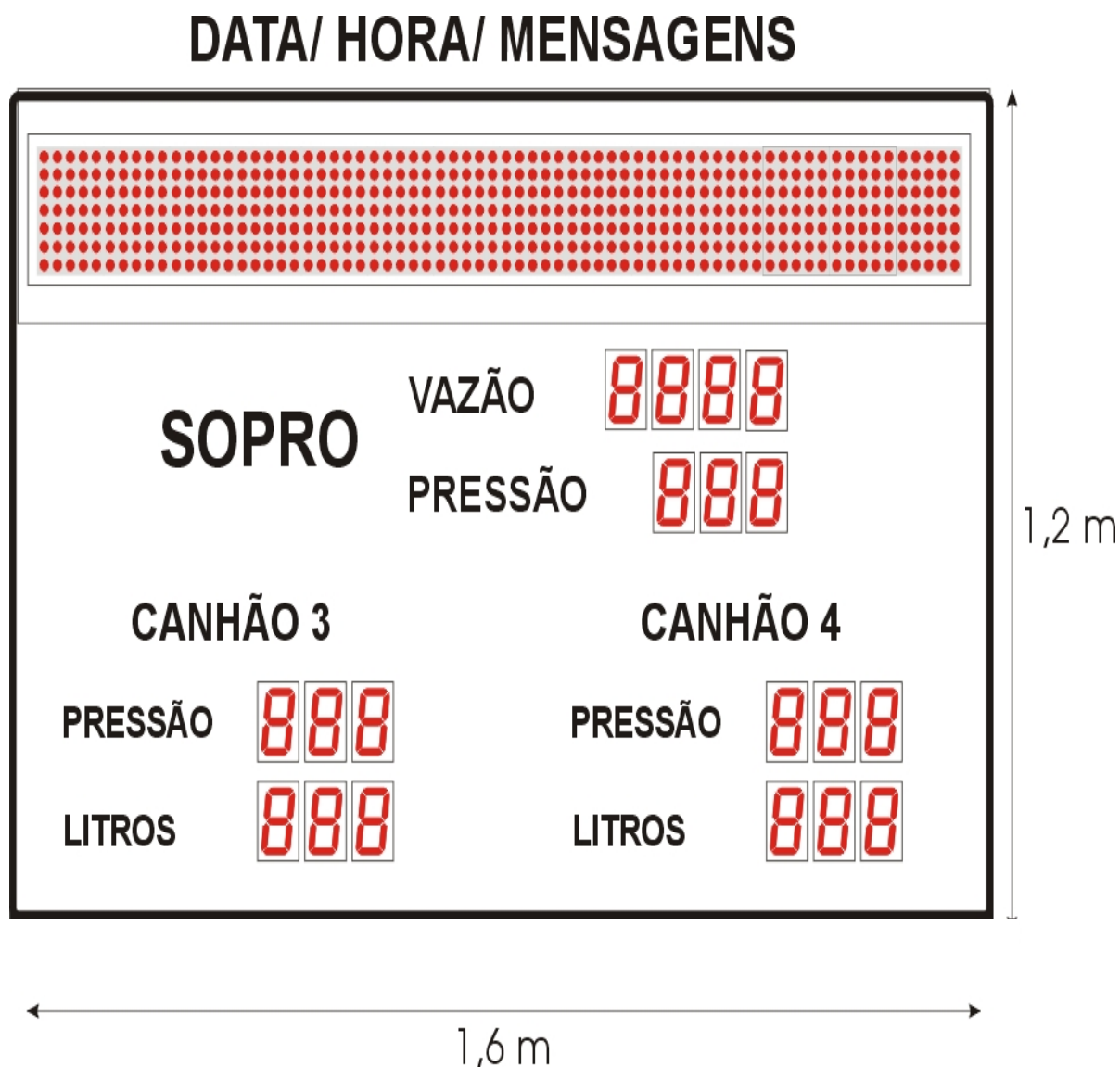


Figura 8 – Concepção inicial dos painéis eletrônicos do AF#3 da CSN.

4.2 Multiplexação dos Sinais

Como visto no item 2.2 é indesejável e improvável que dois furos de gusa de uma mesma casa de corrida operem simultaneamente. Então, foi adotada uma multiplexação dos sinais via hardware e software, de pressão e massa injetada. Isto

abriu espaço e possibilitou a visualização de mais dois novos sinais. Surgiu então, a indicação do nível do enchimento dos carros torpedos, conforme mostrado na Figura 9.

Assim as informações do "P.L.C." destinadas ao painel serão automaticamente selecionadas quando o operador selecionar o furo de gusa em operação com o auxílio de botão na tela gráfica de operação. O botão de multiplexagem seleciona as variáveis de processo a serem enviadas para o painel de acordo com o furo de gusa selecionado. Além disto, o usuário necessita saber no painel qual o furo de gusa que está selecionado, e ele associará a informação naturalmente.

Introduziu-se então, o conceito de furo de gusa selecionado. Uma saída digital simples fornece ao painel o furo de gusa selecionado que deve combinar com o furo de gusa em operação.

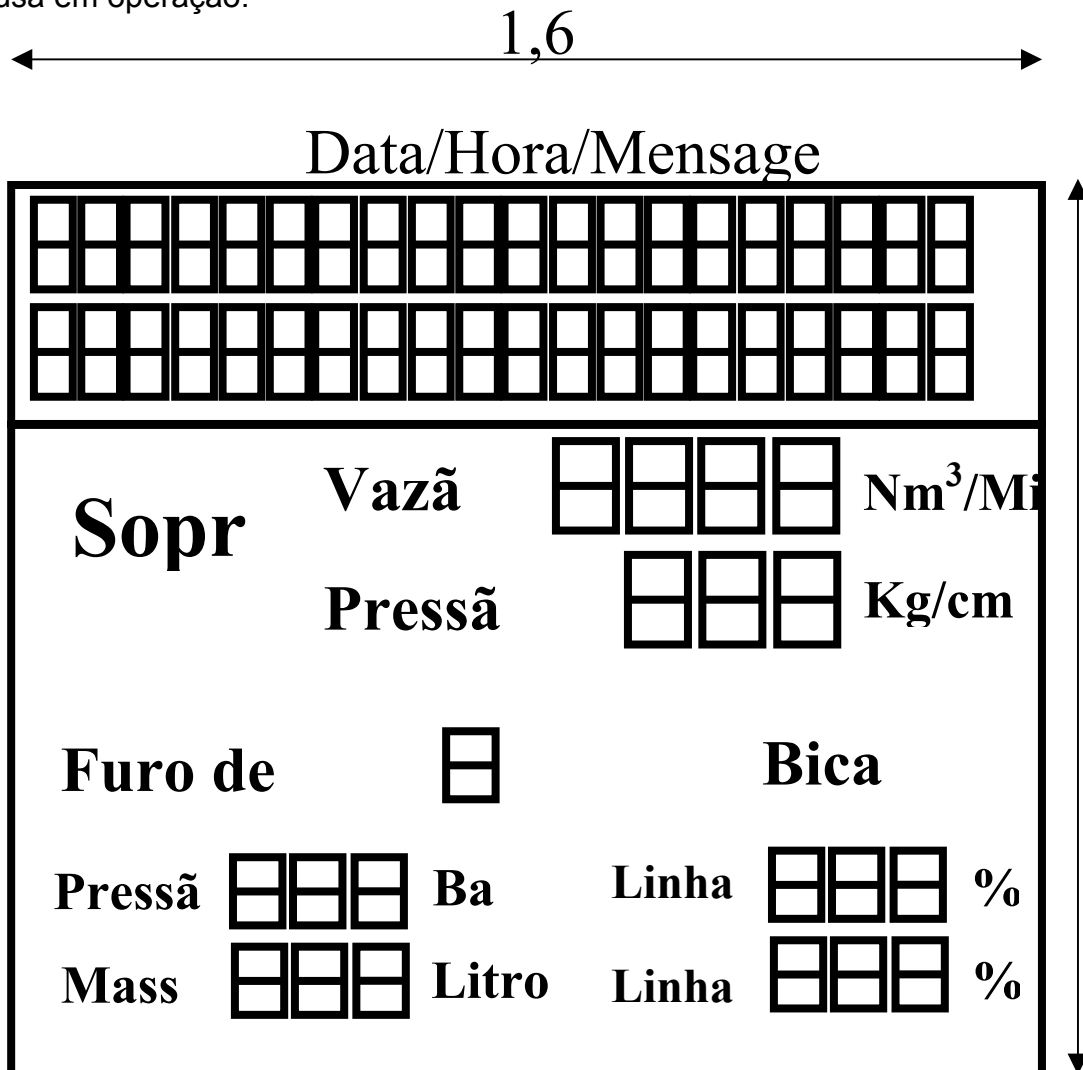


Figura 9 – Croqui com os sinais de massa e pressão dos furos de gusa multiplexados e os com a indicação de nível de gusa nos carros torpedos.

4.3 Croqui Final

Como o projeto de medição de nível de C.T., carro torpedado, ainda não foi desenvolvido para o AF#3, optamos por utilizar os campos disponíveis para a outras informações.

Adotamos então, por indicar a temperatura do sistema hidráulico dos canhões de lama. Isto foi necessário devido a ocorrência de sobre temperatura no sistema e conseqüente desarme, devido a falta de refrigeração do óleo, causando falha operacional e redução do processo do alto forno.

Optamos também pela indicação do nível de água do poço de recirculação de água da granulação, por ser muito importante para o operador saber das condições do sistema de granulação de escória antes de vaziar o forno, podendo assim tomar as medidas necessárias para evitar redução do forno.

Foi retirado também a indicação de massa injetada, por ser satisfatório a indicação mecânica na traseira do canhão de injetar massa de tamponamento. Ela foi substituída pelo tempo para vaziar forno, muito importante para evitar a ocorrência de forno fechado, ou seja, sem nenhum furo de gusa aberto, visando o escoamento dos líquidos do cadinho.

Para maior estabilidade mecânica do projeto eletrônico do placar de mensagens, optamos também por relocar as linhas de mensagens com data e hora para a parte inferior do painel.

A Figura 10 ilustra a versão final do painel com os seguintes dados disponibilizados para o operador:

- Vazão e pressão do sopro de ar quente do AF#3;
- Indicação do furo de gusa está em operação (usado para multiplexação);
- Pressão de injeção massa para o furo de gusa selecionado;
- Tempo remanescente para vaziar forno;
- Temperatura do sistema hidráulico selecionado pela multiplexação;
- Nível de água do poço de recirculação da granulação de escória; e
- Matrix de Leds duas linhas, com data, hora e mensagens de segurança.

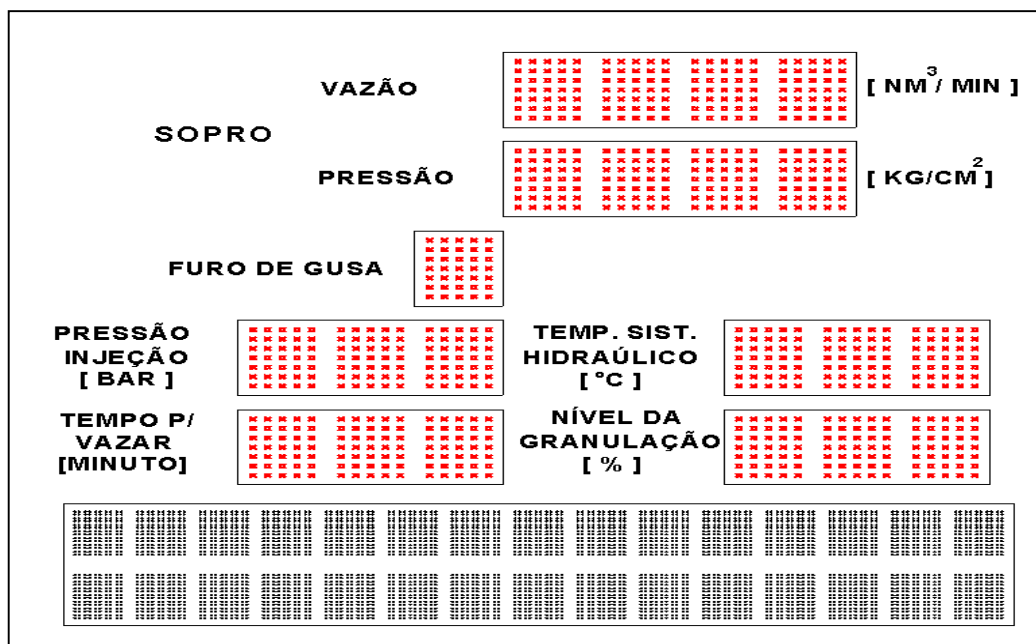


Figura 10 – Projeto final dos painéis eletrônicos.

4.4 Especificação dos Painéis Eletrônicos

Após consulta no mercado, o croqui do painel, com as características básicas a seguir:

- Dimensões básicas: 1,6[m] de comprimento por 1,5[m] de altura e 120[mm] de profundidade, com solda contínua entre as chapas;
- Chapas em aço Inox AISI 316, bitola de 12[msg] ou 2,66[mm], para evitar a corrosão pelo vapor da granulação;
- Grau de proteção IPW 65;

- Pintura do painel na cor preto fosco, com texto em caracteres na cor preta em fundo branco para identificação das mensagens;
 - Dimensões dos caracteres de 20x30[cm], em Leds vermelho de alto brilho, para as variáveis de processo;
 - Distância de visualização maior ou igual a 100[m];
 - Quadro de mensagens em duas linhas de 15 caracteres cada nas dimensões de 110x85[mm] cada, usando Leds vermelhos. Apresentar data, hora e mensagens alfanuméricas, com efeito, de “scroll”, rolagem e outros;
 - Programação poderá ser feita com geradores de caracteres, ou usando a porta serial RS-232 de um micro já existente, com software para windows 2000 profissional ou ainda usando a rede controlnet;
 - Fornecer um conversor RS-232 p/ RS-485 ou C-Net para RS-232, caso seja necessário;
 - Acesso para a manutenção do painel pela parte traseira. Apresentar proposta para a porta de manutenção e prever dois olhais de sustentação e içamento;
 - Temperatura de operação aproximada para todo o painel de 70[°C];
 - Prever tomada para entrada de N2 e válvula de alívio para sobre-pressão;
 - Tensão de alimentação em 127[VCA] com disjuntor ou fusíveis de proteção individual para cada placa eletrônica de indicação;
 - Montar o painel conforme Figura 10;
 - As variáveis de processo podem ser obtidas através de duas maneiras:
 - a) Sinal analógico 4 a 20[mA];
 - b) Sinais digitais;
 - c) Sinais seriais com conversores RS232/485 ou rede controlnet;
 - d) Híbrido das alternativas anteriores e
 - Inspeção para liberação de embarque, para efetuar na fábrica todos os testes necessários bem como pequenas modificações que se justifiquem;
 - Os painéis serão instalados em ambiente siderúrgico, área agressiva com gases tóxicos e vapores corrosivos;
 - Os indicadores visuais deverão ser protegidos por vidro temperado de 5mm de espessura, fixados com borracha de neoprene, a prova de vazamentos;
 - Utilizar terminal olhal ou garfo tipo ST5P da Conexel ou similar;
 - Fornecer diagrama em blocos e elétrico do painel em mídia AUTOCAD versão 2000 e
 - Fornecer garantia de 1 ano contra defeitos elétricos.
- Efetuar duas propostas para a troca de dados:
- a) Convencional com sinal de 4 a 20[mA] e programação usando micro existente;
 - b) Sistema integrado a rede controlnet da Rockwell.

5 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Nesta etapa, com o painel já montado na CSN, definimos a melhor posição de instalação dentro da casa de corridas, fixado na viga da passarela de acesso da ponte rolante, visando proteger o painel das condições agressivas da área e oferecer também uma boa visualização das variáveis de qualquer ponto da casa de corridas.

Foi feito o isolamento dos sinais analógicos do PLC, através de relês isoladores galvânicos, para proteger o painel e o PLC de possíveis defeitos elétricos entre eles e de interferências externas ao circuito.

O relê de multiplexagem de sinais dos furos de gusa, possibilita a leitura do sinal de pressão de injeção do respectivo furo em operação.

Os conversores de comunicação RS-232/RS-485 são para comunicação entre o micro e painel eletrônico para a programação de mensagens, data e hora.

As Figuras 11 e 12 ilustram os componentes montados afim de colocar as informações disponíveis para leitura no painel eletrônico.



Figura 11 – Visão frontal do PLC com os cartões e isoladores de sinal.



Figura 12 – Visão do painel montado na casa de corridas norte do AF#3.

6 CONCLUSÕES

Como a localização do painel apresentou resultados quanto a proteção contra a agressividade da área, melhores que o esperado, foi dispensado o uso de N₂ para a pressurização interna do painel.

Foi realizado o treinamento do pessoal de operação e de manutenção para se familiarizar com o painel e como efetuar a programação de mensagens.

A entrada do painel em operação mudou a rotina dos operadores, tornando o trabalho mais ágil e menos penoso, podendo de imediato efetuar suas rotinas com o uso de controle remoto e retornar com o procedimento de *Autoplug*.

O painel vem operando desde 2004 e sem apresentar defeitos sérios que afetem seu funcionamento, cumprindo as suas funções com distinção.

REFERENCIAS

1 Motta, R.SN., Almeida, C. – Desenvolvimento da automação do despoeiramento da casa de corridas do AF#3 da CSN – contribuição para o 59º congresso da ABM, julho de 2004, Belo Horizonte – MG;