

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA OS CONTROLADORES MELPLAC 50¹

Carlos Augusto Duque²
André Diniz de Oliveira³
Estevão Coelho Teixeira⁴
Jônatas Moreira Junqueira⁵
Roberto Ferreira Evaristo⁶
Jocelino Francisco de Souza⁷

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema eletrônico utilizado para acrescentar níveis de supervisão e comunicação ao computador de processo MELPLAC 50 da Mitsubishi, com ênfase na capacidade de diagnóstico para assistência à manutenção e operação do sistema de controle de processo da decapagem contínua da linha número 3 da Companhia Siderúrgica Nacional. O cartão eletrônico é inserido no barramento do MELPLAC-50 e passa a capturar as informações de processo que trafegam neste barramento. Estas informações são armazenadas em memórias RAM estáticas e disponibilizadas em rede Ethernet. A partir das informações adquiridas pela placa de aquisição estão sendo desenvolvidas aplicações de supervisão e manutenção, incorporando ao controlador ferramentas importantíssimas para a qualidade do processo. A metodologia adotada pode ser utilizada em outros computadores de processo que apresentem capacidade de supervisão, manutenção e comunicação insatisfatória.

Palavras-chave: Atualização tecnológica; Laminador industrial; Automação.

IMPLEMENTATION OF COMMUNICATION SYSTEM FOR THE MELPLAC-50 PLANT CONTROLLER

Abstract

This work presents the development of one electronic system to increase the communication and supervision capacity of the industrial computer MELPLAC 50 of Mitsubishi Inc. The electronic card is inserted in the slot of the Melplac. This card is able to get all process variables run through the P-bus (Process bus) and record them into the RAM memory in the card. These variables are then published through the Ethernet network and are captured by one Server Computer. Using the information available in the Server, applications of supervision and maintenance are being developed with the goal of increasing the process quality and decreasing the MTBF (Medium Time Between Faults) indexes of the CSN' laminator (Companhia Siderúrgica Nacional). The used methodology can be utilized in others Industrial Computers with poor capacity of communication and poor supervision and maintenance tools.

Key words: Retrofit; Industrial laminator; Automation.

¹ Trabalho técnico apresentado ao X Seminário de Automação de Processos, 4 a 6 de outubro de 2006, Belo Horizonte – MG.

² Prof. Dr., Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. carlos.dugu@ufjf.edu.br

³ Prof. MSc., Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. andred@critt.ufjf.br

⁴ Eng. MSc., Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. estevao@lacee.ufjf.br

⁵ Eng., Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. jonatasjunqueira@gmail.com

⁶ TD., Companhia Siderúrgica Nacional – CSN-Volta Redonda. jocelino@csn.com.br

⁷ TD., Companhia Siderúrgica Nacional – CSN-Volta Redonda. roberto.ferreira@csn.com.br

1 INTRODUÇÃO

Diversos computadores de processo (CP), instalados no parque industrial brasileiro, foram projetados no final da década de 70, usando a filosofia de controle centralizado e com limitados recursos de supervisão e comunicação de rede. Apesar disto estes computadores são extremamente confiáveis e eficientes no que diz respeito às tarefas que executam, e sua substituição por CP mais modernos não apresenta um custo benefício favorável, além do que o processo de substituição demanda um tempo de parada da linha de produção muito longo, acarretando, evidentemente, perdas de produção que não são desejáveis. Além disso, o *start-up* é sempre uma fase crítica do processo.

A grande deficiência dos CPs produzidos naquela época é a de possuir uma pobre interface homem-máquina, o que dificulta o diagnóstico de falhas ou desvios de processo que resulta em perda de produção ou queda de qualidade. Associada a esta deficiência está a falta de padronização entre equipamentos de fabricantes diferentes, sobretudo no que diz respeito aos protocolos de comunicação.

Uma solução para estas deficiências é através da atualização tecnológica dos CP (*retrofit*). Esta solução consiste em desenvolver novos cartões eletrônicos que sejam capazes de capturar as variáveis do processo e disponibilizá-las em uma rede Ethernet. Para isto são necessários serviços especializados e disponibilidade de informações acerca da arquitetura do CP a ser atualizado. Para isto o engenheiro de projeto precisa conhecer a arquitetura de barramento do computador industrial e as posições de memórias onde as variáveis de processo estão localizadas. Então a transferência destas variáveis para o Servidor da Rede deve ser feita utilizando uma taxa de transmissão compatível com o tempo de varredura do processo e sem interferência no CP.

Este trabalho descreve a técnica de *retrofit* utilizada no computador de processo MELPLAC 50 da Mitsubishi,^[1] que controla o processo da decapagem contínua da linha nº 3 da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN-RJ). Este projeto foi desenvolvido através de uma parceria entre a CSN e os pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O trabalho está desenvolvido nas seguintes fases: Na Seção 2 é apresentada a visão geral da arquitetura de barramento do MELPLAC 50, na Seção 3 é apresentada a placa de aquisição e comunicação de dados, a rede de comunicação é discutida na Seção 4. Na Seção 5 são discutidos alguns resultados do projeto e na Seção 6 é apresentada a conclusão do trabalho.

2 VISÃO GERAL DO SISTEMA MELPLAC 50

Para o desenvolvimento do cartão eletrônico responsável pela atualização tecnológica dos CPs é preciso conhecer a arquitetura de barramento destes controladores para identificar a melhor maneira de fazer a aquisição das variáveis do processo. Em geral a quantidade de documentação disponível nas empresas, a respeito da arquitetura dos computadores de processos produzidos na década de 70 é satisfatória e de uma forma ou de outra é sempre possível extrair as informações do processo.

A Figura 1 mostra duas formas diferentes de extração das variáveis de processo, já utilizadas pelos autores em projetos anteriores para diferentes CPs. Na Figura 1a as informações de processo circulam pelo barramento e o barramento é acessível para o projetista. Neste caso, o cartão eletrônico é inserido em um slot livre do

barramento. Na Figura 1b as informações de processo não estão disponíveis no barramento, mas encontram-se dentro da memória de dados, aqui denominada de memória de processo. O método utilizado neste caso foi capturar os dados diretamente dos pinos de entrada da memória de processo. Para isto foi preciso modificar o cartão original e inserir o cartão eletrônico sobre a memória de processo, como um “carrapato”.

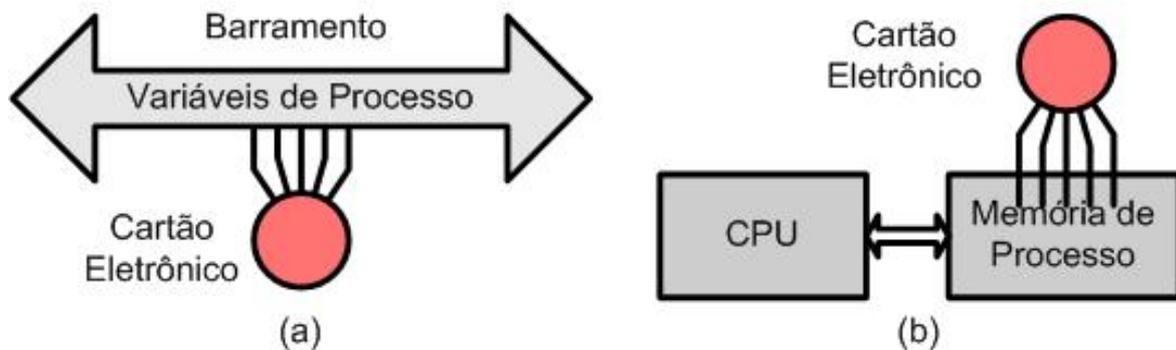


Figura 1. Formas de extração das variáveis de processo.

A Figura 2 mostra o diagrama de blocos do barramento do CP MELPLAC 50.^(1,2) Pode-se observar dois barramentos diferentes: o barramento P e o barramento C. O barramento C é responsável por conduzir as informações relativas ao programa (endereço da instrução e Instrução), ao passo que o barramento P é responsável por conduzir as informações do processo (endereços e dados). Deste modo o barramento de interesse para capturar as variáveis de processo é o barramento P. Note que neste barramento trafegam informações em 16 bits e ele está conectado aos cartões de I/O (Buffer de I/O), aos Contadores e Temporizadores e a memória de dados do Controlador.

Embora as variáveis de processo estivessem disponíveis no barramento P, não havia slot disponível no computador para a inserção de um novo cartão. A solução adotada foi reprojeter o cartão de memória original do MELPLAC e inserir neste novo cartão o hardware responsável pela extração e comunicação das variáveis de processo. A Figura 3 mostra o diagrama de blocos do novo cartão de memória com as novas funções incluídas. Conforme pode ser observado da figura o novo cartão, além do bloco de memória de dados, possui um bloco de memória, denominada *memória espelho* e um bloco responsável por gerenciar o processo de comunicação através de rede Ethernet.

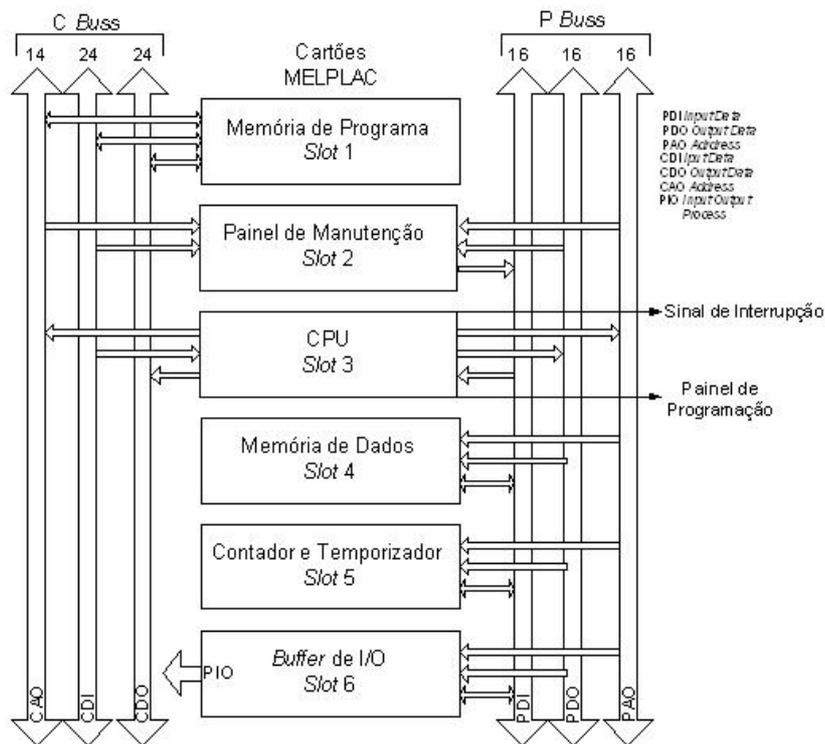


Figura 2. Barramento do Controlador MELPLAC 50.

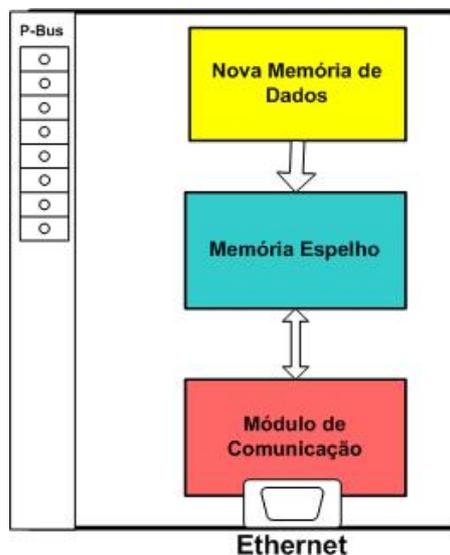


Figura 3. Novo Cartão de Memória de dados do MELPLAC com as funções de aquisição e comunicação.

3 O CARTÃO DE AQUISIÇÃO E COMUNICAÇÃO DE DADOS

O cartão de aquisição e comunicação de dados é responsável por fazer a aquisição das variáveis de processos e transmiti-las através da rede Ethernet. A aquisição de dados utiliza o princípio da memória espelho. Este princípio está ilustrado na Figura 4 e detalhado a seguir.

A Figura 4 mostra o barramento P, que pode ser dividido em barramento de endereço (PAO), barramento de dados de entrada na CPU (PDI) e barramento de dados de saída da CPU (PDO). O sinal **PRPY/** é um sinal de controle enviado pelos

periféricos à CPU indicando que a operação solicitada foi executada. Por exemplo, quando a CPU solicita o conteúdo de uma entrada digital, o cartão de entrada correspondente disponibiliza os dados no barramento PDI e informa que os dados estão válidos abaixando o sinal **PRPY/**. Do mesmo modo, quando a CPU deseja escrever um dado numa saída digital, ou analógica, ela disponibiliza o dado no barramento PDO e quando o cartão de saída transfere os dados deste barramento para o seu registro interno, ele sinaliza à CPU abaixando o sinal **PRPY/**. A memória espelho monitora o sinal **PRPY/** e outros sinais de controle. Quando o sinal **PRPY/** é ativado, ela captura a informação no barramento PDI ou PDO, dependendo da operação (escrita ou leitura da memória de dados) e armazena este dado no endereço indicado pelo barramento PAO. Como a memória espelho possui um tempo de acesso muito pequeno quando comparado com os diagramas de tempo do MELPLAC, ela é capaz de capturar todas as variáveis de processo trafegando no barramento P.

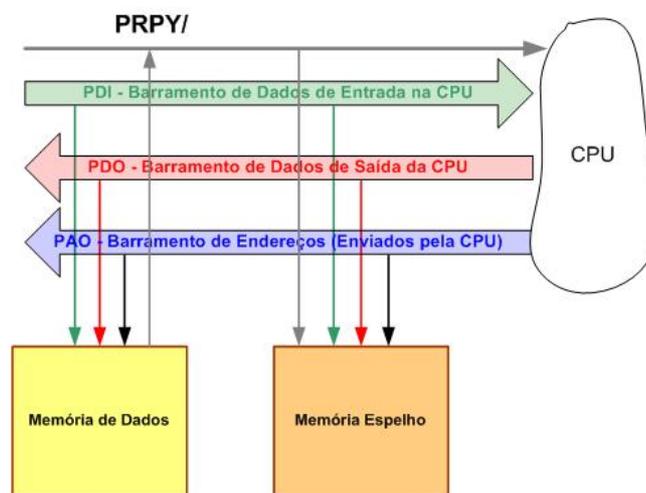


Figura 4. Princípio da memória espelho.

Uma vez que os dados relevantes estão armazenados na memória espelho, o circuito de controle se encarrega de transferir estes dados para o cartão de comunicação que contém um processador Rabbit,^[3,4] com porta de comunicação Ethernet e com serviços TCP/IP. A transferência dos dados da memória espelho para o Rabbit ocorre durante os intervalos em que a CPU não está acessando o barramento P.

A Figura 5 mostra que um circuito de controle de gravação e transferência é responsável por executar a escrita das variáveis de processo na memória e transferir estas variáveis para o microprocessador Rabbit. Um árbitro prioriza as operações de escrita em relação às operações de leitura, porém a análise do ciclo de atividades do barramento P do MELPLAC garante a disponibilidade de tempo suficiente para a transferência dos dados.

A Figura 6 mostra a fotografia do cartão desenvolvido. Além dos componentes digitais convencionais o cartão utilizou PLDs (Dispositivos Lógicos Programáveis) da Altera,^[5] microcontrolador Rabbit, memórias NVRAM (RAMs não voláteis) e memórias RAM rápidas.

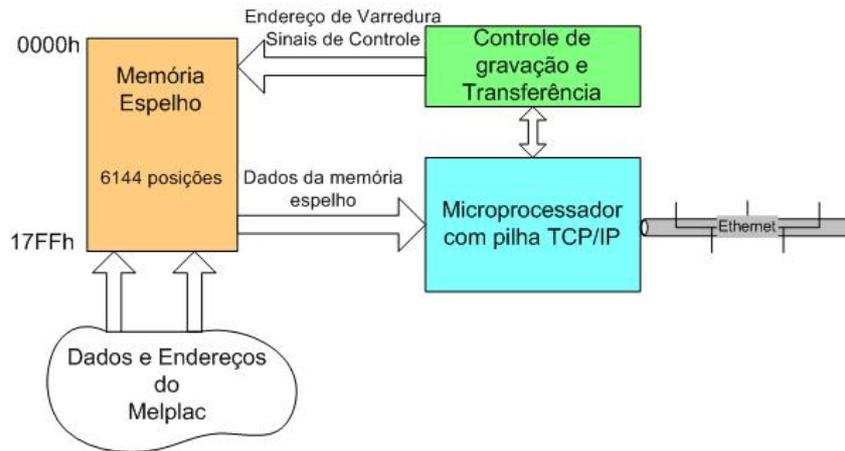


Figura 5. Controle de Gravação e Transferência.

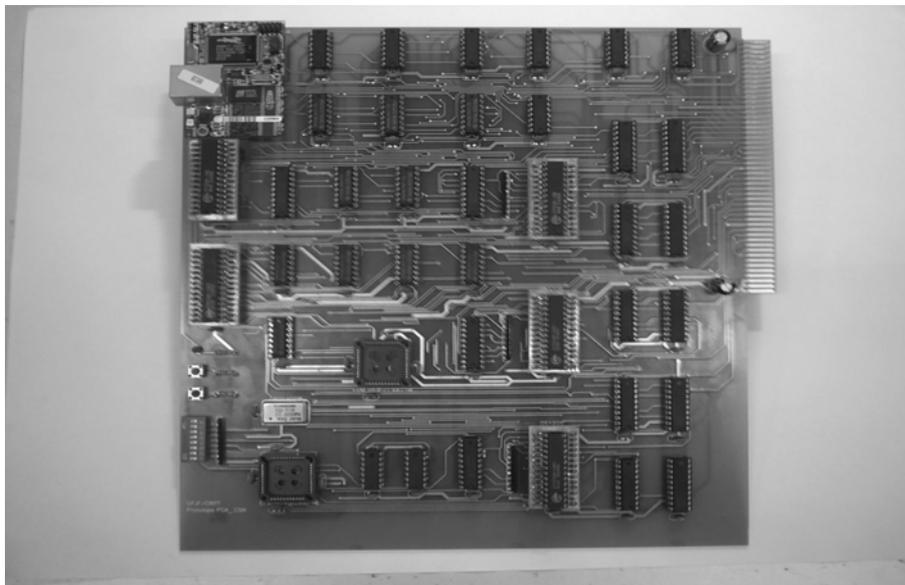


Figura 6. Cartão Eletrônico Desenvolvido.

4 A REDE DE COMUNICAÇÃO

A Figura 7 mostra a visão geral da rede construída para o controle da decapagem contínua da linha nº 3 da CSN-RJ, composta de 3 controladores MELPAC 50. Cada controlador recebeu o novo cartão eletrônico com as funções de aquisição e comunicação de dados.

A rede de comunicação construída utiliza a filosofia cliente-servidor. Os MELPLACs são os clientes da rede e enviam as variáveis de processo para o servidor a cada 100 ms. Qualquer aplicativo que queira monitorar as variáveis de processo atuais, ou o histórico, poderá fazê-lo através do servidor. Assim, as aplicações de supervisão e manutenção farão suas consultas no banco de dados do servidor.

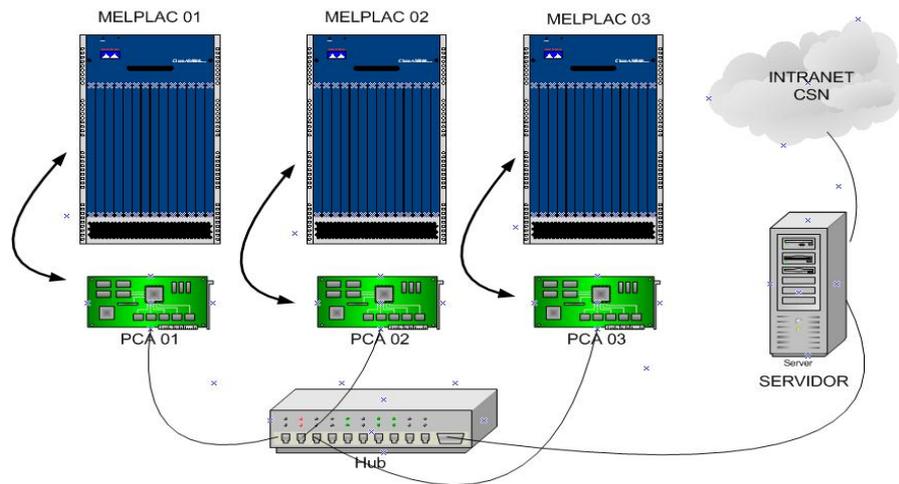


Figura 7. Rede de comunicação

O servidor da rede possui, portanto, duas interfaces, uma baseada em comandos por uma conexão *TCP/IP* e outra baseada em transferência de arquivos usando o protocolo *HTTP*. Como as interfaces usadas são padronizadas, os programas clientes podem ser desenvolvidos em qualquer linguagem e para qualquer sistema operacional sem nenhum problema. Como a interface *HTTP* é feita através do Apache ^[4] clientes em linguagem PHP^[6] podem ser usados, desde que não precisem de processamento pesado e manipulação de massa de dados.

A comunicação entre o servidor e os MELPACS é realizada através de conexão *TCP/IP* criando-se um socket do tipo *SOCK_STREAM*. Com o socket conectado, basta escrever os comandos e ler o retorno deles. Os comandos do servidor de informações são os seguintes:

- Encerrar conexão com o servidor;
- Ler uma variável de processo;
- Ler um bloco de variáveis de processo;
- Ler todas as variáveis de processo;
- Salvar backup do histórico atual e
- Apagar backup do histórico.

5 RESULTADOS

Esse trabalho está sendo desenvolvido em duas etapas. A primeira engloba o projeto do novo cartão de memória e os softwares de comunicação do processador Rabbit 2200 e do servidor utilizado para captura e transferência dos arquivos usando o protocolo *TCP/IP* destinado à estação onde se encontra instalado o supervisor. A segunda etapa consiste da criação de um supervisor com foco em manutenção da linha de decapagem contínua #3, utilizando os recursos gerados pelo sistema de comunicação da primeira etapa e o software LabView. A Figura 8 mostra uma tela de monitoramento já desenvolvida onde a dinâmica do processo pode ser acompanhada em tempo real.

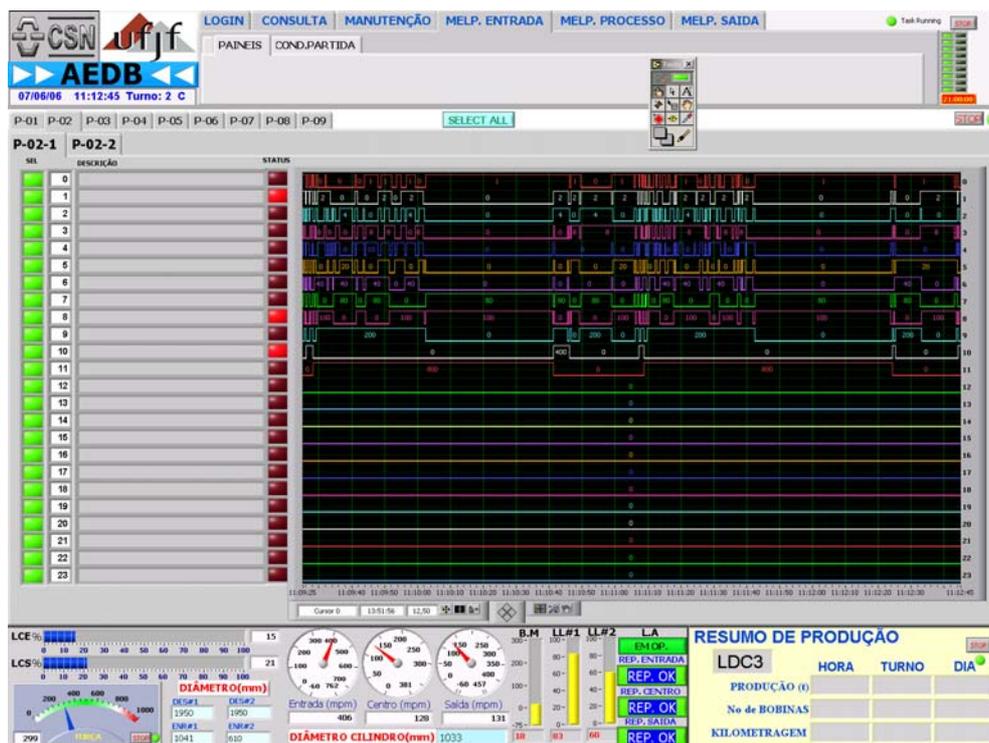


Figura 8. Tela de Monitoração das variáveis de processo

As vantagens iniciais do sistema podem ser verificadas abaixo:

- Manipulação de um software mais amigável para o homem de manutenção;
- Histórico de falhas ocorridas no Processo;
- Gráficos de acompanhamento e monitoração de variáveis;
- Leitura de variáveis de todos os MELPLAC's em qualquer ponto da rede;
- Data logger;
- Análise de desempenho do processo;
- Análise detalhada de problemas;
- Desuso da maleta de programação (PP) e de Back-up (MTPR);
- Domínio tecnológico;
- Reutilização do sistema em outras unidades da CSN;
- Deslocamento físico facilitado entre os controladores e
- Baixo custo de implantação.

Espera-se ao final dessa segunda fase, quando as ferramentas de manutenção e supervisão estiverem concluídas obter as seguintes melhorias:

- Reduzir os tempos de parada para correção de falhas no Melplac, uma vez que as ferramentas de manutenção permitirão identificar a falha com maior rapidez;
- Melhoria da qualidade do processo, uma vez que será possível monitorar e rastrear variáveis de processo que hoje são difíceis de serem monitoradas e deste modo obter melhores ajustes para o processo e
- Redução do número de falhas do laminador, uma vez que a monitoração de diversas variáveis de processo facilitará a manutenção preventiva.

6 CONCLUSÕES

A primeira fase do projeto atingiu os objetivos esperados com o desenvolvimento de um novo cartão eletrônicos com a capacidade de capturar as variáveis do processo e disponibilizá-las em uma rede Ethernet. Este cartão eletrônico também possibilitou a substituição das memórias de fio do Melplac por memórias NVRAM menos susceptíveis a falhas. A metodologia utilizada pode ser estendida a outros computadores de processos cuja capacidade de comunicação e as ferramentas de manutenção e supervisão deixam a desejar. Destaca-se ainda que a parceria Universidade – Empresa foi determinante para o sucesso do presente projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 MITSUBISHI ELETRIC CORPORATION, Mitsubishi Plant Controller MELPLAC – 50, Vol. I, Japão, 1978.
- 2 MITSUBISHI ELETRIC CORPORATION, Schematic Diagram of MELPLAC PIO Card Type “PBBF” XA200, Japão, 1978.
- 3 RABBIT SEMICONDUCTOR, RabbitCore RCM2200 User’s Manual, U.S.A, 2001.
- 4 RABBIT SEMICONDUCTOR, Rabbit 2000® Microprocessor User’s Manual, U.S.A, 2001.
- 5 <http://www.kernel.org>
- 6 <http://www.apache.org>