

1 INTRODUÇÃO

O grande desafio para as empresas está em melhorar sua eficiência nos processos operacionais, minimizar custos e maximizar os lucros. As empresas estão procurando aumentar a produtividade e reduzir os custos do processo, e uma das ferramentas está na automação industrial, seja através da otimização dos processos atuais sem grandes investimentos financeiros, ou através da modificação do processo com investimentos em equipamentos mais modernos e eficientes.

A automação é considerada, atualmente, para as empresas uma ferramenta fundamental para sobrevivência do negócio, pois contribui para o aumento da competitividade, segurança, redução de custos e qualidade do produto. Através da correta aplicação da automação é possível otimizar os recursos empregados nos diversos sistemas de produção.

A decisão da empresa em automatizar o processo tem que ser criteriosa, pois a aplicação requer um estudo de viabilidade do projeto, uma vez que tem um investimento inicial alto, devido o custo da tecnologia moderna, como também pela complexidade, o que requer profissionais qualificados.

O projeto aqui apresentado consiste em automatizar o processo de secagem por leito fluidizado. As informações de temperatura de fornalha e de plenum, como também de pressão serão captadas através termopares e pressostatos, estes sinais serão enviados para um controlador lógico programável (CLP), estes dados serão visualizados por meio de um supervisório. O sistema idealizado será interativo, com telas customizadas do layout da máquina, o operador poderá verificar as grandezas das variáveis do sistema, podendo também interagir com o processo, alterando os valores diretamente no supervisório. Meios de controle serão discutidos ao longo deste documento com o intuito de apresentar uma solução viável.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA:

É o estudo do processo de secagem de minerais através da automação, para tanto faz-se necessário o estudo dos processos de secagem, dos elementos de supervisão, de equipamentos e instrumentação aplicadas a este processo, assim como técnicas de medição de temperatura, pressão e de nível de material, seus dispositivos, elementos e componentes elétricos e mecânicos.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA:

Existem diversos processo de secagem, entre eles podemos destacar alguns como a secagem ao ar livre, que não utiliza de processos tecnológicos, existem ainda processos mais sofisticados, que devem ser analisados.

Dentro de alguns processos de secagem, faz-se necessário a automação industrial. Para tal é preciso identificar quais equipamentos devem ser empregados para a implementação do processo automaticamente.

Este trabalho aborda o processo de secagem por leito fluidizado e busca obter os melhores resultados com o uso da automação do processo.

Portanto o problema consiste em otimizar a secagem por leito fluidizado através da automação.

1.3 PROPOSTA IMPLEMENTADA:

Implementar um método de medição e controle de temperatura, pressão e de nível de material, utilizando-se de:

Termopares, cabos de compensação, controladores de temperatura, para medição com saída analógica;

Sensor de nível para materiais sólidos, para quantificar o material no interior do silo pulmão da rosca helicoidal;

Pressostatos nos ventiladores, fornalha e plenum, para indicação de pressão, com contatos de saída para tomada de decisão junto ao CLP.



Figura 01 - Controladores de temperatura



Figura - 02 Indicador de vazão de Gás

Fonte: O autor. Local da Foto: Santa Izabel/SP, ano 2005.

Painel elétrico de comando hoje, como demonstrado na Figura 01 e 02, do secador leito fluidizado, é um processo manual de start-up, posta em marcha e finalização de processo de secagem.

1.4 JUSTIFICATIVA

A matriz energética brasileira é formada por 60% dos derivados de petróleo, gás, lenha e carvão. Estes recursos são finitos e os resíduos gerados agridem o meio ambiente, os outros 40% da matriz energética são de fontes hidráulicas, que embora seja um recurso

renovável, tem também impacto ambiental, uma vez que as áreas alagadas para os reservatórios são gigantescas (www.dieese.org.br).

As empresas estão otimizando os processos produtivos com o intuito de reduzir o consumo energético e através de uma análise dos equipamentos que mais consomem os recursos energéticos. O controle em processos de piroprocessamento não é somente uma questão econômica, a segurança, estabilidade operacional e confiabilidade no processo dependem de um sistema de controle rígido e estável, a fim de garantir performance e a melhor relação custo benefício.

Este trabalho busca fazer uso da automação como ferramentas para melhoria do desempenho, otimizando recursos materiais e energéticos utilizado-se para isso de instrumentação de medição e controle de temperatura, pressão e nível de material.

1.5 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é a automação do processo de secagem por leito fluidizado, para isso se faz necessário verificar e mensurar as variáveis do processo, definir sua utilização ou não para o apanhado do processo sistêmico, procurar aplicar a automação como ferramenta de otimização, permitindo viabilizar processos onde se exige rigoroso controle de temperatura, demonstrando as particularidades deste sistema.

1.5.1 Objetivos Específicos

- Automatizar o processo de secagem por leito fluidizado.
- Elaborar um sistema de supervisão e controle com uma interface amigável para o operador.
- Implementar um sistema de controle que vise redução dos recursos materiais e energéticos através da automação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Automação Industrial

A palavra *automation* foi inventada pelo marketing da indústria de equipamentos na década de 1960. O neologismo, buscava enfatizar a participação do computador no controle industrial (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

A automação pode ser definida como o estudo da técnica que utiliza recursos, processos, instrumentos, máquinas, capazes de potencializar, reduzir, ou até eliminar a ação do homem, ou seja, suas associações de uma forma otimizada e direcionada a conseguir alcançar os objetivos do processo humano (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

Porém não é a simples substituição do elemento humano dentro do processo fabril, é garantir uma alta produtividade com elevada eficiência e padrão de qualidade, permitindo com isso uma redução no custo final, qualidade do produto, e uma maior disponibilidade da planta. O conceito de automação inclui a idéia de usar a potência elétrica ou mecânica para acionar algum tipo de máquina de modo mais eficiente e com vantagens econômicas e de segurança (RIBEIRO, 2005).

As empresas estão passando por um processo de revolução, devido à necessidade de especialização da mão de obra, e pela melhor compreensão dos diversos tipos de processos, uma vez que através da automação qualquer grandeza física pode ser controlada.

No início da industrialização, os processos industriais utilizavam o máximo da força da mão-de-obra, porém com o passar do tempo e a valorização do trabalhador, foi preciso fazer algumas alterações nas máquinas e equipamentos, de forma a resguardar a mão-de-obra de algumas funções inadequadas à estrutura física do homem. A máquina passou a fazer o trabalho mais pesado e o homem, a supervisioná-la, com a finalidade de garantir o controle do sistema de produção, foram colocados sensores nas máquinas para monitorar e indicar as condições do processo (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

A produção era composta por etapas ou estágios, nos quais as pessoas desenvolviam sempre as mesmas funções, especializando-se em certa tarefa ou etapa da produção e assim temos o princípio da produção seriada. O mesmo ocorria com as máquinas de produção, que eram específicas para uma aplicação, o que impedia seu uso em outras etapas da produção, mesmo que tivesse características muito parecidas (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

Na década de 20 destacaram os mecanismos automáticos fixos revolucionaram as linhas de montagem para a produção em massa, idealizada por Henry Ford. Desta época em diante a área de automação passou por diversos avanços tecnológicos, principalmente na área de microeletrônica.

O Controlador Lógico Programável (C.L.P.) surgiu dentro da indústria automobilística americana, especificamente na *Hydronic Division da General Motors*, em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

O CLP permitiu reduzir os custos de materiais, mão-de-obra, instalação e localização de falhas ao reduzir a necessidade de fiação e os erros associados. Eles ocupavam menos espaço que os contadores, temporizadores e outros componentes de controle anteriormente utilizados, e a possibilidade de serem programados permitiu uma maior flexibilidade para trocar os esquemas de controle. (FIALHO, 2004).

A Figura 03, apresenta o microprocessador, este é composto de três elementos fundamentais, que são a Unidade Central de Processamento CPU, a memória e os dispositivos de entrada e saída. O coração do microprocessador é a CPU, que executa o processamento numérico, as operações lógicas e as funções de temporização, as operações da CPU são controladas por um conjunto de instruções que, quando organizadas em uma seqüência lógica, formam o chamado programa (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

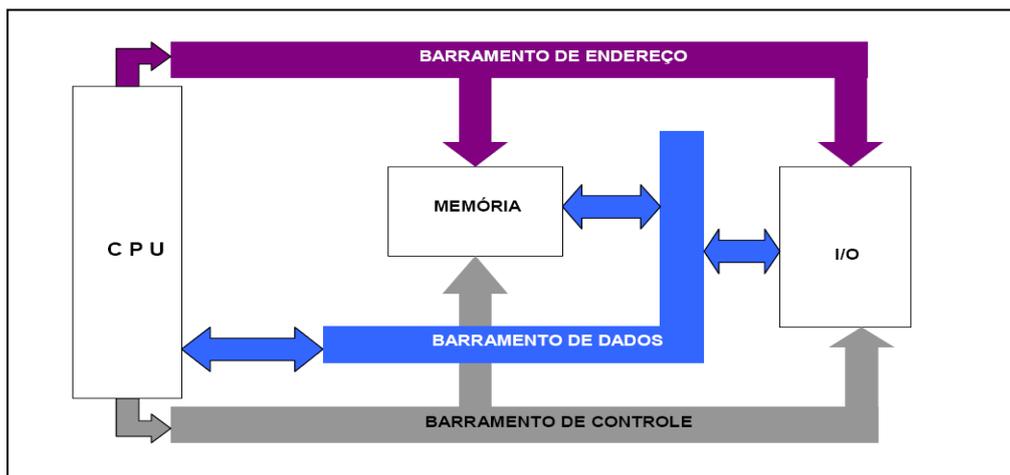


Figura 03 – Microprocessador

Fonte: SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004.

Com o avanço dos controladores programáveis, a automação e os processos passaram a ficar cada vez maior e mais complexos, o que dificultava o operador controlar todas as etapas da planta, surgiram então os primeiros sistemas supervisório. Os sistemas supervisório são programas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física (SALVADOR e SILVA, 2005).

Devido a evolução dos computadores surgirão os sistemas de supervisório de processos industriais SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), o sistema SCADA coletada através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário nos monitores coloridos de alta resolução, através dos quais o operador pode selecionar diferentes programas e avaliar a situação do processo produtivo. Com o preço decrescente dos computadores, o custo de desenvolvimento de *software* tem se tornado o fator predominante dos sistemas supervisórios, e cada vez mais pessoas estão trabalhando com os sistemas orientados a objetos (SALVADOR e SILVA, 2005).

Na Figura 04 temos um exemplo do sistema de supervisão e controle, no qual os sensores e atuadores enviam os sinais para a estação remota, e estas estações remotas transmitem as informações para as estações de monitoramento.

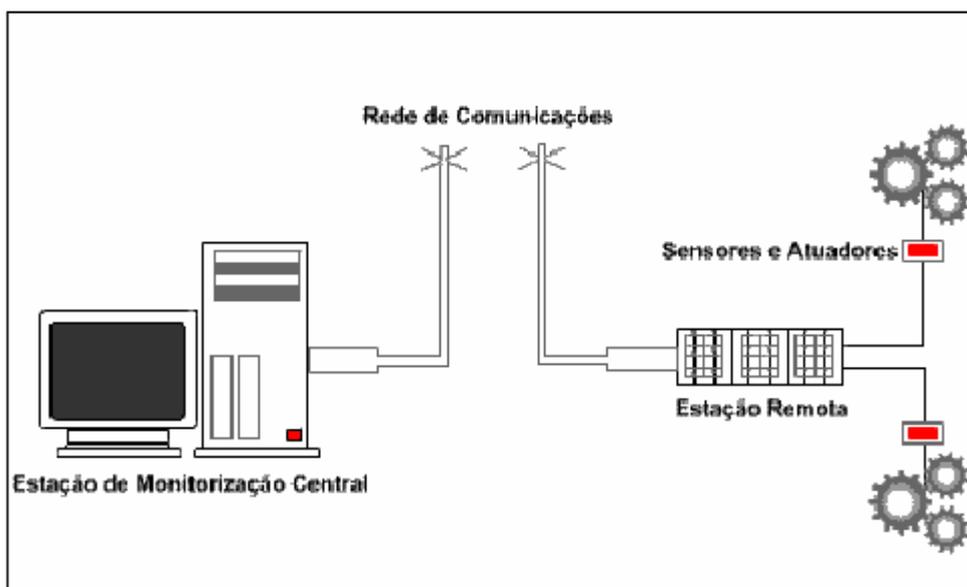


Figura 04 - Sistema de supervisão e controle

Fonte: (SALVADOR e SILVA, 2005).

2.1.1 Arquitetura da automação industrial

A automação industrial pode ser representada na Figura 05, através da pirâmide de automação, com os diferentes níveis de automação encontrados em uma planta industrial, na base da pirâmide estão os inversores de frequência, sensores, sistemas de partidas suaves, motores que enviam sinais para os controladores programáveis que irá processar estas informações. O controlador programável consegue automatizar grande quantidade das ações, substituindo o elemento humano com mais precisão, confiabilidade e rapidez, estas informações são analisadas e os comandos são enviados para os acionamentos. O nível 2 da pirâmide é representado pelos sistemas supervisores, que em um ambiente de linguagem amigável, facilita a interface homem máquina (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

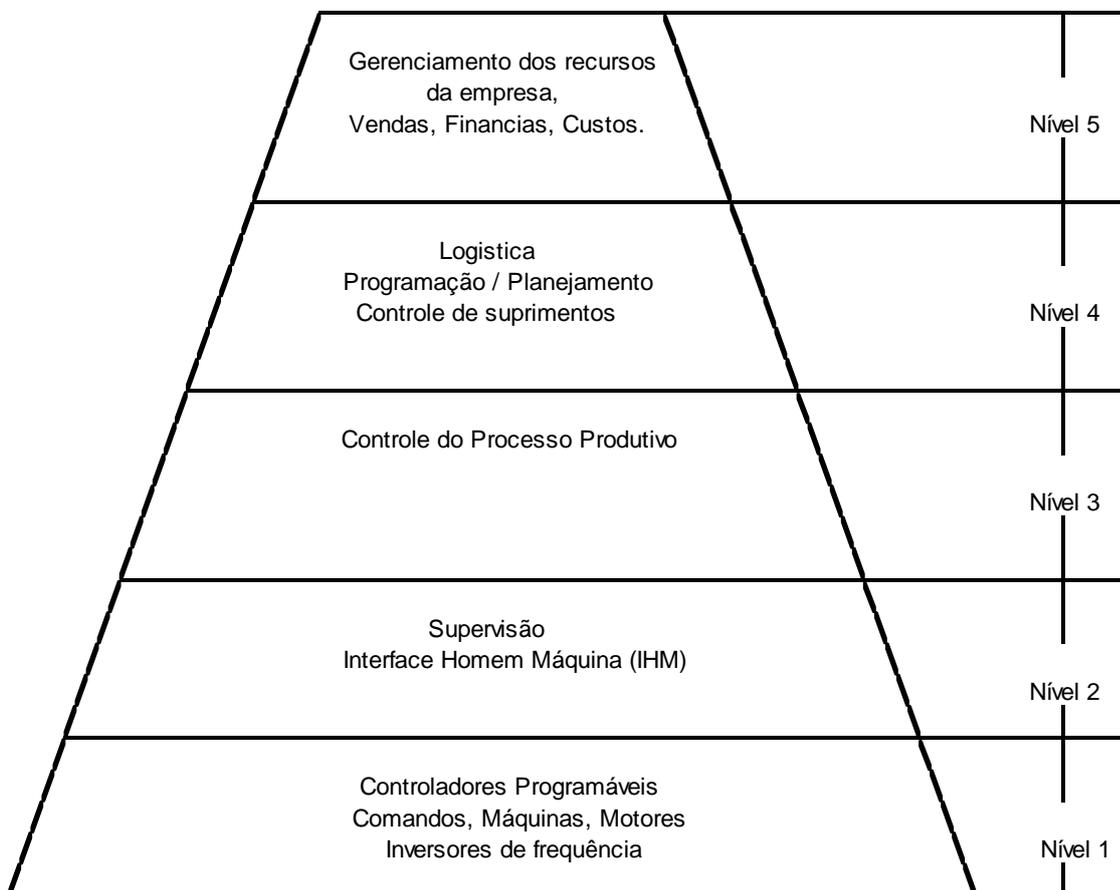


Figura 05 - Pirâmide de automação

Fonte: (MORAES e CASTRUCCI, 2001)

O controle do processo produtivo da planta está no nível 3 da pirâmide de automação, que é constituído por bancos de dados com informações dos índices de qualidade da produção. O nível 4 é o responsável pela programação e planejamento da produção realizando o controle dos suprimentos, e por fim no topo da pirâmide, nível 5, esta as informações ligadas ao setor corporativo da empresa, responsável por gerir informações e sua tomada de decisão. (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

2.1.2 Instrumentação

A instrumentação é a parte mais importante da automação, os instrumentos são utilizados para medir, transmitir, e atuar no processo. Segundo (RIBEIRO) a instrumentação é o ramo da engenharia que trata do projeto, fabricação, especificação, montagem, operação e manutenção dos instrumentos para a medição, monitoramento e controle das variáveis de processo industrial.

Para tornar possível a comunicação entre os envolvidos nas diferentes áreas de uma planta, que foram normatizados os símbolos dos instrumentos, na malha de controle da temperatura a simbologia de instrumentação irá facilitar o entendimento do profissional envolvido (RIBEIRO, 1999).

No exemplo da Figura 06 a malha de controle de temperatura, o sensor de temperatura TE envia sinais elétricos para o transmissor de Temperatura TT informando a temperatura do trocador de calor e de acordo com o valor ajustado no controlador de temperatura TC irá gerar um comando de saída para o comando da válvula, para controlar a temperatura do sistema (RIBEIRO, 1999).

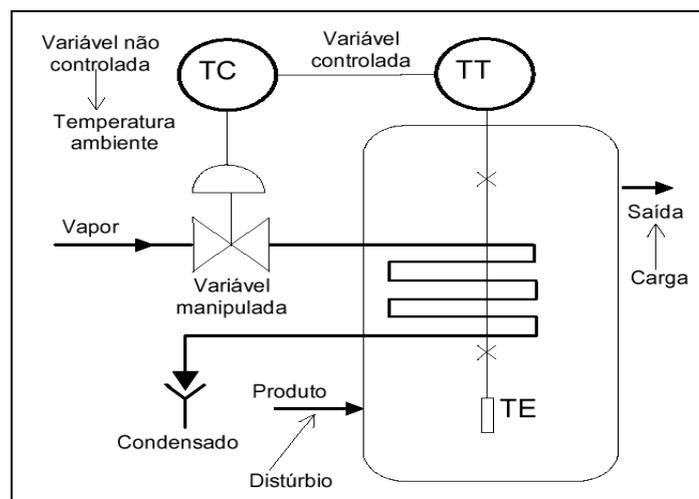


Figura 06 - Malha de controle temperatura

Fonte: RIBEIRO, 1999.

2.1.3 Controle

Todo processo possui um fluxo de material, energia ou ambos. O fluxo de material ou energia é manipulado sob o comando de um controlador cujo objetivo é manter a variável do processo em um valor desejado; este valor é chamado de ponto de ajuste (*set point*). Por exemplo, um controlador de nível de um tanque manipula a vazão do líquido que entra no tanque, um controlador de pressão manipula a vazão de gás na entrada da esfera e um controlador de temperatura manipula a vazão de vapor da serpentina que passa no interior do vaso (RIBEIRO, 2005). Na Figura 07 temos um exemplo da malha de controle de vazão, no qual o elemento sensor FE é uma placa de orifício que envia sinais com uma curva quadrática e o transmissor de vazão FT extrai a raiz quadrática e o sinal do controlador tem que ser convertido em um transdutor corrente para pressão I/P, o sinal de pressão irá atuar na válvula com atuador pneumático (RIBEIRO, 2005).

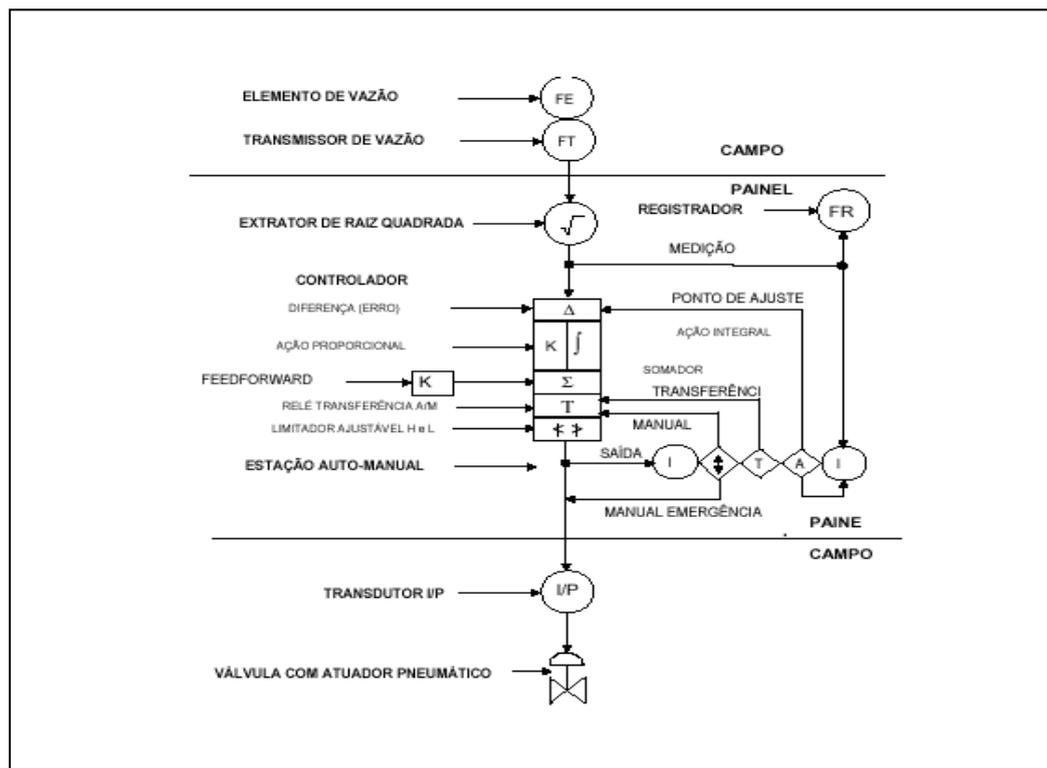


Figura 07 - Malha de controle vazão

Fonte: RIBEIRO, 2005

Conforme o exemplo da malha de controle de nível da Figura 08, o valor do nível é ajustado e o controle irá calcular o valor que será feito à correção na saída, esta correção será proporcional ao erro, este ajuste é chamado de ganho ou sensibilidade. A sensibilidade é geralmente em termos de ganho proporcional ou simplesmente ganho, que é o equivalente à quantidade de reação dividida pela quantidade de estímulo, e o ganho é definido como a variação da saída correspondendo a uma dada variação de entrada dividida pela variação da entrada (RIBEIRO, 1999).

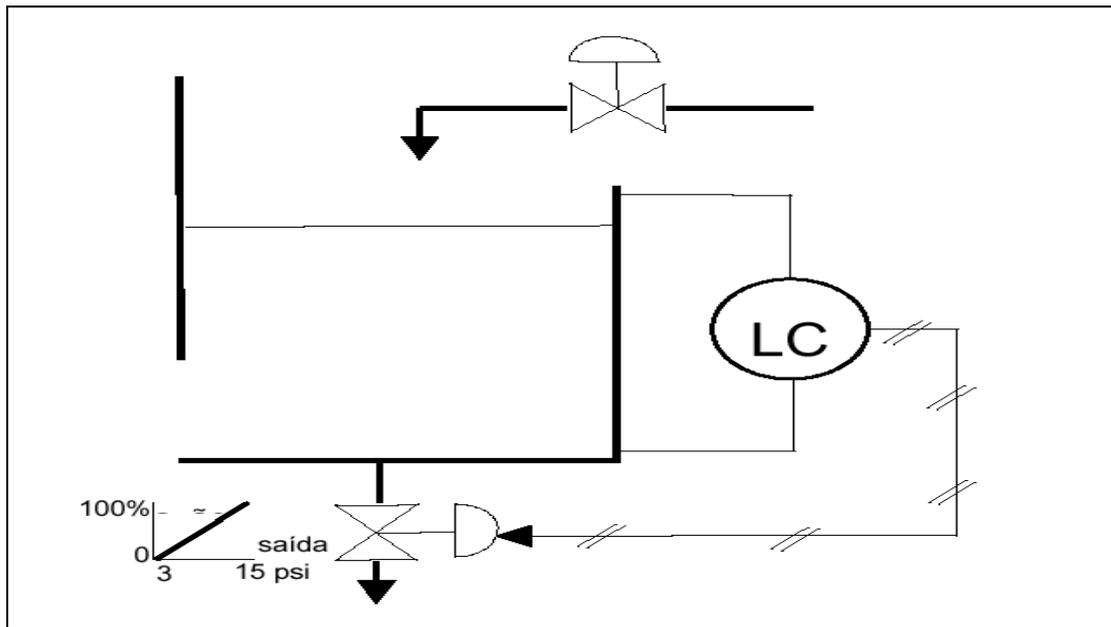


Figura 08 - Malha de controle nível

Fonte: RIBEIRO, 1999

2.1.3.1 Controlador Programável

Um controlador lógico programável CLP é constituído de fonte de alimentação, unidade de processamento, memórias, dispositivos de entrada e saída, e um terminal de programação, conforme mostrado na Figura 09 (MORAES e CASTRUCCI, 2001)

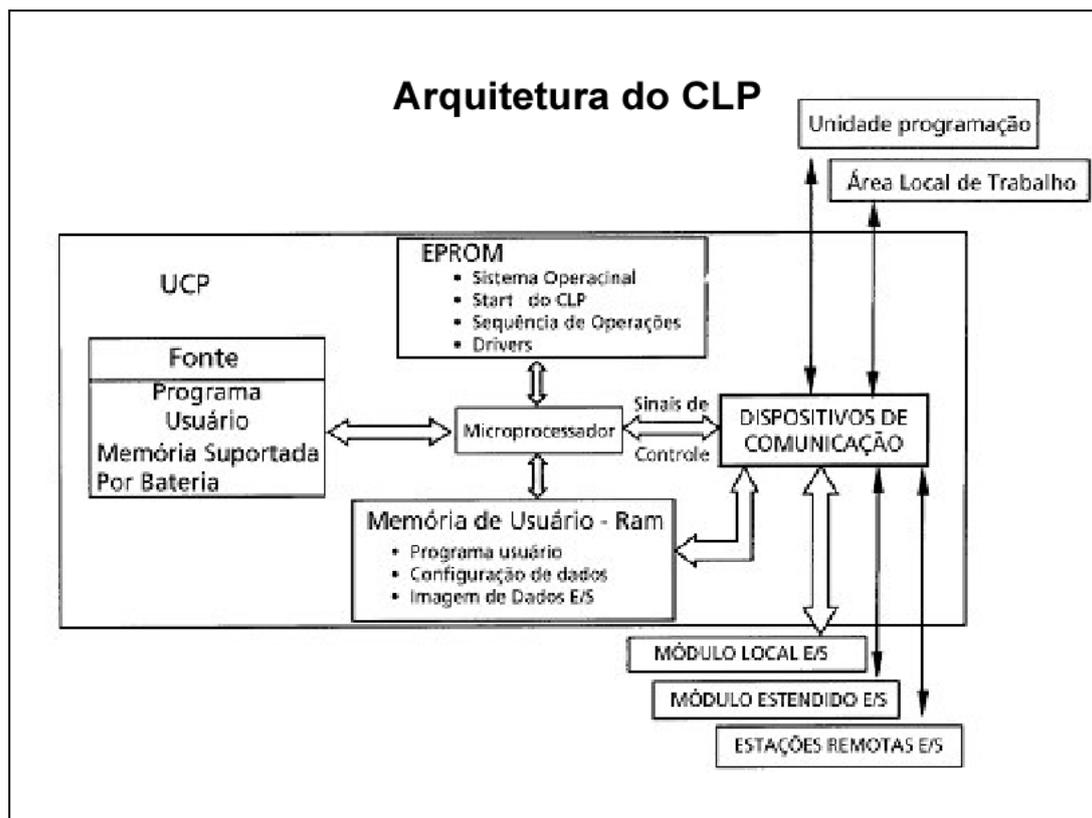


Figura 09 - Diagrama de blocos do CLP

Fonte: (MORAES e CASTRUCCI, 2001)

A linguagem de programação utilizado no CLP é de alto nível e bastante amigável, as mais usuais são:

Linguagem de diagrama de blocos (*Block diagram*) que utiliza blocos de lógica booleana (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

Linguagem de diagrama de contatos (*ladder diagram*) da Figura 10 é a que se assemelha ao diagrama de contatos dos diagramas elétricos (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

Linguagem de texto estruturado (*structured text*) é uma linguagem de alto nível em forma de texto, uma seqüência de comandos (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

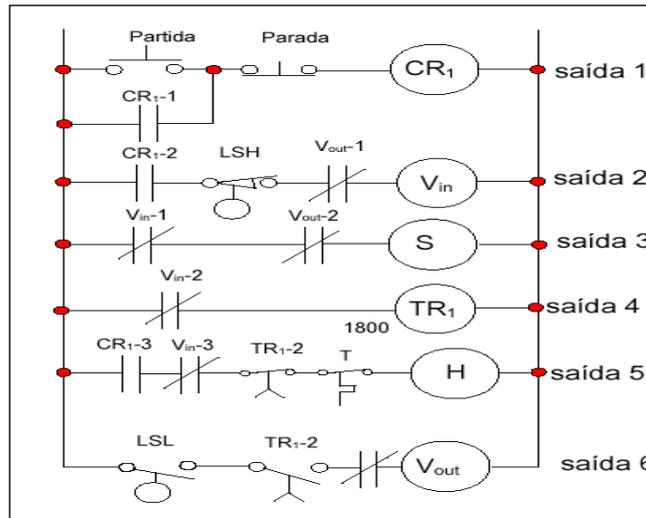


Figura 10 - Diagrama ladder típico

Fonte: (MORAES e CASTRUCCI, 2001).

O CLP são equipamentos eletrônicos utilizados em sistemas de automação, que processa tanto sinais digitais quanto os sinais analógicos, porém os sinais analógicos terão que ser convertidos para digital, pois o CLP trabalha com sinais binários. A estrutura de um CLP é mostrada na Figura 11, no qual o CLP é dividido em três partes: entrada, processamento e saída (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).



Figura 11 - Estrutura de um CLP

Fonte: (SCHUTTENBERG, LEÃO e COSTA, 2004).

2.2 - Sistemas de Secagem

A definição de secagem é a remoção de um líquido em um sólido por evaporação. Secadores de fornos rotativos, secadores spray e flash dryer, secadores de bandeja e esteira, e secadores por leito fluidizado que utilizam gases quentes para aquecer o material de alimentação e evaporar a água (CAMPITELLI, 1987). Eis alguns, com suas particularidades.

2.2.1 Secador de bandeja

Basicamente consiste de uma câmara com isolamento térmico, com sistemas de aquecimento e ventilação do ar circulante sobre as bandejas e através das bandejas, que ficam em uma base fixa. O ar aquecido circula por meio de ventiladores e o sistema permite uma circulação de ar para conservação do calor. A eficiência térmica nesse tipo de secador varia de 20 a 50%, dependendo da temperatura utilizada e da umidade do ar de saída. É utilizado para a secagem de materiais orgânicos em pequena escala, por estágios (BRAGANTE, 2001).

2.2.2 Secador de esteira

Estes secadores possibilita o transporte contínuo do material em processo por meio de uma esteira perfurada. Os secadores de esteira contínuo, são normalmente construídos de forma modular de modo que, cada seção apresenta o seu ventilador e aquecimento próprio. Essas seções são unidas em série formando um túnel através do qual a esteira se movimenta.

O material é submetido a uma temperatura de secagem no primeiro estágio, que pode chegar até 130°C e, a velocidade do ar em torno de 1,4 a 1,5 metros/segundo, possibilitando assim uma capacidade de secagem moderada, devido a evaporação da água e condensação ainda dentro do equipamento (SCHAFER, ADALBERTO GOULART, 2004).

2.2.3 Secador rotativo

Os secadores rotativos, como demonstrado na Figura 12, são usados para o aquecimento de sólidos até o ponto em que a evaporação da água possam ocorrer. O secador rotativo consiste basicamente em um cilindro rotatório inclinado. O tempo de retenção de sólidos no mesmo é um importante fator de projeto e é determinado pela adequada seleção de diâmetro, comprimento, velocidade, inclinação e projeto de seu interior. Existem dois tipos de rotativos: os de chama

direta e os de chama indireta. Os secadores indiretos evitam que o material entre em contato com gases de combustão e fornecem quantidades de calor mais controladas (SCHAFER, ADALBERTO GOULART, 2004).



Figura 12 – Secador rotativo

Fonte: Manfredini & Schianchi Secadores, 2008.

Dentro dele estão montados vários tipos de pás de rebatimento de avanço e de alto rendimento, como mostra a Figura 13, o que favorecem a troca térmica entre os gases quentes e o material a ser submetido à secagem.

Estes secadores trabalham em "contra-corrente": o fluxo dos gases quentes é contrário à direção de avanço dos materiais que devem ser secos, o que aumenta o rendimento térmico do processo.



Figura 13 – Visão interna do secador rotativo

Fonte: Manfredini & Schianchi Secadores, 2008.

O material entra com os gases quentes no interior do secador sendo rebatido continuamente, o que favorece a secagem. As pás especiais se encarregam de fazer o material avançar até a boca de descarga, enquanto que o material leve é transportado pelo fluxo dos gases.

Este material que deve ser seco e os gases entram em um tambor rotativo e permanecem dentro dele pelo tempo necessário para o aquecimento da massa e a evaporação da água.

Na saída do tambor está instalada a cabeça de descarga na qual está montado o queimador e por onde entram, eventualmente, mais gases quentes. O material seco cai em uma tremonha de coleta e é transportado para os silos de estocagem.

As fontes de calor podem ser múltiplas: Queimadores a gás e/ou combustíveis líquidos, queimadores para biomassa (por exemplo, madeira de recuperação), mas as condições operacionais ideais de um secador rotativo são sempre a utilização dele mediante um ciclo combinado com a cogeração energética, para reduzir drasticamente os custos energéticos; onde existir um grupo eletrogêneo, por exemplo, é possível enviar os gases de descarga (que normalmente saem a uma temperatura de 450°C) para a câmara de mistura instalada antes do secador, obtendo assim uma significativa economia de energia. Infelizmente nem sempre este conceito é aplicado nas indústrias.

O rendimento da troca térmica é diretamente proporcional à diferença das temperaturas e, conseqüentemente, o secador é alimentado com gás à máxima temperatura possível compativelmente com as características químicas e físicas dos materiais que devem ser submetidos ao processo de secagem.

Alguns entre os vários materiais que podem ser tratados, como areias, materiais inertes, carbonato de cálcio, terras e argilas e lamas, dentre outros (Manfredini & Schianchi Secadores, 2008).

2.2.4 Secador flash dryer

Os secadores do tipo Flash Dryer, como ilustrado na Figura 14 e 15, geralmente são indicados para secagem de granulométricas na ordem de alguns microns até entorno de 4 milímetros, em função do produto e suas características físicas. A operação do sistema transforma pós úmidos, em produtos secos dentro de um circuito hermético, funcionando em depressão, com ventilação total ou parcial, de acordo a carga de água a ser eliminada. A aplicação do processo é recomendada na associação a processos contínuos, proporcionando maior produtividade e rendimento, sem aquecimento excessivo do produto manuseado. Este

sistema de secagem comumente está associado a equipamentos de mistura de dois ou mais pós, destorroamento, Desagregação, pré-secagem, classificação, separação ou ainda moagem dos mais diversos produtos (WHOLESALE, 2004).

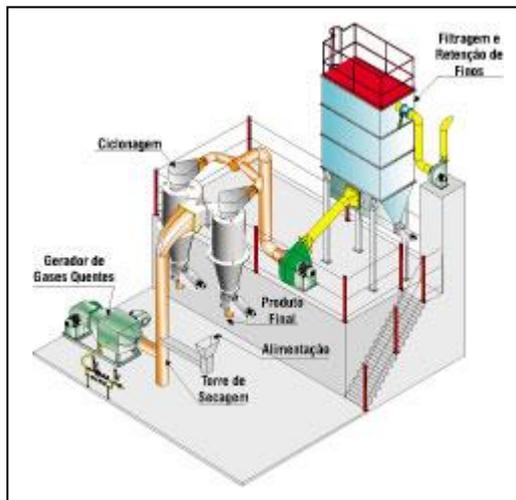


Figura 14 - Geral

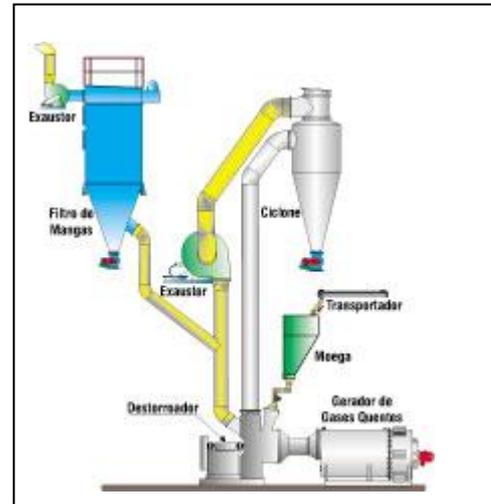


Figura 15 – Planta Padrão

Fonte: FPInnovations - Forintek Division, 2008.

2.2.5 Secador spray dryer

O processo Spray Dryer de secagem, Figura 16, consiste em pulverizar o produto dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente, e dessa maneira se consegue uma evaporação dos solúveis, em geral água, obtendo-se uma separação ultra-rápida dos sólidos e solúveis contidos, com mínima degradação do produto a secar, terminando esse processo com a recuperação do produto seco já em pó, conforme Figura 17. O processo se caracteriza em pulverizar o fluido ou mistura de fluidos dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente. Este fluido é atomizado em milhões de micro-gotas individuais mediante um disco rotativo ou bico pulverizador (PENNONE, INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, 2008).



Figura 16 – Unidade spray dryer



Figura 17 - Coletor do spray dryer

Fonte: <http://www.sprayprocess.blogspot.com>, 2008.

Recomendado para produtos que requerem a utilização do sistema de secagem por atomização, que se deseja manter as propriedades físico-químicas dos produtos e em alguns casos chega a melhorar essas propriedades devido seu fluxo, como demonstrado na Figura 18. Que se encontra em uma solução, emulsão, suspensão ou pasta, como argilas, caulim, materiais de granulometria inferiores a 0,01mm de diâmetro.

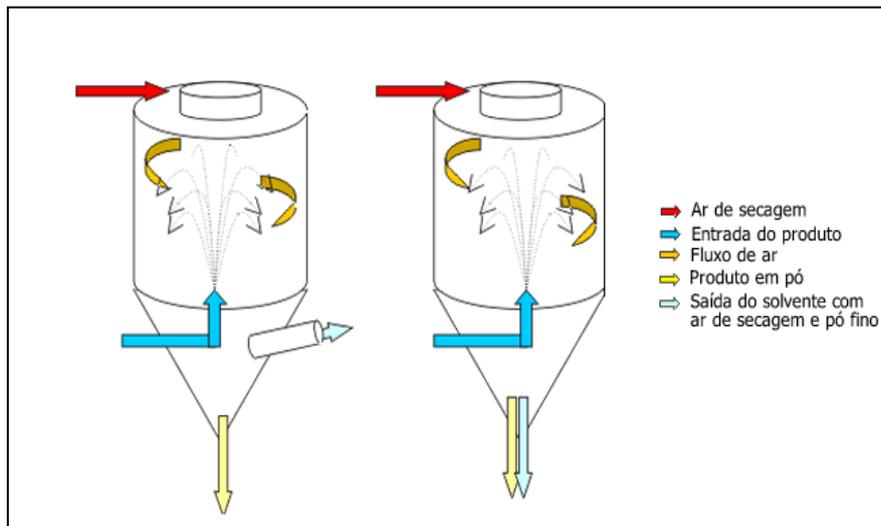


Figura 18 – Ilustração da movimentação dos gases no interior de um processo spray dryer

Fonte: <http://www.sprayprocess.blogspot.com>, 2008

Este processo é também usado para a preservação dos alimentos. Mediante este processo simples e ultra-rápido, se consegue secar os sólidos e sólidos solúveis, com a mais alta qualidade e com a preservação das características essenciais. Reduzindo seu volume e peso.

2.2.6 Secador leito fluidizado

A fluidização é uma condição em que as partículas sólidas estão suportadas por forças de arraste originadas pela passagem da fase gasosa entre os interstícios que as separam. (PORTER, McCORMICK, LUCAS e WELLS, 2000).

Fundamentalmente baseia-se na circulação de sólidos juntamente com um fluido (gás ou líquido) impedindo a existência de gradientes de temperatura, de pontos muito ativos ou de regiões estagnadas no leito; proporcionando também um maior contato superficial entre sólido e fluido, favorecendo a transferência de massa e calor.

Um leito fluidizado de partículas sólidas passa por diferentes etapas sucessivas ao se aumentar à vazão do gás ou a velocidade superficial do gás de fluidização. Pelo menos cinco regimes distintos de contato gases sólidos são verificados.

Considerando um leito fluidizado, alimentado por gases caloríficos com uma certa pressão positiva, oriundos de um gerador ou fornalha através de uma convecção forçada, origina uma dada velocidade superficial, quando se aumenta gradualmente essa velocidade, produz-se um aumento gradativo da força de arraste sobre o sólido e, conseqüentemente, a perda de pressão através do leito fluidizado. Nestas condições as partículas oferecem menor resistência ao escoamento, havendo nesse processo a expansão mais ou menos uniforme do leito, com tendências ao equilíbrio de densidade (MESA, JUAR CARLOS, 2006).

Com maiores aumentos de velocidade superficial, a expansão continua até ser atingida a velocidade de mínima fluidização. Neste ponto a força exercida pelo gás sobre o sólido se iguala ao peso das partículas no leito. Tal estágio é chamado de fluidização incipiente ou semi fluidização.

Com um novo aumento da velocidade superficial do gás acima da velocidade de mínima fluidização, há perda de pressão através do leito fluidizado, permanece substancialmente constante, enquanto o leito continua expandindo. Nesta etapa, o sistema apresenta uma disposição bifásica, por um lado, uma fase densa (fase emulsão) constituída de sólidos e de gás

intersticial e, por outro, uma fase diluída constituída de bolhas, as quais aparecem ao longo do leito (fase bolha). Desta forma, o secador opera em regime de leito fluidizado borbulhante.

Com o aumento posterior na velocidade superficial, à disposição do leito muda gradualmente, passando ao estado turbulento, caracterizado por uma distribuição dispersa do sólido no leito. O leito permanece neste regime até que seja atingida a velocidade de transporte, na proximidade da qual se experimenta um aumento brusco da quantidade de partículas elutriadas, provocando o esvaziamento do leito quando é atingido o regime de transporte pneumático.

O regime de trabalho do equipamento estudo, secador leito fluidizado, opera idealmente entre a fase de fluidização mínima e borbulhante, ou seja, emulsão.

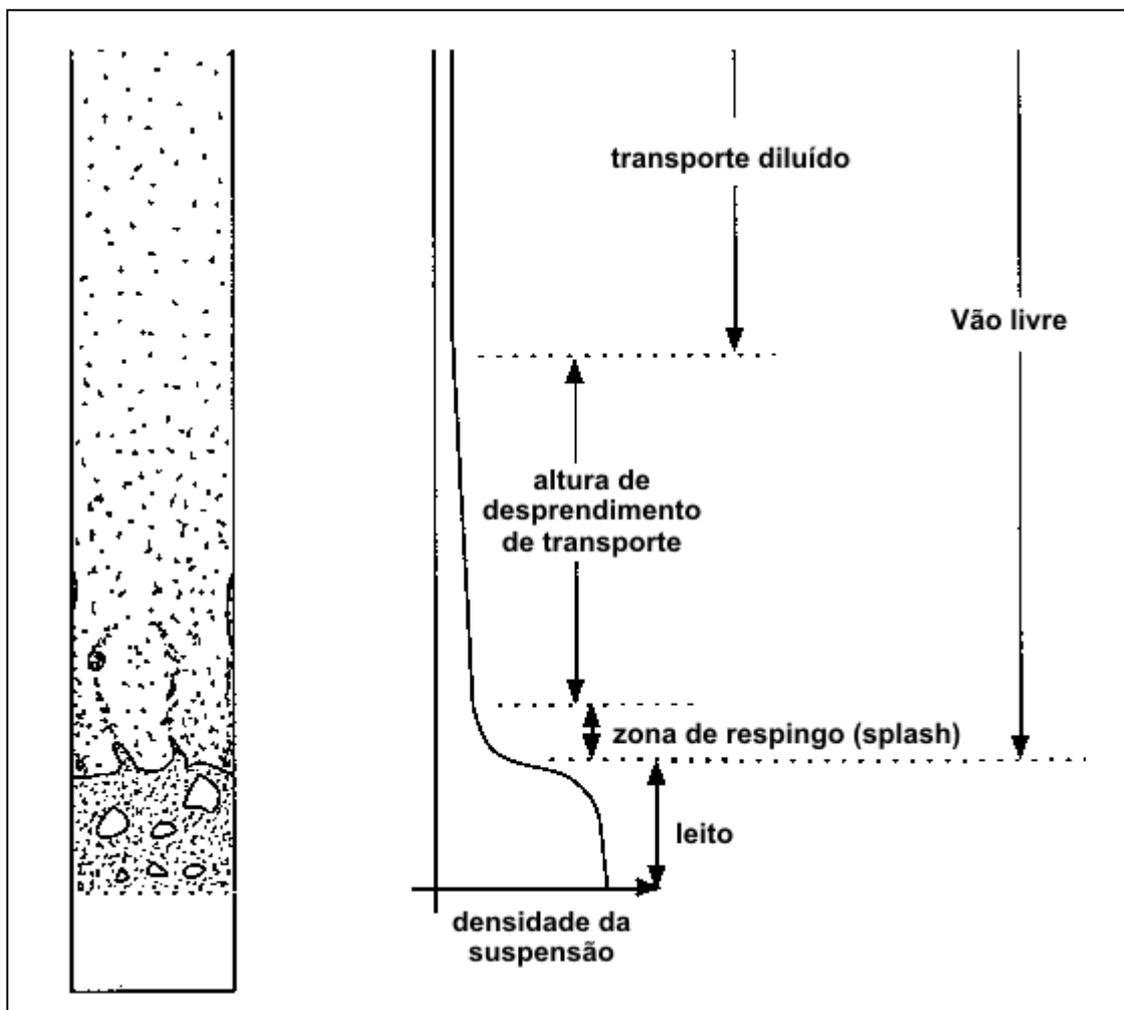


Figura19 - Distribuição de partículas, mostrando fases de um leito fluidizado.

Fonte: Juan Miguel Mesa Perez.

Nesta figura 19, pode-se observar os estágios de fluidização, desde o leito em si, passando pela zona de respingo, até sua fase de turbulência no transporte diluído.

No processo de secagem de minerais granulares, é utilizado o secador de leito fluidizado, no qual é alimentado uma umidade entre 5 e 12%. Os gases quentes utilizados nos processos de fluidização e secagem são gerados em um queimador a óleo, gás G.L.P. ou ainda gás natural, podendo ser incorporado a outras matrizes energéticas. Estes gases quentes são injetados na câmara do secador e devido ao intenso contato com as partículas do leito de potássio, provocam a evaporação da água presente no material alimentado (RHODES, 2001).

O leito de partículas na qual a corrente de gás está fluindo para cima, o processo de fluidização converte um leito de partículas sólidas numa massa expandida e suspensa que se assemelha a um líquido em ebulição e a forma usual é a cilíndrica vertical (PORTER, McCORMICK, LUCAS e WELLS, 2001).

Conforme demonstrado na figura 19, os gases quentes são injetados entre os interstícios do material sólido, devido a intensidade de calor gerado na câmara de combustão a umidade do material úmido é evaporada. O material úmido é alimentado na câmara através de um dispositivo mecânico que espalha sobre o leito, já a retirada do material seco é feita por um sistema de drenagem ou extravasamento. (RHODES, 2001).

Assim de posse desta contextualização, apresentamos abaixo informações adicionais do secador leito fluidizado da empresa CEFER Equipamentos para Beneficiamento de Minerais, o qual é objeto para aplicação da automação aqui sugerida, apresentada e que se deseja implementar.

Geralmente uma planta de secagem por leito fluidizado obedece um layout básico composto por uma esteira da moega de alimentação, uma esteira de transferência, um silo pulmão, dotado de rosca helicoidal, o corpo do secador ou leito fluidizado, resfriador, esteira de transferência, peneira, sistema de coleta de finos e uma painel de comando elétrico. Na peneira, de onde são retirados materiais orgânicos ou realizado um corte granulométrico, outros processos são empregados ou não, dependendo da finalidade da matéria processada.

Na ilustração do um leito fluidizado abaixo, figura 20, são demonstradas as diversas etapas do sistema de um secador, na qual pode ser observado o gerador de gases quentes, a zona de fluidização e a alimentação do produto.

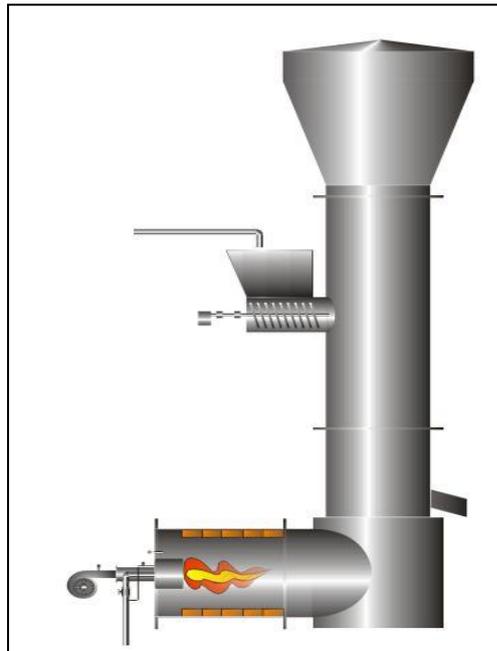


Figura 20 – Ilustração secador Cefer

Fonte: O Autor

Periféricos da planta de secagem:

- Moega de alimentação (Figura 21)

Silo de alimentação constituído de esteira motorizada, dotada de motoredutor de 5CV, 4p, 220/380/440V a qual é controlada por inversor de frequência.



Figura 21 – Gaveta de regulagem moega



Figura 22 – Abastecimento moega

Fonte: O Autor, 2000

- Esteira de transferência (Figura 22)

Potência de 4CV, 4polos, 220/380/440V acoplado a motoredutor.

Sua função é levar o material do silo de alimentação, moega, até o silo pulmão do secador.

- Rosca Helicoidal do Silo pulmão (Figura 23)

Acionada por eixo diretamente acoplada ao motoredutor de 4CV, 4p, 220/380/440V, controlada por inversor de frequência.



Figura 23 – Silo pulmão

Fonte: O Autor, 2006

Geração de ar para a secagem pelo processo leito fluidizado é necessário passagem de fluxo de ar quente forçado, por entre os grãos da matéria a ser seca ou curada. Cada qual com sua função específica.



Figura 24 – Secador com queimador simples a óleo

Fonte: O Autor. Empresa de argamassas Belitcola, 2006.

- Ventilador de suspensão

Motor de 30cv, 2 pólos, 220/380/440V.

Devidamente dimensionado para manter a matéria em suspensão.

- Ventilador de Combustão

Motor de 15cv, 2 pólos, 220/380/440V.

Responsável pelo equilíbrio de oxigenação na relação oxigênio/comburente.

Geralmente dada na razão 10/1 de ar.

- Ventilador do resfriador

Motor de 15cv, 2 pólos, 220/380/440V.



Figura 25 – Resfriador aberto para demonstração da fluidização.

Fonte: O Autor, Empresa Belitcola, 2006.

Resfria o material formando na calha leito fluidizado, Figura 25, um colchão de ar a temperatura atmosférica que por troca de calor com o grão a resfriando. Na Figura 26 eis uma foto de uma unidade completa.



Figura 26 - Unidade Secador Leito Fluidizado

Fonte: O Autor, Cimento Tupi, 2006.

2.2.6.1 Geração dos gases caloríficos

A eficiência térmica é a medida da eficácia da troca de calor do secador com o material a ser processado. Ela mede a habilidade em transferir calor do processo de combustão para o material a ser processado no equipamento. Por ser unicamente uma medida da eficácia da troca de calor, ela não leva em conta a radiação e perdas de convecção do material refratário no interior do equipamento, coluna d'água, ou outros fatores. Desta forma não é verdadeira sua indicação do uso dos combustíveis, contudo, aliada à verificação da combustão, podemos obter uma boa indicação de como está a eficiência do secador. Uma simples análise da temperatura e composição dos gases da chaminé pode nos oferecer dados confiáveis para o cálculo da eficiência. Já a eficiência do secador é a eficiência pura da transferência de calor do combustível para a matéria prima, água e ar envolvidos no processo, a qual leva em conta a radiação e perdas de convecções. É uma indicação verdadeira da eficiência total do equipamento (MACYNTARE, 2000).

2.2.6.2 Perdas na chaminé

É a maior porção das perdas do calor onde muito dinheiro é jogado fora todos os dias. Este é um bom indicador da eficiência. A temperatura na chaminé é a temperatura dos gases de combustão (seco ou úmido) deixando o equipamento e refletindo diretamente na energia que não se transferiu do combustível para o material processado. Ou seja, quanto menor a temperatura na chaminé, maior será a eficiência.

Para o dimensionamento assertivo do queimador aplicável ao processo, pelo conhecimento empírico, podemos adotar um erro de 15% para mais, isso ocorre por vários motivos:

a) Perca de eficiência térmica, devido as trocas por convecção ou irradiação com a manta cerâmica, o material refratário da câmara de combustão, conforme Figura 27 e o próprio difusor de ar, distribuição da temperatura e da pressão estática ao longo da altura do leito fluidizado, tempo de residência das partículas sólidas, troca de calor entre matéria-prima, ar e água.



Figura 27 – Visão do interior câmara combustão

Fonte: O Autor, 2006

2.2.6.3 Ar em excesso

Este ar em excesso é o ar extra provido para o queimador, além do ar requerido para a completa combustão. Ele é fornecido para o queimador porque uma queima sem ar suficiente ou o estritamente necessário (queima estequiométrica) não é possível hoje em queimadores industriais.

Mudanças sazonais na temperatura e pressão barométrica, podem causar excesso de ar numa média de 5% a 10%, ou provocar a queima num nível de baixo excesso de ar podendo resultar em alto NOx e fuligem na saída da chaminé.

O ar é então provido em excesso para o queimador permitindo um fator de segurança, jogando fora porém energia em potencial que poderia ser transferida para água no processo. Neste caso, ar em excesso acima do tecnicamente correto, reduz a eficiência do equipamento, aumentando as perdas dos gases caloríficos, estes saindo pela chaminé (CEFERR, 2008).



Figura 28 – Secador leito fluidizado.

Fonte: O Autor

b) Seja pela matéria prima, como distribuição granulométrica, umidade, formato do grão.
c) Variação das matrizes energéticas, PCI oscila, seja por má qualidade ou por variações na obtenção deste e seu comportamento no sistema de alimentação do queimador.

- Variação das matrizes energéticas.

a) No caso do G.L.P., PCI 10.993,1Kcal/Kg, são vários fornecedores e mesmo ainda com o mesmo fornecedor há variações de processo quanto a sua obtenção.

b) Para o G.N. podemos comparar, por exemplo, a fim de visualizar com maior facilidade, o gás natural obtido da bacia de Santos onde este tem PCI 9.507,0Kcal/m³, já o gás natural da Bolívia com PCI 8961,1kcal/m³ tem menor poder. (fonte ANP)

c) Óleo combustível A4, com PCI 9.401,7Kcal/Kg, tratasse de um óleo de média viscosidade, muito empregado em queimadores industriais por seu custo relativamente viável.

d) Óleo combustível de Xisto Betuminoso, com PCI 9.700Kcal/Kg, por questões logísticas de transporte, seu raio de fornecimento é restrito a menos de 1000km, pois inviabilizaria o custo de frete, frente a outros combustíveis de mercado regionais.

2.2.6.4 Outras percas

No processo de secagem a área mais complexa, que requer um alto nível de automação é a geração de gases caloríficos, por ser uma área que trabalha com gás natural, com pressão e temperaturas elevadas, a automação garante a segurança do processo.

Os minerais granulares na sua forma sólida necessitam ser secados e para a sua secagem o mais aplicado é a utilização de um secador de leito fluidizado, no qual há diversos tipos de grandezas, tais como temperatura, pressão, vazão, e controle de umidade.

Com automação também é possível melhorar o desempenho no processo de secagem, e aplicar um projeto de otimização energética, com redução do consumo de energia térmica e elétrica, um projeto totalmente automatizado, com malhas de controle, com redes de comunicação interligado ao sistema supervisor.

Aqui pode-se atribuir pontos que requerem maior atenção e serão objeto de estudo.

A sequência abaixo não segue ordem de criticidade:

a) Vazamento de gases caloríficos do interior do leito fluidizado, pela rosca helicoidal, devido a falta de material;

O secador leito fluidizado trabalha com pressão interna positiva, tal falta de material na rosca helicoidal acarreta na instabilidade de pressão no leito, assim não expelindo o material pela saída em condições ideais e sim para uma zona de menor pressão, ou seja, pela rosca helicoidal e/ou ainda para sistema de despoeiramento, saturando-os. Reduzindo a eficiência térmica e lançando em demasia finos para dispositivos de coleta, como filtro de mangas, eletrostáticos, lavador de gases, dentre outros.

b) Acumulo de material dentro do leito fluidizado, o qual não é expelido devido a vários fatores:

- A temperatura de regime de trabalho não é respeitada pelo operador, alimentando inicialmente o secador prematuramente no *startup* com uma quantidade de material desproporcional a rampa de aquecimento do secador.
- Excesso de material no leito, obstruindo o difusor de ar, reduzindo a permeabilidade dos gases por entre os grãos e posteriormente saturando o processo até a falha de chama por falta de oxigênio.

c) A falta de material não chega a formar um leito, este adquirindo características borbulhantes e instáveis, segregando o material, expelindo finos tanto na boca de saída, rosca helicoidal e também em dispositivos de coleta ou sistema de exaustão. As altas temperaturas ao

qual o equipamento se submete nesta situação, deformam plasticamente o difusor de ar confeccionado em aço ou com ligas mais nobres (Inox E310), o material seco sai do equipamento com elevadas temperaturas, em média a 200°C, danificando esteiras emborrachadas e processos posteriores ficam comprometidos. O consumo de combustível desnecessário eleva o custo operacional na média final do processo.

O tempo médio de residência das partículas de material sólido difere consideravelmente do tempo de residência das partículas individuais. Empiricamente, em campo, temos valores compreendidos entre 17 a 54 segundos sem variar a velocidade superficial, que é constante e obtida pelo ventilador de suspensão em sua maioria.

O sistema de secagem por leito fluidizado é uma tecnologia de aplicação recente e que está ganhando popularidade por sua eficiência térmica em vários seguimentos, tais como indústrias farmacêuticas, agropecuária, de cimento, vidro, fertilizantes e minerais em geral.

4 ESCOLHA DOS COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

Para a aplicação deste sistema de automação proposto, foram pesquisados vários componentes, os quais possuem as especificações necessárias e que constituíram o atual projeto do painel de comando elétrico confeccionado. Para isso respeitou-se a também a NBR 12313 que regulamenta o sistema de combustão, mais especificamente o controle e a segurança para a utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura. Segue abaixo na Figura 29, uma ilustração do cavalete da rede de gás, objeto de estudo para aplicação na lógica de processo.

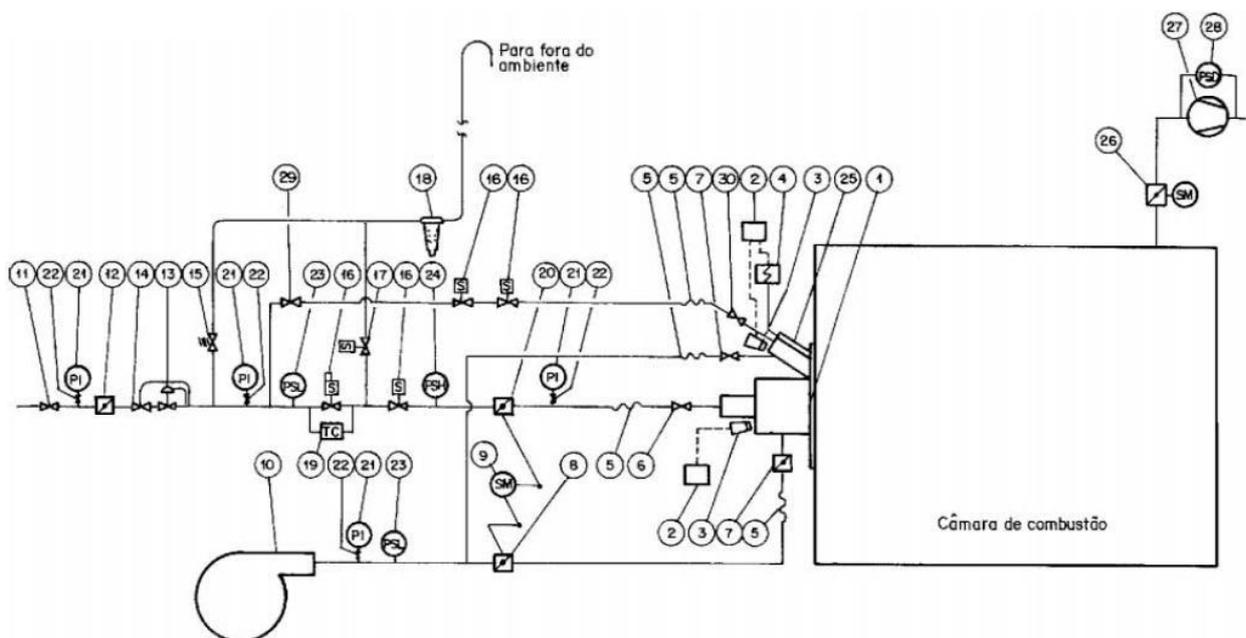


Figura 29 - Esquema típico de sistema de combustão a gás com único queimador.

Fonte: NBR 12313:2000

Optou-se por termopar do tipo K, como o da Figura30, para medição da temperatura da fornalha, pois sua faixa suporta até 1.230°C. Este tem características mecânicas como haste de inox com comprimento de 300mm, cabeçote de alumínio com bornes no material do termo elemento, marca Comtemp.



Figura 30 – Termopar tipo K

Fonte: O Autor, 2008

O mesmo termopar tipo K será adotado para medir a temperatura do plenum, apesar da temperatura de trabalho normalmente não ultrapassar os 200°C, podem haver picos superiores a 450°C, o que impede o uso de um PT100, o qual suporta até 400°C. Suas dimensões mecânicas compreendem uma haste em inox de 150mm de comprimento e cabeçote de alumínio com bornes no material do termo elemento.

Um PT100 foi definido para medir a temperatura no final do resfriador, uma vez que as temperaturas a que este se submete não ultrapassam 100°C.

Constatou-se a necessidade de sensores indutivos para detecção de movimento das esteiras, pois uma vez ligado os motores, é preciso uma confirmação de que a correia da esteira está em movimento, assim garantindo o fluxo de material para o equipamento. São estes:

Sensor Esteira Moega e Sensor Esteira Transferência, sensor indutivo, conforme Figura 31, com 8mm de diâmetro, tipo de rosca M8x1mm, faceado, não embutido, invólucro metálico, com cabo conector. Com distância sensora S_n de 4mm, alimentação 220Vca, tipo de contato normalmente aberto.



Figura 31 – Sensor indutivo

Fonte: O Autor, 2008

A aplicação de pressostatos, semelhantes aos da Figura 32, nos ventiladores, é necessária para monitorar a pressão de ar e enviar um sinal discreto ao CLP, liberando ou não o acionamento da rotina do queimador. Adquiriu-se então um pressostato de escala de 10 a 1000mmCA, da marca Dungs, modelo DG 50 U, alimentação 220Vca, 1 contato normalmente aberto, este pode ser utilizado para verificar se a pressão de ar ou gás na tubulação.



Figura 32 – Pressostato

Fonte: www.inmar.com.br, 2008

É imprescindível ter uma foto célula confiável, neste caso não podemos aplicar, por exemplo um eletrodo de ionização, pois as temperaturas de trabalho comprometeriam este.



Figura 33 – Foto célula infravermelha

Fonte: www.inmar.com.br, 2008

Optou-se por adotar uma foto célula infravermelha, Figura33, da marca Honeywell, modelo QRB 1ª-A070 B70 A, com colarinho para fixação e de sensibilidade média.

Uma coluna de material dentro no silo pulmão evita que a temperatura saia para a atmosfera e que ocorra queda de pressão no interior do secador, esta pressão interna é responsável pela formação do leito no plenum. A fim de garantir a constância de material no silo pulmão, há a necessidade de medir e controlar este nível. Para isso no silo foi inserido 3 sensores de material sólido, um no fundo do silo, outro no meio e outro próximo a borda, ou seja, nível baixo, meio e alto, respectivamente. Neste sensor a pá do controle de nível é acionada por um conjunto motoredutor síncrono acoplado ao eixo por meio de uma fricção que tem por função proteger o mecanismo em caso de pequenos choques entre o material e a pá. Quando esta, que se move a uma rotação constante de 1rpm, encontra resistência do material, um micro interruptor interno é acionado e o motor bloqueado. O conjunto pode permanecer nesta condição indefinidamente ou voltar à condição inicial caso o nível do material libere a pá. Um retentor (IP52) evita a entrada de pó através da haste. Levando em consideração as recomendações do fabricante este será instalado em região de baixa velocidade de fluxo de material, ou seja, distante das linhas de carga e descarga do silo pulmão, tomando a precaução de que o ponto escolhido represente o real nível deste silo. No caso do sensor instalado na parte superior do silo, o sensor que identifica nível alto, há a necessidade que a pá encontre-se em uma região protegida com uma espécie de telhado com o intuito de reduzir ou eliminar os choques com a alimentação de material no carregamento do silo.

Aplicamos então o sensor de sólidos, semelhantes aos da Figura 34, da marca COEL, modelo CN1328, alimentação 220Vca, base em alumínio, haste em Inox T304/303.



Figura 34 – Modelos de sensor de sólidos

Fonte: www.dimael.com.br, 2008

Para a esteira da moega, como o projeto mecânico já aprovado, verificamos a necessidade de acionamento com Inversor de Frequência. Pois o nível do silo pulmão deve se manter idealmente constante, mantendo a coluna de material no silo, para que isso ocorra, há a

necessidade de aumentar ou diminuir o volume de material. Assim temos um Inversor de Frequência (Tabela 01) da marca Moeller, modelo DF51, 440Vca, 4kW, o qual controla um motor WEG, 4pólos, 5CV, 440Vca, o qual aciona uma caixa de redução da marca Bonfiglioli, modelo VF130, relação 1/68, Figura 35.

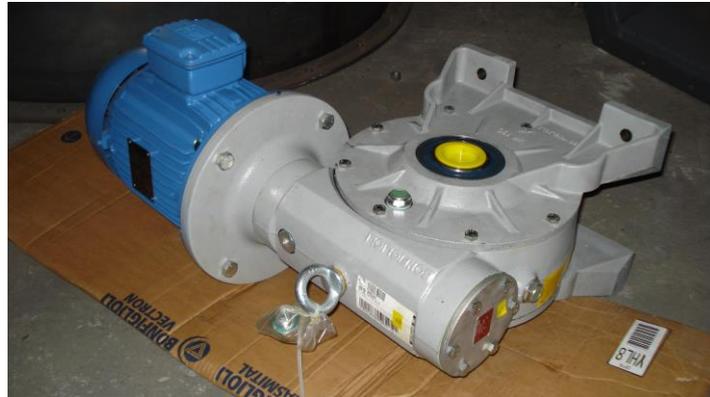


Figura 35 – Motoredutor 5CV, $i = 68$.

Fonte: O Autor, 2008

Já para a esteira de transferência o acionamento será direto, considerando que a carga é de baixo consumo e não requer controle. Através de um disjuntor motor PKZM01-10 6,3-10A, e uma contatora DILM12-10-220Vca, ambas da marca Moeller, promove-se o acionamento desta com um motor WEG, 4pólos, 4CV, 440Vca, o qual aciona uma caixa de redução da marca Bonfiglioli, modelo W110, relação 1/40, Figura 36, o que garante o torque para o esforço ao qual a esteira é submetida.



Figura 36 - Motoredutor 4CV.

Fonte: O Autor, 2008

Cientes desta necessidade de processo devemos agora compreender o seu funcionamento junto a lógica adotada para este trabalho, mas antes se faz necessário entender o funcionamento e dimensionamento do CLP, suas entradas e saídas, no caso deste trabalho optou-se por uma

IHM/CLP a qual através de uma rede CAN OPEN transmite e recebe os dados dos cartões de entrada e saída digitais e analógicas. Nos anexos a uma tabela dos referidos itens, demonstrados na Figura 37, sua quantidade e marca comercial. Abaixo na Figura 38 uma imagem detalhada da CAN OPEN e seus cartuchos.



Figura 37 – Componentes adquiridos para a montagem do painel

Fonte: O Autor, 2008



Figura 38 – Imagem da CAN OPEN com seus cartuchos,

Fonte: Moeller Automation Inc., 2008

5 DIMENSIONAMENTO DO I/O

A criação de um módulo escravo implica em saber de antemão quantas entradas/saídas são necessárias e o tipo delas. (Analógicas 4 a 20mA ou 0 a 10V e digitais 24Vcc, 110Vac etc..)

O segundo item a ser considerado é a rede de comunicação a ser utilizada. Foi utilizado o software fornecido pelo fabricante Moeller, o I/O Assistant. Devido à gama de opções, e ao número elevado de variáveis que limitam as remotas do XI/ON, é extremamente recomendado utilizar o I/O assistant para configurar seus escravos.

5.1 Montagem do painel

Antes mesmo da aquisição dos elementos comerciais elétricos, foi desenvolvido um projeto elétrico completo, com este projeto elétrico, um layout foi definido e a montagem pode ser realizada, conforme demonstra a Figura 39. Este projeto elétrico está disponível junto a empresa CEFER Equipamentos para Beneficiamento de Minerais.

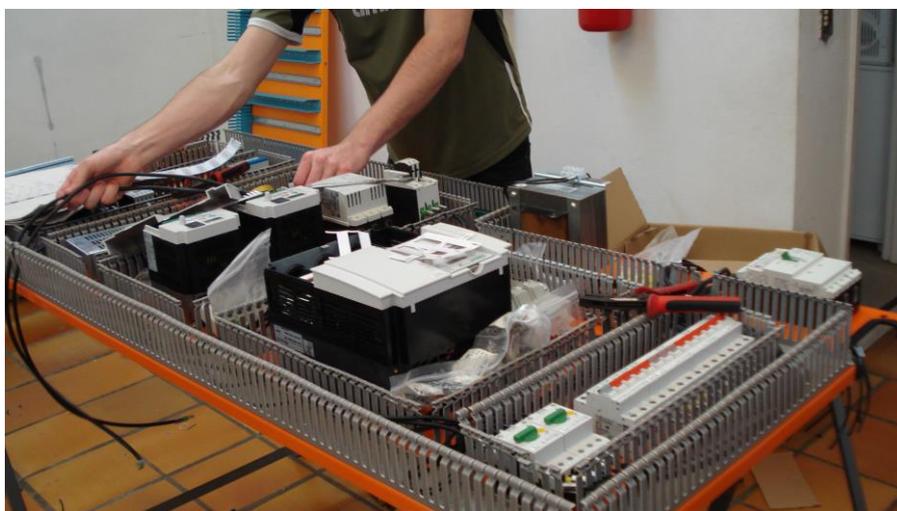


Figura 39 – Marcação do layout dos componentes.

Fonte: O Autor, 2008



Figura 40 – Painel em fase de Parametrização dos inversores e Soft-starter.

Fonte: O Autor, 2008

Alguns componentes foram adquiridos fora da especificação, mas foram trocados nos mesmos locais de compra pelos mais adequados e o projeto elétrico do painel revisado.

Neste painel foi implementado uma IHM Touch Screen, o que elimina as tradicionais botoeiras na porta do painel, possibilita a visualização centralizada de todas as informações de processo, além de dar condições a expansão, se necessário, de mais acionamentos futuros. Maximização dos recursos, podendo ser criadas inúmeras tela para os mais variados dados.

5.2 IHM – Interface Homem Máquina



Figura 41 – Imagem da IHM utilizada

Fonte: O Autor

Implementada com o objetivo de facilitar o controle e supervisão do processo, esta é dotada de um painel sensível ao toque, com resolução de 320 x 280 pixel. Figura 41.

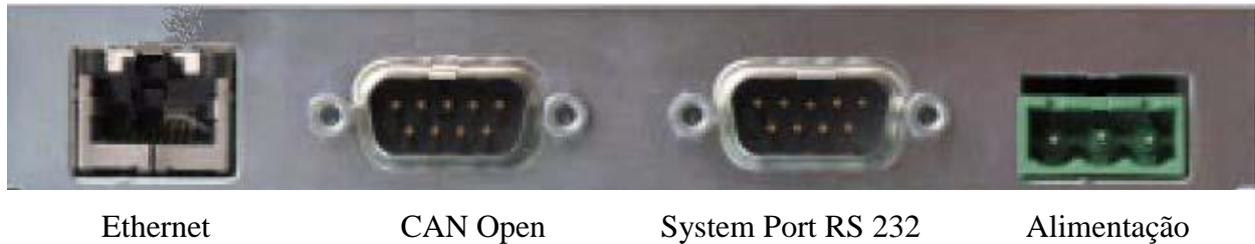
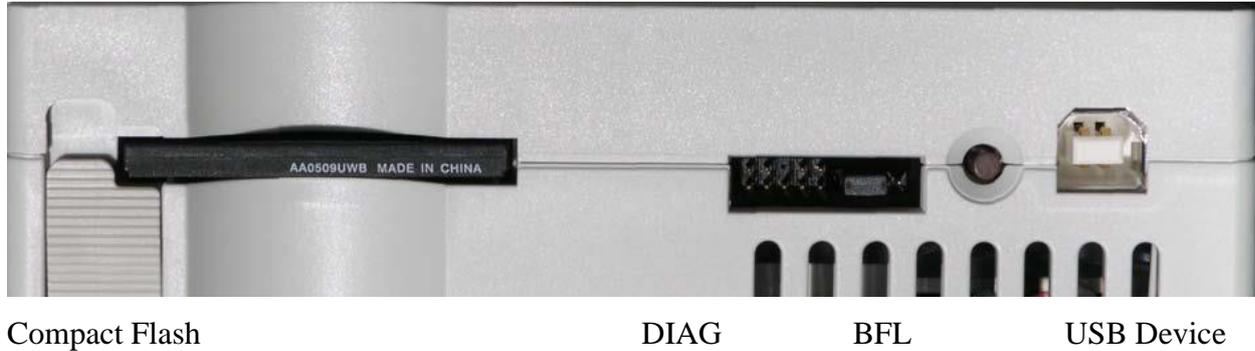


Figura 42 - Entradas



As portas DIAG e BFL são exclusivamente para uso de serviço. A porta Ethernet e de alimentação de energia encontram-se no lado posto da unidade IHM, conforme Figura 42.

O Compact Flash CF-com o sistema operacional para a IHM é obrigatório para o funcionamento. Em função disto foi adquirida uma licença e instalada uma versão do Windows CE® em Inglês no Compact Flash, o sistema operacional é iniciado a partir deste cartão. Este sistema operacional é armazenado no diretório do sistema operacional do cartão flash, onde o dispositivo contém apenas o bootloader, que procura o sistema operacional sobre o cartão flash quando o dispositivo é iniciado e, em seguida, o carrega. Durante a inicialização, a tela seguinte tela será mostrada:

```
CF-Bootloader V1.30
....
Type                      xxx-xxx.....
Serial No.                0316.....
License                   100 points
DHCP                      disabled
IP address                192.168.1.1
Subnet mask               255.255.255.0
Network name
-----
Slot 0: Init -> ok
....
Compact Flash size: xxx bytes
....
Search xxxx.BIN -> found
Loading image: xxxx bytes
```

Figura 43 – Imagem da tela inicial da IHM

Fonte: Moeller, 2008

O visor mostra informações diferentes, tais como as configurações de rede, o número de série, bem como o número de pontos de licença. Este número de pontos da licença é adquirida no site do fabricante, onde o mesmo disponibiliza link para inserir o numero da OEM do Windows CE e o numero de série da IHM.

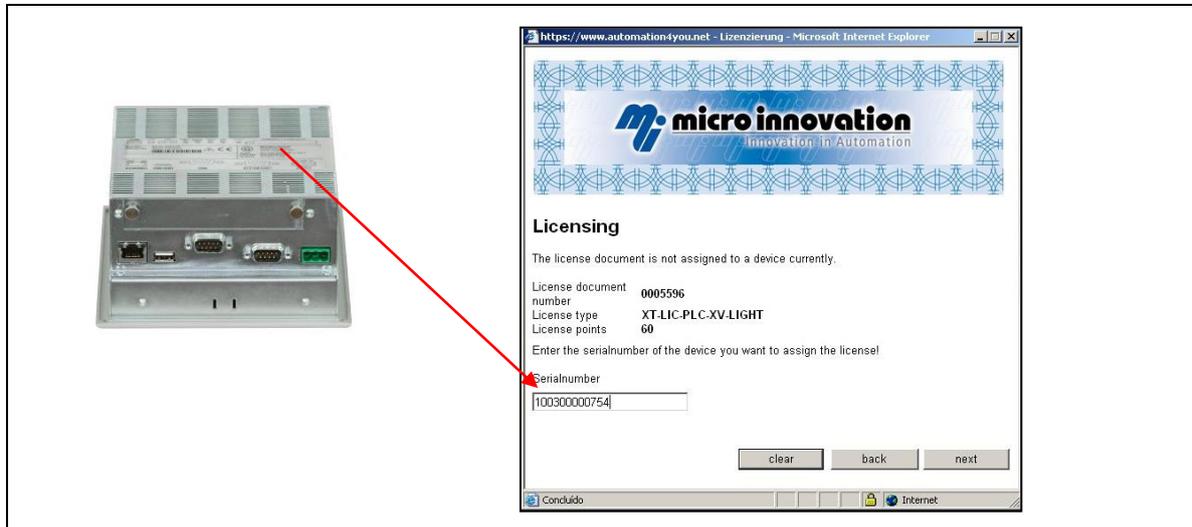


Figura 44 – Registrando o numero de serie da IHM

Fonte: Moeller, 2008

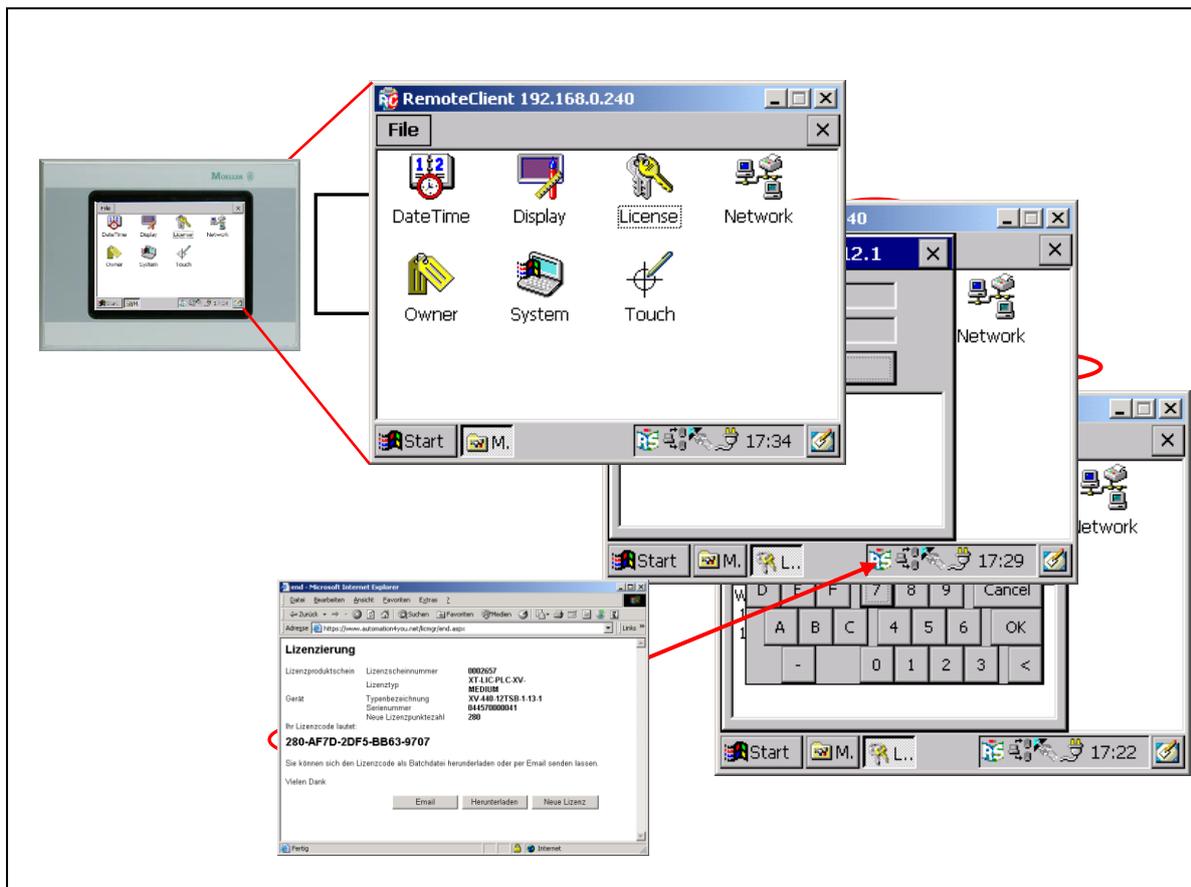


Figura 45 – Instalando a Licença na IHM.

Fonte: Moeller

Se o cartão flash não tem um sistema operacional, a tela irá mostrar uma exibição semelhante à seguinte:



Se esta mensagem aparece na tela, não há qualquer Compact Flash para o dispositivo, o cartão não está formatado corretamente ou não contém um válido sistema operacional. O sistema operacional depende deste dispositivo.

Após o Windows CE é iniciado, as seguintes funções são realizadas:

As entradas de registro são transferidos quando o AUTOEXEC.REG é encontrado no diretório raiz do cartão flash.

O bootloader também localiza o arquivo AUTOEXEC.BAT no diretório raiz. Se este estiver presente, o arquivo é executado.

AUTOEXEC.REG

O Registro de entradas específicas para cada cliente pode ser configurado através do arquivo AUTOEXEC.REG quando a IHM é iniciada. O arquivo deve ser armazenado no diretório raiz do cartão Compact Flash.

AUTOEXEC.BAT

Um painel customizado pode ser implementado usando o arquivo AUTOEXEC.BAT no boot. Isso permite a execução de comandos de linha. O arquivo está localizado no diretório raiz do cartão Compact Flash. A pesquisa é realizada pelo Autoexec.bat, 10 segundos após o sistema operacional ser inicializado. Se o arquivo for encontrado, executa-se através de uma CMD Shell.

Exemplo de um arquivo Autoexec.bat:

```
ECHO OFF
Atalho-p GRSW.EXE
INÍCIO CeRemoteSvr.exe-h
INÍCIO GRSW3.EXE
ECHO ON
```

Este exemplo de arquivo, cria um link primário no ambiente de trabalho para o Runtime do Sistema Galileo.

5.2.1 Conectividade Ethernet

A interface Ethernet da unidade é utilizada para a visualização de engenharia "Galileo", como também com a programação do PLC. Utilizada para a comunicação entre o PC, IHM e O CLP.

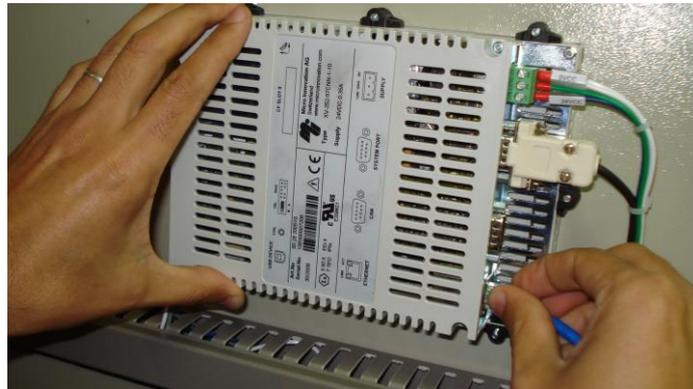
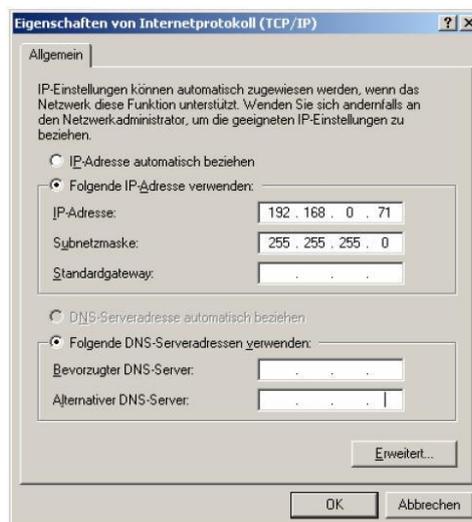


Figura 46 – Plugando o cabo de rede na porta Ethernet.

Fonte: O Autor

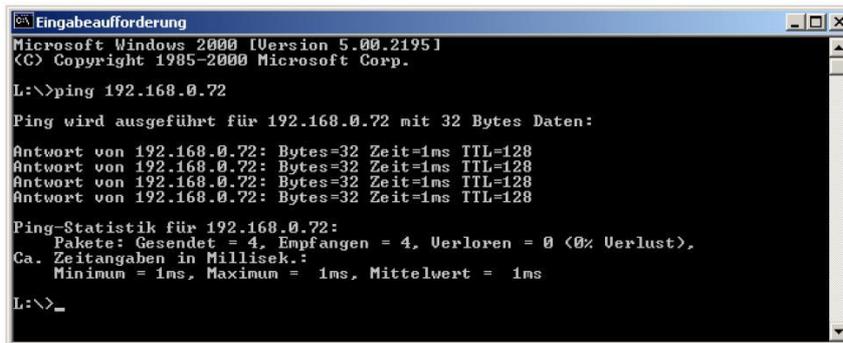
Um endereço IP é atribuído, neste projeto optamos por usar o IP 192.168.1.71. A máscara de rede especifica quais bits pertencem à rede e os que não o fazem. Selecionamos a unidade para um computador a partir do endereço de rede local.



Por exemplo:

```
IP-Address PC:  
IP-Address      : 192.168.0.71  
SubNetMask     : 255.255.255.0  
  
This means:  
Network-Address : 192.168.0  
Computer-Address : 71  
  
Select an IP-Adresse for the unit:  
Network-Address : 192.168.0  
Computer-Address : 72 (Number between 1-254 and not any already used in  
the local network)  
  
→ IP-Address unit:  
IP-Address      : 192.168.0.72  
SubNetMask     : 255.255.255.0
```

Para testar a conexão, abrimos o DOS no PC e digitamos “ping” no endereço IP da unidade.

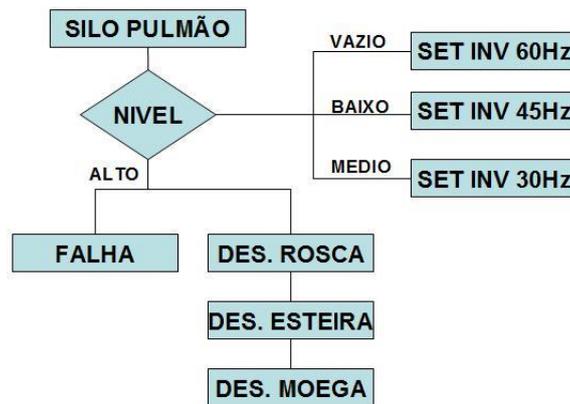


```
Eingabeaufforderung  
Microsoft Windows 2000 [Version 5.00.2195]  
(C) Copyright 1985-2000 Microsoft Corp.  
L:\>ping 192.168.0.72  
Ping wird ausgeführt für 192.168.0.72 mit 32 Bytes Daten:  
Antwort von 192.168.0.72: Bytes=32 Zeit=1ms TTL=128  
Ping-Statistik für 192.168.0.72:  
Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust),  
Ca. Zeitangaben in Millisek.:  
Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Mittelwert = 1ms  
L:\>_
```

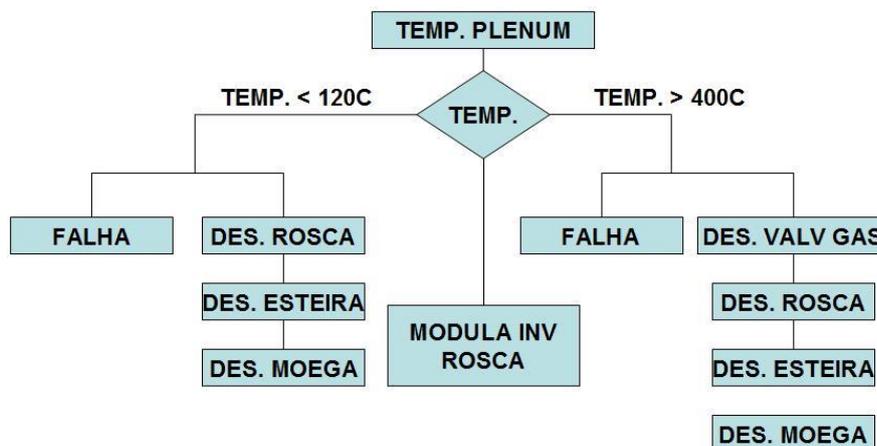
Neste momento já temos uma comunicação entre PC e IHM.

6 LÓGICA DESENVOLVIDA NO MXPRO

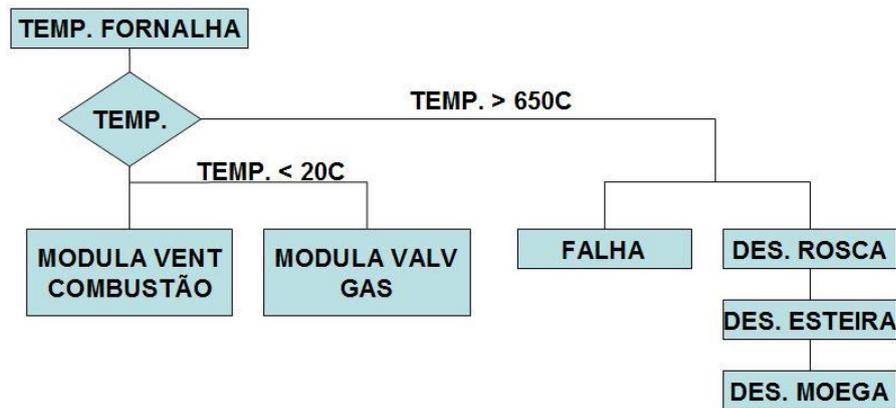
Configurada a comunicação da IHM com o PC, foi desenvolvida a lógica do processo. Para isso foi elaborado fluxograma para facilitar a compreensão, segue a baixo a lógica que controla a entrada de material pela rosca helicoidal pela temperatura do plenum.



Os sensores de sólido descritos acima fornecem a informação de nível de silo. De acordo com o incremento de material no silo este atinge níveis definidos como vazio, baixo e médio. Cada sensor detecta este nível e através da CLP sinais analógicos são mandados para os inversores de frequência do silo de alimentação.

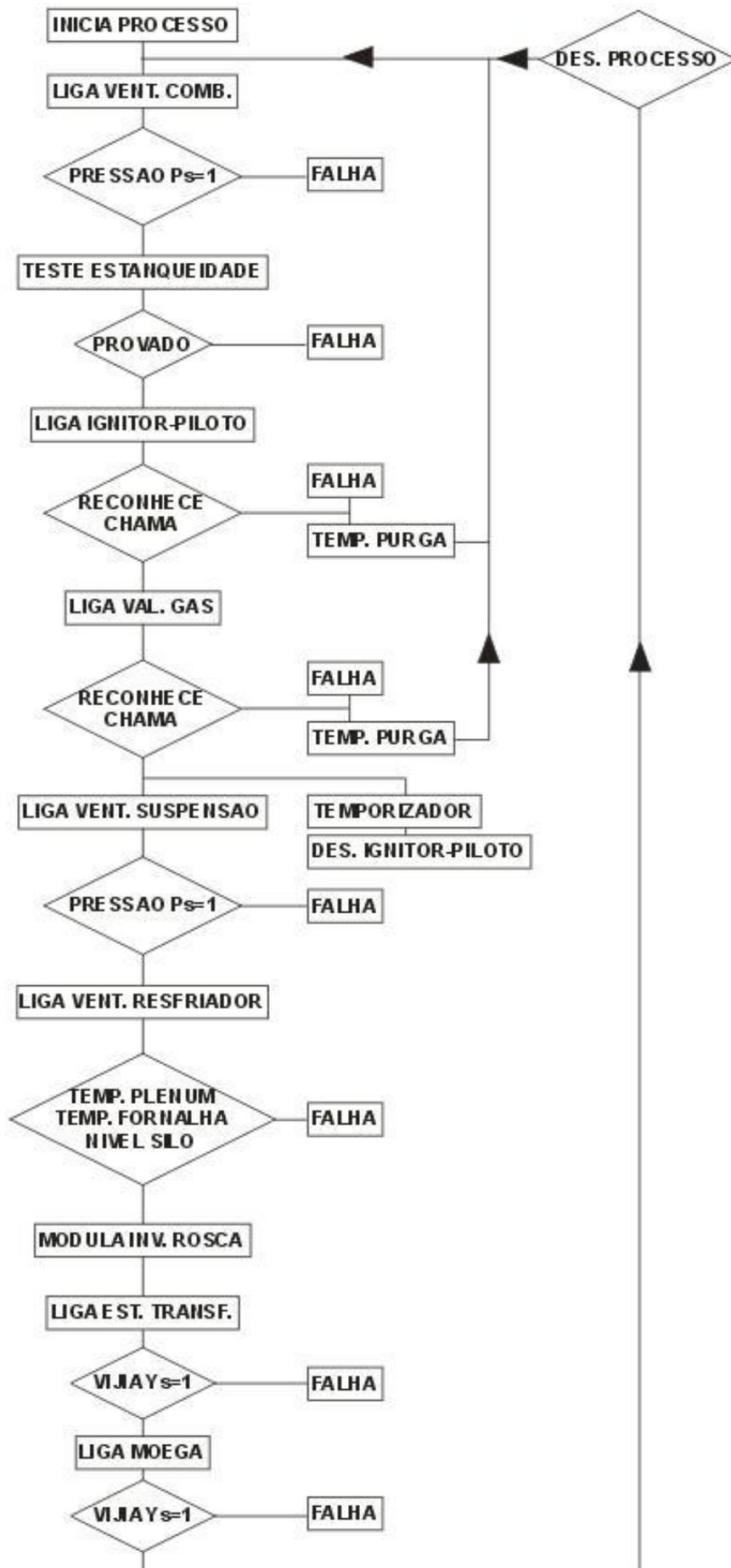


A temperatura de plenum é responsável pela modulação do inversor de frequência da rosca helicoidal. Como nota-se, conforme a temperatura aumenta, aumenta também a rotação da rosca helicoidal e conseqüentemente a quantidade de material.



A temperatura da fornalha fornece temperatura para o plenum, conforme acima descrito.

Os fluxogramas acima compõem um processo sistêmico como o que se apresenta na próxima página. Em um processo de varredura fechada, cíclico.



A elaboração da lógica se baseou em na documentação explanada acima, objetivando garantir total robustez e estabilidade, abaixo uma ilustração da lógica no software MXpro.

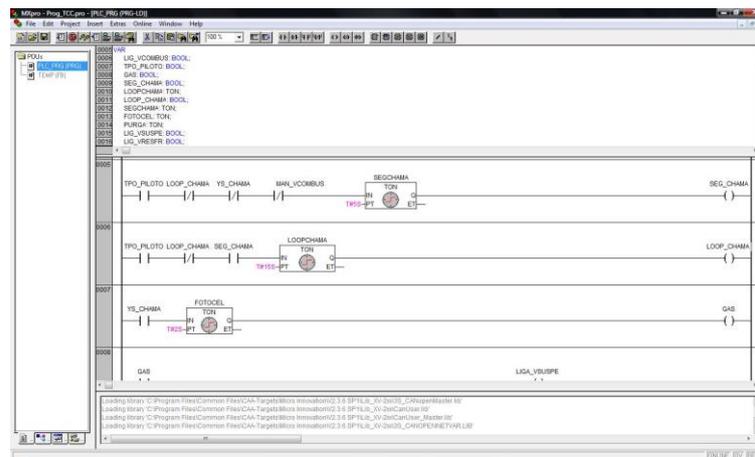


Figura 47 – Imagem de parte da lógica desenvolvida.

Fonte: O Autor

O software base para o desenvolvimento da lógica de programação é o MXpro da MicroInovation, fornecido pela Moeller. Todas as entrada e saídas, tanto digitais como analógicas, deram origem cada uma delas a uma memória, esta memória utilizada também dentro da mesma lógica, pode ser descarregada para o CLP/IHM. Estas memórias com seus respectivos endereços, são Tag's para o Galileo (software de desenvolvimento gráfico da IHM Moeller). Foi adotado para este trabalho as configurações de fábrica, uma vez que necessitamos rodar o programa desenvolvido no Galileo, para esta aplicação. Isto é possível, por que o Windows CE instalado na IHM, Figura 48, roda automaticamente o aplicativo gerado pelo Galileo, como pode-se ver na imagem a seguir.



Figura 48 – Visor da IHM.

Fonte: O Autor



Figura 49 - Programa sendo carregado na IHM.

Fonte: O Autor

Eis algumas das telas que compõem o sistema. Abaixo, Figura 50 , a tela do sistema queimador dotada das informações de pressão do ventilador de combustão, se normal ou baixa. Acionamento das válvulas de gás, ignitor, chama piloto, fluxo de gás. Assim como se por ventura ocorra uma falha no processo, será possível visualizar e acessar a tecla alarme. Esta tela fica invisível e inacessível caso o sistema não acuse falha. Efeitos para facilitar a visualização do processo foram colocados, como por exemplo, quando a chama piloto esta acionada aparece na tela uma pequena chama, já quando o sistema esta em marcha, a imagem de uma chama maior sobrepõem a da chama piloto.

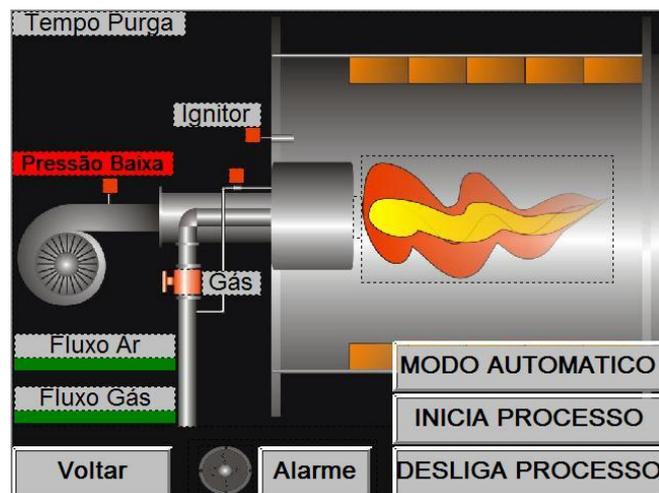


Figura 50 – Imagem da tela da IHM, mascara do queimador.

Fonte: O Autor

Já para visualizar o processo como um todo e ter o maior numero de informações possíveis em uma única tela, foi elaborada a tela de processo, com informações de maior relevância comercial, como produção com mensuração em tempo real, velocidade da esteira da moega, velocidade da rosca helicoidal, se a pressão do ventilador de combustão e suspensão estão normais, temperatura da fornalha, plenun e da areia no final do processo de resfriamento. Aqui também temos a tecla de alarme, caso esta esteja acusando falha. Figura 51.

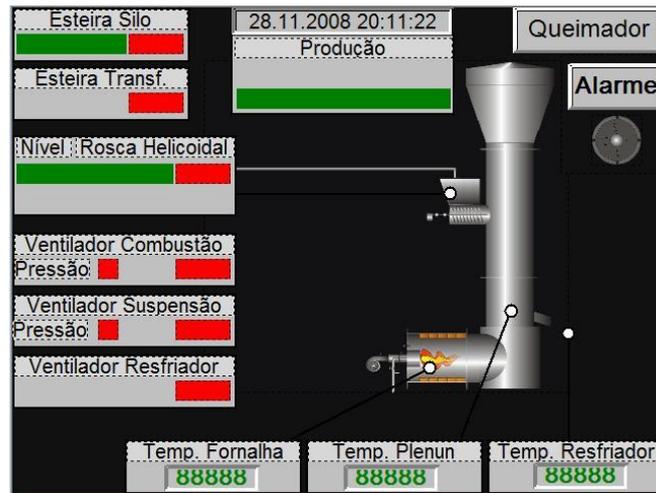


Figura 51 – Imagem da IHM, mascara com informações gerais.

Fonte: O Autor

O modo manutenção é utilizado somente para verificação do funcionamento, testes com motores, sistemas de transmissão mecânica. Figura 52. Somente poderá ser acessado por usuário nível 1, ou seja, somente pessoal portador de login e senha de acesso.



Figura 52 – Imagem da IHM, mascara com a tela do modo manutenção.

Fonte: O Autor

A tela de alarmes indica qual a falha que está ocorrendo no momento, cada falha possui sua respectiva tag de identificação e esta fica visível e acessível quando a tela é mostrada ao usuário. Conforme Figura 53 demonstra, as falhas de sobre carga nos motores, falhas mecânicas e de temperatura, oscilam em tons de preto e vermelho, despertando a atenção do operador.



Figura 53 – Tela de Alarmes da IHM.

Fonte: O Autor

6.1 Tags

Eis abaixo as variáveis lógicas que se tornaram necessárias para este trabalho.

M_CVELO_MOEGA : UINT e CVELO_MOEGA : UINT – Controle da velocidade do inversor da moega, este envia ao sinal do CLP através de um cartão analógico para o inversor de frequência. Este “M” indicado na frente da variável, representa uma memória, esta é utilizada para que seja possível tratá-la e/ou visualizá-la na IHM.

Este sinal analógico é obtido dos sensores de nível instalados no silo pulmão, são eles M_YS_ALTO_SILO : BOOL, M_YS_MEDIO_SILO : BOOL, M_YS_BAIXO_SILO : BOOL, que apesar de gerarem sinal em um Bit, estes alimentam um bloco interno na lógica que tem em sua saída uma escala de três níveis de incrementos em sinal analógico, daí sua nomenclatura, nível alto, médio e baixo.

M_CVELO_ROSCA : UINT – Controle da velocidade do inversor da rosca helicoidal, este envia ao sinal do clp através de um cartão analógico para o inversor de frequência da rosca. Este sinal analógico é obtido do termopar instalado no leito fluidizado, que ocupa a variável

.M_TERMO_PLENUM : INT, apesar deste sensor já gerar um sinal analógico, o que possibilitaria o controle vetorial do inversor de frequência, optou-se por coletá-lo, realizar a leitura e tratamento no CLP e posteriormente através de um cartão de saída analógico, alimentar os sinais de entrada do inversor desta rosca helicoidal. Assim podemos visualizar seus valores diretamente na IHM.

CVELO_VCOMB : UINT – O mesmo se aplica ao controle da velocidade do motor do ventilador de combustão, este alimentado por M_TERMO_FORNALHA : INT, que é um termopar instalado na fornalha. Seu objetivo é controlar a modulação de ar e gás no queimador, através da temperatura. A variável M_VALV_GAS : BOOL, também alimenta-se desta M_TERMO_FORNALHA : INT, para modular a alimentação de gás.

Variáveis de falha por sobre corrente:

FALHA_MOEGA : BOOL – Falha da esteira da moega;

FALHA_RESFRIA : BOOL – Falha do ventilador do resfriador;

FALHA_ROSCA : BOOL – Falha da rosca helicoidal;

FALHA_TRANSF : BOOL – Falha da esteira de transferência;

FALHA_VCOMB : BOOL – Falha do ventilador de combustão;

FALHA_VSUSPE : BOOL – Falha do ventilador de suspensão;

Falhas por monitoramento:

FALHA_YS_MOEGA : BOOL – Falha da esteira da moega, provocada por rompimento da correia transportadora, esta falha ocorre quando o sensor capacitivo instalado no tambor movido para, não gerando o pulso no contador lógico, acusando falha.

FALHA_YS_TRANSF : BOOL – Falha da esteira de transferência, provocada por rompimento da correia transportadora, semelhante a falha descrita acima, acusando falha também.

Variáveis de retorno:

FBACK_MOEGA : BOOL – Esteira da Moega ligada. Um contato da bobina da contatora gera este sinal;

FBACK_RESFRIA : BOOL – Motor do ventilador do Resfriador;

FBACK_ROSCA : BOOL – Motor da rosca helicoidal;

FBACK_TRANSF : BOOL – Motor da esteira de transferência;

FBACK_VCOMB : BOOL – Motor do ventilador de combustão;

FBACK_VSUSPE : BOOL – Motor do ventilador de Suspensão;

Variáveis de seleção:

M_MNUAL_AUTO : BOOL – Seleciona o modo manual ou o modo automático.

Variáveis do modo manual:

M_MOEGA_IHM : BOOL – Acionamento em modo manual do motor da esteira da moega;

Variáveis de pressão:

PS_COMB : BOOL – Sinal em Bit da pressão, obtido através de uma contato no pressostato instalado no ventilador de combustão;

PS_SUSPE : BOOL – Sinal em Bit da pressão, obtido através de uma contato no pressostato instalado no ventilador de suspensão;

Variáveis de temperatura:

Assim como M_TERMO_FORNALHA : INT e M_TERMO_PLENUM : INT, a variável PT_RESFRIA : UINT, nos cede de forma analógica valores de temperatura, porem PT_RESFRIA : UINT trata-se de um PT100.

Variável de emergência:

EME : BOOL – Emergência do sistema. Acionada, esta desliga o comando de todo o painel de comando. Fisicamente esta chave se encontra na parte frontal do painel.

Variáveis de alarme:

M_SEG_CHAMA : BOOL – Sinal que executa bloco de reset do queimador. É acionado quando

YS_CHAMA : BOOL falha, ou seja, não reconhece chama na foto célula;

Temporizadores:

TPO_FOTOCCEL : TIME – Tempo mínimo para que a fotocélula possa recolher a chama;

TPO_PURGA : TIME – Tempo para que o ventilador de combustão possa expulsar os gases oriundos da válvula de gás que se encontram no interior da câmara de combustão, antes da próxima tentativa de início da rotina do queimador;

TPO_MOEGA : TIME

TPO_RESFRIADOR : TIME

TPO_ROSCA : TIME

TPO_TRANSF : TIME

TPO_VALV : TIME

TPO_VSUSP : TIME – Tempo que o acionamento respeita antes de ligar a contatora do respectivo motor;

Foram utilizadas outras variáveis e memórias para que a lógica alcança-se seu propósito. Sendo as de maior relevância para este trabalho as a cima apresentadas e comentadas.

6.2 Testes realizados na lógica

O software fornecido pelo fabricante do CLP Moeller, MXpro, demonstrado na Figura 54, possibilita a simulação tanto on-line diretamente no CLP, através da rede ethernet, como também somente no computador, ou seja, off-line. Caso se deseja fazer a simulação on-line, deve-se clicar em On-line > Login.

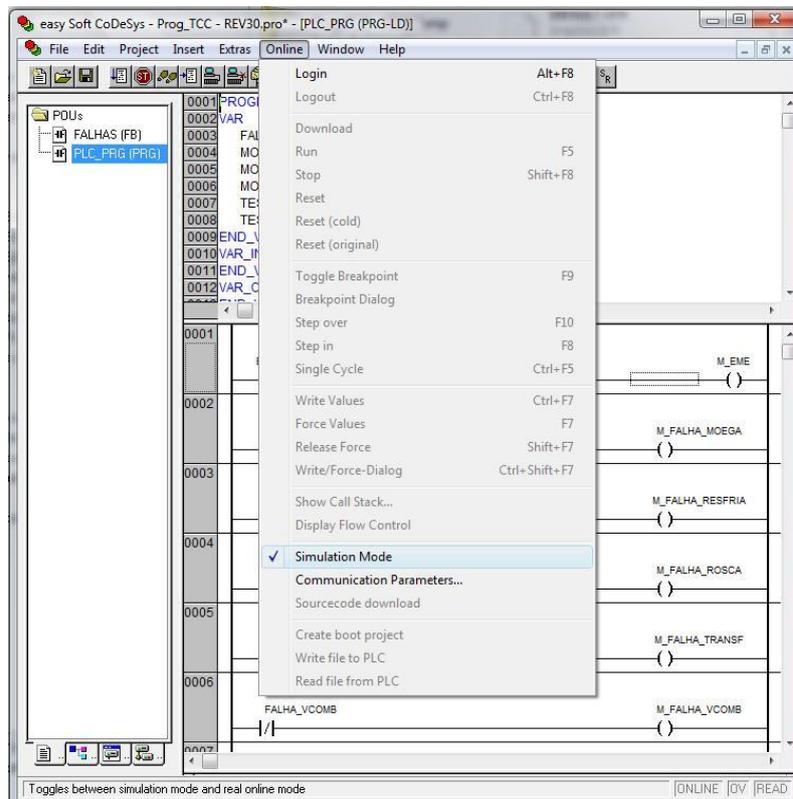


Figura 54 – Imagem da configuração modo Login.

Fonte: O Autor

Podendo forçar sinais de entrada digital, para simular seu comportamento na lógica desenvolvida.

Nesta etapa enfrentamos dificuldade para conciliar o conhecimento do processo e a aplicação da lógica. Despendendo horas de diálogo e discussão de processo. As condições iniciais tinham de ser respeitadas e não conflitar em momento algum com a dinâmica do processo. Vários blocos foram adotados para garantir a funcionalidade.

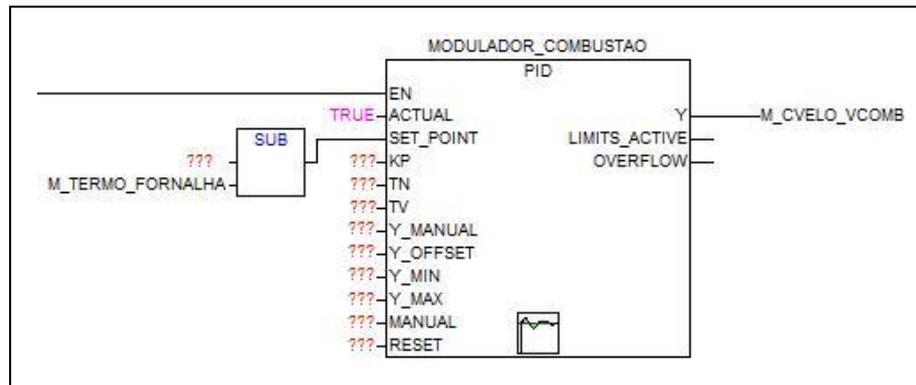


Figura 55 – Controle PID

Cogitou-se blocos PID (Proporcional Integral Derivativa, Figura 55) para o controle da temperatura, mas no decorrer do desenvolvimento sua aplicação se tornou morosa e desnecessária, uma vez que o controle pode e deve ser independente dentro de sua malha. São estes já explanados acima neste trabalho.

- a) Controle do nível do silo através e sensores de nível, alto, médio e baixo, gerando sinal analógico para o inversor da moega de alimentação.
- b) Controle da rotação da rosca helicoidal e consequentemente da alimentação do leito fluidizado, através da temperatura do plenum.
- c) Modulação de ar pelo inversor do ventilador e gás pela válvula proporcional, através da temperatura da fornalha.

Note que a temperatura da fornalha, é conseqüência da temperatura do plenum, e esta temperatura é conseqüência da quantidade de material com que o equipamento é alimentado. Esta cadeia de eventos nos dá condições de definir três grupos de blocos, mesmo com suas entradas e saída independentes, refletem em todo o sistema lógico. Definiu-se que não seria trabalhado com blocos PID, tão pouco com PI (Proporcional Integral). Somente blocos de aquisição e transferência de valores analógicos, como na figura 56 abaixo.

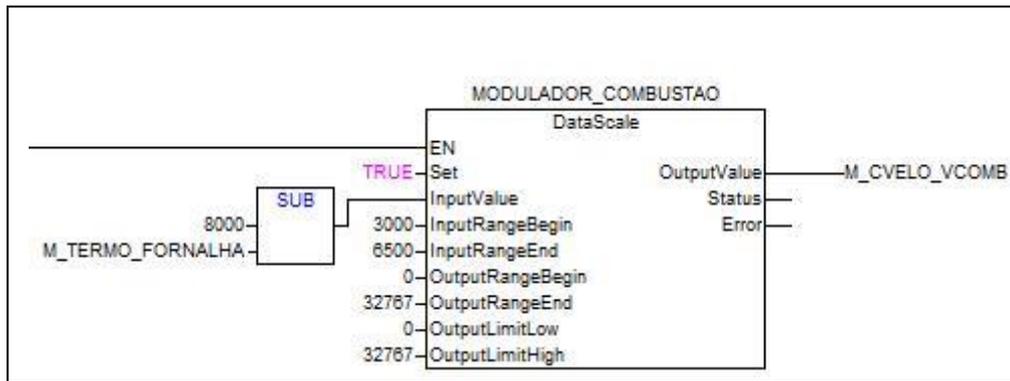


Figura 56 – Controle Vetorial Proporcional

Onde:

InputValue é a entrada no termopar da fornalha (variável M_TERMO_FORNALHA), InputRangeBegin é o valor atribuído para início de escala e InputRangeEnd é o valor atribuído para fim de escala. A saída é a variável M_CVELO_VCOMB, a qual envia sinal analógico para o inversor do ventilador de combustão. Este bloco nos sede valores vetoriais.

O mesmo bloco foi aplicado para o controle do Inversor da Moega, inversor da rosca helicoidal, e válvula proporcional de gás.

Obtivemos êxito na aplicação da lógica, depois de exaustivas tentativas, os erros de nomenclatura das variáveis e endereçamento de portas do CLP foram sanados.

7 TESTES REALIZADOS NO PAINEL

Com o painel alimentado no comando e força, os testes foram realizados, já com a lógica descarregada no CLP e com o supervisor instalado na IHM.

Aqui também erros de Tag's de indicação foram identificados e solucionados no programa de edição e novamente descarregados no CLP.

Para que fosse verificado o comportamento do projeto, suas entradas e saídas, foi confeccionada uma placa de chaves normalmente abertas (Figura 57), que simulariam fisicamente as entradas dos sensores digitais e para a temperatura os cartões analógicos de entrada, foram alimentados diretamente com os dois termopares e o PT100.

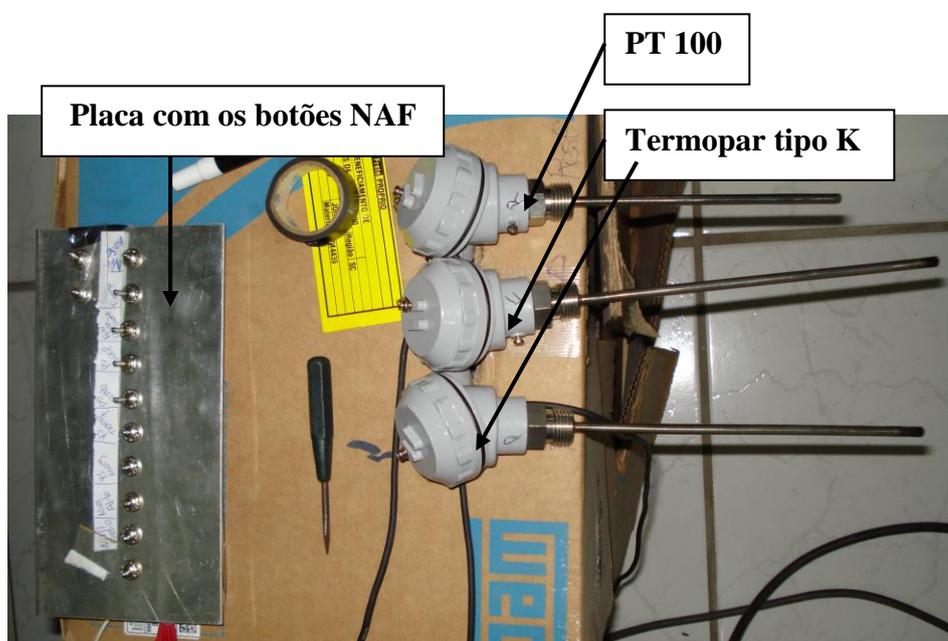


Figura 57 – Foto do suíte com botões e termopares.

Fonte: O Autor, 2008

A partir deste ponto, tivemos a oportunidade realizar testes de comando dos componentes como contadoras para os acionamentos em partida direta e inversores de frequência modulados. Simular os sensores de presença na esteira da moega e na esteira de transferência, assim como também verificar o comportamento das entradas nos cartões.

No botão “Iniciar Processo” da IHM pode-se verificar seu funcionamento em tempo real, desde o início da rotina do queimador, passando pelo acionamento dos ventiladores de suspensão e resfriamento, rosca helicoidal, esteira de transferência e moega, até a modulação

doas inversores. Também foram simulados erros, como queda de temperatura na fornalha, plenum e de nível de silo pulmão, em nível alto e baixo. O painel como um todo, demonstra ser seguro e robusto para a aplicação.

8 CRITÉRIOS PARA OTIMIZAÇÃO

8.1 Automação

O sistema de controle aqui proposto e implementado, torna o processo robusto e fornece condições de medir e controlar as variáveis do processo, porem algumas medidas podem ser otimizadas.

Por exemplo a aplicação de um transmissor de nível por onda guiada, tipo radar, no silo pulmão, ao invés dos três sensores de sólidos (níveis mínimo, meio e baixo). Resultariam em uma medição do nível do silo com uma faixa de 0 a 100% , fazendo com que o controle da coluna de material seja mais preciso, o que resultaria numa alimentação não escalonada deste silo pela esteira da moega.

Um sistema de verificação da umidade antes do material entrar no secador, já na moega de alimentação, com tempo de resposta hábil, seria interessante para se programar a rampa de alimentação de ar/gás no queimador, afim manter o mais equilibrado possível a temperatura no interior da fornalha e conseqüentemente o plenum do leito fluidizado, durante a estadia deste material processado (CEFER, 2008).

8.2 Eficiência Térmica

Medida de aumento de eficiência energética que pode parecer óbvia mas é encontrada freqüentemente, refere-se à aplicação de isolamentos térmicos. Por exemplo, um tanque metálico com volume de 300 m³, que necessite ser aquecido para manter um líquido armazenado a 80°C, perde para o ambiente cerca de 100kW se não estiver isolado. Se fosse aplicado um isolamento térmico apropriado, a perda térmica poderia ser reduzida a cerca de 25kW. Dependendo da forma como é feito, o aquecimento do equipamento, o retorno no investimento com isolamento pode se dar entre 4 a 8 meses.

Foi-se o tempo em que medidas de aumento de eficiência energética de impacto eram apenas utilizar isolamento térmico, eliminar vazamentos de vapor e ar comprimido em tubulações, verificar purgadores, substituir iluminação a vapor de mercúrio por vapor de sódio, substituir motores elétricos superdimensionados por novos motores de capacidade adequada e de

alto rendimento, entre tantas outras medidas hoje consideradas triviais. No atual cenário, é necessária uma abordagem muito mais aprofundada.

Um exemplo prático: pré-aquecimento do ar de combustão para sistema de secagem a gás. Em um forno do tipo túnel, se houver o pré-aquecimento do ar de combustão através de processos de "Recuperação de Calor", a economia de gás poderá alcançar 20% do valor da conta de combustível. Frequentemente, projetos de aumento de eficiência energética utilizando esse tipo de recurso têm retorno em menos de 2 anos (DYNAMISMECANICA, 2008).

9 CRONOGRAMA

Tabela 01

Item	Descrição	Fabricante	Qtde.	Unid.
1	BORNE TIPO MOLA 2,50MM CINZA	ABB	60	PÇ
2	BORNE TIPO MOLA 4,00MM CINZA	ABB	9	PÇ
3	BORNE TIPO MOLA 4,00MM VERDE	ABB	2	PÇ
4	BORNE TIPO MOLA 6,00MM CINZA	ABB	6	PÇ
5	BORNE TIPO MOLA 6,00MM VERDE	ABB	1	PÇ
6	BORNE TIPO PARAFUSO 16,00MM CINZA	ABB	3	PÇ
7	BORNE TIPO PARAFUSO 16,00MM VERDE	ABB	3	PÇ
8	PLACA DE FECHAMENTO 16,00MM	ABB	1	PÇ
9	PLACA DE FECHAMENTO 2,50-6,00MM	ABB	5	PÇ
10	POSTE PARA BORNES PASSO 9MM	ABB	7	PÇ
11	SECCIONADOR FUSIVEL XLP-000- 100A	ABB	1	PÇ
12	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO 440/200VCA - 1KVA	BLUTRAFOS	1	PÇ
13	FUSIVEL ULTRA-RAPIDO NH000 125A	BUSSMANN	3	PÇ
14	BARRAMENTO 5/8"X3/16" COM FURAÇÃO (A SER DEFINIDO PROJETO)	CECIL	3	M
15	FUSÍVEL DE VIDRO 5X20 100mA	CONEXEL	10	PÇ
16	CABO SINGELO 1,5MM ² VERMELHO	CORFIO	50	M
17	CABO SINGELO 1,5MM ² VERMELHO	CORFIO	50	M
18	CABO SINGELO 16MM ² PRETO	CORFIO	15	M
19	CABO SINGELO 1MM ² AZUL ESCURO	CORFIO	200	M
20	CABO SINGELO 1MM ² MARRON	CORFIO	100	M
21	CABO SINGELO 2,5MM ² AZUL CLARO	CORFIO	50	M

22	CABO SINGELO 2,5MM ² PRETO	CORFIO	50	M
23	CABO SINGELO 2,5MM ² VERDE/AMARELO	CORFIO	50	M
24	CABO SINGELO 4MM ² PRETO	CORFIO	50	M
25	CABO SINGELO 6MM ² PRETO	CORFIO	20	M
26	PLAQUETA DE DADOS	CRIVO	1	PÇ
27	PLAQUETAS DE ADVERTENCIA	CRIVO	2	PÇ
28	CANALETA PLASTICA 50X80MM	DUTOPLAST	2	PÇ
29	SUPORTE PARA TRILHA 45°	DUTOPLAST	3	PÇ
30	TRILHO DIMM TS 35MM	DUTOPLAST	2	PÇ
31	ISOLADOR 30X10MM	ENGEFUSE	12	PÇ
32	BORNE RELÉ 1NAF COM LED ALIM 24VCC SÉRIE 34.51.7024.0010, COM BASE 93.01.0.024	FINDER	12	PÇ
33	ANEL TRANSPARENTE 1,5MM	HELLERMANN	200	PÇ
34	ANEL TRANSPARENTE 10,0MM	HELLERMANN	200	PÇ
35	ANEL TRANSPARENTE 16,0MM	HELLERMANN	200	PÇ
36	ANEL TRANSPARENTE 2,5MM	HELLERMANN	200	PÇ
37	ANEL TRANSPARENTE 6,0MM	HELLERMANN	200	PÇ
38	FITA ABRAÇADEIRA T18 18X3MM	HELLERMANN	200	PÇ
39	TERMINAL TIPO GARFO 10MM	HELLERMANN	50	PÇ
40	TERMINAL TIPO GARFO 16MM	HELLERMANN	50	PÇ
41	TERMINAL TIPO ILHÓS 1,0MM	HELLERMANN	200	PÇ
42	TERMINAL TIPO ILHÓS 1,5MM	HELLERMANN	200	PÇ
43	TERMINAL TIPO ILHÓS 2,5MM	HELLERMANN	200	PÇ

44	TERMINAL TIPO ILHÓS 4,0MM	HELLERMANN	200	PÇ
45	TERMINAL TIPO ILHÓS 6MM	HELLERMANN	200	PÇ
46	ANILHAS DE IDENTIFICAÇÃO (A SER DEFINIDA)	LUZVILLE	600	PÇ
47	FONTE CHAVEADA MONOFÁSICA 220VCA/24VCC - 8A MOD. S-XXX	METALTEX	1	PÇ
48	BASE DE CONEXÃO 4 CABOS-TML.TERM XN-S4T-SBBS-CJ	MOELLER	1	PÇ
49	BASE DE CONEXÃO PARA MODULOS I/O XN-S3T-SBB	MOELLER	3	PÇ
50	BLOCO DE CONTATO AUXILIAR 11-DILM 1NA+1NF	MOELLER	1	PÇ
51	BOTÃO TIPO SOCO EMERGÊNCIA A22 - RPV/K01	MOELLER	1	PÇ
52	CONTATO AUXILIAR FRONTAL 1NA NHI- E-10-PKZ0	MOELLER	2	PÇ
53	CONTATOR TRIPOLAR 12A DILM12-10 220-60HZ	MOELLER	1	PÇ
54	CONTATOR TRIPOLAR 25A DILM25-10 220-60HZ	MOELLER	1	PÇ
55	CONTATOR TRIPOLAR 65A DILM65-10 220-60HZ	MOELLER	1	PÇ
56	DISJUNTOR MOTOR PKZM01-10 - 5CV	MOELLER	1	PÇ
57	DISJUNTOR MOTOR PKZMC - 25 - 15CV	MOELLER	1	PÇ
58	DISJUNTOR TRIPOLAR LZMC1-A125 125A 36KA	MOELLER	1	pç
59	INTERFACE HOMEM MAQUINA COLORIDA 5,7" CAN/RS232 XV-252- 57CNN-1-10	MOELLER	1	PÇ
60	INVERSOR DE FREQUENCIA TRIFASICO 380V-60HZ DF51-340-3K0 - 4CV	MOELLER	1	PÇ

61	INVERSOR DE FREQUENCIA TRIFASICO 380V-60HZ DF51-340-4K0 - 5CV	MOELLER	1	PÇ
62	INVERSOR DE FREQUENCIA TRIFASICO 380V-60HZ DF6-340-11K - 15CV	MOELLER	1	PÇ
63	LICENÇA CLP LIC-PLC-MXP-LIGHT	MOELLER	1	PÇ
64	LINCENÇA IHM LIC-OS-CE30	MOELLER	1	PÇ
65	MANOPLA ROTATIVA EXTERNA COM TRAVA CADEADO P/ NZM1/LZM1 - NZM1- XTVD - MOELLER	MOELLER	1	pç
66	MINI DISJUNTOR MONOPOLAR PLS4-C10- MW 6KA - MOELLER	MOELLER	4	pç
67	MINI DISJUNTOR MONOPOLAR PLS4-C16- MW 6KA - MOELLER	MOELLER	1	pç
68	MINI DISJUNTOR TRIPOLAR PLS4-C10/3- MW 6KA - MOELLER	MOELLER	2	PÇ
69	MINI DISJUNTOR TRIPOLAR PLS4-C32/3- MW 6KA - MOELLER	MOELLER	1	pç
70	MODULO DE ENTRADA ANALOGICAS XN-2AI-(0/4...20mA)	MOELLER	1	PÇ
71	MODULO DE ENTRADA ANALOGICAS XN-2AI-THERMO-PI	MOELLER	1	PÇ
72	MODULO DE ENTRADAS DIGITAIS XNE- 16DI-24VDC-P	MOELLER	1	PÇ
73	MODULO DE ENTRADAS DIGITAIS XNE- 8DI-24VDC-P	MOELLER	1	PÇ
74	MODULO DE SAIDAS ANALOGICAS XN- 2AO-I(0/4...20mA)	MOELLER	2	PÇ
75	MODULO DE SAIDAS DIGITAIS XNE-8DO- 24VDC 0,5A P	MOELLER	1	PÇ
76	MODULO GATEWAY CANOPEN XN- GWBR-CANOPEN	MOELLER	1	PÇ
77	PARTIDA SUAVE SOFTSTARTER 380V-	MOELLER	1	PÇ

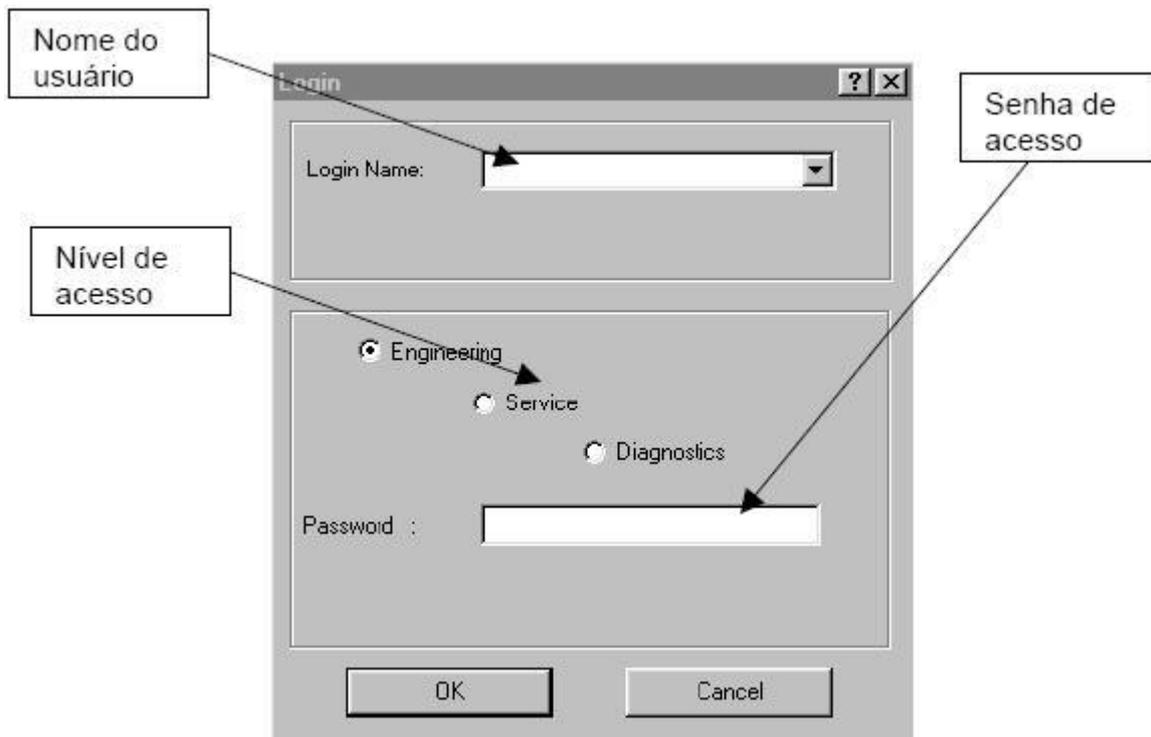
	60HZ DS6-340-30K-MX - 55A-50CV			
78	PROLONGADOR MANOPLA DE ACIONAMENTO 400MM P/ NZM1-2/LZM1-2 - NZM1/2-XV4 - MOELLER	MOELLER	1	PÇ
79	RELÉ TERMICO ZB65-57 - 40...57A	MOELLER	1	PÇ
80	SINALEIRO 220VCA VM A22-RLF-RT/230 - MOELLER	MOELLER	1	PÇ
81	SINALEIRO ACÚSTICO (SONORO) 24VCC VM A22-XAMP	MOELLER	1	PÇ
82	TOMADA PARA PAINEL 220V-16A	STECK	1	PÇ
83	CONJUNTO DE VENTILAÇÃO 155X155M ALIM. 220VCA	UNIKEY	2	PÇ
84	GRELHA COM FILTRO 155X155M	UNIKEY	2	PÇ
85	PORTA DOCUMENTO A4	UNIKEY	1	PÇ
86	BORNE FUSIVEL COM LED 2,50MM TIPO PARAFUSO	VABSCO	10	PC
87	CHAVE SECCIONADORA FUSIVEL NH-00 ATÉ 160	WEG	1	PÇ
88	PAINEL MODULAR 2000X800X400MM REQUISITO BASICO MESA DE PORTA, TAMPA INFERIOR E ARGOLA DE SUSPENÇÃO 250kG GRAU DE PROTEÇÃO IP-54 PINTURA RAL 7032	ELETRONEMA	1	PÇ
89	PLACA DE MONTAGEM DIMENSÃO 1900X800MM, COR RAL 2003	ELETRONEMA	1	PÇ
90	PLACA DE MONTAGEM DIMENSÃO 1900X800MM, COR RAL 2003	ELETRONEMA	1	PÇ

Tabela 02

CONFIGURAÇÃO CLP		ENTRADAS DIGITAIS DI	SAIDAS DIGITAIS DO	ENTRADAS ANALOGICAS AI	SAIDAS ANALOGICAS AO
A	TAG	QTDE	QTDE	QTDE	QTDE
1	M1 - INV	3	1		1
2	M2 - PD	3	1		
3	M3 - INV	3	1		1
4	M4 - INV	3	1		1
5	M5 - SS	3	1		
6	M6 - PD	3	1		
7	S1	1			
8	S2	1			
9	PS-01	1			
10	PS-02	1			
11	TE-01			1	
12	TE-02			1	
13	TE-03			1	
15	LT-01			1	
16	FTC-01	1			
17	FCV-01				1
18	VS-01		1		
19	EM-01	1			
TOTAL		24	7	4	
TOTAL COMPRADAS		24	8	4	4
RESTARAM		0	1	0	0

I/O Assistant

Como o I/O assistant possui inúmeras ferramentas, entre elas a possibilidade de forçar saídas, existe uma senha de acesso assim que o software é inicializado:



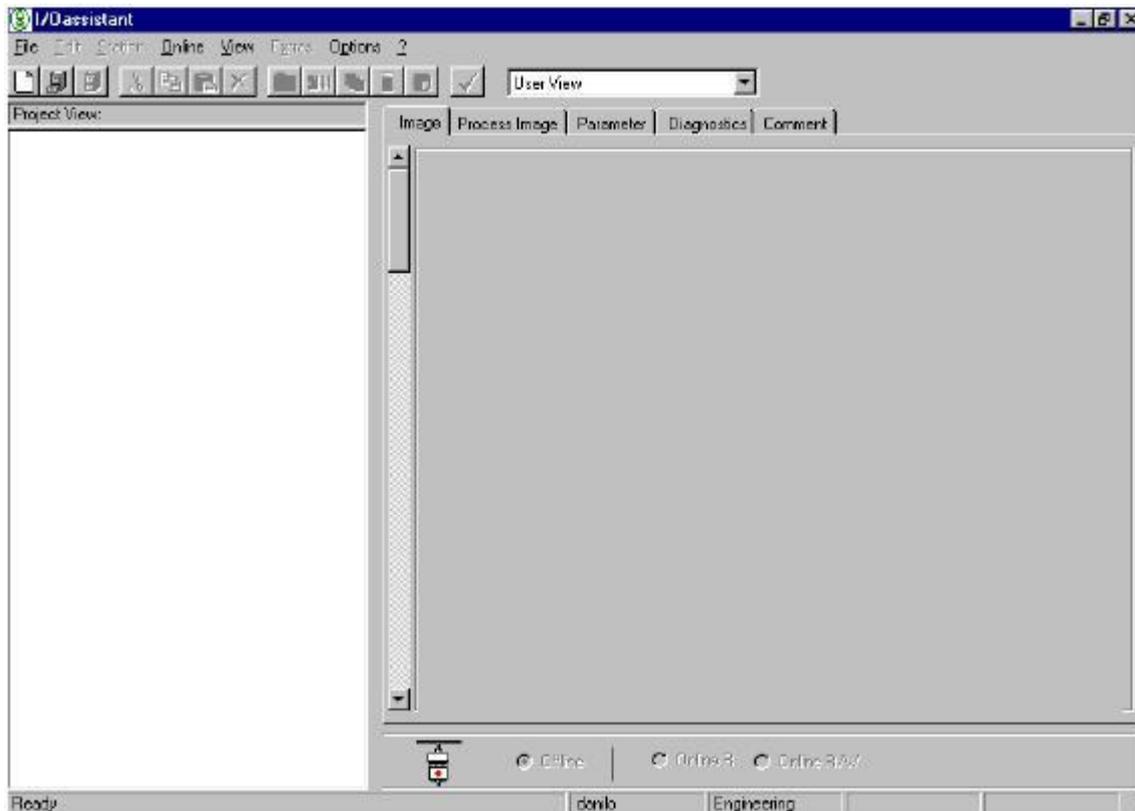
O nível Engineering libera todas as funções do software, planejamento, alteração de projeto, diagnósticos e trabalhar ON-Line com o equipamento.

O nível Service libera as funções de comentários e parametrizações de um projeto já existente, diagnósticos e trabalhar On-Line, leitura e escrita.

O nível Diagnostics libera as funções de abertura de um projeto existente, ficando bloqueado para alterações, diagnósticos e trabalhar On-line somente no modo leitura.

Coloque o seu nome no Login Name e não coloque o password, desta maneira todos terão acesso total ao programa.

Neste ponto iremos entrar na tela principal do software.



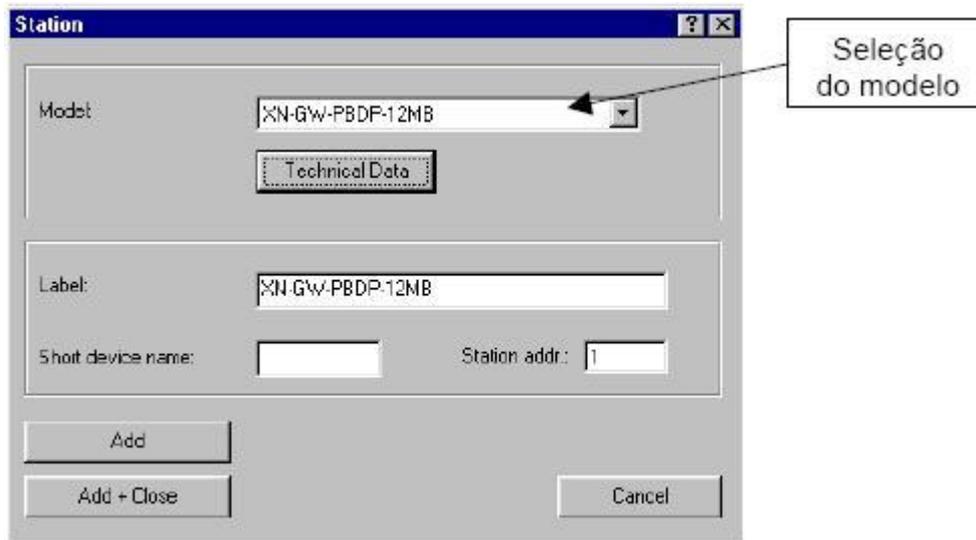
- Entre na opção File .. New project... ou clique em  na barra de ferramentas.



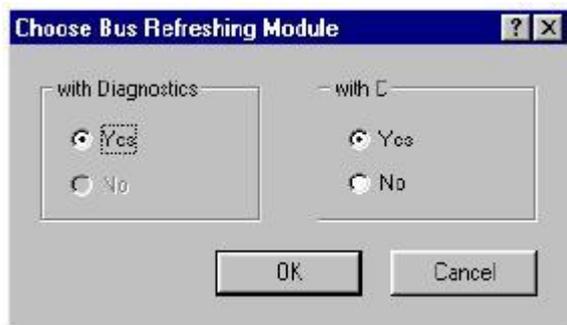
- Nesta tela colocamos um nome para nosso projeto e onde desejamos salvá-lo.
- O sistema irá agora perguntar qual o tipo da rede que iremos utilizar:



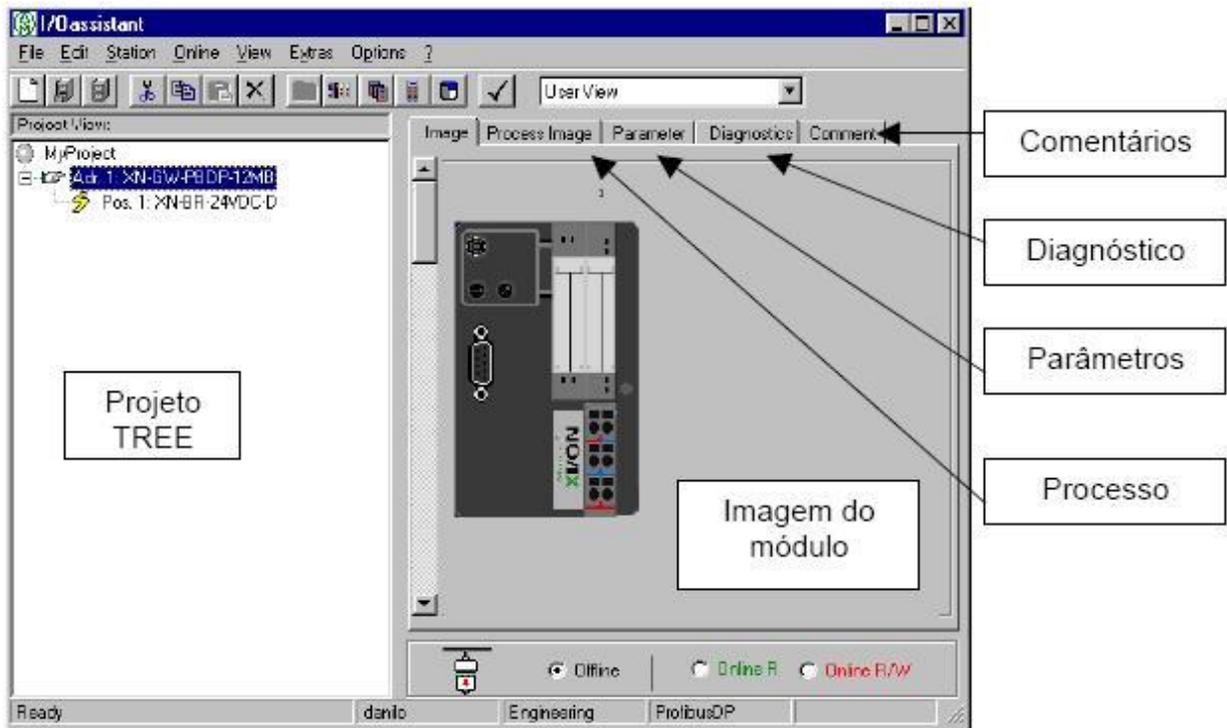
- Para efeito de exemplo selecione a opção Profibus-DP.
- Selecione agora a opção Edit .. Add station...., ou clique em .



- Selecione o tipo de Gateway desejado, em seguida clique em Add + Close.

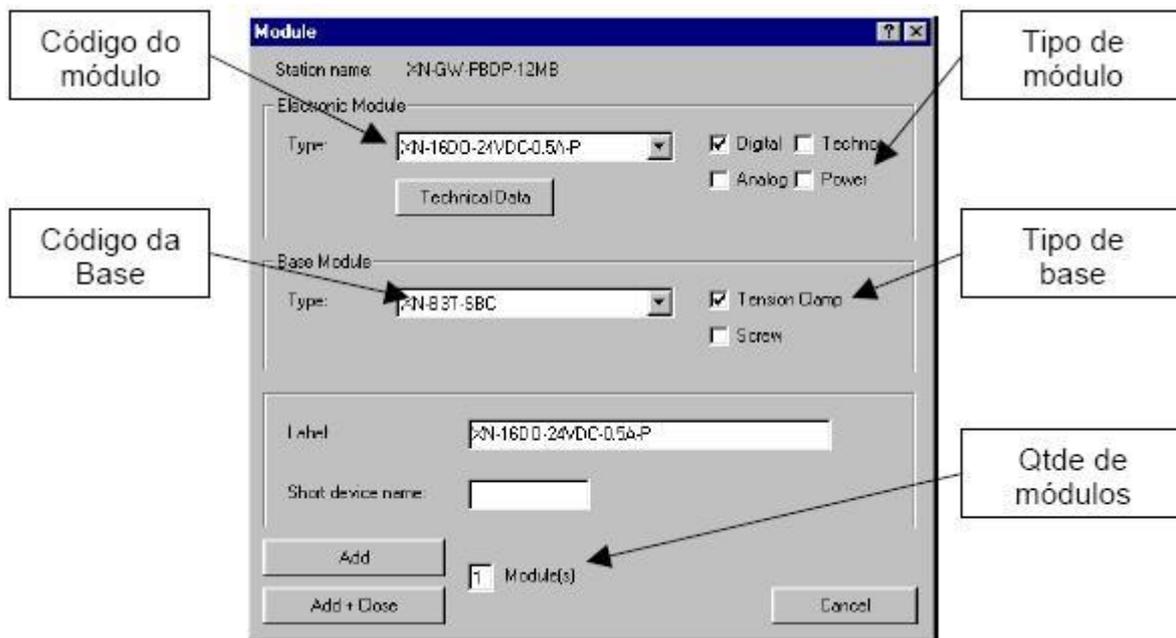


- Neste ponto escolhemos o tipo de base que desejamos para a primeira fonte BR, com ou sem borne de terra nos demais módulos, selecione a opção No.



• Vamos agora inserir alguns módulos de saída, clique na opção Edit .. Add module..., ou então

na opção .

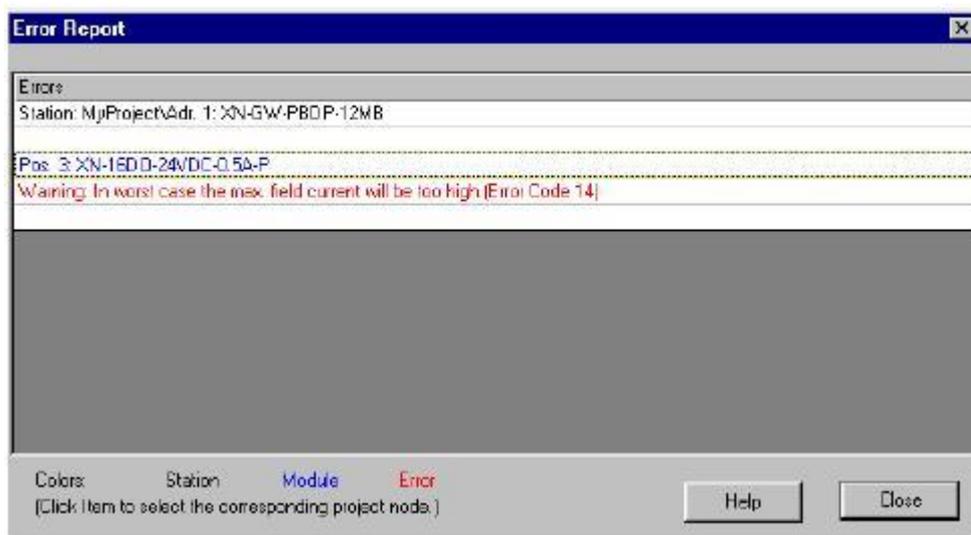


- Selecione o tipo XN-16DO-24VDC-0.5A-P , selecione uma base e insira dois módulos.
- Se você clicar na opção ADD, o módulo será inserido na configuração e você permanecerá nesta tela para inserção de outros módulos.
- Se você clicar na opção ADD + CLOSE, o módulo será inserido e você voltará para a tela inicial.

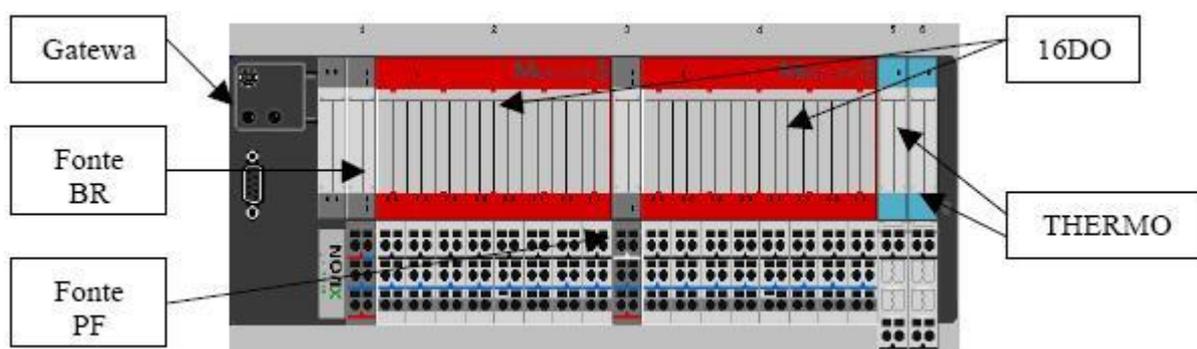
- Insira também dois módulos do tipo XN-2AI-THERMO-PI

Verificando a validade

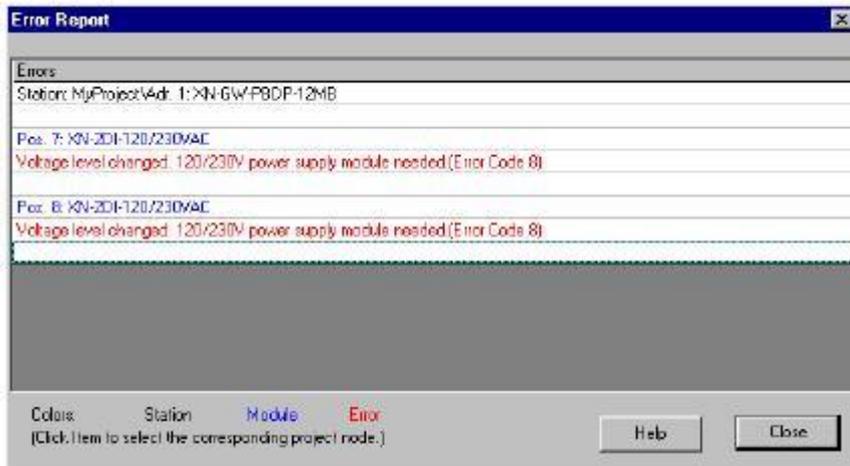
- Para verificação selecione a opção Station .. Verify, ou clique na opção .
- Para a configuração explicada acima veremos a seguinte mensagem de erro:



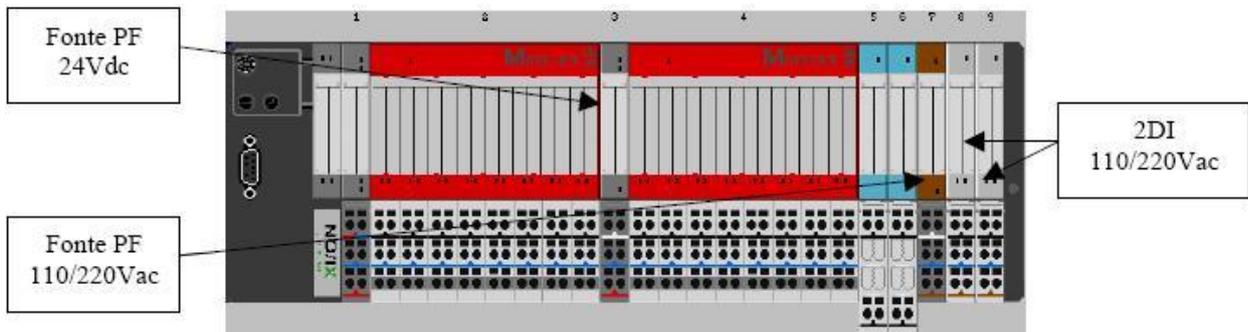
- O que ocorre é que, cada saída do XN-16DO pode alimentar até 0,5A, ou seja, um módulo já é responsável por 8A de consumo, como temos dois módulos desses já passamos os 10A da alimentação de campo.
- Para corrigir este problema, inserimos um módulo XN-PF-24VDC-D na posição três.



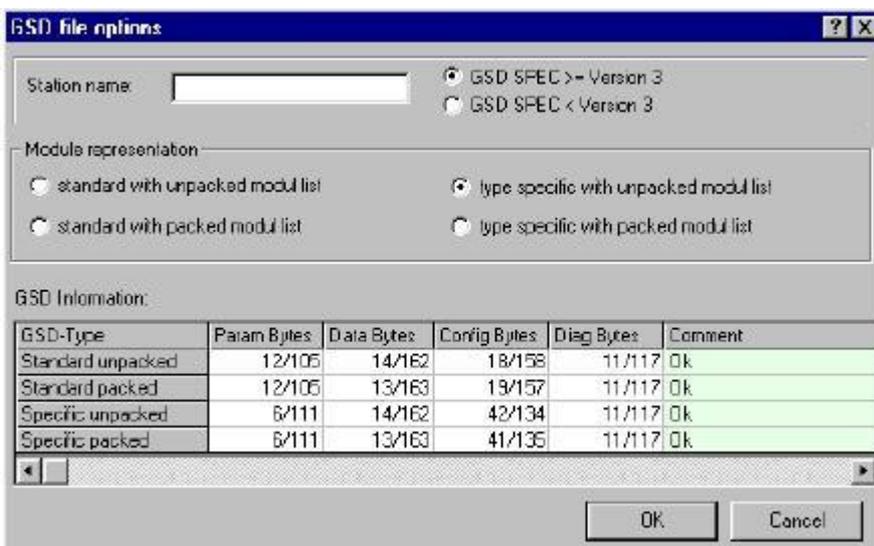
- Vamos agora colocar dois módulos XN-2DI-120/230VAC.
- Se executarmos a opção Station .. Verify, ou .



- O que está ocorrendo é que mudamos o I/O de 24Vcc para 110/220Vac, ou seja, a tensão de campo mudou, por isso precisamos mudá-la, adicione na posição 7 o módulo XN-PF-120/220VAC.



- Para cada mensagem de alarme temos uma atitude a ser tomada, se ultrapassarmos os 1500mA do BUS principal, colocamos mais uma fonte BR. Se o módulo ficar maior do que a largura máxima permitida, colocamos outro Gateway e passamos alguns módulos para ele.
- Para verificarmos se ultrapassamos o limite da rede em questão entramos na opção Station .. Create GSD file...

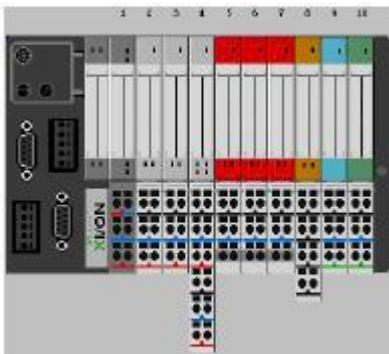


- Não vamos criar nenhum arquivo GSD, apenas abrimos esta tela para checar se excedemos o limite de bytes do Profibus.
- Por convenção sempre nos baseamos pelo item Standard Unpacked. Caso o limite Profibus seja excedido, será necessário abrir outro Gateway.

Monitoração

Para executarmos uma monitoração/parametrização e teste de um XI/ON já instalado procedemos da seguinte maneira:

- Primeiro conecte o cabo serial na porta de serviço do Gateway. Em seguida entre na opção Options..Com port e selecione a porta de comunicação a ser utilizada no seu PC.
- Entre na opção Edit .. Online .. Add Connected Station.
- Neste ponto o sistema irá acrescentar o módulo XI/ON que estiver conectado ao seu micro.



- Na parte de baixo do I/O assistant possuímos os seguintes recursos:



- Selecionando a opção Online R, estamos habilitados a efetuar leituras no módulo. A opção Online R/W nos habilita a fazer escritas.
- No item Process Image, nós conseguimos visualizar as entradas e saídas de cada módulo do escravo.

Channel Name	Channel Type	Value	Unit	Hex Value
Pos. 1: >N-8B-24VDC-D				
Pos. 2: >N-20I-24VDC-P				
Digital In 1	DI	0		
Digital In 2	DI	0		
Pos. 3: >N-20I-24VDC-P				
Digital In 1	DI	0		
Digital In 2	DI	0		
Pos. 4: >N-40I-24VDC-P				
Digital In 1	DI	0		
Digital In 2	DI	0		
Digital In 3	DI	0		
Digital In 4	DI	0		
Pos. 5: >N-20O-24VDC-O!				
Digital Out 1	DO	1		
Digital Out 2	DO	1		
Pos. 6: >N-20O-24VDC-O!				
Digital Out 1	DO	1		
Digital Out 2	DO	1		

- Na opção Online R/W é nesta tela que conseguimos forçar as saídas digitais e analógicas. Fazemos isso dando um duplo clique no I/O desejado.
- No item Parameter conseguimos parametrizar o módulo e no item diagnóstico conseguimos verificar todos os defeitos do nosso escravo (MOELLER, 2008).

Microsoft® Windows® Lizenz Microsoft® Windows® License

Diese Lizenz ist nur gültig in Verbindung mit Produkten von Micro Innovation AG
This license is only valid in conjunction with the products of Micro Innovation AG



Der Lizenzkleber muss auf dem Gerät angebracht werden (siehe Rückseite).
The license label must be affixed to the device (see back).



Micro Innovation AG · Spinnereistrasse 8-14 · CH-9008 St. Gallen · Switzerland
Tel. +41 (0)71 243 24 24 · Fax +41 (0)71 243 24 90
www.microinnovation.com · info@microinnovation.com

Lizenzproduktschein License Product Paper

0014416

Typ
Type

LIC-PLC-MXP-LIGHT



Einlösung der Lizenz:
Zur Einlösung der entsprechenden
Lizenz folgen Sie den Anweisungen
auf <http://www.microinnovation.com/license>

Installation:
For getting the ordered license
follow the installation instruction
on <http://www.microinnovation.com/license>



Micro Innovation AG · Spinnereistrasse 8-14 · CH-9008 St. Gallen · Switzerland
Tel. +41 (0)71 243 24 24 · Fax +41 (0)71 243 24 90
www.microinnovation.com · info@microinnovation.com

CONCLUSÃO

Com o uso da automação no processo de secagem por leito fluidizado, pode-se de maneira eficiente medir e controlar temperatura, pressão e nível de material, garantindo estabilidade operacional. A redução do custo operacional se deu com aplicação da automação no controle de nível de material, modulando a temperatura e equilibrando o processo se auto ajustando. Alcançando através da automação o melhor rendimento do secador, objeto de estudo, reduzindo o tempo de máquina parada e menor consumo da matriz energética, reduzindo ao um nível mínimo a influencia do operador no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - PEREZ, Juan Miguel Mesa. **Testes em planta leito para pirólise: Critérios para sua otimização**. Tese doutorado, 2004.
- 2 – MASSARANI, Guiulio. **Fluidodinâmica para movimentação de partículas sólidas**. Livro. 2002.
- 3 – CEFER. Apresenta informações sobre leito fluidizado. Disponível em: <http://www.cefer.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2008.
- 4 – MACINTYRE, Archibald Joseph. **Ventilação Industrial**, 2 ed., Ed. LTC, 1990.
- 5 – CLEZAR, Carlos Alfredo. **Ventilação Industrial**. Ed. UFSC Florianópolis, 1999.
- 6 – COSTA, Ennio Cruz da. **Ventilação**. Ed. Edgard Blucher, 2005.
- 7 – SILVA, Remy Benedicto. **Ventilação Mecânica**. Ed. Gremio Politécnico, 1980.
- 8 – METSOMINERALS. Apresenta informações sobre sistemas de secagem. Disponível em <http://www.metsominerals.com>. Acesso em: 12 jul. 2008.
- 9 – MAMEDE, João Filho. **Instalações Elétricas Industriais**. 7 ed. Ed. LTC, 2007.
- 10 - NATALE, Ferdinando. **Automação industrial**. SAO PAULO: Ed.Érica, 2000.
- 11 - SILVEIRA, Paulo Rogério da - SANTOS, Winderson E. dos; **Automação e controle discreto**.3.ed., SAO PAULO, Ed. Érica, 2001.
- 12 - GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada**. SAO PAULO, Ed. Érica.2000.
- 13 – SENSE. Apresenta informações sobre instrumentação. Disponível em <http://www.sense.com.br>. Acesso em: 08 abr. 2008

- 14 - EIFFEL. Apresenta informações sobre queimadores. Disponível em <http://www.combustao.com.br>. Acesso em: 25 abr. 2008.
- 15 - FIALHO, Arivelto Bustamante. **Automação Pneumática** 2º.ed. Ed. Érica, 2004.
- 16 - FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação Industrial** 4º.ed. Ed. Érica, 2006.
- 17 - MORAES, Cícero Couto de e CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. Ed. LTC, 2001.
- 18 - DINSMORE, Paul Campbell e NETO, Fernando Henrique da Silveira. **Gerenciamento de projetos** 3º.ed. Ed. Qualitymark, 2007.
- 19 - PINTO, Alan Kardec e XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: Função estratégica**. Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 1998.
- 20 - RIBEIRO, Marco Antonio. **Instrumentação**. 8ºed. Ed. Bahia, 1999.
- 21 - RIBEIRO, Marco Antonio. **Instrumentação**. 12ed. Ed. Bahia, 2005.
- 22 - PORTE, Harold F.; McCORMICK, Paul Y. ; LUCAS, Robert L. e WELLS, David F. **Manual Sistemas Gás-Sólido**.
- 23 - SHREVE, Norris R. e Brink, Joseph A. Jr. **Indústria de processos químicos**. 4º.ed. Ed. Guanabara, 1997.
- 24 - GOULART, Eduardo; MARIOTONI, Carlos e SANCHEZ, Caio **A utilização da gaseificação de pneus usados em leito fluidizado para a produção de energéticos**. Art., 2000.
- 26 - RHODES, Martin. **Fluidização de partículas por fluidos**. Universidade federal do Rio grande do Norte – UFRN, 2001.
- 27 - SALVADOR, Marcelo; SILVA, Ana. **O que são sistemas supervisórios**. Disponível em <http://www.elipse-software.net/download/download/artigos/rt025.04.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2008