



# AUTOMAÇÃO

## em máquina de papel

**Edison Strugo Muniz**

(emuniz@klabin.com.br),

Coordenador de Automação da Klabin – Unidades de SC.

### INTRODUÇÃO

A automação aplicada na máquina de papel deverá atender as expectativas da operação para que o processo tenha um desempenho operacional com segurança, estabilidade e informações de todo o processo desde a qualidade da fibra até o produto final. O sistema deverá estar o máximo possível em controle automático e assegurando a qualidade do papel; assim como garantir a máxima eficiência e economia de energia, insumos, etc. O importante é liberar o pessoal da operação para acompanhar, manter e garantir a partir das condições disponíveis a sua principal função que é a de operar o processo e não se preocupar em operar instrumentos.

Uma MP deve possuir conforme suas necessidades uma tecnologia capaz de mostrar e controlar todo o processo através de sistemas tipo SDCD e/ou PLC com tecnologias avançadas desde um simples medidor, medidores *on-line* da parte química, analisadores, sistemas dedicados como o da qualidade que controla a gramatura, umidade, espessura, alvura, etc. Hoje já é possível aplicar controles avançados através da inteligência artificial como a Lógica *Fuzzy*, redes neurais e controladores multivariáveis.

O sistema de qualidade (QCS) controla as principais variáveis da MP como a gramatura e umidade descritas neste artigo. Os motores podem estar em rede tipo Devicenet ou Profibus, assim como a instrumentação via Fieldbus ou Profibus-PA, pois desta maneira é possível implementar com uma melhor eficiência um gerenciador de ativos para diagnóstico e um melhor sistema de manutenção. Para acompanhamento da fabricação do papel, pode ser implementado um sistema de detecção de defeitos do papel, sistemas de câmeras, sistemas de análise de vibrações *on-line* / lubrificação, análises de

feltros e programas especialistas para ajudar na manutenção. O sistema de acionamento garantirá o controle de velocidade compatível para manter a MP com a máxima estabilidade e correlacionados com o controle do processo.

O gerenciamento de informações (PIMS) mostra todos os dados do processo, informações das análises do laboratório e performances operacionais; com isto é possível verificar via WEB todas estas informações por todas as pessoas relacionadas ao acompanhamento do processo em qualquer parte do mundo com dados em tempo real.

### CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL

A demanda por fabricação de papel de forma mais econômica mantendo as propostas de qualidade é o principal desafio dos fabricantes de papel hoje. São desenvolvidos conceitos mais sofisticados para tratamentos químicos da massa. As medições *on-line*, como consistência, carga, pH, condutividade, turbidez, *freeness* e retenção têm se tornado ferramentas de uso diário para solucionar os desafios atuais na fabricação de papel.

Independentemente do tipo de papel que esteja sendo fabricado, o setor papelero possui como premissas básicas de necessidades: a alta produtividade, a alta eficiência operacional (poucas quebras, poucos problemas, pouco refugo, poucas paradas, poucos pesadelos), o baixo custo de produção e a qualidade uniforme no processo e nos produtos.

É importante reforçar que todos os papeiros possuem essas necessidades fundamentais, não importando qual tipo de máquina ou de papel que eles estejam utilizando ou fabricando. Para alcançar essas metas, a matéria prima deve

ser a mais uniforme possível, com características em uma faixa estreita de variação, afim de não causar fortes impactos e indesejáveis surpresas no processo de produção do papel. Para controlar essa variabilidade, os engenheiros papeleiros estão acostumados a controlar algumas propriedades de qualidade das polpas que utilizam.

Quando o papeleiro pede por uma polpa uniforme, ele não está simplesmente se referindo a alvura, reversão de alvura, viscosidade e limpeza. Ele está também se referindo a uma série de propriedades que estão diretamente relacionadas à performance de seu processo de conversão e produtos fabricados. Seu objetivo é ter uma operação com mínima variabilidade, sem surpresas desagradáveis. O papel final deve ter qualidade uniforme e dentro dos limites de especificação, bem como as perdas ao longo do processo devem ser as mínimas possíveis e aceitáveis.

Quando o papeleiro pede por uma padronização na alimentação de polpa, ele está primeiramente tentando garantir uma matéria prima fibrosa que produza bem em sua máquina. O segundo importante objetivo é garantir no papel fabricado as especificações de qualidade que seus clientes estão demandando.

Quando uma alimentação de polpa está uniforme em sua qualidade, muita coisa se consegue uniformizar na fabricação do papel: refinação, adições de produtos químicos, drenagem, consumo de vapor e de energia elétrica, consolidação da folha, propriedades físico-mecânicas e óticas do papel, etc. Uma propriedade complementar de qualidade periférica é o teor de umidade.

Outro fator importante é a “gestão da variabilidade da polpa”. Através dela, o papeleiro tenta estreitar os limites de variação de seu componente fibroso e de suas conseqüências. Quando a máquina de papel funciona bem, sem quebras, nas velocidades planejadas, bem como as especificações de qualidade do papel são atingidas, o processo de fabricação se diz controlado e a variabilidade está dominada. Quando problemas começam a acontecer, a primeira vítima de acusações é invariavelmente a qualidade da celulose.

Como regra geral, existem alguns requisitos que toda polpa deve cumprir para ser aceita pelos papeleiros. Esses requisitos estão relacionados com as seguintes necessidades dos papeleiros:

**Necessidade número 1:** Drenagem e retenção na mesa plana

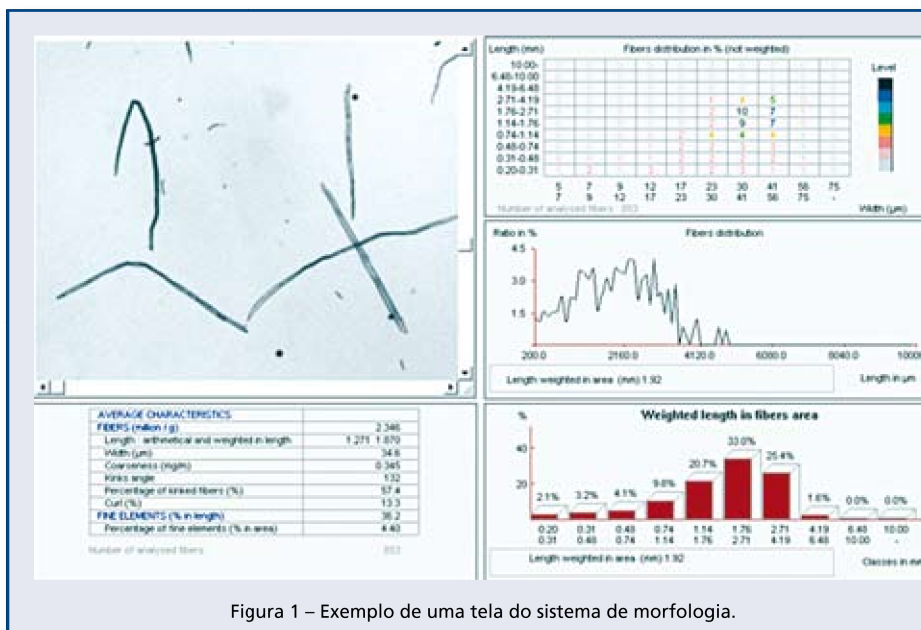


Figura 1 – Exemplo de uma tela do sistema de morfologia.

da seção úmida da máquina de papel. Esse comportamento é bastante afetado pela população fibrosa da polpa (número de fibras por grama de polpa), pelo grau de refino da polpa refinada ou não refinada (*freeness* ou grau *Schopper Riegler*), pelo IRA – Índice de Retenção de Água (hidratação e inchamento da massa), pela flexibilidade da fibra úmida, pela habilidade da polpa em formar e consolidar uma folha e pelo teor de finos na massa. O desenho e tipo da tela e dos feltros, mais a limpeza do sistema máquina, são outros fatores importantíssimos para o atendimento dessa necessidade fisiológica dos papeleiros.

**Necessidade número 2:** Resistência da folha de papel ao fungo da máquina de papel, principalmente na saída da mesa plana e seção de prensas. Esse comportamento da folha depende muito da resistência da fibra individual, do comprimento das fibras, da ligação entre fibras, da flexibilidade da fibra úmida, dos contaminantes presentes na massa (*shives*, palitos, pintas, *pitch*, areia) e do potencial de consolidação da folha úmida. A resistência da fibra individual é por sua vez relacionada à espessura da parede celular, ângulo microfibrilar, deformações e micro-fraturas nas fibras, bem como com a espécie de *Eucalyptus* em uso como matéria prima florestal.

**Necessidade número 3:** Atendimento das especificações de qualidade no papel conforme as demandas do mercado e dos clientes (ou impostas pelo laboratório de Controle de Qualidade). Os produtores de papel e celulose estão desenvolvendo continuamente seus processos e a qualidade em celulose, a fim de conseguirem propriedades otimizadas específicas de papel.

As medições tradicionais de laboratório não podem determinar as propriedades da celulose com frequência suficiente

para um controle preciso. Avanços recentes em tecnologia da computação e câmera possibilitaram o desenvolvimento de novos métodos para medir as propriedades da fibra e fragmentar o conteúdo da celulose. Essas novas medições, juntamente com a medição de *Freeness* (CSF), estão agora incluídas nos analisadores *on-line*.

A redução de custos de produção através de otimização de processo é uma maneira de alcançar a demanda do mercado por um produto de maior qualidade e menor preço. Existem varias ferramentas que são empregadas para solucionar os desafios atuais no processo de fabricação de papel e uma das principais, são as medições *on-line* agregadas aos Sistemas de Automação.

O sistema de análise de morfologia (propriedades da fibra), expressa com médias e distribuições, incluindo o comprimento, a largura, a curvatura, e o teor de finos da mesma. E também indica a razão fibra longa / fibra curta.

## CONTROLES DO PREPARO DE MASSA

### CONTROLE DE RETENÇÃO

A retenção pode ser controlada com a estabilização da consistência da água branca quando se altera o fluxo de polímero na retenção. Este ainda é o fundamento para a parte úmida estável e o seu desempenho pode ser colocado em quarentena mantendo o excelente ambiente químico para os polímeros na retenção. Um excelente ambiente químico pode ser criado quando se mede a carga em todos os estágios do processo, momento em que se pode apresentar qualquer alteração à química. Na massa grossa, o objetivo para obter uma boa amostra é uma fração de finos que inclui material dissolvido e coloidal. Finalmente, a carga de água branca na máquina de papel deve ser medida para garantir a operabilidade do equipamento. Água branca é o ponto natural de amostra, incluindo finos (e todo material dissolvido e coloidal), e pode ser medida de

forma confiável através da técnica decorrente de fluxo. Em máquinas de papel, o controle da retenção da parte úmida é um fator muito importante, pois pode garantir uma melhor estabilidade do processo auxiliando na melhoria da performance da máquina. O controle da retenção da máquina pode ser obtido medindo-se de forma *on-line* e eficiente, a consistência total e de cinzas na água branca. E através da medição *on-line* da consistência da água branca ou água de diluição é possível desenvolver um sistema de controle que garanta um excelente ambiente químico na formação do papel.

Um sistema de controle em cascata é usado para controlar a consistência da água branca otimizando as dosagens de polímero e sílica, sendo que a malha máster é o controlador de consistência da água branca que fornece o *set-point* remoto para as malhas de controle dos agentes de retenção.

A utilização do Analisador *On-line* em conjunto com o Sistema de Controle desenvolvido no SDCD, permite otimizar e garantir a estabilidade da retenção durante a fabricação dos papéis. Os ganhos obtidos com a implementação deste sistema de controle podem ser comprovados com a redução de quebras, aumento na eficiência global da máquina, redução no consumo dos agentes de retenção e drenagem, redução da variabilidade da consistência da água branca, estabilidade do processo e melhor andamento de produção da máquina.

A retenção em máquina de papel pode ser definida com a porcentagem de carga mineral ou outro material sólido não fibroso retido no papel final, em relação ao que foi adicionado inicialmente a massa. A otimização da retenção é de fundamental importância para o fabricante de papel, pois leva a uma diminuição de custos, estabilidade de processo e melhoria no produto final acabado.

As medições para cálculo da retenção são fundamentadas na medição de consistência total da Massa da Caixa de entrada, onde consta a composição de material fibroso, carga de material e aditivos que entram na receita para fabricação de um determinado tipo de papel e consistência total da água branca que é recolhida na saída do sistema de desaguamento e drenagem e que contém fibras e materiais sólidos em suspensão. De uma forma resumida pode-se considerar como retenção a diferença percentual entre estas duas medições.

#### Controle da Retenção On-line

O controle da retenção é feito por dosagem de agentes de retenção e drenagem, por exemplo, polímero e sílica. Para controlar a retenção *on-line*, utiliza-se um analisador que mede a consistência da água branca proveniente da calha da mesa plana, este processa os valores medidos e envia-os para o SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído), onde por meio de um sistema de controle Automático/Cascata é controlada a consistência da água branca

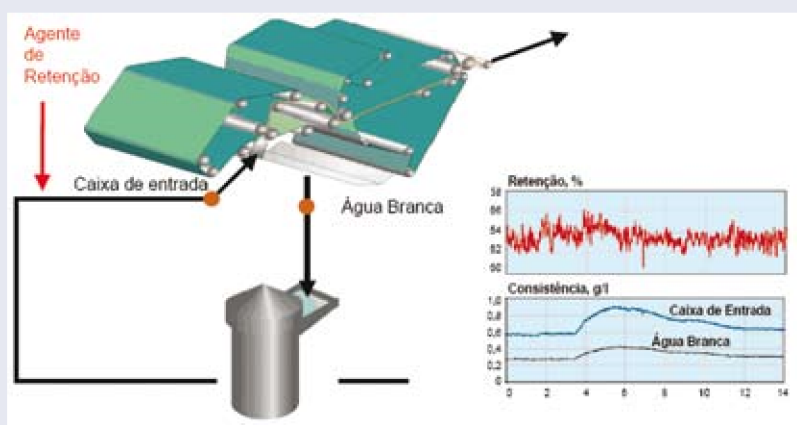


Figura 2 – Pontos de medição da consistência para cálculo de retenção.

através do controle de dosagem de polímero e sílica. Com isso, controla-se a retenção através do controle *on-line* da consistência da água branca. Com este controle haverá uma redução de quebras que aumentará a eficiência e estabilidade operacional, assim como uma redução do consumo dos agentes de retenção (polímero e sílica).

## CONTROLE DE CARGA NA MP

Um excelente ambiente químico pode ser criado quando se mede a carga em todos os estágios do processo, momento em que se pode apresentar qualquer alteração à química. Na massa grossa, o objetivo para obter uma boa amostra é uma fração de finos que inclui material dissolvido e coloidal. Finalmente, a carga de água branca na máquina de papel deve ser medida para garantir a operabilidade do equipamento. Água branca é o ponto natural de amostra, incluindo finos (e todo material dissolvido e coloidal), e pode ser medida de forma confiável através da técnica decorrente de fluxo. Outro benefício importante ao medir no circuito de aproximação é a boa correlação com o ângulo de desengate do rolo central.

Com a otimização das dosagens químicas (polímeros, aditivos, etc.) é possível melhorar a retenção e em consequência uma melhor estabilidade na MP.

As estratégias de controle encontradas para serem aplicadas à Máquina de Papel têm como principais objetivos, estabilizar a consistência na água branca, através do controle de retenção, bem como controlar a dosagem de carga mineral durante as quebras. O controle de retenção, que é o controle da demanda catiônica, que tem como objetivo principal, proporcionar um maior rendimento e eficiência da retenção total na circulação curta da máquina. Os controles chaves são os de retenção total e da carga iônica, ambos são soluções efetivas de controle em si mesmas. O controle da carga iônica tem múltiplos bene-

fícios: por exemplo, permite oferecer condições ótimas e estáveis do meio, para que o efeito da retenção ocorra com maior eficiência na parte úmida da máquina (ex. Ag. de retenção/ Polímero/Sílica). O controle de consistência da água branca é uma maneira altamente efetiva para estabilizar a retenção. O controle da carga iônica otimiza o controle de consistência, e quando utilizados em conjunto, estes dois controles proporcionam uma poderosa ferramenta para se estabilizar a circulação curta da máquina.

Todos estes controles podem ser alcançados utilizando-se os analisadores *on-line*, os quais estão listados a seguir:

- Analisador para medir a consistência na Água Branca e na Caixa de entrada, a utilização de dois analisadores *on-line* é muito importante para um controle mais “fino”. Um analisador deverá ser instalado na Caixa de Entrada e o outro na Água Branca. Estes analisadores são essenciais nos controles de retenção total e de cinzas bem como no controle de cinzas durante as quebras, e ainda podem oferecer medições tais como: Consistência, Carga Mineral, Retenção total e de cinzas, Flocculação, Carga Iônica e opcionalmente pH, Temperatura e Condutividade.

O resultado da utilização destes analisadores em conjunto, é uma grande melhoria na funcionalidade da máquina, da eficácia e da qualidade final do produto.

## CONTROLE DE FREENESS

O controle convencional de consumo específico de energia (SEC) consegue manter o nível de drenagem desejado em curto prazo se a matéria-prima permanecer estável. No entanto, há uma tendência de que ocorram variações na condição de refino da polpa e, portanto, também da drenagem, em períodos de tempo mais longos. Essas variações são causadas por alterações nas matérias-primas e no processo de polpação, porém elas podem ser reduzidas ou até eliminadas através de um controle apropriado da drenagem. Entre as variações da matéria prima estão o tipo de fibra, branqueamento e percentual de refugo.

O objetivo do controle de refinação através do Controle SEC e medição *on-line* de *freeness* é manter o nível desejado de drenagem estabilizado, absorvendo as variações de processo.

O controle de medição de drenagem trabalha como controle principal e o controle SEC trabalha como controle auxiliar que ajusta a carga do refinador para um dado *set-point*.

Este controle compara o valor medido de *freeness* com o *set-point* do operador e corrige o *set-point* do controle SEC. Limites pré-estabelecidos garantem uma ação suave e gradual evitando uma atuação agressiva o que pode causar danos no refinador.

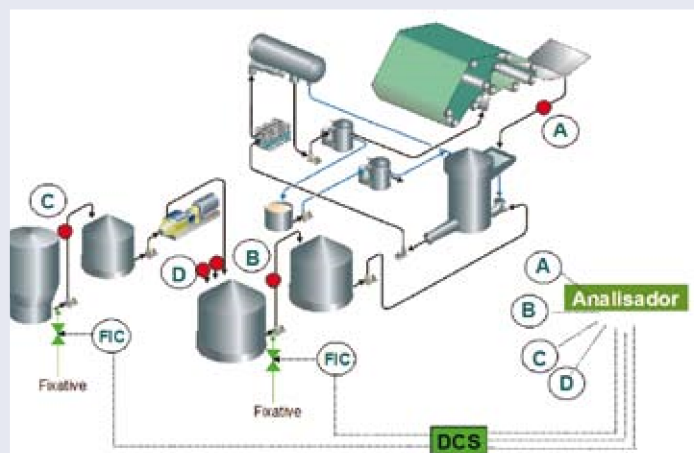


Figura 3 – Pontos de medição de carga.

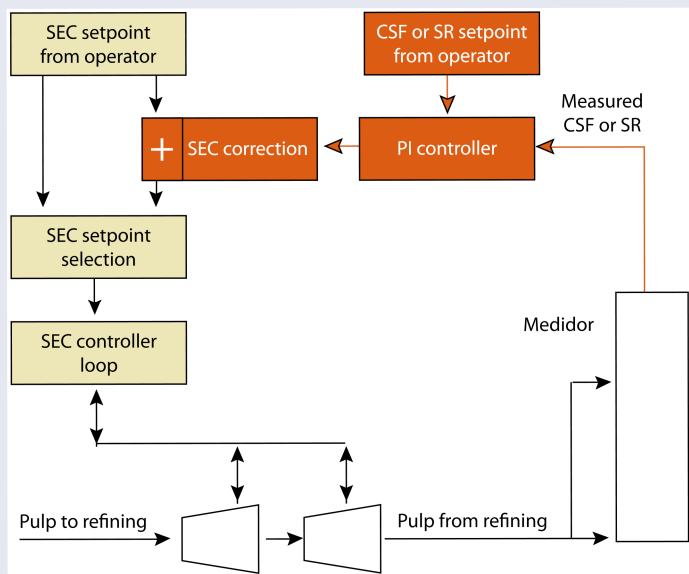


Figura 4 – Esquema de Controle do Sistema de Refinação.

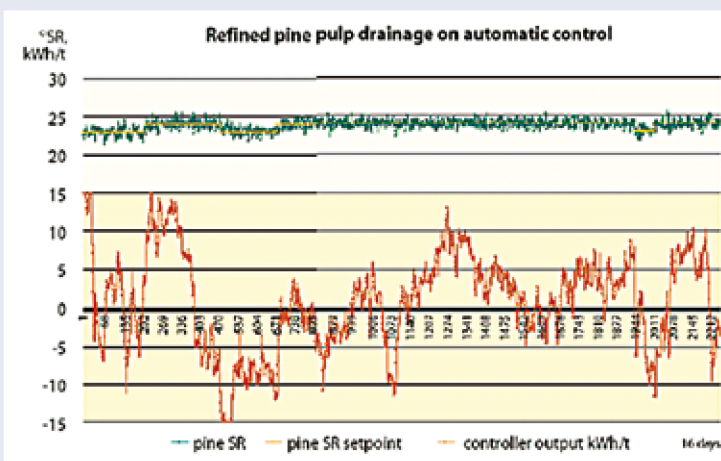


Figura 5 – Registro das variações de freeness.

O controle SEC (controle específico de energia) atua nos refinadores conforme o consumo específico em função da produção, vazão de massa, consistência e a produção. Esta atuação será no afastamento do disco de cada refinador.

Uma relativa estabilidade do processo é necessária já que o controle SEC responde lentamente por que os ajustes na operação do refinador devem ser graduais de forma a evitar danos nos discos.

Com isso rápidas mudanças podem causar problemas no controle. Mudanças no Fluxo e Cs% resultam em mudanças no resultado da refinação.

Como benefícios do controle de *freeness* haverá a estabilidade nos valores desejados de refinação, eliminação de variação devido à matéria prima, processo e redução de energia no refinador, melhor qualidade no produto acabado e menor número de quebras.

## CONTROLES DO SISTEMA DE QUALIDADE DA MP

### MÁQUINA DE PAPEL

A Figura 6 mostra a estrutura de uma máquina de papel típica.

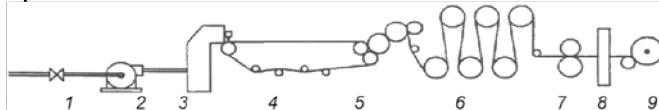


Figura 6 – Esquema de uma Máquina de Papel: (1) válvula de gramatura, (2) bomba de mistura, (3) caixa de entrada, (4) tela formadora, (5) prensas, (6) secadores, (7) calandra, (8) scanner, e (9) enroladeira.

### CONTROLES DA DIREÇÃO LONGITUDINAL

Os controles da direção longitudinal da máquina são utilizados para estabilizar variáveis de qualidade tais como Gramatura, Umidade e relação Jato/Tela.

Alguns controles da direção longitudinal respondem rapidamente ao processo (Jato/Tela por exemplo), enquanto outros têm tipicamente um longo tempo de resposta (Gramatura, Umidade). O objetivo comum a todos os controles é reduzir variações da qualidade do produto e aprimorar o desempenho da máquina.

### CONTROLE DA RELAÇÃO JATO/TELA

**FINALIDADE** – O Controle relação Jato/Tela mantém a relação Velocidade do Jato/Velocidade da Tela formadora. Este controle automático é útil no ajuste da abertura do lábio para corrigir a formação ou a posição do *dry-line*, ou na ocasião de mudança da velocidade da máquina.

**PRINCÍPIO** – A velocidade do jato é calculada a partir da altura manométrica ou da pressão hidráulica na abertura de lábio da caixa de entrada. A medição da velocidade da tela formadora possibilita então o cálculo da relação Jato/Tela.

O Controle Relação Jato/Tela calcula o *set-point* de pressão para o controle de pressão da caixa de entrada.

### CONTROLE DA GRAMATURA SECA ANTECIPATIVA

**FINALIDADE** – O Controle Gramatura Seca Antecipativa permite rápidas correções para variações no processo, antes que as variações sejam captadas no rolo pelos sensores de varredura. Este controle ajusta a vazão de massa a fim de compensar mudanças na consistência da massa e na velocidade da tela.

**PRINCÍPIO** – O Controle Gramatura Seca Antecipativa calcula a gramatura baseando-se nas medições de vazão de massa, de consistência e de velocidade da tela, e fornece o *set-point* para o Controle de Vazão de Massa.

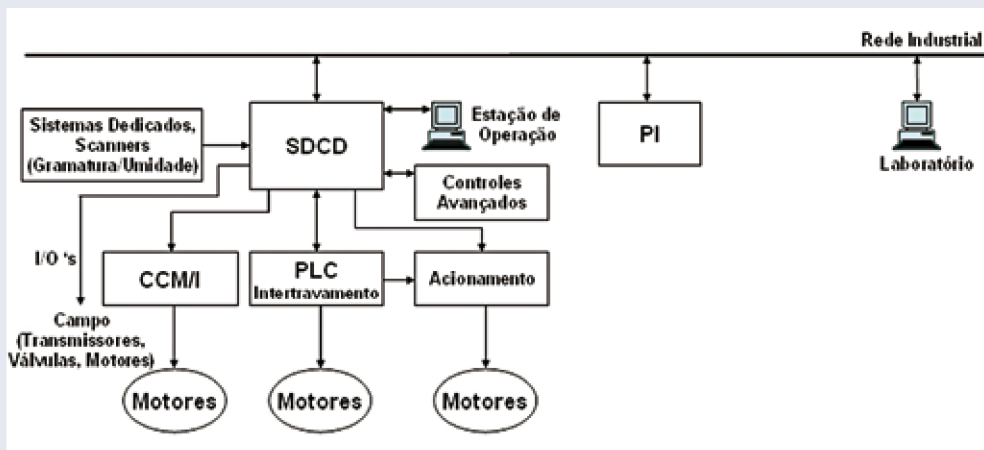


Figura 7 – Arquitetura do Sistema de Controle da MP.

**CONTROLES DA DIREÇÃO TRANSVERSAL (CD)**

**FINALIDADE** – Um controle da Direção Transversal (ou CD) automaticamente mantém a forma de um perfil medido o mais próximo possível de uma forma alvo. Normalmente o formato alvo de todos os perfis é plano.

O formato de perfis tais como Gramatura Seca, Umidade percentual, Espessura, Gramatura de Revestimento e Brilho tem efeito sobre a qualidade do papel em fabricação. Se estes perfis apresentarem variações demais o papel pode se tornar sem valor. Os Controles CD minimizam a quantidade de variação nestes perfis.

**PRINCÍPIO** – Cada perfil é afetado por um ou mais atuadores CD. Ajustes nestes atuadores alterarão o formato do perfil.

Os controles CD calculam as ações de controles ótimas para que os atuadores CD mantenham um perfil tão próximo do perfil alvo quanto possível. Por exemplo, o Controle de Gramatura CD

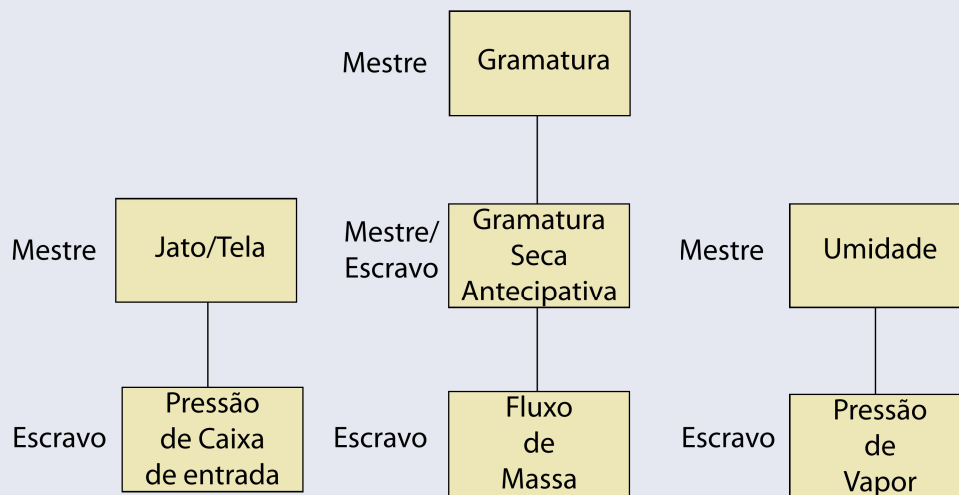


Figura 8 – Principais controles Longitudinais.

**CONTROLE DE GRAMATURA**

O Controle de Gramatura utiliza um modelo de processo que descreve a resposta da gramatura a mudança na vazão de massa. Ele prevê a gramatura a partir de dados de entrada do processo atual e das ações de controle anteriores que já foram feitas sobre a vazão de massa.

Os parâmetros do modelo de processo são continuamente atualizados à medida que haja variações nas condições operacionais do processo, tais como na velocidade da máquina, por exemplo.

**CONTROLE DE UMIDADE**

O Controle de Umidade utiliza um modelo de processo que descreve a resposta da umidade a mudanças na pressão de vapor. Ele prevê a umidade a partir de dados de entradas do processo atual e das ações de controle anteriores que já foram feitas sobre o vapor.

mantém o perfil de gramatura seca próximo ao seu formato alvo através do ajuste das hastes de controle no lábio da caixa de entrada.

**CONTROLE CD PADRÃO**

**FINALIDADE** – O controle CD automaticamente mantém o formato de um perfil de medição tão próximo quanto possível de um perfil alvo.

Alguns controles CD padrão:

- Umidade CD
- Espessura CD
- Brilho CD
- Gramatura de Revestimento CD

**PRINCÍPIO** – O controle lê o respectivo perfil de medição, compara-o com o perfil alvo, e se forem detectados quaisquer desvios, altera as zonas de atuador necessárias.

Perfil de Medição	Controle	Atuador
Umidade	Umidade CD	Nebulizador de Água Infra Vermelho Caixa de Vapor Ventilação Localizada
Espessura	Espessura CD	Chuveiro de Ar Chuveiro de Vapor Indutor de Calandra
Brilho	Brilho de CD	Chuveiro de Ar Chuveiro de Vapor Indutor de Calandra
Diferença de Gramatura Diferença de Cinza	Gramatura de Revestimento CD	Lâmina

Figura 9 – Principais Controles Transversais de uma Máquina de Papel.

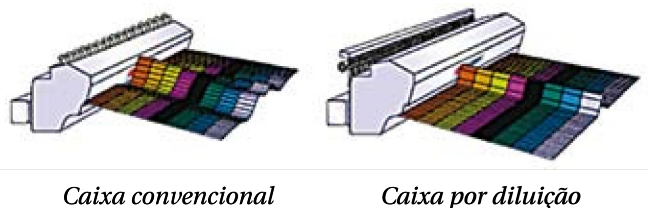


Figura 10 – Tipos de Caixa de Entrada.

## CONTROLE AVANÇADO DE QUALIDADE NA MP

O objetivo do controle avançado de qualidade é fazer com que os controles do preparo de massa e da MP sejam comandados por um controlador gerencial, podendo ser através de multivariáveis, redes neurais e Lógica Fuzzy.

Através de uma especificação pré-definida da qualidade do papel, como gramatura, umidade, RCT, porosidade, etc.; os controles do processo de fabricação do papel trabalharão para manter estes parâmetros numa determinada faixa através de uma rede de processos unitários inter-relacionados com interações complexas e várias condições de contorno associadas. Variáveis como *gap* nos discos dos refinadores, vazão de diluição, vibração, temperatura e carga do motor são utilizadas e fazem com que o controle seja mais robusto e flexível. O software identifica qual a melhor condição de refino, minimizando o consumo de energia nos refinadores. Logo, através de sintonias e adequação destes controles haverá uma melhor estabilidade operacional, melhor performance operacional; assim como um controle de consumos químicos e uma redução dos custos variáveis.

Fornece informação contínua de qualidade, através dos dados disponibilizados pelos analisadores *on-line* (*freeness*, morfologia das fibras, consistência, etc.) e análise de laboratório (como TEA, RCT, rasgo, porosidade, etc.).

Como resultados dos controles podemos destacar:

- Controle de parâmetros fundamentais mais significativos através da medição de *freeness* e morfologia da fibra.
  - Reduz a variabilidade de processo em até 50%.
  - Melhora a produtividade de processo.
  - Fecha a malha de controle do refinador/moinho com o controlador multivariável.
  - Reduz a dependência de teste de laboratório e erros de operação; fornece uma rápida e automática resposta para controle de processo.
  - Melhoram a lucratividade através da redução em energia, aditivos para fortalecimento de fibras e quebras de máquina.
  - Produção regular de grados dentro de especificação e redução da produção fora de qualidade.
- Os ganhos com esta implementação dependendo da produção da MP pode chegar em US\$ 2.500.000 por ano.

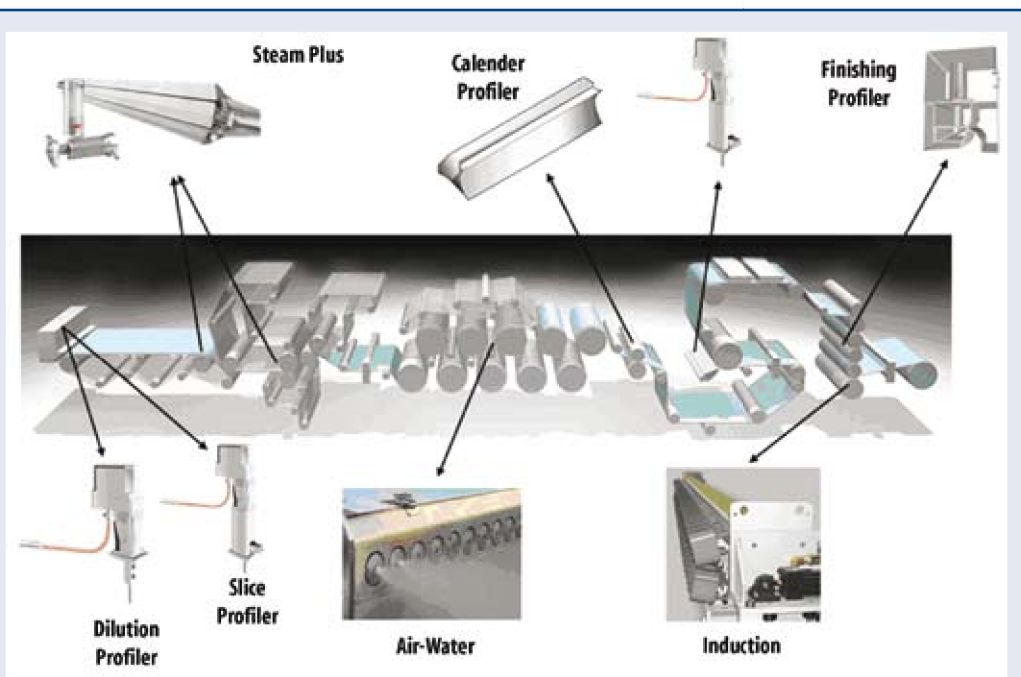


Figura 11 – Tipos de Atuadores Transversais

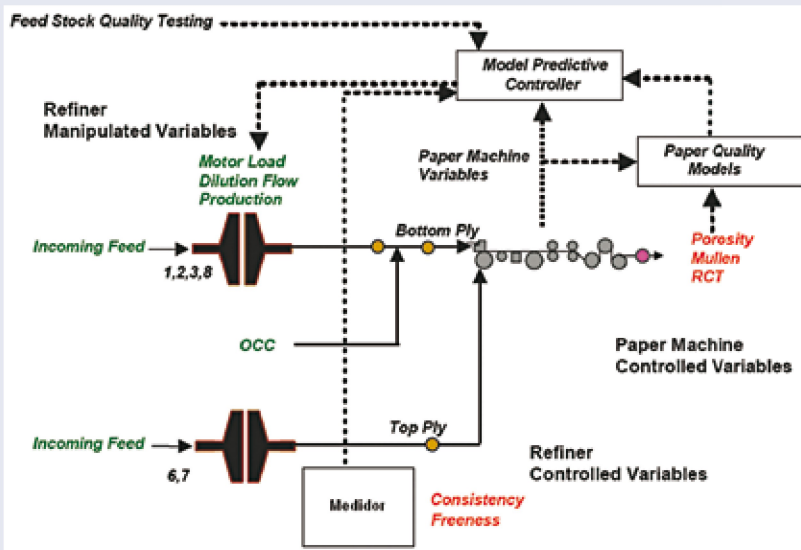


Figura 12 – Exemplo de controle avançado.

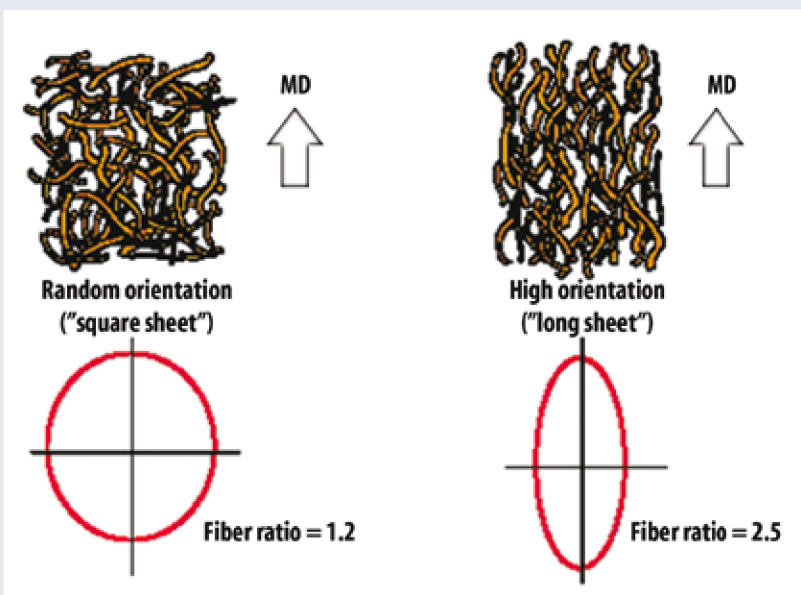


Figura 13 – Distribuição da Fibra.

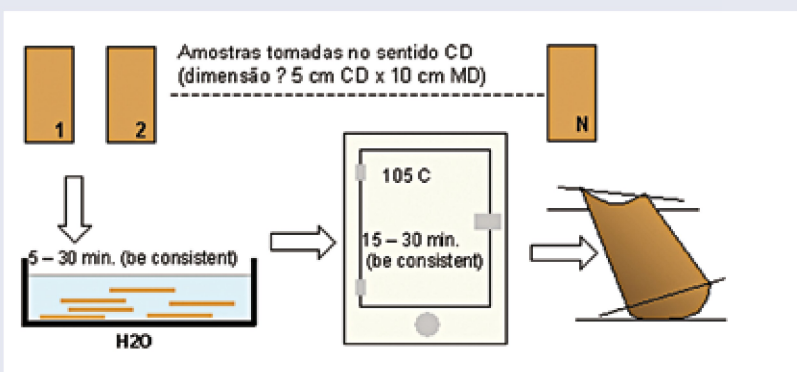


Figura 14 – Amostra do Papel com encanoamento e Twist.

### CONTROLE DE ORIENTAÇÃO DE FIBRAS

Utilizado principalmente para a verificação dos problemas de *twist* e encanoamento na MP.

O sensor de Orientação de Fibras é uma ferramenta excelente para determinar as causas para problemas de encanoamento e *twist* em uma máquina de papel, principalmente em máquinas de cartão com multicamadas.

Ele revela como realmente a folha foi concebida na parte úmida da máquina.

Processos de conversão de papel cartão, tais como, máquinas de impressão podem introduzir encanoamento e *twist* devido à variação de umidade, porém em menor magnitude.

As medições comprovam uma correlação entre o sensor de orientação de fibras e o processo na máquina MP.

Devido à complexidade do controle de orientação de fibras este só pode ser realizado com a ajuda de um sistema de controle. Para isso já está em desenvolvimento um controle automático para orientação de fibras.

Para um melhor entendimento do controle e visando obter um papel de melhor qualidade no processo de fabricação da MP, segue a estratégia de controle.

### MEDIÇÃO DE POROSIDADE

A medição de porosidade é utilizada para:

- Diminuição da variabilidade média da porosidade do papel.
- Redução dos passos entre secções (*paper draw*).
- Visão instantânea e registro da porosidade do papel em tempo real.
- Otimizar a absorção do material de recobrimento.

Como benefícios:

- Porosidade desigual afeta retenção do material de recobrimento.
- Porosidade uniforme ajuda às superfícies recobertas a habilidade para resistir a empolar.
- Em processo de recobrimento em linha, o conhecimento da porosidade do papel base, ajuda ao papelero a economizar dinheiro, ao otimizar a aplicação do recobrimento, pois otimiza a absorção de materiais de recobrimento e *fillers*.
- Economia de energia através do controle de refinação.
- Qualidade do papel mais uniforme.



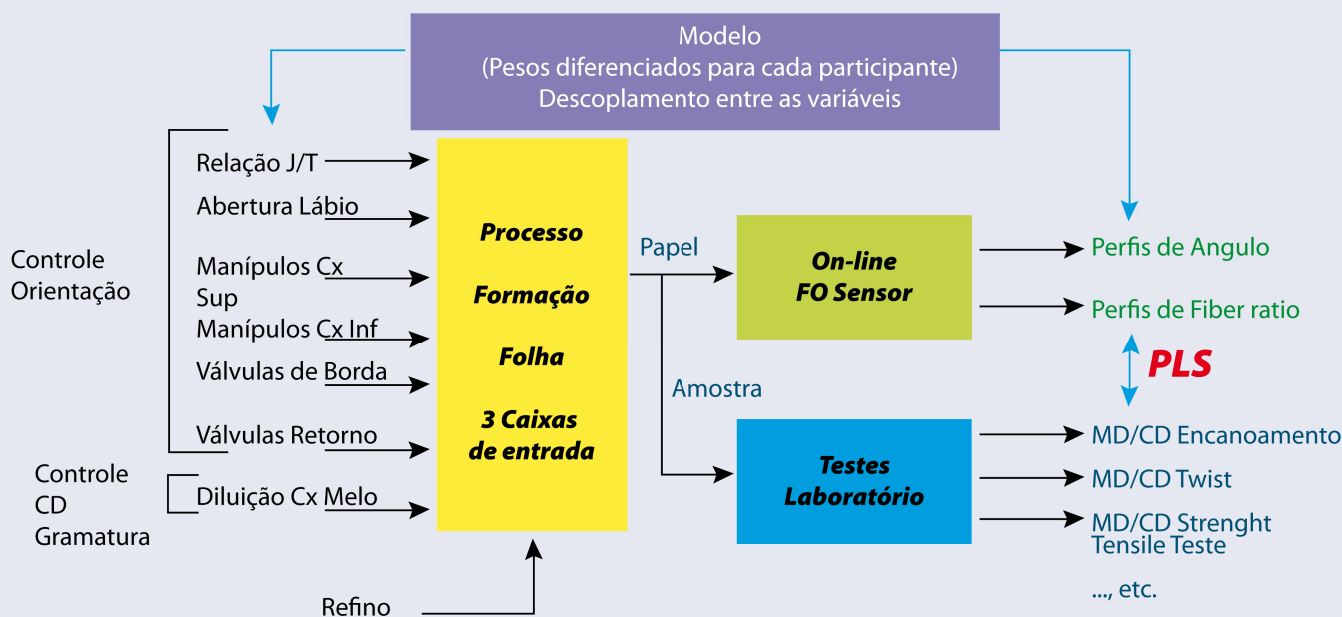


Figura 15 – Esquema de Controle de Orientação de Fibras

## INFORMAÇÕES SOBRE A NOVA MÁQUINA DE PAPEL DA KLABIN, EM TELÊMACO BORBA (PR)

Quando a nova máquina de papel cartão entrar em operação, a Unidade Monte Alegre da Klabin, em Telêmaco Borba (PR), não apenas terá sua capacidade de produção ampliada para 1,1 milhões de toneladas/ano. O Projeto MA-1100 também foi concebido para elevar o nível tecnológico da empresa, maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, integrando totalmente as novas áreas de processo à fábrica.

A automação tem papel importante no processo produtivo para aumento de produtividade; redução de consumos específicos e aumento de estabilidade dos processos; no fluxo de informações para a tomada de decisões operacionais e gerenciais e integração com o sistema de gestão empresarial; minimiza riscos operacionais em situações de emergência; com novas funcionalidades que visam atender especificações mais rígidas de produto acabado.

Trata-se do maior investimento já feito pela Klabin: R\$ 2,2 bilhões – R\$ 100 milhões destinados à automação.

Uma nova máquina de papel será instalada na unidade, aumentando a capacidade de produção de papel cartão, principalmente, *Liquid Packaging Board* – das atuais 330 mil toneladas para 680 mil toneladas anuais. A máquina também produzirá cartões *Carrier Board* e *Folding Box Board*, com aplicações gerais no mercado alimentício, no de bebidas e de higiene e limpeza. O objetivo da Klabin é ampliar o fornecimento desse tipo de papel para o mercado nacional e internacional, consolidando sua posição

entre os maiores fabricantes mundiais de cartões.

A produção do *Liquid Packaging Board* é fornecida a Tetra Pak, para confecção das embalagens tipo longa vida – por isso o desafio de manter a fabricação dentro de padrões de qualidade rígidos e estáveis e ambientes extremamente assépticos. Na prática, isso significa sistemas de medição e controle extremamente apurados, e planos de acompanhamentos certificados segundo normatizações ISO 9000.

Para sustentar essa nova máquina, o projeto prevê também a instalação de uma linha de produção de fibra de eucalipto pelo processo CTMP – Polpa Termomecânica e Química – com capacidade para 140 mil t/ano (a maior do Brasil), uma nova caldeira de biomassa com capacidade de 250 toneladas de vapor/hora, um novo turbogerador de 72 MW, uma nova caldeira de recuperação de 1.700 tss/d, uma nova planta de branqueamento, ampliação do preparo de madeira, um novo forno de cal, e a reforma das plantas de cozimento e depuração, da evaporação, e da caustificação. Também inclui expansão da planta de tratamento de efluentes e da planta de água desmineralizada para as novas caldeiras. Também está em implantação a ampliação da estocagem de produtos acabados com novas cortadeiras e sistema de embalagem.

A Klabin optou por trazer a automação embarcada no pacote da máquina de papel para ter uma maior integração dos sistemas de qualidade, inspeção e controles transversais.

O fornecimento para a máquina de papel engloba os CCM's inteligentes, transformadores, sistemas de medição de qualidade das principais propriedades do papel, motores de média tensão, inversores de frequência para motores de

processo e acionamentos seccionais, tudo integrado no sistema de controle.

Com relação aos controles da MP, serão implementados basicamente todos os controles mencionados neste artigo, descritos anteriormente.

Do ponto de vista da automação do processo o sistema de controle da MP contempla controladores de processo e estações de operação, manutenção e engenharia baseado em sistema operacional Windows. Com relação á interface com o campo, o sistema terá quase 30 mil pontos de entradas e saídas (entre físicos e virtuais) com protocolo de comunicação Hart. Outras interfaces com demais sistemas estão sendo feitas através de comunicações OPC e Profibus. O Sistema está sendo concebido para suportar as ferramentas de gerenciamento de ativos da fábrica, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir os custos de manutenção. Teremos possibilidade de disponibilizar essas informações na rede corporativa da fábrica, integrada com o SDCD.

#### Arquitetura

Adotando um conceito de segurança comumente utilizado pela indústria papelreira, a unidade Monte Alegre da Klabin tem as áreas segregadas em três grandes redes: máquinas, celulose e utilidades. Também foi optado por uma rede independente na área de preparo de tintas – porque este fornecerá tinta tanto para a máquina nova como para a máquina de papel cartão existente.

As três redes têm portes equivalentes – só a cozinha de tintas terá um tamanho relativamente menor – com redundância e interação. A segregação das redes permite uma autonomia de processos. A parada de um segmento ou processo não implica na parada de outro segmento de rede ou do processo que ela controla. Como existe interação entre as redes, sinais de intertravamento serão trocados entre os segmentos de rede desempenhando as funções de processo que foram definidas.

Na nova máquina de papel cartão, o SDCD terá em torno de 6000 pontos I/O – sendo a medição e os controles longitudinais, os controles transversais do processo da MP.

Toda comunicação externa ao SDCD é com Profibus redundante – com padrão de comunicação com CCM inteligente Profibus-DP. “Com o CCM inteligente, a Klabin adota uma filosofia de PLC concentrador. As informações que consideramos de elétrica chegam até o DCS via esse PLC concentrador.”

O CCM inteligente permite a redução de cabeamento, comissionamento e partida bem como na continuidade da planta facilita a busca de um defeito, seja pela manutenção ou pela operação.

Outra modalidade de acionamento é o acionamento mul-

tiseccional que será utilizado na máquina de papel e nas rebobinadeiras. Sua concepção atual se dá com inversores de frequência.

Com relação à parte da automação que trata da instrumentação está sendo considerado o padrão Hart superposto ao 4-20 mA. Será implementado o gerenciamento de ativos para o diagnóstico de todo o sistema de automação.

Esta ferramenta de acesso ao Hart é baseada na tecnologia FDT/DTM. Isso significa que todas as características e diagnósticos disponíveis no arquivo DD ou DTM, fornecido pelo fabricante, serão mostrados e manipulados por este software.

É importante ressaltar que, como todas as comunicações, ela também depende da outra parte, o fornecedor do instrumento que precisa disponibilizar seu equipamento com um arquivo DD/DTM específico e estendido, com todas as características necessárias à comunicação. O objetivo principal do “asset monitor” é melhorar o conceito de manutenção preventiva definindo-se para os instrumentos da planta, quais as variáveis que podem indicar que equipamento precisa de maior atenção, evitando-se qualquer problema no processo.

Na máquina de papel cartão, quatro *frames* farão as medições de gramatura, umidade, espessura, cor, orientação de fibras, peso de tinta, umidade superficial, temperatura superficial e cinzas.

Além dos controles básicos que são os MD de gramatura e umidade está máquina estará recebendo também controle MD de cor, CD de gramatura por diluição, CD de umidade por spray de água e caixa de vapor, CD de espessura por deformação interna do rolo da calandra, e CD de tinta aplicada. Serão implementados sistemas *Web Inspection System* (WIS), *Web Monitoring System* (WMS) e *Machine Monitoring System* (MMS).

#### Outras informações do projeto MA1100

O projeto MA1100 da Klabin também contempla a construção de uma nova sala de controle, que irá centralizar as operações das áreas de fibras, controle de energia, controle de caldeiras e utilidades. Ficam de fora dessa sala apenas o controle das áreas de preparo da madeira e de máquina de papel, devido a distancias. “O objetivo dessa centralização é obter a sinergia operacional das plantas, agilizarem a tomada de decisões operacionais, e aumentar a segurança operacional em situações de emergência”.

O projeto também contempla o Software de simulação de processo para as áreas da planta CTMP e Caldeira de Biomassa. “A ferramenta de simulação não tem só a tarefa de checar o processo e o software, mas também de otimizar o comissionamento e treinamento avançado de operação”.



A nova Máquina de Papel da Klabin em Telêmaco Borba (PR).

A nova máquina de papel cartão deve entrar em operação em outubro, com as outras unidades entrando na seqüência. A unidade localizada em Telêmaco Borba (PR), que já é a maior fábrica de papéis do Brasil, entrará para o ranking das dez maiores fábricas de papel do mundo.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Sadi Carlos de Oliveira, Gílson José Vieira, Francisco C. Razzolini, Guilherme Sprung Filho, Sinésio Júlio Barberini, Ridney Rodrigues Ferreira, Ênio Antônio dos Reis, José Wilson Floriani e Josué da Silva Vargas da Klabin. Alessandro Previatte, Rogério Piva e Andres Sancho da ABB; Eloir Pianca, Maurício Maciel e Luiz Teixeira da BTG; Luiz Fontanetti, Renato Onofre e Maximilian Furley da Metso Automation; Marcos Freitas e Thierry Cresson da Andritz; Ricardo da Quinta e Roberto Primazzi da Voith; Edwin Hilst da EHMS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kakehasi, L.A. Controle de Refinação através de medição *on-*

*line* de *freeness*. Seminário da ABTCP-2005, São Paulo, 2005.

2. Keinanen, Pasi; Piiainen, Esa and Maatta, Janne. *New Ways to manage drainability fiber properties and shive content of pulp* - Metso Automation. ABTCP-2006, São Paulo, 2006.

3. Helstron, Ake; Sylos, Sérgio. Relatório visita Klabin MP7. Telêmaco Borba, 2005.

4. Komulainen, Pekka; Mustalahti, Heikki, *On-line Porosity measurement and control*. Aca Systems. 2007

5. Frias, A.R.; Votorantin Celulose e Papel AS; Kakehasi, A. L.; Metso Automation. Controle de Retenção através da medição *on-line* de consistência da água branca. ABTCP- São Paulo, 2007.

6. Foelkel, Celso. As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose *kraft* para a fabricação de papel. ABTCP-2007.

7. Catálogos e Apresentações da ABB.

8. Catálogos e Apresentações da Andritz.

9. Catálogos e Apresentações da BTG.

10. Catálogos e Apresentações da Metso Automation.