

MELHORIA EM BALANÇAS DOSADORAS PARA CIMENTEIRA: SENSORES, IMPLEMENTAÇÕES E COMUNICAÇÃO UTILIZANDO VPN

Cleyton de Sousa Lopes¹, Luís Augusto Mattos Mendes (Orientador)²

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)
Campus Magnus – Barbacena – MG – Brasil

cllopes1@yahoo.com.br¹, luisaugustomendes@yahoo.com.br²

Resumo. Normalmente balanças dosadoras saem de fábrica com poucos itens de segurança e comodidade, a falta desses itens pode provocar erros indesejáveis na medição da vazão do material e com isso prejuízos enormes para a empresa. A tentativa de minimizar ou acabar com esses erros, é o que propõem esse artigo. Com alguns sensores instalados na balança, implementações em Ladder¹ e In Touch, programas específicos para PLC e supervisórios e comunicação através da Internet usando um programa específico que trabalha com o princípio de VPN, pode-se evitar perdas de valores para a empresa, além de preservar um dos seus bens mais preciosos, o funcionário.

Palavras-Chave: Sensores; Controlador Lógico Programável; In Touch;

1 - Introdução

Balanças dosadoras são equipamentos muito utilizados em empresas cimenteiras, são responsáveis por dosar a quantidade de materiais que são colocados em moinhos, algumas vezes as mesmas são instaladas em locais de difícil acesso e péssimos para permanecer, o que a maioria das vezes provoca a falta de manutenção, pois os técnicos evitam ir até a balança. Outro problema é apesar de serem de fabricante externo, não trazem todo o tipo de controle desejado, como sensores para proteção do equipamento e dispositivos que evitariam a ida desnecessária do técnico ao local, essa é a motivação do trabalho, que visa implementar um programa que consiga monitorar através de sensores se há algum risco da balança rasgar a correia, até mesmo dela está medindo incorretamente o material, diminuindo assim a ida do profissional até o local e claro conseguir uma economia enorme para a empresa.

De modo geral, utilizando-se de sensores (indutivo, pulso e temperatura), para medir a posição dos rolos, se os mesmos estão rodando e a temperatura do material, coisas que interferem na balança, será implementado um programa na linguagem

¹**Ladder** - “Linguagem destinada especificamente à programação de PLCs, a linguagem Ladder mantém se ainda como a mais utilizada, estando presente praticamente em todos os PLCs disponíveis no mercado. Por ser uma linguagem gráfica, baseada em símbolos semelhantes aos encontrados nos esquemas elétricos (contatos e bobinas), as possíveis diferenças existentes entre os fabricantes de PLCs, quanto à representação das instruções, são facilmente assimiladas pelos usuários” [1].

Ladder, para fazer o controle dessas informações, após isso será programado no In Touch os alarmes que apareceram na tela onde o operador controla todos os equipamentos da empresa, e por fim, para que a ida do técnico ao local da balança seja algo quase que dispensável, será utilizado um programa utilizando a comunicação VPN, onde os responsáveis pela manutenção da balança, podem utilizar a Internet, para acessar a balança de qualquer lugar e hora que for necessário.

Para realizar o projeto se faz necessário alguns equipamentos específicos, os mesmos são apresentados na seção 2 desse artigo.

2 - Conceitos e definições

Todos os componentes utilizados para a realização desse projeto são de valor baixo e são encontrados facilmente, além de que, qualquer pessoa com pouco conhecimento de Informática ou Eletrônica pode utilizá-los sem nenhuma dificuldade ou perigo, podendo assim dar continuidade a esse projeto.

Para melhor demonstrar todos os sensores, os mesmos estão subdivididos em seções, detalhadamente.

2.1 - Sensores

Para a realização do projeto serão utilizados três tipos de sensores (indutivos, de pulso e temperatura).

Os sensores indutivos são atuados por material ferroso, por isso será utilizado para monitorar a posição dos rolos evitando assim que os mesmos saiam dos locais determinados.

Os sensores de pulso são utilizados em equipamentos em movimento, nesse caso específico serão utilizados, para verificar se os rolos estão rodando.

O sensor de temperatura monitorará o material que passará pela balança como questão de segurança, para a balança e para os outros sensores que trabalham em temperaturas mais baixas.

2.1.1 - Sensores indutivos

“É formado por uma bobina de fio, que quando energizada cria um pequeno campo magnético de aproximadamente oito milímetros” [1], assim que o metal passa por esse campo é induzida uma corrente pelo circuito fechando um contato interno, com isso podem fazer circuitos elétricos. Existem outros fabricantes de sensores e outros modelos que poderiam ser utilizados, porém, no projeto serão utilizados sensores indutivos do fabricante Sense, pois são os pré-existentes nas balanças, e apresentam fácil manipulação. Além do mais, esses outros tipos de sensores não dariam a mesma confiabilidade, pois, são sensores de movimento, ou seja, qualquer material que passe no seu ponto de atuação seriam enxergados, causando assim erros indesejáveis. Porém, o sensor indutivo além de ser mais robusto e apresentar menor custo só é atuado quando um metal passa no seu ângulo de atuação.

2.1.2 - Sensor de pulso

Trata-se de um contato acoplado em um eixo, a cada volta completa do eixo são gerados certa quantidade de pulsos, então pode-se, ligar na entrada de um controlador lógico programável, onde será feita toda a programação de controle.

2.1.3 - Sensor de temperatura PT-100

Chamado assim pelo motivo de ser “calibrado na temperatura de 0°C, e o valor da resistência em 100 Ω (ohms)” [2]. O material com que esse sensor é formado é uma liga metálica sensível à temperatura, quando a mesma sobe o valor da resistência do material sobe linearmente, e vice versa, podendo assim ser medida a temperatura em graus Celsius (°C).

2.2 - Balanças dosadoras

Através da fórmula: $Vazão\ do\ material = (Velocidade\ da\ correia \times Peso\ do\ material)$, seguindo essa linha de raciocínio criou-se então balanças dosadoras, caso a vazão medida pela balança seja menor que o pedido (*set-point*), a velocidade da balança aumentará para compensar e caso aconteça o contrário a velocidade diminuirá. O peso é conseguido por células de cargas instaladas em locais estratégicos e a velocidade é conseguida através de um sensor instalado no motor. Todos os cálculos são realizados em um módulo eletrônico conhecido como integrador, este pode ser considerado como o cérebro de todo o equipamento.

2.2.1 - Balança dosadora modelo Intecont Plus

Existem vários outros fabricantes de balanças, mas como o estudo de caso será feito na Holcim de Barroso e esta unidade utiliza-se de balanças Schenck modelo Intecont Plus, o referido trabalho contemplará o estudo das balanças deste fabricante.

Em uma indústria de cimento, a função de uma balança dosadora é medir a vazão de um determinado material sólido, seja ele calcário, areia, argila, escoria² ou clínquer.³

Basicamente é formada de células de cargas, sensor de velocidade, desalinhamento e módulo controlador. As células de carga medem o peso do material e multiplicando esse valor com a velocidade medida pelo sensor, é encontrada a vazão. “As células de carga são as partes mais frágeis da balança, ficando acopladas nos rolos dianteiros” [3] (Figura 1), não podendo sofrer esforço excessivo, temperatura alta ou pancada. O sensor de velocidade, é um sensor indutivo, que recebe os pulsos de um atuador metálico. O sensor de desalinhamento também é um sensor indutivo e serve como proteção para a balança, este componente recebe pulsos de um atuador em formato de triângulo que fica no meio da correia, calculando assim a distância da correia e as laterais da balança (desalinhamento) (Figura 2). Já o módulo controlador é o responsável por fazer todos os cálculos que são necessários, sendo o principal deles a

² **Escoria** - Material que não é aproveitado em indústria de aço, porém utilizado bastante nas cimenteiras.

³ **Clínquer** - Material produzido através da moagem e queima de argila e calcário, é matéria prima essencial para fabricação de cimento.

vazão, este controlador pode ser considerado como sendo cérebro do equipamento. Caso ocorra alguma diferença nos cálculos ou a balança apresente algum problema, é detectado e enviado ao PLC.

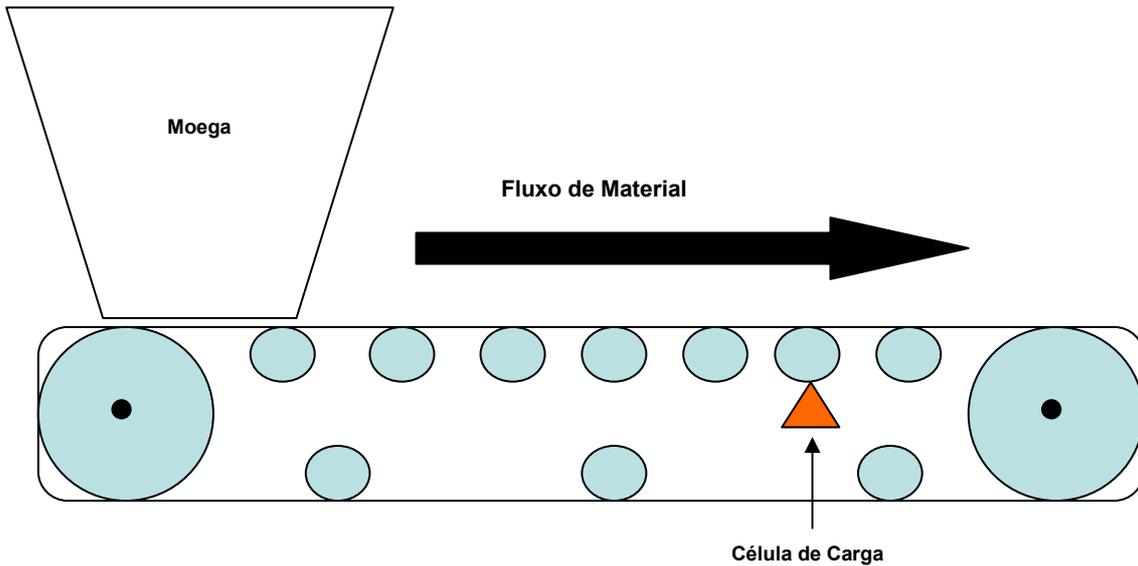


Figura 1. Vista lateral da balança.

A Figura 1 representa a vista lateral da balança, onde se pode ver a célula de carga, a parte mais frágil da balança e responsável pelo peso do material armazenado na moega através dos roletes. Quando o material passa pelo rolete onde se encontra a célula de carga a mesma gera um sinal que é enviado ao módulo controlador que realiza os cálculos para definir a vazão.

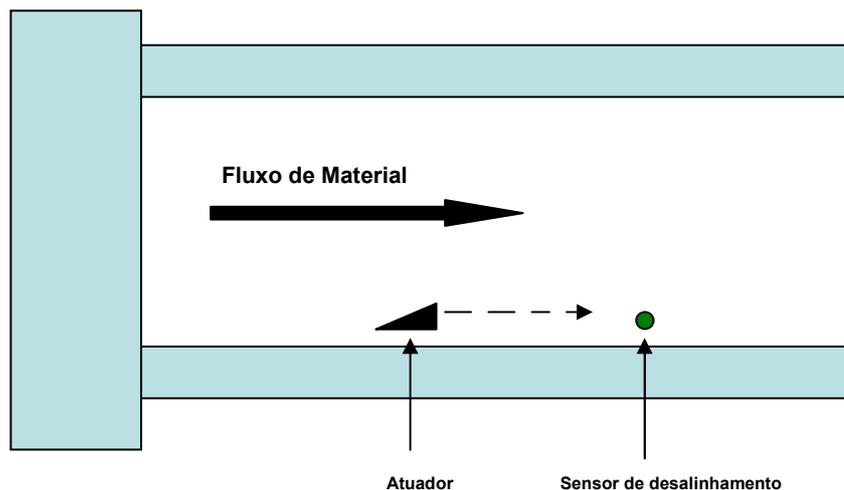


Figura 2. Vista superior da balança.

A Figura 2 representa o único sensor que vem de fábrica destinado à proteção do equipamento ou seja da balança, o sensor de desalinhamento, que recebe um pulso de um atuador no formato de triângulo, dependendo do tamanho deste pulso, é realizado o cálculo da distância da cinta em relação as laterais da balança, o que permite detectar o desalinhamento caso ocorra.

2.3 - PLC (Controlador Lógico Programável)

São dispositivos lógicos que tem por finalidade a execução de um programa cíclico para atender necessidades específicas de um conjunto de tarefas. Basicamente, os PLC's são dispositivos ou arquiteturas eletrônicas com função bastante próximas a de um computador. “Assim como nos computadores convencionais, os mesmos são constituídos de gabinetes, fontes de alimentação, I/O's, unidade central de processamento, memórias, sistemas operacionais, aplicações entre outros” [4]. Em função do alto nível de confiabilidade que se exige dos mesmos, a sua construção e funcionamento, tanto a níveis elétricos quanto a níveis de sistemas operacionais é bastante diferenciado dos computadores normais. Sendo bastante incomum em PLC's, a utilização de dispositivos de armazenamento tais como disquetes ou HD's, devido a sua fragilidade.

A programação utilizada para controlar suas várias entradas e saídas, é chamada de programação Ladder, muito conhecida por eletroeletrônicos e claro por programadores de Automação Industrial (Figura 3).

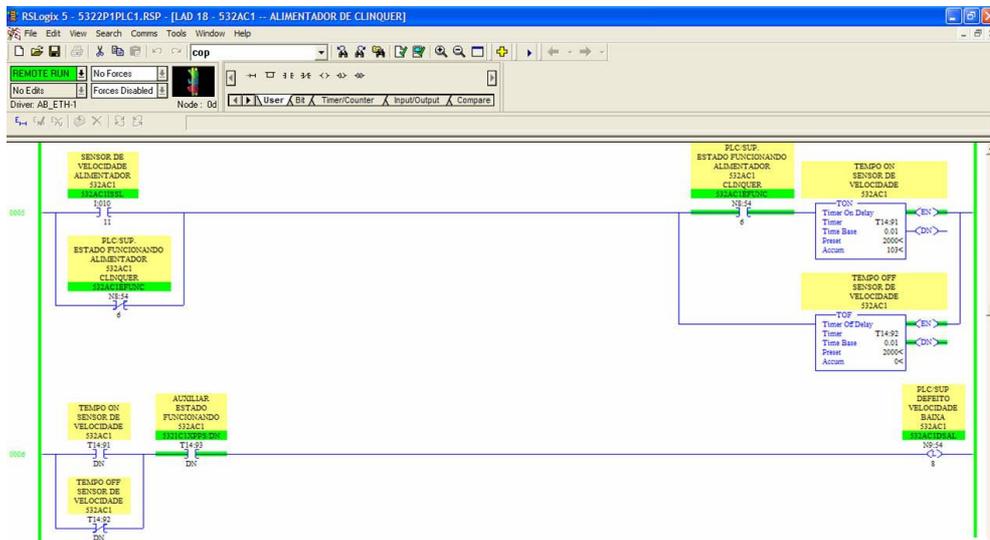


Figura 3. Tela do software Plc-5 da Rockwell

A Figura 3 acima, exemplifica uma tela do PLC-5 da Rockwell Automation, empresa fabricante do PLC, que será utilizado. Nela pode ser visto uma parte da programação do estudo de caso que trata esse artigo.

2.4 - Cisco System VPN Client

Software, utilizado pela Holcim, com a finalidade de algumas pessoas terem acesso à rede interna da fábrica em qualquer lugar do mundo, onde se tenha acesso a Internet, esse foi o motivo de se utilizar essa tecnologia. Especificamente na Holcim a parte de controle e manutenção desse programa fica em São Paulo, assim todos os autorizados devem ser cadastrados lá.

Basicamente este software utiliza tecnologia VPN (*Virtual Private Network*) cria um outro endereço IP na máquina, e faz com que a Internet fique inativa para outras funções, a não ser para comunicação com a rede da fábrica, este endereço criado é reconhecido pelo firewall que é do fabricante Cisco, deixando o usuário utilizar a rede interna remotamente.

Nesse projeto é utilizado com o intuito da pessoa responsável pela manutenção, estando ela fora do seu local de trabalho (seja dentro da empresa ou fora dela), caso o operador tenha dificuldades de verificar o defeito na balança, o mesmo entra em contato com esse técnico, que do local onde se encontra pode acessar a Internet e verificar o defeito sem precisar ir até balança.

2.5 - In Touch

Pacote de ferramentas gráficas do tipo HIM (Interface Homem Máquina) utilizada por operadores para controlar todas as máquinas em campo, com incomparável qualidade gráfica de seus objetos, linguagem totalmente orientada a objetos, além de incorporar grande quantidade de drives de comunicação, o que permite a comunicação com a maioria dos autômatos comerciais existentes, armazenamento utilizando plataforma SQL é formada por três módulos ou ambientes distintos.

Application Manager que é o gerenciador das aplicações, de onde podemos encontrar links para os outros dois ambientes (*Maker* e *Viewer* descritos logo abaixo), além de manipular banco de dados de tag's da aplicação, definir ambiente da *Workstation* tais como densidade de pixels da tela entre outras funções.

O *Window Maker* é o ambiente de configuração, edição de telas, controle de tag's entre outros, também chamado de módulo de desenvolvimento. Nesta ferramenta é onde são confeccionadas as telas para o operador das máquinas atuar nas mesmas, este ambiente fica oculto para o usuário, somente pessoas autorizadas podem trabalhar com essa ferramenta.

O *Window Viewer* é o ambiente do usuário, aonde apenas se pode trabalhar com as aplicações já configuradas, não permitindo nenhuma forma de edição de telas, controle de tag's e outros. Este módulo é comumente referenciado como *run-time*, e pode ser considerado como uma "interface homem máquina". Através dessa ferramenta, o operador tem a possibilidade de ligar, desligar, monitorar e controlar todas as máquinas que se encontram na área.

3 - Estudo de caso

É muito comum em empresas cimenteiras, as balanças dosadoras serem montadas em lugares com muito ruído, poeira e temperatura excessiva, devido ao tipo de material que se deve transportar (clinker), além disso, esse material é normalmente granulado, o que provoca a não uniformidade no transporte, tendo assim derramamentos. Esses locais também são de difícil acesso, provocando assim a comum falta de manutenção por parte dos técnicos que evitam ao máximo ir até o local.

Os construtores de balanças para tentar generalizar o produto para diversos ramos de indústrias, acabam deixando de fora alguns componentes de segurança que poderiam minimizar ou acabar com efeitos descritos acima. O único sensor de proteção que sai de fábrica montado na balança é o sensor de desalinhamento (*Figura 2*). Vários sensores poderiam ser utilizados para incrementar a balança no intuito de resolver esses problemas.

Os componentes da balança são peças frágeis, podendo sofrer alteração na medida da vazão, por qualquer diferença nesses componentes, essas diferenças podem ser provocadas por pedras do material que caem nos rolos e travam ou os tira da posição e o material que chega até a moega com aproximadamente 200°C, o que normalmente acontece por não haver monitoramento dessa temperatura, sendo que componentes eletrônicos suportam até 100°C, e lembrando também da correia, que devido à alta temperatura pode acontecer furos ou rasgamento.

Erros na medição pode ser um problema grave para a empresa, pois qualquer tempo que se perde com um equipamento parado é prejuízo. Para exemplificar, será utilizado o equipamento o qual a balança desse projeto alimenta, o mesmo produz 60 toneladas de cimento por hora, caso uma pedra trave os rolos, a balança pesará errado, se o erro estiver próximo de 20% para menos, o equipamento deixará de produzir 12 toneladas por hora, isso equivale a aproximados R\$ 1200,00 por hora. Este exemplo é apenas com o intuito de mostrar que os prejuízos podem ser maiores, contando que este erro pode permanecer por dias, até ser descoberto.

4 - Melhorias propostas

A balança dosadora desse projeto, é uma balança do fabricante Schenck, modelo Intecont Plus, um dos maiores fornecedores de balanças dosadoras do mundo, tendo sua sede na Alemanha. Nesta foi instalado sensor de temperatura (PT-100), com o a intenção de monitorar a temperatura do material que está na moega, sensores de pulsos que ficaram nos rolos, monitorando se os mesmos estão girando e por fim os sensores indutivos que também estão montados nos rolos com o intuito de verificar a posição dos mesmos (*Figura 4*).

Porém apenas os sensores montados em campo não resolvem de nada, tem a informação, mais não trabalham a mesma, porque são fabricados apenas para monitorar, para realizar os controles dos riscos na balança, foram implementados dois programas, um na linguagem *Ladder* (PLC) e outro utilizando-se da ferramenta *In Touch*.

O primeiro faz o monitoramento, dos sensores, as informações recebidas são analisadas e caso haja necessidade, atuam no equipamento parando-o. Ao mesmo tempo o PLC envia uma informação para o *In Touch*, que através de suas apresentações gráficas mostra na tela do operador um *pop_up* avisando que o limite do sensor foi atuado e que o equipamento está parado, para que sejam tomadas as devidas providências, assim é evitado que se danifique a correia ou que a balança calcule o valor da vazão erradamente.

Uma outra ferramenta, é o software da empresa Cisco, que utiliza tecnologia VPN, podendo assim a qualquer momento que o operador tenha dúvida, o técnico com a disponibilidade de internet, conectar-se na rede da Holcim e verificar direto no PLC o defeito, evitando assim sua ida ao local e promovendo seu bem estar.

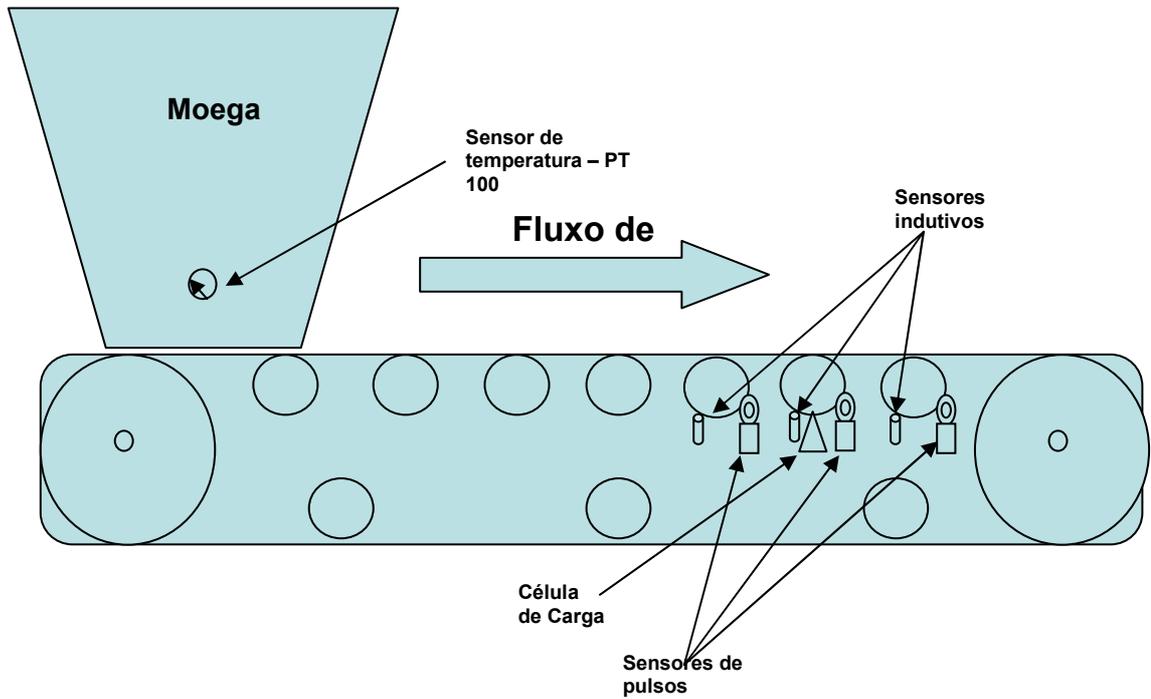


Figura 4. Vista lateral da balança com todos os sensores montados.

Figura 4, tem a balança com todos os sensores instalados, nota-se que são colocados somente nos rolos principais, pois os outros não há necessidade, são apenas rolos de transporte e não medem nada, fazendo assim com que os custos do projeto não fiquem altos, para empresas de grande porte.

5 - Resultados

Conforme se pode ver nas Figura 5, os resultados esperados foram alcançados, já que as paradas do equipamento principal por causa de defeitos na balança não ocorreram mais.

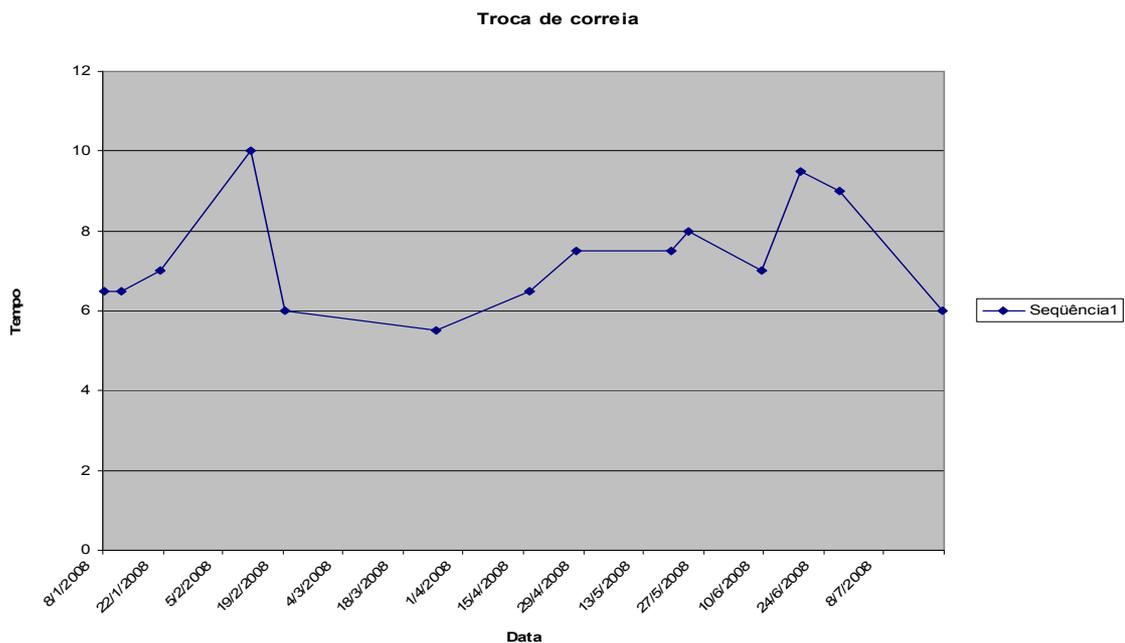


Gráfico 1. Gráfico das paradas para troca de correia.

Gráfico 1 mostra um gráfico onde, são colocadas as datas de quando ocorreram as paradas para troca de correia, e no eixo y, o tempo das paradas. Após a data de 15/07/2008, quando foi instalado o projeto não houve mais paradas.

Um ponto importante é com relação à economia, muito dinheiro foi economizado com esse pouco investimento em sensores e programação, foram pesquisados os valores para se fazer uma troca de correia e chegou-se a seguinte conclusão, levando em conta se o problema acontecesse durante horário administrativo quando não se paga hora extra:

- Valor da mão de obra (Dois funcionários parceiros): 4.000,00;
- Valor da correia nova: 3.000,00;
- Outros valores: 1.500,00;
- Tempo para troca de correia: 6 Horas;
- Valor total aproximado da troca da correia: 8.500,00
- Produção do moinho (t/h): 60;
- Valor aproximado da tonelada de cimento (R\$): 100,00;

Em seis horas deixaria de produzir 360 toneladas de cimento, causando um prejuízo de aproximado de R\$ 36.000,00, esta quantidade somando com o valor para trocar a correia o prejuízo total da parada chegaria em R\$ 44.500,00.

Os valores dos sensores são de R\$ 230,00 por unidade dos indutivos, R\$ 490,00 por unidade dos sensores de pulso e o de temperatura R\$ 219,00, já a programação no PLC e no In Touch só demandaram tempo, somando tudo, tem-se R\$ 2319,00, ou seja, um valor pequeno em relação ao valor economizado com as paradas.

6 - Considerações finais

Após uma jornada de monitoramento dos sensores e dos programas montados, observou-se que as expectativas foram atendidas, eliminando a troca de correias e manutenção corretiva do equipamento que não parou no período de teste sequer uma vez, a não ser por paradas preventivas, ou paradas programadas.

Já existe um estudo para que projetos como este, sejam montados em outras balanças da empresa, para que testes sejam realizados, e para que outros projetos com a mesma rentabilidade venham a surgir.

7 - Bibliografia

[1] MANUAL SENSE. *Sensor indutivo*: São Paulo, 1995.

[2] CATALOGO ECIL. *pt100*: São Paulo, 2001.

[3] MANUAL SCHENCK. *Intecont Plus*: São Paulo, 1998.

[4] MANUAL PLC. *PLC-5, Conjunto de Instruções*. Rockwell Automation: Setembro, 2001.

[5] CASTRO, Eduardo Beviglieri Pereira de., *Programação ladder*. Disponível em: <http://www.engprod.ufjf.br/epd_automacao/EPD030_Ladder1.pdf>. Acesso em: 08/05/2008.