



AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS DE PRENSAS HIDRÁULICAS PARA USINAS DE RECICLAGEM

Vanessa Menezes Ramos – vanessa.rmenezes@gmail.com

Wellington da Silva Fonseca – fonseca@ufpa.br

Keliene Maria Sousa de Jesus – keliene@ufpa.br

Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí

Rua Itaipu, nº 36 – Vila Permanente

68.455-700 – Tucuruí – Pará – Brasil

Resumo: *A Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí tem buscado estabelecer parcerias com diversas entidades, com e sem fins lucrativos, do município de Tucuruí – PA voltadas a projetos que incentivem a reciclagem de resíduos sólidos buscando criar ações contínuas de inclusão tecnológica com essas entidades. Esta iniciativa visa confeccionar protótipos de tecnologias adaptadas, que serão idealizados pelos docentes e discentes do campus, que auxiliarão no aprimoramento tecnológico através de assessorias técnicas para o público da ação, com a finalidade de buscar soluções de melhoria no processo de reciclagem de resíduos sólidos beneficiado não só as próprias entidades como também a comunidade acadêmica e a comunidade em geral. Diante disso, após reuniões e visitas técnicas, destacou-se a Usina de Triagem e Compostagem localizada neste município, cuja maquinaria é construída na própria usina com materiais reutilizados e por pessoas com conhecimentos empíricos sobre projetos de máquinas, com isso, devido ao pouco incentivo para o crescimento dessa atividade, as tecnologias utilizadas são insuficientes para o pleno funcionamento desse processo. Neste contexto a Faculdade de Engenharia Mecânica em parceira com a usina de Triagem e Compostagem desenvolve um projeto que busca inserir um sistema de automação e controle de processos em um maquinário instalado nesta usina, denominado de Prensa Horizontal Continua.*

Palavras-chave: *Automação, Controle de processos, Reciclagem, Meio-ambiente, Prensa horizontal continua.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da empresa Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2010), apenas 13% do lixo produzido no Brasil tiveram como destino final as usinas de compostagem ou reciclagem, isso ainda é muito pouco para um país que, segundo secretário de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente, Silvano Silvério da Costa, perde R\$ 8 bilhões ao ano por não reciclar seu lixo (2011 apud WWF-BRASIL, 2011).

No município de Tucuruí, interior do estado do Pará, essa realidade não é diferente, pois

Realização:



Organização:





segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente do município (2012) fornecidos pelo Engenheiro Ambiental Diego Raniere Nunes Lima¹, a coleta diária de resíduos sólidos é de aproximadamente 40,6 toneladas destinada em grande maioria ao lixão do município.

Diante dessa situação, a Faculdade de Engenharia Mecânica, que propõe em seu projeto pedagógico estimular os alunos no desenvolvimento de atividades práticas, principalmente voltadas para soluções tecnológicas com base nas necessidades da sociedade, vem desenvolvendo atividades integradas de ensino, pesquisa e extensão buscando estabelecer parcerias com diversas entidades, com e sem fins lucrativos, do município ligadas a indústria de reciclagem. Assim, a proposta de criação do projeto foi motivada a partir de um levantamento realizado junto a essas entidades, o que possibilitou a identificação de diversos problemas relacionados à questão ambiental, principalmente no que diz respeito à cadeia de reciclagem de resíduos sólidos.

Um dos problemas constatados foi à falta de investimento para o crescimento dessa atividade resultando numa carência de tecnologias que venham a facilitar e a garantir a segurança da realização do trabalho na Usina de Triagem e Compostagem aumentando assim, também, a quantidade de material beneficiado.

O recurso proposto para reverter essa situação foi automatizar o processo de produção de fardos de materiais como papelão, pet e plásticos que segundo o senhor Alexandre Giordano², proprietário da usina, atualmente é feito por três prensas verticais com uma produção de 1,2 toneladas por dia para cada prensa, Figura 1a, mas que futuramente após a implementação do funcionamento da automatização de um novo maquinário esta produção diária pode ser obtida em entre uma e duas horas. Este maquinário denominado prensa horizontal contínua, mostrado na Figura 1b, foi construído na própria usina a partir de materiais reciclados, como um antigo chassi de caminhão que serviu como base para a prensa.



Figura 1a - Prensa vertical.



Figura 1b - Prensa horizontal contínua.

¹ LIMA, D. R. N. Comunicação pessoal. Tucuruí: Secretaria de Meio Ambiente de Tucuruí, 2012.

² GIORDANO, A. M. Comunicação pessoal. Tucuruí: Usina de Reciclagem e Compostagem, 2012.



Vale ressaltar, portanto, que esta automação é necessária tendo em vista que este maquinário foi construído de modo totalmente artesanal baseado em modelos semelhantes disponíveis no mercado e adaptado às necessidades e realidades do local necessitando assim de processos que venham a facilitar a operação tornando-o mais simples e mais seguro garantindo a integridade física do operador além de permitir o controle e monitoramento da produção.

2. MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS DE PROCESSOS INDUSTRIAL

2.1. Sistemas Dinâmicos

Quanto aos modelos matemáticos de sistemas de processos industrial, faz-se necessário destacar os sistemas dinâmicos não no sentido de sistemas intrinsecamente dinâmicos, como que “acionados pelo tempo” (“*time-driven*”) como os fenômenos térmicos, químicos, fisiológicos, ecológicos, etc. que sejam regidos por equações diferenciais, mas sim lhe atribuindo um significado mais moderno.

O significado adquirido nas últimas décadas com relação aos sistemas dinâmicos estar relacionado com a ideia de sistemas cuja estrutura impõe principalmente regras lógicas, de causa e efeito, para eventos e onde seus sinais são números naturais representando estados lógicos (on-off, sim-não) ou quantidades de recursos ou de entidades. Esses sistemas dinâmicos são do tipo “acionados por eventos” (“*event-driven*”) (MORAES & CASTRUCCI, 2007).

No nosso caso particular, o sistema o qual estamos destinando a automação encaixa-se no perfil caracterizado como sistema dinâmico a eventos discretos.

Sistemas dinâmicos a eventos discretos

São sistemas caracterizados por responderem aos eventos discretos externos e internos com sinais também discretos em concordância com rígidas regras de causa e efeito ou, então, com regras estatísticas. No primeiro caso, as regras traduzem-se perfeitamente por meio da teoria matemática dos conjuntos, quando os sinais são todos binários (1 ou 0, ON ou OFF etc), são sistemas lógicos. No segundo caso, os sistemas incluem-se entre os chamados sistemas estocásticos que são caracterizados pela presença de alguma variável ou algum parâmetro cuja definição se faz por meio estatísticos (MORAES & CASTRUCCI, 2007).

2.2. Controle

A importância de se conhecer os conceitos citados se deve ao fato de que o processo de automatizar um sistema deve ser caracterizado a fim de conhecer e saber como melhor trabalhar e controlar as variáveis presentes neste sistema além do que em qualquer automação há uma combinação entre os dois tipos de controle em uma proporção infinitamente variável sendo que o maior desafio desta engenharia é implementar com segurança todas as necessidades do controle lógico, dinâmico e a comunicação digital.

Implementa-se o controle dinâmico objetivando estabelecer o comportamento estático e dinâmico dos sistemas físicos, tornando-o mais obediente aos operadores e mais imune as perturbações dentro de certos limites, para tanto, utiliza-se sempre medidas de variáveis internas e/ou de saída do sistema, num esquema de *realimentação ou feedback* em torno do sistema original. Este é um conceito de incalculável poder tecnológico para o aperfeiçoamento



de inúmeros processos, seja em velocidade e precisão, seja em custo (MORAES & CASTRUCCI, 2007).

Já o controle lógico tem por objetivo completar sistemas lógicos de maneira que eles respondam a eventos externos ou internos de acordo com novas regras que são desejáveis de um ponto de vista utilitário. Este tipo de controle é um meio de automatização que surgiu no início do século XX por necessidade prática, quando contadores, disjuntores, relés de proteção, chaves manuais etc. tinham de ser interligados de maneira a dar partida, proteger componentes e vigiar dia e noite a segurança nos processos cuja eletrificação se implementava. O controle lógico realiza-se por meio de circuitos (elétricos, hidráulicos, pneumáticos etc.) em que as variáveis são binárias; esses circuitos são chamados, genericamente, de redes lógicas que por sua vez pode ser dividido em: redes lógicas combinatórias e redes lógicas sequenciais.

3. TIPOS DE DISPOSITIVOS

Para automação o principal objetivo é comandar eventos sendo suas saídas binárias (0 ou 1, ligado ou desligado), a esses conferimos o nome de dispositivos discretos.

Entre os dispositivos discretos há duas grandes classes: de contato mecânico (entre o processo e o sensor) e sem contato, também denominados sensores de proximidade. Esta última classe é mais importante, tanto pela flexibilidade na solução de problemas de instalação quanto pelo menor desgaste de uso, o que significa maior confiabilidade.

3.1. Dispositivos de Entrada e Sensores

Os dispositivos de entrada e os sensores são dispositivos que ambos tem a função de emitirem informações ao sistema, ou seja, a partir de ações musculares, mecânicas, elétricas, eletrônicas ou uma combinação entre elas esses dispositivos irão inserir instruções no sistema que a partir daí conforme a lógica programada irão ou não gerar um comando que deverá ser executado pelos dispositivos de saída ou atuadores. A diferença aqui estabelecida é quanto ao tipo de contato sendo os dispositivos de entrada com contato mecânico e os sensores sem este contato. Os dispositivos de entrada e os sensores usados no nosso projeto são botoeira, sensor indutivo, balança industrial e chave limite.

3.2. Dispositivos de Saída e Atuadores

Os dispositivos de saída e atuadores são dispositivos que ambos tem a função de receberem informações do sistema, ou seja, a partir instruções inseridas pelos dispositivos de entrada e os sensores no sistema é gerado um comando no qual os dispositivos de saída e atuadores deverão auxiliar ou até mesmo realizar diretamente um trabalho elétrico, mecânico, pneumático ou hidráulico em uma máquina ou processo industrial, ou apenas a fim de realizar sinalização visual ou sonora aos operadores. Entre esses elementos usados no nosso projeto, podemos citar: contadores, solenóides de válvulas, cilindros e motores.

4. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

Os CPLs também são conhecidos como PLCs (do inglês Programmable Logic Controller), é o controlador indicado para lidar com sistemas caracterizados por eventos



discretos (SEDs). As entradas e/ou saídas digitais são os elementos discretos, as entradas e/ou saídas analógicas são os elementos variáveis entre valores conhecidos de tensão ou corrente. Segundo a National Electrical Manufacturers Association (apud HEE, 1995) define que em um sistema de automação que utiliza CLP, os sensores da máquina ou processo, são conectados aos módulos de Entradas, que levam as informações até um software programado por um Técnico ou Engenheiro responsável pela automação, para desempenhar as funções de controle do sistema, onde irá executar operações como: lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética e enviar o resultado dessas operações para os atuadores que são conectados aos módulos de Saídas.

Os CLP's estão muito difundidos nas áreas de controle de processos ou de automação industrial. No primeiro caso a aplicação se dá nas indústrias do tipo contínuo e no outro a aplicação se dá nas áreas relacionadas com a produção em linhas de montagem, por exemplo, na indústria do automóvel. Num sistema típico, toda a informação dos sensores é concentrada no controlador (CLP) que de acordo com o programa em memória define o estado dos pontos de saída conectados a atuadores.

4.1. Tipos de linguagem de programação em CLP

São várias linguagens de programação utilizadas em controladores programáveis. O responsável pela padronização dessas linguagens de programação é o International Electrotechnical Committee – IEC, sendo a norma IEC 1131-3 Programming Languages a recomendada para o assunto em questão (LEWIS, 1998).

Entre essas linguagens existentes foi escolhida a Linguagens de Diagramas de Contatos (*Ladder Diagram*) para fazer a programação do CLP devido a sua facilidade de compreensão e implementação. A linguagem usa dois elementos básicos: instruções lógicas de relé e instruções para transferência de dados.

Este conjunto de instruções lógicas permite que a linguagem Ladder possa substituir, de uma forma eficaz, o controle realizado exclusivamente com relés e por isso é a linguagem de programação de CLP mais simples de ser assimilada por quem já tenha conhecimento de circuitos de comando elétrico (LEWIS, 1998). Desta forma, uma rede Ladder define a estratégia de comando que controla as saídas do PLC. Após a realização dessa abordagem sobre a fundamentação teórica dos principais conceitos da automação empregada á prensa horizontal contínua, irá parti-se para o descritivo sobre o desenvolvimento deste projeto.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A descrição do desenvolvimento do projeto pode ser dividida em etapas:

5.1. Definição do objeto de estudo

Após reuniões e visitas técnicas realizadas, notou-se que o processo de tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos no município ainda é bastante artesanal, devido ao pouco incentivo para o crescimento dessa atividade e que as tecnologias utilizadas são insuficientes para o pleno funcionamento desse processo, já que os poucos equipamentos disponíveis são construídos com materiais reutilizados e por pessoas com conhecimentos empíricos sobre projetos de máquinas. Neste contexto, um maquinário em especial chamou a atenção: a prensa horizontal contínua. Além de ter sido construída sem projeto algum (apenas baseando em



imagens de modelos de máquinas já existentes) e com materiais reciclados, a prensa ainda não possuía qualquer dispositivo de acionamentos de seus componentes ou qualquer projeto para torná-la automatizada.

5.2. Pesquisa, levantamento das necessidades e definição dos objetivos

Definido o objeto de estudo, partiu-se para pesquisas mais aprofundadas sobre o mesmo. Concluiu-se que o funcionamento da prensa teria que ser adaptada a realidade da usina de reciclagem. Para isso, pensou-se em automatizá-la levando em consideração a minimização dos custos para implementação e a complexibilidade do futuro sistema a ser implantado, pois a usina não dispõe de uma equipe manutenção qualificada.

5.3. Elaboração do projeto para inserção de automação do maquinário

Apresenta-se o estudo de caso no qual emprega elementos, como botoeiras, sensores indutivos, contadores, válvulas eletro-hidráulicas além de atuadores hidráulicos, na montagem de circuitos eletro-hidráulicos projetados inicialmente através de um software de simulação virtual onde é possível testar com fidelidade do comportamento real do circuito. Em seguida, programa-se o controlador lógico programável através das recomendações da Norma IEC-1131-3 para atender a lógica requerida para comunicar-se com os sensores e elementos atuadores.

6. PRENSA HORIZONTAL CONTINUA

Prensa Horizontal Contínua é o nome o qual se designa a estrutura, composta pela armação em ferro e elementos elétricos e hidráulicos, destinada a compactação de diversos tipos de materiais recicláveis.

Essa estrutura dispõe de um conjunto de três prensas, cada uma aplicando pressão em um cilindro hidráulico, responsáveis pela compactação (P1 e P3) e pelo movimento das agulhas contendo linhas (P2) que serão responsáveis pela amarração dos fardos; de uma caixa de abastecimento por onde o material será inserido através da correia transportadora; uma caixa de compactação que será o lugar onde o material será depositado depois de inserido através da caixa de abastecimento e onde o material será prensado através do cilindro principal conforme se pode observar na Figura 2 e Figura 3.

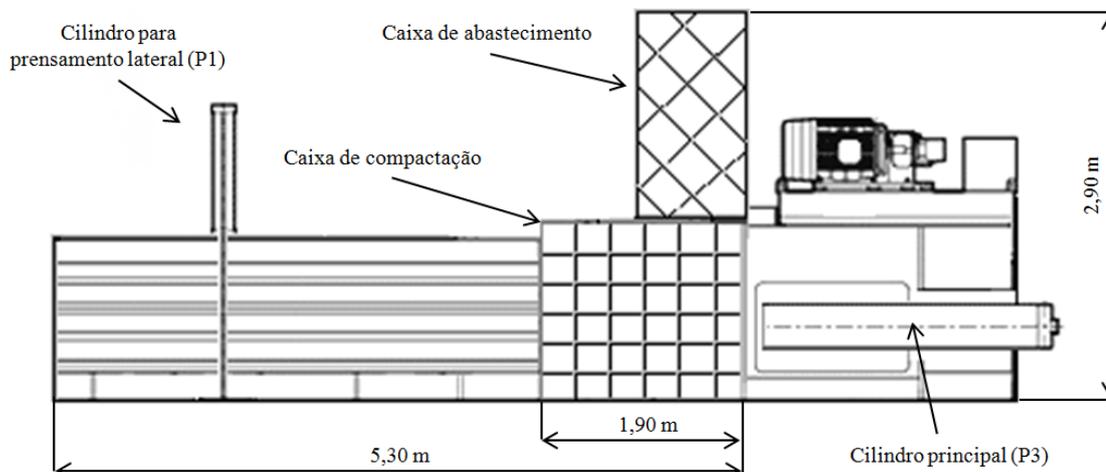


Figura 2 - Visão lateral da prensa horizontal contínua.

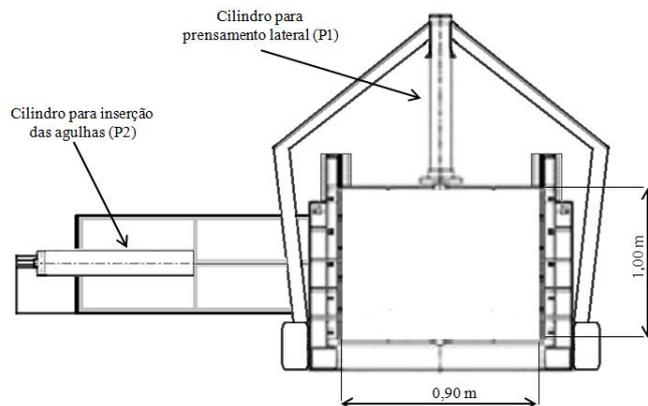


Figura 3 - Visão de frente à prensa horizontal contínua.

As três prensas tem o mesmo princípio de funcionamento apesar de, neste caso, desenvolver ações diferentes, por isso, em termos de caracterização, definimos cada uma dessas prensas hidráulicas como um elemento que usa a pressão hidráulica a fim de exercer força sobre um objeto segundo o princípio de Pascal. Considerado o mais comum e mais eficiente tipo de prensa industrial, as prensas hidráulicas aplicam uma grande força ou pressão sobre o objeto que se deseja prensar.

Assim, as prensas hidráulicas, diferente das prensas mecânicas e martelos as quais utiliza a energia mecânica para causar movimento, utilizam fluidos para aplicar pressão a um cilindro hidráulico e operam com velocidades relativamente baixas. Esta pressão (WALTERS & VAN TYNE, 2010), resulta na movimentação do pistão hidráulico, sendo que a velocidade e a carga podem ser facilmente ajustadas por meio de um sistema de controle adequado.

Basicamente, a operação e funcionamento das prensas hidráulicas utilizam os seguintes princípios: inicialmente aciona-se a bomba que irá pressurizar o fluido hidráulico; o fluido a alta pressão é armazenado em um reservatório; quando solicitado o movimento da prensa, uma válvula de controle é aberta e o fluido corre por um tubo em direção à prensa. Essa válvula será ativada eletricamente (solenoide) depois de acionada uma botoeira de comando. Quando o fluido pressurizado alcança a prensa, faz com que o pistão hidráulico se mova; a matriz está acoplada a um pistão e durante a movimentação ela entra em contato com a peça de trabalho. A energia armazenada no fluido pressurizado é dissipada na forma de trabalho durante a deformação.

7. SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

Define-se a simulação como sendo o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos, com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação (PEDGEN et al., 1995), por isso, antes de se implementar os circuitos eletro-hidráulicos na prática, optou-se criar no ambiente de desenvolvimento no software comercial versão demo os ditos circuitos.

Este software é muito usado não só para o desenvolvimento de circuitos elétrico-hidráulicos, mas também para circuitos pneumáticos, diagrama Ladder e blocos lógicos, por conter uma biblioteca variada e recursos gráficos de demonstração de funcionamento de diversos componentes além de permite a simulação dos circuitos mostrando se os mesmos encontram-se energizados e/ou pressurizados através de linhas em vermelho e azul, respectivamente.



Este tipo de recurso é importante à medida que alia a aplicação dos conhecimentos adquiridos através de pesquisas e estudos em projetos reais com a possibilidade de vê-lo em prática sem comprometer a integridade do sistema uma vez que ele já passou por uma prévia do funcionamento, pois “atualmente, na medida em que os processos mercantis e produtivos tornam-se mais complexos e dinâmicos, o trabalho deve interligar-se à aprendizagem, para que as organizações permaneçam competitivas” (SENGE, 1994).

Sendo assim, os projetistas podem testar virtualmente diversos modelos de circuitos antes de decidirem pela melhor configuração e a partir daí fazer aquisições dos componentes físicos para montagem final do circuito desejado levando em consideração inclusive a utilização de um controlador lógico programável tendo em vista uma maior integração com a planta industrial.

8. FUNCIONAMENTO

O funcionamento da prensa horizontal continua ocorre da seguinte forma: primeiramente, deve se inserir fardos do mesmo material que se irá ser prensando já confeccionados, isso pode ser feito nas prensas verticais presente na usina de reciclagem. O motivo para se inserir estes fardos é que se necessita de algo que impeça a passagem do material admitido através da caixa de abastecimento para a área de compressão lateral, já que a prensa não possui um sistema de fechamento (porta) para impedir que isso aconteça. Deve-se também, inserir as linhas nas quatro agulhas que irão transpassar a prensa.

Feito este passo inicial, pode-se iniciar de fato a operação do sistema de enfardamento acionando manualmente os seguintes componentes: o motor da bomba M1 e, em seguida, é acionada a solenoide S1 da válvula direcional 1 através da botoeira B.A_P1 ativando assim o cilindro P1 o qual irá comprimir lateralmente a prensa e também é acionada a solenoide S3 da válvula direcional 2 através da botoeira B.A_P2 ativando assim o cilindro P2 o qual irá inserir as agulhas. Quando uma botoeira é desacionada, desligando a solenoide, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o cilindro permanece avançado. Portanto, para fazer com que a haste do cilindro avance, não é necessário manter a botoeira acionada, basta dar um pulso e soltar a botoeira, já que a válvula direcional memoriza o ultimo acionamento efetuado. Feito isso, o operador deve retirar a linha e prende-la na lateral da prensa e depois é acionada a solenoide S4 da válvula direcional 2 através da botoeira B.D_P2 para recolher as agulhas ao estado inicial.

Isso dará condição para acionar a correia transportadora M2 para, assim, começar o processo de admissão do material a ser prensado. Essa admissão é feita através de um funcionário ou mais que depositaram o material na esteira; a esteira, por sua vez, levará o material até a prensa onde o mesmo cairá na caixa de abastecimento.

As caixas de compactação e abastecimento possuem dois tipos de sensores que são: uma balança industrial, no piso da caixa de compactação, para dar a informação da variável peso, uma das responsáveis por parar a correia transportadora assim que atingido o valor pré-estabelecido e um sensor, na caixa de abastecimento, que limitará a altura permitida que o material possa atingir dentro da caixa de abastecimento sendo esta a variável altura também responsável por parar a correia transportadora. Ambas as informações peso e altura serão destinadas ao CLP. Há ainda outro sensor na parte superior da caixa de abastecimento responsável por parar todo o processo caso as variáveis peso e altura não sejam acionadas e numa eventual situação o material se acumule ao ponto de transbordar este material através da caixa de abastecimento.



O valor da variável peso é selecionado no CLP antes de iniciar o processo sendo que pode haver vários valores preestabelecidos conforme o material a ser prensado e/ou as dimensões e limitações da prensa.

Quando a balança atingir o peso ideal preestabelecido, a correia transportadora será desacionada automaticamente e iniciará o processo de compactação através do cilindro p3 que será acionado pelo solenoide S5 da válvula direcional 3.

No cilindro P1 há duas chaves limites l5 e l6. Enquanto o l6 não for acionado, o cilindro P3 continua pressionando o material na caixa de compactação. Quando isso acontecer, a solenoide S6 é acionada fazendo com que o cilindro P3 volte ao estado inicial. Quando isso ocorre, a correia transportadora pode ser acionada novamente iniciando assim um novo ciclo de compactação.

Esse ciclo será repetido quantas vezes sejam necessárias até que o sensor indutivo instalado nas roldanas indique para o CLP, após x voltas, que a quantidade de linha necessária para que o fardo atinja um metro de comprimento foi atingida. Este passo do processo acontece da seguinte maneira: há quatro roldanas cada uma será usada para uma amarração em volta do fardo, na estrutura de uma das roldanas há uma barra metálica a qual será detectada pelo sensor indutivo que transmitirá o sinal para um contador que a partir de certo numero de voltas preestabelecido fechará um de seus contatos energizando a solenoide S3 que fará o cilindro P2 com as agulhas transpassarem o fardo. Assim que acionado a válvula solenoide S3 aciona-se também o contator KP2_1 o qual possui um contato auxiliar que fará o *reset* do contador o preparando para iniciar uma nova contagem.

Assim que seja atingido esse valor, automaticamente as agulhas serão inseridas transpassando o fardo ou passando por trás do mesmo, dependendo da posição a qual ele se encontra. O operador, então, deverá cortar a linha e amarrar a ponta cortada com a outra ponta que estava amarrada na lateral da prensa. Feito isso, o operador deve amarrar a outra ponta da linha que foi cortada na lateral da prensa e, em seguida, acionar a botoeira B.D_P2 para recolher o cilindro das agulhas. Assim, o processo de admissão de material pode ser reiniciado automaticamente e o processo continuará como já descrito anteriormente.

A qualquer momento, no caso de algum acidente ou por outro motivo de força maior, umas das botoeiras de emergência podem ser acionadas e desligar todo o sistema, assim como, os sensores de temperatura e de nível presentes no reservatório de óleo dos três cilindros podem alertar valores de temperatura superior e/ou de nível inferior ao preestabelecido para atuar no sistema.

Na figura 4 estão dispostos os três cilindros mostrando o circuito eletro-hidráulico montado.

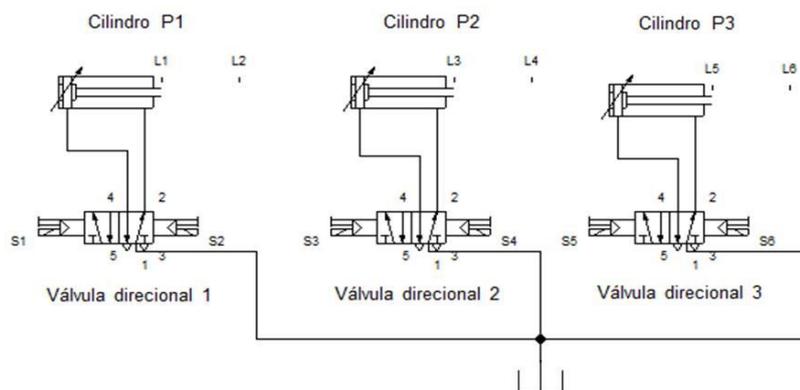


Figura 4 - Circuito eletro-hidráulico.



A Figura 5 representa o circuito de comando do processo descrito acima atentando que por não haver a possibilidade de inserir o sensor de peso e a balança no circuito, optou-se, por questão de visualização, em colocar duas botoeiras representando tais componentes. Há ainda a presença de um relé contador que fará a contagem do número de voltas necessárias para atingir o comprimento para amarrar um fardo.

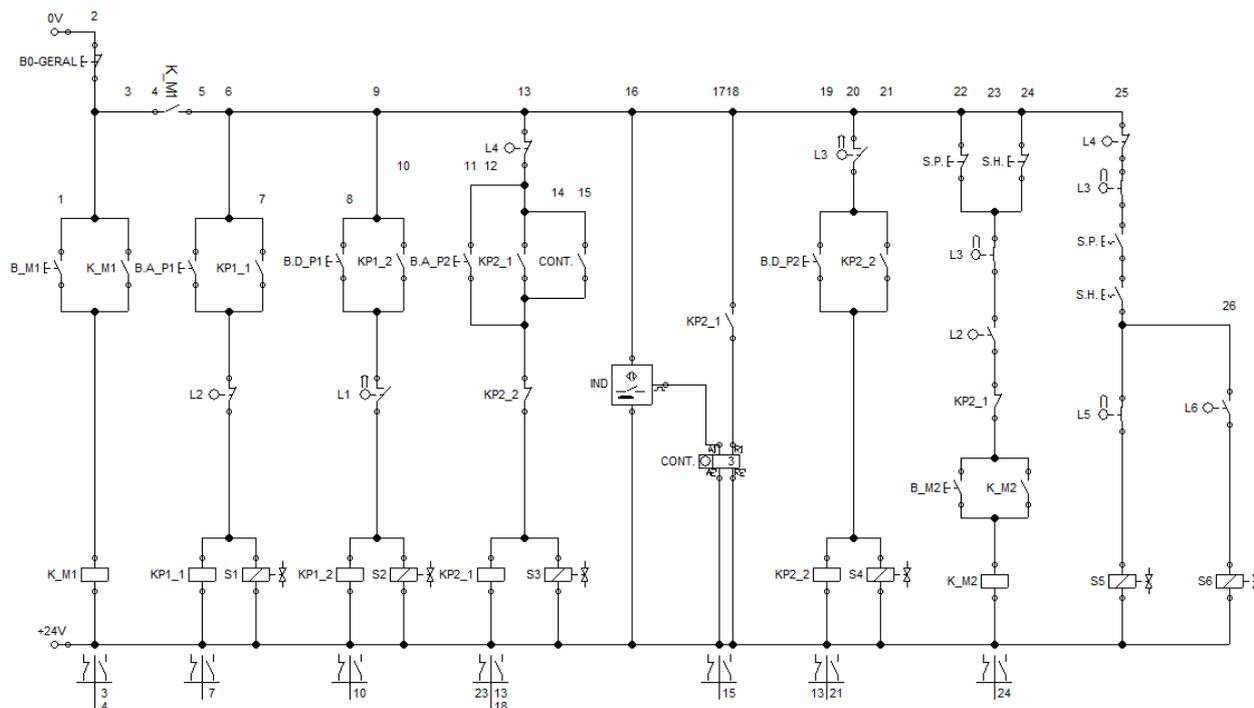


Figura 5 - Diagrama de comando.

9. CONCLUSÃO

Com o passar do tempo e o avanço tecnológico, o mundo passou a produzir e consequentemente consumir mais, sendo assim, por não ter um destino correto após seu uso, este material acaba degradando e poluindo o meio ambiente, por isso, tendo em vista a preservação ambiental e a diminuição da poluição de resíduos sólidos na cidade de Tucuruí – PA, visou-se a instalação da usina de reciclagem e compostagem. A automação da usina vem por buscar o aumento da produção da mesma, acompanhando o crescimento da cidade, pois seu desenvolvimento estará diretamente relacionado com a sua produção de resíduos sólidos.

Neste trabalho, os autores propunham realizar o projeto de automatização de um conjunto hidráulico de um maquinário destinado a indústria de reciclagem através da integração dos componentes hidráulicos, elétricos e eletrônicos. Pensando na futura implementação e na possibilidade desse projeto ser usado em outras situações, criaram-se circuitos simples com elementos de fácil acesso e custos relativamente viáveis além de que os diagramas podem ser utilizados para automação de outras prensas com funcionamento semelhante sendo necessárias apenas as devidas adaptações à realidade local.

A lógica de comando passa a ser executada através dos controladores lógicos programáveis – CLP's utilizando os dispositivos de entrada e sensores como forma inserir



sinais no CLP que irá interpretar executando a lógica a qual foi programado e transmitir os sinais obtidos para os dispositivos de saída e atuadores.

Devido a crescente complexidade dos processos de automação industrial nas mais diversas áreas, surgiu à necessidade da criação de técnicas de representação desses processos utilizando recursos computacionais. Por isso, a verificação do correto funcionamento dos circuitos deve-se a simulação realizada num software de desenvolvimento de projetos de circuitos eletro-hidráulicos onde cada passo do projeto pôde ser demonstrado e analisado para, então, converter a sua lógica de comando para um controlador lógico programável utilizando a linguagem Ladder, umas das linguagens do padrão IEC 1131-3. Com a possibilidade de simular todo o processo que será colocado em prática o projetista consegue grande versatilidade na construção de automatismos à medida que consegue a viabilidade econômica, a confiabilidade e agilidade para a construção dos circuitos.

Futuramente, deseja-se utilizando ao invés da álgebra booleana a lógica Fuzzy para controle do processo em questão. A utilização de regras Fuzzy e variáveis linguísticas conferem ao sistema de controle varias vantagens, incluindo a simplificação do modelo do processo; melhor tratamento das imprecisões inerentes aos sensores utilizados; facilidade na especificação das regras de controle; satisfação de múltiplos objetivos de controle; e facilidade de incorporação do conhecimento de especialistas humanos. Contudo, tanto as leituras de sensores quanto os sinais esperados pelos atuadores do sistema de controle não pertencem à linguagem desta lógica, fazendo-se necessário que convenções da lógica aritmética para a lógica Fuzzy. Assim, estes tipos de sistemas possuem elementos adicionais denominados fuzzificador e defuzzificador e estão posicionados na entrada e saída do sistema de controle, respectivamente. (FERNANDES et al., 2005).

Ressalta-se também que desenvolvimento desse projeto contribui necessariamente para: o estreitamento do vínculo entre o Campus Universitário de Tucuruí da UFPA e a sociedade local; integrar as ações de ensino, pesquisa e extensão através da contribuição da Faculdade de Engenharia Mecânica; exercitar a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade através das ações de extensão com confecção de protótipos de tecnologias adaptadas, para serem apresentadas na forma de assessoria técnica, principalmente as entidades que estão relacionadas com a questão ambiental no município de Tucuruí, priorizando as tecnologias que buscam a melhoria do processo de reciclagem dos resíduos sólidos. Além disso, os discentes envolvidos no programa estão tendo a oportunidade de desenvolver atividades de extensão, fortalecer os conhecimentos teóricos adquiridos no curso relacionando-os com situações reais de engenharia propiciando a vivência com as questões sociais da população, numa oportunidade de devolver à sociedade de forma objetiva os conhecimentos obtidos durante sua formação.

Agradecimentos

Os autores são gratos aos senhores Alexandre Magno Giordano e Diego Raniere Nunes Lima pelas informações fornecidas para o desenvolvimento deste trabalho, a Diretoria da Faculdade de Engenharia Mecânica da UFPA – Campus Tucuruí e a empresa Eletrobrás/Eletronorte pelo constante apoio aos projetos do campus Tucuruí.

10. REFERÊNCIAS

ART SYSTEMS SOFTWARE GMBH. **FluidSIM 4 Demo Versions**. Disponível em: <http://www.art-systems.com/fluidsim/index4_e.htm> Acesso em: 10 fev. 2012.



CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. São Paulo; 2010. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/download/pnrs_002.pdf> Acesso em: 16 jan. 2012.

FERNANDES, F. G.; LOPES, J. S. B.; MAITELLI, A. L.; ARAÚJO, F. M. U.; OLIVEIRA, L. A. H. G. **Implementação de controladores PID utilizando lógica fuzzy e instrumentação industrial**. VII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. São Luis: Universidade Estadual de Londrina, 2005.

HEE, Robert B. **Knowing the basics of PLCs**. Disponível em: <http://ecmweb.com/mag/electric_knowing_basics_plcs/> Acesso em: 25 Jan. 2012

MORAES, Cícero Couto de. CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial: Hardware e software, redes de Petri e Gestão da automação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 2007. 347 p.

PEDGEN, C. D. SHANNON, R. E. SADOWSKI, R. P. **Introduction to simulation using SIMAN**. 2. Ed. New York: McGraw-Hill, 1995. 600 p.

WALTERS, J. VAN TYNE, C. J. **Presas hidráulicas oferecem flexibilidade de produção e controle preciso**. Forge, São Paulo, Brasil, n. 4, abr. 2010. p. 14-17. Disponível em: <<http://www.sfeditora.com.br/sfeditora/upload/forge/2010.04/#/8>> Acesso em: 12 jan. 2012.

WWF. **Falta de reciclagem causa prejuízos de R\$ 8 bilhões ao ano**. World Wide Fund For Nature. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/?28204/Falta-de-reciclagem-causa-prejuizos-de-RS-8-bilhoes-ao-ano>> Acesso em: 16 jan. 2012.

AUTOMATION OF HYDRAULIC PRESSES SYSTEM FOR RECYCLING PLANTS

Abstract: *The Federal University of Pará - Tucuruí Campus has sought to establish partnerships with various entities of the Tucuruí region, with or without profitable purposes, directed to projects that encourage recycling of solid waste actions seeking to create continuous technological inclusion with these entities. This initiative aims to fabricate prototypes of appropriate technologies, which will be devised by teachers and students on campus, which will help in improving technology through technical advisory services for public action, in order to find solutions to improve the process of recycling of solid waste received not only their own bodies as well as the academic community and the wider community. Given this, after meetings and technical visits, highlighted the sorting and composting plant localized in this municipal, whose machinery was built with reused materials and people with empirical knowledge about machinery design, due to little incentive to growth this activity the technologies used are insufficient for the fully operation of this process. In this context, the mechanical engineering college and the sorting and composting plant are developing a project that will create a system automation and process control in machinery installed in the plant, named continuous horizontal press.*

Keywords: *Automation, Control of Process, Recycling, Environment, Continuous Horizontal Press.*