

ADRIANO DE DEUS FRAÇÃO
GERALDO GOBITSCH BISNETO

Note final
8,2 (ok e dan)



MECANISMO AUTÔNOMO SELETOR DE MATERIAIS

Monografia de Trabalho de
Graduação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo como parte dos requisitos
para obtenção do título de
Engenheiro Mecatrônico

São Paulo
2006

**ADRIANO DE DEUS FRAÇÃO
GERALDO GOBITSCH BISNETO**

**MECANISMO AUTÔNOMO
SELETOR DE MATERIAIS**

Monografia de Trabalho de Graduação
apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como parte
dos requisitos para obtenção do título
de Engenheiro Mecatrônico

Área de Concentração: Engenharia
Mecânica – Automação e Sistemas

Orientador: Prof. Livre-Docente Lucas
A. Moscato

**São Paulo
2006**

TF_06
F841m

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600012482

FICHA CATALOGRÁFICA

1518814

Fração, Adriano de Deus
Mecanismo autônomo seletor de materiais / A. de D. Fração,
G.G. Bisneto. -- São Paulo, 2007.
p.

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de
Sistemas Mecânicos.**

**1.Materiais recicláveis (Automação) 2.Automação industrial
3.Sistemas discretos 4.Sensor 5.Linguagem de programação
I.Gobitsch Bisneto, Geraldo II.Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de
Sistemas Mecânicos III.t.**

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho às nossas famílias

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Lucas A. Moscato pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante todo o trabalho.

Aos familiares Ângelo Fração e Ivone Fração pelo apoio e incentivo.

Aos amigos Denis Nagasima, Fernando Torres, Rodrigo Spadacia, Rodrigo Costa, Pedro Gusmão, Beatriz Azevedo e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho busca a aplicação de conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Mecatrônica em situações práticas. Trata-se do projeto e construção de um protótipo, em pequena escala, de um seletor de materiais recicláveis a ser usado em refeitórios industriais, capaz de distinguir autonomamente os talheres, guardanapos de papel e copos plásticos, além de separar outros materiais diferentes destes, seja para reciclagem ou para ser jogado fora, fazendo isso a partir do conjunto: sensores, CLP e atuadores. O trabalho visa também a modelagem de um sistema a eventos discretos, utilização de linguagem Ladder para a programação do CLP, contendo a lógica necessária para a ação dos atuadores de acordo com a combinação de sensores excitados.

ABSTRACT

The present work aims for the practical application of the knowledge obtained during the Mechatronics Engineering graduation course. It concerns a prototype project and construction, in small scale, of a recyclable materials selector to be used at industrial refectories, capable of distinguishing metal (forks, spoons and knifes), paper (napkins), plastic (cups) and other (anything that does not fit these categories). This prototype separates the materials into 4 different buffers (metal, plastic, paper and others) without man supervision using: sensors, PLC and actuators. In order to achieve this objective, a discrete system modeling is done using Ladder to program the PLC, which contains all the necessary information to turn ON/OFF the actuators according to the excited sensors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: sensor óptico	17
Figura 2: esquema elétrico do sensor óptico	18
Figura 3: sensor indutivo	19
Figura 4: esquema elétrico do sensor indutivo	21
Figura 5: forma ilustrativa do sensor indutivo	21
Figura 6: partes do sensor indutivo	21
Figura 7: detalhes do sensor indutivo	22
Figura 8: sensor capacitivo	22
Figura 9: esquema elétrico do sensor capacitivo.....	23
Figura 10: amplificador operacional	24
Figura 11: curva de torque x velocidade de um motor de passo.....	25
Figura 12: ilustração do Sistema a Eventos Discretos.....	28
Figura 13: modelo de controle por SED	30
Figura 14: esquema da modelagem em Redes de Petri	33
Figura 15: modelo simplificado em Ladder	35
Figura 16: esquema simplificado do mecanismo	47
Figura 17: foto superior direita- estrutura, prensa, circuitos eletrônicos, esteira	76
Figura 18: foto lateral direita – motores, biela-manivela, sensor de presença, CLP... ..	76
Figura 19: Foto superior esquerda - fuso da prensa, motor de posicionamento	77
Figura 20: Foto lateral esquerda - esbarros laterais, rodas para permitir o giro.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	Computer-Aided Design
SFC	Sequential Flow Chart
PFS	Production Flow Schema
MFG	Mark Flow Graph
CLP	Círculo Lógico Programável
SED	Sistemas a Eventos Discretos
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
SVC	Sistema de Variáveis Contínuas
ONG	Organização Não Governamental
AmpOp	Amplificador Operacional
DC	Direct Current
AC	Alternative Current
CI	Círculo Integrado
Trafo	Transformador

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Motivação	13
3. Objetivo	14
4. Conceitos Básicos	16
4.1. Sensores.....	16
4.2. Acionamentos	25
4.3. Sistemas Discretos	28
4.4. CLP	29
4.5. Modelagem e Simulações.....	31
5. Aspectos Metodológicos	37
5.1 Inicialização	38
5.2 Planejamento	38
5.3 Idéia	39
5.4 Concepção.....	40
5.5 Execução	40
5.6 Testes	41
5.7 Implementação	41
5.8 Documentação.....	41
5.9 Entregas.....	42
6. Estado da Arte.....	43
7. Proposta de Funcionamento	45
8. Componentes Especiais	48
8.1. Esteira.....	48
8.2. Prensa.....	49
8.3. Sensor capacitivo.....	49
8.3. Demais componentes mecânicos	50
9. Implementação.....	52
10. Discussões	53

11. Resultados	58
12. Conclusões.....	60
13. Bibliografia.....	61
14. ANEXOS	64
Desenhos de Fabricação.....	64
Imagens do Protótipo	76
Especificações Técnicas do CLP	78
Arquitetura	78
Overview da Solução.....	79
Reciclagem.....	79
Circuitos Eletrônicos.....	85
Círculo Seguidor de Emissor.....	85
Círculo Amplificador	85
Círculo Controlador de Motores CC	86
Relê	86

1. Introdução

O presente documento apresenta o desenvolvimento de um estudo sobre a possibilidade de novas alternativas para o aspecto da separação e seleção de diferentes tipos de substâncias. E propõe uma solução para a identificação de determinados tipos de materiais, a partir de um mecanismo autônomo capaz de identificá-los, selecioná-los e alocá-los devidamente conforme seu tipo. Executando isto sob a óptica da Engenharia.

Considerando a importância da questão ambiental, os insumos a serem selecionados enquadram-se no âmbito de materiais recicláveis. Pleiteando-se assim que possam ser mais facilmente selecionados e separados para poderem ser encaminhados à reciclagem, ao reuso ou a qualquer outra forma de reaproveitamento (e até mesmo, no caso de serem descartados à reciclagem, necessitam normalmente ser separados). Crendo então, que tal Mecanismo possibilite a otimização no processo de coleta de tais produtos em questão, diminua o desperdício e a perda dos mesmos e por fim tente evitar possíveis contaminações destes ao entrarem em contato com outros ou até mesmo se misturarem, o que facilita a etapa de preparo para a reutilização (por exemplo, dispensando ou amenizando a lavagem e higienização), podemos notar a importância deste tipo de Equipamento.

Desta forma, este trabalho encontra-se estruturado em capítulos e fases cronologicamente dispostas que culminam ao fim, no dispositivo proposto.

Inicialmente, apresentamos a motivação, a qual levou a busca por tal solução e o objetivo que se pretende alcançar. Partimos assim para os conceitos básicos referentes ao trabalho e em seguida o escopo propriamente dito, detalhando os objetivos a serem atingidos e o que está fora do estudo aqui apresentado, juntamente com a metodologia usada para guiar o projeto, onde mostramos o encaminhamento das etapas aliadas a um cronograma. Após o estudo da viabilidade e escolha da melhor solução definimos os parâmetros técnicos (mecânicos, eletrônicos, de controle), sendo nesta fase auxiliados por ferramentas de

engenharia, de visualizações e estruturas (CAD), simulações de algoritmos e processos (SFC, Ladder), entre outros. Em seguida, a construção mecânica, integração com a parte eletrônica, condicionamento do sistema sensorial e funcionamento do mecanismo de controle (CLP), até culminar na implementação propriamente dita.

2. Motivação

Haja vista a importância da reciclagem, não apenas econômica ou ambiental, mas também social no mundo atual, onde cada vez mais se fala do uso (e reuso) consciente dos insumos, faz-se presente à necessidade do aperfeiçoamento das técnicas de coleta de "lixo". E porque não dizer: de coleta **seletiva** de materiais?

Assim, percebeu-se que faltam instrumentos de cunho da engenharia capazes de facilitar este processo de **seleção** dos materiais; que apresentaria aplicação imediata no caso da "separação" de resíduos recicláveis, embora pudesse vir a ter escopo não só para itens que seriam jogados fora, como também em qualquer processo que seja necessário o reconhecimento do material para a sua reutilização, ou apenas separação.

Dada a carência do que poderia ser um anseio oculto da sociedade, vislumbrou-se a possibilidade de, a partir das ferramentas adequadas da engenharia, automatizar o processo de separação de diversos tipos de materiais, acabando assim (ou pelo menos diminuindo) o desperdício de "restos" que ainda poderiam vir a servir a sociedade.

Isto seria o ideal, mas a auto-suficiência do processo de separação tange e a ser algo muito complexo e distante, talvez pra nossa realidade: inalcançável. Então por que não agir sobre o decorrer da seleção, visto que o primeiro passo para a distinção é o reconhecimento? Porque não agir sobre a automação do processo de escolha do material, ou da lata de lixo certa?

No intuito de dar um "ponta-pé" inicial para a solução definitiva do problema apresentado e estimulados em responder entusiasmadamente as duas perguntas acima, se idealizou um mecanismo autônomo capaz de reconhecer/distinguir alguns tipos de materiais e alocá-los em lugares específicos.

Enfim, encontrou-se então o que se queria, um seletor autônomo de materiais. E crendo nesta idéia o presente trabalho foi desenvolvido.

Obs: maiores detalhes e informações estatísticas sobre reciclagem nos anexos.

3. Objetivo

O presente estudo busca a aplicação de alguns dos conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia mecatrônica em situações práticas da vida real ligadas às necessidades humanas. Considerando aspectos também de cunho social, econômico e ambiental.

Desta forma, a partir do uso de ferramentas de engenharia, como softwares (CAD, por exemplo), linguagens (SFC, por exemplo), simulações, entre outros, vislumbra-se a idealização, o projeto e a construção de protótipo de um mecanismo autônomo seletor de materiais.

No caso, trata-se de uma “ferramenta” para uso em restaurantes universitários, refeitórios industriais ou similares, capaz de distinguir alguns tipos de materiais que necessitam ser separados no momento da devolução das “bandejas”: talheres (metal), guardanapo de papel e copo descartável (plástico). Além de uma outra separação, denominada “outros”, a qual se encontrariam quaisquer outros tipos de material além dos três acima.

Objetiva-se fazer a modelagem do processo em questão como um sistema discreto, mostrando seu funcionamento através de linguagem *Ladder*, a qual pretende-se usar para o sistema de controle através de CLP ou usando um circuito micro-controlador através de afirmações lógicas.

Deve-se atentar também ao fato do uso da tecnologia de sensores para se fazer à distinção dos materiais. Não somente de sensores específicos para reconhecê-los, mas das soluções alternativas encontradas para se conseguir realizar o que foi proposto.

Assim pretende-se construir um protótipo capaz de simular a ocorrência destes fatos da vida prática, através de considerações e particularidades previamente definidas para que o mecanismo seja apto a desenvolver as atividades propostas de identificação e alocação dos materiais.

Apesar de poder ocorrem soluções específicas que se apliquem provavelmente apenas a tal caso, também se entende como um dos objetivos principais deste projeto, usar a criatividade baseando-se nos conhecimentos de engenharia até então absorvidos para resolver problemas os quais ainda não se havia solução, ou até mesmo problemas que nem existam ainda.

Sendo esta, além de uma preocupação latente, é ao mesmo tempo uma capacidade que se acredita necessária para um engenheiro. Desta forma aqui também temos a oportunidade de exercitar este tipo de situação.

4. Conceitos Básicos

Neste capítulo pretendemos mostrar de forma sucinta, o maior número possível (de preferência todos) dos equipamentos envolvidos neste projeto; e através de uma teoria fundamentada nos conceitos físicos e matemáticos destes componentes mostrar suas possíveis utilizações em nosso mecanismo. Isto leva a entender porque estamos citando-os e de certa forma, já dar alguma idéia do mecanismo proposto a ser desenvolvido.

Trata-se basicamente do funcionamento dos sensores e atuadores que idealizamos usar. Observando sempre que já ocorreu uma pré-seleção do que poderia ser usado ou não para obtermos os resultados desejados. Há ainda uma abordagem sobre sistemas a eventos discretos (algo que está intimamente relacionado à modelagem do mecanismo proposto).

E para *linkar* os itens acima abordamos, também falamos um pouco sobre os componentes eletrônicos auxiliares que possibilitam a integração destes sistemas, como os componentes e montagens eletrônicas usadas e o próprio CLP.

4.1. Sensores

O termo sensor é utilizado para designar sistemas conversores de uma energia não elétrica em energia elétrica, sinais que podem ser analisados e usados para se tomar decisões.

O sensor deverá interagir com o processo a medir sem alterar as condições a determinar e emitir para o exterior um sinal elétrico de saída proporcional (análogo) ou não (digital) ao valor medido.

Os sensores podem ser com ou sem contato mecânico. Os com contatos tratam-se basicamente de chaves on/off a serem acionadas pelo fechamento de circuitos elétricos através de contato físico. Os de entrada remota de sinal (sem

contato mecânico) geralmente, são subdivididos segundo a tecnologia de detecção empregada: indutivo, capacitivo, ótico, ultra-sônico, magnético, etc.

No mercado de automação existe uma variedade muito grande de sensores que possibilitam o monitoramento de inúmeras grandezas físicas e eventos. Basicamente, são os sensores que retornam a informação de um evento permitindo que o controlador saiba se uma ação enviada foi executada com sucesso ou não.

Nesse tópico apresentamos uma noção sobre os sensores empregados nos sistemas de desenvolvimento de nossa máquina (ou potencialmente possíveis para a aplicação em questão) e viáveis para montagem de nosso protótipo: indutivo, ótico/de presença (infravermelho ou ultra-som), capacitivo e sonoro.

4.1.1. Sensor Óptico

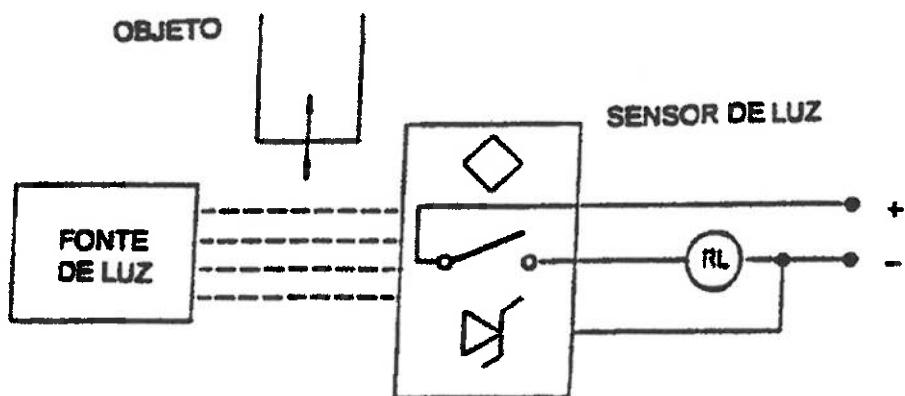


Figura 1: sensor óptico

Os sensores ópticos encontram uma ampla gama de aplicação nos sistemas automatizados.

Permitem a detecção de objetos de qualquer material, dimensão ou forma. Seu funcionamento se dá através da emissão de um feixe de luz, dentro da faixa dos infravermelhos, que será recebida ou não pelo receptor. O sinal de saída será dependente do resultado da detecção: algumas vezes digitais "0" ou "1", ou

conforme a intensidade do feixe recebido fornece uma tensão de saída (em geral entre 0 e 10V).

Nestes sensores, a luz ambiente não deve influenciar no resultado da detecção, para isso, é normal a emissão de feixes de infravermelho modulados com receptores sintonizados para uma determinada freqüência com filtros de polarização.

Com o desenvolvimento da fibra ótica e das células fotoelétricas, ampliou a aplicação destes sensores que permitem o seu uso em áreas limitadas ou de difícil acesso ou ainda quando os motivos de segurança justificam sua aplicação com relação aos demais. Outra razão é a possibilidade de detectar com fidelidade objetos de dimensões reduzidas, em torno de até 0,1 mm.

Quando existem problemas com a superfície ou o tipo de material do alvo (como por exemplo, garrafas ou materiais polidos), faz-se o emprego de fotocélulas de reflexão com filtros polarizados.

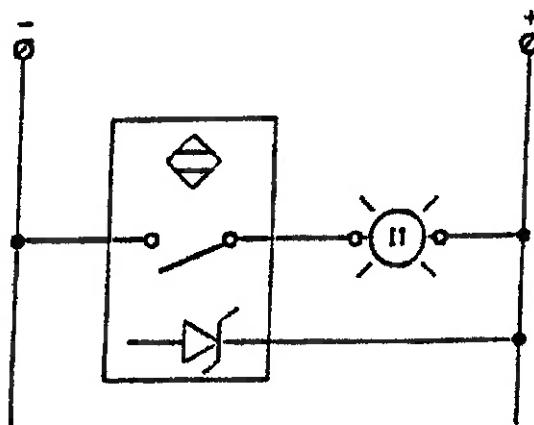


Figura 2: esquema elétrico do sensor óptico

Deve ser dada a atenção para as condições ambientais entre este tipo sensor e o alvo, uma vez que ambientes muito sujos reduzem a distância de detecção.

Em nosso caso, este tipo de sensor servirá para a detectar a presença de um material, ou seja, que irá se iniciar o processo de identificação do mesmo. Pode ser usado também para monitorar a posição do insumo no processo.

4.1.2. Sensor Indutivo

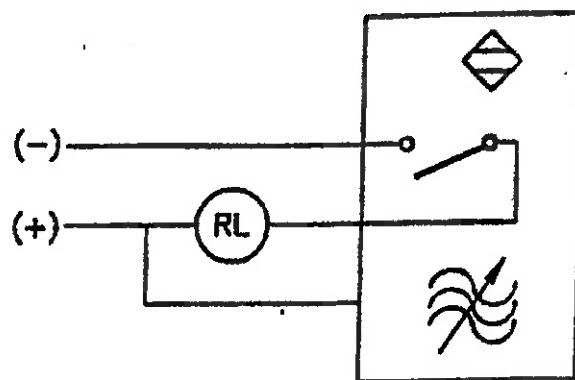


Figura 3: sensor indutivo

Detectam materiais metálicos (ou com características metálicas) a uma distância de até 60 mm (dependendo do detector), sendo insensíveis a ambientes agressivos (umidade, pó, sujeiras, etc.)

O princípio de funcionamento é através de um oscilador, formado por bobinas que constituem a *face sensível de detecção*, onde é criado um campo eletromagnético alternado de alta freqüência. Logo que um objeto com propriedades ferromagnéticas é colocado em frente à face do sensor, as correntes induzidas no objeto pelo campo magnético provocam uma carga adicional que altera a amplitude das oscilações. Como resultado ocorre uma variação na tensão de saída do oscilador. Os mais simples possibilitam a definição de um estado lógico "0" ou "1", conforme o resultado da detecção.

Características do sinal elétrico de saída de um sensor indutivo:

- sinal de saída (0/1), apenas para modelos digitais;
- saídas de contato NA ou NF. Nesse caso existe limite de distância do detector ao alvo entre 0,6 a 60 mm, geralmente. Isso variará conforme o tipo de sensor e características ferromagnéticas do alvo.
- tensão de saída analógica linear (0 a 10V) e proporcional à distância de detecção (apenas para sensores indutivos analógicos).

Algumas aplicações:

1) Detectores de movimento e de posição:

- medição de velocidade de rotação;
- reconhecimento de presença de objetos metálicos;
- detecção de velocidade nula.

2) Controle de movimento:

- fins de curso de cilindros (pneumáticos/hidráulicos);
- referenciação de eixos de um robô;
- detecção de abertura ou fechamento de portas.

3) Controle da produção:

- operação automática, exemplo chegada de material em máquinas automáticas;
- sistemas de alimentação;
- confirmação de presença de conteúdo metálico em embalagens.

4) Controle de sistemas mecânicos:

- falhas de ferramentas;

- substituição de sensores de contato.

5) Contagem e seleção de objetos:

- alimentação de máquinas ferramentas;
- controle e seleção de objetos.

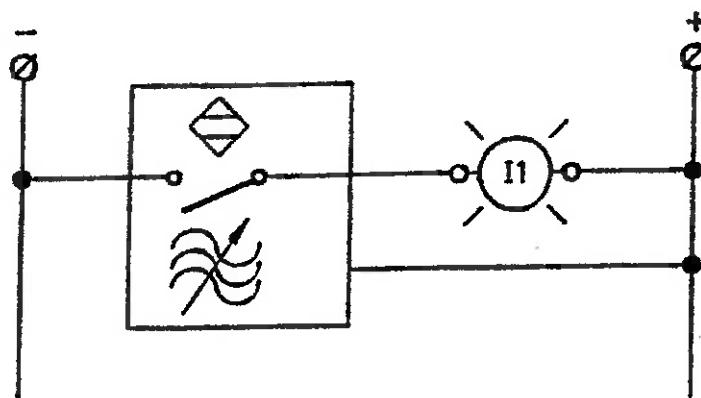


Figura 4: esquema elétrico do sensor indutivo

Em nosso caso este tipo de sensor será determinante para o reconhecimento de materiais metálicos (no caso, os talheres).

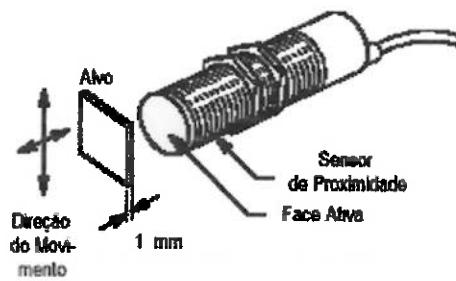


Figura 5: forma ilustrativa do sensor indutivo



Figura 6: partes do sensor indutivo

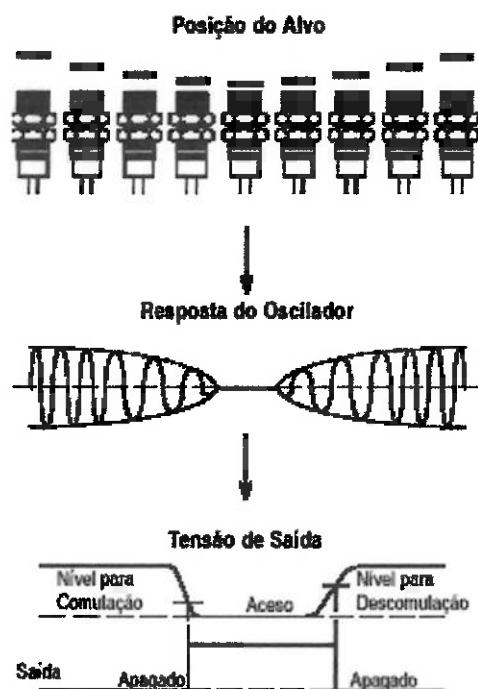


Figura 7: detalhes do sensor indutivo

4.1.3. Sensor Capacitivo

Empregados para detecção de objetos metálicos ou não metálicos, para pequenas distâncias. São largamente empregados para detecção de fluidos e de objetos isolantes. Pode detectar até uma distância de 50 mm, entre o sensor e o alvo.

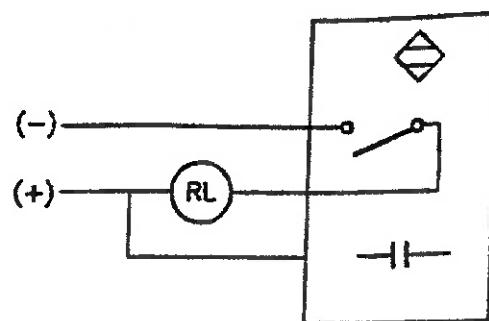


Figura 8: sensor capacitivo

O princípio de seu funcionamento e forma construtiva são semelhantes ao sensor indutivo, diferindo-se pela colocação de um condensador na face de detecção. Assim que um material metálico ou não metálico for colocado diante do sensor, a capacidade de acoplamento é alterada o que provoca oscilações no campo magnético. Esta situação é detectada por um comparador que irá gerar um sinal de saída proporcional ao sinal de detecção.

Existe, geralmente, junto destes sensores um potenciômetro para ajuste da distância de detecção do objeto.

Aplicações típicas:

- controle de nível em silos;
- controle da altura de líquidos em sistemas de enchimento automático;
- controle de vazão.

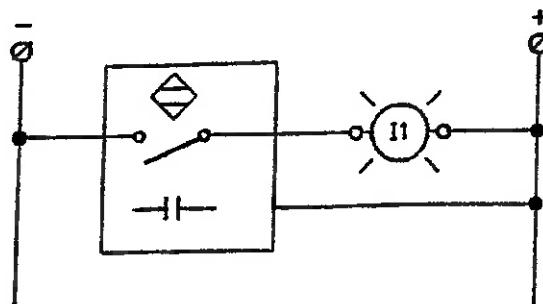


Figura 9: esquema elétrico do sensor capacitivo

No nosso mecanismo, pretende-se usar este tipo de sensor (um análogo aos de medição de nível de líquido), através do qual será possível identificar qual é o material, submetendo-o ao teste de passar por entre as "placas". Isto alteraria a capacidade do mesmo e conforme o sinal de saída conseguíramos reconhecer o material. Também pode ser utilizado para acusar apenas um tipo de materiais caso os demais não causem mudanças realmente sensíveis nesta capacidade.

4.1.4. Sensor Sonoro

Transdutor que faz uso de um cristal piezoelétrico. Consiste em um sensor capaz de transformar um sinal mecânico (em geral uma vibração) em um sinal elétrico. Ele está presente e é o princípio de funcionamento básico de microfones e instrumentos sonoros eletrônicos.

Esta onda gerada é proporcional ao sinal de entrada e segue os mesmos parâmetros deste. Sendo possível através deste tipo de sensor o reconhecimento específico do barulho característico de algo (intensidade ou freqüência), ou de algum acontecimento. Obviamente, se fazendo uso de filtros e tratando o sinal de maneira de forma adequada (podendo digitalizá-lo se necessário).

Em nosso caso, queremos através deste tipo de sensor reconhecer o barulho característico do amassar de um copo descartável (plástico). Para tanto o tratamento do sinal seria muito dispendioso. Mas devemos considerar, que dos materiais em questão o único que realmente emite um som consideravelmente audível ao ser submetido a uma compressão é o “copo”. Então nosso problema transforma-se na identificação de uma intensidade sonora e não de um barulho específico.

Assim faremos uso de um microfone, junto a um mecanismo de compressão (prensa) para podermos identificar eventuais omissões sonoras de intensidade suficiente para que possamos considerar como sendo o material plástico.

Deve ser ainda necessário fazer uma amplificação externa do sinal, a fim de se obter uma maior amplitude na entrada do CLP. Uma forma simples de se fazer isto é através de um circuito com um amplificador operacional. E para que o sinal tenha a potência desejada para ser “sentido”, podemos usar um circuito seguidor de emissor (que será abordado posteriormente).

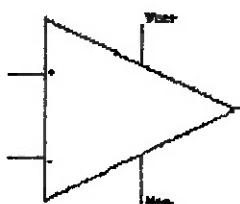


Figura 10: amplificador operacional

4.2. Acionamentos

Mostraremos aqui as formas mais prováveis para acionar mecanismos como este. São basicamente motores, visto que descartamos a possibilidade do uso de solenóide, após uma análise através de uma matriz de decisão. Isto será melhor abordado no capítulo de implementação.

4.2.1 Motor de Passo

O motor de passo é um motor elétrico de alta precisão por trabalhar com um movimento estipulado por uma placa de acionamento que lhe indica quanto pequenos ciclos este deve fazer.

O motor conta com um bom sistema de parada, para que anular a inércia do movimento do mesmo. O movimento é feito por indução elétrica. Possui esta curva (figura abaixo), aproximada, de torque por velocidade.

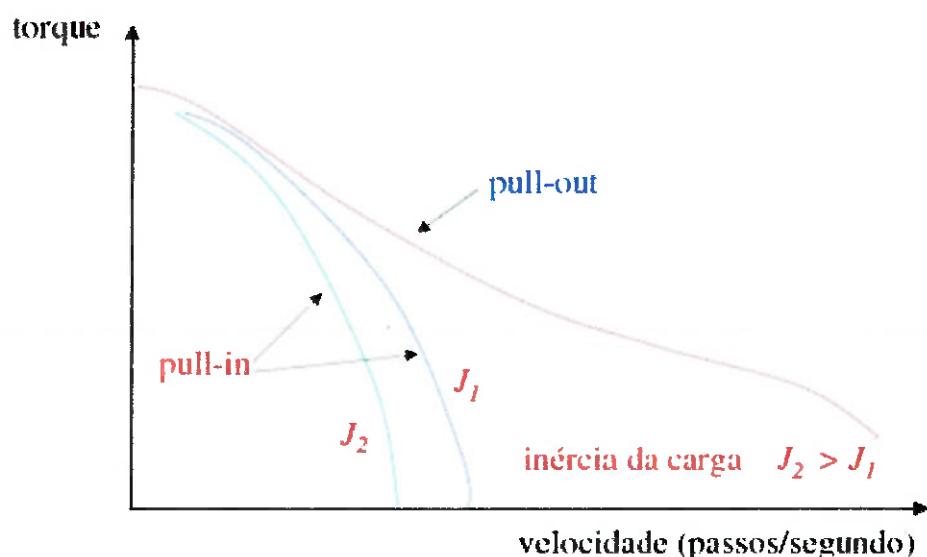


Figura 11: curva de torque x velocidade de um motor de passo

Tal curva mostra o decréscimo do torque aplicado de acordo com o aumento do número de passos por segundo, que indica um aumento da velocidade.

Através das características do motor de passo, poderemos determinar qual será a precisão teórica da nossa máquina para o posicionamento que desejamos, ou seja, metade da menor divisão do motor:

$$\left(\frac{1}{N} \right)$$

$$N = \text{nº de passos por volta}$$

Contudo, sabemos que essa precisão não é real. Que devido a imprecisões das guias, motores e construtivas, acaba-se tendo uma precisão menor.

As maiores preocupações construtivas giram em torno das tolerâncias geométricas e rigidez da complexa estrutura que envolve o posicionamento da esteira frente às saídas de cada tipo de material. A estrutura da máquina deve ser o mais rígida possível com o mínimo de vibrações possíveis, eliminando assim deformações indesejáveis.

Mas é interessante atentar que como nossa máquina não é uma máquina para posicionamento de precisão, a preocupação em se usar motor de passo apenas para o posicionamento frente aos *buffers* de saída trata-se ao fato de se excluirem as possibilidades de alocação errada do material.

Com este tipo de motor também consideramos ser mais fácil a movimentação para os dois lados, apenas invertendo o sentido de rotação do fuso e mudanças de velocidade ao se usar meio passo ou passo inteiro para a locomoção.

4.2.2. Motor de Corrente Contínua

A grande problemática que envolve o uso de motores de corrente contínua em um mecanismo está ligada à questão do controle do mesmo, visto que do ponto de vista de acionamento (para a engenharia), trata-se de um motor mais fácil de manusear que o de passo.

Em um sistema que se utiliza motores de corrente contínua, a fim de se facilitar seu controle, deve-se estabelecer um controle de malha aberta baseado na questão temporal (quanto tempo o motor passa ligado). Caso contrário necessita-se usar *encoder* para se poder ter uma resposta do posicionamento do mesmo.

Há alguns métodos tradicionais de variação de velocidade dos motores CC como resistência em série, sistema Ward-Leonard ou transformador variável + retificador.

Em motores de passo, pode-se usar facilmente controle de malha aberta, pois se pode confiar no número de passos para se estabelecer a posição do mesmo.

Na parte elétrica, uma grande dificuldade do projeto está mesmo em torno do controle dos motores. A elaboração dos algoritmos de interpolação linear (Bresenhan, por exemplo) é um ponto crucial neste quesito. Um problema encontrado aqui, é que os testes só poderão ocorrer quando a estrutura mecânica estiver praticamente pronta, o que se pretende fazer dentro de um planejamento, mesmo assim sem muito tempo extra para a entrega final do trabalho.

Por estes motivos, decidiu-se usar acionamento com motor de corrente contínua para a "rolagem" da esteira da nossa máquina, visto que se trata de um movimento que não exige grande precisão de posicionamento (podendo ser controlado de forma temporal) e trata-se basicamente de um movimento de liga e desliga em um único sentido, ou seja, ou a esteira está desligada ou ligada.

4.3. Sistemas Discretos

Podemos definir um Sistema a Eventos Discretos (SEDs) como: um sistema dinâmico que evolui de acordo com a ocorrência assíncrona de mudanças discretas, os eventos. Um SED tem um conjunto discreto de estados que, diferentemente de sistemas físicos, podem receber valores simbólicos ao invés de valores reais; por exemplo, uma máquina pode estar ligada, desligada ou, até mesmo, quebrada. Transições de estados em tais sistemas ocorrem em instantes discretos de tempo assíncronos em resposta a eventos, que podem receber, também, valores simbólicos. Exemplos de SEDs incluem as inúmeras relações homem-máquina tais como: programação de computadores, redes de comunicação, robótica, processos de manufatura, etc.

Diferentemente da maioria dos sistemas físicos, as relações entre transições de estados e eventos são altamente irregulares e não podem ser descritas por equações diferenciais. Como nos Sistemas de Variáveis Contínuas (SVCs), que são amplamente (e mais facilmente) abordados pela teoria de controle clássica, pois, além de possuírem uma maior base teórica, são modeladas por sistemas físicos e regidos por tais leis. Nos SEDs o tempo é discretizado (e não contínuo como nos SVCs) e as transições entre estados ocorrem instantaneamente na ocorrência dos eventos, dependendo apenas dos valores de entrada e saída e não do intervalo de tempo entre eles. A figura abaixo ilustra um pouco melhor:

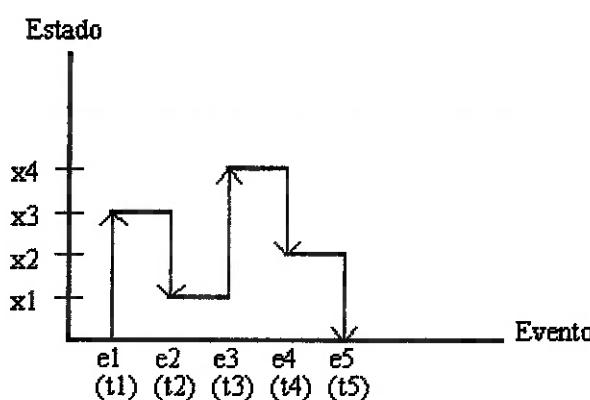


Figura 12: ilustração do Sistema a Eventos Discretos

Assim, a partir do que já foi exposto e das definições acima ratificamos que estamos trabalhando com um sistema discreto, onde seus entes, eventos e transições serão melhor definidos e abordados nas secções seguintes.

4.4. CLP

Todo mecanismo mecatrônico necessita de um sistema de controle que seja capaz de organizar, gerenciar e ordenar as atuações necessárias para a realização das tarefas esperadas; claro, a partir de uma determinação prévia do que se pretende fazer.

Pode-se dizer que o controle de sistemas nasce de exigências feitas em relação ao produto, às instalações e a operação. Assim, havendo uma necessidade de alta qualidade e produção, confiabilidade, segurança, proteção, etc. é necessário agir em cima do controle do sistema.

Para o caso em questão, poder-se-ia usar diversos tipos de micro-controladores (como PIC, por exemplo) para nossa máquina. Mas devido à disponibilidade de um CLP (com as especificações em anexo) e considerando importante o aprendizado de se utilizar este tipo de componente da engenharia, preferiu-se fazer uso do mesmo. Inclusive, de certa forma, basear o trabalho nas limitações oferecidas pelo equipamento.

Um Controlador Lógico Programável (CLP) é um computador especializado, baseado num microprocessador que desempenha funções de controle de diversos tipos e níveis de complexidade.

Os controladores programáveis se baseiam em um processo cíclico, sendo que em cada ciclo as entradas são coletadas, processadas e os resultados obtidos são enviados à saída.

Durante a recepção e amostragem dos sinais de entrada o estado interno do CP e as saídas permanecem inalterados, e o processamento se inicia depois da amostragem dos sinais de entrada. Os valores dos estados internos e das saídas

também permanecem inalterados do momento em que os sinais de saída estão disponíveis até o novo período de amostragem da entrada. Assim, qualquer modificação dos valores das entradas, estados internos e saídas só podem ocorrer fora deste intervalo de tempo.

Um controlador lógico programável é o controlador indicado para lidar com sistemas a eventos discretos (SEDs – que é o caso de nosso mecanismo, como já citado anteriormente), ou seja, com processos em que as variáveis de processo assumem valores discretos (ou digitais, ou seja, que só assumem valores dentro de um conjunto finito), uma vez que se podem programar as reações face a cada situação.

Os CLPs estão muito difundidos em controle de processos de automação industrial, nas áreas relacionadas com a produção em linhas de montagem, por exemplo, na indústria 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 atuadores. E a capacidade de iteração do CLP com o sistema varia conforme seu número de entradas (onde se acoplam os sensores) e o número de saídas (onde se acoplam os atuadores).

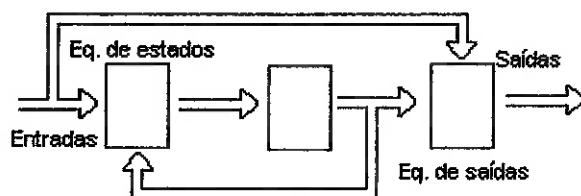


Figura 13: modelo de controle por SED

4.5. Modelagem e Simulações

Modelos são representações, na maioria das vezes simplificadas, de uma parte da realidade, são abstrações das partes importantes de um processo. São importantes na representação de sistemas, pois podem ser estudados sem utilização, interferência ou manipulação dos sistemas reais.

Deve-se citar, ainda, que a modelagem necessita de uma linguagem, uma maneira de se expressar os modelos, com o objetivo de descrever os sistemas. Essas linguagens devem possuir uma base formal (visando obter uma interpretação precisa) e clareza (para melhor comunicação dos envolvidos na modelagem).

A simulação é uma grande ferramenta que auxilia o entendimento (estudo) de sistemas. Ela pode ser entendida como a “imitação” de uma operação ou processo real. Na simulação, pode-se acompanhar os processos, sem interferir nos mesmos, variando parâmetros, entradas e acompanhando as saídas. Além disso, a simulação é utilizada anteriormente a implementação de um processo, já que na simulação, muitas vezes, é tomado pouquíssimo tempo do projeto. Com isso, podem-se alterar partes (ou o todo) do projeto, sem grandes custos.

Como estamos tratando de um Sistema de Eventos Discretos, que possuem elevada controlabilidade/versatilidade, existem várias maneiras de se estudar o problema aqui apresentado fundamentado em diferentes formas de se representar um SED. Neste trabalho pretende-se mostrar os modelos em Redes de Petri (e suas variações: *Production Flow Schema* – PFS e *Mark Flow Graph* – MFG), *Sequential Flow Chart* (SFC) e *Ladder*. Fazendo uso para tal de programas de modelagem e simulação com ProModel, Hpsim e o próprio “compilador” do CLP que exige a entrada do sistema em Linguagem Ladder.

De forma resumida, a simulação em ProModel é uma representação descritiva do processo de produção o qual se pretende modelar, ou seja, descrevem-se minuciosamente todos os componentes atuando no processo, sendo assim, uma simulação que mostra apenas um processo específico tornando-se de fácil compreensão para qualquer leigo mesmo que este não conheça o que está sendo produzido, principalmente devido aos seus excelentes recursos visuais. Já no caso

da simulação por Redes de Petri, é necessário conhecer o processo que está sendo modelado, visto que a sua representação não é gráfica (não contém figuras ou desenhos) e, sim, apenas representativa em que estado se encontra o processo, sendo mais teórico, porém mais facilmente implementado, já que uma representação pode ser representativa de diversos processos, representando uma linguagem de alto nível na engenharia.

Abaixo segue o modelo esquemático da simulação feita em Hpsim (modelagem em Redes de Petri), onde podem ser identificados todos os estados e transições exigidas ao nosso estudo. Podemos observar as ações e reações ao se mudar o estado de um sensor (ser alterado pela identificação de algo), assim como a atuação dos motores conforme cada sinal enviado pelos sensores de acordo com material que está sendo reconhecido.

Obs: Nota-se que sendo uma modelagem/simulação ficará bem mais claramente inteligível de maneira dinâmica, que poderá ser realizada durante a apresentação do tema. Note também que o programa de simulação discreta deve ser o máximo possível semelhante ao sistema real para que o comportamento dinâmico seja consistente com os resultados obtidos pelo programa e que as mudanças feitas no modelo possam ser implementadas no sistema real.

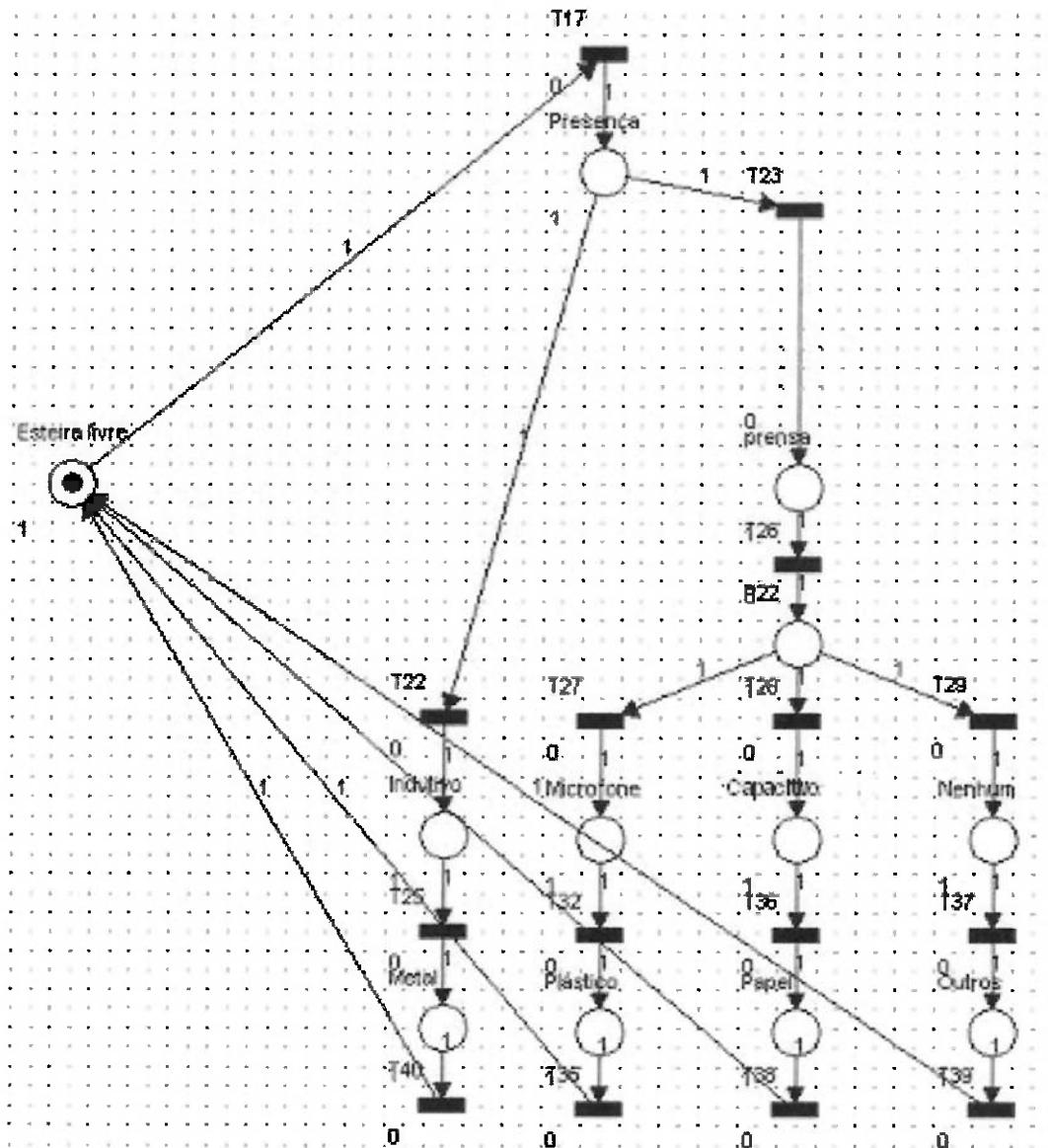


Figura 14: esquema da modelagem em Redes de Petri

A modelagem em *Ladder* representa também a forma de programar o CLP para a execução das tarefas desejadas. Sendo uma linguagem baseada em conceitos lógicos de portas “E”, “OU” e negação, assim como no intérprete de temporizadores para só se efetuar determinada tarefa após um tempo determinado.

Estes tipos de representações podem ser facilmente transformados de uns para outros a partir de regras simples que regem a dinâmica dos mesmos.

Abaixo, veja como estão relacionados os estados e as transações do mesmo modelo acima, só que agora fundamentado por linguagem Ladder (implementado no CLP, conforme a figura representativa deste modelo).

Basicamente trata-se do seguinte processo: o sensor de presença percebe a chegada de um material e aciona a esteira e um temporizador (T1); após este tempo, a esteira pára, a prensa começa a descer e é ativado um temporizador T2; com o término de T2 a prensa retorna a sua posição original, a esteira volta a rolar e são ativados dois temporizadores (T3 e T4); T3 determinará o tempo para a prensa parar de subir; conforme o acionamento dos sensores, indutivo, capacitivo ou sonoro a esteira toma uma direção final; após o tempo T4 a esteira é desligada e volta-se a sua posição angular original, finalizando assim o processo e esperando a entrada de outro material no mecanismo.

Tabela1: modelo em Ladder

Ações	Sensores (sinal)
A1-esteira em funcionamento	S1-presença
A2-mover prensa para baixo	S2- indutivo
A3-mover prensa para cima	S3- sonoro
A4- levar esteira a “outros”	S4- capacitivo
A5-levar esteira a “metal”	
A6-levar esteira a “plástico”	
A7-levar esteira a “papel”	
A8-levar esteira a posição inicial	
T - timer	

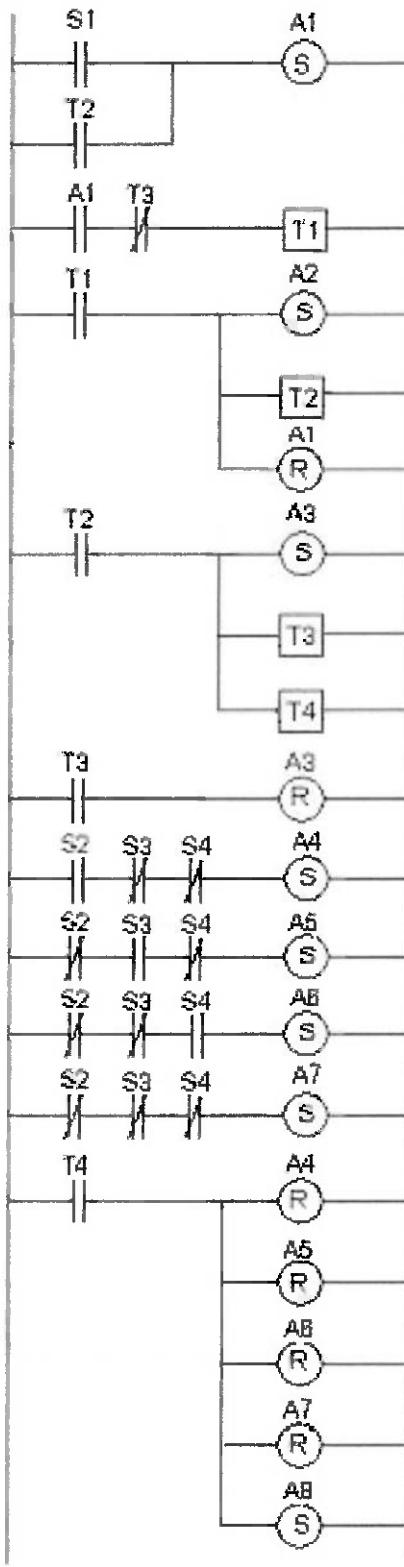
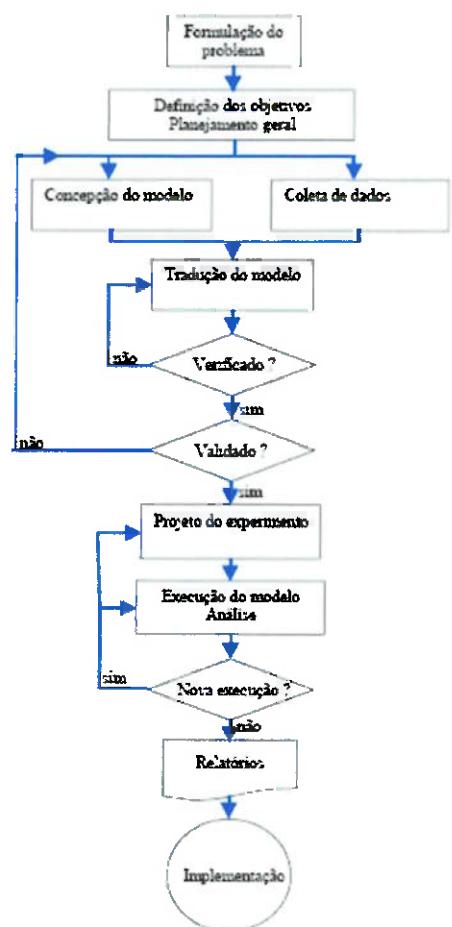


Figura 15: modelo simplificado em Ladder

É importante notar ainda que para a realização de uma dada simulação é feito um projeto, o qual possui grande similaridade nos procedimentos de desenvolvimento que um projeto de sistemas de automação.

Podemos fazer as seguintes comparações:

1. Inicialmente deve-se fazer uma análise e especificar os objetivos e metas a serem alcançados.
2. Em seguida devemos detalhar as etapas e processos que vão fazer parte do desenvolvimento da solução (analisando quais serão os resultados).
3. Há similaridades na fase de coleta de dados e concepção do modelo com o projeto do sistema de controle (e software), pois ambos exigem informações específicas da problemática.
4. Validação das etapas já concluídas ocorre nos dois processos.
5. Finalmente a implementação e operação e a provável manutenção dos resultados obtidos.



5. Aspectos Metodológicos

Para a realização de qualquer projeto é fundamental a sistematização de suas várias etapas. Assim busca-se seguir um planejamento visando à otimização de recursos e tempo estipulados para um determinado projeto.

O método de projeto tenta estabelecer uma forma organizada e produtiva de combinar os desenvolvimentos em temas, e considera as diferentes abordagens ou soluções que um problema pode ter. A partir dele são pensados os roteiros de trabalho que vão guiar o desenvolvimento deste.

Os procedimentos de projeto (que serão direcionados pelo método) pretendem identificar o objetivo final, sua compreensão, organização dos dados (requisitos e recursos disponíveis ou acessíveis), análises gerais necessárias, subdivisões do projeto (mecânico, elétrico ou software), encadeamento das atividades e uma possível manutenção e reavaliação futura das soluções.

Já a técnica de projeto tende a esclarecer quais serão as técnicas (propriamente ditas) que vão ser utilizadas na elaboração das soluções pretendidas sempre visando o objetivo final.

Obs: Claro que temos aqui, como dito acima, basicamente três grandes áreas do conhecimento necessárias para se desenvolver o projeto e assim esta metodologia mostra a estrutura básica usada para guiar os rumos do projeto. Logo, para cada uma destas subdivisões, são consideradas as particularidades intrínsecas, nas quais é necessário escapar um pouco desta forma geral para garantir o seguimento das atividades.

Decididas as técnicas, volta-se a atenção para quais tipos de ferramentas utilizam destas técnicas e que poderão ser aproveitadas para a execução funcional do projeto.

Especificamente uma metodologia de projeto de sistemas de automação é aquela que visa o desenvolvimento de um sistema de controle, que pode ser dividido

nas seguintes etapas (ciclo de vida): análise das necessidades, definição das necessidades, projeto do sistema de controle, projeto do software, desenvolvimento do software, testes, operação e manutenção. Em seguida vejamos como abordamos estas etapas para o caso aqui apresentado.

Para o desenvolvimento de um projeto complexo com tal, envolvendo a concepção de uma máquina autônoma é essencial que se siga uma metodologia previamente agendada e que as atividades desenvolvidas estejam antecipadamente planejadas sendo sempre que possível, cumpridas dentro de um cronograma sem extrapolação de prazos e com a devida documentação a referenciá-la.

Assim para o melhor acompanhamento e cumprimento das atividades dividimo-las em grupos de tarefas afins e em fases para serem executadas conforme se pretende.

5.1 Inicialização

Atividades relacionadas à observação das necessidades existentes para o qual o projeto se fez. São elas:

- Temas Possíveis: decisão e estudo do Tema a ser desenvolvido.

5.2 Planejamento

Atividades relacionadas à idealização do produto que se pretende entregar. São elas:

- Escopo: detalhamento do objetivo do instrumento em questão e esclarecimentos quantos as atividades não contempladas pelo mecanismo;
- Viabilidade: estudo da possibilidade de realmente obter êxito com esta proposta;
- Requisitos: descrição das necessidades necessárias ao Mecanismo;

5.3 Idéia

Atividades relacionadas ao desenvolvimento do projeto (concepção teórica).

São elas:

- **Equipamentos:** levantamento dos recursos físicos de engenharia indispensáveis (no caso, por exemplo, sensores, atuadores);
- **Ferramentas:** escolha das ferramentas (em geral softwares) que serão usados para auxílio na idealização, performance ou tomada de decisões;
- **Árvore de Soluções:** listagem e detalhamento das opções a serem usadas no projeto para diversas áreas (eletrônica, mecânica, controle);
- **Simulações:** estudo das respostas às propostas simuladas ou idealizadas através dos softwares de engenharia;
- **Matriz de Decisão:** escolha criteriosa e detalhamento da melhor solução a partir de uma matriz de decisão;
- **Projeto Mecânico:** desenvolvimento do projeto do sistema mecânico;
- **Projeto Eletro-Eletrônico:** desenvolvimento do projeto eletro-eletrônico;
- **Interpretador:** desenvolvimento do sistema de interpretação (uso de sensores);
- **Layout:** decisão sobre a “apresentação” da máquina;
- **Projeto Teórico:** parte teórica do projeto plenamente desenvolvida.

5.4 Concepção

Atividades relacionadas ao desenvolvimento do protótipo (concepção física).

São elas:

- Materiais: aquisição dos materiais necessários à construção da máquina;
- Peças: obtenção ou possível construção de elementos para viabilizar a obtenção do equipamento final;
- Construção: construção da máquina propriamente dita (fisicamente);
- Eletrônica: montagem da parte eletrônica e de controle;
- Integração: fazer a integração (física) de todas as partes e sistemas da máquina.

5.5 Execução

Atividades relacionadas ao funcionamento da Máquina. São elas:

- Funcionamento: colocar a máquina em funcionamento, apenas como teste para os sistemas integrados;
- Projeto: projeto pronto, mostrar o pleno funcionamento do mecanismo.

5.6 Testes

Atividades relacionadas a *feedbacks* que podem gerar pequenas alterações nos rumos do projeto ou direcionamento para comprimento das tarefas pré-determinadas. São elas:

- Alterações Preliminares: mudanças a serem feitas ainda na definição do escopo a fim de tornar o mecanismo possível;
- Aperfeiçoamentos: alterações para o bom funcionamento da máquina, já em fase de conclusão.

5.7 Implementação

Atividades relacionadas à execução do Mecanismo Autônomo. Trata-se de:

- Testes: testes de verificação das tarefas a serem cumpridas pelo mecanismo.

5.8 Documentação

Datas relacionadas a reportação formal por escrito sobre o andamento do projeto. Trata-se de:

- Documentação: datas para a entrega de relatórios.

5.9 Entregas

Datas relacionadas a pontos marcantes de entrega de resultados. São elas:

- Decisão da solução;
- Finalização do projeto teórico;
- Projeto pronto

Estas atividades estão devidamente dispostas num cronograma, já alocadas conforme as suas devidas datas e classificadas conforme a legenda num grupo de tarefas afins.

Ainda há uma secção especial, anteriormente citada, só sobre a metodologia que deve ser aplicada à modelagem de sistemas a eventos discretos. Onde encontramos de forma bastante didática um fluxograma que explica como funciona a lógica para o desenvolvimento deste tipo de modelo.

6. Estado da Arte

Apesar de o mundo estar se conscientizando da importância da reciclagem, da grande propaganda da mídia e das ONG's em prol deste bem, muito ainda pode ser desenvolvido no sentido de facilitar este processo de coleta, seleção e separação dos materiais recicláveis.

Atualmente o que temos de mais comum, principalmente nos países subdesenvolvidos, como o Brasil, é uma legião de catadores dos mais diversos tipos de materiais recicláveis. Os mais comuns são os de latinha de refrigerante ou cerveja (latas de alumínio normalmente – alto valor agregado -, as latas de aço são “deixadas de lado” pelos mesmos) e de papel/papelão. Não são muito comuns os de vidro ou plástico, apesar de a indústria já está trabalhando rotineiramente com a reciclagem destes materiais; um bom exemplo são as garrafas de vidro de refrigerantes, não retornáveis.

Devemos considerar também, não somente os catadores de rua, que de certa forma agem sobre a coleta deste “lixo”, mas os funcionários dos lixões de recicláveis, que ao rolar de uma esteira também fazem a separação de materiais, entre recicláveis e não recicláveis.

Nestes dois exemplos acima podemos notar que ainda a muito o que se fazer para tornar estes processos mais automáticos e menos dependentes do homem.

Em países desenvolvidos, há uma maior valorização dos princípios de preservação da natureza e se respeita bastante o fato de muitos materiais que podem ser reciclados e se não forem demoraram centenas ou milhares de anos para se degradar naturalmente no meio ambiente (ver dados em anexo).

Assim, lá funcionam, pelo menos bem melhor do que cá, os “mecanismos” manuais e domésticos de separação do lixo em “lixeiras” diferentes conforme o seu tipo (aqui no Brasil, há muita contestação deste tipo de método, pois, por mais que as pessoas façam esta separação em suas residências, de forma geral, as prefeituras não estão preparadas para receber o lixo assim, misturando-o no ato da coleta).

Mas, mesmo nos países de primeiro mundo, ainda são poucos os movimentos no sentido de automatizar o processo de separação destes insumos. O que se encontra atualmente são iniciativas isoladas em poucos países no intuito de fazer esta separação nos depósitos de lixo ou fábricas que tratam do seu próprio lixo, através das clássicas latas de lixo de cores diferentes. Nestes casos vemos alguns processos, principalmente para reconhecimento de metais, através de eletro-imãs que "grudam" nos materiais ferromagnéticos que estão passando; e reconhecimento de termo plástico por "grudarem" também em superfícies quentes.

Há ainda algumas iniciativas de se usar propriedades específicas de decantação, flotação ou até mesmo centrifugação de cada tipo dos materiais dispostos a se separar. Basicamente, considerando que cada um vai ficar a um nível específico do líquido que se use como meio. Havendo também a possibilidade de se alterar o fluido diversas vezes durante o processo com o intuito de abusar do uso desta propriedade. Não se esquecendo também de considerar as velocidades de separação de cada um deles em cada líquido a ser utilizado.

Porém ainda são manifestações muito tímidas neste sentido. Eis então um tema em que há muito a ser explorado futuramente.

7. Proposta de Funcionamento

Como já citado, o mecanismo proposto pretende ser um selecionador de materiais a trabalhar no momento da devolução das “bandejas” em refeitórios industriais. Ele serve para evitar o usuário de ter o trabalho de colocar os materiais em seus lugares específicos, evitando também que substâncias sejam acidental ou erroneamente colocadas nos lugares errados (lixearas de coleta seletiva e recipiente de devolução dos talheres).

Para tal, o cliente deve colocar todos os tipos de materiais, os quais colocava em locais diferentes em um único recipiente, através de uma única entrada, o qual se incumbirá de fazer automaticamente a seleção; antes, manual. Devendo assim no final do processo os materiais estarem igualmente - a quando a seleção era feita manualmente - separados e nos mesmos recipientes (ou análogos) que se encontrariam anteriormente.

O insumo deve entrar através de uma única “boca”, na qual, através de sensores de presença deve ser percebido pelo sistema a sua presença. E logo nesta fase de entrada, o mesmo é testado por um sensor indutivo que será capaz de identificar, fazendo uso da propriedade magnética do material; se se trata de um metal ou não.

Durante todo o percurso, ao qual será selecionado o material, a acontecer numa esteira, o insumo será monitorado sempre que necessário (a ser especificado futuramente) por sensores de infra ou de contado, para que sua posição possa ser identificada pelo mecanismo de controle.

É interessante considerar, que como todos os objetos serão “jogados” através de uma única entrada, assim pode-se ter restos de alimentos ou líquidos (por exemplo, suco dentro dos copos descartáveis). Logo, prevendo isso, a esteira é constituída de uma tela capaz de deixar passar pequenos materiais (não interessantes ao escopo) e líquidos.

Caso não sejam os talheres (metais) os materiais na esteira, os mesmos serão “testados” por um “sensor capacitivo” e submetidos (um de cada vez) a uma espécie de prensa (acionada por um motor), que comprimi o objeto (isto com a esteira parada agora).

Para conseguirmos reconhecer neste momento se temos o plástico (copo descartável) ou do papel (guardanapo) medimos a variação da capacidade do “sensor capacitivo”. Devido à diferença da constante dielétrica dos dois materiais, papel e plástico, os dois alterarão de forma diferente a capacidade do sensor. Podendo desta forma, conforme esta mudança, se reconhecer o material.

Porém, devido à pequena diferença entre a constante dielétrica do plástico e do ar (considerando os moldes do projeto – diferentemente da do papel que é bem maior que a do plástico, comparativamente), crê-se que este material não poderá ser sentido pelo capacitor, necessitando assim de outra forma de reconhecimento.

Ou seja, isto não é o suficiente pra garantir que o outro tipo de material faltante é o plástico, visto que também pretendemos ter uma classificação “outros” (que abrangeia incapacidades de distinção, resíduos orgânicos ou outras substâncias).

Então pra reconhecer se temos o copo plástico acoplamos próximo a prensa um sensor capaz de observar o barulho característico de um copo descartável sendo amassado. No caso, temos um microfone que na realidade mede a intensidade do som ao se prensar o objeto. Como o papel não faz barulho considerável, conseguimos desta forma reconhecer o plástico.

Depois de reconhecido o material, a esteira é direcionada através de um outro motor para levá-lo para o site correto.

O esquema da figura seguinte mostra de forma simplificada a idealização do produto final.

Obs: todo este processamento de sinais e a inteligência devem estar embarcados em um CLP ou em qualquer outro sistema de controle utilizado.

Obs: citamos por diversas vezes o uso do CLP, devido à disponibilidade de um conforme as especificações em anexo. Porém trata-se de um problema que não necessariamente precisaria de um equipamento do gênero para controlá-lo, podendo ser usado algo mais simples e mais economicamente viável. Outro ponto vantajoso no CLP é a capacidade de se programar mais facilmente, no caso, através de linguagem *Ladder*.

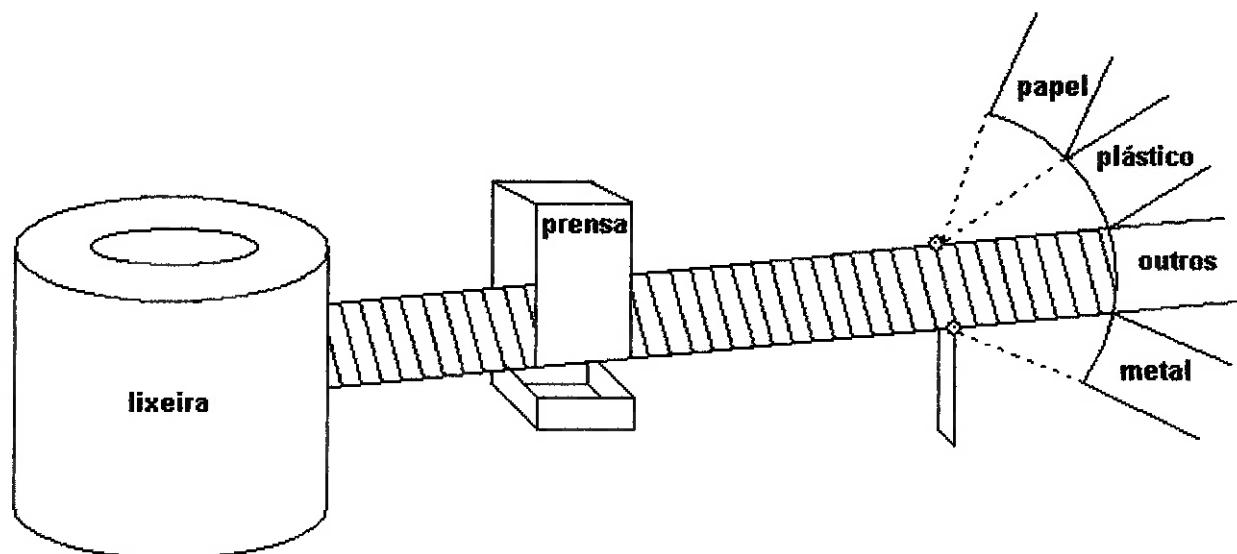


Figura 16: esquema simplificado do mecanismo

8. Componentes Especiais

Consideramos especiais, os componentes, as partes ou mecanismos que separadamente são responsáveis por alguma parte do processo acima descrito. Nesta secção apresentaremos apenas uma idéia macro da sua composição e disposição; em secções posteriores detalharemos então sua descrição fundamentados em aspectos da engenharia e em seu uso no projeto.

8.1. Esteira

Trata-se de uma “tela vazada” capaz de permitir a passagem de líquido, com proteção lateral para que os materiais não saiam da mesma accidentalmente antes do momento esperado, tendo sua atuação basicamente centrada através da tração de um motor de corrente contínua situado em sua extremidade terminal (ligado diretamente ao fuso do rolo), onde o contato com a mesma se dá internamente através do atrito com um rolo (espécie de polia) apoiado sobre mancais (rolamentos) que possibilitam seu giro facilmente. Há ainda o mesmo sistema de “rolos” na outra extremidade e se necessário ao decorrer da esteira como objeto de sustentação da mesma, porém sem tração efetiva, apenas rolagem; e ainda um rolo como este no meio do percurso, servindo apenas como apoio, para se evitar “barriga” na esteira.

Outra possibilidade é a inserção de uma esteira de uso comercial (descartada por dificuldade de viabilidade – critério crítico: custo)

8.2. Prensa

A prensa é o mecanismo responsável pela compressão dos materiais como já foi citado acima.

Como não se faz necessário grandes esforços, pretende-se a obtenção de um mecanismo altamente simplificado tendo como fundamento de acionamento basicamente um motor com fuso ligado diretamente ao eixo, com uma superfície plana na outra extremidade do fuso, devidamente delimitada por “paredes”, capazes de impedir que o material escape da prensagem contra o “piso”.

8.3. Sensor capacitivo

Trata-se de duas placas metálicas separadas por um determinado espaço carregadas com cargas opostas. Sua intenção é que conforme o material que está entre as placas, sua capacidade irá variar, podendo-se desta forma identificar o mesmo.

Este comportamento pode ser constatado na fórmula abaixo, representativa do modelo de um capacitor plano de placas paralelas.

$$C = \frac{Q}{V} = K \cdot \frac{A}{d}; \text{ onde:}$$

C: Capacitância em Farad [F]

Q: Carga elétrica em Coulomb [C]

K: coeficiente dielétrico do meio [adimensional]; $\Rightarrow \epsilon/\epsilon_0$

ϵ : constante dielétrica do meio e ϵ^0 do vácuo

A: área efetiva entre as placas [m^2]

D: distância entre as placas [m]

Em nosso caso, estaremos modificando o K, pois estaremos alterando o meio do capacitor e talvez a distância entre as placas, se fizermos este capacitor na própria prensa

8.3. Demais componentes mecânicos

Detalhes de fabricação podem ser vistos nos anexos.

8.3.1. Eixos

Trata-se dos eixos usados no mecanismo. Usinados em aço inox (simplesmente devido à disponibilidade).

Os mais notáveis são exatamente os três “rolos” envolvidos pela tela da esteira. Um de tração, um para manter a mesma esticada contra o de tração e permitir o rolamento da mesma e um último praticamente apenas de apoio. São estreitados nas extremidades a fim de se encaixar em rolamentos.

Há ainda mais dois eixos cilíndricos deste mesmo material presentes em outros dois pontos do mecanismo.

Um como eixo de rotação central do equipamento com um todo. Onde a parte móvel do seletor apóia-se na parte fixa e sobre o qual se faz a rotação deste primeiro frente ao segundo.

E outro usado no mecanismo biela-manivela, engastado, ligando um braço a um rolamento em sobre o qual age o torque para o giro da estrutura.

8.3.2. Estrutura

Toda a estrutura básica mecânica está constituída de madeira, principalmente devido à disponibilidade, facilidade de modelagem e custo envolvido para aquisição.

Trata-se basicamente das hastes laterais de sustentação da esteira e apoio das mesmas, da base móvel, da caixa de entrada dos materiais e das de saída e do braço de ação do motor responsável pela rotação do mecanismo como um todo.

8.3.3. Mecanismo biela-manivela

Este mecanismo é responsável por se realizar a rotação da parte móvel colocando-se o atuador em um eixo diferente do de rotação. Com isto temos um menor esforço do motor, podemos aproveitar melhor sua rotação e deslocamos este acionamento para uma melhor posição.

Trata-se de uma “barra” com uma de suas extremidades ligada diretamente ao motor, na parte móvel, e a outra ligada a um eixo preso a um rolamento, que está em uma calha na parte fixa. Desta forma, este mecanismo garante que a rotação do motor seja traduzida na rotação da barra e na translação do rolamento (preso ao eixo) e consequentemente rotação da estrutura móvel.

9. Implementação

No momento em que vamos implementar um equipamento idealizado e devidamente estudado, surgem vários problemas novos, que devem ser rediscutidos e se necessário, reprojetadas diversas partes do mesmo.

Primeiramente, para podermos realmente executar a construção deste protótipo/modelo, além das particularidades de escopo já apresentadas neste relatório, com o objetivo de facilitar e possibilitar sua obtenção (construção), optamos por miniaturizar o mecanismo em questão. Obviamente sem perder o mérito principal de se identificar e separar os devidos materiais.

Assim precisamos optar também por realizar algumas atividades e outras não. Muitos fatores foram importantes nestas decisões, nestas escolhas; fundamentalmente o custo e o tempo, além, é claro, de muitas vezes a falta de infra-estrutura adequada para a realização de tarefas específicas.

Desta forma então chegamos a um equipamento com dimensão reduzida (devidamente especificada em anexo, nos desenhos de fabricação e vistas ortográficas), capaz de identificar os materiais propostos, baseado na teoria desenvolvida neste relatório.

A partir de tudo que já foi apresentado neste texto, que representa grande parte da teoria estuda, idealizada e abordado pelo tema proposto, mostraremos neste capítulo a forma real de como o projeto foi implementado, as discussões e alterações sobre a proposta inicial, evidenciando os problemas encontrados e culminando nos resultados obtidos.

A teoria discutida nas secções anteriores de certa forma foi o grande *Braimstorm* do trabalho exercido, mas como teoria e prática se complementam, vejamos agora às adaptações que tiveram que ser realizadas para se obter o protótipo final.

10. Discussões

Devido às dificuldades de se implementar muitas das partes de nosso projeto, por causa de imperfeições de modelagem, aproximações inválidas da teoria ao nosso caso, questões de acessibilidade a equipamentos necessários, entre outros motivos, mudanças da nossa estrutura e funcionamento inicial necessitaram ser realizadas a fim de possibilitar a finalização do protótipo em tempo hábil.

Optamos usar apenas motores de corrente contínua (conforme descrição e posicionamento dos atuadores anteriormente explanado), principalmente devido ao custo. Para isso, os mesmos são controlados todos de forma temporizada através do CLP. O de rotação da parte móvel necessitou ainda de um ajuste fino para haver uma queda de tensão sobre o mesmo, referente à fonte, mas sem alterar o corrente, o que possibilita que ele se move em uma velocidade menor, porém com a mesma força de que se estivesse ligado diretamente na fonte original.

Tentamos executar esta tarefa através de um resistor em série ao motor, agindo como um divisor de tensão, para obter a tensão desejada no motor. Porém devido à dificuldade de dimensionar esta resistência elétrica (mesmo após encontrá-la através de experimentos), resolvemos fazer mesmo o controle temporal da rotação deste motor mesmo com a tensão teoricamente alta (24V), já que poderíamos programar o CLP para tempos de até milisegundos.

Ou seja, a rotação da esteira para depositar o insumo no *buffer* correto está apenas ligada ao tempo de rotação do motor responsável por este giro. Não há mecanismo de sensoriamento que garanta que a posição está realmente correta. Fez-se um controle de malha aberta, considerando que as variações no tempo não modificaram o posicionamento correto da esteira apenas baseado no tempo em que se gira este motor.

Já para os demais motores, como a saída do CLP (apesar de estar em 24V DC) não possui corrente suficiente para movimentá-los, necessitamos utilizar circuitos eletrônicos para possibilitar o acionamento dos mesmos.

A princípio, tentamos usar uma montagem eletrônica de ponte H. Fazendo com que o CLP servisse realmente apenas como porta lógica ao fechar o circuito vencendo a tensão de cotovelo dos transistores, permitindo a alimentação dos motores através de uma fonte confiável de 24V DC e consequentemente a movimentação do seu eixo nos dois sentidos (sendo em só um, poderíamos usar um circuito seguidor de emissor).

Obs: ver o esquema de funcionamento destes componentes eletrônicos em anexo.

Porém, com a dificuldade de mensurar os componentes a serem usados nesta ponte ou no circuito seguidor de emissor e devido à disponibilidade no mercado de um CI (o L298) específico para controle de motores de corrente contínua, supusemos utilizá-lo. Chegamos a realizar alguns testes com o mesmo e a princípio, mostrou-se plenamente capaz de ser usado em nosso caso.

Mas, a instabilidade no mesmo e problemas com a alimentação deste componente (que ocasionaram inclusivo na queima de um dele), fizeram-nos pensar em outra alternativa para como se usar o CLP apenas como porta lógica, permitindo o chaveamento dos motores a uma outra fonte externa.

Assim optamos por usar relês de 24V (tensão da bobina) nas saídas do CLP. Desta forma, mesmo com a irrisória corrente na saída do CLP, o relê é acionado, fechando o circuito e colocando a tensão e corrente desejada vinda de uma fonte externa no motor pretendido.

Obs: o relê é um componente eletrônico que permite que dois circuitos de tensão e corrente diferentes se comuniquem através do chaveamento dos mesmos por meio de bobinas. Ver anexos.

Como já pôde ser observado, a maioria dos nossos problemas encontrou-se na parte eletrônica do trabalho, fundamentalmente no tratamento dos sinais. E para os sensores, necessitamos também fazer algumas alterações.

O sensor capacitivo teve de ser construído por nós mesmos (pois não encontramos no mercado de forma acessível um com especificações que servissem a nossa aplicação). Pode-se comprovar por testes que realmente o plástico não alteraria a capacidade do mesmo de forma significativa. O próprio papel, já altera

de forma bem irrisória e seria necessário um grande tratamento do sinal para poder observar a alteração em termos de corrente ou tensão. Para isso, tentamos utilizar este capacitor (de capacidade variando) em uma ponte de Wheatstone de capacitores, ou através de um circuito RC.

Para os dois casos, após grandes dificuldades em se dimensionar todos os componentes eletrônicos a serem utilizados nestas montagens, realizamos testes e tivemos grandes dificuldades de trabalhar com o sinal de saída gerado. Obtivemos ainda um pouco mais de sucesso na ponte onde o sinal saiu com uma intensidade um pouco mais ampla. E mesmo amplificando-os, sua instabilidade dificultou e impossibilitou seu uso e aproveitamento.

Pensamos ainda, com o intuito de potencializar a variação da capacidade devido à alteração do meio em colocar o capacitor na própria prensa. Isto faria com que além da variação do meio, tivéssemos diminuição da distância entre as placas e consequente aumento da capacidade, o que se tornaria mais sensível de ser identificado. Porém, mais uma vez a instabilidade do sinal impossibilitou o uso deste mecanismo da forma proposta.

Para o sensor sonoro, é extremamente necessário o uso da amplificação da potência do sinal, pois a variação da saída, pura e simplesmente, direta do microfone, mesmo para grandes *decibéis* trata-se de milivolts, algo insuficiente para acionar a entrada do CLP. Poderia-se usar então simplesmente um amplificador operacional, para aumentar a intensidade do sinal e/ou mesmo um circuito seguidor de emissor ou como já mencionado, relês para chavear a tensão desejada na entrada do CLP.

Conseguimos montar um circuito amplificador capaz de sentir variações da intensidade emitidas por um ser humano, por exemplo (fala ou grito). Que a partir de sons nessa intensidade conseguia responder na saída do circuito com tensões na amplitude de volts, plenamente possível de ser utilizada para chavear algo e usarmos a entrada do CLP. Mas, o barulho do amassar de um copo descartável não conseguiu ser notado pelo circuito, se confundindo com o próprio barulho do ambiente. Impossibilitando-nos de usar este mecanismo também.

Ainda falando de sensores, também necessitamos fazer grandes alterações em nosso modelo devido ao sensor de presença. Este sensor (de uso comercial) trabalha com tensão alternada a 110/220V. Como pretendíamos usá-lo como uma das entradas do CLP (24V DC), o mesmo não poderia ser aplicado.

Pensamos então em usar nossa única fonte de tensão alternada (um transformador para 110/220V AC para 24V DC) de onde retiramos toda a energia que precisamos como entrada para este sensor. Ou seja, como o início do programa do CLP se daria a partir da ativação deste sensor, inverteríamos a ordem dos acontecimentos e ligamos o CLP ao sensor; assim o CLP só liga (e automaticamente o programa começa) assim que o sensor é percebido – que funciona apenas como uma chave liga/desliga.

Entretanto, considerando esta solução pouco convencional e muito pouco científica ou teórica, resolvemos tratar o sinal na saída do sensor para que se tornasse da maneira que o desejávamos para a entrada do CLP.

Pensamos em modificar o circuito do sensor retirando-lhe o retificador para que o mesmo funcionasse a tensão desejada. Porém sem saber ao certo a confiabilidade de executar isto, usamos um Trafo de 24V na saída do sensor, mais um regulador (também de 24V) para assim obtermos a entrada pretendida no CLP a partir deste sensor.

Mais uma vez, utilizou-se controle de malha aberta para definir as paradas da esteira no decorrer do processo. Logo, não há sistema de posicionamento, ou demais sensores de presença para se identificar em que ponto do percurso se encontra o objeto. Sendo as paradas e o término do procedimento determinados de forma temporizada a partir do sensoriamento de presença da entrada do insumo.

O sensor que menos necessitou de adaptações para seu uso foi o indutivo, já que realmente se trata apenas de uma chave (um interruptor) devidamente comercializado na tensão em questão para a entrada onde o usamos.

O único empecilho que tivemos com este sensor foi sua pequena distância de atuação (15mm conforme sua especificação técnica, porém só notamos seu funcionamento a uma distância menor ainda). Para resolver este impasse colocamos

este sensor na própria prensa, fazendo com que desta forma ele se aproxime suficientemente do material, podendo detectá-lo no caso de se tratar de metal.

Para as peças mecânicas não tivemos grandes surpresas, apenas realmente o grande trabalho da usinagem. E praticamente todas as alterações do projeto inicial devem-se ao fato de mudanças para suprir ou aperfeiçoar o mecanismo para facilitar a resolver problemas eletrônicos.

Necessitamos fazer alterações na estrutura da esteira, no tecido da mesma e na prensa.

Para a prensa ter um “piso” contra o qual pudesse comprimir o material, retiramos o rolo central de apoio da esteira e colocamos um suporte retangular fixo capaz de servir como a outra “parede” da prensa. E para possibilitar e garantir que a mesma realmente irá comprimir o material de forma que o sensor indutivo seja capaz de ser ativado para identificar o metal, colocamos esbarros no decorrer do percurso antes da prensa, a fim de estreitar a passagem, obrigando o material a ser pressionado abaixo do sensor indutivo. E assim também trocamos o tecido da esteira por uma outra espécie de lona (diferentemente do material inicialmente usado, um embrorrachado com furos) para facilitar esta tarefa e dificultar que o material ficasse preso entre estes esbarros e a esteira (algo ocorrido em alguns testes).

E como já citado, precisamos alterar a prensa para que a mesma agora portasse o sensor indutivo de forma a aproximá-lo bastante do material. Assim a prensa constitui-se de um fuso ligado diretamente ao eixo do motor conectado a uma das metades de uma placa retangular (de comprimento exatamente igual e largura de esteira e largura igual a largura das estruturas de sustentação da esteira – ver desenhos de fabricação) e na outra metade apresenta o sensor indutivo. Ao girar o motor, esta parte móvel da prensa é friccionada contra a parte fixa que está na estrutura.

Ainda, é bom ressaltar a criatividade usada para a implementação do mecanismo biela-manivela, onde foi necessário o uso de diferentes ferramentarias, como exemplo a fresa para esculpir na base fixa um rasgo para a rolagem do rolamento. E leves alterações no mecanismo de rotação pra garantir estabilidade do giro e impedir que o mecanismo tombasse ao efetuar uma rotação.

11. Resultados

Desta forma, conforme os argumentos abordados neste capítulo infelizmente, não conseguimos obter um protótipo exatamente como propusemos no início deste projeto. Isto se deve, principalmente devido às dificuldades eletrônicas encontradas, as quais mesmo após muito estudo dos assuntos necessários para resolvê-las, testes e experimentos, e também da proposição de novas alternativas a fim de contornar estes empecilhos não conseguimos solucioná-las plenamente e consequentemente obtivemos um protótipo que não está plenamente autônomo na tarefa de reconhecimento dos materiais.

Pode-se observar seu pleno funcionamento autônomo apenas quando o material trata-se de um metal. Pois, como vimos anteriormente, mesmo com os problemas encontrados com os sensores indutivo e de presença, conseguimos buscar alternativas que possibilitaram que para este caso a máquina funcione sem qualquer intervenção humana.

Já para os demais materiais (plástico e papel), como não conseguimos deixar em pleno funcionamento os sensores de reconhecimento dos mesmos (capacitivo e sonoro) fizemos adaptações para que estes sinais sejam emitidos manualmente (pelo homem) simulando o efeito deste mecanismo de sensoriamento e a partir daí continuar automaticamente o devido processo de alocação correta destes materiais em seus respectivos recipientes finais.

Obviamente, não podemos deixar de citar os inúmeros testes feitos para se conseguir um capacitor capaz de perceber e identificar os materiais em questão assim como dos experimentos realizados com sensores piezoeletéticos para reconhecer o plástico (através do barulho característico do amassar do copo plástico).

Construímos diversos capacitores de placas planas paralelas e medimos sua capacidade e a variação da mesma através de multímetros, quando “alimentados” com corrente contínua e submetidos à variação do meio entre as placas ou da distância entre as mesmas. Após visto que era possível medir a variação da capacidade, realizamos testes em montagens de circuito RC e ponte de

Wheastone, agora, “alimentando-o” com corrente alternada, para que a variação da capacidade fosse refletida em variação de corrente ou tensão. Porém não conseguimos obter estabilidade nestas medidas.

Com o sensor sonoro (microfone) realizamos experimentos para amplificar a intensidade do sinal de saída após passar o de entrada por um AmpOp. O circuito a princípio, funcionou, mas não para intensidades sonoras tão baixas quanto o amassar de um copo plástico, que pra gente se confundiu com o próprio barulho ambiente.

Assim se não se trata de um metal, após o término do processo de prensagem do material, o mecanismo fica aguardando uma posição de uma das entradas correspondentes ao sensoramento de plástico ou papel. Como estas não estão devidamente implementadas, simulamos estes sinais através de botões (interruptores – chaves) e então, como se estivesse sendo o sensor correspondente o mecanismo move o material ao *buffer* de saída correto. Caso nenhum destes sensores seja acionado após algum tempo (*ínfimo*) ainda poderíamos alocá-lo ao recipiente terminal denominado “outros”.

Deve-se exaltar o pleno funcionamento de toda a extrema complexidade da parte mecânica do projeto, que seria plenamente capaz de alocar devidamente os materiais caso os mecanismos de sensoramento de plástico e papel realmente estivessem funcionando. Algo que pode ser observado ao se simular os sinais destes sensores.

Sugere-se assim o melhor estudo, fundamentalmente dos sensores que podem ser usados para reconhecer estes tipos de materiais, os quais não conseguimos identificar neste trabalho, e/ou do tratamento dos sinais gerados pelos mesmos, fazendo-se uso de mecanismo que os estabilizem melhor (talvez implementar circuitos com diodos Zener e filtros de banda).

Porém a idéia mais efetiva seria o desenvolvimento e emprego de um único sensor capaz de reconhecer qualquer tipo de material, no caso o sensor capacitivo através da variação da capacidade através da mudança do meio dielétrico.

12. Conclusões

Através deste projeto, podemos perceber a real dificuldade ao se conduzir um projeto de engenharia. Foram muitos os contra-tempos, os percalços e as dificuldades encontrados em se executar uma infinidade de tarefas necessárias para alcançar o sucesso desta implementação. Por alto, podemos falar dos problemas relacionados à construção, onde precisamos definir as dimensões de cada componente da máquina, escolher o material para fabricar cada peça e projetar e especificar através de desenhos fabricação cada uma de suas partes; os relacionados à eletrônica e ao controle, onde precisamos entender a fundo como funcionavam os sinais elétricos vindos de cada um dos sensores, os das entradas e saídas do CLP, saber como controlar os motores, fazendo-os ligar e desligar na hora certa, ou simplesmente alterar sua rotação; entre muitos e muitos outros.

Necessitamos nos fundamentar, não somente nos conhecimentos adquiridos durante todo o curso, mas também buscar informações externas, pesquisar, questionar e perguntar como as coisas funcionam. E claro, nos basear em uma metodologia de projeto, que foi extremamente necessária para dividirmos o mesmo em fases, mensurar os esforços e recursos necessários em cada ponto e principalmente planejar o pretendido.

Tivemos ainda, aquelas dificuldades por escassez não de conhecimento, mas sim de recursos, sejam eles financeiros, humanos ou simplesmente casos de indisponibilidade de algo. Mas nestes momentos, assim como nos demais citados anteriormente, é que podíamos sentir o profissional, e porque não dizer também a pessoa, que nos tornamos durante estes cinco anos de curso de engenharia. Alguém capaz de tomar decisões fundamentadas em seus conhecimentos, e mais, responsável por suas escolhas e pelo rumo seguido pela situação, graças em como se saber agir e de não deixar as coisas acontecerem descontroladamente.

Acreditamos assim, que este projeto, foi importante não somente para nós, que crescemos em aprendizado e experiência de vida, mas esperamos que este estudo também possa ser útil para a sociedade, devido a grande importância do tema abordado, e que ele sirva de exemplo e abra as portas para que cada vez mais a ciência se interesse por assuntos como este.

13. Bibliografia

MKR. Informações sobre tipo de materiais recicláveis. Disponível em <<http://www.mkrcomercial.com.br/produtos/coleta.html>> Acessado em 15 de março de 2006

UNICAMP. Informações sobre reconhecimento de materiais através de sensores. Disponível em <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2004> Acessado em 15 de março de 2006

SOLUÇÕES com TECNOLOGIA. Informações sobre sensores e identificação de substâncias. Disponível em <<http://www.lactec.org.br/iauto.htm>> Acessado em 17 de março de 2006.

ENVI. Informações sobre aplicações de sensores. Disponível em <<http://www.envi.com.br/envi/aplic/centro.htm>> Acessado em 17 de março de 2006.

VEBERC, John G., "CRC Press - Measurement Instrumentation Sensors"

Apostilas da Schooltech. A Schooltech é uma empresa que atua no mercado educacional, fabricante de materiais didáticos da área eletroeletrônica. Usada para a programação do CLP.

BEEBY, Steve P.; ENSEL, Graham; KRAFT, Michael; "MEMS Mechanical Sensors", ed. Artech House, 2004

HARRY L. TRIETLEY, "Transducers in Mechanical and Electronic Design", Marcel Dekker, 1986

DALLY, J. W. et Alli, "Instrumentation for Engineering Measurements", John Wiley, 2nd ed, 1993

MIYAGI, Paulo Egi, "Controle Programável", Ed. Edgard Blücher, 2nd ed, 2001.

Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa. Informações sobre aplicações de sensores indutivo e capacitivo. Disponível em: <http://mega.ist.utl.pt/~lmpr/sa/docs/sa_folhas.pdf>. Acessado em 20 de agosto de 2006.

"Fundamentos de Eletrohidráulica" – PUC/RS. Informações sobre sensores indutivo, capacitivo e óptico. Disponíveis em: <<http://www.em.pucrs.br/~edir/chp/Aula5/eletrohid.htm>>. Acessado em 02 de setembro de 2006.

DEETEC/ISEL – Departamento de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações e de Computadores / Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Informações sobre sensores indutivos. Disponível em: <<http://www.deetc.isel.ipl.pt/jetc05/JETC05/Artigos/Electronica/Poster%20E/009.pdf>> . Acessado em 02 de setembro de 2006.

WIKIPEDIA – Enciclopédia Eletrônica. Informações sobre os mais diversos temas deste trabalho. Disponível em: <<http://wikipedia.org>>. Acessado em 02 de setembro de 2006.

Considerações sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas - SCIELO Brasil. Artigo da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP com informações sobre reciclagem de materiais. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282002000100006&lng=es&nrm=iso&tlang=pt>. Acessado em 5 de outubro de 2006.

GOMES, Fernanda E. "Soluções em Automação para Eficiência Energética". Trabalho de Graduação da Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás.

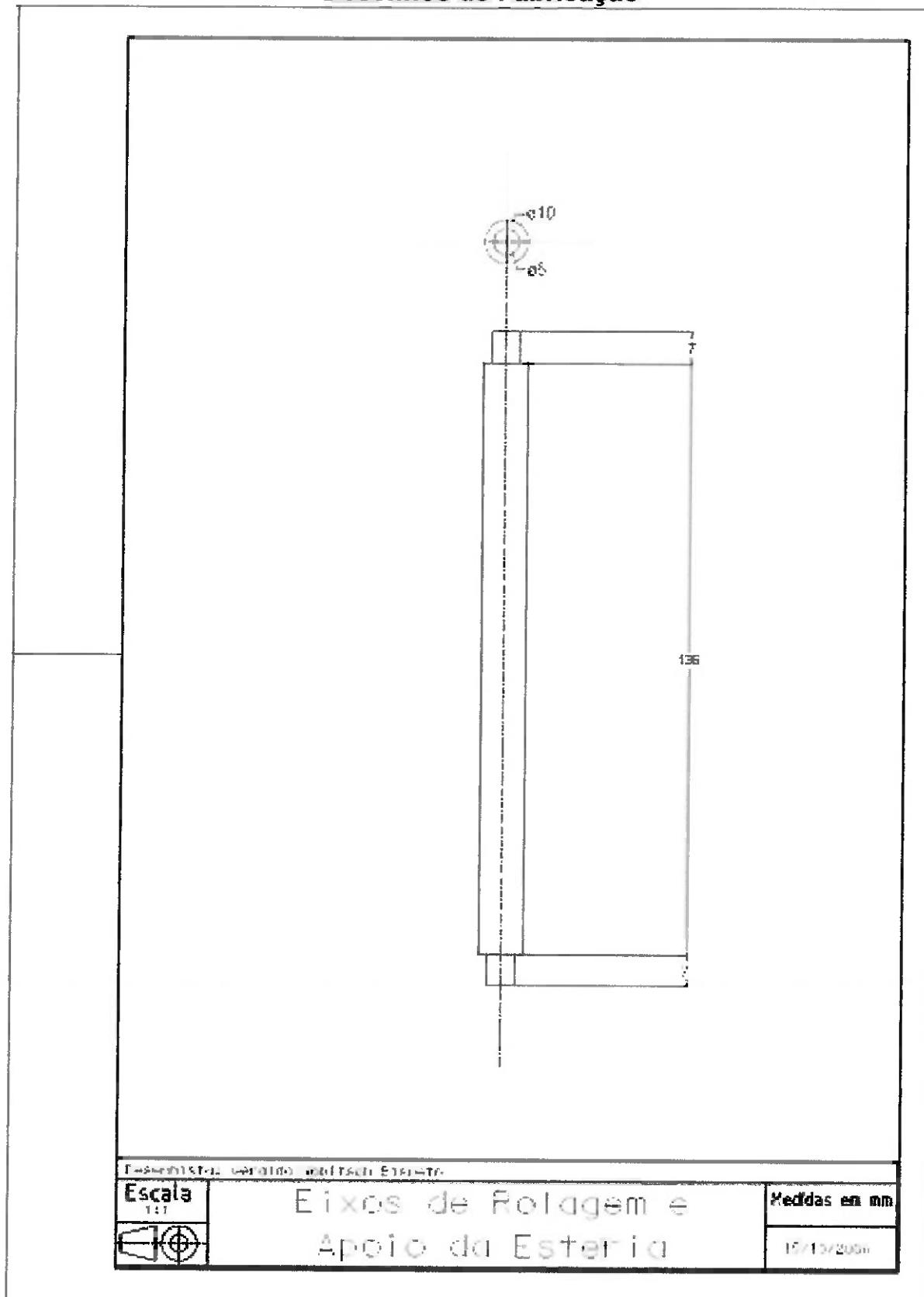
Faz Fácil. Informações sobre reciclagem de forma geral. Disponível em: <www.fazfacil.com.br/Reciclagem.htm>. Acessado em 05 de outubro de 2006-12-19

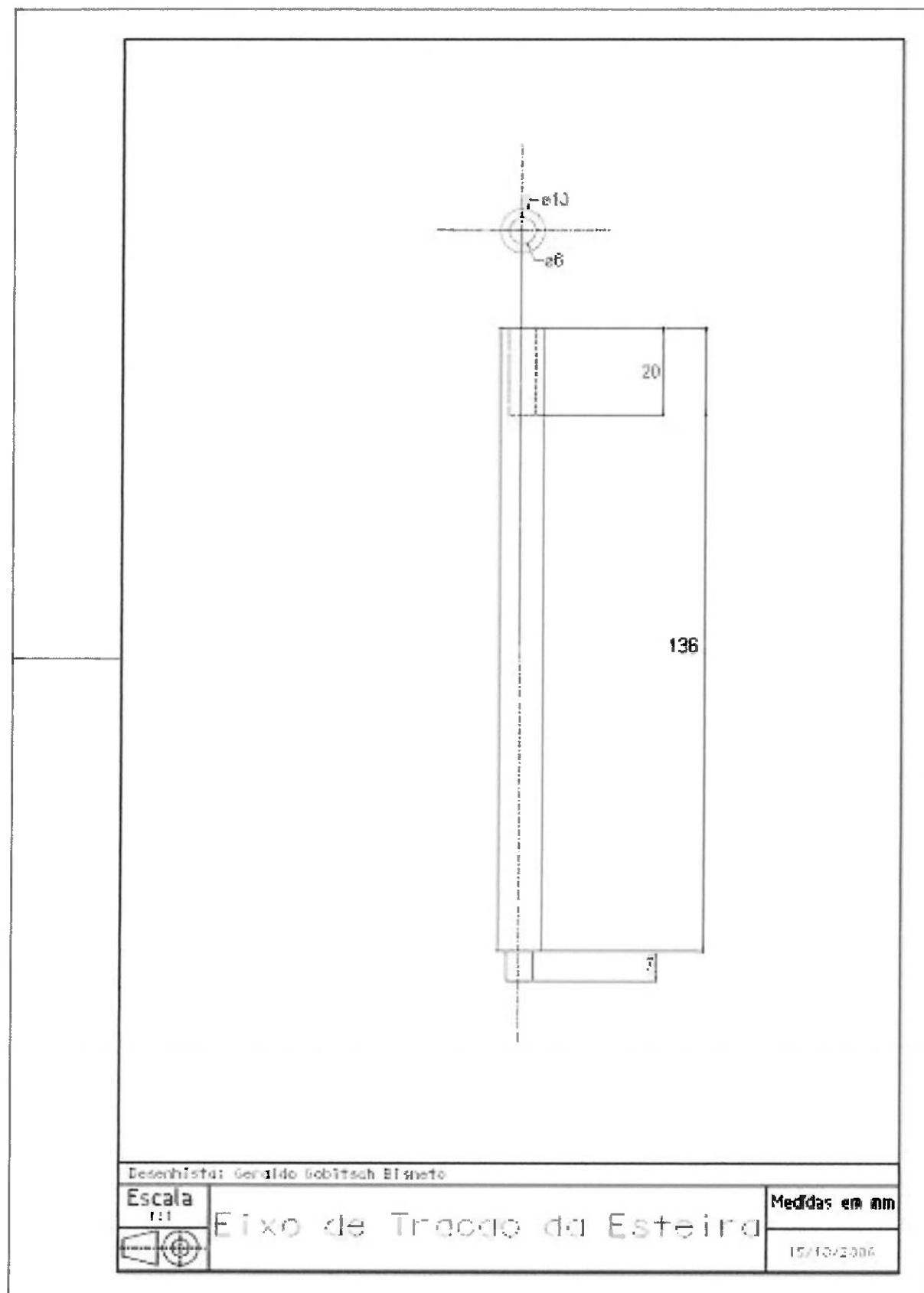
Freeway Brasil. Informações sobre a reciclagem no Brasil e no mundo. Disponível em: <<http://www.freeway.tur.br/editor/web/verpagina.asp?cod=170&codm=0&lang>>. Acessado em 05 de outubro de 2006.

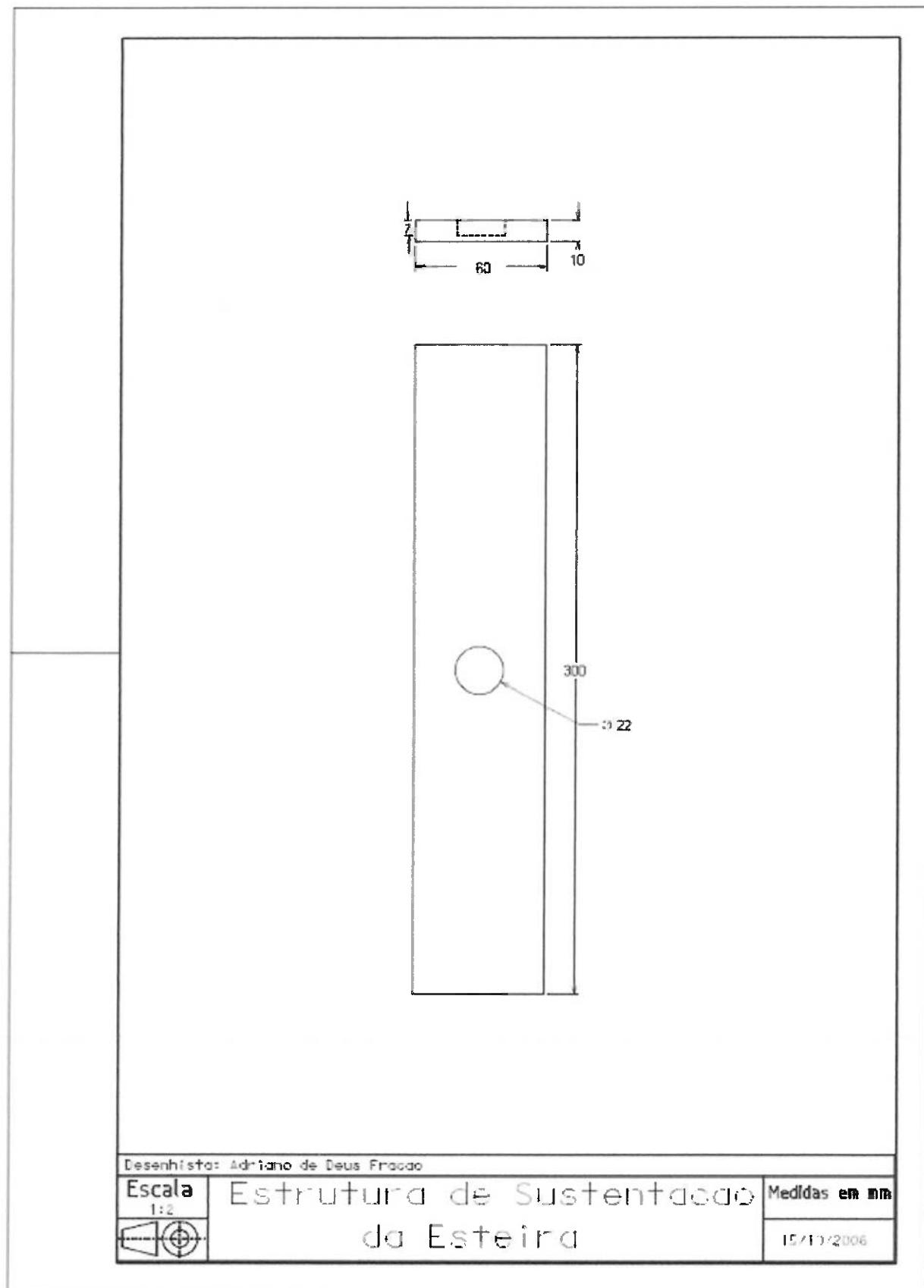
Ajuda Brasil. Informações sobre a reciclagem no Brasil. Disponível em: <<http://www.ajudabrasil.org/6.567.html>>. Acessado em 05 de outubro de 2006.

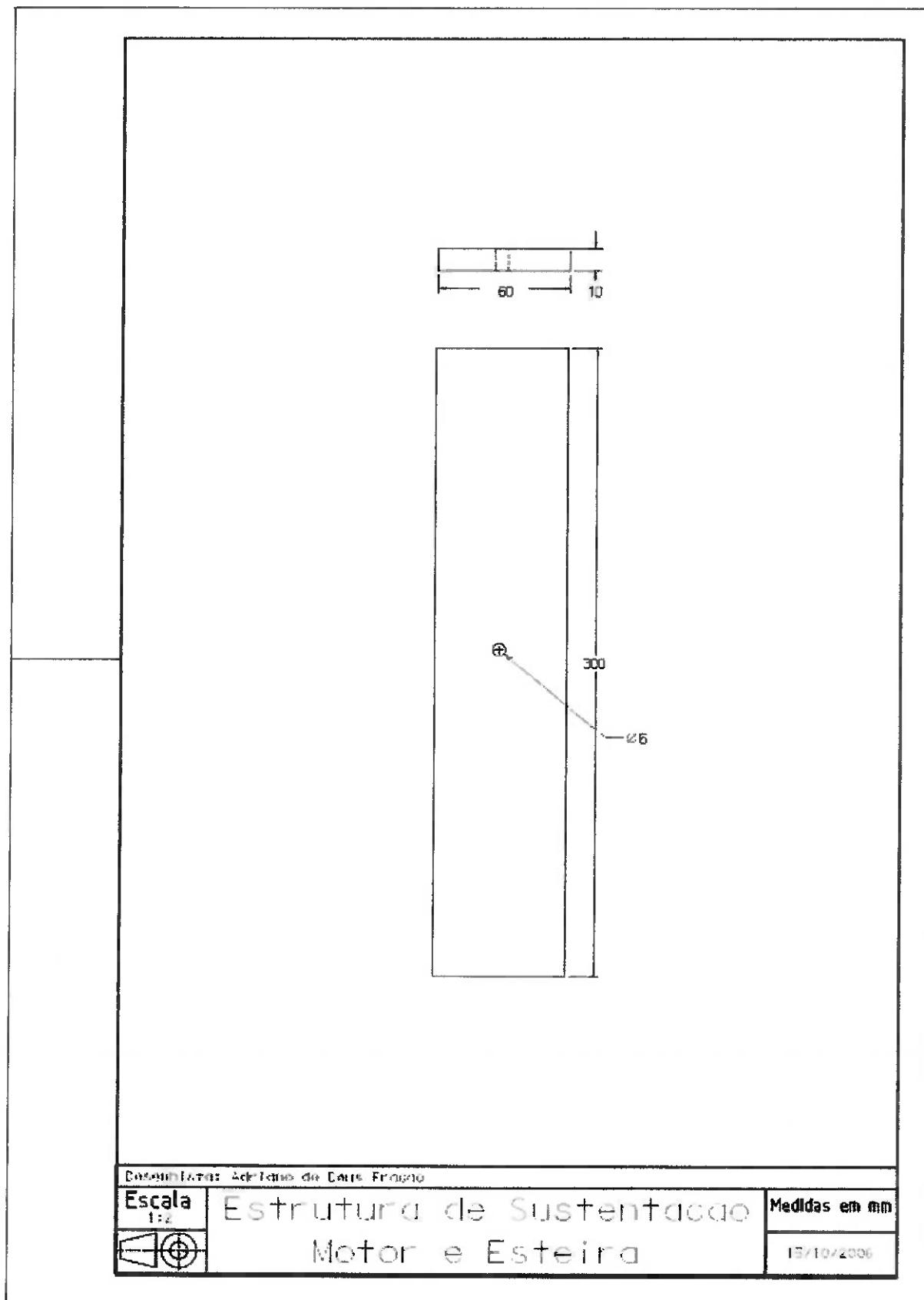
14. ANEXOS

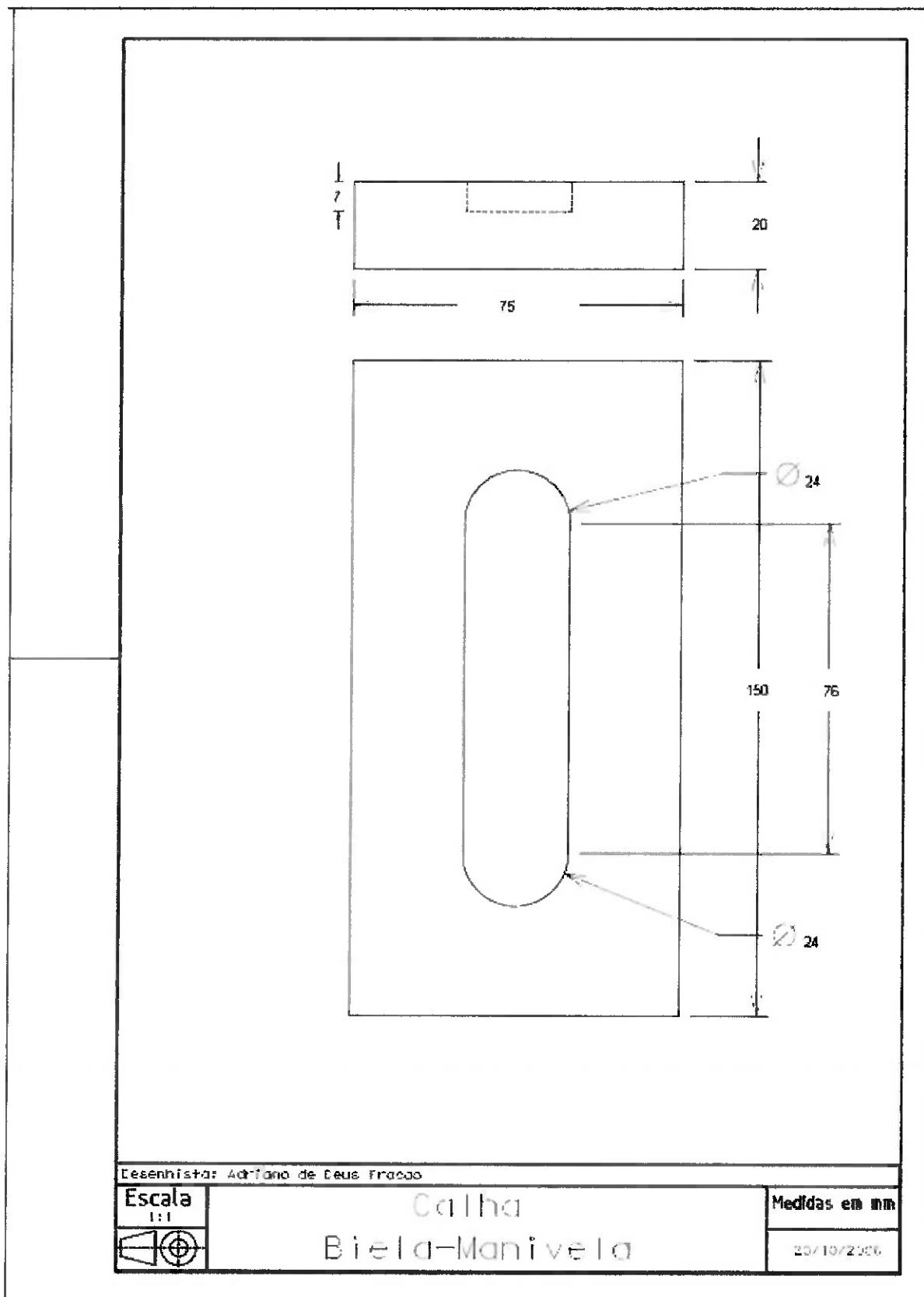
Desenhos de Fabricação

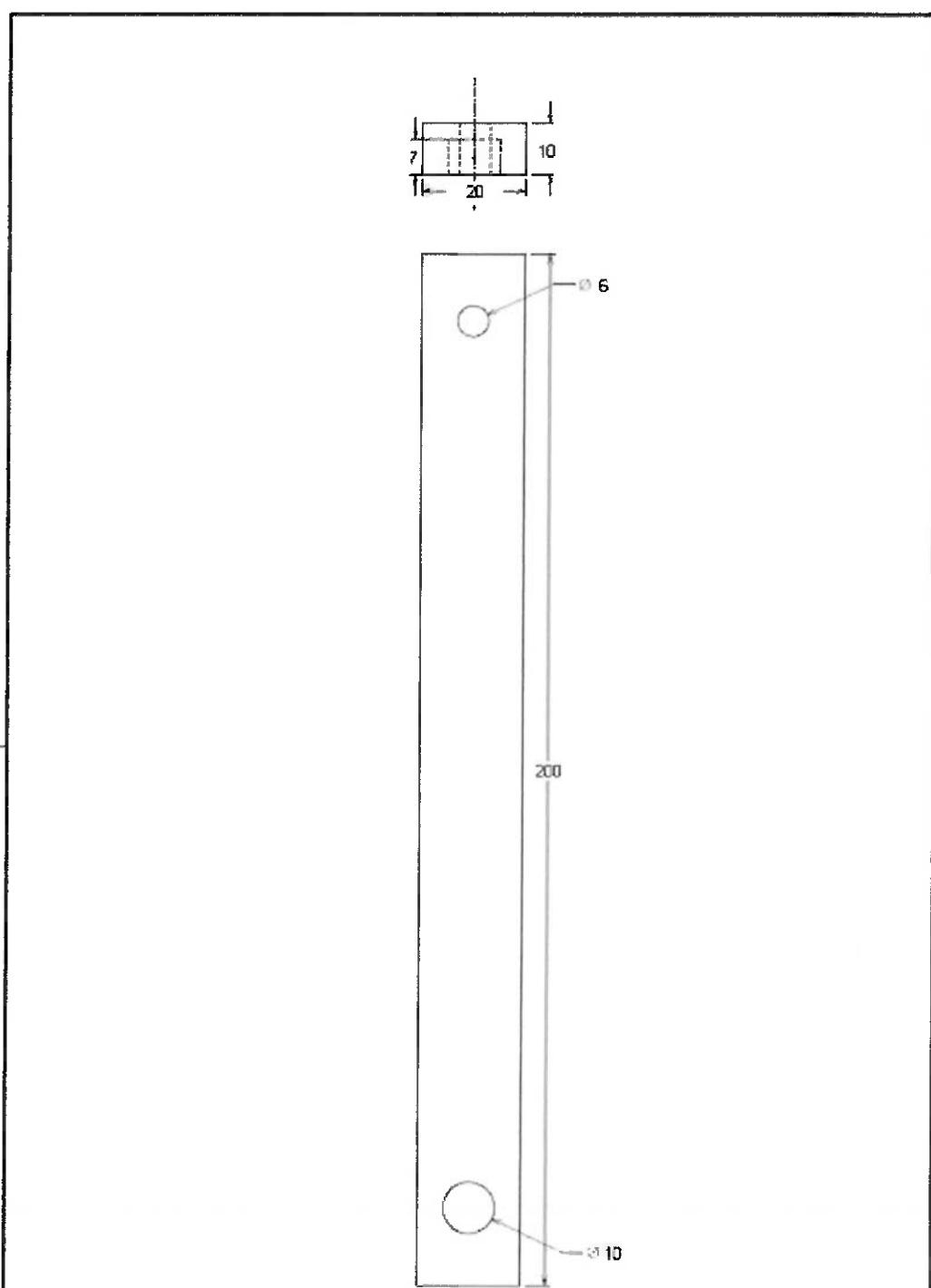












Desenhistur: Renaldo Kubitsch Etaneto

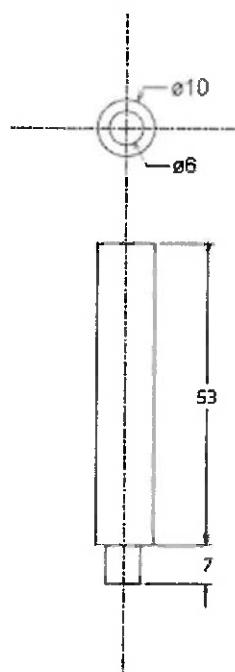
Escala
1:1



Brago
Biela-Manivela

Medidas em mm

20/10/2006

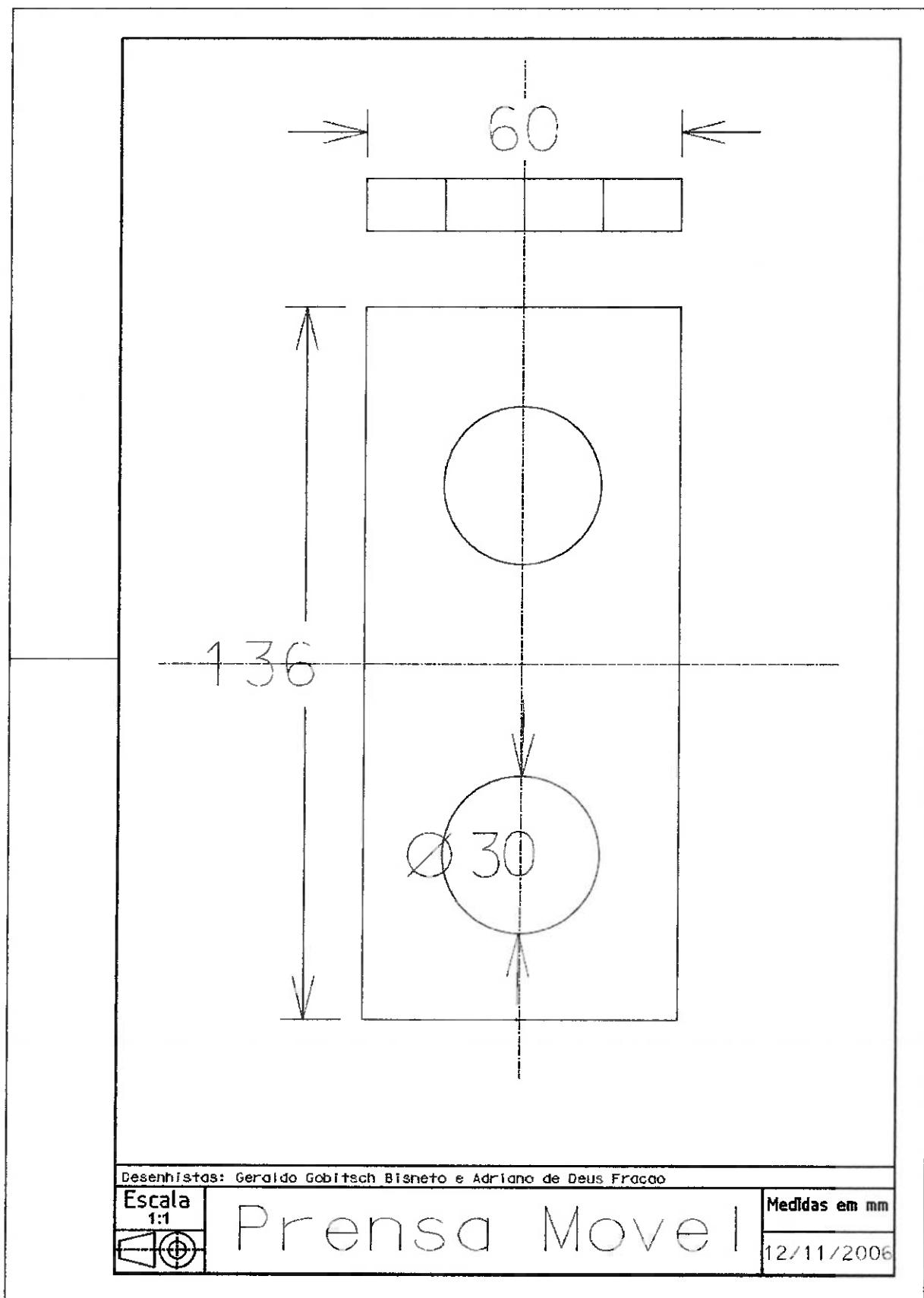


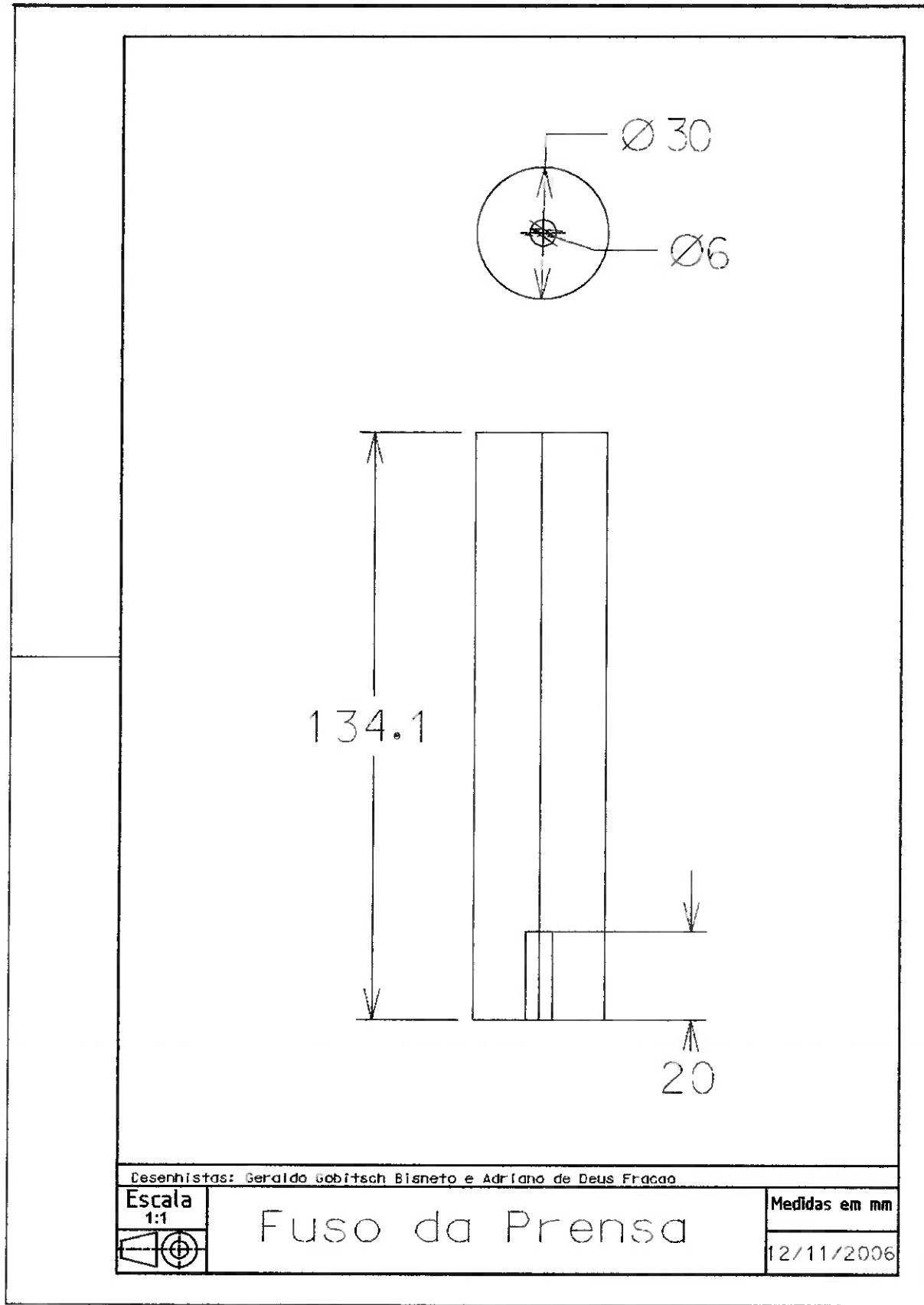
Desenhista: Geraldo Sobitsch Bisneto

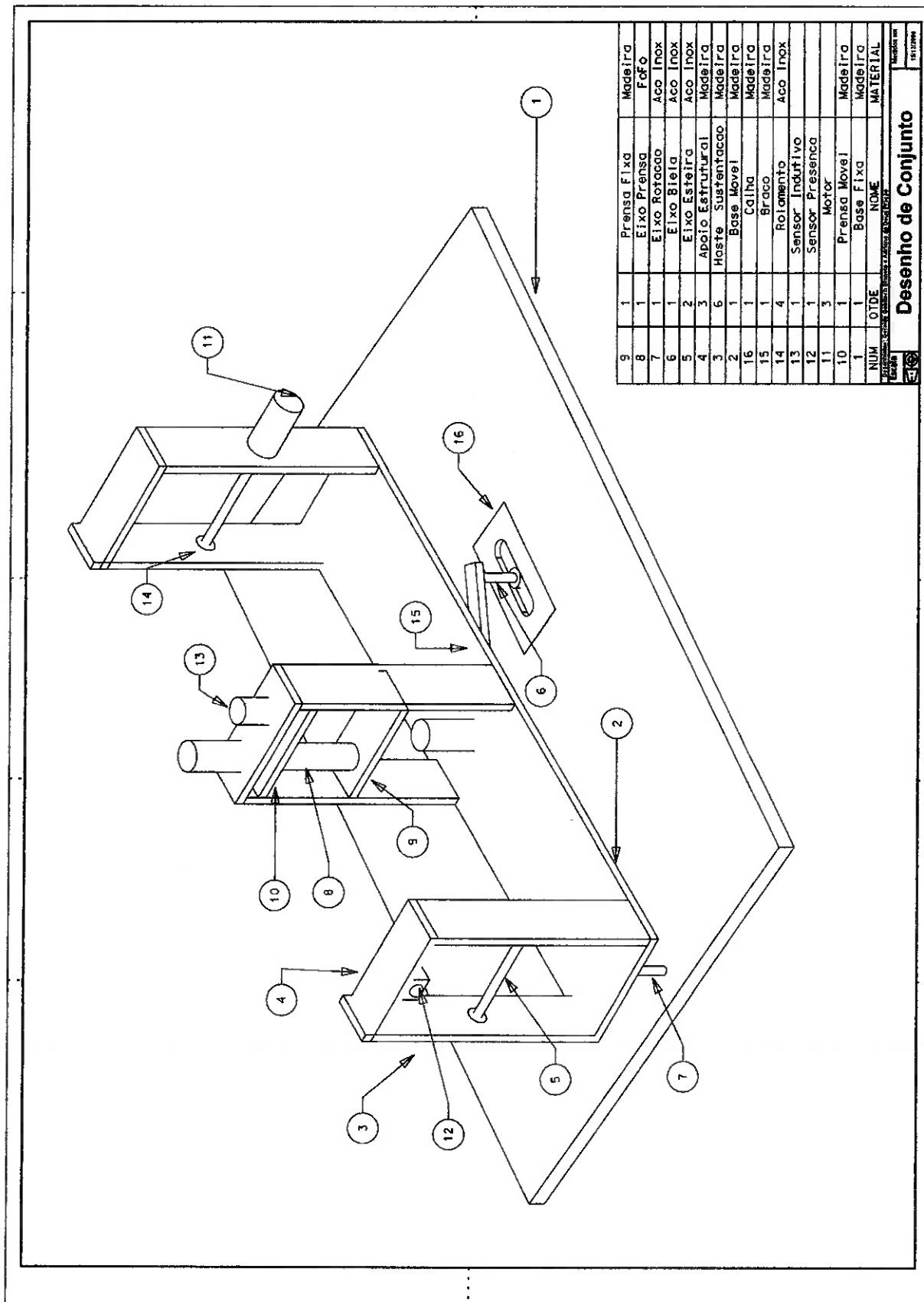
Escala
1:1Eixo Auxiliar da
Bielha-Manivela

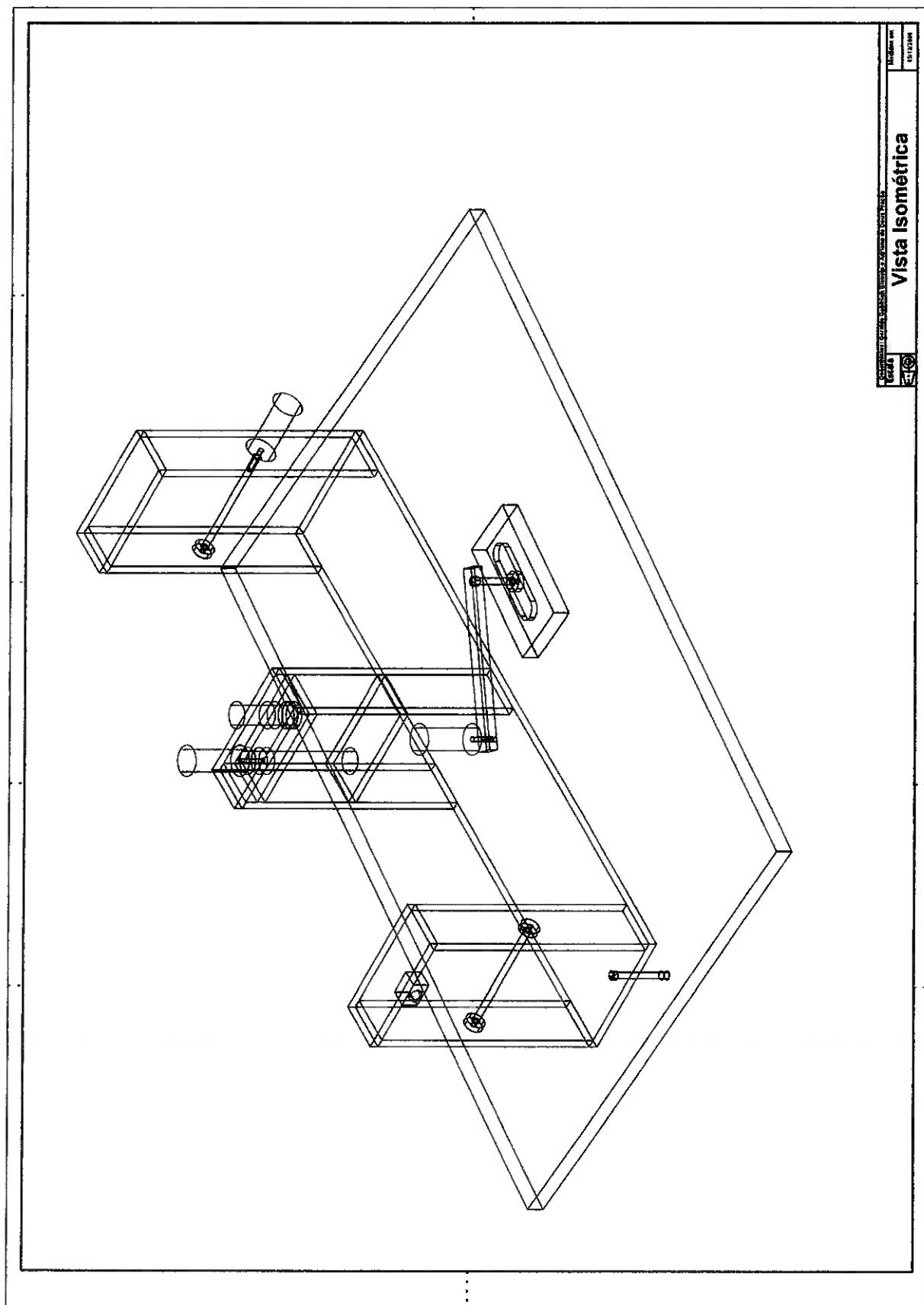
Medidas em mm

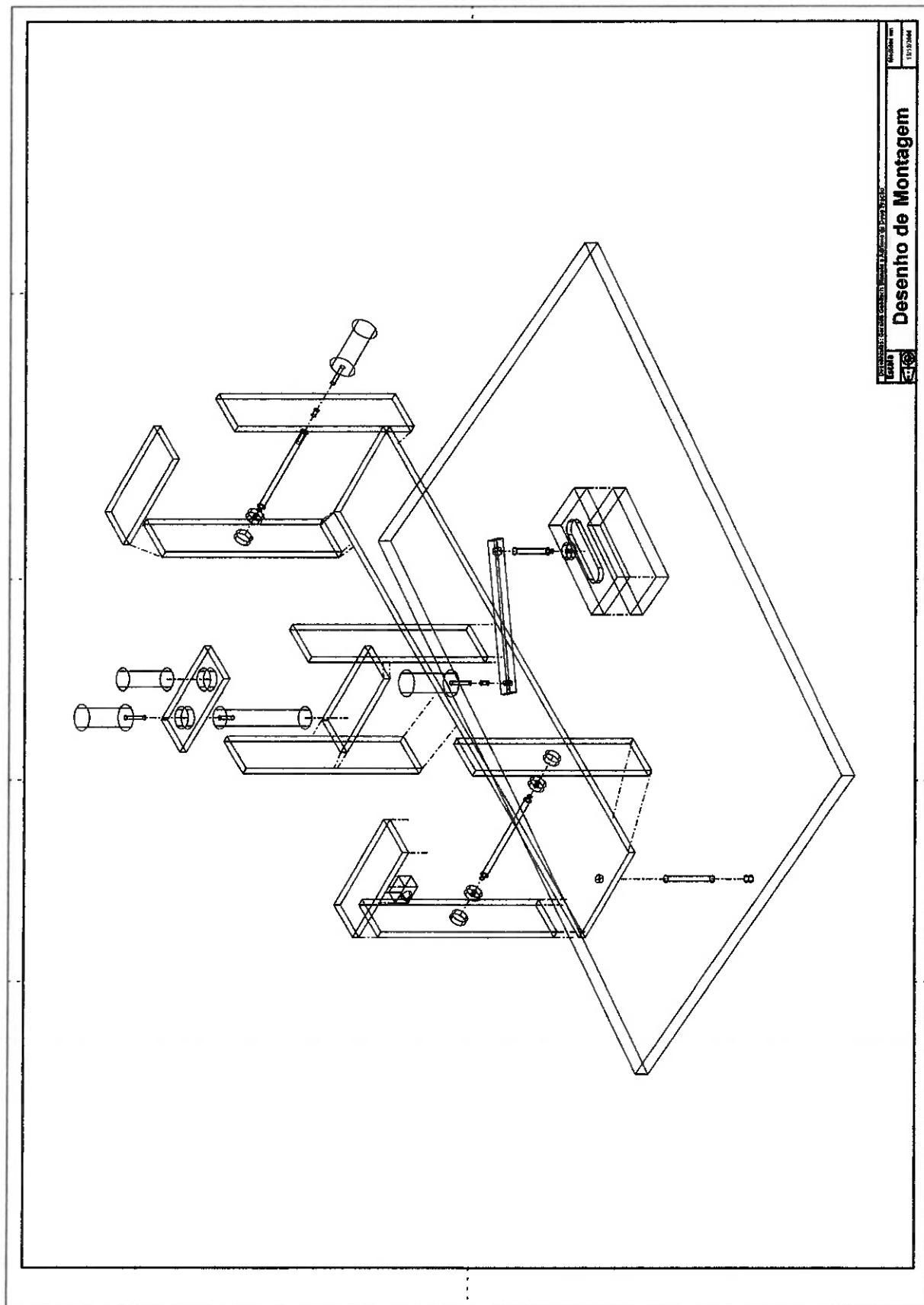
22/10/2006











Imagens do Protótipo



Figura 17: foto superior direita- estrutura, prensa, circuitos eletrônicos, esteira

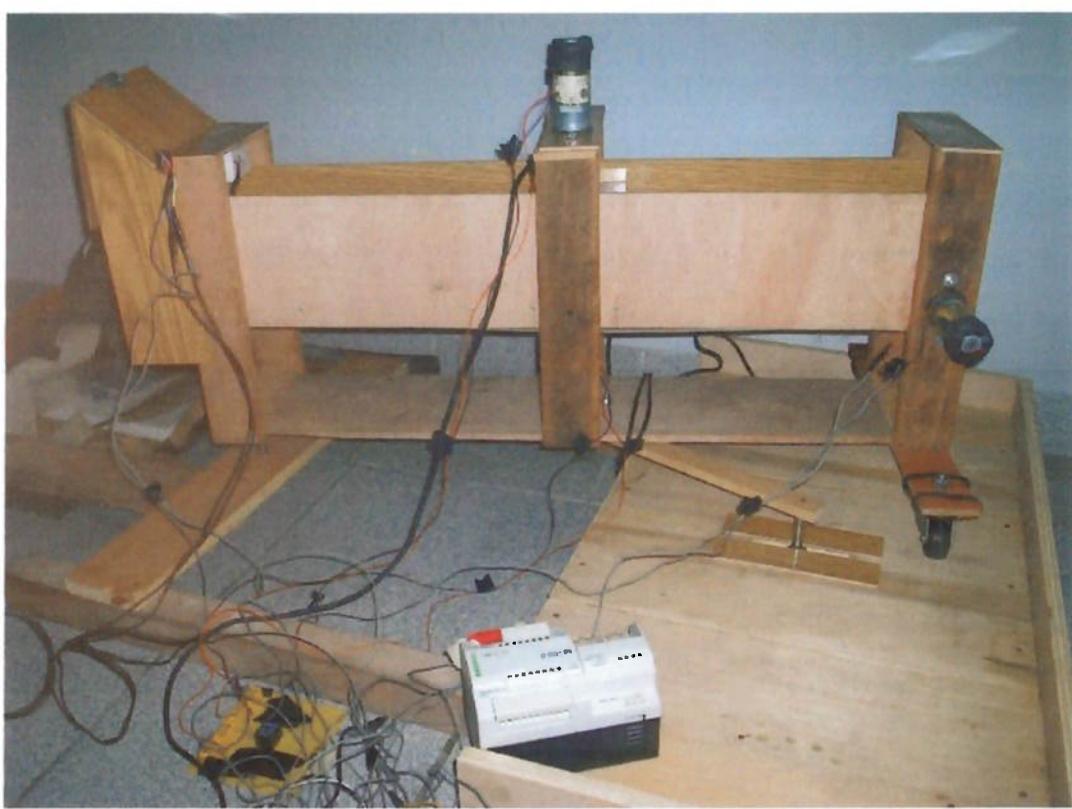


Figura 18: foto lateral direita – motores, biela-manivela, sensor de presença, CLP



Figura 19: Foto superior esquerda - fuso da prensa, motor de posicionamento



Figura 20: Foto lateral esquerda - esbarros laterais, rodas para permitir o giro

Especificações Técnicas do CLP

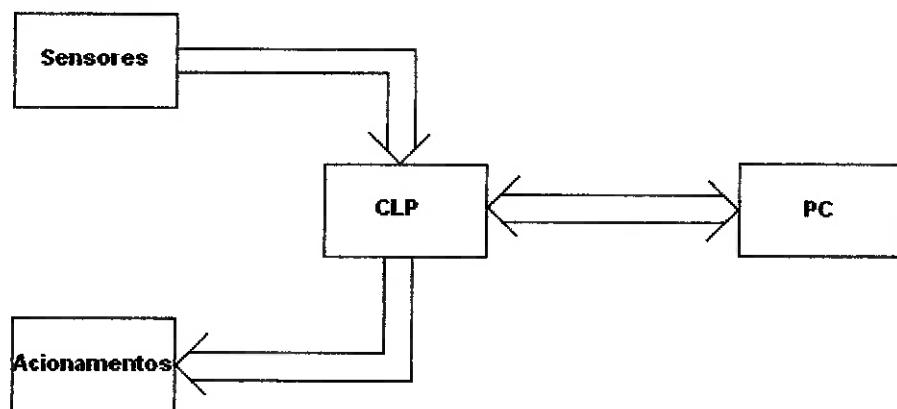
8 entradas digitais e 2 analógicas

6 saídas digitais e 1 analógica

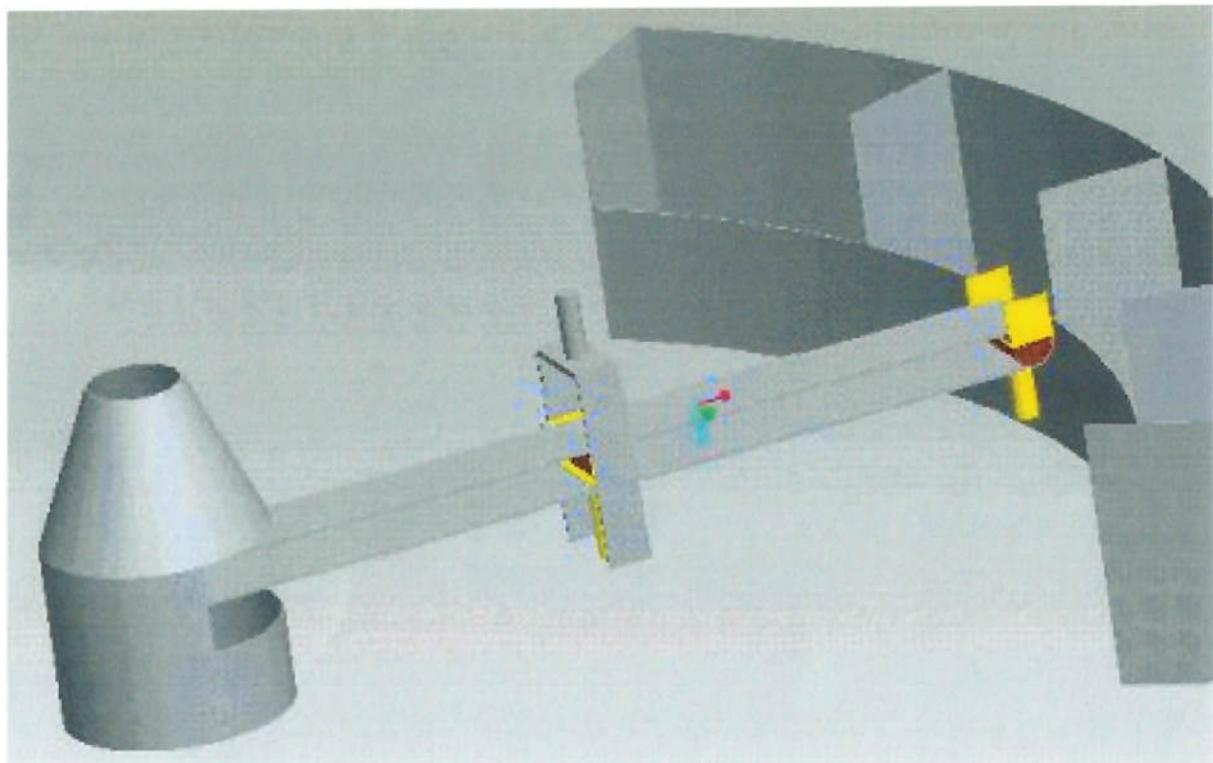
Marca: Klöckner Moeler PS4-201-MM1

Alimentação: 24V DC 0,8A

Arquitetura



Overview da Solução



Reciclagem

O Lixo

Lixo é todo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza em aglomerações urbanas. Comumente, é definido como aquilo que ninguém quer. Porém, precisamos reciclar este conceito, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. Grande parte dos materiais que vão para o lixo pode (e deveria) ser reciclada.

A Natureza é muito eficaz em relação ao tratamento dado a ela para o lixo. Animais e plantas mortos apodrecem e se decompõem. Neste processo, larvas, fungos, bactérias e minhocas colaboram para transformá-los, e os restos orgânicos

voltam para terra, enriquecendo-a. Infelizmente não podemos dizer o mesmo em relação ao tratamento que o homem dá para o lixo que fabrica. Resíduos colocados a céu aberto são fontes de graves riscos sanitários e ambientais. Uma solução para o lixo produzido pelas nossas mãos é a reciclagem: um processo de reeducação e mudanças dos nossos hábitos para a colaboração da diminuição de danos causados à Natureza. Com a reciclagem, os materiais que chamamos de lixo tornam-se matérias primas para a confecção de novos produtos. Os principais materiais recicláveis são: papel, plástico, metal e vidro.

O lixo orgânico representa mais de 50% do lixo domiciliar. Devidamente separado, pode ser reciclado e transformado em adubo.

Um consumidor médio descarta, em um ano:

90 latas de bebida

107 garrafas ou frascos

45 kg de plásticos

70 latas de alimento

árvores gastas como papel

10 vezes o seu próprio peso em refugos domésticos

Alguns números do lixo no Brasil:

A quantidade de lixo produzida semanalmente por um ser humano é de aproximadamente 5 Kg. Se somarmos toda a produção mundial, os números são assustadores.

Em torno de 88% do lixo doméstico brasileiro vai para o aterro sanitário. A fermentação gera dois produtos: o chorume e o gás metano.

Apenas 2% do lixo de todo o Brasil é reciclado! Isso acontece porque reciclar é 15 vezes mais caro do que simplesmente jogar o lixo em aterros. A título de comparação, o percentual de lixo urbano reciclado na Europa e nos EUA é de 40%.

Ao aproveitar matérias primas:

Reduzimos a exploração de recursos naturais, pelo retorno de materiais ao ciclo econômico; reduzimos a quantidade de lixo que necessita de disposição final, aumentando a vida útil dos aterros; possibilitamos que o adubo produzido pela usina de compostagem apresente uma qualidade superior (a separação feita na própria fonte geradora faz com que o lixo comum seja composto quase totalmente de matéria orgânica).

No Brasil, são geradas diariamente 241.000 toneladas de lixo, sendo 90.000 de lixo domiciliar. Só na cidade de São Paulo são geradas aproximadamente 14.000 toneladas de lixo por dia.

64% da produção nacional de latas é reciclada. Em 1997, o índice foi de 61%. Os números brasileiros superam países industrializados como Inglaterra (23%) e Itália (41%).

Valor: A lata de alumínio é o material reciclável mais valioso. O preço pago por uma tonelada varia de 500 a 750 dólares.

Contaminação: As latas misturadas com o restante do lixo podem estar contaminadas com matéria orgânica, excesso de umidade, plástico, vidro, areia e outros materiais, dificultando sua recuperação para usos mais nobres.

Redução na fonte de geração: As latas de alumínio são recipientes de pouco peso. Nos últimos 20 anos, a espessura dos recipientes de alumínio diminuiu cerca de 30%.

Cada 75 latas de aço reaproveitadas evitam o corte de uma árvore, e a cada 100 latas economizamos o equivalente a uma lâmpada de 60w acesa por uma hora.

Mas o que é reciclagem?

Reciclagem é o retorno da matéria-prima ao ciclo de produção do qual foi descartado. O termo, porém, já vem sendo usado popularmente para designar o conjunto de técnicas envolvidas nesse processo: a coleta dos materiais que se

tornariam lixo (ou que já estão no lixo), a separação desses materiais e o seu processamento.

O vocábulo surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais passaram a ser tratadas com maior rigor, especialmente após o primeiro choque do petróleo, quando reciclar ganhou importância estratégica. As indústrias recicladoras são também chamadas secundárias, por processarem matéria-prima de recuperação. Na maior parte dos processos, o produto reciclado é completamente diferente do produto inicial.

A reciclagem de materiais é muito importante, tanto para diminuir o acúmulo de dejetos, quanto para poupar a natureza da extração inesgotável de recursos. Além disso, reciclar causa menos poluição ao ar, à água e ao solo.

A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta. Visando uma melhoria da qualidade de vida atual e para que haja condições ambientais favoráveis à vida das futuras gerações, faz-se necessário o desenvolvimento de uma consciência ambientalista.

Nos países desenvolvidos como França e Alemanha, a iniciativa privada é encarregada do lixo. Fabricantes de embalagens são considerados responsáveis pelo destino dos detritos e o consumidor também tem que fazer a sua parte. Quando uma pessoa vai comprar uma pilha nova, por exemplo, é preciso entregar a pilha usada.

Vantagens da reciclagem:

Cada 50 quilos de papel usado transformado em papel novo evita que uma árvore seja cortada. Pense na quantidade de papel que você já jogou fora até hoje e imagine quantas árvores você poderia ter ajudado a preservar.

Cada 50 quilos de alumínio usado e reciclado evita que sejam extraídos do solo cerca de 5.000 quilos de minério, a bauxita. Quantas latinhas de refrigerante você já jogou fora até hoje? Saiba também que uma lata de alumínio leva de 80 a 100 anos para decompor-se.

Com um quilo de vidro quebrado faz-se exatamente um quilo de vidro novo. E a grande vantagem do vidro é que ele pode ser reciclado infinitas vezes. Em compensação, quando não é reciclado, o vidro pode demorar 1 milhão de anos para decompor-se.

A reciclagem favorece a limpeza da cidade, pois o morador que adquire o hábito de separar o lixo dificilmente o joga nas vias públicas.

A reciclagem gera renda pela comercialização do material a ser reciclado.

A reciclagem dá oportunidade aos cidadãos de preservarem a natureza de uma forma concreta. Assim, as pessoas se sentem mais responsáveis pelo lixo que geram.

Os objetos reciclados não serão transformados nos mesmos produtos. Por exemplo: garrafas recicláveis não serão transformadas em outras garrafas, mas em outros materiais, como solados de sapato.

Em tese, o processo de reciclagem deveria permitir o contínuo reuso de materiais para o mesmo propósito. Na prática, em boa parte dos casos, a reciclagem aumenta o tempo de vida útil de um material, porém de forma menos versátil. Por exemplo:

- ao reciclar-se o papel, as suas fibras diminuem, tornando-o inapropriado para determinados usos;
- determinados materiais podem contaminar-se, tornando-os impróprios para embalagem de alimentos ou medicamentos.

Já no caso do alumínio, essa regra não é válida, visto que o mesmo pode ser reciclado continuamente sem que perca suas qualidades.

A reciclagem pode prolongar a vida de um material dando-lhe um novo uso, por exemplo, ao transformar artesanalmente produtos considerados como lixo em artigos de uso cotidiano ou de adorno. Uma garrafa PET pode ser transformada industrialmente em fios que mais tarde serão utilizados na confecção de roupas.

A grosso modo, grande parte do lixo que é gerado, no campo ou nas cidades, pode ser reciclado e voltar novamente para a cadeia de consumo e uso.

Os resultados da reciclagem são expressivos tanto no campo ambiental, como nos campos econômico e social.

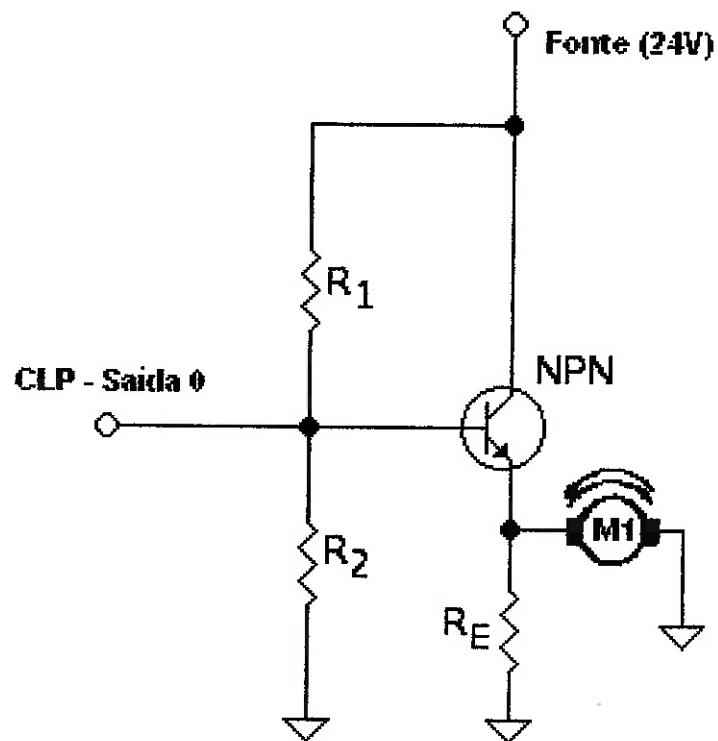
No meio-ambiente a reciclagem pode reduzir a acumulação progressiva de lixo; a produção de novos materiais, como por exemplo o papel, que exigiria o corte de mais árvores; as emissões de gases como metano e gás carbônico; as agressões ao solo, ar e água; entre outros tantos fatores positivos.

No aspecto econômico a reciclagem contribui para a utilização mais racional dos recursos naturais e a reposição daqueles recursos que são passíveis de re-aproveitamento.

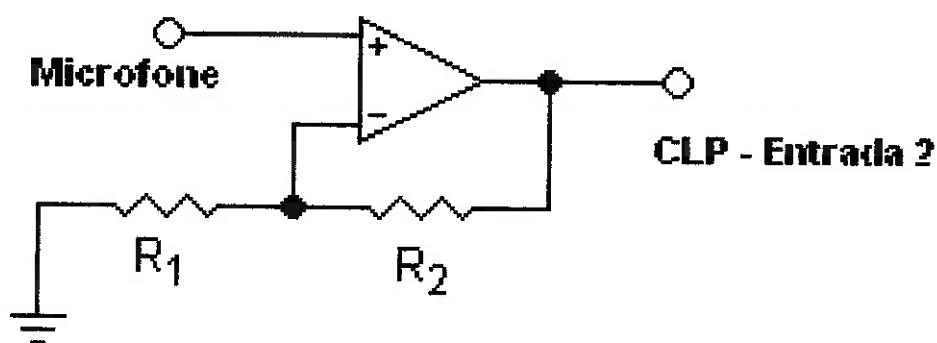
No âmbito social, a reciclagem não só proporciona melhor qualidade de vida para as pessoas, através das melhorias ambientais, como também tem gerado muitos postos de trabalho e rendimento para pessoas que vivem nas camadas mais baixas da sociedade.

Circuitos Eletrônicos

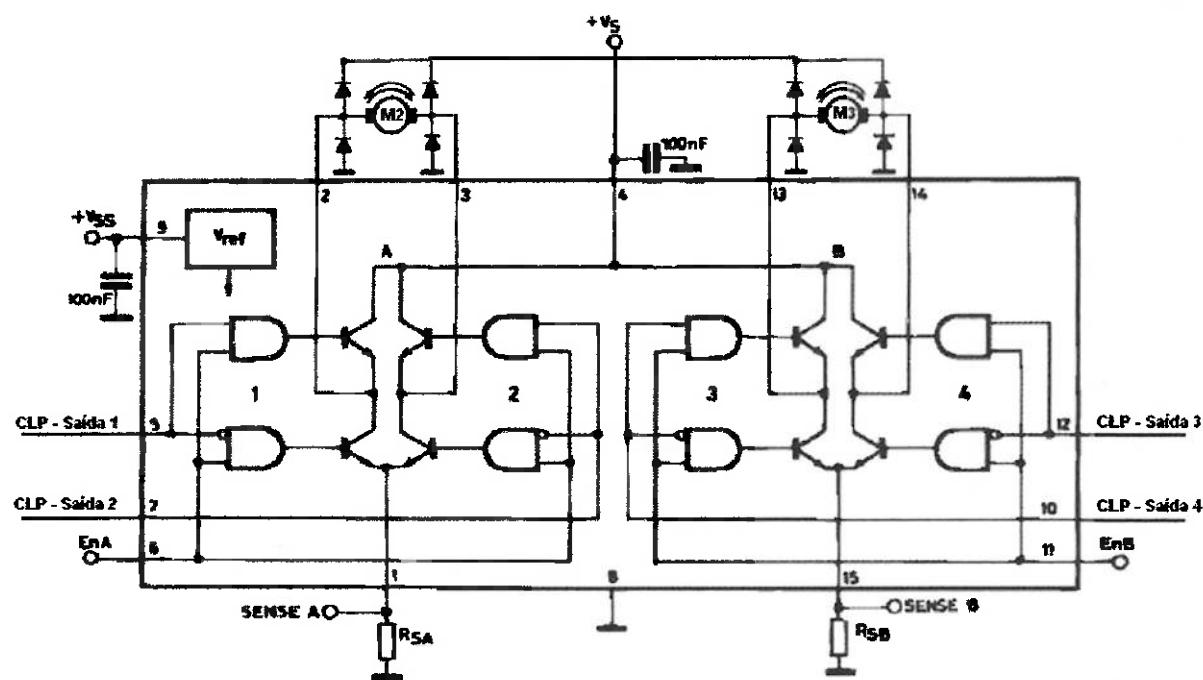
Círcuito Seguidor de Emissor



Círcuito Amplificador



Circuito Controlador de Motores CC



Relê

