

24

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ COM SEIS PINOS PARA
LEITURA EM CARACTERES BRAILLE**

**Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Graduação em Engenharia**

Marcelo Hilário Gallaro dos Santos

**Orientador :Dr. Raul Gonzalez Lima
Co-orientador :Dr.Agenor de Toledo Fleury**

**Área de Concentração
Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2005**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ COM SEIS PINOS PARA
LEITURA EM CARACTERES BRAILLE**

**Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Graduação em Engenharia**

Marcelo Hilário Gallaro dos Santos

**Orientador : Dr.Raul Gonzalez Lima
Co-orientador :Dr.Agenor de Toledo Fleury**

**Área de Concentração
Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2005**

TF-05
Sa59 d

TF-05
Sa59 d

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011807

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Marcelo Hilário Gallaro dos

Desenvolvimento de matriz com seis pinos para leitura em caracteres Braille / M.H.G. Santos. -- São Paulo, 2005.

p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1.Mecanismos 2.Eletromagnetismo 3.Máquinas elétricas de corrente contínua 4.Interface homem-computador I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II.t.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Dr. Raul Gonzalez Lima pelo bom senso, atenção , paciência , orientação prestimosa e incentivo para realização do projeto .

Ao co-orientador Dr. Agenor de Toledo Fleury pelas sugestões de pesquisa e contatos , pelo seu interesse e por enfatizar a necessidade do projeto.

Aos professores do PME em particular aos professores Dr. Marcelo Alves pela orientação de construção dadas em suas aulas e Dr.Edilson Hiroshi Tamai pelas sugestões de requisitos de projeto.

Aos professores do PMR em particular ao professor Dr. Oswaldo Horikawa por aumentar as possibilidades de projeto .

Ao professor do PEA Dr. Ivan Eduardo Chabu pela experiência transmitida. de construção de projetos eletromagnéticos .

Aos técnicos de laboratório Sr.José Paulo da Silva, Sr.Edson Tu Li Shui e Sr.Cícero Cirilano Cruz pela solidariedade e incentivo.

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto e implementação de um aparelho tátil de apresentação de caracteres em código Braille, composto de um computador para enviar caracteres de arquivos de textos (formato ASCII) e de um mecanismo capaz de apresentar caractere por caractere em código Braille.

O objetivo é projetar mecanismo, atuador e sistema eletrônico com alta confiabilidade, porém, menos caro que os existentes, financeiramente acessível ao deficiente visual. A exigência de ser compacto é abrandada.

A escolha da melhor solução de projeto, tecnicamente viável, será realizada pela elaboração de uma matriz de decisão. Para ter uma definição completa da melhor solução do protótipo e para futuras implementações, foram executados simulações de modelos matemáticos e ensaios de modelos físicos dos mecanismos e atuadores.

ABSTRACT

This work presents the design and implementation of a tactile Braille cell, which consists of a computer to deliver characters from a text (format ASCII) and a mechanism for displaying character by character in Braille code.

The objective is to design mechanism, an actuator and an electronic system with high reliability, however, less expensive than existing ones, financially accessible to the visual deficient. The requirement of being compact is relaxed.

The search of the best design solution, technically viable, will be accomplished through the elaboration of a decision matrix. To have a complete definition of the best solution for the prototype and for future implementations, simulations of mathematical models and tests of physical models of the mechanisms and actuators were performed.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Descrição do projeto do sistema.....	1
1.2.1 Descrição do projeto do mostrador.....	1
1.2.1.1 Descrição física do mostrador.....	1
1.2.1.2 Metodologia básica do projeto do mostrador.....	2
1.2.1.3 Objetivos	2
1.2.2 Descrição geral e metodologia do projeto eletrônico.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Inclusão digital dos deficientes visuais brasileiros e acessibilidade	
.....	4
3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS.....	5
4 VIABILIDADE TÉCNICO ECONÔMICA.....	7
5 METODOLOGIA DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO.....	8
5.1 Metodologia do projeto eletromecânico do mostrador.....	8
5.1.1 Estudo de Viabilidade técnica de dispositivos mostradores Braille.....	8
5.1.1.1 Requisitos funcionais, operacionais e construtivos.....	8
5.1.1.2 Soluções concretas de sistemas que poderão ser o produto	
final do projeto.....	9
5.1.1.3 Conjunto de alternativas viáveis de solução de projeto.....	11
5.1.2 Estudo de viabilidade econômica com estimativa de custos e vendas.....	13
5.1.3 Projeto básico do dispositivo mostrador Braille.....	14

5.1.3.1	Análise das alternativas de mostradores através da Matriz de decisão.....	14
5.1.3.2	Análise da solução de projeto dos fabricantes de linha Braille.....	16
5.1.4	Simulações de modelos matemáticos e ensaios de modelos experimentais.....	18
5.1.4.1	Simulação matemática do solenóide blindado da alternativa 2.....	18
5.1.4.2	Ensaio experimental do mecanismo e solenóide blindado da alternativa 2.....	20
5.1.4.3	Simulação matemática do eletroímã da alternativa 4	22
5.1.4.4	Ensaio experimental do mecanismo e eletroímã da alternativa 4.....	24
5.1.5	Projeto Executivo do dispositivo mostrador Braille.....	26
5.2	Descrição do Projeto eletrônico.....	27
6	RESULTADOS.....	30
7	COMENTÁRIOS FINAIS	32
ANEXO A	– PADRÕES DE CELULAS BRAILLE.....	33
ANEXO B	– MODELOS DE LINHAS BRAILLE.....	34
ANEXO C	– PROGRAMA DA SIMULAÇÃO DO SOLENÓIDE BLINDADO....	35
ANEXO D	–PROGRAMA DA SIMULAÇÃO DO ELETROÍMA TIPO FERRADURA.....	36
ANEXO E	– CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO.....	37
ANEXO F	– DESENHOS DE CONJUNTO E FABRICAÇÃO.....	38
LISTAS DE REFERÊNCIAS		45
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA		46

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1- Cronograma de atividades.....	5
Figura 5.1.1 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 1).....	11
Figura 5.1.2 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 2).....	11
Figura 5.1.3 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 3).....	12
Figura 5.1.4- Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 4).....	12
Figura 5.1.5 Desenho do solenóide blindado.....	18
Figura 5.1.6-Bancada experimental do mecanismo e do solenóide blindado da alternativa 2.....	20
Figura 5.1.7 Desenho do eletroímã tipo ferradura.....	22
Figura 5.1.8 - Bancada experimental do mecanismo e do eletroímã da alternativa 4.....	24
Figura 5.1.9 – Protótipo construído	26
Figura 5.2.1- Solução de implementação do controle eletrônico de uma linha Braille.....	27
Figura 5.2.2 Atuadores eletromagnéticos com magnetos de terras raras	29

LISTAS DE TABELAS

Tabela 5.1 -Matriz de decisão.....	17
---	-----------

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1- Força magnética em função do deslocamento x 19

Gráfico 5.2 - Força magnética em função do deslocamento I_{gap} 23

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A motivação para realização deste trabalho é possibilitar que um maior número de pessoas deficientes visuais tenham acesso à informação atualizada, disponível em arquivos de textos do computador (com conteúdo de livros, jornais, Internet etc) e assim possam ter um pleno exercício de sua cidadania, um bom desempenho escolar e profissional. Um mostrador de texto que tenha um baixo custo de fabricação e preço de venda financeiramente acessível ao deficiente visual, é atualmente necessário devido aos altos preços dos mostradores importados, devido ao alto custo de produção do livro em Braille (preço das impressões e impressoras em Braille), ao grande volume do livro em Braille em relação ao seu conteúdo e devido ao acervo atual de livros Braille (comercial ou público) ser reduzido em quantidade e número de títulos.

Idealizou-se projetar e construir um protótipo de um sistema tátil de apresentação de caracteres em código Braille que seja confiável desde a leitura de arquivos de textos (com caracteres codificados em padrão ASCII) até a reprodução em caracteres em código Braille no seu dispositivo eletromecânico (mostrador).

1.2 Descrição do projeto do sistema

Esse sistema tátil de apresentação de caracteres em código Braille é constituído de um mostrador (dispositivo eletromecânico) em formato de uma linha composta por celas Braille e dos subsistemas de leitura, processamento, transmissão de dados e acionamento (projeto eletrônico).

1.2.1 Descrição do projeto do mostrador

1.2.1.1 Descrição física do mostrador

O dispositivo eletromecânico é constituído por um painel mostrador que possui furos para guiar pinos deslizantes posicionados na configuração de celas Braille, cada cela

Braille tem um formato matricial de três linhas e duas colunas e são espaçadas linearmente formando uma linha Braille (vide no anexo A os padrões de celas e respectivos espaçamentos). Para codificação, os pinos acionados por atuadores (eletromagnéticos) se deslocam verticalmente, sendo que as faces superiores dos pinos podem ocupar duas posições, alto relevo e faceando a superfície do painel. O protótipo tem apenas uma cела Braille mas é dimensionado prevendo o espaçamento necessário entre as celas de uma linha Braille.

1.2.1.2 Metodologia básica do projeto do mostrador

Para escolha da melhor solução de projeto do mostrador será apresentado um estudo de viabilidade técnico econômica e de projeto básico, com elaboração de uma matriz de decisão. Depois de selecionar os dois projetos mais promissores, para ter uma definição completa da melhor solução de mostrador (solução definitiva para a construção do protótipo) foram realizadas simulações de modelos matemáticos e ensaios de modelos físicos (com bancada de mecanismo e de atuador eletromagnético para o ensaio do acionamento de um pino de cada modelo de mostrador).

1.2.1.3 Objetivos

O objetivo é projetar um mostrador com mecanismo e atuador confiáveis quanto à eficiência funcional e que tenham custos de fabricação inferiores em relação aos modelos existentes no mercado, mesmo que para isso o aparelho seja menos compacto. O campo de pesquisa também abrange a obtenção de mostradores de baixa potência de acionamento e dissipação de calor, através da fabricação e da utilização eficiente de atuadores de baixa potência e de mecanismos de transmissão mecânica (alavanca, cunha etc..) ou travas.

1.2.2 Descrição geral e metodologia do projeto eletrônico

Dependendo do modelo de mostrador (mecanismo), vai existir um número mínimo e máximo de celas e um projeto eletrônico compatível que o torne viável, quanto a potência elétrica consumida e dissipada, tempo e lógica de acionamento (constantemente energizado ou não). Um projeto otimizado, de baixo custo, de mostrador com várias celas Braille, que não necessitem estar constantemente energizadas é motivação para pesquisa neste trabalho.

Para formar as palavras codificadas em Braille no mostrador, os textos disponíveis em arquivo de texto, no computador, são lidos em um programa aplicativo para formar blocos de letras, que são enviadas no formato ASCII através da utilização de protocolo de comunicação serial até um microprocessador para converter os dados seriais em paralelo no formato Braille. O acionamento de cada cela numa linha Braille é multiplexado no tempo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Inclusão digital dos deficientes visuais brasileiros e acessibilidade

Segundo Spelta (2003), apenas uma minoria de deficientes visuais usa o computador (são usuários de informática), cerca de 7000 no início de 2003, sendo que a população de cegos no Brasil pelos dados do Censo de 2000 é de 148mil, havendo também uma população de 2,4 milhões de pessoas com grande dificuldade de enxergar. Assim a inclusão digital dos deficientes visuais em nosso país ainda é pequena, mas ela se expande lentamente com as pessoas acessando a Internet nas escolas e outras instituições.

Conforme Spelta (2003), para as pessoas cegas acessarem o computador (ter algo que substitua o mouse, que lhe explique o que está sendo mostrado na tela como um título, um campo editável, uma caixa de diálogo, um botão...) atualmente existe um software, bastante complexo, chamado genericamente de "leitor de texto". Este software disponibiliza as informações em forma de texto que é então lido por um sintetizador de voz, ou mostrador num display Braille (linha Braille). Estes mostradores são raros no Brasil, devido ao seu alto custo, incompatível com a nossa realidade.

3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS

As etapas desenvolvidas ao longo dos dois semestres estão detalhadas na descrição das atividades do cronograma da Fig.(3.1)

Figura 3.1- Cronograma de atividades

	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

ATIVIDADES:

Estudo de Viabilidade de dispositivos mostradores Braille.

- 1) Determinação de varias soluções viáveis.

Projeto Básico

- 2) Escolha da melhor solução técnica e econômica, através da Matriz de decisão.
- 3) Estudo e ensaios utilizando modelos físicos ou matemáticos para uma definição completa da melhor solução.

Projeto Executivo

- 4) Projeto do protótipo, especificações técnicas e desenhos de construção .
- 5) Construção do dispositivo mostrador Braille (protótipo).
- 6) Analise do protótipo, testes de qualidade, durabilidade etc.
- 7) Elaboração dos desenhos definitivos de fabricação e conjunto .
- 8) Definição das especificações do produto final .

Desenvolvimento do projeto eletrônico

- 9) Determinação da lógica de controle (entrada de dados em formato ASCII e saída codificada em caractere Braille).
- 10) Definição do sistema de potência elétrica .
- 11) Elaboração do desenho do circuito do sistema de controle e potência elétrica .

Testes finais.

- 12) Utilização do protótipo .

4 VIABILIDADE TÉCNICO ECONÔMICA

Ao fazer o estudo de viabilidade deste projeto a viabilidade econômica é analisada não apenas como a capacidade de obter lucro da venda de um determinado produto ou atingir uma grande parcela do mercado, pois o mostrador Braille será destinado a pessoas cegas com poucos recursos econômicos (fim social), para fundações beneficentes que sobrevivem com apoio de mantenedores e voluntários, escolas, empresas e outras instituições que amparam as pessoas deficientes visuais. Então a viabilidade econômica esta fortemente ligada a viabilidade técnica pois a redução dos custos do produto é imprescindível, principalmente o de fabricação, componentes e materiais, para que o projeto se torne viável atingindo uma população maior de pessoas deficientes visuais .

O que existe no Brasil são equipamentos importados, sofisticados ou acrescidos de outras funções que contribuem para acessar o computador (“leitor de texto”, teclas Braille, sintetizador de voz etc.), encarecendo o produto (sendo muito raro no Brasil) . O sintetizador de voz parece ser uma solução mais eficiente para atender a necessidade de obter informação, não parece ser um produto concorrente mas sim complementar, atende a mesma necessidade de uma forma diferente. Um problema é que para utilizar o mostrador Braille é necessário ter um computador , o que poderia inviabilizar o projeto , mas existe a possibilidade do deficiente visual conectar o mostrador Braille em computadores de fundações, escolas, empresas e outras instituições que amparam as pessoas cegas.

Estima-se que o número de novos usuários (durante os próximos três anos), da ordem de 38 mil deficientes visuais (aproximadamente 20% da população brasileira de cegos), justifica o desenvolvimento deste projeto no Brasil.

5 METODOLOGIA DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO

5.1 Metodologia do projeto eletromecânico do mostrador

A sequência da metodologia de projeto e desenvolvimento estão descritos nos itens a seguir, de acordo com Kaminski (2000).

5.1.1 Estudo de Viabilidade técnica de dispositivos mostradores Braille

Para o estudo da viabilidade técnica de soluções de projeto do mostrador Braille foram definidas as especificações das características técnicas do projeto, ou seja, um conjunto de requisitos funcionais, operacionais e construtivos a ser atendido pelo produto (linha Braille).

5.1.1.1 Requisitos funcionais, operacionais e construtivos

Os requisitos funcionais são:

- Desempenho: velocidade de apresentação de caracteres de pelo menos 100 caracteres por minuto.
- Conforto: nível de ruído máximo na altura dos ouvidos do operador de 40db, temperatura inferior a 45 graus nas proximidades de operação do mostrador e utilização de um apoio ergométrico para as mãos.
- Segurança: a região que entra em contato com os dedos (pinos e suporte) devem ser isoladas termicamente e eletricamente, em caso de superaquecimento ou de curto deve ocorrer o desligamento automático do mostrador.
- Transporte: suporte e bolsa resistente para proteger o aparelho.

Os requisitos operacionais são:

- Tensão elétrica : acionamento com tensões de alimentação menores que 5 V.
- Corrente elétrica : acionamento com correntes elétricas menores que 0,4 A.
- Durabilidade: não- inferior a 5 anos com o uso diário.
- Confiabilidade: nenhuma falha que interrompa o funcionamento nos 5 anos de uso.

Os requisitos construtivos são:

- Peso máximo: 0,4 Kg por cela Braille
- Materiais: suporte de plástico para isolar eletricamente o sistema, pinos de material não oxidante.
- Dimensões máximas: 10 x 10 x 25 cm

5.1.1.2 Soluções concretas de sistemas que poderão ser o produto final do projeto

Estabelecidas as especificações, foram listadas soluções concretas de sistema.

Sistema de acionamento :

- Solenóides, eletroímãs, motores elétricos, atuadores com ligas com memória de forma ou piezoelétricos , ou pneumáticos .

Sistema de transmissão de movimento dos pinos :

- Transmissão direta , a força do atuador é responsável pela movimentação e manutenção da posição dos pinos, usando apenas hastes e cabos par transmitir o movimento.
- Transmissão indireta , a força do atuador é transmitida por mecanismos como alavancas, cunhas ,pinos cônicos, cames, roscas , engrenagens e cremalheira .

Sistema que guia os elementos que transmitem movimento aos pinos ou os próprios pinos:

- Chapas furadas pressas espaçadamente no suporte que servem de guia convergente para as hastes ligadas aos pinos ou para os próprios pinos, esta convergência é necessária, pois os pinos estão muito próximos, e a transmissão e posição dos atuadores podem não estar.
- Bloco com furações já compactadas , furações paralelas, que servem de guia para hastes ligadas aos pinos ou para os próprios pinos . Os mecanismos de transmissão e os atuadores podem estar dispostos na perpendicular da direção dos pinos com possibilidade de espaçamento na direção vertical.

- Não utilização de guias caso a transmissão seja feita por cabos que sofrem tração ou utilização de mini polias.

Sistema de potência elétrica :

- Potência elétrica da saída serial ou paralela do computador .
- Potencia elétrica de uma fonte de maior capacidade de fornecer energia.
- Bateria recarregável .

Sistema de resfriamento dos atuadores e componentes :

- Convecção natural sem uso de aletas ou com aletas.
- Convecção forçada por uma ventoinha através de aletas ou pelos próprios componentes.

Sistema de controle:

- Computadorizado ,controle da porta serial ou paralela ,utilizando linguagem C
- Independente do computador (portátil).

5.1.1.3 Conjunto de alternativas viáveis de solução de projeto

Como resultado final do estudo de viabilidade será apresentado um conjunto de soluções viáveis através da seleção dos sistemas concebidos. Apresentaremos quatro soluções e seus desenhos .

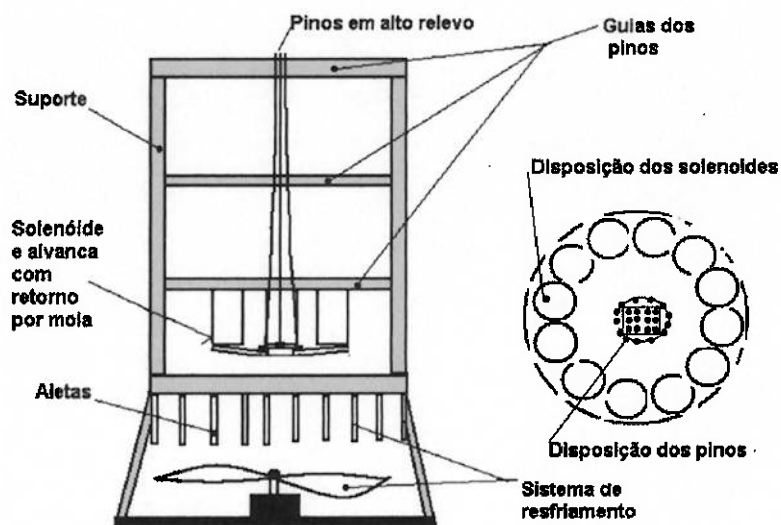


Figura 5.1.1 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 1) .

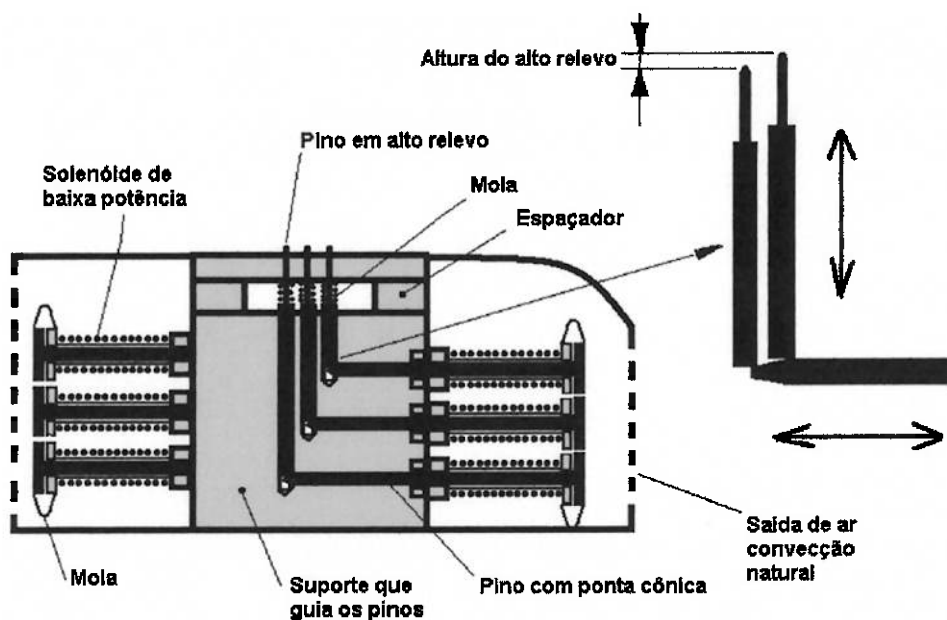


Figura 5.1.2 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 2).

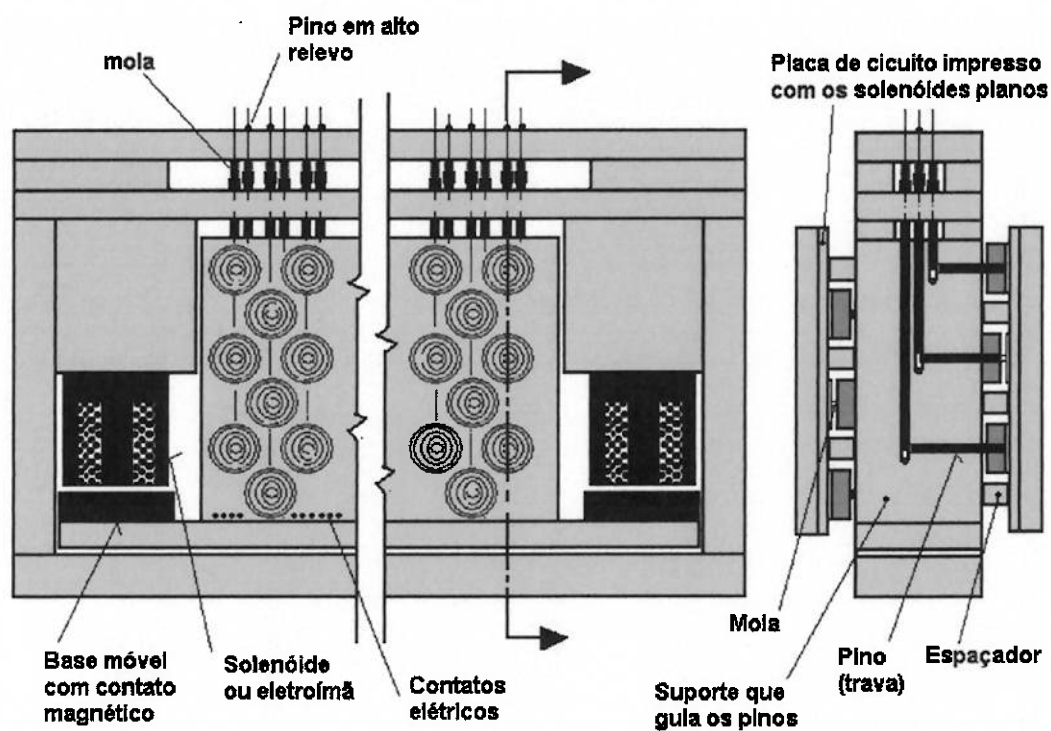


Figura 5.1.3 - Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 3).

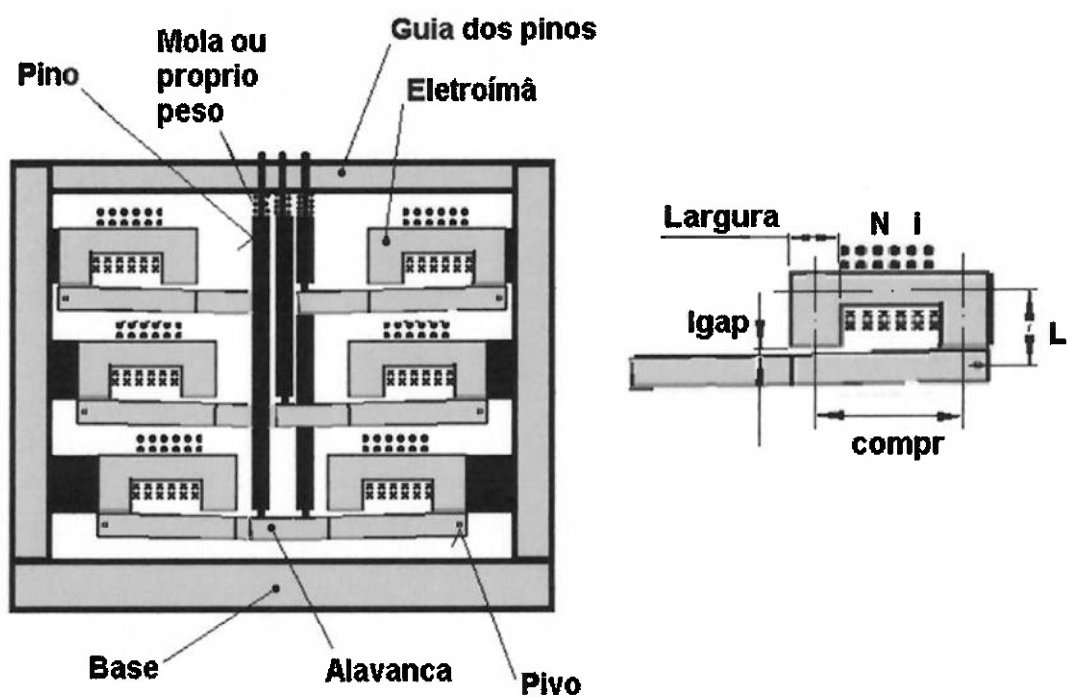


Figura 5.1.4- Desenho esquemático de uma solução viável (alternativa 4).

5.1.2 Estudo de viabilidade econômica com estimativa de custos e vendas

Para o estudo da viabilidade econômica será feito uma estimativa de custos de fabricação, componentes e materiais e uma previsão de vendas do produto utilizando as alternativas de projetos 2 e 4 como referência.

Os projetos apresentados, apesar de terem concepções diferentes, são tecnicamente capazes de realizar a função de um mostrador Braille e serão analisados na etapa de projeto básico. Para uma estimativa de custos de fabricação, componentes e matérias utilizaremos as alternativas de projetos 2 e 4 como referência.

Custo de fabricação (terceirizado) de um lote de 100 mostradores Braille (100 celas):

<u>Processos :</u>	Tempo	mão de obra	maquina	Total
Serra	3horas	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 100,00
Furação(fresadora CNC)	5 horas	R\$ 80,00	R\$ 240,00	R\$ 360,00
Fresadora	10 horas	R\$ 150,00	R\$ 130,00	R\$ 280,00
Torno	10horas	R\$ 120,00	R\$ 50,00	R\$ 170,00
Furadeira	5 horas	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 100,00
montagem	10 horas	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 100,00

Componentes:

Solenóides	R\$ 600,00
Material dos Pinos	R\$ 200,00
Material dos suportes	R\$ 500,00

Custo total do produto (lote)	R\$ 2410,00
-------------------------------	-------------

Custo unitário do mostrador Braille de R\$ 24,10.

Estimativa do preço de venda é de R\$ 31,20 considerando um lucro de 30% (excluindo o custo de distribuição e da bolsa protetora).

A construção de um protótipo feito no laboratório de máquinas do departamento de engenharia mecânica tem um custo estimado de 90 reais, basicamente constituído por custos de materiais, ferramentas e componentes .

Como o preço de venda é baixo , aproximadamente R\$ 31,20 por cela Braille, e não tem produto similar no mercado , nem concorrentes com produtos nesta faixa de preços, estima-se que a expectativa de vendas de linhas Braille , com uma até vinte celas Braille, seja de 12 mil unidades/ano durante os três primeiros anos, havendo necessidade de incentivo governamental , de empresas e fundações.

Concluindo o estudo de viabilidade técnica e econômica do mostrador pode-se dizer que o projeto é viável e seu protótipo pode ser construído.

5.1.3 Projeto básico do dispositivo mostrador Braille

Esta etapa de projeto tem como objetivo estabelecer uma concepção geral para o produto (protótipo do mostrador Braille) a ser desenvolvido que servirá de base para o projeto executivo ou de fabricação.

Serão avaliadas as alternativas desenvolvidas na fase anterior ,estudo de viabilidade, através da construção de uma matriz de decisão (Ver Tabela 1) que tem como principal característica explicitar e quantificar os critérios de projeto .

5.1.3.1 Análise das alternativas de mostradores através da Matriz de Decisão

Uma análise da Matriz de Decisão indica que a alternativa 3 é a mais promissora (nota 7,226) , principalmente pelo baixo custo dos atuadores, apenas dois eletroímãs em anel aplicam a força que desloca os pinos, os outros atuadores responsáveis pela informação são solenóides de baixa potências, fabricados em placa de circuito impresso ou blindados, que não precisam ficar constantemente acionados durante a leitura dos caracteres. Outra vantagem é que os dois eletroímãs aplicam a força de reação á força

do leitor somente quando este estiver lendo, sendo assim um projeto eficiente para linhas com muitos caracteres.

A alternativa 1 embora classificada em quarto lugar (nota 6,42) se destacou por ter um custo baixo , principalmente de controle, por ter apenas duas celas de caracteres (12 solenóides) , sua deficiência esta na impossibilidade de expandir o número de celas formando uma linha Braille e assim ter menor aceitação dos deficientes visuais tanto para revisão de textos , para estudar ou para alfabetização.

A alternativa 2 classificada em terceiro lugar (nota 6,67), é uma solução para expandir o número de celas formando uma linha Braille utilizando solenóides blindados, assim o custo do produto será proporcional ao número de solenóides . Uma vantagem é que neste sistema a força que trava o pino na sua posição é menor do que a força aplicada pelo leitor, assim apesar dos solenóides ficarem acionados durante a leitura ,eles podem ter uma potência menor . Seu sistema apresenta mecanismo de fácil montagem, mas com furos guias longos e solenóides que necessitam usinagem de precisão.

A alternativa 4 em segundo lugar (nota 6,92), é uma solução para expandir o número de celas formando uma linha Braille utilizando eletroímã tipo ferradura que é de fácil fabricação e tem boa eficiência operando com distância entre ferro de 0 a 0,9mm. Apesar de seu mecanismo ser simples, fácil de fabricar e com pouco atrito, a força aplicada pelo eletroímã tem que ser maior que a força resultante aplicada pelo operador e pela mola de retorno. A força aplicada pela mola é necessária para separar os ferros magnetizados após a interrupção da corrente quando ainda ocorre uma magnetização residual.

5.1.3.2 Análise da solução de projeto dos fabricantes de linha Braille

Os fabricantes de linha Braille geralmente utilizam atuadores piezelétricos que custam muito mais que os atuadores eletromagnéticos, considerando que uma linha Braille alemã com atuadores piezelétricos e de vinte caracteres (vide Anexo B- Modelos de linha Braille) é vendida por aproximadamente 4000 dólares e estimando que o software (leitor de texto) , o controle e o circuito de potência não devem representar mais que 50% dos custos do aparelho , levando também em conta os lucros, pode-se deduzir que o uso de atuadores piezelétrico encarece o produto. Talvez o critério de projeto relacionado ao tamanho , equipamento compacto com a mesma altura de um teclado, teve uma ponderação elevada em detrimento aos custos de fabricação e componentes. A vantagem dos atuadores piezelétricos é que, sendo compactos e operando com valores baixos de correntes elétricas , aplicam grandes esforços, embora haja a necessidade de construção de mecanismos de amplificação mecânica devido aos pequenos deslocamentos desses atuadores.

Tabela 5.1 -Matriz de decisão

Critérios de projeto	Peso	Alt.1		Alt.2		Alt.3		Alt. 4	
		nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp
Custo de fabricação (estrutura, mecanismos , sistema de dissipação de calor)	0,05	8,0	0,4	7,0	0,35	6,5	0,325	7,5	0,375
Custo unitário dos atuadores	0,10	6,0	0,6	5,0	0,5	9,5	0,95	7,0	0,7
Custo do sistema de controle e do circuito de potencia (especifico)	0,08	8,0	0,64	6,0	0,48	6,0	0,48	6,0	0,48
Investimento necessário	0,05	7,5	0,375	7,0	0,35	6,5	0,325	7,0	0,35
Simplicidade construtiva (utilização de componentes padrão e facilidade de manutenção)	0,05	8,0	0,4	7,5	0,375	7,0	0,35	7,5	0,325
Tamanho (número de celas por volume)	0,08	6,0	0,48	6,5	0,52	6,5	0,52	6,5	0,52
Peso	0,05	6,5	0,325	6,0	0,3	6,0	0,3	6,0	0,3
Segurança (isolamento físico, elétrico e térmico)	0,08	6,0	0,48	6,0	0,48	6,0	0,48	6	0,48
Potência elétrica total dos atuadores por número de celas Braille	0,05	6,0	0,3	6,0	0,3	9,5	0,475	7	0,35
Aquecimento (temperatura de trabalho)	0,06	6,0	0,36	6,0	0,36	7,0	0,42	6,0	0,36
Velocidade de apresentação de caracteres	0,08	6,5	0,52	8,0	0,64	7,5	0,6	8,0	0,64
Durabilidade	0,05	7,0	0,35	6,5	0,325	6,5	0,325	7,0	0,35
Confiabilidade(reprodutibilidade de caracteres)	0,07	7,0	0,49	7,0	0,49	6,8	0,476	7,0	0,49
Capacidade de expansão do numero celas formando a linha Braille	0,05	2,0	0,1	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4
Aceitação pública	0,10	6,0	0,6	8,0	0,8	8,0	0,8	8,0	0,8
soma	1		6,42		6,67		7,226		6,92

5.1.4 Simulações de modelos matemáticos e ensaios de modelos experimentais

Para ter uma definição completa da melhor solução de mostrador , solução definitiva para a construção do protótipo, serão realizadas simulações de modelos matemáticos e ensaios de modelos físicos com a construção de bancadas de ensaios de mecanismos e de atuadores eletromagnéticos.

5.1.4.1 Simulação matemática do solenóide blindado da alternativa 2

Usando o programa (Scilab) do Anexo-C com os dados abaixo referentes à fig (5.1.5), foram plotados no Gráfico 5.1 os valores da força magnética em função do deslocamento x :

// $a = 0.010$ m; $d = 0.004$ m; $N = 1400$ voltas (1900 voltas); $i = 0.1$ A; $t = 0.0005$ m;
 //Diâmetro externo da blindagem é de 12 mm $x = 0.00001:0.00001:0.010$; ($h = 40$ mm)

$$\text{Força magnética} = \frac{\mu_0 \cdot \pi \cdot d \cdot a^2 \cdot N^2 \cdot i^2}{2 \cdot t \cdot (a + x)^2} = \frac{(4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}) \cdot \pi \cdot 0.004 \cdot 0.010^2 \cdot N^2 \cdot 0.1^2}{2 \cdot 0.0005 \cdot (0.010 + x)^2}$$

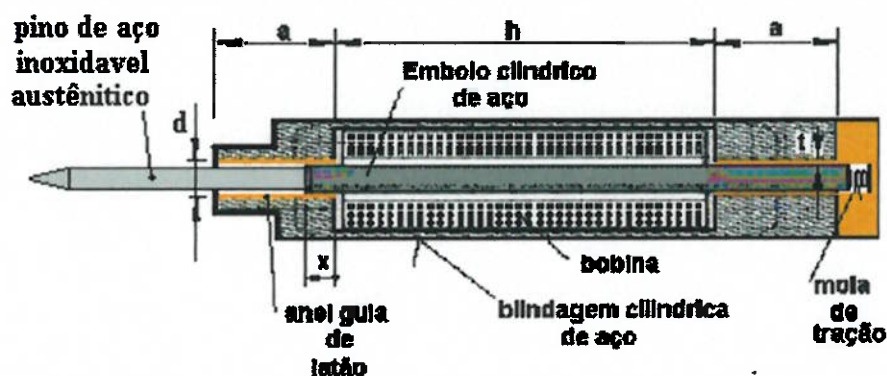


Figura 5.1.5 - Desenho do solenóide blindado

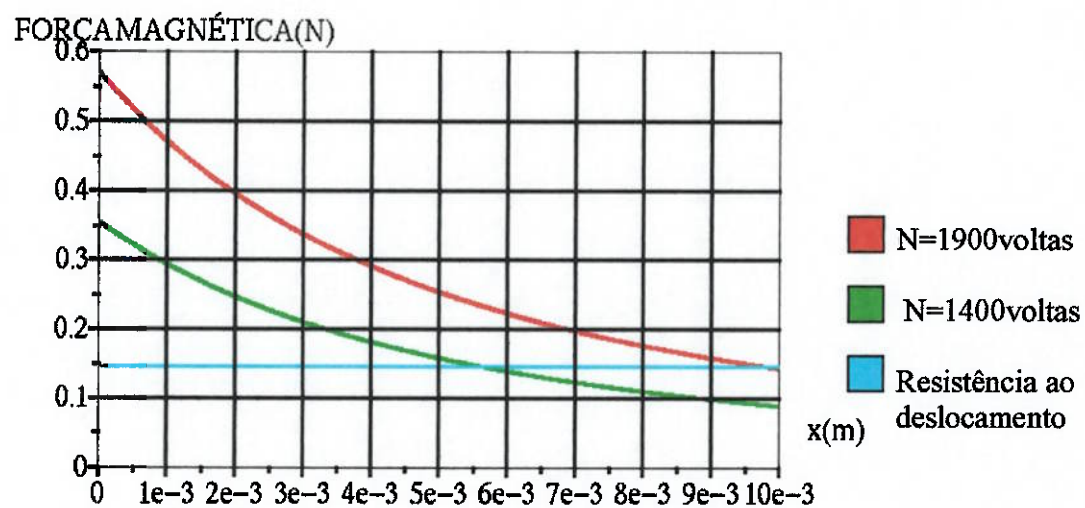


Gráfico 5.1 - Força magnética em função do deslocamento x .

5.1.4.2 Ensaio experimental do mecanismo e solenóide blindado da alternativa 2

Com a construção da bancada vista na figura 5.1.6 podê-se obter os resultados descritos abaixo :

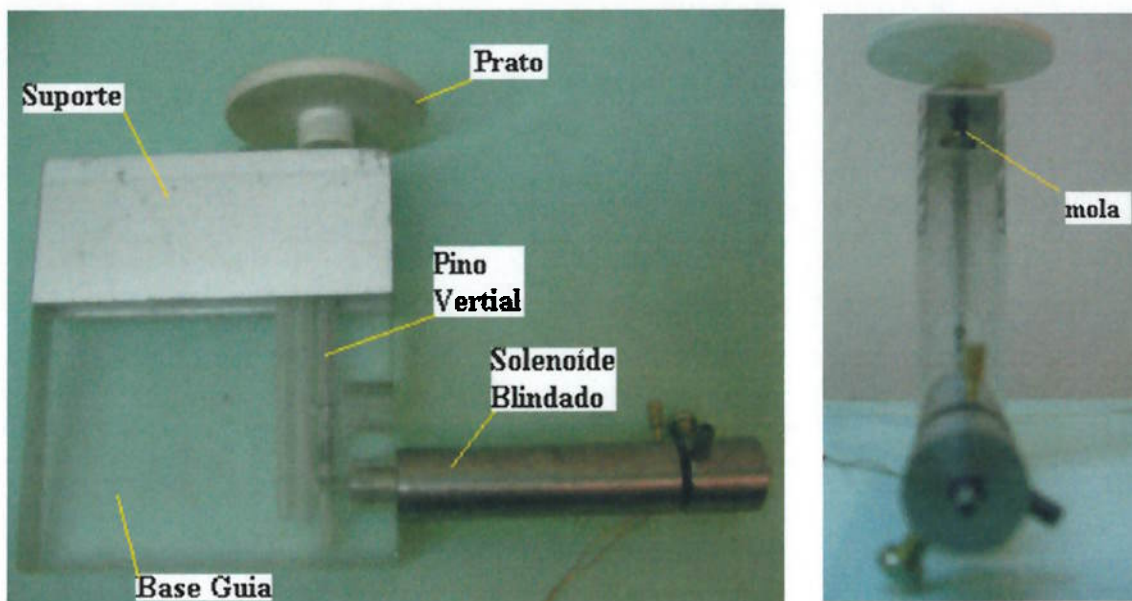


Figura 5.1.6- Bancada experimental do mecanismo e do solenóide da alternativa 2

Características do solenóide:

Dados de operação do solenóide :

Resistência = $14,6 \, \Omega$

Tensão = $3 \, \text{V}$

Corrente = $0,205 \, \text{A}$

Potência = $0,61 \, \text{W}$

Força magnética aplicada = $30 \, \text{gf}$

Eficiência : Embora sua construção não foi otimizada (grande folga entre o eixo móvel e a bobina , o eixo móvel tem uma seção transversal pequena e o circuito magnético não foi totalmente fechado pela blindagem de aço) este solenóide aplicando uma pequena força considerando sua potência elétrica, foi capaz de pressionar as molas de retorno , reagir à força de atrito e levantar o pino. Foi observada uma baixa dissipação do calor

gerado, devido ao material plástico do carretel da bobina e da base guia não serem bons condutores de calor e assim ocorrer um pequeno aquecimento local.

Características do mecanismo:

Este mecanismo mostrou-se muito eficiente, pois após a passagem da ponta cônica do eixo móvel do solenóide pela superfície cônica inferior do pino vertical, ficou a parte cilíndrica do eixo do solenóide travando o pino vertical. O deficiente visual pode aplicar uma grande força (1000gf) que o pino vertical não se desloca. Uma otimização seria colocar um magneto (ímã de terras raras) no eixo do solenóide para ele não necessitar de uma mola de retorno e de permanecer acionado na sua posição que trava o pino vertical, ocorrendo troca de posição apenas com a inversão do sentido da corrente, assim o solenóide não aqueceria e seria adequado para ser acionado por um controle com multiplexação no tempo (vide item 5.2).

5.1.4.3 Simulação matemática do eletroímã da alternativa 4

Usando o programa (Scilab) do Anexo-D com os dados abaixo referentes à fig (5.1.7), foram plotados no Gráfico 5.2 os valores da força magnética em função da distância $lgap$

$$\mu_{aço} = 1000 \cdot (4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}); \quad \mu_0 = (4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}); \quad \text{espessura} = 0.004\text{m};$$

$$L = 0.020\text{m}; \quad \text{compr} = 0.035\text{m}; \quad \text{largura} = 0.010\text{m};$$

$$lgap = 0.00001:0.00001:0.001;(\text{m});$$

$$\text{laço} = (2 \cdot L) + (2 \cdot \text{compr}) - lgap; \quad \text{área} = \text{espessura} \cdot \text{largura};$$

$$\text{relutância do aço} = R_{aço} = \text{laço} / (\mu_{aço} \cdot \text{área});$$

$$\text{relutância do ar (gap)} = R_{gap} = lgap / (\mu_0 \cdot \text{área});$$

$$N = 1000 \text{ voltas}; \quad i = 0.05 \text{ A};$$

$$\text{Densidade de fluxo magnético} = B = N \cdot i / (\text{área} (R_{aço} + R_{gap}));$$

$$\text{Força magnética} = (B^2 \cdot \text{área}) / \mu_0;$$

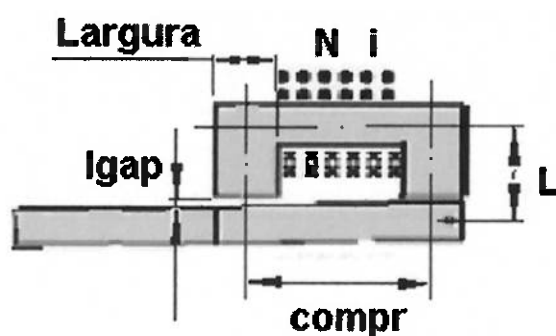


Figura 5.1.7- Desenho do eletroímã tipo ferradura

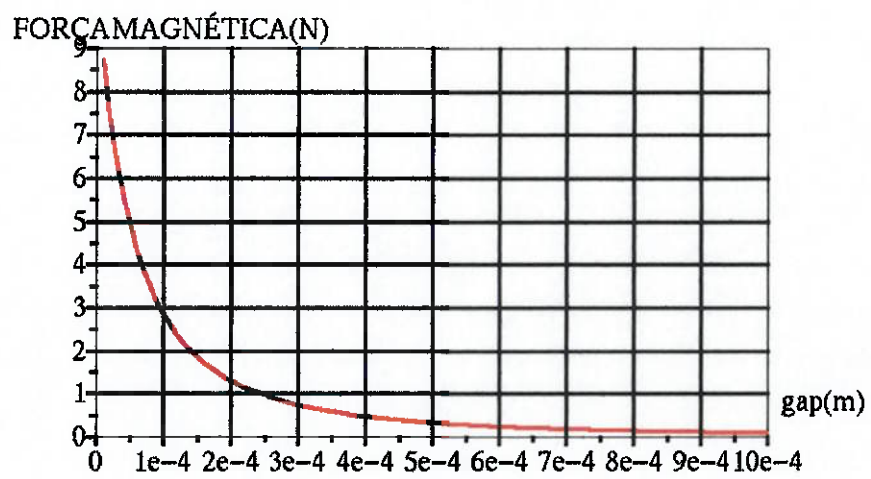


Gráfico 5.2 - Força magnética em função do deslocamento Igap

5.1.4.4 Ensaio experimental do mecanismo e eletroímã da alternativa 4

Com a construção da bancada vista na figura 5.1.8 obtiveram-se os resultados descritos abaixo :



Figura 5.1.8 - Bancada experimental do mecanismo e do eletroímã da alternativa 4

Após o ensaio de várias condições de operação (vide no anexo-E) foi selecionada uma que disponibilizasse uma força de resistência ao deslocamento do pino suficientemente maior do que o esforço aplicado pelo deficiente visual na extremidade do mesmo e também possibilitasse o pleno funcionamento do mecanismo. Foi necessário utilizar um espaçador não magnético de espessura de 0.1 mm para diminuir a força de magnetização remanescente (com o eletroímã desligado) aplicada na alavanca para que a força da mola fosse pequena, suficiente para retornar o pino na posição inferior e

também não impossibilitar a atração magnética da alavanca quando o eletroímã fosse acionado.

Dados de operação :

Resistência = 7.3Ω ;

Tensão = 2.41 V;

Corrente = 0.33 A;

Potência = 0.79 W ;

Utilização de um espaçador amagnético de espessura de 0.1 mm;

Força magnética aplicada sem o espaçador amagnético = 650 gf (não operável);

Força magnética aplicada com o espaçador amagnético de 0.1 mm = 250 gf;

Força aplicada pela mola = 20gf;

Força de resistência disponibilizada = 230gf;

Força magnética remanescente = 19 gf;

Eficiência do atuador :

Este eletroímã tipo C é eficiente pois aplicou uma força aproximadamente quinze vezes maior do que a força aplicada pelo solenóide descrito anteriormente , mesmo tendo aproximadamente a mesma potência . A perda da eficiência se da pela necessidade de usar um espaçador não magnético que diminui a força de atração .

Em condições de operação não ocorreu aquecimento excessivo da bobina, ocorreu pouca geração de calor, e uma boa dissipação de calor por condução do eletroímã para o suporte de alumínio ou para outro eletroímã mais frio que pode funcionar como uma aleta .

Características do mecanismo :

Apesar do mecanismo ser de fácil fabricação e montagem , ter baixo atrito e desgaste, a corrente elétrica e a força magnética gerada têm que ser altas para que ele funcione , pois não existe nenhum artifício que amplifique a força ou trave o pino , o que existe e uma transmissão direta da força magnética para o pino (rigidez magnética) .

5.1.5 Projeto Executivo do dispositivo mostrador Braille

Conforme experiências adquiridas durante a execução deste projeto e aos recursos de máquinas e ferramentas, materiais, financeiros e de tempo, disponíveis pelo aluno e pelo departamento, optou-se pela construção do protótipo da alternativa de projeto classificada em segundo lugar na análise da matriz de decisão. A foto do protótipo construído pode ser visto na figura 5.1.9 e os desenhos de conjunto e fabricação podem ser encontrados no Anexo F .

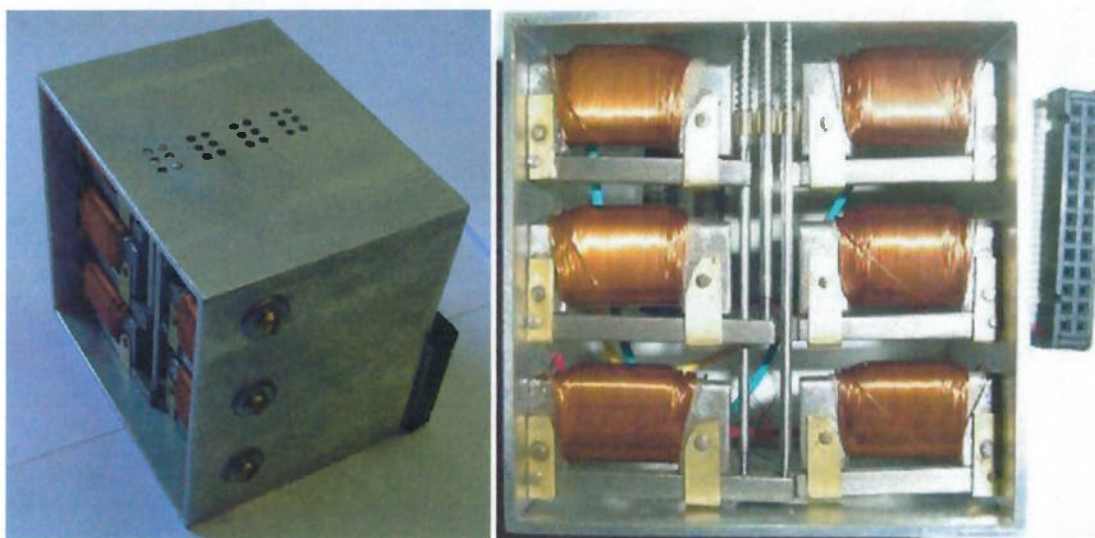


Figura 5.1.9 – Protótipo construído

transistor que habilita a porta L. Os dados colocados na porta D estão codificados para controlar diretamente as celas de 6 pinos.

A multiplexação começa selecionando a cela 1 (primeira cela da direita) por meio do transistor Q1 e colocando o caractere Braille para o mostrador na porta D.

Depois, é ativada uma temporização de uns poucos milisegundos (suficiente para os atuadores posicionarem os pinos da cela) para manter essa informação por um curto intervalo de tempo. Terminada a temporização, é selecionada a cela 2 através de Q2 e colocado seu dado na porta D, ativando novamente a temporização. Assim, continua o mesmo processo com as sete celas. Quando a cela 7 é ativada através de Q7 a varredura é completada e o deficiente visual pode efetuar a leitura, após esta leitura ele deve sinalizar uma nova varredura de dados.

Características técnicas de funcionalidade :

O controle por multiplexação no tempo deve utilizar um atuador que não necessita ficar constantemente energizado para manter o pino vertical numa posição determinada, pois a temporização de controle é de pouco milisegundos. Também deve ocorrer a troca de posição do pino vertical através da inversão do sentido da corrente da bobina do atuador eletromagnético (ou através de um mecanismo de duas posições, por exemplo o mecanismo de algumas canetas esferográficas). Dois desenhos de atuadores eletromagnéticos que podem ser utilizados num controle por multiplexação no tempo estão na figura 5.2.2.

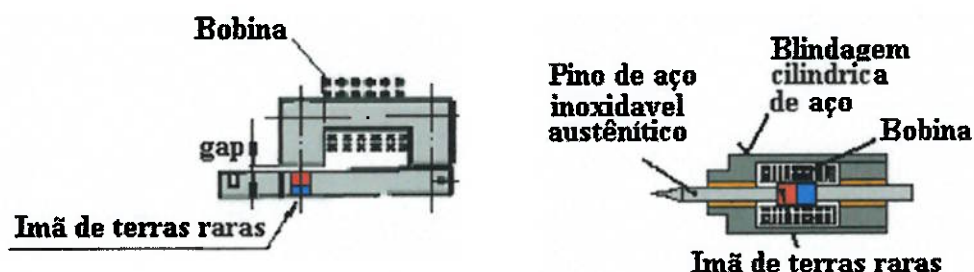


Figura 5.2.2 Atuadores eletromagnéticos com magnetos de terras raras

Cada atuador possui um magneto de terras raras que têm boa permanência magnética, não perde sua imantação quando é exposto a um campo magnético de sentido oposto ao seu. Quando inverte o sentido da corrente, ocorre uma inversão do campo magnético induzido pela bobina, mudando a posição original do magneto. Os dois mecanismos possibilitam manter o pino vertical posicionado com seus atuadores desligados, diminuindo a potência necessária para acionar todas as celas de uma linha Braille (menor corrente elétrica total, e menor geração e dissipação de calor).

O sistema de potência deve ser projetado conforme a lógica de controle adotada, por exemplo, após a leitura dos caracteres feita pelo deficiente visual, retorna todos os pinos às suas posições inferiores, acionando-os através do controle (portas D e L) e da seleção do sentido adequado da corrente elétrica da linha de potência (controlado por uma ponte H). Para levantar os pinos para uma nova formação de caracteres inverte-se o sentido da corrente da linha de potência e aciona-se através do sistema de controle (portas D e L) apenas os atuadores necessários.

6 RESULTADOS

Com este trabalho de pesquisa e construção de protótipo conseguiu-se obter parâmetros experimentais para a otimização de projetos de celas Braille e assim respeitar os requisitos funcionais, operacionais e construtivos de mostradores com uma cela ou de várias celas (linha Braille).

O protótipo construído e testado (alternativa número 4) apresentou bom funcionamento dos seus atuadores, correto dimensionamento da bobina e das seções ferromagnéticas proporcionando uma força resultante de resistência ao deslocamento do pino vertical de 230 gf. Bom funcionamento de seus mecanismos, as tolerâncias de forma e posição foram suficientes. Não necessita de resfriamento forçado, no caso do mostrador ser fabricado com apenas uma cela Braille. Ocorreu oxidação das partes de aço (SAE 1020) dos atuadores necessitando de uma camada protetora (pintura ou niquelamento). O seu peso, aproximadamente 170 gf por cela, e tamanho são adequados para um mostrador portátil. É necessário ter módulos de poucas celas para facilitar a montagem e manutenção. Para formar módulos de apenas uma cela, a parede do suporte deve ser mais espessa ou de outro material mais rígido. A isolação elétrica da bobina com uma fita de teflon de 0,13 mm é segura devido à baixa corrente, 0,33A, tensão, 2,41V e temperatura de operação. A potência elétrica do atuador, 0,79W, é alta para mostradores com muitas celas, pois neste protótipo o atuador deve permanecer acionado enquanto o pino estiver na sua posição superior. A utilização deste atuador com magneto de terras raras pode ser uma solução para mostradores com várias celas Braille, sendo necessário testes para verificar o seu funcionamento.

Finalmente os custos de matérias e componentes, de usinagem e montagem do protótipo foram como previstos, servindo como parâmetro para afirmar que os custos de produção de um lote de 100 mostradores, já estimado, se manterá praticamente o mesmo.

O mecanismo da alternativa número 2 apesar de exigir uma usinagem de precisão mostrou-se o mais promissor para o projeto de mostrador com várias celas Braille

(superando o projeto classificado em primeiro lugar, analisado na matriz de decisão), depois que foi descoberta a possibilidade de usar atuador com magneto de terras raras e sistema de controle com mutiplexação no tempo. Porém deve ser melhor projetado, evitando a usinagem dos furos longos de seu suporte, desalinhamento do eixo do solenóide com o magneto, e para otimizar a eficiência de seu atuador.

7 COMENTÁRIOS FINAIS

Os objetivos propostos foram alcançados, foram projetados mostradores Braille viáveis (tecnicamente e economicamente) que podem ser fabricados a baixo custo e atender necessidades da população de deficientes visuais.

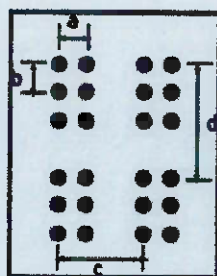
Fatores relacionados ao montante de investimentos para otimização de projetos de mostradores e para fabricação do ferramental de produção e os relacionados as necessidades dos deficiente visual devem ser avaliados para que se possa definir os modelos de mostrador e quantidades a serem produzidas.

Embora os resultados obtidos sejam satisfatórios ainda existe campo para redução do tamanho e da potência elétrica de mostradores Braille, relacionado, por exemplo, com o estudo de viabilidade econômica da utilização de matérias com grande permeabilidade magnética, como ligas que podem ter valores de permeabilidade magnética até cinquenta vezes maior do que a do aço SAE 1020. Outra tarefa é o projeto de outras alternativas de mecanismos de mostradores, como os que utilizam motores elétricos ou atuadores não eletromagnéticos.

Apesar do sistema de controle apresentado ser adequado para uma linha Braille, outros circuitos devem ser desenvolvidos, por exemplo circuitos que utilizem o barramento USB. Outra estratégia para pesquisas futuras é a de verificar as alternativas de controle e de função de componentes eletrônicos, existentes em projetos de impressoras, em comparação às características de projeto de uma linha Braille.

ANEXO A – PADRÕES DE CELULAS BRAILLE

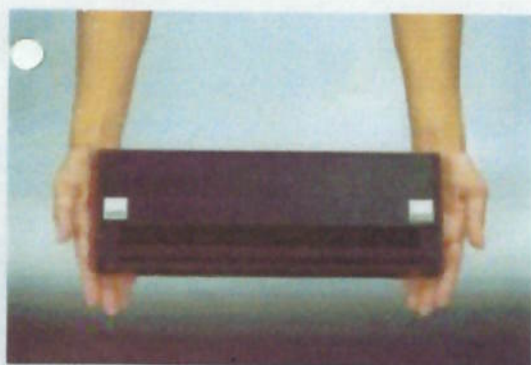
Dimensão da Célula Braille



	Horiz ponto a ponto mm	Vertical ponto a ponto mm	Célula a célula mm	Linha a linha mm	Diâmetro da base do ponto mm	Altura do ponto mm	Raio da esfericidade do ponto mm
	a	b	c	d			
Sinal Californiano	2.2	2.2	7.62	10.16	1.5	0.53	
Braille Electrónico	2.4	2.4	6.4	--		0.8	
Inglês Interlinha	2.29	2.54	6.00	12.70	1.4 - 1.5	0.46	0.80
Inglês Interponto	2.29	2.54	6.00	10.41	1.4 - 1.5	0.46	0.80
Inglês Ponto Gigante	3.25	3.25	9.78	17.02	1.9	0.81	1.00
Americano Ampliado	2.54	2.54	7.24	12.70			
Espaçamento de linha aumentado	2.29	2.29	6.1	15.24			
Francês	2.5 - 2.6	2.5 - 2.6		>10	1.2	0.8 - 1.0	
Padrão de Construção Internacional	2.5 - 2.5	2.5 - 2.5	6.1 - 7.6	10.0 - 10.1	1.5 - 1.6	0.6 - 0.9	
Italiano	2.2 - 2.5	2.2 - 2.5	5.7			0.5	1.0
Japonês	2.03	2.03	5.08	8.63			
Japonês	2.13	2.37	5.4	13.91			
Japonês Interlinha	2.03	2.03	5.08	12.7			
Americano Jumbo	2.92	2.92	8.76	12.70	1.7	0.53	0.80
Coreano	2.17	2.3	5.34	10.43			
Lituano	2.5	2.5	5	10.0	1.6	0.45	0.8
Marburg Médio	2.50	2.50	6.00	10.00			
Marburg Grande	2.70	2.70	6.60	10.80			
Português	2.29	2.54	6.0	10.41	1.4		
Inglês Pequeno	2.03	2.03	5.38	8.46	1.4 - 1.5	0.33	0.80
Americano Padrão	2.29	2.29	6.10	10.16	1.5	0.53	0.61
Suécio	2.5	2.5	6.0	10	1	0.25	

Fonte: Projecto Tiresias (<http://www.tiresias.org>)

ANEXO B – MODELOS DE LINHAS BRAILLE



VARIO 40 A linha braille Vario 40 é a linha braille de 40 caracteres mais pequena, mais leve, mais compacta e flexível do mundo.



VARIO 80 COM TECLAS DE COMANDO
A Vario 80 é a linha braille de 80 células mais pequena e leve do mundo. As dimensões da Vario 80 são cerca de um terço do tamanho normal das já existentes no mercado.



POCKETVARIO - a inimaginável leveza do braille!

A linha braille Vario 40 é a linha braille de 40 caracteres mais pequena, mais leve, mais compacta e flexível do mundo. Desenvolvida a pensar nas mais diversas utilizações a Vario é ideal para acompanhar um computador portátil e ser transportada facilmente para o computador da secretária.



BRAILLE WAVE

Linha Braille de 40 células, ergonomicamente desenhada, com processamento de texto autónomo, 11 teclas de funções. Pode ser utilizada como bloco de notas com uma memória de 4 Mb (texto). O software fornecido com a Braille Wave permite que os dados sejam facilmente transferidos para o PC. - sem ligação USB.

**ANEXO C – PROGRAMA DA SIMULAÇÃO DO SOLENÓIDE BLINDADO
//ALGORITMO QUE CALCULA FORÇA MAGNETICA**

A=0.010

D=0.004

N=1900

I=0.1

T=0.0005

X=0.00001:0.00001:0.010;

C=0.150

FMAG=(2*(%PI^(2))*(10^(-7))*D*(A^(2))*(N^(2))*(I^(2)))/(T*((A+X)^2));

RESISTENCIA=(7870*9.81*%PI*D^(2)*C*0.25)*X./X;

XSET("WINDOW",1);

XSET("FONT",2.3);

XSET('THICKNESS',3);

PLOT2D(X,FMAG,5)

PLOT2D(X,RESISTENCIA,4)

XGRID(1)

XTITLE("", "X(M)", "FORÇA MAGNÉTICA(N)")

ANEXO D –PROGRAMA DA SIMULAÇÃO DO ELETROÍMA TIPO FERRADURA

//ALGORITIMO QUE CALCULA FORÇA MAGNETICA

```

permaco=1000*4*%pi*10^(-7)
permar=4*%pi*10^(-7)
espessura=0.004
L=0.020
compr=0.035
largura=0.010
lgap=0.00001:0.00001:0.001;
laco=(2*L)+(2*compr)-lgap;
area=espessura*largura;
relutaciaco=laco./(permaco*area);
relutacigap=lgap./(permar*area);
N=1000;
i=0.05;
Bg=N*i./(area*(relutaciaco+relutacigap));
forcamag=Bg^2*area./permar;

xset("window",1);
xset("font",2.3);
xset('thickness',3);
plot2d(lgap,forcamag,5)
xgrid(1)
xtitle("", "gap(m)", "FORÇA MAGNÉTICA(N)")

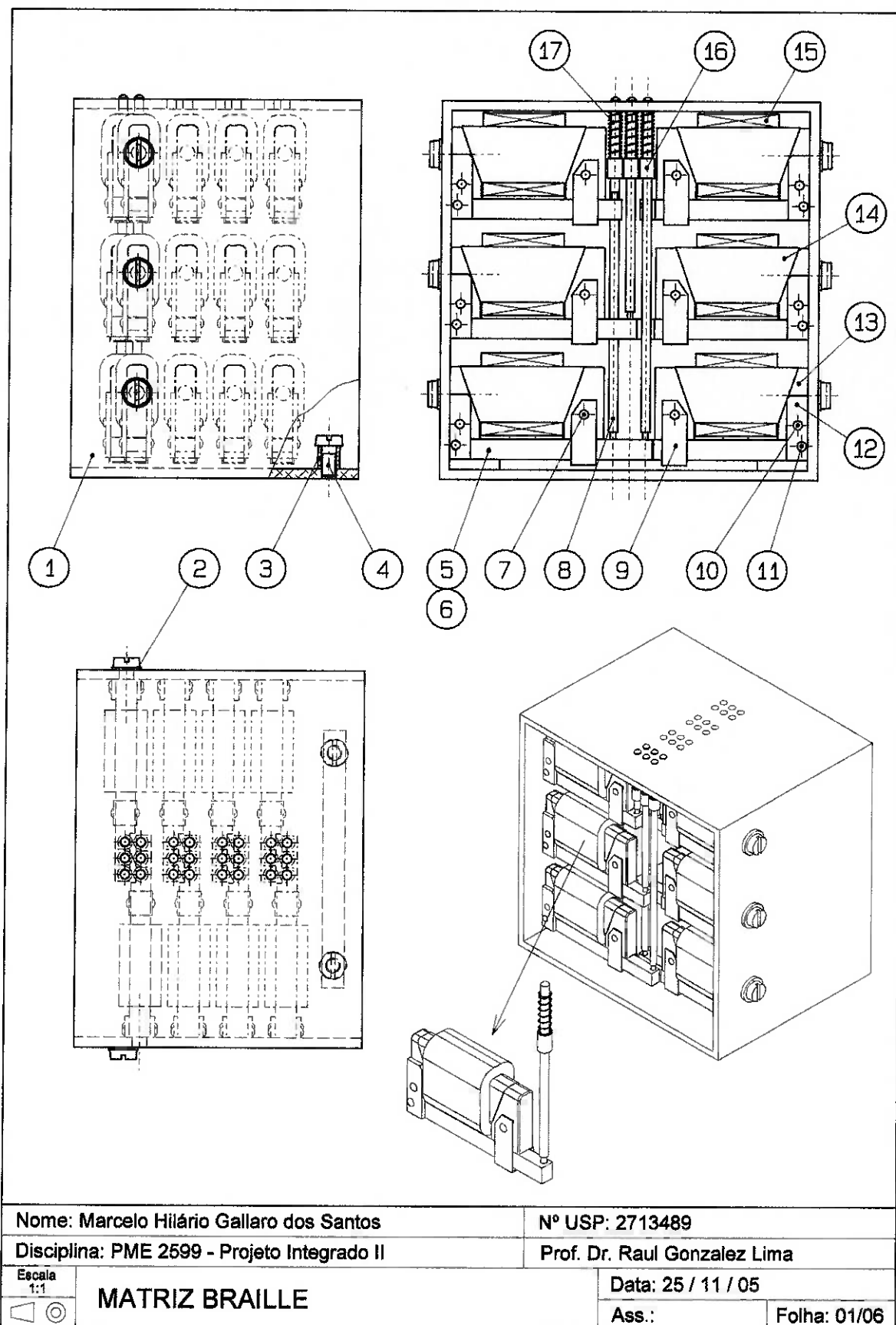
```

ANEXO E – CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

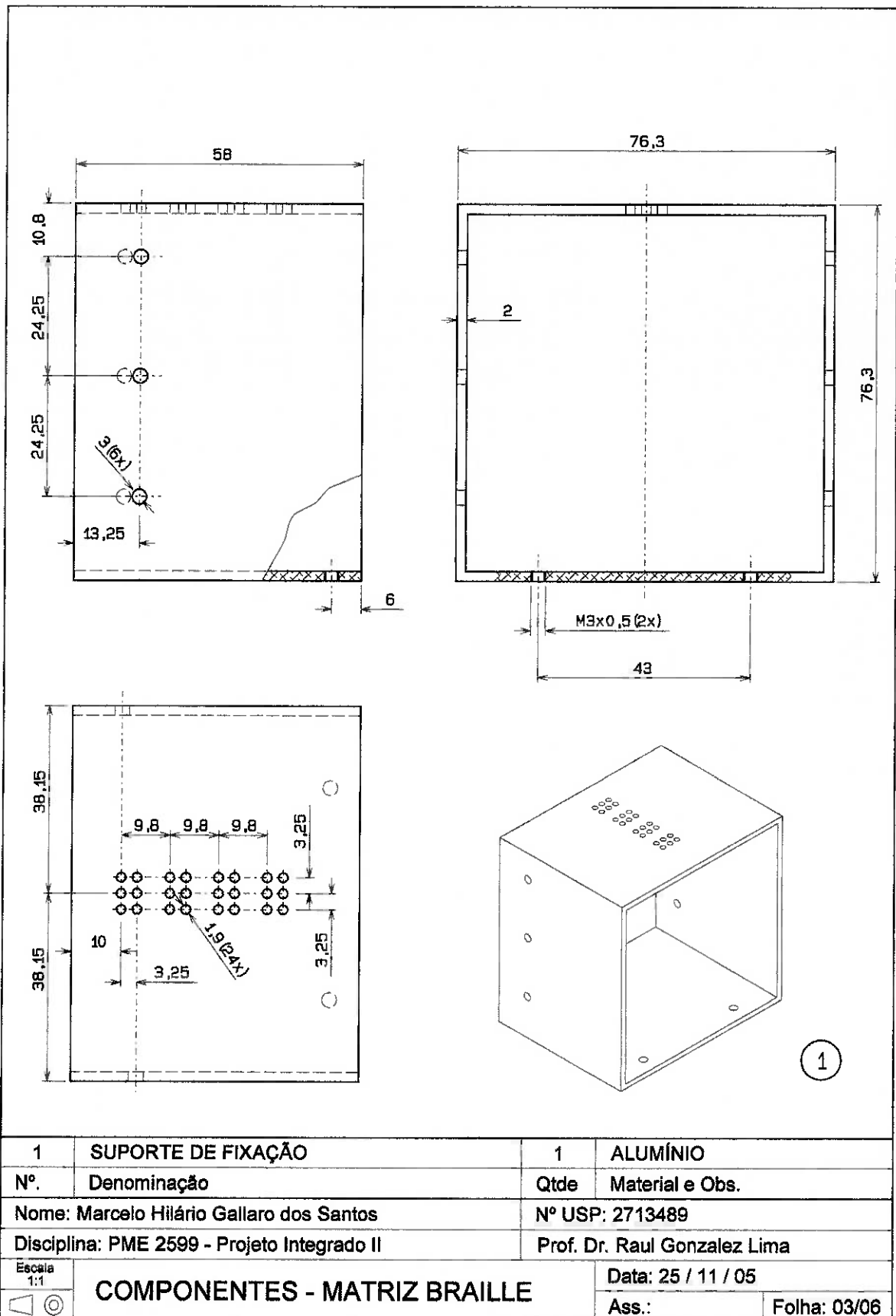
Espessura Do Espaçador Não Magnético (mm)	Tensão (V)	Corrente (A)	Força Magnética (gf)	Força Magnética Remanescente (gf)	Força da Mola (gf)	Força De resistência Disponibilizada (gf)
0	1.97	0.27	550	230	230*	320 *
0.1	1.97	0.27	160	15	15	145
0.2	1.97	0.27	90	5	5	85
0	2.41	0.33	650	250	250*	400 *
0.1	2.41	0.33	250	20 (19)	20	<u>230</u>
0.2	2.41	0.33	120	5	5	115

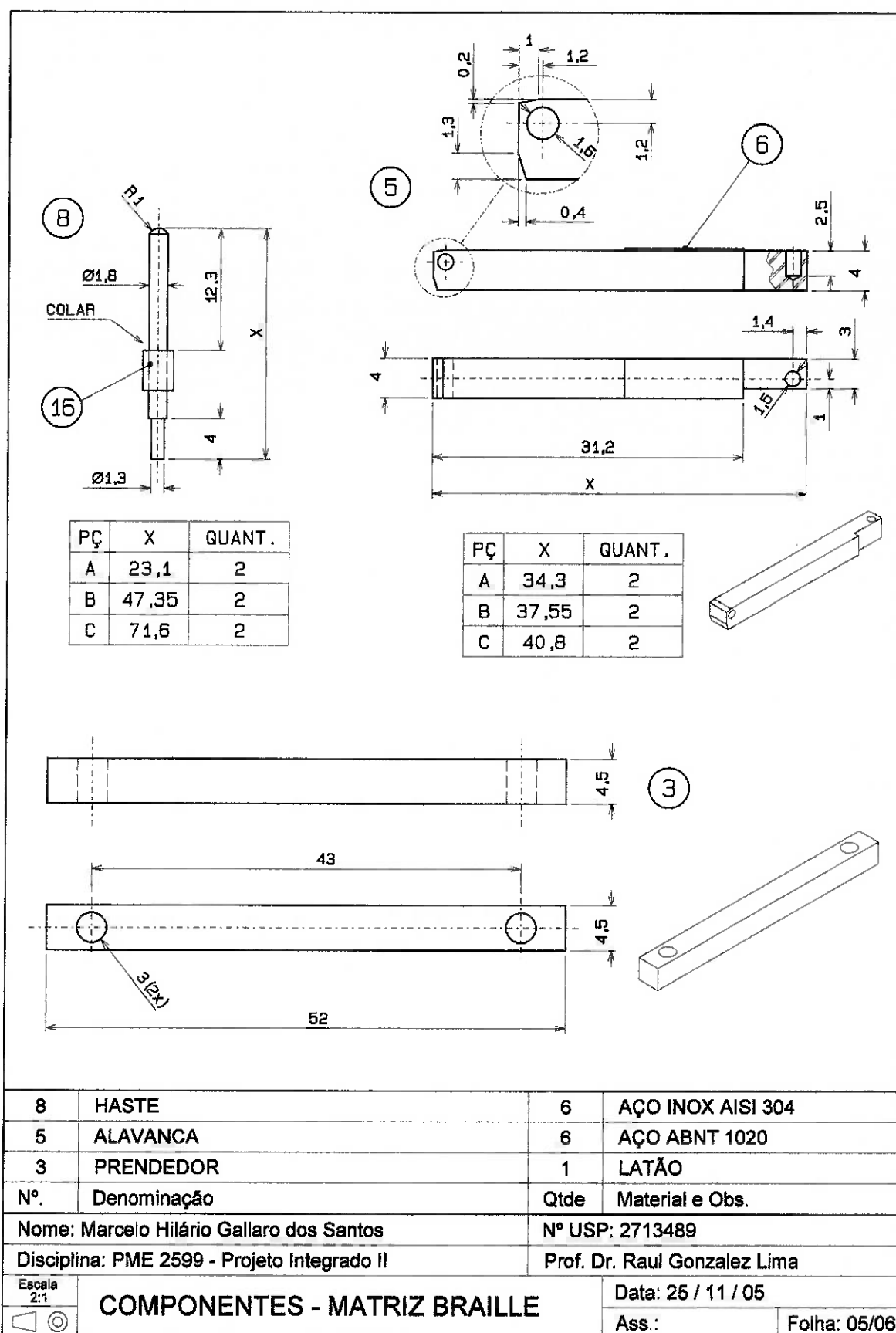
Valores com (*) são não operáveis

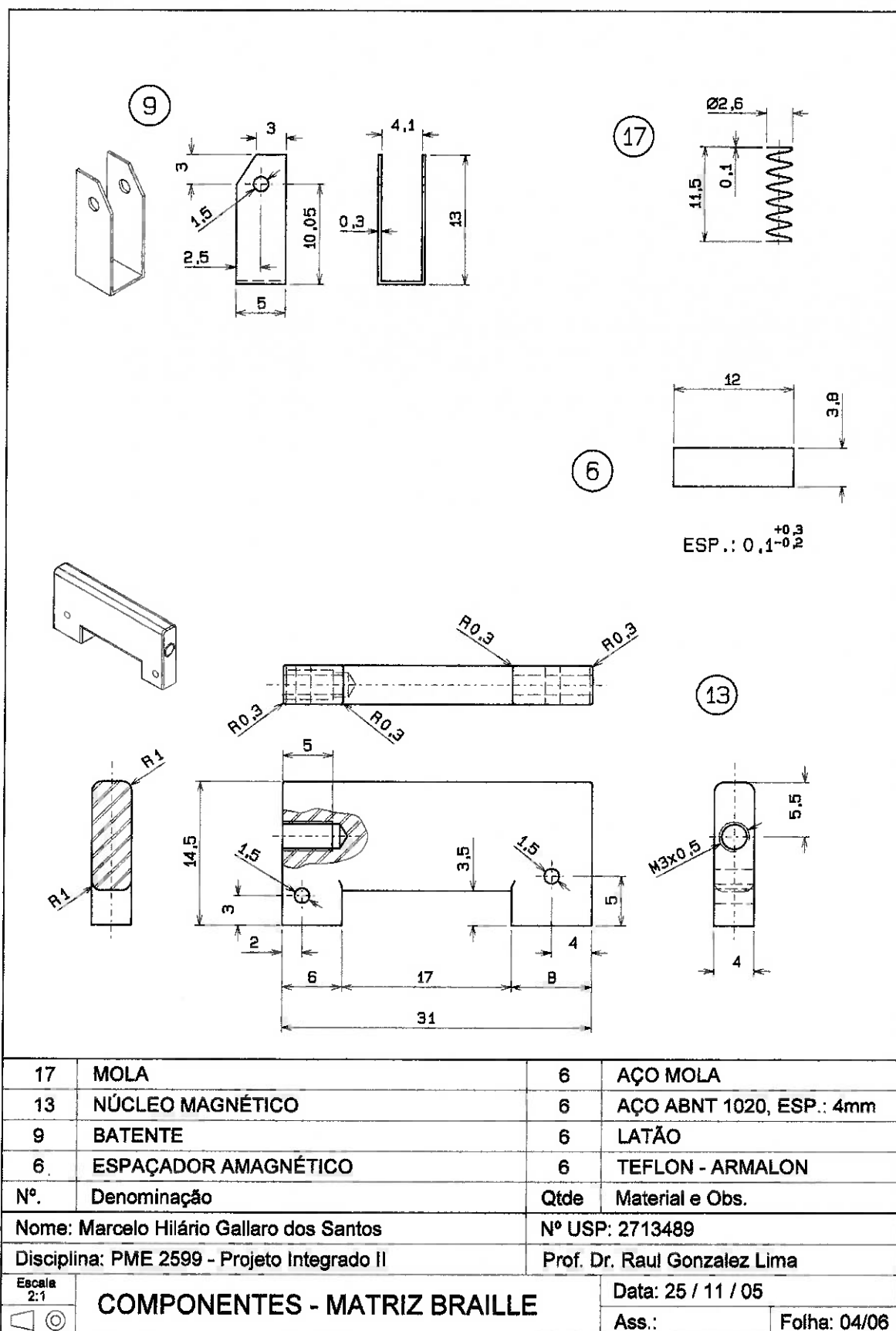
ANEXO F – DESENHOS DE CONJUNTO E FABRICAÇÃO



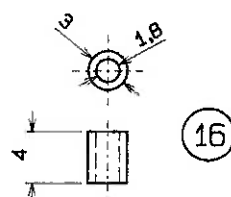
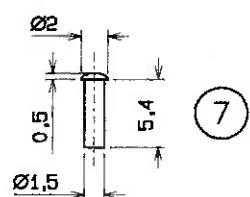
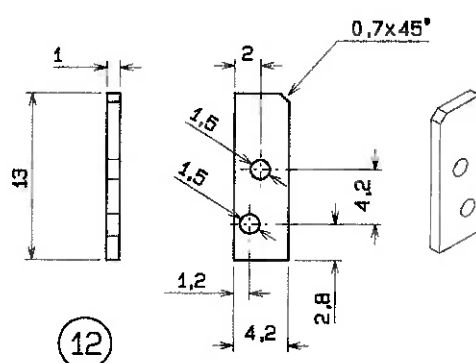
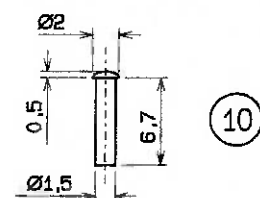
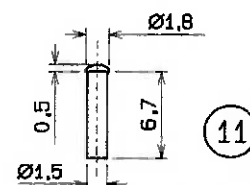
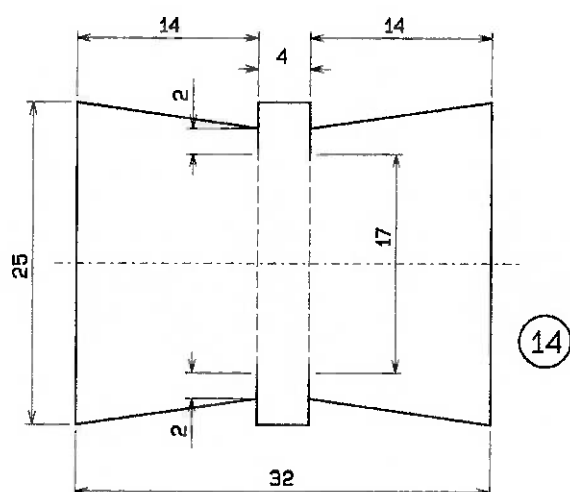
17	MOLA	6	AÇO MOLA
16	BUCHA	6	LATÃO
15	BOBINA	6	AWG 31, 510 ESPIRAS, 7 CAMADAS
14	FITA ISOLANTE	6	TEFLON - ARMALON
13	NÚCLEO MAGNÉTICO	6	AÇO ABNT 1020, ESP.: 4mm
12	MANCAL DA ARTICULAÇÃO	12	LATÃO
11	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø1,5x6,7mm
10	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø1,5x6,7mm
9	BATENTE	6	LATÃO
8	HASTE	6	AÇO INOX AISI 304
7	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø1,5x5,4mm
6	ESPAÇADOR AMAGNÉTICO	6	TEFLON - ARMALON
5	ALAVANCA	6	AÇO ABNT 1020
4	PARAF. CAB. CIL. C/ FENDA M3x0,5x6	8	DIN 84
3	PRENDENDOR	1	LATÃO
2	ARRUELA LISA	6	DIN 433
1	SUORTE DE FIXAÇÃO	1	ALUMÍNIO
Nº.	Denominação	Qtde	Material e Obs.
Nome: Marcelo Hilário Gallaro dos Santos		Nº USP: 2713489	
Disciplina: PME 2599 - Projeto Integrado II		Prof. Dr. Raul Gonzalez Lima	
Escala 1:1		Data: 25 / 11 / 05	
  MATRIZ BRAILLE		Ass.:	Folha: 02/06







17	MOLA	6	AÇO MOLA
13	NÚCLEO MAGNÉTICO	6	AÇO ABNT 1020, ESP.: 4mm
9	BATENTE	6	LATÃO
6	ESPAÇADOR AMAGNÉTICO	6	TEFLON - ARMALON
Nº.	Denominação	Qtde	Material e Obs.
Nome: Marcelo Hilário Gallaro dos Santos		Nº USP: 2713489	
Disciplina: PME 2599 - Projeto Integrado II		Prof. Dr. Raul Gonzalez Lima	
Escala 2:1	COMPONENTES - MATRIZ BRAILLE		Data: 25 / 11 / 05
			Ass.: _____
			Folha: 04/06



16	BUCHA	6	LATÃO
14	FITA ISOLANTE	6	TEFLON - ARMALON
12	MANCAL DA ARTICULAÇÃO	12	LATÃO
11	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø1,8x6,7mm
10	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø2x6,7mm
7	REBITE	6	AÇO ABNT 1020, Ø2x5,4mm
Nº.	Denominação	Qtde	Material e Obs.
Nome: Marcelo Hilário Gallaro dos Santos		Nº USP: 2713489	
Disciplina: PME 2599 - Projeto Integrado II		Prof. Dr. Raul Gonzalez Lima	
Escala 2:1 		Data: 25 / 11 / 05	
		Ass.:	Folha: 06/06

COMPONENTES - MATRIZ BRAILLE

LISTAS DE REFERÊNCIAS

KAMINSKI.P.C.- “Desenvolvimento de Produto com Planejamento,Criatividade e Qualidade”; Livros Técnicos e científicos , Editora SA ,2000

SPELTA,L.L.- Acessibilidade,Tecnologia da Informação e Inclusão Digital;
I Oficinas ATIID,São Paulo 2003

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

BOFFI, L.V., Conversão Eletromecânica de Energia ,
Editora Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo,1977

FITZGERALD, A.E., Máquinas Elétricas ,
Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda,1975

GRAY ,ALEXANDER, Eletrônica: princípios e aplicações-LTC
(Livros Técnicos e científicos)1978.702p

Saber Eletrônica- Revista , N° 332 , pág.37, setembro 2000

Saber Eletrônica- Revista, N° 312, pág 29.

Saber Eletrônica- Revista , N° 307, pág 10, ano 1998

Saber Eletrônica- Revista, N° 297, pág 72, ano 1997

ZELENOVSKY, R., Hardware e Interfaceamento,
Editora MZ, Ltda, 2002