

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

JORG DAVID RINKLIN
RICIERI NEIDERT
TATIANA MIYAKE

CADEIRA RETRÁTIL AUTOMÁTICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2014

JORG DAVID RINKLIN
RICIERI NEIDERT
TATIANA MIYAKE

CADEIRA RETRÁTIL AUTOMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica – DAELN e Mecânica – DAMEC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria

CURITIBA
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

JORG DAVID RINKLIN
RICIERI NEIDERT
TATIANA MIYAKE

CADEIRA RETRÁTIL AUTOMÁTICA

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 20 de agosto de 2014, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. Esp. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ubiradir Mendes Pinto
UTFPR

Prof. Dr. Zely da Conceição
UTFPR

Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria
Orientador - UTFPR

RESUMO

RINKLIN, Jorg David; NEIDERT, Ricieri; MIYAKE, Tatiana. Cadeira retrátil automática. 2014. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Este trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de automatização de uma cadeira retrátil, visando o controle de acesso por usuários a assentos numerados em estádios. Atualmente não existe no Brasil tecnologia semelhante e a ausência deste tipo de produto no mercado torna interessante o desenvolvimento de um protótipo. Para tal, um modelo comercial de cadeira para estádio foi adquirido e adaptado. Foi desenvolvido um sistema mecânico para a movimentação automática do assento, um módulo eletrônico para acionamento e controle, e criado um programa para microcontrolador, de acordo com a lógica de funcionamento desejada. Foi deixada uma interface para comunicação com módulos externos. Após ajustes e validação do protótipo por meio de testes, constatou-se que é viável a fabricação deste produto em escala comercial.

Palavras chave: Cadeira Automática. Cadeira Retrátil de Estádios. Sistema Embarcado.

ABSTRACT

RINKLIN, David Jorg; NEIDERT, Ricieri; MIYAKE, Tatiana. Automatic retractable chair 90 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

This work deals with the development of an automation system of a retractable seat, in order to control access by users to stadiums numbered seats. Currently, there isn't similar technology in Brazil and the absence of this type of product in the market makes it interesting to develop a prototype. In order to create this prototype, a commercial existent model for stadium chair was purchased and adapted. A mechanical system for the automatic movement of the seat was formulated, as well as a drive and control system, also programmed the firmware to Microcontroller, according to the desired logical operation. In order to receive an external identification signal, a simple interface was left to interconnect the modules. After adjustments and prototype validation through testing, it was noted that it is feasible to manufacture this product on large scale.

Keywords: Automatic Chair. Retractable Stadium's Seat. Embedded System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cilindros rodando – a: externo; b: interno	13
Figura 2 - Par de engrenagens externas	13
Figura 3 - Engrenagens cilíndricas retas	14
Figura 4 - Engrenagens cilíndricas helicoidais - a: Eixos paralelos; b: Eixos concorrentes.....	15
Figura 5 - Engrenagens cilíndricas cônicas – a: dentes inclinados; b: dentes retos..	15
Figura 6 - Parafuso sem fim – coroa	16
Figura 7 - Engrenagens pinhão-cremalheira	17
Figura 8 - Esquema construtivo de motor de corrente contínua bipólo	18
Figura 9 - Estator multipólos.....	19
Figura 10 – Rotor	19
Figura 11 - Detalhe do comutador.....	20
Figura 12 - Escovas de um motor bipolo e de um 6 pólos	20
Figura 13 – Situação inicial	21
Figura 14 – Situação secundária.....	22
Figura 15 – Situação terciária.....	22
Figura 16 - Junção de circuitos de acionamento	23
Figura 17 - Esquema elétrico L298	24
Figura 18 – Exemplo de Grafcet.....	26
Figura 19 – Demonstrativo da proposta inicial	31
Figura 20 - Cadeira LX-7007A.....	33
Figura 21 - Partes da cadeira	34
Figura 22 - Base da cadeira	35
Figura 23 - Corpo da cadeira.....	35
Figura 24 - Medidas da cadeira (lateral).....	37
Figura 25 - Medidas da cadeira (frontal)	37
Figura 26 - Vistas da cadeira aberta	38
Figura 27 - Vistas da cadeira fechada.....	38
Figura 28 – Sistema de acionamento da cadeira	39
Figura 29 - Local para instalação do módulo de acionamento	40
Figura 30 - Pino de rotação e pino batente	41
Figura 31 - Trajetória do pino durante a abertura.....	41
Figura 32 - Vão para passagem da haste	42
Figura 33 - Conjunto cremalheira	42
Figura 34 - Implantação do motor	43
Figura 35 - Engrenamento pinhão-cremalheira	43
Figura 36 - Suporte do motor	44
Figura 37 - Sistema de fixação do conjunto	44
Figura 38 - Sistema de fixação.....	45
Figura 39 - Final de curso aberto	45
Figura 40 - Final de curso fechado.....	46
Figura 41 - Módulo eletrônico.....	47
Figura 42 - Esquema do circuito da fonte.....	48
Figura 43 - Vista superior da placa da fonte.....	48
Figura 44 - Vista isométrica da placa da fonte	49
Figura 45 - Diagrama de Pinos do PIC16F628A	49
Figura 46 - Diagrama de Blocos do PIC16F628A	50
Figura 47 - Esquema do circuito de controle	51

Figura 48 - Vista superior da placa de controle	51
Figura 49 - Vista isométrica da placa de controle.....	51
Figura 50 - Esquema do circuito de acionamento	52
Figura 51 - Vista superior da placa de acionamento	53
Figura 52 - Vista isométrica da placa de acionamento	53
Figura 53 – Esquema de ligação do L298	53
Figura 54 - Esquema do circuito dos optoacopladores	54
Figura 55 - Vista do circuito dos optoacopladores.....	54
Figura 56 - Interface para sinal externo.....	55
Figura 57 – Fluxograma da interrupção	56
Figura 58 – Fluxograma principal	57
Figura 59 – Microburn K150	58
Figura 60 – Interface gráfica do programa do gravador	58
Figura 61 - Componentes do sistema – assento fechado	59
Figura 62 – Componentes do sistema – assento aberto	59
Figura 63 - Sinal de saída do Amp-Op	63
Figura 64 - Tempo de partida	64
Figura 65 - Estratégia de <i>debouncing</i>	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMA	9
1.2 JUSTIFICATIVA	10
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo geral	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 METODOLOGIA	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 ENGRENAGENS	12
2.1.1 Tipos de engrenagens	14
2.2 MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA (CC)	17
2.2.1 Aspectos construtivos de um motor de CC	18
2.2.2 Funcionamento de um motor CC	21
2.2.3 Acionamento de motor CC	23
2.3 SENSORES	25
2.4 GRAFCET	25
2.5 MICROCONTROLADOR	26
2.5.1 Arquitetura genérica de um microcontrolador	27
2.5.2 Tipos de microcontroladores	28
2.6 ERGONOMIA	29
3 DESENVOLVIMENTO DO TEMA	31
3.1 DEFINIÇÃO DA MECÂNICA	31
3.1.1 Especificações da Cadeira	32
3.1.2 Identificação dos elementos	33
3.1.3 Medidas e posições	36
3.2 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO MECÂNICO	38
3.2.1 Definição do local de acionamento automático:	39
3.3 CIRCUITOS ELETRÔNICOS	46
3.3.1 Fonte	47
3.3.2 Circuito de controle	49
3.3.3 Circuito de acionamento do motor	52
3.3.4 Circuito dos optoacopladores	54
3.3.5 Sinal externo de controle	55
3.4 PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR	55
3.4.1 Funcionamento do sistema	55
3.4.2 Download do <i>firmware</i> no PIC	58
3.5 INTEGRAÇÃO DAS ETAPAS	59
3.6 TESTES DE FUNCIONAMENTO	60
3.6.1 Teste da Mecânica	60
3.6.2 Testes dos circuitos	61
3.6.3 Repetibilidade do sistema	65
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A – LISTA DE ENTRADAS E SAÍDAS DO PIC	69
APÊNDICE B – GRAFCET DO PROGRAMA	70

APÊNDICE C – ESQUEMA DOS CIRCUITOS.....	72
APÊNDICE D – LISTA DE MATERIAIS	75
APÊNDICE E – DESENHOS DE FABRICAÇÃO	76

1 INTRODUÇÃO

Como qualquer outro local de evento, um estádio de futebol possui lugares setorizados e classificados de acordo com o nível de conforto e melhor visão do espetáculo. Basicamente, há três setores: arquibancada, cadeiras numeradas e camarotes.

Ao adquirir uma cadeira numerada, o usuário deseja encontrá-la disponível para beneficiar-se das condições previamente escolhidas de acordo com o respectivo setor. Porém, a numeração das poltronas, por si só, não garante sua exclusividade. Situações onde o usuário tem seu assento de direito ocupado por outra pessoa podem ocorrer.

No decorrer deste trabalho será detalhada uma solução técnica para limitar o acesso das poltronas aos devidos usuários em um dos três grandes estádios de Curitiba, uma vez que tal sistema não está atualmente presente em nenhum deles. Para isso será desenvolvida uma cadeira automatizada composta de um dispositivo mecânico de assento retrátil, acionado por motor de corrente contínua, microcontrolado.

1.1 PROBLEMA

Os estádios paranaenses não contam atualmente com uma infraestrutura moderna no que diz respeito ao uso exclusivo dos assentos nas arquibancadas. A implantação da solução de acesso somente do usuário pagante aos assentos, como a proposta pelo presente trabalho, traria uma grande inovação tecnológica para estes estádios e um grande diferencial.

1.2 JUSTIFICATIVA

Além da inovação tecnológica, a implantação de um sistema automatizado de acesso exclusivo aos assentos trará um grande diferencial ao estádio que adquiri-lo. Ao usuário, esse sistema trará a comodidade e o isentará do incômodo às vezes trazido, como quando este adquire um lugar marcado e o encontra já ocupado por outra pessoa.

A melhoria obtida com essa modernização aliada à numerosa quantidade de estádios no país, que constantemente sediam eventos com grande público, justificariam os investimentos necessários para o desenvolvimento do sistema proposto.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

- Desenvolver uma cadeira retrátil automatizada.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um sistema mecânico eficaz, capaz de respeitar os requisitos de ergonomia, segurança e custos;
- Implementar um módulo de acionamento capaz de suprir as necessidades de potência do motor;
- Desenvolver um sistema de controle utilizando sensores para identificar sobrecargas e fim de curso;

- Disponibilizar uma interface para futura integração com um módulo de reconhecimento ao acionamento da cadeira;
- Escolher os materiais para a confecção do dispositivo mecânico de acordo com as normas vigentes.

1.4 METODOLOGIA

Pretende-se realizar uma pesquisa para ambientar-se às possíveis tecnologias que serão utilizadas. A escolha das mesmas se dará de acordo com as características requisitadas pelo cliente, pelas necessidades técnicas e pela disponibilidade de recursos financeiros.

O trabalho será do tipo experimental com o objetivo de construir um protótipo de cadeira automática retrátil.

As principais etapas do projeto serão: o desenvolvimento e a adaptação dos meios de acionamento mecânico na cadeira fornecida pelo cliente, desenvolvimento do controle da cadeira, desenvolvimento do acionamento elétrico, adequação do projeto as normas de ergonomia vigentes.

Pelo fato do projeto envolver áreas de conhecimento distintas, as etapas inicialmente serão desenvolvidas separadamente, sendo integradas à medida que tornarem-se suficientemente significativas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para ter embasamento suficiente para aportar o desenvolvimento da automação da cadeira retrátil foi necessário compreender o funcionamento de transmissões mecânicas por engrenagens e do motor de corrente contínua (CC), o funcionamento dos componentes eletrônicos e sensores, lógica de programação e microcontrolador e regras de ergonomia. Estes assuntos serão abordados no decorrer deste capítulo.

2.1 ENGRELAGENS

As engrenagens são usadas para transmitir torque e velocidade angular em uma ampla variedade de aplicações. Existem vários tipos de engrenagens, entre elas as cilíndricas retas, as helicoidais, as cônicas, sem-fim e pinhão-cremalheira (NORTON, 2004).

As engrenagens são altamente padronizadas no que diz respeito à forma do dente e ao tamanho. A *American Gear Manufacturer Association* (AGMA) apoia pesquisas sobre o projeto, os materiais e a manufatura de engrenagens e publica padrões para projetos destes importantes elementos mecânicos. A utilização destes padrões torna as engrenagens intercambiáveis dentro das faixas de módulo e ângulo de pressão (NORTON, 2004).

A maneira mais fácil de transmitir movimento rotatório de um eixo a outro é com um par de cilindros rodando. Podem ser um conjunto externo ou interno (Figura 1). Enquanto houver atrito suficiente entre as superfícies dos dois cilindros o mecanismo funcionará muito bem. Não haverá escorregamento entre os cilindros até que a força de atrito seja excedida pelas demandas de transferência de torque (NORTON, 2004).

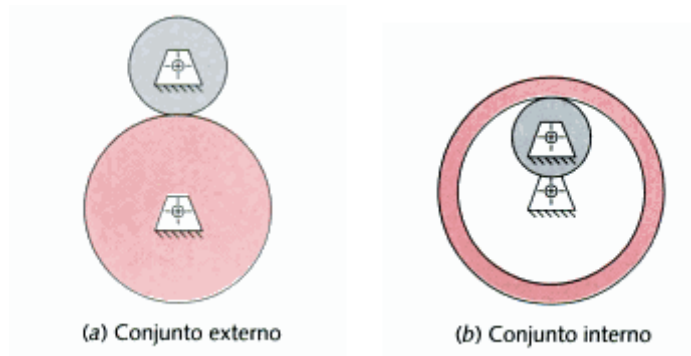


Figura 1 - Cilindros rodando – a: externo; b: interno
Fonte: (NORTON, 2004)

Algumas das deficiências desse sistema de transferência de movimento são a capacidade relativamente baixa de transferência de torque e a possibilidade de escorregamento. Isso não é aceitável quando, por exemplo, há necessidade de uma sincronia entre os eixos de entrada e de saída. Para obter essa sintonia de fase adicionam-se dentes a estes cilindros. Assim, eles se tornam engrenagens e são juntos denominados **par de engrenagens**. Costuma-se chamar a menor das engrenagens do par como **pinhão** e a outra como **engrenagem** ou **coroa** (Figura 2) (NORTON, 2004).

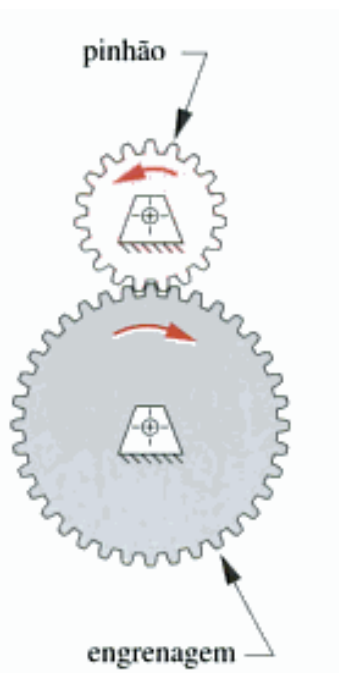


Figura 2 - Par de engrenagens externas
Fonte: (NORTON, 2004)

2.1.1 Tipos de engrenagens

2.1.1.1 Engrenagens cilíndricas de dentes retos

São rodas dentadas cujos dentes são paralelos ao eixo de rotação. São utilizadas para transmitir rotação entre eixos paralelos (Figura 3) (DEMEC, 2013).



Figura 3 - Engrenagens cilíndricas retas
Fonte: (DEMEC, 2013)

2.1.1.2 Engrenagens cilíndricas helicoidais

Possuem dentes inclinados em relação ao eixo de rotação da engrenagem (Figura 4). Podem transmitir rotação entre eixos paralelos ou eixos concorrentes. Podem ser utilizadas nas mesmas aplicações das engrenagens de dentes retos, com a vantagem de serem mais silenciosas, porém com a desvantagem de gerarem forças axiais (DEMEC, 2013).



Figura 4 - Engrenagens cilíndricas helicoidais - a: Eixos paralelos; b: Eixos concorrentes.
Fonte: (DEMEC, 2013)

2.1.1.3 Engrenagens cônicas

Possuem a forma de tronco de cones. São utilizadas em aplicações onde os eixos são concorrentes (Figura 5). A orientação dos dentes pode ser reta ou inclinada com relação ao eixo de rotação da engrenagem. Neste tipo de engrenagem, assim como nas cilíndricas helicoidais, também surgem forças axiais (DEMEC, 2013).



Figura 5 - Engrenagens cilíndricas cônicas – a: dentes inclinados; b: dentes retos
Fonte: (DEMEC, 2013)

2.1.1.4 Sem fim-coroa

O sem fim é um parafuso acoplado a uma engrenagem, geralmente do tipo helicoidal. São utilizados quando a relação de transmissão é muito elevada (Figura 6). Cada volta completa do parafuso faz com que a engrenagem movida gire o ângulo de um dente (DEMEC, 2013).

Uma das grandes vantagens com relação aos outros arranjos de engrenagens é o fato de serem autotravantes, ou seja, torques aplicados na engrenagem movida não são capazes de fazer o sem fim girar. Isso faz com que o sistema permaneça imóvel quando nenhum torque está sendo aplicado no parafuso ou quando uma máquina, por exemplo, está desligada (DEMEC, 2013).



Figura 6 - Parafuso sem fim – coroa
Fonte: (DEMEC, 2013)

2.1.1.5 Pinhão cremalheira

Pode-se tomar esse arranjo como um par de engrenagens cilíndricas retas onde a coroa tem um diâmetro infinito, tornando-se reta (Figura 7). A aplicação mais comum do sistema pinhão-cremalheira é a conversão de movimento rotacional para reto ou vice-versa (DEMEC, 2013).

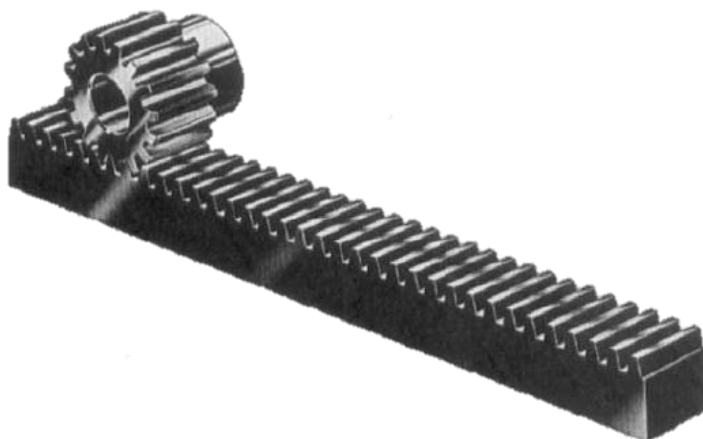


Figura 7 - Engrenagens pinhão-cremalheira
Fonte: (NORTON, 2004)

Para que o engrenamento do pinhão com a cremalheira seja possível, sem que haja interferência, o pinhão deve ter um número mínimo de dentes. Pode-se encontrar esse valor (N_p) através da equação 1, onde φ é o ângulo de pressão e k é um coeficiente para o tipo de dente ($k = 1$ para dentes com profundidade completa) (SHIGLEY, et al., 2005).

$$N_p = \frac{2(k)}{\sin^2 \varphi} \quad (1)$$

2.2 MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA (CC)

Motor CC é um conversor eletromecânico que entrega um movimento rotativo quando acionado por uma corrente contínua. Da mesma forma, por ser um elemento reversível, ao aplicar energia mecânica em seu eixo, obtém-se energia elétrica contínua em seu terminal elétrico. Existe uma larga escala de sistemas onde pode ser empregado e vantagens que tornam este tipo de motor ainda competitivo no mercado (SIMONE, 2002).

2.2.1 Aspectos construtivos de um motor de CC

Visando a construção mecânica, deve-se focar em quatro elementos principais. São eles: o estator ou enrolamento de campo, o rotor ou armadura, o comutador e as escovas como pode ser observado na Figura 8 (WILDI, 2002).

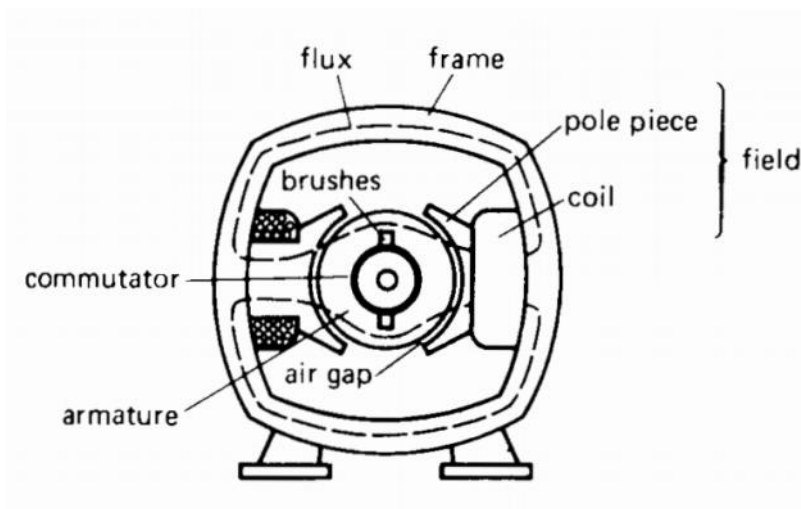


Figura 8 - Esquema construtivo de motor de corrente contínua bipólo
Fonte: (WILDI, 2002)

O estator é responsável por produzir o campo magnético na máquina. Basicamente é um elemento eletromagnético estacionário que possui um par de pólos salientes. Nestes pólos são montadas as bobinas de campo, responsáveis por receber corrente contínua para produzir o campo magnético fixo (WILDI, 2002).

Para melhorar o desempenho do motor de corrente contínua, costuma-se construí-lo com mais de um par de pólos. Desde que aos pares, o limite para o número de pólos é dado apenas pela restrição de tamanho da máquina. Quanto maior o motor, mais pólos ele pode ter. No aspecto construtivo, as bobinas de campo são conectadas de maneira que pólos adjacentes tenham polaridades opostas (Figura 9) (WILDI, 2002).

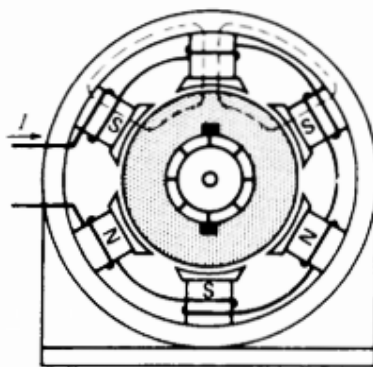


Figura 9 - Estator multipólos
Fonte: (WILDI, 2002)

O Rotor (Figura 10) é o elemento dinâmico do motor e é composto por um conjunto de bobinas, um núcleo de ferro e um comutador. O eixo do rotor é preso ao estator e fica alojado entre os polos deste. É através do eixo que o motor entrega o movimento (WILDI, 2002).

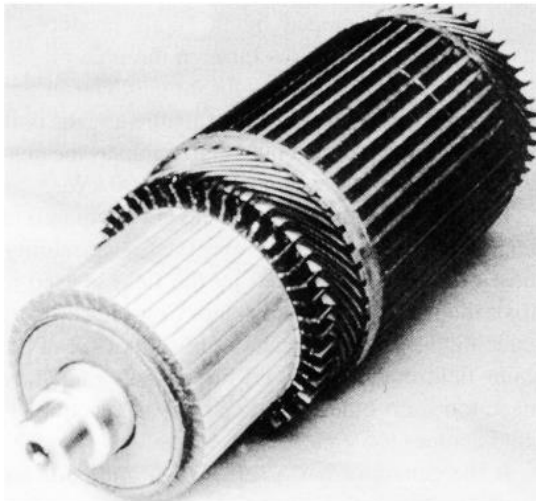


Figura 10 – Rotor
Fonte: (WILDI, 2002)

O comutador é o elemento que recebe a corrente de carga e a transmite às bobinas, responsáveis por gerar o campo na armadura. Ele é composto por segmentos de cobre, isolados por lâminas de mica, montados sobre o eixo do rotor (Figura 11). A maneira construtiva deste elemento garante a transmissão da corrente

sempre no mesmo sentido através das bobinas, garantindo repulsão contínua com estator (SIMONE, 2002).

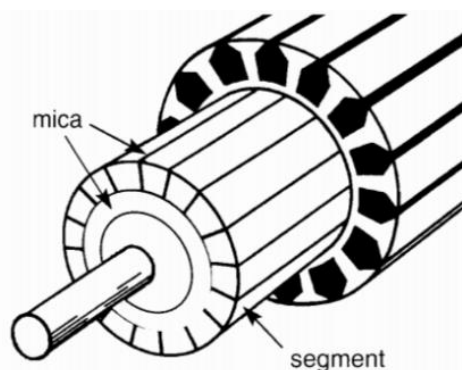


Figura 11 - Detalhe do comutador
Fonte: (WILDI, 2002)

As escovas são os elementos responsáveis pelo contato elétrico entre o rotor e os terminais de alimentação do motor. Através delas que o comutador é alimentado tornando possível o fluxo de corrente nas bobinas do rotor durante a movimentação do mesmo. São construídas de carbono, por ser um bom condutor elétrico e mecanicamente montadas para conferir bom contato entre a alimentação e o rotor (WILDI, 2002).

Para um motor bipolo, haverá um par escovas de contato para a transmissão de corrente e, de forma análoga, motores multipolo terão tantos pares de escovas quanto o seu número de pólos, como pode ser conferido na Figura 12 (WILDI, 2002).

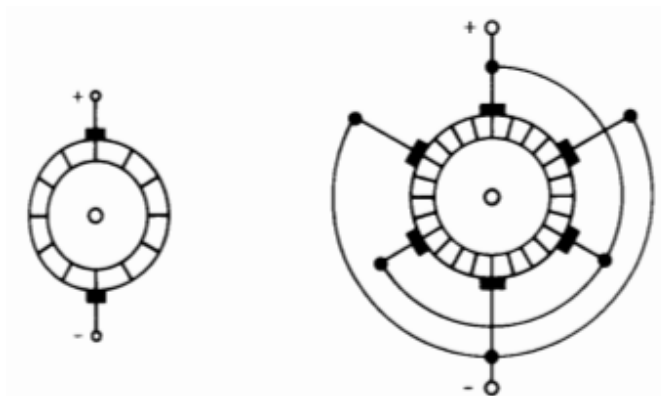


Figura 12 - Escovas de um motor bipolo e de um 6 pólos
Fonte: (WILDI, 2002)

2.2.2 Funcionamento de um motor CC

De maneira simplificada, pode-se explicar o funcionamento de um motor de corrente contínua analisando a interação entre três componentes básicos: bobina, campo magnético fixo e comutador (CARVALHO, 2007).

Observando-se uma primeira situação onde a bobina do rotor se encontra alinhada paralelamente às linhas de campo induzidas pelo estator, e injetando uma corrente no comutador podem-se deduzir, através da regra da mão direita, as forças que interagem no sistema (Figura 13) (CARVALHO, 2007).

Pelas leis do eletromagnetismo sabe-se que quando uma espira é percorrida por uma corrente elétrica, é produzido um campo magnético em torno da mesma. Este campo causará uma reação às linhas de força do campo fixo, iniciando a movimentação da bobina. Pela regra da mão direita, o dedo indicador aponta o sentido da corrente, o polegar a direção do movimento e o restante dos dedos o sentido do fluxo (CARVALHO, 2007).

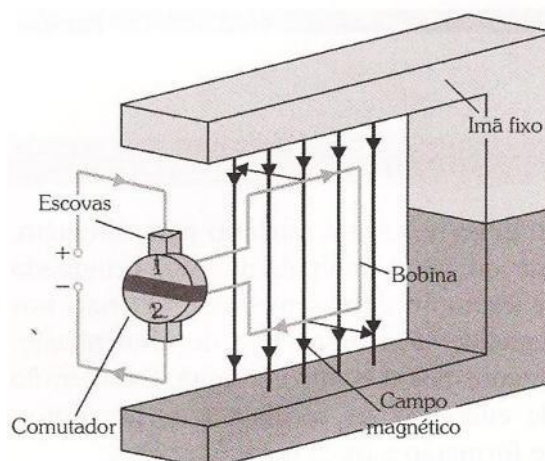


Figura 13 – Situação inicial
Fonte: (CARVALHO, 2007)

Após iniciar a rotação, atinge-se um segundo estado, onde a bobina se encontra fora da ação das linhas de força, ou seja, não há reação entre os campos fixo e da bobina (Figura 14). Porém, o rotor continua seu movimento devido à inércia que está submetido, atingindo um terceiro estágio (CARVALHO, 2007).

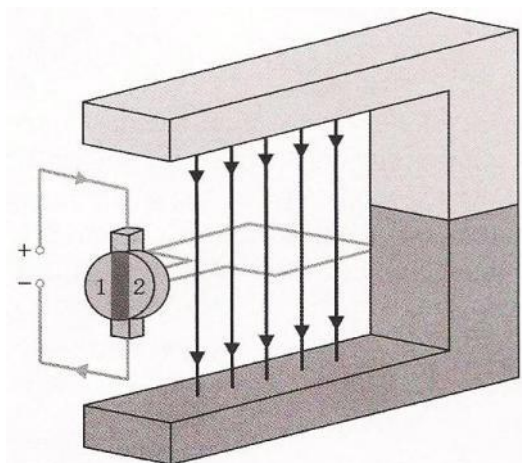


Figura 14 – Situação secundária
Fonte: (CARVALHO, 2007)

Neste terceiro momento, o rotor está completando 180° de rotação, alcançando uma posição semelhante à do primeiro estágio (Figura 15). Neste momento o comutador desempenha sua função, invertendo o sentido da corrente na espira. Esta ação permite a corrente fluir através da espira no mesmo sentido em que vinha fluindo durante os dois primeiros estágios, garantindo o sentido da rotação e entregando um movimento contínuo do eixo (CARVALHO, 2007).

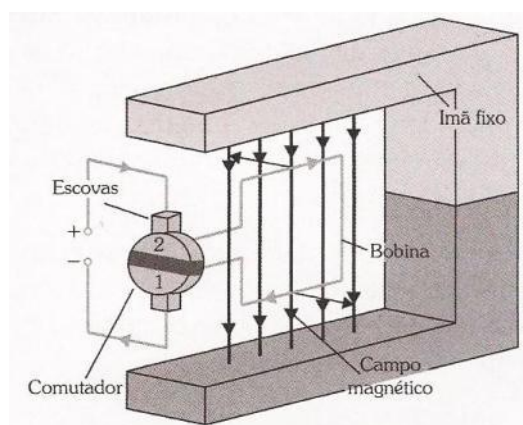


Figura 15 – Situação terciária
Fonte: (CARVALHO, 2007)

A ação sofrida pela bobina pelo campo é contínua durante a rotação e que seu valor varia conforme a variação angular do rotor. Foi descrita, de forma sucinta,

os estágios referentes a uma volta do rotor. Durante o funcionamento do motor estes estágios se repetem indefinidamente enquanto energizado (CARVALHO, 2007).

2.2.3 Acionamento de motor CC

Para o acionamento de um motor de corrente basta aplicar uma tensão entre os seus terminais e permitir um fluxo de corrente para que o motor gire. O sentido desta corrente está diretamente relacionado ao sentido que o motor irá girar, ou seja, ao inverter a corrente, inverte-se o sentido de rotação do motor.

Ponte H é como é conhecido o circuito que permite controlar o sentido da corrente no motor. Pode ser montada de maneiras diferenciadas, dependendo da capacidade do motor a ser acionado. É constituída através da junção de dois circuitos de acionamento (Figura 16).

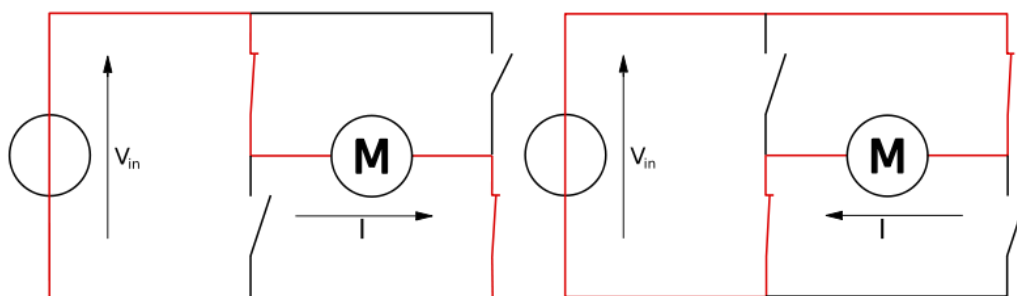


Figura 16 - Junção de circuitos de acionamento
 Fonte: (MECATRONS, 2012)

No circuito usam-se transistores no lugar das chaves e o controle do sentido de rotação é feito através do chaveamento dos mesmos, que devem ser obrigatoriamente acionados aos pares de maneira que a corrente passe através do motor. Ao chavear o primeiro par de transistores, tem-se um sentido de rotação, e acionando o segundo par de transistores, o sentido é invertido (MECATRONS, 2012).

Deve-se, no entanto, ter cuidado para não acionar as chaves de maneira que seja criado um curto circuito nos elementos de chaveamento e consequentemente na

fonte de alimentação. Esta precaução pode ser feita através de lógicas em um microcontrolador ou CLP usados para controlar a ponte H ou ainda por meio de lógica em *hardware*. Outros componentes que podem ser usados para o chaveamento são os relés, no caso de inversões de rotação pouco frequentes, Mosfets ou simplesmente chaves de comando (MECATRONS, 2012).

Devido à grande versatilidade desse circuito, existem pontes H implementadas em componentes monolíticos. A vantagem do uso destes circuitos integrados é o tamanho e a praticidade do seu uso.

O Circuito Integrado (CI) L298 do fabricante STMICROELECTRONICS possui em seu encapsulamento um par de pontes H (Figura 17) que funcionam de maneira *full bridge* de alta corrente de condução e aceitam diretamente níveis de controle Transistor-Transistor Lógico (TTL).

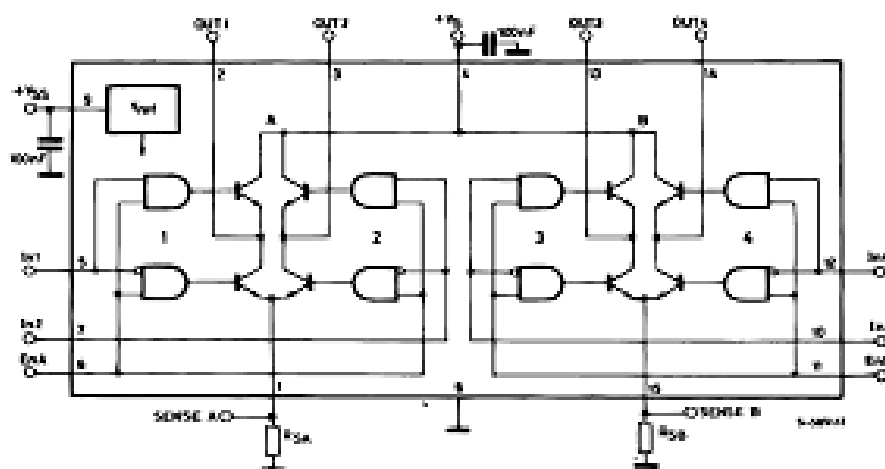


Figura 17 - Esquema elétrico L298
Fonte: (STMICROELECTRONICS, 2012)

O controle deste componente é muito simples e possui vida útil prolongada se operado dentro das condições especificadas. O CI da corrente que está passando pelo motor através de um resistor ligado a um de seus terminais o que pode ser utilizado para monitorar, por exemplo, sobrecorrente no motor. Também tem implementado em sua lógica restrições de acionamento para a situação de curto-circuito no sistema (STMICROELECTRONICS, 2012).

2.3 SENSORES

Sensores são componentes que permitem ao controlador obter informações sobre o sistema que está atuando. Através deles que o controlador é realimentado permitindo a tomada de decisões ou a realização de cálculos para enviar sinais de correção de erro (ROSARIO, 2005).

Pode-se definir um sensor como um elemento que muda seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer direta ou indiretamente um sinal que indica essa grandeza, convertendo uma quantidade física em um sinal elétrico (ROSARIO, 2005).

2.4 GRAFCET

É uma ferramenta que permite visualizar um algoritmo e os fluxos que um programa pode tomar dadas as etapas e transições previamente definidas. Após todas as situações terem sido analisadas pode-se converter o Grafcet em uma linguagem de programação escolhida, minimizando os retrabalhos devido à erros de lógica no programa (GEORGINI, 2007).

Criado em 1975, após uma reunião que aconteceu na França unindo pesquisadores e pessoas da indústria envolvidas com controle discreto. O nome, Grafcet, deriva da palavra “*Graph*” por ser uma ferramenta gráfica e de Afcet (*Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique*), associação que liderou os trabalhos (GEORGINI, 2007).

Segundo Georgini (2007), a ferramenta se baseia em etapas lógicas separadas por transições, representadas por quadros e traços, respectivamente (Figura 18). As etapas podem estar ativas ou inativas, o que irá determinar se as ações a ela associadas serão executadas ou não. Os elementos que compõe o Grafcet são:

- As etapas e as respectivas ações;
- As transições e as respectivas ações;

Existem regras a seguir para que o Grafcet seja funcional, basicamente:

- As etapas podem estar ativas ou inativas, porém as ações a ela associadas só serão executadas se a etapa estiver ativa;
- A passagem de uma etapa para outra ou para outras é determinada pelo estado lógico da transição definida entre essas etapas;
- Quando a transição é feita a etapa anterior é desativada e a etapa ou as etapas imediatamente seguintes é ou são ativadas;
- A transição só é efetuada se:
 - A etapa ou as etapas precedentes estejam ativas;
 - A condição associada a transição seja verdadeira (GEORGINI, 2007).

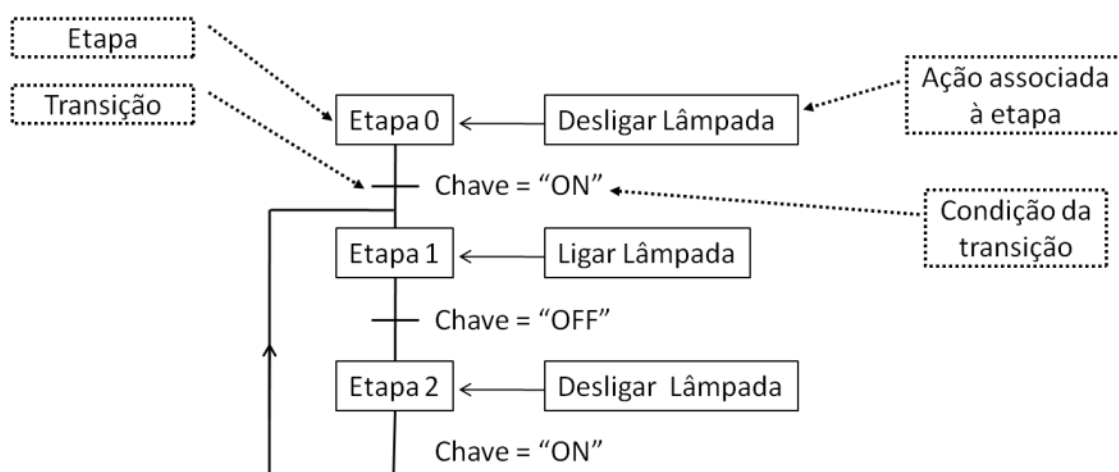


Figura 18 – Exemplo de Grafcet
Fonte: Autoria própria

2.5 MICROCONTROLADOR

Segundo Souza (2003), os microcontroladores são chips dotados de processador, pinos de entradas/saídas e memória. Através da programação dos microcontroladores pode-se controlar suas saídas, tendo como referência as entradas e um programa interno.

Pode-se definir o microcontrolador como um “pequeno” componente eletrônico programável, utilizado para controle de processos lógicos, que deve ser entendido como controle de periféricos, tais como: LEDs, botões, displays de

segmentos, *displays* de cristal líquido (LCD), resistências, relês, sensores diversos (pressão, temperatura, etc.) e muitos outros (SOUZA, 2003).

São chamados de controles lógicos, pois a operação do sistema baseia-se nas ações lógicas que devem ser executadas, dependendo do estado dos periféricos de entrada e/ou saída. São chamados programáveis, pois toda a lógica de operação é estruturada na forma de um programa e gravada dentro do componente (SOUZA, 2003).

A Unidade Lógica Aritmética (ULA) é onde todas as operações matemáticas e lógicas são executadas. Quanto mais poderosa a ULA do componente, maior sua capacidade de processar informações (SOUZA, 2003).

É chamado ainda de “pequeno”, pois em uma única pastilha de silício encapsulada (popularmente conhecida como CI ou CHIP) encontram-se todos os componentes necessários ao controle de um processo. O microcontrolador está provido internamente de memória de programa, memória de dados, portas de entrada e/ou saída paralela, *timers*, contadores, comunicação serial, *PWM's*, conversores analógico-digitais, etc (SOUZA, 2003).

2.5.1 Arquitetura genérica de um microcontrolador

Segundo Souza (2003), a arquitetura de todo microcontrolador é composta das seguintes partes:

- CPU – ou Unidade Central de Processamento – é responsável por todo processamento dos dados. É ela que interpreta os comandos e ativa os dispositivos de entrada e saída;
- ULA – ou Unidade Lógica Aritmética – é responsável por todos os cálculos e a lógica matemática para tomada de decisão das tarefas a serem realizadas;
- I/O's – *Inputs / Outputs* – Interligam o microcontrolador com os dispositivos externos. É através deles que é feita a inserção e o recebimento de dados e o controle de dispositivos mecânicos e elétricos;

- Memória de Programa – parte do microcontrolador onde são armazenadas as instruções que ele deve executar (linhas de programação);
- Memória de Dados – permite ao programador escrever ou ler um determinado dado;
- Periféricos – circuitos que dão flexibilidade ao microcontrolador para controlar dispositivos. Exemplos: portas de conversão analógico/digital, *timer*, *watchdog timer*, portas I/O (SOUZA, 2003).

2.5.2 Tipos de microcontroladores

O que diferencia os diversos tipos de microcontroladores são as quantidades de memória interna (programa e dados), velocidade de processamento, quantidade de pinos de entrada/saída (I/O), alimentação, periféricos, arquitetura, *set* de instruções e largura do bus de dados. Dentre os mais conhecidos estão os da família 8051 e ATMEGA da Atmel, os da família *Cold fire* da *Freescale* Semicondutor e os da família PIC da Microchip (SOUZA, 2003).

2.5.2.1 Microcontrolador PIC

O PIC é um circuito integrado produzido pela Microchip Technology Inc., que pertence à categoria dos microcontroladores, ou seja, um componente integrado que em um único dispositivo contém todos os circuitos necessários para realizar um completo sistema digital programável. O PIC pode ser visto externamente como um circuito integrado TTL, mas internamente dispõe de todos os dispositivos típicos de um sistema microprocessado, ou seja: uma CPU (Unidade de Processamento Central) cuja finalidade é interpretar as instruções de programa; uma memória PROM (Memória Programável Somente para Leitura) na qual ficam armazenadas as instruções do programa; uma memória RAM (Memória de Acesso Aleatório) utilizada

para memorizar as variáveis utilizadas pelo programa; uma série de linhas de I/O (entrada e saída) para controlar dispositivos externos ou receber pulsos de sensores, chaves, etc.; uma série de dispositivos auxiliares ao funcionamento, ou seja, gerador de *clock*, bus, contador, etc (SOUZA, 2003).

O PIC está disponível em uma ampla gama de modelos para melhor adaptar-se às exigências de projetos específicos, diferenciando-se pelo número de linhas de I/O e pelo conteúdo do dispositivo. Inicia-se com modelo pequeno identificado pela sigla PIC12CXX dotado de 8 pinos, até chegar a modelos maiores com sigla PIC17CXX dotados de 40 pinos. Todos possuem um *set* de instruções bem parecido e suas características básicas são bastante semelhantes (SOUZA, 2003).

2.6 ERGONOMIA

Ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho, focalizando o homem (CRONEY, 1971).

Segundo Croney (1971), levando em consideração e como principal foco as capacidades e limitações físicas e psicológicas do homem, um trabalho ergonomicamente bem projetado é capaz de eliminar questões adversas, tais como insegurança, insalubridade, desconforto e ineficiência.

A ergonomia baseia-se em conhecimentos de outras áreas científicas, como antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial. Integrando conhecimentos relevantes dessas áreas, métodos e técnicas são aplicados na melhoria do trabalho e das condições de vida (GOMES FILHO, 2003).

Problemas relacionados com a saúde, segurança, conforto e eficiência podem ser solucionados através da ergonomia. A probabilidade de ocorrência de acidentes pode ser reduzida quando são consideradas as capacidades e limitações humanas e as características do ambiente durante o projeto do trabalho. Com relação aos problemas de saúde, podem ser citadas as doenças do sistema muscular-esquelético e as psicológicas, como o estresse. A prevenção de erros e a melhoria do

desempenho são outras características nas quais a ergonomia contribui (GOMES FILHO, 2003).

Vários conhecimentos da ergonomia foram convertidos em normas, objetivando estimular a aplicação dos mesmos. Podem ser encontrados nas normas ISO (*International Standardization Organization*), EN da CEN (*Comité Européen de Normalisation*) e na ANSI e BSI. Além disso, há algumas normas específicas de ergonomia que são aplicadas em certas empresas e setores industriais, tais como a NR 17 (CRONEY, 1971).

Um princípio importante na aplicação da ergonomia recomenda que os equipamentos, sistemas e tarefas devem ser projetados para uso coletivo e devem atender 95% de uma população. Para os outros 5% que não se adaptam bem ao projeto de uso coletivo (indivíduos muito gordos, muito altos, muito baixos, grávidas, idosos, deficientes), é necessário realizar projetos específicos (GOMES FILHO, 2003).

3 DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Serão apresentadas neste capítulo as etapas que compõe o desenvolvimento deste projeto. Iniciou-se pela definição da parte mecânica, depois a concepção do sistema de acionamento, o projeto do circuito eletrônico de controle, a programação do microcontrolador que gerencia todo o sistema e finalizou-se com os testes finais.

3.1 DEFINIÇÃO DA MECÂNICA

Partiu-se da ideia de um desenvolvimento total da parte mecânica: estrutura e acionamentos. Focando no conceito de simplicidade e funcionalidade e com o auxílio do *software SolidWorks*, concebeu-se primeira ideia do sistema, que pode ser vista na Figura 19. O assento encontra-se fechado na primeira linha, inicia a abertura na segunda e está completamente aberto na terceira linha.

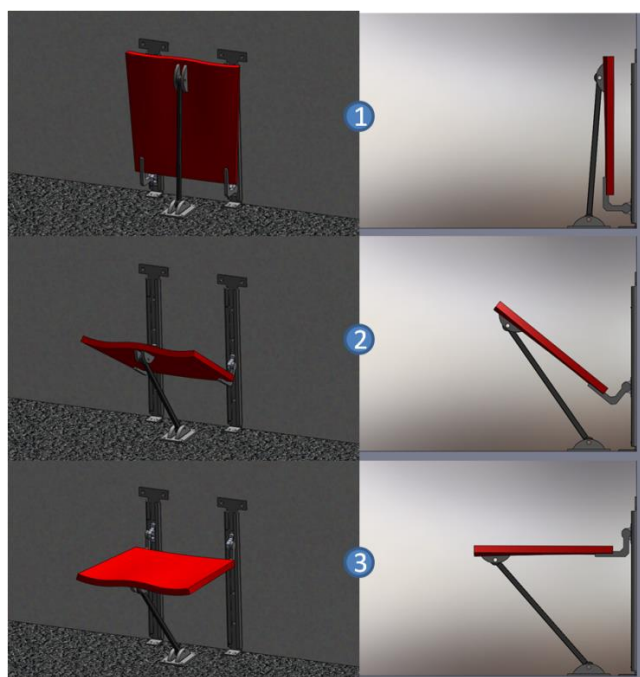


Figura 19 – Demonstrativo da proposta inicial
Fonte: Aatoria própria

Esta versão foi elaborada pensando-se na utilização da cadeira em diversos locais, como assentos de transportes públicos, estádios, ginásios, teatros, cinemas, entre outros.

Devido às dificuldades de se fabricar um dispositivo completamente novo e também devido a uma necessidade de delimitar o tema deste trabalho, definiu-se a proposta em automatizar uma cadeira já existente, com modelo comercial disponível, com uma só finalidade específica: assento para estádio que permitisse sua utilização somente após a identificação do usuário. Os benefícios de se adaptar um modelo comercial presente no mercado são a redução do custo da parte estrutural e a possibilidade de desenvolver um projeto que poderá ser repetido em instalações existentes.

Após pesquisa de mercado e comparado vários modelos e preços disponíveis, foi encontrada e adquirida uma cadeira que é amplamente utilizada em estádios de diversas partes do mundo, com um padrão de qualidade já reconhecido e com custo razoável em comparação a outros modelos.

3.1.1 Especificações da Cadeira

A cadeira adquirida (Figura 20) é do fabricante *Hangzhou Shengqi Textile & Plastic Company* localizada em Qiantan Town, Jiande City, Zhejiang, China, empresa que está no mercado desde 2001 e é certificada pela ISO 9001:2000 e pela ISO 14001:2004. Seus principais mercados são América do Sul, Norte Europeu, Ásia e África.

É projetada para utilização em estádios e ginásios e possui movimentação *flip-up* com fechamento manual por peso, quando não utilizada. Com *design* moderno, é ergonomicamente desenhada para proporcionar conforto ao usuário.

Seu modelo comercial é o LX-7007A de 2011 e possui em sua família de produtos o modelo LQ-7007, do mesmo ano, o qual difere apenas na maneira de fixação da cadeira ao local de atuação.

Seu corpo é fabricado em Polietileno de Alta Densidade 5502 (PEAD 5502 / HPDE 5502) moldado por injeção-sopro, técnica que confere ao produto alta

resistência mecânica e aos raios solares UV e impermeabilidade, e que permite sua utilização em locais abertos. Garante também o não envelhecimento do produto, tanto nas camadas interiores como nas exteriores. É dividido em duas partes distintas: encosto e assento.

Sua base é de Aço 1020 com tratamento galvanizado e com sistema de fixação fácil por parafusamento em solo rígido.

A cadeira adquirida é na cor azul e seu fabricante disponibiliza 15 diferentes cores ao cliente



Figura 20 - Cadeira LX-7007A
Fonte: Autoria própria

3.1.2 Identificação dos elementos

Logo após a aquisição da cadeira, foram identificados os elementos que a compõem a cadeira. Para facilitar o projeto do sistema mecânico a cadeira foi modelada em CAD utilizando o software INVENTOR PRO 2013. Assim foi possível

estudar diversas maneiras de se fazer o acionamento e escolher aquela que necessitasse da menor intervenção física no modelo original, sem a necessidade de construir cada uma delas.

A cadeira divide-se em 2 partes principais: base e corpo, como pode ser visto na Figura 21.



Figura 21 - Partes da cadeira
Fonte: Autoria própria

3.1.2.1 Base

A estrutura da base é feita em aço com tratamento galvanizado e através de parafusamento prende o encosto da cadeira. Possui quatro furos para fixação no chão do local onde vai atuar. Pode ser vista na Figura 22.

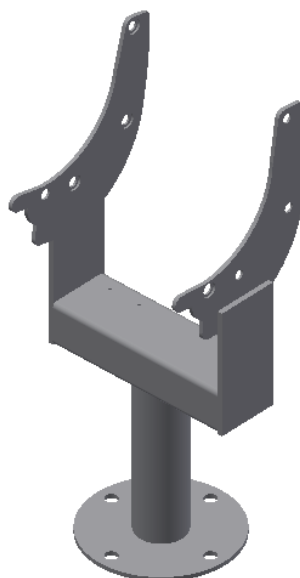


Figura 22 - Base da cadeira
Fonte: Autoria própria

3.1.2.2 Corpo

O corpo da cadeira é subdividido em 2 partes: assento e encosto, como pode ser visto na Figura 23.



Figura 23 - Corpo da cadeira
Fonte: Autoria própria

O assento e o encosto são feitos de Polietileno de alta densidade moldado por injeção-sopro (IBM). Este material é ideal para que a cadeira possa ficar exposta ao tempo, pois é altamente resistente à água e aos raios solares. É também mecanicamente muito resistente, com risco quase inexistente de rachaduras, fissuras e quebras.

Desenhadas com linhas curvas que proporcionam conforto ao usuário da cadeira, excluindo o perigo de partes angulares e não permitindo o acúmulo de água.

O assento possui uma cavidade para colocação das chapas de fixação à base e um contra peso que trabalha auxiliando no fechamento da cadeira.

O *design* das peças permite o encaixe perfeito entre elas e sensação de unidade quando a cadeira está aberta.

3.1.2.3 Sistema de Movimentação

A cadeira possui movimentação chamada *flip-up*, ou seja, rebatível, com abertura e fechamento por rotação em um eixo em comum entre o assento e o encosto.

Nas cavidades presentes na lateral do assento são fixadas duas chapas usinadas. Estas chapas que, unidas à base, fazem o movimento *flip-up* da cadeira.

O contra peso presente na parte traseira do assento auxilia no fechamento da cadeira, fazendo com que o movimento seja mais leve e garantindo que ela fique normalmente fechada quando não utilizada.

3.1.3 Medidas e posições

Como podem ser visualizadas na Figura 24 e na Figura 25 as principais medidas da cadeira são:

- Profundidade: 594 mm;
- Largura: 792 mm;

- Altura do assento: 430 mm;
- Espaço central: 460 mm.

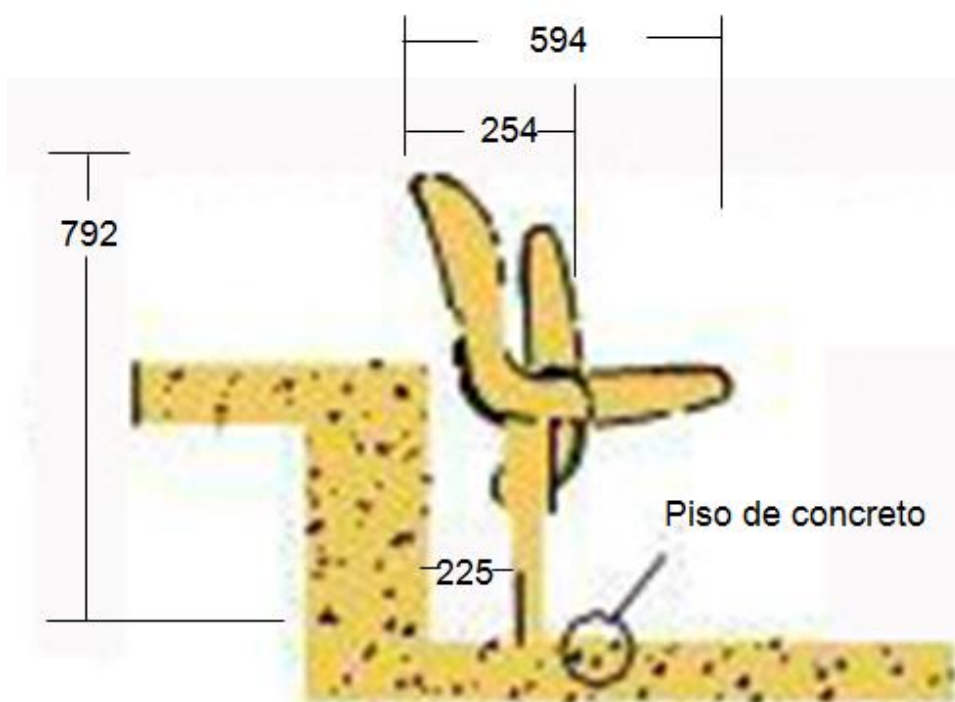


Figura 24 - Medidas da cadeira (lateral)
Fonte: Autoria própria

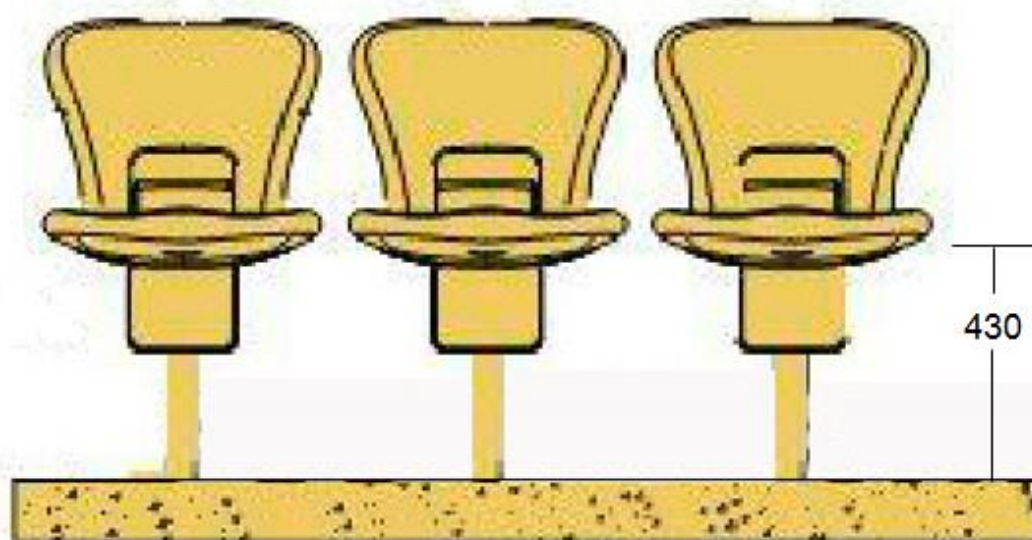


Figura 25 - Medidas da cadeira (frontal)
Fonte: Autoria própria

Pode-se visualizar as posições aberta e fechada da cadeira na Figura 26 e na Figura 27, respectivamente.



Figura 26 - Vistas da cadeira aberta
Fonte: A autoria própria



Figura 27 - Vistas da cadeira fechada
Fonte: A autoria própria

3.2 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO MECÂNICO

O objetivo da automatização da cadeira é que sua movimentação seja feita de maneira automática, ou seja, o abrir e fechar não resulte de nenhum esforço do usuário além de um sinal de controle.

Como a decisão final da equipe foi optar por um modelo comercial com estrutura própria já existente, alguns fatores tornaram-se fundamentais para o desenvolvimento da mecânica do acionamento, tais como a escolha do local de

fixação do sistema de movimentação e como o novo sistema de movimentação atuaria nas peças já existentes, garantindo-se sempre a segurança do usuário.

Levando-se em consideração os fatores citados, dentre os diversos tipos de transmissão mecânica optou-se pelo sistema pinhão-cremalheira devido à maior facilidade da sua instalação na cadeira comparada aos demais tipos. A construção e instalação do sistema de acionamento mecânico foram realizadas em parceria com a empresa KSS, o resultado pode ser visto na Figura 28.

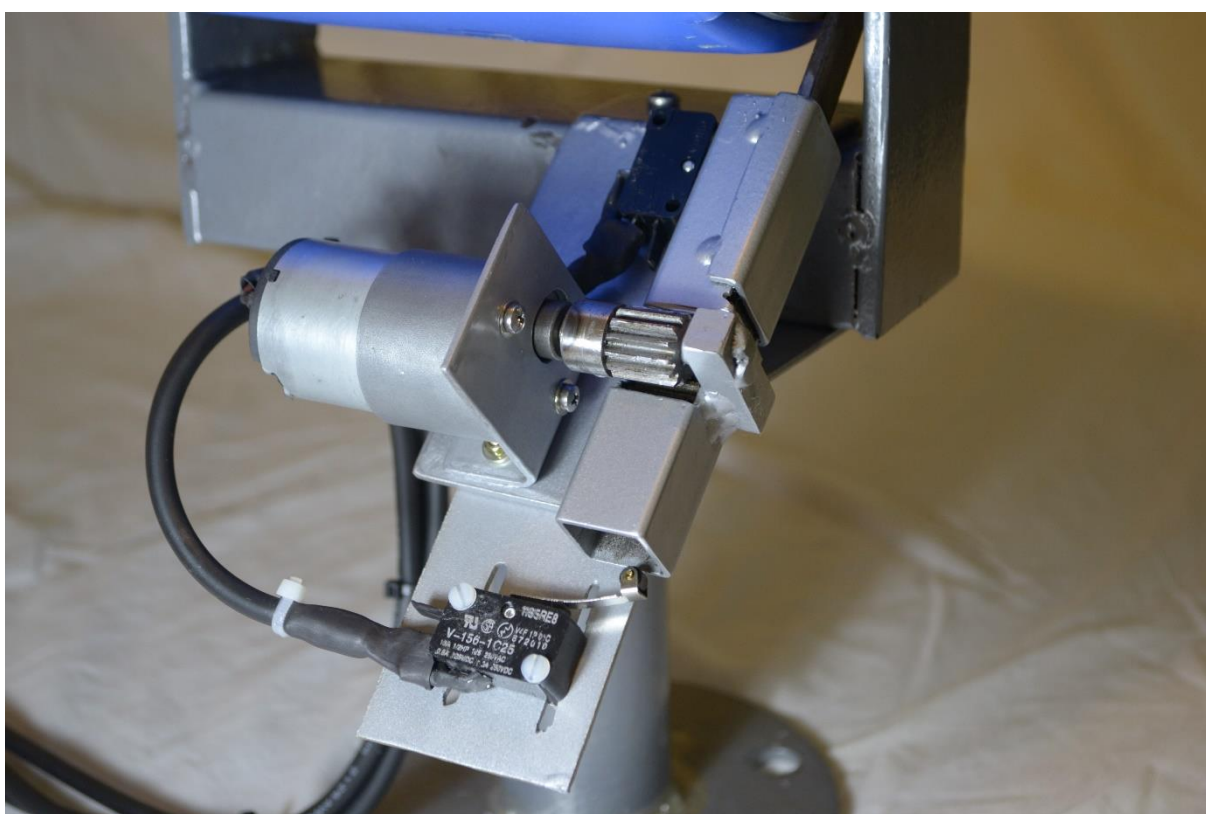


Figura 28 – Sistema de acionamento da cadeira
Fonte: Autoria própria

3.2.1 Definição do local de acionamento automático:

A abertura/fechamento da cadeira se dá pelo conjunto de movimentos rotacionais entre as chapas de fixação do assento e o eixo da base.

O espaço disponível para qualquer inclusão de peças ao sistema de movimentação é bem limitado pois as peças foram projetadas pelo fabricante

conforme os moldes de PEAD e nenhuma peça adicional poderia ficar exposta, por questões de segurança ao usuário e estética.

Para implementar na estrutura o sistema pinhão cremalheira, a inserção de um eixo que trabalhasse de forma que a rotação do motor fizesse o movimento de abertura/fechamento era o fundamental, além de determinar onde todo sistema ficaria acondicionado de forma segura.

Uma das alternativas pensadas foi a furação na parte traseira do assento. Nesta cavidade seria possível a alocação do sistema mecânico e haveria todo espaço interno do assento para ser trabalhado (Figura 29).



Figura 29 - Local para instalação do módulo de acionamento
Fonte: Autoria própria

As desvantagens desta alternativa são: a diminuição de sua resistência mecânica e o fato de poder ocorrer infiltrações. Portanto, essa alternativa de alocação do sistema foi descartada.

A segunda alternativa seria o aproveitamento da estrutura da base, de maneira que a estrutura original do produto não sofresse alterações. Analisando o sistema, verificou-se que nas chapas de fixação do assento existem dois pinos

soldados que funcionam um como batente para travamento da movimentação e outro como eixo de rotação (Figura 30).

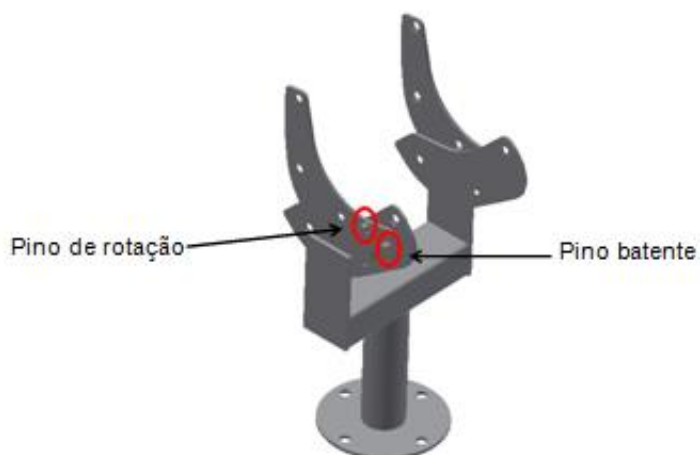


Figura 30 - Pino de rotação e pino batente
Fonte: Autoria própria

A trajetória descrita pelo pino batente, ao fazer a movimentação do assento em conjunto com a estrutura da base é um arco com centro no pino de rotação. Essa trajetória é curta, cerca de 40 mm de comprimento e neste pequeno trajeto o arco é bem semelhante a uma reta (Figura 31), motivo pelo qual foi possível o uso de uma haste reta.

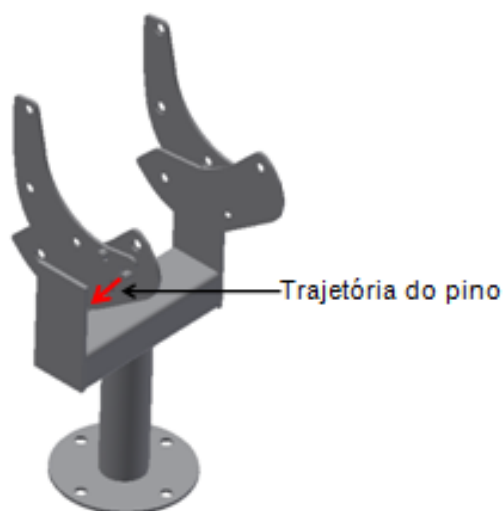


Figura 31 - Trajetória do pino durante a abertura
Fonte: Autoria própria

Para atuação desta haste, foi visto que entre o assento e o encosto existe um vão de 4 mm (Figura 32), espaço disponível e possível para ela desempenhasse sua função. O material escolhido para sua fabricação foi uma barra chata com espessura de 1/8", o que deu uma folga de aproximadamente 1 mm para possibilitar a movimentação. Foi então projetada uma peça com esta barra (Figura 33), com furação para encaixe do pino em uma extremidade e a outra extremidade soldada a uma cremalheira para a atuação com o pinhão ligado ao motor.

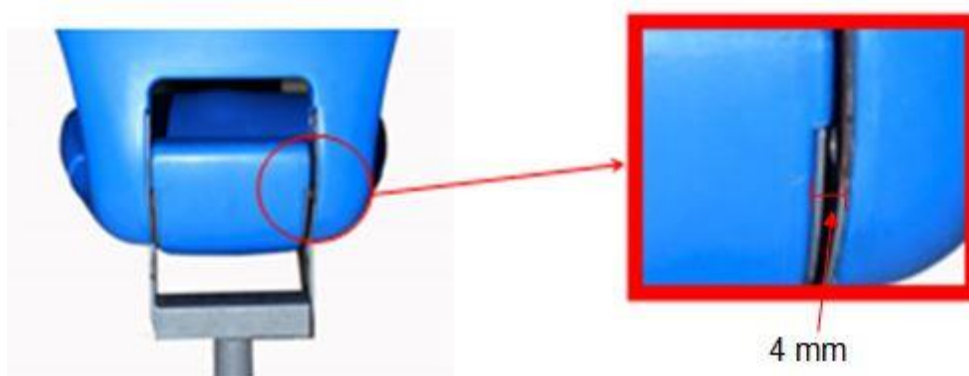


Figura 32 - Vão para passagem da haste
Fonte: Autoria própria

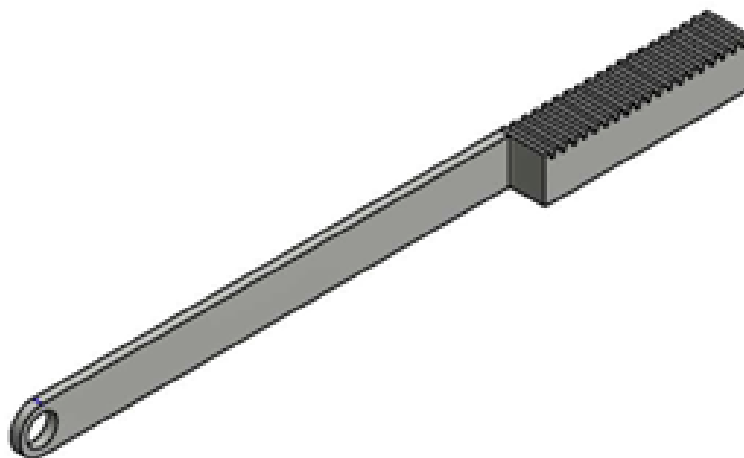


Figura 33 - Conjunto cremalheira
Fonte: Autoria própria

Para a implantação do motor utilizou-se uma engrenagem pinhão fixada ao seu eixo através de acoplamento para trabalhar em conjunto com a cremalheira para a realização do movimento (Figura 34 e Figura 35).



Figura 34 - Implantação do motor
Fonte: Autoria própria

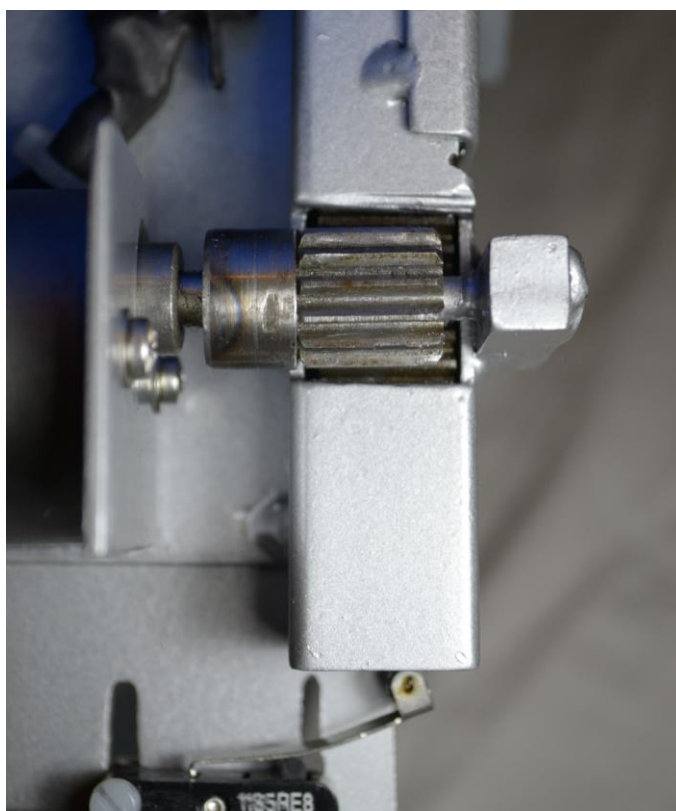


Figura 35 - Engrenamento pinhão-cremalheira
Fonte: Autoria própria

A fixação do motor à base foi feita através de um suporte projetado e fabricado como pode ser visto na Figura 36.

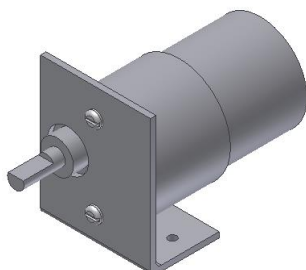


Figura 36 - Suporte do motor
Fonte: Autoria própria

Foi projetado também uma estrutura para proteção e fixação do conjunto haste-motor à cadeira. A definição do local da fixação se deu pela trajetória que o eixo percorreria e pelo lugar disponível mais adequado na estrutura da base. Este local de fixação definiu o tamanho da cremalheira e do eixo. Foi projetado um sistema de fixação para todo o conjunto (Figura 37). A Figura 38 mostra o resultado.

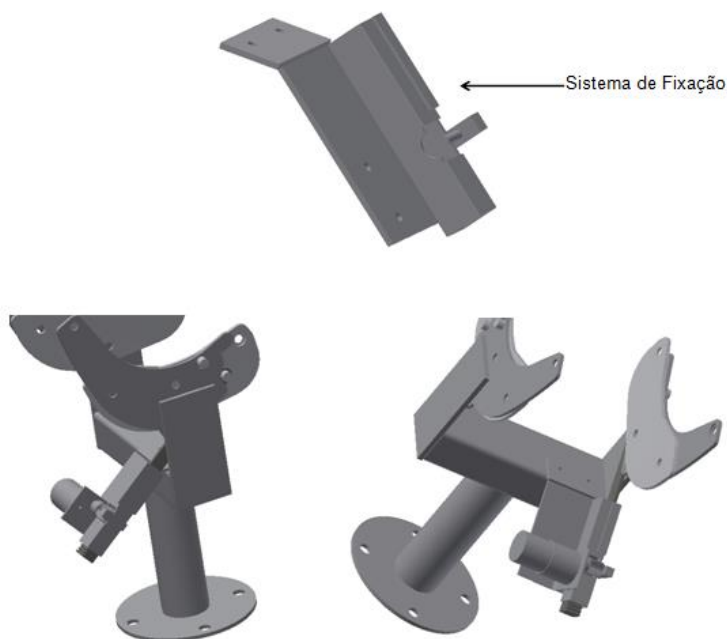


Figura 37 - Sistema de fixação do conjunto
Fonte: Autoria própria

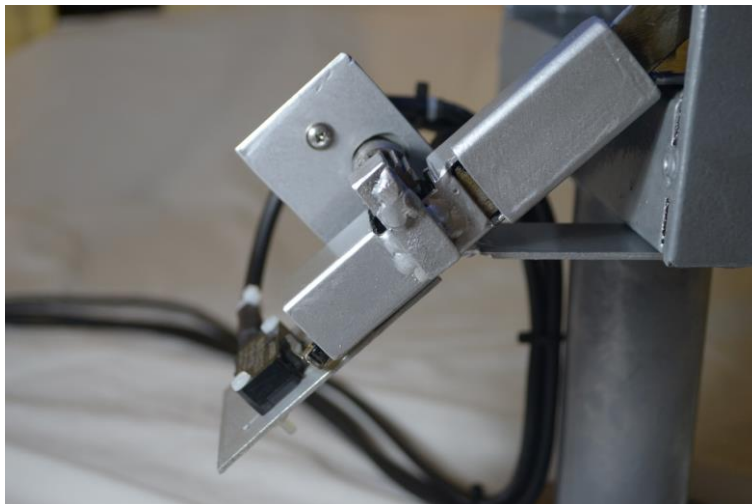


Figura 38 - Sistema de fixação
Fonte: Autoria própria

Para geração de sinais enviados ao controle, informando o começo e o fim da trajetória da haste, utilizou-se 2 fins de curso. A definição dos locais de fixação destes fins de curso foram também definidos de acordo com esta trajetória. Os ciclos de funcionamento estão descritos a seguir:

- **Ciclo de abertura:** Neste ciclo, o assento da cadeira é acionado pelo motor e se abre até que seja gerado o sinal de final de curso por um rolete devidamente posicionado (Figura 39);



Figura 39 - Final de curso aberto
Fonte: Autoria própria

- **Ciclo de fechamento:** Neste ciclo o assento da cadeira é novamente acionado pelo motor, no sentido contrário ao do ciclo de abertura e se abre até que seja gerado o sinal de final de curso por outro rolete devidamente posicionado (Figura 40);



Figura 40 - Final de curso fechado
Fonte: Autoria própria

- **Travamento:** Em ambos os ciclos anteriores, caso seja necessário um esforço excessivo do motor para realizar a abertura ou o fechamento, causado por alguma interferência externa, o controle desliga o motor.

3.3 CIRCUITOS ELETRÔNICOS

Durante a fase de concepção dos circuitos eletrônicos também foi realizada uma análise para identificar quais elementos seriam necessários no projeto. Definidos os elementos, optou-se por criar placas separadas para cada função, visando a versatilidade do sistema. Pode-se verificar o resultado na Figura 41.

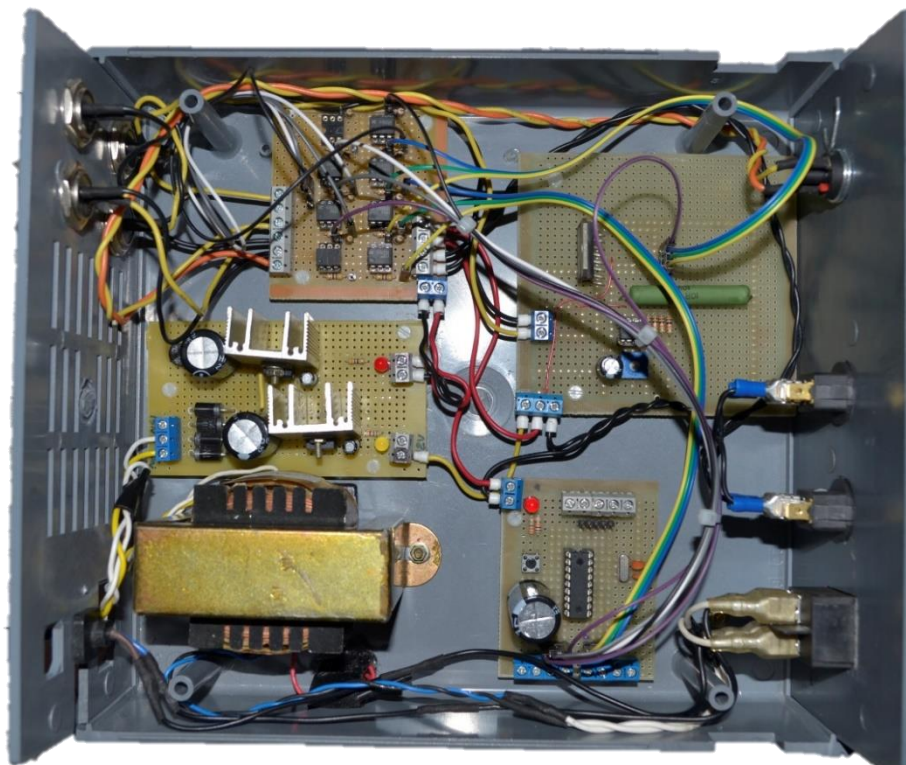


Figura 41 - Módulo eletrônico
Fonte: Autoria própria

Devido à criação do circuito de forma modular, foi possível realizar testes de forma isolada em cada módulo e validá-los independentemente. Outra vantagem deste tipo de estrutura é que uma possível manutenção ou assistência se torna mais prática e economicamente viável. O desenvolvimento de cada módulo é detalhado nos itens a seguir.

3.3.1 Fonte

A fonte desenvolvida para o projeto é bastante simples, composta basicamente de um transformador e dois reguladores de tensão, um de 5V e outro de 12V. O transformador é de 127V para 15V com TAP central para até 3A. Os reguladores, por sua vez, utilizam o mesmo GND do transformador para que na saída

regulada da fonte continuam tendo o GND comum. Essa configuração pode ser vista no esquemático do circuito da fonte, na Figura 42.

Não houve desenvolvimento de *layout* para circuito impresso uma vez que os componentes foram inseridos e soldados em placa padrão ilhada. A Figura 43 e a Figura 44 mostram o resultado.

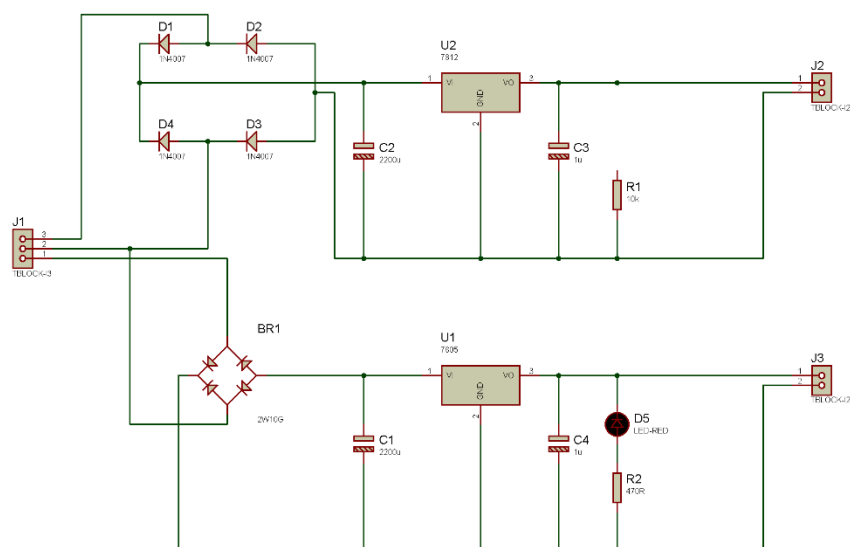


Figura 42 - Esquema do circuito da fonte
Fonte: Autoria própria



Figura 43 - Vista superior da placa da fonte
Fonte: Autoria própria

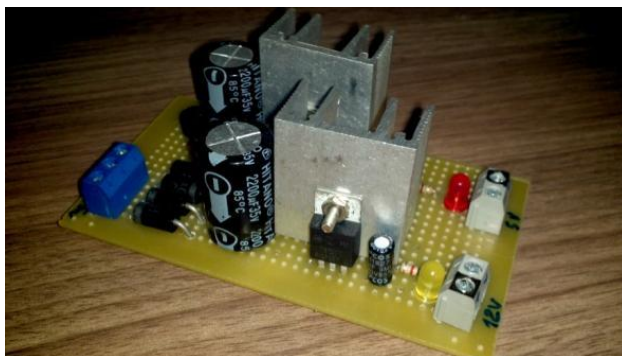


Figura 44 - Vista isométrica da placa da fonte
Fonte: Autoria própria

3.3.2 Circuito de controle

Como principal componente do circuito de controle, tem-se o PIC 16F628A. Suas características fundamentais, conforme a Figura 45, são: 18 pinos, facilitando a montagem de hardwares experimentais; até 16 portas configuráveis como entrada ou saída e 2 osciladores internos (4 MHz e 37 kHz); 10 interrupções disponíveis: *Timers*, *Externa*, *Mudança de Estado*, *EEPROM*, *USART*, *CCP* e *Comparador*; memória de programação flash, que permite a gravação diversas vezes no mesmo chip, sem a necessidade de apagá-lo por meio de luz ultravioleta; memória EEPROM interna com 128 *bytes*; recursos adicionais avançados e programação com 14 *bits* e 35 instruções.

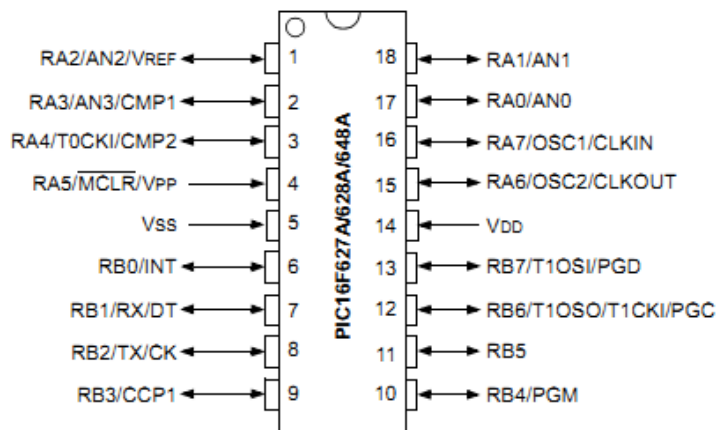


Figura 45 - Diagrama de Pinos do PIC16F628A
Fonte: (MICROCHIP, 2012)

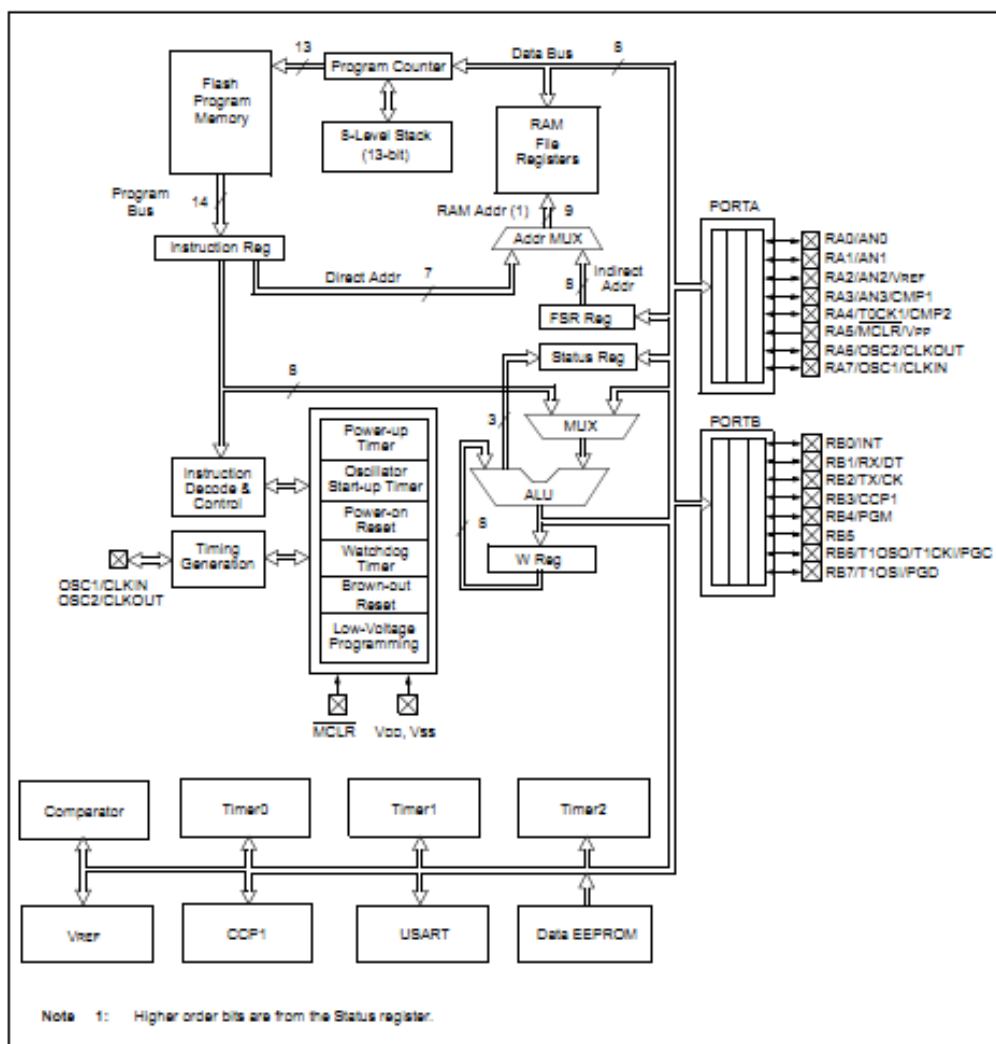


Figura 46 - Diagrama de Blocos do PIC16F628A
Fonte: (MICROCHIP, 2012)

Além do PIC, esse módulo contém os componentes necessários ao seu funcionamento. Tem como objetivo receber os sinais das entradas e de acordo com o programa gravado em sua memória enviar os devidos sinais a placa de acionamento.

Não houve desenvolvimento de layout para circuito impresso, apenas o esquemático (Figura 47), uma vez que os componentes foram inseridos e soldados em placa padrão. A Figura 48 e a Figura 49 ilustram o resultado.

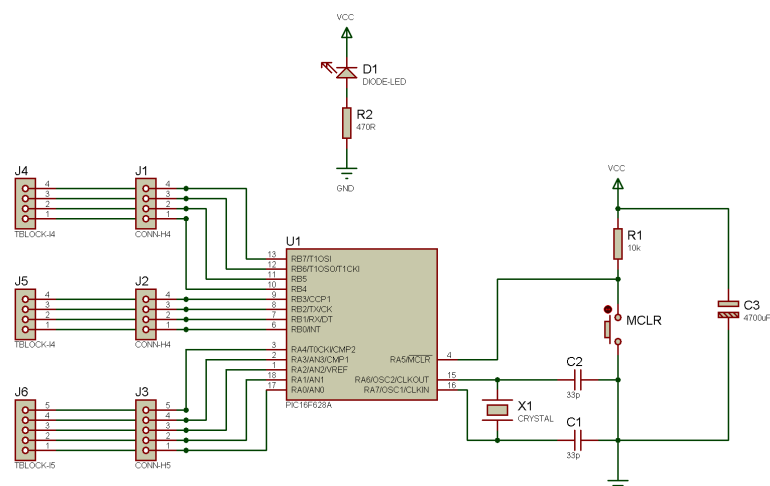


Figura 47 - Esquema do circuito de controle
Fonte: Autoria própria

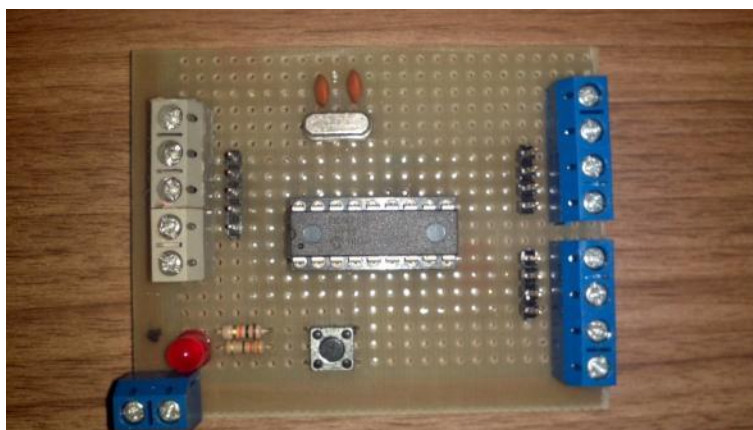


Figura 48 - Vista superior da placa de controle
Fonte: Autoria própria

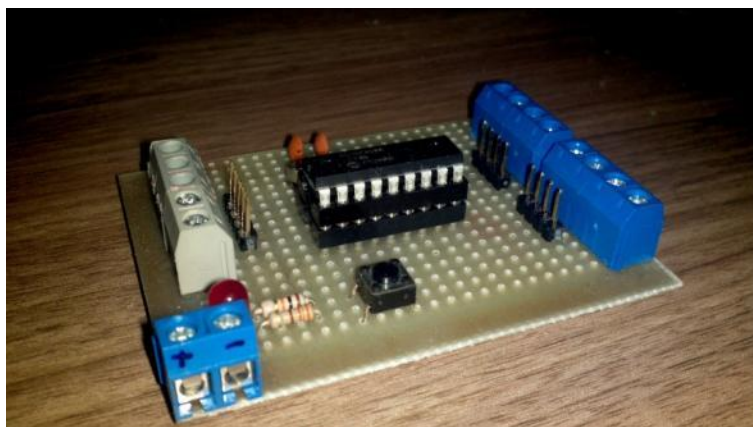


Figura 49 - Vista isométrica da placa de controle
Fonte: Autoria própria

3.3.3 Circuito de acionamento do motor

A placa que contém o circuito de acionamento é composta de uma ponte H, um resistor de potência, um amplificador operacional e um potenciômetro conforme mostrado na Figura 50. Como o Circuito Integrado L298 é composto por duas pontes H, arbitrou-se a utilização da primeira existente (Figura 53). O resistor de potência foi ligado em série com o motor através do terminal de sensoramento de corrente disponível no L298. A tensão nele aplicada que é comparada no amplificador operacional LM741, responsável pela detecção de sobrecargas no motor. Quando a tensão sobre resistor aumenta, pode-se deduzir que o motor está entrando em curto circuito, devido ao travamento. O amplificador operacional constantemente compara esta tensão com uma tensão de referência provida pelo potenciômetro e, quando uma sobrecarga é detectada, um sinal é enviado ao circuito de controle. O resultado pode ser visto na Figura 51 e na Figura 52.

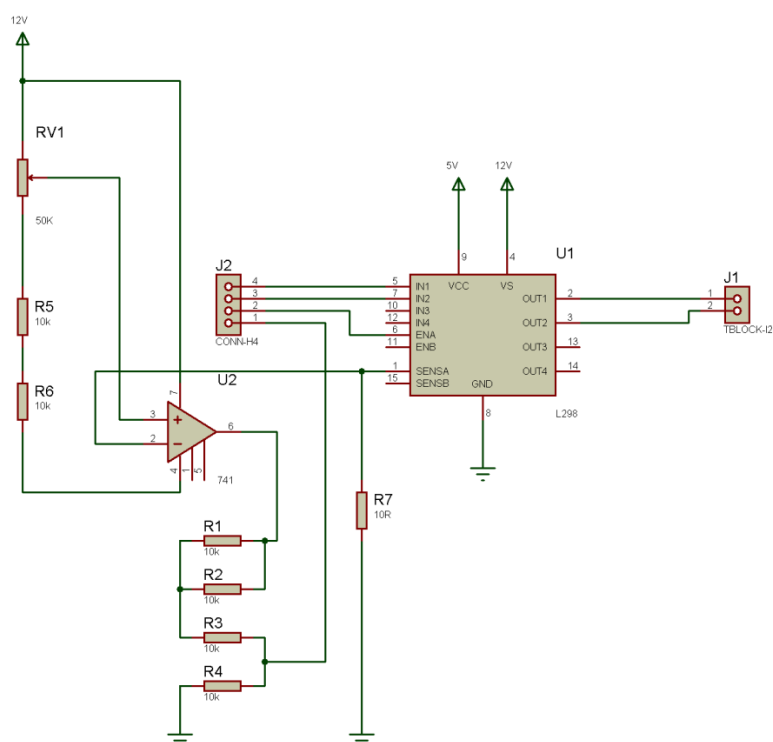


Figura 50 - Esquema do circuito de acionamento
Fonte: Autoria própria

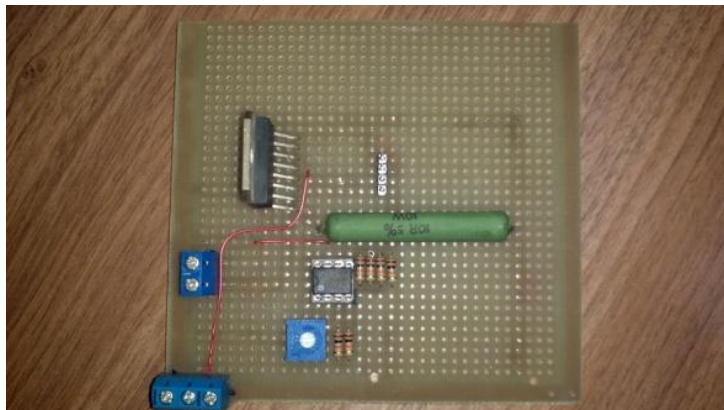


Figura 51 - Vista superior da placa de acionamento
Fonte: Autoria própria

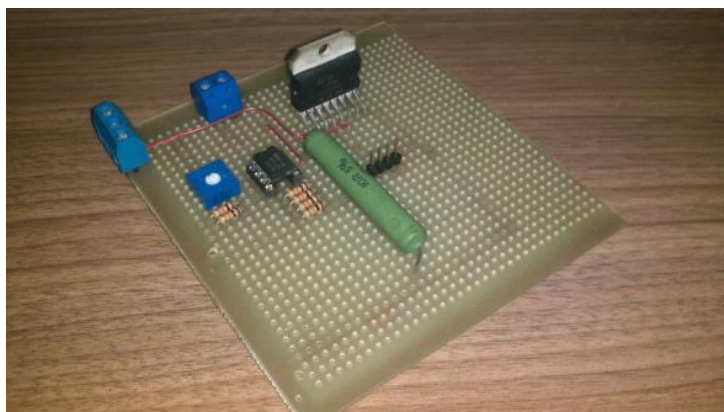


Figura 52 - Vista isométrica da placa de acionamento
Fonte: Autoria própria

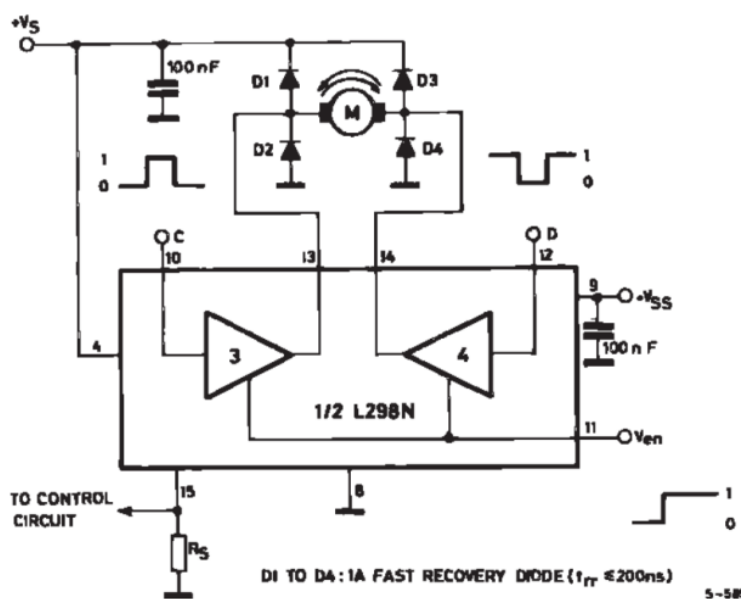


Figura 53 – Esquema de ligação do L298
Fonte: (STMICROELETRONICS, 2012)

3.3.4 Circuito dos optoacopladores

Durante a etapa de testes verificou-se a necessidade de adicionar ao circuito, optoacopladores para as entradas e as saídas do PIC. Foi então criado o circuito dos optos, de acordo com o esquemático da Figura 54. Estes optos aliados a outras estratégias citadas no decorrer do trabalho praticamente eliminaram os problemas de ruído nos sinais. A Figura 55 mostra o resultado da confecção da placa dos optos. Os sinais das portas do PIC, do sensor de corrente e da ponte H passam todos por esta placa e são conectados através de *jumpers*.

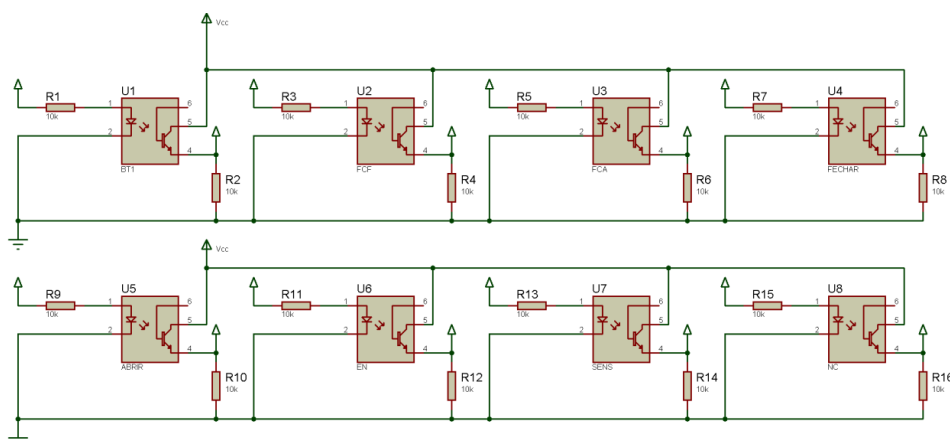


Figura 54 - Esquema do circuito dos optoacopladores
Fonte: Autoria própria

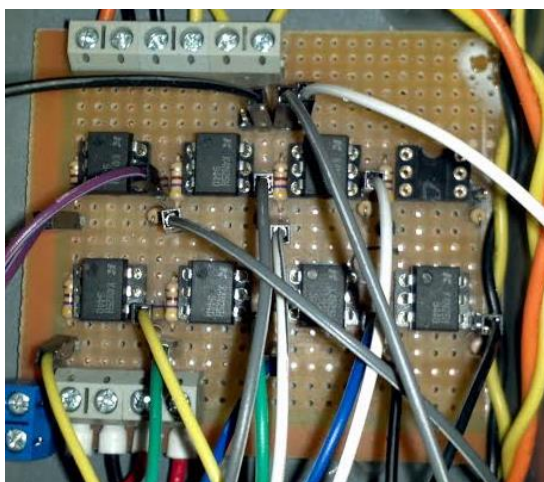


Figura 55 - Vista do circuito dos optoacopladores
Fonte: Autoria própria

3.3.5 Sinal externo de controle

Para que futuramente seja possível receber um sinal externo para que a cadeira se ative, deixou-se uma interface no circuito. Esta interface nada mais é do que a extensão de uma das portas lógicas do PIC, passando pela placa dos optos e chegando ao terminal “SC” o qual é exibido na Figura 56.



Figura 56 - Interface para sinal externo
Fonte: Autoria própria

3.4 PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR

3.4.1 Funcionamento do sistema

Para facilitar a compreensão, a lógica de funcionamento do sistema foi representada na forma de dois fluxogramas, o principal (Figura 58) e o de interrupção (Figura 57). O fluxograma de interrupção demonstra a função de segurança contra travamento do motor. Ao se ativar o sinal de travamento a execução do fluxograma principal é interrompida e é iniciada a rotina de interrupção resultando no desligamento

do motor. As variáveis do sistema estão listadas no Quadro 1 e também no apêndice “A”.

Nomenclatura	Pinos	Tipo	Descrição
SENS	RB0	ENTRADA	SENSOR: SOBRECORRENTE
FCF	RB1	ENTRADA	SENSOR: FINAL DE CURSO FECHADO
FCA	RB2	ENTRADA	SENSOR: FINAL DE CURSO ABERTO
FECHAR	RB4	SAIDA	SINAL PARA A PONTE H (FECHAR ASSENTO)
ABRIR	RB5	SAIDA	SINAL PARA A PONTE H (ABRIR ASSENTO)
EN	RB6	SAIDA	<i>BIT</i> DE ATIVAÇÃO DA PONTE H
BT1	RB7	ENTRADA	BOTOEIRA DE ACIONAMENTO DO SISTEMA

Quadro 1 – Lista das variáveis de entrada e saída
Fonte: Autoria própria

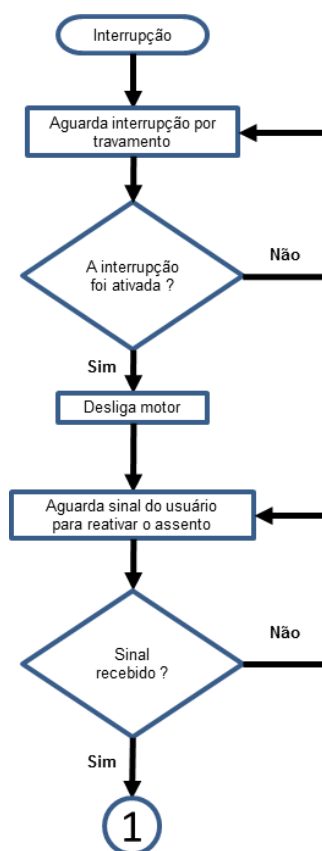


Figura 57 – Fluxograma da interrupção
Fonte: Autoria própria

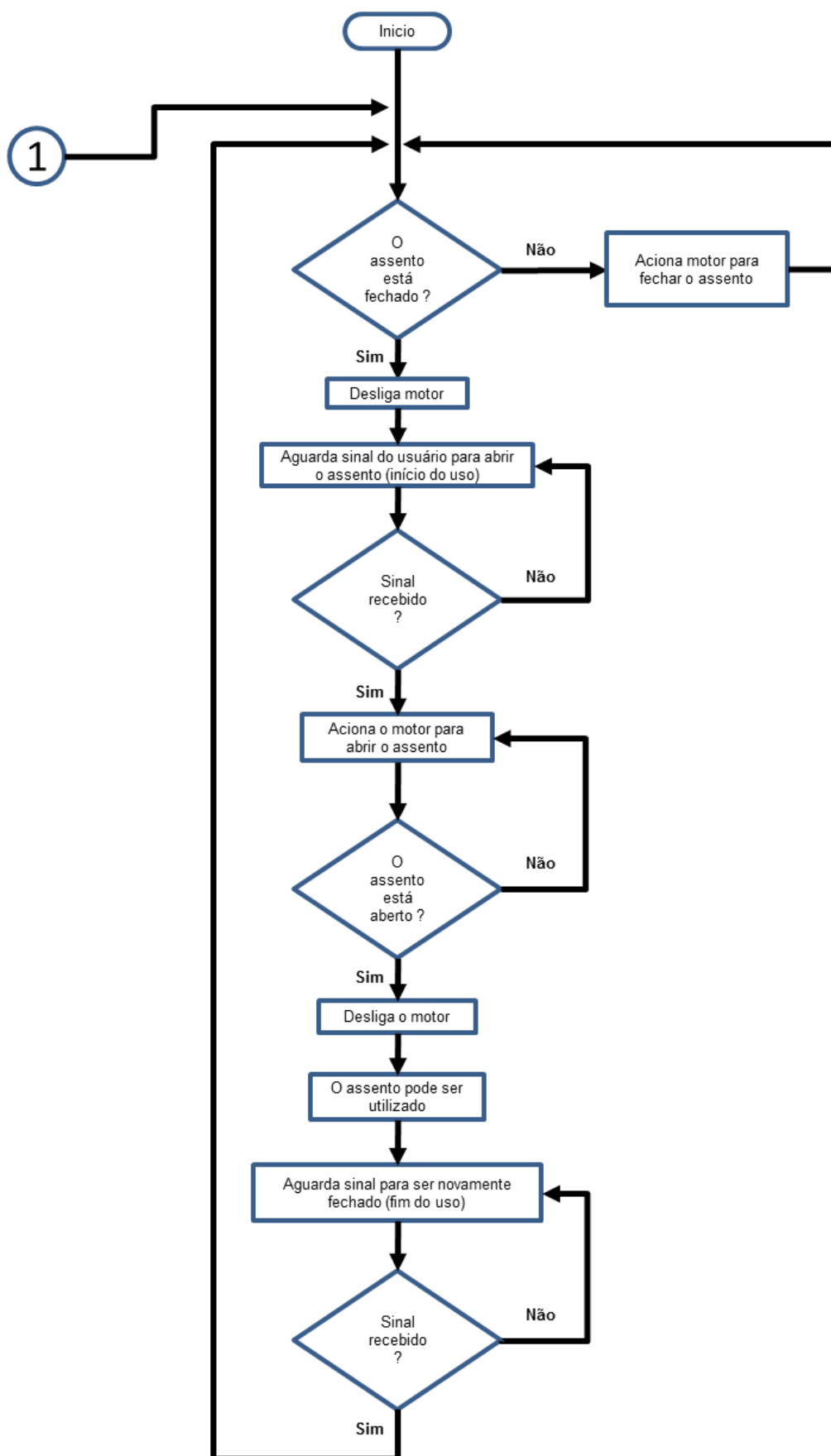


Figura 58 – Fluxograma principal
Fonte: Autoria própria

3.4.2 Download do firmware no PIC

O código foi escrito em linguagem C e compilado para o arquivo com extensão “hex” utilizando o *software* CCS5. Optou-se por utilizar uma lógica intertravada, ou seja, o programa é executado em etapas bem definidas. As ações associadas a cada uma das etapas acontecem somente quando a respectiva etapa esta ativa. Toda a lógica da programação foi concebida com o auxílio da ferramenta Grafcet.

O programa já compilado foi carregado no PIC por meio do circuito de gravação Microburn K150 (Figura 59) conectado via USB ao computador. A interface gráfica do gravador permite escolher um arquivo *.hex e gravá-lo no PIC, bem como verificar o status da gravação e do resultado(Figura 60).

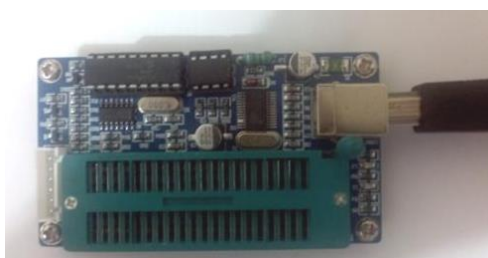


Figura 59 – Microburn K150
Fonte: Autoria própria

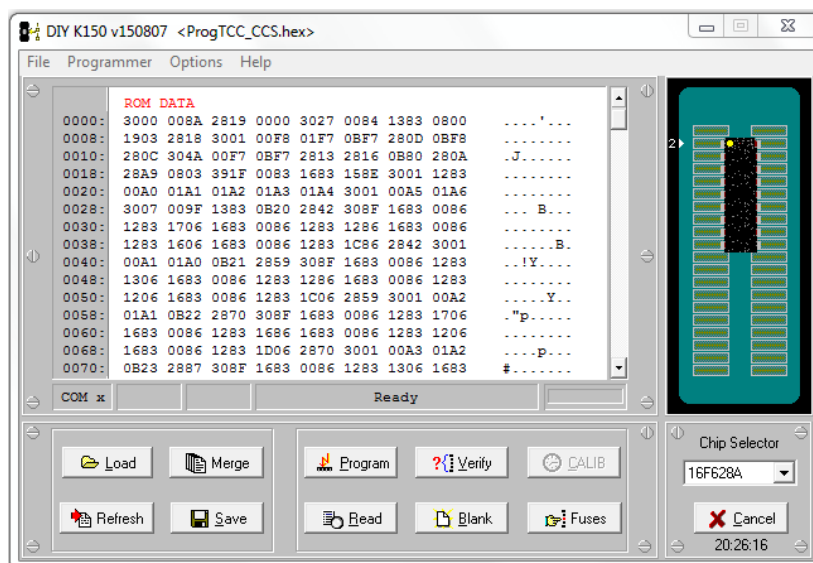


Figura 60 – Interface gráfica do programa do gravador
Fonte: Autoria própria

3.5 INTEGRAÇÃO DAS ETAPAS

Ao término de todas as etapas individualmente, fez-se a integração das partes. O microcontrolador já programado foi inserido ao circuito eletrônico e os cabos ligados ao motor. Os fins-de-curso foram acoplados às entradas da caixa do circuito eletrônico. Os resultados podem ser vistos na Figura 61 e na Figura 62 e estão listados no Quadro 2.

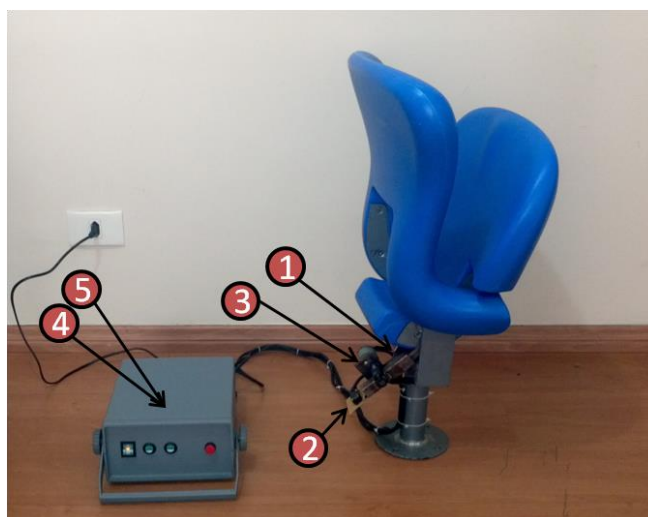


Figura 61 - Componentes do sistema – assento fechado
Fonte: Aatoria própria



Figura 62 – Componentes do sistema – assento aberto
Fonte: Aatoria própria

N° do item	Descrição	Funcionamento
1	Final de curso (fechado)	Identifica a posição do assento quando este se encontra fechado.
2	Final de curso (aberto)	Identifica a posição do assento quando este se encontra aberto.
3	Motor	Atua abrindo ou fechando o assento conforme a etapa do programa que está em execução.
4	Sensor de travamento	Tem como função identificar travamento do assento através do monitoramento da corrente passando pelo motor.
5	Sistema de controle e acionamento	Controla o sistema de acordo com as entradas e saídas.

Quadro 2 - Descrição dos elementos do sistema
Fonte: Autoria própria

3.6 TESTES DE FUNCIONAMENTO

Para facilitar a correção dos possíveis problemas que viessem a surgir, antes de um teste geral foram executados testes com cada um dos sub-elementos. Dessa maneira o teste geral foi mais uma questão da integração de todos os módulos do que uma verificação do bom funcionamento.

3.6.1 Teste da Mecânica

Testou-se o sistema mecânico primeiramente sem o motor, para a verificação do correto funcionamento das peças trabalhando em conjunto e da realização das funções de abertura e fechamento da cadeira. O comprimento da haste e da

cremalheira, bem como o posicionamento do sistema como um todo, foram os pontos observados e validados.

Em seguida, realizou-se o teste com o motor instalado. O acionamento do mesmo foi feito de maneira direta, utilizando uma fonte de 12V, sem que estivesse ligado aos demais circuitos. O motor foi capaz de abrir e fechar a cadeira. Por último, foram posicionados e testados os fins-de-curso de modo que identificassem as posições do assento, definidas como aberta e fechada.

3.6.2 Testes dos circuitos

3.6.2.1 Fonte

Segundo a norma técnica IEC 60.950 (INTERNACIONAL ..., 2005), As partes externas da fonte em que o usuário pode ter contato não podem superar a temperatura de 50°C e os componentes internos, como materiais plásticos e isolantes não podem se degradar de forma mecânica nem elétrica. A temperatura dos componentes reguladores de tensão foi monitorada durante os testes e estabilizou-se em 50 °C quando uma corrente de 500 mA era fornecida em 12V. Para fazer esta medição se utilizou um termopar ligado a um multímetro modelo MD-6120 da Icel.

3.6.2.2 Circuito de controle

Para testar o circuito de controle foi gravado no PIC um programa criado para validar as portas de entrada e saída utilizadas. Constituiu-se de uma lógica simples onde ao ativar uma determinada porta de entrada fosse ativada uma porta de saída respectiva. Desta forma comprovou-se o funcionamento de todas as I/Os do PIC. Esta prática foi adotada para evitar que, em caso de mau funcionamento na fase de teste

com o programa final, fosse erroneamente atribuída a falha ao funcionamento do circuito.

Na etapa final de testes com todos os módulos conectados observou-se o que parecia ser uma falha na execução do *firmware*. Durante a etapa de abertura do assento o motor invertia o sentido inesperadamente e o assento se fechava.

Constatou-se que o problema era originado das quedas de tensão da fonte quando o motor era acionado. Durante essas quedas o circuito de controle sofria um *reset* e voltava ao início do programa onde está configurado o fechamento da cadeira.

Para eliminar este problema foi adicionado à linha de 5V da fonte, um capacitor eletrolítico de 4700 μ F. Nos testes consecutivos não houve a repetição desta falha.

Além disto, optou-se pela utilização do *clock* interno do PIC em vez do oscilador de cristal, baixando a frequência do PIC de 20MHz para 4MHz.

3.6.2.3 Circuito de acionamento do motor

Utilizou-se um componente com ponte H embarcada para realizar o acionamento do motor responsável por abrir e fechar o assento da cadeira (L298). Esse circuito possui um comando lógico de 2 bits mais um *bit* para o *enable*.

Utilizou-se chaves em esquema de *pull-down* para se fazer o controle lógico, ligados aos terminais C, D e V_{en} , conforme esquema da Figura 53. Neste teste verificou-se o bom funcionamento do L298 e confirmou-se a sua tabela da verdade (Quadro 3):

ENTRADAS		FUNÇÃO
$V_{enable} = H$	C = H; D = L	Motor gira →
	C = L; D = H	Motor gira ←
	C = D	Parada rápida do motor
$V_{enable} = H$	C = X; D = X	Livre, parada do motor
L = Baixa; H = Alta; X = Não importa.		

Quadro 3 - Tabela da verdade circuito L298

Fonte: Adaptado de (STMICROELETRONICS, 2012)

3.6.2.4 Circuito de sensoriamento de corrente

A verificação do sinal da corrente do motor monitorada pelo amp-op foi feita com o auxílio de um osciloscópio da marca Tektronix modelo TDS2022B ligado ao sinal “SENS” durante o acionamento do motor. Para verificar o tipo de sinal gerado pelo amp-op foi simulado um travamento do motor. Devido à lógica da ligação do amp-op, foi considerado o nível lógico 0 como sinal de travamento ativado e 1 desativado.

Neste teste percebeu-se um elevado nível de ruído no sinal aplicado na entrada inversora do amp-op, que era repassado ao sinal de saída. Isto poderia levar à inconsistências na leitura deste sinal pelo PIC. Para melhorar a qualidade do sinal de saída foi adicionado um capacitor eletrolítico de 470 μ F junto a entrada inversora do amp-op. Na Figura 63 pode-se verificar as duas situações: sem o capacitor (à esquerda) e com o capacitor (à direita)

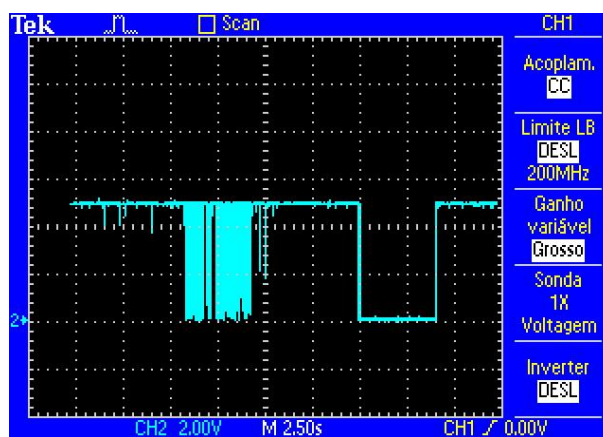


Figura 63 - Sinal de saída do Amp-Op

Fonte: Autoria própria

Esta etapa mostrou-se muito importante, pois possibilitou identificar também um falso sinal de travamento causado pelas correntes de partida do motor. Estas constatações levaram a inclusão de uma estratégia de “*debouncing*” no programa do PIC. Quando o motor é acionado, durante 800 ms o programa desconsidera o sinal de travamento vindo do amp-op. O recurso usado inicialmente foi a função *delay*. A determinação do tempo de 800 ms foi feita com o auxílio do osciloscópio. Plotou-se

nos canais 1 e 2, ao mesmo tempo, os sinais da tensão no resistor de *shunt* (canal 1) e da saída do amp-op (canal 2), como mostra a Figura 64. Ao final desta aquisição de sinal considerou-se o tempo de estabilização da corrente no motor como o tempo necessário para o programa ignorar durante a partida. Percebeu-se em determinadas situações, que a função *delay* poderia ser prejudicial a execução do programa. Quando o PIC está executando esta função ele permanece parado até que se complete o tempo estipulado, ou seja, nenhuma outra função ocorre nesse período, tais como leituras dos fins de curso, transições de etapas entre outras. A solução veio com a implementação das rotinas de interrupção utilizando o *timer 2* conforme pode ser visto na Figura 65.

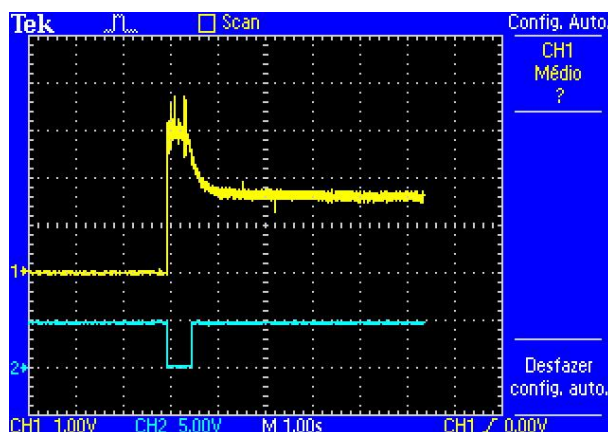


Figura 64 - Tempo de partida
Fonte: Autoria própria

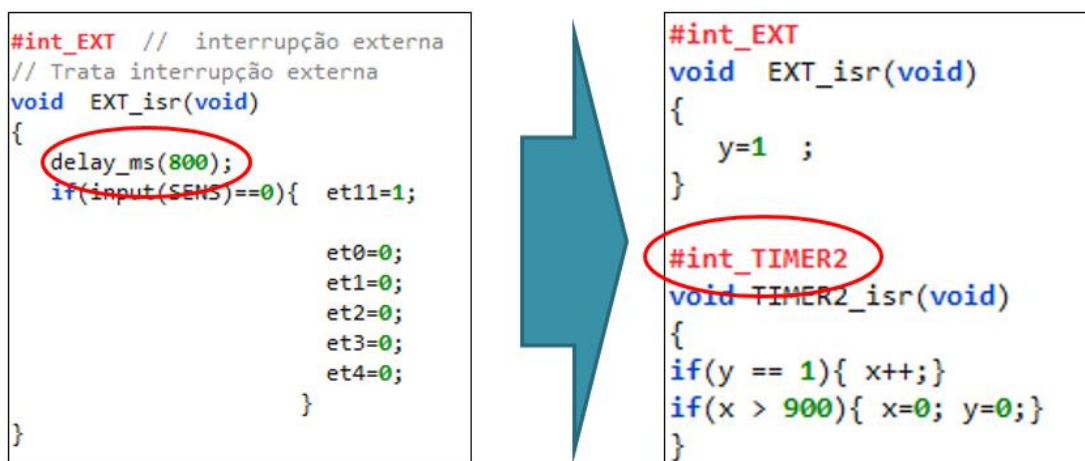


Figura 65 - Estratégia de *debouncing*
Fonte: Autoria própria

3.6.3 Repetibilidade do sistema

Visando uma possível aplicação futura em maior escala todos os materiais escolhidos são comercialmente vigentes e padrões. A lista de materiais da parte mecânica e os desenhos de fabricação estão nos apêndices “D” e “E”.

Os processos de fabricação das peças são comuns e podem ser feitos por usinagem e soldas convencionais.

O motor utilizado foi o AK510/12-R13 importado da China pela empresa Akiyama. Pode ser adquirido em pequena ou grande escala. Ele tem grande capacidade de torque mesmo com tamanho reduzido, motivo da sua escolha. Essa capacidade se dá devido à caixa de redução acoplada ao motor. A relação da caixa de redução é de 1:640. Suas especificações técnicas encontram-se na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Especificações técnicas do motor - parte 01

Tensão		Sem carga	
Operação	Nominal	Rotação	Corrente
6 V ~ 15 V	12 V	13 RPM	140 mA

Fonte: (NEOYAMA, 2013)

Tabela 2 - Especificações técnicas do motor - parte 02

Máximo rendimento				Partida	
Rotação	Corrente	Torque	Potência	Corrente	Torque
11.7 RPM	300 mA	8.5 Kgf.cm	3.7 W	4.4 A	55 Kgf.cm

Fonte: (NEOYAMA, 2013)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após os devidos testes e ajustes finais, os objetivos deste trabalho foram alcançados. A automação da cadeira foi realizada de maneira satisfatória.

A opção por uma cadeira comercial foi essencial para o desenvolvimento do produto pois partiu-se de um modelo já enquadrado nas regras de ergonomia. Com o sistema pinhão-cremalheira obteve-se um sistema compacto e adaptável, sem necessidade de grandes modificações na estrutura original da cadeira.

A aplicação de capacitores como estabilizadores de tensão mostrou-se uma técnica eficiente na melhora dos sinais dos quais se fez a aquisição. Também se mostraram muito úteis para evitar quedas de tensão responsáveis pelos *resets* indesejados da placa de controle.

A transmissão dos sinais através dos optoacopladores protege os componentes mais sensíveis e geralmente mais caros, além de diminuir ruídos transmitidos entre os circuitos. Quando ocorre um surto em um dos sinais, o optoacoplador é danificado no lugar do componente ao qual está ligado (PIC, L298).

O *clock* interno do PIC mostrou-se mais estável do que o oscilador de cristal. Como a aplicação não depende de velocidade de processamento, a utilização de um *clock* mais baixo não prejudica o desempenho do programa. A utilização da melhor estratégia de *delay*, através de interrupção, foi determinante para o bom funcionamento do sistema.

Constatou-se a importância de uma boa infraestrutura para a realização das atividades. A identificação dos problemas, principalmente na parte eletrônica, foi uma das grandes dificuldades encontradas e a solução de alguns deles deu-se somente após a utilização dos equipamentos adequados.

O desenvolvimento deste trabalho, automatizando uma cadeira de estádio, trouxe uma exclusividade até então ausente neste setor. Em trabalhos futuros poderá ser realizada a integração da cadeira e dos módulos de acionamento e controle a um sistema de identificação do usuário. A interface deixada, uma das portas do PIC, permite que essa adaptação seja feita facilmente através de um sinal lógico TTL.

A continuidade do projeto será comercialmente muito interessante e poderá trazer grandes lucros a quem o fizer por se tratar de um mercado em constante expansão e que busca este tipo de inovação.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Geraldo. **Máquinas Elétricas: Teoria e Ensaio**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2007.

CRONEY, John. **Antropometria para *diseñadores***. Barcelona: Gili. 1971.

DEMEC. **Apostila Elemaq I**. Disponível em < <ftp://www.demec.ufmg.br/ema100>>. Acesso em: 27 ago. 2013

Eletrônica, Saber. **Saber Eletrônica**. Disponível em < <ftp://www.sabereletronica.br> >. Acesso em: 20 ago. 2013.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada**. Descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLCs. 9. ed. São Paulo: Erica, 2007.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto**: sistema técnico de leitura ergonômica. São Paulo: Escrituras, 2003.

INTERNACIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION, **Information Technology Equipment**. GENEVA: IEC, 2005.

MECATRONS. **Esquema elétrico de uma ponte H**. Disponível em: <<http://www.mecatrons.xpg.com.br/Artigos/ArtigoVII>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

MICROCHIP. **Datasheet dos microcontroladores**. Disponível em: <www.microchip.com>. Acesso em: 10 mai. 2012.

NEOYAMA. **Datasheet AK510/12-R13**. Disponível em: <www.neoyama.com.br>. Acesso em: 12 fev. 2013.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas**: uma abordagem integrada. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

ROSARIO, João Maurício. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.

SHIGLEY, Joseph E., MISCHKE, Charles R. e BUDYNAS, Richard G. **Projeto de engenharia mecânica**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SIMONE, Gílio A. **Máquinas de corrente contínua: Teoria e exercícios**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2002.

SOUZA, David J. **Desbravando o PIC**. 6. ed. São Paulo: Érica, 2003.

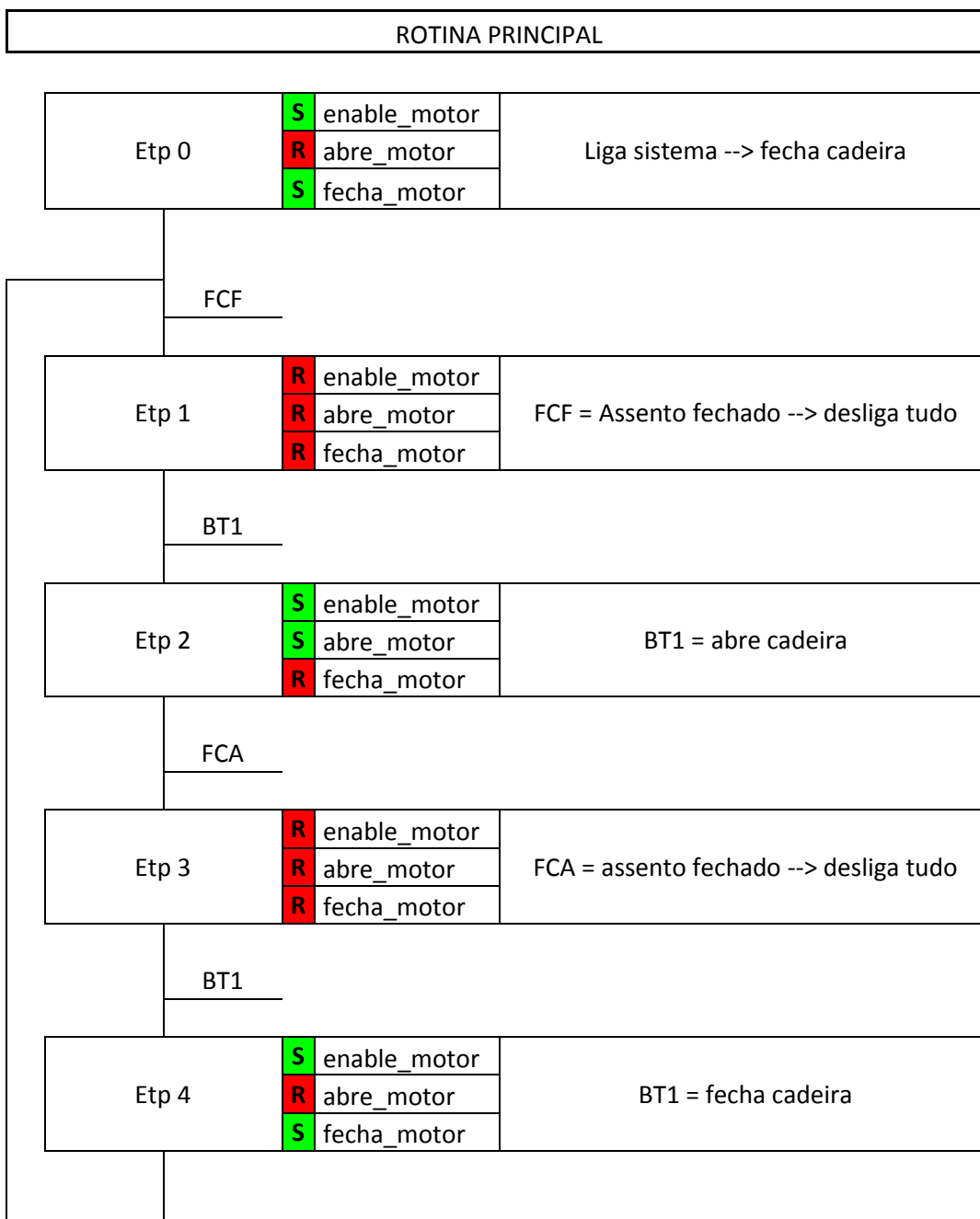
STMICROELECTRONICS. **Datasheet dos CIs**. Disponível em: <www.stmicroelectronics.com>. Acesso em 12 mai. 2012.

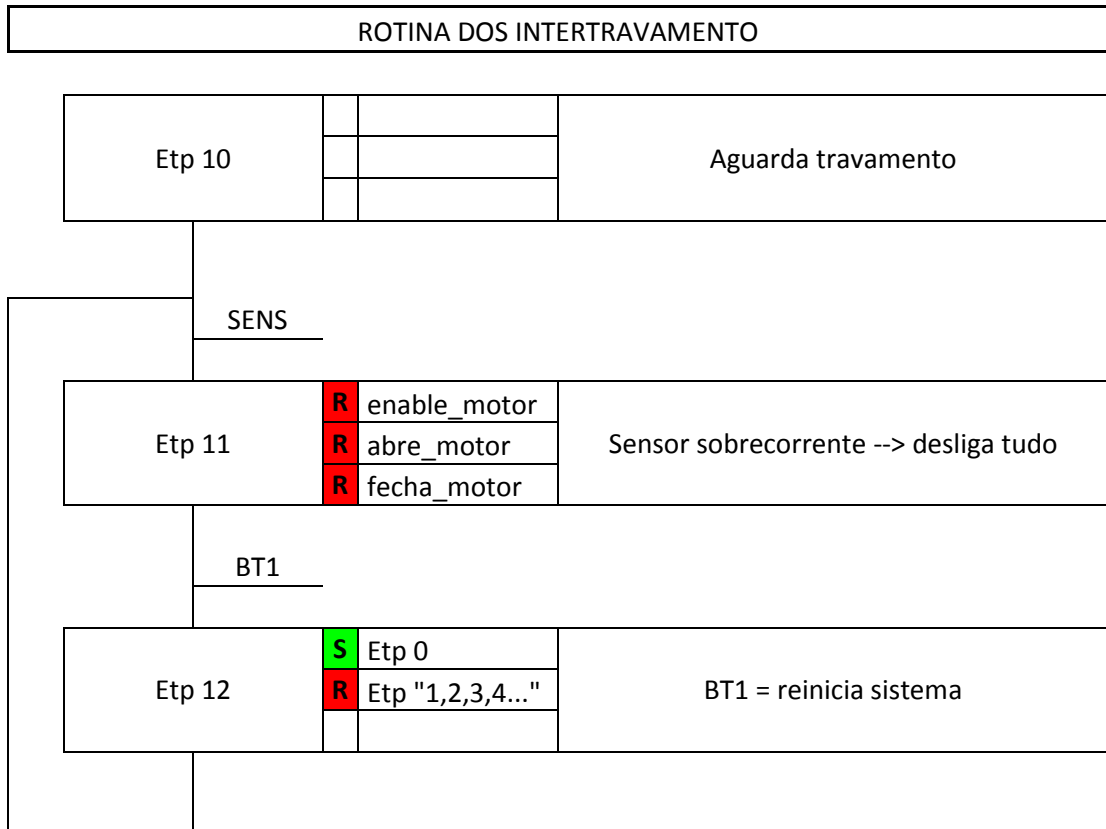
WILDI, Theodore. **Electrical machines, drives, and power systems**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002.

APÊNDICE A – LISTA DE ENTRADAS E SAÍDAS DO PIC

Nomenclatura	Endereço físico	Tipo	Descrição
BT1	RB0	ENTRADA	SENSOR: SOBRECORRENTE
FCF	RB1	ENTRADA	SENSOR: FINAL DE CURSO ASSENTO FECHADO
FCA	RB2	ENTRADA	SENSOR: FINAL DE CURSO ASSENTO ABERTO
FECHAR	RB4	SAIDA	SINAL PARA A PONTE H: (FECHAR ASSENTO)
ABRIR	RB5	SAIDA	SINAL PARA A PONTE H: (ABRIR ASSENTO)
EN	RB6	SAIDA	<i>BIT</i> DE ATIVAÇÃO DA PONTE H
SENS	RB7	ENTRADA	BOTOEIRA DE ACIONAMENTO DO SISTEMA

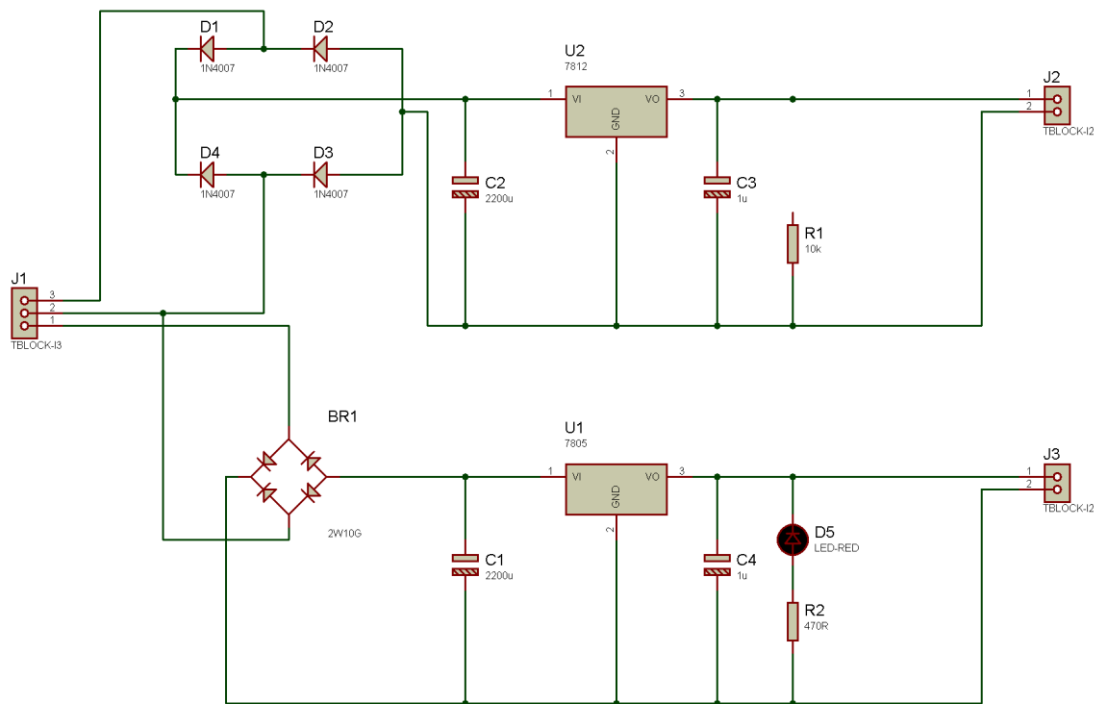
APÊNDICE B – GRAFCET DO PROGRAMA



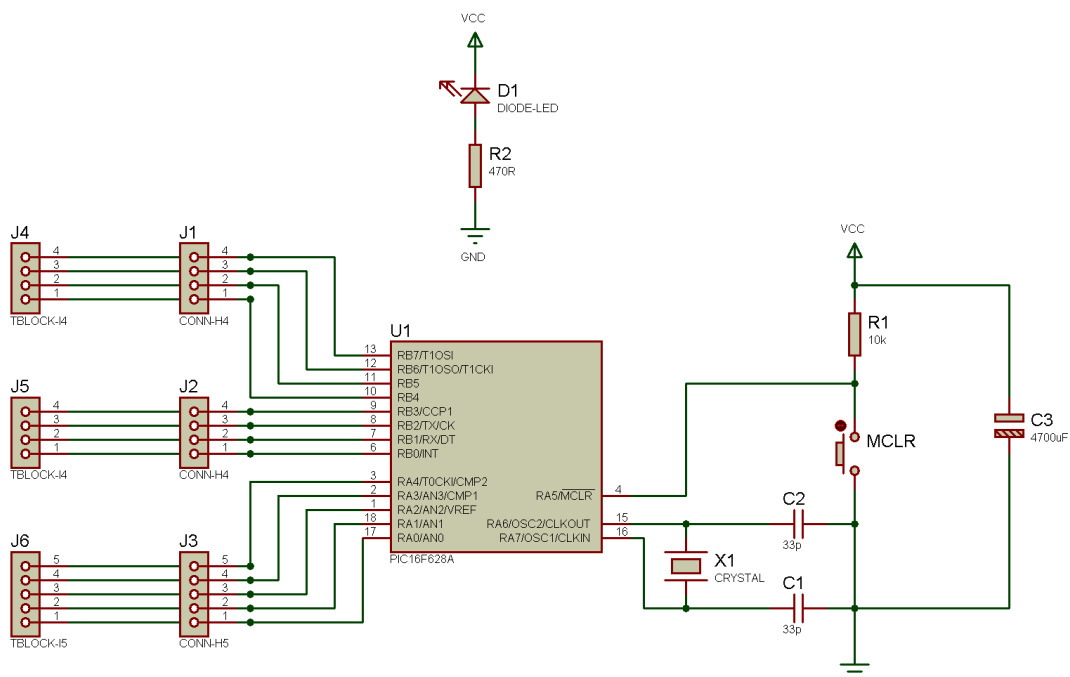


APÊNDICE C – ESQUEMA DOS CIRCUITOS

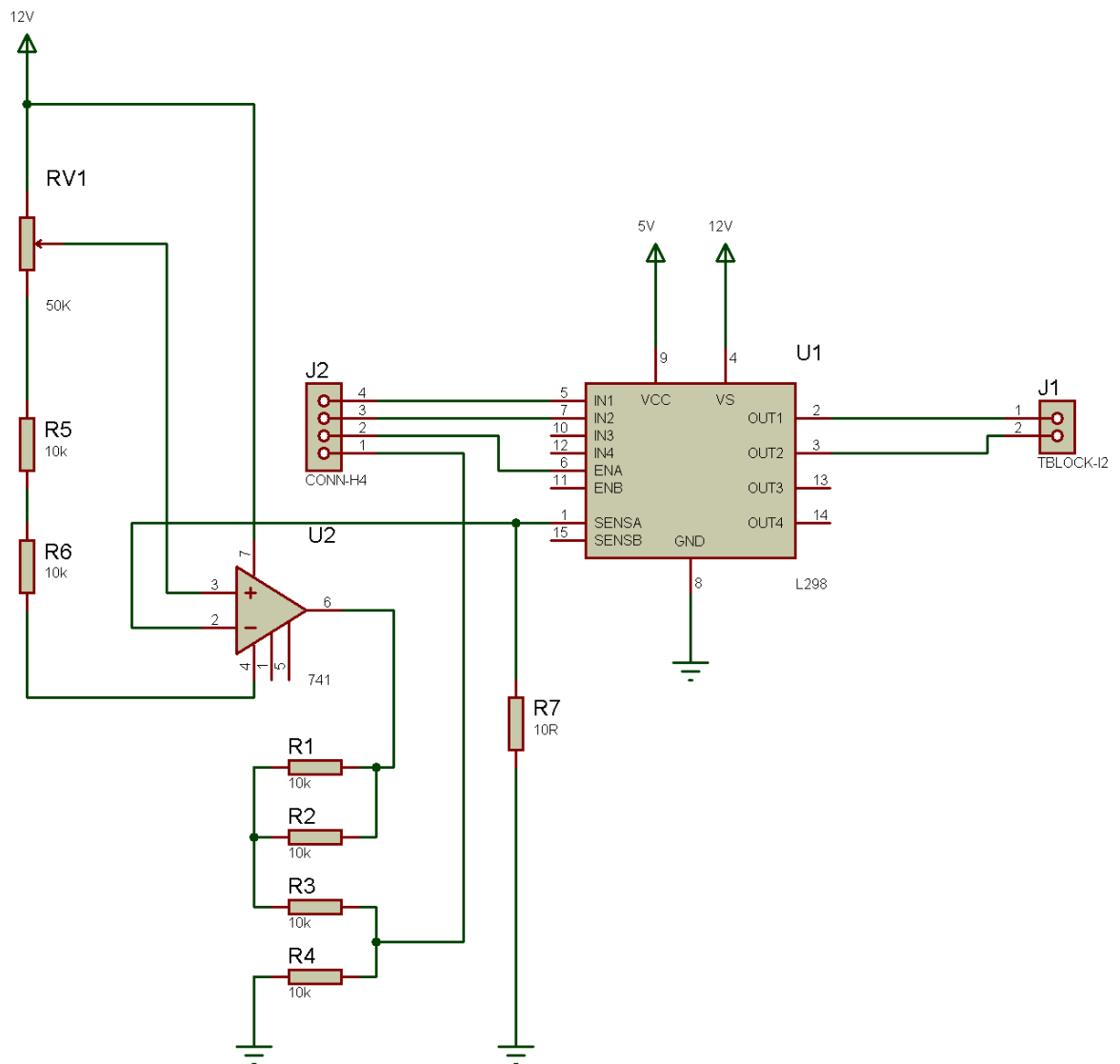
CIRCUITO DA FONTE:



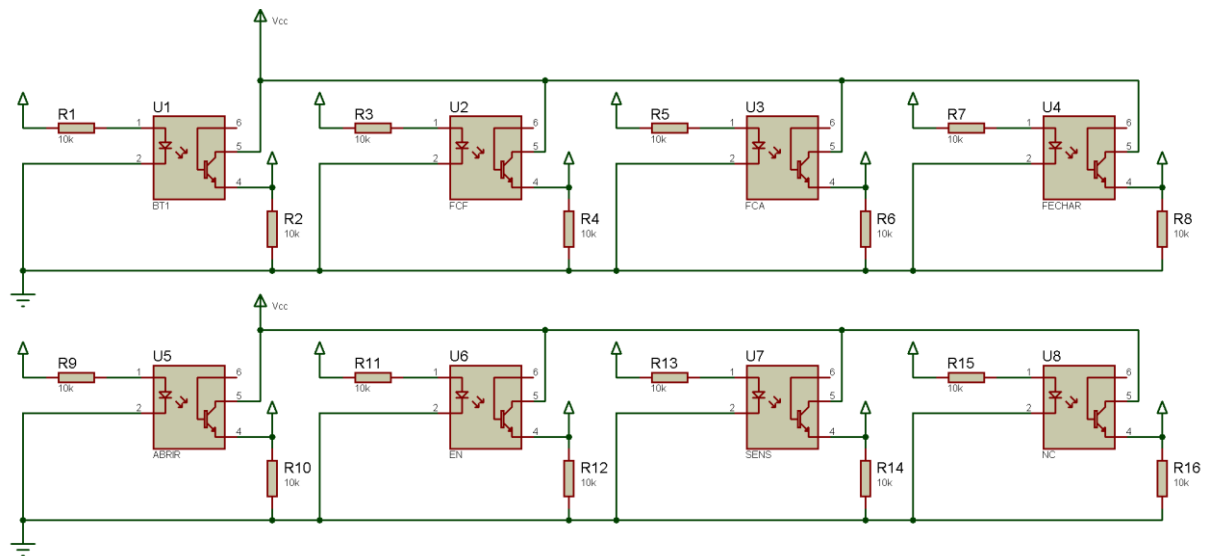
CIRCUITO DE CONTROLE:



CIRCUITO DE ACIONAMENTO:



CIRCUITO DE DOS OPTOACOPLADORES:

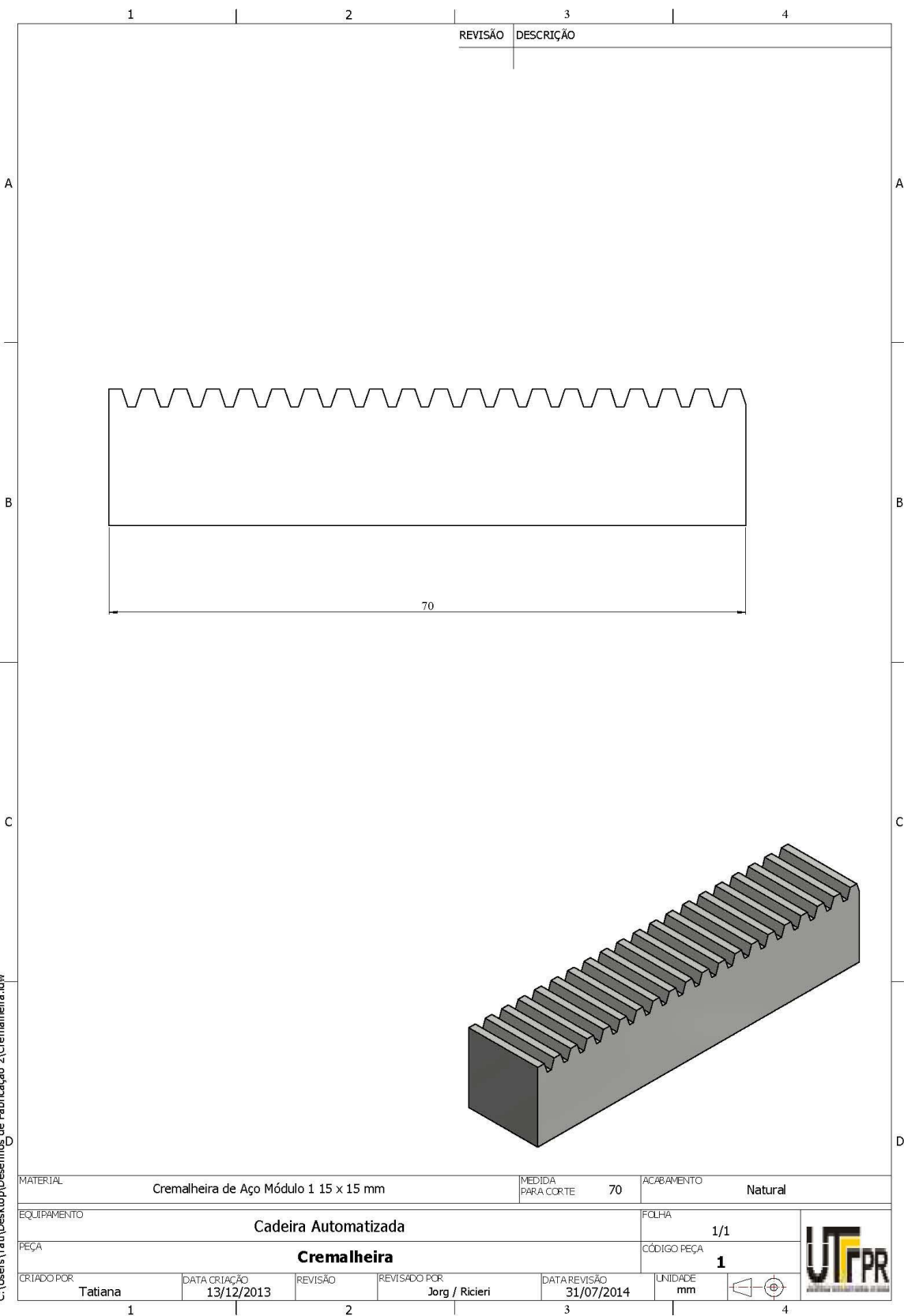


APÊNDICE D – LISTA DE MATERIAIS

	<i>Descrição do Componente</i>	<i>Qtde</i>
Parte Mecânica	Barra Chata 5/8" x 1/8"	165 mm
	Barra Quadrada Trefilada Aço 1020 3/16"	15
	Barra Quadrada Trefilada Aço 1020 5/16"	30 mm
	Chapa de Aço 1020 2mm	50 x 50 mm
	Chapa de Aço 1020 3mm	200 x 200 mm
	Cremalheira Módulo 1 15 x 15 mm	70 mm
	Engrenagem Pinhão Módulo 1 A25	1 un
	Parafuso Panela 3 x 6 mm	4
	Parafuso Panela 4,5 x 50 mm	1
	Parafuso Sextavado Interno 4 x 10 mm	1
	Porca Sextavada AT 3 mm	2
	Porca Sextavada AT 4,5 mm	2
	Tubo Quadrado 1" Parede 1,5 mm	50 mm
	Tubo Quadrado 20 mm Parede 1,5 mm	100 mm

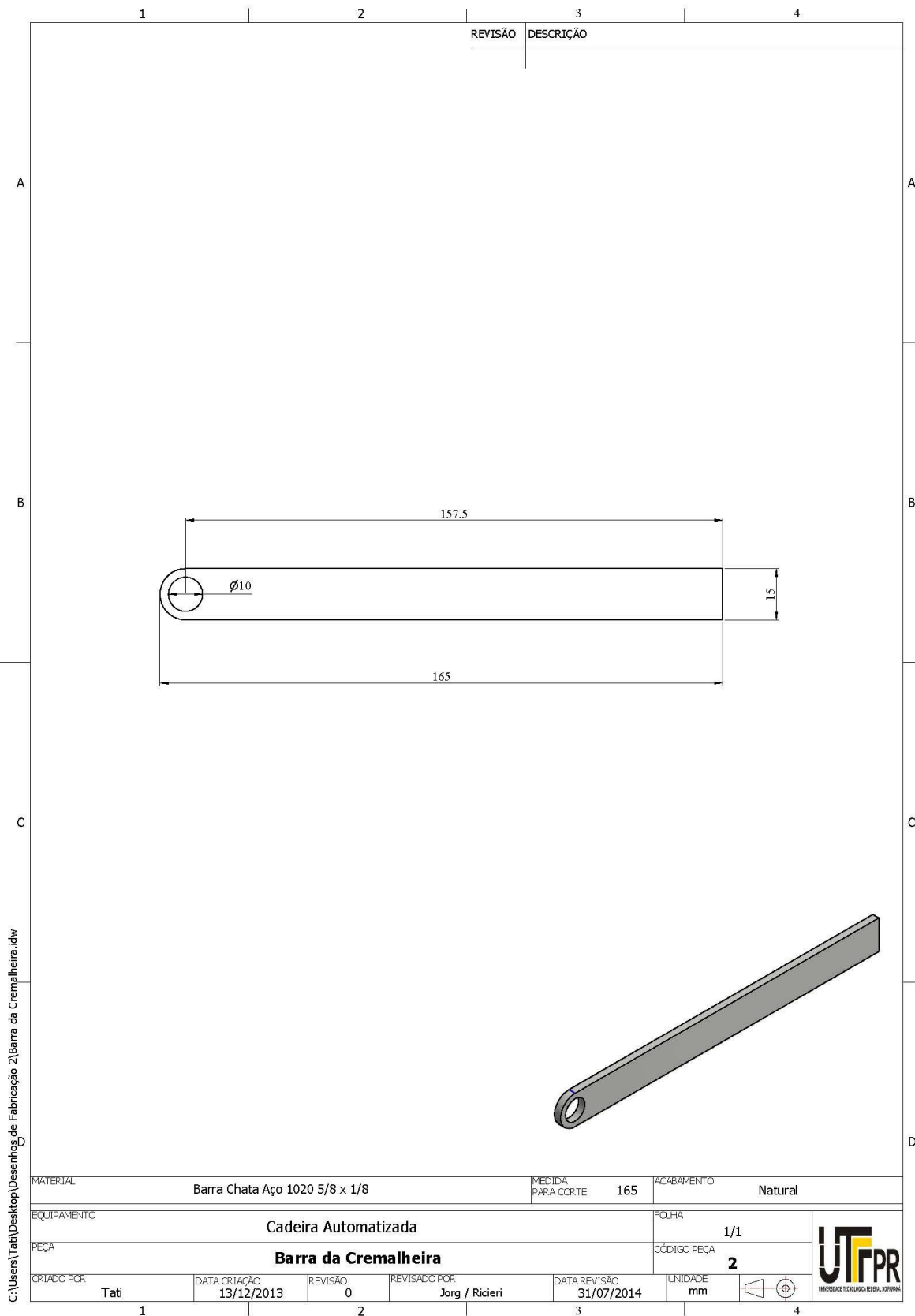
APÊNDICE E – DESENHOS DE FABRICAÇÃO

Lista de Desenhos de Fabricação		
<i>Nº Peça</i>	<i>Descrição da Peça</i>	<i>Qtde</i>
1	Cremalheira	1
2	Barra da Cremalheira	1
3	Conjunto Cremalheira	1
4	Suporte do Motor	1
5	Suporte da Engrenagem	1
6	Chapa de Fixação 1	1
7	Chapa de Fixação 2	1
8	Chapa de Fixação 3	1
9	Tubo Cortado	1
10	Montagem 2	1
11	Montagem 1	1
12	Base Movimentação	1
13	Tubo Cremalheira	1



C:\Users\Tatiana\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Cremalheira.idw

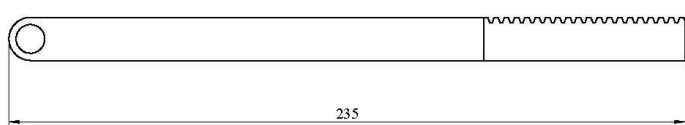
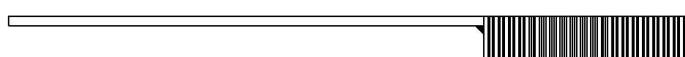
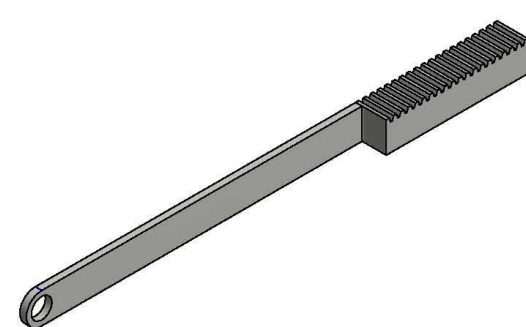
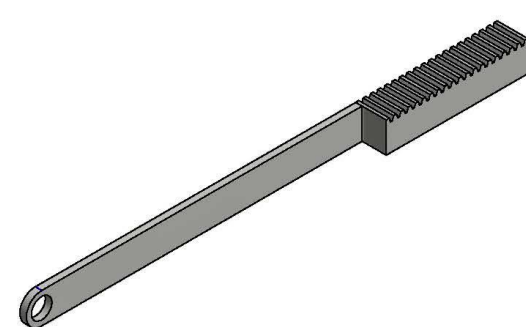





C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Barra da Cremalheira.idw

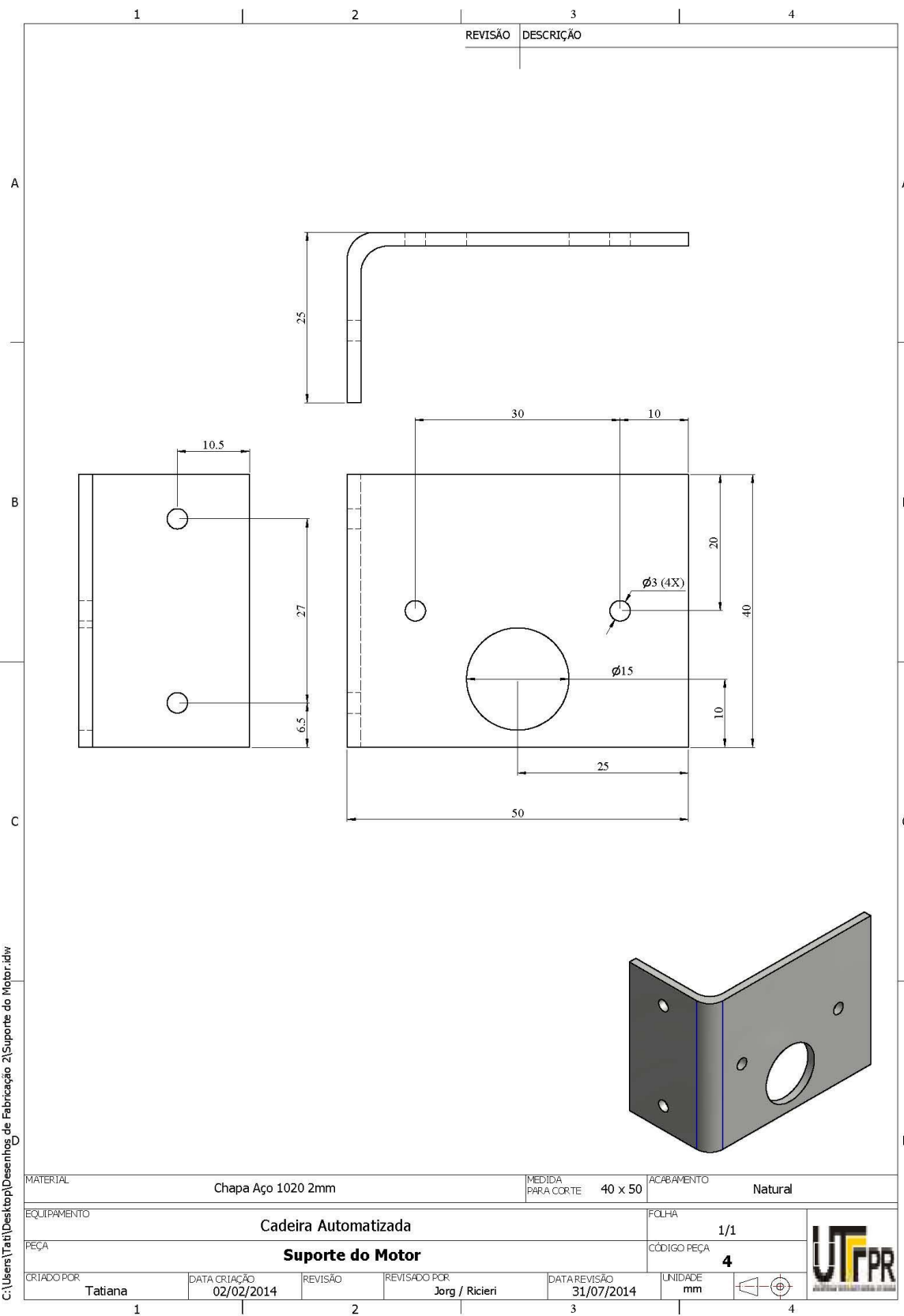
MATERIAL		Barra Chata Aço 1020 5/8 x 1/8		MEDIDA PARA CORTE	165	ACABAMENTO	Natural
EQUIPAMENTO						FOLHA	
Cadeira Automatizada						1/1	
PEÇA						CÓDIGO PEÇA	
Barra da Cremalheira						2	
CRITADO POR	DATA CRIAÇÃO	REVISÃO	REVISADO POR	DATA REVISÃO	LINIDADE		
Tati	13/12/2013	0	Jorg / Ricieri	31/07/2014	mm		



1	2	3	4	
		REVISÃO	DESCRIÇÃO	
A				A
B				B
C				C
D				D
MATERIAL		Aço 1020	MEDIDA PARA CORTE - ACABAMENTO Natural	
EQUIPAMENTO			FOLHA	
Cadeira Automatizada			1/1	
PEÇA			CÓDIGO PEÇA	
Conjunto Cremalheira			3	
CRIADO POR	DATA CRIAÇÃO	REVISÃO	REVISADO POR	
Tati	31/07/2014	0	Jorg / Ricieri	
		DATA REVISÃO	UNIDADE	
		31/07/2014	mm	
				
1	2	3	4	

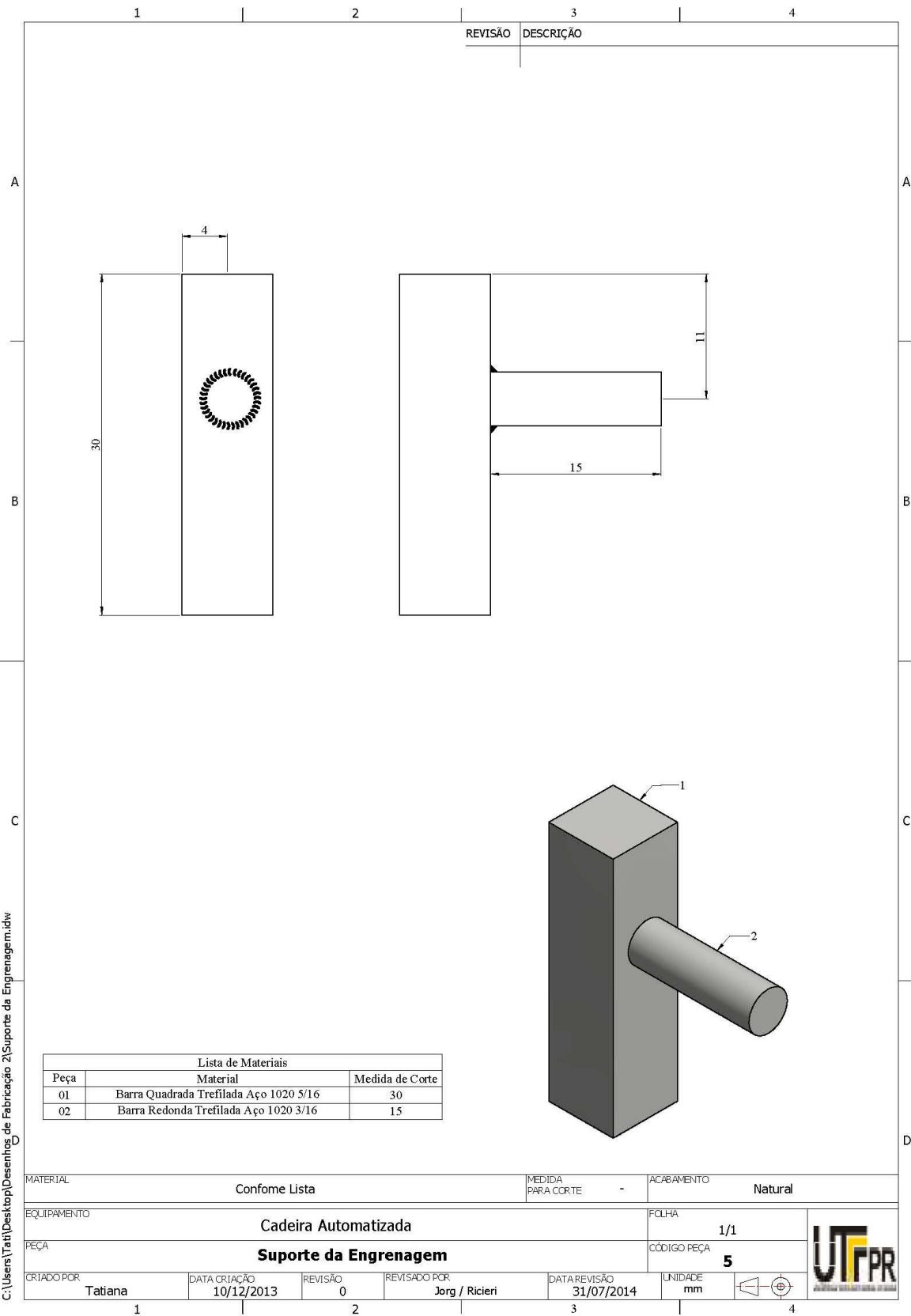
C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Conjunto Cremalheira.idw





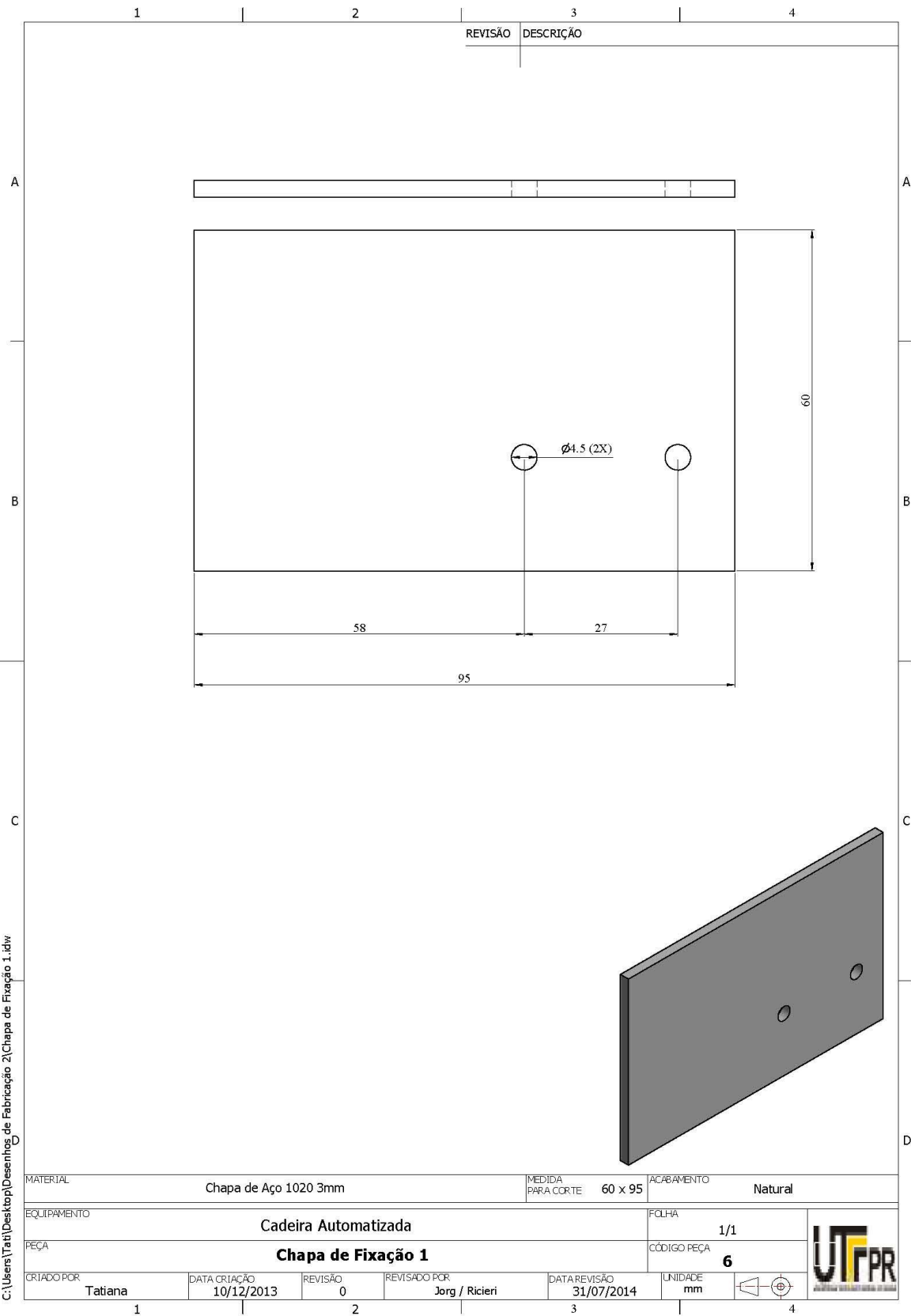
C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Suporte do Motor.idw





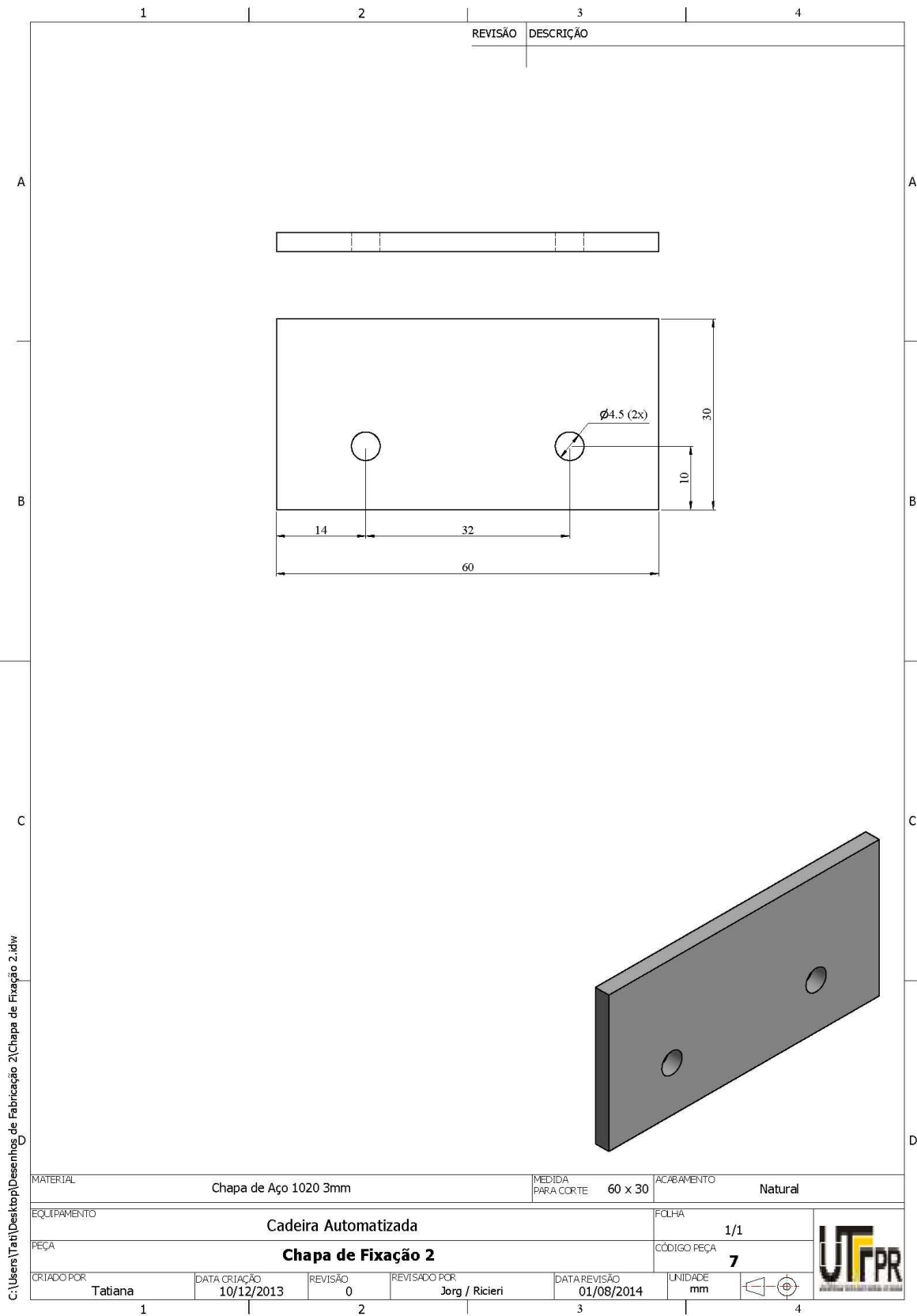
C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Suporte da Engrenagem.idw



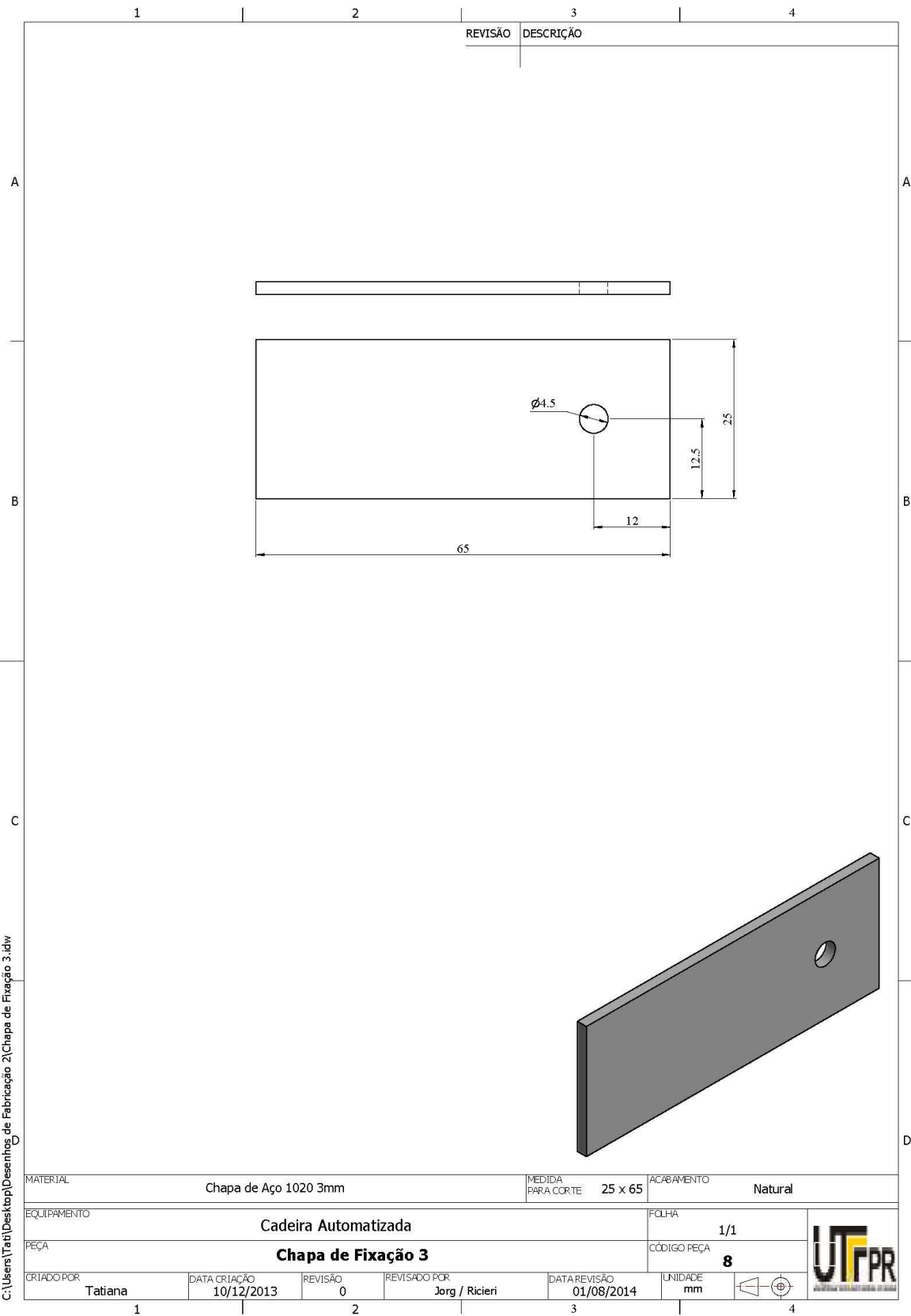


C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Chapa de Fixação 1.idw

MATERIAL		Chapa de Aço 1020 3mm		MEDIDA PARA CORTE	60 x 95	ACABAMENTO	Natural
EQUIPAMENTO						FOLHA	
Cadeira Automatizada						1/1	
PEÇA						CÓDIGO PEÇA	
Chapa de Fixação 1						6	
CRIADO POR	DATA CRIAÇÃO	REVISÃO	REVISADO POR	DATA REVISÃO	UNIDADE		
Tatiana	10/12/2013	0	Jorg / Ricieri	31/07/2014	mm		

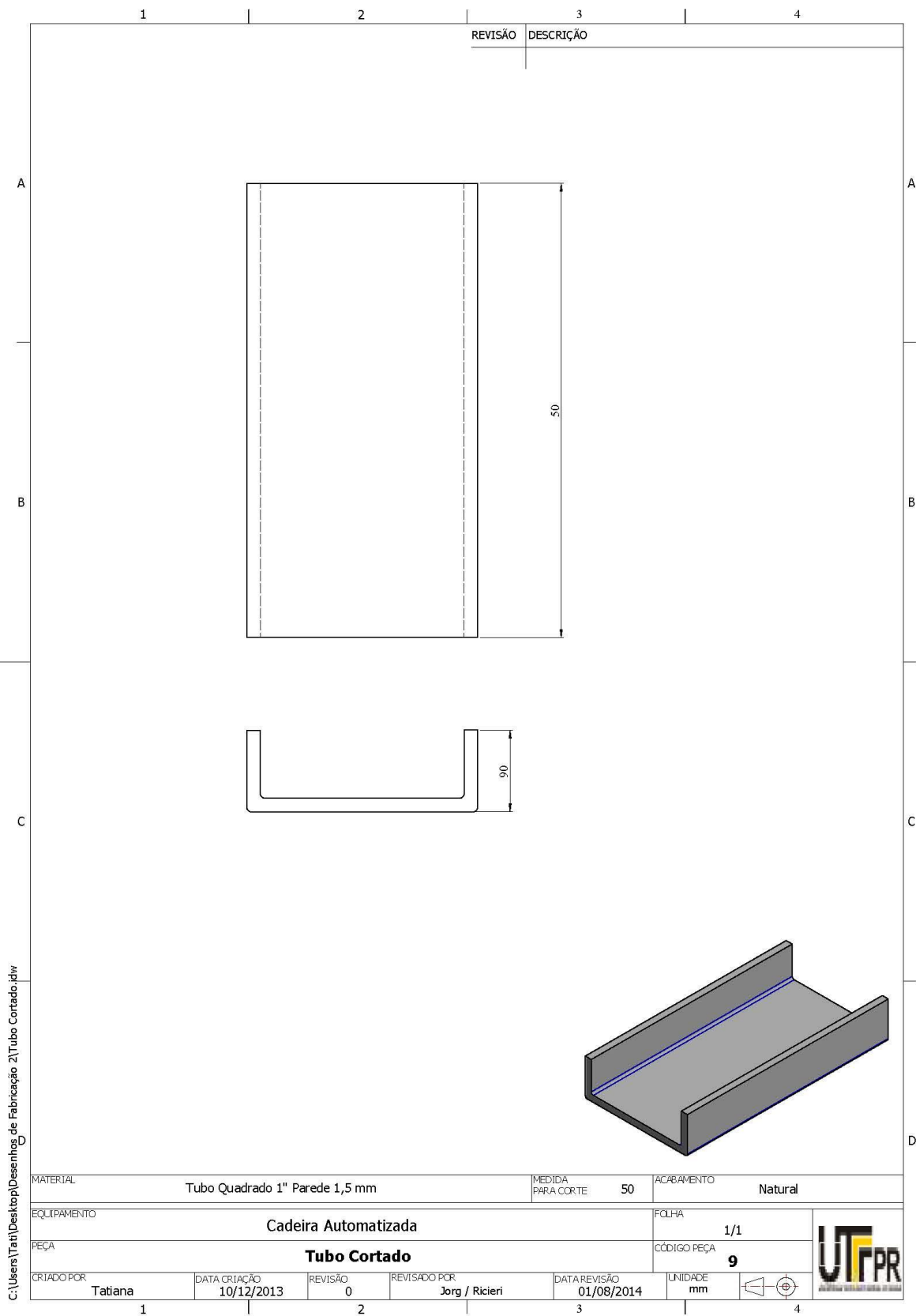


C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Chapa de Fixação 2.idw



C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Chapa de Fixação 3.idw

MATERIAL		Chapa de Aço 1020 3mm		MEDIDA PARA CORTE	25 x 65	ACABAMENTO	Natural
EQUIPAMENTO						FOLHA	
Cadeira Automatizada						1/1	
PEÇA						CÓDIGO PEÇA	
Chapa de Fixação 3						8	
CRIADO POR	DATA CRIAÇÃO	REVISÃO	REVISADO POR	DATA REVISÃO	UNIDADE		
Tatiana	10/12/2013	0	Jorg / Ricieri	01/08/2014	mm		
1		2		3		4	



C:\Users\Tatiana\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Tubo Cortado.dwg

MATERIAL		Tubo Quadrado 1" Parede 1,5 mm		MEDIDA PARA CORTE	50	ACABAMENTO	Natural
EQUIPAMENTO						Cadeira Automatizada	
PEÇA						FOLHA	1/1
						CÓDIGO PEÇA	9
criado por	DATA CRIAÇÃO	REVISÃO	REVISADO POR	DATA REVISÃO	UNIDADE		
Tatiana	10/12/2013	0	Jorg / Ricieri	01/08/2014	mm		

		3	4
		REVISÃO	DESCRIÇÃO

NOTA: SOLDA MIG

A

A

B

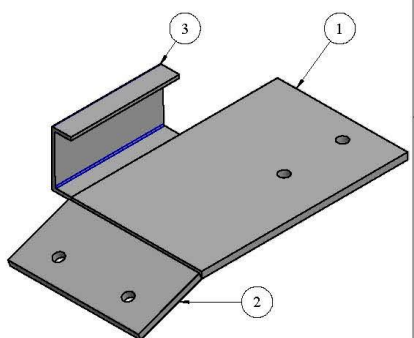
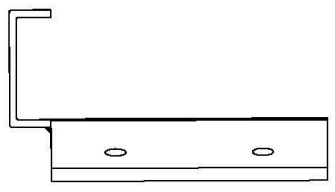
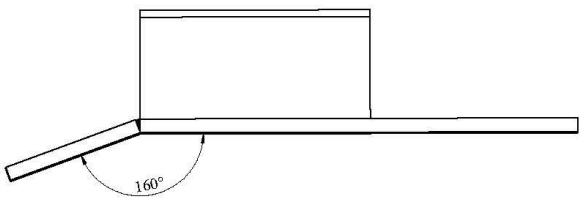
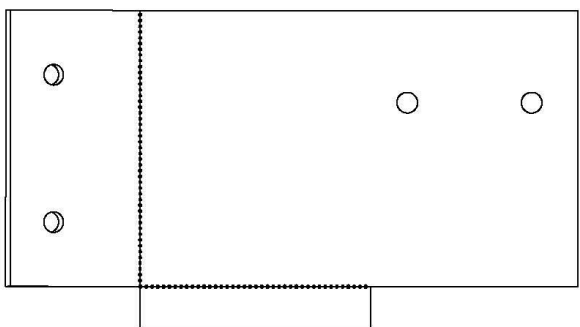
B

C

C

D

D



ITEM	DESCRIÇÃO	DESENHO	QUAN
3	Tubo Cortado	9	1
2	Chapa de Fixação 2	7	1
1	Chapa de Fixação 1	6	1

MATERIAL	Conforme Lista	MEDIDA PARA CORTE	-	ACABAMENTO	Natural
----------	----------------	-------------------	---	------------	---------

EQUIPAMENTO	Cadeira Automatizada	FOLHA	1/1
-------------	----------------------	-------	-----

PEÇA	Montagem 2	CÓDIGO PEÇA	10
------	------------	-------------	----

CRIADO POR	Tatiana	DATA CRIAÇÃO	13/12/2013	REVISÃO	0	REVISADO POR	Jorg / Ricieri	DATA REVISÃO	02/08/2014	UNIDADE	mm	
------------	---------	--------------	------------	---------	---	--------------	----------------	--------------	------------	---------	----	--

C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Montagem 2.dwg

1

2

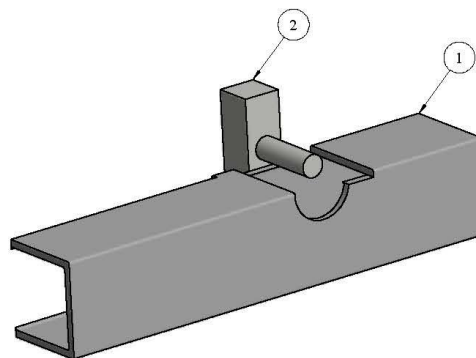
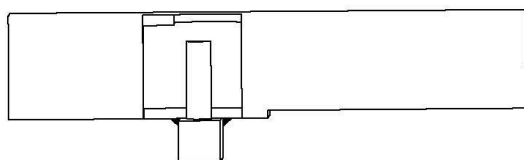
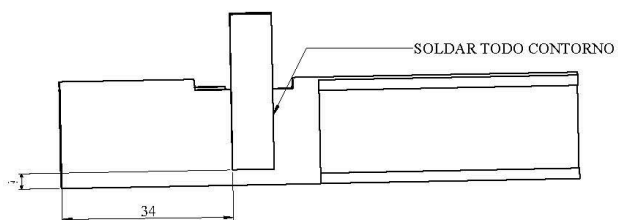
3

4



		REVISÃO	DESCRIÇÃO
--	--	---------	-----------

NOTA: SOLDA MIG



ITEM	DESCRIÇÃO	DESENHO	QUAN
2	Suporte da Engrenagem	5	1
1	Tubo Cremalheira	13	1

MATERIAL	Conforme Lista	MEDIDA PARA CORTE	ACABAMENTO	Natural
----------	----------------	-------------------	------------	---------

EQUIPAMENTO	Cadeira Automatizada	FOLHA	1/1
-------------	----------------------	-------	-----

PEÇA	Montagem 1		CÓDIGO PEÇA	11
------	-------------------	--	-------------	-----------

CRIADO POR	Tatiana	DATA CRIAÇÃO	13/12/2013	REVISÃO	0	REVISADO POR	Jorg / Ricieri	DATA REVISÃO	02/08/2014	UNIDADE	mm		
------------	---------	--------------	------------	---------	---	--------------	----------------	--------------	------------	---------	----	--	--

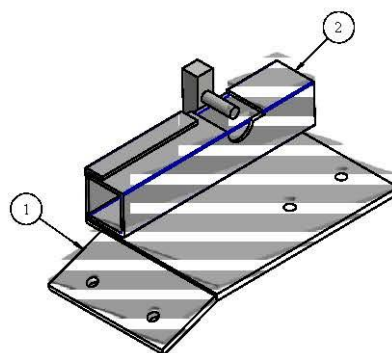
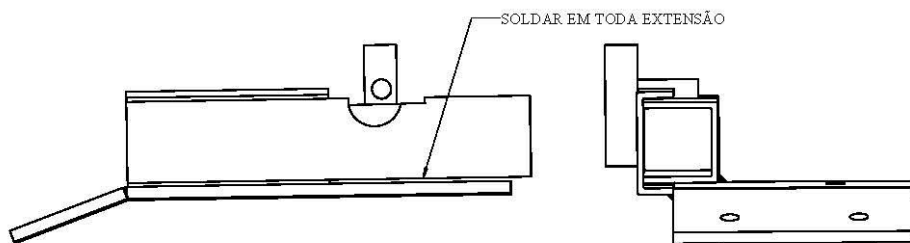
C:\Users\Tatiana\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Montagem 1.dwg

1 2 3 4



		REVISÃO	DESCRIÇÃO
--	--	---------	-----------

NOTA: SOLDA MIG



ITEM	DESCRIÇÃO	DESENHO	QUAN
2	Montagem 1	11	1
1	Montagem 2	10	1

MATERIAL	Conforme Lista	MEDIDA PARA CORTE	-	ACABAMENTO	Natural
----------	----------------	-------------------	---	------------	---------

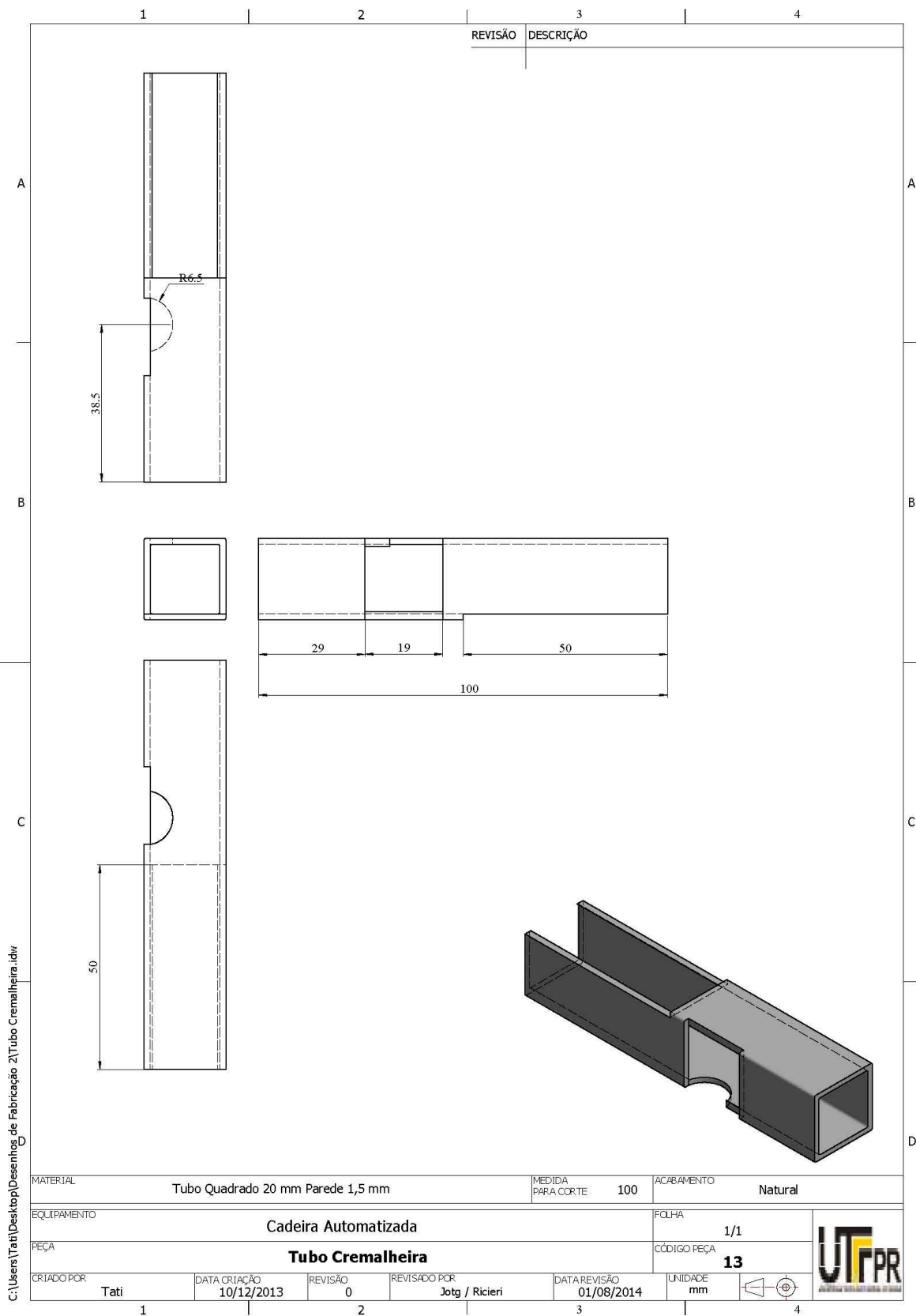
EQUIPAMENTO	Cadeira Automatizada			FOLHA	1/1
-------------	----------------------	--	--	-------	-----

PEÇA	Base Movimentação			CÓDIGO PEÇA	12
------	--------------------------	--	--	-------------	-----------

CRITADO POR	Tatiana	DATA CRIAÇÃO	02/08/2014	REVISÃO	0	REVISADO POR	Jorg / Ricieri	DATA REVISÃO	02/08/2014	UNIDADE	mm	
-------------	---------	--------------	------------	---------	---	--------------	----------------	--------------	------------	---------	----	--



C:\Users\Tat\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Bases Movimentação.idw



C:\Users\Tati\Desktop\Desenhos de Fabricação 2\Tubo Cremalheira.idw

MATERIAL		Tubo Quadrado 20 mm Parede 1,5 mm		MEDIDA PARA CORTE	100	ACABAMENTO	Natural
EQUIPAMENTO						Cadeira Automatizada	
PEÇA						FOLHA	1/1
						CÓDIGO PEÇA	13
criado por	Tati	DATA CRIAÇÃO	10/12/2013	REVISÃO	0	REVISADO POR	Jotg / Ricieri
				DATA REVISÃO	01/08/2014	UNIDADE	mm



