**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A Fundamentação Teórica está subdividida em histórico sobre elevadores e normas vigentes para sua construção específica para pessoas com deficiência, um breve estudo sobre o Mercado de Automação Residencial, em seguida alguns conceitos básicos sobre pessoas com Deficiência e Idosos. E após abordaremos sobre Tecnologia Assistiva e suas respectivas aplicações. Por fim, os Hardwares e Softwares utilizados para construção do Protótipo.

-Histórico sobre elevadores e normas vigentes

História do elevador

O elevador é basicamente um mecanismo fechado de transporte vertical, seja de pessoas ou carga, que possui como principais elementos a cabina, motor, cabos de aço, máquina e acessórios.

Desde o ano de 1500 a.C. já eram utilizados os elevadores, claro que de uma forma menos evoluída como na elevação das águas do Rio Nilo tracionados por animais e pessoas, onde os egípcios precisavam transportar grandes vasilhames com água e também na construção das pirâmides e etc... Outra forma de tração existente era com o auxílio de moinhos e rodas d’água.

Apenas com a Revolução Industrial surgiu a energia a vapor e hidráulica como forma de tração e posteriormente a energia elétrica.

Os primeiros elevadores hidráulicos eram movidos à água e até então não eram seguros, sendo utilizados apenas para o transporte vertical de cargas em minas, fábricas e armazéns. Um dos pioneiros na construção de elevadores foi o americano Elisha Graves Otis (03/08/1811 – 07/04/1861) que revolucionou a história dos elevadores ao apresentar em uma feira em Nova York em 1853 um dispositivo de segurança que travaria o elevador se o cabo responsável por içar a plataforma se rompesse. Com o sucesso de sua invenção, Otis possibilitou a construção de prédios ainda maiores, pois o transporte de pessoas tornava-se seguro. Porém os elevadores ainda eram movidos a vapor ou energia hidráulica, sendo tracionados por eletricidade apenas em 1880 pelo alemão Werner Von Siemens e consequentemente foram modernizados a partir do século XIX.

Fundada em 1940 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no país. Dentre seus 58 comitês que são responsáveis pela formulação das normas, o Comitê Brasileiro de Acessibilidade (ABNT/CB-40), responsável pelas normas voltadas para acessibilidade de portadores de deficiência, desde 2000, atua para garantir o acesso dos mesmos.

Para a construção do protótipo foram respeitadas algumas das normas da ABNT que tratam da acessibilidade de deficientes, conforme descrito abaixo:

NBR 13994:2000 – Esta norma fixa as condições exigíveis na elaboração do projeto, fabricação e instalação de elevadores de passageiros, com o fim de adequá-los com características para transportar pessoas portadoras de deficiência que podem locomover-se sem o auxílio de terceiros.

NBR 9050:2015 – Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, imobiliário e equipamento urbanos – procedimento.

NM 207:1999 – Elevadores elétricos de passageiros – requisitos de segurança para construção e instalação.

Vale ressaltar que a norma NBR 13994:2000 citada anteriormente é exclusiva para elevadores destinados à deficientes, ou seja, não englobam quaisquer outros tipos de mecanismos de elevação tais como plataforma, elevador de cadeira de rodas para escadas, entre outros.

**- Mercado de Automação Residencial**

O mercado de Automação Residencial apresenta um crescimento significativo, percebe-se que está surgindo um interesse maior nas pessoas em relação ao avanço da tecnologia. Segundo MURATORI (2013) várias empresas estão investindo no ramo, desde as pequenas até as multinacionais estrangeiras[[1]](#endnote-1).

É extremamente importante dar atenção ao crescimento deste mercado, pois hoje temos poucos profissionais capacitados para atender a toda essa demanda.

Ultimamente, os fabricantes de equipamentos e profissionais promoveram grandes esforços para alavancar o processo de Automação Residencial. O objetivo é fazer um projeto voltado para atender as necessidades dos clientes e que o mesmo perceba a importância dessa área e seus benefícios, não só em sua vida pessoal, mas também na valorização do imóvel. De acordo com Muratori (2014)[[2]](#endnote-2).

Segundo dados da Associação Brasileira de Automação Residencial AURESIDE (2013)[[3]](#endnote-3):

O Brasil teria hoje pelo menos 1,8 milhões de residências com potencial para utilizar sistemas automatizados. No entanto este número é de, no máximo, 300 mil neste final de 2013. Ou seja, já temos um déficit de pelo menos 1,5 milhão [sic] de residências que precisariam ser atendidas imediatamente.

Para atender a essa crescente demanda, necessita-se urgentemente de profissionais habilitados.

**- Pessoas com deficiência e Idosos**

Na Norma Brasileira ABNT NBR 13994 (2000) encontram-se as definições para a deficiência física, deficiência visual, deficiência auditiva, deficiência mental, deficiência múltipla e mobilidade reduzida. Todas referem-se a pessoa portadora de deficiência que é:

Aquela pessoa que apresenta, em caráter temporário ou permanente, perdas ou reduções de sua estrutura ou função fisiológica, anatômica, mental ou sensorial, que gerem incapacidade para certas atividades, segundo padrões de comportamento e valores culturais.

Essas pessoas enfrentam diversas dificuldades no seu dia a dia, nas ruas, ou até mesmo dentro de sua própria residência, tem o obstáculo de não poder transitar sem o auxílio de outros.

Segundo dados do IBGE(2015)[[4]](#endnote-4): 6,2% da população brasileira têm algum tipo de deficiência, e ainda 1,3% da população têm algum tipo de deficiência física e quase a metade deste total (46,8%) têm grau intenso ou muito intenso de limitações.

O Comitê Brasileiro de Acessibilidade desenvolveu a NBR 9050/2015[[5]](#endnote-5), que determina a aplicação de parâmetros técnicos a serem seguidos na construção de edifícios e equipamentos urbanos, entre outros. Apesar disso, basta olharmos em volta e observar que ainda temos muito a melhorar, hoje em dia é fácil localizar calçadas em péssimo estado de conservação, escassez de guia de rebaixamento de piso, comércios sem rampa de acesso, sem banheiros adaptados.

Outra dificuldade, é a falta de oportunidade de entrar e permanecer no mercado de trabalho, atualmente a Lei Nº 8.213, de 24 de Julho de 1991, em seu art.93[[6]](#endnote-6), assegura ao deficiente ter a oportunidade de trabalho em qualquer empresa, para se adequar a essa determinação é necessário que se tenha um número de pessoas com deficiência, dependendo do quadro de funcionários. Uma pequena empresa que possui de 100 a 200 funcionários perante lei é obrigada a ter uma cota de 2% de deficientes do efetivo da empresa, se for uma empresa que possui de 201 a 500 funcionários, será de 3% do efetivo, se for o caso de uma empresa de porte médio, na qual possui 501 a 1000 funcionários, a cota será de 4% do efetivo e no caso das grandes empresas, que possui 1001 funcionários em diante terá uma cota de 5% do efetivo da empresa.

Em relação às pessoas com dificuldades de locomoção, de acordo com dados sobre o envelhecimento no Brasil, divulgados pelo IBGE (2011)[[7]](#endnote-7) os idosos somam 23,5 milhões dos brasileiros, mais que o dobro do registrado em 1991, quando a faixa etária contabilizava 10,7 milhões de pessoas.

Em sua residência, as pessoas com deficiência e idosos, encontram muitas dificuldades, para facilitar o acesso é necessário tomar algumas providências como a retirada de qualquer desnível que possa interromper o percurso, providenciar pisos antiderrapantes, espaçamentos dentro da residência que possam auxiliar no giro da cadeira em 360°, retirada objetos que estejam no caminho, entre outras de acordo com REDAÇÃO (2010)[[8]](#endnote-8). Para residências que possuem dois pavimentos ou mais, as escadas são indispensáveis, sendo assim, o auxílio da automação, para dar mais autonomia se faz necessário.

**-Tecnologia Assistiva**

Segundo Bersch e Tonolli (2006) a Tecnologia Assistiva (TA) foi desenvolvida no ano de 1988, pela legislação norte-americana, trata-se de um conjunto de leis que assegura os direitos das pessoas que possuem algum tipo de deficiência, essa tecnologia é usada para detectar serviços e recursos assim aprimorando habilidades funcionais e promovendo uma vida mais independente aos deficientes.

No Brasil em novembro de 2006 foi instituído o Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, com o objetivo de apresentação de proposições políticas, governamentais e também a união entre a sociedade civil e órgãos públicos destinados ao setor de Tecnologia Assistiva, visando desenvolver linhas de estudo na área, elaborar cursos de TA, entre outros.

A classificação da Tecnologia Assistiva em categorias foi desenvolvida em 1998, tendo como autores Jose Tonolli e Rita Bersch e faz parte do conjunto de orientações da ADA, (American Wirth Desabilites) e não é exatamente definida, podendo ter algumas variações, as classificações da TA foram desenvolvidas com aplicações distintas para cada tipo de deficiência e citada a ISO 9999/2016 que estabelece uma divisão e um conjunto de termos que apoiam as pessoas que possuem deficiência, sendo assim esse recurso aplicado em vários países.

Visou-se atender pelo menos oito categorias. A seguir é apresentado as categorias e como elas foram adaptadas ao protótipo de elevador.

1 Auxílios para a vida diária e vida prática

O avanço nas invenções que servem de auxílio para a vida diária favorecem todos aqueles que possuem algum tipo de deficiência tornando-os mais independentes nas atividades rotineiras, como se vestir, se alimentar, ler, escrever, fazer necessidades pessoais entre outras. Incluídos também, nesta categoria, temos equipamentos que auxiliem o deficiente visual. Desta forma, implementou-se na cabine do protótipo do elevador portas corrediça horizontal, prateleiras para que sejam depositados objetos pessoais, botões com marcação braile.

Poderemos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso

2 Comunicação Aumentativa e Alternativa

O desenvolvimento dessa tecnologia tem o objetivo de atender cidadãos que não falam ou que possuem dificuldades de falar, para esse público foi implementado ao projeto uma interface de comunicação, entre o deficiente e o sistema do protótipo. Acionando o botão de chamada, o usuário terá todas as informações necessárias para que fique atualizado em relação a sua posição e segurança.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

3 Acessibilidade ao computador

O desenvolvimento dessa tecnologia tem objetivo de atender pessoas que possuem deficiências visuais, auditivas, intelectuais e motoras para essas pessoas foi desenvolvido recursos de reconhecimento de voz. Para tornar o uso do computador mais acessível, desenvolveu-se também interface entre os recursos do celular para acionamento do protótipo do elevador.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

4 Sistemas de controle de ambiente

O desenvolvimento dessa tecnologia tem o objetivo de atender pessoas com limitações motoras, com intuito de facilitar a vida dessas pessoas foi implementado em nosso projeto um controle remoto que possibilita a abertura e o fechamento das portas, o acionamento dos botões de chamadas e controle da iluminação interna da cabine.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

5 Projetos arquitetônicos para acessibilidade

Essa tecnologia tem o intuito de atender todas as pessoas incluindo aquelas que não possuem necessidades especiais, projetos com adaptações na residência, no local de trabalho entre outros locais, promovendo o acesso, funcionalidade e mobilidade. Adaptou-se essa tecnologia ao protótipo na construção de uma cabine avantajada, com espaço interno que permite a manobra da cadeira de rodas, utilizou-se também pisos antiderrapantes com um design moderno.

6 Auxílios de mobilidade

O auxílio de mobilidade atende diversos tipos de pessoas principalmente aquelas que usam cadeiras de rodas, visando atender esses usuários adaptou-se ao projeto barras de apoio na cabine obtendo assim mais segurança e comodidade ao mesmo.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

7 auxilio para cegos ou aqueles com pouca visão

O desenvolvimento dessa tecnologia tem o objetivo de atender pessoas cegas ou com baixa visão, com o propósito de atender a esses usuários, instalou-se dois displays de localização sendo um na parte interna e outro na parte externa da cabine possuindo uma boa visualização das informações e com o mesmo intuito instalou-se botões específicos para melhor atender as necessidades do mesmo, com marcação braile. E para pessoa com deficiência visual, além dos botões especiais com leituras em braile, criou-se uma interface de comando por voz entre o protótipo e o usuário facilitando assim a vida do mesmo, possibilitando-o abrir, fechar a porta da cabine e chamar o elevador ao local desejado apenas com o comando de sua própria voz.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

8 auxilio para pessoas com surdez ou pouca audição

O avanço no auxílio para pessoas que possuem pouca audição ou surdez total é primordial para a relação interpessoal do mesmo, assim com o intuito de promover a comunicação de pessoas com deficiência auditiva, instalou-se no protótipo dois displays para que estas pessoas identifiquem sua posição no elevador. E também comunicação via celular.

Poderíamos colocar aqui nossas figuras do protótipo para este caso...

Portanto, a Tecnologia Assistiva é um recurso ao usuário, que possibilita que o mesmo desempenhe suas funções do cotidiano de forma independente. E com auxílio desta tecnologia, implementou-se ao projeto e seguiu normas técnicas demostrando padronização e qualidade das mesmas.

**- Hardware e Software utilizados**

As tecnologias serão apresentadas em dois grupos: hardware e software. A primeira compreende todos os meios físicos empregados ao sistema, e o segundo todos os recursos lógicos.

Hardware

O cérebro da automatização é o controlador, e seu hardware é constituído de um microprocessador, memória e oscilador, e comunicação digital de entradas e saídas físicas para interação com o resto do sistema.

Estas entradas físicas digitais são por exemplo os sensores, botões, microfones, cartões magnéticos, sensores biométricos, etc. e as saídas físicas digitais são por exemplo os alto falantes, indicadores de pavimento da cabine, indicadores de botões acionados, motores, companhias, ventiladores, iluminação, etc.

Apresentou-se os hardware utilizado no projeto divididos em três grupos: entradas, saídas e controlador.

1 Hardware – Entradas

Para elaboração do protótipo, utilizou-se os dispositivos como os sensores, botões e comando de voz.

Sensores

Os sensores são muito úteis e bastante utilizados na realização de projetos, sejam eles de pequeno ou grande porte. Um dos sensores mais utilizados na mecatrônica é a chave fim-de-curso, que apesar de ter o significado de micro interruptor e ser mais conhecido como chave fim de curso, é definido como tal, pois tem como função indicar a posição de um objeto.

Seu funcionamento é basicamente semelhante à de um interruptor, possui um comutador elétrico que quando acionada mecanicamente, sua haste atua no circuito interrompendo ou estabelecendo corrente, ou apenas enviando um sinal para um controlador.

Sua vida útil pode durar de 1 milhão a 10 milhões de acionamentos, dependendo da aplicação, e apesar de seu pequeno porte, pode suportar correntes bem altas permitindo até o acionamento de motores. Podem possuir contato normal fechado (NF) ou aberto (NA) de acordo com JACQUES (2015)[[9]](#endnote-9), conforme Figura 14.

‘

Figura 14 - Micro-switch

Os sensores utilizados para acionamento das portas do protótipo foram chaves mecânicas com acionamento de contato. Foram instalados dois em cada porta, um indicando porta totalmente aberta, e um indicando porta totalmente fechada, usados como contatos normal fechado e normal aberto, respectivamente, por questão de segurança.

Para permitir o correto alinhamento vertical da cabine ao piso, e então permitir a abertura e fechamento das portas, foi instalado um sensor em cada extremo do pavimento. Sensores estes, montados usando-se seus contatos normal fechado.

Falta colocar uma imagem dos sensores em nosso elevador...

Botões

Segundo GOMES (2016)[[10]](#endnote-10) também chamadas de chaves manuais, são componentes de comandos e sua característica construtiva é constituída por contatos normal aberto e/ou normal fechado, tem função de energizar ou desenergizar o circuito, elas podem variar em relação a modelos e cores.

No protótipo, existem botões no interior da cabine e em painéis locais em cada pavimento. Dentro da cabine há botões de seleção do andar, botão de emergência e botões de abertura e fechamento das portas. Todos os botões seguem as normas vigentes. São do tipo aperta e solta com indicador luminoso. O software do controlador mantém o indicador aceso até o momento correto.

1 Botões de seleção do andar

Os botões de seleção de pavimento são similares aos demais. São afixados na altura de usuários cadeirantes, possuem indicadores da função em símbolos universais e ainda contam com indicadores em Braille. Sua função é solicitar ao sistema a posição da cabine no pavimento desejado.

2 Botão de emergência

Um botão de emergência foi inserido para que o usuário possa parar o movimento vertical da cabine a qualquer instante que o mesmo julgar que haja um perigo iminente. Este botão faz com que os motores de içamento, abertura e fechamento de portas parem imediatamente, além de produzir um alarme sonoro no exterior da cabine e alertar a terceiros com mensagens virtuais.

3 Botão de abertura e fechamento das portas

Os botões de abertura ou fechamento das portas são do tipo não retentivo, ou seja, para que o controlador execute a ação requerida o botão deve ser mantido pressionado.

Os botões devem ser acionados manualmente dentro da cabine. O controlador só executa os comandos de abertura ou fechamento de portas caso a cabine esteja parada em algum dos pavimentos. Os botões têm contato normalmente abertos, em caso de falha de cabeamento os mesmos não enviarão solicitação ao controlador.

O controlador dá ao comando manual prioridade sobre o controle automático. Os intertravamentos lógicos continuam operacionais, como as chaves de fim-de-curso. A figura 6 apresenta os botões de abertura e fechamento da portas.



Figura Botões de abertura e fechamento de portas

Comandos de Voz

O comando de voz é aplicado no projeto como uma interface do usuário com o projeto. Seu objetivo é proporcionar ao usuário com dificuldade táctil a possibilidade de interagir com o sistema e obter o serviço que lhe é desejado.

Há vários modelos à venda no mercado. Há até a possibilidade de se construir um usando poucos recursos, mas no projeto foi utilizado um modelo comercial micro processado capaz de gravar e reconhecer até 49 comandos de voz. É o modelo V3.1 do fabricante Elechouse.

Este módulo deve ser utilizado em três etapas. A primeira etapa é treinar o módulo. O processo consiste de se alimentar o módulo e fazer um acesso ao seu firmware através de um comunicador serial. Utilizou-se neste projeto um cabo de comunicação serial no protocolo USB e a interface serial da IDE do Arduino. Nesta etapa deu-se os comandos, repetiu-se os comandos e o módulo os assimilou. Uma característica importante deste módulo é que ele define um usuário ou grupo de usuários, fazendo-se assim um agrupamento de sete grupos de sete comandos. Desta forma pode-se gravar o mesmo comando para até sete vozes diferentes, e por hardware ou software selecionar qual usuário está utilizando o módulo. O módulo apenas executa os comandos do grupo carregados no momento, isto o limita a apenas sete comandos.

Uma vez treinado, pode-se sair da interface serial do módulo e iniciar a interação com o módulo. Uma vez alimentado e com o grupo de comando carregado na etapa anterior o módulo permanece no estado de ouvinte. Ele constantemente ouve tudo o que se passa perto do microfone e tenta detectar se os sons recebidos fazem parte de algum comando. Uma vez detectado um comando o módulo envia uma informação para sua porta serial, ou para um dos GPIO (pinos físicos de entrada e saída do módulo).

A terceira etapa é iniciada quando o módulo detecta algum comando. Se o módulo estiver associado a um controlador, como no caso deste projeto, o controlador poderá entender este comando quer seja por meio físico de entrada digital discreta quer seja por meio de comunicação serial. Neste projeto foi codificado um protocolo que entende qual comando de voz o módulo reconheceu. Este código é transmitido para o controlador via porta serial e o código se encarrega de tomar as decisões necessárias.

2 Hardware – Saídas

A seguir apresenta-se os motores, driver e regulador de tensão utilizado no projeto.

Motores

O motor elétrico efetua a transformação de energia elétrica em mecânica, ou seja, produz movimento, a presença de corrente elétrica, seja contínua ou alternada, de acordo com a rede de alimentação, garante movimento de um eixo segundo FRANCH (2008).[[11]](#endnote-11)

Os motores de corrente contínua são utilizados em diversas aplicações, apesar do seu custo, e da necessidade de uma fonte de corrente contínua. Segundo FITZGERALD (1979)[[12]](#endnote-12) as máquinas CC apresentam uma variedade de características, ou seja, podemos controlar a velocidade de rotação, através da tensão, podemos também, controlar o torque, através da corrente.

As principais partes de um motor CC são Rotor e Estator. Segundo IRVING(2006)[[13]](#endnote-13) o Rotor é a parte que gira e Estator é a parte estacionária. O Rotor imprime rotação ao núcleo da armadura, enrolamentos e comutador, o qual devido à rotação do eixo providencia o chaveamento, ou seja, transfere a energia. O Estator é responsável pela proteção, e com os enrolamentos de campo, com poucas espiras de fio grosso ou muitas espiras de fio fino, produzem fluxo magnético, com seus polos e escovas que servem de suporte e caminho para o campo magnético e permitem alimentar a armadura em movimento, respectivamente. A Figura 8 demonstra os detalhes construtivos do Rotor.

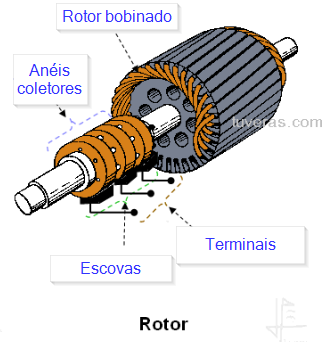


Figura 8 - Detalhes Construtivos do Rotor

(fonte: http://docplayer.com.br/11436415-Motores-eletricos-principios-e-[fundamentos](http://docplayer.com.br/11436415-Motores-eletricos-principios-e-fundamentos.html).html acessado em 10/2016)

Os motores são utilizados no projeto para a conversão de energia elétrica em energia mecânica, a fim de realizar movimentos, seja de abertura ou fechamento das portas, seja para o deslocamento vertical da cabine. Dentre os vários modelos testados, os que melhor alcançaram os resultados requeridos foram os de corrente contínua, devido tanto à praticidade de controle de velocidade e torque, quanto à disponibilidade de os encontrar acoplados à caixas de redução eficientes e de baixo custo. A sequência abaixo mostra o objetivo do uso de cada motor e explica sobre as técnicas auxiliares necessárias para a interação do controlador aos motores.

1 Motor de içamento

Para o movimento vertical da cabine usou-se um motor de corrente contínua acoplado a uma caixa de redução. Este motor correspondeu aos principais fatores necessários para sua função: alto torque, baixa tensão e velocidade linear dentro das normas.

O motor utilizado foi um motor DC do fabricante Mabuchi. Normalmente utilizado para erguer vidro elétrico de automóveis. O motor foi adquirido já acoplado a uma caixa de redução, que junta duas funcionalidades, manter um alto torque e uma baixa velocidade na mesma potência. Para o içamento foi utilizado ainda um conjunto constituído de polia com três sulcos em V, mancal com rolamento e eixo acoplado.

Este motor é utilizado junto a um contrapeso. Este contrapeso tem a finalidade de diminuir o esforço do motor, aproveitando-se da energia potencial gerada pelo sistema. O diagrama de corpo livre mostrado na seção de memorial de cálculo mostra de forma clara como esta compensação ocorre.

Na seção de Memorial de Cálculo ainda são indicadas características elétricas, mecânicas e construtivas do motor e da caixa de redução deste modelo, na seção Diagrama de corpo livre são demonstradas as forças atuantes no conjunto, sobretudo as forças realizadas pelo motor de içamento.

2 Motores das portas

Os motores das portas também são alimentados por corrente contínua. Estes foram escolhidos visando vários aspectos, como torque, capacidade de manter a carga na posição mesmo quando não alimentados, tamanho, peso, potência utilizada e facilidade de manobra e manutenção.

Estes motores também foram adquiridos com caixas de redução. Algumas foram testadas, com diversas relações entre torque e velocidade angular. Para obter a melhor relação que não destoasse das Normas nem inviabilizasse o protótipo, foi escolhido um micro motor modelo N20 do fabricante Pololu com caixa de redução 298:1. Os detalhes são demonstrados na seção Memorial de Cálculo.

O objetivo do emprego deste motor é deslocar as portas na direção horizontal. Para que haja deslocamento horizontal, a força de atuação do motor deve superar as forças de atrito entre a porta e seus suportes, e o torque do motor deve ser suficiente para tirar a massa da inércia.

Na seção Diagrama de corpo livre são demonstradas as forças atuantes no conjunto, sobretudo as forças realizadas pelo motor de deslocamento das portas.

Driver

Os motores deverão ser acionados para um ou outro sentido de rotação a fim de realizar o trabalho que lhes é solicitado. Porém quem define qual motor, qual sentido e qual potência deverá operar é o controlador. O controlador porém opera apenas com potências da ordem de poucos mili-watts. Esta pequena potência que o controlador fornece não é suficiente para fazer com que os motores funcionem em suas características de trabalho. Desta forma utilizamos recursos para que com esta pequena potência fornecida pelo controlador, grandes potências sejam controladas. Um destes recursos é o driver de potência.

Há no projeto dois modelos de driver. Um de menor potência que é utilizado nos motores das portas e tem capacidade de fornecer até 1A por motor. Trata-se de um circuito integrado, o L293D, conhecido como uma dupla ponte-H. O outro modelo, de maior potência, é utilizado para o motor de içamento. Trata-se de um arranjo de quatro transistores de potência que podem fornecer até 50A para a carga através de uma pequena potência fornecida pelo microcontrolador.

A coordenação de acionamento ou inibição destas pontes é realizada pelo controlador através de lógica.

Os circuitos utilizados, seus arranjos, cálculos e descritivos são explicados detalhadamente na seção Circuitos.

Regulador de tensão

Segundo BOYLESTAD (2004)[[14]](#endnote-14) reguladores de tensão são utilizados para obtenção de um sinal regulado na saída de acordo com as necessidades do circuito, ou seja, a partir de uma tensão de entrada retificada, filtra-se essa tensão, e apresentará uma tensão de saída desejável, quanto mais constante a tensão de saída, melhor foi o processo de filtragem.

Os motores podem ser alimentados com qualquer tensão, com limite apenas nos seus aspectos construtivos. Grosseiramente falando os motores podem ser alimentados por qualquer tensão, até o ponto onde seus rolamentos não suportem mais a rotação ou o isolamento dos enrolamentos não mais mantenham sua integridade.

Desta forma, para conseguirmos manter as características de funcionamento com segurança dos motores e manter as demais características dentro dos padrões do projeto, tais como torque e velocidade de cada motor, um outro recurso será aplicado, trata-se do regulador de tensão.

Regulando a tensão de alimentação dos motores em corrente contínua obteremos a variação proporcional da potência mecânica de cada motor. Lembrando que a potência mecânica, aquela entregue à carga na ponta do eixo do motor é constituída de duas partes inversamente proporcionais, a velocidade angular e o torque, tem-se que variando a tensão de alimentação do motor estaremos variando o torque e a velocidade do motor.

Os reguladores então entram no circuito fazendo o papel de ajustadores de torque e/ou de velocidade. Na seção Circuitos é detalhado como o circuito regulador funciona.

3 Hardware – Controlador

A cabeça de todo o projeto é o controlador. Ele é o intérprete do ambiente. Ele ouve as perguntas, as solicitações e responde com ações baseadas em suas instruções. O controlador interage com o usuário e os periféricos através de conexões físicas ou lógicas, utilizando-se de sinais a cabo ou não.

Neste projeto usou-se o microcontrolador AVR de 8bits da linha Atmel Smart do fabricante Microchip. O microprocessador foi utilizado dentro da plataforma Arduino Mega 2560, que conta com 54 pinos de interface física e 4 canais de comunicação serial por placa. (SOUZA, 2014).[[15]](#endnote-15)

O Arduino foi desenvolvido em 2005, e está sendo muito utilizado para elaboração de projetos de automação. Segundo McRoberts (2011)[[16]](#endnote-16) o Arduino é um pequeno computador utilizado para processar entradas e saídas entre a placa e os componentes conectados a ela, com a vantagem de se ter integrado em suas placas todo o hardware necessário ao microprocessamento e manipulação de informações do projeto. A Figura 1 mostra a Placa utilizada.



Figura - Arduino Mega 2560 R3

(fonte: http://www.filipeflop.com acessado em 10/2016)

Este microcontrolador teve que ser instruído de forma a tomar as decisões corretas dados os estados de entrada do sistema. Para que o controlador pudesse ser programado foi necessário obter a IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino. Este software é gratuito sob licença GNU.

Com esta IDE permitiu-se escrever o código em alto nível, utilizando-se linguagem C++ e C. Após conclusão do código a IDE fez a compilação do código para linguagem de baixo nível, esta que o microcontrolador consegue processar.

Assim que a IDE compilou o código, este foi transferido para o controlador utilizando-se um cabo de comunicação serial USB, com uma das pontas na porta USB do computador pessoal e outra ponta na porta USB da placa Arduino.

O fluxograma do modelo de negócios é apresentado em detalhes na Seção Software – Controle.

A documentação do microcontrolador assim como a documentação da plataforma Arduino é disponibilizada em Anexo.

2. Software

Apesar de o controlador ser o cérebro da automatização, ele por si só não controla nada, a menos que seja instruído a tal. Para instrui-lo é necessário conhecer sua linguagem, entender que tipo de instrução ele realiza, é necessário portanto definir uma lógica para seu controle. É necessário aplicar um software a ele, mais especificamente seu firmware.

O controlador é instruído através de firmware próprio, com verbetes e linguagem própria. Além deste aspecto de software, há de se ter um software de interpretação em tempo real do que ocorre no meio físico, ou seja, o controlador deverá saber interagira com o hardware do projeto.

Uma terceira face de software é concernente à interface do sistema com o usuário, é realizada a alto nível, com interface gráfica e ou sonora.

Quanto ao firmware, ou seja, as instruções gravadas pelo fabricante no microcontrolador, nenhuma mudança foi necessária, nenhuma programação foi requerida. Em relação ao software de interação com o hardware do sistema, é esta programação que faz com que o conjunto tenha um aspecto orgânico, é a parte que junta as peças, que coordena, que gerencia e faz a interface com o usuário. Esta parte é detalhada na seção de Controle.

A última face de software, a que interage virtualmente com o usuário, é mais destinada a supervisão e gerenciamento, não controle. É realizada em interface gráfica, permitindo o usuário obter informações mais detalhadas sobre todo o sistema. É um software que possibilita desde a obtenção de dados de hardware como estado dos sensores, tempo de trabalho de um motor, até o gerenciamento das pessoas que utilizaram o sistema, a personalização de sons, de comandos de voz, ou ajuste de aspectos de engenharia, como o ajuste da velocidade de um motor. Mais detalhes deste software são demonstrados na seção de Interface.

2.1 Softwares – Firmware

Falta fazer....

2.2Softwares – Controle

Falta fazer....

2.3Softwares – Interface

Falta fazer....

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elevadores de Passageiros – Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. NBR 13994:2000. Rio de Janeiro: ABNT, 2000;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências e edificações. NBR 9050:1994. Rio de Janeiro: ABNT, 1994;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação. NM 207:1999. Rio de Janeiro: ABNT, 1999;

1. [↑](#endnote-ref-1)
2. [↑](#endnote-ref-2)
3. [↑](#endnote-ref-3)
4. [↑](#endnote-ref-4)
5. [↑](#endnote-ref-5)
6. [↑](#endnote-ref-6)
7. [↑](#endnote-ref-7)
8. [↑](#endnote-ref-8)
9. JACQUES, Luiz. O que é chave fim de curso e aplicações. Disponível em: <<http://www.sabereletrica.com.br/chave-fim-de-curso>> Acesso em: 14/10/16; [↑](#endnote-ref-9)
10. GOMES, Sinésio. Comandos Elétricos. Disponível em:<<http://comandoseletricosii.blogspot.com.br/2013/03/aula-3-botoeiras-de-comando.html>>Acesso em: 14/10/16; [↑](#endnote-ref-10)
11. FRANCHI, Claiton M. Acionamentos Elétricos. 4ª Ed. São Paulo. Editora Érica LTDA, 2008. [↑](#endnote-ref-11)
12. FITZGERALD, A.E. et AL.Maquinas Elétricas. Com introdução à eletrônica de potência. Porto Alegre: Bookman, 2006. [↑](#endnote-ref-12)
13. IRVING L. KOSOW. Máquinas Elétricas e Transformadores, 15ª Ed. São Paulo. Editora Globo, 2005. [↑](#endnote-ref-13)
14. BOYLESTAD, Robert L; NASHELSKY, Louis. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos, 8.ed. São Paulo :Pearson Prentice Hall. 2004 [↑](#endnote-ref-14)
15. SOUZA, Fábio. Arduino MEGA 2560. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acesso em: 11/10/2016; [↑](#endnote-ref-15)
16. MCROBERTS, Michael. Arduino básico. São Paulo, Editora: Novatec, 2011; [↑](#endnote-ref-16)