

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

PROJETO ELEVATOR PLUS

CURITIBA
2010

BRUNO BENEVENUTO
GREGORY LUAN RODRIGUES SILVA
RAFAEL ANTONIO GROSKO
TIAGO BUCIOR

PROJETO ELEVATOR PLUS

Este projeto será apresentado às disciplinas do Curso de Engenharia de Computação do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte integrante da nota do segundo semestre. A finalidade deste projeto é integração das diversas disciplinas do curso.

Professores orientadores: Afonso Ferreira Miguel.

CURITIBA
2010

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que acreditarão no nosso trabalho, nos incentivarão, nos deram apoio e principalmente nos ajudaram durante estes aproximados seis meses de desenvolvimento. Entre essas pessoas podemos citar a família, os professores, os amigos, os colegas de curso, os colegas de trabalho, os funcionários da PUC, entre outros, que de certa forma nos apoiaram e incentivaram nos momentos em que passamos pelas dificuldades durante a realização deste projeto. Gostaríamos de agradecer de modo especial aos seguintes Professores:

Professor Afonso Ferreira Miguel: Professor este responsável pela cobrança de resultados no desenvolvimento do nosso projeto, cobranças essas que vão desde a parte básica do hardware até a conclusão final do projeto. Professor que nos auxiliou nas diversas dificuldades que tivemos e que sempre procurou nos mostrar uma solução viável para os problemas, também sempre pronto a nos atender. Ao senhor Professor o nosso Muito Obrigado.

Professor Ivan Jorge Chueiri: Professor que nos auxiliou nas diversas dificuldades que tivemos e que sempre procurou nos mostrar uma solução viável para os problemas em relação à parte de eletrônica do projeto, também sempre pronto a nos atender. Ao senhor Professor o nosso Muito Obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
1.1 JUSTIFICATIVAS.....	05
1.2 METODOLOGIA.....	06
1.3 RESPONSABILIDADES.....	07
2. OBJETIVOS.....	08
3. NÃO ESTÁ INCLUSO NO ESCOPO DESTE PROJETO.....	08
4. EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO.....	09
5. PROJETO.....	11
5.1 CONTROLES DO GUINDASTE.....	12
5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	14
6. CONCLUSÃO.....	15
7. ANEXOS.....	16
7.1 ANEXOS I – DICIONÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS.....	16

1. INTRODUÇÃO

Projeto integrado do curso de Engenharia de Computação tem como intuito iniciar o desenvolvimento de projetos, desde a documentação completa, organogramas, cronogramas, apresentações e a conclusão do projeto nas mais corretas formas. Capacitando o aluno a gerenciar um projeto para quando entrar no mercado de trabalho não ter tantas dificuldades em realizar qualquer tipo do mesmo.

O grupo formado para o desenvolvimento do Projeto Integrado do sexto período do curso no ano de 2010 é formado pelos seguintes integrantes: Bruno Benevenuto, Gregory Luan Rodrigues Silva, Rafael Antonio Grosko e Tiago Bucior.

A idéia inicial do grupo era fazer uma bola de futebol com sensores para indicar quando a bola entrou totalmente no gol, não deixando dúvidas aos jogadores e juizes. Uma idéia pensando na copa do mundo de 2014, mas expondo a idéia ao professor Afonso ele nos sugeriu pensar em outra idéia, pois levaríamos muito tempo e o trabalho teria que ser intenso e preciso. Foram fatores que nos levaram a pensar em outra idéia por causa da questão do tempo para finalizar o projeto. Com isso passamos a pensar em outra idéia de projeto e chegamos a uma decisão, envolver a parte de áudio no projeto.

A partir disto fizemos um levantamento aonde poderíamos aplicar esta característica, e então chegamos à decisão de fazer um elevador com áudio, ou seja, que informe o andar que se encontra o elevador. Também decidimos fazer com que o elevador possa alterar sua velocidade de movimentação. Esta tecnologia já existe, mas decidimos e fomos aconselhados mesmo assim fazer o projeto, pelo motivo de aprender a mexer com áudio.

Com a idéia do projeto já decidido, o projeto passou a ser chamado de “*Elevator Plus*”.

1.1 JUSTIFICATIVAS

O projeto *Elevator Plus* visa atender as necessidades do mercado de automações residenciais, e também na área de acessibilidade aos portadores de necessidades especiais. O elevador propriamente dito será autônomo de um microcomputador e será monitorado por um microprocessador de acordo com a condição dos sensores dos andares e os botões dos andares. O microprocessador possui um *software* embarcado de controle desenvolvido em linguagem C. O elevador é de madeira e ACM (Material

Composto de Alumínio), possui quatro andares (Térreo, 1º, 2º, 3º) e dois sensores por andar para indicar qual andar o elevador se encontra. O elevador possui uma caixa de som que informa por áudio o andar presente.

1.2. METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento do projeto “*Elevator Plus*” está estruturada de uma forma para evitar que alguns problemas indesejáveis possam aparecer durante a realização do projeto. Realizamos certas pesquisas, estudos e decisões antes de começar a criar o projeto. Realizamos um estudo da programação do microprocessador MSP430, na linguagem C (*software*), pesquisas dos motores que caberiam a nossa necessidade, pesquisas dos componentes eletrônicos e definição dos componentes eletrônicos necessários, estudo e planejamento dos circuitos e placas, definimos o material da parte mecânica, em geral tudo que iria envolver o projeto.

Iniciamos o projeto com o desenvolvimento da estrutura do elevador. Utilizamos as dependências da universidade PUC-PR para melhor cumprimento de meta. Com a estrutura montada, partimos para a adaptação de motores e trilhos para o funcionamento correto do elevador. Com motores fixados, estruturas completas iniciaram a fase de estudo e montagem das placas e de todo o *hardware* utilizado no projeto. Com as placas montadas, ligamos toda a parte mecânica do elevador, à parte de *hardware* usada, obtendo um funcionamento excelente de toda a parte mecânica do elevador. Faltava-nos agora, integrar o microprocessador ao projeto. Apesar dos vários contratemplos que tivemos com a montagem do circuito onde ficaria ligado o microprocessador, tivemos um excelente resultado com a implementação do circuito ao projeto. Depois de várias tardes programando, e melhorando cada vez mais nosso programa que controlaria o microprocessador, implementamos tudo ao elevador, para um funcionamento perfeito. Ao final, tivemos um ótimo resultado e realizamos várias gravações, e posteriormente criamos um vídeo com todo o funcionamento do projeto, publicado na web site *youtube*.

Ao decorrer do projeto, o grupo utilizou-se de alguns equipamentos para auxiliar na criação do projeto em si. Foram esses: osciloscópio, multímetro, fonte de alimentação, protoboard, prensa, ferro de solda, mesa-digital, computador e notebook. Estes equipamentos foram essenciais para desenvolver e concluir nosso projeto.

Tais equipamentos em exceção do notebook eram de propriedade da PUC e podem ser utilizados por seus alunos gratuitamente. Utilizamos os equipamentos das seguintes maneiras:

- Osciloscópio: usamos para exibir os formatos de ondas gerados pelos componentes, para saber se havia alguma falha no circuito ou algum ruído indesejável, os quais podem causar problemas ao longo do projeto.
- Multímetro: utilizamos para medir as correntes, tensões, resistências, verificar continuidade ou descontinuidade entre as trilhas do circuito na placa, entre outros.
- Fonte de alimentação: esta foi utilizada para alimentar precisamente todo o circuito que produzimos e utilizamos desde as placas até os motores.
- Protoboard: para que não houvesse erros depois de prontas as placas, todos os circuitos foram inicialmente montados em protoboard para que pudessem ser testados e/ou corrigidos.
- Prensa: utilizada para transferir o circuito impresso em folha de transparência para a placa de cobre na qual foi montado os circuitos.
- Ferro de solda: usado para soldar os componentes nas placas.
- KIT MSP 430: este kit possui o processador MSP 430 que utilizamos em nosso projeto.
- Computador e notebook: utilizados para criar a programação, desenhar os circuitos, pesquisar, entre outros. Esta ferramenta foi indispensável na maior parte de desenvolvimento do projeto.

1.3. RESPONSABILIDADES

Para que finalizássemos o projeto com sucesso foi necessário total empenho, dedicação máxima de cada integrante do grupo e principalmente força de vontade em continuar o desenvolvimento mesmo nas horas em que acontecia algo de errado, isso foi o forte do nosso grupo, pois nunca pensamos em desistir, acreditamos desde o início no nosso potencial. Sempre trabalhamos buscando soluções e ajudando uns aos outros o máximo possível no desenvolvimento para o sucesso desejado. Foi necessária também a ajuda dos professores, os quais estavam aptos para nos ajudar tirando nossas dúvidas, melhorando nossas idéias, ajudando a tomar decisões e principalmente nos apoiando.

Para desenvolver o projeto dependíamos também das estruturas da PUC, pois foram nos laboratórios com os equipamentos necessários que nosso projeto foi desenvolvido e concluído com sucesso.

2. OBJETIVOS

O projeto “*Elevator Plus*” teve como objetivos, “ensinar” o grupo a fazer pesquisas, documentações, cronogramas, apresentações, ou seja, tudo que envolve um bom gerenciamento de projetos, assim como utilizar teorias usadas em sala de aula já em aplicações mais próximas da engenharia propriamente dita, como microprocessadores para a realização do *software*, circuitos elétricos e sistemas digitais para uma compreensão melhor da eletrônica analógica e digital e das tecnologias que serão futuramente um dia utilizadas.

O projeto envolveu dois motores, sendo um motor de passo responsável pelo movimento de abrir e fechar a porta do elevador, e o outro um motor DC (vidro elétrico de carro) responsável pelo movimento subir e descer o elevador. Envolveu também um micropocessador MSP430 programado na linguagem C, dois sensores por andar, totalizando oito sensores e uma caixa de som para reproduzir o som do andar presente, tudo isso com o objetivo de construir um elevador inteligente autônomo de um microcomputador. O programa tem os seguintes comandos de controle, abrir e fechar a porta do elevador, subir e descer o elevador, identificar o andar do elevador através de sensores e reproduzir o áudio informando o andar presente.

3. NÃO ESTÁ INCLUSO NO ESCOPO DESTE PROJETO

Tendo em vista que esse projeto é uma resolução de um problema real, vamos citar várias outras soluções para muitos outros problemas que poderíamos ter implementado em nosso projeto, mas que nesta edição não foram realizados. A seguir destacamos algumas destas soluções:

- Sensor de temperatura, que através de display ou até mesmo de áudio informe a temperatura atual ao usuário;
- Sistema de aquecimento e resfriamento no interior do elevador;

- Um display que informe se o elevador está subindo ou descendo, data e hora;
- Um bip ao chegar ao andar desejado;
- Botões dos andares no interior do elevador com leitura em Braille;
- Ao invés de o usuário selecionar o andar pelo número do andar, o usuário pode selecionar o local desejado por uma senha, por exemplo, senha específica para cada apartamento;
- Elevador que só se movimenta com cartões magnéticos cadastrados. Muito usado em hotéis para manter a segurança no edifício.
- Sistema de acesso por biometria. O sistema de biometria agrega muita segurança para os futuros condôminos porque os elevadores só poderão ser acionados através de um sistema de lê e identifica o usuário, através das impressões digitais, previamente cadastrados e libera o uso do elevador para os andares aos quais estão habilitados;
- Sensor que identifique qualquer presença quando estiver fechando a porta e então abra novamente a porta;
- Botão para fechar a porta.

Para que essas mudanças pudessem ter sido feitas com qualidade precisaríamos ter tido mais tempo e também as idéias antes, uma vez que chegamos à conclusão de que essas mudanças seriam interessantes, apenas no final do projeto, quando não contávamos mais com o fator tempo.

4. EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO

A equipe de desenvolvimento contou com Bruno Benevenuto, Gregory Luan Rodrigues Silva, Rafael Antonio Grosko (líder da equipe) e Tiago Bucior. Em nosso cronograma decidimos as tarefas responsáveis por cada integrante da equipe. As tarefas foram distribuídas da seguinte maneira:

❖ *Gregory Luan e Rafael Grosko*

✓ Projeto Software:

- Estudos do Software em geral a ser utilizado;
- Definição das funções e Programação geral;
- Testes e adaptações gerais Software.

❖ *Bruno Benevenuto e Tiago Bucior*

✓ Projeto Hardware:

- Definição dos componentes necessários;
- Planejamento de circuitos (etapa de potência e sensores);
- Testes dos circuitos em protoboard;
- Montagem dos circuitos em placas e realização de cabeamento;
- Testes e adaptações dos circuitos nas placas.

❖ *Bruno Benevenuto e Tiago Bucior*

✓ Projeto Mecânico:

- Definição dos materiais;
- Compra dos materiais;
- Execução mecânica;
- Testes e adaptações.

❖ *Gregory Luan e Rafael Grosko*

✓ Integração de Software, Hardware e Mecânico:

- Testes e adaptações gerais.

❖ *Rafael Grosko e Tiago Bucior*

✓ Implementação:

- Software;
- Hardware;
- Mecânico;
- Testes de integração;
- Documentação.

❖ *Bruno Benevenuto e Gregory Luan*

✓ Homologação:

- Preparar Apresentação.

5. O PROJETO

O projeto “*Elevator Plus*” é constituído principalmente em três blocos: eletrônica, software e a estrutura.

A eletrônica baseia-se em:

- Kit do Microprocessador MSP430 – usamos o Kit MSP430 fornecido pela PUC-PR, no qual contém o nosso *software* embarcado responsável por controlar o elevador. Utilizamos este kit pronto, pois este processador não existe no formato DIP, e então se fossemos montar a placa de circuito impresso para este processador levaríamos muito tempo e teríamos que ter equipamentos específicos para montá-lo.
- Circuitos de Etapas de Potência – desenvolvidos para dar funcionamento correto aos motores do elevador;
- Circuito para sensores de infravermelho (sensor de presença do elevador) - desenvolvemos um circuito para os sensores de presença (*til32 photoreceptor, led phtoemissor e resistor*). Sensores que interpretam para o nosso objetivo, toda interrupção de sinal, ou seja, quando o sensor fosse interrompido, o sensor envia uma resposta ao microprocessador MSP430, que interpreta isso como a passagem do elevador por este sensor (cada sensor significa um andar do prédio).
- Circuito dos botões dos andares – este circuito foi desenvolvido com o objetivo de o usuário escolher o andar desejado. Ao pressionar um botão (*push-botton*) o microprocessador identifica qual botão foi pressionado, cada botão significa um andar, e então toma as decisões para deslocar o elevador até o andar desejado.
- Circuito R2R – este circuito foi desenvolvido para reproduzir o áudio do nosso projeto, responsável por converter as informações digitais do som (fornecidas pelo microprocessador) em informações analógicas. É o mais simples dos conversores Digital/Analógico. Construído a partir de um circuito básico de resistores em paralelo controlado por corrente, onde a corrente é somada num ponto em comum, passando por um resistor de carga, criando assim uma saída analógica.

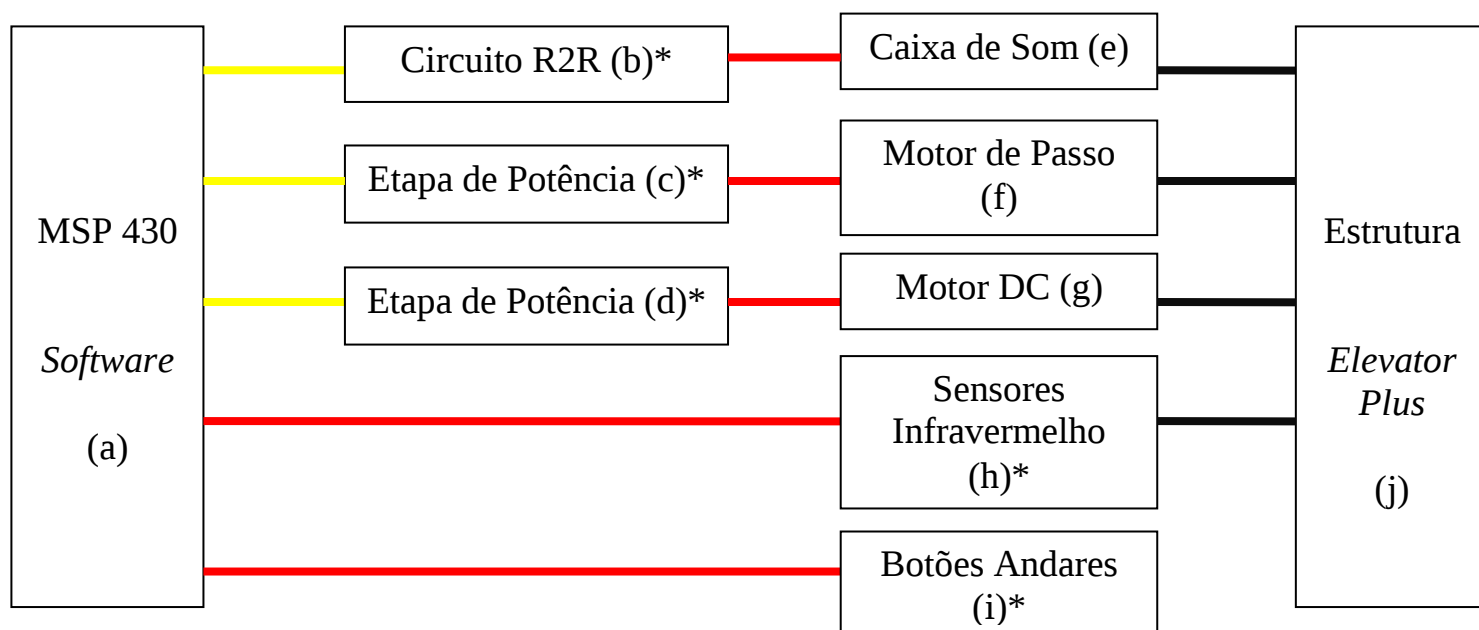
- Caixa de som – responsável por reproduzir o som informando o andar que o elevador se encontra.

Antes de falarmos sobre o *software* que foi desenvolvido em linguagem C, devido à facilidade que se tem em trabalhar com essa linguagem, devemos explanar um pouco sobre o uso do compilador que nesse caso é um tanto quanto peculiar. Utilizamos o MSPGCC que é um compilador da linguagem C completo e gratuito. Esse compilador é bem diferente dos outros que estávamos acostumados a usar em relação a sua interface, pois, é executado em linha de comando. Optamos por utilizar o MSPGCC pelo fato dele ser gratuito, uma vez que, o compilador da IAR Systems pra MSP430 que tínhamos domínio nos permite um projeto com apenas 4KB na versão gratuita e o nosso como tem tratamento de áudio ultrapassa esse limite.

Nosso *software* monitora os sensores de posicionamento do nosso elevador, os botões (*push-bottons*) de cada andar e aciona os motores, podendo dar destaque ao áudio que é tocado quando se pára em um andar, dizendo o número do andar, que é a parte mais complexa do *software*, mas em contrapeso a mais interessante.

A estrutura foi feita de madeira, e o elevador foi feito de ACM (material composto de alumínio). Na estrutura tivemos a adaptação do trilho do elevador, adaptação dos sensores na estrutura, adaptação de todas as placas de circuitos e a caixa de som. Os motores também foram fixados, porém um na estrutura (motor DC vidro elétrico) e outro no elevador em si (motor de passo).

5.1 CONTROLES DO GUINDASTE



Utiliza-se um *Software* embarcado no microprocessador que controla todas as ações do *Elevator Plus*, o processo de controle acontece da seguinte maneira:

A- O microprocessador usado foi o MSP430 que possui um *software* embarcado que analisa as condições dos botões dos andares e então controla os motores da porta do elevador e o da movimentação do elevador. O microprocessador comanda os motores através das suas respectivas etapa de potência. Os sensores instalados na estrutura estão ligados no microprocessador com o objetivo do microprocessador tomar conhecimento em qual andar o elevador se encontra e então informar através da caixa de som este andar. O som é convertido da informação digital que o microprocessador fornece para informação analógica pelo circuito R2R. Este microprocessador MSP 430 é alimentado por uma fonte contínua de aproximadamente 3,3 Volts.

B- Este circuito R2R tem como objetivo converter as informações digitais fornecidas pelo microprocessador em informações analógicas. Com a informação analógica, temos o áudio pronto para ser reproduzido na caixa de som.

C- Esta etapa de potência tem como objetivo receber comandos do microprocessador e então controlar o motor de passo que movimenta a porta do elevador. É alimentada com tensão de 12 Volts para ter energia suficiente para movimentar o motor de passo (f).

D- Esta etapa de potência tem como objetivo receber comandos do microprocessador e então controlar o motor DC (motor de vidro elétrico de carro). É alimentada com tensão de 12 Volts para ter energia suficiente para movimentar o motor DC (g).

E- Esta caixa de som tem como objetivo reproduzir o áudio informando o andar em que o elevador se encontra.

F- O motor de passo recebe energia elétrica e comandos da etapa de potência (c). Sua função é abrir e fechar a porta do elevador. Sua alimentação é feita na etapa de potência com 12 Volts contínuos.

G- O motor DC (motor de vidro elétrico de carro) recebe energia elétrica e comandos da etapa de potência (d). Sua função é movimentar o elevador em duas direções (para cima ou para baixo). Sua alimentação é feita na etapa de potência com 12 Volts contínuos.

H- Estes sensores infravermelhos têm a função de identificar a presença do elevador nos andares. O microprocessador recebe todas as identificações feitas pelos sensores em cada andar, para então analisar a situação e então tomar certa decisão, como por exemplo, parar o elevador. Cada andar possui dois sensores infravermelhos, totalizando oito sensores no total. São alimentados por uma fonte de corrente contínua de 5 Volts.

I- Estes botões dos andares têm como objetivo de oferecer a escolha do andar de destino do usuário. Ao escolher certo andar o microprocessador recebe esta informação e analisa a situação atual do elevador e então toma as decisões para mover o elevador até o destino escolhido. No total são quatro botões para andares (Térreo, 1º andar, 2º andar e 3º andar). Estes botões são alimentados por uma fonte de corrente contínua de 5 Volts.

J- A estrutura tem como objetivo demonstrar o funcionamento de um elevador com informações representadas em forma de áudio.

*Todos estes são circuitos eletrônicos que foram desenvolvidos em placas de circuito impresso pela equipe durante a realização do projeto.

5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Ao longo do desenvolvimento do projeto nos deparamos com pequenas dificuldades em certas etapas, que nos fizeram perder um tempo mais do que o esperado.

Primeiramente começamos realizando a maquete do elevador, onde nos deparamos com problemas de materiais, como a cabine do elevador precisava ser leve e resistente, também tivemos problemas da estrutura onde a cabine iria correr, pois no início usávamos apenas duas hastes de ferro, onde não se tinha um bom equilíbrio fazendo a cabine ficar presa ou precisar de muita força para puxá-la, e como era puxado

por um fio, na descida ele parava e não descia, a solução foi colocar mais duas hastes de ferro, como as já utilizadas. O motor inicial de pequeno porte não suporta levantar a cabine, e tivemos que comprar um motor mais forte e maior.

Para controle do motor que faz a descida e subida da cabine, tivemos que fazer uma pesquisa longa sobre PWM e Ponte H, onde que a Ponte H é um hardware que controla o sentido do motor, que é composta por dois relés, mais como os relés não funcionam com um sinal de PWM, que é nada mais que um *clock*, ou seja, um sinal pulsante que no projeto em questão gera um *clock* maior que o suportado pelos relés, tivemos que confeccionar outro hardware que seria um drive, que fornece corrente para o motor funcionar corretamente, neste caso ele opera mais como uma chave, que alimenta as chaves dos relés deixando a parte das bobinas do relé funcionando como parte individual, assim o relé pode estar acionado sem a alimentação passando por ele.

A programação não foi um problema grande, já que foi a mesma já vista na faculdade, a linguagem C, o problema foi o micro controlador e o programa, que nos limita com um programa de 2Kb de tamanho, onde que se fosse somente para a movimentação do mesmo seria mais que suficiente, mais como a parte do áudio gera um código em hexadecimal muito grande por causa da aquisição utilizada, que zera 8 mil posições por segundo, e temos 10 segundos, tivemos que procurar outros programas que atendesse nossas necessidades, que foi o MSP GCC. Outro problema com a programação foi a configuração da interrupção para o PWM, que deveria ocorrer com 8192Hz, que também opera o áudio.

Por fim, o tempo foi um fator decisivo para o término do projeto, pois todos integrantes da equipe se preparavam para provas e trabalho em outras disciplinas da faculdade.

6. CONCLUSÃO

Conforme o desenvolvimento do projeto passamos a associar com a prática vários conceitos passados em sala de aula, pois o conceito passa apenas uma noção básica sobre o assunto, já na prática podemos confirmar o conhecimento adquirido com a teoria do mesmo. Na prática o que às vezes parece ser simples nem sempre é, tivemos que tomar muito cuidado com tudo, com as possíveis interferências durante a realização

de qualquer etapa, enfim tomar cuidado e aprender com a prática algo que antes nem imaginássemos que fosse de certo jeito.

Durante todo o projeto contamos com a ajuda direta do Professor Afonso Ferreira Miguel, que nos apoiou, nos incentivou e principalmente nos ajudou durante esses seis meses de desenvolvimento. O Professor sempre esteve a parte de todos os acontecimentos durante o projeto, tenham sido eles bons ou ruins, sempre nos orientando a qual decisão mais viável deveríamos tomar para obter êxito em certa etapa e em consequência na conclusão do projeto.

O trabalho em grupo foi de suma importância, pois quando montamos o grupo e dividimos as tarefas sabíamos que em certos momentos para avançarmos dependeríamos da responsabilidade de cada membro do grupo com as tarefas, já que para realizar outra etapa dependíamos de algumas etapas precedentes. Ficamos muito felizes e honrados pela conclusão do projeto com êxito.

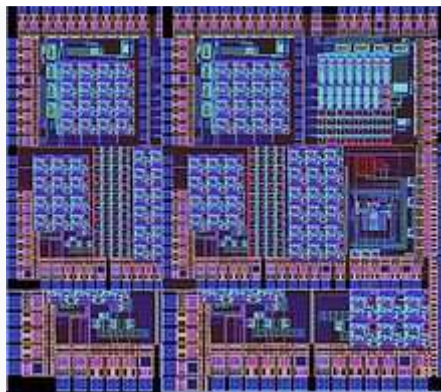
7. ANEXOS

7.1 ANEXOS I – DICIONÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Para facilitar a leitura para quem possa vir a fazer leitura do mesmo, foi feito este dicionário básico contendo alguns dos termos usados neste projeto. Este dicionário serve apenas para dar uma noção básica sobre do que se trata cada palavra em específico.

MICROPROCESSADOR

O microprocessador, popularmente chamado de processador, é um circuito integrado que realiza as funções de cálculo e tomada de decisão de um computador. Todos os computadores e equipamentos eletrônicos baseiam-se nele para executar suas funções.



Arquitetura interna de um microprocessador dedicado para processamento de imagens de ressonância magnética, a fotografia foi aumentada 600 vezes, sob luz ultravioleta para se enxergar os detalhes

O microprocessador moderno é um circuito integrado formado por uma camada chamada de mesa epitaxial de silício, trabalhada de modo a formar um cristal de extrema pureza, laminada até uma espessura mínima com grande precisão, depois cuidadosamente mascarada por um processo fotográfico e dopada pela exposição a altas temperaturas em fornos que contêm misturas gasosas de impurezas. Este processo é repetido tantas vezes quanto necessário à formação da microarquitetura do componente.

Responsável pela execução das instruções num sistema, o microprocessador, escolhido entre os disponíveis no mercado, determina, em certa medida a capacidade de processamento do computador e também o conjunto primário de instruções que ele compreende. O sistema operativo é construído sobre este conjunto.

O próprio microprocessador subdivide-se em várias unidades, trabalhando em altas frequências. A ULA(Unidade Lógica Aritmética), unidade responsável pelos cálculos aritméticos e lógicos e os registradores são parte integrante do microprocessador na família x86, por exemplo.



Embora seja a essência do computador, o microprocessador diferente do microcontrolador, está longe de ser um computador completo. Para que possa interagir com o utilizador precisa de: memória, dispositivos de entrada/saída,

um clock, controladores e conversores de sinais, entre outros. Cada um desses circuitos de apoio interage de modo peculiar com os programas e, dessa forma, ajuda a moldar o funcionamento do computador.

CLOCK

O relógio do sistema (Clock) é um circuito oscilador a cristal (efeito piezoelétrico) que tem a função de sincronizar e ditar a medida de tempo de transferência de dados no computador. Esta frequência é medida em ciclos por segundo, ou Hertz. A capacidade de processamento do processador não está relacionada exclusivamente à frequência do relógio, mas também a outros fatores como: largura dos barramentos, quantidade de memória cache, arquitetura do processador, tecnologia de co-processamento, tecnologia de previsão de saltos (branch prediction), tecnologia de pipeline, conjunto de instruções, etc.

O aumento da frequência de operação nominal do processador é denominado *overclocking*.

RELÉ

Um relé é um interruptor acionado eletricamente. A movimentação física deste "interruptor" ocorre quando a corrente elétrica percorre as espiras da bobina do relé, criando assim um campo magnético que por sua vez atrai a alavanca responsável pela mudança do estado dos contatos. O relé é um dispositivo eletromecânico ou não, com inúmeras aplicações possíveis em comutação de contatos elétricos. Servindo para ligar ou desligar dispositivos. É normal o relé estar ligado a dois circuitos elétricos. No caso do Relé eletromecânico, a comutação é realizada alimentando-se a bobina do mesmo. Quando uma corrente originada no primeiro circuito passa pela bobina, um campo eletromagnético é gerado, acionando o relé e possibilitando o funcionamento do segundo circuito. Sendo assim, uma das aplicabilidades do relé é utilizar-se de baixas correntes para o comando no primeiro circuito, protegendo o operador das possíveis altas correntes que irão circular no segundo circuito (contatos).

A mudança de estado dos contatos de um relé ocorre apenas quando há presença de tensão na bobina que leva os contatos a movimentarem-se para a posição normal fechado (NF) ou normal abertos (NA) quando esta tensão é retirada - este princípio

aplica-se para relés tudo ou nada. Em diversos países a nomenclatura NA e NF são encontradas como NO (Normal Open) ou NC (Normal Closed).

RESISTOR

Um resistor (chamado de resistência em alguns casos) é um dispositivo elétrico muito utilizado em eletrônica, com a finalidade de transformar energia elétrica em energia térmica (efeito joule), a partir do material empregado, que pode ser, por exemplo, carbono.

Um resistor ideal é um componente com uma resistência elétrica que permanece constante independentemente da tensão ou corrente elétrica que circular pelo dispositivo. Os resistores podem ser fixos ou variáveis. Neste caso são chamados de potenciômetros ou reostatos. O valor nominal é alterado ao girar um eixo ou deslizar uma alavanca. O valor de um resistor de carbono pode ser facilmente determinado de acordo com as cores que apresenta na cápsula que envolve o material resistivo, ou então usando um ohmímetro.

Alguns resistores são longos e finos, com o material resistivo colocado ao centro, e um terminal de metal ligado em cada extremidade. Este tipo de encapsulamento é chamado de encapsulamento axial. A fotografia a direita mostra os resistores em uma tira geralmente usados para a pré formatação dos terminais. Resistores usados em computadores e outros dispositivos são tipicamente muito menores, freqüentemente são utilizadas tecnologia de montagem superficial (Surface-mount technology), ou SMT, esse tipo de resistor não tem perna de metal. Resistores de potência maior são feitos mais robustos para dissipar calor de maneira mais eficiente, mas eles seguem basicamente a mesma estrutura.

Os resistores são sim como parte de um circuito elétrico e incorporados dentro de dispositivos microeletrônicos ou semicondutores. A medição crítica de um resistor é a resistência, que serve como relação de voltagem para corrente é medida em ohms, uma unidade SI. Um componente tem uma resistência de 1 ohm se uma voltagem de 1 volt no componente fazer com que percorra, pelo mesmo, uma corrente de 1 Ampère, o que é equivalente à circulação de 1 Coulomb de carga elétrica, aproximadamente 6.241506×10^{18} elétrons por segundo.

Qualquer objeto físico, de qualquer material é um tipo de resistor. A maioria dos metais são materiais condutores, e opõe baixa resistência ao fluxo de corrente elétrica. O

corpo humano, um pedaço de plástico, ou mesmo o vácuo têm uma resistência que pode ser mensurada. Materiais que possuem resistência muito alta são chamados isolantes ou isoladores.

A relação entre tensão, corrente e resistência, através de um objeto é dada por uma simples equação, Lei de Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$

Onde V é a voltagem em volts, I é a corrente que circula através de um objeto em Ampères, e R é a resistência em ohms. Se V e I tiverem uma relação linear -- isto é, R é constante -- ao longo de uma gama de valores, o material do objeto é chamado de ôhmico. Um resistor ideal tem uma resistência fixa ao longo de todas as frequências e amplitudes de tensão e corrente.

Materiais supercondutores em temperaturas muito baixas têm resistência zero. Isolantes (tais como ar, diamante, ou outros materiais não-condutores) podem ter resistência extremamente alta (mas não infinita), mas falham e admitem que ocorra um grande fluxo de corrente sob voltagens suficientemente altas.

A resistência de um componente pode ser calculada pelas suas características físicas. A resistência é proporcional ao comprimento do resistor e à resistividade do material (uma propriedade do material), e inversamente proporcional à área da secção transversal. A equação para determinar a resistência de uma seção do material é:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Onde ρ é a resistividade do material, L é o comprimento, e A é a área da secção transversal. Isso pode ser estendido a uma integral para áreas mais complexas, mas essa fórmula simples é aplicável a fios cilíndricos e à maioria dos condutores comuns. Esse valor está sujeito a mudanças em altas frequências devido ao efeito skin, que diminui a superfície disponível da área.

Resistores padrões são vendidos com capacidades variando desde uns poucos miliôhms até cerca de um gigaôhms; apenas uma série limitada de valores, chamados valores preferenciais, está disponível. Na prática, o componente discreto vendido como "resistor" não é um resistor perfeito como definido acima. Resistores são freqüentemente marcados com sua tolerância (a variação máxima esperada da resistência marcada). Em resistores codificados com cores, uma faixa mais à direita demonstra uma tolerância de 10%, uma faixa dourada significa 5% de tolerância, uma faixa vermelha marca 2% e uma faixa marrom significa 1% de tolerância. Resistores com tolerância menores, também chamados de resistores de precisão, também estão disponíveis.

Um resistor tem uma voltagem e corrente máximas de trabalho, acima das quais a resistência pode mudar (drasticamente, em alguns casos) ou o resistor pode se danificar fisicamente (queimar, por exemplo). Embora alguns resistores tenham as taxas de voltagem e corrente especificadas, a maioria deles são taxadas em função de sua potência máxima, que é determinada pelo tamanho físico. As taxas mais comuns para resistores de composição de carbono e filme de metal são 1/8 watt, 1/4 watt e 1/2 watt. Resistores de filme de metal são mais estáveis que os de carbono quanto a mudanças de temperatura e a idade. Resistores maiores são capazes de dissipar mais calor por causa de sua área de superfície maior. Resistores dos tipos wire-wound e sand-filled são usados quando se necessita de taxas grandes de potência, como 20 Watts. Além disso, todos os resistores reais também introduzem alguma indutância e capacitância, que mudam o comportamento dinâmico do resistor da equação ideal.

Resistor variável

O resistor variável é um resistor cujos valores podem ser ajustados por um movimento mecânico, por exemplo, rodando manualmente. Os resistores variáveis podem ser dos baratos, de volta simples, ou de múltiplas voltas com um elemento helicoidal. Alguns têm um display mecânico para contar as voltas.

Tradicionalmente, resistores variáveis são não-confiáveis, porque o fio ou o metal podem se corroer ou se desgastar. Alguns resistores variáveis modernos usam materiais plásticos que não corroem. Outro método de controle, que não é exatamente um resistor, mas se comporta como um, envolve um sistema sensor fotoelétrico que mede a densidade ótica de um pedaço de filme. Desde que o sensor não toque o filme, é impossível haver desgaste.

CAPACITOR

Um capacitor ou condensador é um componente que armazena energia num campo elétrico, acumulando um desequilíbrio interno de carga elétrica. Os formatos típicos consistem em dois eletrodos ou placas que armazenam cargas opostas. Estas duas placas são condutoras e são separadas por um isolante ou por um dielétrico. A carga é armazenada na superfície das placas, no limite com o dielétrico. Devido ao fato de cada placa armazenar cargas iguais, porém opostas, a carga total no dispositivo é sempre zero.

CAPACITÂNCIA

A propriedade que estes dispositivos têm de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático é chamada de capacitância ou capacidade (C) e é medida pelo quociente da quantidade de carga (Q) armazenada pela diferença de potencial ou tensão (V) que existe entre as placas:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), um capacitor tem a capacitância de um Farad (F) quando um Coulomb de carga causa uma diferença de potencial de um volt (V) entre as placas. O farad é uma unidade de medida considerada muito grande para circuitos práticos, por isso, são utilizados valores de capacitâncias expressos em microFarads (μF), nanoFarads (nF) ou picoFarads (pF).

A equação acima é exata somente para valores de Q muito maiores que a carga do elétron ($e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$). Por exemplo, se uma capacitância de um pF fosse carregada a uma tensão de $1 \mu\text{V}$, a equação perderia uma carga $Q = 10^{-19} \text{ C}$, mas isto seria impossível já que seria menor do que a carga em um único elétron. Entretanto, as experiências e as teorias recentes sugerem a existência de cargas fracionárias.

A capacitância de uma capacitor de placas paralelas constituído de dois eletrodos planos idênticos de área A separados à distância constante d é aproximadamente igual a:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

onde

C é a capacitância em Farads

ϵ_0 é a permissividade eletrostática do vácuo ou espaço livre

ENERGIA

A energia (no SI, medida em Joules) armazenada em um capacitor é igual ao trabalho feito para carregá-lo. Considere um capacitor com capacitância C, com uma carga +q em uma placa e -q na outra. Movendo um pequeno elemento de carga dq de uma placa para a outra contra a diferença de potencial $V = q/C$ necessita de um trabalho dW:

$$dW = \frac{q}{C} dq$$

Nós podemos descobrir a energia armazenada em um capacitor integrando essa equação. Começando com um capacitor descarregado ($q=0$) e movendo carga de uma placa para a outra até que as placas tenham carga +Q e -Q, necessita de um trabalho W:

$$W_{\text{carregando}} = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = E_{\text{armazenada}}$$

Capacitores Comuns

Apresenta-se com tolerâncias de 5 % ou 10 %.

Capacitores são freqüentemente classificados de acordo com o material usados como dielétrico. Os seguintes tipos de dielétricos são usados:

cerâmica (valores baixos até cerca de 1 μF)

C0G ou NP0 - tipicamente de 4,7 pF a 0,047 μF , 5 %. Alta tolerância e desempenho de temperatura. Maiores e mais caros

X7R - tipicamente de 3300 pF a 0,33 uF, 10 %. Bom para acoplamento não-crítico, aplicações com timer.

Z5U - tipicamente de 0,01 uF a 2,2 uF, 20 %. Bom para aplicações em bypass ou acoplamentos. Baixo preço e tamanho pequeno.

poliestireno (geralmente na escala de picofarads).

poliéster (de aproximadamente 1 nF até 1000000 μ F).

polipropileno (baixa perda. alta tensão, resistente a avarias).

tântalo (compacto, dispositivo de baixa tensão, de até 100 μ F aproximadamente).

eletrolítico (de alta potência, compacto mas com muita perda, na escala de 1 μ F a 1000 μ F)

Propriedades importantes dos capacitores, além de sua capacitância, são a máxima tensão de trabalho e a quantidade de energia perdida no dielétrico. Para capacitores de alta potência a corrente máxima e a Resistência em Série Equivalente (ESR) são considerações posteriores. Um ESR típico para a maioria dos capacitores está entre 0,0001 ohm e 0,01 ohms, valores baixos preferidos para aplicações de correntes altas.

Já que capacitores têm ESRs tão baixos, eles têm a capacidade entregar correntes enormes em circuitos curtos, o que pode ser perigoso. Por segurança, todos os capacitores grandes deveriam ser descarregados antes do manuseio. Isso é feito colocando-se um resistor pequeno de 1 ohm a 10 ohm nos terminais, isso é, criando um circuito entre os terminais, passando pelo resistor.

Capacitores também podem ser fabricados em aparelhos de circuitos integrados de semicondutores, usando linhas metálicas e isolantes num substrato. Tais capacitores são usados para armazenar sinais analógicos em filtros chaveados por capacitores, e para armazenar dados digitais em memória dinâmica acesso aleatórios (DRAM). Diferentemente de capacitores discretos, porém, na maior parte do processo de fabricação tolerâncias precisas não são possíveis (15 % a 20 % são considerado bom).

CORRENTE ELÉTRICA

Na Física, corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica. Sabe-se que, microscopicamente, as cargas livres estão em movimento aleatório devido a agitação térmica. Apesar desse movimento desordenado, ao estabelecermos um campo elétrico na região das cargas, verifica-se um movimento ordenado que se

apresente superposto ao primeiro. Esse movimento recebe o nome de movimento de deriva das cargas livres.

Raios são exemplos de corrente elétrica, bem como o vento solar, porém a mais conhecida, provavelmente, é a do fluxo de elétrons através de um condutor elétrico, geralmente metálico.

O símbolo convencional para representar a intensidade de corrente elétrica (ou seja, a quantidade de carga Q que flui por unidade de tempo t) é o I , original do alemão *Intensität*, que significa intensidade.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

A unidade padrão no SI para medida de intensidade de corrente é o ampère. A corrente elétrica é também chamada informalmente de amperagem. Embora seja um termo válido, alguns engenheiros repudiam o seu uso.

CIRCUITO INTEGRADO

Um circuito integrado, também conhecido por chip, é um dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transistores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções. Suas dimensões são extremamente reduzidas, os componentes são formados em pastilhas de material semicondutor.

A importância da integração está no baixo custo e alto desempenho, além do tamanho reduzido dos circuitos aliado à alta confiabilidade e estabilidade de funcionamento. Uma vez que os componentes são formados ao invés de montados, a resistência mecânica destes permitiu montagens cada vez mais robustas a choques e impactos mecânicos, permitindo a concepção de portabilidade dos dispositivos eletrônicos.

No circuito integrado completo ficam presentes os transistores, condutores de interligação, componentes de polarização, e as camadas e regiões isolantes ou condutoras obedecendo ao seu projeto de arquitetura.

No processo de formação do chip, é fundamental que todos os componentes sejam implantados nas regiões apropriadas da pastilha. É necessário que a isolação seja

perfeita, quando for o caso. Isto é obtido por um processo chamado difusão, que se dá entre os componentes formados e as camadas com o material dopado com fósforo, e separadas por um material dopado com boro, e assim por diante.

Após sucessivas interconexões, por boro e fósforo, os componentes formados ainda são interconectados externamente por uma camada extremamente fina de alumínio, depositada sobre a superfície e isolada por uma camada de dióxido de silício.

DIFERENÇA DE POTENCIAL

Pode-se definir a diferença de potencial entre dois pontos como a variação entre os potenciais elétricos desses dois pontos.

MICROCONTROLADOR

Um microcontrolador (também denominado MCU ou μC) é um computador num chip, contendo um processador, memória e funções de entrada/saída. É um microprocessador que enfatiza a alta integração, em contraste com os microprocessadores de uso geral (do tipo usado em computadores pessoais). Além dos componentes lógicos e aritméticos usuais dum microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais tais como memória RAM, EEPROM ou Memória flash para armazenamento de dados ou programas, dispositivos periféricos e interfaces de E/S que podem ir de um simples pinodigital do componente a uma interface USB ou Ethernet nos mais avançados (como o ARM LPC2368).

Com frequências de clock de poucos MHz ou ainda mais baixas microcontroladores são considerados lentos se comparados aos microprocessadores modernos, mas isso é perfeitamente adequado para aplicações típicas. Eles consomem relativamente pouca energia (miliwatts), e geralmente possuem a capacidade de "hibernar" enquanto aguarda que aconteça algum evento interessante provocado por um periférico, tal como o pressionar dum botão, que os colocam novamente em atividade. O consumo de energia enquanto estão "hibernando" pode ser de nanowatts, tornando-os ideais para aplicações de baixa energia e que economizem bateria.

De forma oposta aos microprocessadores, onde se super dimensiona ao máximo tendo como limite o preço que o usuário deseja investir, a escolha do microcontrolador é feita pelo projetista do equipamento. É erro de projeto super dimensionar. Cada desperdício será multiplicado pelo número de equipamentos fabricados (às vezes milhões). Por isso existem duas linhas de pesquisa paralelas, mas opostas uma criando microcontroladores mais capazes, para atender produtos de mais tecnologia como os novos celulares ou receptores de TV digital e outra para criar microcontroladores mais simples e baratos, para aplicações elementares (como um chaveiro que emite sons).

De forma diferente da programação para microprocessadores, que em geral contam com um sistema operacional e um BIOS, o programador ou projetista que desenvolve sistemas com microcontroladores tem que lidar com uma gama muito grande de desafios, fazendo muitas vezes todo o processo construtivo do aparelho: BIOS, firmware e circuitos.

RECEPTOR ELÉTRICO

O receptor elétrico é o dispositivo que transforma a energia elétrica em outra forma de energia, exceto em elétrica, sendo exemplos de receptores, a lâmpada, o chuveiro, um motor elétrico, etc.

TRANSISTOR

O transistor (ou transistor) é um componente eletrônico que começou a se popularizar na década de 1950 tendo sido o principal responsável pela revolução da eletrônica na década de 1960, e cujas funções principais são amplificar e chavear sinais elétricos. O termo vem de transfer resistor (resistor de transferência), como era conhecido pelos seus inventores.

O processo de transferência de resistência, no caso de um circuito analógico, significa que a impedância característica do componente varia para cima ou para baixo da polarização pré-estabelecida. Graças à esta função, a corrente elétrica que passa entre

coletor e emissor do transistor varia dentro de determinados parâmetros pré-estabelecidos pelo projetista do circuito eletrônico; esta variação é feita através da variação de corrente num dos terminais chamado base, que conseqüentemente ocasiona o processo de amplificação de sinal.

Entende-se por "amplificar" o procedimento de tornar um sinal elétrico mais fraco em mais forte. Um sinal elétrico de baixa intensidade, como os sinais gerados por um microfone, é injetado em um circuito (transistorizado), cuja função principal é transformar este sinal fraco gerado pelo microfone em sinais elétricos com as mesmas características, mas com potência suficiente para excitar os alto-falantes, a este processo todo se dá o nome de ganho de sinal.

REGULADOR DE TENSÃO

O regulador de tensão é projetado para manter uma tensão constante através da carga por meio do ajuste da corrente. O capacitor de desvio elimina qualquer ruído de frequência da carga (o regulador de tensão está monitorando a carga, então isso levaria a flutuações de correntes indesejadas). Ele recebe uma tensão maior do que a desejada, e a regula, reduzindo-a até a tensão desejada. Cada regulador possui uma tensão pré determinada, ou seja, se desejada a tensão de 5V, utiliza-se o regulador 7805, se desejada a tensão de 12V, utiliza-se o regulador 7812, entre outros.

MOTOR DE PASSO

O motor de passo é um transdutor que converte energia elétrica em movimento controlado através de pulsos, o que possibilita o deslocamento por passo, onde passo é o menor deslocamento angular.

Com o passar dos anos houve um aumento na popularidade deste motor, principalmente pelo seu tamanho e custo reduzidos e também a total adaptação por controle digitais.

Outra vantagem do motor de passos em relação aos outros motores é a estabilidade. Quando quisermos obter uma rotação específica de um certo grau, calcularemos o número de rotação por pulsos o que nos possibilita uma boa precisão no movimento.

Os antigos motores passavam do ponto e, para voltar, precisavam da realimentação negativa. Por não girar por passos a inércia destes é maior e assim são mais instáveis.

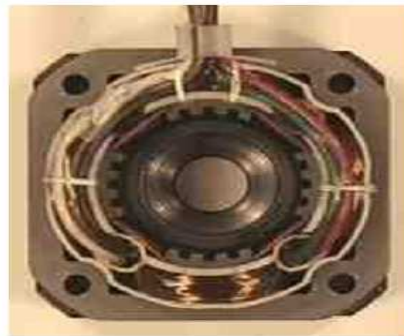
Definições para Motores a Passo

Antes de explicarmos os tipos de motores e o funcionamento em si, definiremos algumas outras expressões a fim de tornar o texto mais claro.

Rotor = É denominado rotor o conjunto eixo-imã que rodam solidariamente na parte móvel do motor.

Estator = Define-se como estator a trave fixa onde as bobinas são enroladas.

Abaixo segue uma figura onde podemos ver as partes mencionadas (o rotor à esquerda e o estator à direita).



Parâmetros Importantes

Graus por Passo = sem dúvida a característica mais importante ao se escolher o motor, o número de graus por passo está intimamente vinculado com o número de passos por volta. Os valores mais comuns para esta característica, também referida como resolution, são 0.72, 1.8, 3.6, 7.5, 15 e até 90 graus.

Momento de Frenagem = momento máximo com o rotor bloqueado, sem perda de passos.

Momento (Torque) = efeito rotativo de uma força, medindo a partir do produto da mesma pela distância perpendicular até o ponto em que ela atua partindo de sua linha de ação.

Taxa de Andamento = regime de operação atingido após uma aceleração suave.

Momento de Inércia=medida da resistência mecânica oferecida por um corpo à aceleração angular.

Auto-Indutância= determina a magnitude da corrente média em regimes pesados de operação, de acordo com o tipo de enrolamento do estator: relaciona o fluxo magnético com as correntes que o produzem.

Resistências Ôhmicas = determina a magnitude da corrente do estator com o rotor parado.

Corrente máxima do estator=determinada pela bitola do fio empregado nos enrolamentos.

"Holding Torque"=é mínima potência para fazer o motor mudar de posição parada.

Torque Residual = é a resultante de todos os fluxos magnético presente nos pólos do estator.

Resposta de Passo = é tempo que o motor gasta para executar o comando.

Ressonância = como todo material, o motor de passos tem sua frequência natural. Quando o motor gira com uma frequência igual a sua, ele começa a oscilar e a perder passos.

Tensão de trabalho=normalmente impresso na própria chassi do motor, a tensão em que trabalha o motor é fundamental na obtenção do torque do componente. Tensões acima do estipulado pelo fabricante em seu datasheet costumam aumentar o torque do motor, porém, tal procedimento resulta na diminuição da vida útil do mesmo. Destaca-se que a tensão de trabalho do motor não necessariamente deve ser a tensão utilizada na lógica do circuito. Os valores normalmente encontrados variam de +5V à +48V.

Tipos de Motores de Passo

Relutância Variável=Apresenta um rotor com muitas polaridades construídas a partir de ferro doce, apresenta também em estator laminado. Por não possuir imã, quando energizado apresenta torque estático nulo. Tendo assim baixa inércia de rotor não pode ser utilizado como carga inercial grande.

Imã Permanente=Apresenta um rotor de material alnico ou ferrite e é magnetizado radialmente devido a isto o torque estático não é nulo.

Híbridos=É uma mistura dos dois anteriores e apresenta rotor e estator multidentados. O rotor é de imã permanente e magnetizado axialmente. Apresenta

grande precisão (3%), boa relação torque/tamanho e ângulos pequenos (0,9 e 1,8 graus). Para que o rotor avance um passo é necessário que a polaridade magnética de um dente do estator se alinha com a polaridade magnética oposta de um dente do rotor.