

MAURICIO HEREDIA

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DIDÁTICOS DE MECATRÔNICA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação Lato Sensu a distância Administração em Redes Linux, para obtenção do título de especialista em Administração e Redes Linux.

Orientador  
Prof. Wilian Soares Lacerda

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

---

MAURICIO HEREDIA

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DIDÁTICOS DE MECATRÔNICA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação Lato Sensu a distância Administração em Redes Linux, para obtenção do título de especialista em administração e Redes Linux.

APROVADA em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_  
Wilian Soares Lacerda

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

---



**CONTROLE DE DISPOSITIVOS DIDÁTICOS  
DE MECATRÔNICA**

**MAURICIO HEREDIA**

**2004**

---

## SUMÁRIO

Lista de Figuras .....	VI
Agradecimentos .....	IX
Resumo .....	X
Abstract .....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Aplicações da mecatrônica.....	13
1.2 Proposta da Monografia.....	16
1.3 Estrutura da Monografia .....	18
2. O ANIMATRÔNICO... ..	20
2.1 Histórico .....	20
2.2 As partes componentes de um animatrônico.....	23
2.3 Conclusão .....	24
3. MECÂNICA DO ANIMATRÔNICO... ..	25
3.1 Animatrônico “Cabeça de Dragão” .....	26
3.2 Animatrônico “Cabeça de Gorila” .....	35
3.3 Conclusão .....	41
4. ELETRÔNICA DO ANIMATRÔNICO... ..	42
4.1 Descrição geral do circuito eletrônico .....	42
4.2 Componentes eletrônicos do circuito .....	44
4.2.1 Resistor .....	44
4.2.2 Transistor .....	45
4.2.3 Diodo .....	47
4.2.4 Relé .....	49

4.3 Funcionamento do circuito eletrônico .....	51
4.3.1 Porta Paralela .....	55
4.4 Conclusão .....	60
5. CONTROLE DO ANIMATRÔNICO VIA SOFTWARE.....	61
5.1 A linguagem de programação .....	61
5.2 Conclusão .....	66
6. RESULTADOS OBTIDOS .....	68
7. CONCLUSÃO E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE .....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75

## Lista de Figuras

Fig. 1.1: A integração das disciplinas que formam a mecatrônica .....	13
Fig. 1.2: “Mão de São Carlos” .....	14
Fig. 1.3: Braço Mecânico de linha de montagem .....	15
Fig. 1.4: Robô para vasculhar escombros .....	15
Fig. 1.5: Etapas do projeto do animatrônico .....	19
Fig. 2.1-A: Animatrônico do filme Parque dos Dinossauros .....	21
Fig. 2.1-B: Animatrônico do filme Parque dos Dinossauros com cobertura ....	21
Fig. 2.2: Árvore Mecatrônica .....	22
Fig. 2.3: Pirata Mecatrônico .....	22
Fig. 2.4: Papai Noel Mecatrônico .....	22
Fig. 2.5: Hipogrifo do filme “Harry Potter e o prisioneiro de Azkaban” .....	22
Fig. 3.1.1: Isopor utilizado para preenchimento do fantoche .....	26
Fig. 3.1.2: Peça de cano de pvc utilizado para fixação da cabeça na base ...	27
Fig. 3.1.3: Cano de pvc fixado à bola de isopor .....	28
Fig. 3.1.4: Fantoche de espuma preenchido com isopor e cano de pvc .....	29
Fig. 3.1.5: Fantoche de espuma (vista frontal) .....	29
Fig. 3.1.6: Detalhe do aro metálico para fixação do gancho de tração .....	30
Fig. 3.1.7: Movimento da mandíbula do animatrônico pela ação do mecanismo .....	31
Fig. 3.1.8: Detalhe da biela e gancho de tração .....	32
Fig. 3.1.9: Detalhe do conjunto gancho-biela-motor .....	33
Fig. 3.1.10: Animatrônico “Cabeça de Dragão” em montagem completa .....	34
Fig. 3.2.1 : Suporte isopor / pvc do fantoche .....	35
Fig.3.2.2: Vista superior da Figura 3.2.1 .....	35
Fig. 3.2.3 : Suporte montado .....	36
Fig. 3.2.4 : Olhos de boneco usados no Animatrônico .....	36

## Lista de Figuras (continuação)

Fig. 3.2.5: Suporte montado e com olhos fixados .....	36
Fig. 3.2.6: Detalhe do esqueleto com olho esquerdo colocado e led's do olho direito à mostra .....	37
Fig. 3.2.7 : Vista traseira da montagem destacando passagem dos fios dos led's .....	38
Fig. 3.2.8 : Máscara de latex do avesso destacando o gancho que será usado para movimentação da mandíbula .....	39
Fig. 3.2.9 : Animatrônico “Cabeça de Gorila” completo .....	40
Fig. 4.1.1 : Diagrama de blocos do circuito eletrônico .....	42
Fig. 4.2.1.1: Resistor .....	44
Fig. 4.2.2.1: Transistor .....	46
Fig. 4.2.3.1: Diodo .....	48
Fig. 4.2.3.2: Simbologia do Diodo .....	48
Fig. 4.2.4.1: Ilustração e configuração de contatos de um relé .....	50
Fig. 4.3.1: Circuito eletrônico do Projeto .....	51
Fig. 4.3.2: Protótipo do circuito eletrônico do Projeto .....	52
Fig. 4.3.3: Circuito eletrônico do Projeto .....	53
Fig. 4.3.4: Diagrama de blocos do funcionamento do circuito eletrônico .....	54
Fig. 4.3.1.1 : Tabela pinagem porta paralela versus sinal enviado .....	56
Fig. 4.3.1.2 : Pinagem de saída da porta paralela do microcomputador PC ...	57
Fig. 4.3.1.3 : Pinagem do conector macho do Cabo Paralelo .....	58
Fig. 4.3.1.4 : Foto conector macho cabo paralelo .....	58
Fig. 4.3.1.5 : Descrição dos pinos do conector DB25 e sua descrição .....	59
Fig. 5.1.1 : Código Fonte em Linguagem C .....	63
Fig. 5.1.2 : Continuação do Código Fonte em Linguagem C .....	64
Fig. 5.2.1 : Tela do computador executando programa de controle do animatrônico .....	67

## **Lista de Figuras (continuação)**

Fig. 6.1: Projeto finalizado – Animatrônico “Cabeça de Dragão” .....	70
Fig. 6.2: Detalhe conexão motor-mandíbula do animatrônico “Cabeça de Dragão” .....	70
Fig. 6.3 : Projeto finalizado (vista superior) – animatrônico “Cabeça de Dragão” .....	71
Fig. 6.4 : Projeto finalizado– animatrônico “Cabeça de Gorila” com tela do Programa de controle ao fundo .....	72



## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao Nosso Pai Celeste, pela oportunidade e chance de concluir mais uma etapa, em tempos onde poucos tem acesso ao banco escolar.

Ao meu orientador Professor Wilian Soares Lacerda, agradeço de coração pela paciência, incentivo e atenção ao longo dessa tutoria. A educação, simpatia e o trato para com os alunos certamente são diferenciais e qualidades, nem sempre tão comuns, mas encontrado em abundância no Professor Wilian. Deixo aqui registrado, mais uma vez, meu sincero agradecimento. Paz e luz para o grande mestre.

As minhas filhas- Aline, Rebeca e Rachel - pela reposição da energia e ânimo nos momentos de dificuldades. Grande tesouro à mim confiado pelo Plano Superior, que me esforço para ser merecedor.

Aos professores, colegas de turma, pela busca da qualidade e aprimoramento do curso. Sou grato, também, por terem me propiciado a oportunidade de retorno ao ambiente acadêmico. Um agradecimento especial à Márcia, pelo convite para o curso e pelas caronas.

“Ninguém comete erro maior do que não  
fazer nada porque só pode fazer um pouco.”  
Edmund Burke (1729-1797)

## **RESUMO**

O presente trabalho explora uma das várias aplicações do Sistema Operacional Linux, conciliando programação, eletrônica e mecânica. Fazendo uso da interface paralela e de um circuito eletrônico, é feito o controle de um animatrônico, que consiste de um boneco ou rosto controlado automaticamente . O acionamento da parte mecânica é feito por meio de um programa em linguagem C, através da porta paralela. Com o acionamento de um motor o animatrônico realiza os movimentos pré-determinados.

Apesar de não ser uma novidade, uma vez que os animatrônicos já são usados no cinema e parques temáticos desde a década de 60, o objetivo do trabalho é permitir desdobramentos que atendam escolas públicas devido ao baixo investimento (Software livre, sucata, materiais eletrônicos simples) que é necessário para sua implementação.

## **ABSTRACT**

The present work explores one of the some applications of the Operational System Linux, conciliating programming, electronics and mechanics. Making use of the parallel interface and an electronic circuit, the control of an animatronic is made, that consists of a doll or controlled face automatically. The drive of the part mechanics is made by means of a program in language C, through the parallel door. With the drive of an engine the animatronic carries through the daily pay-definitive movements.

Although not to be a newness, a time that the animatronics already are used in the thematic cinema and parks since the decade of 60, the objective of the work is to allow unfoldings that take care of public schools due to the low investment (free Software, scrap, simple electronics materials) that it is necessary for its implementation.

## 1. INTRODUÇÃO

Se a origem da palavra mecatrônica ainda é palco de inúmeras discussões e tem sua autoria reivindicada por Japão e Alemanha, sua definição já se encontra consolidada. Uma definição formal de mecatrônica é: "a integração sinérgica da engenharia mecânica de precisão com eletrônica e controle computadorizado inteligente visando os processos de projeto e manufatura de produtos". E essa definição praticamente coincide com a assumida pelo Comitê Assessor para Pesquisa e Desenvolvimento Industrial da Comunidade Européia (IRDAC).

Assim pode-se caracterizar a mecatrônica como a integração das tecnologias das áreas de engenharia mecânica, eletrônica, computação e controle, com vistas ao projeto e automação de equipamentos e processos manufaturados. Essa integração pode ser visualizada pela figura 1.1.



Fig. 1.1: A integração das disciplinas que formam a mecatrônica

Fonte: <http://www.sp.senai.br/mecatronica/Index.Asp?LinkPage=InfoMecatronica>

## 1.1 Aplicações da Mecatrônica

Na medicina, em ramificações da medicina, como a Bioengenharia, que emprega conhecimentos mecânicos, eletrônicos, físicos e, é claro, de medicina para a criação de próteses. Um exemplo, disso é o projeto desenvolvido pelos pesquisadores do Laboratório de Biocibernética e Engenharia de Reabilitação (Labciber), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP, que estão desenvolvendo uma prótese de mão eletrônica, conforme pode ser visualizado pela figura 1.2.

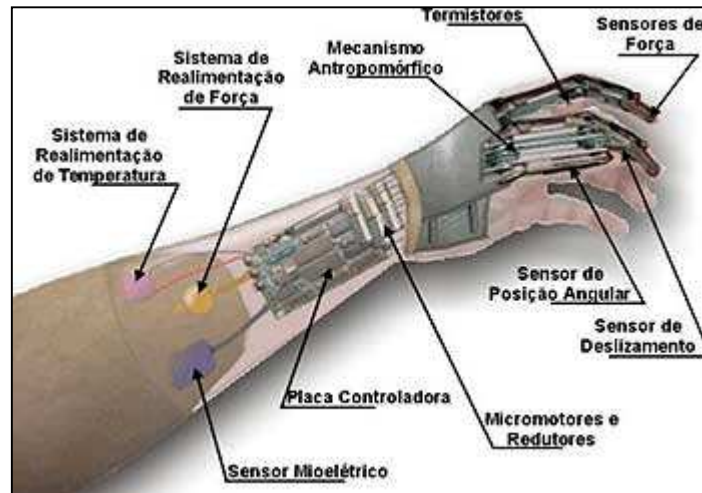


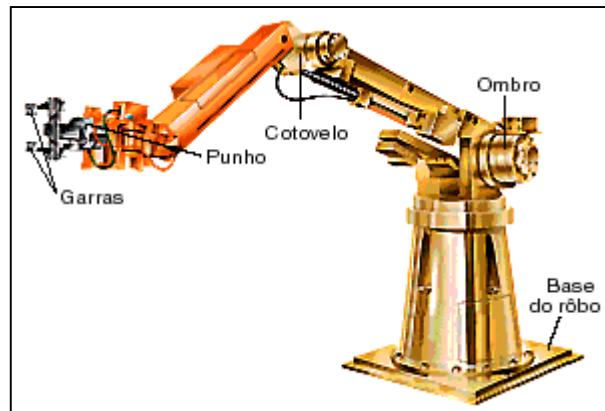
Fig. 1.2 : “Mão de São Carlos”

Além da Escola de Engenharia de São Carlos, existem outras frentes buscando o auxílio da mecatrônica, entre elas pode-se destacar a AACD – Associação de Assistência à Criança Deficiente. A AACD através de parceria com o SENAI desenvolveu uma prótese de joelho com qualidade similar à mesma prótese importada, mas com valor para o consumidor menor.

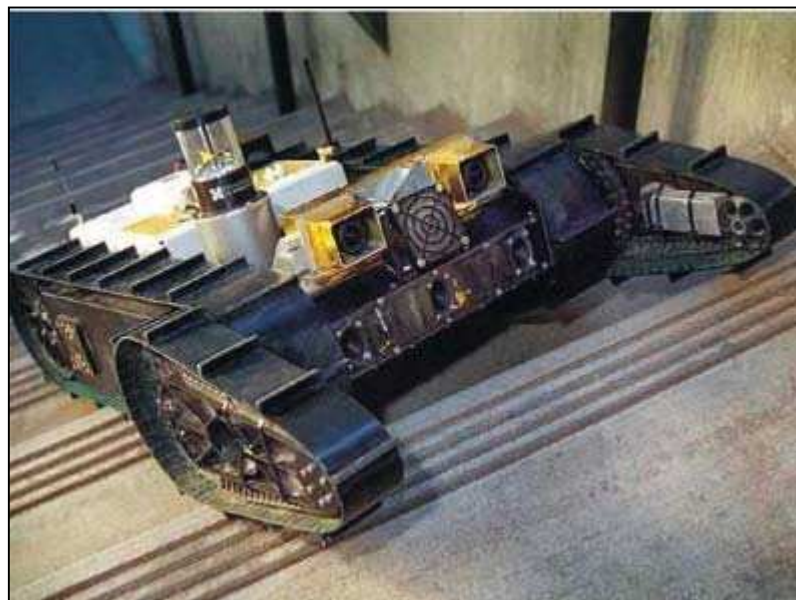
Outro segmento de emprego da mecatrônica é o da automação de processos industriais empregando-se robôs (robótica), para a execução de funções repetitivas de uma linha de montagem, conforme pode ser visualizado pela figura.1.3, ou para a realização de tarefas de risco de morte (desativação de bombas, buscas em escombros), que pode ser visualizado pela figura 1.4.

Nesse ponto é importante destacar a diferença entre robótica e animatrônica. Os robôs possuem autonomia e são capazes de tomar decisões dependendo da situação envolvida. Já os animatrônicos desempenham

movimentos previamente estipulados ou alteram esses mesmos movimentos pela intervenção humana.



**Fig. 1.3 : Braço Mecânico de linha de montagem**



**Fig. 1.4: Robô para vasculhar escombros**

## 1.2 Proposta da Monografia

O intuito dessa monografia é apresentar uma das possibilidades de integração da mecatrônica, através de um animatrônico, com o Sistema Operacional Linux.

Pode-se, dessa forma, explorar a metodologia de trabalho interdisciplinar nas escolas, que é sugerida pelos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) elaborados pelo Ministério da Educação (MEC).

Os PCNs podem ser usados pelos professores para aprimorar suas práticas educativas e inserir o educando num espaço de integração entre as diversas disciplinas.

A integração entre as várias disciplinas do currículo escolar pode ser facilitada por projetos que se utilizem do aprendizado de uma linguagem de programação e conhecimento do Sistema Operacional. A mecatrônica seria empregada como amálgama dos elementos envolvidos.

No que se refere ao trabalho interdisciplinar na sala de aula podemos destacar algumas áreas e temas:

- Matemática: consumo de energia, porcentagem, gráficos;
- Química: composição do ar e formas de transformar energias mecânicas, térmicas, elétricas em energia química e vice-versa;



- Ciências: qualidade de vida, uso da eletricidade, fontes de energia, seres vivos como inspiração (movimento das patas de um inseto, energia elétrica gerada por seres vivos (poraquê, ituí-cavalo) ;
- Inglês: trabalhos com documentações dos dispositivos utilizados que estão em inglês ou outra língua estrangeira ;
- Língua Portuguesa: elaboração de documentação técnica, contos relacionados ao tema;
- História: passado, presente e futuro da energia e sua utilização pelo homem;
- Artes: construção de maquetes, protótipos e designs;
- Geografia: recursos elétricos, formas de geração de energia, alterações no ecossistema;

### 1.3 Estrutura da Monografia

O projeto apresentado pela presente monografia consiste na elaboração de 02 animatrônicos (cabeças com movimentos mecânicos), com as seguintes características:

- cabeça com movimento de mandíbula;
- cabeça com movimentos de mandíbula boca e face, além de iluminação dos olhos.

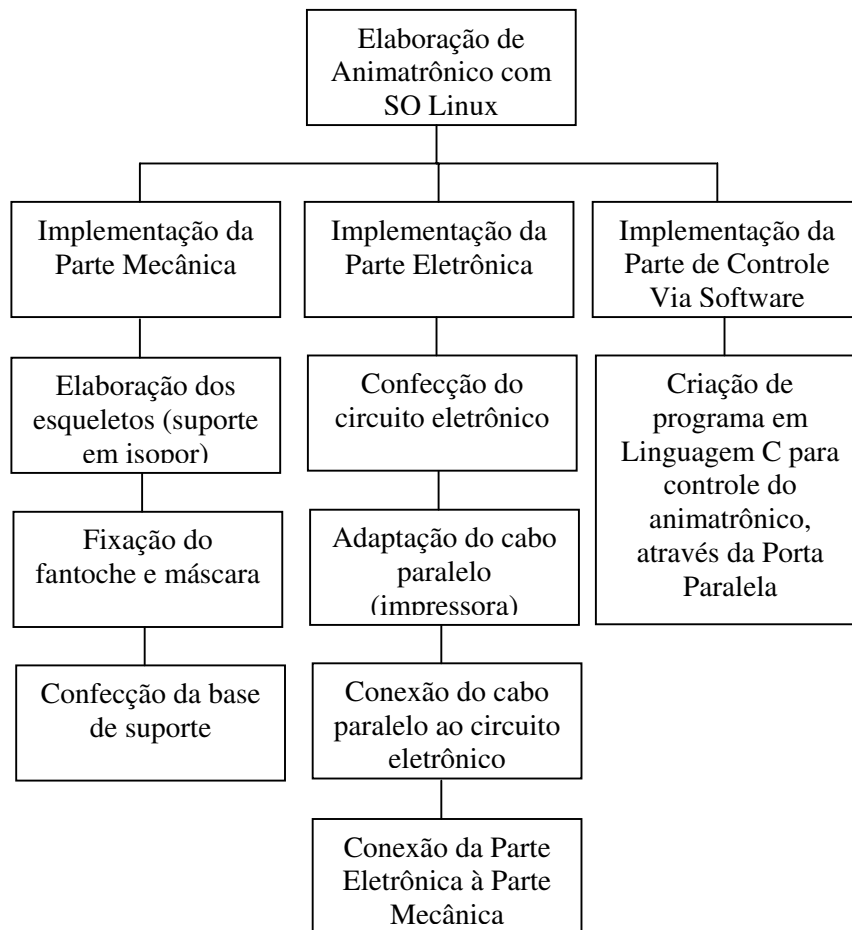
Para facilitar o entendimento, a monografia será dividida em capítulos conceituais (capítulos 01 e 02) e técnicos explanando sobre o desenvolvimento do animatrônico propriamente dito (capítulos 03, 04 e 05). As etapas do desenvolvimento do animatrônico podem ser visualizadas pelo diagrama da figura 1.5.

A monografia segue assim estruturada:

- Capítulo 01: Introdução, objetivos e estrutura da monografia;
- Capítulo 02: Conceitos básicos de um animatrônico;
- Capítulo 03: Implementação da parte mecânica do animatrônico;
- Capítulo 04: Implementação da parte eletrônica do animatrônico;
- Capítulo 05: Implementação da parte de controle via software do animatrônico;
- Capítulo 06: Resultados obtidos;
- Capítulo 07: Conclusão e propostas de continuidade.

Em linhas gerais o capítulo 01 fornece a definição da mecatrônica, seus potenciais usos e o seu emprego na área escolar, além de explicar a estrutura usada para essa monografia. O capítulo 02 ilustra os conceitos básicos de um

animatrônico, além das etapas necessárias para sua criação. Já os capítulos 03, 04 e 05 são utilizados para detalhar a elaboração do animatrônico, objeto dessa monografia, divididos por áreas (mecânica, eletrônica e programação/control), fases essas que podem ser visualizadas pela figura 1.5. O capítulo 06 detalha os resultados obtidos e no capítulo 07 são registradas as conclusões e relacionados os possíveis aprimoramentos e evoluções do projeto através de futuras implementações e melhorias.



**Fig. 1.5: Etapas do projeto do animatrônico**

## **2. O ANIMATRÔNICO**

### **2.1 Histórico**

O termo “animatrônico” foi utilizado pela primeira vez pelos engenheiros da “Walt Disney Imagineering Company” no início de 1960, para descrever o movimento dos modelos e figurinos que eram expostos na Disneylândia. O termo é uma junção das palavras animação e eletrônica e é utilizada para diferenciar dos robôs, que possuem autonomia e são capazes de tomar diferentes decisões dependendo de uma situação.

A indústria cinematográfica, na década de 70, foi uma das grandes responsáveis pela difusão dos animatrônicos, utilizando bonecos animados mecanicamente, por controle remoto ou automaticamente, em efeitos especiais.

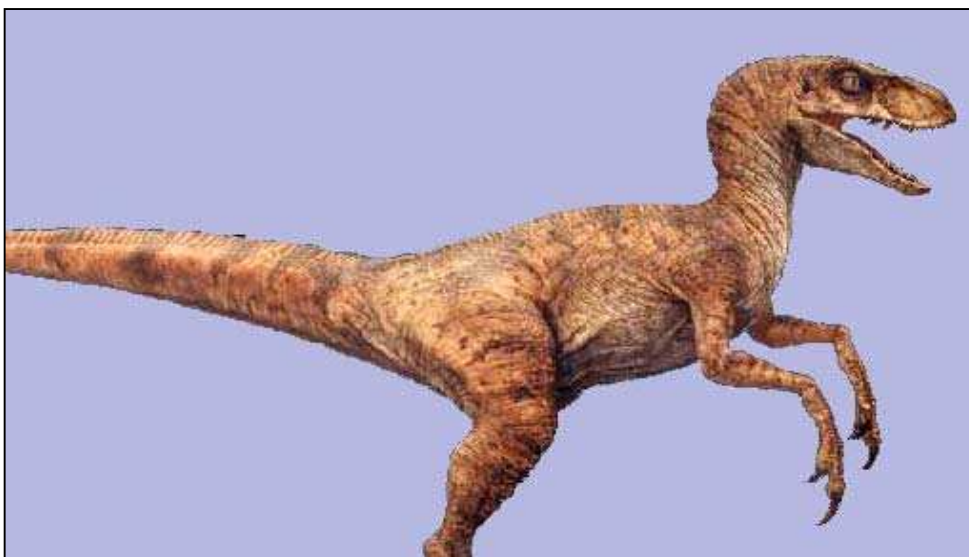
Alguns exemplos clássicos são os apresentados em filmes tais como: A.I. Inteligência Artificial (2001), O Exterminador do Futuro (1984 e 1991) e Parque dos Dinossauros, que pode ser visualizado pelas figuras 2.1-A e 2.1-B.

Mais recentemente, no filme “Harry Potter e o prisioneiro de Azkaban”, foi utilizado um animatrônico com motores e um complexo sistema hidráulico para simular os movimentos do animal para a representação de um hipogrifo - ser mitológico com cabeça de águia e corpo de cavalo - que pode ser visualizado pela figura 2.5.

Atualmente pode-se encontrar animatrônicos em museus, parques temáticos e vitrines de lojas. Conforme pode ser visualizado pelas figuras 2.2, 2.3 e 2.4.



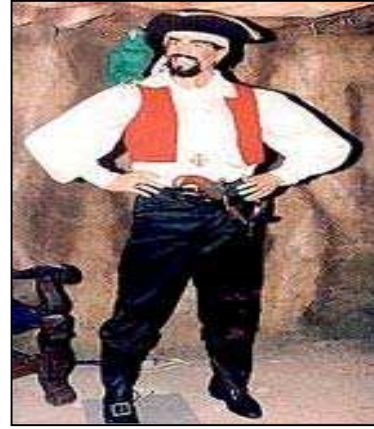
**Fig. 2.1 -A: Animatrônico do filme Parque dos Dinossauros**



**Fig. 2.1-B: Animatrônico do filme Parque dos Dinossauros com cobertura**



**Fig. 2.2: Árvore Mecatrônica**



**Fig. 2.3: Pirata Mecatrônico**



**Fig. 2.4 : Papai Noel Mecatrônico**



**Fig. 2.5 : Hipogrifo do filme “Harry Potter e o prisioneiro de Azkaban”**

A montagem de um animatrônico, pode ser dividida basicamente em três partes distintas: mecânica, eletrônica e controle. E os detalhes finais (acabamento) ficam por conta da caracterização do personagem que ele representará.

## 2.2 As partes componentes de um animatrônico

Normalmente as etapas para a montagem de um animatrônico pode ser dividida em 03 (três) partes distintas:

- mecânica do animatrônico : corresponde a estrutura interna que dá forma, tal qual um esqueleto ao animatrônico, bem como o acabamento (encobrimento do esqueleto), além dos meios utilizados para a movimentação do esqueleto, que normalmente é realizado por meio de cabos, servo-motores, pistões hidráulicos e pistões pneumáticos ou da combinação entre eles;
- eletrônica do animatrônico : refere-se ao circuito eletrônico empregado para acionamento do sistema responsável pelos movimentos - que podem ser eletromecânicos (solenóides, motores e servo-motores), pneumáticos ou hidráulicos, além da comunicação com o computador;
- controle do animatrônico : trata do uso de um software para controle e ativação do boneco. E algumas vezes a movimentação do boneco pode ser realizada por titeragem.  
Titeragem (titeritagem, titeragem ou titeritagem) é a arte de manipular bonecos, também conhecidos como títeres. Seria algo como manipular um fantoche, normalmente manipulações por bastões, polias ou alavancas podem ser exigidas para causar o efeito desejado.

### **2.3 Conclusão**

Se a indústria cinematográfica, agências de publicidade e parques de diversão são os maiores usuários dos animatrônicos, usando-os na criação de seres fantásticos e surrealistas que povoarão a fantasia do público, é possível também explorar o lado lúdico e incentivar o aprendizado.

O protótipo norteado por essa monografia visa levar para salas de aula, animatrônicos desempenhando papéis tais como: contadores de histórias, modelos vivos, simuladores, entre outras tantas possibilidades.

Como era de se esperar a montagem dos animatrônicos, a execução dos movimentos simulados (mandíbula, olhos e face) passaram pelas três etapas de montagem mencionadas anteriormente no item 2.2.



### 3. MECÂNICA DO ANIMATRÔNICO

O presente capítulo descreverá a parte mecânica dos animatrônicos desenvolvidos. Como mencionado anteriormente, foram desenvolvidos dois animatrônicos:

- um, com cabeça de dragão e movimento simples de mandíbula;
- e outro, com cabeça de gorila e movimentos de mandíbula e face, além de iluminação dos olhos.

Para a montagem mecânica dessas cabeças mecatrônicas, era necessário definir-se alguns objetivos.

Esses objetivos determinaram o tipo de material a ser empregado no esqueleto ( o termo esqueleto refere-se ao material que dá a sustentação física para o animatrônico desempenhar o movimento para o qual foi projetado), o tipo de revestimento do esqueleto e elementos físicos (alavanca, gancho, motor) necessários para a realização do movimento.

O detalhamento da mecânica empregada em cada um dos protótipos, serão descritos a seguir.

### 3.1 Animatrônico “Cabeça de Dragão”

Para essa cabeça os objetivos foram:

- deixar os elementos físicos responsáveis pelo movimento da mandíbula o mais visível possível, para efeito de demonstração;
- usar um elemento do mundo infantil – o fantoche do dragão – para ressaltar a possibilidade de sua implementação para atingir crianças na faixa etária pré-escolar.

Pelo fato do fantoche empregado ser de espuma, o seu interior - que em operação normal seria preenchido pela mão de um ser humano, foi preenchido pelo material que se comportaria como esqueleto do animatrônico.

Na montagem do esqueleto foram utilizadas bolas e pedaços de isopor, visando o preenchimento compacto e não aumentar o peso da cabeça. Outro fator determinante para a escolha do isopor foi o custo e facilidade de manipulação do mesmo. O material empregado pode ser visualizado pela figura 3.1.1.



**Fig. 3.1.1: Isopor utilizado para preenchimento do fantoche**

A esfera de isopor de diâmetro maior foi furada de maneira a permitir o encaixe do isopor fixadas à um cano de pvc, visualizado na figura 3.1.2, que possibilitou a fixação vertical da cabeça sobre uma base de madeira.



**Fig. 3.1.2: Peça de cano de pvc utilizado para fixação da cabeça na base**

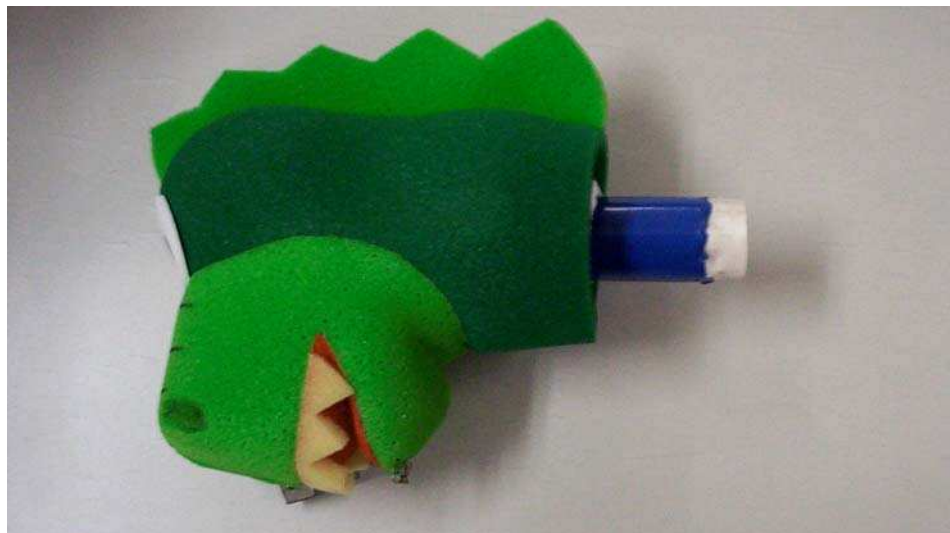
A inserção do cano de pvc no furo da bola de isopor, que pode ser visualizada pelas figuras 3.1.3, deve ter como especial cuidado o diâmetro do furo a ser feito na bola. Para isso foi realizada uma marcação na bola de isopor, pela simples pressão do cano sobre a superfície da mesma. A seguir foi realizada a perfuração do isopor, convém lembrar que o furo não será passante e sua profundidade será definida pela altura do animatrônico em relação à base de madeira.



**Fig. 3.1.3: Cano de pvc fixado à bola de isopor**

A seguir, o fantoche de espuma foi preenchido com a bola de isopor menor e pedaços de isopor, para propiciar maior consistência ao modelo.

Em seguida, foi introduzida a bola de isopor maior já fixada ao cano de pvc, para que a cabeça pudesse ser colocada na posição vertical sobre a base de madeira, conforme ilustra a figura 3.1.4 e 3.1.5.



**Fig. 3.1.4: Fantoche de espuma preenchido com isopor e cano de pvc**



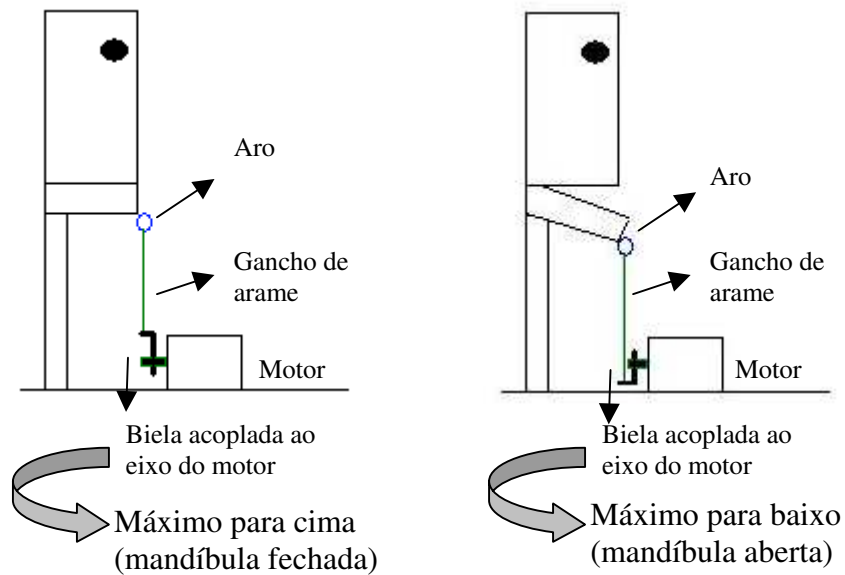
**Fig. 3.1.5 : Fantoche de espuma  
(vista frontal)**

Um aro metálico foi fixado na mandíbula inferior do fantoche para permitir a fixação do gancho de arame que iria tracionar a mandíbula para baixo. Esse aro pode ser visualizado na figura. 3.1.6.



**Fig. 3.1.6: Detalhe do aro metálico para fixação do gancho de tração**

Finalmente, ao aro é engatado um gancho de arame flexível, que por sua vez é afixado a uma placa metálica em formato de “U” que será acoplada ao eixo do motor. A idéia, é usar a placa metálica como uma biela, que transformará o movimento circular do motor em movimento linear da mandíbula, conforme pode ser visualizado pela figura 3.1.7. Coloca-se, então, o gancho de arame para interligar a biela e a mandíbula através do aro fixado na mesma.



**Fig. 3.1.7: Movimento da mandíbula do animatrônico pela ação do mecanismo aro-gancho-biela-motor**

Como podemos observar na figura 3.1.7 quando a biela está em sua altura máxima para cima, o mecatrônico permanece com a mandíbula fechada e no momento que o motor inicia o movimento de rotação de seu eixo, a mandíbula começa a se abrir, até atingir a abertura máxima que é determinada pela biela na posição mais baixa.

O detalhe da conexão do gancho com a biela pode ser visualizado na figura 3.1.8.



**Fig. 3.1.8: Detalhe da biela e gancho de tração**

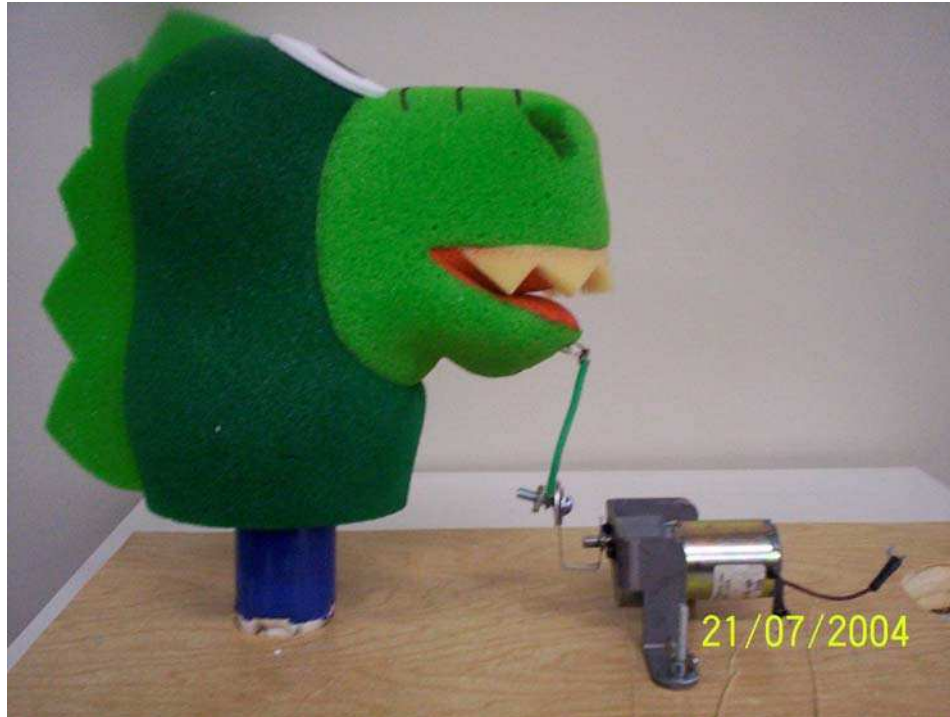
A interligação do conjunto gancho-biela-motor, pode ser visualizada na figura 3.1.9.





**Fig. 3.1.9: Detalhe do conjunto gancho-biela-motor**

O animatrônico “Cabeça de Dragão” montado sobre a base de madeira, com a conexão do gancho pode ser visualizado pela figura 3.1.10.



**Fig. 3.1.10: Animatrônico “Cabeça de Dragão” em montagem completa**

Dessa forma o acionamento do motor determina a abertura e fechamento da mandíbula e esse acionamento é feito pela parte eletrônica e de controle, que serão objetos de capítulos específicos nessa monografia.

O outro animatrônico “Cabeça de Gorila”, também passou por fases semelhantes, com pequenas alterações devido aos movimentos e ações envolvidos como veremos a seguir.

### 3.2 Animatrônico “Cabeça de Gorila”

No caso desse protótipo os objetivos buscados foram:

- ocultar fios e elementos responsáveis pelo movimento da mandíbula e face procurando dar ao protótipo um efeito mais profissional;
- usar um elemento do mundo adolescente/adulto – máscara de látex em formato de gorila – para ressaltar a possibilidade de sua implementação em outras faixas etárias e com outros enfoques (parques temáticos, feira de ciências, etc).

Assim como no caso do animatrônico “Cabeça de Dragão”, foram usados os seguintes materiais para criação do esqueleto do animatrônico: uma esfera de isopor tamanho grande, um pedaço de cano de PVC para fixação vertical, 2 (dois) olhos de boneco semi-transparentes, led’s para o efeito de brilho dos olhos e máscara de látex de gorila para cobrir o esqueleto , conforme pode ser visualizado pelas figuras 3.2.1 a 3.2.5.



**Fig. 3.2.1 : Suporte isopor / pvc do fantoche**



**Fig. 3.2.2: Vista superior da  
Figura 3.2.1**



**Fig. 3.2.3 : Suporte montado**



**Fig. 3.2.4 : Olhos de boneco usados no  
Animatrônico**



**Fig. 3.2.5 : Suporte montado e com olhos fixados**

Os led's foram fixados diretamente no isopor, transpassando o mesmo e assim permitindo a conexão dos seus terminais em série. Cada jogo de led's fixados atrás dos olhos possibilita o acendimento independente do outro, ou simultaneamente, efeito esse possibilitado pelo controle feito pelo circuito elétrico e programa. Os led's, num total de 4 (quatro), foram ligados em série, para possibilitar o acendimento dos quatro ao mesmo tempo. Os led's podem ser visualizados pela figura 3.2.6.



**Fig. 3.2.6 : Detalhe do esqueleto com olho esquerdo colocado e led's do olho direito à mostra**

Os fios usados nos terminais de cada led são passados por um furo no cano de PVC, possibilitando a conexão dos mesmos ao circuito elétrico que se encontra no ambiente externo, conforme pode ser visualizado pela figura 3.2.7.



**Fig. 3.2.7 : Vista traseira da montagem destacando passagem dos fios dos led's**

Para o movimento da mandíbula foi anexado no lado interno (avesso) da máscara um gancho, que fixado a biela, nos mesmos moldes do animatrônico

“Cabeça de Dragão” possibilita a movimentação da mandíbula do gorila, conforme pode ser visualizado pelas figura 3.2.8.



**Fig. 3.2.8 : Máscara de latex do avesso destacando o gancho que será usado para movimentação da mandíbula**

O animatrônico totalmente montado, já com o esqueleto recoberto pela máscara de látex pode ser visualizado na figura 3.2.9.



**Fig. 3.2.9 : Animatrônico “Cabeça de Gorila” completo**



### 3.3 Conclusão

Neste capítulo foi apresentado a estrutura mecânica dos dois animatrônicos propostos no trabalho. Alguns detalhes construtivos foram apresentados evidenciando a dificuldade da montagem, não só para a escolha dos materiais como também para a determinação do formato.

Os animatrônicos encontram-se montados e operacionais. Os obstáculos encontrados durante o processo foram normais do imprevisto proveniente dos materiais trabalhados.

Perda e recomeço dos esqueletos, também fizeram parte do projeto, esses fatos são um dos incentivos para busca do melhor material a ser trabalhado e a busca de interação entre eles.

Outro ponto a ser destacado é que o objetivo do mecatrônico, ou seja onde e para que finalidade será empregado, talvez seja um dos pontos determinantes para o formato do esqueleto e escolha dos itens de acabamento.

E finalmente, pode parecer óbvio e talvez redundante, mas o movimento que desejamos do animatrônico, também influenciará no formato e montagem do esqueleto do mesmo.

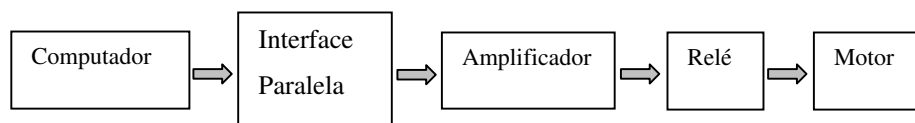
O papel desempenhado pela eletrônica no projeto será converter os sinais enviados pela porta paralela em acionamento do motor responsável pelo movimento nos animatrônicos.

## 4. ELETRÔNICA DO ANIMATRÔNICO

Neste capítulo são apresentados os detalhes da parte eletrônica de acionamento dos animatrônicos “Cabeça de Dragão” e “Cabeça de Gorila”. Será explanado sobre as características dos componentes eletrônicos usados no circuito e seu papel no funcionamento do mesmo.

### 4.1 Descrição geral do circuito eletrônico

O circuito eletrônico pode ser, resumidamente, explicado por um diagrama de blocos simples, conforme pode ser visualizado pela figura 4.1.1.



**Fig. 4.1.1 : Diagrama de blocos do circuito eletrônico**

Para facilitar o entendimento, cada bloco será tratado em separado, a saber:

- Computador: Esse bloco tem como premissa destacar a parcela de influência do computador no funcionamento do circuito. Será através de um programa em linguagem C, que serão enviados os dados para a Interface Paralela;
- Interface Paralela: A interface paralela tem como função encaminhar uma seqüência de bits, que serão os sinais amplificados, que estimularão o relé à atuar como uma chave eletrônica. Um número fornecido no programa na base decimal é transmitido na base

binária, onde o nível lógico 1 pode variar de 2,5 até 5 V e o nível lógico 0 tem como valor de tensão entre 0 à 0,8 V;

- Amplificador: Os sinais de nível lógico 1 enviados pela porta paralela com valores na faixa inferior (2,5 V), podem ser amplificados através do conjunto resistor-transistor, com o objetivo de alcançar um valor suficiente para o estímulo do relé;
- Relé: O relé desempenha o papel de chave eletrônica no circuito, possibilitando a passagem ou não da corrente elétrica que colocará o motor em movimento;
- Motor: O motor, ao receber a corrente liberada pelo relé, efetuará o movimento do eixo no sentido horário, por tempo pré-determinado pelo programa em linguagem C.

## 4.2 Componentes eletrônicos do circuito

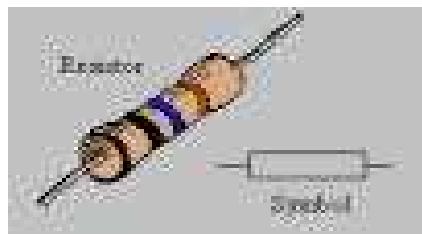
Nesta seção são apresentados as características dos componentes eletrônicos utilizados nos circuitos dos animatrônicos. A seguir, é descrito cada componente eletrônico.

### 4.2.1 Resistor

A intensidade da corrente em um circuito é determinada pela tensão aplicada e pela dificuldade que a corrente encontra para atravessar o circuito.

Para descrever a oposição oferecida pelo circuito à passagem da corrente usamos o termo resistência. Os componentes eletrônicos chamados resistores são fabricados de modo a possuírem determinados valores de resistência.

Normalmente são usados para limitar a corrente e para desenvolver tensões menores que as fornecidas pelas fontes.



**Fig. 4.2.1.1: Resistor**

#### 4.2.2 Transistor

A pesquisa que levou à descoberta do transistor buscava um substituto para as válvulas eletrônicas. O transistor é justamente isto: um substituto das válvulas.

Descobriu-se que um cristal semicondutor com duas junções (pnp ou npn) era capaz de produzir amplificações semelhantes às aquelas conseguidas com as válvulas. Em outras palavras, uma pequena corrente na camada central era capaz de controlar o fluxo maior de corrente entre as duas outras camadas.

Dessa forma, a corrente mais forte “imitava” o comportamento da corrente mais fraca. O resultado era uma versão amplificada do sinal fraco. Esse triodo semicondutor foi chamado de transistor.

O transistor pode ser empregado de muitas maneiras, mas basicamente ele desempenha duas funções: amplificação e chaveamento.

No caso da amplificação, podemos fazer uma analogia com uma torneira: girando a torneira, podemos controlar o fluxo de água, tornando-o mais forte ou mais fraco.

Em se tratando de chaveamento, podemos imaginar o transistor como um interruptor de luz: ligando o interruptor, a luz se acende; desligando o interruptor, a luz se apaga. Da mesma forma que a torneira controla o fluxo de água, o transistor controla o fluxo de corrente elétrica. E da mesma forma que o interruptor “chaveia” (liga ou desliga) a luz, o transistor pode chavear corrente

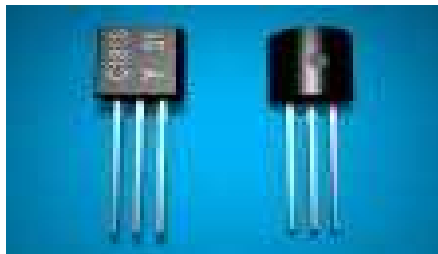
elétrica. A grande diferença, contudo, da torneira e do interruptor para o transistor é que nos dois primeiros o controle é feito pelas nossas mãos.

Já no transistor, o controle da amplificação e do chaveamento é feito por corrente elétrica. Ou seja, no transistor temos corrente elétrica controlando corrente elétrica.

Isso é importante por diversos motivos: em primeiro lugar, com o controle sendo feito por corrente elétrica, consegue-se num transistor uma velocidade de operação milhares de vezes mais rápida do que nossas mãos. Em segundo lugar, o transistor pode ser acoplado a outras fontes de sinal elétrico, como uma antena, um microfone, ou mesmo um outro transistor.

Por fim, sendo controlado por corrente, o transistor pode funcionar como uma “chave eletrônica”, sem partes móveis, muito mais rápida e eficiente do que os antigos relês (chaves eletromecânicas).

Sendo bem mais confiável, durável, barato e menor do que as válvulas (além de consumir pouquíssima energia e dissipar bem menos calor), tornou-se possível aperfeiçoar e reduzir consideravelmente de tamanho uma série de equipamentos eletrônicos, como aparelhos de rádio e televisão.



**Fig. 4.2.2.1: Transistor**

### 4.2.3 Diodo

Um diodo "ideal", é um diodo cujo comportamento seria o desejado mas não é possível alcançar na realidade. Este tipo de diodo permitiria a passagem de corrente num sentido, opondo-se no outro sentido. Esta característica tem um grande interesse na comutação dado que dela se deriva a propriedade ON-OFF (aberto-fechado).

A diferença entre um diodo ideal e um diodo real está em que o primeiro vai permitir a passagem de corrente num sentido, -não livremente-, mas que oferece uma pequena resistência e além disso, ao polarizar-se inversamente, não corta a corrente.

O diodo possui dois eletrodos chamados de cátodo e ânodo. A maioria dos diodos são feitos de materiais semicondutores, tais como silício, germânio e selênio.

Os diodos podem ser usados como retificadores, limitadores de sinal, reguladores de voltagem, chaveadores, moduladores de sinal, misturador de sinais, demoduladores de sinal e osciladores.

A propriedade fundamental de um diodo, é sua tendência de conduzir corrente elétrica em somente uma direção, como já mencionado anteriormente.

Quando o cátodo está negativamente carregado em relação ao ânodo, com uma tensão (voltagem) maior do que um certo mínimo chamada de tensão de ruptura, a corrente flui através do diodo. Se o cátodo estiver positivo em

relação ao ânodo, então o diodo não conduz. Esta é uma visão simplificada, mas vale para diodos funcionando como retificadores, chaveadores e limitadores.

Quando um sinal analógico passa por um diodo, operando num ponto próximo à tensão de ruptura, a onda será distorcida. Esta não-linearidade permite o uso do diodo como modulador, demodulador e misturador de sinais.

Diodos semicondutores podem ser projetados para produzir corrente contínua (CC) quando uma luz visível, infra-vermelha, ou ultra-violeta (UV) atingí-lo. Este diodos são chamados de células fotovoltaicas e são a base de sistemas de energia solar e de fotosensores.

Ainda um outro tipo de diodo, comumente usado em equipamentos eletrônicos, emite luz visível ou infra-vermelha quando uma corrente passa por ele. Tais dispositivos são chamados de LEDs ( light-emitting diode).



**Fig. 4.2.3.1:Diodo**



**Fig. 4.2.3.2: Simbologia do Diodo**



#### 4.2.4 Relé

Os relés são componentes eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de pequenas correntes ou tensões, ou seja, acionando um relé com uma pilha podemos controlar um motor que esteja ligado em 110 ou 220 volts, por exemplo.

O funcionamento dos relés é bem simples: quando uma corrente circula pela bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos fechando ou abrindo circuitos. Ao cessar a corrente da bobina o campo magnético também cessa, fazendo com que os contatos voltem para a posição original.

Os relés podem ter diversas configurações quanto aos seus contatos: podem ter contatos NA, NF ou ambos, neste caso com um contato comum ou central (C).

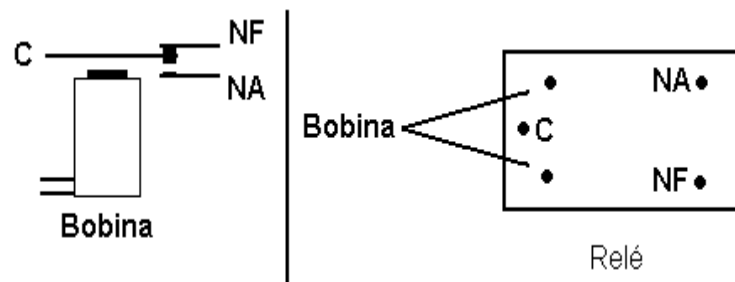
Os contatos NA (normalmente aberto) são os que estão abertos enquanto a bobina não está energizada e que fecham, quando a bobina recebe corrente. Os NF (normalmente fechado) abrem-se quando a bobina recebe corrente, ao contrário dos NA. O contato central ou C é o comum, ou seja, quando o contato NA fecha é com o C que se estabelece a condução e o contrário com o NF.

A principal vantagem dos Relés em relação aos SCR e os Triacs é que o circuito de carga está completamente isolado do de controle, podendo inclusive trabalhar com tensões diferentes entre controle e carga.

A desvantagem é o fator do desgaste, pois em todo o componente mecânico há uma vida útil, o que não ocorre nos Tiristores.

Devem ser observadas as limitações dos relés quanto a corrente e tensão máxima admitida entre os terminais. Se não forem observados estes fatores a vida útil do relé estará comprometida, ou até a do circuito controlado.

Na figura abaixo estão o desenho ilustrativo de um relé (esquerda) e a configuração mais comum dos contatos dos relés (direita).



**Fig. 4.2.4.1: Ilustração e configuração de contatos de um relé**

### 4.3 Funcionamento do circuito eletrônico

Os componentes empregados para a elaboração da parte eletrônica foram: 01 cabo paralelo DB25, 01 resistor de  $4,7 \Omega$ , 01 transistor BC337, 01 diodo 1N4148, 01 motor de corrente contínua com redutor, 01 relé e 01 fonte de alimentação de 06 V. O esquema elétrico pode ser visualizado na figura 4.3.1.

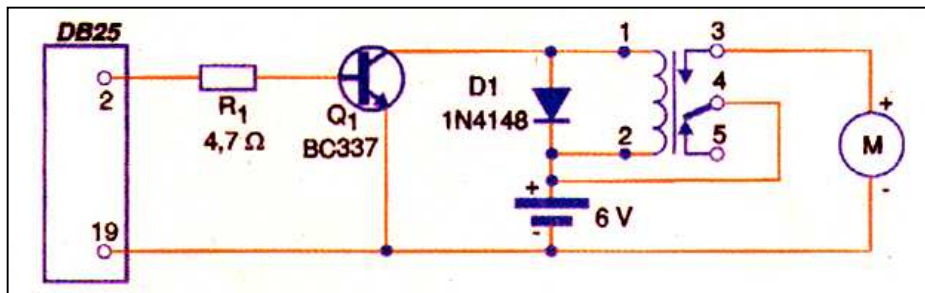
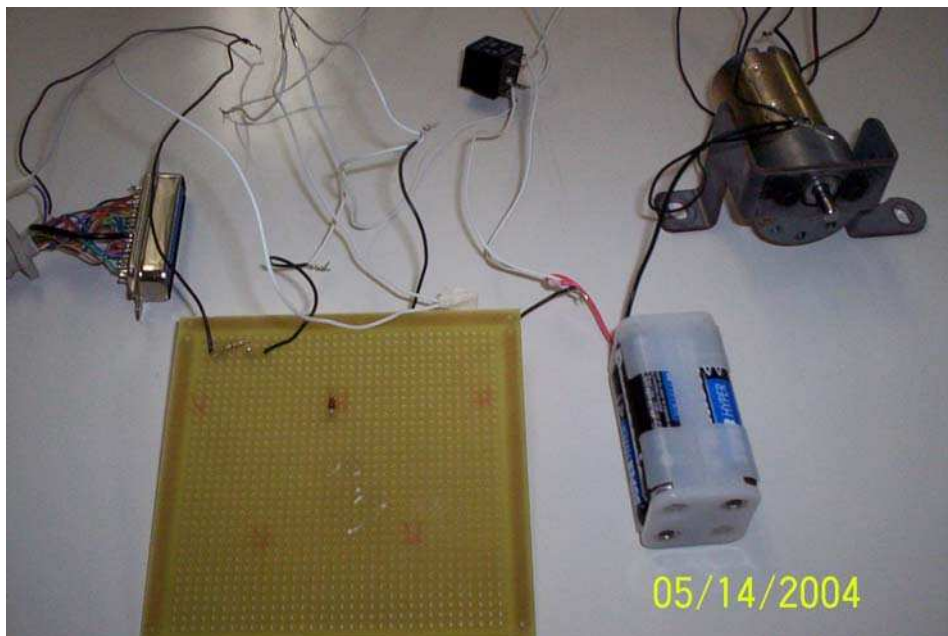


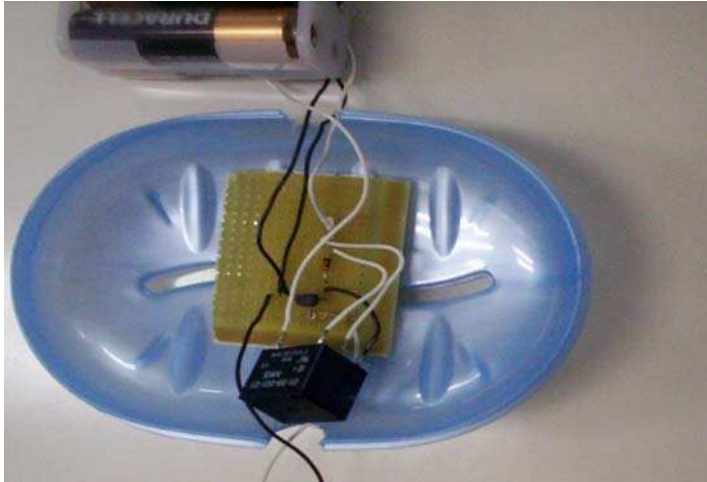
Fig. 4.3.1: Circuito eletrônico do Projeto

Antes da montagem do circuito final, foi feito um protótipo com fios, para definir a posição dos componentes sobre o circuito impresso e tamanho de fios necessários para conexão do motor e cabo paralelo, conforme pode ser visualizado pela figura 4.3.2.



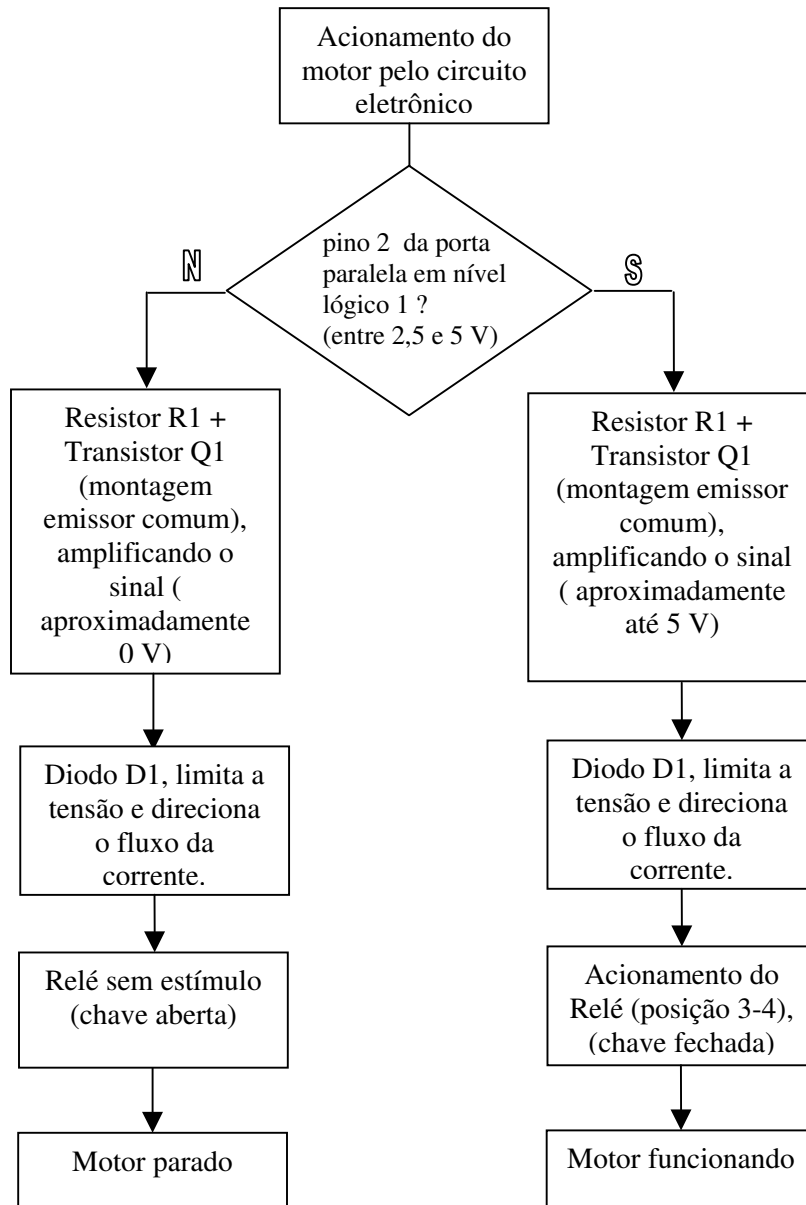
**Fig. 4.3.2: Protótipo do circuito eletrônico do Projeto**

A montagem do circuito foi feita em uma placa de circuito impresso universal e acomodada em uma caixa plástica para sua proteção, conforme pode ser visualizado pela figura 4.3.3.



**Fig. 4.3.3: Circuito eletrônico do Projeto**

O diagrama de blocos, visualizado pela figura 4.3.4, explica de maneira resumida o funcionamento do circuito eletrônico.



**Fig. 4.3.4: Diagrama de blocos do funcionamento do circuito eletrônico**

Nesse ponto do trabalho é importante detalhar-se o uso da porta paralela, que terá como função a transmissão de dados para o controle do motor que proverá o movimento ao animatrônico.

#### **4.3.1 Porta Paralela**

As portas paralelas são nomeadas pelo Sistema Operacional como LPT1, LPT2, LPT3, e assim por diante, e cada uma delas possui endereços de I/O associados.

A porta paralela nos microcomputadores ocupa os endereços 378 até 37F das portas de I/O (Input/Output ou Entrada/Saída). Cada um desses endereços de I/O possui uma função específica, e no caso da primeira impressora (LPT1) temos:

- Porta 378 (saída) - Registro de Dados:

A porta 378 é a porta de saída da paralela. Para enviar algum byte para o dispositivo, é necessário escrevê-lo nesta porta. Normalmente a porta 378 é usada somente para saídas. Algumas paralelas permite o uso bi-direcional. Isso é mais comum em notebooks ou laptops. Os bits desta porta são enviados para os pinos de dados da paralela.

- Porta 379 (entrada) – Registro de Status:

A porta 379 é usada para ler sinais da paralela enviados pelo dispositivo. Normalmente a porta paralela é utilizada para a conexão do computador à impressoras e dessa forma os sinais mais comumente recebidos são: acknowledge, busy, paper end, select e error/fault.

- Porta 37A (controle) – Registro de Controle:

A porta 37A possui alguns sinais de controle da impressora. Esses sinais são enviados para a impressora para fazê-la realizar alguma função específica que não é coberta pelos pinos de dados da porta 378. Os sinais enviados são: strobe, auto feed e printer init. Esta porta é somente utilizada para escrita.

Os sinais enviados pela porta paralela, podem ser visualizados na figura 4.3.1.1.

Pino	Sinal
1	Strobe
2	Data 0
3	Data 1
4	Data 2
5	Data 3
6	Data 4
7	Data 5
8	Data 6
9	Data 7
10	Acknowledge
11	Busy
12	Paper end
13	Select
14	Auto feed
15	Error/fault
16	Printer init
17	Select
18	GND
19	GND
20	GND
21	GND
22	GND
23	GND
24	GND
25	GND

**Fig. 4.3.1.1 : Tabela pinagem porta paralela versus sinal enviado**



O DB25 é um conector que fica na parte de trás do gabinete do computador, e é através deste, que o cabo paralelo se conecta ao computador para poder enviar e receber dados, conforme pode ser visualizado pela figura 4.3.1.2.

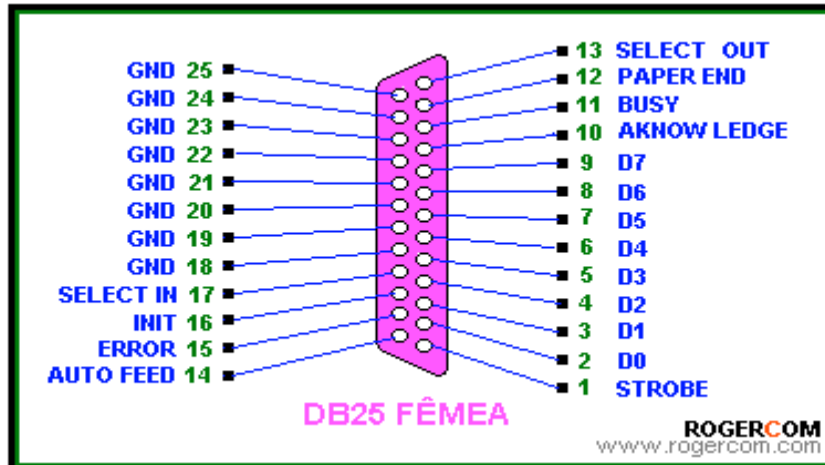
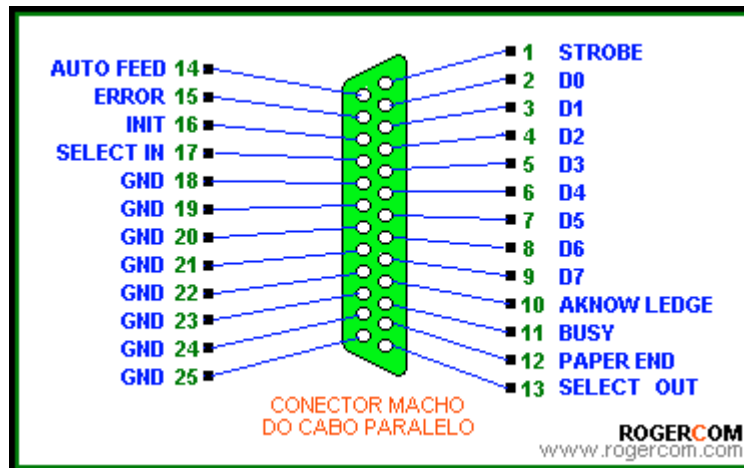


Fig. 4.3.1.2 : Pinagem de saída da porta paralela do microcomputador PC

No DB25, um pino está em nível lógico 0 quando a tensão elétrica no mesmo está entre 0 à 0,8 V. Um pino se encontra em nível lógico 1 quando a tensão elétrica no mesmo está acima de 2,5 e até 5 V.

Dessa forma o programa em linguagem C, cujo código fonte encontra-se detalhado na figuras 30 e 31, irá se utilizar dos pinos 02 e 19 do cabo paralelo, respectivamente D0 (dado) e GND (terra), conforme pode ser visualizado pelas figuras 4.3.1.3 e 4.3.1.4.



**Fig. 4.3.1.3 : Pinagem do conector macho do Cabo Paralelo**



**Fig. 4.3.1.4 : Foto conector macho cabo paralelo**

Cada informação a ser enviada pelo programa acionará o circuito fazendo o motor girar ou parar, sempre pelo valor do nível lógico enviado pelo pino 02 (D0).

A relação entre a pinagem do conector DB25, descrição e sentido de envio da informação, pode ser visualizada pela figura 4.3.1.5.

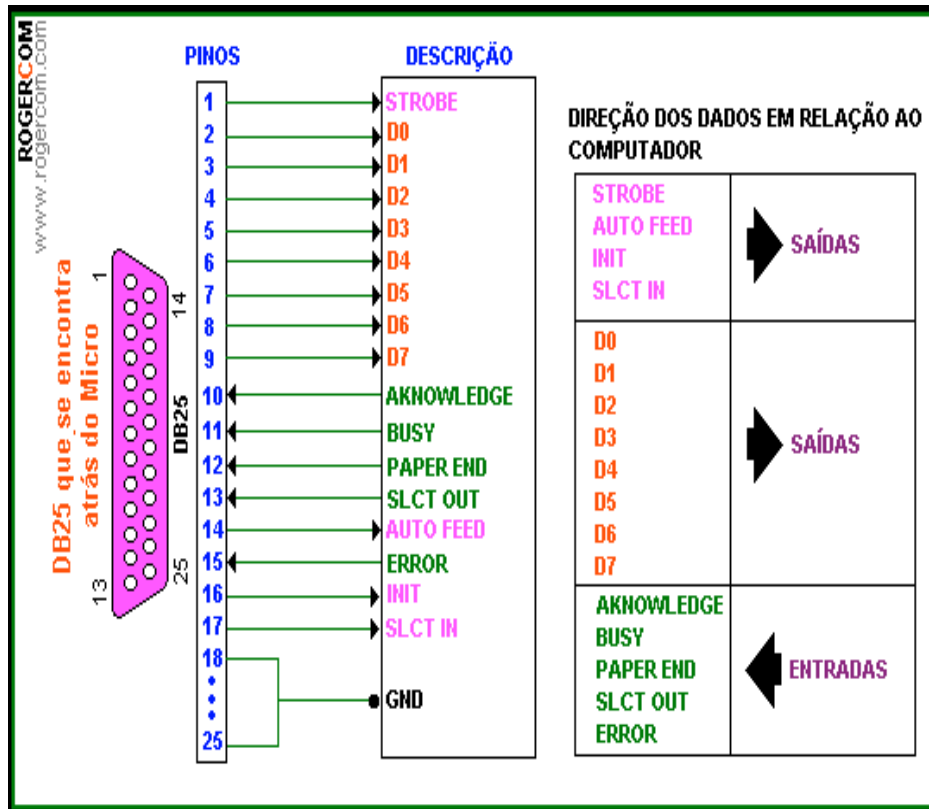


Fig. 4.3.1.5 : Descrição dos pinos do conector DB25 e sua descrição

Os dados enviados pelos pinos de dados (D0 à D7), são tratados pelo programa em linguagem C, que tem como objetivo principal criar uma interface com o usuário para o acionamento do animatrônico. Esse item seria o responsável pelo controle do animatrônico.

#### **4.4 Conclusão**

Este capítulo abordou os componentes eletrônicos utilizados na montagem do circuito elétrico do animatrônico.

Foi trabalhado, também, a teoria de cada componente utilizado e seu papel no funcionamento do circuito.

O papel desempenhado pela porta paralela, mereceu um maior destaque, devido tratar-se de fronteira entre a eletrônica e a programação. Pois, através da mesma (bits D0 a D7) serão enviados os sinais em nível lógico 1, originados pelos comandos do programa em linguagem C, que acionarão o motor e/ou olhos dos animatrônicos.

Os dados em nível lógico 1 (com tensão de valor aproximado em 5V) enviados pela porta paralela (bits de dados D0-D7), fazem o relé “chavear” para uma posição de chave fechada, permitindo o acionamento do motor. De maneira semelhante um dado enviado com nível lógico 0 (tensão de valor aproximado a 0V), fará com que o relé abra a chave interrompendo a passagem de corrente elétrica ao motor e por conseguinte parando seu funcionamento.

A seguir é descrito o programa de controle dos animatrônicos implementados em linguagem C utilizando a plataforma Linux.

## **5. CONTROLE DO ANIMATRÔNICO VIA SOFTWARE**

O controle do animatrônico é feito através de um programa em linguagem C, utilizando-se da porta paralela do computador PC, tendo em vista a facilidade de conexão, programação e uso, além da vasta quantidade de informações disponíveis em meio eletrônico ou impresso. O programa de controle dos animatrônicos será objeto deste capítulo.

### **5.1 A linguagem de programação**

Optou-se pelo uso da Linguagem C, pela mesma ser encontrada nas várias distribuições Linux, por seu potencial e integração com o hardware e pela vasta literatura disponível em livros e na Internet.

O programa é responsável pelo acionamento do motor, levando o nível lógico do pino 02 para 1 e parando o motor quando coloca o mesmo pino em nível lógico 0.

O funcionamento do programa pode ser explicado pelos seguintes etapas:

1<sup>a</sup>- Inclusão das bibliotecas;

2<sup>a</sup>- Criar uma variável global, denominada porta com o endereço em hexadecimal da porta paralela do computador;

3<sup>a</sup>- Criada uma variável para selecionar a opção do usuário (menu);

4ª- Inicia-se o programa com o valor 0 (zero) em hexadecimal sendo direcionado para a porta paralela, o objetivo é inicializar o programa e evitar que qualquer outro programa ou aplicação envie um dado ao circuito, causando o acionamento indevido;

5ª- Através da opção do menu é ativada uma subrotina que aciona o mecanismo do animatrônico por tempos diferentes condizentes aos movimentos a serem executados;

6ª- As subrotinas (movimento01, movimento02 e movimento03) são responsáveis respectivamente pelo movimento de mandíbula, movimento dos olhos (acendimento) e movimento de mandíbula e olhos.

A listagem do código fonte do programa usado para o controle do animatrônico pode ser visualizado pelas figuras 5.1.1 e 5.1.2.

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <asm/io.h>

#define porta 0x378
main()
{
    char ch; /* variavel para escolha da opcao no menu */
    if (ioperm(porta, 3, 1)) {perror("ioperm"); exit(1);}
    /* (ioperm(porta,3, 1):
    => porta -> Endereco inicial de permissao de acesso (0x378)
    => 3 -> Endereco final de permissao de acesso (0x378, 0x379, 0x37A)
    => 1 -> Permissao para o programa, retornando 1 se permite acesso */
    outb(0,porta);
    /* outb (0, porta):
    => 0 -> valor a ser enviado para Porta Paralela (00000000)
    => porta -> Endereco da Porta Paralela a ser usada (0x378) */
    do
    {
        system("clear");
        printf("Controle do LIKong - Gorila Mecatronico em Linux\n");
        printf("-----\n");
        printf("Suas opcoes sao : \n");
        printf("\n\n 1. Movimento Mandibula \n");
        printf(" 2. Movimento Olhos \n");
        printf(" 3. Movimento de Mandibula e Olhos \n");
        printf(" 9. Sair \n");
        printf("Selecione sua opcao : ");
        do
        {
            ch = getchar();
            fflush(stdin);
        } while (ch < '1' || ch > '9');
        printf("\n");
    }
}

```

**Fig. 5.1.1 : Código Fonte em Linguagem C**

```

switch(ch)
{
case '1': movimento01();
break;
case '2': movimento02();
break;
case '3': movimento03();
break;
case '9': outb(0,porta);
break;
}
} while (ch != '9');
}

/* A funcao movimento01 envia o numero decimal 1 (ou em binario 00000001) para a
porta paralela (bit de dado D0)
e aciona o motor que movimenta a mandibula*/
movimento01()
{
outb(1,porta);
sleep(16);
outb(0,porta);
}

/* A funcao movimento02 envia o numero decimal 2 (ou em binario 00000010) para a
porta paralela (bit de dado D1)
e aciona os leds que iluminaram os olhos*/
movimento02()
{
outb(2,porta);
sleep(10);
outb(0,porta);
}

/* A funcao movimento03 envia o numero decimal 3 (ou em binario 00000011) para a
porta paralela (bit de dado D0 e D1)
e aciona o motor que movimenta a mandibula e o acendimento dos olhos*/
movimento03()
{
outb(3,porta);
sleep(16);
outb(0,porta);
}

```

**Fig. 5.1.2 : Continuação do Código Fonte em Linguagem C**



Os passos para a criação do programa, são os seguintes:

1º- Digitação do programa, salvando o programa fonte com extensão .c;

2º- Compilação do mesmo pela sintaxe:

**gcc -O <nome do programa>.c -o <nome do executável>**

3º- O usuário para executar esse tipo de programa precisa ter acesso às portas utilizadas, então, caso seja necessário deve-se definir a permissão do programa pelo comando:

**chmod +s <nome do executável>**

O comando chmod altera as permissões de arquivos ou diretórios. As opções disponíveis, mais usuais, para tal são “**rwX**”, onde :

- r : read (leitura);
- w : write (escrita);
- x : execute (execução);

No caso da opção “+s”, isso significa configurar um usuário ou grupo específico (group ID) para execução de um arquivo.

4º- Para sua execução, digitar o seguinte comando:

**./<nome do executável>**

## 5.2 Conclusão

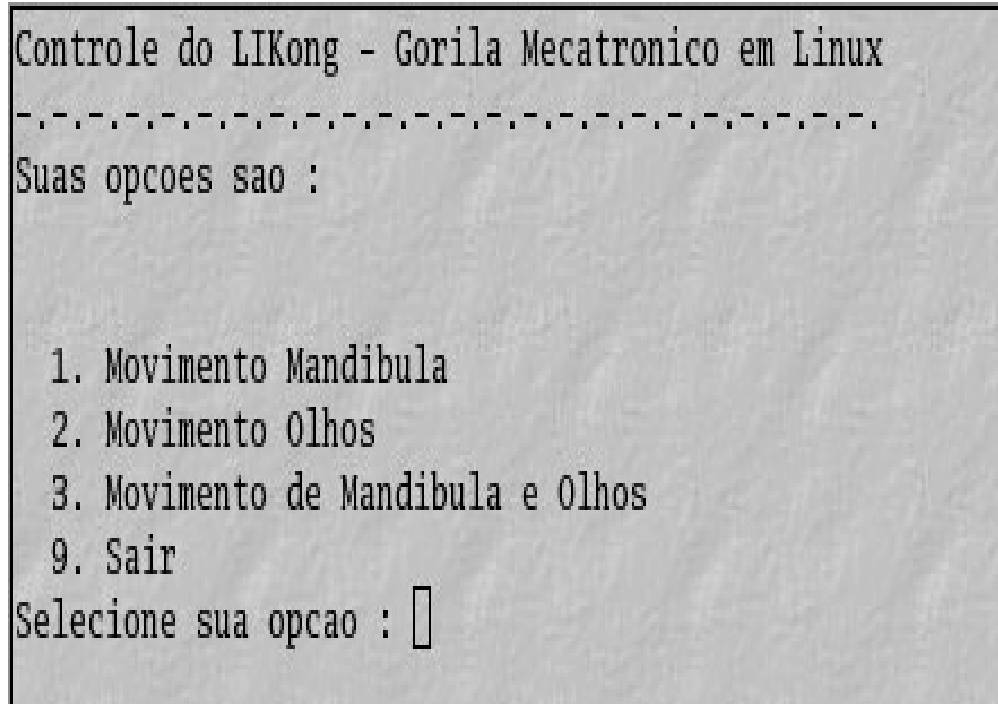
Nesse capítulo foi abordado o desenvolvimento do programa em linguagem C, que em linhas gerais, controla o acionamento ou parada do motor e/ou olhos dos animatrônicos.

Através do programa (comando: `comando outb(1,porta)`) é designado por qual dos pinos da porta paralela (bits de dados D0 a D7), será enviado o sinal ao circuito eletrônico. Uma vez que o número decimal 1, convertido para o sistema binário (00000001), envia sinal de nível lógico 1 somente para o pino D0 e nível lógico 0 para os demais pinos.

Alguns cuidados devem ser tomados pelo programa, como garantir que a porta paralela está livre (comando: `ioperm(porta, 3, 1)`), e enviar um sinal de nível lógico 0 para todos os pinos de dados (comando: `outb(0,porta)`) garantindo a parada completa do circuito.

Dentre os principais resultados alcançados com o uso da linguagem C, podemos destacar a facilidade para o controle da porta paralela. A possibilidade de colocar-se em prática, algo trabalhado teoricamente no decorrer do curso, também pode ser objeto de destaque. Bem como a perfeita integração entre o sistema operacional Linux, linguagem de programação e hardware, unidas pela linguagem computacional.

A tela do programa em linguagem C pode ser visualizada na figura 5.2.1.



**Fig. 5.2.1 : Tela do computador executando programa de controle do animatrônico**

Uma interface gráfica seria um grande atrativo e melhoria para o projeto, podendo ser desenvolvida em linguagens que possibilitem esse suporte.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram frutos da utilização dos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, procurando integrar alguns dos vários segmentos da informática e eletrônica (programação, hardware, mecatrônica e Sistema Operacional), para a criação do animatrônico.

A utilização de diferentes elementos para a criação do animatrônico, possibilitou a constatação prática das dificuldades e diferenças encontradas para manipulação e adequação dos mesmos para o êxito do projeto.

Durante o desenvolvimento do projeto, como se era esperado, foram surgindo novas idéias e possibilidades de implementações buscando a melhoria do mesmo.

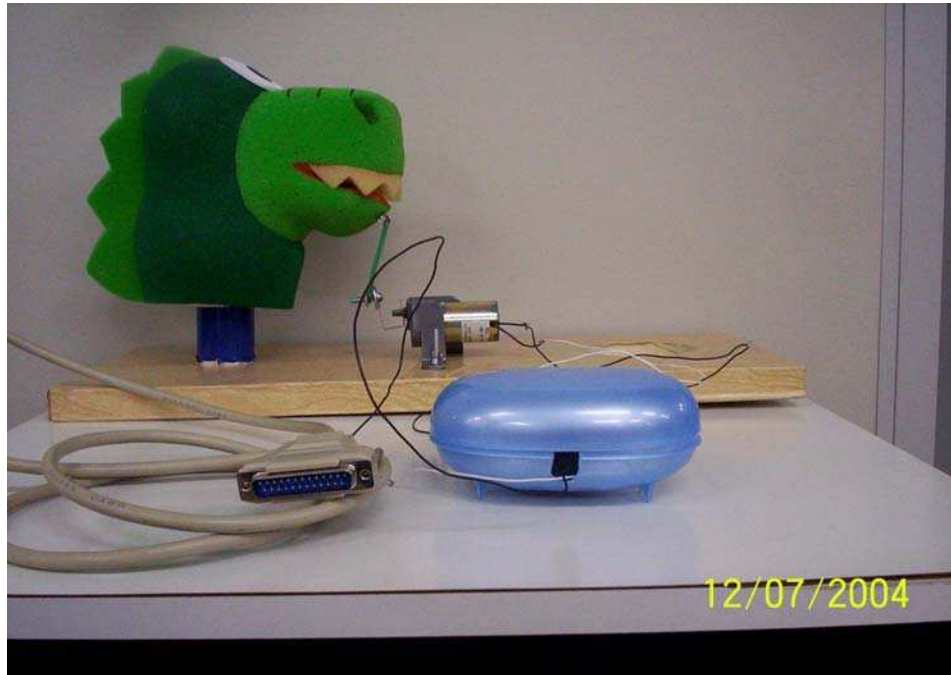
É importante destacar, que somente o conhecimento estritamente técnico não garante o sucesso do projeto. São necessários, também, a criatividade, experimentação e habilidade manual, mas esses pré-requisitos são facilmente amenizados pelo empenho e envolvimento com o projeto.

As figuras 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 ilustram o projeto finalizado, com os animatrônicos montados e prontos para uso.

O animatrônico “Cabeça de Dragão”, cabo paralelo, circuito eletrônico (caixa azul) e motor são exibidos em vista lateral, conforme pode ser visualizado pela figura 6.1.

Já a conexão do motor com a mandíbula do animatrônico foi destacada pela figura 6.2. E finalmente, a figura 6.3 procura através de uma imagem em vista superior do animatrônico “Cabeça de Dragão”, permitir uma melhor visualização dos elementos envolvidos no projeto, além de possibilitar uma melhor percepção de suas reais dimensões.

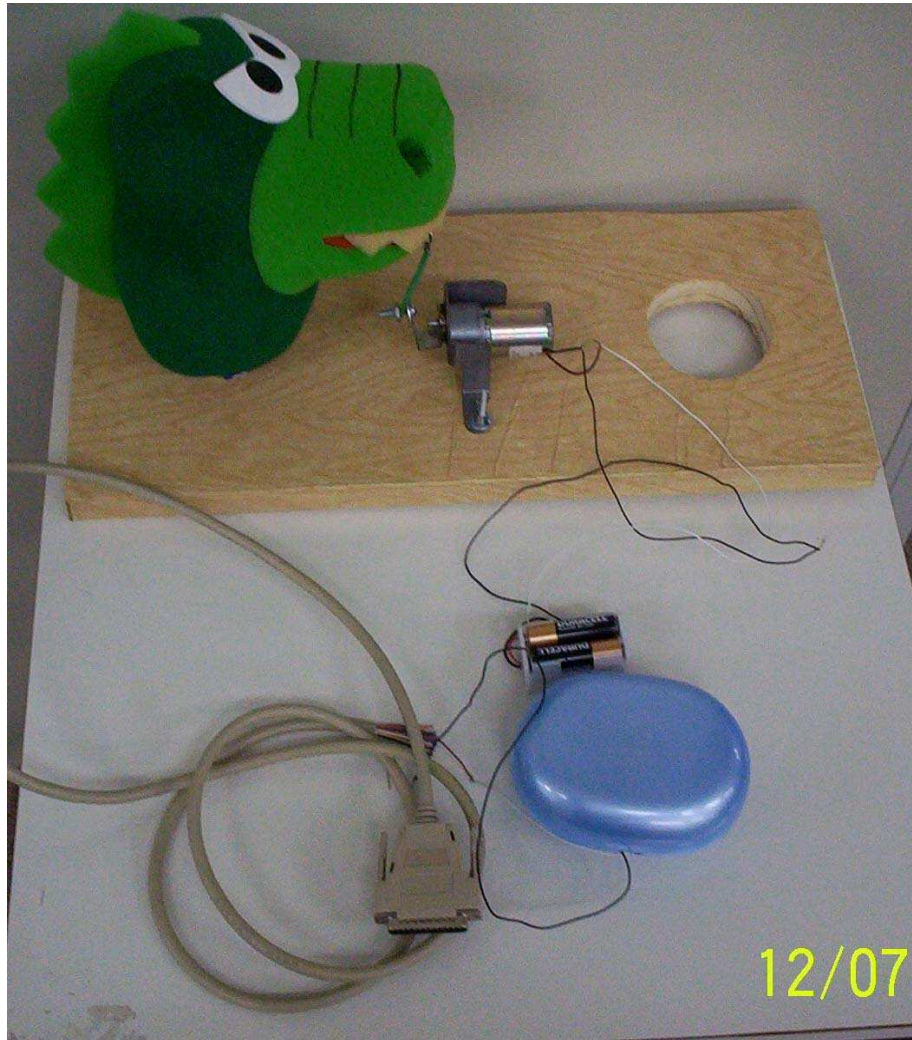
E finalmente, a figura 6.4 destaca o animatrônico “Cabeça de Gorila” montado tendo em segundo plano o monitor exibindo o menu de comando do programa de controle.



**Fig. 6.1: Projeto finalizado – Animatrônico “Cabeça de Dragão”**



**Fig. 6.2: Detalhe conexão motor-mandíbula do animatrônico “Cabeça de Dragão”**



**Fig. 6.3 : Projeto finalizado (vista superior) – animatrônico “Cabeça de Dragão”**



**Fig. 6.4 : Projeto finalizado– animatrônico “Cabeça de Gorila” com tela do programa de controle ao fundo**



## 7. CONCLUSÃO E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

Como resultado geral obtido, temos a implementação de dois animatrônicos simples, de baixo custo e sem necessidades de conhecimentos aprofundados de eletrônica e computação.

O uso do Sistema Operacional Linux e da linguagem C, oferecem a possibilidade de implementação da solução em estações 486, possibilitando assim, o reaproveitamento de hardware obsoleto.

O emprego de sucatas e materiais de baixo custo (componentes eletrônicos, fios, fantoche, máscara, etc) para a elaboração do projeto facilitam sua viabilidade econômica, mesmo em escolas da rede pública.

Por não necessitar de um circuito eletrônico muito sofisticado, os conhecimentos exigidos dessa área não são extensos e assim o projeto pode ser aproveitado tanto didaticamente - ensinando/difundindo o Sistema Operacional Linux, a linguagem C e conceitos práticos de eletricidade e mecânica – como efetuando aprimoramentos pode-se obter projetos mais avançados e sofisticados.

Alguns dos possíveis aprimoramentos e desdobramentos dessa monografia podem ser :

- simulação de fala através de um circuito que aciona o motor responsável pelo movimento da boca do animatrônico, a partir dos sinais de áudio que sejam injetados no circuito, criando um motor rítmico e simulando o ato da fala;

- acréscimo de movimentos faciais através da inserção de novos motores e servo-motores possibilitando movimento do pescoço, olhos entre outros;
- criação de uma interface gráfica em Linguagem Kylyx para controle do dispositivo mecatrônico;
- controle de robôs e/ou animatrônicos por interface Web, onde o animatrônico estivesse ligado pela porta serial ou paralela e através de uma conexão via Web fosse ativado/desativado;
- uso de rádio-frequência para controle de robôs e/ou animatrônicos;
- criação de um “contador de histórias animatrônico” , com controle de emissão de som e sincronismo de movimento de boca e expressão facial, que poderia ser didaticamente útil em escolas infantis;
- elaboração de próteses ou simuladores de movimentos humanos;
- simulação de audição, por meio de um microfone acoplado ao mecatrônico seria possível , ao operador do mesmo, à distância ouvir o pedido de uma pessoa e realizar o movimento solicitado;
- elaboração de um device driver para controle do animatrônico, por interface paralela ou serial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, Luiz Henrique C.. Construindo um animatrônico. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 2, v. 12, p. 32 - 35, Julho-Agosto 2003.

VIEIRA, Sérgio. Animatrônica: tecnologia e mercado. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 2, n. 12, p. 11 - 13, Setembro-Outubro 2003.

BERNARDES, Luiz Henrique C, PASSOS, Júlio Cesar F. dos, SOARES, Márcio José. Acionando um animatrônico com servo. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 2, n. 12, p. 16 - 19, Setembro-Outubro 2003.

RODRIGUES, Leonardo. Dispositivos Animatrônicos : Noções básicas. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 3, n. 13, p. 22 - 24, Novembro-Dezembro 2003.

SANTOS, Paulo G dos. Usando a mecatrônica como ferramenta de ensino. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 3, n. 14, p. 24 - 25, Janeiro-Fevereiro 2004.

BERNARDES, Luiz Henrique Corrêa, SOARES, Márcio José. A cabeça animatrônica. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 3, n. 14, p. 26 - 33, Janeiro-Fevereiro 2004.

RODRIGUES, Leonardo. Olho animatrônico. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 3, n. 15, p. 30 - 33, Março-Abril 2004.

VIEIRA, Sérgio. Bioengenharia: oportunidade para mecatrônicos. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, Ano 3, n. 15, p. 10 - 13, Março-Abril 2004.

GIACOMIN, João Carlos. Introdução à Linguagem C, Lavras, Ufla/Faepe, 2002.

RESENDE, Antonio Maria Pereira de. Monografia, Lavras, Ufla/Faepe, 2002.

Enciclopédia Record de Eletricidade e Eletrônica , v. 1, Rio de Janeiro, Record, 1980.

Enciclopédia Record de Eletricidade e Eletrônica , v. 2, Rio de Janeiro, Record, 1980.

Enciclopédia Record de Eletricidade e Eletrônica , v. 5, Rio de Janeiro, Record, 1980.

MILLAN, Jacob, Eletrônica: Dispositivos e Circuitos, v. 1, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1981.

Mestrado em mecatrônica da Universidade Federal da Bahia. [on line].

Disponível na Internet via www.

url:<http://www.mecatronica.ufba.br/oquee.html>

Arquivo capturado em 27 de março de 2004.

Faculdade Senai de tecnologia mecatrônica. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.sp.senai.br/mecatronica/Index.Asp?LinkPage=InfoMecatronica>

Arquivo capturado em 27 de março de 2004.

Roboarte Mecatrônica. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.roboarte.com.br>

Arquivo capturado em 27 de março de 2004.

FREITAS, Alberto. Mecatrônica – O que é mecatrônica. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: [http://www.freitas.eng.br/mecatronica/oque\\_e.html](http://www.freitas.eng.br/mecatronica/oque_e.html)

Arquivo capturado em 27 de março de 2004.

Porta Paralela. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.portaparela.hpg.ig.com.br/hard.htm>

Arquivo capturado em 01 de abril de 2004.

ANTUNES, Rodrigo O. R.. Controle da Paralela. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.i2.com.br/~rora/aulas/topicos/paralela/>

Arquivo capturado em 01 de abril de 2004.

Gmdsoft. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: [http://www.gmdsoft.de/haumann/classes/SDL\\_snd/](http://www.gmdsoft.de/haumann/classes/SDL_snd/)

Arquivo capturado em 10 de abril de 2004.

ANDERSON, Peter H.. Use of a PC Printer Port for Control and Data Acquisition. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.comp.ufla.br/~lacerda/dicas/paralela/artigo.html>

Arquivo capturado em 10 de abril de 2004.

SÁ, João Henrique G. de. Acesso à porta paralela através do Linux. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.rogercom.com/pparalela/ControlLinux.htm>

Arquivo capturado em 10 de abril de 2004.

CAVALCANTI, Eric. Controle de dispositivos externos através da porta paralela utilizando C#. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: [http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id\\_ac=254&sub=0](http://www.linhadecodigo.com.br/artigos.asp?id_ac=254&sub=0)

Arquivo capturado em 10 de abril de 2004.

ROSA, Agostinho. O que é transistor. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.agostinhososa.com.br/artigos/transistor-indice.html>

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.

GUIZZO, Érico Marui. O microchip. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: [http://www.lsi.usp.br/~chip/como\\_funcionam.html](http://www.lsi.usp.br/~chip/como_funcionam.html)

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.

Colégio Técnico da UFMG. O diodo. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.coltec.ufmg.br/alunos/210/condutores/diodo.htm>

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.

MELLO, Paulo Júlio Achôa, Diodo. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.paulojam.hpg.ig.com.br/D/diodo.html>

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.

Eletrônica Alunos do Senai. Relé. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: <http://www.eletronicasenai.hpg.ig.com.br/analogica/rele.htm>

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.

JLC Eletrônica. Resistências. [on line].

Disponível na Internet via www.

url: [http://clientes.netvisao.pt/jluisbai/kani\\_%202002/esquemas.htm](http://clientes.netvisao.pt/jluisbai/kani_%202002/esquemas.htm)

Arquivo capturado em 29 de junho de 2004.