

UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL
ENGENHARIA ELÉTRICA

PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
PARA INTERFACEAMENTO ELETRÔNICO

São Paulo - SP
2016



CETEC - UNICSUL

**PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
PARA INTERFACEAMENTO ELETRÔNICO**

FABIO MACHADO MURACA RGM: 80540-8

ISAQUE SACOMANI CASEIRO RGM: 95775-5

KAIO RODRIGUES DE SOUZA RGM: 89885-6

RAFAEL FELIPE PAULO RGM: 82268-0

VANDERLEY E. DE SOUZA RGM: 128963-2

PROFESSOR ORIENTADOR: ROBERTO VICHINSKY

São Paulo

2016

**PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
PARA INTERFACEAMENTO ELETRÔNICO**

Aluno: _____ Ass: _____

Aluno: _____ Ass: _____

Aluno: _____ Ass: _____

Aluno: _____ Ass: _____

Aluno: _____ Ass: _____



PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO PARA INTERFACEAMENTO ELETRÔNICO

Banca examinadora

Profº. Orientador: _____ Ass: _____

Profº. _____ Ass: _____

Profº. _____ Ass: _____

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho às nossas famílias e amigos que colaboram para que possamos permanecer firmes, fortes e motivados a dar continuidade a nossa formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela saúde e condições favoráveis, ao nosso professor e orientador, que contribuiu com a sua sabedoria e paciência nos orientando durante a realização deste trabalho e a todo corpo docente da Universidade Cruzeiro do Sul.

“ Algo só é impossível até que alguém duvide e prove ao contrário. A maioria de nós prefere olhar para fora e não para dentro de si mesmo ”.

Albert Einstein

RESUMO

Esse estudo trata-se de uma proposta de desenvolvimento de um kit didático contendo recursos utilizados na eletrônica, com o intuito de auxiliar alunos e professores a instruir de uma forma mais compacta os ensaios e a aprendizagem. Durante o processo de pesquisa, foi constatado que o kit seria capaz de suprir as necessidades básicas se os recursos mais versáteis e usados em laboratórios estivessem presentes. Com isso foi estabelecido o propósito de desenvolver uma placa circuito impresso que faça conexões com bornes de 2mm fixados em uma maleta de forma que sirva de base para a disposição dos elementos no Kit dando então origem a uma interface eletrônica de aprendizagem.

Palavras-Chave: Aprendizagem. Interface. Eletrônica.

ABSTRACT

This study is about a proposal for development of didactic kit, containing resources used in electronics, with the aim of helping students and teachers to instruct in a more compact form the tests and learnings. During the research process, was identified that the kit would be able to meet the basic needs if the resource more versatile and used in laboratories were present. With that, was established the purpose of developing a printed circuit board, to make connections with 2mm terminal block, fixed in a suitcase, served as a base to dispose the kit's elements, giving rise to an electronic learning interface.

Keywords: Learning. Interface. Electronic.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Cores de identificadores luminosos e seus significados	24
Tabela 2 – Cronograma	43
Tabela 3 – Pinagem de K3	53
Tabela 4 – Pinagem padrão para gravadores de PIC ISCP.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Kit didático Smartradio	21
Figura 2 – Kit didático EG3000 bit9	22
Figura 3 – Níveis Lógicos.....	25
Figura 4 – Resistor de pull-up e resistor de pull down.....	26
Figura 5 – Decodificador binário para decimal	27
Figura 6 – Layout do display LCD 16x2	28
Figura 7 – Teclado matricial e diagrama elétrico de uma matriz de contato.....	29
Figura 8 – Varredura de um teclado matricial	29
Figura 9 – Fluxograma de rotina para varredura de um teclado matricial.....	30
Figura 10 – Comparação entre sinais RS232 padrão (-12V a + 12V) e TTL (5V)	31
Figura 11 – Diagrama elétrico do JDM programmer	32
Figura 12 – Gravador de PIC JDM.....	32
Figura 13 – Gerador de Clock e respectivas equações	33
Figura 14 – Sinal analógico e sinal digital.....	34
Figura 15 – Estrutura de um relé	35
Figura 16 – Drive com relé.....	35
Figura 17 – Ilustração da forma de energia de um sensor	36
Figura 18 – Simbologia do PTC	36
Figura 19 – Exemplo de aplicação no NTC.....	37
Figura 20 – Simbologia NTC	37
Figura 21 – Exemplo de aplicação do NTC.....	37
Figura 22 – LDR, aspecto e símbolo	39
Figura 23 – Alguns tipos comuns de LDRs encontrados no mercado.....	39
Figura 24 – Construção e princípio de funcionamento.....	40
Figura 25 – Estrutura e simbologia do fotodiodo	41
Figura 26 – Construção e princípio de funcionamento.....	41
Figura 27 – Diagrama de Gantt.....	45
Figura 28 – Sinalizadores luminosos.....	47
Figura 29 – Sinalizadores sonoro	48
Figura 30 – Chaves de níveis logico	49
Figura 31 – Pull up e pull down.....	49
Figura 32 – Decodificador BCD.....	50

Figura 33 – Display LCD 16x2	51
Figura 34 – Teclado matricial.....	52
Figura 35 – Comunicação serial	53
Figura 36 – Gravador de PIC JDM.....	54
Figura 37 – CI LM555 configurado com astável.....	55
Figura 38 – Simulador de sinal analógico	55
Figura 39 – Drive com relé ativo em 0V e 5V	56
Figura 40 – Espaços para componentes bipolos	57
Figura 41 – Esquema elétrico	57
Figura 42 – Placa roteada – visão inferior	58
Figura 43 – Placa roteada – visão superior	58
Figura 44 – Caixa de ferramentas BRASFORT	59
Figura 45 – Desenho da chapa de acrílico em CAD.....	60
Figura 46 – Desenho da etiqueta	60
Figura 47 – Chapa de acrílico com etiqueta de identificação e bornes.....	61
Figura 48 – Placa roteada – visão superior	61
Figura 49 – Interligação entre PCI e chapa de acrílico.....	62
Figura 50 – Interligação da PCI a maleta	62
Figura 51 – Chapa de acrílico fixada na maleta	63
Figura 52 – Visão frontal – aspecto final.....	63
Figura 53 – Visão traseira	64
Figura 54 – Visão frontal.....	64
Figura 55 – Circuito de controle do modulo cooler.....	65
Figura 56 – Visão lateral – relé de potência, comunicação serial e potenciômetro de ajuste da fonte variável	65
Figura 57 – Testando a saída 12 V com osciloscópio	66
Figura 58 – Osciloscópio medindo na saída de 12V	67
Figura 59 – Pontas de prova do osciloscópio medindo 5 V	67
Figura 60 – Imagem do osciloscópio fazendo a medição na entrada de 5 V.....	68
Figura 61 – Teste dos sinalizadores através das chaves de níveis logico	68
Figura 62 – Acionamento do Buzzer	69
Figura 63 – Teste das chaves de nível logico	69
Figura 64 – Teste dos resistores de pull up e down.....	70
Figura 65 – Teste do conversor binário através das chaves.....	71

Figura 66 – Conversão de “0” binário para “0” decimal	72
Figura 67 – Conversão de “1” binário para “1” decimal	72
Figura 68 – Conversão de “2” binário para “2” decimal	73
Figura 69 – Display 1 desabilitado e display 2 habilitado	73
Figura 70 – Função strobe e ponto decimal habilitado	74
Figura 71 – Controle de backlight manual	74
Figura 72 – Backlight desligada	75
Figura 73 – Backlight controlado externamente	75
Figura 74 – Conexão entre chaves digitais e display	76
Figura 75 – Conexão entre chaves digitais e display	76
Figura 76 – Display LCD 16x2 configurado a espera de caracteres	77
Figura 77 – Display LCD 16x2 em funcionamento	77
Figura 78 – Teste de habilitação de pull ups - habilitado	78
Figura 79 – Teste das Teclas - pressionada	78
Figura 80 – Teste das teclas - solta	79
Figura 81 – Conexão serial entre o kit e o computador	79
Figura 82 – Software utilizado para teste de comunicação serial	80
Figura 83 – Loop feito entre RX/TX para recepção e transmissão	80
Figura 84 – Sem comunicação serial	81
Figura 85 – Loop feito entre RX/TX para recepção e transmissão	81
Figura 86 – Conexão entre o gravador JDM e o computador através do cabo serial ...	82
Figura 87 – Plataforma de aprendizagem interligada com o microcontrolador	82
Figura 88 – Programa WinPic800 utilizado para gravar o PIC	83
Figura 89 – Potenciômetro ajustado para o mínimo	83
Figura 90 – Potenciômetro ajustado para o máximo	84
Figura 91 – Potenciômetro ajustado para o mínimo	84
Figura 92 – Potenciômetro ajustado para o mínimo	85
Figura 93 – Driver ativado em nível logico “1” (5V)	85
Figura 94 – Driver desativado	86
Figura 95 – Driver ativado em nível logico “0” (0V)	86
Figura 96 – Driver desativado	87
Figura 97 – Teste do componente LDR – sem luminosidade	87
Figura 98 – Teste do LDR – com luminosidade incidente sobre o LDR	88
Figura 99 – Cooler no modo refrigeração	88

Figura 100 – Cooler no modo desligado.....	89
Figura 101 – Cooler no modo de controle externo	89
Figura 102 – Gerador de clock da plataforma controlando o cooler através da técnica de PWM.....	90

Sumário

CAPÍTULO 1	18
1.1 Introdução	18
1.2 Objetivos.....	19
CAPÍTULO 2	20
2.1 Justificativa do Trabalho.....	20
2.2 Fundamentação Teórica.....	20
2.2.1 Teoria e Prática	20
2.2.2 Principais Recurso Disponibilizados em Kits Didáticos	21
2.2.3 Kit Smartradio Pic Expert 2.....	21
2.2.4 Descrição do Kit Didático	22
2.2.5 KIT BIT9 EG3000 – Eletrônica Geral.....	22
2.2.6 Análise	23
2.2.7 Fundamentação teórica	23
2.2.8 Sinalizadores.....	24
2.2.9 Níveis Lógico.....	25
2.2.10 Pull Up e Pull Down	26
2.2.11 Conversor de Binário para Decimal	27
2.2.12 Display Lcd 16x2.....	28
2.2.13 Teclado Matricial.....	29
2.2.14 Comunicação Serial Rs232.....	30
2.2.15 Gravador de PIC JDM	32
2.2.16 Gerador de Clock.....	33
2.2.17 Sinal Analógico	34
2.2.18 Driver com Relé.....	34
2.2.19 Sensores	35
2.2.20 PTC (<i>Positive Temperature Coefficient</i>)	36
2.2.21 NTC (<i>Negative Temperature Coefficient</i>)	37
2.2.22 LDR - (<i>Light Dependent Resistor</i>)	38
2.2.23 Fotodiodo e Fototransistor	40
2.2.24 Fototransistor	41
CAPÍTULO 3	43
3.1 Metodologia.....	43

3.1.1	Cronograma	43
3.1.2	Diagrama de <i>Gannt</i>	45
3.2	Desenvolvimento do Projeto.....	46
3.3	Algumas experiências/ensaios que podem ser realizadas.....	46
3.3.1	Sinalizadores Visuais.....	47
3.3.2	Sinalizadores Sonoros.....	48
3.3.3	Chaves de Níveis Lógico	48
3.3.4	<i>Pull Up</i> e <i>Pull Down</i>	49
3.3.5	Decodificador Binário para Decimal	50
3.3.6	Display LCD 16X2	51
3.3.7	Teclado Matricial 4x4.....	52
3.3.8	Comunicação Serial RS232	53
3.3.9	Gravador de PIC JDM	54
3.3.10	Gerador de Clock.....	55
3.3.11	Simulador de Sinal Analógico	55
3.3.12	Driver com Relé.....	56
3.3.13	Sensores	56
3.3.14	Esquema Elétrico	57
3.3.15	Desenvolvimento da PCI	58
3.3.16	Roteamento da PCI.....	58
3.3.17	Montagem do Protótipo	59
3.3.18	Chapa de Acrílico	59
3.3.19	Fixação dos Componentes a Chapa de Acrílico	61
3.3.20	Soldagem dos Componentes na PCI.....	61
3.3.21	Interligação dos Componentes Presentes na Chapa de Acrílico aos Recursos da PCI ..	62
3.3.22	Interligação dos Bornes Presentes na Maleta aos Recursos da PCI	62
3.3.23	Fixação da Chapa de Acrílico a Maleta	63
CAPÍTULO 4		66
4.1	Resultados Obtidos	66
4.2	Teste da Alimentação	66
4.2.1	Teste dos Sinalizadores de Níveis Lógicos	68
4.2.2	Teste do Sinalizador Sonoro – Buzzer.....	69
4.2.3	Teste das Chaves de Níveis Lógico	69
4.2.4	Teste dos Pull Ups e Pull Downs.....	70

4.2.5	Teste do Conversor de Binário para Decimal com BC4511.....	71
4.2.6	Teste do Display LCD 16X2	74
4.2.7	Teste do Teclado Matricial	78
4.2.8	Teste da Comunicação Serial.....	79
4.2.9	Teste do Gravador de PIC JDM.....	82
4.2.10	Teste do Gerador de Clock	83
4.2.11	Teste do Sinal Analógico.....	84
4.2.12	Teste do Driver com Relé	85
4.2.13	Módulo para Ensaio de Componentes Bipólos.....	87
4.2.14	Cooler	88
CAPÍTULO 5		91
5.1	Conclusão Final	91
5.2	Propostas de Trabalhos Futuros.....	91
REFERÊNCIAS		92

CAPÍTULO 1

Este capítulo apresenta a ideia do projeto, seus objetivos o motivo pelo qual foi proposto e a forma como será desenvolvido o trabalho.

1.1 Introdução

As atividades de aprendizagem, em especial ligadas às áreas tecnológicas, requerem estudo e confirmação da teoria aprendida. Piazzzi (2008, p. 61) afirma que “para estudar, é indispensável estudar fazendo [...]”, por este motivo, são utilizadas ferramentas para simulação em *software* e *hardware*. Com o avanço da tecnologia digital tornou-se muito comum os experimentos virtuais, isto faz com que o estudante de eletrônica quando em formação não se utilize tanto de ferramentas clássicas como protoboard, multímetro, osciloscópio, entre outros. Torna-se bastante comum trabalhar com as plataformas computacionais.

Este projeto tem como proposta o desenvolvimento de um kit didático para aprendizagem em eletrônica, com finalidade de atingir estudantes de nível médio, técnico, superior ou “*hobbystas*” da área.

Trata-se de uma alternativa para agregar aos equipamentos já existentes, com finalidade de realizar ensaios, seja para confirmação de teorias, auxiliar no desenvolvimento de projetos ou simular um projeto automatizado a nível didático.

Os kits didáticos disponíveis no mercado, normalmente servem para desenvolver conhecimento em um componente/tema específico, por exemplo, microcontroladores e a partir daí desenvolve-se a interface de aprendizagem.

A plataforma de aprendizagem será composta por uma placa eletrônica principal, onde estarão os recursos disponíveis para o interfaceamento, tais como chaves que simulam impulso unitário, pulso de *clock*, teclado matricial, sinalizador sonoro, sinalizadores luminosos, sensores (LDR, Fototransistor, PTC e NTC), simulador de sinal analógico, *display* LCD, conversor binário/decimal, relé para acionamento de carga externa, comunicação serial, resistores de *pull up/down*, gravador de microcontrolador PIC, acessíveis através de bornes de 2 mm que poderão ser conectados ao circuito a ser estudado com o auxílio de uma *protoboard*.

O kit didático para interfaceamento eletrônico estará acoplado em uma maleta com propósito de dar maior robustez, garantindo a qualidade, durabilidade e praticidade em função

do constante manuseio e as intensas operações que uma ferramenta pode sofrer em um laboratório de estudo eletroeletrônico.

Para orientar o leitor, o presente trabalho contará com cinco capítulos: introdução ao tema, justificativa/fundamentação teórica, metodologia/cronograma/desenvolvimento, resultados obtidos e por fim, a conclusão do tema proposto, além de proposta para trabalhos futuros.

1.2 Objetivos

Os objetivos desse projeto são criar uma ferramenta de trabalho que auxilie na execução de experimentos em ambiente acadêmico e na execução de projetos eletrônicos, proporcionando uma maior flexibilidade e rapidez.

Auxiliar profissionais e *“hobbystas”* que encontram dificuldade em achar uma ferramenta que o atenda em diversos níveis de complexidade sendo do nível iniciante ao superior.

Unificar o máximo de recursos possíveis necessários para evitar acúmulo de equipamentos em bancadas de trabalho, possibilitando um foco maior nos conceitos estudados, facilitando ao aprendiz relacionar a teoria com a prática.

CAPÍTULO 2

Neste capítulo estão contidos a justificativa do trabalho, e o referencial teórico necessário para compreender a parte científica do projeto.

2.1 Justificativa do Trabalho

Considerando a aprendizagem, teoria e prática em eletrônica, existem no mercado algumas soluções bastante interessantes que auxiliam o aprendiz, no entanto com base em pesquisa e análise de mercado, foi observada a dificuldade em encontrar uma plataforma única com recursos que permitam diversos ensaios e que atendam estudantes e professores.

Assim, com o levantamento desses dados foi proposto esse projeto, capaz de auxiliar na execução de múltiplos ensaios tais como portas lógicas, microcontroladores, circuitos eletrônicos e facilitar o desenvolvimento de projetos.

2.2 Fundamentação Teórica

2.2.1 Teoria e Prática

Segundo Piletti a prática é a base de uma formação sólida, permite fixar o conhecimento além de tornar o profissional hábil na profissão que exerce, seria difícil para qualquer profissional depender apenas de conhecimento teórico, desta forma, a prática complementa a teoria.

De acordo com Piletti (2013, p. 66)

“O que aconteceria se alguém se formasse em medicina sem nunca ter visto um doente? Ou se alguém se formasse em engenharia civil sem nunca ter visto e manipulado materiais para construção? Sabe-se que o ensino será mais eficiente se a situação de aprendizagem for semelhante à situação em que será aplicado o que se aprendeu”

Observa-se então que o uso de ferramentas que simulem o dia-a-dia do profissional em ambiente acadêmico irá auxiliá-lo no processo de aprendizagem prática/teórica.

Para Abdul Waheed Khan (Apud, Pilleti, 2013 p. 120), diretor do Setor de Comunicação e Informação da UNESCO: “ As práticas educacionais tradicionais já não oferecem aos futuros professores todas as habilidades necessárias para capacitar os alunos a sobreviverem no atual mercado de trabalho. ”

2.2.2 Principais Recurso Disponibilizados em Kits Didáticos

Nas Figuras 1 e 2, são mostrados dois exemplos de kits didáticos comercializados no mercado por empresas já conceituadas no ramo e bastante conhecidos por profissionais e estudantes da área.

Em virtude da similaridade entre plataformas de aprendizagem para eletrônica foram especificados os kits Pic Expert 2 e o EG3000 como referência para proposta de desenvolvimento.

2.2.3 Kit Smartradio Pic Expert 2

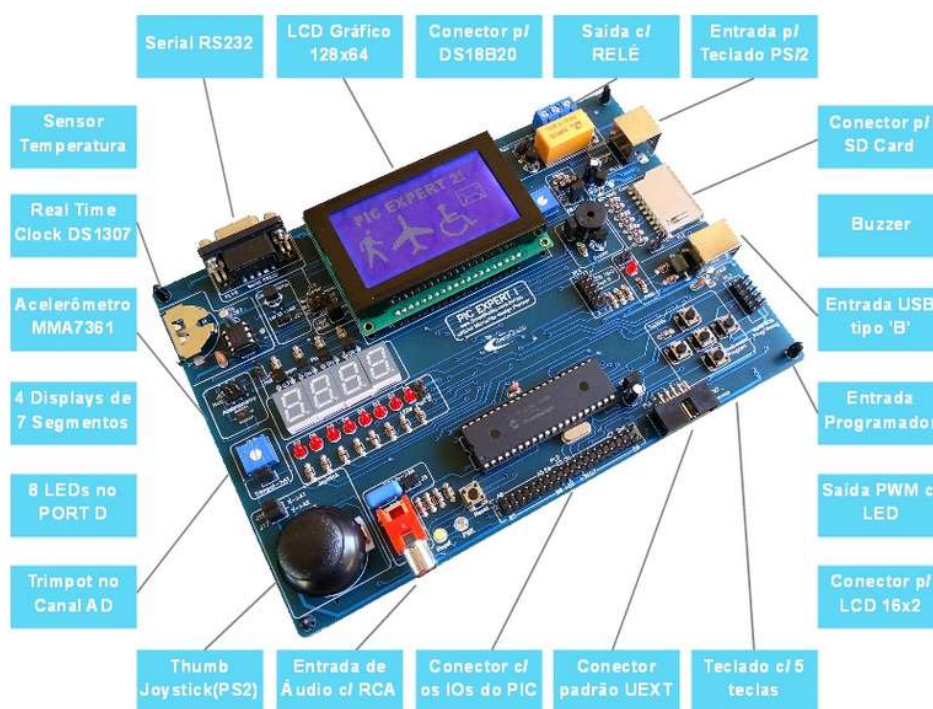


Figura 1: Kit Didático Smartradio

Disponível em: http://smartradio.com.br/pic/picexpert/1_Manual_PicExpert-2.pdf Acesso em 30/09/2016

2.2.4 Descrição do Kit Didático

A placa Pic Expert 2! ® é dedicada ao desenvolvimento avançado e aprendizado em microcontroladores PIC principalmente o PIC modelo 18F4550 na qual é baseada.

É uma placa avançada com muitos recursos, alguns únicos no mercado brasileiro, incluindo USB device, Acelerômetro, LCD Gráfico, entrada para cartão de memória tipo SD/MMC, Joystick, etc.

Por se tratar de um *hardware* avançado, é recomendada a linguagem C; linguagens de baixo nível, como o *Assembly* por exemplo, seria muito demorado além de bem mais complicado lidar com periféricos como o cartão SD/MMC, a USB e até mesmo o LCD gráfico (manual PIC EXPERT 2 - Smartradio).

2.2.5 KIT BIT9 EG3000 – Eletrônica Geral



Figura 2: Kit Didático EG3000 Bit9

Disponível em: http://www.bit9.com.br/index.php?pag=49&sub_pag=55&conteudo=66 Acesso em 30/09/2016

- Configurações e aplicações mais usuais em sistemas elétricos e eletrônicos;
- Características funcionais de componentes eletrônicos utilizados comercialmente;

- Módulos de ensaios com pontos de testes, permitindo a visualização dos sinais;
- Fontes de sinais, fonte de alimentação e instrumentos assistidos por microcontrolador;
- Dispositivos de proteção como limitadores de corrente, fusíveis, bloqueadores de inversão e proteção contra sobrecorrente;
- Funcionamento em 110V e 220V.

2.2.6 Análise

Conforme mostrado nos Kits mencionados (Figura 1 e 2), verifica-se duas características bastante comum em Kits didáticos:

- No primeiro caso (Figura 1) a plataforma de testes possui muitos recursos integrados limitados a uma única família de microcontroladores;
- Já no segundo caso (Figura 2) a plataforma permite alguns tipos de ensaios para eletrônica geral, porém apresenta um tamanho físico relativamente grande.

Observa-se que existem algumas limitações em relação a Kits didáticos disponíveis no mercado, onde os recursos disponíveis estão integrados, ou a forma que estão dispostos os recursos limita a realização de ensaios.

Este projeto propõe uma plataforma de aprendizagem flexível, onde serão mantidos os principais recursos, porém sem prender a alguma família de microcontroladores ou tema específico, não deixando o usuário "preso", tornando o Kit didático mais versátil e compacto possível.

2.2.7 Fundamentação teórica

Será descrita a fundamentação teórica referente ao hardware utilizado.

- Sinalizadores visuais - para níveis lógico (0 e 1);
- Sinalizador sonoro - *Buzzer*;
- Chaves de níveis lógico (0 e 1);
- 16 (8+8) *pull-up/down*;

- Displays de 7 segmentos com BCD;
- Display LCD 16x2 com *backlight* - pode ser acionado via software;
- Teclado Matricial 4x4;
- Comunicação Serial RS232;
- Gravador de PIC JDM (Serial);
- Gerador de clock (baixa frequência) até 20Hz;
- Sinal Analógico de 0 a 5V;
- Relé (ativo em nível lógico 0 ou 1);
- Sensores (PTC/NTC, LDR e etc).

2.2.8 Sinalizadores

Sinalizadores sonoros ou luminosos são dispositivos utilizados na eletroeletrônica com o objetivo de indicar ou confirmar o status de funcionamento, interrupção (condição de uma máquina).

Com o propósito de facilitar e tornar universal a interpretação dos sinais as cores de sinalizadores em circuitos eletroeletrônicos são padronizados de acordo com a IEC 60204-1 (Comissão de Eletrotécnica Internacional), conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Cores de identificadores luminosos e seus significados Fonte: IEC 60204-1

Cor	Significado	Explicação	Ação por operador
Vermelho	Emergência	Condições Perigosas	Ação imediata para atuar com condições perigosas
Amarelo	Anormal	Condição Anormal	Monitorar e/ou intervir (ex: restabelecendo a função
Verde	Normal	Normal	Opcional
Azul	Obrigatório	Indica condição que requer a ação do operador	Ação obrigatória
Branca	Neutro	Outras condições: Pode ser usado quando existe dúvida quanto a aplicação de outras cores	Monitorar

O projeto proposto permite a sinalização pelas cores contida na tabela 1 além de um sinalizador sonoro – *Buzzer*.

2.2.9 Níveis Lógico

Uyemura (1952, p. 92) define o que significa nível lógico 1 ou 0 em um circuito digital.

“Se uma fonte de potência com uma tensão de valor V_{DD} é aplicada a um circuito, então os níveis possíveis de tensão dentro do circuito estão dentro da faixa de $[0, V_{DD}]$. Portanto, a definição natural é:

Nível lógico 0 - 0V

Nível lógico 1 – V_{DD} ”

Esta definição assume a tensão ideal para representar os valores de nível lógico 0 ou 1, respectivamente.

Por exemplo, se for utilizado uma fonte de potência com valor $V_{DD} = 5V$, então

Nível lógico 0 - 0V

Nível lógico 1 - 5V

Similar ao conceito de codificação utilizado para se definir palavras binárias.

Para Uyemura, na prática, não é necessário definir os níveis tão preciosos para nível lógico 0 ou 1; podemos representar “zeros” e “uns” por valores definidos dentro de uma faixa de valores, como mostra a Figura 3.

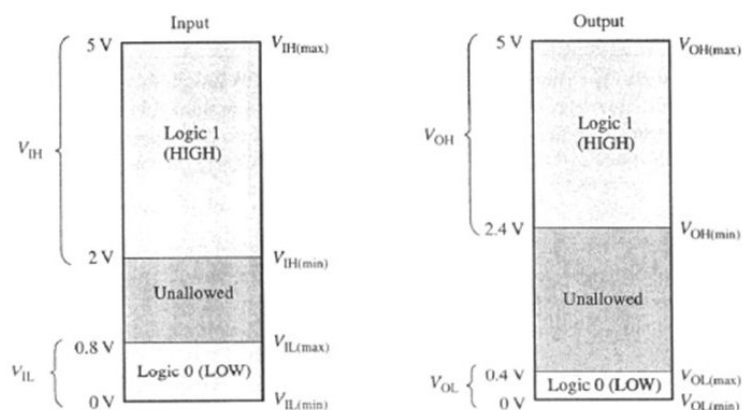


Figura 3 – Níveis Lógicos –

Disponível: Apresentação em tema: "ELETRÔNICA DIGITAL I FAMÍLIAS LÓGICAS 1" IFSC – Profº

Stefano - <http://slideplayer.com.br/slide/2440466/> Acesso em 27/10/2016

A convenção na qual as tensões menores representam o nível lógico 0 e as tensões maiores representam o nível lógico 1 é chamada de lógica positiva. A convenção oposta, chamada de lógica negativa, utiliza os valores maiores de tensão para representar o nível lógico 0 e as tensões menores para representar o nível lógico 1. A lógica negativa é útil em alguns tipos de circuitos de alta velocidade.

2.2.10 Pull Up e Pull Down

De acordo com Thomas (2007) resistores *Pull-Up* e *Pull-Down* são geralmente usados para impedir flutuação em circuitos lógicos digitais.

O resistor de *Pull-Down* é inserido entre o botão e o GND (terra). Quando o botão é pressionado, a corrente toma o caminho da resistência, a entrada sempre será direcionada para o GND quando o botão não estiver pressionado, e para o VCC quando o botão estiver pressionado, assim evitando que ocorra uma flutuação entre 0 e VCC enquanto não houver nenhum tipo de ação no botão a ser pressionado.

O resistor de *Pull-Up* é inverso, sendo colocado entre o botão e o VCC. Quando o botão é pressionado o caminho da resistência será para o GND e a corrente seguirá este caminho, não havendo atividade no botão, a entrada estará ligada a VCC.

Nota-se que se não existisse estes resistores ao pressionar o botão ocorreria um curto circuito.

Resistores de *Pull-up* e *Pull-Down* nestas configurações são amplamente usados em circuitos digitais.

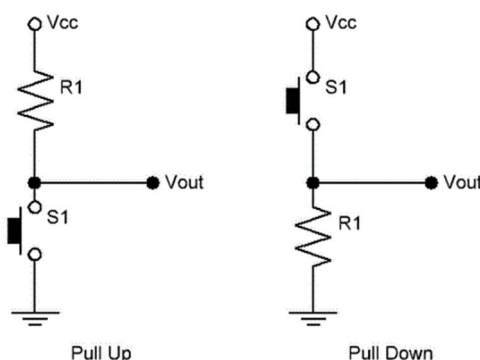


Figura 4 – Resistor de *Pull-up* e Resistor de *Pull-down*

Disponível: <http://www.tuelectronica.es/tutoriales/electronica/resistencia-pull-up-y-pull-down.html>

Acesso em 27/10/2016

2.2.11 Conversor de Binário para Decimal

Para Uyemura um decodificador (conversor) é um circuito logico que recebe um conjunto de entradas que representa um número binário e ativa apenas a saída que corresponde ao número recebido. Em outras palavras, um circuito decodificador analisa as entradas; determina o número binário que está presente e ativa a (s) saída (s) correspondente ao número na entrada. O diagrama geral de um decodificador é mostrado na Figura 5. Cada uma das N entradas pode ser 0 ou 1, existem 2^N possibilidades de combinações, ou códigos de entrada.

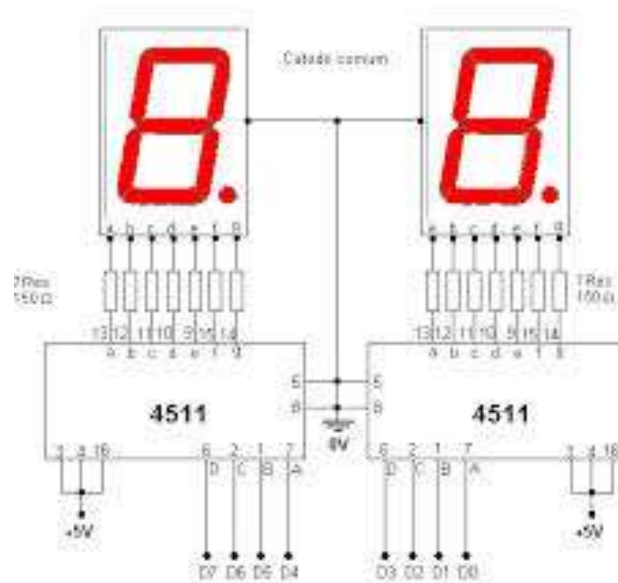


Figura 5 – Decodificador Binário para Decimal – BCD4511

Disponível: <http://www.electronica-pt.com/927-electronica-digital/291-excitador-display-7-segmentos-4511>

Acesso em 27/10/2016

O circuito integrado 4511 foi fabricado para trabalhar apenas com *displays* de sete segmentos com cátodo comum, suportando uma corrente de até 25mA na saída decodificada.

Para o detalhamento dos pinos do CI 4511, será tomada como base a Figura 5. Os pinos de *output* (a, b, c, d, e, f e g) são os que excitam os segmentos dos displays. Os pinos de *input* (A, B, C e D) são as entradas binárias. O pino 3 (/LT), quando levado ao nível lógico 1, leva todas as saídas ao nível lógico 1, servindo para teste, tanto do display, como do próprio circuito integrado. O pino 4 (/BI), quando levado ao nível lógico 1, leva todas as saídas ao nível lógico 0, apagando todos os segmentos do *display*. O pino 5 (LE), quando levado ao nível lógico 1, acarreta no “congelamento” do

display, memorizando a entrada até que volte ao nível zero. Mantendo em nível baixo, não afetará a contagem. (PROJET – Eletrônica, 2016). Decodificadores desse tipo são frequentemente projetados, de forma que, se qualquer um dos códigos não usados for aplicado na entrada, nenhuma das saídas será ativada.

2.2.12 Display Lcd 16x2

Display LCD (*Liquid Crystal Display*) ou display de cristal liquido é um dispositivo que permite a exibição de caracteres, são alfanuméricos, não possuem iluminação nos caracteres - exceto luz de fundo (*backlight*) em contraste com *displays* de segmento - e apresentam tamanho reduzido, sendo o *display* LCD 16 x 2 (duas linhas com 16 caracteres cada) o mais padrão.

Outra característica importante é fato de que possui controle interno, permite a comunicação paralela, passando comandos e os caracteres que deseja-se escrever, diretamente em código ASCII. A comunicação é feita por um barramento de dados de oito vias (DB0 a DB7), podendo também optar se por trabalhar com 4 vias (DB4 a DB7), neste caso envia-se dois pacotes de de quatro *bits* cada um.

Para se escrever em um *display* LCD deve se inicialo seguindo uma rotina padrão fornecida pelo fabricante(Souza José; Lavinia, 2003).

Para melhor entendimento veja no APÊNDICE A, um exemplo para escrita em *display* LCD 16x2.

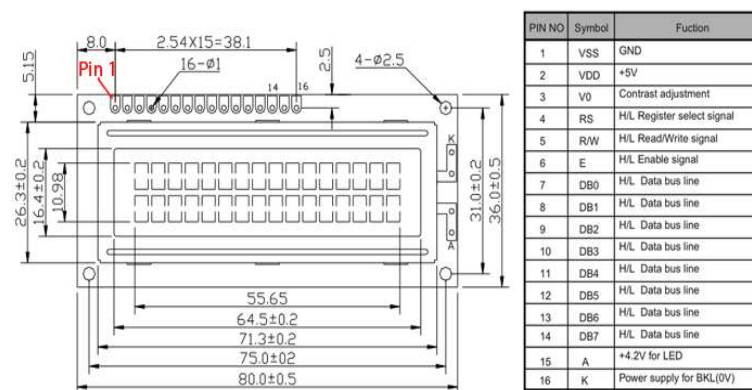


Figura 6- Layout do Display LCD 16x2 - Datasheet

Disponível: http://hades.mech.northwestern.edu/index.php/C_Example:_Parallel_Interfacing_with_LCDs

Acesso em 30/09/2016

2.2.13 Teclado Matricial

Atualmente teclados matriciais são bastastes utilizados em sistemas como celulares, computadores entre outros aparelhos que necessitam receber informações e em campo pode se usar para passar informações para uma esteira ou até mesmo controlar um pequeno robô.

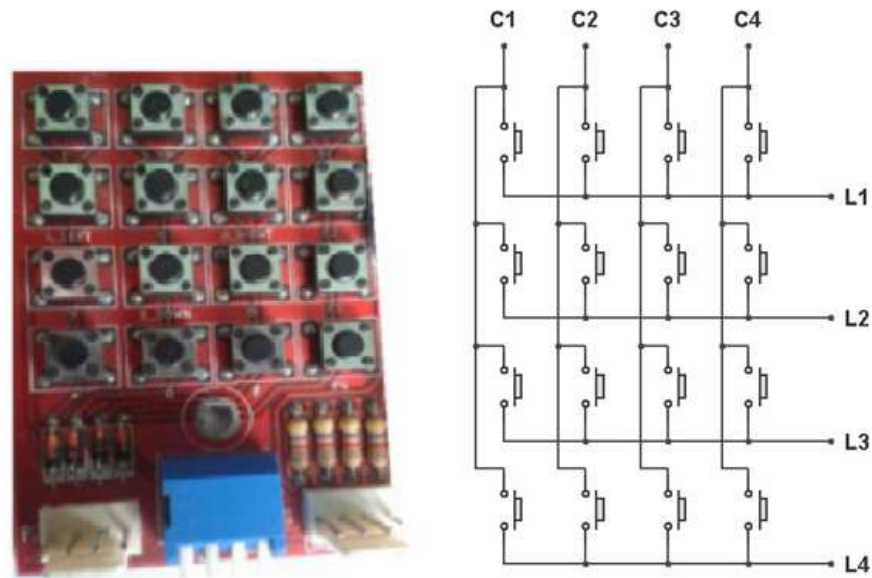


Figura 7 – Teclado matricial e diagrama elétrico de uma matriz de contatos

Disponível: http://actire.com.br/wa_files/Manual_20IELD-U_20Ver1_0_Rev1_0.pdf

Acesso em 27/10/2016

A figura 7 demonstra um tipo de teclado matricial. Este teclado é formado por botões normalmente abertos intercalados entre linhas e colunas. Para saber qual tecla foi pressionada se faz necessário ler a coluna e linha referente a tecla, este processo é conhecido como varredura. Deste modo pode se determinar exatamente qual tecla da matriz foi acionada.

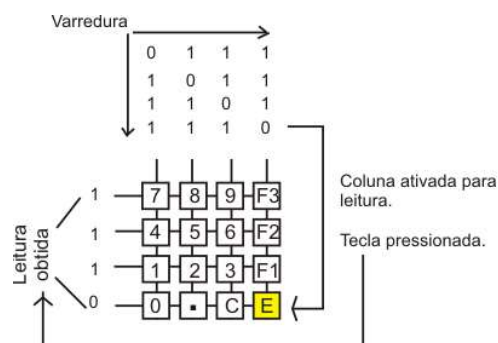


Figura 8 – Varredura de um teclado matricial

Disponível: [http://www.arnerobotics.com.br/electronica/Microcontrolador](http://www.arnerobotics.com.br/electronica/Microcontrolador_PIC_pratica_5.htm)

_PIC_pratica_5.htm Acesso em 27/10/2016

Pode-se observar que é forçado um valor fixo nas linhas ou colunas. Este valor geralmente equivale ao nível lógico 0 (0V). Sendo assim o microcontroladores geralmente recebe nível lógico 0 (GND) na coluna ou linha referente a tecla pressionada. Se nenhuma tecla for pressionada, passa-se então a forçar o 0 na próxima coluna (pode ser coluna também) e novamente lê-se as linhas (ou colunas). Isso é feito até que uma linha seja alterada. Pode-se verificar este processo através do fluxograma presente na Figura 9.

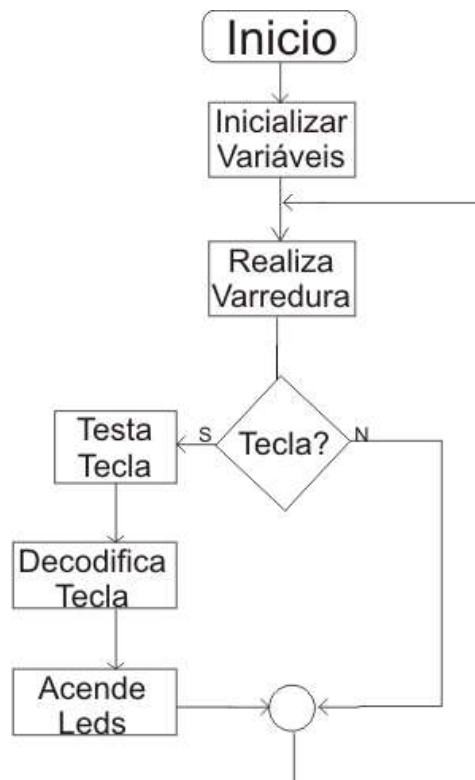


Figura 9 – Fluxograma de rotina para varredura de um teclado matricial

Disponível: http://www.arnerobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador_PIC_pratica_5.htm

Acesso em 27/10/2016

Baseado no artigo publicado por Márcio José Soares em 19 de fevereiro de 1998 no site http://www.arnerobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador_PIC_pratica_5.htm

2.2.14 Comunicação Serial Rs232

De acordo com Júnior, (1998, p. 93) a comunicação RS-232 nasceu da necessidade de se criar um padrão para a comunicação serial, através da definição de níveis de tensão e de

impedância para a transmissão de dados, permitindo que equipamentos incompatíveis entre si pudessem ser interligados.

Os níveis de tensão do padrão RS-232 vão de -12 até +12 volts, divididos conforme a Figura 10.

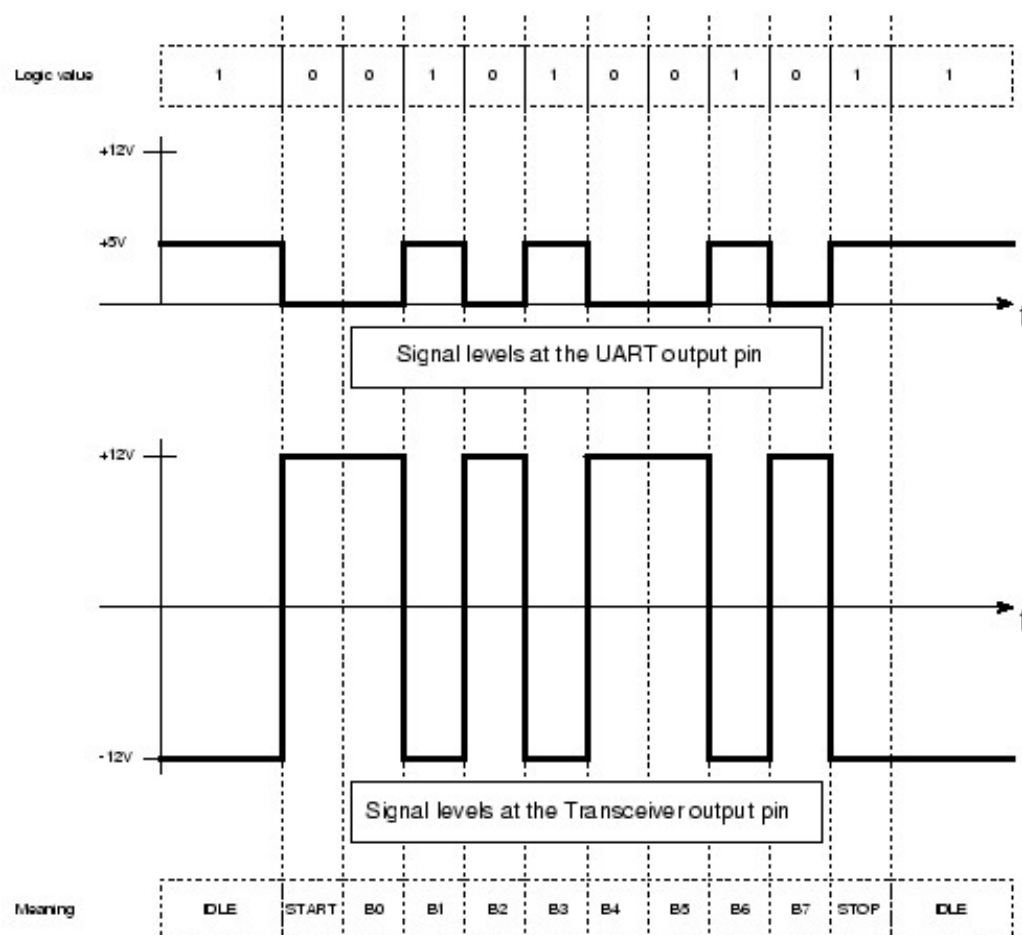


FIGURA 10 – Comparação entre sinais RS232 padrão (-12V a +12V) e TTL (5V)

Disponível: http://www.arnerobotics.com.br/eletronica/conversor_rs232_ttl_duplo.htm

Acesso em 27/10/2016

Em virtude de microcontroladores utilizarem o padrão TTL (5V), faz se necessário a adaptação dos níveis de tensão, existem bastantes CIs que fazem esta adaptação, atualmente é muito comum o uso do CI MAX232, o ANEXO 1 oferece maiores informações sobre o integrado.

Observa se que durante a conversão houve uma inversão do sinal, pois o nível 1 tem níveis RS negativos, e o nível 0 tem níveis RS positivos (Figura 10).

2.2.15 Gravador de PIC JDM

Em virtude deste projeto possibilitar ensaios com microcontroladores e pensando na possibilidade de unificar o máximo de recursos possíveis, definiu-se a necessidade de um gravador integrado a plataforma, baseado em experiências dos integrantes e pesquisa com profissionais da área de eletrônica, optou se por utilizar um gravador de PIC que seja livre para construção e compartilhamento, em função da popularidade e boa funcionalidade, escolheu se para compor o projeto o JDM Programmer, desenvolvido por Wolfgang Buesche.

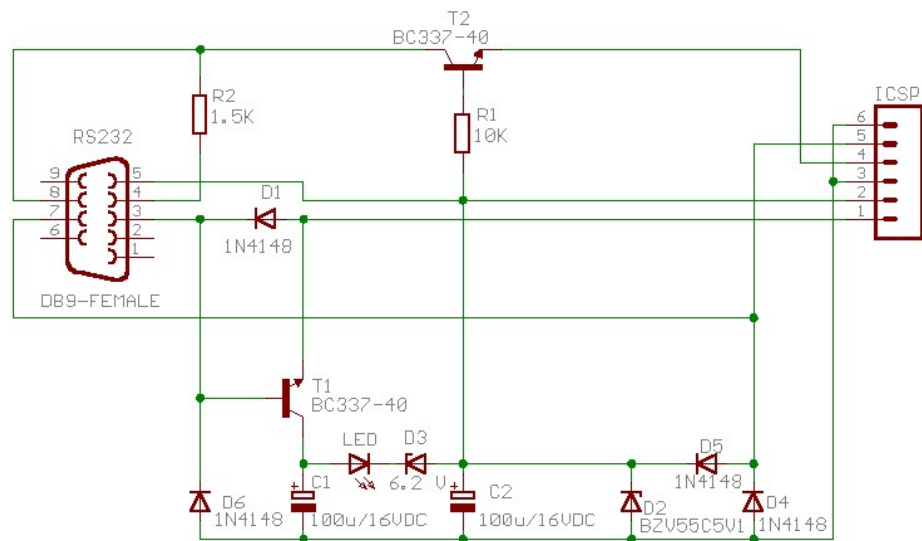


Figura 11: Diagrama elétrico do JDM Programmer

Disponível em: <https://www.sparkfun.com/products/retired/9>

Acesso em 27/10/2016



Figura 12: Gravador de PIC JDM

Disponível em: <http://picpgm.picprojects.net/hardware.html>

Acesso em 27/10/2016

2.2.16 Gerador de Clock

De acordo com Tocci (1998, p. 144) o 555 é um dispositivo que pode funcionar de diversas maneiras. A Figura 13 mostra como componentes externos podem ser conectados ao 555 para que ele funcione como um oscilador (gerador de clock).

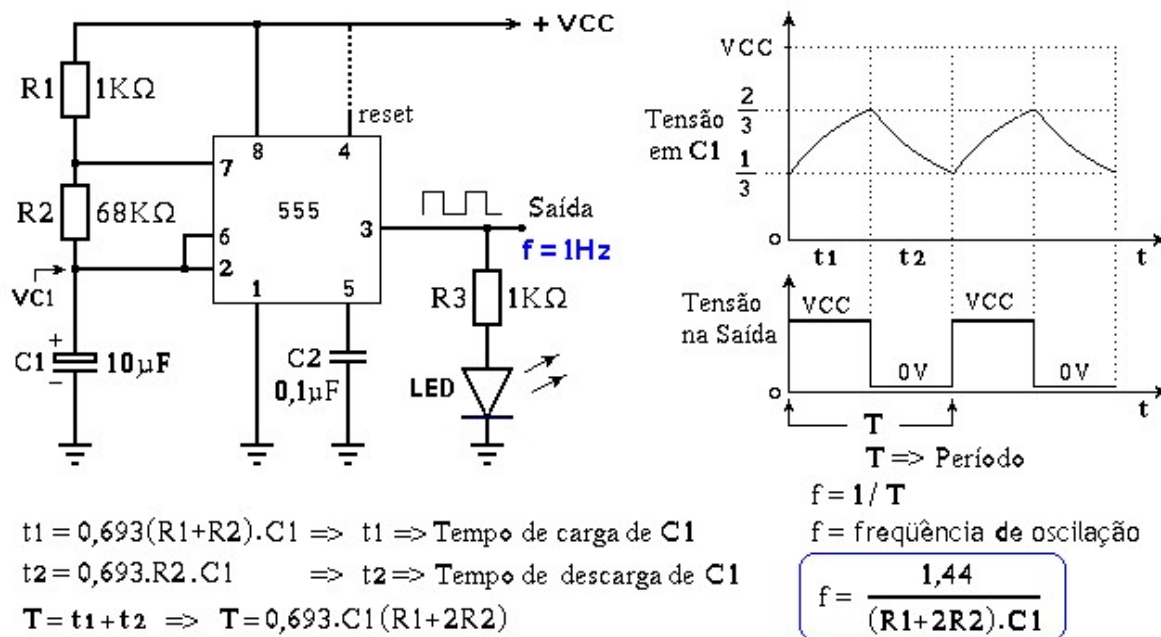


Figura 13: Gerador de clock e respectivas equações

Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhEXIAL/situacao-4>

Acesso em 28/10/2016

Sua saída é uma forma de onda retangular repetitiva, que comuta entre dois níveis lógicos, e com o tempo de permanência em cada um destes níveis determinados pelos valores de R e C. As fórmulas para os tempos t_1 e t_2 e para o período total, T, podem ser vistas na Figura 13.

A frequência do oscilador é, obviamente, igual ao inverso de T. As fórmulas apresentadas na Figura 13 indicam que t_1 e t_2 não podem ser iguais, a não ser R_A seja igual a zero. Isto não pode ser feito sem produzir um excesso de corrente através do dispositivo, o que significa que é impossível produzir uma onda quadrada perfeita com 50% de taxa de ciclo. É impossível, entretanto, chegar bem próximo de 50% fazendo com que $R_B \gg R_A$ (desde que você mantenha R_A maior do que $1k\Omega$), conseguindo que $t_1 \approx t_2$.

2.2.17 Sinal Analógico

De acordo com Boylestad (2004), um sinal analógico é aquele que varia em função do tempo, esses sinais são bastantes comuns na natureza, como por exemplo a temperatura ambiente, a pressão atmosférica e gravidade que variam em função da altitude, análogo a sinais digitais, a Figura 14 apresenta o sinal analógico em contraste com um sinal digital.

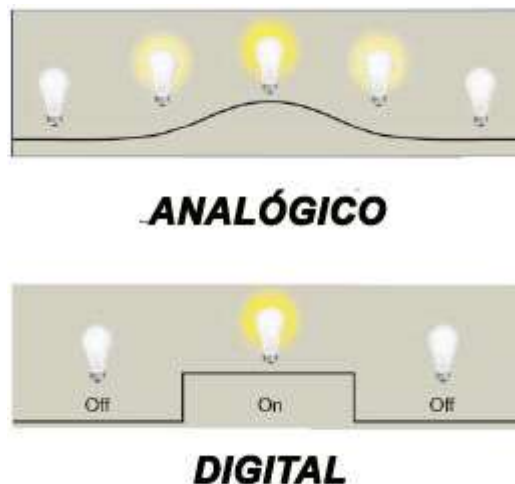


Figura 14: Sinal analógico e sinal digital

Disponível em: <http://www.paulobrites.com.br/e-deus-disse-facam-se-os-bits-e-assim-surgiu-a-eletronica-digitalparte-ii/> Acesso em 28/10/2016

2.2.18 Driver com Relé

Um relé é um dispositivo eletromecânico que tem a função comutar contatos para ligar e desligar cargas, foi inventado por Joseph Henry entre 1820 e 1830 quando o mesmo estudava a ação dos eletroímãs.

O princípio de funcionamento de funcionamento do relé baseia se no fato de uma armadura metálica ser atraída pelo campo magnético gerado pela bobina quando esta é percorrida por uma corrente elétrica (informação obtida através de artigo publicado na revista o setor elétrico ed. 45 por Livia Cunha)

Segundo Newton C. Braga (em artigo publicado no seu site), um *driver* com relé é um circuito eletrônico acoplado a um relé capaz de aumentar a sensibilidade de sua bobina em dezenas e até centenas de vezes desta forma, através de um pequeno sinal torna-se possível o acionamento de potencias maiores.

As Figuras 15 e 16 apresentam a estrutura interna de um relé e o circuito referente a driver com relé.

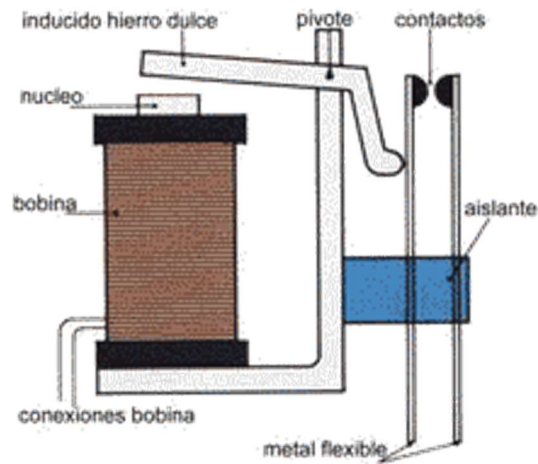


Figura 15: Estrutura de um relé

Disponível em: <http://temporizadoresw11-fercho.blogspot.com.br/> Acesso em 28/10/2016

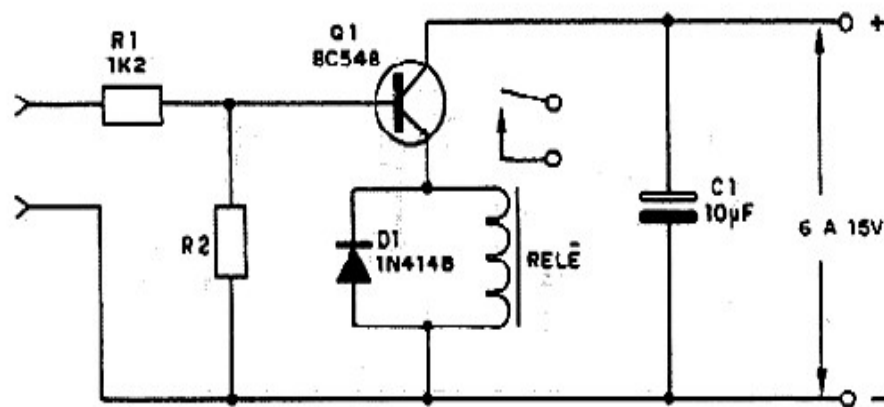


Figura 16: Driver com relé

Disponível em: <http://newtoncbraga.com.br/index.php/banco-circuitos/150-controles-de-potenciaedrivers/3698cir0356.html> Acesso em 28/10/2016

2.2.19 Sensores

Termo para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminoso, térmico, cinético, relacionando uma grandeza que precisa ser medida, como:

temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição entre outras. Conforme indica a Figura 17.

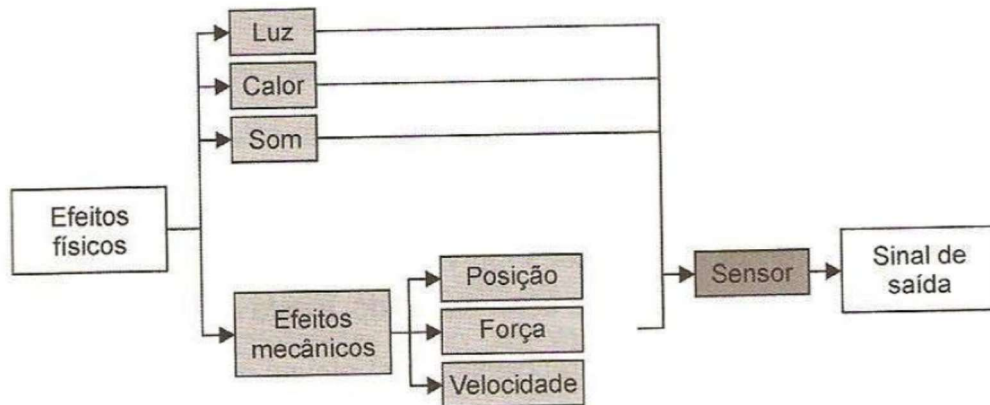


Figura 17 – Ilustração da forma de energia de um sensor.

2.2.20 PTC (*Positive Temperature Coefficient*)

Os PTC's são resistores que apresentam um coeficiente térmico positivo, isto é, sua resistência aumenta com a temperatura. Diferente dos NTC's em dois aspectos fundamentais: o coeficiente de temperatura de um PTC é positivo apenas dentro de certa faixa de temperatura. Fora dessa limitação que existe, o coeficiente é negativo ou nulo. Conforme (Thomazini).

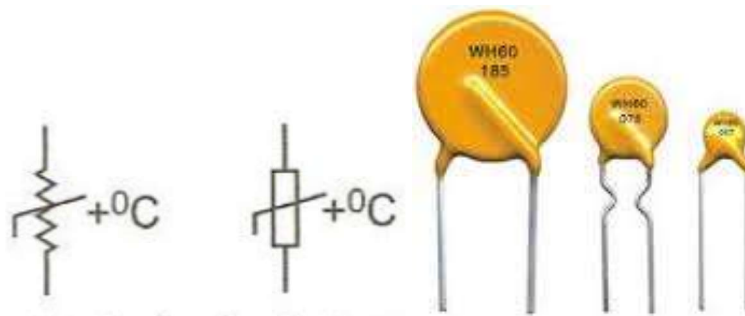


Figura 18 – Simbologia do PTC

A Figura 19 mostra um circuito em que o PTC é utilizado na partida de motores monofásicos. Quando o circuito é energizado, o PTC está no seu estado de baixa resistência elétrica, permitindo que a corrente flua normalmente pela bobina de partida. Assim que o motor entra em movimento, o PTC aquece acima da sua temperatura de transição, passando para o seu

estado de alta resistência, permitindo que apenas uma corrente residual passe pela bobina de partida.

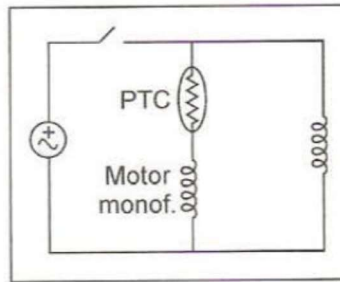


Figura 19 – Exemplo de aplicação no NTC

2.2.21 NTC (*Negative Temperature Coefficient*)

Os NTC's são elementos cuja resistência decresce com o aumento da temperatura, portanto seu coeficiente de temperatura é negativo. Alterações na temperatura do corpúsculo podem ser obtidas externamente pela variação da temperatura em sua proximidade; internamente pelo calor resultante de potência dissipada, desenvolvida pela passagem de corrente através do corpúsculo, ou por uma combinação dessas duas. Conforme (Thomazini).

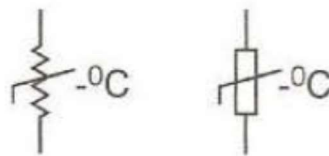


Figura 20 – Simbologia NTC

Fonte: http://static4.minhalojanouol.com.br/displaymax/produto/20160408163618_8044991956_D.jpg Acesso em 28/10/2016

No circuito ilustrado na Figura 21, a polarização da base está calculada para que o transistor esteja em corte em baixas temperaturas e em saturação em altas temperaturas.

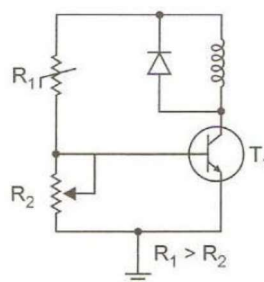


Figura 21 – Exemplo de aplicação do NTC

Os termistores tem uma gama de utilizações, abrangendo desde aplicações de entretenimento até profissionais, como, por exemplo:

- Química: calorimetria, regulação de nível de líquidos e medição da condutividade térmica de gases.
- Física: medição de vácuo, mediação de vazão de gases e líquidos e radiometria.
- Medicina: termômetros.
- Regulação de temperaturas: congelador, máquina de lavar, forno elétrico, sistema de aquecimento e sistema de ar-condicionado.
- Veículos: medição de temperatura de água, óleo e monitorização de gases de exaustão.
- Projetos elétricos: operação de atraso em reles, compensação de variação de temperatura e medição de potência e micro-ondas.
- Sistema de detecção e alarmes contra incêndio: os termovelocimétricos.

2.2.22 LDR - (*Light Dependent Resistor*)

Seu significado é Resistor de Luz ou simplesmente fotorresistor. É usado como sensor de luz numa infinidade de aplicações.

Quando a luz incide em determinadas substâncias cujas resistências são alteradas devido à quantidade de luz que recebem, ocorre a liberação de portadores de carga que ajudam a condução da corrente elétrica.

O LDR é praticamente formado por sulfeto de cádmio ou simplesmente células de CDS. Tem uma resistência extremamente elevada no escuro, da ordem de milhões de ohms. Essa resistência é diminuída para algumas centenas de milhares de ohms quando recebe iluminação direta, a luz forte, uma lâmpada próxima ou a luz direta do sol.

Sua superfície é composta de sulfato de cádmio. Pequenas trilhas do material condutor, na sua maioria das vezes são de ouro, são entrelaçadas e modo a aumentar a superfície de contato e assim serem conseguidas maior capacidade de corrente e maior sensibilidade.

A luz pode atingir a superfície sensível por uma janela de plástico transparente no próprio invólucro. Dois terminais dão acesso ao sensor para sua ligação a um circuito externo. A figura 22 mostra um dos tipos de encapsulamento do fotorresistor e sua simbologia.

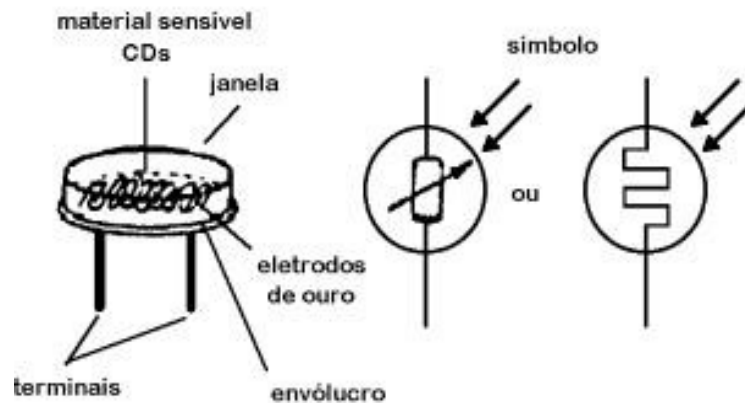


Figura 22 - LDR, aspecto e símbolo

Os LDRs não são componentes polarizados, significando que a corrente pode circular em ambos os sentidos. Assim suas variações com a resistência a luz são iguais em qualquer sentido. A figura 23 mostra os mais comuns tipos de LDRs.



Figura 23 – Alguns tipos comuns de LDRs encontrados no mercado

Com a superfície maior, temos mais sensibilidade maior, temos mais sensibilidade, e também uma capacidade maior de dissipar calor. O LDR consegue controlar as correntes mais intensas.

O LDR do tipo grande consegue controlar diretamente alguns dispositivos como relés sensíveis e até mesmo lâmpadas de baixa potência.

O LDR de pequenas dimensões deve trabalhar com correntes muito pequenas, os quais devem ser usados com circuitos amplificadores.

O LDR é um dispositivo lento. Enquanto outros sensores como fotodiodos e os fototransistores podem perceber variações muito rápidas de luz, em frequências muito altas na

taxa de dezenas de megahertz, o LDR tem um “tempo de recuperação” muito longo. Estando totalmente iluminado e sendo a luz cortada, ocorre um determinado intervalo de tempo para que a resistência, inicialmente no valor mínimo, volte ao valor máximo.

A baixa taxa de comutação do LDR impede que ele seja utilizado em sensores do tipo leitor de código de barras ou sistema de alarmes modulados. Em aplicações mais simples ele é muito útil e utilizado cujo tempos necessários para a atuação sejam maiores, como brinquedos, sensores de luz ambiente, alarmes entre outros. Conforme (Thomazini)

2.2.23 Fotodiodo e Fototransistor

Fotodiodo é um diodo semiconductor cuja junção está exposta à luz. A energia luminosa descola elétrons para banda de condução, reduzindo a barreira de potencial pelo aumento do número de elétrons, que podem circular se aplicada polarização reversa. Como podemos observar na Figura 24 o aspecto construtivo e princípios de funcionamento.

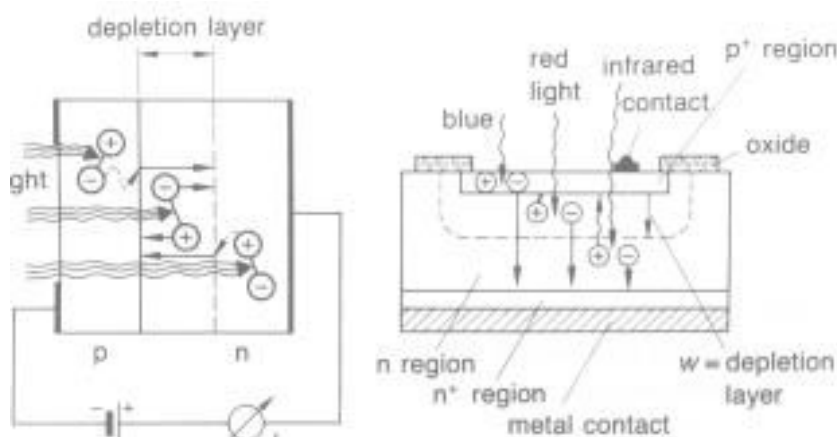


Figura 24 – Construção e princípio de funcionamento

A corrente nos fotodiodos é da ordem de dezenas de mA com alta luminosidade e a resposta é rápida.

Os materiais usados na fabricação dos fotodiodos são semicondutores (pn), como o germânio e silício. Sua sensibilidade luminosa se baseia no efeito fotoelétrico, no valor da resistência no sentido de bloqueio na camada semicondutora modificada pela resistência luz. Para que o efeito fotoelétrico seja influenciado o menos possível por fontes externas de luz, o fotodiodo é encapsulado de maneira que a luz incida na área fotossensível apenas através de uma pequena abertura cerca de um milímetro de diâmetro.

O fotodiodo é usual como sensor em diversas tecnologias, como: controles remotos, scanners, canetas ópticas, cd players, leitores de código de barras dentre outras infinidades.

No mercado atual existem fotodiodos para todas as faixas de comprimentos de onda, do infravermelho ao ultravioleta, dependendo do material que compõe a junção. Conforme (Thomazini).

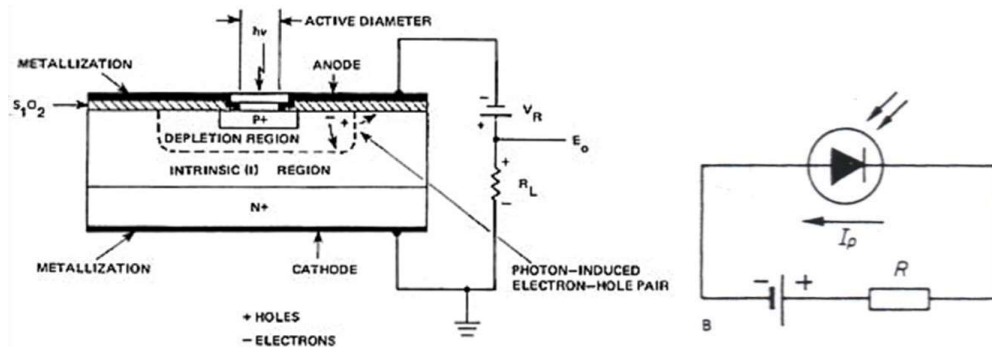


Figura 25 – Estrutura e Simbologia do fotodiodo

Fonte http://images.slideplayer.com.br/4/1576051/slides/slide_10.jpg

Estando o diodo polarizado inversamente, a zona de transição será maior, aumentando a fotocorrente, comportando-se como uma fonte de corrente dependente de intensidade luminosa.

2.2.24 Fototransistor

É um transistor cuja junção coletor-base fica exposta a luz e atua como um fotodiodo. O transistor amplifica a corrente através do circuito eletrônico e fornece alguns mA com alta luminosidade. Sua taxa de comutação é menor que a do fotodiodo. A figura 26 mostra o aspecto construtivo e princípios de funcionamento.

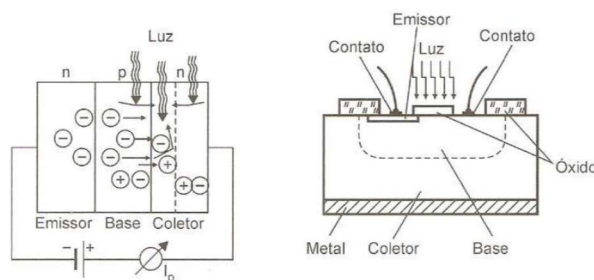


Figura 26 – Construção e princípio de funcionamento.

Esse dispositivo é um transistor sensível à radiação luminosa. O terminal da base pode ou não estar presente no componente, dependendo do tipo de aplicação.

Características:

- Máxima tensão coletor-emissor
- Máxima tensão emissor-coletor
- Máxima dissipação
- Máxima faixa de temperatura de encapsulamento
- Corrente de escuro, corrente de coletor na condição de escuro
- Corrente de claro, corrente de coletor na condição de claro

Suas aplicações são basicamente as mesmas dos fotodiodos, porem o fototransistor pode ser usado para medir alguns tipos de grandezas, tais como:

- Presença
- Velocidade
- Temperatura
- Pressão
- Vazão
- Posição/deslocamento
- Nível

CAPÍTULO 3

Este capítulo apresenta a forma como foi desenvolvido o projeto, o método utilizado para a coleta das informações, cronograma das atividades e custo estimado além do funcionamento dos circuitos.

3.1 Metodologia

Para o gerenciamento do projeto será utilizado o diagrama de *Gantt*, trata-se de um método simples, prático e confiável que permite o acompanhamento do projeto, das atividades desenvolvidas e a serem desenvolvidas além da monitoração dos prazos previstos.

A vantagem de se utilizar um processo de gestão para um projeto, é dar uma diretriz à realização do trabalho, planejando cada passo, atribuindo funções para cada tarefa e o controle eficiente de custos e prazos.

O cronograma a seguir mostra os prazos estipulados e a previsão para conclusão do protótipo.

3.1.1 Cronograma

TABELA 2 – Cronograma

Tarefas	Início	Duração	Término
Pesquisa sobre temas	23/02/2016	7	03/03/2016
Reunião para definição do tema	03/03/2016	2	05/03/2016
Pesquisa de informações	05/03/2016	5	10/03/2016
Reunião para troca de informações	10/03/2016	1	11/03/2016
Elaboração do relatório de concepção	11/03/2016	13	24/03/2016
Reunião com o Professor Orientador para a aceitação do projeto.	24/03/2016	1	25/03/2016

Entrega do relatório de concepção	25/03/2016	1	26/03/2016
Especificação preliminar da estrutura e dos circuitos principais	26/03/2016	6	01/04/2016
Elaboração da estrutura física	01/04/2016	4	05/04/2016
Elaboração dos circuitos eletrônicos	05/04/2016	15	20/04/2016
Elaboração do relatório parcial	20/04/2016	27	17/05/2016
Aquisição dos insumos necessários para a montagem do equipamento	17/05/2016	28	14/06/2016
Aquisição de componentes críticos	14/06/2016	30	14/07/2016
Entrega do relatório parcial	14/07/2016	1	15/07/2016
Teste dos circuitos	15/07/2016	15	30/07/2016
Montagem da PCI	30/07/2016	5	04/08/2016
Desenho da chapa acopladora	04/08/2016	3	07/08/2016
Inserção dos bornes na chapa	07/08/2016	3	10/08/2016
Ligação dos bornes à PCI	10/08/2016	10	20/08/2016
Montagem dos cabos de interfaceamento	20/08/2016	3	23/08/2016
Acabamento	23/08/2016	2	25/08/2016
Primeiros testes	25/08/2016	40	04/10/2016
Possíveis correções	04/10/2016	20	24/10/2016
Testes finais	24/10/2016	10	03/11/2016
Entrega da documentação	03/11/2016	1	
Apresentação	12/11/2016	1	

3.1.2 Diagrama de *Gantt*

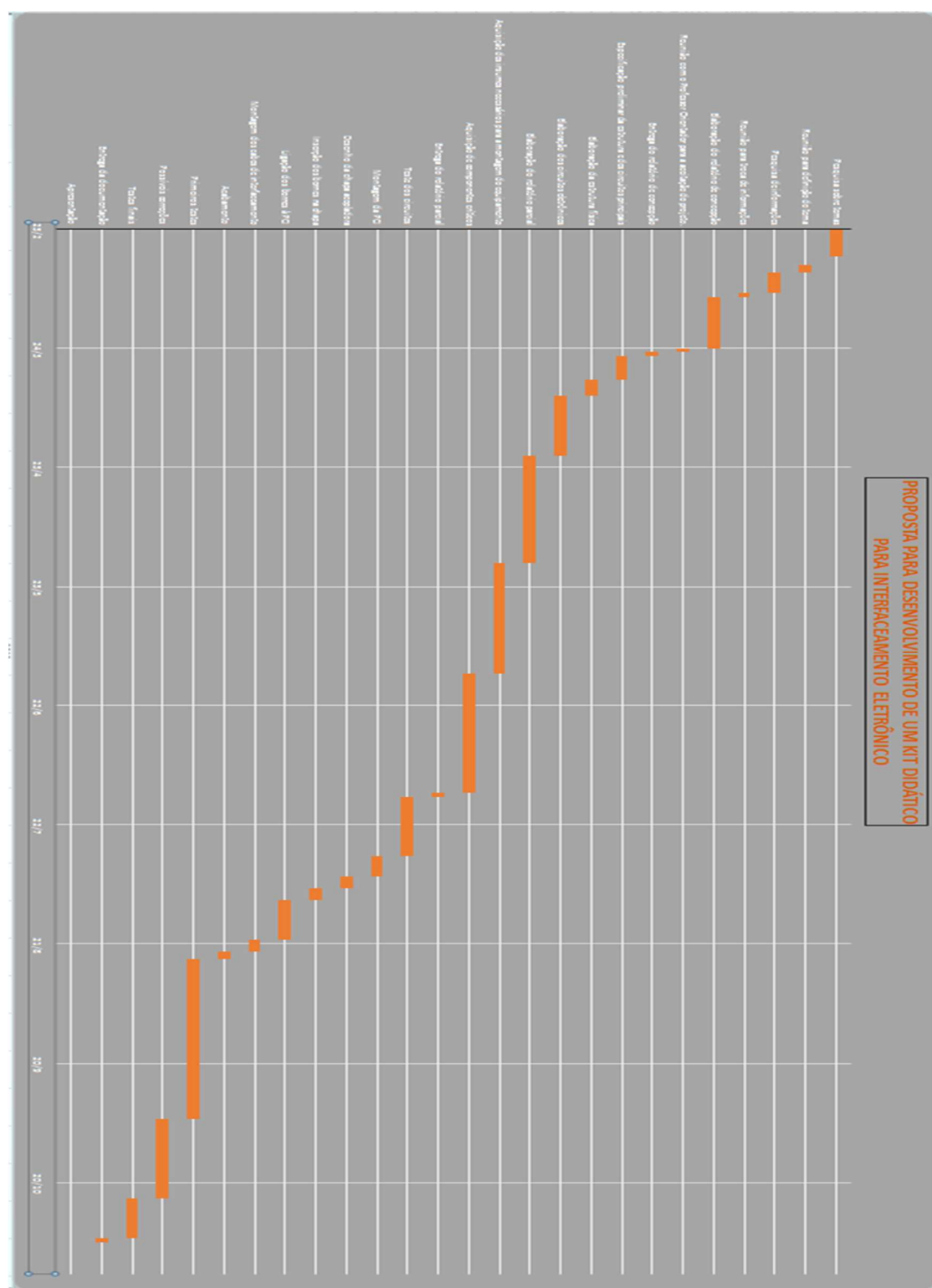


Figura 27 – Diagrama de *Gantt*

Para uma melhor visualização o diagrama de *Gantt* também está contido no APÊNDICE B.

3.2 Desenvolvimento do Projeto

Baseado nas tarefas propostas e utilizando o diagrama de *Gantt* para monitoramento e gerenciamento, foram feitas reuniões com os integrantes do grupo, o objetivo foi determinar como seria concebido o protótipo.

Tendo sido definidos os recursos que estarão na plataforma de aprendizagem com base em pesquisa de mercado e estudantes da área, conforme pode ser vistas no capítulo 2, extraiu-se os circuitos referentes aos recursos com base no estudo da bibliografia.

Para uma melhor compreensão dos circuitos, além deste capítulo é recomendável a leitura do capítulo 2 referente a fundamentação teórica, este capítulo trata pontualmente da teoria relacionada a cada um dos circuitos em desenvolvimento.

3.3 Algumas experiências/ensaios que podem ser realizadas

Pelo fato de a plataforma ser aberta e não estar preso a nenhum controlador ou circuito integrado é possível realizar inúmeros ensaios ou experiências, por ter uma matriz de contatos (*proto-board*) centralizada pode-se realizar ensaios com circuitos discretos simples (série, paralelo e misto). Utilizando as chaves de níveis lógico pode-se alterar a entrada de um circuito digital, como por exemplo, portas lógicas, *flip-flop* e contadores, através dos sinalizadores luminosos pode-se verificar o status de saída de um dispositivo digital, desta forma, a plataforma é recomendada para aulas práticas de sistemas digitais. O *display* LCD presente na plataforma, é uma interface aberta de forma que o usuário possa escrever mensagens de acordo com a sua necessidade, o teclado matricial também é uma interface aberta e permite ao usuário enviar uma informação oriunda da matriz para um controlador, tornando o kit ideal também para microprocessadores. O gerador de *clock* é um recurso que facilita o ensino de conceitos de período, frequência, largura de pulso e amplitude, o simulador AD é um sistema de variação de tensão de 0V a 5V assim, pode-se simular a variação de um sensor, ambos os recursos são recomendados para as disciplinas de eletrônica analógica e controle discreto. O conversor de binário para decimal auxilia na aprendizagem de contadores síncronos e assíncronos e para uma maior facilidade no entendimento de sistemas de numeração. O *buzzer* pode ser utilizado como alerta sonoro, ao envia-lo sinais com diferentes frequências pode-se verificar a relação entre frequência, onda e som. O *cooler* foi uma forma encontrada para introduzir o conceito de

controle de motores CC, assunto bastante discutido na disciplina de máquinas elétricas. Através da conexão serial entre a plataforma e um computador é possível a troca de informação e gravação de microcontroladores PIC. Por fim, não poderia faltar, uma fonte de tensão de 5V e 12V, ambas com capacidade de fornecer 1A para os mais diversos tipos de ensaios. O APÊNDICE C, apresenta um manual contendo alguns ensaios básicos que normalmente são realizados por qualquer estudante de eletrônica.

3.3.1 Sinalizadores Visuais

Os sinalizadores visuais permitem ao estudante, projetista ou simplesmente usuário da plataforma o monitoramento de variáveis binárias, e a sinalização de eventos, é um recurso extremamente utilizado e não poderia faltar.

O circuito é bastante simples e conhecido entre profissionais e estudantes de eletroeletrônica, trata-se de um resistor em série com um LED – Diodo Emissor de Luz -, o resistor limita a corrente e intensidade luminosa quando aplicada uma tensão suficiente para que em proporção com o resistor estabelecido o LED emita luz. A Figura 28 apresenta o circuito utilizado.

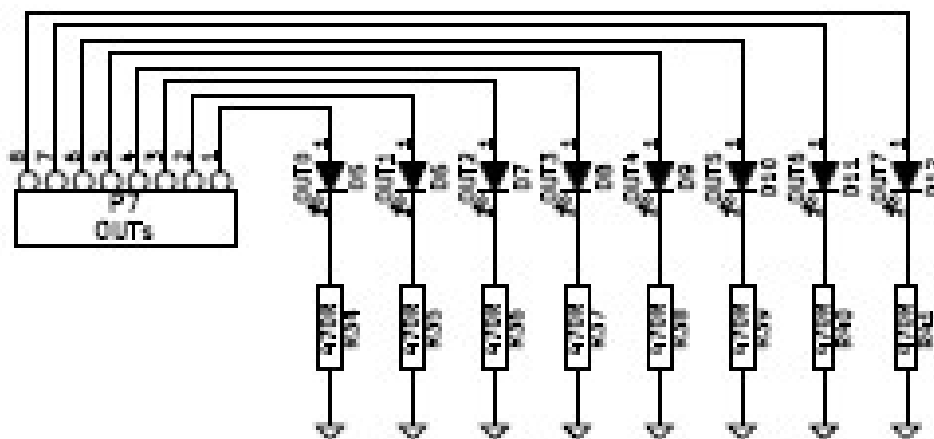


Figura 28 – Sinalizadores luminosos

O Protótipo dispõe-se de 8 LEDs que podem ser utilizados para monitorar saídas, como serão utilizados depende apenas da criatividade. Podem ser usados, por exemplo: Para monitorar o estado lógico da saída de uma ou mais porta lógica (onde: LED aceso igual a 1 e apagado igual a 0).

Como indicador de nível (digamos que você queira fazer um medidor de combustível, podem ser utilizados 8 LEDs e a quantidade de LEDs acesos indicará a quantidade de combustível no reservatório.) Verificar funcionamento de programações feitas em microcontroladores e etc.

3.3.2 Sinalizadores Sonoros

O *buzzer* é um dispositivo eletrônico destinado a emitir um sinal sonoro similar ao de uma sirene. A Figura 29 apresenta o circuito utilizado.

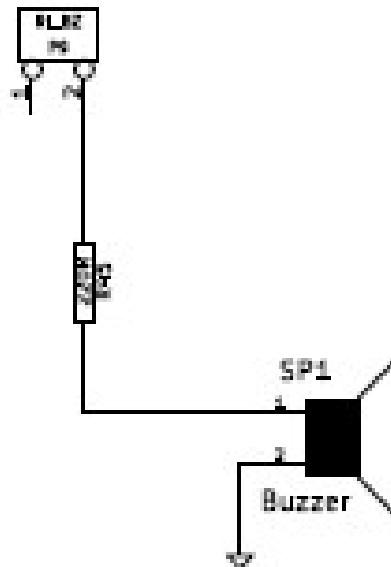


Figura 29 – Sinalizador sonoro

Para ativá-lo, é preciso injetar um sinal de 5V no respectivo conector.

3.3.3 Chaves de Níveis Lógico

Existem também oito chaves que são utilizados para enviar sinais 0 ou 5V. Para alternar entre nível lógico 0 e 1 (0V e 5V) basta mudar a posição da chave.

Normalmente esses tipos de sinais são utilizados em: Circuitos com portas lógicas; Microcontroladores; Transistores PNP e NPN ou em qualquer tipo de circuito que funcione com 0 ou 5 Volts.

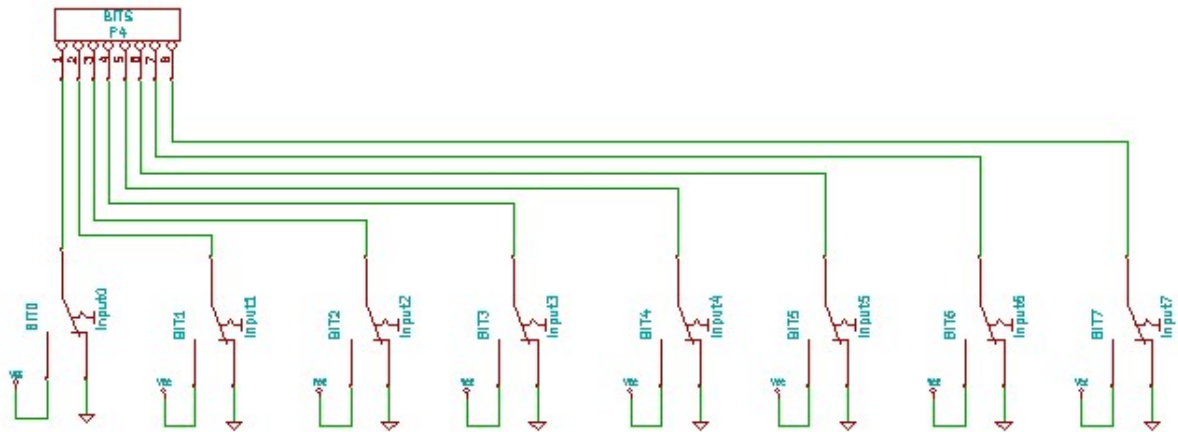


Figura 30 – Chaves de níveis lógico

3.3.4 Pull Up e Pull Down

Pull Up e *Pull Down* são técnicas utilizadas para garantir níveis lógicos na entrada de um dispositivo, bastante usado na eletrônica em entradas e saídas de portas lógicas e microcontroladores. A Figura 31 apresenta o circuito utilizado.

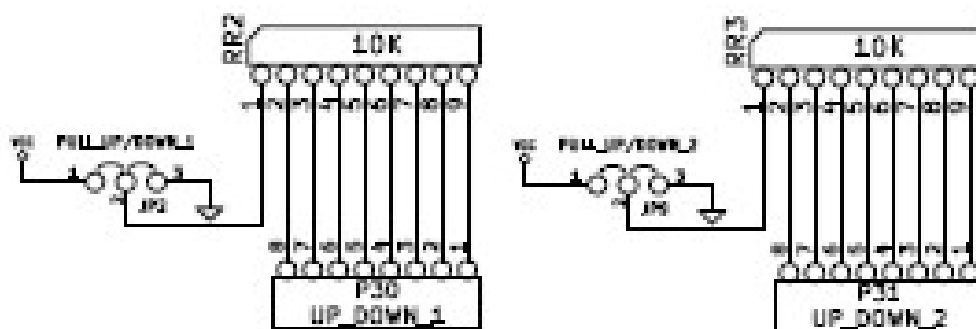


Figura 31 – Pull Up e Pull Down

A seleção entre *Pull Up* e *Pull Down* deve ser feita alterando-se a posição dos *jumpers* (JP1 e JP2).

3.3.5 Decodificador Binário para Decimal

Fora incluído dois decodificadores BCD utilizando o CI4511, ambos pré-configurados para decodificar uma contagem de 0 a 9 em decimal. O decodificador tem a função de interpretar um código BCD e gerar os sinais para ligar o dígito correspondente ao *display* de sete segmentos. O respectivo circuito pode ser visto na Figura 32.

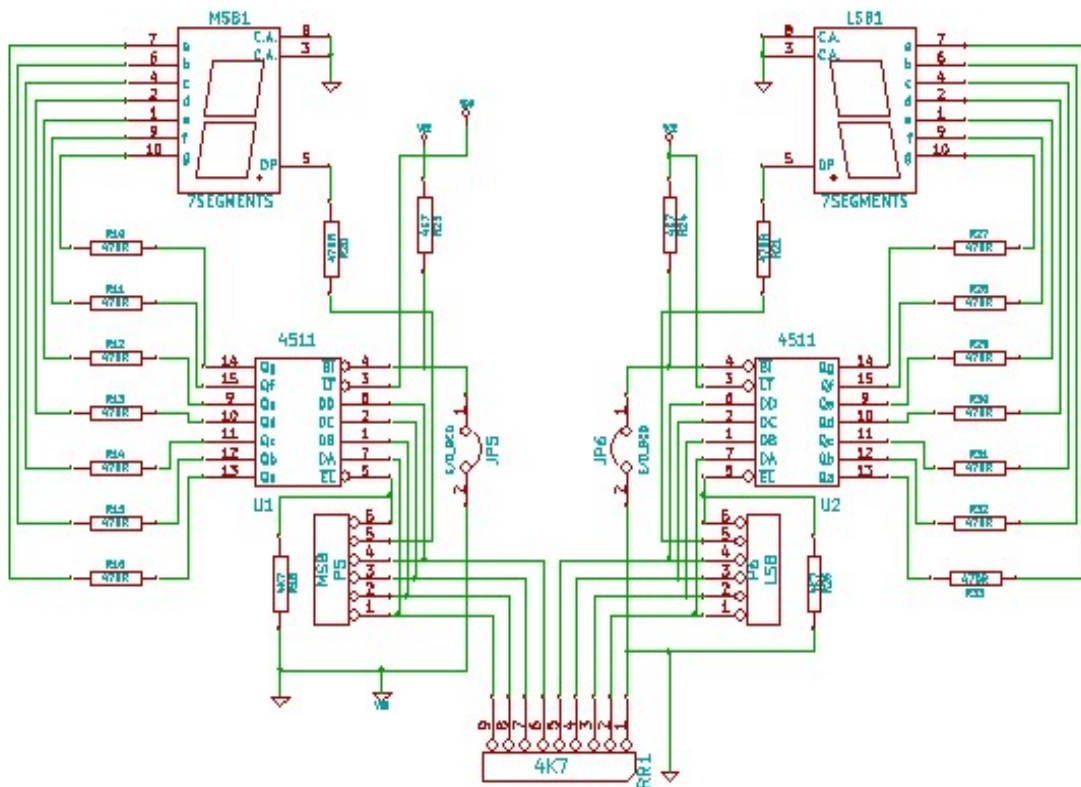


Figura 32 – Decodificador BCD

O terminal LSB é corresponde ao *Display* LSB1; O terminal MSB corresponde ao *Display* MSB1; Os pinos 1,2,3 e 4 de ambos os terminais (MSB e LSB) correspondem a contagem em binário (injetamos sinal 0 ou 5 volts); O 5º pino corresponde ao ponto decimal do *display*; O 6º pino do conector MSB ou LSB habilita a memorização dos *latches* internos congelando o *display*. Caso permaneça em nível zero continuamente não afetará a contagem; Os jumpers E/D_BCD habilita ou desabilita os *Displays* de 7 Segmentos.

3.3.6 Display LCD 16X2

Um diferencial em qualquer projeto micro controlado é a utilização de um display de LCD para a indicação de diversos parâmetros e informações. Um simples *display* de LCD torna o projeto muito mais amigável ao usuário além de aumentar a gama de funções e operações.

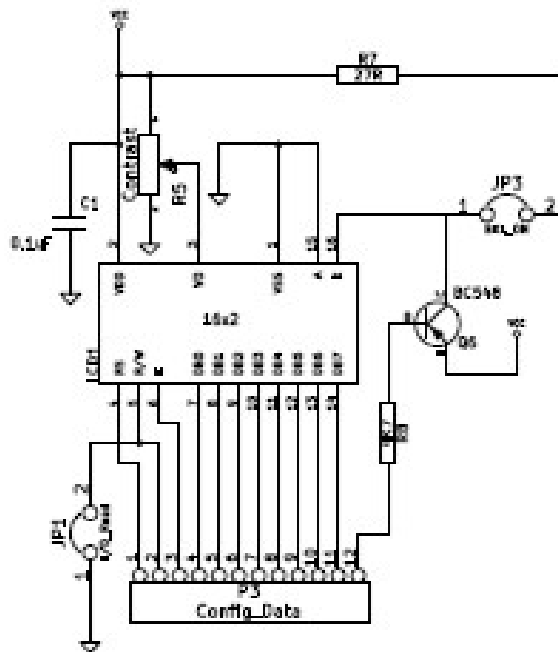


Figura 33 – Display LCD 16x2

O conector de 12 vias (*Config_Data*) mostrado na Figura 33, corresponde aos pinos de controle do *Display*; O contraste do *display* pode ser ajustado através do *trimpot Contrast*; Através do jumper BKL_ON o *Backlight* (Luz de Fundo) pode ser configurado para ficar ligado (aceso) ou para ligar (acender) via *software*; Se o *jumper* BKL_ON estiver fechado, o *backlight* ficará ligado, dispensando o uso do pino *Backlight_Control* do conector *Config_Data*; Se o *jumper* BKL_ON estiver aberto, o *backlight* ficará desligado (apagado). Para ligá-lo, será necessário injetar 5V no pino *Backlight_Control*; Com o *jumper* E/D_Read fechado o *display* ficará em modo de escrita, dispensando o uso do pino R/W; Com o *jumper* E/D_Read aberto será necessário a utilização do pino R/W do para configurar o modo leitura/escrita do *display* via *software*; O pino R/W corresponde ao R/W do *display*; O pino RS corresponde; O pino E

corresponde ao pino *Enable*; Os pinos DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6, DB7 correspondem aos pinos DB0 ao DB7 do *display*.

3.3.7 Teclado Matricial 4x4

O teclado matricial é um periférico de entrada e saída de dados, para cada tecla pressionada uma linha cruza com uma coluna, então entende-se que, os teclados matriciais, internamente são *push-buttons* organizados de forma matricial conforme a Figura 34.

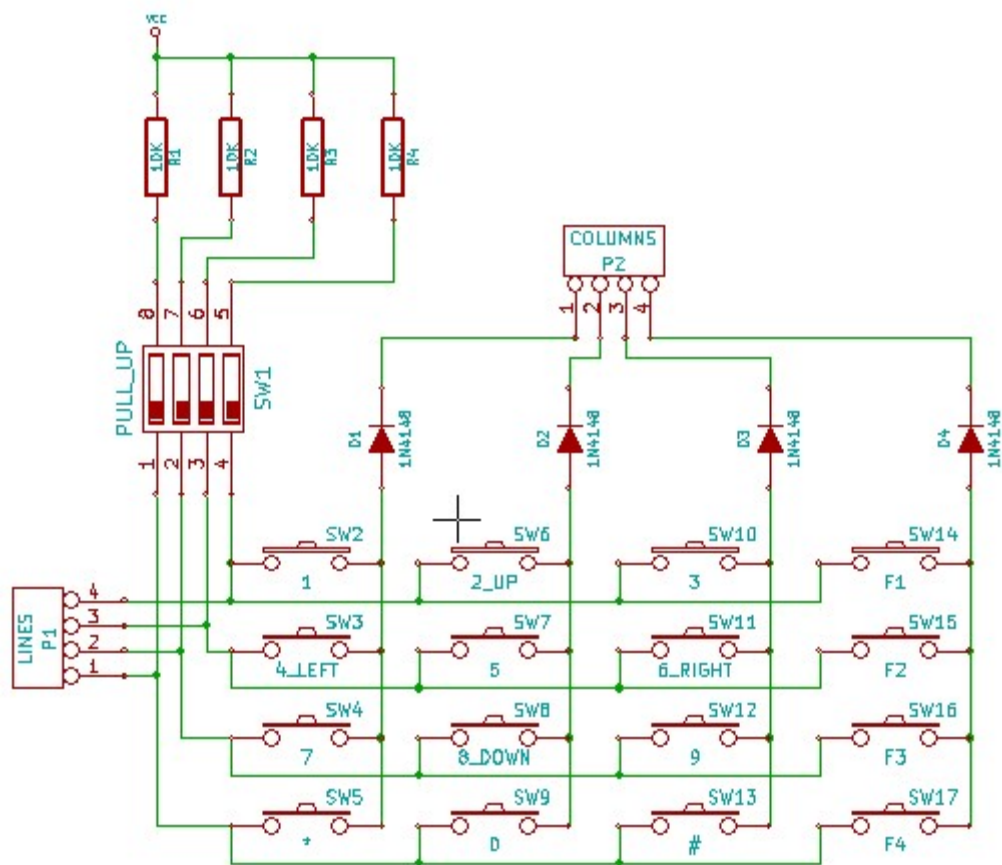


Figura 34 – Teclado matricial

Observa-se que nas colunas, existe um sistema de proteção anti curto (diodos de proteção), por isto, os dados somente podem ser enviados em uma direção sendo eles nível lógico 1 (5V); As linhas têm um sistema de *pull up* que pode ser habilitado ou desabilitado

3.3.8 Comunicação Serial RS232

O conector J2 é onde deve ser conectado o cabo serial para ligação com o computador, e o conector K3 recebe/envia os dados do circuito interfaceado.

Pinagem de K3	
Pino	Função
1	Transmissão de dados
2	Recepção de dados
3	Referência para o circuito

3.3.9 Gravador de PIC JDM

O JDM é um gravador serial, isto é, funciona através de comunicação serial com um computador que tenha disponível a comunicação RS232, através deste gravador é possível transferir o *firmware* via ICSP - programável no circuito -, a Figura 36 mostra o circuito do JDM.

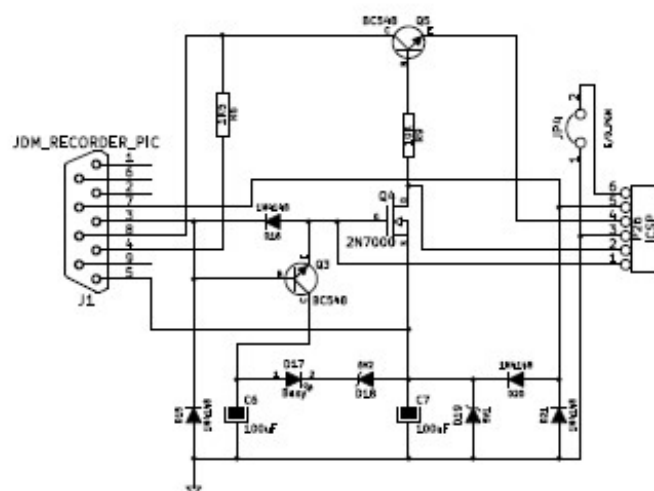


Figura 36 – Gravador de PIC JDM

O conector ICSP é o responsável pela comunicação e consequentemente transferência do *firmware* presente no computador para o microcontrolador. A Tabela 4 mostra a pinagem e sua respectiva função.

TABELA 4 – Pinagem padrão para gravadores de PIC ICSP

CONECTOR ICSP	
VPP	Tensão de programação
VDD	Alimentação positiva
GND	Alimentação negativa
PGD	Recebe dados do computador
PGC	Recebe pulso de clock do computador
AUX	PGM – Gravação em baixa tensão

3.3.10 Gerador de Clock

O gerador de *clock* consiste em variar entre os níveis 0 e 5 volts em uma determinada frequência a qual pode ser ajustada pelo usuário, este gerador é baseado no CI (Circuito Integrado) 555, configurado como multivibrador astável.

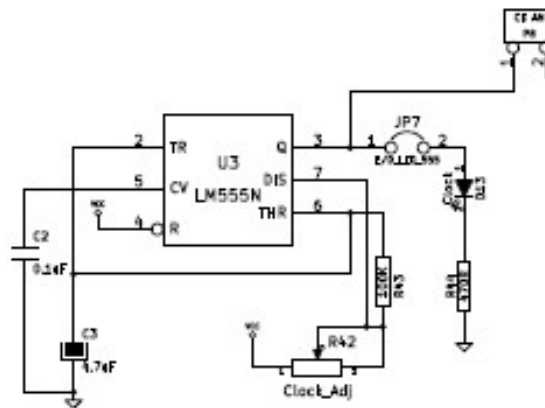


Figura 37 – CI LM555 configurado como astável

Para observar a frequência de forma visual deve-se fechar o *jumper* JP7. O ajuste da frequência é realizado através da variação de *clock* Adj.

3.3.11 Simulador de Sinal Analógico

Em situações reais é bastante comum a leitura de sensores e a interpretação da leitura é feita através de um software embutido em um microcontrolador, desta forma, este recurso presente na plataforma permite a simulação de um sensor analógico.



Figura 38 – Simulador de sinal analógico

A variação entre 0V e 5V é através de sinal analógico e utiliza-se do princípio do divisor de tensão, onde a variação da resistência varia a corrente e consequentemente a tensão em um resistor

3.3.12 Driver com Relé

Um *driver* com relé permite o acionamento de uma carga de potência relativamente elevada (em torno de 220V/15A) utilizando se de um sinal digital de baixa tensão (0V ou 5V).

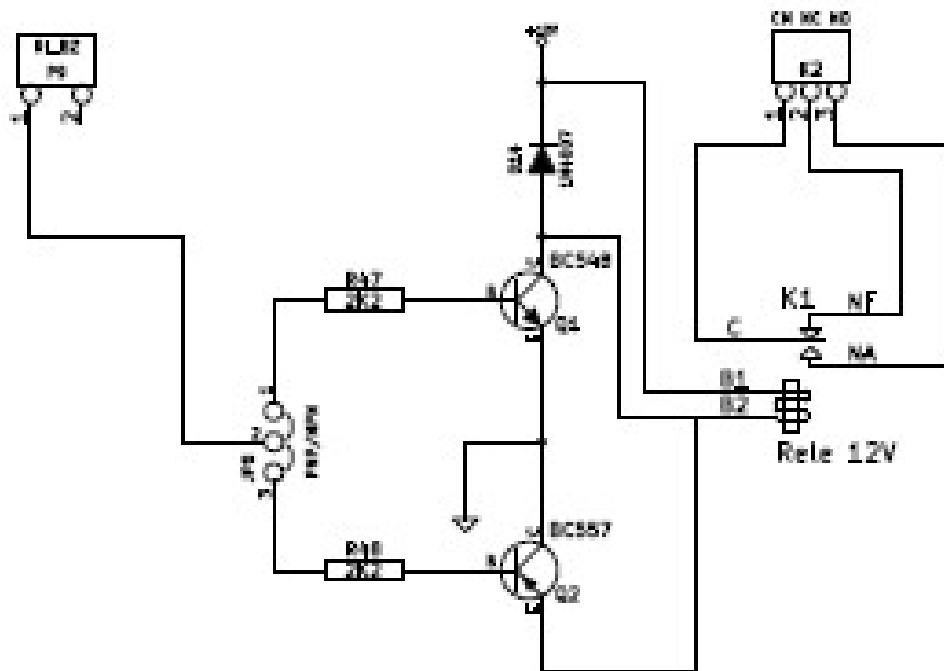


Figura 39 – Driver com relé ativo em 0V e 5V

Para acionar o relé primeiramente deve-se posicionar o *jumper* (PNP/NPN) de acordo com a necessidade no que se refere a tensão de acionamento (0V ou 5V), posteriormente injeta se um sinal no terminal 1 de RL_BZ.

3.3.13 Sensores

Existem 3 espaços na plataforma que permitem a conexão de componentes com dois terminais (bipólos) e respectivamente suas saídas, foram designados por “sensores”, desta forma, é possível conectar um sensor para verificar o seu componente, de forma que se possa levantar as suas características em resposta a sinais externos, evidentemente, pode se utilizar qualquer outro componente, a Figura 40 apresenta a disposição dos mesmos (espaços).

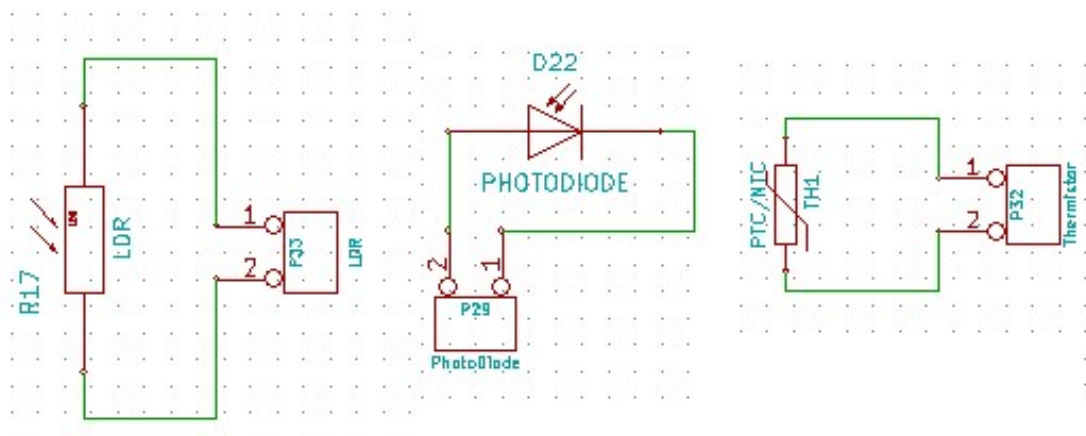


Figura 40 – Espaços para componente bipólos

3.3.14 Esquema Elétrico

Foram até aqui, apresentados os circuitos que compõem a plataforma didática, a partir desses circuitos fora desenvolvido o esquema elétrico, para confecção da PCI e início da montagem. A Figura 41 apresenta o esquema elétrico, também é possível encontra-lo no APÊNDICE D.

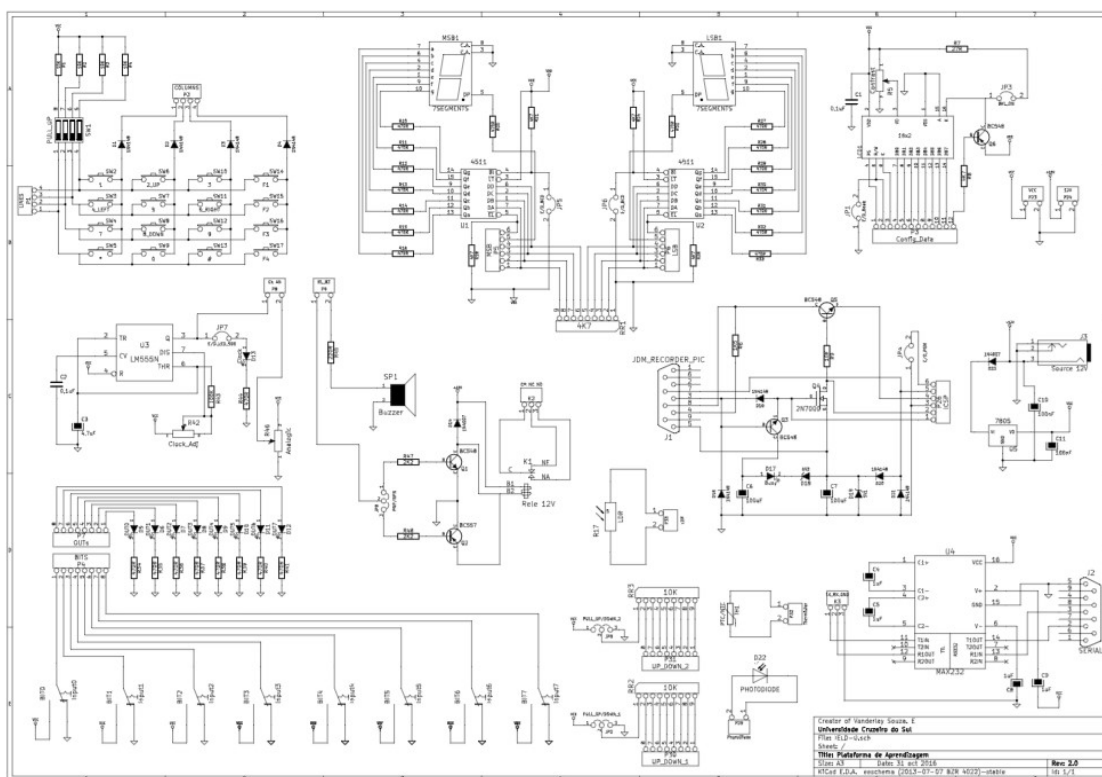


Figura 41 – Esquema elétrico

3.3.15 Desenvolvimento da PCI

Nesta etapa foram associados os componentes presentes no esquema elétrico a um arquivo denominado “*NetList*”, este arquivo permite que o software utilizado (*KiCad*) identifique cada um dos componentes e o associe a um PAD conforme APÊNDICE E, para posteriormente ser roteada a PCI.

3.3.16 Roteamento da PCI

De posse da *netlist* e do esquema elétrico, foi efetuado o processo de roteamento, utilizando se ferramenta de desenho *KiCad* conforme as Figuras 42 e 43.

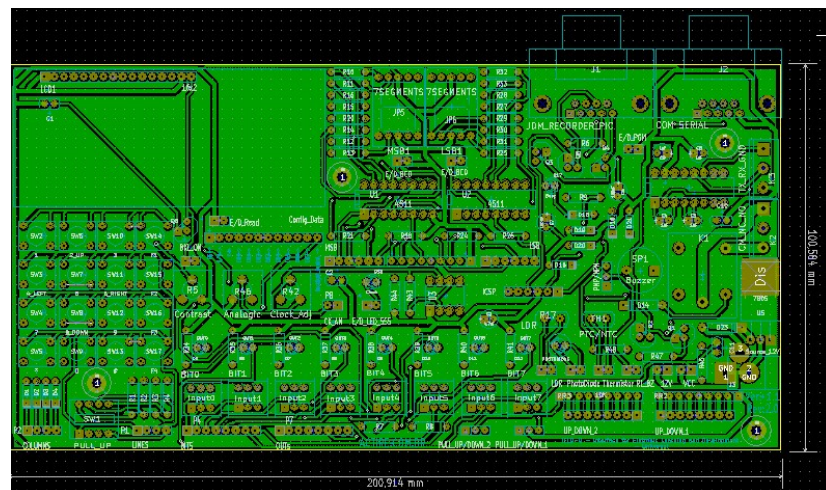


Figura 42 – Placa roteada – visão inferior

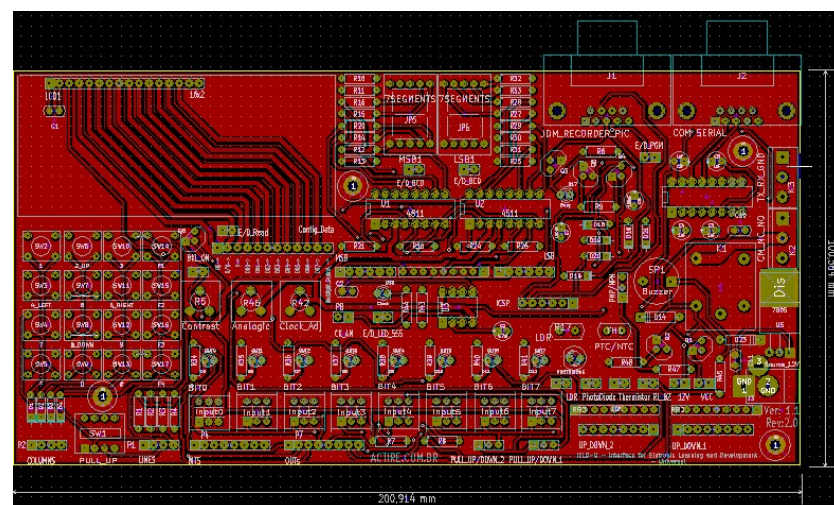


Figura 43 – Placa roteada – visão superior

3.3.17 Montagem do Protótipo

Aqui estarão contidos todos os passos realizados durante a montagem e uma breve descrição do processo.

Baseado nas tarefas propostas com a ajuda do cronograma e através do diagrama de *Gantt* foram feitas reuniões com os integrantes do grupo, onde com base em pesquisas realizadas, foram definidos a maneira com que iríamos realizar a estrutura do protótipo.

A escolha se deu, por uma maleta – Figura 44 - (normalmente utilizada para guardar ferramentas) que quando acoplada a uma chapa de acrílico fixada em seu interior comportará toda a estrutura da plataforma de aprendizagem.



Figura 44 – Caixa de ferramentas BRASFORT

3.3.18 Chapa de Acrílico

Todos os recursos da plataforma estarão presentes em uma chapa de acrílico a qual estarão disponíveis por bornes de 2 mm.

Para o desenho da chapa de acrílico e sua respectiva etiqueta utilizados o *software AutoCad* e o *software Corel Draw*. Nas Figuras 45 e 46, é possível verificar ambos os desenhos.

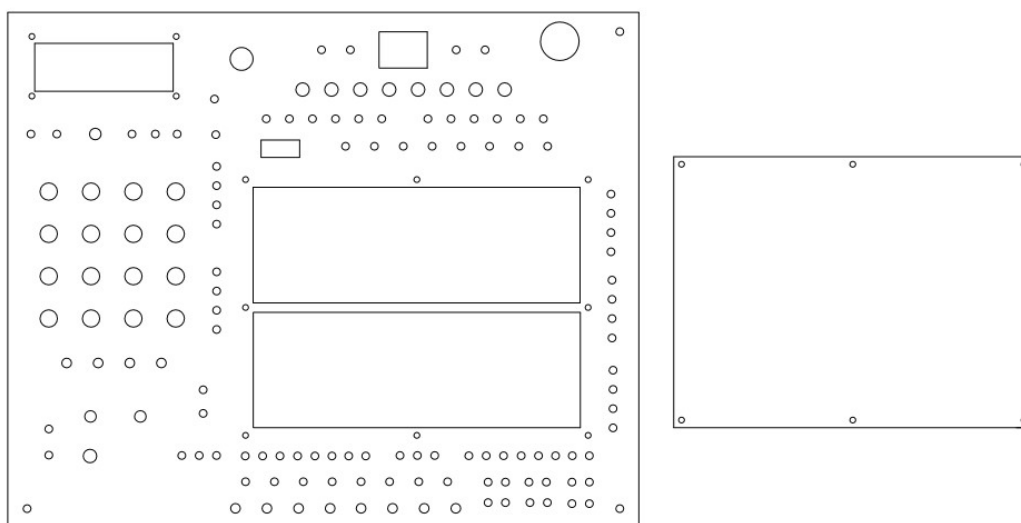


Figura 45 – Desenho da chapa de acrílico em CAD

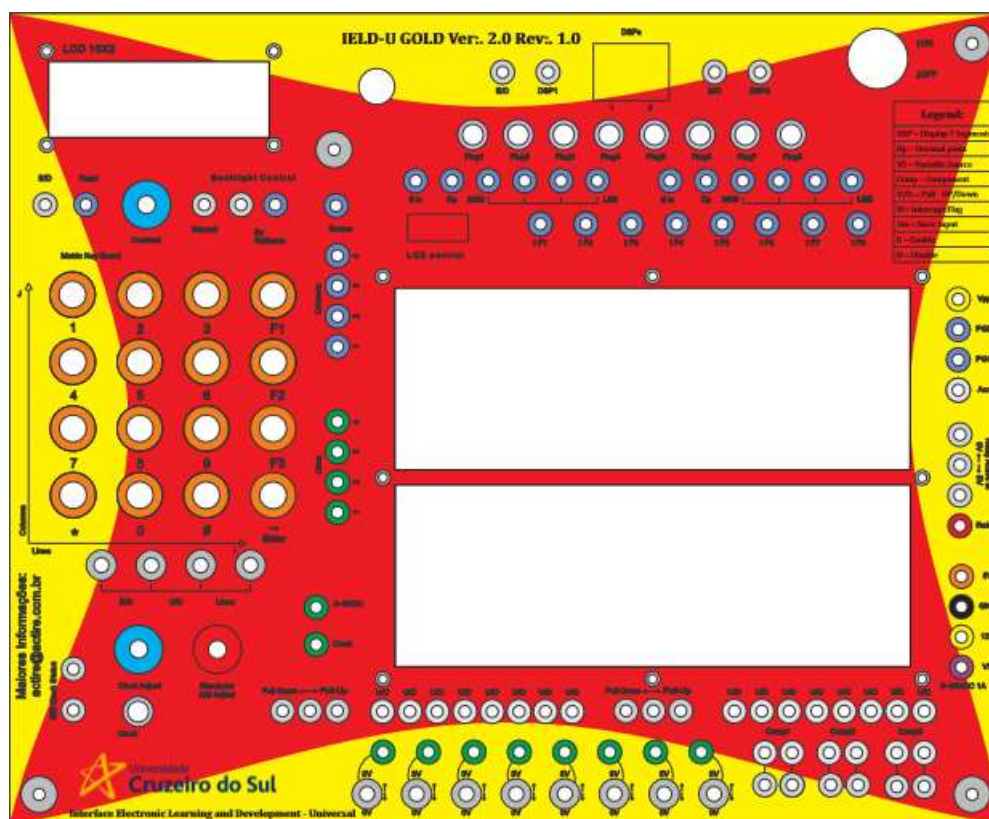


Figura 46 – Desenho da etiqueta

3.3.19 Fixação dos Componentes a Chapa de Acrílico



Figura 47 – Chapa de acrílico com etiqueta de identificação e bornes

3.3.20 Soldagem dos Componentes na PCI

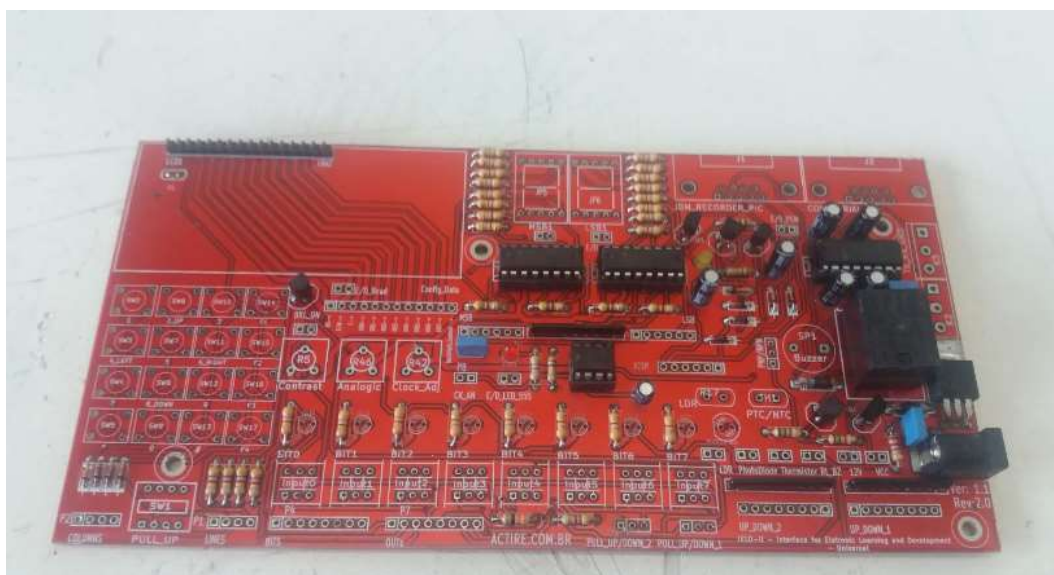


Figura 48 – Placa roteada – visão superior

Observa-se que os locais para fixação dos terminais não foram soldados, nesse caso serão interligados por cabos aos seus respectivos bornes.

3.3.21 Interligação dos Componentes Presentes na Chapa de Acrílico aos Recurso da PCI

Após terem sido soldados todos os componentes e terem sido fixados os bornes, foram interligados por meio de *flat cables*.



Figura 49 – Interligação entre PCI e chapa de acrílico

3.3.22 Interligação dos Bornes Presentes na Maleta aos Recursos da PCI



Figura 50 – Interligação da PCI a maleta

3.3.23 Fixação da Chapa de Acrílico a Maleta

Por fim, utilizando-se de espaçadores de madeira fora fixada a chapa já com os recursos a maleta, as Figuras seguintes apresentam o aspecto final do trabalho.



Figura 51 – Chapa de acrílico fixada na maleta



Figura 52 – Visão frontal – aspecto final



Figura 53 – Visão traseira

Nesta visão é possível observar as saídas/entradas para a comunicação serial e para o gravador JDM, além do conector para cabo de força, responsável por alimentar os circuitos internos.



Figura 54 – Visão frontal – chave para controle do módulo cooler

Foi pensado de última hora a inserção de um *cooler* para a ventilação interna e também para aprendizagem do conceito de controle de motores CC utilizando PMW, a Figura 55 apresenta a chave de três posições responsável por ligar/desligar e controlar externamente o cooler por PWM, a Figura 56, apresenta o seu respectivo circuito.

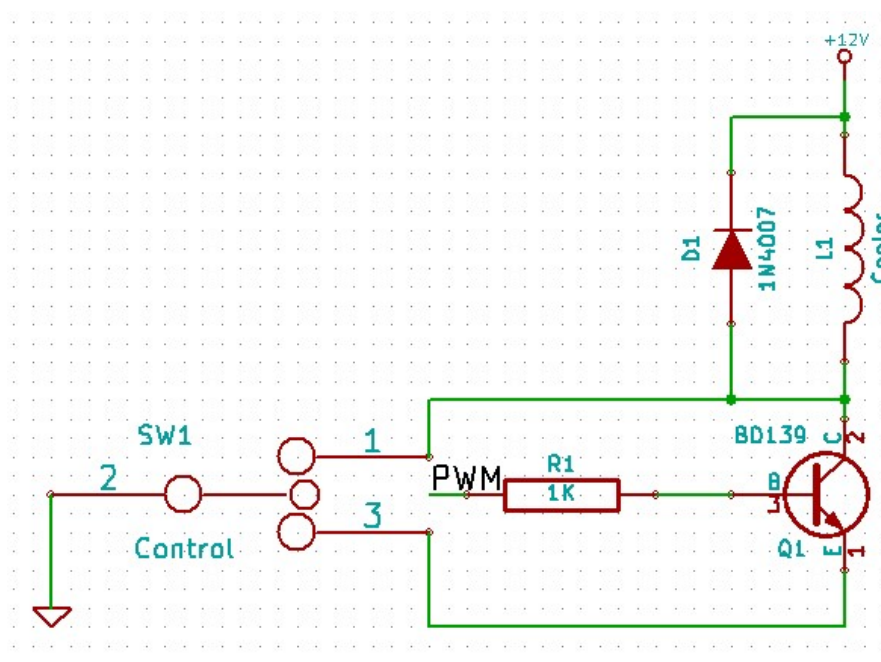


Figura 55 – Circuito de controle do módulo cooler



Figura 56 – Visão Lateral – Relê de potência, comunicação serial e potenciômetro de ajuste da fonte variável

O custo do protótipo pode ser visualizado no APÊNDICE F.

CAPÍTULO 4

Este capítulo apresenta os resultados obtidos através de testes bem como sugestões para utilização dos recursos presente na plataforma.

4.1 Resultados Obtidos

Após ter sido finalizado o protótipo da plataforma de aprendizagem, seguiu se para uma bateria de testes para comprovar se o seu funcionamento está de acordo com a proposta de trabalho, a seguir serão apresentados os resultados obtidos para cada item proposto.

4.2 Teste da Alimentação

Fazendo o teste com o osciloscópio, a ponta de prova está ligada na saída de 12V da plataforma de aprendizagem.

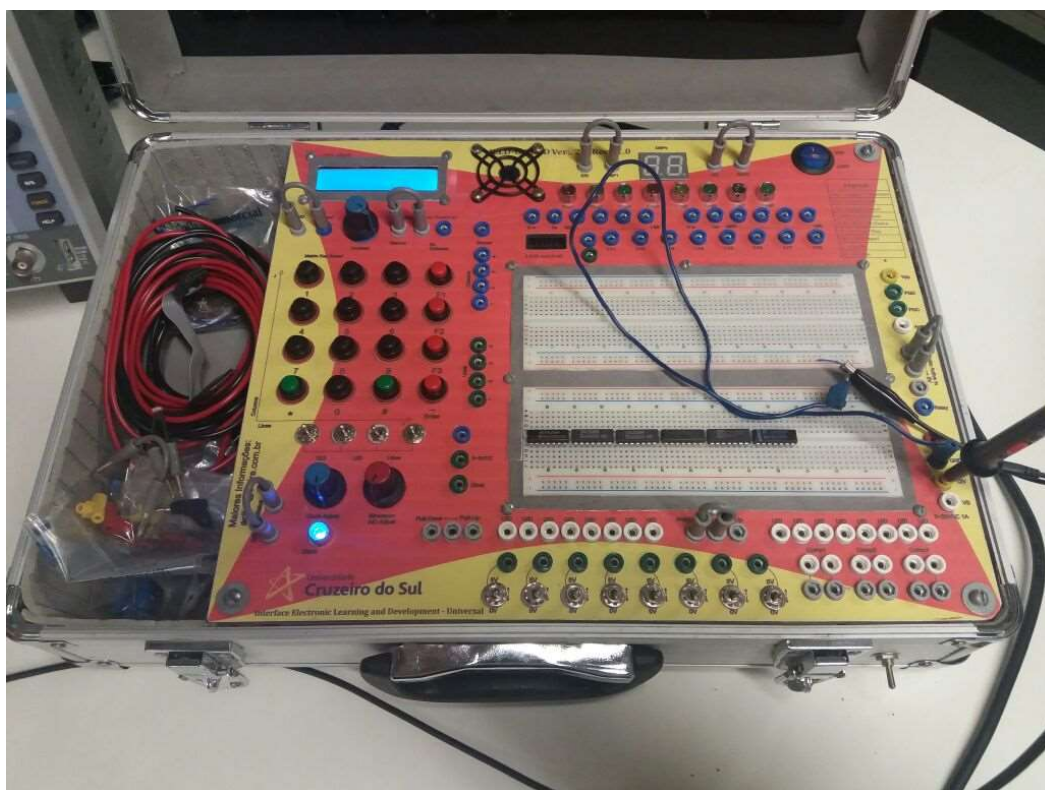


Figura 57 – Testando a saída de 12V com osciloscópio

Pela Figura 58 pode se observar que quase não há ruído, de forma que o circuito a ser alimentado esteja em boas condições de funcionamento.

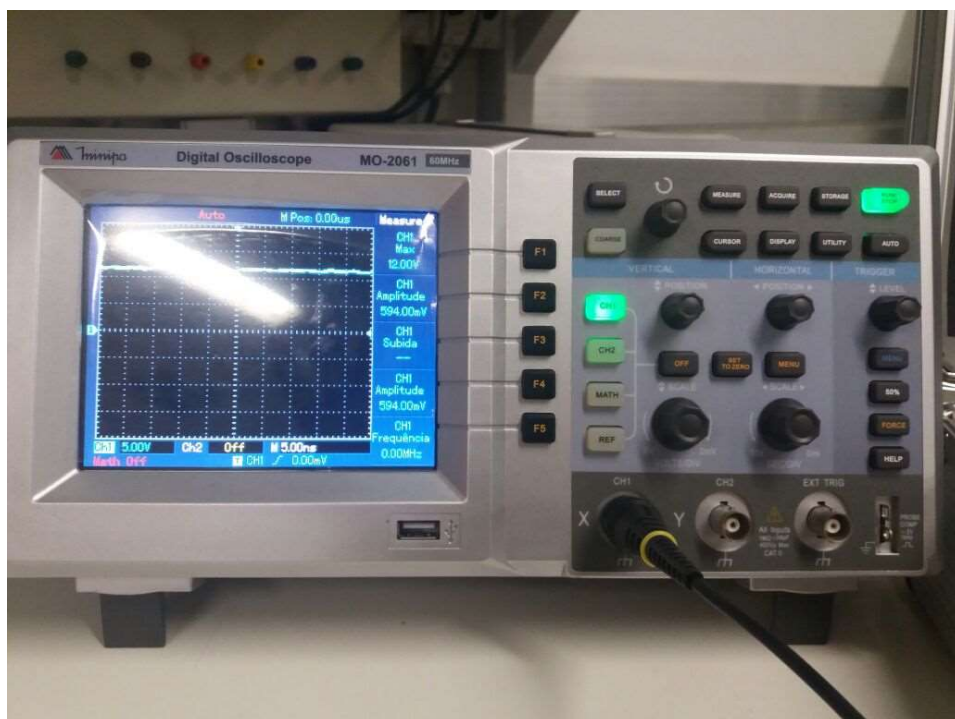


Figura 58 - Osciloscópio medindo na saída de 12V

Conforme Figuras 59 e 60, o procedimento foi repetido para 05V.

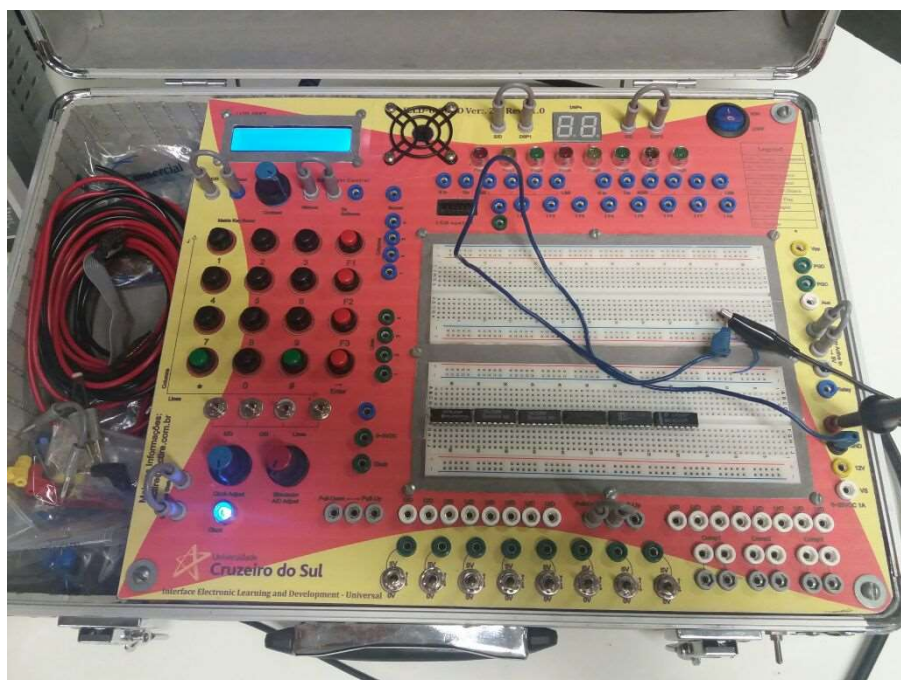


Figura 59 – Pontas de prova do osciloscópio medindo 5V

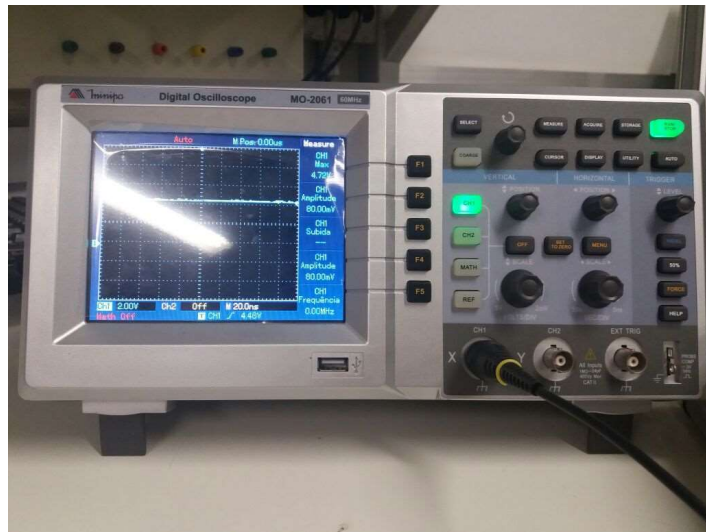


Figura 60 - Imagem do osciloscópio fazendo a medição na entrada de 5V

Novamente, se verifica pela Figura 60 a ausência de *ripple* o que torna os ensaios ou projetos, desenvolvidos utilizando a plataforma bastante confiáveis.

4.2.1 Teste dos Sinalizadores de Níveis Lógicos

Estes sinalizadores permitem o monitoramento de uma variável binária e podem serem utilizados para verificar o status de saída de uma porta lógica, microcontrolador, *flip-flop* e etc.

A Figura 61 apresenta os sinalizadores sendo testados por chaves de níveis lógico presentes na plataforma.

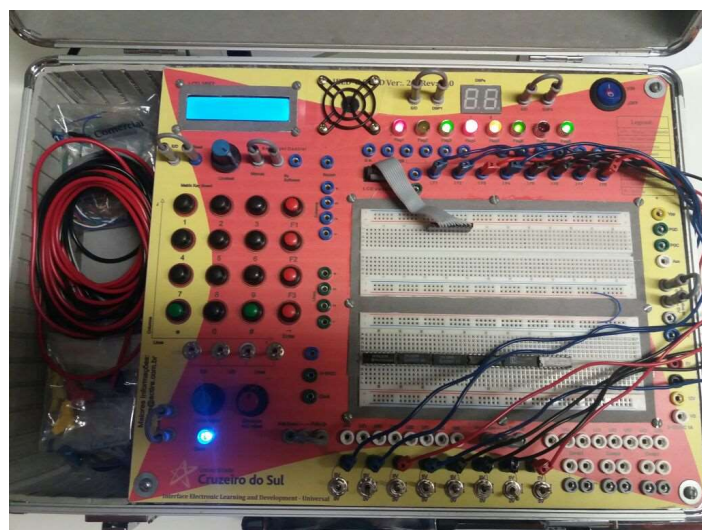


Figura 61 – Teste dos sinalizadores através das chaves de níveis lógico

4.2.2 Teste do Sinalizador Sonoro – Buzzer

Este sinalizador serve para sinalizar eventos, alertas, status de maquinas, por exemplo, emitindo um sinal sonoro.

O teste do *buzzer* foi feito apenas para comprovar se o mesmo emite som audível. Para isto, foi alimentado conforme a Figura 62 de forma que foi comprovado o seu funcionamento.

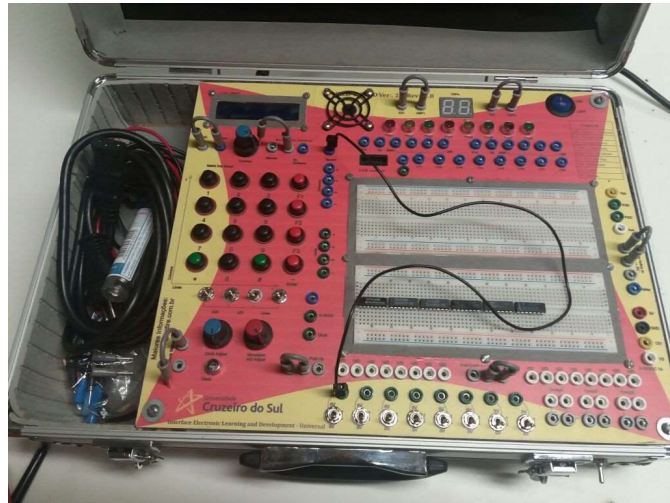


Figura 62 – Acionamento do Buzzer

4.2.3 Teste das Chaves de Níveis Lógico

Estas chaves geram níveis lógicos e podem ser utilizadas para simulação de estados de sensores ou chaves digitais (variáveis digitais).

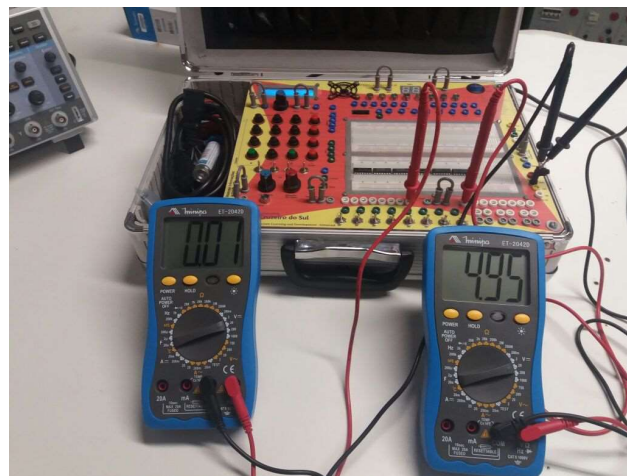


Figura 63 – Teste das chaves de níveis lógico

Na Figura 63 é possível verificar os níveis lógicos 0 e 1 representados por 0 e 5 Volts medidos pelo multímetro.

4.2.4 Teste dos Pull Ups e Pull Downs

Pull up e pull down é uma técnica bastante utilizada por projetista de sistemas digitais com o intuito de manter uma entrada digital com um valor fixo (conforme referencial teórico).

Para o teste dos *pull ups / pull down* foram utilizados dois multímetros, através da Figura 64, observa se que são 8 + 8 *pull ups/down*, enquanto que os da esquerda estão configurados para *pull down* os da direita estão configurados para *pull up*.

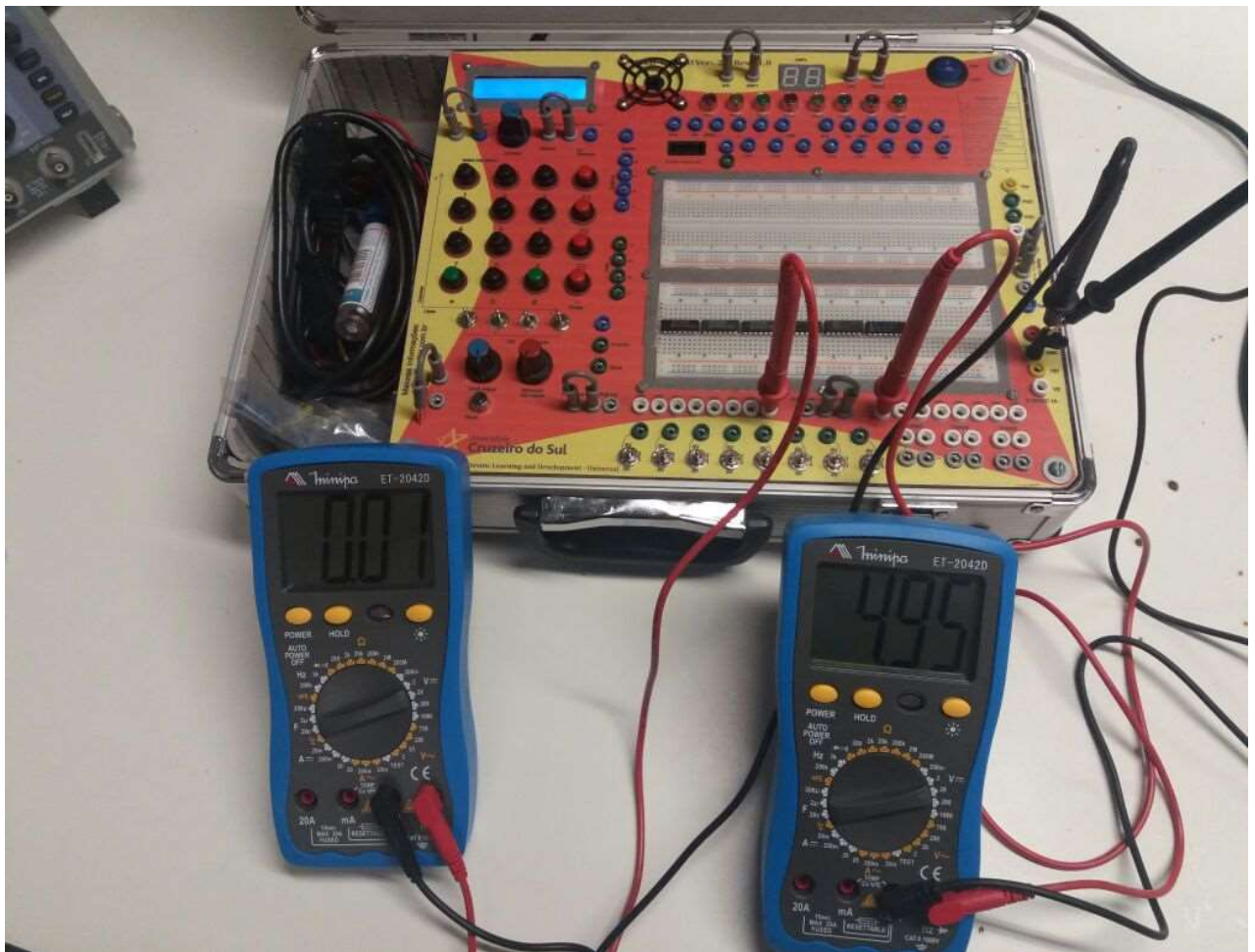


Figura 64 – Teste dos de pull up e down

Na Figura 64 é possível verificar os valores de tensão obtidos.

4.2.5 Teste do Conversor de Binário para Decimal com BC4511

Com este recurso é possível converter um número binário para um número digital de 0 a 99, pode ser utilizado para contagem de eventos por exemplo.

Para o teste dos conversores foram utilizadas as próprias chaves de simulação de níveis lógicos presentes no kit de forma que todo o barramento de dados do decodificador possa ser acionado conforme Figura 65.

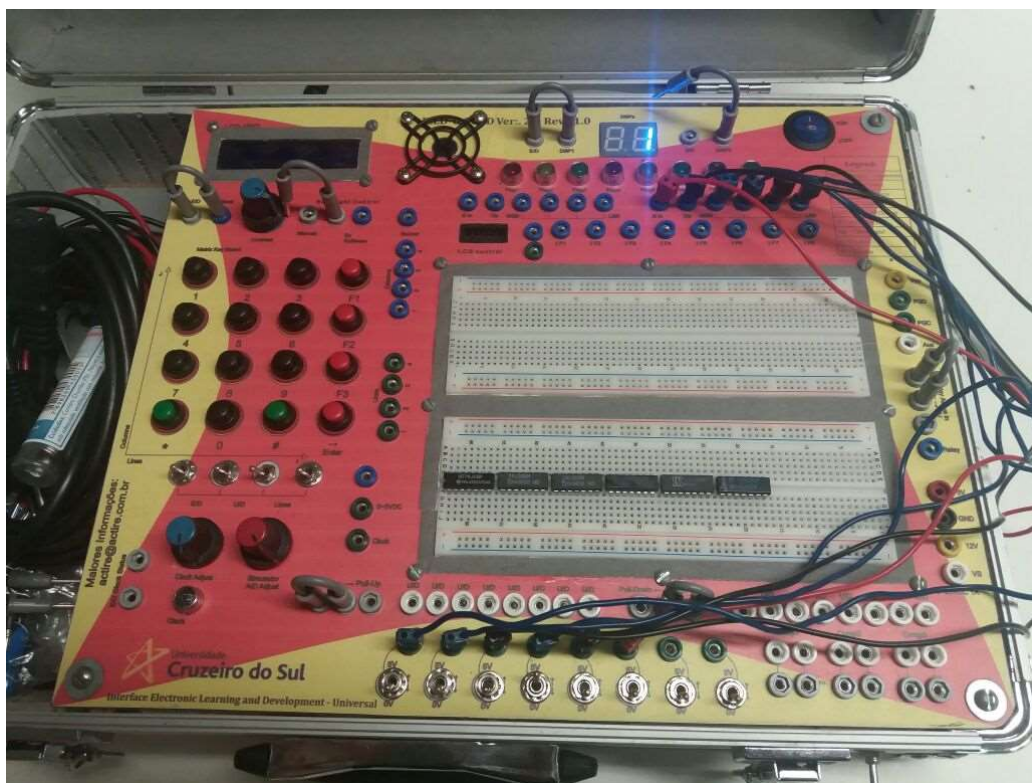


Figura 65 – Teste o conversor binário através das chaves

As Figura 66 à 70 mostram a simulação de diversos números e em todas foram obtidos os resultados esperados estando o kit apto para realizar experimentos para conversões binarias através das chaves ou até mesmo de uma programação desenvolvida.



Figura 66 – Conversão de “0” binário para “0” decimal

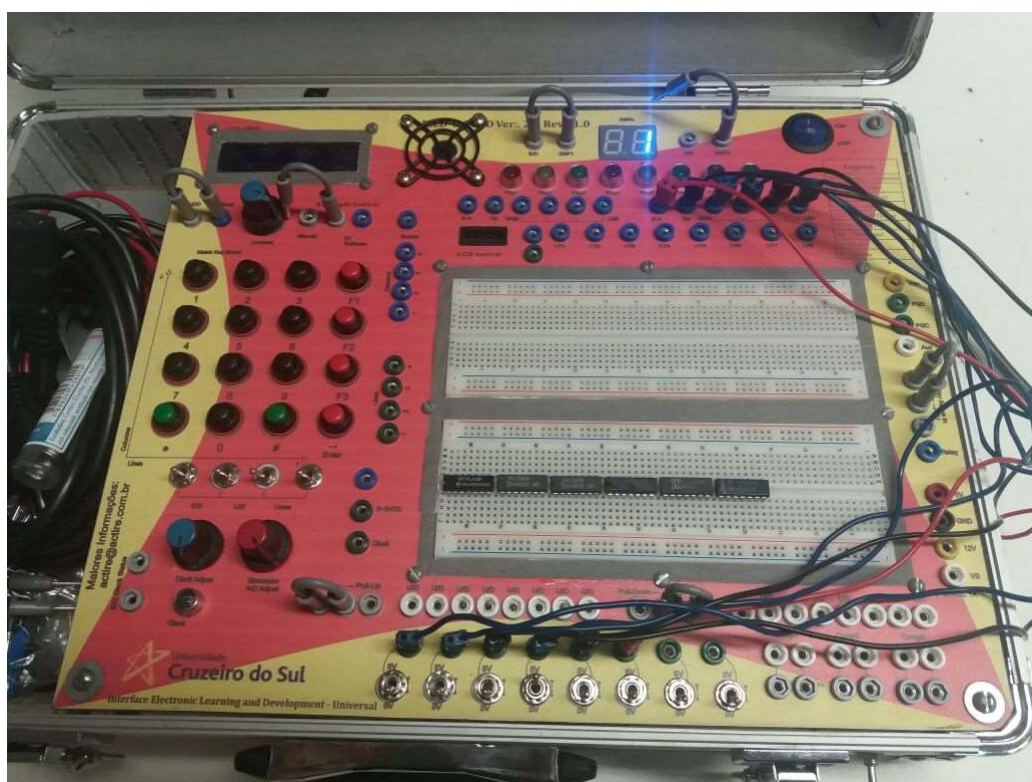


Figura 67 – Conversão de “1” binário para “1” decimal

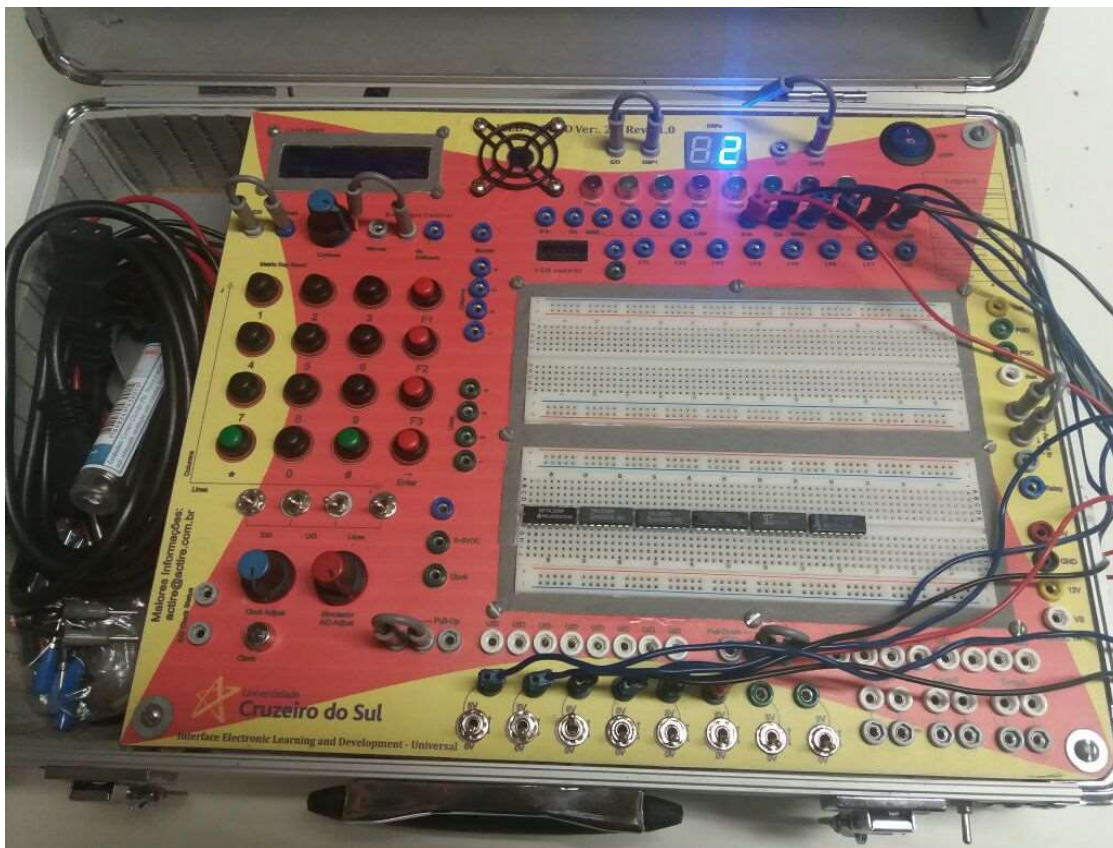


Figura 68 – Conversão de “2” binário para “2” decimal

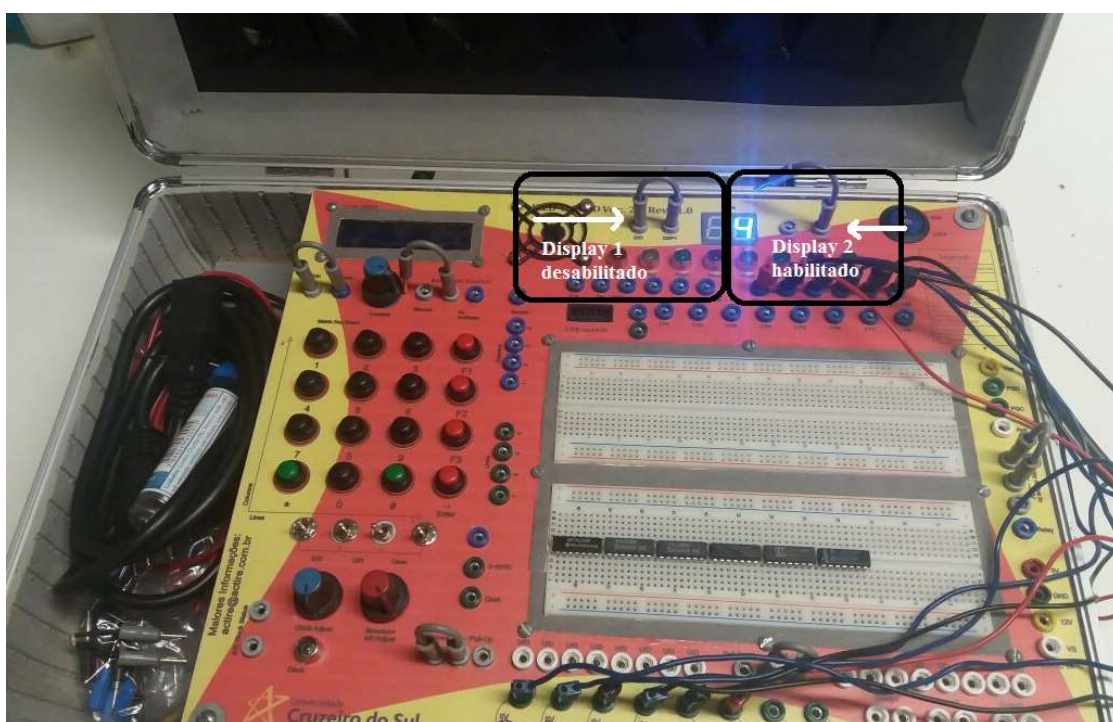


Figura 69 – Display 1 desabilitado e display 2 habilitado



Figura 70 – Função Strobe e ponto decimal habilitados

Na Figura 70 observa-se que, ainda que o número binário presente nas chaves seja “9” é mostrado o número anterior (“8”), pois a entrada de dados está travada pela função “*Sin Strobe Input*”.

4.2.6 Teste do Display LCD 16X2

O *display* LCD permite a escrita de caracteres com o intuito de apresentar informação ao operador do sistema.

Na Figura 71 verifica-se que, a *backlight* (Luz de fundo do display) é ligada manualmente, na Figura 72 está desligado e a Figura 73 apresenta o controle feito remotamente.

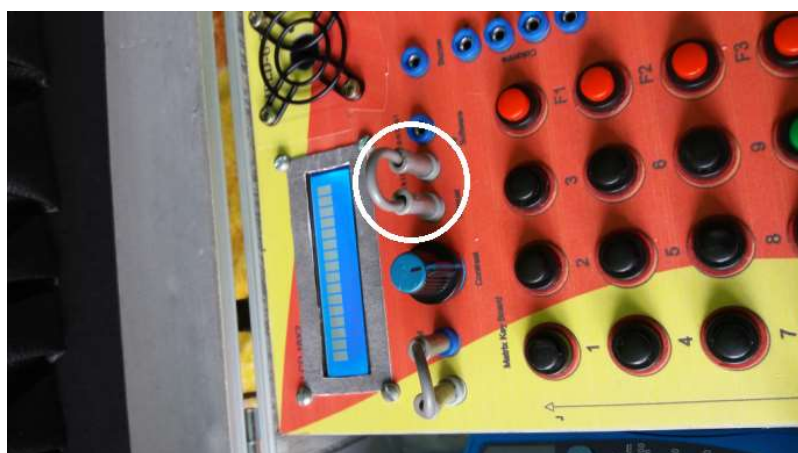


Figura 71 – Controle de backlight manual



Figura 72 – Backlight desligada

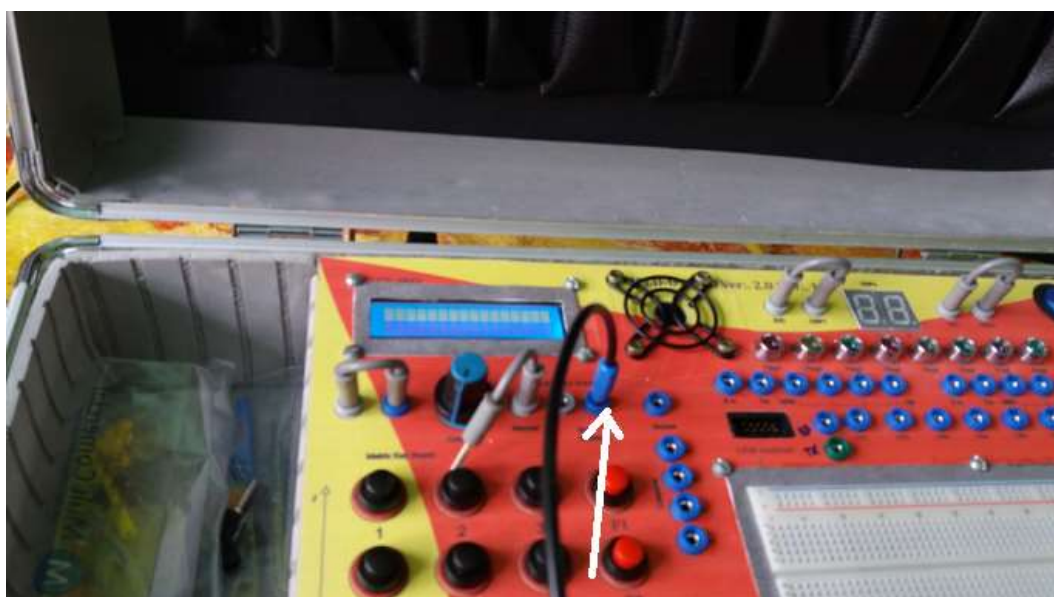


Figura 73 – Backlight controlado externamente

Para confirmação de funcionamento do *display* LCD não foi utilizado software microcontrolado, utilizou-se dos próprios recursos da plataforma para configuração e escrita, a Figura 74 apresenta a conexão entre o *display* LCD e as chaves de níveis lógicos, para um melhor entendimento do processo de escrita em um *display* LCD 16x2 leia o APÊNDICE A.

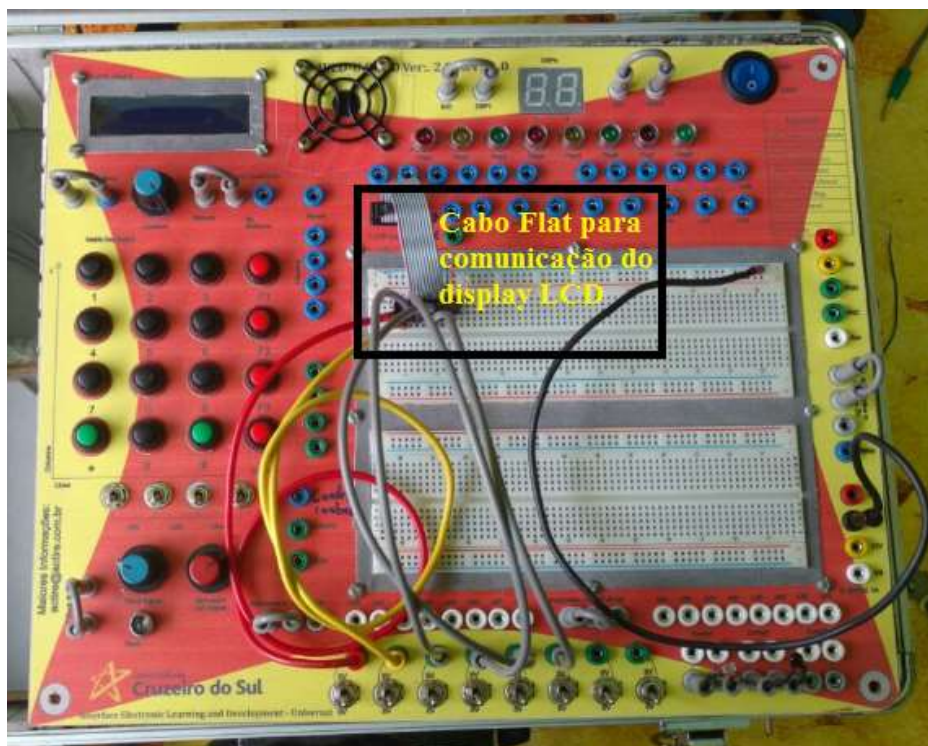


Figura 74 – Conexões entre chaves digitais e display

Após terem sido feitas as devidas conexões, foi ajustado o contraste, conforme Figura 75.

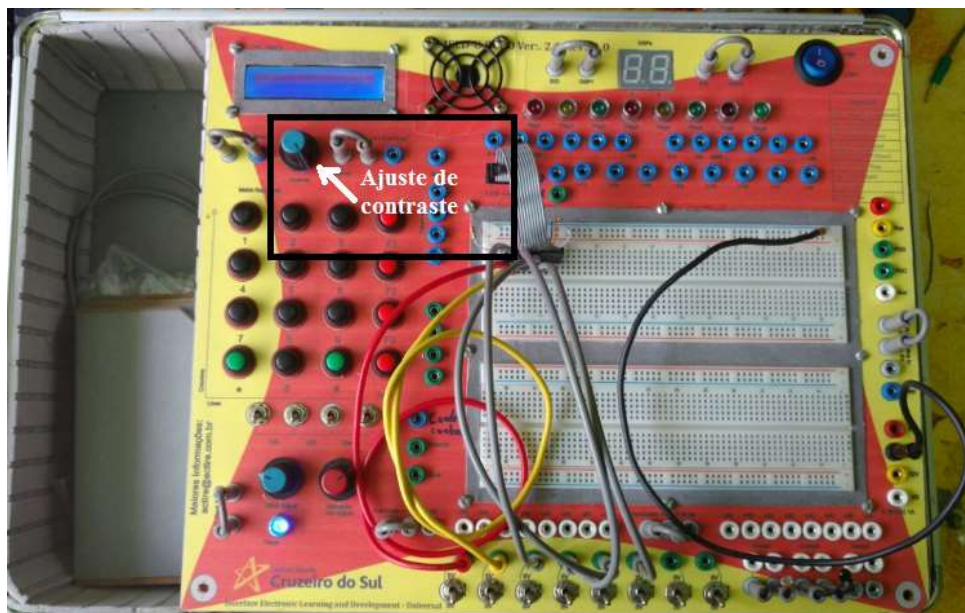


Figura 75 – Conexões entre chaves digitais e display

No passo seguinte configurou se *display* para cursor piscante na primeira linha e canto superior esquerdo.

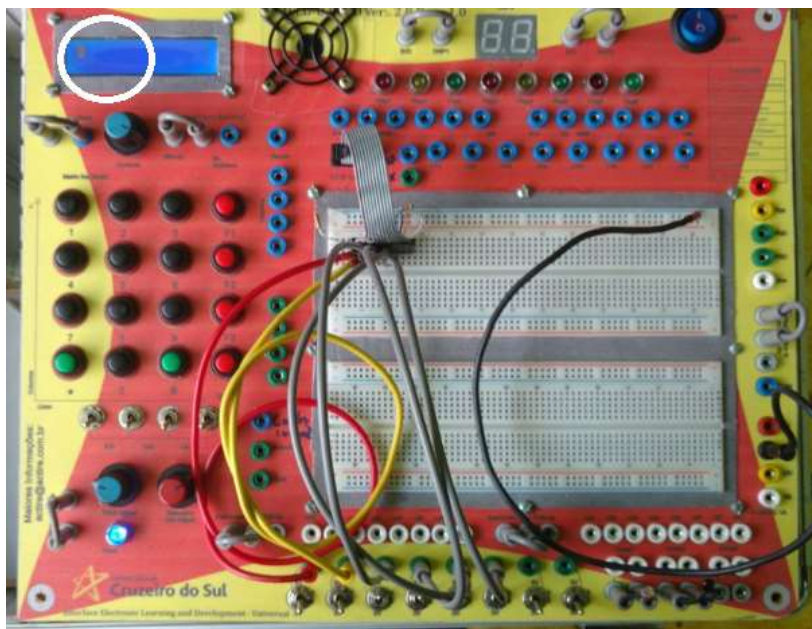


Figura 76 – Display LCD 16x2 configurado a espera de caracteres

Por fim, escreveu se a palavra TESTE, para confirmação de funcionamento.

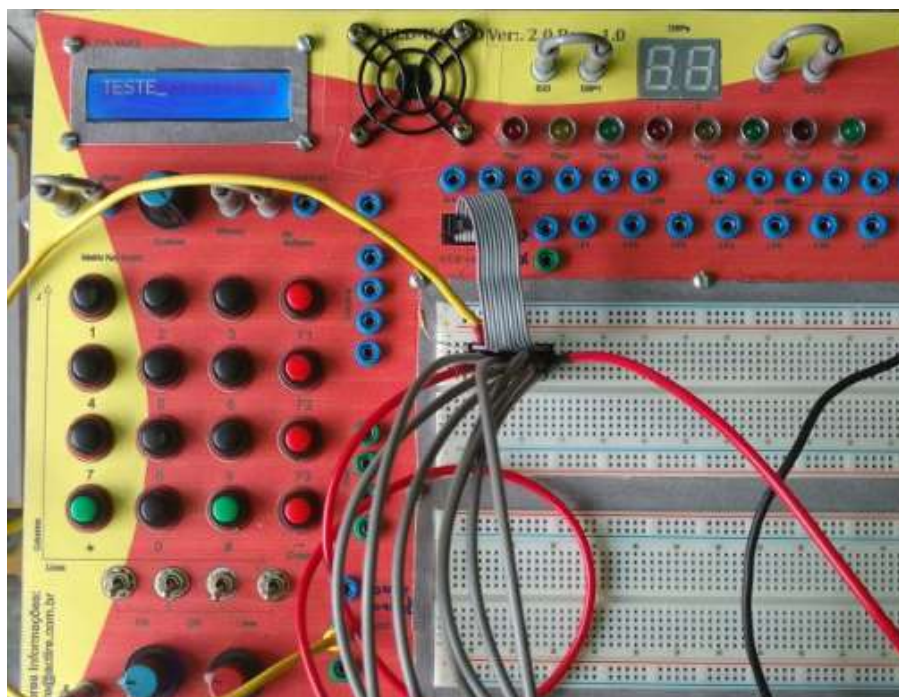


Figura 77 – Display LCD 16x2 em funcionamento

4.2.7 Teste do Teclado Matricial

O teclado matricial é um recurso bastante usado em projetos eletrônicos, é bastante comum em controle de acessos, calculadoras e na informática.

Para verificar o funcionamento do teclado matricial, testou se primeiramente as chaves de *pull up*, conforme a Figura 78.



Figura 78 – Teste de habilitação de pull ups - habilitado

Conforme pode ser verificado no diagrama elétrico do teclado matricial capítulo 3 (desenvolvimento do projeto) – Figura 34 – ao pressionar-se uma tecla o nível lógico presente nas linhas (devido aos *pull ups*) aparece na coluna corresponde. Conforme figura 79.

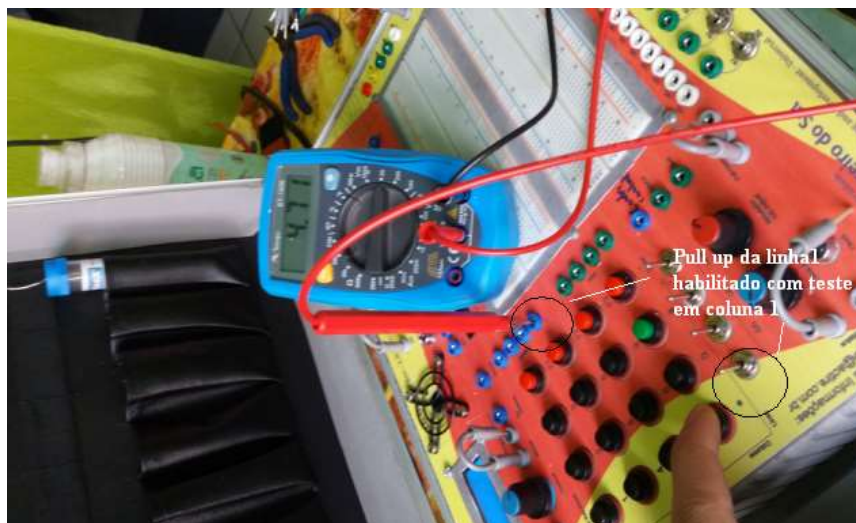


Figura 79 – Teste das teclas - pressionada

Observa-se que ao pressionar a tecla da linha 1 com a coluna 1 o nível lógico (*pull up*) aparece respectiva coluna e ao soltar a tecla o nível lógico “0” volta a prevalecer, conforme Figura 80.

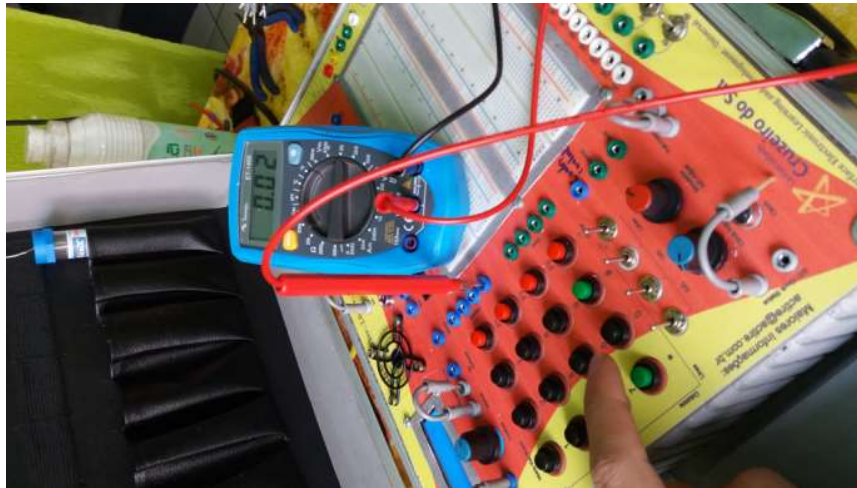


Figura 80 – Teste das teclas – solta

4.2.8 Teste da Comunicação Serial

Permite a comunicação serial (envia e recebe dados) entre a plataforma e um computador utilizando o protocolo RS232.

A comunicação serial do Kit foi testada através de um software que envia e recebe dados pelo RX e TX, medindo os níveis de recepção e transmissão.

A Figura 81 apresenta a comunicação serial entre a plataforma e o computador.

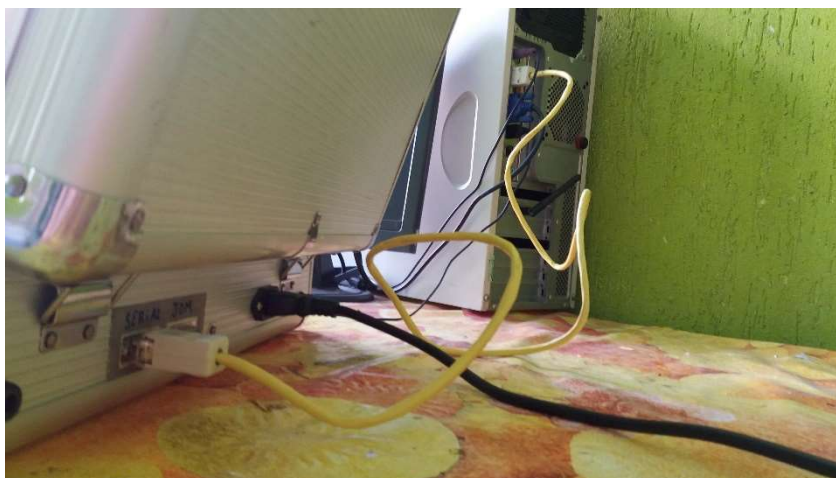


Figura 81 – Conexão serial entre o Kit e o Computador

Para que os dados pudessem serem enviados e recebidos, foi utilizado o software “*Serial Loopback Test*” conforme a Figura 82.

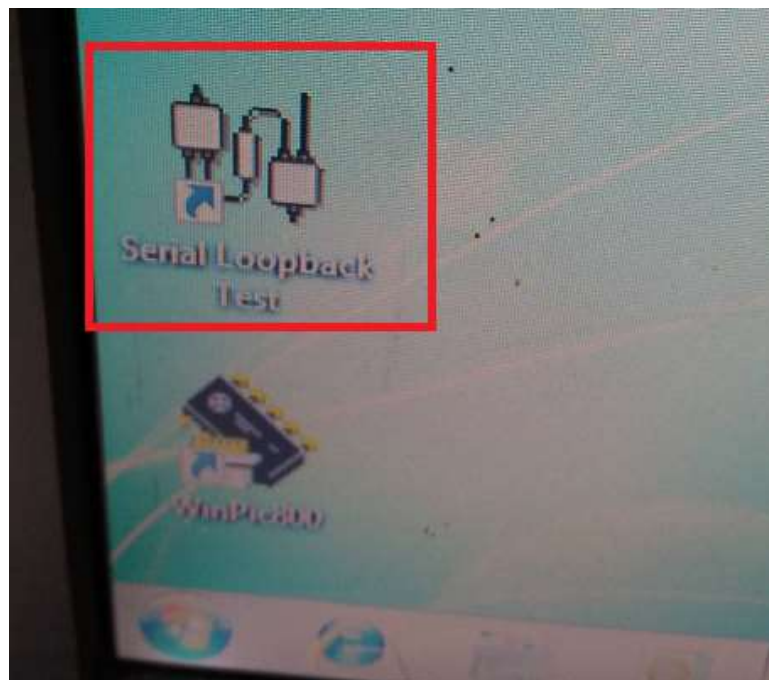


Figura 82 – Software utilizado para teste de comunicação serial

Para que efetivamente pudesse ser feita a comunicação, fora jumpeado os terminais TX e RX, de forma que o software envie e receba os dados de volta.

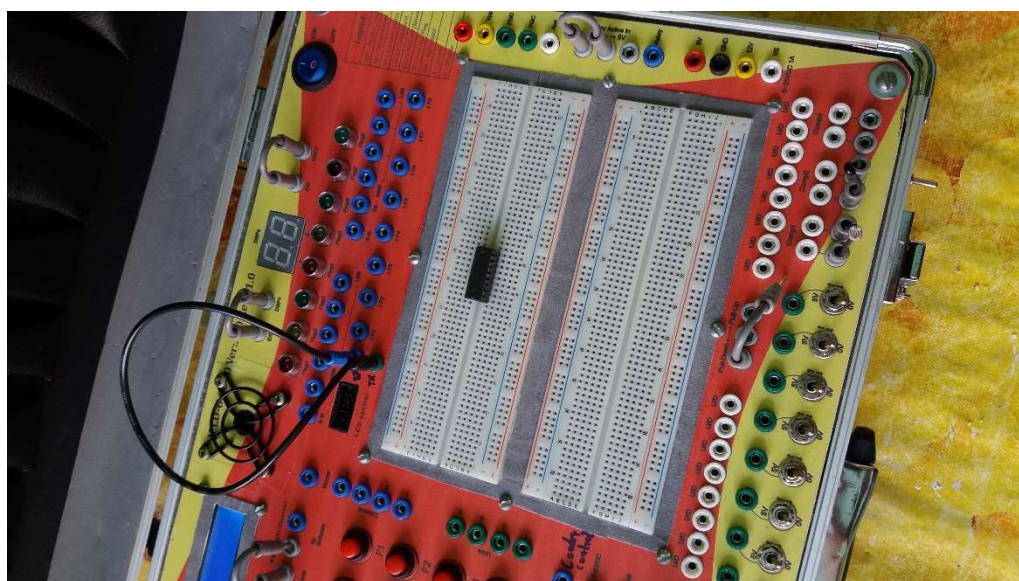


Figura 83 – Loop feito entre RX/TX para recepção e transmissão

Por fim, quando não há troca de dados o *software* exibe a tela da Figura 84.

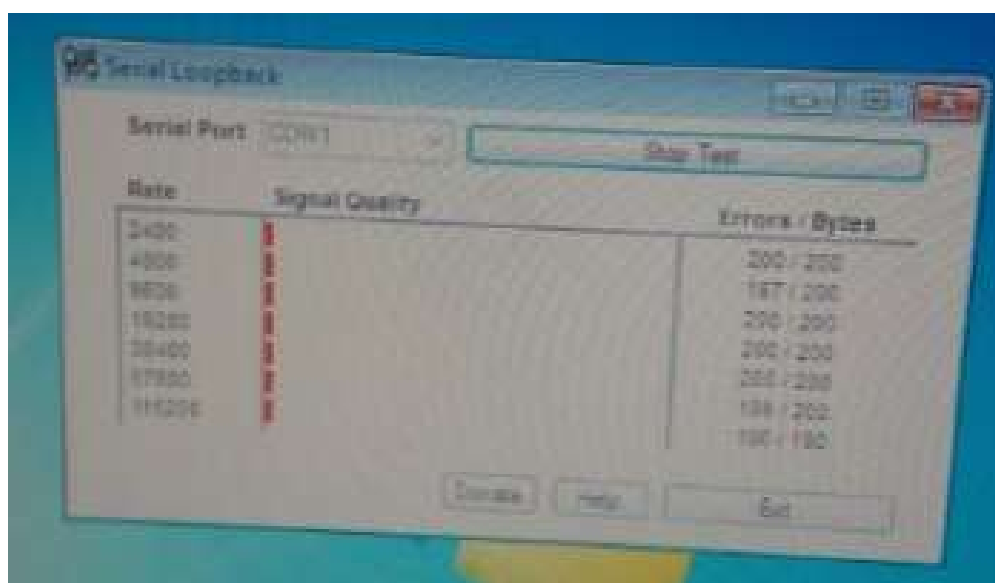


Figura 84 – Sem comunicação serial

Quando há troca de dados o *software* exibe a tela da Figura 85.

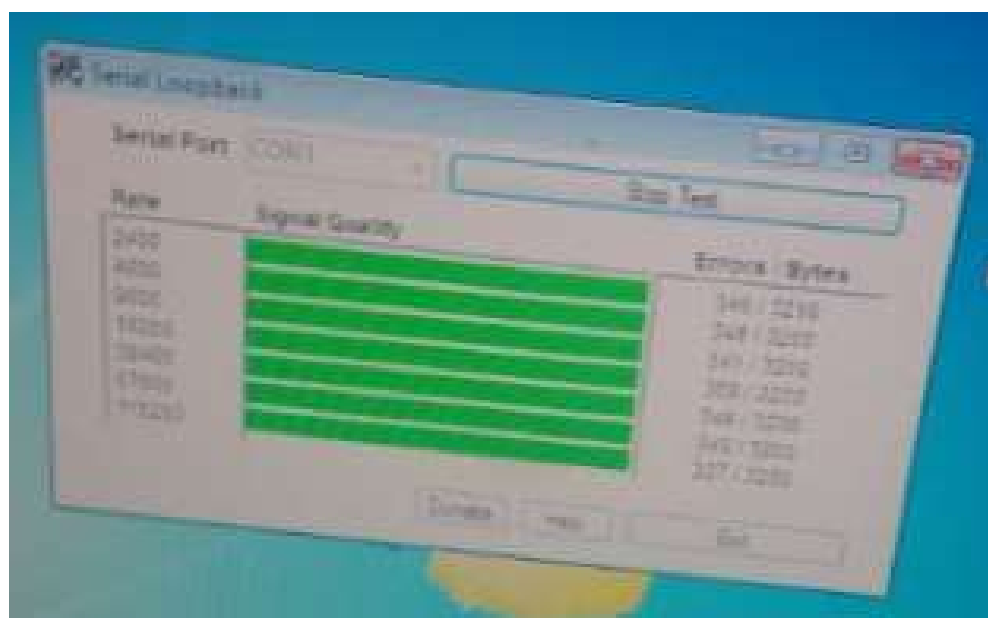


Figura 85 – Loop feito entre RX/TX para recepção e transmissão

4.2.9 Teste do Gravador de PIC JDM

Primeiramente foi feita a conexão do gravador de PIC presente na plataforma de aprendizagem ao computador, através do cabo RS232.

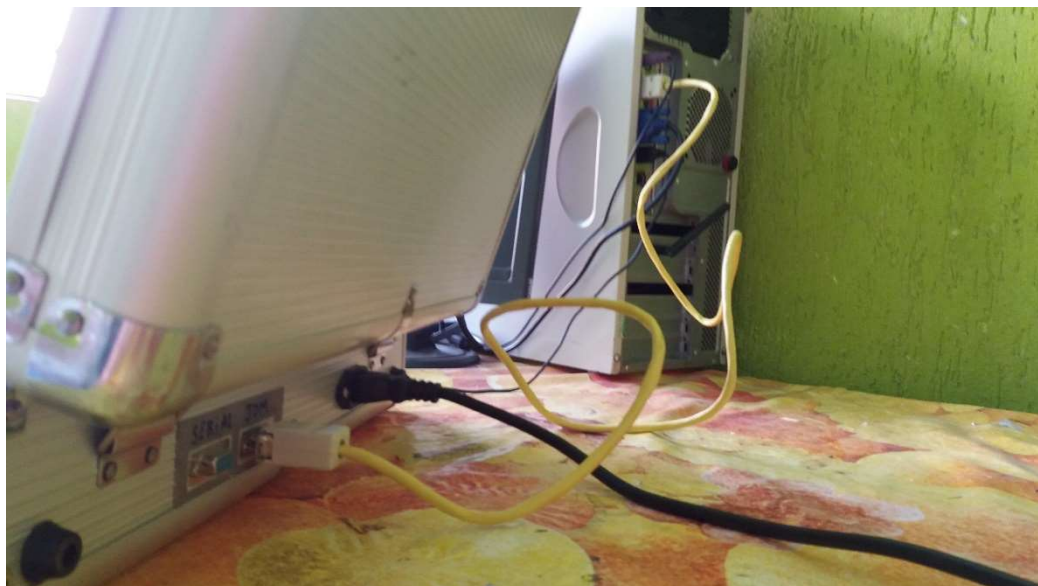


Figura 86 – Conexão entre o gravador JDM e o computador através do cabo serial

Posteriormente, foi interligado o microcontrolador aos pinos responsáveis pela gravação em circuito.

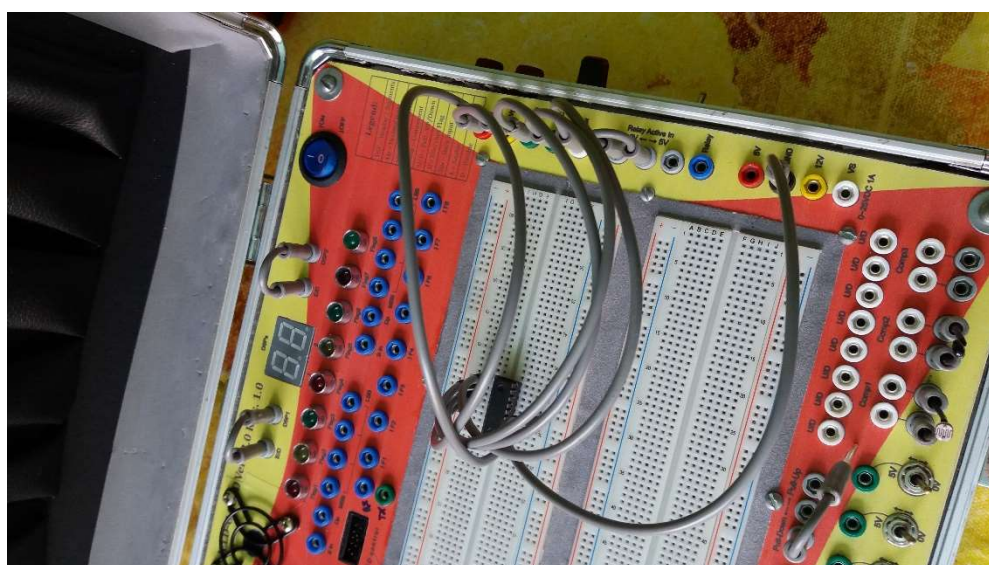


Figura 87 – Plataforma de aprendizagem interligada com o microcontrolador

Por fim, ao testar a gravação do microcontrolador em programa específico, confirma se a o funcionamento com sucesso, conforme Figura 88.

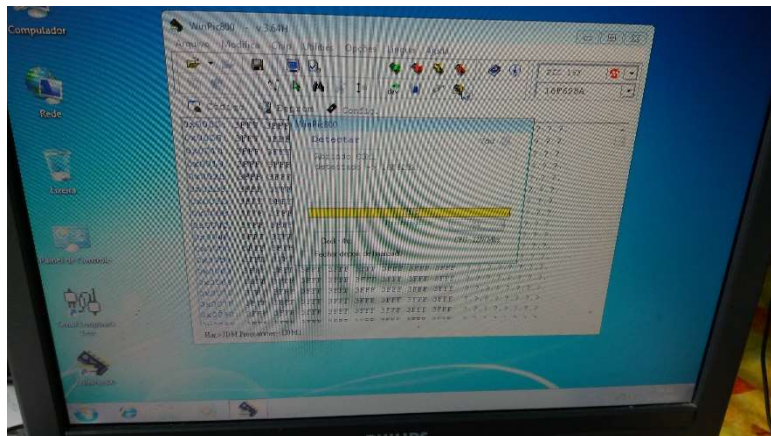


Figura 88 – Programa WinPic800 utilizado para gravar o PIC

4.2.10 Teste do Gerador de Clock

Gera pulsos de clock que possibilita ao projetista que simule por exemplo peças passando em esteira com diferentes frequências, além de proporcionar a variação do *duty cycle* (ciclo de trabalho).

O gerador de *clock* presente na plataforma gera um sinal 05V e onda retangular com frequência que varia entre 1 e 8 hz e *duty cycle* também variante. Desta forma é possível realizar ensaios que não apenas envolva frequência, mas também controle de largura de pulso.

As Figuras 89 e 90 mostram a forma de onda para o ajuste no mínimo e ajuste no máximo.

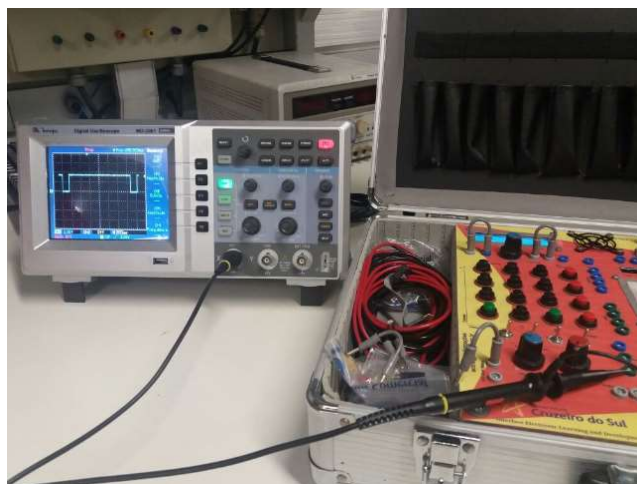


Figura 89 – Potenciômetro ajustado para o mínimo

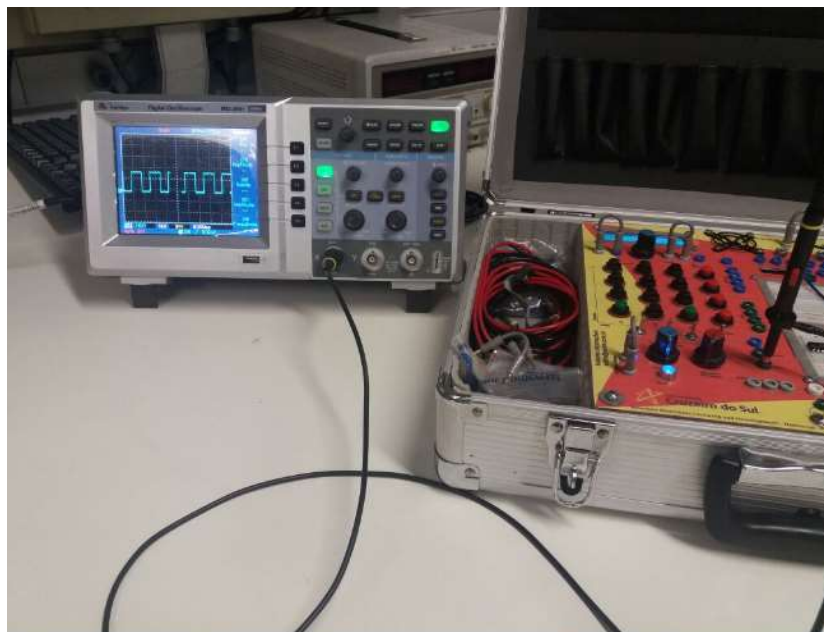


Figura 90 – Potenciômetro ajustado para o máximo

4.2.11 Teste do Sinal Analógico

Este sinal simula um sensor que varia sua tensão entre 0V e 5V.

Para testar o sinal analógico foi medido o sinal enquanto fazia-se o ajuste, as Figuras 91 e 92 mostram os valores medidos para o ajuste mínimo e máximo.



Figura 91 – Potenciômetro ajustado para o mínimo

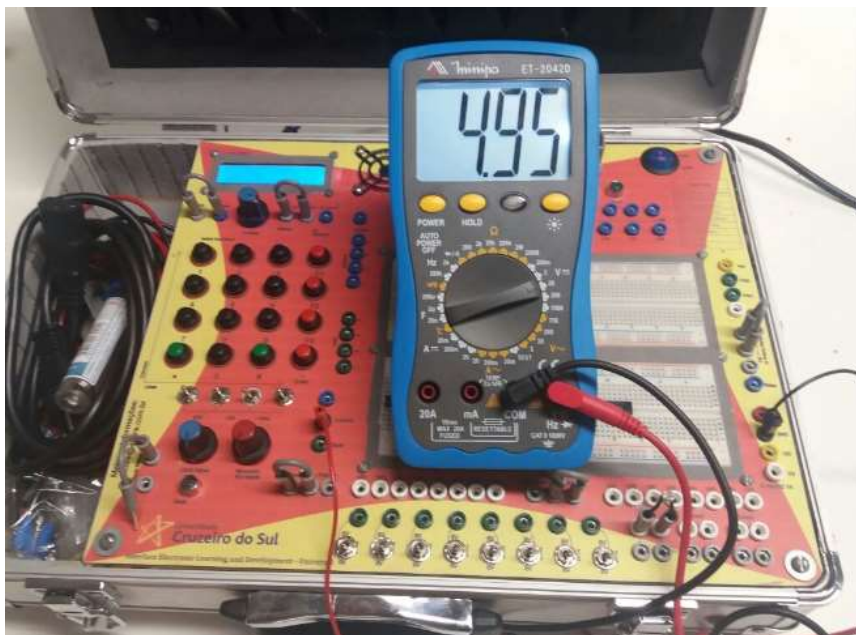


Figura 92 – Potenciômetro ajustado para o mínimo

4.2.12 Teste do Driver com Relé

Permite o acionamento de cargas de até 2000VA aplicando um pequeno sinal em sua bobina (0V ou 5V).

Primeiramente foi feito o teste acionando o driver com nível lógico "1" (5V), as Figuras 93 e 94 apresentam o teste, note que o driver está configurado para ser acionado em nível lógico "1" (5V).



Figura 93 – Driver ativado em nível lógico "1" (5V)



Figura 94 – *Driver* desativado

Em seguida foi feito o teste acionando o *driver* com nível lógico "0" (0V), as Figuras 95 e 96 apresentam o teste, note que o *driver* está configurado para ser acionado em nível lógico "0" (0V).



Figura 95 – *Driver* ativado em nível lógico "0" (0V)

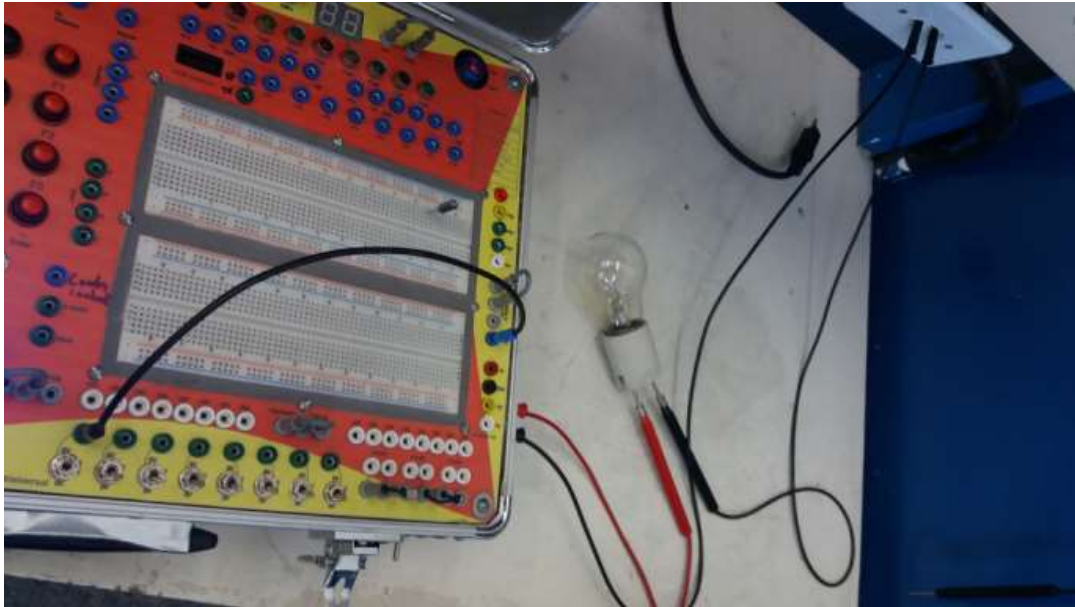


Figura 96 – *Driver* desativado

4.2.13 Módulo para Ensaio de Componentes Bipólos

São terminais que permitem a fixação de componentes bipólos para estudo e levantamento de curva de funcionamento.

Como exemplo para o teste foi utilizado o sensor LDR como, mas pode se utilizar esta parte da plataforma de aprendizagem para testar diversos componentes de dois terminais.

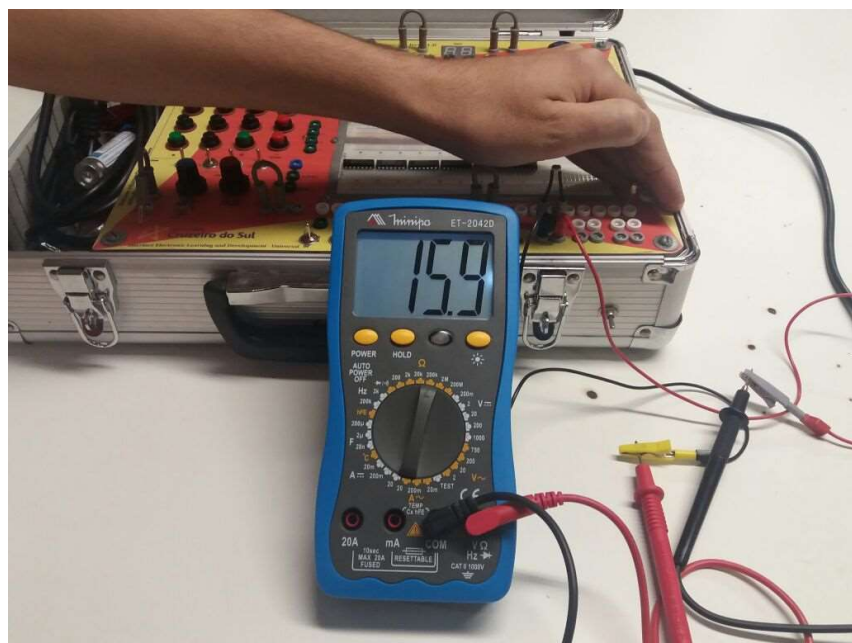


Figura 97 – Teste do componente LDR - sem luminosidade

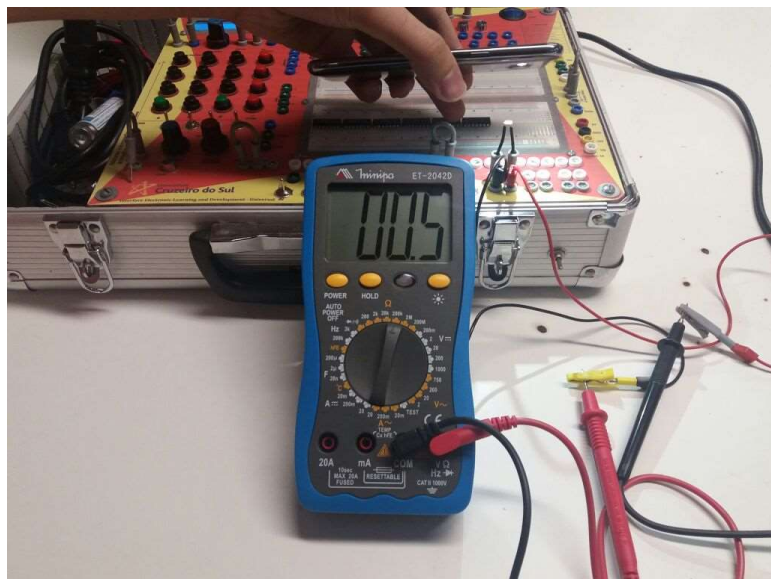


Figura 98 – Teste do LDR - com luminosidade incidente sobre o LDR

4.2.14 Cooler

O *cooler* permite a refrigeração interna, além de permitir a simulação de controle de motores de corrente contínua utilizando PWM (Modulação por Largura de Pulso).

A Figura 99 apresenta o *cooler* no modo refrigeração. A Figura 100 apresenta o *cooler* no modo desligado, a Figura 101 no modo de controle externo (simulador) e a Figura 102 a conexão entre o gerador de *clock* da plataforma controlando o *cooler*.



Figura 99 – Cooler no modo refrigeração



Figura 100 – Cooler no modo desligado



Figura 101 – Cooler no modo de controle externo

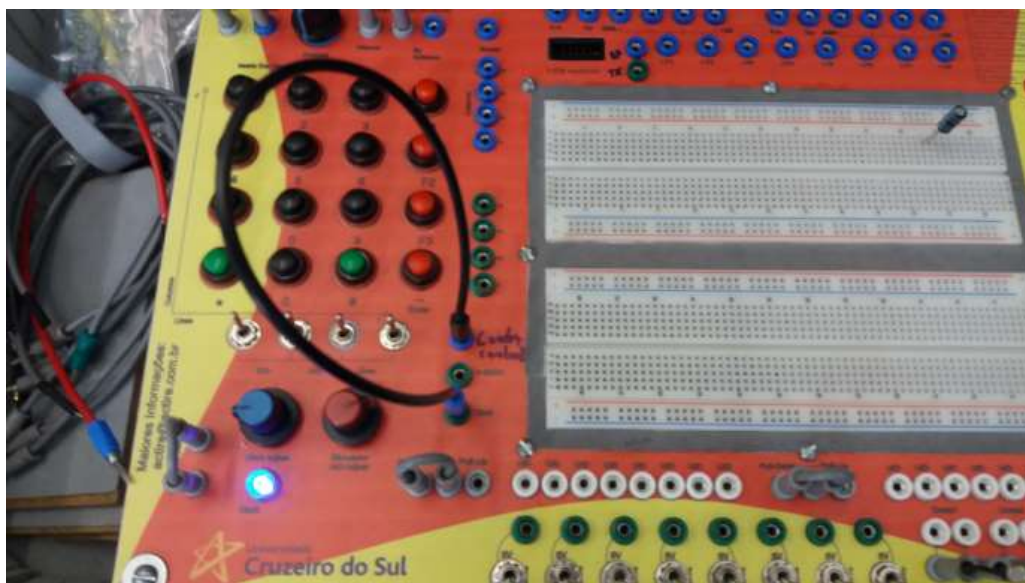


Figura 102 – Gerador de clock da plataforma controlando o cooler através da técnica de PWM

CAPÍTULO 5

5.1 Conclusão Final

Ao término do desenvolvimento do projeto, juntamente com os testes e simulações do protótipo, conseguiu-se alcançar os objetivos estabelecidos neste trabalho relacionado à proposta de um kit didático para interfaceamento eletrônico. Uma das maiores dificuldades encontradas durante a elaboração do projeto foi a gestão do tempo para execução das atividades em virtude da dificuldade de reunir o grupo, o diagrama de *Gantt* e o cronograma foram cruciais para auxiliar no desenvolvimento. Entretanto, os principais objetivos foram alcançados, de forma que, o protótipo oferece liberdade e eficiência para aplicações acadêmicas em eletrônica, podendo ser usado por docentes em aulas práticas de laboratórios e até mesmo em sala de aulas devido a sua portabilidade auxiliando o desenvolvimento do conteúdo, e assim, trazendo benefícios tanto para professores quanto aos alunos.

5.2 Propostas de Trabalhos Futuros

Como proposta de trabalhos futuros, são sugeridos incluir uma fonte de tensão variável em virtude da variedade de circuitos e consequentemente tensões, interface para controle de motor de passo pelo fato de ser bastante utilizado em controle e automação e a substituição do gravador de PIC serial por um gravador de PIC USB em função de a grande maioria dos computadores possuir a entrada USB.

REFERÊNCIAS

Actire Thechnologies. Disponível em:

<<http://actire.com.br/ield-u.html>>. Acessado em 12 de setembro de 2016.

BOYLESTAD, Robert L.. Introdução à Análise de Circuitos. 10ª ed. São Paulo - 2004 Pearson. 848 p.

CAPUANO, Francisco G. ; MARIANO, Maria Aparecida M. Laboratório de Eletricidade e Eletrônica. 24ª ed. São Paulo – 2007. 312 p.

CAPUANO, Francisco G.; IDOETA, Ivan Valeije. Elementos de Eletrônica Digital. 40ª ed. São Paulo: Érica. 544 p.

Equipamentos didáticos – Disponível em:

<http://www.bit9.com.br/index.php?pag=49&sub_pag=55&conteudo=66>. Acesso em 30 de setembro de 2016.

FLOYD, Thomas. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações. 9ª ed. São Paulo: Artmed, 2007. 888 p.

JUNIOR, Vidal Pereira da Silva. Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051. 7ª Ed. São Paulo – 1998. 345 p.

MARQUES, Angelo Eduardo B.; CRUZ, Eduardo Cesar A.; CHOUERI JÚNIOR, Salomão. Dispositivos Semicondutores: Diodos e Transistores - Estude e Use. 12ª ed. São Paulo. 408 p.

PIAZZI, Pierluigi. Aprendendo Inteligência coleção neuropedagogia. 1ª ed. São Paulo: Editora Aleph – 2008. 153 p.

PILETTI, Nelson. Aprendizagem Teoria e Pratica; Editora Contexto; 1ª edição – 2013

SOUZA, de David; LAVINIA, Nicolas Cesar. Conectando o PIC – Recursos Avançados. Editora Erica - 2013. 243 p.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga. Sensores Industriais Fundamentos e Aplicações. 4ª ed. São Paulo: Editora Erica – 2011. 224 p.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. Sistemas. Digitais: Princípios e Aplicações. 7ª ed. Rio de Janeiro: Prentice – 1998. 354 p.

UYEMURA, John P. Sistemas digitais: Uma abordagem integrada. 2002. 465 p.

WIKI Suporte Técnico Equipamentos Smart DS. Disponível em:

<<http://www.smartradio.com.br/loja-pic/?id=43>>. Acessado em 21 de Agosto de 2016.

APÊNDICE A – Funcionamento de um Display LCD (Liquid Crystal Display)

Embora o mercado tenha diferentes tipos de display LCD, eles são compostos de memória ROM, memória RAM e dois ou mais micro processadores. A maioria deles dispõe de um espaço de memória chamada CGRAM, que permite ao usuário desenhar até 8 caracteres personalizados (para cada caractere são necessários 8 bytes).

Neste material, iremos usar como exemplo um Módulo LCD de 2x16 (2 linhas por 16 caracteres).

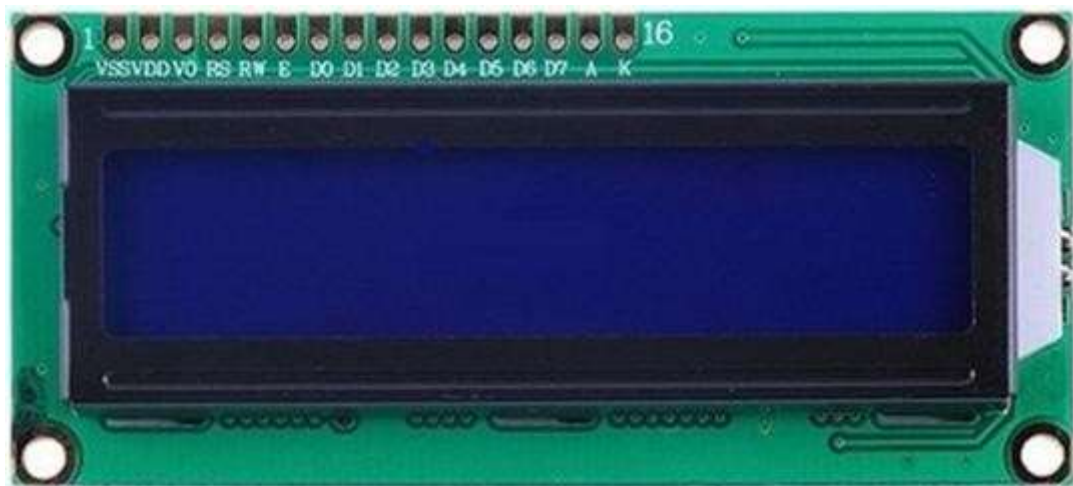


Figura 91: Display LCD 2x16

Conforme podemos ver na figura1, existem 16 pinos/terminais no display. A Tabela 1 descreve as características de cada pino do módulo LCD.

Pino	Descrição	
1	VSS -Terra/GND (Alimentação 0v).	
2	VDD - (Alimentação +5v).	
3	VO - Tensão para ajuste do contraste.	
4	RS - (Register Select) Seleciona Dado/Comando.	
5	R/W - (Read/Write) Seleciona leitura/escrita.	
6	E - (Enable) Habilita/desabilita sinal.	
7	D0	Barramento de dados.
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	LED+ Alimentação (Anodo Backlight).	
16	LED- Alimentação (Catodo Backlight).	

Pinagem do módulo LCD 2x16

- ✓ **Pino 1 (VSS):** é ligado ao negativo da fonte de alimentação (**0v**);
- ✓ **Pino 2 (VDD):** é ligado ao positivo da fonte de alimentação (**+5v**);
- ✓ **Pino 3 (VO):** é usado para ajustar o contraste dos caracteres, normalmente é ligado a um Trim-pot de 10k ohm;
- ✓ **Pino 4 (RS):** “é utilizado para avisar ao módulo LCD” se o que será enviado posteriormente, é uma Instrução (comando de controle), ou um Dado (caractere a ser mostrado no display);
- ✓ **Pino 5 (R/W):** é usado para Escrever ou Lê um dado no LCD. Como normalmente só escrevemos no display, **esse pino ficara aterrado (0V** da fonte de alimentação);
- ✓ **Pino 6 (E):** é usado para habilitar/desabilitar a leitura do barramento de dados. Ele deve permanecer em **0V**, após enviarmos as informações no barramento de dados, mudamos (**por aproximadamente 20µs**) para **5V**, com isto, o módulo faz a leitura dos dados;

- ✓ **Pino 7 ao 14 (D0 a D7):** recebem o código binário (1 e 0);
- ✓ **Pinos 15 e 16 (LED+ e LED-):** só estarão disponíveis se o módulo adquirido tiver backlight (luz de fundo). Para controlar a luminosidade, acrescenta-se um Trim-pot de 100ohm entre os pinos. O objetivo do backlight é facilitar a leitura da tela caso o local esteja escuro.

Tabela 2 - Configuração e instruções para o controle do módulo LCD.

INSTRUÇÃO	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	DESCRIÇÃO
Limpar Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Limpa o display e toda a memória. Retoma o cursor para a primeira linha e primeira coluna.
Modo de funcionamento	0	0	0	0	0	0	0	1	x	x	Direção de movimento do cursor: D0 = 1 o texto move-se com a entrada de um novo caractere. D0 = 0 , o texto não é movido. D1 = 1 cursor move-se p/ direita. D1 = 0 cursor move-se p/ esquerda.
Controle do display	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	D2 = 1 liga o display D2 = 0 desliga o display. D1 = 1 liga o cursor D1 = 0 desliga o cursor. D0 = 1 cursor piscante. D0 = 0 cursor desligado.
Mover cursor ou texto	0	0	0	0	0	1	x	x	0	0	D3 = 0 move o cursor. D3 = 1 move o texto. D2 = 1 move para a direita. D2 = 0 move para a esquerda.
INSTRUÇÃO	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	DESCRIÇÃO
Configuração do LCD	0	0	0	0	1	x	x	x	0	0	Tamanho da fonte dos caracteres: D2=0 , matriz 5x7. D2=1 , matriz 5x10. <u>somente alguns modelos</u> Quantidade de linha: D3=0 , somente 1 linha. D3=1 , de 2 ou mais linhas. Comunicação: D4=0 , se comunica com 4 bits. D4=1 , se comunica com 8 bits.
Posição do cursor na tela	0	0	1	P	P	P	P	P	P	P	P - Define o endereço de memória para gravação ou leitura (verificar a tabela 3).
Escrever na memória (tela)	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	Grava o byte (DDDDDDDD) no endereço de memória apontado pelo contador de endereços.

Obs.: As configurações da tabela 2 devem ser inseridas uma a por vez.

Enquanto “colocamos” a informação no barramento de dados, o pino 6 (**E**) deve permanecer em nível baixo (0V), após inserido o código (D0 a D7), é necessário um pulso de nível alto (5V) durante 40µs no pino 6 (**E**).

Tabela 3 – Posição do cursor/memória

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

Passo a passo para escrever no LCD

Antes de escrever na tela do display, é necessário configurar o módulo. Para tal, usaremos a tabela 2.

Dica.: No experimento prático, mesmo que o controle do módulo seja feito através de um microcontrolador, após ligar o circuito a uma fonte, aguarde um instante para que a tensão e a corrente se estabilizem.

Importante.: Observe que durante o tempo em que estamos inserindo o código binário no barramento de dados, o pino 6 (**E**) **permanece em 0V** (negativo da fonte).

Vamos aos procedimentos:

1) Controle do display:

E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne **E** para **0 (0V)**.

De acordo com a tabela 2, acabamos de configurar os seguintes parâmetros:

Controle do display: **D2 = 1** liga o display;

D1 = 1 liga o cursor;

D0 = 1 cursor piscante.

2) Configuração do LCD

E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne **E** para **0 (0V)**.
De acordo com a tabela 2, acabamos de configurar os seguintes parâmetros:
Configuração do LCD: **D4 = 1**, comunicação com 8 bits (D0 a D7).

D3 = 1, 2 ou mais linhas;

D2 = 0, tamanho do caractere, matriz 5x7;

3) Garantir que “o display esteja limpo”

E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne **E** para **0 (0V)**.

De acordo com a tabela 2, acabamos de configurar os seguintes parâmetros:

Limpar Display: D0 = 1, Limpa o display e toda a memória. Retorna o cursor para a primeira linha e primeira coluna.

Depois de realizadas as configurações do módulo, o display está pronto para receber os caracteres e mostrar na tela. Para saber o código binário de cada caractere, que será enviado no barramento de dados (**D0 a D7**) utilize a TABELA ASC dada a baixo.

Decimal - Binary - Octal - Hex – ASCII Conversion Chart

Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII
32	00100000	040	20	SP	64	01000000	100	40	@	96	01100000	140	60	`
33	00100001	041	21	!	65	01000001	101	41	A	97	01100001	141	61	a
34	00100010	042	22	"	66	01000010	102	42	B	98	01100010	142	62	b
35	00100011	043	23	#	67	01000011	103	43	C	99	01100011	143	63	c
36	00100100	044	24	\$	68	01000100	104	44	D	100	01100100	144	64	d
37	00100101	045	25	%	69	01000101	105	45	E	101	01100101	145	65	e
38	00100110	046	26	&	70	01000110	106	46	F	102	01100110	146	66	f
39	00100111	047	27	'	71	01000111	107	47	G	103	01100111	147	67	g
40	00101000	050	28	(	72	01001000	110	48	H	104	01101000	150	68	h
41	00101001	051	29	)	73	01001001	111	49	I	105	01101001	151	69	i
42	00101010	052	2A	*	74	01001010	112	4A	J	106	01101010	152	6A	j
43	00101011	053	2B	+	75	01001011	113	4B	K	107	01101011	153	6B	k
44	00101100	054	2C	,	76	01001100	114	4C	L	108	01101100	154	6C	l
45	00101101	055	2D	-	77	01001101	115	4D	M	109	01101101	155	6D	m
46	00101110	056	2E	.	78	01001110	116	4E	N	110	01101110	156	6E	n
47	00101111	057	2F	/	79	01001111	117	4F	O	111	01101111	157	6F	o
48	00110000	060	30	0	80	01010000	120	50	P	112	01110000	160	70	p
49	00110001	061	31	1	81	01010001	121	51	Q	113	01110001	161	71	q
50	00110010	062	32	2	82	01010010	122	52	R	114	01110010	162	72	r
51	00110011	063	33	3	83	01010011	123	53	S	115	01110011	163	73	s
52	00110100	064	34	4	84	01010100	124	54	T	116	01110100	164	74	t
53	00110101	065	35	5	85	01010101	125	55	U	117	01110101	165	75	u
54	00110110	066	36	6	86	01010110	126	56	V	118	01110110	166	76	v
55	00110111	067	37	7	87	01010111	127	57	W	119	01110111	167	77	w
56	00111000	070	38	8	88	01011000	130	58	X	120	01111000	170	78	x
57	00111001	071	39	9	89	01011001	131	59	Y	121	01111001	171	79	y
58	00111010	072	3A	:	90	01011010	132	5A	Z	122	01111010	172	7A	z
59	00111011	073	3B	;	91	01011011	133	5B	[	123	01111011	173	7B	{
60	00111100	074	3C	<	92	01011100	134	5C	\	124	01111100	174	7C	
61	00111101	075	3D	=	93	01011101	135	5D	]	125	01111101	175	7D	}
62	00111110	076	3E	>	94	01011110	136	5E	^	126	01111110	176	7E	~
63	00111111	077	3F	?	95	01011111	137	5F	_	127	01111111	177	7F	DEL

Tabela ASCII

Usaremos esta tabela para verificar o código binário correspondente ao caractere desejado. Exemplo1: o código binário correspondente ao caractere **E** é 01000101. Exemplo2: o código binário correspondente ao caractere **e** é 01100101.

Lembre-se de que o display já foi previamente configurado.

Exemplo 1: Escrever a palavra **Casa**.

1) Letra **C**:

E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne E para **0 (0V)**.

2) Letra **a**:

E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne E para **0 (0V)**.

3) Letra **s**:

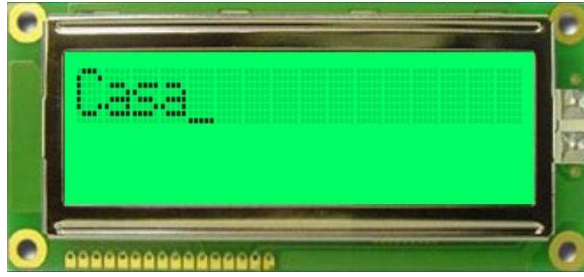
E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1

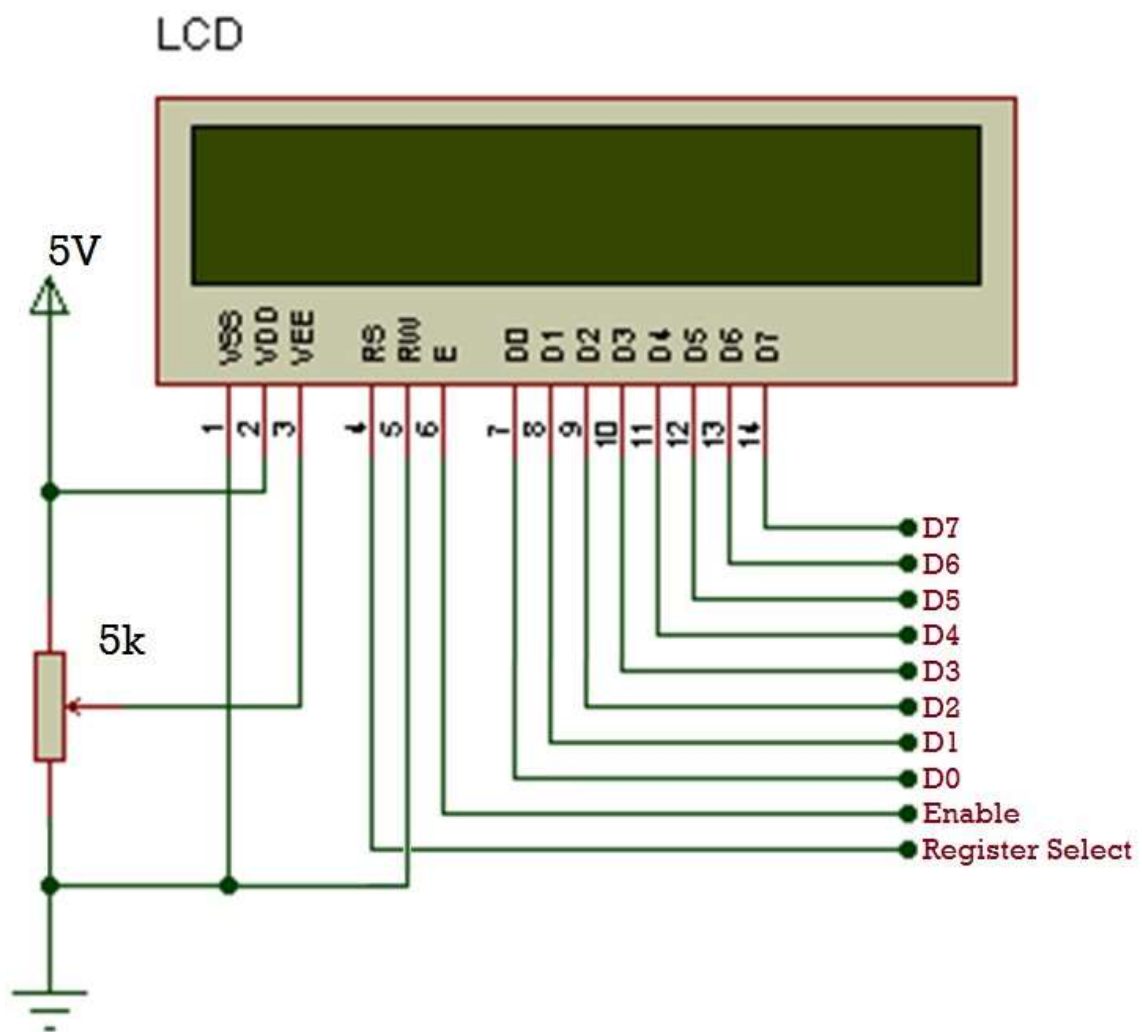
E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne E para **0 (0V)**.

4) Letra **a**:

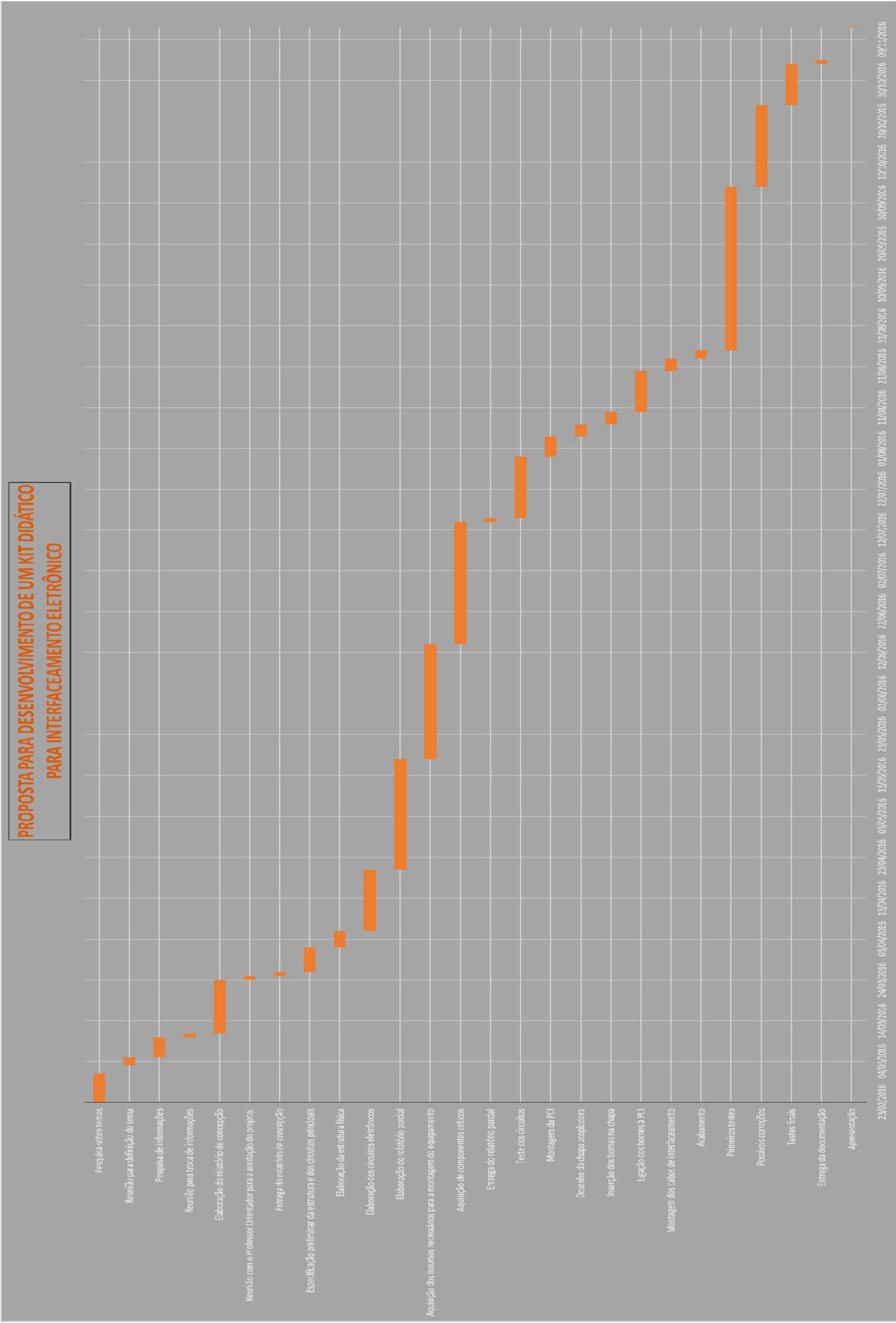
E	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1

E = 1 (5V) durante aproximadamente 40µs, após os 40µs, retorne E para **0 (0V)**.





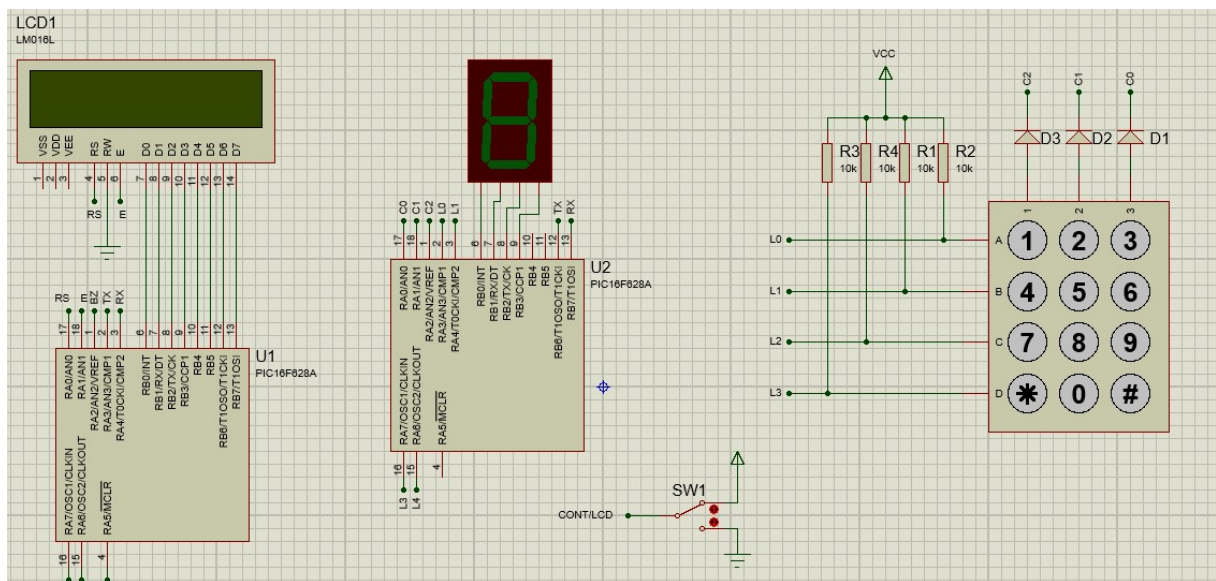
APÊNDICE B – Diagrama de Gantt



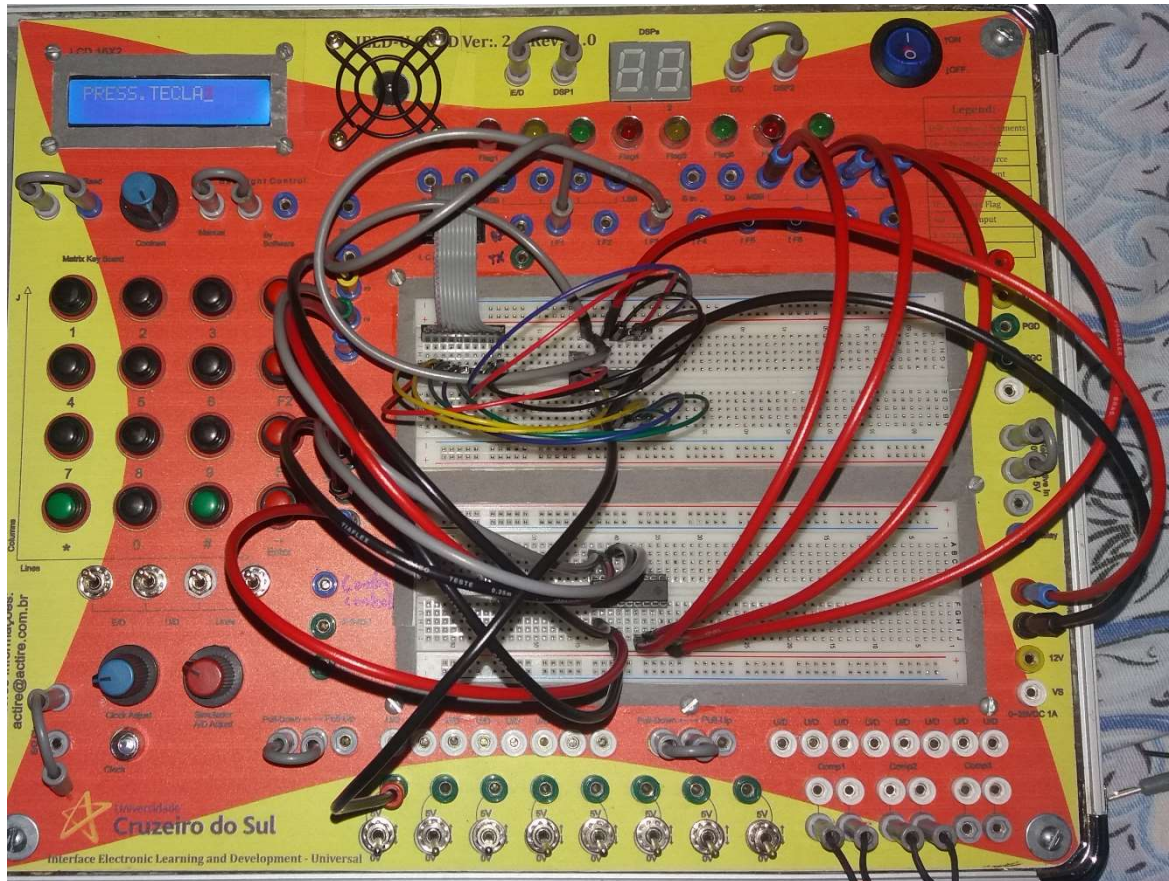
APÊNDICE C – Manual de utilização

A seguir exemplo de manual que dará instruções de utilização, contendo recursos da plataforma, trata-se de um software embutido em um microcontrolador PIC com rotinas pré-programadas que irão simular o funcionamento das interfaces.

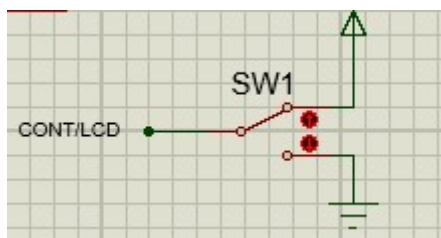
De acordo com o esquema elétrico abaixo foram feitas as ligações entre os principais componentes da plataforma controlados por um microcontrolador PIC.



Montagem do esquema elétrico na plataforma:



A chave de nível lógico SW1 será responsável por selecionar entre modo contador e modo teclado matricial.



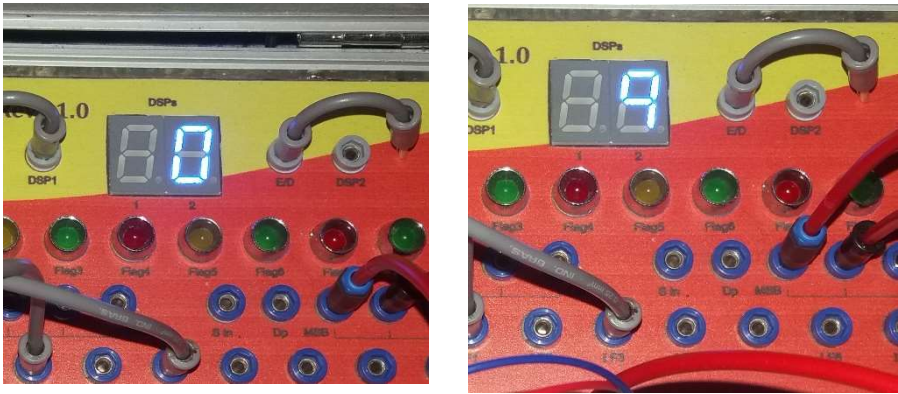
Para o modo teclado matricial é solicitado que seja pressionada uma tecla qualquer, através do display LCD.



Após ter sido pressionada a tecla uma mensagem de confirmação será exibida e o buzzer será acionado 3 vezes com intervalos de 300 mili segundos.



Já no modo contador é executada uma rotina de contagem de 0 a 9 que retornará ao 0 após o 9 e assim permanece até que seja alterada a chave de seleção de modo (contador ou teclado matricial).



Pinagem de referência para o cabo flat do display LCD										
Pinos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Função	RS(register select)	EN(enable)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7

Da esquerda para a direita representa a pinagem de 1 a 10 do display LCD.



```

*****
;*
;*      São Paulo, 18 de novembro de 2016
;*
;*Programador: Vanderley Evangelista de Souza
;*
;*
;*      *
;*
;*Objetivo.: Timer
;*
;*      *
;*
;*VER: 1.0      REV 0
;*
*****
;*  Arquivos de definições
;*
;*      *
;*
;*      *
;*
;*PIC Utilizado: PIC16F628A
;*
;*      *
;*
#INCLUDE <P16F628A.INC> ; ARQUIVO PADRÃO MICROCHIP PARA 16F628a
*****
;*
;*      *
;*
;*      *
;*
;*
;*      *
;*
;*      *
;*
;*      *
;*
;*
;*      *
;*
*****
;*
;*      Paginação de memória
;*
;*
;*      *****
;*
;*
;*
;*Definição de comandos de usuário para alteração de página de memória
#DEFINE      BANK0  BCF STATUS,RP0
#DEFINE      BANK1  BSF STATUS,RP0
;*
*****
;*
;*      DEFINIÇÃO DE APELIDOS
;*
;*
;*      *****
;*
;*
#DEFINE      RSPORTA,0
#DEFINE      ENPORTA,1
#DEFINE      BUZ      PORTA,2

```

```
#DEFINE TX0 PORTA,6
#DEFINE RX0 PORTA,7
```

```
#DEFINE DISPLAY PORTB
```

```
*****
;
.*          DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS          *
;
.*          *****          *
;
CBLOCK 0x20 ;Endereço inicial das variáveis

MULTIPLICADOR
```

```
MULTIPLICADOR
```

```
ENDC ;Encerra bloco de variáveis
```

```
.*          *****          *
;

*****
;
.*          Vetor de Reset          *
;
.*          *****          *
;
ORG 0x00 ;Endereço inicial de processamento
GOTO MAIN
```

```
ORG 0x00 ;Endereço inicial de processamento
GOTO MAIN
```

```
*****
;
.*          Início da interrupção          *
;
*****
;
ORG 0x04 ;Endereço inicial da interrupção
```

```
;ROTINA DE INTERRUPÇÃO
```

```
RETFIE ;Retorna da interrupção
```

```
*****
;
.*          Início do Programa          *
;
.*          *****          *
;
MAIN
```

```
MAIN
```

```
BANK0
```

```
MOVLW B'00000111' ;Desativa comparadores do PORT A
```

```

                MOVWF      CMCON
    MOVLW  B'00110000' ; Internal Clock source with 1:8 prescaler, Timer1 is stopped and T1 osc is
disabled
    MOVWF  T1CON      ;Configuração do Timer1
    CLRF   PIR1 ; Clear peripheral interrupts Flags
    CLRF   PORTA ;Limpa todo o PORT A
    CLRF   PORTB ;Limpa todo o PORT B

    BANK1
    MOVLW  B'00001000' ;Habilita Oscilador P 4MHz
    MOVWF  PCON
    MOVLW  B'00000000' ;Desabilita todas as interrupções
    MOVWF  INTCON
    MOVLW  B'10000000' ;Desabilita os PULL UP do PORT B
    MOVWF  OPTION_REG
    MOVLW  B'10111000' ;Configurações do PORT A (OBRIGATÓRIO 5=1 )
    MOVWF  TRISA      ;0 = saída, 1 = entrada
    MOVLW  B'00000000' ;Configurações do PORT B (OBRIGATÓRIO 4=1 )
    MOVWF  TRISB      ;0 = saída, 1 = entrada
    CLRF   PIE1      ; Disable peripheral interrupts.

```

BANK0

```

*****
.*
.*          Rotina Principal          *
.*          *****                  *
.*

```

INICIO

```

    BCF   RS
    MOVLW B'00111000'      ;Configura display como 16x2
    MOVWF DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW B'00001111'      ;Liga o Display
    MOVWF DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW B'00000001'      ;Limpa o display
    MOVWF DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW B'10001111'      ;Posiciona o cursor no final do display
    MOVWF DISPLAY

```

```

CALL  CLOCK
MOVLW  B'00000111'      ;Direção de movimento do display
MOVWF  DISPLAY
CALL  CLOCK
BSF      RS      ;Modo escrita

```

TECLADO

```

    MOVLW  'T'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'E'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'S'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'T'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'E'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  ':'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  ''
    MOVLW  'T'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'E'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'C'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'L'
    MOVWF  DISPLAY
    CALL  CLOCK
    MOVLW  'A'

```

```
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'D'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'O'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW ''
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'M'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'A'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'T'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'R'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'I'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'C'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'I'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'A'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
MOVLW 'L'
MOVWF DISPLAY
CALL CLOCK
```

CALL PRESSIONETECLA ;Escreve pressione tecla

MOVLW '2'

MOVWF DISPLAY

CALL CLOCK

SINCRONISMO

BSF TX0 ;Habilita sincronismo

BTFSS RX0

GOTO SINCRONISMO

TESTE

BSF BUZ

GOTO TESTE

BTFSC RX0

GOTO TESTE

VERIFICARESPOSTA

CALL DELAY

BTFSS RX0

GOTO ERRADO

LOOP

GOTO LOOP

ERRADO

GOTO LOOP

PRESSIONETECLA

BCF RS ;Modo configuração

MOVLW B'00000001' ;Limpa o Display

MOVWF DISPLAY

CALL CLOCK

MOVLW B'00000110' ;Direção do texto

MOVWF DISPLAY

```
CALL  CLOCK
BSF RS           ;Modo escrita
```

```
MOVLW 'P'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'R'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'E'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'S'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'S'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW '.'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW ''
MOVLW 'T'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'E'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'C'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'L'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
MOVLW 'A'
MOVWF DISPLAY
CALL  CLOCK
```

```
BCF RS           ;Modo configuração
```

```

    MOVLW  B'11000000'      ;Posição C0 do display
    MOVWF  DISPLAY
    CALL   CLOCK
    BSF    RS                ;Modo escrita

    RETURN

```

CLOCK

```

    BSF    EN
    CLRF   TMR1H ; Clear Timer1 High byte register
    CLRF   TMR1L ; Clear Timer1 Low byte register
    BSF    T1CON, TMR1ON ; Liga TMR1

```

FLAGTMR1

```

    BTFSS  PIR1, TMR1IF ;Testa flag do Timer1
    GOTO   FLAGTMR1

```

```

    BCF    T1CON, TMR1ON ;Desliga TMR1
    BCF    PIR1, TMR1IF  ;Limpa o Flag TMR1
    BCF    EN
    RETURN

```

DELAY

```

    CLRF   TMR1H ; Clear Timer1 High byte register
    CLRF   TMR1L ; Clear Timer1 Low byte register
    BSF    T1CON, TMR1ON ; Liga TMR1

```

FLAGDELAY

```

    BTFSS  PIR1, TMR1IF ;Testa flag do Timer1
    GOTO   FLAGDELAY

```

```

    BCF    T1CON, TMR1ON ;Desliga TMR1
    BCF    PIR1, TMR1IF  ;Limpa o Flag TMR1
    RETURN

```

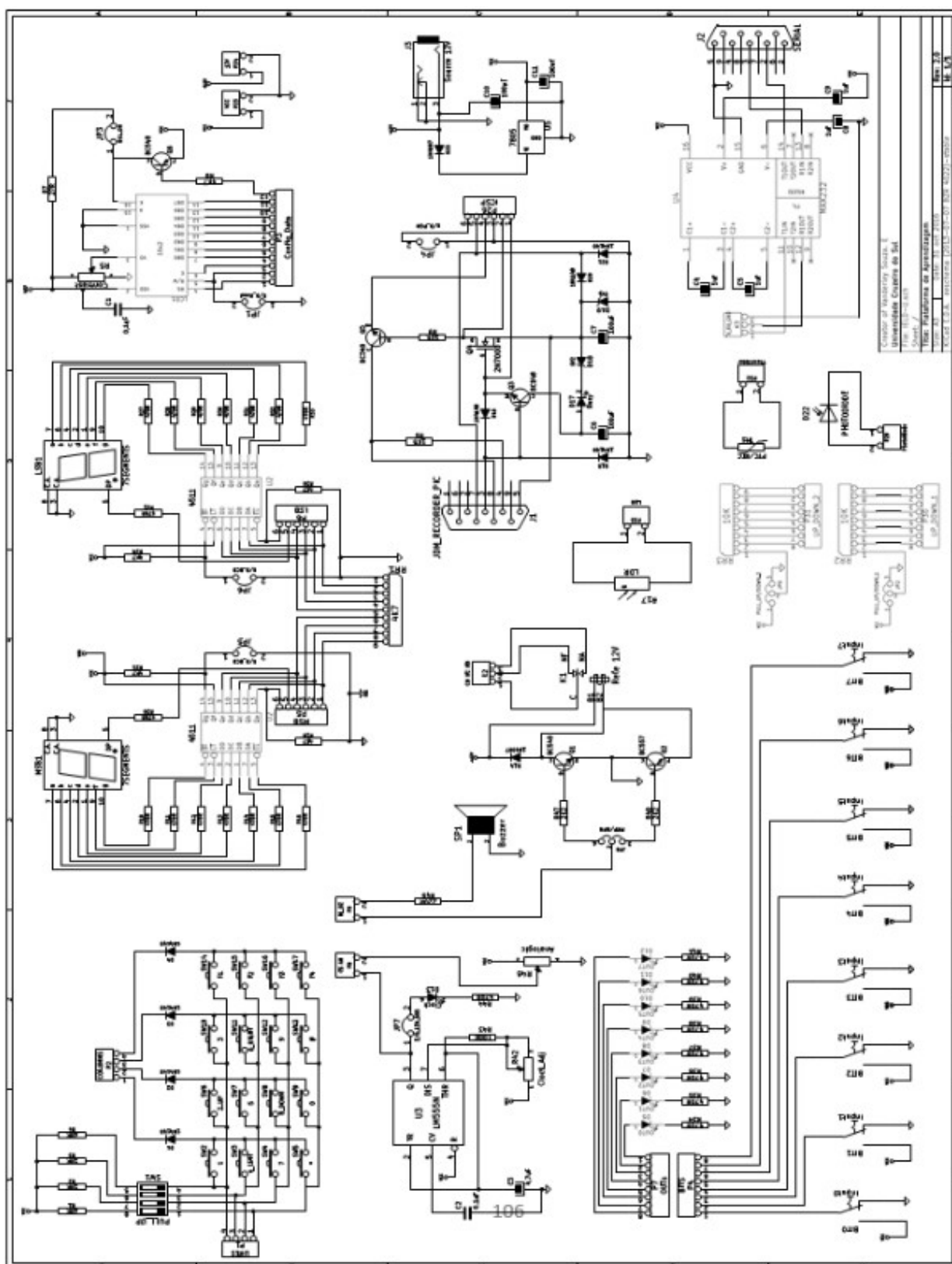
```

;*****
;
;*                               *
;
;*****

```

END

APÊNDICE D – Esquema Elétrico



APÊNDICE E - NETLIST

Referência	Comentários	Quantidade	Descrição
R3, R2, R1, R4, R26, R24, R8, R18, R21		9	Resistor 4K7
SW1		1	Chave DIP 4 Vias 90°
D1, D2, D3, D4, D21, D20, D16, D15	Atenção a polaridade	8	Diodo 1N4148
R5, R42		2	Trimpot 3386F 10K
C1, C2, C10, C11		2	Capacitor 0,1uF
RR1, RR2, RR3	Atenção a polaridade	3	Barra Resistiva de 9 pinos 4K7
R27, R25, R20, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R13, R10, R11, R12, R14, R15, R16, R41, R40, R39, R38, R37, R36, R35, R34, R44		25	Resistor 470R
R6		1	Resistor 1K5
R7		1	Resistor 27R
R9		1	Resistor 10K
U1, U2	Atenção a posição	2	CI 4511
P1, P2		2	Conector KK 4 Vias
P3		1	Conector KK 12 Vias
P4, P7, P30, P31		4	Conector KK 8 vias
P5, P6, P26		3	Conector KK 6 Vias
R46		1	Trimpot 3386F 100K
R43		1	Resistor 1K5
R45		1	Resistor 220R
U3	Atenção a posição	1	CI LM555N
C3	Atenção a polaridade	1	Capacitor Eletrolítico 100uF 25V
Q1, Q5, Q3	Atenção a posição	3	Transistor BC548
Q2 e Q6	Atenção a posição	2	Transistor BC557
P8, P9, P29, P32, P33, P23, P24		7	Conector KK 2 vias
R47, R48		2	Resistor 2K2
D14, D23	Atenção a polaridade	1	Diodo 1N4007
K2, K3		2	Borne de 3 vias
K1		1	Relé 12V
J1, J2		2	Conector DB9 fêmea 90° para PCI
D19	Atenção a polaridade	1	Diodo zener 5V1
D18	Atenção a polaridade	1	Diodo zener 6V2
C4, C9, C8, C5	Atenção a polaridade	4	Capacitor Eletrolítico 1uF 100V
C7, C6	Atenção a polaridade	2	Capacitor Eletrolítico 100uF 35V
Q4	Atenção a posição	1	Transistor 2N7000
U4	Atenção a posição	1	CI MAX232
LSB1, MSB1	Atenção a posição	2	Display de 7 segmentos catodo comum
D22	Atenção a polaridade	1	Fotodiodo
R17		1	LDR
TH1		1	PTC ou NTC
JP2, JP8, JP9		3	Barra de pinos 3 vias
JP3, JP1, JP4, JP5, JP6, JP7		6	Barra de pinos 2 vias
SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8, SW9, SW10, SW11, SW12, SW13, SW14, SW15, SW16, SW17		16	TECLA_TACTIL
LC01	SR-16	1	Display LCD 16x2
SP1	Atenção a polaridade	1	Buzzer
D5, D8, D13	Atenção a polaridade	3	Led 3mm vermelha
D6, D9, D17	Atenção a polaridade	3	Led 3mm amarelo
D7, D10	Atenção a polaridade	2	Led 3mm verde
D11	Atenção a polaridade	1	Led 3mm azul
D12	Atenção a polaridade	1	Led 3mm branco
Input0, Input1, Input2, Input3, Input4, Input5, Input6, Input7	Estas chaves tem posição (verificar no site da actire)	8	Chave Botão 8x8 com trava
J3		1	Conector P4
JS		1	7805

PQ		1	Placa de Circuito Impresso
Acrílico		1	Base para PCI
Actburn 2if		1	Placa de Circuito Impresso
Protoboard		2	SYB-118
Cabo Serial		1	
Fonte		1	Fonte 12V 2A

APÊNDICE F

Custo 1

Referência	Comentários	Quantidade	Descrição	Preço total
R3,R2,R1,R4,R26,R24,R8,R18,R21		9	Resistor 4K7	0,45
SW1		4	Chave Alavanca	7,00
D1,D2,D3,D4,D21,D20,D16,D15	Atenção a polaridade	8	Diodo 1N4148	0,05
R5, R42		2	Potenciometro + KNOB	4,30
C1,C2, C10,C11		2	Capacitor 0,1uF	0,10
RR1, RR2, RR3	Atenção a polaridade	3	Barra Resistiva de 9 pinos 4K7	2,14
R27,R25,R20,R28,R29,R30,R31,R32,R33,R13,R10,R11,R12,R14,R15,R16,R41,R40,R39,R38,R37,R36,R35,R34,R44		25	Resistor 470R	1,25
R6		1	Resistor 1K5	0,05
R7		1	Resistor 27R	0,05
R9		1	Resistor 10K	0,05
U1,U2	Atenção a posição	2	CI 4511	4,00
P1, P2		2	Barra Simples 4 Vias	0,70
P3		1	Barra Simples 12 Vias	0,70
P4, P7, P30, P31		4	Barra Simples 8 vias	0,70
P5, P6, P26		3	Barra Simples 6 Vias	0,70
R46		1	Potenciometro + KNOB	2,00
R43		1	Resistor 1K5	0,05
R45		1	Resistor 220R	0,05
U3	Atenção a posição	1	CI LM555N	1,80
C3	Atenção a polaridade	1	Capacitor Eletrolítico 100uF 25V	0,20
Q1,Q5,Q3	Atenção a posição	3	Transistor BC548	1,50
Q2 e Q6	Atenção a posição	2	Transistor BC557	1,00
P8, P9, P29, P32, P33, P23, P24		7	Conector KK 2 vias	0,20
R47,R48		2	Resistor 2K2	0,10
D14,D23	Atenção a polaridade	1	Diodo 1N4007	0,25
K2, K3		2	Borne de 3 vias	1,80
K1		1	Relé 12V	1,50
J1, J2		2	Conector DB9 fema 90º para PCI	4,00
D19	Atenção a polaridade	1	Diodo zener 5V1	1,00
D18	Atenção a polaridade	1	Diodo zener 6V2	1,00
C4,C9,C8,C5	Atenção a polaridade	4	Capacitor Eletrolítico 1uF 100V	0,20
C7,C6	Atenção a polaridade	2	Capacitor Eletrolítico 100uF 35V	0,20
Q4	Atenção a posição	1	Transistor 2N7000	0,50
U4	Atenção a posição	1	CI MAX232	2,50
LSB1,MSB1	Atenção a posição	2	Display de 7 segmentos catodo comum	5,00
D22	Atenção a polaridade	1	Fotodiodo	1,00
R17		1	LDR	1,00
TH1		1	PTC ou NTC	2,50
JP2, JP8, JP9		3	Barra de pinos 3 vias	0,10
JP3, JP1, JP4, JP5, JP6, JP7		6	Barra de pinos 2 vias	0,10
SW2,SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8, SW9, SW10, SW11, SW12, SW13, SW14, SW15, SW16, SW17		16	TECLA_TACTIL	28,80
LCD1	SIL-16	1	Display LCD 16x2	28,00
SP1	Atenção a polaridade	1	Buzzer	2,00
D5, D8, D13	Atenção a polaridade	3	Led 3mm vermelho + Porta LED	2,04
D6, D9, D17	Atenção a polaridade	3	Led 3mm amarelo + Porta LED	2,72
D7, D10	Atenção a polaridade	2	Led 3mm verde + Porta LED	1,36
D11	Atenção a polaridade	1	Led 3mm azul + LED	0,68
D12	Atenção a polaridade	1	Led 3mm branco + LED	0,68
Input0, Input1, Input2, Input3, Input4, Input5, Input6, Input7	Estas chaves tem posição (verificar no site da actire)	8	Chave Alavanca	14,00
J3		1	Conector P4	0,50
U5		1	7805	1,10
PCI		1	Placa de Circuito Impresso	20,00
Acrilico		1	Base para PCI	49,50
Etiqueta		4	Etiqueta	40,00
Protoboard		2	Matriz de Contato 830 pontos	56,00
Cabo Serial		1		5,00
Fonte		1	Fonte 12V 3 A	26,00
Borne Branco		25	2mm	52,50
Bornes Azul		30	2mm	
Bornes Verde		18	2mm	
Borne Cinza		25	2mm	
Chave		1		2,60
Header + Cabo Flat		1	Flat 10cm	4,00
Parafusos + Arruelas + Cola Silicone		25		15,10
Maleta		1		126,00
Porta Fusível		2		3,00
Conector		2	DB9	4,00
TOTAL				537,37

Custo 2

Descrição	Quantidade	Preço
Termoretrátil	5 metros	6,00
Potenciometro + KNOB	1	2,00
Cabo de força (novo padrão)	1	5,00
Conector femea para cabo de força	1	3,00
Fusível de vidro de 1A e de 1,5A	2	0,60
Cabo flexível preto	2 metros	2,80
Cabo flexível vermelho	2 metros	2,80
Cabo flexível cinza	2 metros	2,80
Solda em tubo Cobix	5	25,00
Micro ventilador	1	12,50
Grade cromada para cooler	1	6,80
Cola Super Bonder	1	5,00
Conector DB9 + Parafusos	2	3,00
Grade preta para alto falante	1	4,80
Espaç. de madeira + Parafusos Fix	4	8,00
Bastão de cola de silicone	4	4,00
Dissipador de aluminio 5W	1	3,00
Transistor BD233	1	0,85
Resistor 1K	1	0,05
Diodo 1N4148	1	0,05
Espiraduto 10mm	4 Metros	8,00
Chave Alavanca de 3 posições	1	5,25
Conectores KK2 + Terminal	6	0,54
Conectores KK5 + Terminal	4	0,76
Conectores KK4 + Terminal	4	0,52
Conectores KK8 + Terminal	5	1,60
Conectores KK3 + Terminal	6	0,72
Terminal modu macho 1 via + capa	40	12,00
Cabo manga 8 vias	2 metros	6,24
Conector Sindow 6 Vias 10A	1	3,75
Cabo Flat colorido 12 Vias AWG26	3 metros	6,00
Papel canson + Papel Cartão	1	2,00
Total		145,43

Custo 3

Descrição	Quantidade	Preço
Led 5mm vermelho	3	Comprado
Led 5mm amarelo	2	Comprado
Transistor BC548	3	Comprado
Transistor BC557	2	Comprado
Soquete para CI 4 pinos	7	4,90
Diodo zener 5V1	1	Comprado
Diodo 1N4148	5	Comprado
Borne cinza 2mm	25	30,00
Borne verde 2mm	17	20,40
Borne azul 2mm	28	33,60
Chave Alavanca	13	Comprado
Borne preto 5mm	1	2,00
Borne Amarelo 5mm	1	2,00
Borne vermelho 5mm	1	2,00
Led 5mm alto brilho	1	Comprado
Resistor 2K2	1	Comprado
Total		94,90

TGS

TIGER ELECTRONIC CO.,LTD

MAX232

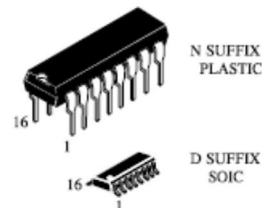
+5V-Powered, Multichannel RS-232

Drivers / Receivers

MAX232 is purposed for application in high-performance information processing systems and control devices of wide application.

Input voltage levels are compatible with standard CMOS levels.

- Output voltage levels are compatible with input levels of K-MOS, N-MOS and TTL integrated circuits.
- Supply voltage : 5V
- Low input current: 1.0 μA ; 0.1 μA at $T = 25^\circ\text{C}$.
- Output current 24 mA.
- Latching current not less than 450 mA at $T = 25^\circ\text{C}$
- The transmitter outputs and receiver inputs are protected to $\pm 15\text{kV}$ Air ESD.



ORDERING INFORMATION

- MAX232CPE Plastic DIP
- MAX232CSE SOIC
- MAX232CWE SOIC

Truth table

Inputs	Outputs
R_{IN}, T_{IN}	R_{OUT}, T_{OUT}
H	L
L	H

Note -
H – voltage high level;
L – low voltage level

Pin symbols in package

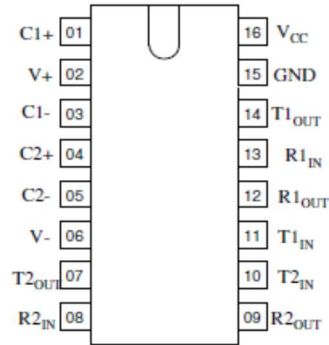


Table of pin description

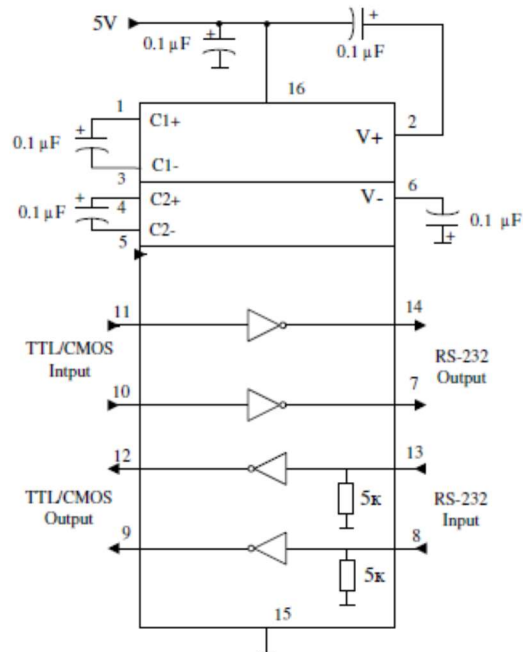
Pin No.	Symbol	Pin name
01	C1+	Output of external capacitance of positive voltage multiplier unit
02	V+	Output of positive voltage of multiplier unit
03	C1-	Output of external capacitance of positive voltage multiplier unit
04	C2+	Output of external capacitance of negative voltage multiplier unit
05	C2-	Output of external capacitance of negative voltage multiplier unit
06	V-	Output of negative voltage of multiplier unit
07	T2 _{OUT}	Output of transmitter data (levels RS – 232)
08	R2 _{IN}	Input of receiver data (levels RS – 232)
09	R2 _{OUT}	Output of receiver data (levels TTL/KMOS)
10	T2 _{IN}	Input of transmitter data (levels TTL/KMOS)
11	T1 _{IN}	Input of transmitter data (levels TTL/KMOS)
12	R1 _{OUT}	Output of receiver data (levels TTL/KMOS)
13	R1 _{IN}	Input of receiver data (levels RS – 232)
14	T1 _{OUT}	Output of transmitter data (levels RS – 232)
15	GND	Common output
16	V _{CC}	Supply output of voltage source

Maximum conditions

Symbol	Parameter	Rate		Unit
		min	max	
V _{CC}	Supply voltage	-0.3	6.0	V
V+	Transmitter high output voltage	V _{CC} - 0.3	14	
V-	Transmitter low output voltage	-0.3	-14	
V _{TIN}	Transmitter input voltage	-0.3	V+ + 0.3	
V _{RIN}	Receiver input voltage	-30	30	
P _D	Dissipated power	-	842 762	mW
	DIP – package SO - package			
I _{SC}	Output current of transmitter short circuit	-	Continuously	mA
T _a	Ambient temperature	-60	150	°C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Rate		Unit
		min	max	
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5.5	V
V_{+}	Transmitter output high voltage	5.0	-	
V_{-}	Transmitter output low voltage	-5.0	-	
V_{TIN}	Transmitter input voltage	0	V_{CC}	
V_{RIN}	Receiver input voltage	-30	30	
I_{SC}	Transmitter short circuit output current	-	± 60	mA
T_a	Ambient temperature	-40	85	$^{\circ}\text{C}$



Static parameters

Symbol	Parameter	Test conditions	Rate				Unit
			25°C		-40 °C to 85 °C		
			min	max	min	max	
I _{CC}	Consumption current static	V _{CC} =5.0 V V _{IL} = 0 V	-	10.0	-	14.0*	mA
Receiver electrical parameters							
V _h	Hysteresis voltage	V _{CC} =5.0 V	0.2	0.9	0.2	1.0	V
V _{On}	On (operation) voltage	V _O ≤ 0.1 V I _{OL} ≤ 20 μA	-	2.4	-	2.3	
V _{off}	Off (dropout) voltage	V _O ≥ V _{CC} -0.1 V I _{OH} ≤ -20 μA	0.8	-	0.9	-	
V _{OL}	Output low voltage	I _{OL} = 3.2 mA V _{CC} = 4.5 V V _{IH} = 2.4 V	-	0.3	-	0.4	
V _{OH}	Output high voltage	I _{OH} = -1.0 mA V _{CC} = 4.5 V V _{IL} = 0.8 V	3.6	-	3.5	-	
R _I	Input resistance	V _{CC} = 5.0 V	3.0	7.0	3.0	7.0	kOhm
Transmitter electrical parameters							
V _{OL}	Output low voltage	V _{CC} = 4.5 V V _{IH} = 2.0 V R _I = 3.0 kOhm	-	-5.2	-	-5.0	V
V _{OH}	Output high voltage	V _{CC} = 4.5 V V _{IL} = 0.8 V R _I = 3.0 kOhm	5.2	-	5.0	-	
I _{IL}	Input low current	V _{CC} =5.5 V V _{IL} = 0 V	-	-1.0	-	-10.0	μA
I _{IH}	Input high current	V _{CC} =5.5 V V _{IH} = V _{CC}		1.0		10.0	
SR	Speed of output front change	V _{CC} =5.0 V C _L =50 - 1000 pF R _I = 3.0 - 7.0 kOhm	3.0	30	2.7	27	V/μs
R _O	Output resistance	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0 V V _O = ± 2 V	350	-	300	-	Ohm
I _{SC}	Short circuit output current	V _{CC} =5.5 V V _O = 0 V V _I = V _{CC} V _I = 0 V		-50 50		-60 60	mA
ST	Speed of information transmission	V _{CC} =4.5 V C _L = 1000 pF R _I = 3.0 kOhm t _w = 7μs (for extreme -t _w = 8μs)	140	-	120	-	kbps

Symbol	Parameter	Test conditions	Rate				Unit	
			25 °C		from -40 °C to 85 °C			
			min	max	min	max		
$t_{PHL,R}$ ($t_{PL,R}$)	Signal propagation delay time when switching on (off)	$V_{CC} = 4.5\text{ V}$ $C_L = 150\text{ pF}$ $V_{IL} = 0\text{ V}$ $V_{IH} = 3.0\text{ V}$ $t_{LH} = t_{HL} \leq 10\text{ ns}$	-	9.7	-	10	us	
t_{PLT} (t_{PLT})	Signal propagation delay time when switching on (off)	$V_{CC} = 4.5\text{ V}$ $C_L = 2500\text{ pF}$ $V_{IL} = 0\text{ V}$ $V_{IH} = 3.0\text{ V}$ $R_L = 3\text{ k}\Omega$ $t_{LH} = t_{HL} \leq 10\text{ ns}$		5.0*		6.0*		

Symbol	Parameter	V _{CO}	Rate	Unit
C _{IN}	Input capacitance	5.0	9.0	pF
C _{PD}	Dynamic capacitance		90	

[illegible]

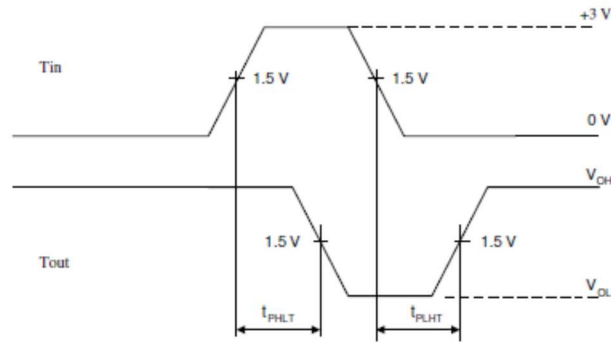


Figure 4

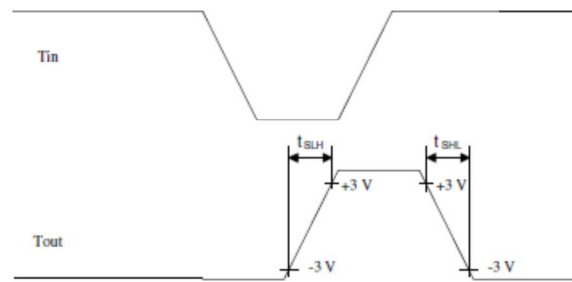


Figure 5

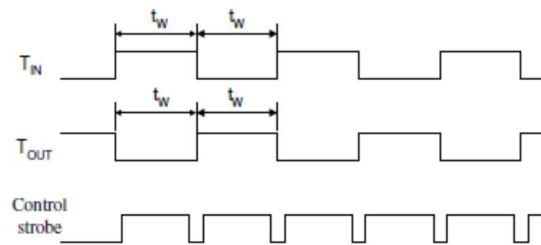
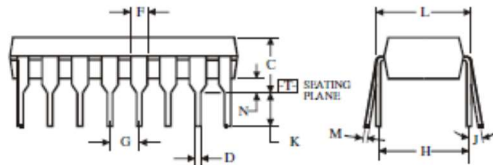
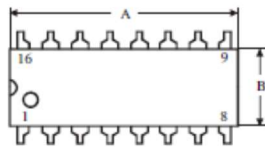


Figure 6

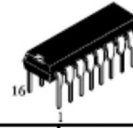
N SUFFIX PLASTIC DIP
(MS - 001BB)



$$\left(\pm 0.25 (0.010) \right) \left(\frac{0.0}{T} \right)$$

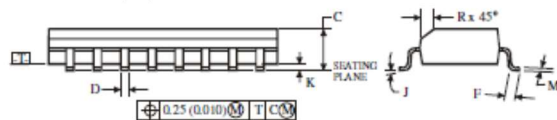
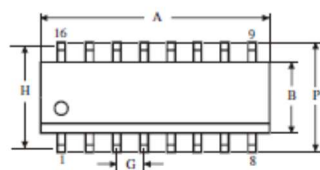
NOTES:

1. Dimensions "A", "B" do not include mold flash or protrusions.
Maximum mold flash or protrusions 0.25 mm (0.010) per side.



Symbol	Dimension, mm	
	MIN	MAX
A	18.67	19.69
B	6.1	7.11
C		5.33
D	0.36	0.56
F	1.14	1.78
G	2.54	
H	7.62	
J	0°	10°
K	2.92	3.81
L	7.62	8.26
M	0.2	0.36
N	0.38	

D SUFFIX SOIC
(MS - 012AC)



$$\left(\pm 0.25 (0.010) \right) \left(\frac{0.0}{T} \right) \left(\frac{0.0}{C} \right)$$

NOTES:

1. Dimensions A and B do not include mold flash or protrusion.
2. Maximum mold flash or protrusion 0.15 mm (0.006) per side
for A; for B - 0.25 mm (0.010) per side.



Symbol	Dimension, mm	
	MIN	MAX
A	9.8	10
B	3.8	4
C	1.35	1.75
D	0.33	0.51
F	0.4	1.27
G	1.27	
H	5.72	
J	0°	8°
K	0.1	0.25
M	0.19	0.25
P	5.8	6.2
R	0.25	0.5