

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLP ATRAVÉS DE UM  
MICROCONTROLADOR PIC 16F877A**

Área de Microcontrolador

por

Rodmilson Antonio  
RA: 002200401176

Antonio de Assis Bento Ribeiro  
Orientador

Itatiba (SP), Dezembro de 2009

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLP ATRAVÉS DE UM  
MICROCONTROLADOR PIC 16F877A**

Área de Microcontrolador

por

Rodmilson Antonio

Monografia apresentada à Banca Examinadora  
do Trabalho de Conclusão do Curso de  
Engenharia Elétrica para análise e aprovação.  
Orientador: Antonio de Assis Bento Ribeiro, Me.

Itatiba (SP), Dezembro de 2009

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço este trabalho imensamente ao meu orientador Me. Antonio de Assis Bento Ribeiro pela ajuda e incentivo.

Agradeço a minha família pela paciência e compreensão e apoio durante execução deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos que participaram direta e indiretamente para execução deste projeto.

Agradeço todos os professores da Universidade São Francisco e o pessoal que trabalha nos laboratórios pelo incentivo e paciência, que tanto contribuíram para nosso desenvolvimento intelectual.

No principio era o verbo, e o verbo estava com Deus, e o verbo era Deus.  
Todas as coisas foram feitas por ele, e sem ele nada do que foi feito se fez.  
Nele estava a vida, e a vida era a luz dos homens.

João 1: 1-2-3-4

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.1.Objetivo Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2.Objetivo Especifico.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.Fundamentação teórica.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.SUBTITULO NIVEL 1.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.1.Subtitulo nivel 2.....</b>	<b>15</b>
<b>3.PROJETO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.SUBTITULONIVEL1.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.1.Subtitulo nivel2.....</b>	<b>24</b>
<b>4.Considerações Finais.....</b>	<b>32</b>
<b>Referencias Bibliograficas.....</b>	<b>33</b>
<b>Glossario.....</b>	<b>34</b>

## 1. LISTA DE ABREVIATURAS

CLP	Controlador Lógico Programável
A/D	Analógico/Digital
RAM	Memória Apenas de Leitura
ULA	Unidade Lógica Aritmética
Risc	<i>Reduced Instruction Set Computer</i>
UCP	Unidade Central de Processamento

## LISTA DE FIGURA

Figura 1. Características do PIC.....	15
Figura 2. Microcontrolador PIC 16F877A.....	15
Figura 3. Estrutura interna do Microcontrolador PIC 16F877A.....	16
Figura 4. Configuração das portas de entradas e saídas.....	21
Figura 5. Diagrama em blocos do projeto.....	23
Figura 6. Relé simples.....	24
Figura 7. Relé duplo.....	25
Figura 8. Esquemático do projeto.....	26
Figura 9. Comunicação serial.....	27
Figura 10. Placa Montada.....	28
Figura 11. Fluxograma.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Configuração dos Bits ADCS2: ADCS0.....	18
Tabela 2. Configuração das entradas e saídas.....	19

## **LISTA DE EQUAÇÕES (OPCIONAL)**

## RESUMO

Antonio, Rodmilson. Implementação de um CLP através de um Microcontrolador PIC 16F877A. Itatiba, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2009

A cada dia os equipamentos elétricos incorporam a tecnologia dos microprocessadores. A inclusão dos microprocessadores permite construir equipamentos de menor custo, e melhor qualidade. Na área industrial também constata-se essa realidade, onde o controle de processo demanda por equipamentos com microprocessadores. O controlador lógico programável (CLP) é uma ferramenta de suma importância na automação industrial, existem vários fabricantes diferentes e todos eles possuem a mesma forma de linguagem (Ladder). Geralmente, cada CLP tem uma UCP (Unidade Central de Processamento), que pode controlar vários pontos de E/S (entradas e saídas) e é responsável pelo processamento do programa, isto é, coleta os dados de entrada, efetua o processamento segundo o programa do usuário, armazenado na memória, envia o sinal para a saída como resposta ao processamento. Em função desta ampla aplicação, será desenvolvido um CLP com um microcontrolador PIC. A facilidade de programação e custo reduzido permite construir um CLP versátil e de baixo custo. Neste projeto utiliza-se um microcontrolador PIC 16F877A, em função dos recursos disponíveis. O PIC16F877A é um microcontrolador que utiliza uma estrutura Risc, com 14 bits, 35 instruções com 8K x 14 de memória de programa. Este trabalho poderá ser usado como material didático por professores, alunos e todos que se interessar por projetos utilizando PIC.

**Palavras-chave:** Microcontrolador, Memórias, Tecnologia.

## ABSTRACT

*Antonio, Rodmilson. CLP-PIC. Itatiba, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2009.*

### *Abstract*

*Every day electrical equipment incorporating the technology of microcontrollers. The inclusion of microprocessors allow to build equipment of lower cost, better quality and greater productivity. The industrial area is in this reality, where the process control demands for microprocessors devices.*

*The programmable logic controller (PLC) is a important tool in the automation industry, although there is several different manufacturers, they all have the same language form of programming (ladder).*

*Generally, each PLC has a CPU, which can track multiple points of I / O (inputs and outputs) and it is responsible for processing the program elaborated by the user, is this, collect the card data input, performs processing according to the User Program, stored in memory, sends the signal to the card output in response to processing. This process may have different structures to run a program, such as: Cyclic processing, business interruption, for time and event.*

*Due to this wide application, will be developed a PLC with a PIC microcontroller. The ease of programming and reduced cost allow to build a PLC versatile with a low cost.*

*This project uses a PIC 16F877 microcontroller, depending on the resources available it is appropriate for this project.*

*The PIC 16f877 microcontroller uses a RISC structure, with 35 instructions with a speed of 20MHz, 8Kx14 program memory.*

*This work be used as teaching material by teachers, students and all who are interested in projects using PIC.*

*Keywords: Microcontrollers, Memory, technology.*

# 1. INTRODUÇÃO

Vivemos um momento na história de grandes transformações, onde a eletrônica digital desenvolveu-se muito nos últimos anos, como consequência tornou-se possível desenvolver projetos e ao mesmo tempo automatizar fábricas no intuito de aumentar a produtividade.

O controlador lógico programável tem contribuído para o desenvolvimento da automação, possibilitando fazer projetos com soluções personalizadas, para as mais variadas áreas de aplicação, com custo baixo, ótimo desempenho e sua facilidade de programação.

O CLP possui uma estrutura de vários módulos que são interligados, são módulos de comunicação, entradas, saídas, CPU e expansão, com todos esses módulos o CLP fica ocupando um espaço grande do painel. Na entrada do CLP podemos colocar botões, chaves, micros fim de curso e sensores. Nas saídas podemos colocar relés, bobinas solenóides, contadoras,

Diante desse desenvolvimento e na tentativa de implementar uma aplicação, que possa gerar máquinas utilizando microcontrolador, foi idealizado o CLP com Microcontrolador que terá sua completa descrição no decorrer deste documento. O CLP com Microcontrolador foi programado na linguagem Assembly com base no microcontrolador PIC 16F877A da Microchip, por ser mais adequado no desenvolvimento deste projeto. Por exemplo, velocidade de execução e acesso fácil e rápido aos periféricos e terá varias entradas e saídas. (Nas entradas teremos sensores, chaves fim de curso e nas saídas teremos atuadores).

Após a execução do programa e montagem do projeto, serão feito vários testes de funcionamento, com o objetivo de solucionar qualquer eventual problema que possa aparecer, com a união da teoria e da pratica o projeto proporcionara um aprendizado de ótimo nível ao projetista, e ficará claro que com um microcontrolador é possível automatizar maquinas com um preço menor e com qualidade.

O microcontrolador é uma ferramenta poderosa no campo tecnológico, que nos permite usar a imaginação e desenvolver projetos, que podem através dos softwares serem compilados gerando arquivos hexadecimais e por fim gravados na memória do microcontrolador. (David José de Solza; Nicolas César Lavinía) (2002).

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Desenvolver um CLP de baixo custo e de fácil acesso, utilizando um microcontrolador PIC 16F877A, o que possibilita a montagem de hardware simples e capaz de interagir com diversos recursos e funções ao mesmo tempo, através de suas entradas e saídas.

### **1.1.2. Objetivos Específico**

Desenvolver um circuito eletrônico para automatizar máquinas que nos possibilita:

- Um CLP mais barato, que através de suas entradas e saídas possamos acionar vários dispositivos.
- Um CLP simples e de custo baixo, com uma estrutura de programação de fácil entendimento e que possa ser controlado por computador.

## **1.2. METODOLOGIA**

Para a realização deste projeto foi preparada uma seqüência dos acontecimentos, ajudando a controlar o cronograma das atividades a serem cumpridas.

Abaixo estão listados os principais pontos:

1. Identificação do problema/necessidade;
2. Implementação do projeto hardware e software;
3. Teste do protótipo.

## **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Estudo do microcontrolador e a definição na automação

CLP

Definição dos recursos do CLP.

Implementação do projeto e teste

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A maior parte de tempo e esforço neste projeto tem relação com o microcontrolador por isso o estudo de suas funções e característica se faz necessários neste primeiro momento.

A variedade de aplicação com o microcontrolador deve-se a capacidade de programação incluída neste componente eletrônico. Estudar as características do microcontrolador nos permite desenvolver amplamente o conhecimento de projetos microcontrolados. Nos parágrafos a seguir, será descrito as principais características do microcontrolador e em especial a do PIC 16F877A.

### 2.1. O MICROCONTROLADOR

O microprocessador é uma máquina seqüencial controlada por um programa armazenado num dispositivo de memória. Dentro do microprocessador temos: Unidade Lógica Aritmética, registradores, barramento de dados/ entradas e saídas, sistema de controle.

Além disso, para um sistema microprocessado ser implementado é necessário memória de programa; memória de dados; clock e periféricos, que são externos ao mesmo. Com a evolução da integração dos sistemas digitais, muitos dos elementos que antes eram externos ao microprocessador, são atualmente integrados numa única pastilha. Surgindo assim os microcontroladores, por isso necessitam ter: CPU (*Central de Processor Unit*), memória, sistema de clock, sinais de entrada e saída (*Input/Output*), como também podemos acrescentar possíveis periféricos, como módulos de temporização e conversores A/D entre outros, integrados de um mesmo chip.

### 2.1.1. Características do microcontrolador PIC

Podemos pensar num microcontrolador como um dispositivo composto de cinco partes, como mostrado na figura 1. [1]

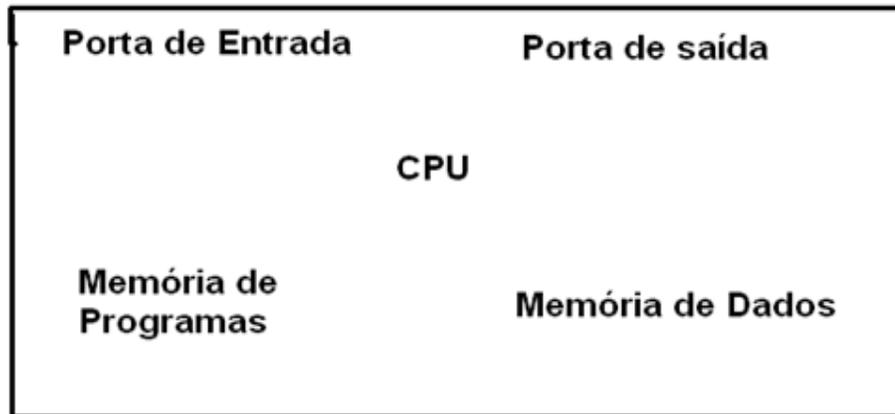


Figura 1: Características do PIC

Fonte: Adaptado Tutipiro (2006)

Constituição básica das entradas e saídas do Microcontrolador pode ser vista na figura abaixo:

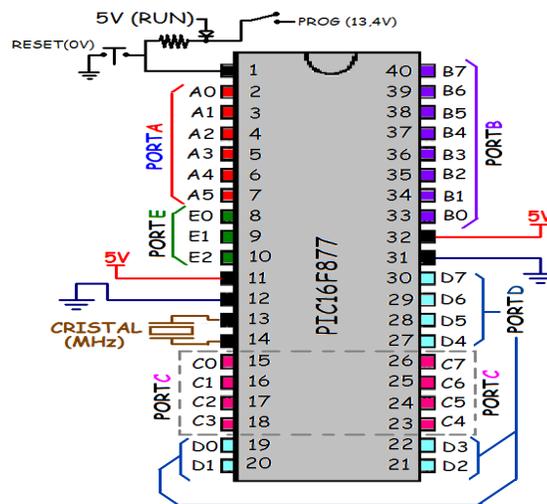


Figura 2: Microcontrolador PIC 16F877A

#### 2.1.1.1 Estrutura interna do Microcontrolador PIC 16F877A

FIGURA 3



(TMR0, TMR1, TMR2), a comunicação é feita entre os periféricos através de um barramento de 8 vias. (David José de Solza; Nicolás Cezar Lavínia) (2002).

#### 2.1.1.1.1 A CPU

A CPU, ou unidade central de processamento, coordena todas as atividades dentro do microcontrolador. Ela organiza a execução das instruções, realizam as operações lógicas matemáticas sobre os dados, e envia os resultados para os diversos registros ou portas de entradas e saída. ( Daniel Corteletti – conhecendo o PIC ).

#### **Unidade Lógica/ Aritmética (ALU)**

A ALU é usada para realizar operações lógicas e aritméticas definidas no conjunto de instruções da CPU. Vários circuitos programam as operações aritméticas binárias decodificadas pelas instruções e fornecem dados para a execução da operação da ALU. A maioria das operações aritméticas binárias é baseada em algoritmos de adição e subtração (adição com o valor negativo). A multiplicação é realizada com uma série de adições e deslocamento com a ALU sob controle lógico da CPU.

Controle da CPU: O circuito de controle da CPU programa o seqüenciamento de elementos lógicos necessários a ALU realiza as operações requisitadas durante a execução do programa.

Registradores da CPU: Como mostra a figura 2, esta CPU contém cinco registradores que são memórias dentro do microprocessador (que não fazem parte do mapa de memória). O conjunto de registradores da CPU é freqüentemente chamado de modelo de programação.

O registrador A, é também chamado de acumulador porque é freqüentemente utilizado para armazenar um dos operandos ou resultado das operações. (CNZ Engenharia), (2003).

#### **Sincronismo de clock e conversor A/D**

O *clock* é responsável pelo sincronismo entre todas as operações do microcontrolador. Todos os eventos que ocorrem dentro de um microcontrolador obedecem a uma lógica preestabelecida pelo fabricante e são processados em tempos determinados pela frequência do

*clock*. Normalmente, quanto maior a frequência de *clock* de um microcontrolador, mais rápida é a execução das instruções. O *clock* também é utilizado como referência de tempo para execução de tarefas que devem ser repetidas em um determinado intervalo de tempo, como por exemplo, a leitura de sinais em interfaces RS232C.

O conversor A/D do PIC 16F877A é acionado por um sinal de *clock* que pode ser uma fração da frequência do oscilador principal ( $F_{osc}$ ), ou por um oscilador RC interno ao módulo conversor A/D. A tabela 1 mostra a configuração aplicada aos bits ADCS2: ADCS0 necessária para definir o valor do período do sinal de *clock* do conversor A/D. O período do sinal de *clock* do conversor chamado de TAD não seja inferior 1,6 $\mu$ s. ( Wagner da Silva Zanco ), (2006).

Tabela 1. Tabela de configuração do conversor A/D

ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock do conversor
0	00	$F_{osc}/2$
0	01	$F_{osc}/8$
0	10	$F_{osc}/32$
0	11	FRC(clock derivado de um oscilador interno RC)
1	00	$F_{osc} /4$
1	01	$F_{osc}/16$
1	10	$F_{osc}/64$
1	11	FRC(clock derivativo de um oscilador interno)

Fonte Adaptado: Silva Zanco (2006)

As portas de entrada e saída são os pontos através dos quais o microcontrolador interage com o meio ambiente. As portas digitais assumem valores discretos, normalmente referenciados 0

ou 1, correspondentes a 0 volts ou 5 volts de saída respectivamente. O valor de tensão corresponde ao nível lógico 1 normalmente corresponde a tensão de alimentação do microcontrolador.

O PIC 16F877 possui entradas analógicas, que podem receber sinais continuamente variáveis entre 0 e 5 volts. Internamente estes sinais analógicos são convertidos em valores digitais entre 0 e 0x3FF (se utilizarmos conversores de 10 bits), ou 0 x FF, se utilizarmos conversores de 8 bits. A tabela abaixo mostra a configuração das entradas e saídas.

Tabela 2. Configuração das entradas e saídas

4,5V < VDD < 5,5 V			
Entrada	Min	Max	Nível Lógico
Vil (tensão de entrada baixa)	0 v	0,8v	0
Vih (tensão de entrada alta)	2 v	Vdd	1
Saída	Min	Max	NÍVEL LÓGICO
Vol(tensão de saída baixa)	-	0,6v	0
Voh	Vdd-0,7v	-	1

Fonte Adaptado de Silva Zonco (2006)

### Memória de dados

A **memória de dados** é normalmente implementada na forma de RAM (memória de acesso aleatório), em que podemos ler e gravar com facilidade. A leitura não é destrutiva, ou seja, podemos ler repetidas vezes o valor de uma posição de memória que o valor não se altera. A gravação de um dado da RAM é feita pela CPU, em resposta as instruções colocadas pelo programador.

Normalmente os microcontroladores se utilizam de pequenas quantidades de memória de dados, principalmente se compararmos com as quantidades de memória RAM utilizadas por computadores pessoais de hoje, algo como 100 bytes para os microcontroladores, versus 512 milhões de bytes de um típico computador pessoal.

### Memória de programa

É onde residem as instruções que devem ser executadas pela CPU. Num computador pessoal os programas tipicamente residem em disquetes ou discos rígidos. Já nos microcontroladores, o programa deve residir em uma memória somente de leitura. O programa é normalmente gravado, apenas uma vez, e a partir daí o microcontrolador executa somente este programa.

A maioria dos microcontroladores se utiliza de memória EPROM, que para ser apagada necessita ser exposta a luz ultravioleta, ou PROM. No caso da PROM o programa só pode ser gravado apenas uma única vez, e a partir daí o microcontrolador executa apenas este programa.

Para podermos conhecer mais sobre os recursos da família PIC, foi adotado como base desse projeto um modelo bastante poderoso, que agrupe de uma só vez o maior número possível de recursos disponíveis. O PIC 16F877A foi o escolhido para este projeto, vejamos por que:

- Microcontrolador de 40 pinos, o que possibilita a montagem de um hardware complexo e capaz de interagir com diversos recursos e funções ao mesmo tempo.
- Via de programação de 14 bits e 35 instruções;
- 33 portas configuráveis como entrada e saída;
- 15 interrupções disponíveis;
- Memória de programação EEPROM FLASH, que permite a gravação rápida do programa diversas vezes no mesmo chip, sem a necessidade de apagá-lo por meio de luz ultravioleta;
- Memória interna não volátil com 256 bytes;
- Memória RAM com 368 bytes;
- Três Timers (2x8bits e 1x16bits);
- Comunicações seriais: SPI, PC e USART;
- Conversores analógicos de 10 bits (8) e comparadores analógicos (2x);
- Dois módulos CCP: Capture, Compare e PWM;
- Programação em in-circuit (alta e baixa tensão);
- Power-on Reset (POR) interno;
- Brown-out Reset (BOR) interno. (David José de Souza; Nicolas Cesar Lavínia ) (2002).

### **Portas de entradas e saídas**

Os demais pinos são conhecidos por I/Os (lê-se Aiôus, e vem do inglês *Inputs/Outputs*, que significa entradas/saídas). Estas I/Os são agrupadas em PORTs (portos), de no máximo 8 pinos cada

Há um total de 33 I/Os disponíveis, que podem ser configuradas como entradas ou saídas em tempo de execução.

Quando um pino é configurado como ENTRADA, ele pode ser conectado a algum sensor para detectar sinais digitais através de variação da tensão de 0 e 5V. Quando um pino é configurado como saída, o programa poderá acioná-lo, e com isso gerar uma corrente baixa (max. 20 mA) com os níveis de tensão de 0V ou 5V.

Alguns pinos, porém, possuem outras funções além de serem entradas ou saídas digitais. Por exemplo, no diagrama ao lado podemos observar que os pinos 2 a 10 (exceto o pino 6) são entradas analógicas, e podem ser usados para detectar uma variação de tensão entre 0V e 5V, transformando esta variação em uma informação binária de 10 bits. Os pinos 39 e 40 também são pinos usados na gravação do microcontrolador, e os pinos 25 e 26 são usados para comunicação SERIALS padrão RS232. Os pinos 16 e 17 são pinos geradores de pulso (PWM), que é similar a uma saída analógica. Muito útil para controle de velocidade de motores, por exemplo. O pino 6 é um pino usado para contagem rápida.

Os pinos são agrupados em PORTs, sendo:

- PORTa (com 6 I/Os disponíveis)    PORTb (com 8 I/Os disponíveis)
- PORTc (com 8 I/Os disponíveis)    PORTd (com 8 I/Os disponíveis)
- PORTe (com 3 I/Os disponíveis)

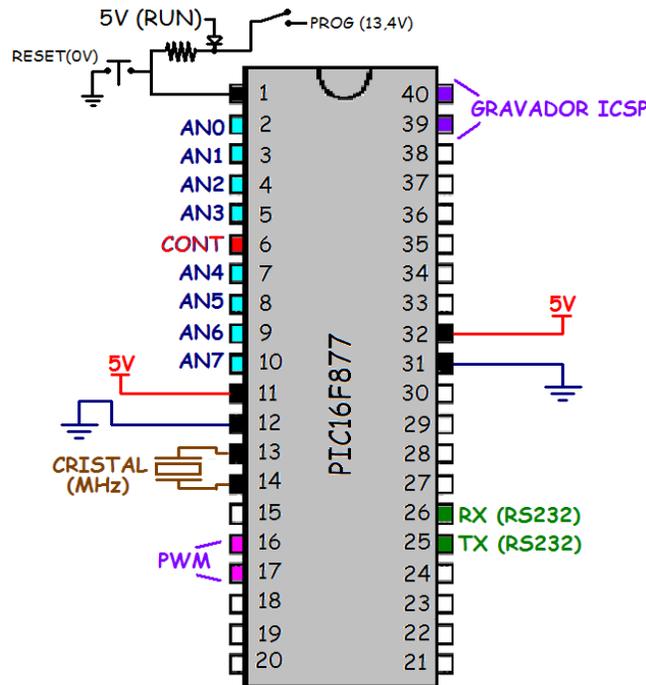


Figura 4: Configuração das portas das entradas e saídas

### 3. PROJETO

Com o avanço da tecnologia, e o desenvolvimento da eletrônica digital, muitas máquinas e processos foram automatizados. As indústrias de eletrodomésticos bem como as automobilísticas, investiram pesado em máquinas controladas por microcontroladores. O CLP (Controlador Lógico Programável) se tornou uma ferramenta indispensável para automação industrial. Este projeto destina-se a desenvolver um CLP utilizando um microcontrolador PIC 16F877A, que executará as mesmas funções do CLP convencional, que utiliza lógica ladder para sua programação.

O CLP possui vários periféricos que são colocados em seus terminais de entrada e saída, como sensores, fim de curso, botões e nas saídas atuadores como relés, bobinas solenóides, contadoras.

O CLP-PIC tem como função substituir esse CLP convencional, com um custo mais baixo, uma lógica de programação simples e de fácil entendimento. Suas portas de entradas e saídas possibilitam acoplar em seus terminais vários dispositivos, podendo dessa forma executar diversas funções, tais como acionar pistões através de válvulas solenóides, atuar relés, ligar e desligar leds, receber sinais de entrada de sensores, chaves, micros fim de curso.

Podemos usar vários métodos para programar este dispositivo, temos um programa específico chamado Idmicro. Exe que nos possibilita programar em ladder compilar no MPLab e gravar no microcontrolador.

O CLP-PIC pode comunicar-se serialmente com um computador, através da porta serial que foi implementada em seus terminais, isso nos permite fazer gravações no PIC e mudar o programa caso precise alterar o funcionamento do projeto.

Para a comunicação serial foi utilizado um MAX 232, que no decorrer deste trabalho será detalhado seu funcionamento.

### 3.1. DESCRIÇÃO DO HARDWARE

#### DIAGRAMA EM BLOCOS

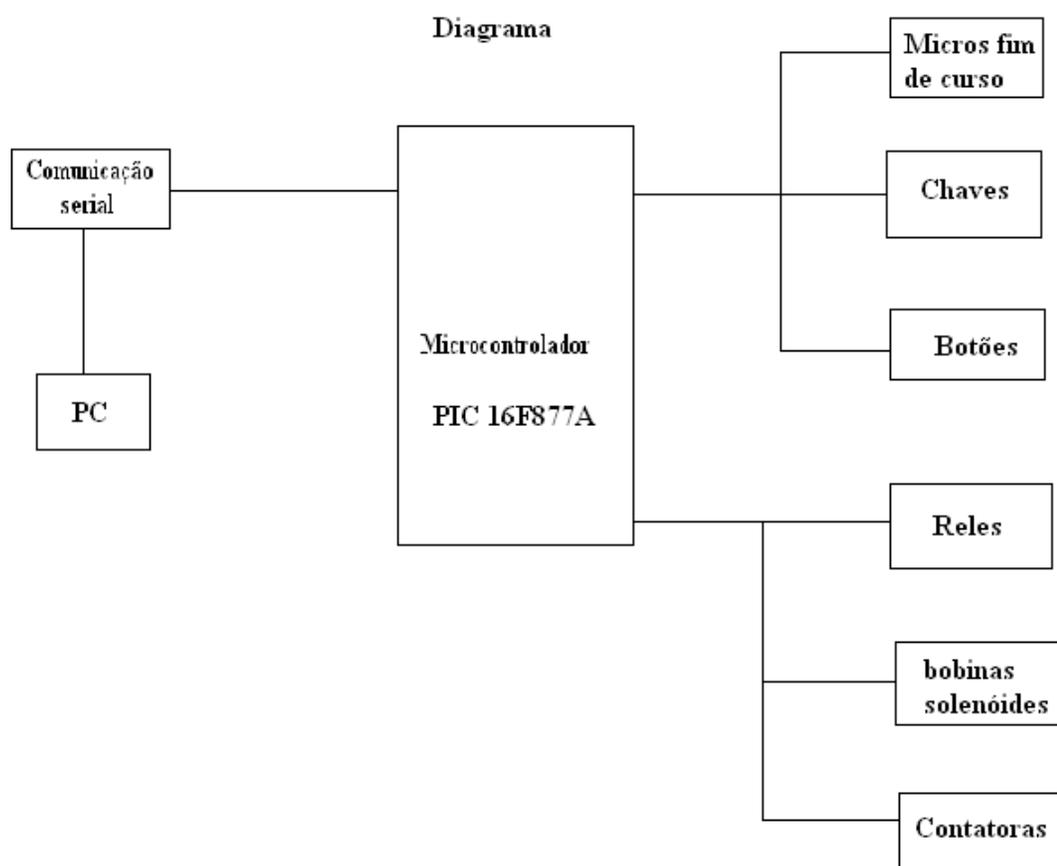


FIGURA 5: DIAGRAMA EM BLOCOS DO PROJETO

### 3.1.1. Descrição dos componentes

#### Micros fim de curso:

São dispositivos eletromecânicos, normalmente usados nas entradas para controlar uma linha de segurança, parando um processo ou ligando um processo. Em seu interior possui um bloco com quatro contatos, dois normais aberto e dois normais fechado.

#### Chaves e Botões:

Existem vários tipos de fabricantes de chaves, e todas elas possuem as mesmas funções, liga e desliga o circuito. As chaves escolhidas para este projeto são bem simples, possuem dois contatos um normal aberto e dois normal fechado, que tem por função dar um pulso ou levar uma tensão de 5 volts até os terminais do microcontrolador. Os botões são parecidos com as chaves, mas são mais simples, possuem apenas um único contato normal aberto, que após ter sido acionado também enviará uma tensão de 5 volts nas entradas dos terminais do microcontrolador.

#### Relés:

##### Relé simples

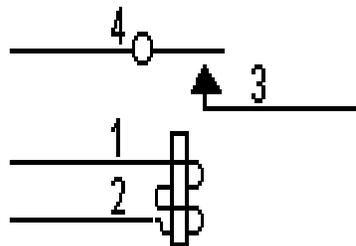


Figura 6

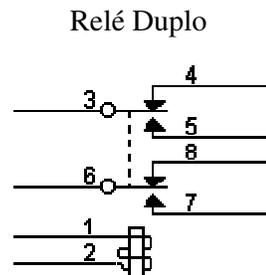


Figura 7

São dispositivos eletromecânicos que são usados nas saídas dos microcontroladores, em seu interior possuem uma bobina que quando acionadas formam um campo eletromagnético que atraem os contatos internos do relé e fazem acionar outro dispositivo. Normalmente os reles são acionados com diversas tensões 5V CC, 12V CC, 24V CC.

### **Bobinas Solenóides:**

São dispositivos que tem por função, acionar válvulas pneumáticas através do campo eletromagnético formado no interior de seu enrolamento. Quando acionado movimentam uma aste que faz a liberação do ar comprimido em seu interior.

### **Contadoras:**

As contadoras são dispositivos que tem vários contatos normais abertos e normais fechados, normalmente acionam com uma tensão de 127 V CA ou 220 V CA, mas também temos contadoras com acionamento DC. Para que esta contadora seja acionada é preciso que a alimentação

que vai para a bobina da mesma, passe pelos contatos do rele, podemos considerar as contatoras como parte de potência do projeto. Devido passar pelos terminais tensões CA.

### Comunicação serial:

A comunicação serial deste projeto é feita através de um CI MAX232 que faz a interligação dos pinos do microcontrolador com o conector fêmea DB9, onde os terminais do PIC são ligados. O CI MAX 232 que tem por função converter os sinais TTL que chegam até o computador através da porta serial. Com essa porta serial é possível conectar o cabo do computador e descarregar o programa que foi compilado e gerado um arquivo em hexadecimal.

### 3.2 Esquemático do Projeto

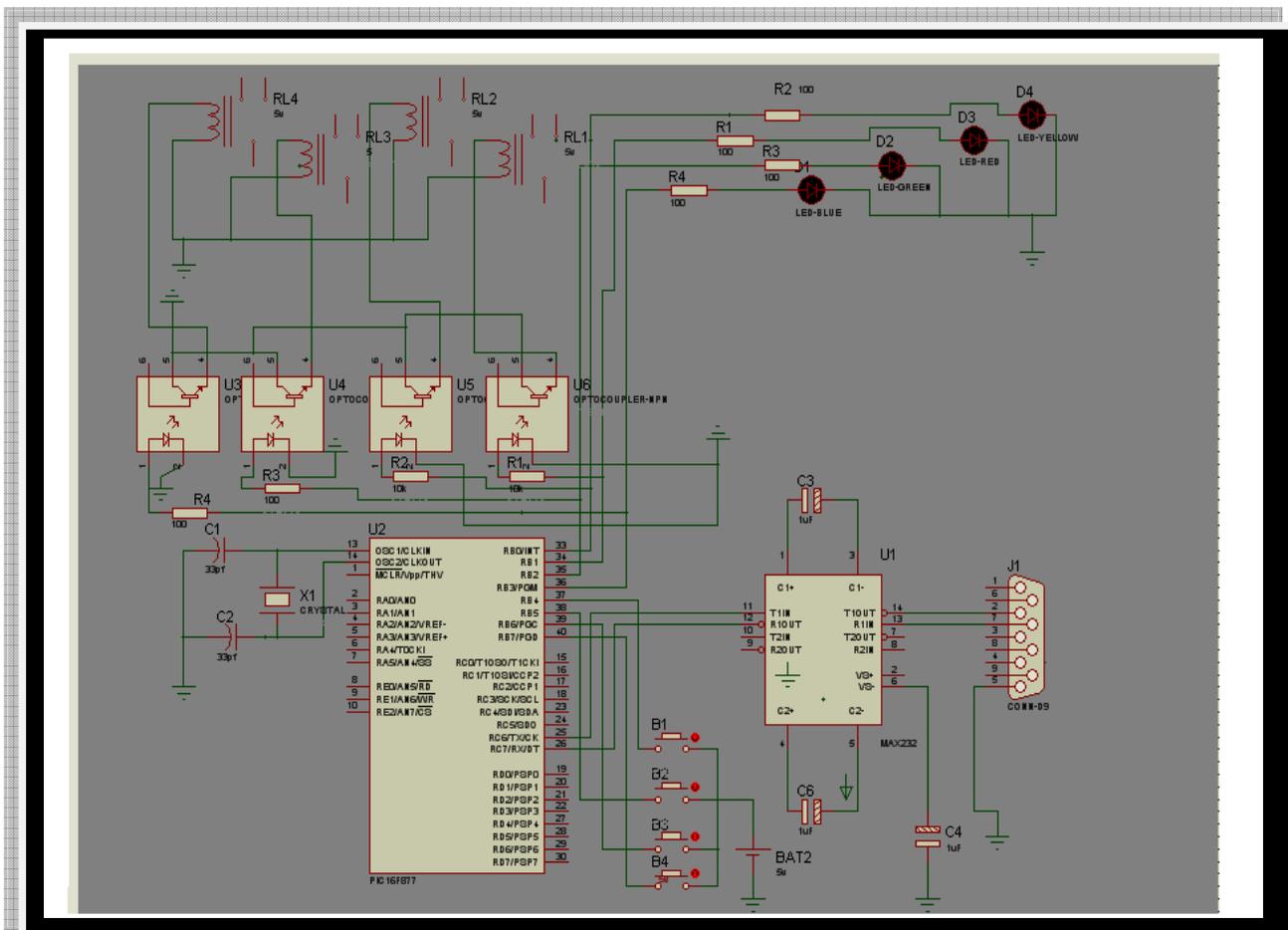


Figura 8: Esquemático do projeto

### 3.2.1 Funcionamento

Neste projeto estamos utilizando várias portas de entrada e saída do microcontrolador, como saída temos RBO até RB3 e na entrada usamos de RB4 até RB7 do port B.

Nas saídas temos vários reles que serão acionados através do programa, os contatos desses reles é que farão a parte de potência, acionando as contadoras que poderão ligar e desligar motores trifásicos. Também nas saídas estão ligados em paralelo com cada rele, leds de identificação, que quando um rele for acionado o led acenderá.

Nas entradas foram colocados botões e acopladores óticos que tem por função isolar a parte de interferências do sinal desejado, quando um botão for acionado manda um pulso na entrada do acoplador ótico que vai alimentar o led com no Maximo 1,7v, polarizando a base do transistor, gerando uma tensão amplificada de aproximadamente 3v na entrada do PIC que entenderá nível lógico 1 e executará o programa. Como o led trabalha com uma tensão em torno de 1,7v foi colocado um resistor de 100 ohms para reduzir a tensão em seus terminais, evitando que o mesmo venha a queimar.

Nos pinos 13 e 14 do microcontrolador foi colocado um oscilador de cristal de 4MHZ que fará com que o ciclo de maquina do circuito seja em torno de 1micro segundo.

A comunicação serial foi feita utilizando um CI MAX 232, conforme figura abaixo:

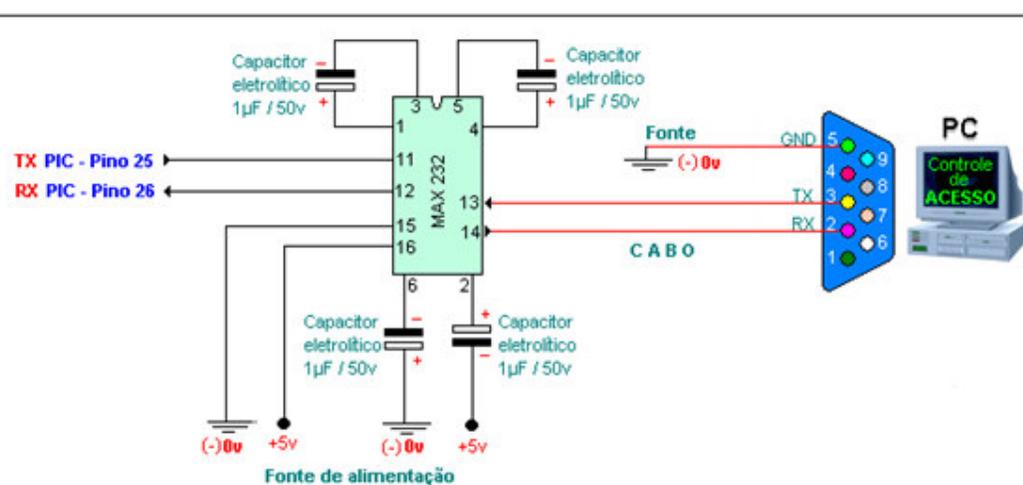


Figura 9: Comunicação serial

Neste circuito temos um conversor de sinais RS232 TTL utilizado para fazer a conexão entre o microcontrolador e o computador através da porta serial. Nos pinos 11 e 12 do MAX232 são ligados respectivamente aos pinos 25(TX) e 26(RX) do PIC. O cabo serial ligado ao computador é

composto de 3 fios (RX, TX e GND). Os pinos 2 e 3 do conector DB9 são conectados através do cabo serial respectivamente aos pinos 14 e 13 do MAX232. O pino 5 (GND) do conector é ligado a fonte de alimentação da placa controladora de acessos.

Os capacitores eletrolíticos são utilizados para configurar o funcionamento correto do MAX232.

Placa Montada

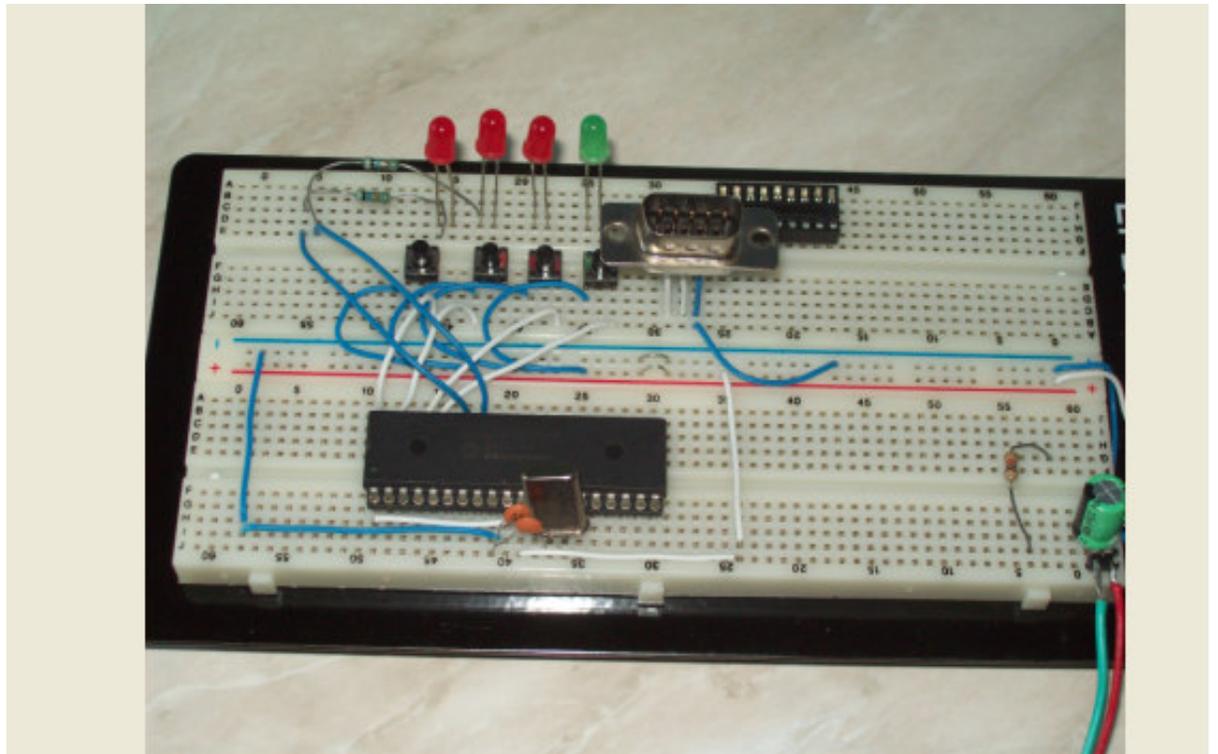


Figura 10. Montagem da placa

## Descrição do Software

### 1: Fluxograma

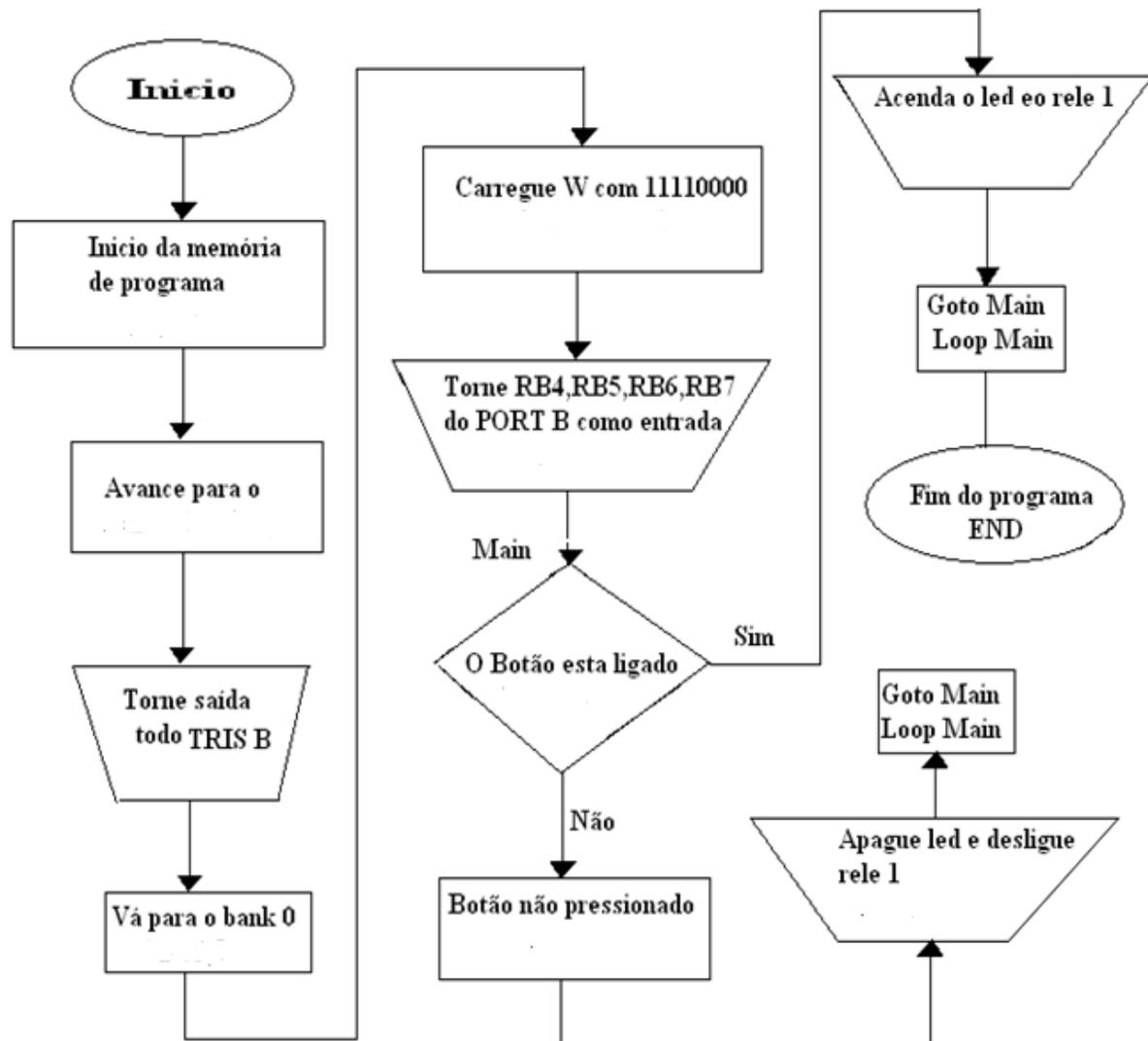


Figura 11: Fluxograma do projeto

### 2: Programa

```

; Projeto: Ligando um led e acionando um rele
List p = 16F877A
#include "P 16F877A.inc"
__CONFIG _CP_OFF & _CPD_OFF & _DEBUG_OFF & _LVP_OFF & _WRT_OFF & _BODEM_OFF &
_PWRTE_ON & _WDT_OFF & _XT_OSC

Setap      ORG 0                ; Indica o inicio da memória de programa
           BSF 03,5            ; Avance para o bank 1
           CLRF 86             ; Torne saída as portas do TRIS B
           BCF 03,5            ; Vá para o bank 0
           MOV LW 11110000     ; Carregue W com 11110000
           MOV WF 06           ;Faça RB4, RB5, RB6, RB7 do PORT B como entrada
e RB0, RB1, RB2, RB3 como saída.

Main       BTFSS 06,4          ; Teste a linha de entrada ligada no PORT B
           GOTO MAIN 2        ; Botão não pressionado
           BSF 06, 0          ; Botão pressionado acenda o led1 e ligue o rele 1
           GOTO MAIN         ; Loop Main

           BTFSS 06,5          ; Teste a linha de entrada ligada no PORT B
           GOTO MAIN 3        ; Botão não pressionado
           BSF 06, 1          ; Botão pressionado acenda o led 2 e ligue o rele 2
           GOTO MAIN         ; Loop Main

           BTFSS 06,6          ; Teste a linha de entrada ligada no PORT B
           GOTO MAIN 4        ; Botão não pressionado
           BSF 06,2          ; Botão pressionado acenda o led 3 e ligue o rele 3
           GOTO MAIN         ; Loop Main

           BTFSS 06,7          ; Teste a linha de entrada ligada no PORT B
           GOTO MAIN 5        ; Botão não pressionado
           BSF 06,3          ; Botão pressionado acenda o led e ligue o rele 4
           GOTO MAIN         ; Loop Main

Main 2     BCF 06,0            ; Botão não pressionado, Apague o led1 e desligue o rele1
           GOTO MAIN         ; Loop Main

Main 3     BCF 06,1            ; Botão não pressionado, apague o led 2 e desligue o rele 2
           GOTO MAIN         ;Loop Main

Main 4     BCF 06,2            Botão não pressionado, apague o led 3 e desligue o rele 3
           GOTO MAIN         Loop Main

Main 5     BCF 06,3            ;Botão não pressionado, apague o led 4 e desligue o rele 4
           GOTO MAIN         ;Loop Main

END        ;Indica o fim do progra

```

### 3.2.2 Descrição do funcionamento do programa

Org 0 indica o início do programa, logo em seguida é dado um comando para passar para o bank1 através do registrador Status (BSF 03,5), neste comando é setado o bit5 e como estamos no banco 1, aproveitamos para tornar saída todo o Tris B que é outro registrador desse bank.

O comando em seguida manda voltar para o bank 0 (BCF 03,5) e carrega o registrador W com 11110000. Após carregar W, é dado um comando pra descarregar o que está em W para o registrador Port B (MOV WF 06), com isso todo Port fica com RB0, RB1, RB2, RB3 como saída e RB4, RB5, RB6, RB7 como entradas.

Main é a parte principal do programa, onde será efetuado o teste dos botões de pulso que irão acionar as entradas do microcontrolador. Através do comando BTFSS 06,4 manda conferir se o botão que aciona a entrada 4 do PortB (RB4) esta acionada, se estiver acionada ele seta o bit 4 e salta para a próxima instrução, então com o comando BSF 06,0 seta a saída do Port B, bit 0. Se o botão não estiver acionado, não salta e segue a linha de baixo GOTO MAIN 2, vá para MAIN 2, que irá com o comando BCF 06,0 vai colocar 0 na saída novamente do Port B e desligar a mesma.

Como o projeto tem 4botões de entrada foram colocados 4 comandos, um para cada botão que acionará as saídas independentemente.

Após a entrada receber nível lógico 1, vai através do programa acionar a saída correspondente, alimentando o led, energizando a entrada do fotoacoplador e ligando o relé. Como o led trabalha com uma tensão de aproximadamente 1,7 volts, foi colocado um resistor de 100 ohms em série com o terminal de saída correspondente a cada led que vai ser acionado.

Após o led do fotacoplador ser energizado, o mesmo vai através da luz polarizar a base do transistor que ira amplificar a tensão, transformando-a em aproximadamente 3v. Essa tensão será enviada ao pino de entrada do Port B do microcontrolador, que entenderá nível lógico alto (1), de acordo com o programa vai acionar a saída necessária para ligar o led, Nos contatos do relés podemos ligar alimentação 127V CA ou 220V CA, que não influenciará no funcionamento do circuito, apenas alimentará outros dispositivos.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os microcontroladores têm uma grande importância no mercado atual, sendo responsáveis por tarefas que muitas vezes o homem não tem condições de executar, devido ao tempo de execução e a precisão que se faz necessário ao funcionamento.

Na tentativa de implementar um CLP com microcontrolador pode-se ver quanto os microcontroladores são úteis, e podem ser empregados em diversas situações ainda carentes de tecnologia.

Espera-se que este documento seja de grande utilidade para aqueles que necessitam conhecer aplicações em microcontroladores.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Coleção Tutipro. Tutoriais sobre Programação de Microcontroladores (SENAI); SOLBET LTDA.
2. Apostila de Programação (SENAI) Daniel Corteletti – Conhecendo o PIC 16F877A
3. Apostila CNZ Engenharia 2003 (SENAI)
4. Microcontroladores PIC Wagner da Silva Zanco  
Editora Érica LTDA 1ª Edição
5. Conectando o PIC David José de Solza; Nicolas César Lavínia  
Editora Érica 4ª Edição.
6. Notas de aula do professor Antonio de Assis Bento Ribeiro.

## **GLOSSÁRIO**

Microcontrolador	É um dispositivo eletrônico que executa processamento utilizando vários periféricos
Software	É a lógica do programa que o microcontrolador necessita para poder funcionar.
Pinos de entrada e saída (I/O)	São os pinos de entrada e saída que fazem a ligação dos terminais do microcontrolador com o mundo externo, possibilitando dessa forma acionar vários dispositivos.
Hardware	São todos os componentes ligados ao microcontrolador
Assembler	Linguagem de programação que traduz código fonte em linguagem que o microcontrolador pode entender.



