

# **Guia do Usuário Placa de Desenvolvimento McLab2**

## Sumário

|  |    |
|--|----|
| 1. Apresentação .....  | 4  |
| 2. Hardware .....  | 5  |
| 2.1. Microcontrolador PIC16F877A .....                                 | 5  |
| 2.2. LCD alfanumérico .....  | 5  |
| 2.3. Displays de 7 segmentos.....                                      | 6  |
| 2.4. Teclado .....   | 6  |
| 2.5. Leds .....  | 7  |
| 2.6. Buzzer .....  | 7  |
| 2.7. Memória Serial EEPROM 24C04 .....                                 | 8  |
| 2.8. Comunicação serial RS232 .....                                    | 8  |
| 2.9. Conversor A/D .....   | 9  |
| 2.10. Sensor de temperatura .....                                      | 11 |
| 2.11. Aquecedor.....   | 11 |
| 2.12. Ventilador.....  | 11 |
| 2.13. Tacômetro.....   | 11 |
| 2.14. Leitura de Jumpers .....   | 12 |
| 2.15. Conector de expansão.....  | 13 |
| 2.16. Botão de reset manual.....                                       | 13 |
| 2.17. Gravação in-circuit.....   | 14 |
| 3. Software .....  | 15 |
| 3.1. Softwares de exemplo .....  | 15 |
| 3.1.1. Exemplo 1 – Leitura de Botões e acionamento de buzzer.....      | 15 |
| 3.1.2. Exemplo 2 – Utilizando um mesmo pino como entrada e saída. .... | 15 |
| 3.1.3. Exemplo 3 – Varredura de displays de 7 segmentos.....           | 15 |
| 3.1.4. Exemplo 4 – Comunicação com LCD alfanumérico.....               | 15 |
| 3.1.5. Exemplo 5 – Controle do ventilador com PWM.....                 | 15 |
| 3.1.6. Exemplo 6 – Leitura de rotação do ventilador .....              | 16 |
| 3.1.7. Exemplo 7 – Conversor Analógico Digital interno do PIC.....     | 16 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.1.8.  | Exemplo 8 – Comunicação Serial – Transmissão (TX).....      | 16 |
| 3.1.9.  | Exemplo 9 – Comunicação Serial – Recepção (RX).....         | 17 |
| 3.1.10. | Exemplo 10 – Utilizando a E2PROM interna do PIC16F877A..... | 17 |
| 3.2.    | Software de Comunicação Serial .....                        | 17 |
| 3.3.    | Software de teste do hardware.....                          | 18 |
| 4.      | Apêndice A - Resumo da pinagem do microcontrolador.....     | 20 |
| 5.      | Apêndice B – Resumo dos jumpers de configuração .....       | 22 |
| 6.      | Certificado de Garantia .....                               | 23 |

## 1. Apresentação

Inicialmente a Labtools gostaria de parabenizá-lo por ter adquirido a placa de desenvolvimento McLab 2. Acreditamos sinceramente, que você acaba de fazer uma ótima aquisição.

Esta placa foi desenvolvida no início de 2001 e durante todo o primeiro ano de vida, vários acertos e melhorias têm sido realizadas para torná-la uma placa de desenvolvimento com a qualidade desejada pela equipe da Labtools. Grande parte do know-how adquirido pela Labtools ao longo de 6 anos de desenvolvimento de projetos eletrônicos foi colocado em prática na placa McLab 2.

A placa utiliza o microcontrolador PIC16F877A como objeto central. Junto ao microcontrolador uma série de periféricos foram adicionados. O nosso objetivo é disponibilizar uma placa de desenvolvimento onde o usuário possa testar seus conhecimentos em software, sem se preocupar com a montagem do hardware. Esqueça essa estória de ficar montando proto-board para testar uma simples comunicação serial com o PC. Com a placa McLab 2, todo o hardware necessário para a comunicação serial já está pronto. Basta você escrever o software. Veja todos os recursos que a placa oferece:

- LCD alfanumérico;
- Displays de leds de 7 segmentos;
- Teclas e leds;
- Buzzer;
- Memória serial EEPROM 24C04 (protocolo I<sup>2</sup>C);
- Comunicação serial RS232;
- Conversão A/D;
- Sensor de temperatura;
- Aquecedor;
- Ventilador;
- Tacômetro;
- Leitura de jumpers;
- Conector de expansão contendo 15 I/O's;
- Botão de reset manual;
- Gravação in-circuit compatível com McFlash+ ou ICD2BR

Aliado a todos estes recursos, utilizamos o microcontrolador PIC16F877A que é o mais completo da linha 16Fxxx.

Suas principais características são:

- 8K de memória de programa;
- 368 bytes de memória de dados volátil (RAM);
- 256 bytes de memória de dados não volátil (E<sup>2</sup>PROM);
- 14 interrupções;
- 33 I/O's;
- 3 timers (2 de 8 bits, 1 de 16 bits);
- 2 Capture/Compare/PWM;
- USART;
- MSSP (PSI e I<sup>2</sup>C);
- PSP;
- 8 canais de conversão A/D com 10 bits cada.

Fazem parte do kit de desenvolvimento McLab 2:

- 1 placa McLab 2;
- 1 PIC16F877A;
- 1 fonte de alimentação 15Vdc, 500mA, full range;
- 1 guia do usuário;
- 1 CD Rom.

## 2. Hardware

Nesta seção será visto todos os recursos de hardware presente na placa McLab 2.

### 2.1. *Microcontrolador PIC16F877A*

É o elemento central de toda a placa. Está trabalhando com uma frequência de clock de 4 MHz. Para maiores informações sobre o componente deve-se consultar o data-sheet (arquivo PIC16F87x.pdf) presente no CD-ROM que acompanha a placa McLab 2.

### 2.2. *LCD alfanumérico*

A placa está provida de um LCD alfanumérico padrão de 16 colunas por 2 linhas sem backlight. A comunicação é paralela com 8 vias de dados. Além das 8 vias de dados, mais duas vias são utilizadas para controlar o LCD, uma denominada de ENABLE e a outra de RS.

A comunicação com o LCD é somente de escrita, desta forma, o pino de R/W do LCD está diretamente ligado ao terra (GND), não permitindo a leitura do mesmo.

As 8 vias de dados do LCD estão ligadas ao PORTD do microcontrolador, de RD0 (LSB) até RD7 (MSB). O pino de ENABLE está conectado ao pino RE1 do PIC e o pino RS do LCD está conectado ao pino RE0 do microcontrolador.

| PIC         | LCD     |
|-------------|---------|
| RD0...RD7   | D0...D7 |
| RE0         | RS      |
| RE1         | ENABLE  |
| Terra (GND) | R/W     |

## 2.3. *Displays de 7 segmentos*

A placa possui quatro displays de 7 segmentos, sendo que todos eles estão com os segmentos conectados entre si, ou seja, prontos para uma varredura de displays. A conexão com o microcontrolador segue a tabela abaixo:

| PIC | Segmento |
|-----|----------|
| RD0 | A        |
| RD1 | B        |
| RD2 | C        |
| RD3 | D        |
| RD4 | E        |
| RD5 | F        |
| RD6 | G        |
| RD7 | DP       |

As vias de seleção de cada um dos displays seguem a tabela abaixo:

| PIC | Display       |
|-----|---------------|
| RB7 | DS1 (milhar)  |
| RB6 | DS2 (centena) |
| RB5 | DS3 (dezena)  |
| RB4 | DS4 (unidade) |

## 2.4. *Teclado*

Existem 4 teclas na placa. Todas elas com resistores de pull-up, ou seja, em estado normal (normalmente aberto), o microcontrolador deverá ler nível lógico 1 nas portas do teclado. Quando uma tecla é pressionada, o sinal é aterrado e conseqüentemente, o nível lógico presente na porta do microcontrolador passa a 0. Das 4 teclas presentes, 3 estão ligadas diretamente ao microcontrolador. A outra tecla deve ser habilitada através do jumper JP3. A distribuição de pinagem segue a tabela abaixo:

| PIC | Tecla |
|-----|-------|
| RB0 | S1    |
| RB1 | S2    |
| RB2 | S3    |
| RB3 | S4    |

## 2.5. Leds

Os leds estão utilizando os mesmos pinos do teclado, ou seja,

| PIC | LED |
|-----|-----|
| RB0 | L1  |
| RB1 | L2  |
| RB2 | L3  |
| RB3 | L4  |

Obs.: Devido à arquitetura de hardware, os leds permanecem levemente acesos caso os pinos do microcontrolador sejam configurados como entrada para o teclado.

## 2.6. Buzzer

A placa está provida de um buzzer convencional não auto-oscilante. Desta forma, para fazê-lo tocar, deve-se gerar (através do software) uma onda quadrada capaz de excitar o buzzer. Sugerimos que a onda quadrada tenha frequência em torno de 650Hz com duração de aproximadamente 100ms.

O buzzer está conectado ao pino RA5 do microcontrolador.

## 2.7. Memória Serial EEPROM 24C04

A placa está provida de uma memória serial EEPROM modelo 24C04 com os pinos de clock (SCL) e data (SDA) ligados respectivamente aos pinos RC3 e RC4 do microcontrolador. O protocolo de comunicação com esta memória é do tipo I<sup>2</sup>C, podendo este ser feito diretamente com os recursos do microcontrolador (MSSP) ou via software.

A capacidade de armazenamento da 24C04 é de 512 bytes, no entanto, modelos similares, mas com capacidade maior de armazenamento podem ser utilizados.

| PIC | Memória              |
|-----|----------------------|
| RC3 | Clock (SCL) – pino 6 |
| RC4 | Data (SDA) – pino 5  |

## 2.8. Comunicação serial RS232

A placa possui um driver RS232 para adequar os níveis de tensão do microcontrolador (TTL) ao padrão RS232C (+12V e – 12V).

A comunicação é feita com 2 vias, a via de TX está ligada ao pino RC6 e a via de RX está ligada ao pino RC7 do microcontrolador. Os sinais de RTS e CTS não estão ligados e, portanto, a comunicação não pode ser implementada com controle de fluxo por hardware.

A comunicação pode ser implementada utilizando os recursos do próprio microcontrolador (USART) ou via software.

| PIC | COM.         |
|-----|--------------|
| RC6 | TX (saída)   |
| RC7 | RX (entrada) |



Faz parte também do módulo de comunicação serial, o conector DB9 fêmea CN2. Segue abaixo a pinagem:

| Pino | Função       |
|------|--------------|
| 1    | -            |
| 2    | TX (saída)   |
| 3    | RX (entrada) |
| 4    | -            |
| 5    | Terra (GND)  |
| 6    | -            |
| 7    | -            |
| 8    | -            |
| 9    | -            |

## 2.9. Conversor A/D

O microcontrolador PIC16F877A utilizado na placa McLab 2 possui 8 canais de conversão analógica digital de 10 bits cada. As entradas analógicas do microcontrolador encontram-se nos pinos da PORTA e PORTE. Estes pinos podem ser configurados como I/O's convencionais digitais ou entradas analógicas para o conversor A/D. Esta configuração deve ser feita via software (consultar o módulo A/D no manual do PIC16F877A).

Na placa McLab 2, temos ligado à primeira entrada analógica (pino RA0/AN0) um circuito para medir a temperatura ambiente. Este circuito utiliza como sensor um diodo de sinal (D1) que na placa pode ser visualizado próximo ao resistor de aquecimento e ao ventilador. Na segunda entrada analógica do PIC (RA1/AN1) temos conectado um potenciômetro capaz de variar a tensão de entrada analógica entre 0 e +5V. A terceira entrada analógica (RA2/AN2/Vref-) não está sendo utilizado, e pode ser acessada através do conector de expansão (pino 4 do conector CN1). Na quarta entrada analógica (RA3/AN3/Vref+) tem-se uma tensão fixa em 2,5V que pode ser utilizada como referência positiva para o conversor A/D (consultar o manual do microcontrolador). A quinta entrada analógica (RA5/AN4) é

utilizada como I/O digital e está conectada ao buzzer como foi visto anteriormente. Os I/O's do PORTE, RE0 e RE1 (AN5 e AN6 respectivamente) são utilizados para a comunicação com o LCD (ver módulo LCD) e o pino RE2 (AN7) está disponível no conector de expansão (pino 2 do conector CN1), sendo que este, pode ser configurado com I/O digital ou analógico.

Veja que a placa utiliza alguns dos I/O's dos ports A e E do microcontrolador de forma analógica e outros de forma digital. Esta seleção entre o que deve ser entrada analógica e o que deve ser I/O digital, deve ser feita via software pelo usuário. Obviamente, algumas situações não fazem sentido, por exemplo, não faz sentido configurar o pino RA0 como saída digital, uma vez que nele temos presente um nível de tensão entre 0 e +5V proporcional à temperatura ambiente. Apesar desta incompatibilidade, o hardware da placa foi previsto de forma a evitar que uma má configuração dos I/O's do microcontrolador venha a prejudicar o sistema, seja este o hardware externo ou o próprio microcontrolador.

Na tabela abaixo temos um resumo com a pinagem do microcontrolador, a função/localização de cada pino, e as situações que não fazem sentido.

| Pino | Função                                     | Entrada Analógica | Entrada Digital | Saída Digital   |
|------|--|-------------------|-----------------|-----------------|
| RA0  | Entrada analógica do sensor de temperatura | OK                | Não faz sentido | Não faz sentido |
| RA1  | Entrada analógica do potenciômetro P2      | OK                | Não faz sentido | Não faz sentido |
| RA2  | Conector de expansão                       | OK                | OK              | OK              |
| RA3  | Sinal analógico fixo em 2,5V               | OK                | Não faz sentido | Não faz sentido |
| RA5  | Saída digital para buzzer                  | Não faz sentido   | Não faz sentido | OK              |
| RE0  | Saída digital para LCD (Enable)            | Não faz sentido   | Não faz sentido | OK              |
| RE1  | Saída digital para LCD (RS)                | Não faz sentido   | Não faz sentido | OK              |
| RE2  | Conector de expansão                       | OK                | OK              | OK              |

## **2.10. Sensor de temperatura**

A placa possui um circuito que utiliza um diodo de sinal (D1) como elemento sensor do medidor de temperatura ambiente. Nunca se deve ultrapassar a temperatura ambiente máxima de 90°C para evitar que o sensor seja danificado. O sinal analógico proporcional à temperatura ambiente está presente no pino RA0 do microcontrolador.

## **2.11. Aquecedor**

O aquecedor consiste numa resistência de 68Ω com 5W de dissipação. Pode ser acionada através do pino RC2 do microcontrolador. Veja que este pino pode ser configurado como PWM e, portanto a potência de aquecimento pode ser regulada através deste recurso. O jumper JP1 deve ser colocado entre os pinos 2 e 3 para ativar o sistema de aquecimento.

## **2.12. Ventilador**

O sistema de ventilação consiste num cooler de PC que pode ser ativado através do pino RC1 do microcontrolador. Assim como no caso do aquecedor, este pino pode ser configurado como PWM, desta forma, pode-se modular a velocidade do ventilador utilizando este recurso do microcontrolador. Nenhum jumper precisa ser configurado.

## **2.13. Tacômetro**

Junto ao ventilador existe um sistema formado por um transmissor e um receptor de infravermelho. Este sistema é utilizado para medir a velocidade de rotação do ventilador. Quando não temos a passagem de luz, ou seja, quando a luz está interrompida por uma das palhetas do ventilador, o sistema de tacômetro apresentará na saída nível lógico 1. Quando se tem a passagem de luz, a saída do sistema de

tacômetro será 0. O tacômetro está conectado ao pino RC0 (entrada de contador do TMR1) do microcontrolador.

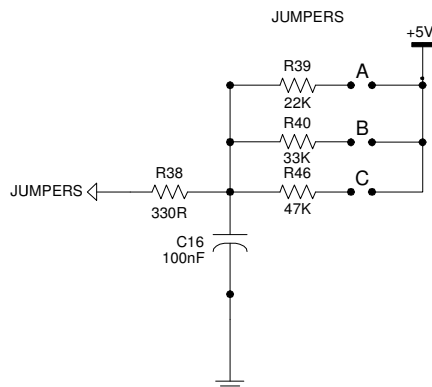
O contador pode ser feito através de quatro formas:

- Utilizando lógica de software no pino RC0
- Utilizando o TMR1 como contador (pino RC0)
- Utilizando lógica de software no pino RA4
- Utilizando o TMR0 como contador (pino RA4)

Para os últimos dois casos, deve-se colocar o jumper JP2 entre 1 e 2, desta forma, a saída do tacômetro estará disponível tanto no pino RC0 como RA4 (entrada de contador do TMR0).

## 2.14. Leitura de Jumpers

A placa está provida de um circuito que pode ser utilizado para ler até 3 jumpers através de um único pino do microcontrolador. O sistema consiste em medir o tempo de carga de capacitor num circuito RC. Fechando ou abrindo os jumpers A, B e C da placa, muda-se o valor do resistor e conseqüentemente, o tempo de carga do capacitor, conforme pode ser visto na figura abaixo.



Via software deve-se inicialmente descarregar o capacitor, colocando o pino do microcontrolador como saída em nível lógico 0. Após o capacitador estar descarregado, coloca-se o pino do microcontrolador em entrada e começa-se a contar o tempo que o capacitor leva para se carregar, ou seja, quanto tempo o capacitor leva para atingir nível lógico 1. Este tempo de carga é proporcional ao valor do circuito RC e, portanto pode ser utilizado para determinar a posição do jumper.

Para habilitar este recurso deve-se colocar o jumper JP2 entre os pinos 2 e 3, conectando o circuito de RC ao pino RA4 do microcontrolador.

## 2.15. Conector de expansão

Segue abaixo a pinagem do conector de expansão:

| Pino do | Ligação na  | Pino do | Ligação na placa                    |
|---------|-------------|---------|-------------------------------------|
| 1       | RD0         | 2       | RE2 (analógico/ I/O digital)        |
| 3       | RD1         | 4       | RA2 (analógico / I/O digital)       |
| 5       | RD2         | 6       | RB0 (interrupção externa) (JP3→1,2) |
| 7       | RD3         | 8       | RC2 (Capture/Compare/PWM)           |
| 9       | RD4         | 10      | RC3 (MSSP)                          |
| 11      | RD5         | 12      | RC4 (MSSP)                          |
| 13      | RD6         | 14      | RC5 (MSSP)                          |
| 15      | RD7         | 16      | +15V                                |
| 17      | Terra (GND) | 18      | +5V                                 |

## 2.16. Botão de reset manual

O reset do microcontrolador pode ser realizado manualmente através da chave S5. Ao pressionar a chave, o pino de /MCLR do microcontrolador é aterrado e o PIC é resetado. Ao liberar a chave, o microcontrolador volta a operar normalmente.

## **2.17. Gravação in-circuit**

A placa McLab 2 é compatível com os gravadores McFlash+ e ICD2BR, de forma que o microcontrolador não precisa ser retirado da placa para ser gravado. O McFlash+/ICD2BR deve ser ligado no conector CN3 e somente a Placa McLab2 deve estar alimentada, fornecendo energia para o gravador.

## 3. Software

A placa McLab 2 é fornecida com 10 softwares de exemplo, 1 software de testes para validar o hardware e 1 software para comunicação serial.

### 3.1. Softwares de exemplo

Veja abaixo a relação dos softwares e uma breve descrição de cada um deles.

#### 3.1.1. Exemplo 1 – Leitura de Botões e acionamento de buzzer

Este software está preparado para ler quatro botões e tocar o buzzer com duração e frequência variável conforme a tecla pressionada.

#### 3.1.2. Exemplo 2 – Utilizando um mesmo pino como entrada e saída.

Este software está preparado para ler quatro botões e tocar o buzzer com duração variável conforme a tecla pressionada. Além de acender o led indicando a última tecla pressionada.

O software faz uso de uma técnica que permite utilizar um mesmo pino de I/O ora como entrada (ler os botões) ora como saída (acender os leds).

#### 3.1.3. Exemplo 3 – Varredura de displays de 7 segmentos

Este software está preparado para varrer quatro displays de leds e quatro teclas. As teclas são utilizadas para alterar o valor mostrado no display.

#### 3.1.4. Exemplo 4 – Comunicação com LCD alfanumérico

Este software inicializa um LCD e varre quatro teclas indicando no LCD a tecla pressionada.

#### 3.1.5. Exemplo 5 – Controle do ventilador com PWM

Este software lê quatro botões e atualiza os leds conforme o botão pressionado além de inicializar o módulo de PWM do microcontrolador, utilizado neste caso para modular a velocidade do ventilador.

Botão 0 → PWM em 0% → ventilador parado

Botão 1 → PWM em 50% → velocidade lenta

Botão 2 → PWM em 75% → velocidade média

Botão 3 → PWM em 100% → velocidade rápida

### **3.1.6. Exemplo 6 – Leitura de rotação do ventilador**

Este software está preparado para ler quatro botões e acionar o ventilador através do PWM com velocidades diferentes. O TMR1 foi utilizado para contar a velocidade de rotação do ventilador. No LCD é mostrada a velocidade de rotação em hexadecimal. A base de tempo é de 1 segundo, portanto, o valor do TMR1 corresponde ao número de rotações por segundo, na verdade, este valor ainda deve ser dividido pelo número de palhetas do ventilador.

### **3.1.7. Exemplo 7 – Conversor Analógico Digital interno do PIC**

Este software está preparado para ler o canal 1 (RA1) do conversor A/D e mostrar o valor da conversão no LCD. Deve-se variar o potenciômetro P2 para alterar o valor da leitura do A/D.

### **3.1.8. Exemplo 8 – Comunicação Serial – Transmissão (TX)**

Este software está preparado para ler o canal 1 (RA1) do conversor A/D e mostrar o valor da conversão no LCD, além de transmitir o valor pela porta de comunicação serial (RS232). A comunicação pode ser testada com o software M2COM.



### 3.1.9. Exemplo 9 – Comunicação Serial – Recepção (RX)

Este software está preparado para ler o canal de comunicação serial via USART do microcontrolador e enviar o dado recebido ao LCD. Pode-se testar a comunicação utilizando o software M2COM. Os dados digitados na janela de TX do M2COM serão visualizados no LCD.

### 3.1.10. Exemplo 10 – Utilizando a E2PROM interna do PIC16F877A

Este software está preparado para ler quatro botões e tocar o buzzer com duração variável conforme a tecla pressionada. Além de acender o led indicando a última tecla pressionada.

O software faz uso de uma técnica que permite utilizar um mesmo pino de I/O ora como entrada (ler os botões) ora como saída (acender os leds).

O estado dos leds é armazenado na E<sup>2</sup>PROM interna do microcontrolador de forma a garantir que mesmo na falta de energia, se conheça qual foi a última tecla pressionada.

Para todos os dez exemplos acima, os jumpers de configuração da placa (JP1, JP2 e JP3) devem ser colocados entre os pinos 2 e 3.

## 3.2. *Software de Comunicação Serial*

Para os exemplos 8 e 9 que utilizam comunicação serial, foi desenvolvido pela equipe da Labtools um software (plataforma Windows) que pode ser utilizado para testar a comunicação serial entre a placa McLab2 e o microcomputador.

Inicialmente, para testar a comunicação, deve-se instalar no microcomputador o software M2COM disponível no CD-ROM. Após a instalação do M2COM, deve-se gravar na placa McLab 2 o exemplo 8 ou o exemplo 9. O exemplo 8 utiliza o conversor analógico digital do PIC (lê a tensão do potenciômetro P2) e envia ao PC o valor da

conversão. O exemplo 9 aguarda que algum dado esteja presente na entrada da USART para mostrar este valor no LCD. Experimente digitar o seu nome na janela de TX do software M2COM e veja o resultado no LCD da placa McLab 2.

Obs.: O software M2COM exige que uma porta de comunicação válida (COM1 ou COM2) seja selecionada para liberar as janelas de TX e RX.

### 3.3. Software de teste do hardware

A fim de validar o hardware da placa, servindo como uma gama de testes, é fornecido também um software que pode ser utilizado para testar a funcionalidade de quase todos os recursos da placa McLab 2.

Para este software não é fornecido o código fonte, apenas o arquivo.HEX está disponível no CD-ROM. Como padrão, este software já vem gravado no microcontrolador, porém a qualquer momento o usuário pode testar o funcionamento do hardware da placa regravando o arquivo.HEX. O software de teste pode ser executado sem interação com o usuário, porém recomendamos que o usuário faça a interação com o software a fim comprovar o correto funcionamento de todos os componentes da placa.

O software de teste da placa é auto-explicativo, de qualquer forma, o procedimento de testes está explicado abaixo.

- Se necessário instalar o software M2COM presente no CD-ROM;
- Gravar o software modulo2.hex no PIC da placa McLab 2;
- Conectar através de um cabo serial a placa McLab 2 (CN2) ao microcomputador;
- Executar o software M2COM e escolher uma porta de comunicação disponível;
- Colocar os jumpers JP1, JP2 e JP3 da placa McLab 2 entre os pinos 2 e 3;
- Ligar a placa McLab 2 (já com o PIC gravado) e pressionar o botão de reset manual;
- Uma tela com o nome da placa deverá aparecer no LCD. Este fato, já comprova o correto funcionamento do LCD.
- Após alguns segundos um aviso sonoro será emitido e o software passará para a tela seguinte. O aviso sonoro emitido comprova o correto funcionamento do buzzer;
- Os displays de leds de 7 segmentos deverão acender de modo seqüencial. O teste será repetido duas vezes. Todos os leds, inclusive os pontos decimais, deverão acender a fim de comprovar o correto funcionamento.
- A seguir são testados os leds L1, L2, L3 e L4. Estes deverão acender também de forma seqüencial, porém o ensaio será repetido 4 vezes.
- O próximo teste é sobre as teclas S1, S2, S3 e S4. Veja que todos os leds (acima das teclas) deverão permanecer levemente acesos. O software pede para que a primeira tecla (S1) seja pressionada. Ao pressionar a tecla, o led (acima da tecla) deve apagar e um aviso sonoro deve ser emitido, o software passa então para a próxima tecla. O ensaio é repetido uma vez para cada tecla. Caso o usuário não pressione a tecla solicitada pelo software ou caso a tecla apresente algum problema, após alguns segundos, o software dará continuidade ao teste de forma que o ensaio não fique travado.
- O próximo teste é da comunicação serial. Primeiro o software testa a transmissão. Na tela de RX do M2COM deverá aparecer o nome da Mosaico ( 5 vezes ) comprovando o funcionamento da transmissão da placa. Após alguns segundos, o software passa para o teste da recepção serial. Digitando alguma palavra (por exemplo, seu nome) na janela de TX do M2COM, comprova-se o funcionamento da recepção, caso a mesma palavra seja visualizada no LCD da placa McLab 2. Mesmo que ocorra algum erro neste processo ou mesmo que o usuário não interaja com o sistema, o teste da placa McLab 2 não é paralisado.
- A seguir o PIC testa a comunicação com a memória serial 24C04, no LCD pode-se verificar se o teste foi bem sucedido ou não.
- O próximo teste é sobre o sistema de medida de tensão (conversor A/D). No LCD, deverá aparecer a tensão presente no potenciômetro P2. Variando o potenciômetro o valor mostrado no LCD também deverá variar. O correto funcionamento deverá ser comprovado variando o potenciômetro para o extremo esquerdo, neste caso, o LCD deverá indicar uma tensão de 5,0V. Girando o potenciômetro para o extremo direito, o LCD deverá indicar 0,0V.
- O próximo teste é sobre o sistema de medida da temperatura ambiente. Neste teste, o LCD deverá indicar a temperatura ambiente em Celsius. Caso o valor indicado não corresponda à realidade, o potenciômetro P1 (multivoltas) pode ser ajustado, porém a placa McLab 2 já vem com o medidor de temperatura calibrado.
- A seguir a resistência de aquecimento é acionada. O funcionamento da resistência de aquecimento pode ser comprovado pelo aumento da temperatura que deve estar sendo indicada no LCD.
- Após alguns segundos a resistência é desligada e o ventilador é acionado. A temperatura mostrada no LCD deve começar a diminuir.
- Teste do sistema de tacômetro.

- Ao final, após todos os testes serem executados, uma mensagem pedindo para que a tecla de reset manual seja pressionada é mostrada no LCD. O pressionamento da tecla de reset deve causar o reinício dos ensaios. Caso o usuário não pressione a tecla de reset, após alguns segundos, o software recomeça os testes automaticamente.

Todos os softwares são de autoria da Labtools. Todos eles foram desenvolvidos levando-se em conta que seriam utilizados para fins didáticos. Desta forma acreditamos que não seria ético a utilização de qualquer um destes softwares com objetivos comerciais. A Labtools pede gentilmente aos usuários destes softwares que levem isto em consideração.

## 4. Apêndice A - Resumo da pinagem do microcontrolador

| Pino | Nome  | Placa McLab 2   | Observações   |
|------|-------|---|---|
| 1    | /MLCR | Botão de reset manual                                 |   |
| 2    | RA0   | Entrada analógica do sensor de temperatura            |   |
| 3    | RA1   | Entrada analógica do potenciômetro P2                 |   |
| 4    | RA2   | Conector de expansão                                  | Pino 4 do CN1   |
| 5    | RA3   | Entrada analógica fixa em 2,5V (Vref+)                |   |
| 6    | RA4   | Leitura de jumpers/tacômetro                          | Jumper JP2<br>1,2→tacômetro<br>2,3 →leitura de jumpers        |
| 7    | RA5   | Buzzer  |   |
| 8    | RE0   | RS do LCD alfanumérico                                |   |
| 9    | RE1   | ENABLE do LCD alfanumérico                            |   |
| 10   | RE2   | Conector de expansão                                  | Pino 2 do CN1   |
| 11   | Vdd   | +5V   |   |
| 12   | Vss   | GND   |   |
| 13   | OSC1  | Ressonador cerâmico de 4MHz                           |   |
| 14   | OSC2  | Ressonador cerâmico de 4MHz                           |   |
| 15   | RC0   | Tacômetro   | Entrada de contagem com TMR1                                  |
| 16   | RC1   | Ventilador  |   |
| 17   | RC2   | Aquecedor/Conector de expansão                        | Jumper JP1<br>1,2→ expansão (pino 8 do CN1)<br>2,3 →aquecedor |
| 18   | RC3   | Clock memória serial 24C04 / conector de expansão     | Pino 10 do CN1  |
| 19   | RD0   | LCD (LSB) / Segmento A display / conector de expansão | Pino 1 do CN1   |
| 20   | RD1   | LCD / Segmento B display / conector de expansão       | Pino 3 do CN1   |

|    |     |   |   |
|----|-----|---|---|
| 21 | RD2 | LCD / Segmento C display /<br>conector de expansão  | Pino 5 do CN1   |
| 22 | RD3 | LCD / Segmento D display /<br>conector de expansão  | Pino 7 do CN1   |
| 23 | RC4 | Data memória serial 24C04 /<br>conector de expansão | Pino 12 do CN1  |
| 24 | RC5 | Conector de expansão                                | Pino 14 do CN1  |
| 25 | RC6 | Comunicação serial (RX)                             |   |
| 26 | RC7 | Comunicação serial (TX)                             |   |
| 27 | RD4 | LCD / Segmento E display /<br>conector de expansão  | Pino 9 do CN1   |
| 28 | RD5 | LCD / Segmento F display /<br>conector de expansão  | Pino 11 do CN1  |
| 29 | RD6 | LCD / Segmento G display /<br>conector de expansão  | Pino 13 do CN1  |
| 30 | RD7 | LCD / Segmento DP display /<br>conector de expansão | Pino 15 do CN1  |
| 31 | Vss | GND   |   |
| 32 | Vdd | +5V   |   |
| 33 | RB0 | Tecla S1 / Led L1 / conector de<br>expansão         | Jumper JP3<br>1,2→ expansão (pino 6 do CN1)<br>2,3 →tecla S1 / led L1 |
| 34 | RB1 | Tecla S2 / Led L2                                   |   |
| 35 | RB2 | Tecla S3 / Led L3                                   |   |
| 36 | RB3 | Tecla S4 / Led L4                                   |   |
| 37 | RB4 | Comum do Display DS4                                | Unidade   |
| 38 | RB5 | Comum do Display DS3                                | Dezena  |
| 39 | RB6 | Comum do Display DS2                                | Centena   |
| 40 | RB7 | Comum do Display DS1                                | Milhar  |

## 5. Apêndice B – Resumo dos jumpers de configuração

| Jumper | Posição 1, 2                               | Posição 2, 3   |
|--------|--|--|
| JP1    | Conecta o pino RC2 no conector de expansão | Conecta o pino RC2 ao sistema de aquecimento                       |
| JP2    | Liga o tacômetro ao pino RA4 e RC0         | Conecta ao pino RA4 o sistema de leitura de jumpers                |
| JP3    | Conecta o pino RB0 ao conector de expansão | Conecta o pino RB0 ao sistema de botões / leds (tecla S1 / led L1) |

## 6. Certificado de Garantia

**“PARABÉNS; VOCÊ ACABA DE ADQUIRIR A PLACA McLAB 2 PARA MICROCONTROLADORES PIC DA LABTOOLS”**

### 1. Tempo de Garantia

A Labtools garante contra defeitos de fabricação durante 4 meses para mão de obra de conserto.

O prazo de garantia começa a ser contado a partir da data de emissão da Nota Fiscal de compra.

### 2. Condições de Garantia

Durante o prazo coberto pela garantia, a Labtools fará o reparo do defeito apresentado, ou substituirá o produto, se isso for necessário.

Os produtos deverão ser encaminhados a Labtools, devidamente embalados por conta e risco do comprador, e acompanhados deste Certificado de Garantia “sem emendas ou rasuras” e da respectiva Nota Fiscal de aquisição.

O atendimento para reparos dos defeitos nos produtos cobertos por este Certificado de Garantia será feito somente na Labtools, ficando, portanto, excluído o atendimento domiciliar.

### 3. Exclusões de Garantia

Estão excluídos da garantia os defeitos provenientes de:

Alterações do produto ou dos equipamentos.

Utilização incorreta do produto ou dos equipamentos.

Queda, raio, incêndio ou descarga elétrica.

Manutenção efetuada por pessoal não credenciado pela Labtools.

Obs.: Todas as características de funcionamento dos produtos Labtools estão em seus respectivos manuais.

### 4. Limitação de Responsabilidade

A presente garantia limita-se apenas ao reparo do defeito apresentado, a substituição do produto ou equipamento defeituoso. Nenhuma outra garantia, implícita ou explícita, é dada ao comprador.

A Labtools não se responsabiliza por qualquer dano, perda, inconveniência ou prejuízo direto ou indireto que possa advir de uso ou inabilidade de se usarem os produtos cobertos por esta garantia.

A Labtools estabelece o prazo de 30 dias (a ser contado a partir da data da nota Fiscal de Venda) para que seja reclamado qualquer eventual falta de componentes.

**Importante:** Todas as despesas de frete e seguro são de responsabilidade do usuário, ou seja, em caso de necessidade o Cliente é responsável pelo encaminhamento do equipamento até a Labtools.