



**Departamento de Engenharia  
Elétrica**  
**Universidade Federal do  
Ceará *Campus Sobral***

# (SBL0082) Microprocessadores

**Prof. Me. Alan Marques da Rocha**  
**Prof. Dr. Marcelo Marques Simões de Souza**

# 6

## Prática 06: Voltímetro (ADC+LCD)

---

### 6.1 Introdução

Em diversas aplicações industriais, laboratoriais e educacionais, o monitoramento de grandezas analógicas é essencial para garantir o funcionamento adequado de sistemas elétricos e eletrônicos. Uma das grandezas mais fundamentais nesse contexto é a tensão elétrica, cuja medição pode ser realizada por meio de instrumentos analógicos (como multímetros) ou digitais (como voltímetros implementados com microcontroladores).

O voltímetro digital é um dispositivo que utiliza circuitos digitais para medir a tensão de entrada e apresentar os resultados em um visor numérico. Nesta prática, será implementado um voltímetro digital utilizando o microcontrolador PIC18F4520, um dispositivo amplamente utilizado em aplicações embarcadas devido à sua robustez, baixo consumo de energia e periféricos integrados.

O Conversor Analógico-Digital (ADC) interno do PIC permite a leitura de sinais analógicos contínuos (como os fornecidos por sensores, potenciômetros ou fontes de tensão variável) e converte esses sinais em valores digitais que podem ser manipulados via software. O ADC do PIC18F4520 possui resolução de 10 bits, o que significa que ele pode representar uma tensão de entrada em 1024 níveis distintos (de 0 a 1023), correspondendo a uma faixa de 0 a 5 V quando a referência de tensão ( $V_{REF+}$ ) é igual à tensão de alimentação ( $V_{DD}$ ).

Para a exibição do valor de tensão convertido, será utilizado um display LCD 16x2 alfanumérico operando no modo de 4 bits. Esse tipo de display é muito comum em sistemas embarcados e permite a visualização direta de valores numéricos, mensagens de status e informações de sensores. A comunicação entre o microcontrolador e o display será feita por meio das portas digitais, controlando sinais de dados (D4 a D7) e controle (RS, RW, EN).

Essa prática tem como objetivo proporcionar ao estudante a compreensão da conversão analógico-digital, da manipulação de dados binários e da interface com periféricos de saída, além de desenvolver habilidades no uso de simuladores como o Proteus e ambientes de desenvolvimento como o MPLAB-X.

Além de consolidar conhecimentos de programação em linguagem C, esta prática também reforça conceitos fundamentais de instrumentação, eletrônica digital, leitura de sensores, e integração hardware-software em sistemas embarcados.

## 6.2 Objetivos

- Compreender o funcionamento do módulo ADC do PIC18F4520;
- Realizar a leitura de sinais analógicos e conversão para valores digitais;
- Exibir informações no display LCD 16x2 utilizando comunicação em 4 bits;
- Desenvolver e simular um voltímetro digital no Proteus;
- Gravar o código e testar a montagem física com o microcontrolador.

## 6.3 Lista de Material

- 1 kit da placa UFC PICLAB-4520;
- 1 gravador PICKit2 ou PICKit3 para programação do microcontrolador;
- 01 microcontrolador PIC18F4520;
- 01 display LCD 16x2 (modelo LM016L ou compatível);
- Fonte de alimentação de 5 V (ou via USB);
- Protoboard e jumpers;
- *Software* MPLAB-X com compilador XC8;
- *Software* Proteus para simulação do circuito;
- Multímetro ou voltímetro digital.

## 6.4 Procedimento Experimental

### Etapa 1: Criação do projeto no MPLAB-X e configuração do dispositivo

1. Crie um novo projeto em C no MPLAB-X utilizando o microcontrolador PIC18F4520.
2. Realize o *download* dos arquivos `main.hex`, `main.c` e da simulação do Proteus `P06_voltmetro_C.pdsprj` diretamente do repositório do Github disponível no link: <https://abre.ai/obQ1>.
3. Por fim, importe o arquivo `main.c` para a pasta **Source Files** no projeto criado anteriormente.

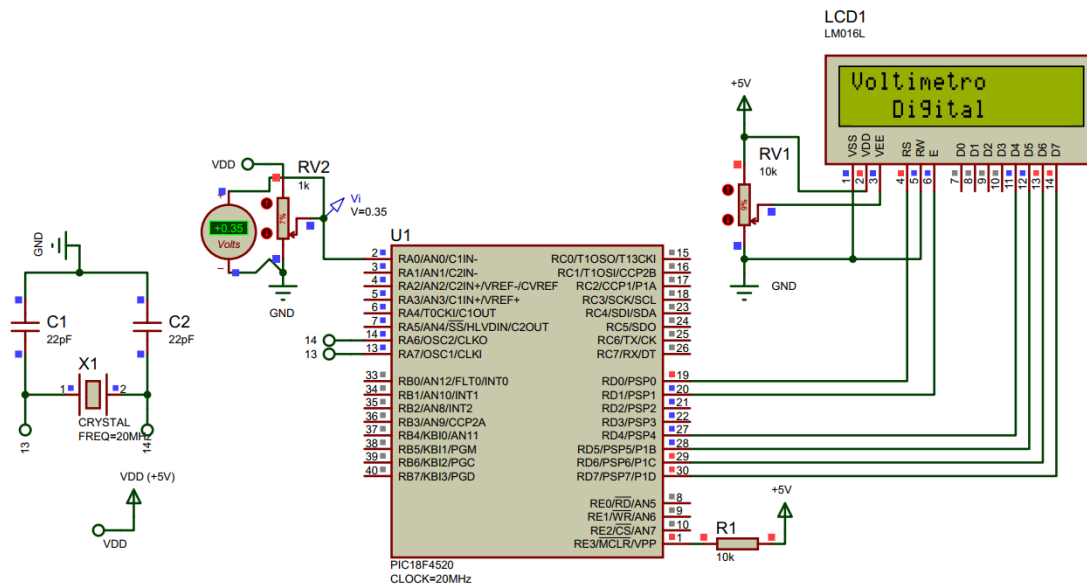
### Etapa 2: Compilação e geração do arquivo `.hex`

1. Compile o código-fonte no MPLAB-X.
2. Certifique-se de que não há erros de compilação.

3. Gere um novo arquivo `.hex` referente a compilação anterior e guarde-o dentro da pasta do projeto (Esse arquivo será utilizado na simulação no *software* Proteus).

### Etapa 3: Montagem do circuito no Proteus

1. Utilize o *software* Proteus para montar o circuito conforme a Figura 6.1.



**Figure 6.1:** Circuito da prática 06 simulado no Proteus.

2. Conecte o LCD ao microcontrolador utilizando o modo 4 *bits* (D4–D7 conectados a RD4–RD7).
3. O potenciômetro de 10 k $\Omega$  controla o contraste do LCD (VEE).
4. O potenciômetro de 1 k $\Omega$  fornece a tensão variável para o canal AN0.

#### Etapa 4: Carregar o *firmware* .hex no PIC dentro do Proteus

1. Clique duas vezes no componente PIC18F4520 no Proteus.
2. Em **Program File**, selecione o arquivo **.hex** gerado no MPLAB-X ou o arquivo baixado no repositório do Github.
3. Clique em OK para salvar.

## Etapa 5: Execução da simulação

1. Execute a simulation in Proteus.

2. A sequência a seguir deve aparecer no *display*: Prática 06 → Voltímetro Digital → Tensao: XX V.
3. Gire o potenciômetro de entrada e observe a variação da leitura em volts no display LCD.

### **Etapa 6: Montagem do circuito físico**

1. Após o teste em simulação, replique o circuito na protoboard.
2. Grave o *firmware* no microcontrolador utilizando um gravador compatível (PICKit 2 ou 3).
3. Verifique a continuidade dos *jumper*s antes da montagem do circuito.
4. Realize os testes variando a tensão de entrada e observe o valor exibido no LCD.
5. Após a verificação da montagem, registre o funcionamento do circuito para inclusão do relatório.

### **6.5 Questionário**

1. Qual a resolução do conversor ADC utilizado no PIC18F4520? Explique com base no número de *bits* e na faixa de tensão.
2. Qual é a fórmula utilizada para converter a leitura do ADC em volts? Justifique.
3. Explique por que o LCD é operado no modo 4 bits ao invés de 8 bits.
4. O que ocorre se a referência do ADC não estiver corretamente configurada?
5. Descreva como o *display* LCD diferencia um caractere de um comando.
6. Que outros sensores analógicos poderiam ser conectados ao ADC nesta mesma arquitetura?
7. Explique o papel do cristal de 20 MHz nesta aplicação.