



**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

# 5

## Prática 05: Conversor DAC

---

### 5.1 Introdução

Conversores Digital-Analógico (DACs) são dispositivos essenciais em sistemas embarcados que exigem a conversão de sinais digitais provenientes de microcontroladores ou processadores em sinais analógicos contínuos. Esta conversão é fundamental para a interface com o mundo real, especialmente em aplicações que envolvem áudio, controle de motores, síntese de formas de onda, e instrumentação.

Uma das formas mais didáticas e eficientes de se implementar um DAC em ambiente acadêmico é através de uma rede resistiva R–2R, composta apenas por resistores de dois valores distintos. Essa topologia permite converter uma entrada digital em um nível de tensão proporcional, com resolução definida pela quantidade de bits de entrada.

Na prática, a rede R–2R é conectada aos pinos digitais de saída de um microcontrolador, e a tensão resultante na malha resistiva representa o valor analógico correspondente ao código binário aplicado. Por exemplo, com uma resolução de 8 bits e uma referência de 5V, cada incremento de 1 unidade digital (1 LSB) representa um aumento de aproximadamente 19,6mV na saída analógica.

Nesta prática, o microcontrolador PIC18F4520 será utilizado para gerar sinais digitais que, quando aplicados à rede R–2R, produzirão quatro diferentes formas de onda analógica: onda senoidal aproximada, onda triangular, onda dente de serra e escada. Cada padrão será implementado em um *firmware* diferente, correspondendo a um dos arquivos ‘.hex’ fornecidos.

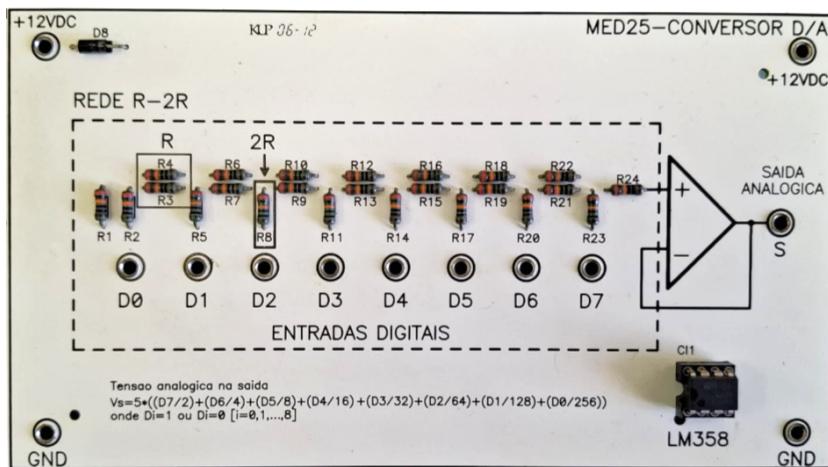
### 5.2 Objetivos

- Compreender o funcionamento prático de um DAC;
- Implementar uma rede R–2R para conversão de sinais digitais em analógicos;
- Utilizar o microcontrolador PIC18F4520 para gerar sequências digitais específicas;
- Observar, por meio da simulação e montagem física, quatro formas de onda específicas;
- Analisar as características e limitações do DAC baseado em rede R–2R.

### 5.3 Lista de Material

- Computador com MPLAB-X IDE e compilador XC8;

- Software Proteus 8.0 ou superior;
- Conversor DAC R-2R, conforme ilustrado na Figura 5.1;
- Osciloscópio digital;
- Jumpers e cabos para conexões.



**Figure 5.1:** Conversor D/A com rede R-2R.

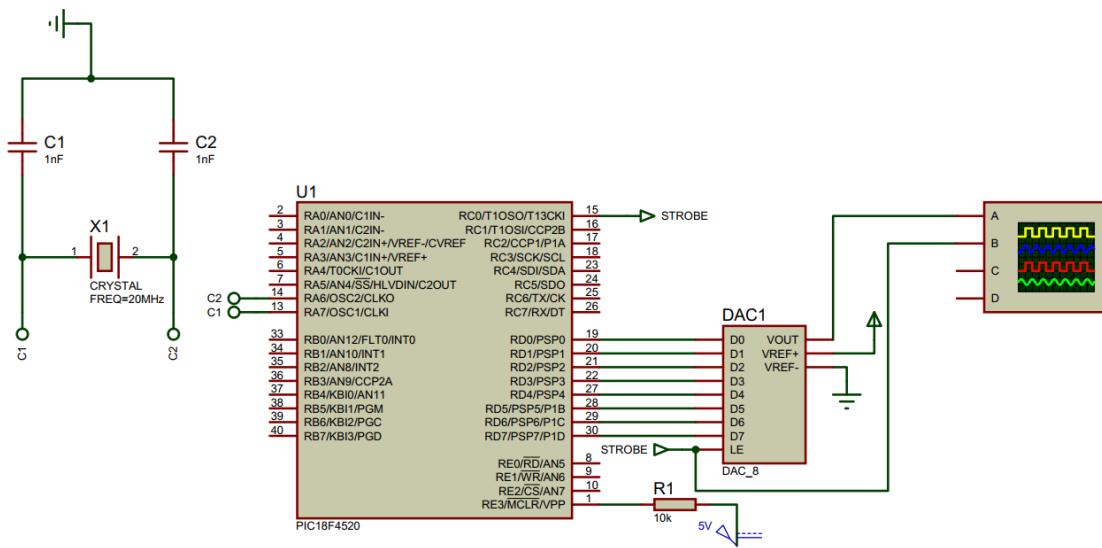
## 5.4 Procedimento Experimental

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

1. Crie um novo projeto no MPLAB-X IDE, selecionando o microcontrolador PIC18F4520 e siga as etapas realizadas nas práticas anteriores.
2. Faça o *download* dos arquivos .c e .hex referentes as partes I a IV da prática disponível no link: <https://abre.ai/obEB>.
3. Monte o circuito no Proteus seguindo o esquemático ilustrado na Figura 5.2.

### Etapa 2: Compilação do Projeto no Proteus

1. Para compilar o projeto no Proteus, importe o arquivo .hex para o PIC conforme realizado nas práticas anteriores.
2. Importe um arquivo .hex por vez e execute a simulação. Observe a forma de onda resultante do conversor DAC.
3. Realize a etapa anterior para os quatro arquivos .hex baixados anteriormente, simulando as partes I a IV.



**Figure 5.2:** Circuito da prática 05 simulado no Proteus.

### Etapa 3: Montagem do circuito físico

1. Utilize o circuito da rede R–2R ilustrado na Figura 5.1.
2. Realize a montagem do circuito seguindo o esquemático da Figura 5.2.
3. Grave o microcontrolador com o respectivo arquivo .hex utilizando os códigos em C disponibilizados no link: <https://abre.ai/obEB>.
4. Observe a forma de onda na saída da rede utilizando um osciloscópio real.
5. Compare os resultados com a simulação.

### 5.5 Questionário

1. Explique o princípio de funcionamento de uma rede R–2R e por que ela é adequada para conversores DAC.
2. Como a resolução do DAC está relacionada ao número de bits utilizados na rede resistiva?
3. Quais vantagens e limitações você observa no uso de um DAC R–2R comparado a DACs comerciais integrados?
4. Quais são as principais diferenças observadas entre as formas de onda geradas: rampa, triangular e senoidal?

5. Qual a importância da precisão dos resistores utilizados na rede R-2R?
6. Durante a montagem física, quais dificuldades foram encontradas na obtenção de formas de onda estáveis?
7. Como o tempo de incremento/decremento influencia na frequência do sinal gerado? É possível ajustar a frequência da forma de onda via *software*?