

GERADOR DE SINAIS

E.T.M./2007 (adaptação)

RESUMO

Esta experiência tem como objetivo a familiarização com o problema da conversão de sinais digitalizados em sinais analógicos, apresentando a memória EPROM 2716 e o conversor digital-analógico de 8 bits National DAC0800. A parte experimental apresenta o projeto de um gerador de sinais analógicos com várias formas de onda (senóide, rampa, etc).

1. PARTE TEÓRICA

1.1. Introdução à Conversão de Sinais

A grande maioria das grandezas físicas com as quais lidamos são grandezas analógicas por natureza. Tais grandezas, como temperatura, pressão, velocidade, etc, são representadas por valores contínuos e, assim, para poderem ser processadas por sistemas digitais precisam antes ser convertidas para uma cadeia de bits. Esta conversão é conhecida como *Conversão Analógica-Digital*. De forma similar, para que os sistemas digitais possam controlar ou atuar sobre variáveis analógicas torna-se necessária a decodificação de uma cadeia de bits em uma grandeza que possa assumir uma gama contínua de valores e não apenas níveis discretos especificados a partir dos níveis lógicos '0' e '1'. Esta conversão é conhecida como *Conversão Digital-Analógica*.

Os equipamentos que convertem grandezas físicas em sinais elétricos e vice-versa são chamados transdutores. Por exemplo, grandezas como temperaturas, velocidades e posições são transformadas em correntes ou tensões proporcionais. Como exemplo de transdutor pode-se citar o termistor, que muda o valor de sua resistência conforme a temperatura a que estiver submetido.

A figura 1.1 apresenta o ciclo completo de processamento de uma grandeza física, envolvendo:

- A conversão inicial do sinal oriundo do processo físico, através da passagem por um *Transdutor*, criando o sinal analógico convertido;
- O condicionamento desse sinal (se necessário), por meio de um *Condicionador de Sinal*, gerando o sinal analógico condicionado;
- A conversão do sinal por um *Conversor A/D*, resultando no sinal digitalizado;
- O processamento do sinal realizado pelo *Sistema Digital*;
- A conversão do sinal digital presente na saída do *Sistema Digital* feita por um *Conversor D/A*;
- O condicionamento desse sinal (se necessário), por meio de um *Condicionador de Sinal*, gerando o sinal analógico condicionado; e
- A conversão final do sinal, através da passagem por outro *Transdutor*, gerando um sinal que pode ser utilizado novamente pelo processo físico.

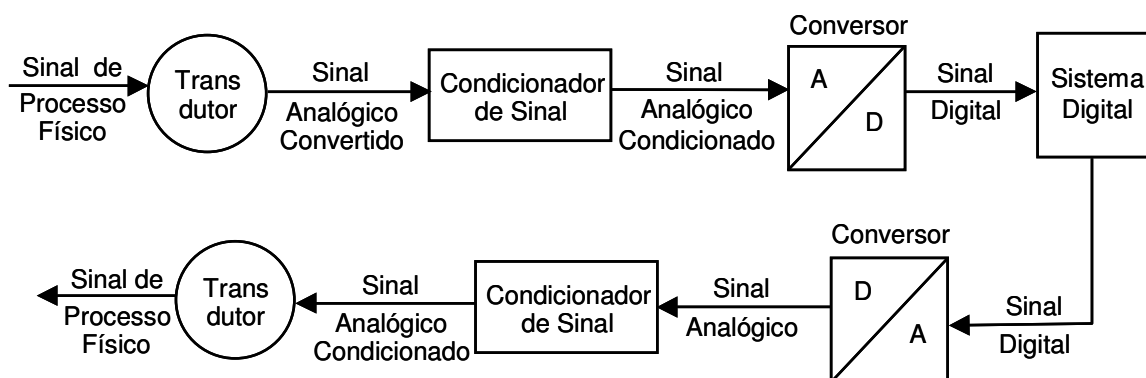


Figura 1.1 - Etapas de Tratamento de Grandeza Físicas.

Até algum tempo atrás, o processamento dos sinais analógicos era desempenhado, em sua maioria, por sistemas exclusivamente analógicos, baseados em circuitos integradores, somadores, etc. Com o desenvolvimento dos sistemas digitais, no que diz respeito à funcionalidade, velocidade, confiabilidade e custo, estes passaram a ocupar espaços antes exclusivos de sistemas analógicos.

Os sistemas digitais apresentam maior flexibilidade e facilidade de depuração. Entretanto um ponto crítico é a interface entre os circuitos digitais e os circuitos analógicos. Assim, devem-se ter os cuidados necessários no projeto destas interfaces uma vez que elas também determinam a precisão, rapidez de resposta e confiabilidade no processamento digital de informações.

1.2. Técnicas de Conversão D/A

Existem várias técnicas de conversão Digital-Analógica, em função da precisão desejada e do tempo máximo aceitável para se realizar esta conversão, a saber (Matsunaga e Tsugawa, 2005):

- Conversão D/A com resistências ponderadas;
- Conversão D/A com resistências de pesos binários;
- Conversão D/A em escada R-2R;
- Conversão D/A com rede de capacitores com pesos binários;
- Conversão D/A com *oversampling*;
- entre outras.

Uma técnica de conversão bastante simples é aquela baseada em uma rede resistiva R-2R. Uma vantagem desta técnica é o uso de apenas dois valores distintos de resistores. A figura 1.2 apresenta esse tipo de rede resistiva.

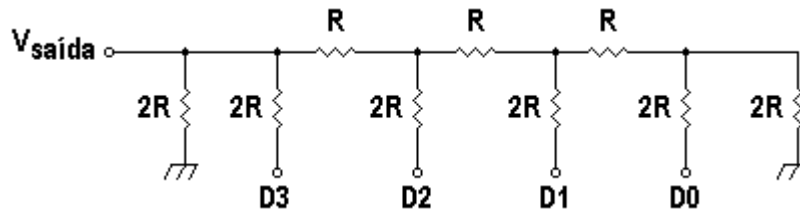


Figura 1.2 – Rede resistiva R-2R para 4 bits.

Outra alternativa é usar uma rede NR. Aqui é utilizada uma rede de N resistores em série, onde N corresponde ao número de divisões discretas dada pelo código digital, ou seja, trata-se de um grande divisor resistivo de tensão. Para um conversor de 4 bits necessita-se de uma rede 16R, ou seja, 16 resistores iguais em série. Para 8 bits, há a necessidade de uma rede 256R. O divisor resistivo conectado a um conjunto de chaves, controlado por um grande decodificador, é a base deste conversor. A figura 1.3 apresenta esse tipo de rede.

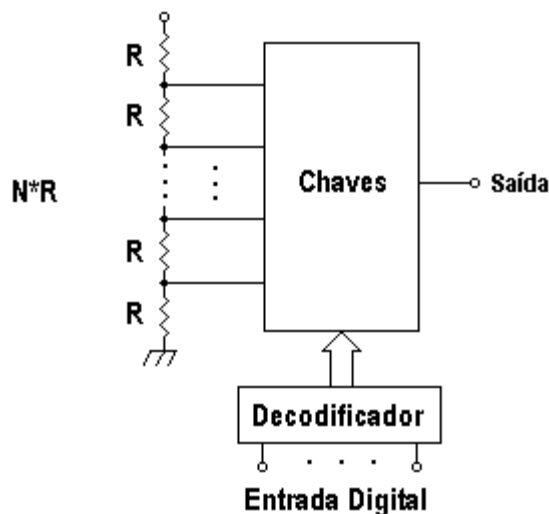


Figura 1.3 – Rede resistiva NR.

Para maiores informações sobre as técnicas de conversão digital-analógica, consulte as referências (Matsunaga e Tsugawa, 2005) ou (Tocci et al. 2004).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Familiarização com o conversor D/A

Utilizar, para o conversor DAC0800, a configuração da Figura 2.1, testando, estaticamente, o seu funcionamento através das chaves C0-C7:

- Elaborar uma tabela e um gráfico tensão de saída x código de entrada.
- Qual é a característica apresentada pelo gráfico do item a) para os valores iniciais do código de entrada?
- Qual é a característica, para os valores finais?
- Como os 8 bits de entrada do DAC0800 poderão ser conectados nos 6 bits de saída da memória EPROM no projeto do gerador de sinais?

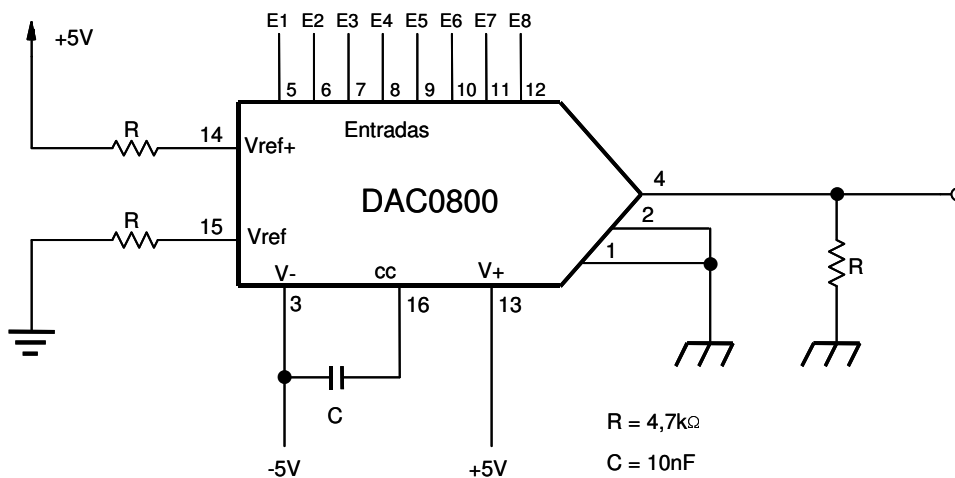


Figura 2.1 - Configuração do Conversor DAC0800.

2.2. Familiarização com a memória EPROM

Utilizar a saída de um contador de 8 bits nas entradas de endereços A0-A7 da memória EPROM e no display D1 e as chaves C0-C2 nas entradas A8-A10 da EPROM. Use o botão B1 na entrada de clock do contador. Ligar a saída da memória nos leds L0 a L7, conforme a figura 2.2 abaixo.

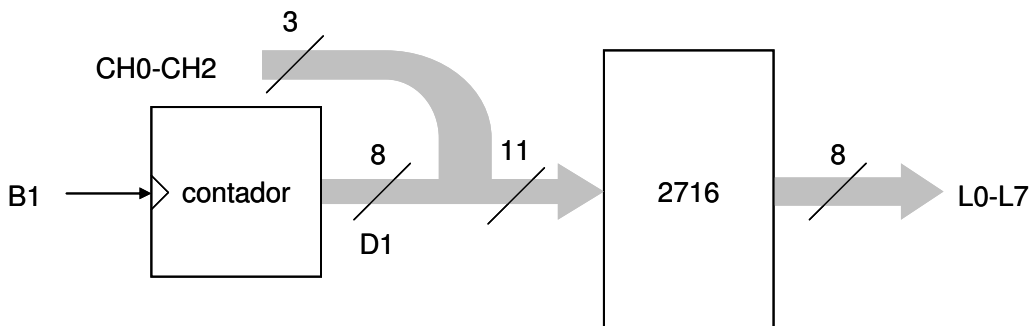


Figura 2.2 – Familiarização da memória.

- Verifique o conteúdo da memória, acionando o botão B1. Consulte o mapa da EPROM disponível no Laboratório Digital.
- Verifique o bit b_7 da memória.

2.3. Projeto do Gerador de Sinais

Projetar um sistema gerador de sinais analógicos, com a saída apresentando as funções seno, x^2 , exponencial, rampa, elíptica, x^3 e Gaussiana, considerando o seguinte diagrama de blocos (Figura 2.2):

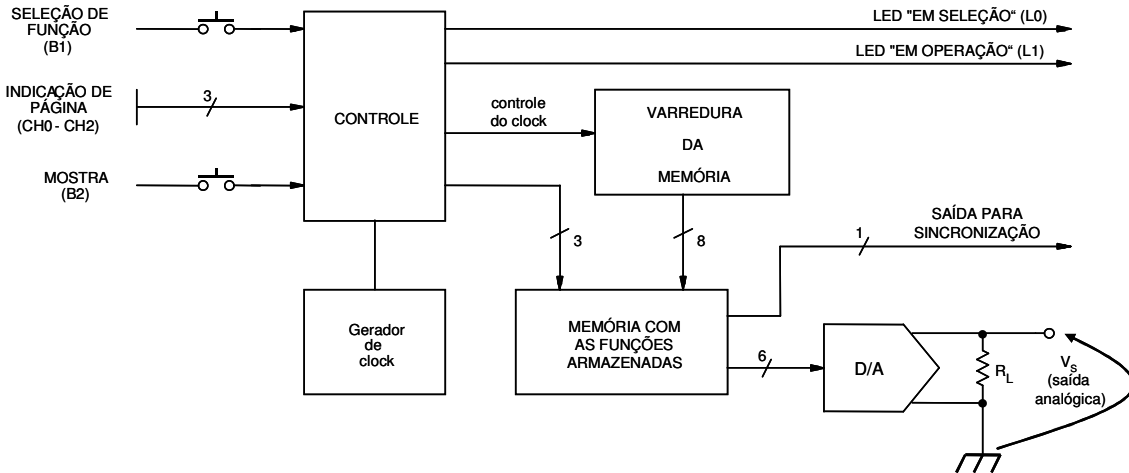


Figura 2.2 - Diagrama de Blocos do Gerador de Funções.

Considere as seguintes condições:

- As funções foram digitalizadas e os dados estão armazenados em uma memória EPROM 2716, cada uma em 256 posições consecutivas, que formam uma página (a função rampa está repetida);
- Os bits da EPROM b_7, b_6, \dots, b_0 são assim constituídos:
 - $b_0 - b_5$: valor digitalizado da função;
 - b_6 : não utilizado;
 - b_7 : sinal para sincronização do osciloscópio;
 Os "mapas" de gravação estão disponíveis no Laboratório Digital.
- Para selecionar uma função deve-se acionar o botão B1 (o que deve fazer acender o LED L0 'EM SELEÇÃO', indicando processo de seleção em curso) e escolhe-se a página de memória, através das chaves C0, C1 e C2;
- Para mostrar a função analógica no osciloscópio deve-se acionar o botão B2, o que deve apagar o LED L0 e acender o LED L1, indicando o modo 'EM OPERAÇÃO'.

A função deve ser mostrada continuamente, até que nova requisição de seleção seja feita (B1).

OBSERVAÇÕES:

- Enquanto o gerador estiver mostrando uma função, qualquer acionamento das chaves de página e do botão B2 deve ser inócuo;
- Trabalhar com tensões entre +5V e -5V na saída do conversor.

2.3. Execução da Montagem

- Montar o gerador e mostrar as 8 funções armazenadas. Construa uma tabela identificando as funções geradas para cada código. Use o bit b_7 da memória para sincronizar no osciloscópio o sinal analógico da saída do conversor.
- Tentar utilizar outros sinais de sincronização distintos daquele armazenado na memória (bit b_7). Que outras formas de sincronização podem ser utilizados? Justifique.
- Baseado no projeto desenvolvido pela equipe, discuta quais são os fatores que afetam o funcionamento do circuito em função da frequência de operação. Baseado nisso, discuta as frequências máxima e mínima de operação do circuito conversor.
- Varie a frequência de operação e comente o funcionamento do circuito do gerador de sinais.

IMPORTANTE:

Uma parte muito importante do planejamento desta experiência é o contato com os manuais dos componentes utilizados. A leitura desses manuais, assim como a localização das informações necessárias, são uma experiência à parte e cada vez mais importante, devido à crescente complexidade dos componentes.

3. BIBLIOGRAFIA

- FREGNI, Edson e SARAIVA, Antonio M. **Engenharia do Projeto Lógico Digital: Conceitos e Prática**. Editora Edgard Blucher Ltda, 1995.
- TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. **Digital Systems: principles and applications**. 9th ed., Prentice-Hall, 2004.
- WAKERLY, John F. **Digital Design Principles & Practices**. 3rd edition, Prentice Hall, 2000.
- KLEITZ, William. **Digital Electronics - A Practical Approach**. Prentice-Hall, 1987.
- TOKLEIN, Roger L. **Princípios Digitais**. Schaum-McGraw Hill, 1983.
- Signetics. **TTL Logic Data Manual**. 1982.
- LSD-EPUSP. **Conversores Analógico-Digitais. Apostila de PEL308**, RA/ES.
- MATSUNAGA, A. M. e TSUGAWA, M. O. **Conversor Digital/Analógico**. Apostila de PCS2498 Laboratório de Processadores II. Versão de 2005, revisado por André Riyuiti Hirakawa e Carlos Eduardo Cugnasca.

4. MATERIAL DISPONÍVEL

- Circuitos Integrados TTL
 - 7400, 7404, 7474, 74161, 74163, 74175, 74193.
- Outros Componentes:
 - Resistores: 4,7 K Ω
 - Capacitores: 10nF
 - DAC 0800 - Conversor D/A
 - 2716 - Memória EPROM

5. EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

- 1 painel de montagens experimentais.
- 1 fonte de alimentação fixa, 5V \pm 5%, 4A.
- 1 fonte de alimentação \pm 12 V 10%, 0,5 A
- 1 osciloscópio digital.
- 1 multímetro digital.
- 1 gerador de pulsos.