



EE641 (Laboratório de Eletrônica II)

Prof Hudson Zanin (hudson@dsif.fee.unicamp.br)

Prof João Carlos Martins de Almeida (joaocarlosma@gmail.com)

Roteiro para Experimento IV
Conversor D/A com escada R/2R

1. Objetivo:

Seu objetivo neste experimento é montar e caracterizar um Conversor Digital Analógico (CDA) controlado pelo Raspberry Pi.

2. Componentes:

- 1x Amplificador operacional LM324 DIP incluindo soquete
- 2x Chip com 3 chaves analógicas CD4053 incluindo soquete
- 1x Regulador de tensão (-5V) 7905
- 1x Capacitor 1 μF
- 1x Capacitor 2.2 μF
- Resistores:
 - 5x 2 $\text{k}\Omega$ de precisão
 - 3x 1 $\text{k}\Omega$ de precisão
 - 1x 680 Ω
 - 2x 1.2 $\text{k}\Omega$

3. Parte Experimental:

A Figura 1 mostra o diagrama básico de um CDA usando uma escada R-2R [5.1]. Para simplificar, não são mostrados o circuito de controle das chaves e nem a terminação do circuito que faz a conversão da corrente i_0 para um sinal em tensão.

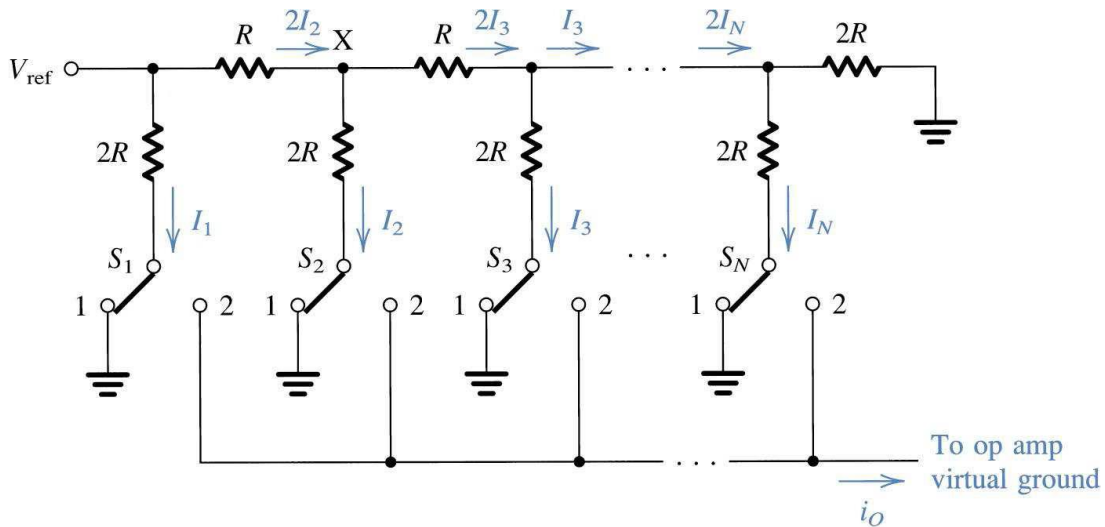


Figura 1. Circuito básico de um conversor D/A baseado em escada R/2R.

3.1 Calcule literalmente a corrente i_o em função da posição das chaves. Considere que se a chave estiver na posição 1 o bit de controle é 0 e chave na posição 2 o bit de controle é 1.

3.2 Projete um CDA escada R-2R de 4 bits que produza uma saída com range de aproximadamente 3 V, sendo que: $0000_2 = 0\text{ V}$ e $1111_2 = 3\text{ V}$. Use $R = 1\text{ k}\Omega$. Inclua um circuito conversor corrente-tensão apropriado, usando o op amp LM324, que satisfaça as especificações do range. Controle as chaves, S_1 até S_4 , com 4 saídas digitais provenientes do RasPI. Sugestão: pesquise sobre o comando *digitalWriteByte* disponível na biblioteca *wiringPi*.

3.3 Construa seu projeto e faça as primeiras medidas experimentais. Sugira uma forma de calibração e implemente no circuito.

3.4 Já com o CDA calibrado preencha a coluna V_{out} da tabela a seguir:

S_1	S_2	S_3	S_4	V_{out}
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

3.5 Faça um gráfico da palavra digital *versus* V_{out} . Mostre neste mesmo gráfico o erro obtido nesta conversão usando o eixo y secundário. Comente.

3.6 Programe o RasPi para realizar um gerador de funções em que a frequência seja de 500 Hz e 5 kHz gerando duas formas de onda distintas: triangular e senoidal. Tanto a frequência quanto a forma de onda devem ser selecionadas por software. Colete os resultados (telas das formas de onda geradas).

3.7 Use o osciloscópio para medir a FFT do sinal senoidal gerado pelo RasPI e compare com a FFT do sinal do gerador de sinais da bancada. Imprima e discuta como melhorar o resultado do gerador que você acabou de projetar. Conclua.

3.8 Valendo dois pontos extras no vídeo.

- a) Projete um filtro analógico e utilize-o na saída do CDA para melhorar o resultado da FFT do sinal senoidal. Refaça os itens 3.6 e 3.7 usando agora este filtro. Comente e conclua.
- b) No vídeo apresente e analise seu circuito no LT ou P-Spice.
- c) Apresente o projeto (esquemático, lista de material e comentários) de um CDA tipo escada R-2R de 8 bits. Os bits devem ser carregados de forma serial e assim deve-se usar no máximo três bits do GPIO. Este projeto deve ter um deslocador de nível fazendo com que a saída excursionsse entre -3V e +3V.

4. Bibliografia

4.1 A. S. Sedra, K.C.Smith, Microeletrônica, Makron Books Ltda

4.2 R. Boylestad e L. Nashelsky, Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, Prentice-Hall.

Pinagem

P1: The Main GPIO connector						
WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header	Name	BCM GPIO	WiringPi Pin
		3.3v	1 2	5v		
8	Rv1:0 - Rv2:2	SDA	3 4	5v		
9	Rv1:1 - Rv2:3	SCL	5 6	0v		
7	4	GPIO7	7 8	TxD	14	15
		0v	9 10	RxD	15	16
0	17	GPIO0	11 12	GPIO1	18	1
2	Rv1:21 - Rv2:27	GPIO2	13 14	0v		
3	22	GPIO3	15 16	GPIO4	23	4
		3.3v	17 18	GPIO5	24	5
12	10	MOSI	19 20	0v		
13	9	MISO	21 22	GPIO6	25	6
14	11	SCLK	23 24	CE0	8	10
		0v	25 26	CE1	7	11
WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header	Name	BCM GPIO	WiringPi Pin