

Conversor Analógico/Digital de sinais em muito baixa tensão e suas aplicações práticas

Luiza Maciel Gonçalves*
Roberto Rubens Gadelha Alves Neto**
Orientador: Dalson Nunes***

Resumo

Os conversores analógicos/digitais são circuitos ou componentes que, excitados por uma tensão ou corrente, produzem um código digital equivalente. Percebe-se, com isso, que são de suma importância para a indústria eletrônica em geral, automobilística, de telefonia móvel GSM, informática e dentre diversas outras áreas. Nesse trabalho, procura-se explicitar como funciona tal conversão e como é aplicada em sistemas que dela necessitam, como o princípio de funcionamento do VoIP (Voice Over Internet Protocol), por exemplo.

Palavras-chave: Conversor. Tensão. Tecnologia.

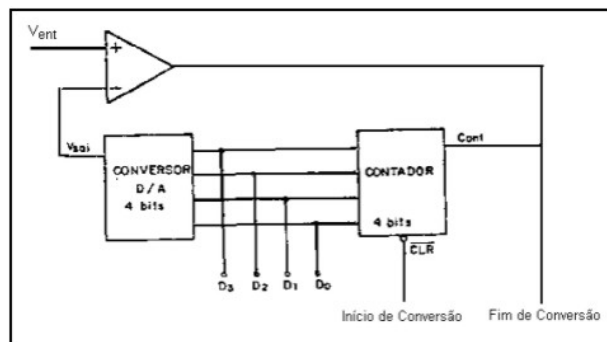


Figura 1 - Modelo básico de conversor A/D

Introdução

A Revolução Industrial inglesa, no século XVIII, constituiu novos meios de produção e de tecnologia em escala industrial, que impactaram no modo de vida da população mundial e suas relações. Com isso, vemos que o mercado vem se inovando e reinventando cada vez mais rapidamente, e é necessário conhecer os meios que propiciaram tal evolução.

Percebe-se, no entanto, que há um item que se faz presente no cotidiano e que é fundamental para as relações de trabalho e estudo nesse mundo globalizado e integrado: o computador pessoal. Além desses fatores, as relações interpessoais e os padrões de consumo modificaram-se com tais tecnologias, e seu domínio é imprescindível. Tais variáveis foram importantes para a substituição da agricultura e do trabalho manual humano, incrementando a produtividade e reduzindo custos.

Com toda essa integração e tecnologia, levanta-se a questão: como essa tecnologia toda funciona e qual seu princípio de comando? Tal questão pode ser respondida com o próprio advento da Revolução Industrial. A necessidade de algo mais rápido e o domínio da eletricidade fizeram com que componentes pudessem ser desenvolvidos e aplicados de forma prática. Em laboratório, é possível analisar a conversão de um sinal de temperatura para um leitor em escala Fahrenheit ou Celsius ou então a leitura de sinais sonoros e sua conversão para linhas digitais, para sua futura manipulação e envio para outros sistemas digitais. A Figura 1 apresenta um modelo básico de conversor A/D.

Funcionamento

Vent é a tensão de entrada analógica. D3 a D0 constituem a saída digital. A saída digital comanda um conversor D/A, que produz uma saída analógica Vsai. Quando a linha do contador estiver excitada (high), ou seja, o amplificador operacional (comparador) estiver saturado positivamente, o contador contará para cima. Quando a linha do contador estiver baixa (low) (Amplificador operacional saturado negativamente), o contador interromperá a contagem. Por conveniência, um conversor D/A de 4 bits e um contador de 4 bits são usados, mas a ideia aplica-se a qualquer número de bits.

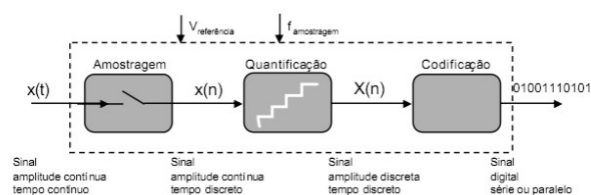


Figura 2 – Funcionamento de um conversor A/D

Logo, um sinal analógico tem que ser captado, sofrer o processo de amostragem, quantificação e a codificação para o sistema digital, usando o sistema de numeração binário. Na figura 3 é mostrado o sinal ao longo desses processos.

* Técnica em Eletrônica pelo IF Fluminense, campus Macaé.
** Técnico em Eletrônica pelo IF Fluminense, campus Macaé.
*** Aluno do Mestrado em Telecomunicações pela Universidade INATEL.

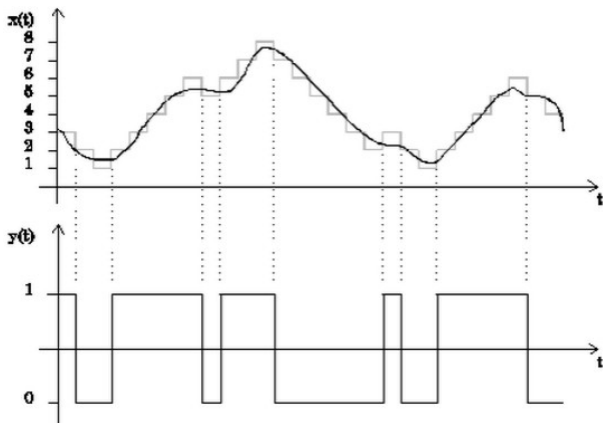


Figura 3 – Comportamento do sinal ao longo do processo de conversão

Com isso, observa-se que, se o sensor ou o circuito operam com sensibilidade à alta frequência, por exemplo. A entrada em alta frequência será convertida para o sistema digital como um sinal excitado (high) e que será interpretado como o dígito '1' em binário. O processo reverso também ocorre: se a entrada for interpretada como baixa frequência, o sinal convertido será de baixa ou nenhuma excitação (low) e será interpretado como o dígito '0' em binário. Todas essas configurações e interpretações dependem da configuração do circuito e podem ser modificadas de acordo com as aplicações práticas.

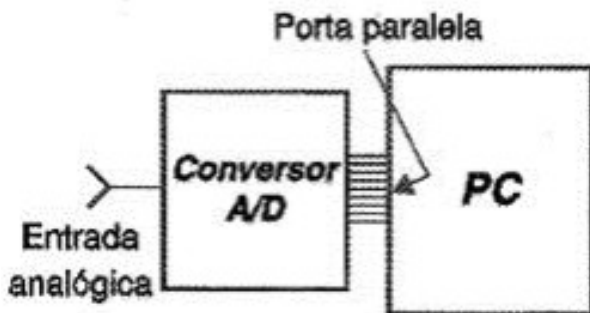


Figura 4 – Programação do computador para a leitura dos valores pela porta paralela

Basta apenas programar o computador para "ler" os valores da porta no instante desejado e fazer a conversão para a escala desejada. Por exemplo, se a faixa de entrada que corresponde a temperaturas de 0 a 30 graus centígrados e, que por sua vez levam a tensões na entrada do conversor de 0 a 1 Volt, o conversor vai gerar na sua saída valores digitais entre 0 e 4.096 (se for de 12 bits). O computador deve então ser programado para dividir a escala de 0 a 30 graus centígrados em 4.096 valores (cada unidade lida corresponderá a 0,00732 graus).

Os valores instantâneos da tensão do sinal de entrada, que são obtidos na saída do circuito de amostragem e retenção precisam ser convertidos para a forma digital. Esse processo recebe o nome de "quantização".

Assim, se usamos 2 bits teremos uma precisão menor do que se usarmos 4 bits para fazer a quantização, conforme mostra a Figura 5.

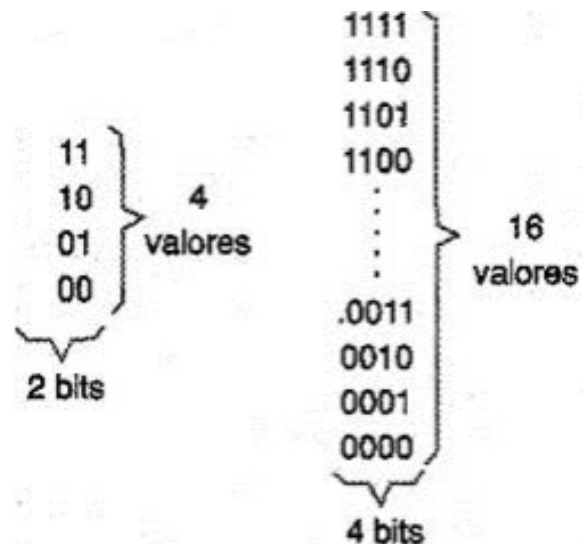


Figura 5 – Valores de quantização para 2 e 4 bits

Conversor RPM em Tensão

Será mostrado a seguir um módulo simples, que é uma aplicação primária do que foi mostrado anteriormente, convertendo a leitura de um sensor RPM (rotações por minuto), ou seja, frequência dos pulsos, para um valor em tensão, representando a saída digital.

Para uma leitura adequada e um correto funcionamento, deve-se ajustar o componente trimpot P1 de maneira coerente com os valores de entrada e saída. Por exemplo, deve ser ajustado 5 V para uma saída de 5000 rpm, de modo que o voltímetro/multímetro digital indique 5.000 V quando a taxa de impulsos registrada for máxima (5.000 rpm).

A calibração do circuito pode ser feita aplicando-se um sinal de 60 Hz na entrada (3.600 rpm), ajustando a saída para 3,6 V. A seguir, são mostrados a lista de componentes e o diagrama do sensor que opera em baixa tensão (9-12 V).

Tabela 1 – Componentes para a calibração do circuito

Label	Componente	Valor
R1	Resistor	47k?
R2		820k?
R3		27k?
R4		10k?
R5		470k?
B1	Bateria	9V-12V
P1	Trimpot	100k? *
CI1	Circuito Integrado	CI LM2917
Q1	Transistor	**
Q2		BC548
C1	Capacitor	470nF
C2		2.2µF
C3		470pF
C4		47nF
C5		1µF
C6		100µF

*Valor recomendado, uma vez que o valor do 'trimpot' é ajustável e varia de acordo com a frequência a ser analisada.

** Fototransistor pode variar de acordo com o circuito praticado

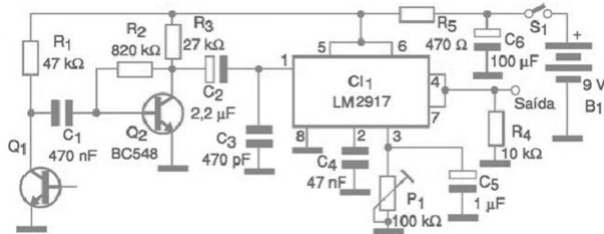


Figura 6 – Diagrama do sensor que opera em baixa tensão

A Figura 7 mostra a placa do circuito impresso para implementação da montagem para testes ou para fazer parte de uma utilização qualquer.

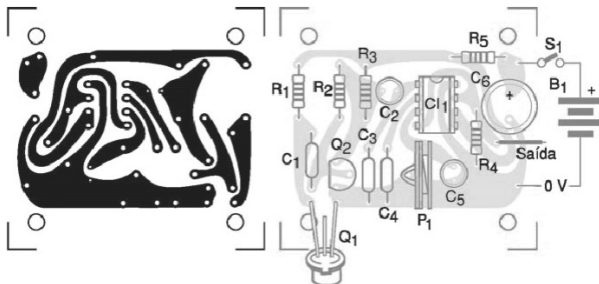


Figura 7 - Placa do circuito interno para montagem dos testes

Os resistores são de 1/8 W, e os capacitores menores tanto podem ser de poliéster quanto cerâmicos. Os eletrolíticos são para 12 V ou mais de tensão de trabalho. O fototransistor (Q1) pode ser de qualquer tipo, e inclusive usados fotodiodos. Dado que o consumo do módulo é baixo, ele pode ser alimentado de forma independente por uma pequena bateria de 9 V.

O LM2917

O circuito integrado LM2917 tem como função primária converter a frequência de um pulso em tensão. Na Figura 8 estão representados seus componentes internos retirados do datasheet deste componente fabricado pela National Semiconductor.

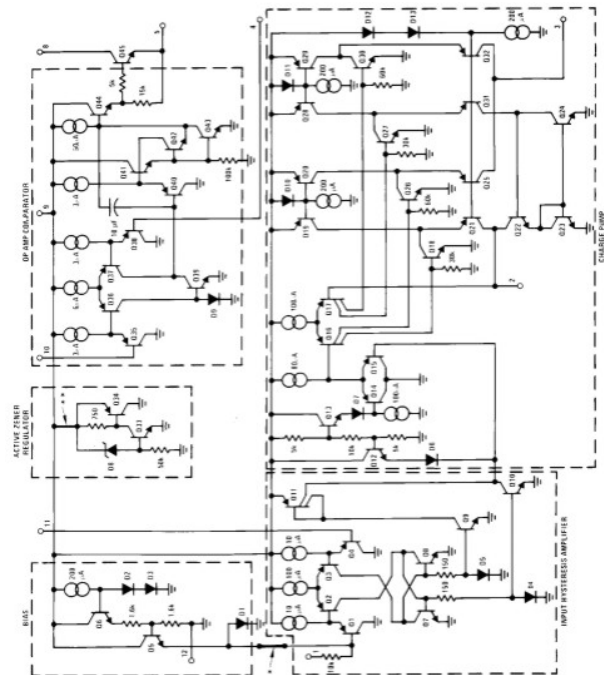


Figura 8 – Componentes internos do circuito integrado LM2917

Conclusão

Vantagens e Desvantagens da Conversão

Por que a conversão de sinais analógicos/digitais é necessária e quais as suas vantagens

e desvantagens? O ruído é o número um. Os sinais analógicos podem assumir qualquer valor e, por isso, interpretarão qualquer informação como sendo parte do sinal original, como exemplo o disco LP, no qual o ruído é percebido, já que a agulha atua como um componente analógico.

Os sistemas digitais, por outro lado, só podem compreender dígitos binários. Qualquer coisa ou valor diferente deles é descartado. Tal fenômeno é explicado com o CD, que quando possui algum dano não apresenta ruído, mas sim ‘pula’ a informação danificada. Outra vantagem do sistema digital em comparação ao analógico é a capacidade de compressão de dados. Logo, há economia de espaço de armazenamento, de largura e de banda.

Apesar da precisão elevada, o tempo de conversão é lento em face de outros conversores e este não é constante para todos os sinais analógicos, variando de acordo com a amplitude do sinal.

Com esse trabalho, vimos que os sistemas digitais são interligados e codependentes dos sinais analógicos, que proverão as entradas deste. Como no meio em que vivemos os sinais são analógicos: luz, som e vibração, principalmente, a conversão se faz necessária para a interpretação dos dados e o manuseio destes por parte dos computadores atuais. Tais processos ajudam a aperfeiçoar o processo de produção e a leitura mais eficiente de valores de magnitudes diferentes. A implantação e a adaptação desses circuitos fazem com que os riscos na indústria diminuam e a produtividade aumente, característica da interação global e da economia capitalista em que vivemos atualmente.

Referências

BOYLESTAD, Robert. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 8ª edição. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2004.

CAMILO, Daniel; YABU-UTI, João Batista T.; YANO, Yuzo. Circuitos Lógicos. São Paulo: Livraria Ciência e Tecnologia, 1984.

IDOETA, Ivan Valeije. Elementos da Eletrônica Digital. São Paulo: Editora Erica, 2003.

MALVINO, Albert Paul. Electronic – Principles. 2a. Edição. Columbus, Ohio: Editora Mcgraw-Hill College, 1998.

_____. Eletrônica – Volume 1. 7ª edição. São Paulo: Editora: Mcgraw-Hill Interamericana, 2008.

MEIRELES, Vitor C. Circuitos Elétricos. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.

SEDRA, Adel S. Microeletrônica – Volume Único. 5ª edição. São Paulo: Editora Prentice Hall –Br, 2010.

SICA, Carlos. Sistemas Automáticos com Microcontroladores 8031/8051. São Paulo: Editora Novatec, 2006.

TOCCI, Ronald J. Sistemas Digitais. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1994.