Vitor Amadeu Souza

Projetos com

ESP32

Programado em Arduino - Parte XXVII

© 2020 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.
© 2020 by Vitor Amadeu Souza
Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Este livro publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Abril de 2020

Direitos reservados por:

Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda
Produção: Cerne Tecnologia e Treinamento
E-mail da Empresa: cerne@cerne-tec.com.br
Home Page: www.cerne-tec.com.br.com.br
Atendimento ao Consumidor: sac@cerne-tec.com.br
Contato com o Autor: vitor@cerne-tec.com.br



FEITO NO BRASIL

Dedicatória

Como nos meus outros livros, dedico este livro a minha querida esposa Renata Leal.

"Sem a convicção de uma harmonia íntima do Universo, não poderia haver ciência."

Albert Einstein

Cerne Tecnologia

A Cerne Tecnologia tem uma equipe preparada para desenvolvimento de projetos eletrônicos em diversas áreas: Médica, Entretenimento, Industrial, Robótica, Científica, Automobilística, Aeronáutica, etc. Trabalhamos com tecnologia microcontrolada usando o PIC, ARM, AVR, 8051, dsPIC, PIC24, PIC32 além do Arduino, Raspberry, Beaglebone etc. Desenvolvemos o projeto desde sua concepção até a entrega do produto final, passando pelas etapas de esquema elétrico, protótipo e desenvolvimento de circuito impresso.

Desenvolvemos aplicativos para smartphones/tablets Android, iOS, Blackberry, Windows Phone e no desenvolvimento de softwares a nível PC para plataforma Windows, usando ferramentas como o Visual Basic, C# e C++.

Atuamos na parte de montagem de placas, onde podemos fornecer ambos os serviços de desenvolvimento de projetos e produção ou apenas um destes.

Desenvolvemos esquemas elétricos e layout de PCI, tanto em tecnologia convencional como SMD.

Temos a flexibilidade de customizar um de nossos produtos, de modo a atender a uma necessidade específica do cliente, tornando o custo de desenvolvimento menor se comparado a construção de um projeto desde a sua fase inicial.

Desenvolvemos e fornecemos kits didáticos para diversos microcontroladores além de apostilas, livros e e-books.

Na hora de desenvolver um projeto ou equipar seu laboratório não hesite em nos contatar. Entre em contato conosco através do endereço cerne-tec.com.br para obter mais informações.

Cerne
Conhecimento para o Desenvolvimento

cerne-tec.com.br

Sumário

I. Metodologia de desenvolvimento **6**

1. Introdução 6

II. Comunicando com um ADC externo **7**

1. Conceito 7
2. Esquema elétrico 13
3. Fluxograma 14
4. Código fonte 17

III. Comunicando com um DAC externo **18**

1. Conceito 18
2. Esquema elétrico 23
3. Fluxograma 25
4. Código fonte 26

Referências **29**

Capítulo I
Metodologia de desenvolvimento

1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Programando o ESP32 no Arduino (2018)* do mesmo autor e editora, onde outros exemplos serão explorados de modo que o leitor possa ampliar seu embasamento teórico e prático para desenvolver mais aplicações nesta ferramenta. É importante que o leitor tenha ciência dos assuntos abordados na obra citada, para que haja um melhor aproveitamento do conteúdo a ser apresentado.

Acompanhe o sumário para verificar os temas abordados neste volume.

A placa didática utilizada foi a NODEMCU-32S, onde os recursos para testar os circuitos propostos serão conectados através das conexões disponíveis na lateral do kit. Tal kit está à venda no site www.cerne-tec.com.br.

Capítulo II

Comunicando com ADC externo

1. Conceito

A série de ADCs (Conversor Analógico para Digital) da Microchip é segmentada por aplicação, havendo modelos específicos de acordo com a necessidade do projeto. Mais informações podem ser obtidas visitando o site do fabricante, no endereço www.microchip.com seção *Products -> Data Converters -> Analog-to-Digital Converters.*

Nesta literatura, foi utilizado um modelo da linha de conversores do tipo Delta-sigma que apresentam como principal característica o fato de possuírem uma alta resolução, mas o número de amostras por segundo (samples/sec) é relativamente baixo, estando na faixa de 60 samples/sec.

O modelo adotado foi o MPC3551 com uma entrada analógica diferencial e 21 bits de resolução além de 1 bit de sinal. A pinagem deste modelo está disponível na figura abaixo.

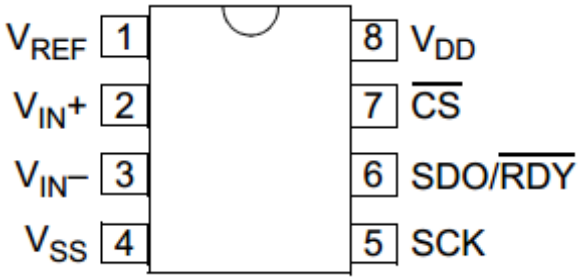


Figura 2.1: Pinagem do MCP3551
Fonte: MCP3551 Datasheet

A alimentação é feita através dos pinos VDD e VSS, podendo variar na faixa de 2,7V a 5,5V. A comunicação SPI com o Arduino é estabelecida através dos pinos CS, SCK e SDO. A entrada analógica diferencial é fornecida através dos pinos V_{IN+} e V_{IN-}. O pino V_{REF} determina a tensão máxima de referência para o conversor ADC, onde este não deve ser superior a tensão aplicada em VDD.

Obs: *Caso o modo diferencial não seja utilizado, a entrada V_{IN-} pode ser conectada ao GND. Neste caso, a entrada V_{IN+} poderá variar de GND a V_{REF}.*

A próxima figura mostra o diagrama de blocos do MCP3551.

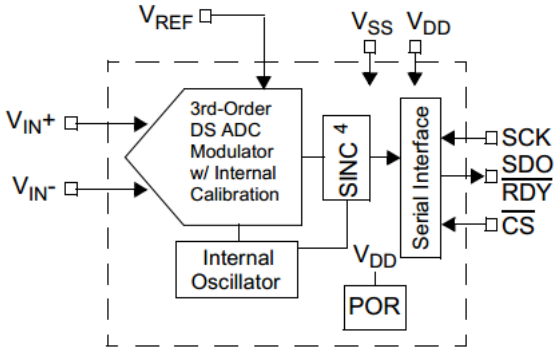


Figura 2.2: Diagrama de blocos interno
Fonte: MCP3551 Datasheet

Considerando que V_{REF}=5V a conversão da entrada analógica para a palavra digital em 21 bits é dada de acordo com o gráfico abaixo.

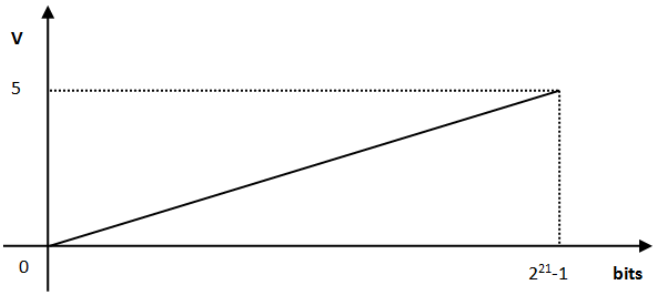


Figura 2.3: Gráfico que relaciona a conversão em bits de acordo com a tensão de entrada

Este gráfico é válido para V_{IN+}>V_{IN-}. Caso contrário, o gráfico tem o mesmo comportamento, no entanto, o bit 22 da conversão fica

em 1 indicando esta condição. A tabela a seguir procura esclarecer este funcionamento. Observe que além dos 22 bits da conversão ADC, há os bits OVL e OVH. A função destes bits é indicar uma condição de overflow (transbordo) ficando em nível alto OVL caso a tensão V_{IN} seja menor que $-V_{REF}$ e OVH em nível alto caso seja maior que V_{REF}. Fora destas condições, estes bits ficam em nível 0. Estes bits assim como o resultado da conversão são lidos através do barramento SPI.

Analog Input Voltage	OVL	OVH	Digital Output Code																						Decimal Code	Hexa
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		*B[23:0]*
Vref +1 LSB	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2097153	600001
Vref	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2097152	600000
Vref - 1 LSB	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2097151	1FFFFF
2 LSB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	000002
1 LSB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	000001
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	000000
-1 LSB	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	3FFFFF
-2 LSB	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-2	3FFFFE
-Vref	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2097152	200000
-Vref -1LSB	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-2097153	9FFFFF
-Vref -2LSB	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-2097154	9FFFFE

Tabela 2.1: Tabela de conversão do ADC de acordo com a tensão de entrada
Fonte: MCP3551 Datasheet

Observe que o gráfico da figura 2.3 trata-se de uma função linear, definida segundo a função a seguir.

$$ADC = \frac{(2^{21} - 1).V_{IN}}{V_{REF}}$$

Figura 2.4: Função de conversão V_{IN} para bits do ADC
Fonte: MCP3551 Datasheet