

Vitor Amadeu Souza

Projetos com

# Raspberry Pi Pico

Parte XVIII

© 2022 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.

© 2022 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.

**Outubro de 2022**

**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**

***“Por mais que na batalha se vença um ou mais inimigos, a vitória sobre si mesmo é a maior de todas as vitórias.”***

**Buda**

## Kits Didáticos e Gravadores da Cerne Tecnologia

A Cerne tecnologia têm uma linha completa de aprendizado para os Raspberryes da família PIC, 8051, Holtek, dsPIC, ARM, Raspberry, etc. Veja os detalhes de um de nossos kits.



### Kit Cerne Arduino

- Microcontrolador ATMEGA8;
- Comunicação serial RS232;
- Alimentação de 12V;
- Pinos de I/O;
- Gravação ICSP.

Uma linha completa de componentes para o desenvolvimento de seus projetos eletrônicos como displays, PICs, botões, leds, cristais e etc. Visite a nossa página na Internet, no endereço [www.cerne-tec.com.br](http://www.cerne-tec.com.br) e conheça melhor nossos serviços e produtos.



[www.cerne-tec.com.br](http://www.cerne-tec.com.br)

# Sumário

<b>I. Metodologia de desenvolvimento</b>	<b>6</b>
1. Introdução	6
<b>II. Comunicando com um ADC externo</b>	<b>7</b>
1. Conceito	7
2. Esquema elétrico	13
3. Fluxograma	15
4. Código fonte	15
<b>Referências</b>	<b>22</b>

# Capítulo I

## Metodologia de desenvolvimento

### 1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Aplicações eletrônicas no Raspberry Pi Pico – Programado em Python* (2022) do mesmo autor e editora, onde outros exemplos são 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 nesta obra citada, para que haja um melhor aproveitamento do conteúdo a ser apresentado.

A placa didática utilizada é a Raspberry Pi Pico, onde os recursos para testar os circuitos propostos são conectados através das conexões disponíveis na lateral do kit. Tal kit está à venda no site [www.cerne-tec.com.br](http://www.cerne-tec.com.br).

# Capítulo II

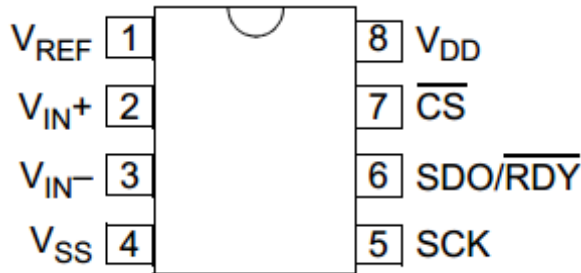
## Comunicando com ADC externo

### 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](http://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.



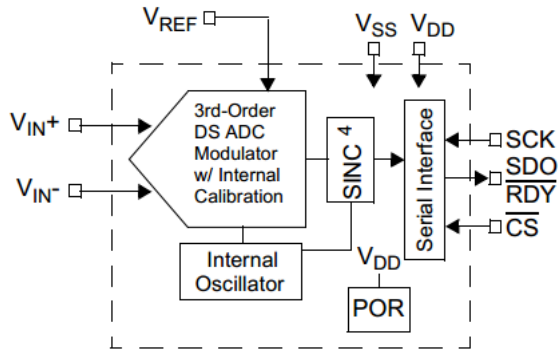
**Figura 2.1:** Pinagem do MCP3551

**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 Raspberry 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.

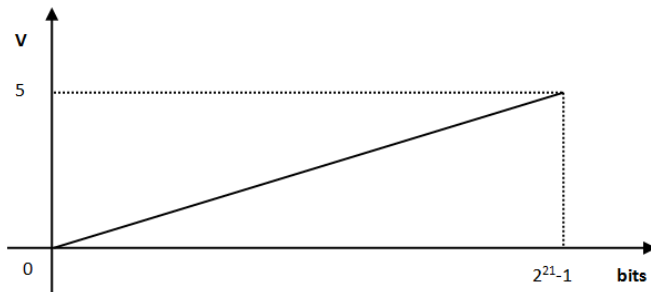
**Obs:** Caso o modo diferencial não seja utilizado, a entrada  $V_{IN-}$  pode ser conectada ao GND. Neste caso, a entrada  $V_{IN+}$  poderá variar de GND a  $V_{REF}$ .

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
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	0	0	2087153	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	0	2087152	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	1	2087151	1FFFFFF	
2 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	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	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	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	-1	3FFFFFF	
-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	1	0	-2	3FFFFFFE	
-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	0	-2087152	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	1	-2087153	9FFFFFF	
-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	1	0	-2087154	9FFFFFFE	

**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.

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

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