





Sistemas Embarcados

O que são os sistema embarcados e tecnologias habilitadoras.



- Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2006). Atua em pesquisa e desenvolvimento na área de eletrônica e automação industrial. Possui vasta experiência em desenvolvimento de hardware, mais especificamente, placas de circuito impresso, dentre elas: placas de instrumentação analógica e digital utilizadas em sistemas de testes, placas processadoras baseadas em microcontroladores de diversos fabricantes, placas utilizadas em sistemas de comunicação digital com tecnologias cabeadas como RS485, RS422, Ethernet e tecnologias sem fio como Wi-fi 802.11, Zigbee 802.15 dentre outras. Possui experiência em desenvolvimento de firmware em diversas plataformas dentre elas: Intel 8088, 8051, Atmel, Microchip, ESP8266, Arduino.
- <http://lattes.cnpq.br/5067803336101638>

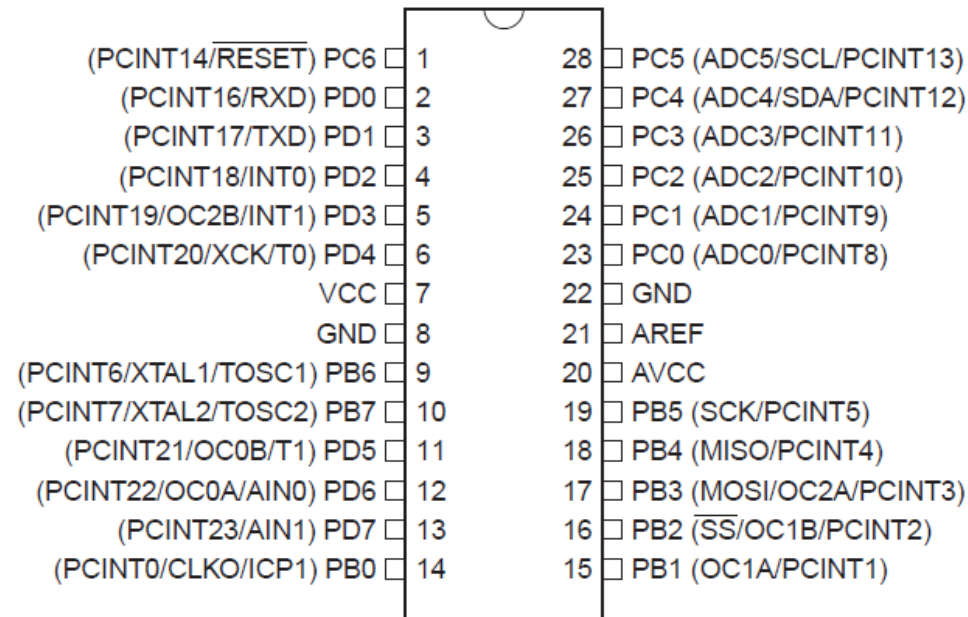


- Conversor analógico para digital ou AD;
- Registradores que controlam o AD;
- Resolução do AD;
- Matemática da conversão;

Conversor analógico para digital, AD



- O conversor analógico para digital é um periférico vastamente utilizado na indústria para leitura de sensores e realização de medição de níveis de tensão.
- Somente alguns pinos específicos do microcontrolador são preparados para esse tipo de leitura



Registradores que controlam o AD



- Registro de controle de escolha das entradas ADMUX.

ADMUX – ADC Multiplexer Selection Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7C)	REFS1	REFS0	ADLAR	–	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Registros que controlam o AD



- Bits que controlam a referência de tensão do AD

Table 21-3. Voltage Reference Selections for ADC

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal V_{ref} turned off
0	1	AV_{CC} with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 1.1V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

Registros que controlam o AD



- Bits que controlam o canal do AD que deverá ser lido

Table 21-4. Input Channel Selections

MUX3..0	Single Ended Input
0000	ADC0
0001	ADC1
0010	ADC2
0011	ADC3
0100	ADC4
0101	ADC5
0110	ADC6
0111	ADC7
1000	ADC8 ⁽¹⁾
1001	(reserved)
1010	(reserved)
1011	(reserved)
1100	(reserved)
1101	(reserved)
1110	1.1V (V_{BG})
1111	0V (GND)

Registros que controlam o AD



- Registro de controle e status A

ADCSRA – ADC Control and Status Register A

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7A)	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Registros que controlam o AD



- Registro de controle e status B

ADCSRB – ADC Control and Status Register B

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7B)	–	ACME	–	–	–	ADTS2	ADTS1	ADTS0	ADCSRB
Read/Write	R	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Registros que controlam o AD



- Registro de dados e suas possibilidades de armazenamento.

21.9.3.1 ADLAR = 0

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
(0x79)	–	–	–	–	–	–	ADC9	ADC8	ADCH
(0x78)	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	ADCL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

21.9.3.2 ADLAR = 1

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
(0x79)	ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADCH
(0x78)	ADC1	ADC0	–	–	–	–	–	–	ADCL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	



- É a quantidade de bits que um AD possui para fazer a conversão.
- O AD do nosso sistema possui 10 bits de resolução;

$$2^{10} = 1024$$

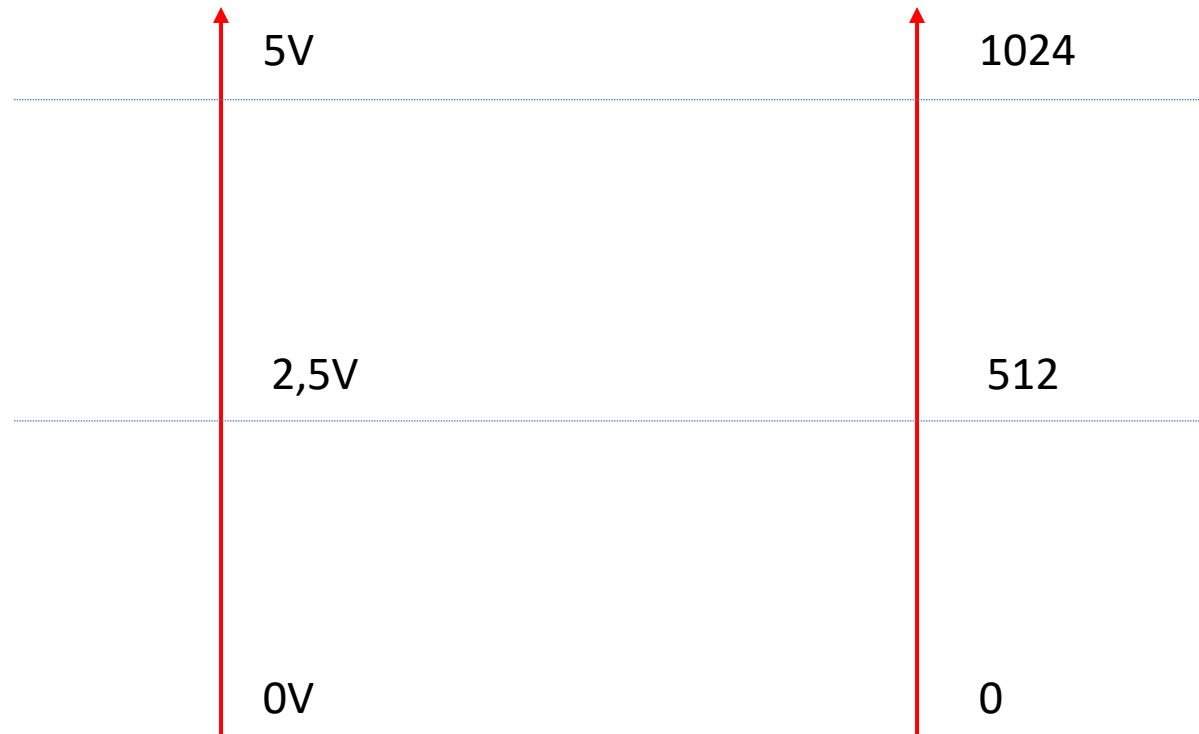
- Se levarmos em consideração que a entrada pode variar de 0 a 5 V então podemos calcular o menor valor que poderá ser medido para o nosso sistema, que consiste em:

$$5V / 1024 = 0,0048V \sim 5mV$$

- Grandezas menores do que esse valor terão suas medidas incertas.



- Cada valor analógico da entrada equivalerá a um valor binário





- $\text{Precisão} = \text{Referência} / \text{resolução} = 5/1024 = 0,0048$
- $\text{Valor em tensão} = \text{Valor do AD} * \text{Precisão}$
- $\text{Valor em tensão} = \text{Valor do AD} * \text{Referência} / \text{resolução} = \text{Valor do AD} * 5/1024;$
- $\text{Valor em tensão} = \text{Valor do AD} * 5/1024;$

Exercício 1



- Fazer a leitura de um potenciômetro

Exercício 2



- Fazer a leitura de um sensor de temperatura a varistor.

