

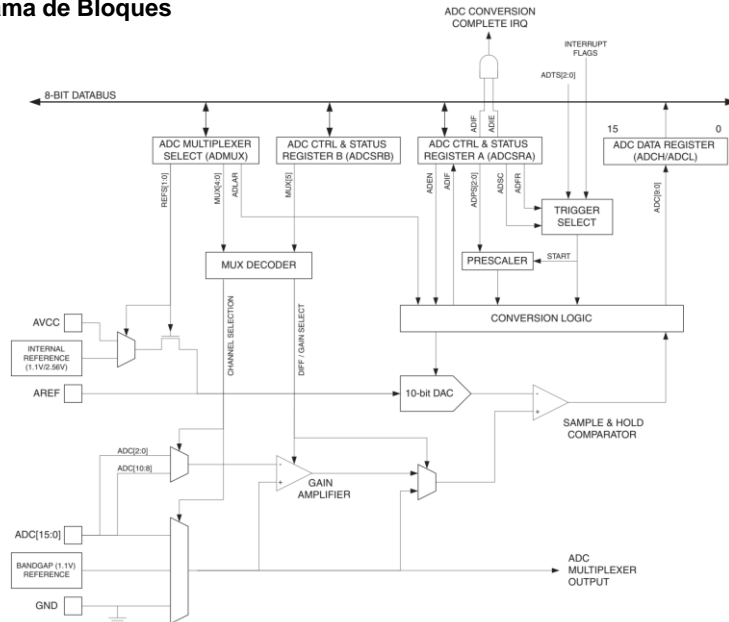
# Microcontroladores

## ADC (AVR ATmega1280/2560)

### ADC (Convertidor Analogo a Digital)

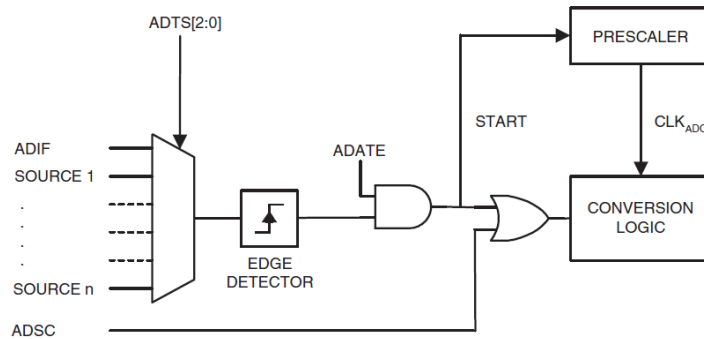
- Resolución de 10 bits (000- 3FF)
- Tiempo de Conversión  $13\mu\text{s}$  –  $260\mu\text{s}$
- Hasta 76.9KSPS ( hasta 15KSPS a la máxima resolución)
- 16 Canales (entrada simple)
- 14 Canales (modo diferencia)
- 4 Canales diferenciales con selector de ganancia 10x y 200x
- Rango del voltaje de entrada 0 –  $V_{cc}$
- Rango del voltaje de entrada en modo diferencial 2.7 –  $V_{cc}$
- Referencia de Voltaje seleccionable 2.56V o 1.1V
- Conversión única o ejecución libre
- Interrupción por conversión completa
- Modo Sleep para cancelación de ruido

## Diagrama de Bloques



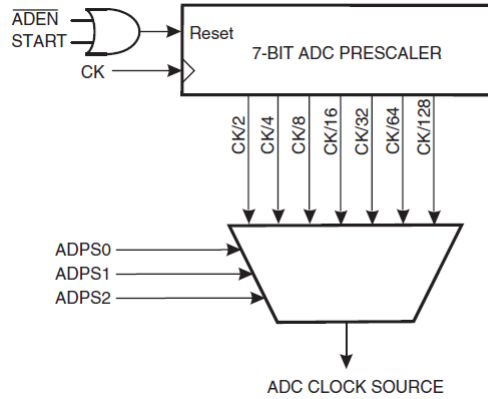
3

## Auto-disparo



4

## Pre-escalador para el ADC

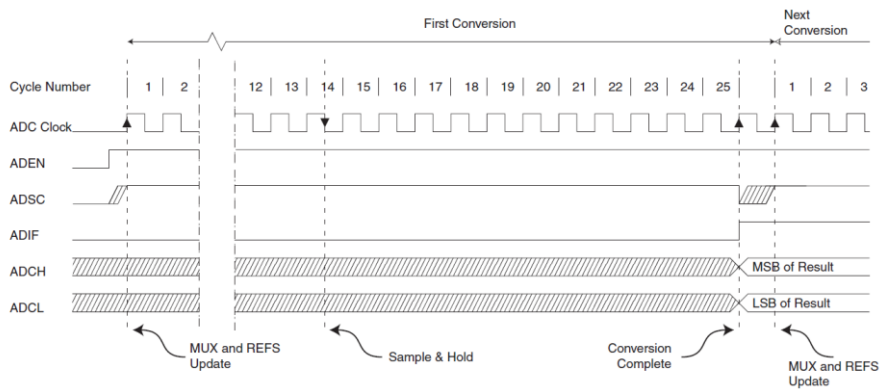


### Notas:

1. El ADC requiere una fuente de reloj entre 50KHz y 200KHz
2. Si se requiere una resolución menor a 10bits, la fuente de reloj para el ADC puede ser tan grande como 1000KHz

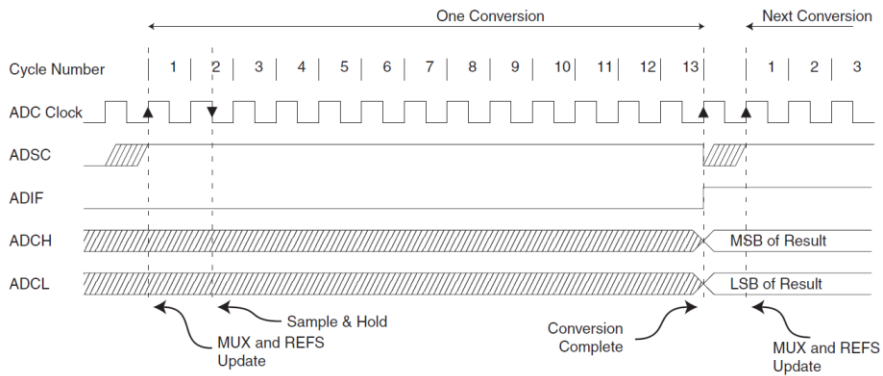
5

## Diagrama de Tiempo – Simple conversión



6

## Diagrama de Tiempo – Simple conversión



7

## Resultado de la conversión

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

000h : Representa la tierra analógica

3FFh : Representa el voltaje de Referencia menos LSB  
(bit menos significativo)

Una vez completada la conversión (ADIF es 1) el resultado estará en ADCL y ADCH (el resultado esta representado en 10 bits por lo que se necesitan 2 registros)

8

## Registros del ADC

### ADC Data Register - ADCL y ADCH

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	

9

## Registros:

### ADC Multiplexer Selection Register – ADMUX

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7C)	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
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	

#### Bit 7:6 – Reference Selection Bits

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal Vref turned off
0	1	AVCC with external capacitor at AREF pin
1	0	Internal 1.1V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

#### Notas:

1. Si se selecciona ganancia de 10x o 200x solo se puede hacer uso de la referencia interna de **2.56V**
2. Para conversiones en modo diferencia solo puede hacer uso de la referencia interna de **1.1V**

10

## Registros:

### ADC Multiplexer Selection Register – ADMUX

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7C)	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
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	

### Bit 5 – ADC Left Adjust Result

Si ADLAR es 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	

Si ADLAR es 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	

11

## Registros:

### ADC Multiplexer Selection Register – ADMUX

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7C)	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
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	

### Bit 4:0 – MUX4:0 Analog Channel and Gain Selection Bits

MUX5:0	Single Ended Input	Positive Differential Input	Negative Differential Input	Gain
000000	ADC0	N/A	N/A	N/A
000001	ADC1			
000010	ADC2			
000011	ADC3			
000100	ADC4			
000101	ADC5			
000110	ADC6			
000111	ADC7			

12

#### Bit 4:0 – MUX4:0 Analog Channel and Gain Selection Bits

MUX5:0	Single Ended Input	Positive Differential Input	Negative Differential Input	Gain
001000 <sup>(1)</sup>	N/A	ADC0	ADC0	10x
001001 <sup>(1)</sup>		ADC1	ADC0	10x
001010 <sup>(1)</sup>		ADC0	ADC0	200x
001011 <sup>(1)</sup>		ADC1	ADC0	200x
001100 <sup>(1)</sup>		ADC2	ADC2	10x
001101 <sup>(1)</sup>		ADC3	ADC2	10x
001110 <sup>(1)</sup>		ADC2	ADC2	200x
001111 <sup>(1)</sup>		ADC3	ADC2	200x
010000		ADC0	ADC1	1x
010001		ADC1	ADC1	1x
010010		ADC2	ADC1	1x
010011		ADC3	ADC1	1x
010100		ADC4	ADC1	1x
010101		ADC5	ADC1	1x
010110		ADC6	ADC1	1x
010111		ADC7	ADC1	1x
011000		ADC0	ADC2	1x
011001		ADC1	ADC2	1x
011010	N/A	ADC2	ADC2	1x
011011		ADC3	ADC2	1x
011100		ADC4	ADC2	1x
011101		ADC5	ADC2	1x

13

#### Bit 4:0 – MUX4:0 Analog Channel and Gain Selection Bits

011110	1.1V (V <sub>BG</sub> )	N/A
011111	0V (GND)	
100000	ADC8	N/A
100001	ADC9	
100010	ADC10	
100011	ADC11	
100100	ADC12	
100101	ADC13	
100110	ADC14	
100111	ADC15	

14

#### Bit 4:0 – MUX4:0 Analog Channel and Gain Selection Bits

MUX5:0	Single Ended Input	Positive Differential Input	Negative Differential Input	Gain
101000 <sup>(1)</sup>	N/A	ADC8	ADC8	10x
101001 <sup>(1)</sup>		ADC9	ADC8	10x
101010 <sup>(1)</sup>		ADC8	ADC8	200x
101011 <sup>(1)</sup>		ADC9	ADC8	200x
101100 <sup>(1)</sup>		ADC10	ADC10	10x
101101 <sup>(1)</sup>		ADC11	ADC10	10x
101110 <sup>(1)</sup>		ADC10	ADC10	200x
101111 <sup>(1)</sup>		ADC11	ADC10	200x
110000		ADC8	ADC9	1x
110001		ADC9	ADC9	1x
110010		ADC10	ADC9	1x
110011		ADC11	ADC9	1x
110100		ADC12	ADC9	1x
110101		ADC13	ADC9	1x
110110		ADC14	ADC9	1x
110111		ADC15	ADC9	1x
111000	N/A	ADC8	ADC10	1x
111001		ADC9	ADC10	1x
111010		ADC10	ADC10	1x
111011		ADC11	ADC10	1x
111100		ADC12	ADC10	1x
111101		ADC13	ADC10	1x
111110		Reserved	N/A	
111111		Reserved	N/A	

15

## Registros:

### ADC Control and Status Register A – ADCSRA

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	

**Bit 7 – ADEN: ADC Enable**

**Bit 6 – ADSC: ADC Start Conversion**

**Bit 5 – ADATE: ADC Auto Trigger Enable**

**Bit 5 – ADIF: ADC Interrupt Flag**

**Bit 4 – ADIE: ADC Interrupt Enable**

**Bit3:0 – ADPS2:0 : ADC Prescaler Select Bits**

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Factor
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

16



## Registros:

### ADC Control and Status Register B – ADCSRB

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	

#### Bit2:0 – ADTS2:0 : ADC Auto Trigger Source

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter1 Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

17

## Registros:

### Digital Input Disable Register – DIDR0

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7E)	ADC7D	ADC6D	ADC5D	ADC4D	ADC3D	ADC2D	ADC1D	ADC0D	DIDR0
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	

#### Bit7:0 – ADC7D7:0 : Digital Input Disable

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x7D)	ADC15D	ADC14D	ADC13D	ADC12D	ADC11D	ADC10D	ADC9D	ADC8D	DIDR2
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	

#### Bit7:0 – ADC15D:8 : Digital Input Disable

18