

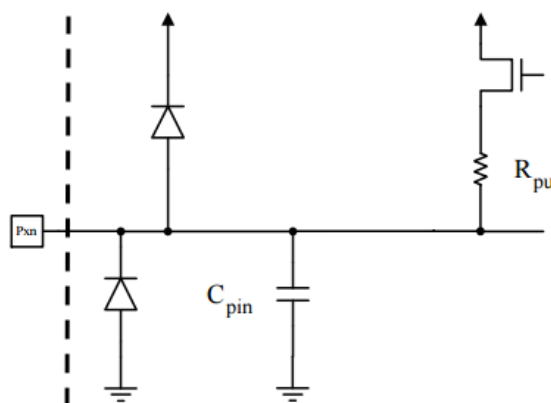
# Puertos de entrada/salida digital en AVR

Los microcontroladores AVR® de 8 bits controlan las aplicaciones a través de sus pines de entrada y salida (E/S) digitales. Estos pines pueden monitorear cualquier voltaje presente como una entrada de alta impedancia y suministrar o absorber corriente como una salida digital de alto o bajo voltaje. Estos pines generalmente se organizan en grupos de ocho y se denominan puerto. El AVR usa el alfabeto para nombrar estos puertos, por ejemplo: PortA, PortB, etc. Los pines de PortA se denominan PA0 - PA7.

## Visión general

Todos los puertos AVR tienen verdadera funcionalidad de lectura, modificación y escritura cuando se usan como puertos de E/S digitales generales. Esto significa que la dirección de un pin de puerto se puede cambiar sin cambiar involuntariamente la dirección de cualquier otro. Lo mismo se aplica al cambiar el valor del variador (si está configurado como salida) o al habilitar/deshabilitar las resistencias pull-up (si está configurado como entrada). Cada búfer de salida tiene características de unidad simétricas con alta capacidad de fuente y sumidero.

El controlador de pines es lo suficientemente robusto como para controlar pantallas LED directamente. Todos los pines del puerto tienen resistencias pull-up seleccionables individualmente con una resistencia invariable de voltaje de suministro. Todos los pines de E/S tienen diodos de protección tanto para VCC como para tierra, como se indica en la figura.



(/local--files/8avr:ioports/avriopin.png)

# Resumen breve del puerto de E/S del AVR

AVR® Insights - Episode 3 - How To Use Ports: Enabling Pins an...



## Configuración de los pines digitales de E/S

Cada puerto consta de tres registros:

- **DDRx** : registro de dirección de datos
- **PORTx** – Registro de salida de clavijas
- **PINx** : registro de entrada de PIN

donde x = Nombre del puerto (A, B, C o D)

**Name:** DDRB

**Offset:** 0x24

**Reset:** 0x00

**Property:** When addressing as I/O Register: address offset is 0x04

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	DDRB7	DDRB6	DDRB5	DDRB4	DDRB3	DDRB2	DDRB1	DDRB0
Access	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Bits 7:0 – DDRBn: Port B Data Direction [n = 7:0]**

(//local--files/8avr:ioports/ddrb.png)

**Name:** PORTB  
**Offset:** 0x25  
**Reset:** 0x00  
**Property:** When addressing as I/O Register: address offset is 0x05

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0
Access	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Bits 7:0 – PORTBn: Port B Data [n = 0:7]**

(/local--files/8avr:ioports/portb.png)

**Name:** PINB  
**Offset:** 0x23  
**Reset:** N/A  
**Property:** When addressing as I/O Register: address offset is 0x03

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0
Access	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	x	x	x	x	x	x	x	x

**Bits 7:0 – PINBn: Port B Input Pins Address [n = 7:0]**

(/local--files/8avr:ioports/pinb.png)

Estos registros determinan la configuración de las entradas y salidas digitales. Los pines de E/S también se pueden compartir con periféricos internos. Por ejemplo, el convertidor analógico a digital (ADC) se puede conectar al pin de E/S en lugar de ser un pin digital. En este caso, los registros de pines de E/S lo configuran como una entrada de alta impedancia de tres estados.

## Bits de registro

- Se accede a los bits DDxn en la dirección de E/S DDRx
- Bits PORTxn en la dirección de E/S PORTx
- Bits PINxn en la dirección de E/S PINx

Donde n = número de bit de pin en el registro de puerto

### DDxn

Los bits DDxn en el Registro DDRx seleccionan la dirección de este pin. Si DDxn se escribe en '1', Pxn se configura como pin de salida. Si DDxn se escribe en '0', Pxn se configura como pin de entrada.

### PUERTOxn

Los bits PORTxn en el registro PORTx tienen dos funciones. Pueden controlar el estado de salida de un pin y la configuración de un pin de entrada.

**Como salida:**

si se escribe un '1' en el bit cuando el pin está configurado como un pin de salida, el pin del puerto se eleva. Si se escribe un '0' en el bit cuando el pin está configurado como un pin de salida, el pin del puerto está bajo.

**Como entrada:**

si se escribe un '1' en el bit cuando el pin está configurado como pin de entrada, se activa la resistencia pull-up. Si se escribe un '0' en el bit cuando el pin está configurado como pin de entrada, el pin del puerto tiene tres estados.

**PINxn**

Los bits PINxn en el registro PINx se utilizan para leer datos del pin del puerto. Cuando el pin está configurado como una entrada digital (en el registro DDRx) y el pull-up está habilitado (en el registro PORTx), el bit indicará el estado de la señal en el pin (alto o bajo).

**Nota:** si un puerto se convierte en una salida, la lectura del registro PINx le proporcionará datos que se han escrito en los pines del puerto.

**Como entrada de tres estados:**

cuando el registro PORTx deshabilita la resistencia pull-up, la entrada será de tres estados, dejando el pin flotando. Cuando se deja en este estado, incluso una pequeña carga estática presente en los objetos circundantes puede cambiar el estado lógico del pin. Si intenta leer el bit correspondiente en el registro pin, no se puede predecir su estado.

## Ejemplos

Todos los pines PORTA configurados como entradas con pull-ups habilitados y luego leen datos de PORTA:

```
DDRA = 0x00;      //make PORTA all inputs
PORTA = 0xFF;     //enable all pull-ups
data = PINA;      //read PORTA pins into variable data
```

PORTB configurado para entradas de tres estados:

```
DDRB = 0x00;      //make PORTB all inputs
PORTB = 0x00;     //disable pull-ups and make all pins tri-state
```

PORTA nybble inferior configurado como salidas, nybble superior como entradas con pull-ups habilitados:

```
DDRA = 0x0F;           //lower pins output, higher pins input
PORTA = 0xF0;           //output pins set to 0, input pins enable pull-ups
```

**Está disponible un proyecto de ejemplo que controla un pin de E/S junto con una depuración simple.**

Proyecto de E/S digital en AVR Xplained 328PB (/8avr:digital-i-o-on-avr)

### Proyecto de ejemplo mencionado en el video

[ | Ejemplo de E/S con referencia de vídeo  
([https://microchiptechnology.sharepoint.com/:u:/s/DeveloperHelp/EZ-ZCQJt6dNltJa2e5ZyoS0BPRC0Zgz3CqYeel\\_NLOIEpQ?e=ZOOuRD](https://microchiptechnology.sharepoint.com/:u:/s/DeveloperHelp/EZ-ZCQJt6dNltJa2e5ZyoS0BPRC0Zgz3CqYeel_NLOIEpQ?e=ZOOuRD)) ]]

## Consejos y trucos

### Cambio entre entrada y salida

Al cambiar entre tres estados (**{DDxn, PORTxn} = 0b00**) y salida alta (**{DDxn, PORTxn} = 0b11**), un estado intermedio con pull-up habilitado (**{DDxn, PORTxn} = 0b01**) o salida baja (**{DDxn, PORTxn} = 0b10**) debe ocurrir.

Normalmente, el estado habilitado de pull-up es completamente aceptable, ya que un entorno de alta impedancia no notará la diferencia entre un controlador alto fuerte y un pull-up. Si este no es el caso, el bit PUD en el registro MCUCR se puede configurar para deshabilitar todos los pull-ups en todos los puertos.

Cambiar entre entrada con pull-up y salida baja genera el mismo problema. Debe utilizar el estado triple

(**{DDxn, PORTxn} = 0b00**) o el estado alto de salida (**{DDxn, PORTxn} = 0b11**) como paso intermedio.

DDxn	PORTxn	PUD (in MCUCR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

(/local--files/8avr:ioports/avrportconfig.png)

### Deshabilitar anulación de pull-ups

El bit **PUD** Pull-up Disable en el registro **MCUCR** puede anular la configuración pull-up de **DDRx** y **PORTx** .

**Name:** MCUCR  
**Offset:** 0x55  
**Reset:** 0x00  
**Property:** When addressing as I/O Register: address offset is 0x35

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
		BODS	BODSE	PUD			IVSEL	IVCE
Access		R/W	R/W	R/W			R/W	R/W
Reset		0	0	0			0	0

(/local--files/8avr:ioports/mcucr.png)

Cuando este bit se escribe en uno, los pull-ups en los puertos de E/S se deshabilitan incluso si los **registros DDxn** y **PORTxn** están configurados para habilitar los pull-ups (**{DDxn, PORTxn} = 0b01**) .

### Alternar un pin de E/S

Escribir un '1' en PINxn cambia el valor de PORTxn independientemente del valor de DDRxn. La instrucción de ensamblaje SBI se puede usar para alternar un solo bit en un puerto.

### Pines desconectados

Si algunos pines no se utilizan, le recomendamos que se asegure de que estos pines tengan un nivel definido, aunque la mayoría de las entradas digitales estén deshabilitadas en los modos de suspensión profunda. Deben evitarse las entradas flotantes para reducir el consumo de corriente en todos los demás modos en los que las entradas digitales están habilitadas (reinicio, modo activo y modo inactivo).

El método más simple para garantizar un nivel definido de un pin no utilizado es habilitar el pull-up interno. En este caso, el pull-up se desactivará durante el reinicio. Si el bajo consumo de energía durante el reinicio es importante, le recomendamos que utilice un pull-up o pull-down externo. NO se recomienda conectar los pines no utilizados directamente a VCC o GND, ya que esto puede causar corrientes excesivas si el pin se configura accidentalmente como una salida.