

...E/S digital de gama media mejorada de 8 bits

Estructura básica de E/S

Casi todos los pines del microcontrolador PIC® de rango medio mejorado (MCU) se pueden usar como pines de entrada o salida digital. Los pines digitales comparten estos atributos:

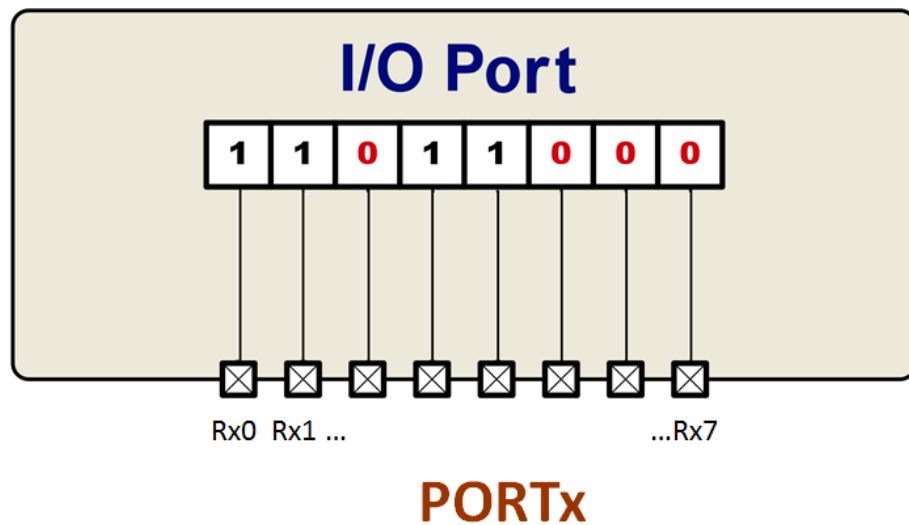
- Capacidad para monitorear entradas digitales
- Señales de salida digital de control
- Dominadas débiles internas
- Multiplexado con periféricos
- Alta capacidad de accionamiento (hasta 25 mA disipador/fuente en muchos pines de E/S)
- Manipulación directa de bit de ciclo único
- Diodos de protección ESD de 4 kV

En REINICIO:

- Los pines digitales vuelven a la entrada (Hi-Z)
- Los pines con capacidad analógica vuelven a ser analógicos

Las E/S digitales están controladas por software en la MCU. El programa MCU configura, lee y envía los valores a los pines digitales.

Puertos de E/S



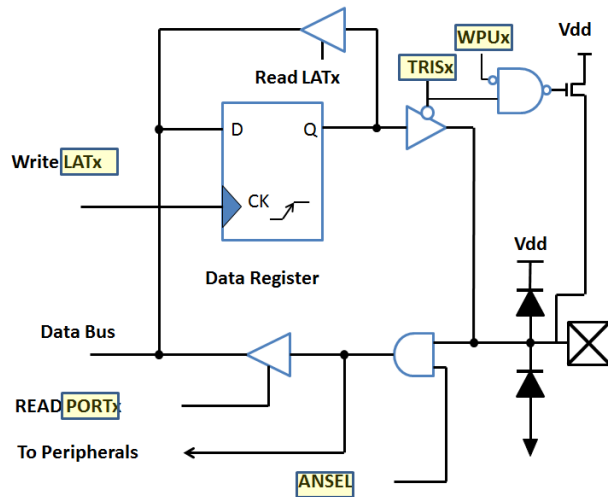
(https://microchipdeveloper-com.translate.google/local--files/8bit:emr-digital-io/ports.svg?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

Figura 1. Puerto de E/S.

Los pines de E/S digitales individuales se combinan en grupos llamados puertos. Los puertos de E/S contienen hasta ocho pines digitales. Se puede acceder a los pines de E/S digital individualmente pin por pin. También se puede acceder a todos los miembros de un puerto de E/S particular en un ciclo de instrucción mediante una de las instrucciones de acceso a bytes de la MCU.

Los puertos de E/S se denominan por letras (p. ej., PORTA, PORTB, PORTC). El número de puertos de E/S variará según el MCU de PIC que se utilice. Consulte la hoja de datos individual para determinar las asignaciones de PUERTO para una MCU PIC.

Pin típico de E/S digital



(https://microchipdeveloper-com.translate.google/local--files/8bit:emr-digital-io/basic-digital-io.svg?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

Figura 2. E/S de pin digital.

Hay cinco registros disponibles para configurar y controlar los pines de E/S digitales.

1. TRISx: establece la dirección como entrada o salida.
2. ANSELx: determina si un pin con capacidad analógica funciona como entrada analógica o E/S digital.
3. LATx: se utiliza para generar valores para un pin digital.
4. PORTx- Lee el valor de entrada de un pin digital.
5. WPUx- Habilita el pull up débil interno.



Hay cinco registros de control de E/S para cada puerto.

- Para el puerto A los registros de control son: TRISA, ANSELA, LATA, PORTA y WPUA.
- Para el puerto B los registros de control son: TRISB, ANSELB, LATB, PORTB y WPUB.

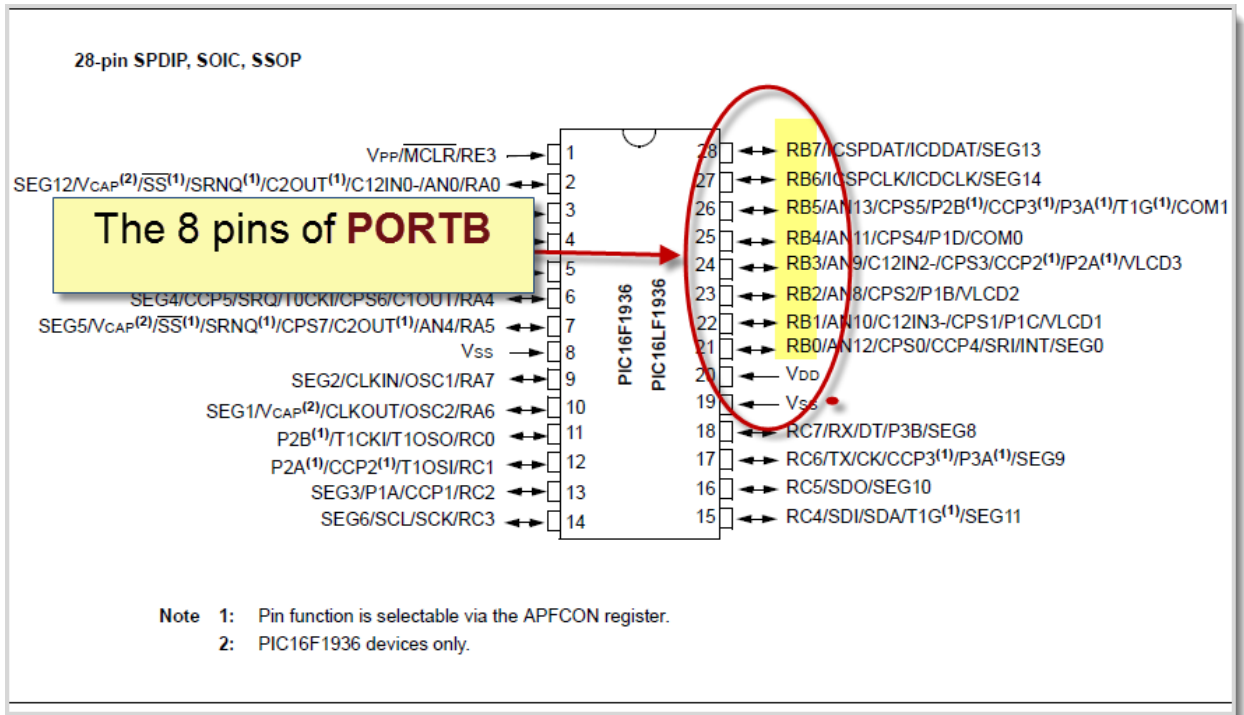
A lo largo de esta página se proporcionan ejemplos de programas que muestran cómo utilizar los registros de control de E/S.

Identificación de los pines de E/S en la hoja de datos

Las E/S digitales pueden compartir pines con otros periféricos y líneas de control de MCU. Algunos pines de E/S digitales tienen capacidad analógica y se pueden configurar para operar como pines de entrada analógica. Consulte el diagrama de pines de la hoja de datos del dispositivo para determinar qué pines están disponibles como E/S digital.

Los pines digitales se identifican mediante tres identificadores secuenciales:

- El primer identificador de un pin digital es la letra R.
- El segundo identificador es una letra del PUERTO en el que está asociado el pin (como A para `PORTA` , B para `PORTB` , etc.).
- El identificador final es un número del 0 al 7 que indica la posición en el PUERTO que ocupa el Pin.



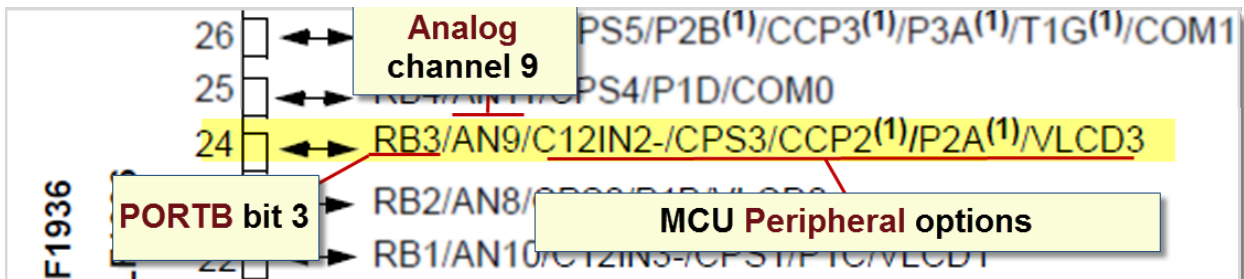
(https://microchipdeveloper-com.translate.goog/local--files/8bit:emr-digital-io/portb.png?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

Figura 3. Todos los pines digitales asociados con PORTB están resaltados en amarillo.

Los miembros de `PORTB` van desde RB0 - RB7.

Para los otros pines en la MCU:

- Los pines con capacidad analógica se designan con las dos letras AN seguidas de un número.
- Los pines periféricos y de control de MCU están designados por nombre en la hoja de datos.



(https://microchipdeveloper-com.translate.goog/local--files/8bit:emr-digital-io/pin.png?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

Figura 4. En el primer plano del RB3/pin 24, se muestran las opciones para el PIC16L/F1936.

El pin 24 se puede configurar como pin digital `PORTB` bit 3, canal analógico 9 o uno de varios periféricos



Para que un pin funcione como un pin digital, todos los periféricos asociados con el pin NO deben estar habilitados.

Si se va a utilizar un pin con capacidad analógica como pin digital, además de no habilitar el periférico, el pin *debe* configurarse específicamente como un pin digital.

Configuración analógica vs digital

Dependiendo de qué MCU PIC de rango medio mejorado se utilice, se pueden configurar hasta 30 pines digitales para que sean pines analógicos. Los registros ANSELx se utilizan para configurar el modo de los pines con capacidad analógica. (ANSELA controla el modo de todos los pines con capacidad analógica en `PORTA` , ANSELB controla el modo para `PORTB` , ANSELD para `PORTD` , etc.).

Los pines con capacidad analógica en el puerto se asignan a bits individuales en un registro ANSELx. Un valor de 1 en un bit de un registro ANSELx habilitará el modo analógico del pin del puerto correspondiente. Un valor de 0 configura el pin para que sea digital.

En RESET, todos los pines con capacidad analógica vuelven al modo analógico. La MCU establece todos los bits ANSELx relevantes en 1.

Ejemplo:

El pin 24, en la Figura 4, puede configurarse como canal analógico 9 o como pin digital RB3.

Para usar este pin como pin digital, se debe borrar el bit 3 de ANSELB.



```
1 banksel ANSELB ; se2
2 bcf ANSELB, 3 ; dt
```



```
1  ANSELBbits.ANSB3 = 0 ;           ?
2
3  //  -- or --
4
5  ANSELB3 = 0 ;
```

Cuando trabaje con pines digitales con capacidad analógica, recuerde:



- Si se intenta una conversión de analógico a digital (ADC) en un pin con capacidad analógica configurado como digital, la conversión devolverá un valor invariable que no refleja el voltaje en el pin.
- Si un pin está configurado como un pin analógico, cualquier valor digital leído del pin siempre será 1, independientemente del voltaje en el panel de entrada.
- Si se escribe un pin analógico configurado como si fuera un pin digital, el nivel de salida del pin no cambiará.

Salidas digitales

El registro TRISx controla la dirección de los datos en cada bit de un puerto. Cada pin en un puerto se asigna a un bit en un registro TRIS. La dirección de datos para cada pin se puede configurar escribiendo un valor de 8 bits en el registro TRIS individualmente, configurando/borrando un bit de registro TRIS o la dirección de todos los bits en un puerto.

En RESET, todos los bits asociados con los pines en los registros TRIS se establecen en 1, lo que hace que todos los pines sean entradas High-Z.

Convertir un pin en un pin de salida digital

Para configurar un pin como salida digital, se deben colocar 0 en los bits de registro TRISx correspondientes.

Escribir en un pin digital

El valor de salida para cada puerto se puede cargar escribiendo en el registro LAT del puerto. (Al igual que todos los demás registros de control de puertos, los nombres de los registros LATx están escritos con letras. Los registros LATx comienzan con LATA y

continúan con LATB, LATC...)

Escribir un 1 a un bit en el registro LAT conducirá el pin a Vdd. Un 0 en un bit LAT llevará el pin a Vss.



Escribir en el registro POTRTx también impulsará la señal de salida al igual que escribir en el registro LATx.

Sin embargo, bajo cargas altas o alta frecuencia, si se escriben secuencialmente varios comandos de modificación de bits (BSF, BCF) en un registro de PUERTO de salida, es posible que la última instrucción de manipulación de bits sobrescriba una instrucción anterior, dando como resultado un valor incorrecto en el puerto de salida. Para evitar la posibilidad de que esto ocurra, se recomienda encarecidamente que la salida siempre se realice en el registro LATx.

Código de ejemplo:

El código que se muestra aquí es un ejemplo de configuración de todos los pines en PORTB como salidas digitales. Una vez configurados como pines de salida, los cuatro bits inferiores del puerto se elevan mientras que los cuatro bits superiores se establecen en 0.



```
1 void main(void) ?
2 {
3     ANSELB = 0 ;      // set PORTE
4     LATB = 0 ;        // set output
5     TRISB = 0 ;       // make PORT
6     LATB = 0x0F      // set lower
7     while(1);
8 }
```



```
1 banksel ANSELB ?
2 clr ANSELB ; make
3 banksel LATB
4 clr LATB ; set 1
5 banksel TRISB
6 clr TRISB ; set 0
7 banksel LATB
8 movlw 0x0F
9 movwf LATB ; set
10 goto $ ; loop
```



¿Por qué se borró el registro LAT antes de configurar el registro TRIS?

En RESET se desconoce el contenido de los registros LATx. Se recomienda que el valor de todos los bits de registro LAT de salida se establezca en un valor conocido (y seguro) antes de habilitar los pines de salida. Esto evitará pulsos de salida espurios e involuntarios.

En este ejemplo, solo la configuración de RB3 se cambia a una salida digital. Una vez configurado, RB3 se eleva. Todos los demás pines (y sus respectivos bits de registro de control) se dejan sin cambios.



```
1 void main(void)           ?
2 {
3     ANSELBbits.ANSB3 = 0 ;    //
4     LATBbits.LATB3 = 0 ;     //
5     TRISBbits.TRISB3 = 0 ;   //
6     LATBbits.LATB3 = 1 ;     //
7     while(1);
8 }
```



```
1 banksel ANSELB           ?
2 bcf ANSELB,3              ; mal
3 banksel LATB
4 bcf LATB,3                ; set
5 banksel TRISB
6 bcf TRISB,3               ; set 1
7 banksel LATB
8 bsf LATB,3                ; set
9 goto $                    ; loop
```

Entradas digitales

Convertir un pin en un pin de entrada digital:

Para configurar un pin como entrada digital, se deben colocar 1 en los bits de registro TRISx correspondientes.

Lectura de un pin digital

El valor de cada pin de entrada se puede observar leyendo el registro PORTx correspondiente. Si el nivel de voltaje en un pin en particular está por encima del umbral de entrada, el bit en el registro PORTx asociado con el pin contendrá un 1. Los voltajes por debajo del umbral contendrán un 0.

Escribir en un bit de registro LATx de un pin configurado como entrada no afectará el valor del pin.

Código de ejemplo:

Este programa de muestra configura RA3 (`PORTA` bit 3) como un pin de entrada digital. Luego, el programa monitorea continuamente el valor de RA3. Cuando RA3 sube, el control del programa se transfiere a una rutina de excepción.



```
1  #define input_pin PORTAbits.RA3
2  void main(void)
3  {
4      ANSELAbits.ANSA3 = 0; // make
5      TRISAbits.TRISA3 = 0; // set
6      while(1)
7          if (input_pin) exception_routine();
8  }
```



```
1  Start:
2      banksel ANSELA
3      bcf ANSELA,3 ; set RA3 as input
4      banksel TRISA
5      bsf TRISA3 ; set
6  Loop:
7      banksel PORTA
8      btfsc PORTA,3 ; "test" RA3
9      goto Exception_Routine ;
10     goto Loop
```

Dominadas débiles internas

Las resistencias pull-up débiles internas están habilitadas para cada pad de E/S mediante el registro WPUx.

El pull-up interno para un pin de entrada digital se habilita escribiendo un 1 en el registro WPUx apropiado. Escribir un 0 en el registro WPUx deshabilita el pull-up.