Programación de Sistemas Embebidos

Clase – El primer programa embebido

Programa analítico de la asignatura

UNIDAD 2: Herramientas de desarrollo:
Toolchains (compilador, ensamblador, vinculador) .
Compilación cruzada (cross compiler). Debugger. Analizador de archivos objetos y ejecutables (disassembly). Automatización del ciclo de compilación (make).

UNIDAD 3: E/S de bajo nivel:
E/S paralela: GPIO.

UNIDAD 4: Programación de bajo nivel
Lenguaje C. Programación sobre hardware sin sistema (baremetal).

Temario

- Ciclo de compilación de un hello world para AVR
- Make y makefiles
- Avrdude
- Entrada y Salida digital : GPIO en AVR

Ciclo de compilación en lenguaje C

- **Etapa de desarrollo:**
  Se desarrolla un proyecto de software en lenguaje C.
  En un editor de texto plano se crean (se programan) los archivos fuentes (.c y .h de cabeceras) que componen toda la aplicación.

- **Etapa de compilación:**
  Cada archivo fuente se compila por separado (se traducen) con el compilador de C. Por cada archivo fuente compilado se genera un archivo código objeto.

- **Etapa de vinculación:**
  Se vinculan todos los archivos objetos y tal vez bibliotecas para formar un archivo ejecutable.

- **Etapa de transferencia (unicamente para sistemas embebidos):**
  Se traduce el archivo ejecutable al formato aceptado por el sistema embebido, y se transfiere la imagen (firmware) al dispositivo.

- **Ejecución:**
  Se ejecuta la aplicación (en sistemas embebidos sin S.O. la aplicación se ejecuta luego de un reset).

El primer programa embebido (AVR) – E/S bajo nivel

Pasos:

1- tener la hoja de datos (manual) del microprocesador / microcontrolador

2- tener el esquemático de la placa (PCB)

3- leer con atención si la E/S es mapeada en memoria o aislada

4- tener instalado el toolchain para el target

5- conocer como compilar (cross-compilar) un programa para la arquitectura destino (target)

6- realizar un programa utilizando punteros para operar sobre los registros de control/estado y datos del periférico de salida (GPIO):

> Para esto se debe leer con atención el esquemático para observar donde se conectará el LED y a que pin del IC está "ruteado".
> Luego, se debe leer el manual para conocer el periférico GPIO relativo a ese pin (direcciones, configuración, uso).

7- compilar y transferir la imagen al target

Primer programa embebido: GPIO

De Wikipedia:

GPIO (General Purpose Input/Output, Entrada/Salida de Propósito General) es un pin de E/S genérico en un chip, cuyo comportamiento se puede controlar por software en tiempo de ejecución.

Los pines GPIO no tienen ningún propósito especial definido, y no se utilizan de forma predeterminada. La idea es que a veces, para el diseño de un sistema completo que utiliza el chip, podría ser útil contar con un puñado de líneas digitales de control adicionales, y tenerlas a disposición ahorra el tiempo de tener que organizar circuitos adicionales para proporcionarlos.

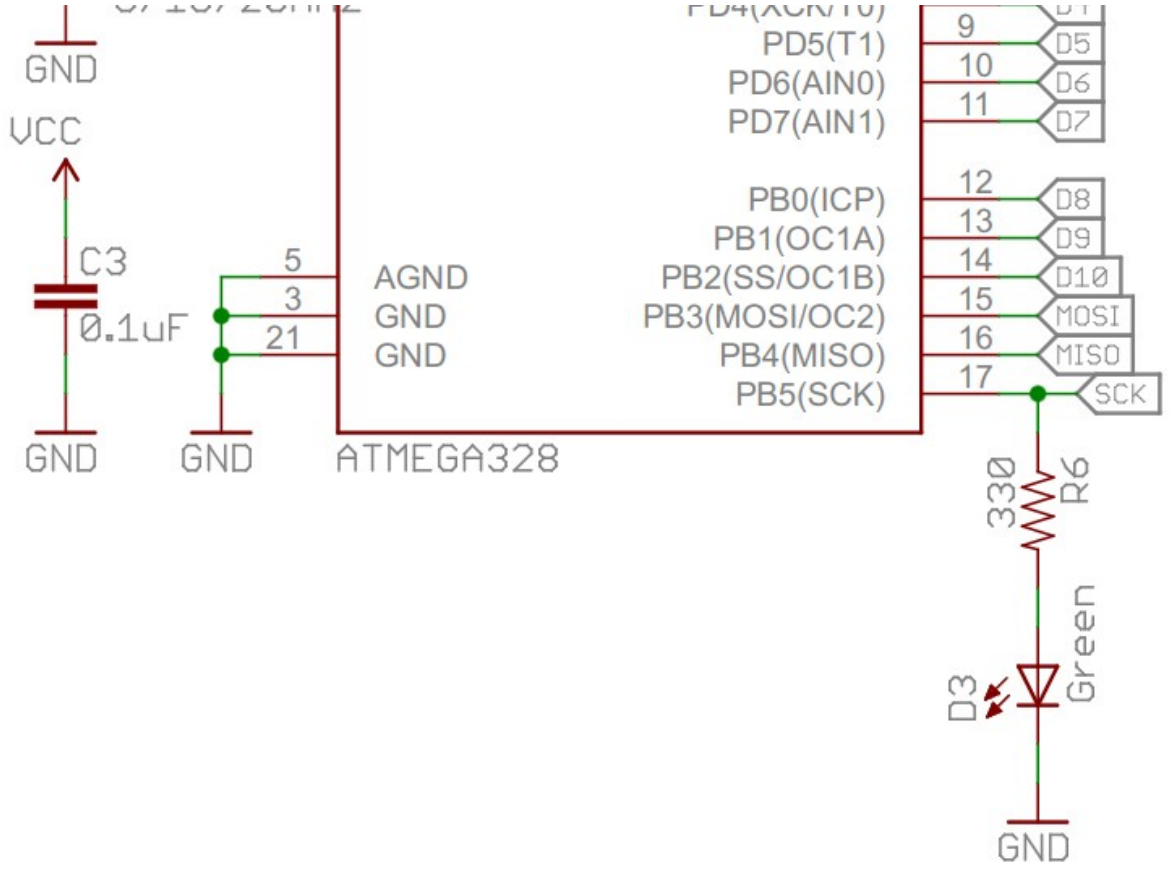
Ejemplo: los chips Realtek ALC260 (códec de audio) tienen 8 pines GPIO, que quedan sin utilizar de forma predeterminada. Algunos integradores de sistemas (Acer Inc. laptops) que emplean el ALC260 utilizan la primera GPIO (GPIO0) para encender el amplificador utilizado para los altavoces internos y el conector de auriculares del ordenador portátil.

En los microcontroladores AVR atmega328p, los pines en un puerto GPIO son de acceso paralelos. Esto significa que se puede poner la señal en alto o bajo (on/off) de varios pines al mismo tiempo (al ejecutar una única instrucción de E/S en la CPU). Incluso, en el mismo momento, se pueden apagar algunas señales y encender otras.

Primer programa embebido: esquemático de la placa de circuito impreso (PCB)

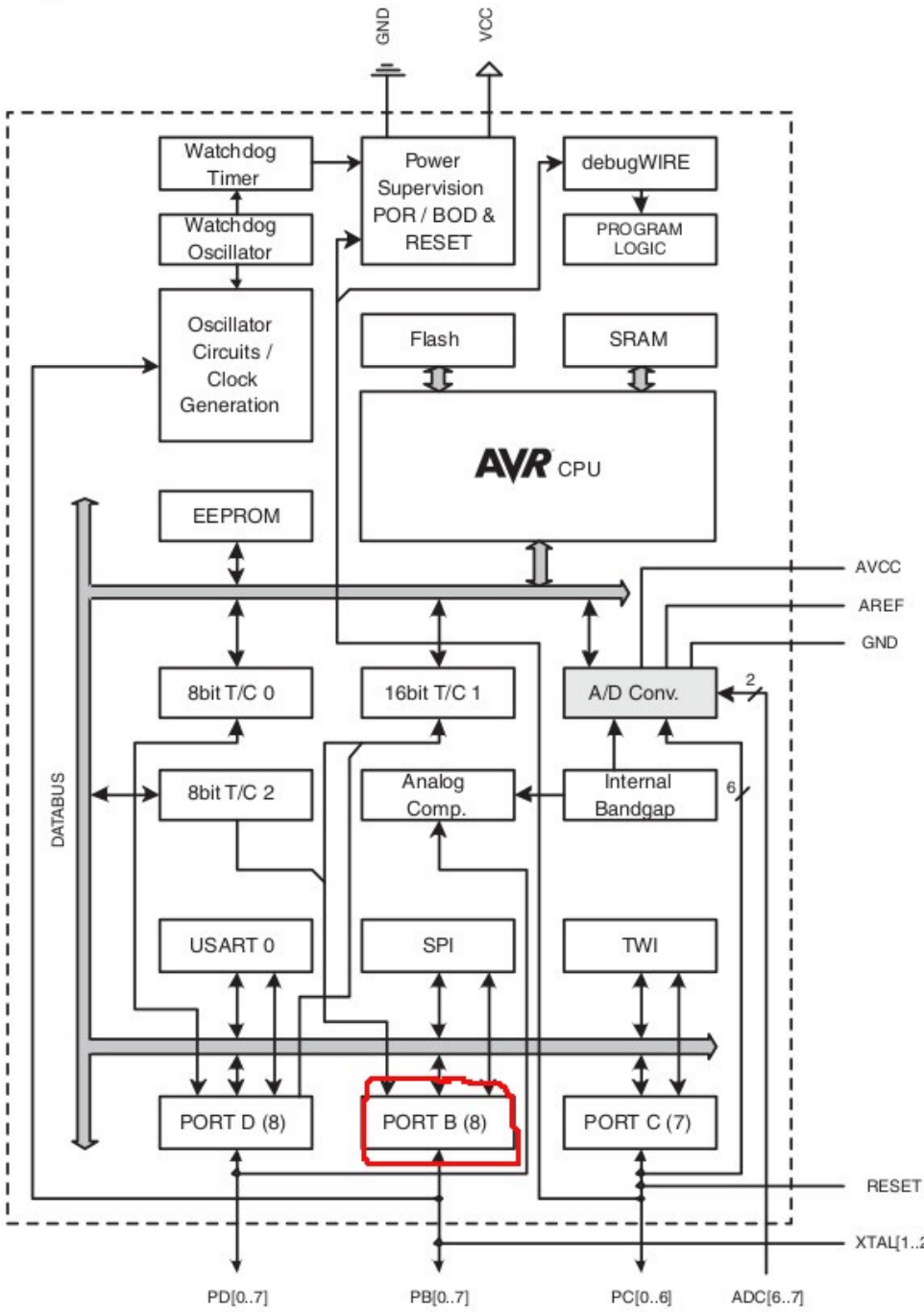
Pasos:

0- Ubicación del LED (ver esquematico)



Primer programa embebido: Diagrama de bloques microcontrolador AVR 8-bit

Figure 2-1. Block Diagram



Pasos:

0- Ubicación del LED (ver esquematico)

1- Ubicación del PB5

Progr

Primer programa embebido: Hoja de datos del AVR 8-bit

Pasos:

0- Ubicación del LED (ver esquematico)

1- Ubicación del PB5

2- Registros de PORT B

3- Direcciones de los registros

14.4.2 PORTB – The Port B Data Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x05 (0x25)	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	PORTB
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	

14.4.3 DDRB – The Port B Data Direction Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x04 (0x24)	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0	DDRB
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	

14.4.4 PINB – The Port B Input Pins Address(1)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x03 (0x23)	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	PINB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Primer programa embebido: Hoja de datos del AVR 8-bit

Pasos:

0- Ubicación del LED (ver esquematico)

1- Ubicación del PB5

2- Registros de PORT B

3- Direcciones de los registros

4- Control de los registros

14.2.1 Configuring the Pin

Each port pin consists of three register bits: DDxn, PORTxn, and PINxn. As shown in "Register Description" on page 91, the DDxn bits are accessed at the DDRx I/O address, the PORTxn bits at the PORTx I/O address, and the PINxn bits at the PINx I/O address.

The DDxn bit in the DDRx Register selects the direction of this pin. If DDxn is written logic one, Pxn is configured as an output pin. If DDxn is written logic zero, Pxn is configured as an input pin.

If PORTxn is written logic one when the pin is configured as an input pin, the pull-up resistor is activated. To switch the pull-up resistor off, PORTxn has to be written logic zero or the pin has to be configured as an output pin. The port pins are tri-stated when reset condition becomes active, even if no clocks are running.

If PORTxn is written logic one when the pin is configured as an output pin, the port pin is driven high (one). If PORTxn is written logic zero when the pin is configured as an output pin, the port pin is driven low (zero).

14.2.2 Toggling the Pin

Writing a logic one to PINxn toggles the value of PORTxn, independent on the value of DDRxn. Note that the SBI instruction can be used to toggle one single bit in a port.

14.2.3 Switching Between Input and Output

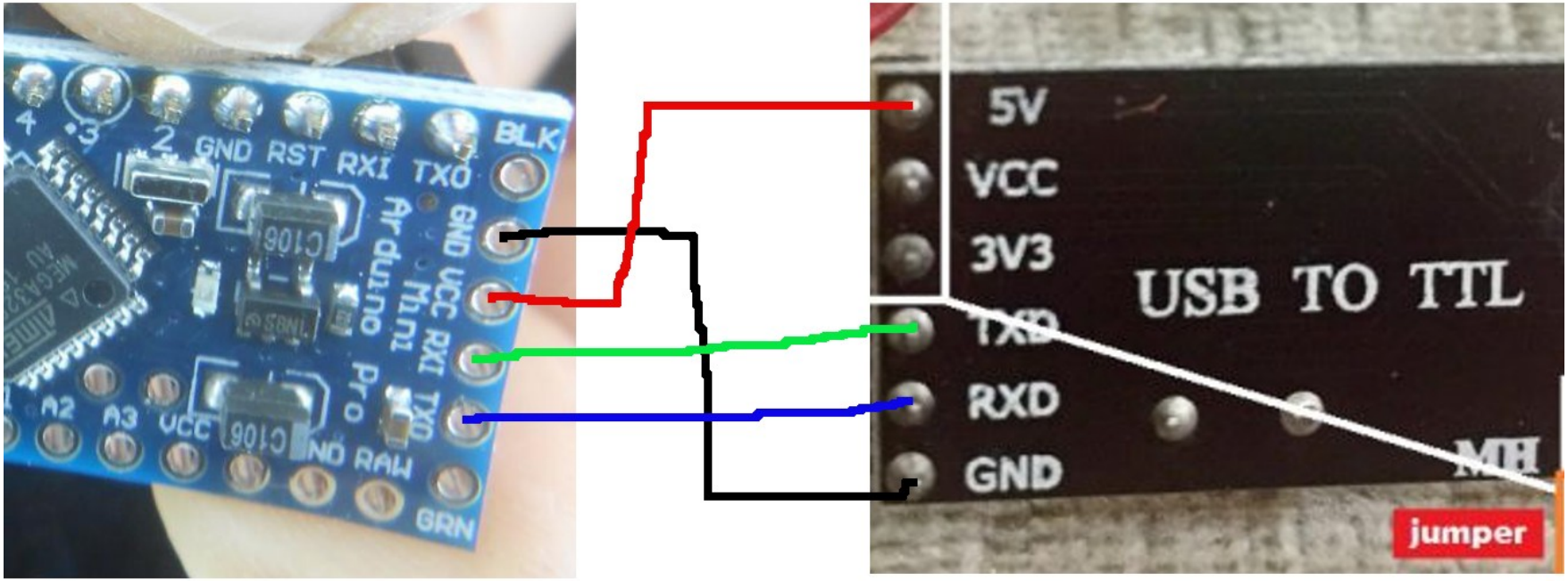
When switching between tri-state ({DDxn, PORTxn} = 0b00) and output high ({DDxn, PORTxn} = 0b11), an intermediate state with either pull-up enabled {DDxn, PORTxn} = 0b01) or output low ({DDxn, PORTxn} = 0b10) must occur. Normally, the pull-up enabled state is fully acceptable, as a high-impedance environment will not notice the difference between a strong high driver and a pull-up. If this is not the case, the PUD bit in the MCUCR Register can be set to disable all pull-ups in all ports.

Switching between input with pull-up and output low generates the same problem. The user must use either the tri-state ({DDxn, PORTxn} = 0b00) or the output high state ({DDxn, PORTxn} = 0b11) as an intermediate step.

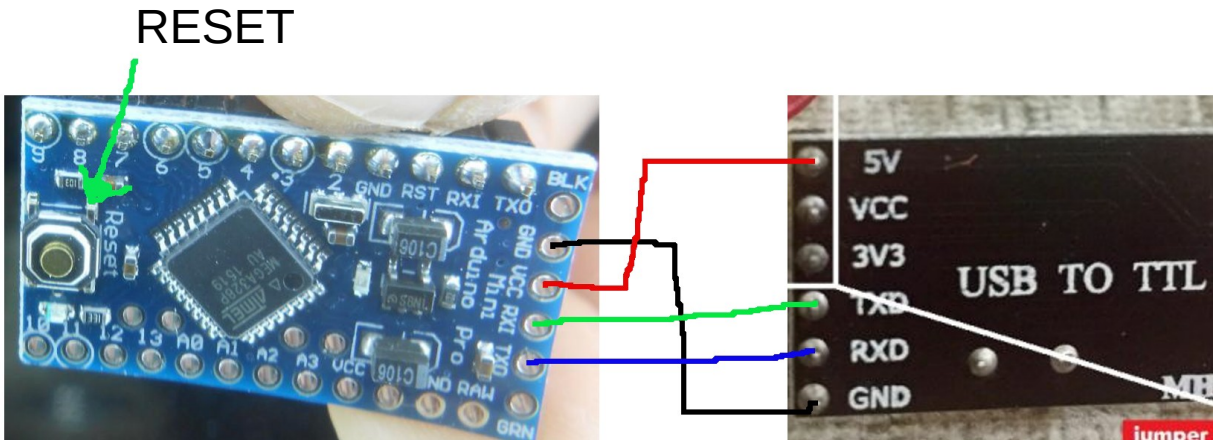
Table 14-1 summarizes the control signals for the pin value.

Table 14-1. Port Pin Configurations

Primer programa embebido: Conexión AVR a PC (via USB-TTL)



Primer programa embebido: compilar y transferir el firmware (flash)



En la PC

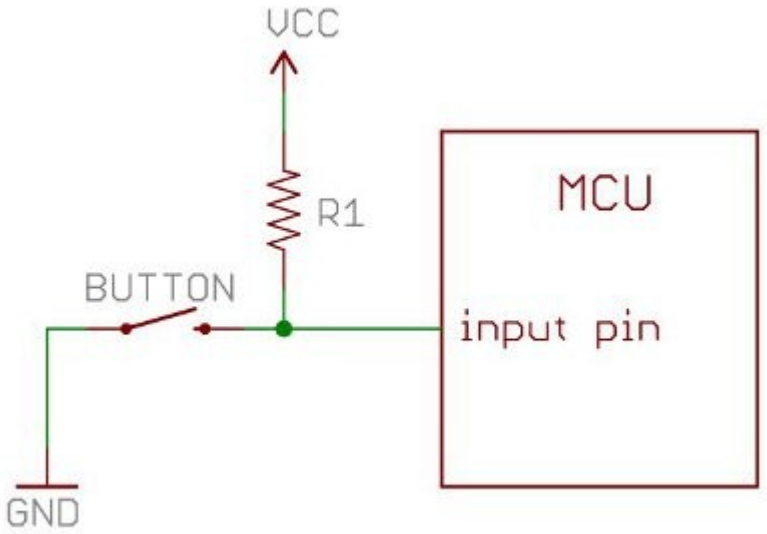
```
# Compilar

make clean

make


# Transferir firmware


make flash [ENTER] <-- 2do.
```

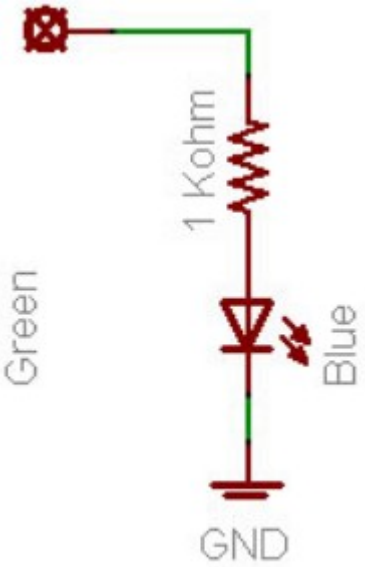
En la placa Arduino PRO MINI

1ro. Presionar botón RESET, dejar presionado
(tip: utilizar por ej. la goma de borrar de un lápiz con goma)

3ro. un segundo después de presionar ENTER en la PC soltar el botón de RESET

Finalizando: esquemáticos de ENTRADA/SALIDA digital. (pull up resistor y LED)





Bibliografía

- Programming Embedded SystemS in C and C++, Michael Barr, O'Reilly, 1999, ISBN: 1-56593-354-5
- Designing Embedded Hardware, John Catsoulis, O'Reilly, 2003, ISBN: 1-596-00362-5
- Hoja de datos atmega328p, Atmel.
- Esquemático arduino pro mini
- Apunte: El primer programa embebido