Programación en C para sistemas embebidos

Arquitectura 2023

Uso de la proposición asm()

Es posible ejecutar código ensamblador dentro de un programa en C utilizando la proposición `asm()`, la cual puede recibir hasta 4 argumentos con la siguiente sintaxis:

```
asm(código: operandosdestino: operandosfuente[:restricciones]);
```

```
asm("NOP"); // No operación, tarda 1 ciclo de reloj

asm("SBI 0x18, 0"); // Pone en alto el bit 0 de PORTB

asm("CBI 0x18, 0"); // Pone en bajo el bit 0 de PORTB

asm("SEI \n" // Habilita las interrupciones y

"CLC"); // limpia la bandera de acarreo
```

Mezclar código C y Assembler

- **Una función en lenguaje C debe declararse como externa en el código ensamblador**

.extern mi_función_C

- **Una rutina en lenguaje ensamblador debe declararse como global en el código ensamblador**

.global mi_fct_assembler

- Un archivo C que pretenda llamar a la rutina en ensamblador deberá tener un prototipo de función que declare la rutina como externa

extern unsigned char mi_fct_assembler (unsigned char, unsigned int);

Variables globales

- Es posible que tanto el código ensamblador como el C accedan a la misma variable global.
- Tal variable tendría que ser una variable global en el código C y declarada como externa en el código ensamblador.

En el archivo .c:

- ***unsigned char mi_variable;***

En assembler debería ser codificada:

- ***.extern mi_variable***

Para tener en cuenta en el código assembler

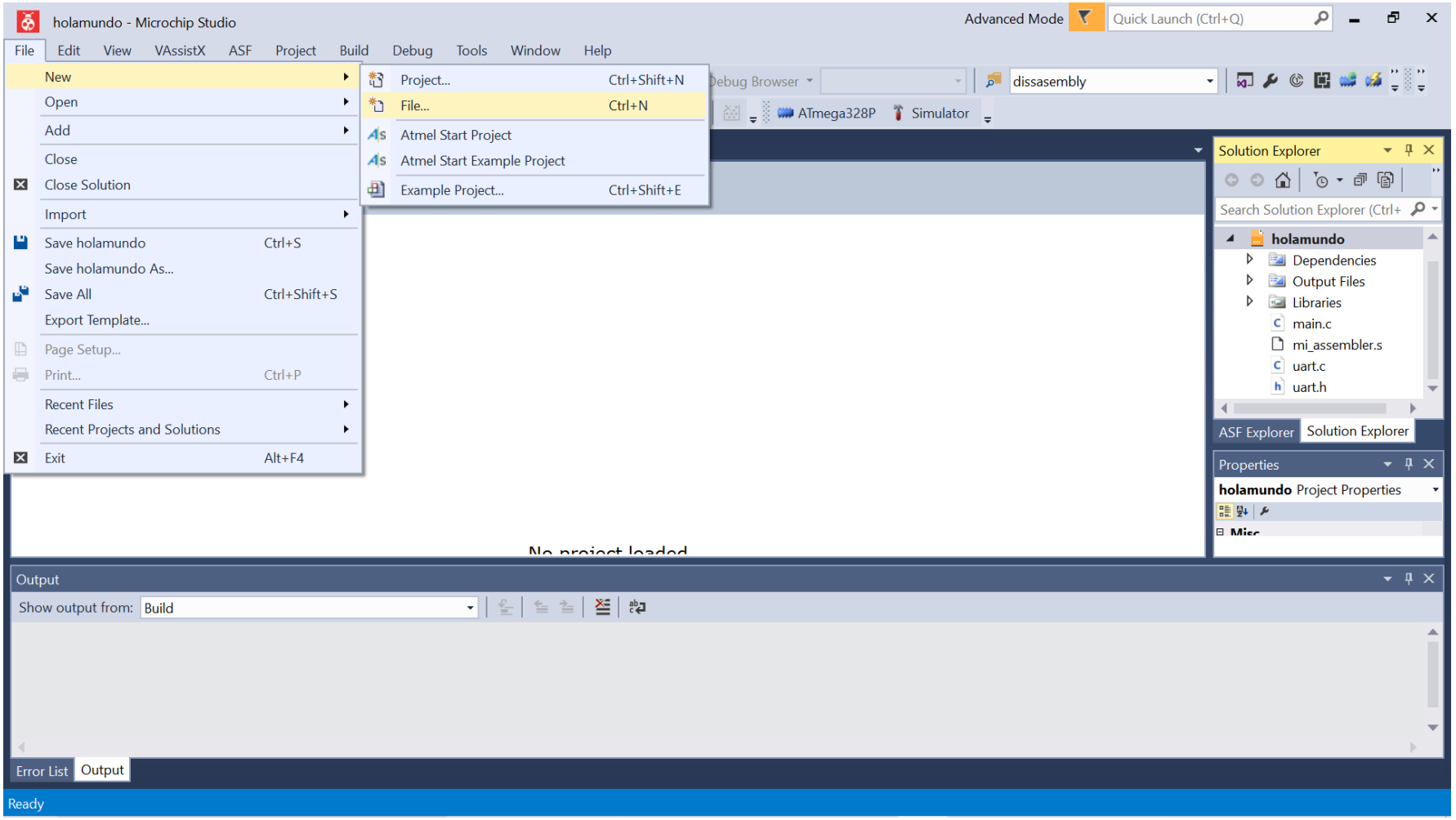
- **r0 es un registro temporal y puede ser utilizado por el código generado por el compilador. Si usa este registro, antes de llamar a una función C debe resguardar el contenido.**
- **El compilador supone que r1 siempre contiene cero. El código de ensamblador que use este registro debe borrar el registro antes de retornar de la rutina**
- **r2-r17, r28, r29 son registros de "resguardo por llamada", lo que significa que las funciones C que son llamadas (ejecutadas) deben dejar estos registros inalterados. La rutina en lenguaje ensamblador llamada desde C deberá resguardar el contenido de todos los que necesite utilizar**
- **r18-r27, r30, r31 son registros de "uso por llamada", lo que significa que los registros están disponibles para cualquier código. El código ensamblador deberá resguardar el contenido de cualquiera de estos registros que hayan sido utilizados previamente.**

Pasaje de argumentos

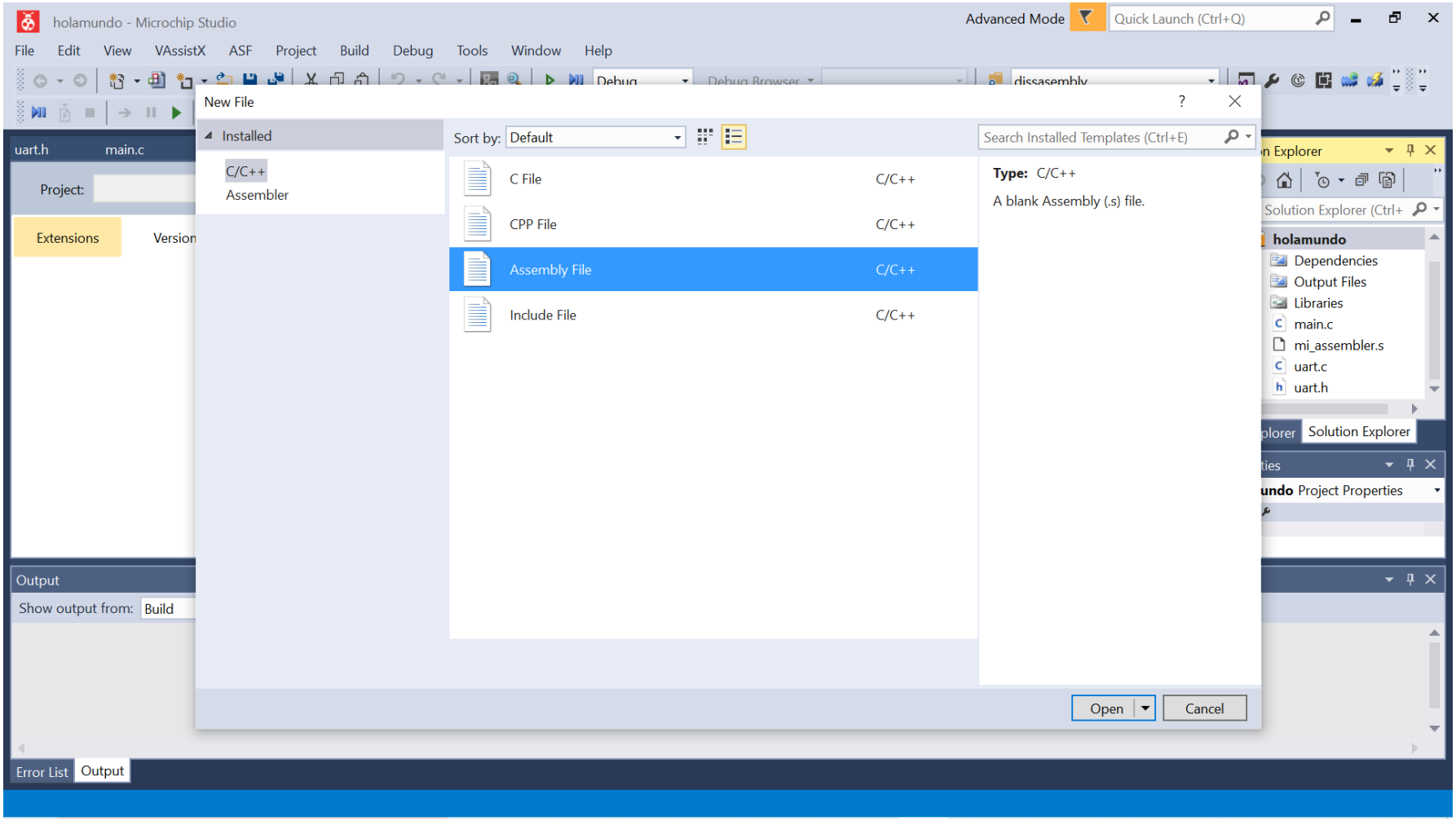
- Los argumentos en una lista de argumentos fijos se asignan, de izquierda a derecha, a los registros r25 a r18. Todos los argumentos usan un número par de registros
- Los valores devueltos por una función se guardan como se muestra en la tabla:

registro	r19	r18	r21	r20	r23	r22	r25	r24
byte	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

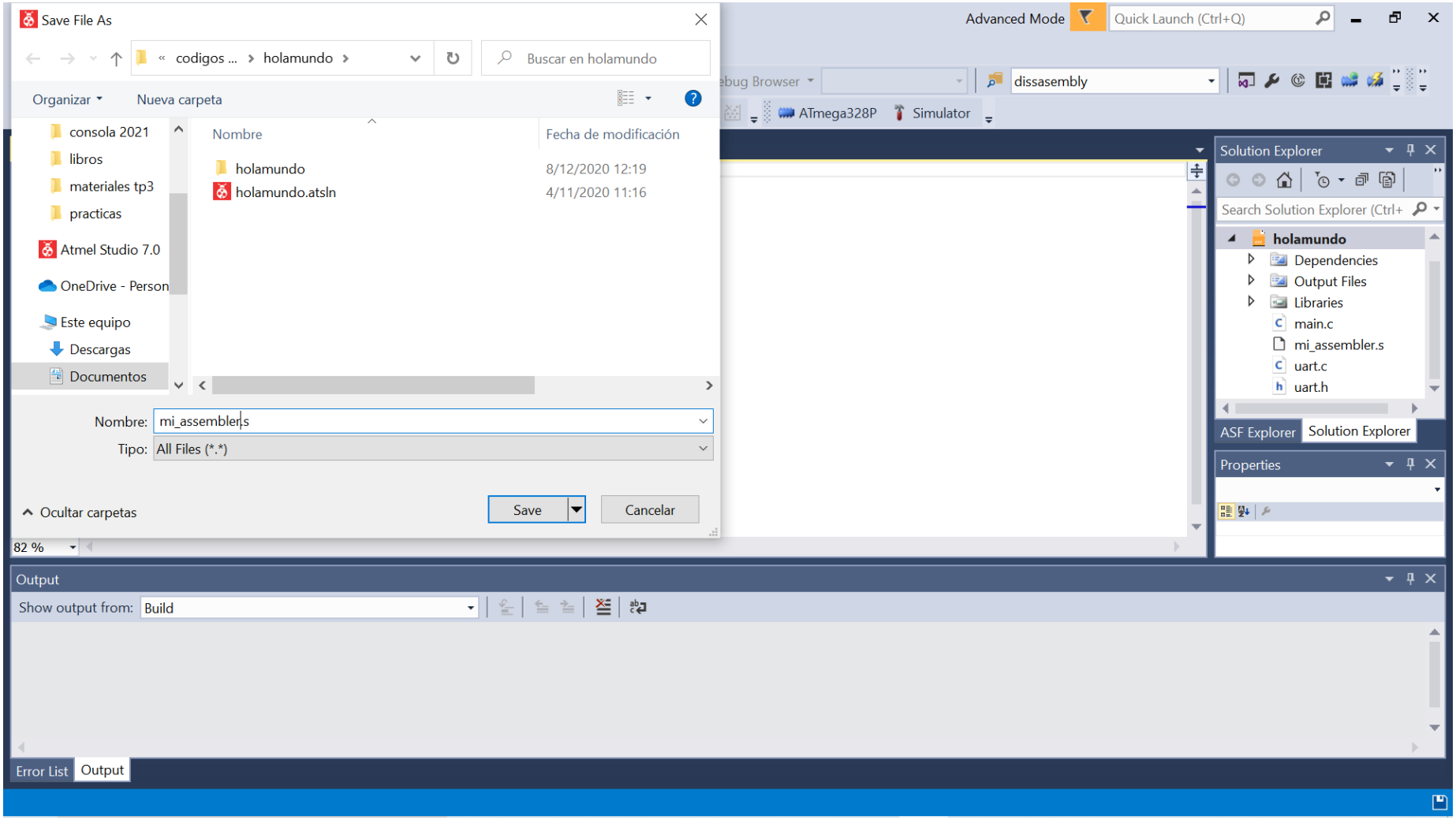
Ejemplo de c y assembler sobre el proyecto “hola mundo”



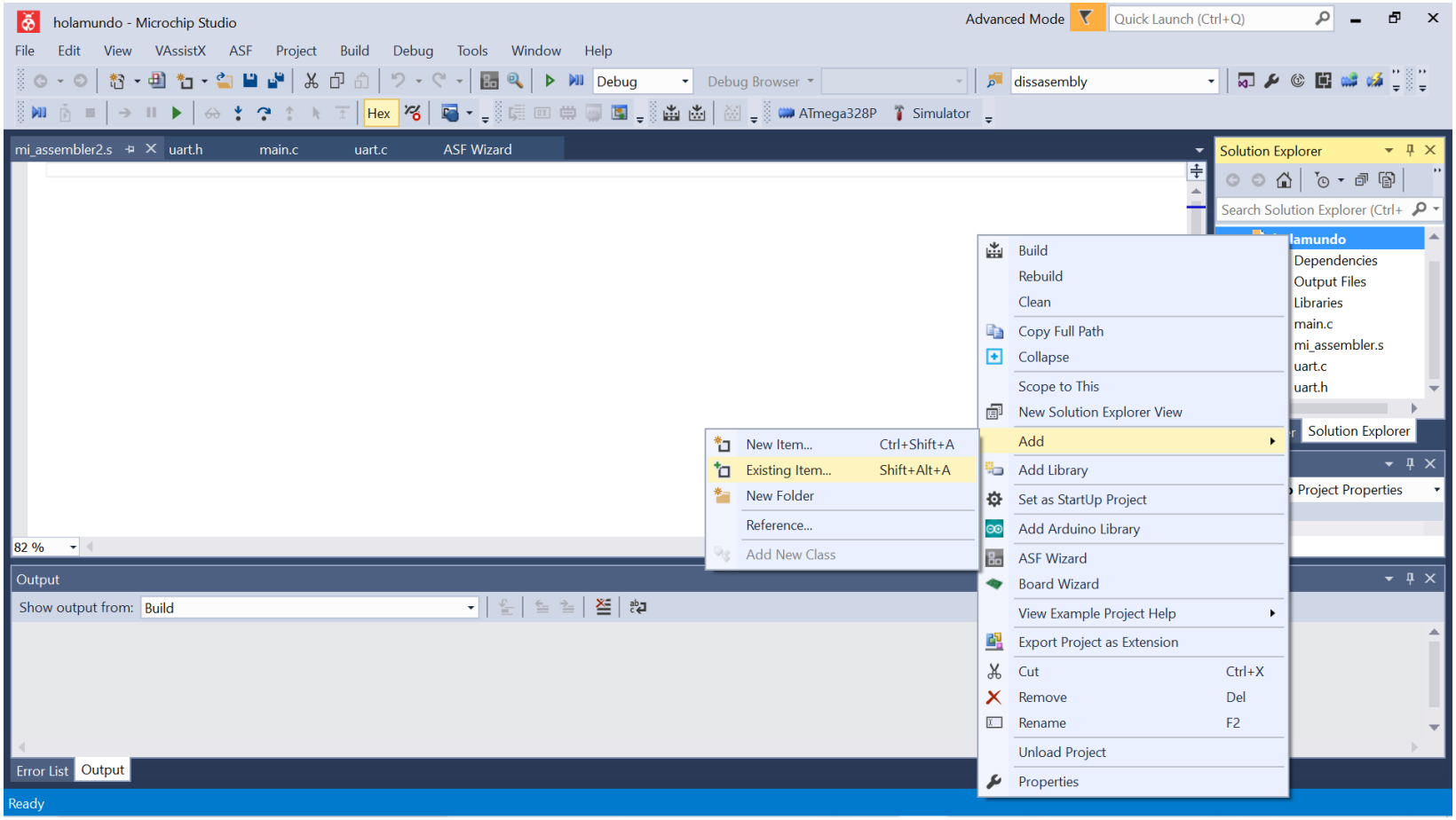
Crear nuevo archivo assembler



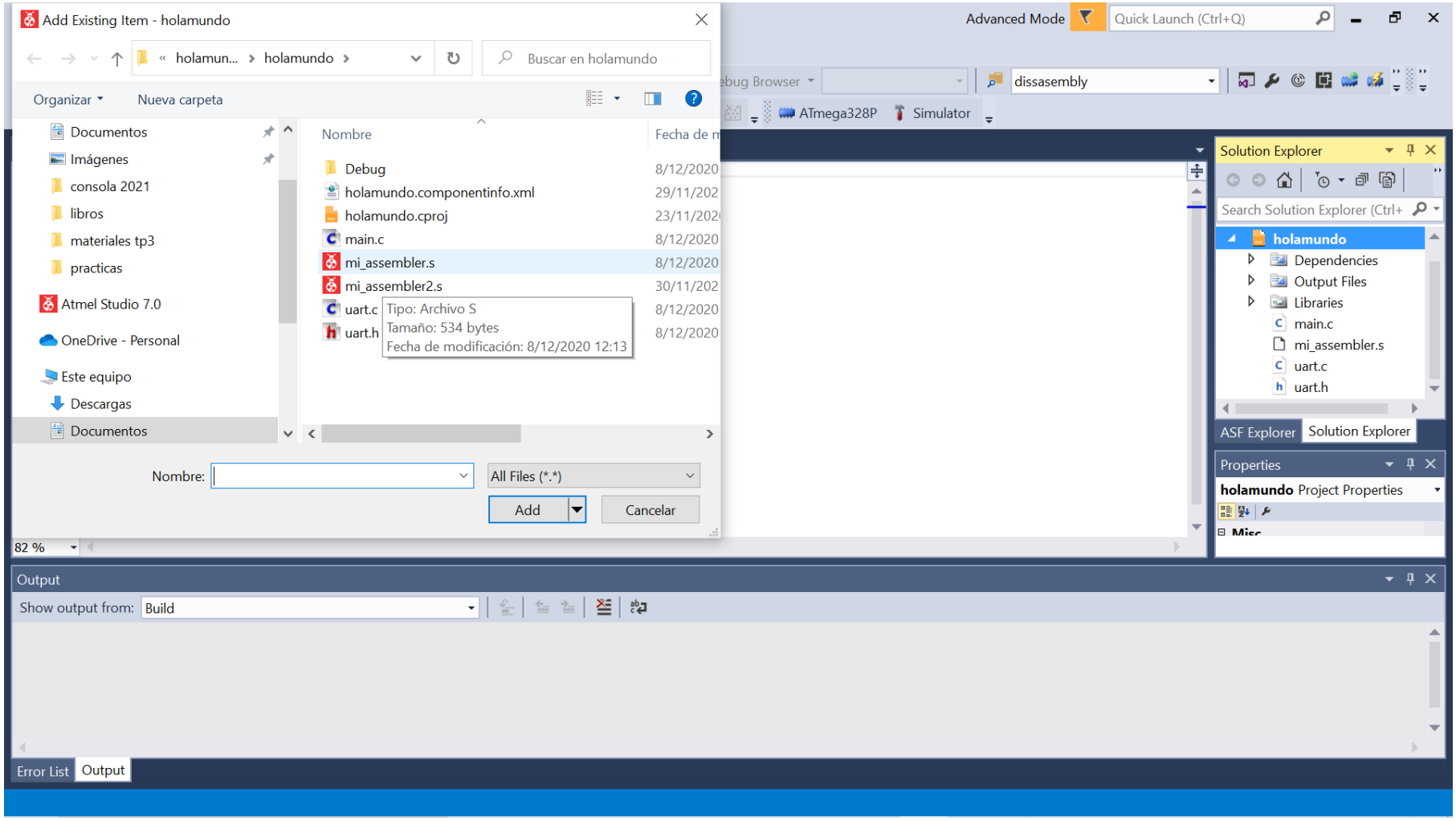
Guardar como mi_assembler.s



Agregar el archivo al proyecto



Agregar el archivo al proyecto



Código del archivo mi_assembler.s

```
 #include <avr/io.h>
// #include <avr/interrupt.h>
.extern valor

.global suma
 suma:
 add r24,r22
 sts valor,r24
 clr r25
 ret

.global suma_dos
suma_dos:
ADD R24,R22;val_1 = val_1 + val_2
CLRR25;return val_1
ret;
```

En el archivo del programa principal main.c se debe agregar

Fuera de la función main()

```
extern unsigned char suma (unsigned int, unsigned int);
extern char suma_dos(char, char);
unsigned char valor=0;
char String[]="contenido de sum:!! \r\n";
char String1[]="contenido de valor:!! \r\n";
```

Dentro de la función main()

```
volatile unsigned char val_1,val_2, val_3;
  volatile unsigned char sum;
     sum= suma(10,22);
   val_1 = 0x34;
   val_2 = 0x56;
   val_3 = suma_dos(val_1, val_2);// llama a la función en assembler
```

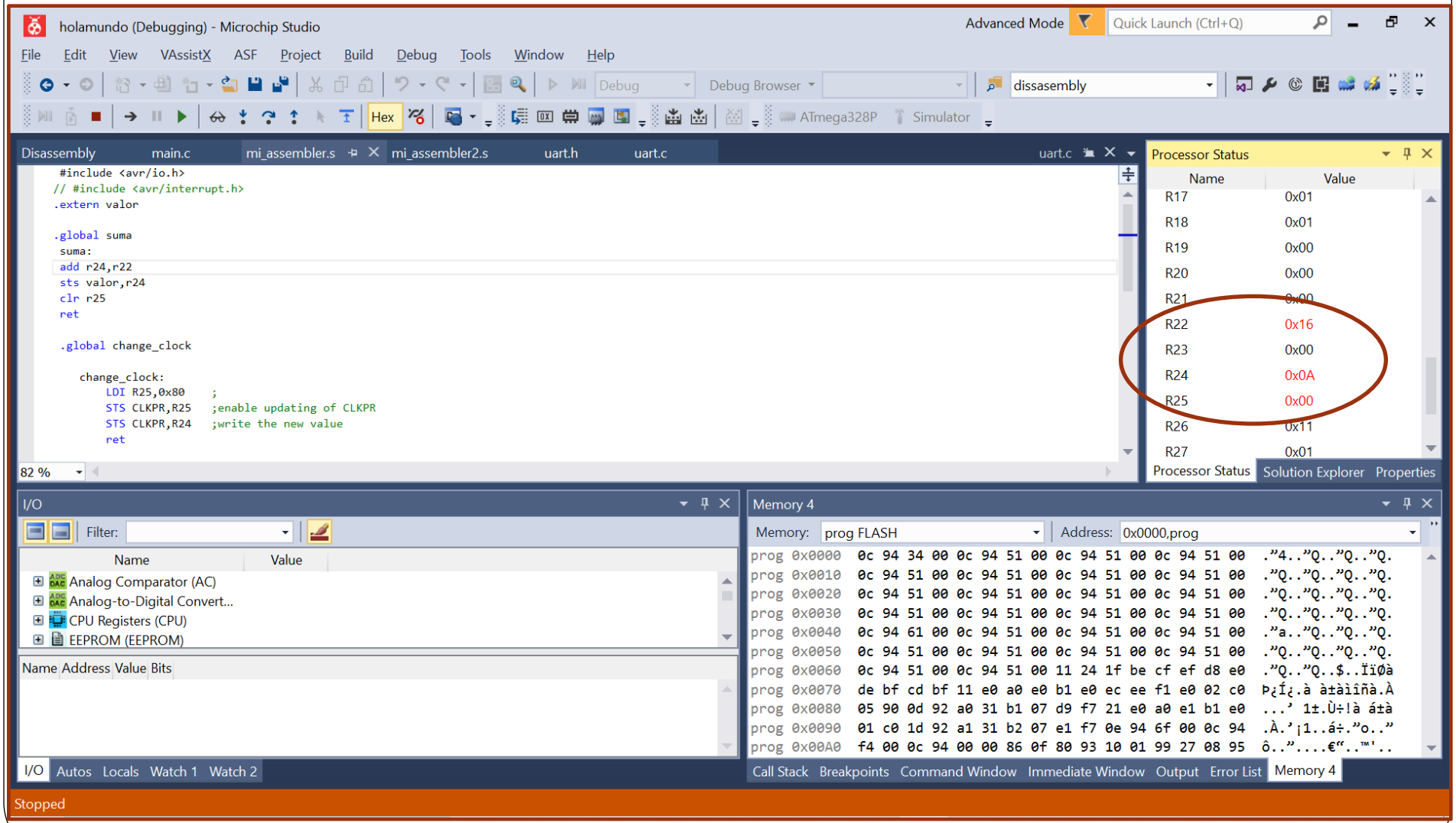
En el bucle infinito while(1)

```
USART_putstring(String);    //Pasa el string a la  USART_putstring y lo envía por el puerto serie
USART_send(sum/10+0x30); //se obtienen el dígito de las decenas y se pasa a ascii para luego enviar por puerto serie
USART_send(sum%10+0x30);//se obtienen el dígito de las unidades y se pasa a ascii
USART_putstring("\r\n");
USART_putstring(String1);    //Pasa el string a la  USART_putstring y lo envía por el puerto serie
USART_send(valor/10+0x30);
USART_send(valor%10+0x30);
_delay_ms(5000);        //retardo de 5 segundos para poder reenviarlo cada 5 segundos
```

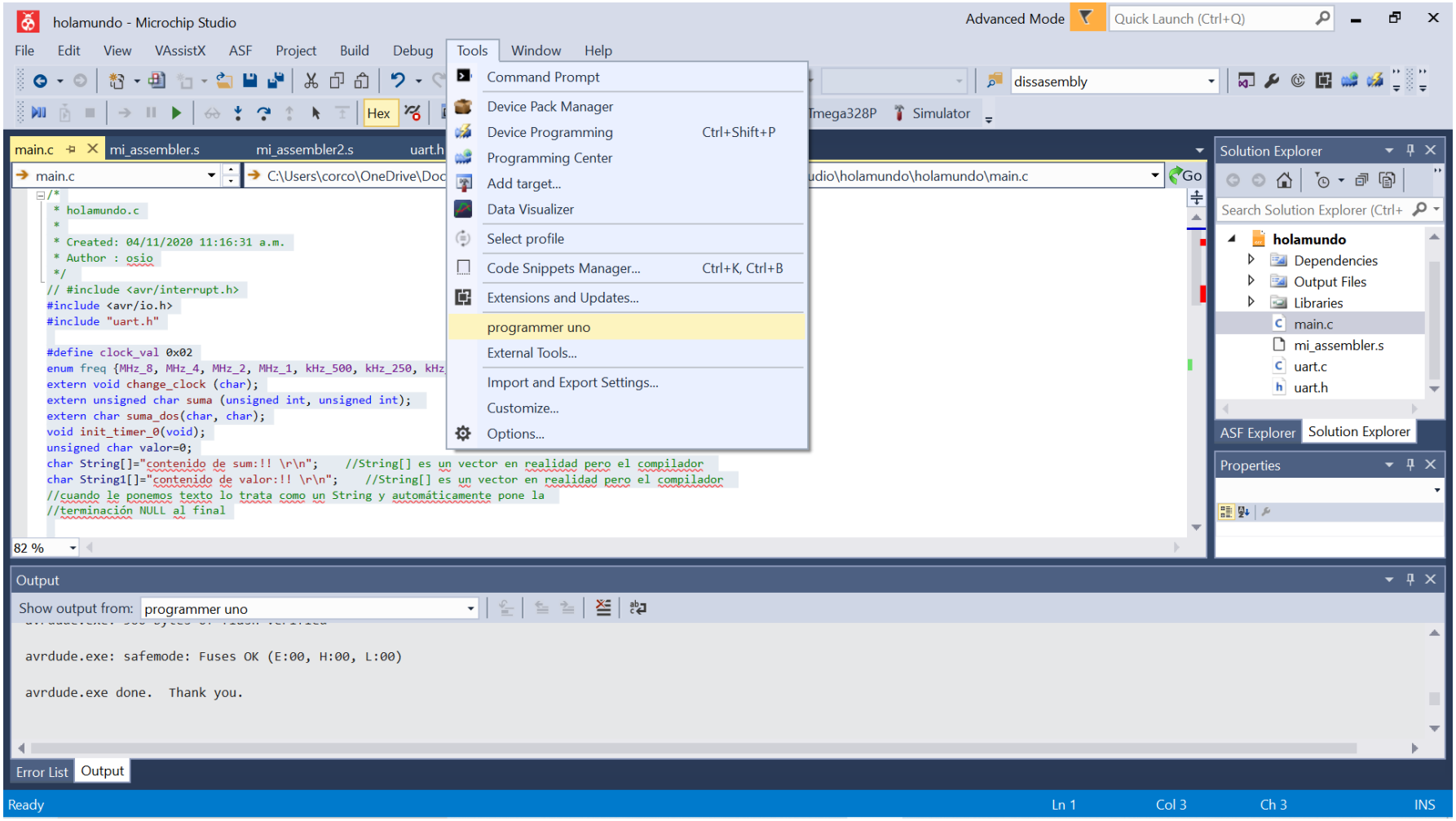
Compilar y depurar

- si presionamos alt+F5 vamos al debugging
- Ejecutamos paso a paso y cuando llegamos a la función suma, presionamos step into (F11)
- Luego ejecutamos paso a paso el código en assembler y vemos como cambian los registros

Simular paso a paso la rutina



Por último programamos el kit



Visualizamos en la consola serie