

Capítulo 4

Entorno Software

En este capítulo se desarrollan todos los aspectos y herramientas que están relacionados con el entorno de programación. Se exponen todas las características del programa utilizado para trabajar con el código, IAR Embedded Workbench y los conceptos utilizados de la pila de software propuesta por el fabricante, TIMAC.

4.1. *IAR Embedded Workbench*

IAR Systems es una compañía fundada en 1983, de tecnología informática que trabajan en el área de herramientas de desarrollo de sistemas embebidos.

IAR Systems desarrolla compiladores, depuradores y otras herramientas para ayudar a fabricar procesadores de 8, 16 y 32 bits. Tradicionalmente, la compañía ha sido fuerte en el mercado de 8-bits, pero se está moviendo en el mercado en expansión de 32-bit, sobre todo el nuevo mercado para microcontroladores de bajo precio de 32 bits. IAR Systems opera en Alemania, Japón, China, Estados Unidos, el Reino Unido, Brasil y Suecia, así como a través de distribuidores en todo el mundo. La compañía tiene su sede en Uppsala, Suecia.

Entre todos los programas que hay disponibles, el que se ha utilizado para la realización del proyecto es IAR Embedded Workbench 7.50A. Se puede adquirir desde la web de la empresa la versión 7.51A con una licencia de evaluación de 30 días. El lenguaje de programación usado es C [4], ya que el programa es capaz de compilarlo y ensamblarlo posteriormente a lenguaje ensamblador. Este programa tiene además una interfaz sencilla e intuitiva, si el usuario ya ha tenido algún contacto anterior con programas de desarrollo [8].

Hay dos modos de uso de este programa, el modo de programación y el de depuración.

En primer lugar se procede a crear el espacio de trabajo, denominado Workspace, donde se engloban todos los programas, ficheros .c y las librerías, con extensión .h. Los nombres asignados a los Workspace's están acorde con el SoC en el que se van a cargar: Com_Voz_CCxx10.eww y tienen asociados 2 carpetas, Debug y settings y 3 archivos adicionales con extensiones .dep, .ewp y .ewd. Para la consecución del objetivo propuesto se han necesitado 9 programas y 6 librerías. A continuación se listan los programas y las funciones principales que desempeñan:

1. com_main_ccxx10: Es el programa principal, contiene los bucles de Maestro y Esclavo. Es específico para cada SoC, ya que al hacer referencia al resto de programas, necesita diferenciar en cual se va a cargar el código.
2. RF04Dev: Implementa las funciones usadas más frecuentemente por la placa de desarrollo SmartRF04EB.
3. lcd: Contiene las funciones necesarias para usar el LCD.
4. tw_adc: Implementa las funciones de control y configuración del ADC.
5. tw_DMA: Contiene las funciones configuración de la DMA.
6. tw_DSM: Funciones de control y configuración del DSM.
7. tw_interrupt: Mediante estas funciones se configura el controlador de interrupciones.
8. tw_mac: Control de Acceso al Medio.
9. tw_rf_ccxx10: Contiene todas las funciones necesarias para configurar correctamente el canal radio. A diferencia de los siete anteriores es específico para cada SoC.

Además de los programas, se necesitan las siguientes 6 librerías:

1. voz: En esta librería principal, donde se configura el modo en el que va actuar cada SoC, definiciones globales, declaración de estructuras y variables globales.
2. HAL: Descriptores de la Hardware Abstraction Layer.
3. HAL2: Añade utilidades a la librería anterior.
4. ioCCxx10: Cabecera especial para cada SoC, donde se definen estructuras, registros, etc.
5. lcd: Declaración de las funciones LCD.
6. RF04EB: Macros y prototipos de funciones para el de la SmartRF04EB.

El fabricante, proporciona mucha información para facilitar el acceso a los registros de manera más intuitiva, mediante la publicación de funciones, librerías y ejemplos del uso de TIMAC. Con esto no se eleva a un nivel más alto al desarrollador de aplicaciones.

En caso de que estemos trabajando en modo programación, como se observa en la Figura 4.1 podemos distinguir 4 áreas diferentes, marcadas en la imagen con las letras A, B, C y D:

- A. En esta área, como en la mayoría de los programas, podemos navegar por los diferentes menús para cambiar las configuraciones necesarias o bien para crear proyectos, abrirlos, guardarlos... Además dispone en la parte inferior de una serie de accesos directos a las opciones del menú.
- B. Aquí encontramos el área de trabajo. Mediante este espacio podemos acceder a los archivos que se encuentran ordenados en las diferentes carpetas del proyecto.
- C. Es aquí donde se escribe el código de programación, en la parte superior se observa una serie de pestañas que ayuda a la facilidad de navegación entre varios archivos en caso de tenerlos abiertos.
- D. Es la ventana de errores, en caso de compilar el proyecto los errores son mostrados en esta pantalla. Si aparece algún error, basta con hacer doble clic para ir directo a la línea de código afectada.

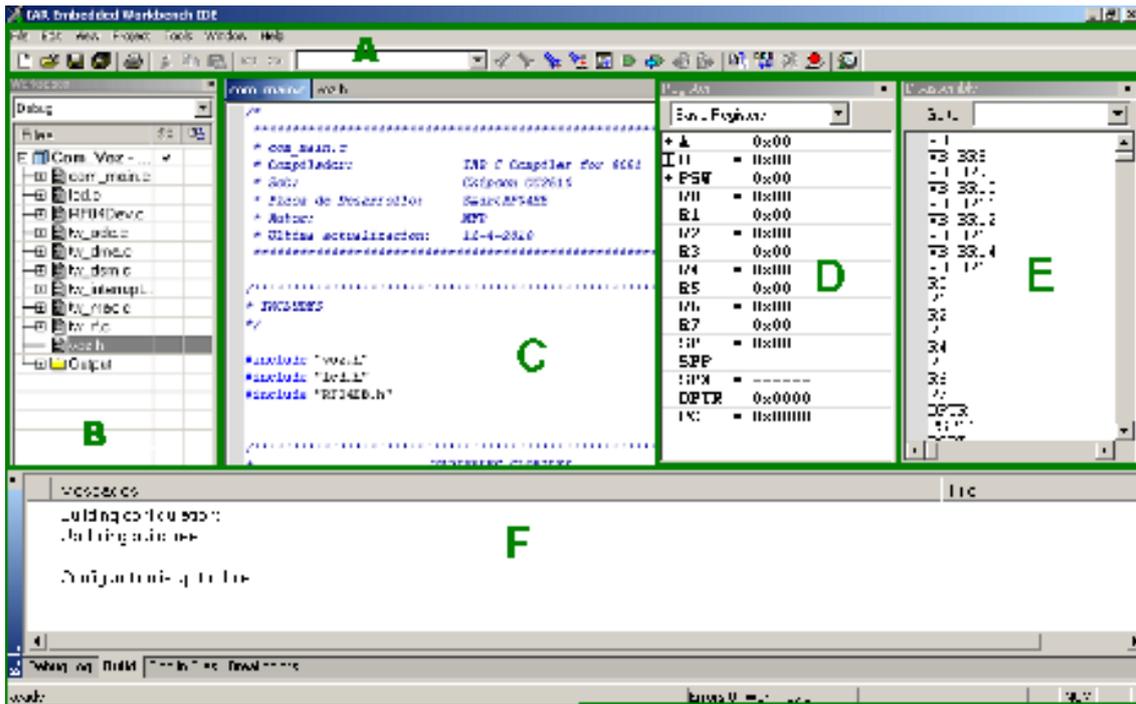


Figura 4.2: Interfaz principal en modo Depuración

En el modo depuración se ha trabajado con dos paneles fundamentales además de los detallados en el modo programación. Los cuales se describen a continuación:

- A. La función sigue siendo la misma que en el modo anterior. La diferencia radica en los botones que sirven para gestionar el modo de depuración. Permite hacer paradas, ejecutar paso a paso, ejecutar el programa libremente o parar la depuración.
- B. Este panel no cambia con respecto al anterior modo.
- C. Se sigue mostrando el código del programa. En verde se marcará la siguiente función que se ejecutará.
- D. Muestra información de los valores de los registros.
- E. Per ver las ejecuciones de las instrucciones en código ensamblador.
- F. Del mismo modo que antes se mostraba información con respecto a los errores, ahora se le ha añadido la opción de poder ver en qué posiciones se han puesto los puntos de parada.

4.2. TIMAC

Las siglas TIMAC corresponden a Texas Instruments Medium Access Control. TIMAC es una pila de software que puede ser usada en dispositivos de Texas Instruments bajo la estandarización del IEEE 802.15.4. En este proyecto se ha utilizado esta pila para poder controlar los sistemas integrados CC2510 y CC1110.

Una pila de software está compuesta por diferentes capas integradas que permiten tener una aplicación funcional de forma totalmente organizada. Cada capa le corresponde una acción determinada del dispositivo.

Se observan 5 capas diferentes en el TIMAC:

1. MAC: controla el medio físico del SoC. Esta capa está muy protegida por Texas Instruments, de forma que como mucho se pueden ver las cabeceras de las funciones, pero no el funcionamiento en sí de cada una de ellas.
2. HAL (Hardware Abstract Layer): como su nombre indica, la capa HAL es una abstracción del hardware. Es decir, permite controlar el hardware de forma mucho más funcional sin tener que configurar para cada pin unas tensiones necesarias. Por ejemplo, para encender un LED no es necesario saber qué pins o registros hay que modificar ni tampoco saber a qué tensión se le ha de alimentar, basta con hacer `HalLedSet(2,HAL_LED_MODE_ON)` para indicarle que encienda el segundo LED. Además de los LEDs, con esta capa se puede controlar: conversor A/D, pantalla LCD, teclas (botones y joystick), modos de energía, temporizadores y controlador UART. Hay que destacar que TIMAC tiene implementados solo dos leds. El 1 se corresponde con el primero del SmartRF04EB, de color verde, mientras que el 2 se corresponde con el tercero, de color naranja.
3. OSAL (Operating System Abstraction Layer): esta capa se encarga de priorizar y organizar las diferentes tareas para hacer el sistema lo más eficiente posible. Es un pequeño sistema operativo que permite la posibilidad de realizar tareas de forma simultánea. Así pues, es capaz de transmitir y recibir vía RF al mismo tiempo.

4. **Application:** es la capa más alta de todas, la que utiliza todas las que tiene por debajo de ella. Aquí es donde la mayoría del código del programa se escribe. La utilidad de esta capa, como su nombre indica, es la de gestionar la aplicación a la que estará destinado nuestro dispositivo. Se programa para que cumpla con su finalidad.

Los programas y librerías que constituyen esta pila de software no están disponibles para todos los Chipset, sólo para algunos de ellos. En la web de Texas Instruments se pueden descargar gratuitamente:

TIMAC-CC2530-1.3.0.exe for the CC2530 System-on-Chip.

TIMAC-CC2430-1.3.0.exe for the CC2430 System-on-Chip.

TIMAC-EXP5438-1.3.0.exe for the MSP430F5438 + CC2520.

TIMAC-MSP2618-1.3.0.exe for the MSP430F2618 + CC2520.

Es posible registrarse y recibir actualizaciones desde la página oficial. Sin embargo, para los modelos que se han implementado en este proyecto hay que buscarlos en páginas del sector y foros de desarrollo, donde se comparten experiencias, consejos y avances con otros usuarios. Algunos de los más destacados pueden ser driverguide o medialab, además del foro oficial que administra el fabricante.

4.3. SmartRF Studio

SmartRF Studio es una aplicación de Windows [15]. Se ejecuta en Windows 98, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista (32 bits) y Windows 7 (32 bits). Se utiliza para evaluar y configurar ICs de baja potencia de Texas Instruments. Simplifica enormemente a los diseñadores de los sistemas de RF el trabajo con el RF-IC en una fase temprana del proceso de diseño. Es especialmente útil para la configuración de los valores de los diferentes registros de la etapa de radiofrecuencia, así como para la prueba práctica del sistema de RF y optimizado para encontrar valores de los componentes externos. SmartRF Studio puede ser utilizado tanto como una aplicación independiente o junto con placas de evaluación que se incluyen en los kits de desarrollo

de RF-IC, es decir, puede funcionar sin necesidad de tener la placa de desarrollo conectada directamente al PC.

Su principal ventaja es la sencillez de la interfaz, muy intuitiva y cómoda. Para las primeras pruebas en el diseño de la etapa de radio proporciona una gran versatilidad para modificar los tipos de modulaciones, frecuencias, tasa de datos, tamaños de paquetes, etc. mediante menús desplegables en cada uno de los campos anteriores.

Algunas de sus características son la capacidad de realizar pruebas en los enlaces. Enviar y recibir paquetes entre los nodos, simplicidad a la hora de realizar pruebas de transmisión de paquetes y para obtener los valores básicos de los registros. Lectura y escritura de registros individuales de RF, información detallada sobre los campos de los bits para cada registro. Guardar y cargar los datos del dispositivo de configuración en archivo. La comunicación con placas de evaluación a través del puerto USB o puerto paralelo. Hasta ocho dispositivos USB son compatibles con un solo equipo.

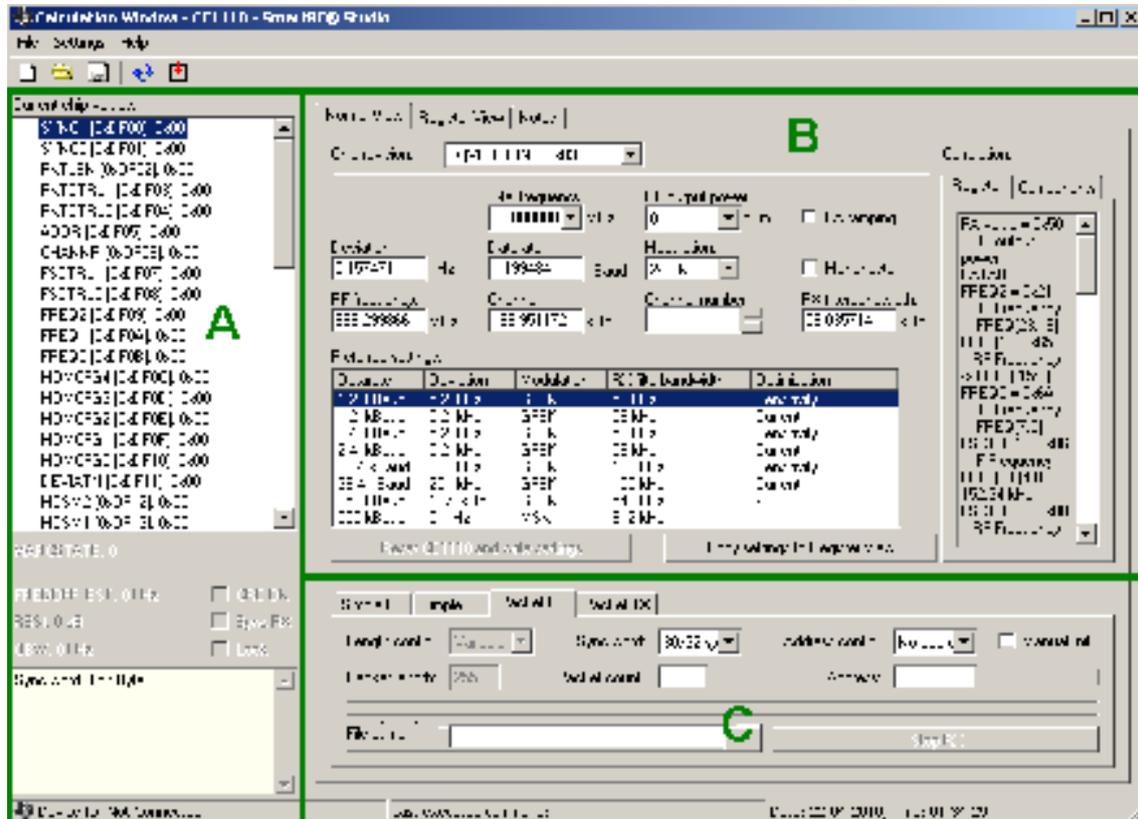


Figura 4.3: Interfaz SmartRF Studio

En la Figura 4.3 se muestra la interfaz, en la que se pueden distinguir 3 zonas bien diferenciadas:

- A. Estado de los Registros: Muestra el contenido de los registros del IC conectados al PC.
- B. Configuración del Sistema: Permite modificar los parámetros de radiofrecuencia.
- C. Configuración de TX / RX: Fija los parámetros de longitud de paquete, tipos de transmisión. Inicia las pruebas y evalúa la calidad del enlace.

La funcionalidad más utilizada del menú File es la Exportación código CC11xx/25xx - Este comando copia todos los registros de aplicación en una estructura de software de C compatible. El formato de la estructura se basa en las plantillas correspondientes que se pueden cambiar o añadir por el usuario. El proceso se realiza mediante un intuitivo dialogo mediante ventanas pop-up. Además de esto se pueden guardar ficheros .txt con los valores de los registros.