

# Microcontroladores ARM

Artículo cedido por el Dpto. Técnico de CAPEL

**CAPEL**  
Captura Electrónica

www.captura-el.com

La mayoría de los fabricantes de semiconductores ofrecen Microcontroladores basados en tecnología ARM. Estos microcontroladores ofrecen una amplia gama de periféricos y una inmejorable relación precio-prestaciones. Para aquellos que aún no han considerado una MCU basada en ARM, factores adicionales como la gama de herramientas de desarrollo profesionales, sistemas operativos eficientes y middleware junto con la amplia variedad a precios muy atractivos y diferentes opciones de memoria hacen que sea el momento oportuno para evaluar esta opción.

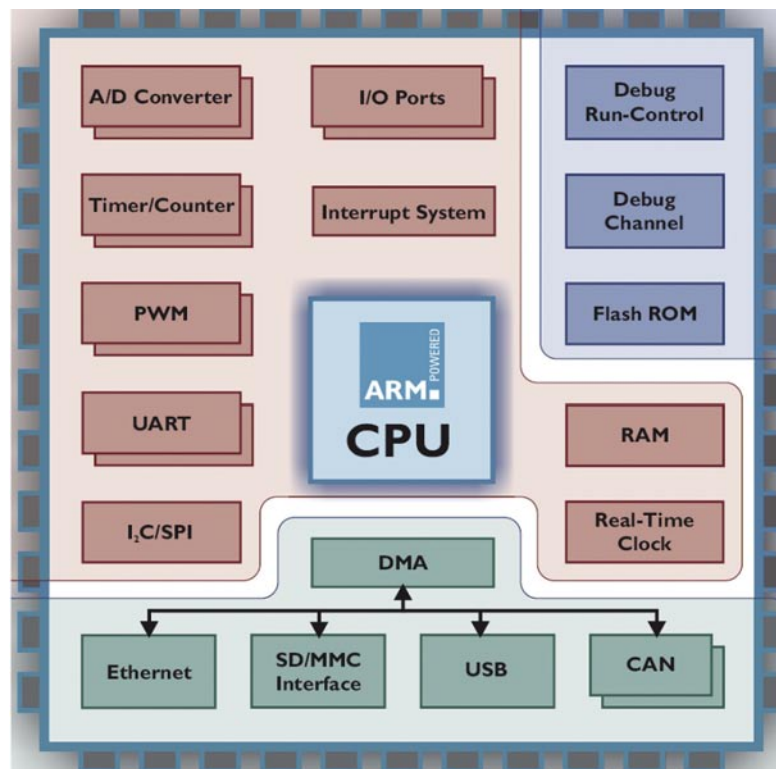
El desarrollo de la arquitectura ARM comenzó en 1983 en ACORN, UK, como un sucesor de coste efectivo para los sistemas existentes de la familia 6502.

La arquitectura ARM tiene un conjunto de instrucciones simple pero eficiente que permite un tamaño de silicio compacto y ofrece alta velocidad de ejecución a bajo consumo. ACORN se dio cuenta del potencial de esta arquitectura y junto con un grupo de socios-capital, creó una compañía independiente llamada ARM en 1990.

Desde entonces, la arquitectura ARM ha crecido hasta convertirse en la arquitectura más popular del planeta. La arquitectura ARM ha sido utilizada en numerosos diseños y aplicaciones específicas para productos estándar (ASSP's) que pueden encontrarse actualmente en prácticamente todos los teléfonos móviles y la mayoría de los MP3, PDAs, cámaras y sistemas de Navegación. Además de ser utilizada en muchos productos de automoción y aplicaciones médicas e industriales.

## ARM, arquitecturas para Microcontrolador

La arquitectura ARM ha sido utilizada para el diseño de Microcontroladores estándar durante algún tiempo. En la actualidad, cada día más de los principales fabricantes de



semiconductores usan el robusto núcleo ARM como la base para su línea de microcontroladores.

El conjunto de instrucciones común y la integración en el chip de la funcionalidad de depuración permite la reutilización de muchos componentes de un diseño para otro. Además, la reutilización de componentes software y el conocimiento del proceso pueden reducir los tiempos de desarrollo en proyectos venideros.

La arquitectura ARM es una implementación RISC con los siguientes comandos:

- Con los comandos originales ARM todas las instrucciones son 32-bit. La mayoría de las instrucciones pueden implementarse condicionalmente, evitando saltos Branch asociados con las sentencias IT/THEN/ELSE.
- Con la introducción del núcleo ARM7TDMI se desarrolló el juego de instrucciones THUMB, de 16-bits. Las instrucciones Thumb son una abreviación de las instrucciones ARM 32-bits más frecuentemen-

te utilizadas. Aunque se requiere un número ligeramente superior de instrucciones para escribir un programa, el tamaño del código se reduce en un 30-40% aproximadamente.

- TUMB2 complementa Thumb con la mayoría de las instrucciones ARM más populares y además permite ejecución condicional. Adicionalmente se ha optimizado el juego de instrucciones para compiladores de alto nivel (C/C++) y exigencias comunes en sistemas embebidos como la manipulación de bits y división de hardware. Resumiendo, Thumb2 combina el comportamiento aritmético de ARM con la densidad de código del juego de instrucciones Thumb.

Algunos núcleos ARM incorporan un conjunto adicional de instrucciones para algoritmos DSP. Hay Microcontroladores que incluyen coprocesador VFP (Vector Floating Point), para acelerar la aritmética en punto flotante de acuerdo con el estándar IEEE754.

Figura 2. Componentes de Keil MDK-ARM

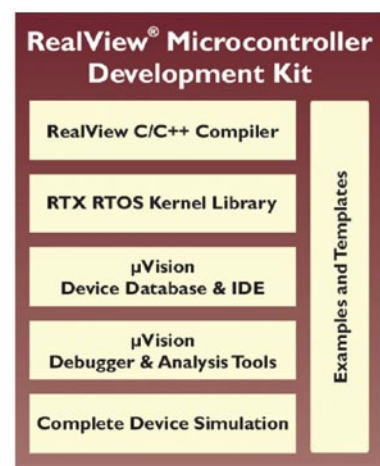
La continuidad del juego de instrucciones entre ambos conjuntos, ARM y THUMB, facilita una proposición única dentro de la industria del microcontrolador. Un usuario puede cualificar y reutilizar librerías de software validadas de un proyecto a otro en el mismo entorno. Esta reutilización puede reducir notoriamente los costes de mantenimiento a lo largo de múltiples proyectos y aplicaciones y optimizar la inversión en software en la compañía.

### Núcleos ARM para Microcontroladores.

### Herramientas de Desarrollo para μCs ARM

El éxito de la arquitectura ARM ha generado una amplia comunidad de de 3ras partes que ofrecen soluciones para el desarrollo con ARM. Puede realizarse una ojeada a estas compañías a través de ARM Connected Community en [www.arm.com](http://www.arm.com).

La arquitectura ARM también está soportada por varios proyectos open source, como compilador GNU, depurador GDB y distribuciones Linux.



| ARM Core     | ISA Extensions | Memory Interface | CPU Clock    | Caraterísticas                             |
|--------------|----------------|------------------|--------------|--|
| ARM7TDMI     | ARM/Thumb      | -                | Hasta 100MHz |  |
| ARM720T      | ARM/Thumb      | MMU, Cache       | Hasta 100MHz |  |
| ARM920T      | ARM/Thumb      | MMU, Cache       | Hasta 250MHz |  |
| ARM926EJ-S   | ARM/Thumb      | MMU, Cache, TCM  | Hasta 250MHz | DSP Extensions + JAVA Engine               |
| ARM946E-S    | ARM/Thumb      | MMU, Cache, TCM  | Hasta 250MHz | DSP Extensions                             |
| ARM966E-S    | ARM/Thumb      | TCM              | Hasta 250MHz | DSP Extensions                             |
| ARM1126J-S   | ARM/Thumb      | MMU, Cache       |              | Float P. Co-Proc.                          |
| Cortex-M1    | Thumb          | ---              | Hasta 100MHz | SofCore for FPGA                           |
| Cortex-M3    | Thumb2         | MPU              | Hasta 150MHz | CPU Core integrating InterruptControl Syst |
| Cortex-R4(F) | ARM/Thumb2     | MPU, TCM, Cache  | Hasta 400MHz | Inteface for Dual-Core Safety Architect    |
|              |                |                  |              |  |

Tabla 1. Núcleos ARM para μCs

**Cache:** Acelera la velocidad de acceso a memoria, almacenando la información accedida recientemente de memoria mas lenta en RAM de acceso más rápido.

**MMU** (Memory Management Unit): Permite memoria virtual y es generalmente requerida para plataformas con sistemas operativos como Windows CE o Linux.

**MPU** (Memory Protection Unit): Administra el acceso a ciertas áreas de almacenamiento para aplicaciones de seguridad

**TCM** (Tightly Coupled Memory): La memoria (RAM, Flash) está conectada directamente con las CPU para ofrecer un acceso más rápido.

Algunas compañías especializadas en el soporte de arquitectura ARM ofrecen una solución completa para el desarrollo de software. Por ejemplo:

- IAR Embedded Workbench para ARM (EWARM) soporta prácticamente todos los núcleos ARM / CPUs de cada fabricante.
- KEIL RealView Microcontrollers Development Kit (RDK-ARM) ofrece soporte para derivados específicos con soporte para más de 300 microcontroladores estándar. Y combina el compilador RealView de ARM, iVision3 IDE/Debugger y RTOS Kernel.
- Otros fabricantes de herramientas, como Lauterbach, ofrecen depuradores JTAGs para usuarios de compilador GNU o Linux.

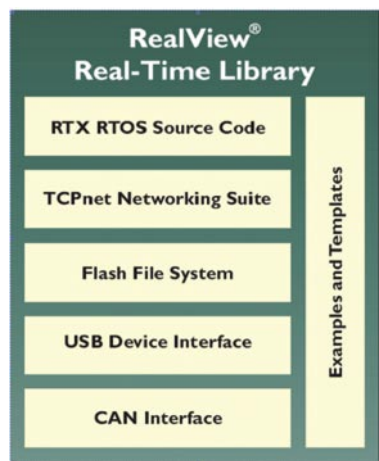
- La mayoría de fabricantes de silicio ofrecen además Kits de iniciación muy económicos.

Keil MDK-ARM RealView Microcontroller Development Kit ofrece soporte para la mayoría de los Microcontroladores con arquitectura ARM e incluye:

- Compilador RealView C/C++
- Kernel RTOS (binarios)
- iVision3 IDE. Entorno gráfico de desarrollo con Base de datos de dispositivos.
- iVision3 Depurador y herramientas de análisis.
- Simulación de chip y periféricos.

## Middleware para los Periféricos del μC

Keil Real Time Library for ARM es una colección de componentes Middleware para microcontroladores ARM.



La mayoría de los Microcontroladores ARM integran un amplio rango de periféricos como:

- Interfaz Ethernet para aplicaciones TCP/IP

- Controlador LCD para el manejo de visualizadores.
- Interfaz USB (USB DEVICE, USB host o USB OTG) para conexión a periféricos de PC y dispositivos de consumo.
- Controlador CAN para aplicaciones en automoción e industriales.
- Interfaz SD/MMC para memorias Flash.

Para explotar este amplio abanico de periféricos se requiere de los drivers para los periféricos y los correspondientes stacks (software para el protocolo a implementar). Además, la mayoría de las aplicaciones embebidas actuales requieren de un sistema operativo en tiempo real. Con la llegada de μCs ARM estándar terceras compañías pueden suministrar no sólo la solución de software, sino un software que ha sido optimizado para el conjunto de periféricos específicos de un microcontrolador. Algunos fabricantes se han especializado en middleware para microcontroladores y ofrecen una amplia gama de soluciones software. Un ejemplo de ello es el RealView real-time Library de Keil. Mediante la utilización de estos componentes middleware disponibles el desarrollador puede concentrarse en moldear su aplicación y darle su valor

añadido con una reducción en el tiempo de desarrollo.

## ARM: μCs. Estándar - Fabricantes

La tabla 2 da una visión de las familias de microcontroladores estándar disponibles. Esta lista incluye más de 400 variantes de memoria.

Información técnica detallada puede encontrarse en Device Database en: [www.keil.com/arm/chips.asp](http://www.keil.com/arm/chips.asp), que se actualiza constantemente.

## Resumen


Utilizando la arquitectura ARM en sus diseños, el diseñador se beneficia no solo de la extensa gama de microcontroladores a coste efectivo sino del amplio soporte disponible por fabricantes de software y comunidades. ARM continúa desarrollando el núcleo para varios fabricantes de semiconductores centrados en el mercado de Microcontroladores. Ofreciendo una extensa variedad de Microcontroladores que a cambio permiten un vasto array de aplicaciones embebidas. 

Figura 3. Keil Real-time LIBRARY for ARM

| Fabricante          | Familia MCU                              | Núcleo ARM                                  | Características  |
|---------------------|--|---|--|
| Analog Devices      | ADuC7000                                 | ARM7TDMI                                    | High-speed A/D & D/A   |
| Atmel               | AT91SAM7<br>AT91SAM9                     | ARM7TDMI<br>ARM926EJ                        | Amplia selección con periféricos: LCD, MCI, CAN, USB, Ethernet |
| AustriaMicroSystems | AS3000                                   | ARM922T                                     | Subsistema Audio Info..  |
| Freescale           | iMX2x<br>iMX3x                           | ARM926EJ-S<br>ARM91136JF                    | Aplicaciones Multimedia  |
| Hilscher            | netX                                     | ARM926EJ                                    | Real-Time ETH y Fieldbus                                       |
| Luminary Micro      | LM3S                                     | Cortex-M3                                   | Low pin count, CAN, ETH  |
| NXP                 | LPC2000<br>LH75/LH79<br>LPC3000<br>LH7A0 | ARM7TDMI<br>ARM7TDMI<br>ARM926EJ<br>ARM922T | Amplia selección con Variedad de Periféricos                   |
| OKI                 | ML67<br>ML69                             | ARM7TDMI<br>ARM946E                         | Amplia selección con Variedad de Periféricos                   |
| Samsung             | S3C, S3F                                 | ARM7TDMI<br>ARM920T                         | Periféricos para Aplicaciones de Consumo                       |
| ST Microelectronics | STR7<br>STR9<br>STM32                    | ARM7TDMI<br>ARM9<br>Cortex-M3               | Amplia selección con periféricos CAN, USB, Ethernet            |
| TI                  | TMS470<br>TMS570                         | ARM7TDMI<br>Cortex-R4F                      | Progrmable timer subsystem                                     |
| Winbond             | W90N                                     | ARM7TDMI                                    | Ethernet, LCD, USB   |

Tabla 2. ARM - Familia de Microcontroladores estándar



# Captura Electrónica firma con ARM acuerdo de distribución para sus herramientas de desarrollo RealView® development tools en el mercado Español

ARM facilita a los diseñadores soluciones de propiedad intelectual (IP) en forma de procesadores, diseños SoC, aplicaciones específicas para productos estandar (ASSPs), el software y las herramientas de desarrollo necesarias. Todo lo necesario para crear un producto innovativo.

Las herramientas ARM® RealView® son únicas en su habilidad de proveer soluciones que cubren el proceso completo de desarrollo desde el concepto a la implantación final del producto. Cada miembro del portafolio RealView ha sido desarrollado en contacto y en paralelo con el hardware ARM y software IP, asegurando así las máximas prestaciones de los IP's.

## ARM ofrece las siguientes Herramientas

- RealView Development Suite Professional
- RealView ICE, RealView Trace and RealView Trace 2
- RealView Hardware Platforms
- RealView CREATE Family Tools



## RealView Development Suite (RVDS)

ARM® RealView® Development Suite es una solución completa para el desarrollo de software que soporta todos los procesadores ARM® y la tecnología de depuración ARM.

## RealView Development Suite (RVDS)

ARM® RealView® Development Suite es una solución completa para el desarrollo de software que soporta todos los procesadores ARM® y la tecnología de depuración ARM.

RealView Development Suite ofrece el mejor compilador ARM C/C++ y soporta la tecnología más avanzada en depuración disponible actualmente para afrontar lo último en diseños SoC y ASIC. RealView Development Suite contiene los siguiente componentes:

- Entorno Integrado de Desarrollo (IDE):

- RVDS incluye Eclipse como IDE
- Herramientas de Compilación:

Las herramientas de compilación en RVDS son reconocidas en la industria por generar las mejores prestaciones de todos los compiladores disponibles para procesadores ARM. Desarrollado para generar el código más optimizado, el compilador produce un ejecutable significativamente menor a otras herramientas. Genera código optimizado para el conjunto de instrucciones de 32-bit ARM, 16-bit Thumb® y Thumb-2 y soporta completamente ISO estándar C y C++.

RVDS facilita la interoperabilidad entre RealView y las herramientas GNU compatibles con ABI (Application Binary Interface) para arquitectura ARM. Permitiendo flexibilidad en compartir open-source y herramientas soportadas comercialmente a los equipos desarrolladores de software.

- Herramientas de Depuración

Diseñado desde el concepto para soportar diseños simples y multi-core SoC y aplicaciones de software con S.O. embebidos, el depurador de RVDS pone el estándar para depurar aplicaciones complejas. Incluye soporte no intrusivo para traza, permitiendo obtener un código para el procesador ARM seleccionado de la máxima confianza.

## RealView ICE

RealView® ICE es la solución de depurador hardware de ARM® que permite al depurador en RVDS conectar y controlar el silicio (chip)

RealView ICE incluye las prestaciones exigidas por los diseños sofisticados actuales de dispositivos sistemas-en-chip y sistemas con software embebido.



El depurador hardware RealView ICE ofrece una solución universal para cpus-ARM. Es decir, un sistema soporta todos los procesadores ARM, en simple (monochip), multi-core, arquitecturas homogéneas o heterogéneas.

RealView ICE soporta RealView Trace y RealView Trace 2

## RealView Trace

RealView® Trace es un módulo opcional para RealView ICE.



Ofrece la capacidad de capturar los datos de ETM (Embedded Trace Macrocell) y Core Sight™

Este módulo (RealView Trace) permite una traza no intrusiva en tiempo real, de código y datos para todos los procesadores ARM disponibles.

El lector interesado puede obtener información adicional en la website de ARM: [www.arm.com](http://www.arm.com)

Ref. N° 0809500