

Los Procesadores  
CORTEX M4 Y CORTEX M7  
en el  
PROCESAMIENTO DIGITAL  
de  
SEÑALES

# Aplicaciones de DSP : Control y Electrónica Industrial

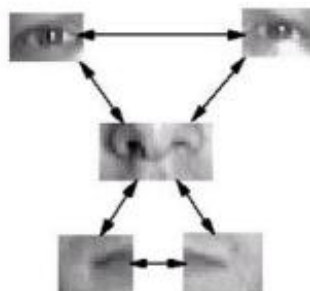


- Control de calidad
- Control de procesos
- Reconocimiento de patrones
- Identificación plantas
- Reducción de ruido y armónicos
- Robótica

# Aplicaciones de DSP : Procesamiento de Imágenes



Patch Model



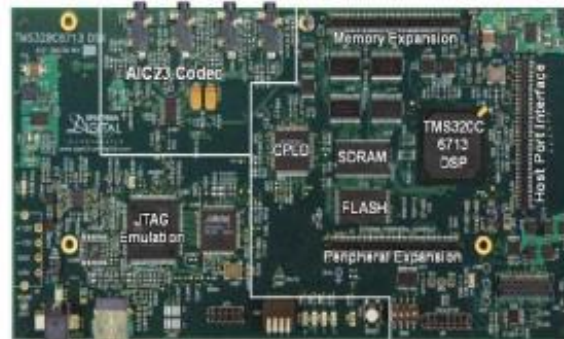
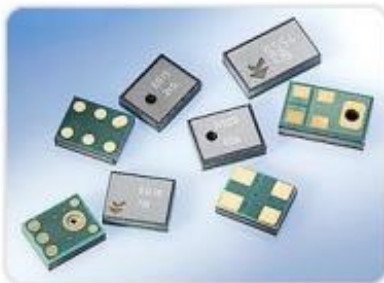
- **Captura y fotografía**
- **Impresión**
- **Mejoramiento de calidad de imágenes**
- **Compresión de imágenes**
- **Reconocimiento de patrones**
- **Búsqueda por imágenes**
- **Biometría**
- **Detección de estados emocionales**

# Aplicaciones de DSP : Multimedia



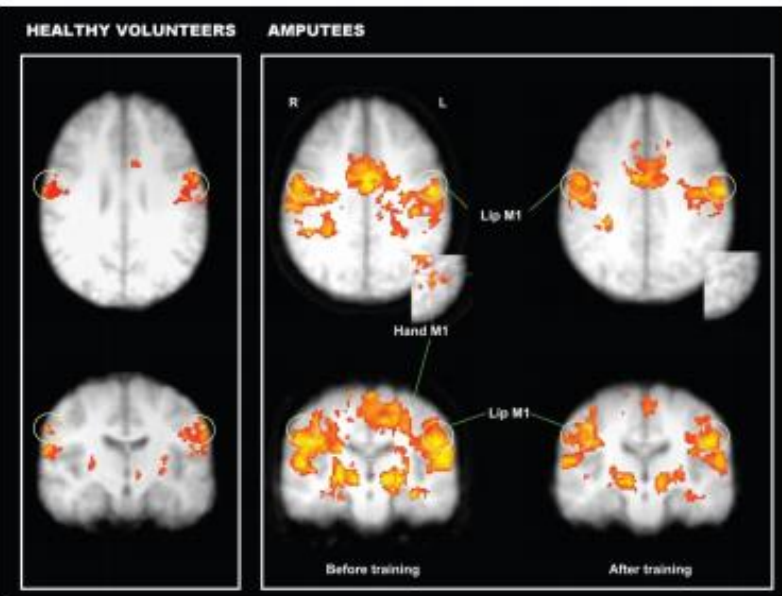
- **Televisión digital**
- **Cine/video 3D**
- **Video conferencia**
- **Videojuegos**

# Aplicaciones de DSP : Audio y Música



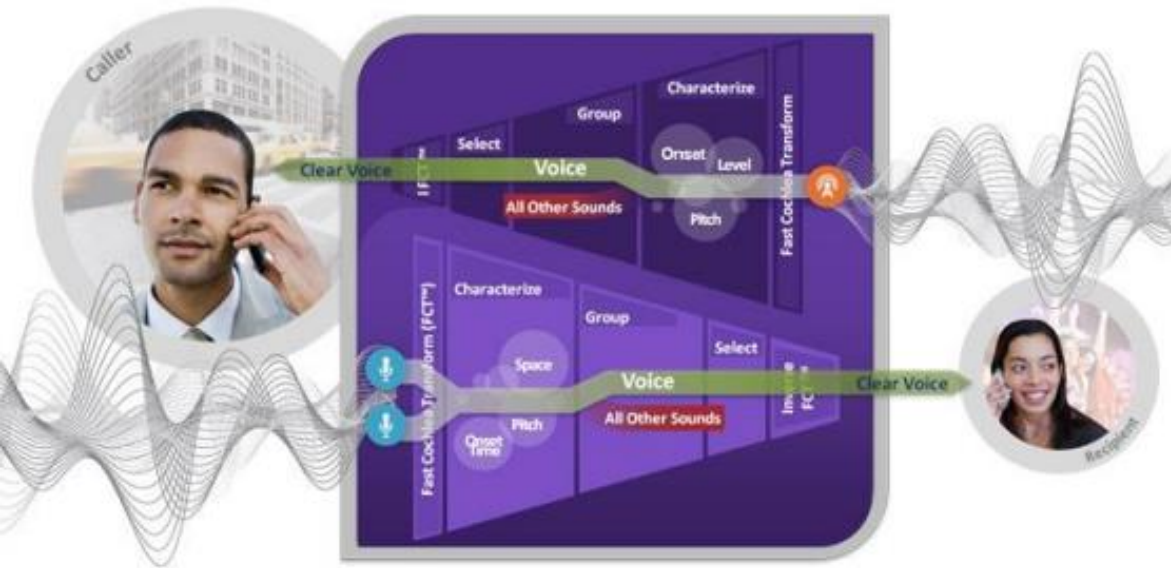
- **Captura**
- **Grabación**
- **Manipulación**
- **Reproducción**

# Aplicaciones de DSP : Ingeniería Biomédica



- **Captura y análisis de señales médicas (1D, 2D, 3D)**
- **Sistemas de diagnóstico**
- **Implantes**
- **Monitoreo de pacientes**
- **Telemedicina**
- **Cuidado preventivo**

# Aplicaciones de DSP : Procesamiento de Voz

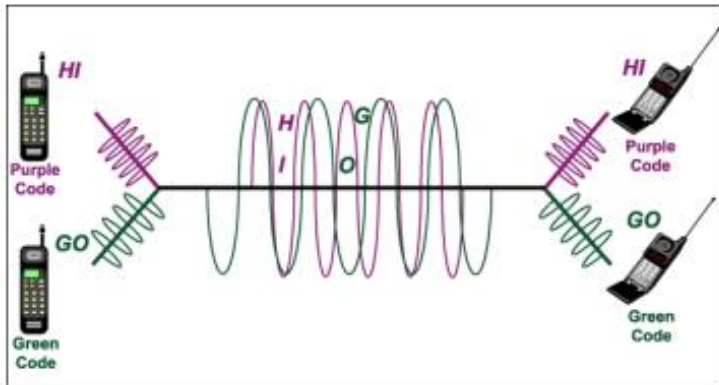
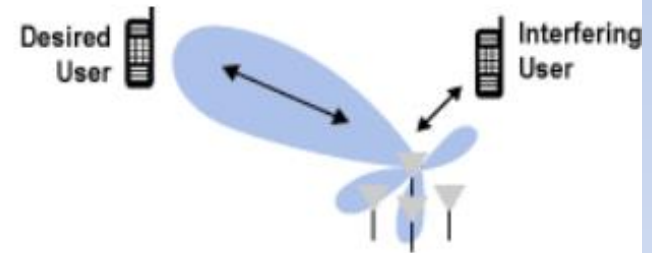


Siri



- Reducción de ruido
- Codificación y síntesis
- Reconocimiento automático del habla
- Biometría: Reconocimiento del locutor
- Detección de estados emocionales

# Aplicaciones de DSP : Comunicaciones



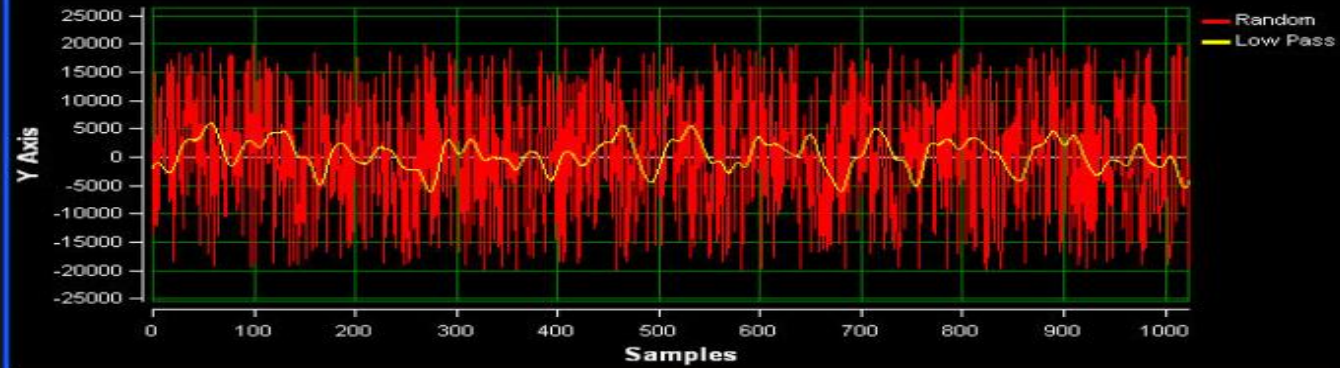
- **Sistemas inalámbricos**
- **Estimación de señales en ruido**
- **Estimación y compensación de canales**
- **Codificación / Decodificación**
- **Optimización de ancho de banda**



Low Pass Filter Demo



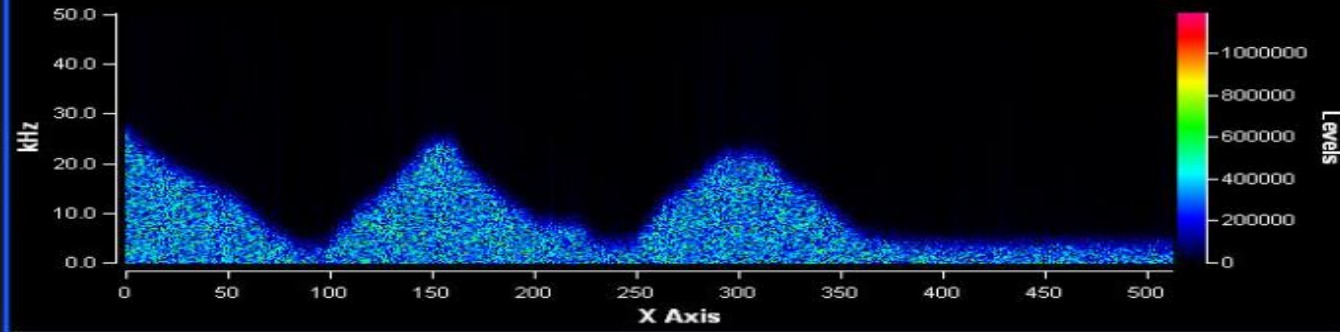
Scope

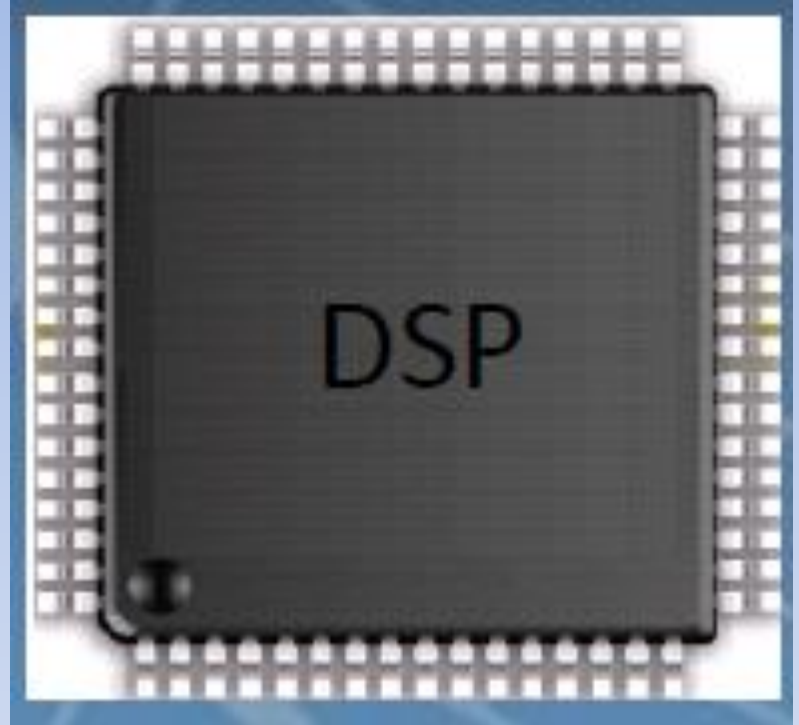
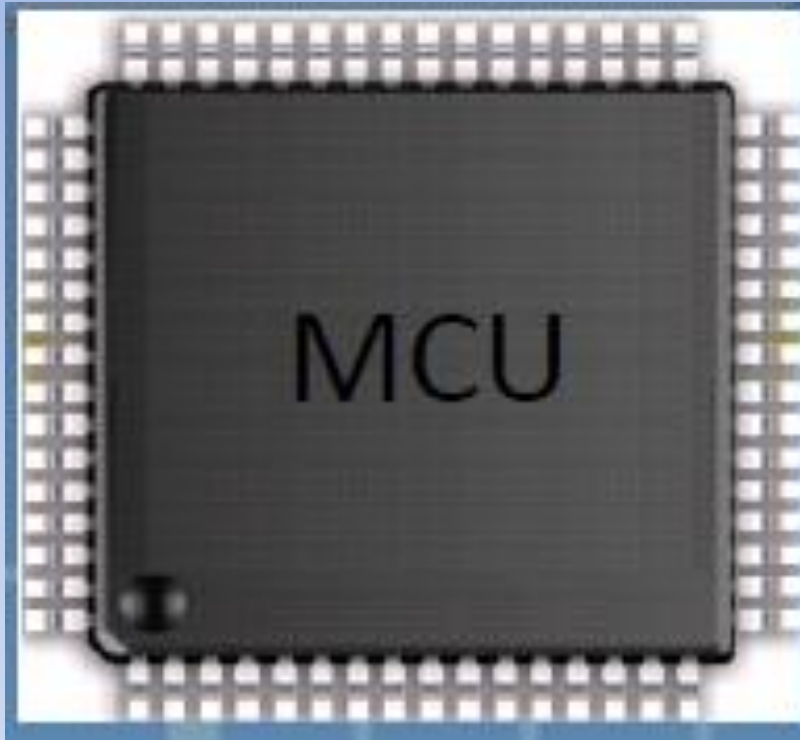


Frequency:



Waterfall FFT





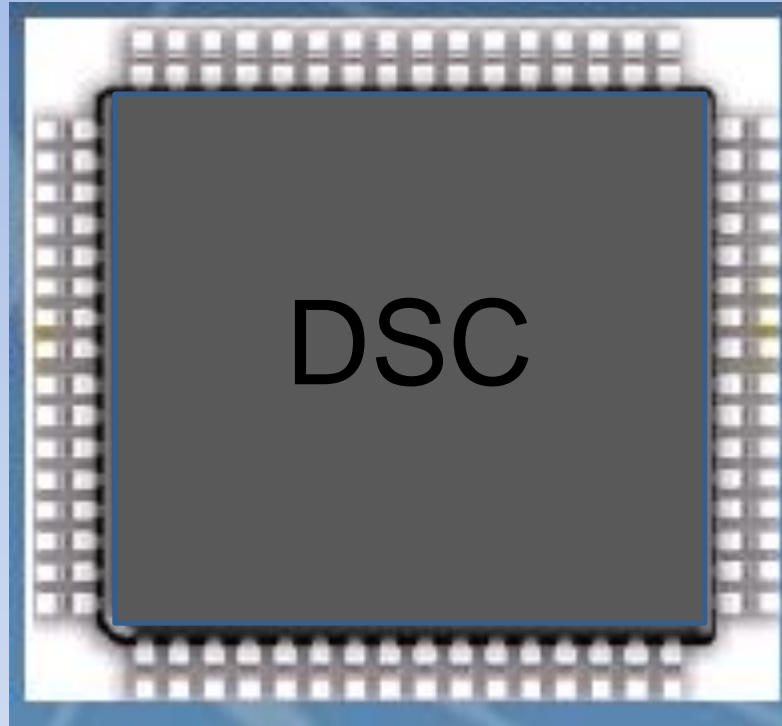
# Diferencias entre un Microcontrolador y un DSP

## DSPs

Gran número de registros  
Puertos Seriales  
Convertidores Muestreo reten  
Controladores DMA flexibles  
Requiere programación ASM  
para lograr un máximo desempeño  
Bajo consumo de energía  
(miliwatts por MIP)

## Microcontroladores

Pocos registros  
Arquitectura Cached  
Modos de baja potencia  
(sleep)  
Bajo Costo  
Gran número de periféricos  
Muchísimas variantes  
Memoria integrada Flash  
Buen soporte de Drivers  
  
USB/Ethernet/CAN/Flash/etc  
Sistemas operativos  
Muchas características  
totalmente programables en C  
Baja Latencia de interrupción



# CONTROLADOR DIGITAL DE SEÑALES

Controlador Digital de Señales =  
Características de Microcontrolador + DSP

Múltiples buses para memoria

multiplica y acumula en un ciclo

Lazos con cabecera cero

Carga y Almacena en paralelo con computo

Acumulador con bits de guarda

Matemáticas de saturación y de fracciones

Instrucciones SIMD para computo en paralelo

Barril de desplazamiento

Direccionamiento Circular y bit de reversa

# DEFINIENDO LAS CARACTERÍSTICAS DE UN VERDADERO PROCESADOR DSP

- Arquitectura Harvard
- MAC de alto desempeño
- Matemáticas de saturación
- Instrucciones SIMD para computación en paralelo
- Barril de desplazamiento
- Hardware de punto flotante
- **Direccionamiento Circular y bit de reversa**
- **Lazos de cabecera Cero**
- **Operaciones de carga y almacena en paralelo con operaciones matemáticas**

## Que necesita un DSP

Modos de baja potencia

Bajo Costo

Gran número de perifericos

## Que necesita un microcontrolador

Mejor consumo de potencia

Periféricos específicos de audio

Aritmética de alto desempeño

# Procesadores de Aplicación

Microcontroladores de gama alta Ejemplos

Velocidad de reloj hasta 2 Ghz  
Cortex-A

Alto nivel de Integración

Múltiples Núcleos

Procesadores gráficos

Redes

USB

Características de seguridad

Familia de Procesadores

Intel Atom

Usados en:

Teléfonos inteligentes

iPad/tablets

Set top boxes

Automóviles “head units”



Seleccionando el  
mejor procesador  
para una  
aplicación de  
Audio

LA TAREA FUNDAMENTAL DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES ES, EN EFECTO, LA MANIPULACIÓN DE UNA SEÑAL COMPLEJA QUE CONSISTE DE MÚLTIPLES ONDAS CON VARIAS Y VARIANTES FASES, AMPLITUDES Y FRECUENCIAS LAS CUALES NO SON CONOCIDAS DE UNA FORMA PRECISA

# El reto del desarrollo de un producto de audio

- La complejidad de los productos de audio va en aumento
- El tiempo de desarrollo se reduce
- Existen múltiples formatos de audio
- Conectividad
- Actualizaciones de software
- Integración con otro producto
- Tamaño y requerimientos de potencia
- Costo

# Para el desarrollo de un producto se requieren diferentes habilidades

Eléctricas

Mecánicas

Acústicas

Interface de Usuario

El desarrollo de software para procesamiento de audio requiere

Múltiples habilidades

- Procesamiento Digital de Audio
- Ingeniería de Audio
- Software embebido





Realce espacial

Múltiples canales de audio

Ecualización

Limite de picos

Aumento de profundidad

Apareamiento de señal



# Reproductor de Audio con el Cortex-M4

## Entrada de audio:

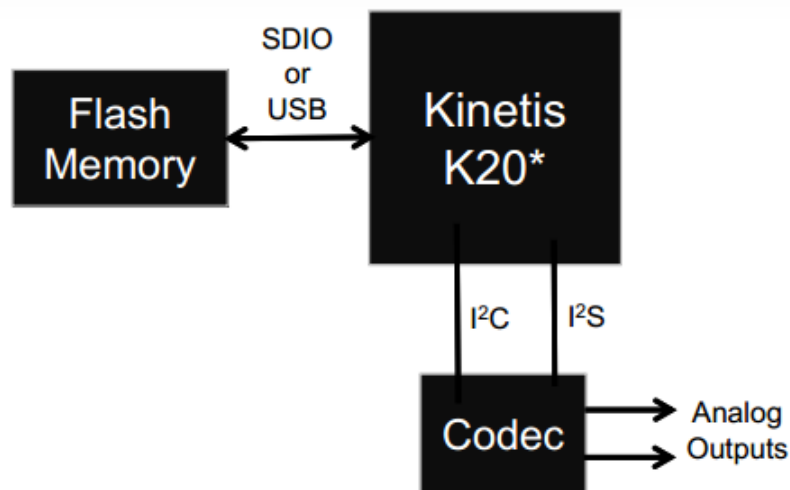
- Archivos WAV
- Archivos ACC
- Archivos MP3

## Funciones:

- Decodificación de archivos

## Salida:

- Audio analógico stereo



K40, K50, K60, or K70

# Selección del Procesador

Analog Devices

SHARC, Blackfin, SigmaDSP



Texas Instruments

C55, C67x, C66x



ARM

ARM9/11

Cortex M4/M7

Cortex A8/A9/A15/etc



Intel

x86/x64



y núcleos embebidos

Tensilica, CEVA y ARC



# Puntos relacionados con el Diseño del Sistema

## Periféricos

- Puertos seriales

- Conectividad

- Convertidores

- DMA

## Memoria

- Interna RAM/Flash

- Memoria externa

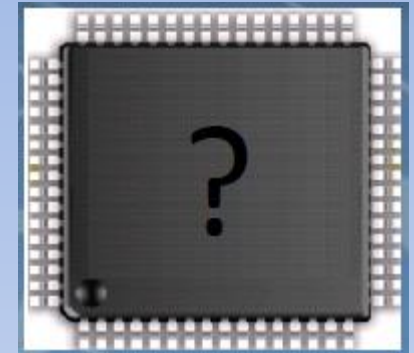
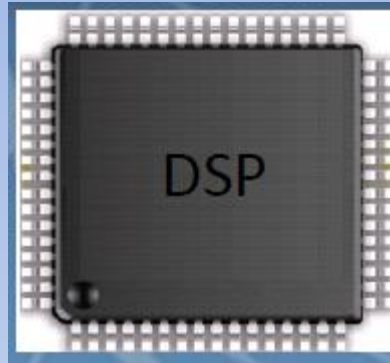
## Tamaño

## Consumo de Potencia

# ¿Usar dos Procesadores?



+



La conexión de un producto requiere de un MCU  
USB  
Wi-Fi/Ethernet  
etc

El procesamiento de señales para productos multimedia sigue en aumento  
Audio  
Video  
Microfonos  
etc

¿Puede un solo circuito Manejar todas las funciones?

Productos con sensores para el Internet de las cosas

# Selección del procesador

¿Se ajustará a mi aplicación?

Costo - ¿Cuál es el costo de todo el sistema?

La clave del  
procesamiento de  
señales en tiempo real  
es mantener un flujo  
eficiente de datos

# Entonces consideramos las diferentes familias de procesadores

## Analog Devices

SHARC

empiezan en \$8.00

Blackfin

empiezan en \$2.00 i \$4.00

SigmaDSP

## Texas Instruments

C55, C67x, C66x

empiezan en \$18.00

## ARM

ARM9/11

Cortex M4/M7

empiezan en \$1.50 M4

\$1.00

## M3

Cortex A8/A9/A15/etc

empiezan en \$5.00

## Intel

x86/x64

y nucleos embebidos

Tensilica, CEVA y ARC

# PROCESADORES ARM



The Architecture for the Digital World® **ARM**®

# CORTEX-A

Cortex-A72

Cortex-A57

Cortex-A53

Cortex-A17

Cortex-A15

Cortex-A9

Cortex-A7

Cortex-A5

# CORTEX-R

Cortex-R7

Cortex-R5

Cortex-R4

# CORTEX-M

Cortex-M7

Cortex-M4

Cortex-M3

Cortex-M1

Cortex-M0+

Cortex-M0

# SECURCORE

SC000

SC100

SC300







ARM

# Familias de los procesadores Cortex-M

## ARM Cortex Processor Families

### Cortex-A



servers



set top boxes



netbooks



mobile applications

### Cortex-R



disk drives



digital cameras

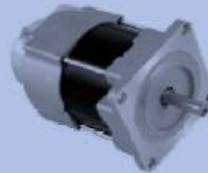


mobile baseband

### Cortex-M



appliances



motors



audio

# Serie ARM Cortex - M

## El Nucleo

Cortex-M3 liberado en 2004  
Microcontrolador Tradicional

Cortex-M4 liberado en 2010  
Controlador de señales digitales  
Punto flotante y algunas  
capacidades de DSP

Cortex-M7 liberado en 2015  
Arquitectura mejorada para DSP

Muchas Licencias

ST Microelectronics, Freescale  
NXP, Atmel, Texas Instruments  
Analog Devices, Infineon

Otras características

E/S de audio basico (I2S)  
Variantes de baja potencia  
USB y Ethernet



# CORTEX-M

Cortex-M7

---

Cortex-M4

---

Cortex-M3

---

Cortex-M1

---

Cortex-M0+

---

Cortex-M0

# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M0

Nested Vectored  
Interrupt Controller

Wake Up Interrupt  
Controller Interface

CPU

AHB-lite  
Interface

Data  
Watchpoint

Breakpoint

Debug  
Access  
Port

# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M0+

Nested Vectored  
Interrupt Controller

Wake Up Interrupt  
Controller Interface

CPU

Memory  
Protection  
Unit

AHB-lite  
Interface

Low Latency  
I/O Interface

Data  
Watchpoint

Breakpoint

Micro Trace  
Buffer

Debug  
Access  
Port

# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M3

Nested Vectored  
Interrupt Controller

Wake Up Interrupt  
Controller Interface

CPU

Code  
Interface

Memory  
Protection  
Unit

SRAM &  
Peripheral  
Interface

Bus  
Matrix

Data  
Watchpoint

Flash Patch  
& Breakpoint

ITM Trace

ETM Trace

Debug  
Access  
Port

Serial  
Wire  
Viewer,  
Trace Port

# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M4

Nested Vectored  
Interrupt Controller

Wake Up Interrupt  
Controller Interface

CPU  
(with DSP Extensions)

FPU

Code  
Interface

Memory  
Protection  
Unit

SRAM &  
Peripheral  
Interface

Bus  
Matrix

Data  
Watchpoint

Flash Patch  
& Breakpoint

ITM Trace

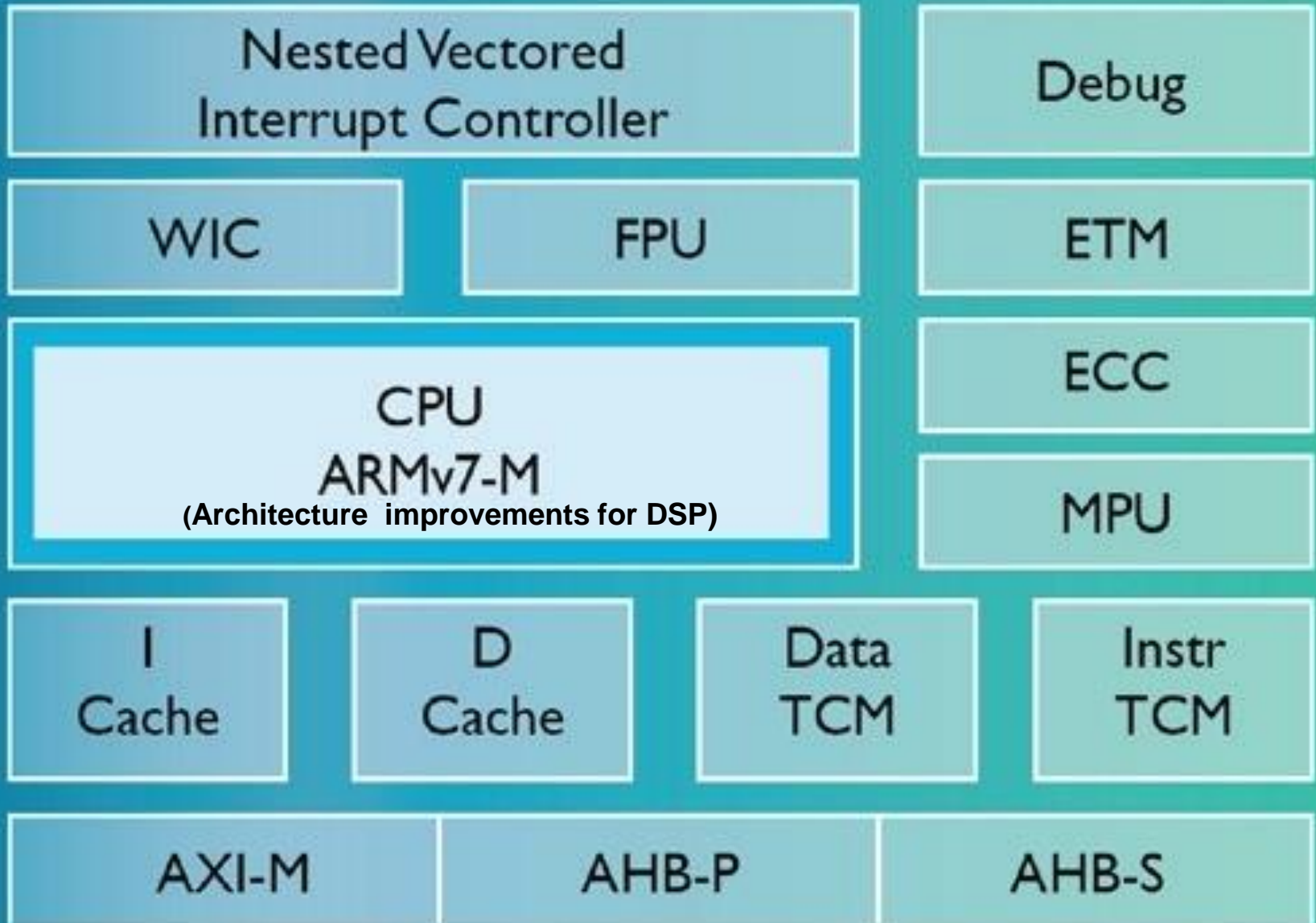
ETM Trace

Debug  
Access  
Port

Serial  
Wire  
Viewer,  
Trace Port



# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M7



# TM4C129x

Temperatures

85°C

105°C

**ARM<sup>®</sup>  
Cortex<sup>®</sup>-M4**  
Up to 120 MHz

FPU

MPU

NVIC

ETM

SWD/T

## 120 MHz

### Control Peripherals

Quadrature Encoder Inputs

8× PWM Outputs

### Data Protection

4× Tamper Inputs

CRC Accelerator

AES, DES, SHA & MD5  
Accelerators

### Memory

Up to 1 MB Flash

Up to 256 KB SRAM

6 KB EEPROM

ROM

DMA (32 ch)

### System Management

1-Wire

### Debug

Real-time JTAG

### Comms Peripherals

8× UART

4× QSSI/SPI

10× I<sup>2</sup>C

2× CAN

10/100 Ethernet MAC/PHY  
(IEEE 1588)

USB Full/High Speed  
(Host/Device/OTG)

### Power & Clocking

Precision Oscillator

**RTC** Battery-Backed Hibernate

### System Modules

8× 32-bit Timer/PWM/CCP

EPI

LCD

Systick Timer

2× Watchdog Timer

### Analog

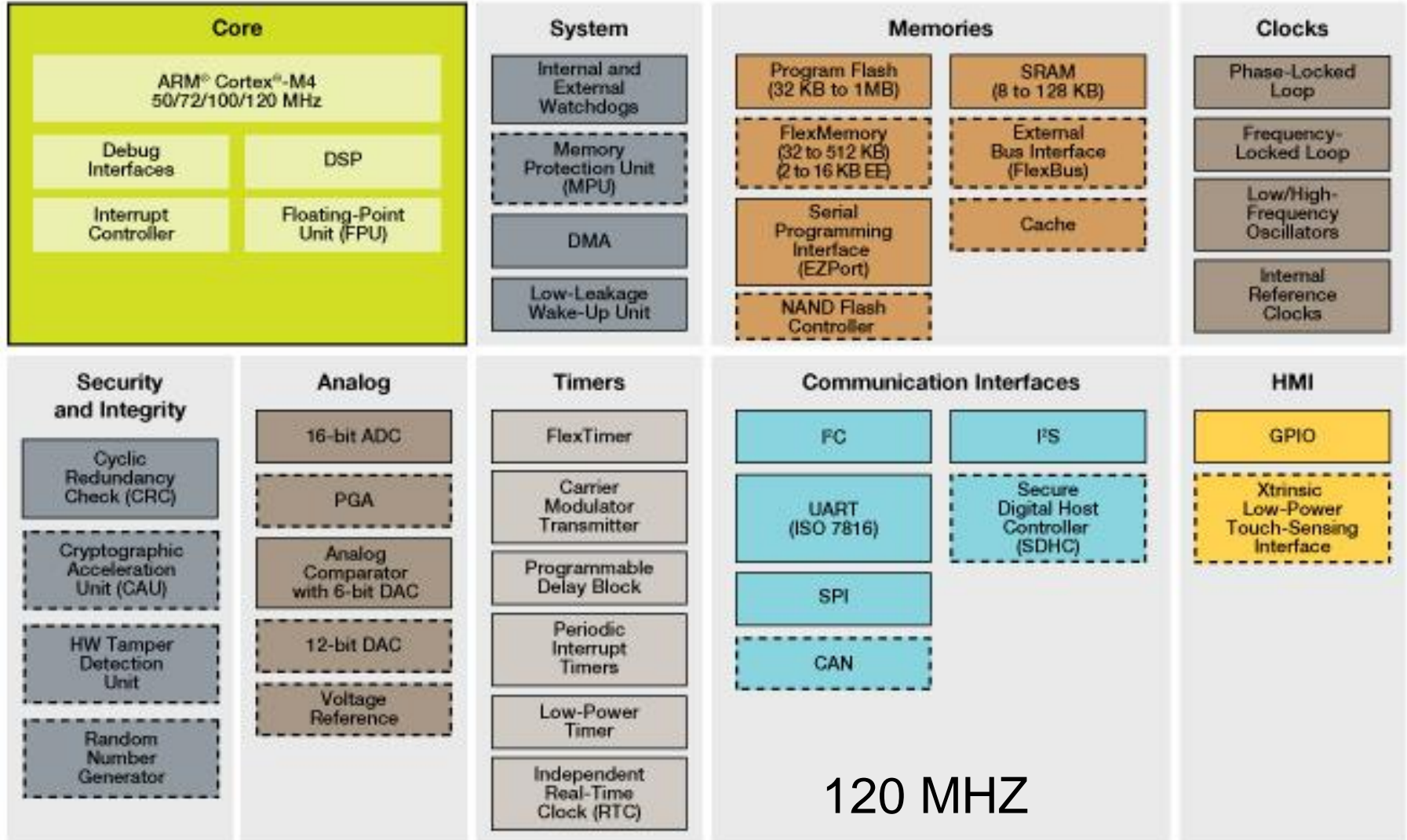
2× 12ch, 12-bit ADCs  
up to 2 MSPS

LDO Voltage Regulator

3× Analog Comparators

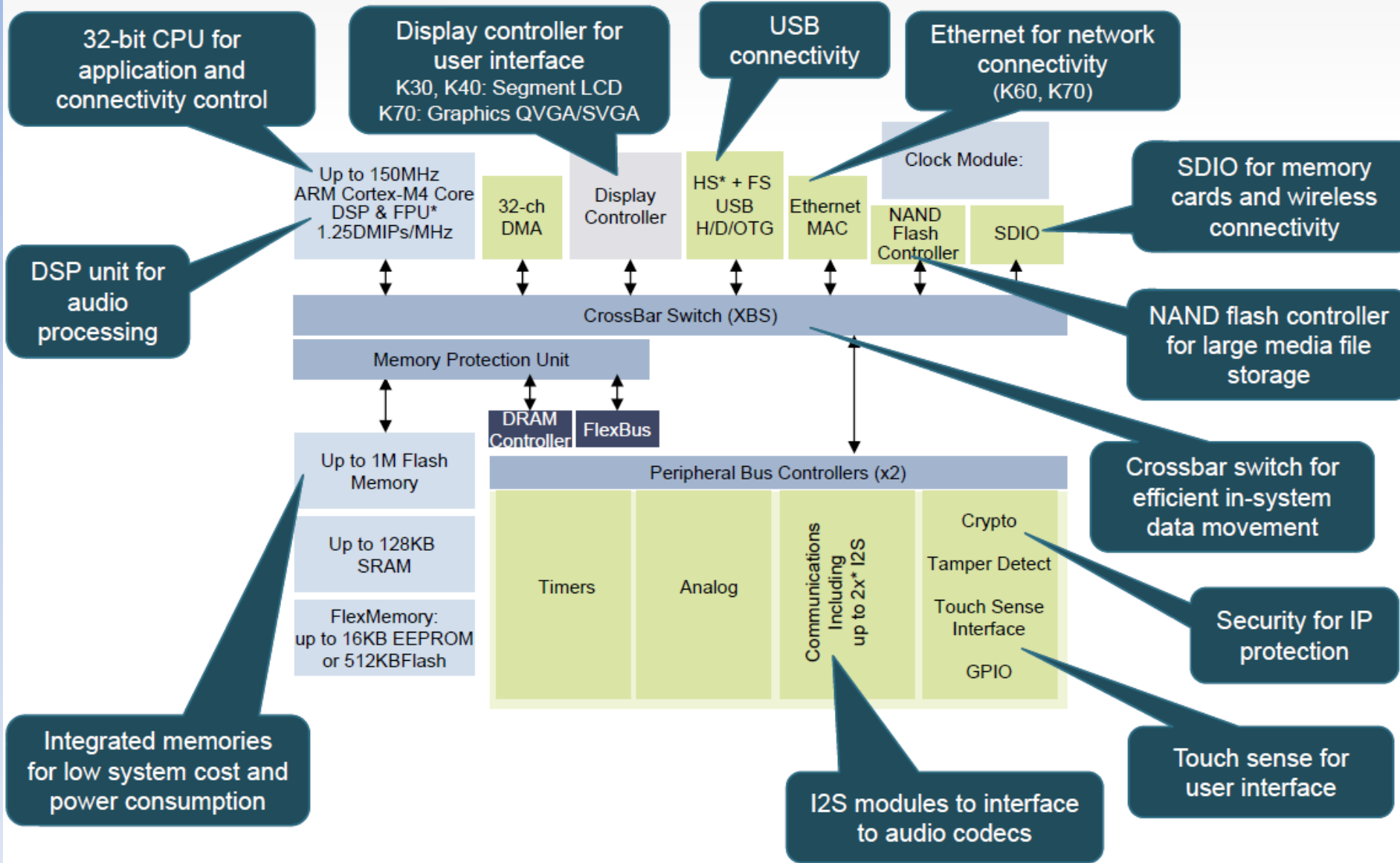
Temperature Sensor

# Kinetis K1x MCU Family Block Diagram



□ Standard Feature    □ Optional Feature

# Kinetis MCU



## System

Power supply  
1.2 V internal regulator  
POR/PDR/PVD

Xtal oscillators  
32 kHz + 4 ~26 MHz

Internal RC oscillators  
32 kHz + 16 MHz

3 PLLs

Clock control

RTC/AWU

1x SysTick timer

2x watchdogs  
(independent and  
window)

114/131/161 I/Os

Cyclic Redundancy  
Check (CRC)

96-bit unique ID

Voltage scaling

180 MHz

Chrom-ART Accelerator™

ART Accelerator™

180 MHz  
ARM® Cortex®-M4  
CPU

Floating Point Unit  
(FPU)

Nested Vector  
Interrupt  
Controller (NVIC)

JTAG/SW debug

Embedded Trace  
Macrocell (ETM)

Memory Protection  
Unit (MPU)

Mutli-AHB bus matrix

16-channel DMA

True random number  
generator (RNG)

2-Mbyte  
dual bank Flash

384-Kbyte SRAM

FMC/SRAM/NOR/NAND/  
CF/SDRAM

Dual Quad SPI

80-byte + 4-Kbyte  
backup SRAM

512 OTP bytes

## Connectivity

TFT LCD controller

MIPI-DSI interface

6x SPI, 2x I<sup>2</sup>S, 3x PC

Camera interface

Ethernet MAC 10/100  
with IEEE 1588

2x CAN 2.0B

1x USB 2.0 OTG FS/HS

1x USB 2.0 OTG FS

1x SDMMC

4x USART + 4 UART  
LIN, smartcard, IrDA,  
modem control

1x SAI  
(Serial audio interface)

## Control

2x 16-bit  
motor control  
PWM

10x 16-bit timers  
2x 32-bit timers

## Analog

2-channel  
2x 12-bit DAC

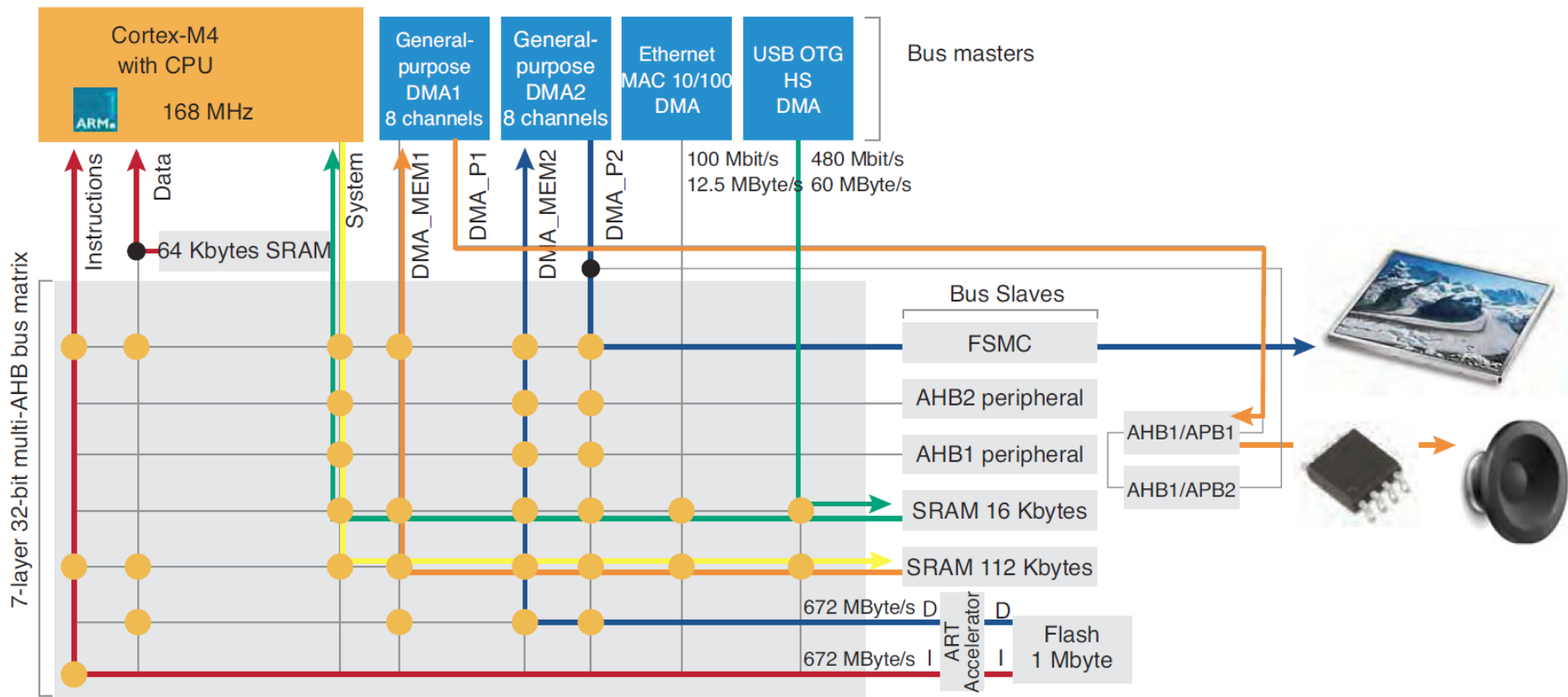
3x 12-bit ADC/2.4 MSPS  
Up to 24 channels  
/7.2 MSPS

Temperature sensor

## Crypto/ Hash processor

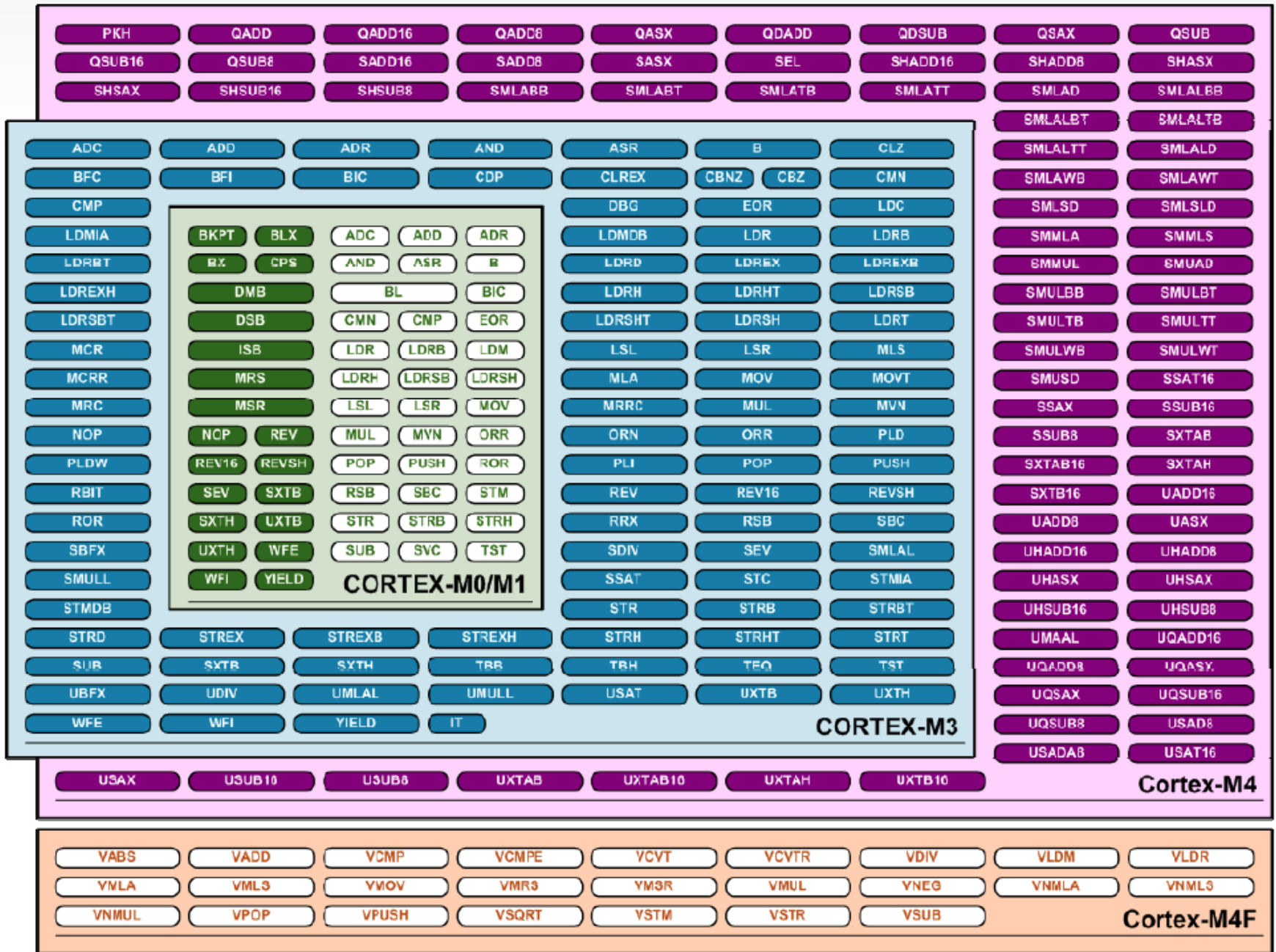
3DES, AES 256, GCM,  
CCM

SHA-1, SHA-256, MD5,  
HMAC



La matriz multicapa que interconecta el Cortex-M4 con los periféricos y memoria habilita transferencias simultaneas entre múltiples maestros y esclavos sin involucrar al CPU. Esto provee al microcontrolador con una tremenda capacidad de interconexión que elimina cuellos de botella en accesos a periféricos y memoria para un alto desempeño de operación.

# Conjunto de Instrucciones de la Familia ARM Cortex - M



# DEFINIENDO LAS CARACTERÍSTICAS DE UN VERDADERO PROCESADOR DSP

- Arquitectura Harvard
- MAC de alto desempeño
- Matemáticas de saturación
- Instrucciones SIMD para computación en paralelo
- Barril de desplazamiento
- Hardware de punto flotante
- **Direccionamiento Circular y bit de reversa**
- **Lazos de cabecera Cero**
- **Operaciones de carga y almacena en paralelo con operaciones matemáticas**

El texto en negritas indica ventajas de un procesador DSP sobre el Cortex-M4/M7



# DSP Cortex-M4

## Estrategias de optimización de Código

Hasta 105 instrucciones específicas para DSP

- Alternativas de direccionamiento circular
- Lazo desenrollado
- Reserva de variables intermedias
- Uso extensivo de SIMD e intrínsecos

# Desempeño del ARM Cortex-M4

Código en C del Cortex-M4 ahora comparable en desempeño

- DSP código en assembly = 1 ciclo
- Código de C estándar del Cortex-M4 toma 12ciclos

Uso de alternativas al direccionamiento circular = 8 ciclos

Después del lazo desenrollado < 6 ciclos

Después del uso de instrucciones SIMD <2.5 ciclos [datos de 16 bit]

Después del atrapado de valores intermedios  
~ 1.6 ciclos

- La programación en C tiene muchas ventajas para portabilidad, facilidad de desarrollo y mantenimiento. En muchos casos el compilador de C es capaz de seleccionar la correcta instrucción sin ayuda adicional. En algunos casos usamos *idiomas* pequeñas partes de código en C, las cuales se pueden mapear directamente en las instrucciones del Cortex M-4 a l, o igual se pueden usar *intrínsecos*.

# Cortex Microcontroller Software Interface Standard

- Capa de abstracción para todos los dispositivos basados en los procesadores Cortex-M.



- Beneficios para el desarrollador de sistemas embebidos  
Interface consistente de Software para los desarrolladores de silicio y middleware.

Simplifica el reuso entre dispositivos basados en los procesadores Cortex-M

Reduce el costo en el desarrollo de software y tiempo de entrada al mercado

Reduce la curva de aprendizaje para los desarrolladores con microcontroladores Cortex-M.

La CMSIS consiste de los siguientes componentes

- CMSIS-CORE
- CMSIS-Driver
- CMSIS-DSP Biblioteca de 60 funciones para diferentes tipos de datos: punto fijo (fraccional q7, q15, q31) y punto flotante precisión simple (32-bit). La biblioteca está disponible para Cortex M0, M3, M4 y M7. La implementación para M4 y M7 está optimizada para las instrucciones SIMD
- CMSIS-RTOS API
- CMSIS-Pack
- CMSIS-SVD
- CMSIS-DAP

# ALGO DE LA BIBLIOTECA ARM CMSIS PARA DSP

Matemáticas Básicas -- Matemáticas de Vectores

Matemáticas rápidas -- sen, cos, raíz cuadrada, etc.

Interpolación – lineal, bilineal

Matemáticas complejas

Estadística – max, min, RMS, etc

Filtrado – IIR, FIR, LMS, etc

Transformadas – FFT(real y compleja), Transformada de coseno, etc

Funciones de matrices

Controlador PID, Transformadas Clarke y Park

Soporte de funciones – arreglos copiar/llevar, conversión de tipo de datos, etc

La biblioteca tiene funciones separadas para operaciones con 8, 16, 32 bit y 32 bit en punto flotante.

- Basic math functions
  - Vector Absolute Value
  - Vector Addition
  - Vector Dot Product
  - Vector Multiplication
  - Vector Negate
  - Vector Offset
  - Vector Scale
  - Vector Shift
  - Vector Subtraction
- Fast math functions
  - Cosine
  - Sine
  - Square Root
- Complex math functions
  - Complex Conjugate
  - Complex Dot Product
  - Complex Magnitude
  - Complex Magnitude Squared
  - Complex-by-Complex Multiplication
  - Complex-by-Real Multiplication

- Filters

- Biquad Cascade IIR Filters Using Direct Form I Structure
- Biquad Cascade IIR Filters Using a Direct Form II Transposed Structure
- High Precision Q31 Biquad Cascade Filter
- Convolution
- Partial Convolution
- Correlation
- Finite Impulse Response (FIR) Decimator
- Finite Impulse Response (FIR) Filters
- Finite Impulse Response (FIR) Lattice Filters
- Finite Impulse Response (FIR) Sparse Filters
- Infinite Impulse Response (IIR) Lattice Filters
- Least Mean Square (LMS) Filters
- Normalized LMS Filters
- Finite Impulse Response (FIR) Interpolator

- Matrix functions

- Matrix Addition
- Matrix Initialization
- Matrix Inverse
- Matrix Multiplication
- Matrix Scale
- Matrix Subtraction
- Matrix Transpose



- Transforms
  - Complex FFT Functions
  - DCT Type IV Functions
  - Real FFT Functions
- Motor control functions
  - Sine Cosine
  - PID Motor Control
  - Vector Clarke Transform
  - Vector Inverse Clarke Transform
  - Vector Park Transform
  - Vector Inverse Park transform
- Statistical functions
- Support functions
- Interpolation functions
  - Linear Interpolation
  - Bilinear Interpolation

# ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M7

Nested Vectored  
Interrupt Controller

Debug

WIC

FPU

ETM

CPU  
ARMv7-M

ECC

MPU

I  
Cache

D  
Cache

Data  
TCM

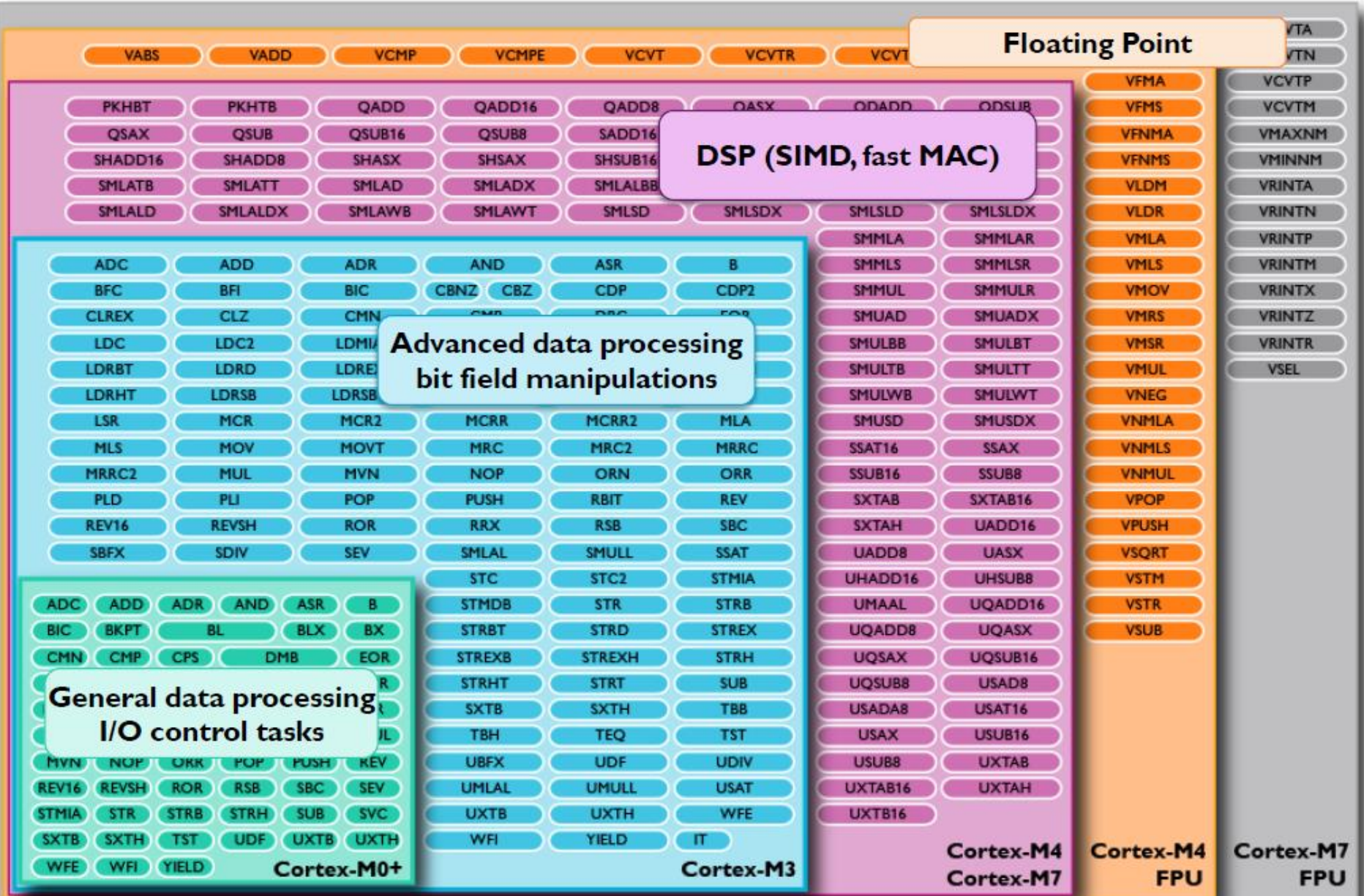
Instr  
TCM

AXI-M

AHB-P

AHB-S

# Conjunto de Instrucciones del Cortex-M7



# STM32F756 BLOCK DIAGRAM

## System

Power supply  
1.2 V regulator  
POR/PDR/PVD  
Xtal oscillators  
32 kHz + 4 ~26 MHz  
Internal RC oscillators  
32 kHz + 16 MHz  
PLL  
Clock control  
RTC/AWU  
1x SysTick timer  
2x watchdogs  
(independent and window)  
82/114/140/168 I/Os  
Cyclic redundancy  
check (CRC)

## Control

2x 16-bit  
motor control PWM  
Synchronized AC timer  
10x 16-bit timers  
2x 32-bit timers  
LP timer

## Crypto/Hash processor

3DES, AES 256, GCM, CCM  
SHA-1, SHA-256, MD5,  
HMAC

Chrom-ART Accelerator™  
ART Accelerator™

Cache I/D 4+4 Kbytes

ARM  
Cortex-M7  
216 MHz

Floating point unit (FPU)

Nested vector  
interrupt  
controller (NVIC)

JTAG/SW debug/ETM

Memory Protection Unit  
(MPU)

AXI and Multi-AHB  
bus matrix

16-channel DMA

True random number  
generator (RNG)

1-Mbyte single  
bank Flash

320-Kbyte SRAM +  
16-Kbyte ITCM RAM

FMC/SRAM/NOR/NAND/  
SDRAM

Dual QuadSPI

128-byte + 4-Kbyte  
backup SRAM

1024-byte OTP

## Connectivity

TFT LCD controller  
HDMI-CEC

Camera interface

6x SPI, 3x I<sup>2</sup>S, 4x I<sup>2</sup>C

Ethernet MAC 10/100  
with IEEE 1588

2x CAN 2.0B

1x USB 2.0 OTG FS/HS

1x USB 2.0 OTG FS

1x SDMMC

4x USART + 4 UART  
LIN, smartcard, IrDA,  
modem control

2x SAI  
(Serial audio interface)

SPDIF input x4

## Analog

2x 12-bit, 2-channel DACs

3x 12-bit ADC  
24 channels / 2.4 MSPS

Temperature sensor

# 216 MHZ

Core: ARM<sup>®</sup> 32-bit Cortex<sup>®</sup>-M7 CPU with FPU, adaptive real-time accelerator (ART Accelerator<sup>™</sup>) and L1-cache: 4KB data cache and 4KB instruction cache, allowing 0-wait state execution from embedded Flash memory and external memories, frequency up to 216 MHz, MPU, 462 DMIPS/2.14 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1), and DSP instructions.

### Memories

- Up to 1MB of Flash memory
- 1024 bytes of OTP memory
- SRAM: 320KB (including 64KB of data TCM RAM for critical real time data) + 16KB of instruction TCM RAM (for critical real time routines) + 4KB of backup SRAM (available in the lowest power modes)
- Flexible external memory controller with up to 32-bit data bus: SRAM, PSRAM,

### Core

ARM Cortex-M7 240MHz	
Debug / Interrupts	DSP
MPU	FPU
16KB I Cache	
8KB D Cache	

### System

Internal and External Watchdogs
32ch-DMA
Inter-Module Crossbar
System MPU

### Memories

Program Flash 1MB	SRAM 256KB
BOOT Flash	External Bus Interface (FlexBus)

### Clocks

Phase & Frequency-Locked Loop
Low/High Frequency Oscillators
Internal Reference Clocks

### Security and Integrity

Cyclic Redundancy Check (CRC)
MMCAU
RNG

### Analog

4 x12-bit SAR ADC
4 x ACMP
1 x12-bit DAC
1 x16-bit SAR ADC

### Timers

2x12ch eFlexPWM
2x8ch FlexTimer
2x2ch FlexTimer
2x PDB
PIT
Quad Encoder

### Communication Interfaces

2xI2C	3x CAN
6xUARTs	IEEE 1588 Ethernet MAC
3xSPI	

### HMI

GPIO
------

Más Matemáticas

Más procesamiento digital = Hasta 2 x desempeño en DSP

Benchmark	ARM® data		Measured on STM32 F7 Silicon	
	Cortex-M4	Cortex-M7	Executing from Embedded Flash	Executing from External memory
CoreMark/MHz	3.4	5	5	
DMIPS/MHz	1.25	2.14	2.14	

- Combina un DSP y un MCU dentro de un chip, combina un MPU y un MCU dentro de un chip, mejor desempeño gráfico para HMI

# CARACTERÍSTICAS DE LOS NUCLEOS CORTEX-M

	Cortex-M3	Cortex-M4	Cortex-M7	DSP verdadero
Un ciclo por MAC		Punto Fijo unicamente	Punto Fijo y flotante	Si
Punto flotante		Si	Si	Si
Matematicas de fracciones y Saturación		Si	Si	Si
Operaciones SIMD		Si	Si	Si
Carga y Almacena en paralelo con matematicas			Si(1)	Si(2)
Lazos de cabecera cero			Si	Si
Acumulador con bits de guarda				Si
Direccionamiento circular y bit de reversa				Si