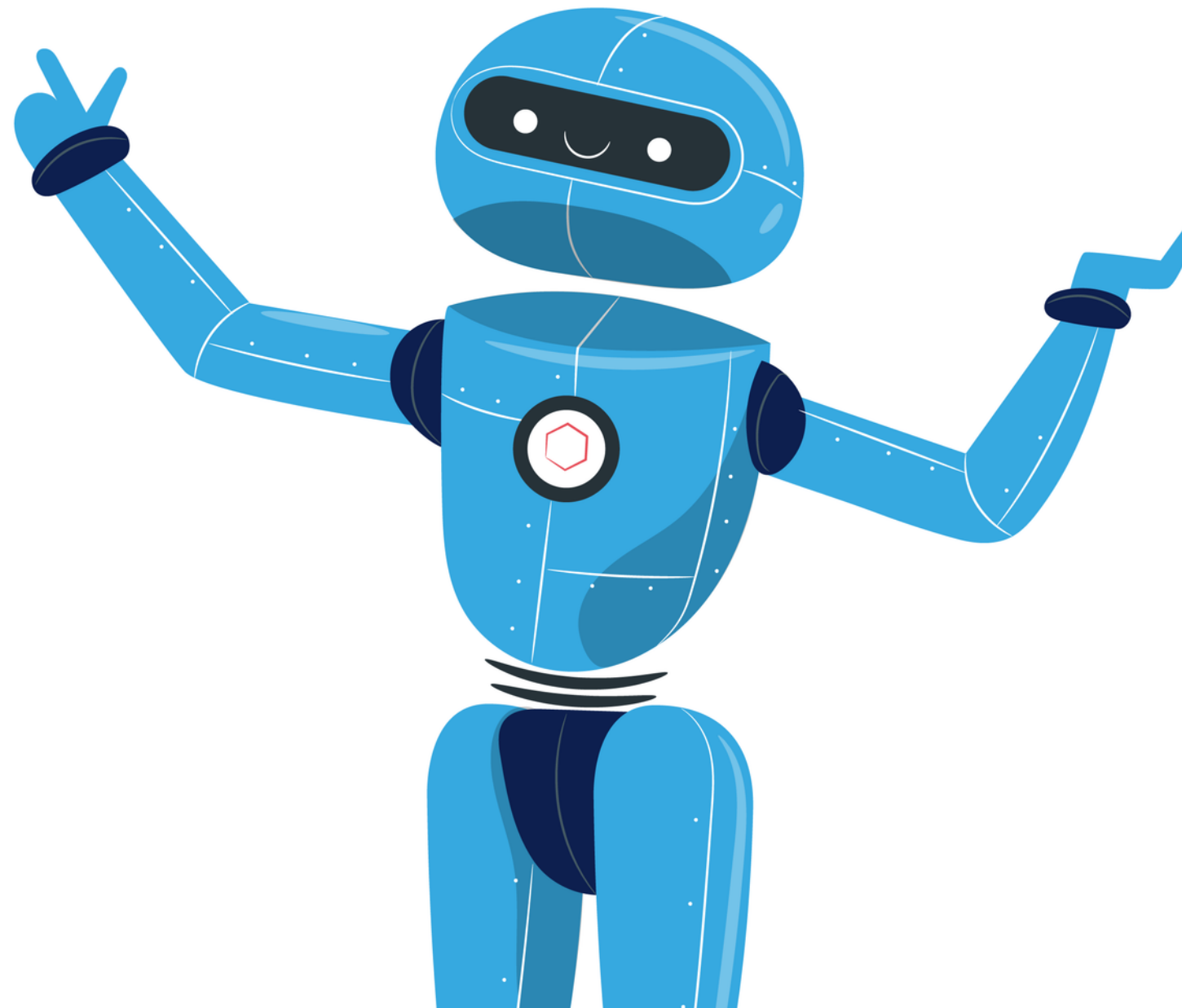


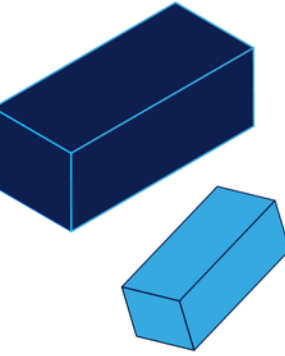
# CLASE 2

## SYSCFG – RCC

# MICROCONTROLADORES

## ARM





# SYSCFG

arm

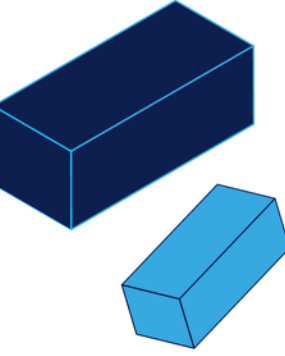
MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

UMAKER | CENTRO DE CAPACITACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

# STM32L4

## SYSTEM CONFIGURATION CONTROLLER (SYSCFG)

- reasignar áreas de memoria.
- Gestionar interrupciones externas GPIO.
- gestionar las características de "robustez".
- Funciones de protección de la SRAM2.
- Interrupciones del FPU
- Configuración I2C fast-mode plus



arm

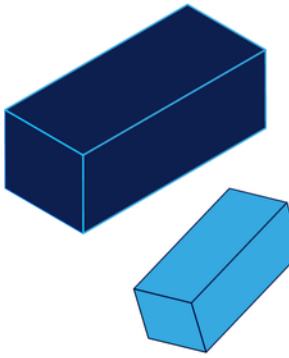
MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



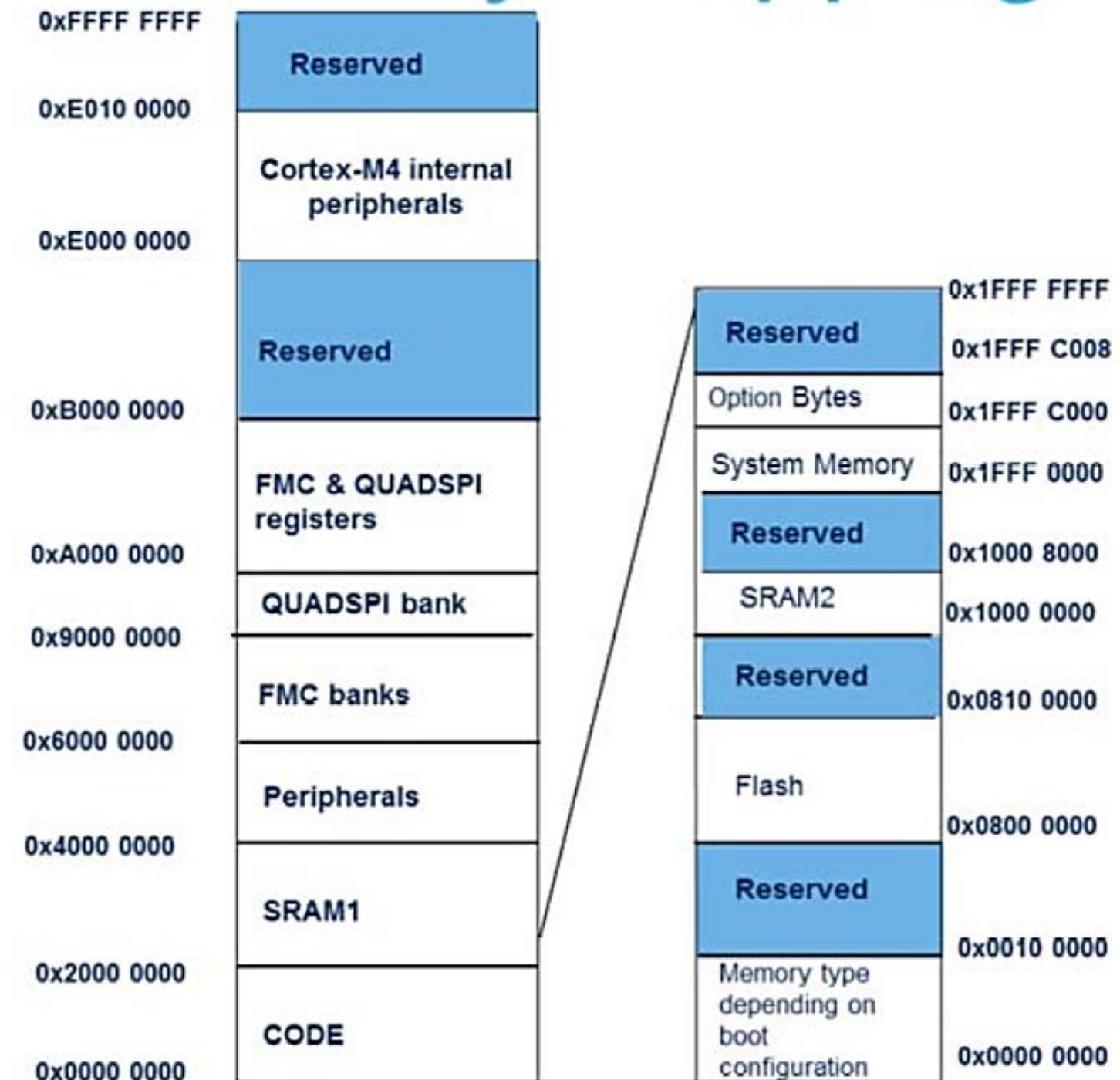
# STM32L4

## SYSTEM CONFIGURATION CONTROLLER (SYSCFG)

### Memory Mapping



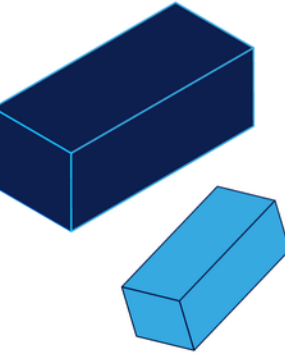
- Flash memory: up to 1 Mbyte, dual bank
  - FB\_MODE = 0 in SYSCFG\_MEMRMP:
    - Bank 1 @ 0x0800 0000 (alias 0x0000 0000)
    - Bank 2 @ 0x0808 0000
  - FB\_MODE = 1 in SYSCFG\_MEMRMP
    - Bank 2 @ 0x0800 0000 (alias 0x0000 0000)
    - Bank 1 @ 0x0808 0000
- SRAM: 128 Kbytes split in 2 parts:
  - SRAM1: 96 Kbytes @ 2000 0000
  - SRAM2: 32 Kbytes @ 1000 0000
    - Access through D-code and I-code



arn

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM





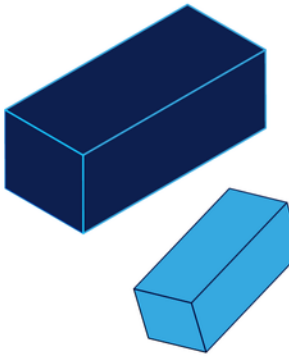
# RCC

arm

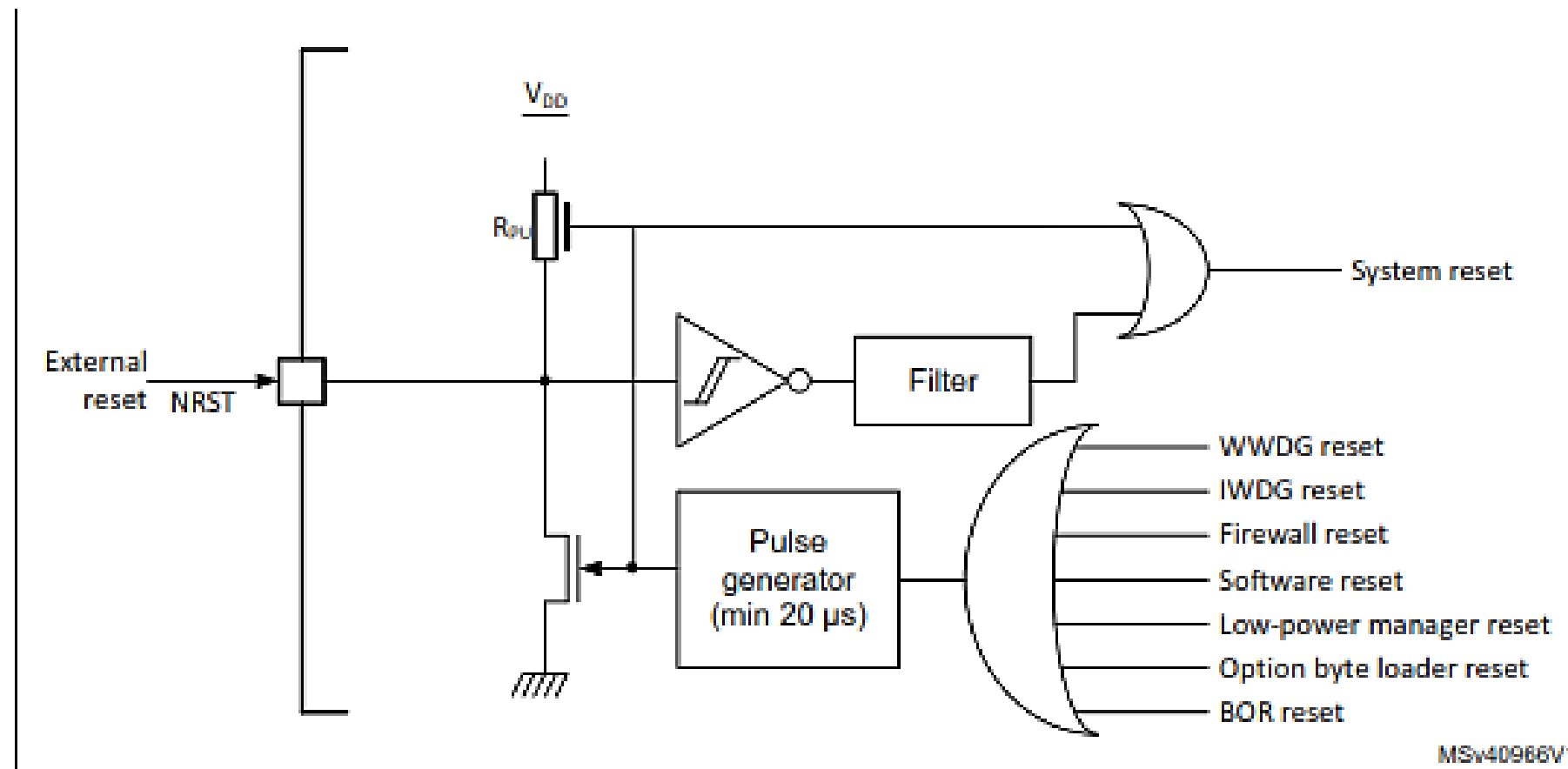
MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

UMAKER | CENTRO DE CAPACITACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

# Reset and clock control (RCC) for STM32L41xxx/42xxx/43xxx/44xxx/45xxx/46xxx



## SYSTEM RESET



## CLOCKS

Cuatro diferentes fuentes de reloj se pueden usar para manejar el reloj del sistema (**SYSCLK**):

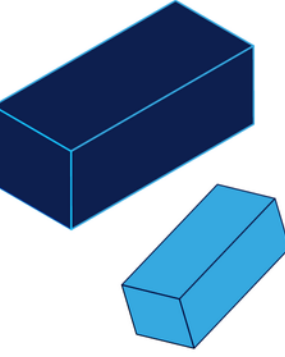
- **HSI16** 16 MHz RC oscillator clock
- **MSI** (multispeed internal) RC oscillator clock
- **HSE** oscillator clock, from 4 to 48 MHz
- **PLL** clock

También se cuenta con relojes secundarias:

- **LSI** RC (32Khz)
- **LSE** (32.768Khz)

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



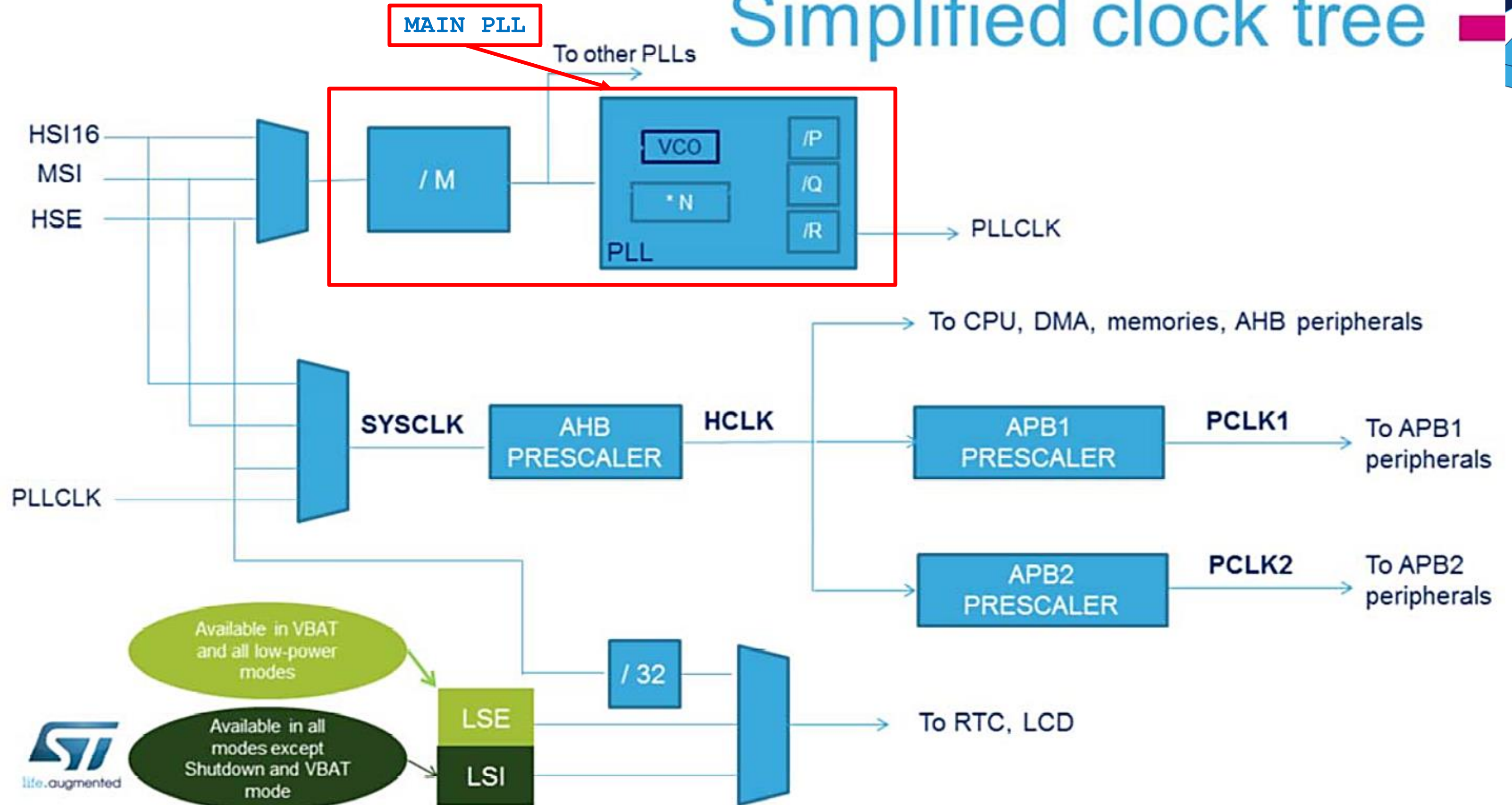
# TIPOS DE CLOCK EN MCU

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



# Simplified clock tree



arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



Available in VBAT  
and all low-power  
modes

Available in all  
modes except  
Shutdown and VBAT  
mode

LSE

LSI

$/32$

To RTC, LCD

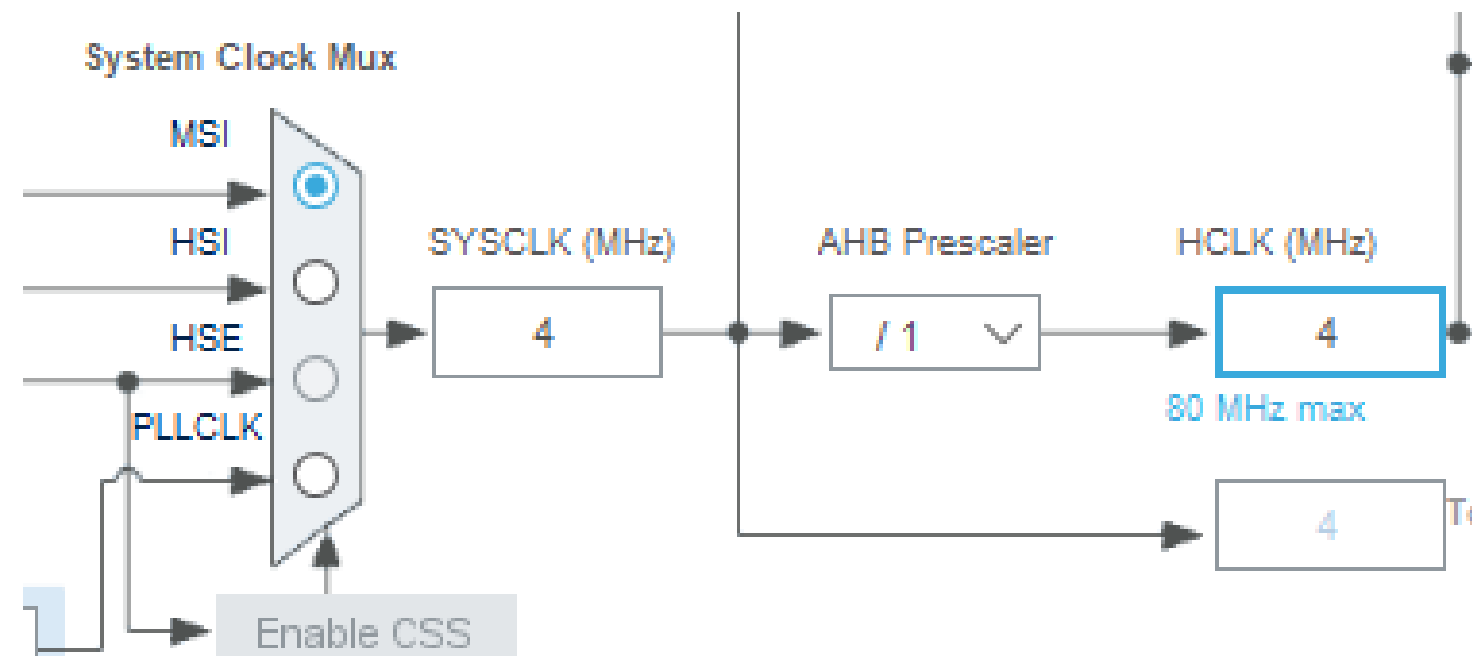


## ESTADOS DEL CLOCK POR DEFECTO

Después del reset del MCU:

- **MSI** está encendido, **HSI16**, **HSE**, **PLL**, **LSE** y **LSI** están apagados.

**SYSCLK** proviene de **MSI** → **SYSCLK** = 4MHz



arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# HSI16

- Se genera a partir de un oscilador RC interno de 16 MHz
- Bajo coste.
- Tiempo de inicio más rápido que el oscilador de cristal HSE.
- Menos precisa que el oscilador externo HSE.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
$f_{\text{HSI16}}$	HSI16 Frequency	$V_{\text{DD}}=3.0 \text{ V}$ , $T_{\text{A}}=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$	15.88	-	16.08	MHz
TRIM	HSI16 user trimming step	Trimming code is not a multiple of 64	0.2	0.3	0.4	%
		Trimming code is a multiple of 64	-4	-6	-8	
$\text{DuCy}(\text{HSI16})^{(2)}$	Duty Cycle	-	45	-	55	%
$\Delta_{\text{Temp}}(\text{HSI16})$	HSI16 oscillator frequency drift over temperature	$T_{\text{A}}= 0 \text{ to } 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-1	-	1	%
		$T_{\text{A}}= -40 \text{ to } 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-2	-	1.5	%
$\Delta_{\text{VDD}}(\text{HSI16})$	HSI16 oscillator frequency drift over $V_{\text{DD}}$	$V_{\text{DD}}=1.62 \text{ V to } 3.6 \text{ V}$	-0.1	-	0.05	%
$t_{\text{su}}(\text{HSI16})^{(2)}$	HSI16 oscillator start-up time	-	-	0.8	1.2	$\mu\text{s}$
$t_{\text{stab}}(\text{HSI16})^{(2)}$	HSI16 oscillator stabilization time	-	-	3	5	$\mu\text{s}$
$I_{\text{DD}}(\text{HSI16})^{(2)}$	HSI16 oscillator power consumption	-	-	155	190	$\mu\text{A}$

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# HSI16

## CALIBRACION

Es calibrado en fabrica por ST para una precisión del 1% a  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

- Después del Reset, el valor de calibración de fabrica es cargado en los bits **HSICAL[7:0]** En el registro **RCC\_ICSCR**
- Si la aplicación está sujeta a **variaciones de voltaje o temperatura**, Se puede recortar la frecuencia HSI en la aplicación utilizando los bits **HSITRIM[4:0]** (**RCC\_ICSCR**)
- El bit HSIRDY (**RCC\_CR**) indica si el HSI es estable o no.
- El HSI16 se puede encender y apagar usando el bit **HSION** (**RCC\_CR**)

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# MSI

- Es generado por un oscilador interno RC.
- El rango (**100KHz-48MHz**) de frecuencia puede ser manejado usando los bits **MSIRANGE[3:0]** en el registro de control (**RCC\_CR**).
- El reloj MSI es usado por defecto después del reset, wakeup de los modos de bajo consumo Standby y Shutdown. Después del reset **MSI = 4MHz**.
- Puede ser seleccionado como reloj del sistema después del wakeup del modo stop.
- Puede ser usado como backup si en caso el HSE falla.

## CALIBRACION

- **Hardware auto calibration with LSE (PLL-mode)**
- **Software calibration** (Internal clock sources calibration register (**RCC\_ICSCR**))

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



# MSI

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
$f_{\text{MSI}}$	MSI frequency after factory calibration, done at $V_{\text{DD}}=3\text{ V}$ and $T_{\text{A}}=30\text{ }^{\circ}\text{C}$	MSI mode	Range 0	98.7	100	101.3	kHz
			Range 1	197.4	200	202.6	
			Range 2	394.8	400	405.2	
			Range 3	789.6	800	810.4	
			Range 4	0.987	1	1.013	MHz
			Range 5	1.974	2	2.026	
			Range 6	3.948	4	4.052	
			Range 7	7.896	8	8.104	
			Range 8	15.79	16	16.21	
			Range 9	23.69	24	24.31	
			Range 10	31.58	32	32.42	
			Range 11	47.38	48	48.62	
		PLL mode XTAL= 32.768 kHz	Range 0	-	98.304	-	kHz
			Range 1	-	196.608	-	
			Range 2	-	393.216	-	
			Range 3	-	786.432	-	
			Range 4	-	1.016	-	MHz
			Range 5	-	1.999	-	
			Range 6	-	3.998	-	
			Range 7	-	7.995	-	
			Range 8	-	15.991	-	
			Range 9	-	23.986	-	
			Range 10	-	32.014	-	
			Range 11	-	48.005	-	
$\Delta_{\text{TEMP}}(\text{MSI})^{(2)}$	MSI oscillator frequency drift over temperature	MSI mode	$T_{\text{A}} = -0\text{ to }85\text{ }^{\circ}\text{C}$	-3.5	-	3	%
			$T_{\text{A}} = -40\text{ to }125\text{ }^{\circ}\text{C}$	-8	-	6	

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# HSE

Puede ser generado por dos fuentes:

- Resonador de cerámica/cristal externo HSE.
- Reloj de usuario externo HSE (BYPASS)

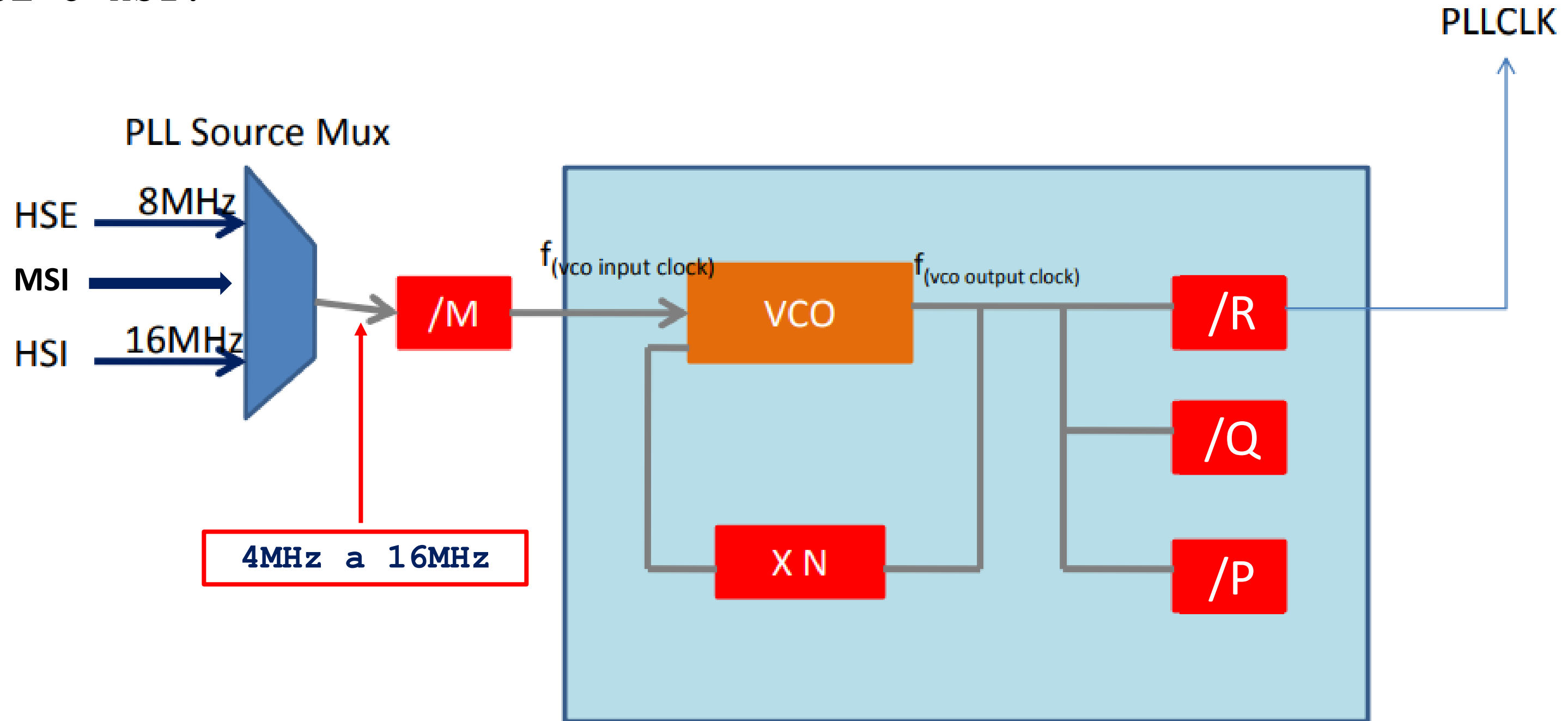
	Hardware configuration
External clock	
Crystal/ceramic resonators	

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# PLL (Phase Locked Loop)

El motor PLL del MCU se utiliza para generar diferentes relojes de salida de alta frecuencia tomando fuentes de reloj de entrada como HSE o HSI.

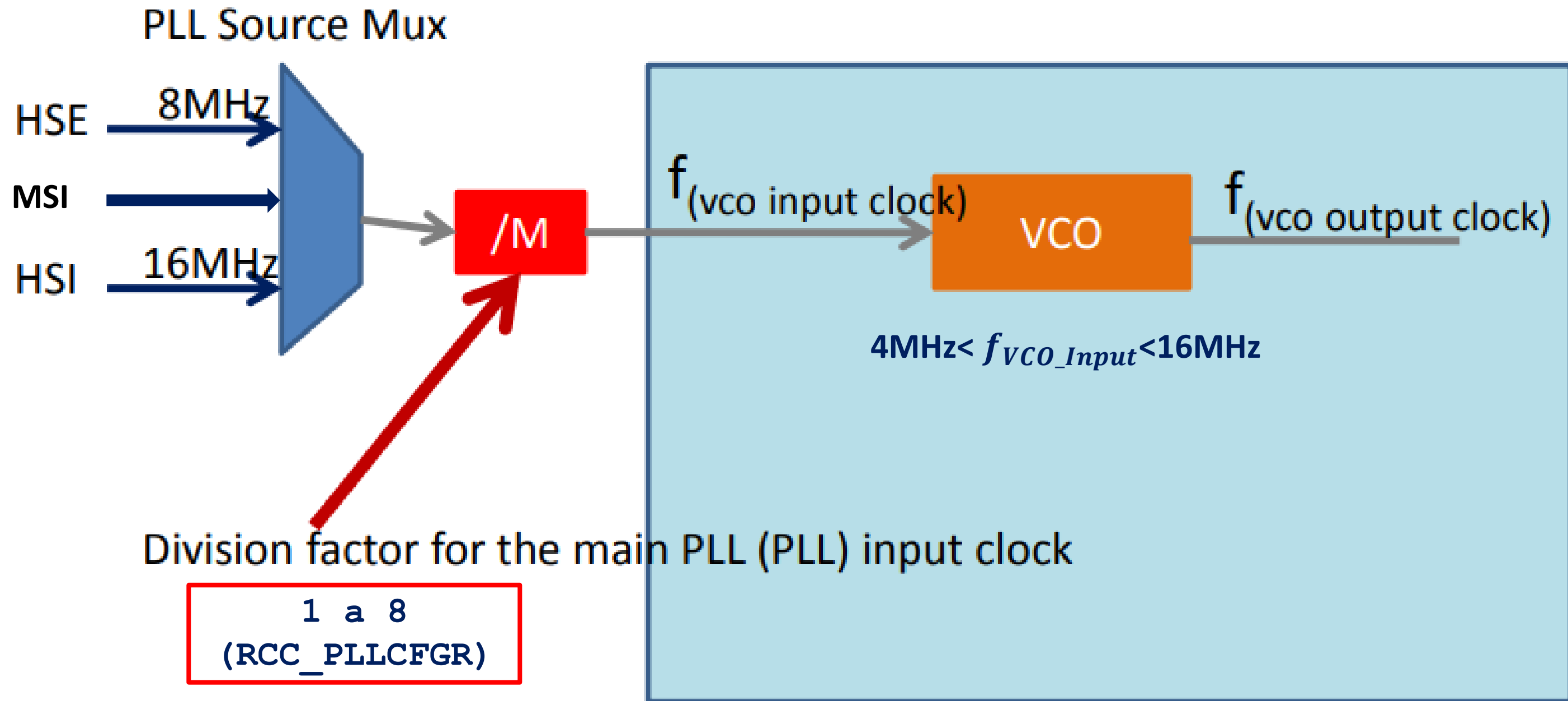


arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# PLL (Phase Locked Loop)

## CONFIGURATION



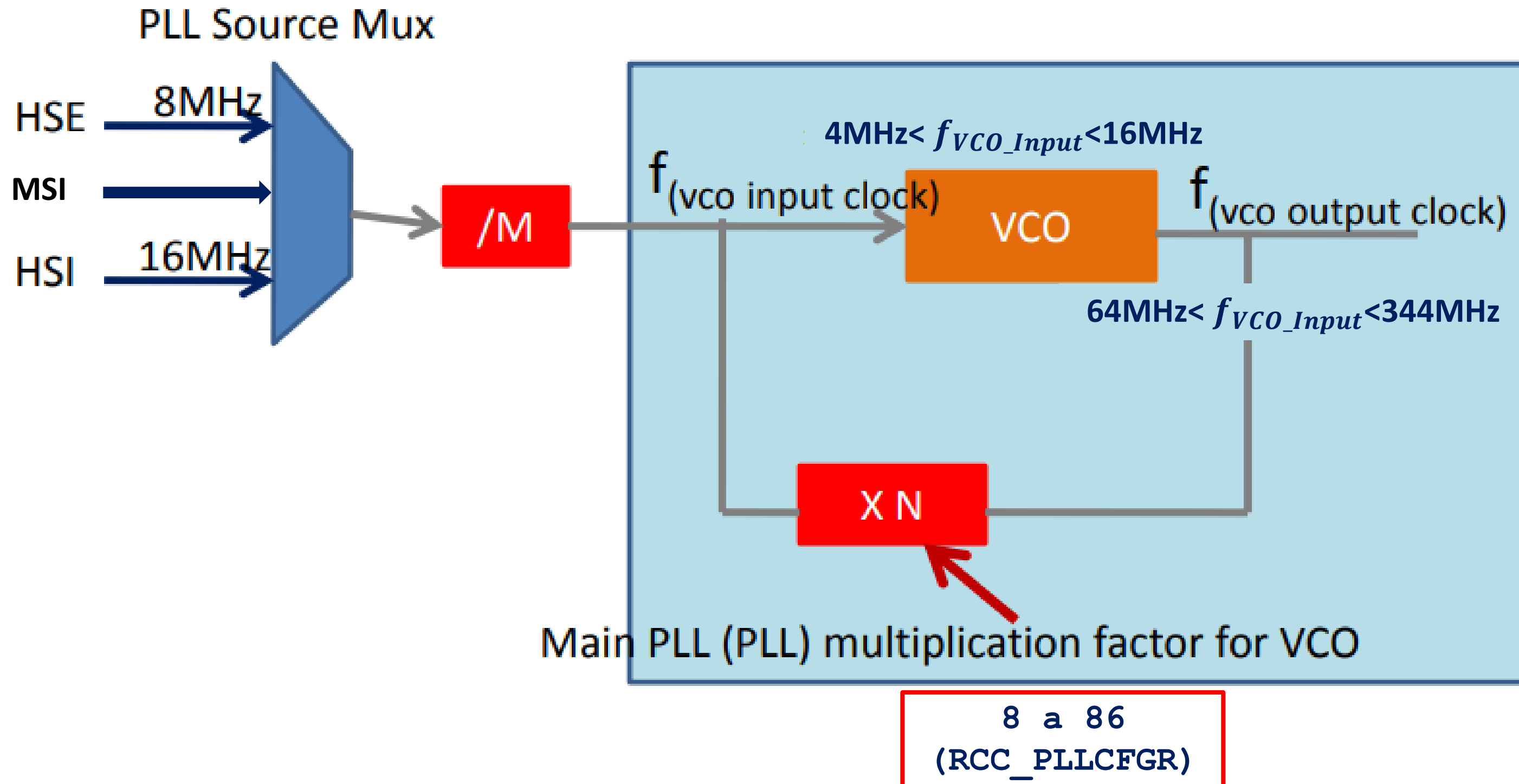
arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM



# PLL (Phase Locked Loop)

## CONFIGURATION



arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

## PLL (Phase Locked Loop)

### FORMULAS

$$f_{(\text{vco output clock})} = \left( \frac{f_{(\text{vco input clock})}}{PLL M} \right) PLL N$$

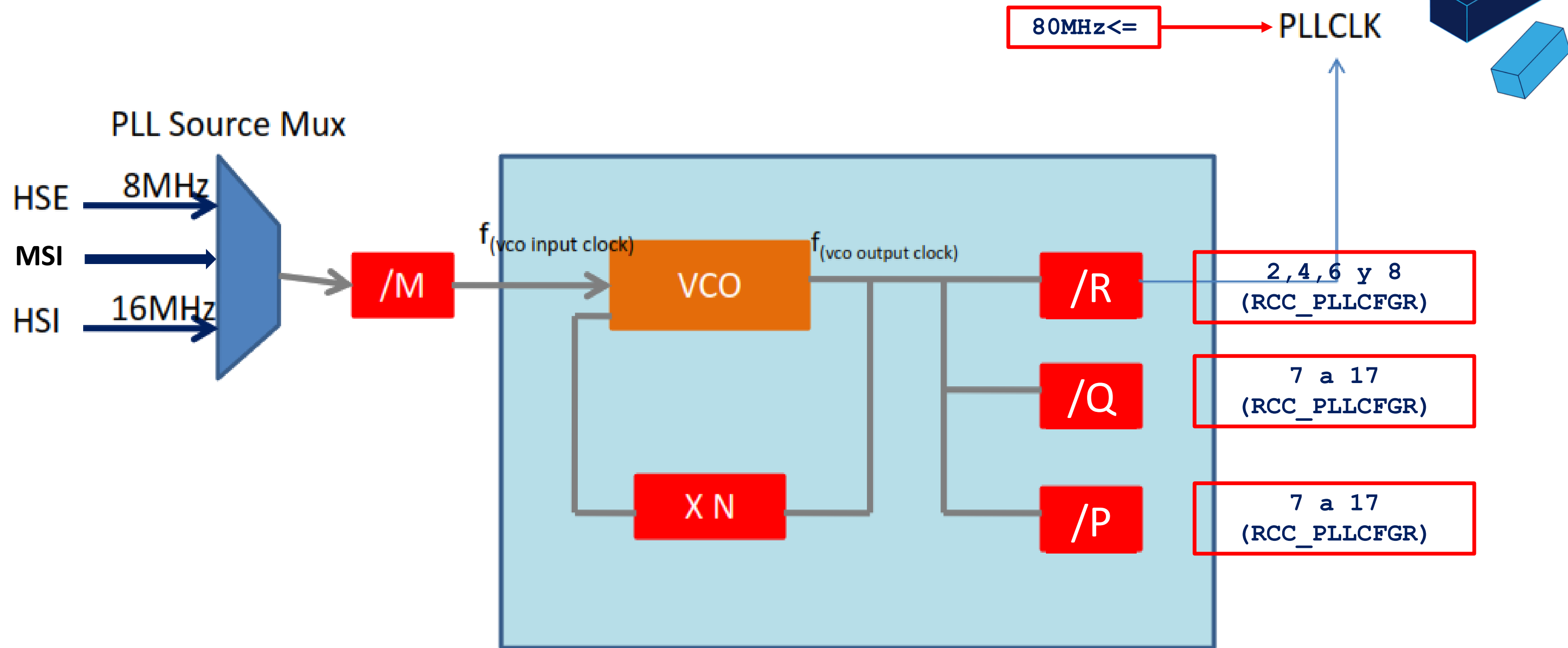
$$f_{(\text{PLL general clock output})} = \frac{f_{(\text{vco clock})}}{PLL P}$$

$$f_{(\text{USB OTG FS, SDIO, RNG clock output})} = \frac{f_{(\text{vco clock})}}{PLL Q}$$

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# PLL (Phase Locked Loop)



arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

# PLL (Phase Locked Loop)

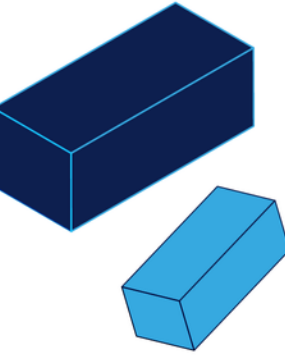
## CONFIGURACION

1. Desactivar el PLL estableciendo el bit **PLLON** a cero en el registro **RCC\_CR**.
2. Esperar hasta que el bit **PLLRDY** es limpiado.
3. Cambiar los parámetros deseados en el registro **RCC\_PLLCFGR**.
4. Activar el PLL estableciendo el bit **PLLON** a 1.
5. Habilitar el la salida PLL estableciendo los bits **PLLPEN**, **PLLQEN** y **PLLREN** en  
el registro **RCC\_PLLCFGR**

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM





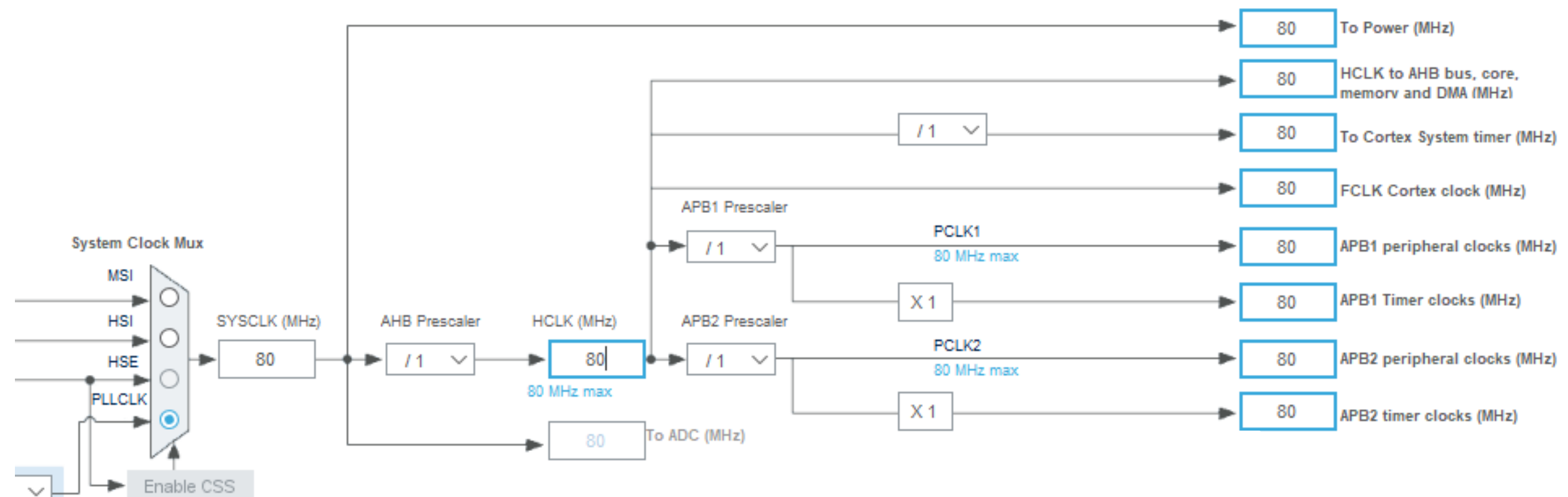
# CONFIGURACION DEL RCC

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

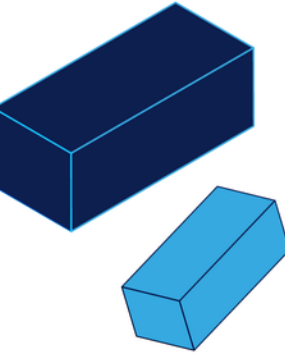
# METODOS PARA CONFIGURAR LA FUENTE DEL SYSCLK

- Habilitar el reloj requerido y esperar hasta que este listo.
- Si la aplicación requiere PLL, configurar el PLL y habilitarlo.
- Inicializar los prescalers del CPU, y de los buses AHP,APB de acuerdo a los requerimientos necesarios.
- Configurar la latencia del flash.
- Seleccionar el reloj habilitado como fuente del SYSCLK.



arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

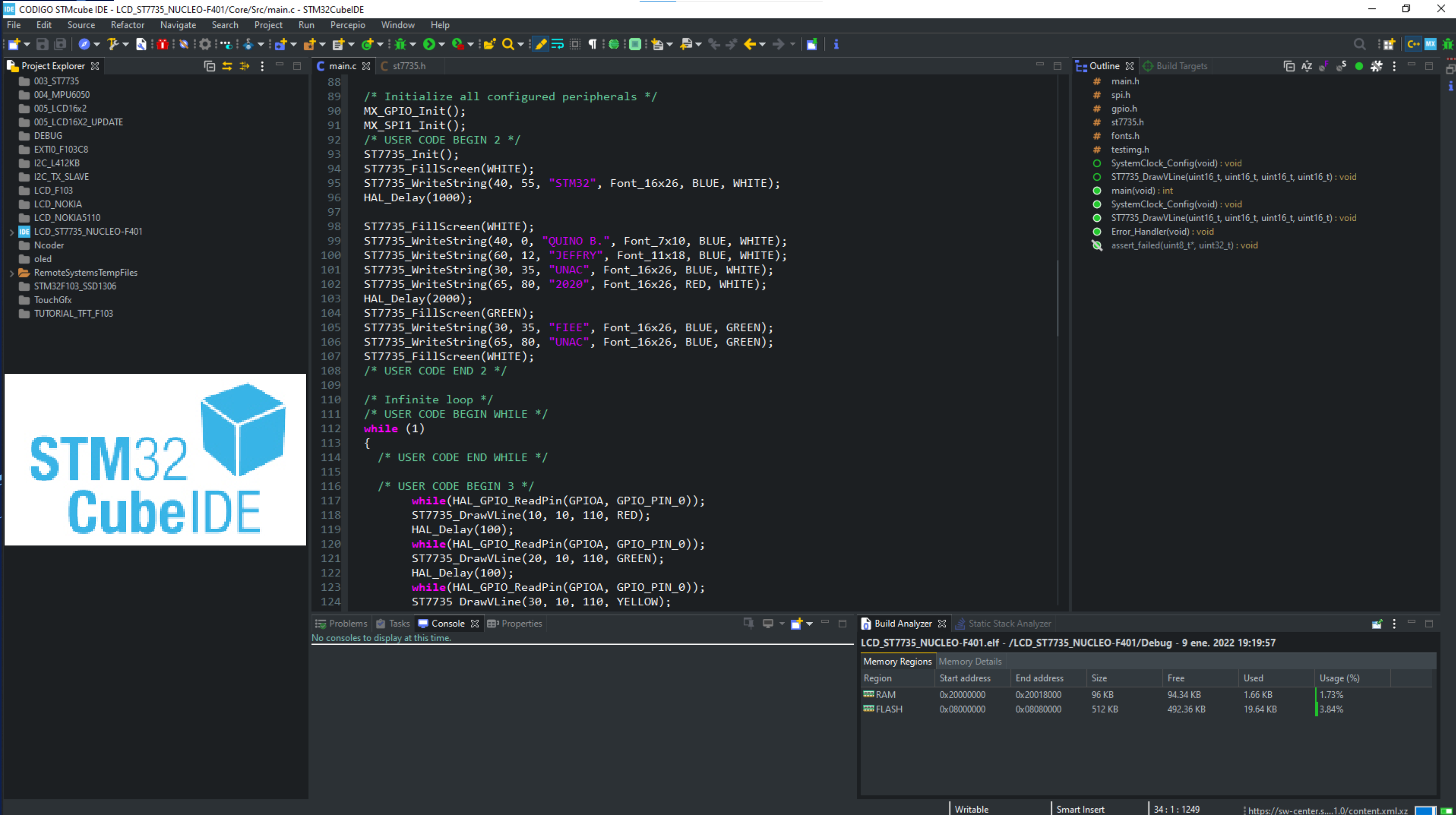


# ENTORNO DE DESARROLLO

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

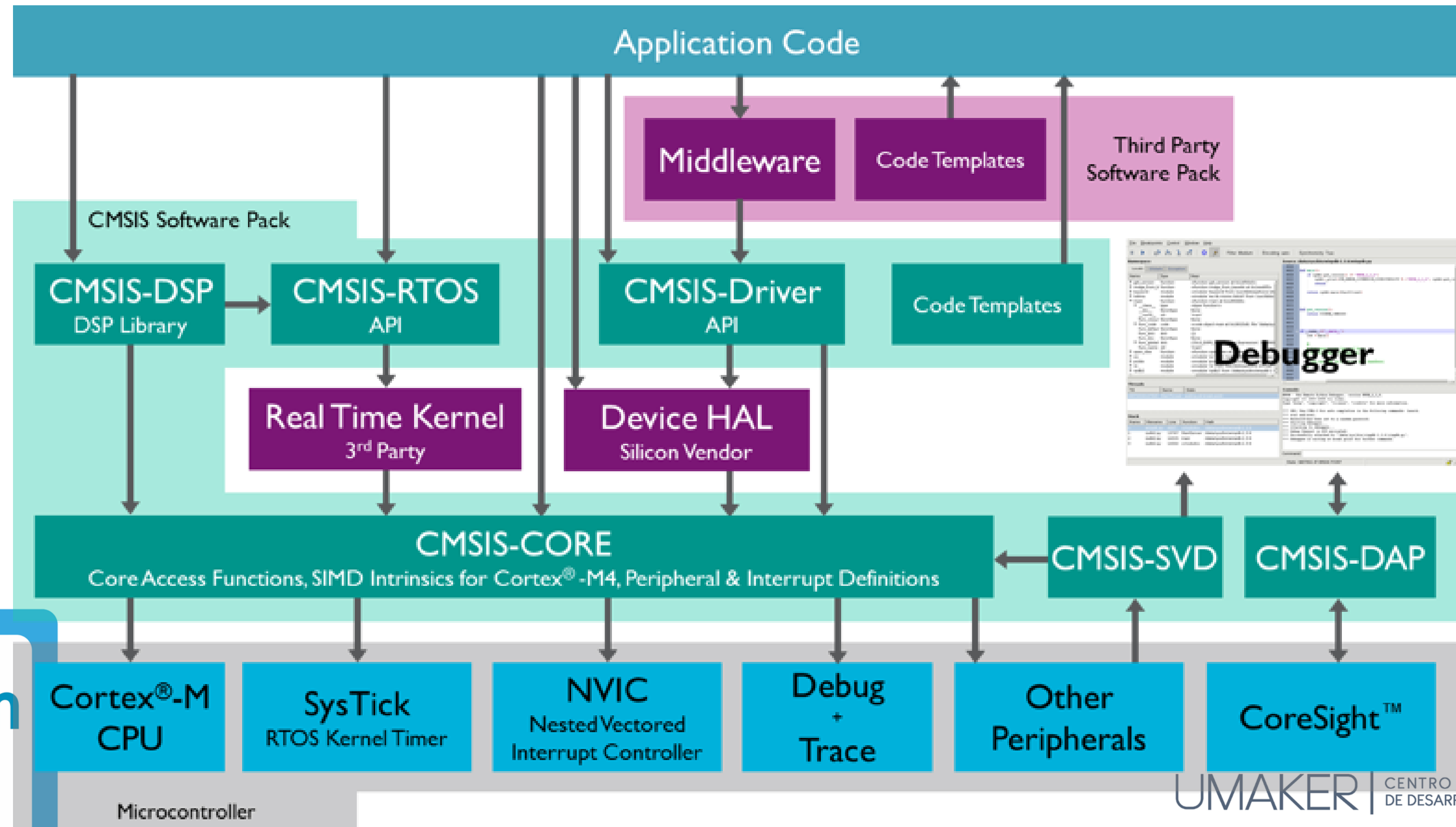
UMAKER | CENTRO DE CAPACITACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO





# CORTEX MICROCONTROLLER SOFTWARE INTERFACE STANDARD

## CMSIS



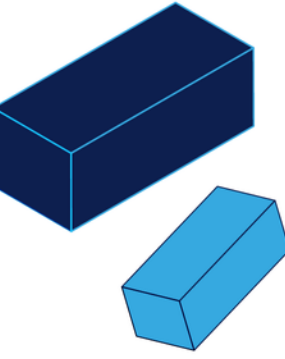
arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

Microcontroller

UMAKER

CENTRO DE CAPACITACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



# MI PRIMER PROYECTO EN STM32CubeIDE

arm

MICRO-  
CONTRO-  
LADORES  
ARM

UMAKER | CENTRO DE CAPACITACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO