

فصل دوم : Reset and Clock Control (RCC)

انواع Reset

▪ **System Reset**

▪ **Power Reset**

▪ **Backup Domain Reset**

System Reset

این نوع ریست، مقادیر تمامی رجیسترها به جز رجیسترهای ناحیه پشتیبانی (Backup Domain) را به مقادیر پیش فرض (معمولا 0x00000000) تغییر می دهد.

Backup domain

LSE crystal 32K osc
BKP registers
RCC BDCR register
RTC

System Reset در صورت وقوع هر یک از رخدادهای زیر، تولید می شود :

- A low level on NRST pin (external reset)
- Window watchdog end of count condition (WWDG reset)
- Independent watchdog end of count condition (IWDG reset)
- A software reset (SW reset)
- Low-Power management reset

منبع ریست را می توان با چک کردن پرچم موجود در رجیستر RCC_CSR یافت.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
LPWR RSTF	WWDG RSTF	IWDG RSTF	SFT RSTF	POR RSTF	PIN RSTF	Res.	RMVF	Reserved							
rw	rw	rw	rw	rw	rw		rw								
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved													LSI RDY	LSION	
													r	rw	

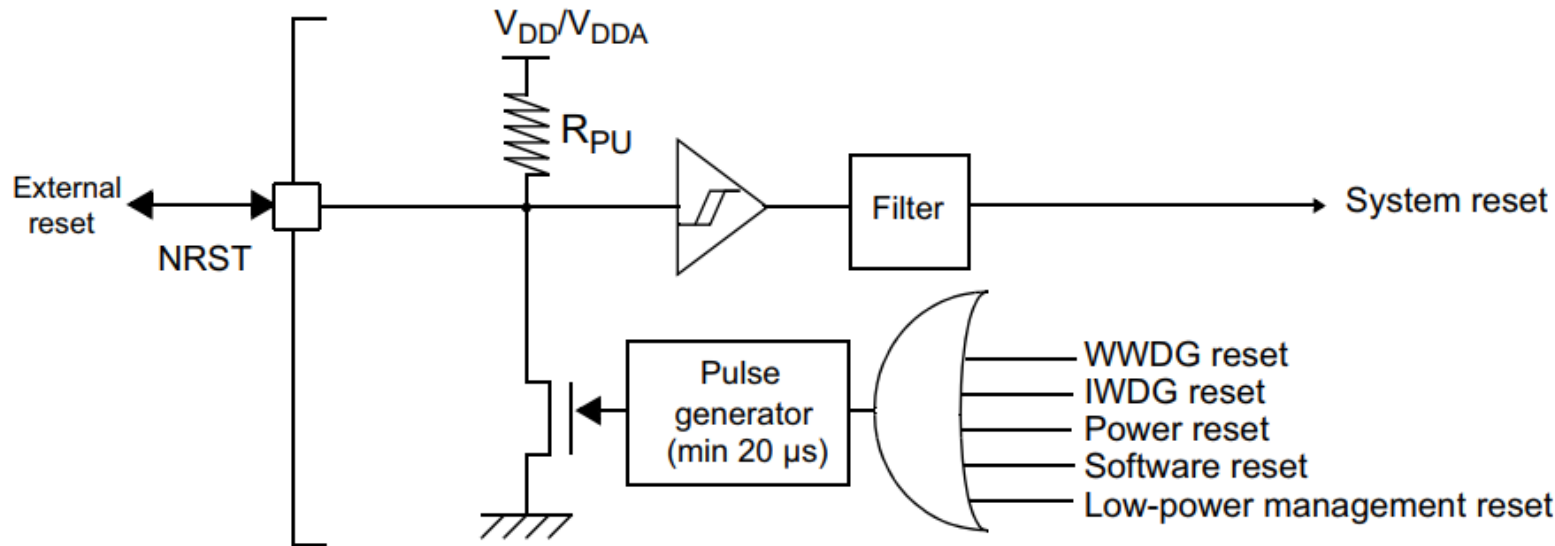
System Reset

Software Reset

- در میکروکنترلرهای مختلف ممکن است متفاوت باشد اما همواره قابلیت ریست نرم افزاری برای میکروکنترلرهای نسل Cortex M3 وجود دارد.
- در میکروکنترلرهای خانواده F10X با مقداری به بیت SYSRESETREQ در رجیستر Interrupt and Reset Control عملیات ریست انجام می شود.

Low-Power Management Reset

- ریست در هنگام ورود به Sleep-Mode
- ریست در هنگام ورود به Stop-Mode



Power Reset

- این نوع ریست، مقادیر تمامی رجیسترها به جز رجیسترهای ناحیه پشتیبانی (Backup Domain) را به مقادیر پیش فرض (معمولا 0x0000_0000) تغییر می دهد.
 - این نوع ریست در شرایط زیر تولید می شود.
 - Power on/Power down reset (POR/PDR reset)
 - هنگام خروج از حالت خواب
-
- RESET service routine vector is fixed at address 0x0000_0004 in the memory map

Backup Domain Reset

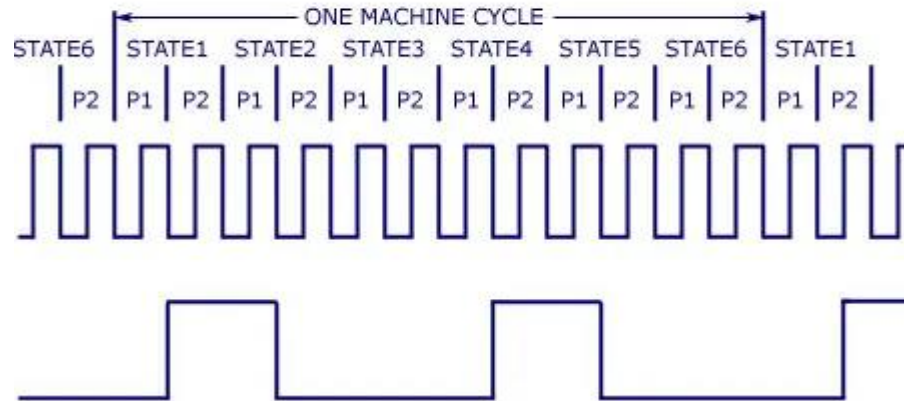
- این نوع ریست صرفاً منجر به ریست شدن رجیسترهای ناحیه Backup می‌شود.
- در شرایط زیر این ریست تولید می‌شود.
- ریست نرم‌افزاری که توسط بیت BDRST در رجیستر Backup domain control (RCC_BDCR) اعمال شود.
- قطع منبع تغذیه VDD یا VBAT

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved															BDRST
															rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
RTC EN	Reserved					RTCSEL[1:0]		Reserved					LSE BYP	LSE RDY	LSEON
rw						rw	rw						rw	r	rw

Clock

▪ به clock لحظه‌ای در میکروکنترلر، **SYSCLK** می‌گویند که می‌تواند از 3 منبع زیر تامین گردد.

System Clock



- High Speed Internal (HSI) oscillator clock
- High Speed External (HSE) oscillator clock
- PLL clock

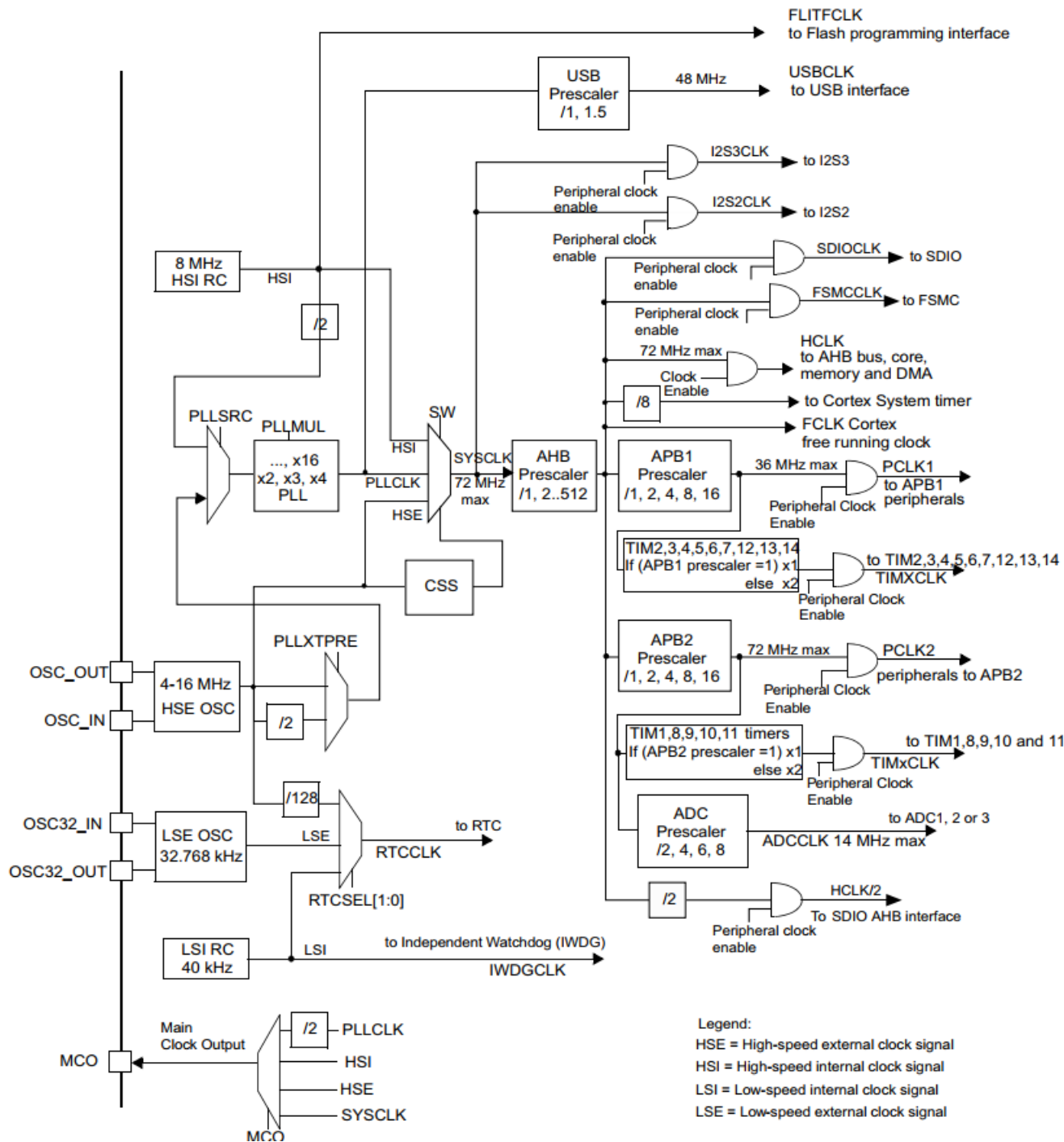
▪ همچنین دو منبع ثانویه clock با فرکانس پایین نیز وجود دارد:

- Low Speed Internal (LSI) RC
- Low Speed External (LSE) crystal

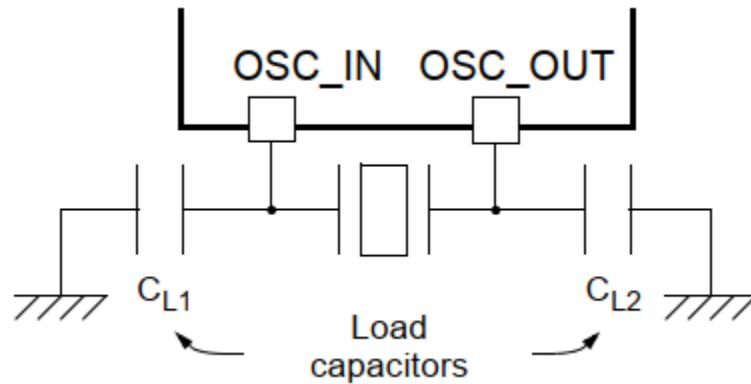
▪ تمامی منابع فوق به صورت مستقل می‌توانند خاموش و روشن شوند تا در هنگام عدم نیاز به آن‌ها، توان مصرفی میکروکنترلر کاهش یابد.

Clock tree

- حداکثر فرکانس SYSCLK برابر 72 MHz می باشد.
- حداکثر فرکانس باس APB1 برابر 36 MHz می باشد.
- حداکثر فرکانس باس APB2 برابر با 72 MHz می باشد.
- MCO؟!
- منظور از گیت AND در خروجی ها؟!



HSE



▪ دو روش برای اعمال منبع clock خارجی وجود دارد.

▪ استفاده از نوسان ساز کریستالی یا سرامیکی (Crystal oscillator / Ceramic resonator)

▪ کریستال انتخابی می بایست مقداری بین 4 تا 16 مگاهرتز برای میکروکنترلرهای Cortex M3 داشته باشد. همچنین مقادیر خازن های بار بایستی متناسب با کریستال انتخابی باشد.

▪ توجه شود که بایستی مدار clock خارجی در نزدیکترین فاصله ممکن از پایه های OSC_IN و OSC_OUT میکروکنترلر قرار بگیرد تا اعوجاج در clock کاهش یابد و زمان به پایداری رسیدن آن را کاهش دهد.

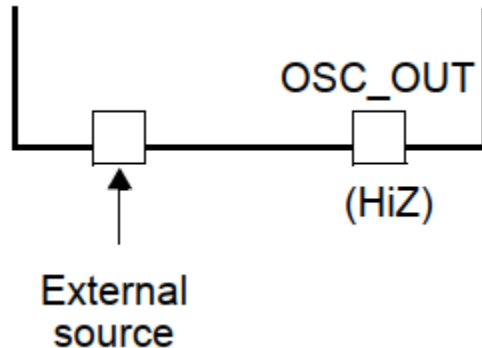
▪ استفاده از clock خارجی

▪ قابل تامین توسط هر تولید کننده clock خارجی

▪ فرکانس ورودی در این حالت می تواند تا 25 MHz باشد.

▪ منبع Clock خارجی بایستی Duty Cycle نزدیک 50% داشته باشد (شکل موج مربعی، سینوسی یا مثلثی).

▪ سیگنال Clock خارجی بایستی به پایه OSC_IN اعمال شود در حالی که پایه OSC_OUT به صورت HiZ (High Impedance) باشد (مدار باز).



HSI

- منبع HSI یک نوسان ساز داخلی از نوع RC می باشد که فرکانس آن 8 MHz است. این منبع می تواند مستقیماً به عنوان SYSCLK انتخاب شود و یا $/2$ آن به عنوان ورودی به واحد PLL استفاده گردد.

- مزایای HSI

- قابلیت clock دهی به مدار بدون تجهیزات خارجی (ارزان تر)

- زمان راه اندازی سریع تر نسبت به HSE

- معایب HSI

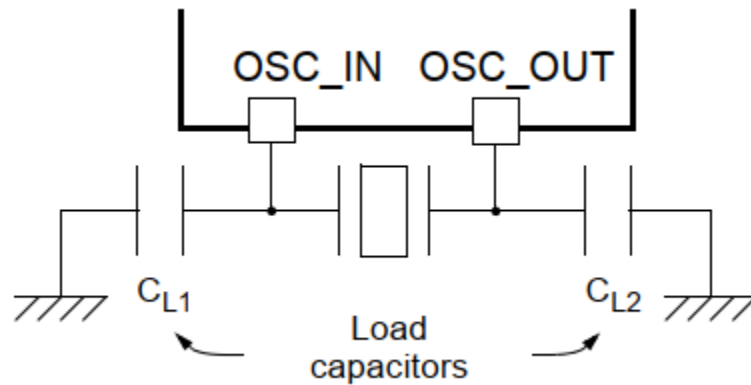
- با وجود کالیبراسیون، دقت Clock تولیدی نسبت به HSE پایین تر است. (همچنین تاثیرپذیری در برابر نویز خارجی و دما بیشتر است).

Phase-Locked Loop (PLL)

- PLL مداری است که یک سیگنال با فرکانس معلوم از ورودی دریافت می‌کند. سپس بر مبنای همان سیگنال، سیگنالی با فرکانس چند برابر آن تولید می‌کند.
- پیش‌تر نیز بیان کردیم که حداکثر فرکانس در میکروکنترلرهای Cortex M3 برابر با 72 MHz می‌باشد. که برای دسترسی به این فرکانس، بایستی این واحد را فعال نماییم.
- فرکانس خروجی PLL همواره به صورت ضریب M/N مطابق رابطه مقابل می‌باشد.

$$f_{pll} = \frac{M}{N} f_{in}$$
- فرکانس ورودی می‌تواند توسط 2/ نوسان‌ساز داخلی (8/2=4 MHz) و یا توسط نوسان‌ساز خارجی تامین گردد.
- توجه شود که پیش از فعال‌سازی PLL بایستی تمامی رجیسترها، شامل ضرایب را مقداردهی نموده و پس از آن PLL را روشن نمایید. پس از روشن شدن آن امکان تغییر پارامترها وجود ندارد.
- پس از پایداری PLL، پرچم اختصاصی آن در رجیستر مربوطه 1 می‌شود. همچنین امکان تولید وقفه نیز وجود دارد (در صورت نیاز بایستی فعال گردد).

LSE



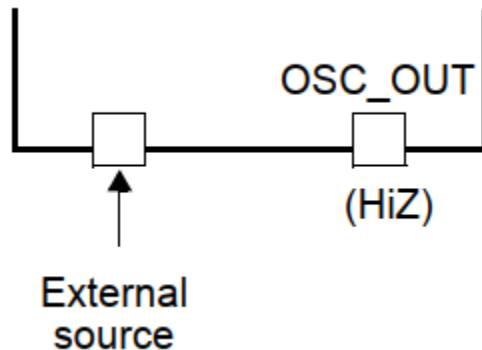
- دو روش برای اعمال منبع clock خارجی وجود دارد.
- استفاده از نوسان ساز کریستالی یا سرامیکی (Crystal oscillator / Ceramic resonator)

▪ فرکانس کریستال انتخابی بایستی 32.768 KHz باشد. این کریستال یک Clock بسیار دقیق را ارائه می دهد که برای کاربرد Real-Time Clock (RTC) ضروری است. (باتوجه به فرکانس پایین این Clock مصرف توان کم است)

▪ توجه شود که بایستی مدار clock خارجی در نزدیکترین فاصله ممکن از پایه های OSC_IN و OSC_OUT میکروکنترلر قرار بگیرد تا اعوجاج در clock کاهش یابد و زمان به پایداری رسیدن آن را کاهش دهد.

استفاده از clock خارجی

- قابل تامین توسط هر تولید کننده clock خارجی
- فرکانس ورودی در این حالت می تواند تا 1 MHz باشد.
- منبع Clock خارجی بایستی Duty Cycle نزدیک 50% داشته باشد (شکل موج مربعی، سینوسی یا مثلثی).
- سیگنال Clock خارجی بایستی به پایه OSC_IN اعمال شود در حالی که پایه OSC_OUT به صورت HiZ (High Impedance) باشد (مدار باز).



LSI

- منبع LSI یک نوسان ساز داخلی از نوع RC می باشد که فرکانس آن حوالی 40 KHz (بین 30 تا 60 KHz) است. این منبع به عنوان clock در حالت کم توان (کم مصرف) اعمال می گردد که حتی در حالت های Stop Mode و Standby نیز قطع نمی شود و می تواند واحدهای Independent Watchdog (IWDG) و Auto-Wakeup Unit (AWU) را درایو نماید.
- قابلیت کالیبراسیون در برخی از خانواده های STM32F10X وجود دارد که به کمک تایمرها می باشد (به عنوان تمرین در فصول آینده).

معایب LSI

- باوجود کالیبراسیون، دقت Clock تولیدی نسبت به LSE پایین تر است. (همچنین تاثیرپذیری در برابر نویز خارجی و دما بیشتر است).

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
LPWR RSTF	WWDG RSTF	IWDG RSTF	SFT RSTF	POR RSTF	PIN RSTF	Res.	RMVF	Reserved							
rw	rw	rw	rw	rw	rw		rw								
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved													LSI RDY		SION
													r		rw

System Clock (SYSCLK)

- در ابتدای شروع به کار میکروکنترلر (پس از ریست) منبع clock از نوع داخلی (HSI) می باشد.
- هنگامی که Clock به صورت خارجی (HSE) و یا از طریق PLL اعمال گردد، امکان متوقف کردن آن وجود ندارد!؟
- برای تغییر از یک منبع Clock به منبع Clock دیگر، می بایست. می بایست منبع Clock ثانویه در وضعیت آماده (Ready) قرار داشته باشد. در غیر این صورت پس از آماده شدن منبع، تغییر منبع صورت می گیرد.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved						PLL RDY	PLLON	Reserved				CSS ON	HSE BYP	HSE RDY	HSE ON
						r	rw					rw	rw	r	rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
HSICAL[7:0]								HSITRIM[4:0]					Res.	HSI RDY	HSION
r	r	r	r	r	r	r	r	rw	rw	rw	rw	rw		r	rw

System Clock Security (CSS)

- هنگامی که از منبع Clock خارجی (HSE) به عنوان Clock سیستم استفاده می‌شود، این قابلیت وجود دارد تا واحد امنیت Clock توسط کاربر فعال گردد.
- با فعال‌سازی این واحد، شناساگر Clock (Clock Detector) وارد عمل شده و وضعیت Clock را بررسی می‌کند. اگر به هر دلیلی Clock خارجی از کار بیفتد (چه بصورت مستقیم و چه غیرمستقیم مورد استفاده واقع شده باشد)، ابتدا نوسان‌ساز خارجی را خاموش می‌کند و سپس یک وقفه به نام Clock Security System Interrupt (CSSI) که از نوع Non-Maskable می‌باشد، ارسال می‌کند تا کاربر بتواند دستورات مناسب (عملیات نجات) را اعمال نماید.
- با از کار افتادن Clock خارجی، به منظور ادامه کار پردازنده، Clock داخلی جایگزین می‌گردد.
- اگر از Clock خارجی به عنوان ورودی PLL استفاده شده باشد، در صورت از کار افتادن آن، واحد PLL نیز غیر فعال می‌شود.
- عملیات نجات؟!

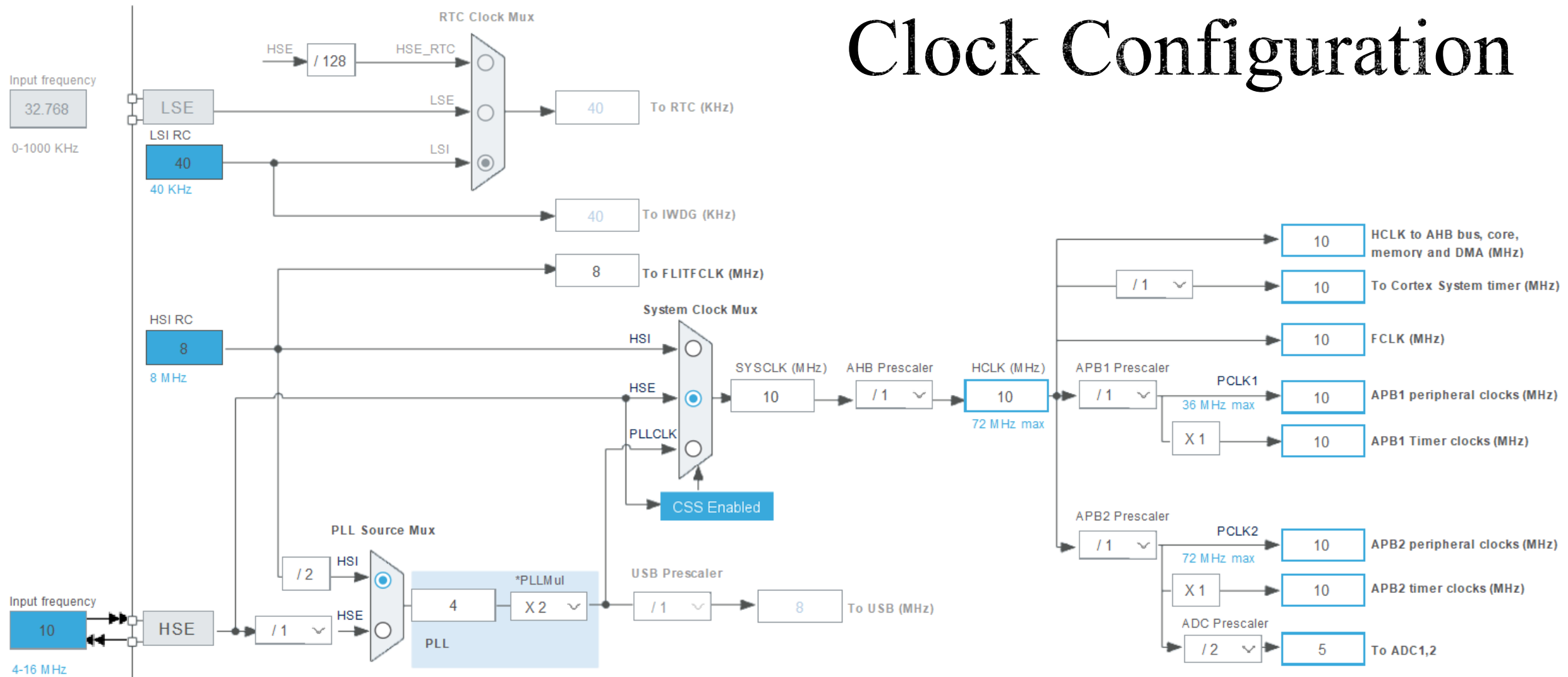
Real-Time Clock (RTC)

- برای واحد RTC، 3 منبع Clock مختلف وجود دارد
 - LSE : باتوجه به اینکه منبع LSE در ناحیه پشتیبانی قرار دارد، اگر از این منبع به عنوان Clock واحد RTC استفاده گردد. حتی با قطع تغذیه، اگر باتری متصل باشد، این واحد به کار خود ادامه می دهد.
 - LSI : اگر از این منبع به عنوان clock واحد AWU (زیرمجموعه RTC) استفاده گردد. با قطع تغذیه، این واحد نیز از کار می افتد.
 - HSE/128 : اگر از این منبع به عنوان Clock واحد RTC استفاده شود. با قطع تغذیه، این واحد نیز از کار می افتد.

Clock Out Capability

- این قابلیت وجود دارد تا میکروکنترلر از طریق یکی از پایه‌های خود، سیگنال Clock به بیرون ارسال کند. (این سیگنال می‌تواند برای درایو میکروکنترلر دیگر (همگام سازی دو میکروکنترلر) و یا درایو سایر ماژول‌ها استفاده گردد).
- برای فعال‌سازی قابلیت Microcontroller Clock Output (MCO)، بایستی پایه مورد نظر را در وضعیت عملکرد جایگزین (Alternate Function) قرار دهید (فصل بعد).
- یکی از 4 منبع Clock زیر را می‌توان به عنوان خروجی پایه MCO انتخاب نمود.
 - SYSCLK
 - HSI
 - HSE
 - PLL/2

STM32CubeIDE Clock Configuration



STM32CubeIDE Clock Configuration

