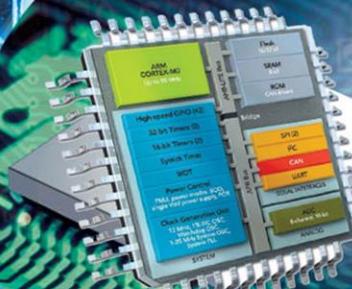


مُتَحَكِّمَات

STM32

9



موضوعات المحاضرة:

- ما هي وحدة إدارة الوصول المباشر للذاكرة DMA
- مواصفات وحدة الـ DMA في متحكمات stm32G0
- Individual DMA stream flexibility
- Stream transfer management
- Circular mode
- ضبط الأولويات لقنوات الـ DMA

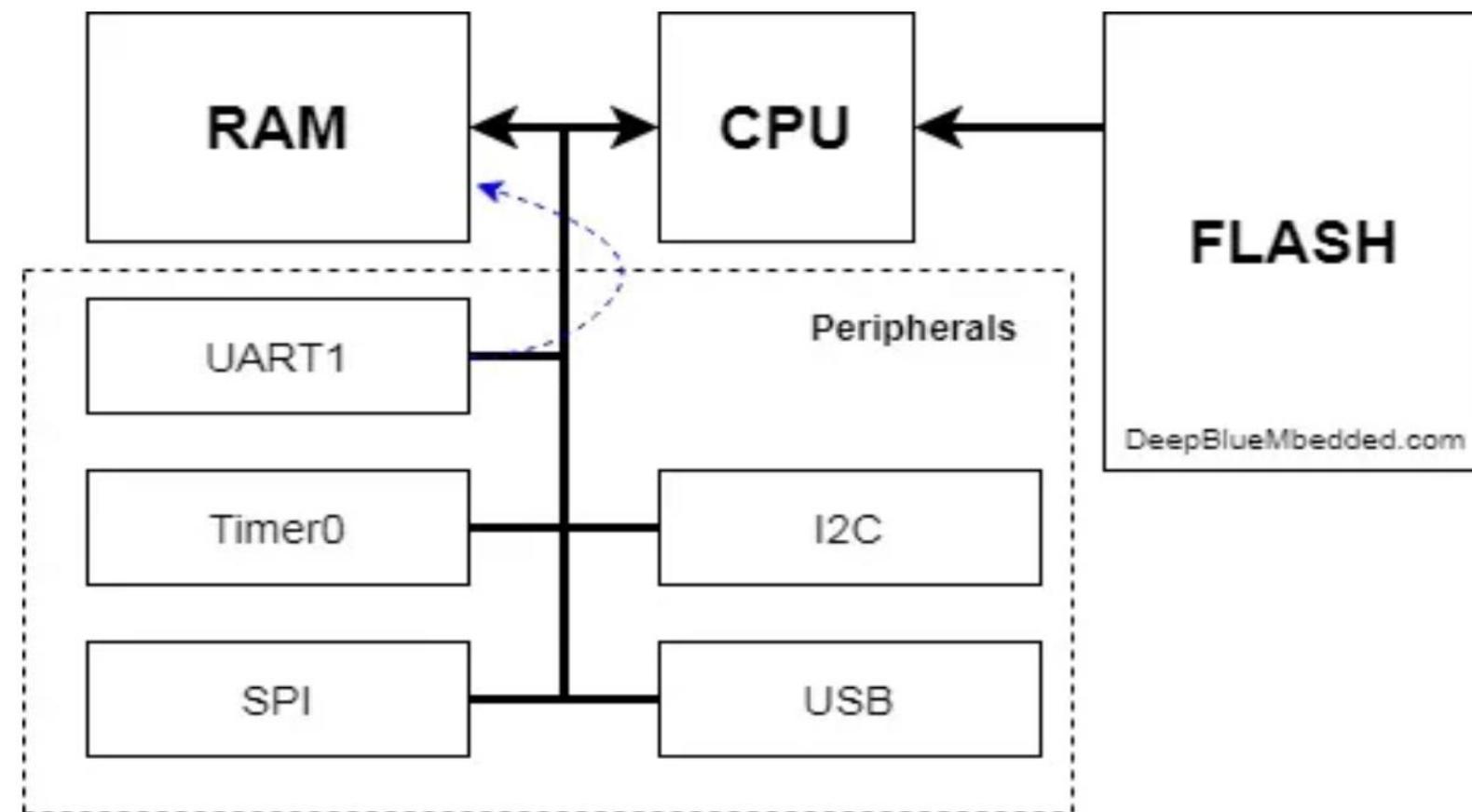
إدارة الوصول المباشر للذاكرة Direct Access Memory (DMA)

□ إدارة الوصول المباشر للذاكرة DMA هي عبارة عن وحدة رقمية منطقية مدمجة داخل متحكمات stm32 وتستخدم لإدارة نقل البيانات بين الذاكرة والطيفيات، وبين الذاواكر نفسها ، حيث يتم تبادل البيانات من خلال وحدة الـ DMA بدون أي تدخل من المعالج ، مما يتيح للمعالج التفرغ لمعالجة باقي الأمور المهمة.

- بإمكان وحدة الـ DMA الوصول لأي موقع ذاكري بما في ذلك:
- CRC generator: على سبيل المثال AHB peripherals
 - SRAM: على سبيل المثال AHB memories
 - USART: على سبيل المثال APB peripherals

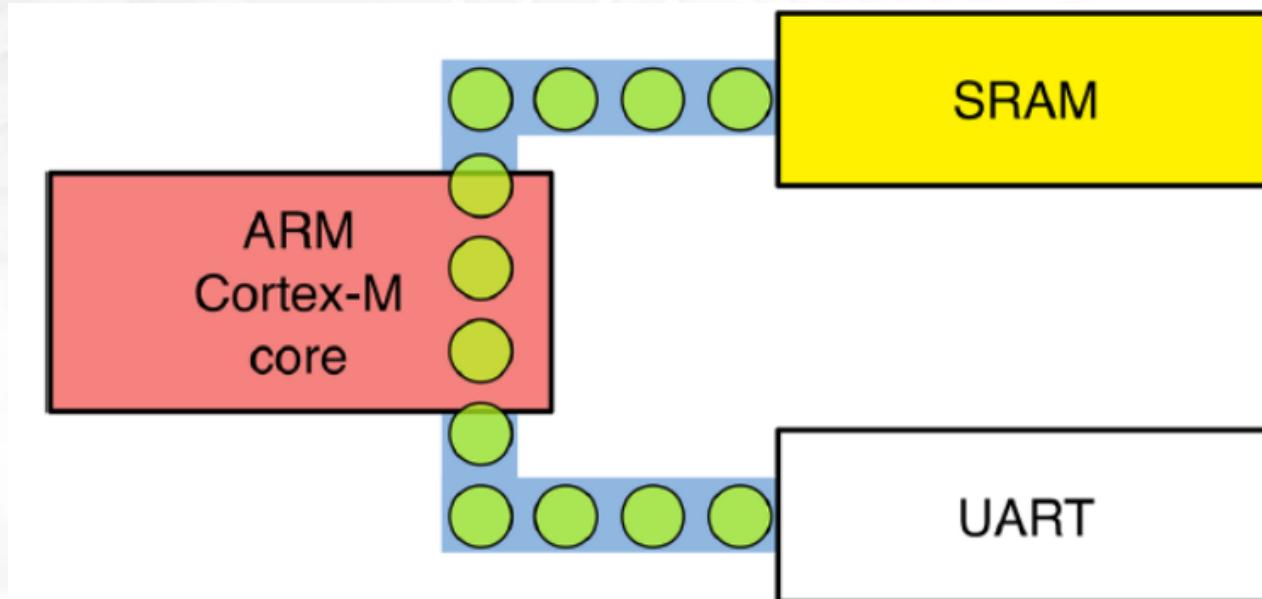
إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

سابقاً وقبل وجود وحدة DMA ، كان على المعالج القيام بكافة الأعمال بما في ذلك جلب التعليمات (الكود) من الذاكرة flash ثم تنفيذ هذه التعليمات ومن ثم نقل البيانات بين الذاكرة والطرفيات



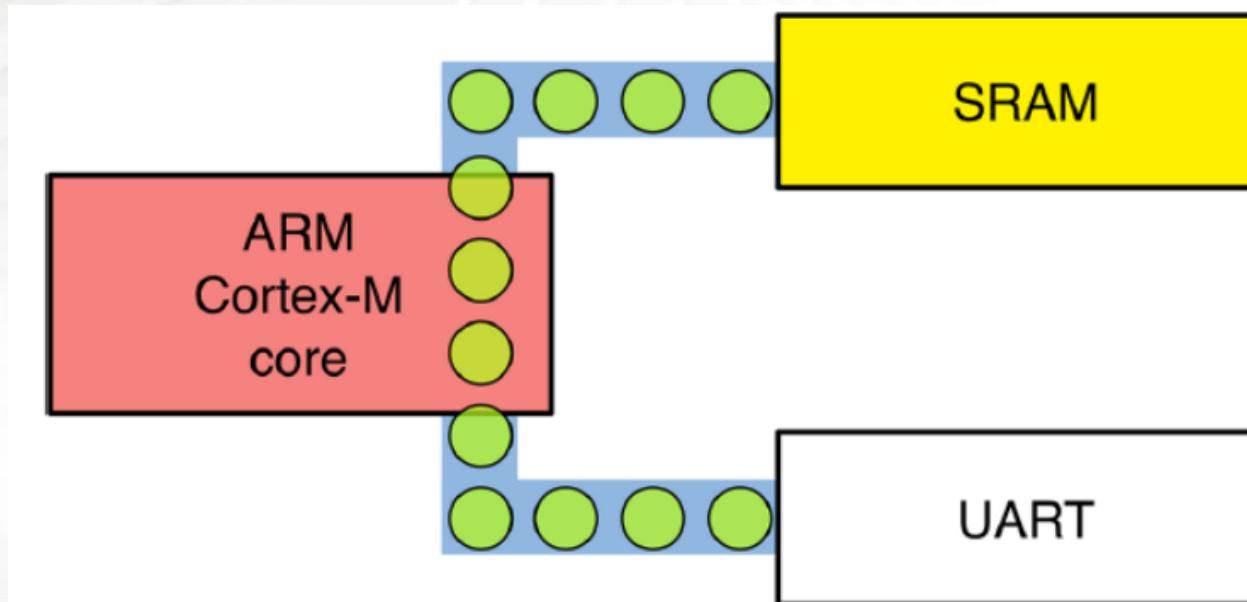
إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

فبفرض أن هناك بيانات قادمة من المنفذ التسلسلي UART1 بطول buffer 20byte ، وعلى المعالج استقبال هذه البيانات ثم نقلها إلى محدد ضمن الذاكرة مع الانتباه إلى عدم ضياع أي من البيانات القادمة عمليات نقل البيانات هذه القادمة من الطرفيات مثل ,SPI, UART و غيرها ، تولد عدد لا نهائي من المقااطعات خلال الثانية الواحدة وعلى المعالج أن يقوم بمعالجتها جميعها



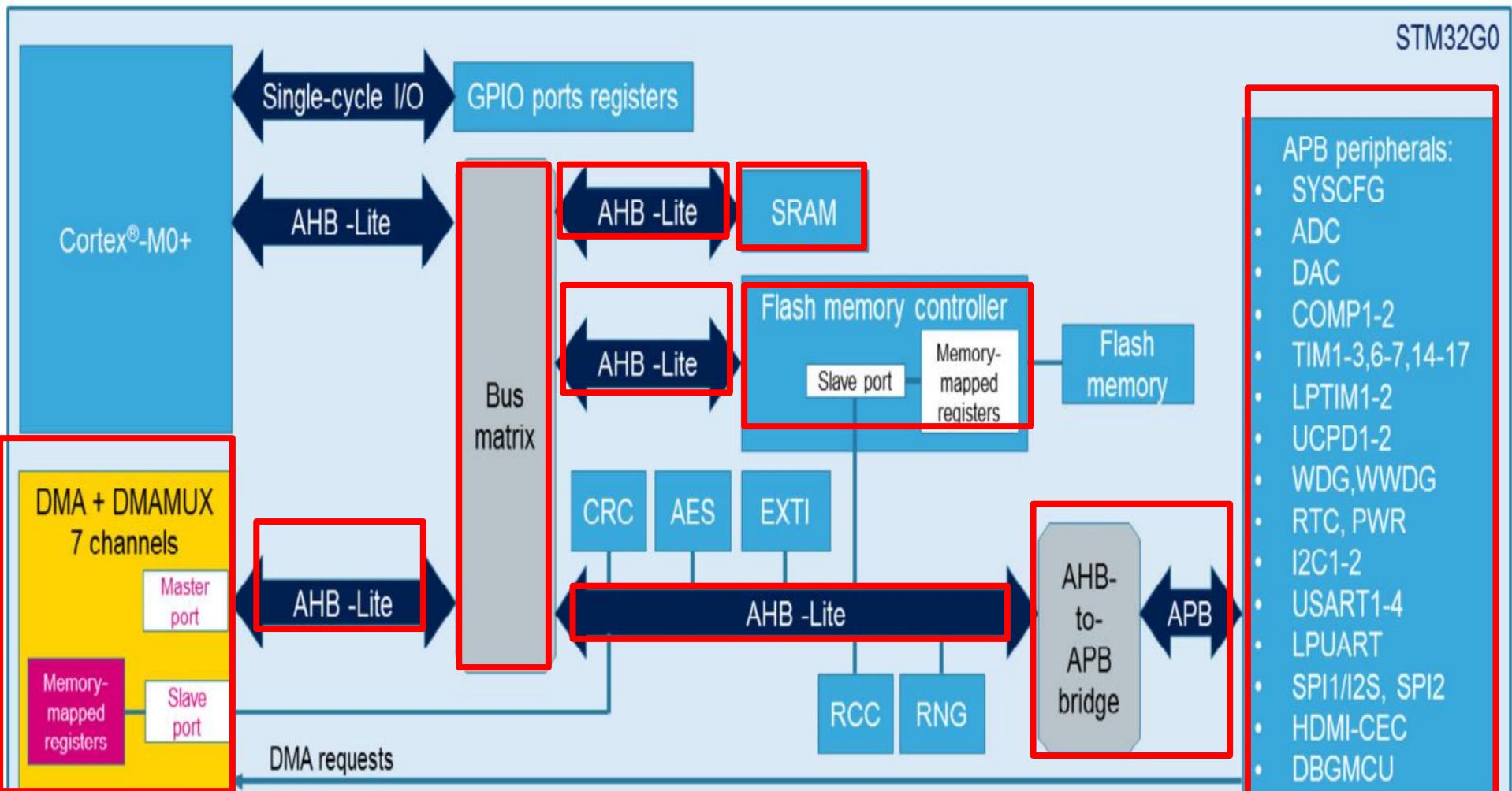
إِدَارَةُ الْوَصْولِ الْمُبَاشِرِ لِلذَّاكرَةِ (DMA)

تستغرق عملية الاستجابة للمقاطعة من خلال الذهاب إلى برامج خدمة المقاطعة والعودة منها عدة دورات ساعة، مما يعني ضياع الكثير من الوقت خصوصاً مع المقاطعات التي تحدث باستمرار وبشكل دوري ، وما يعني انشغال المعالج عن تنفذ الكود و مما يؤدي في بعض الأحيان إلى تجاوز القيود الخاصة بالزمن المحدد لتنفيذ الكود، وهنا تأتي الحاجة لوحدة DMA



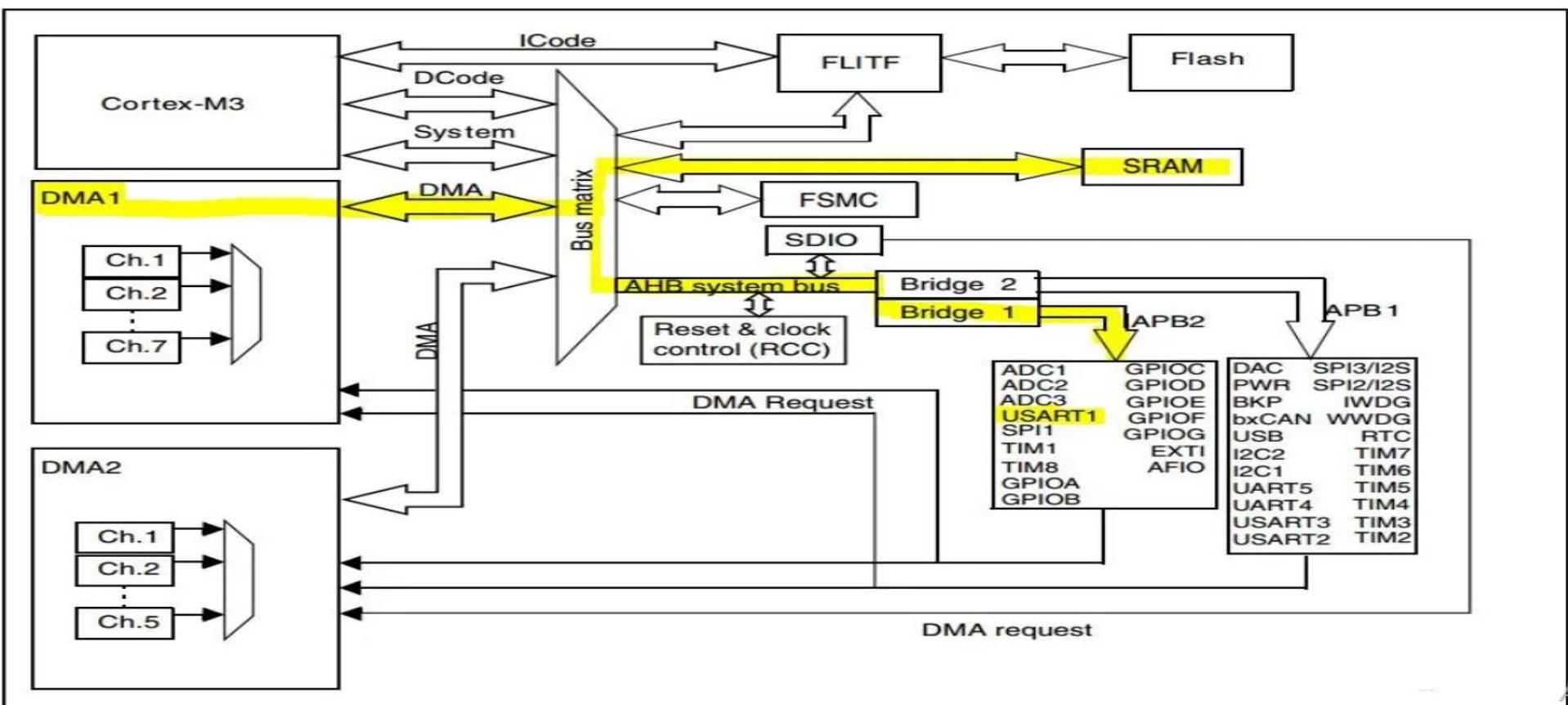
إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

نلاحظ من المخطط الصندوقي أن بإمكان وحدة DMA توجيه البيانات القادمة من الطرفيات إلى الذاكرة مباشرة دون أي تدخل من المعالج

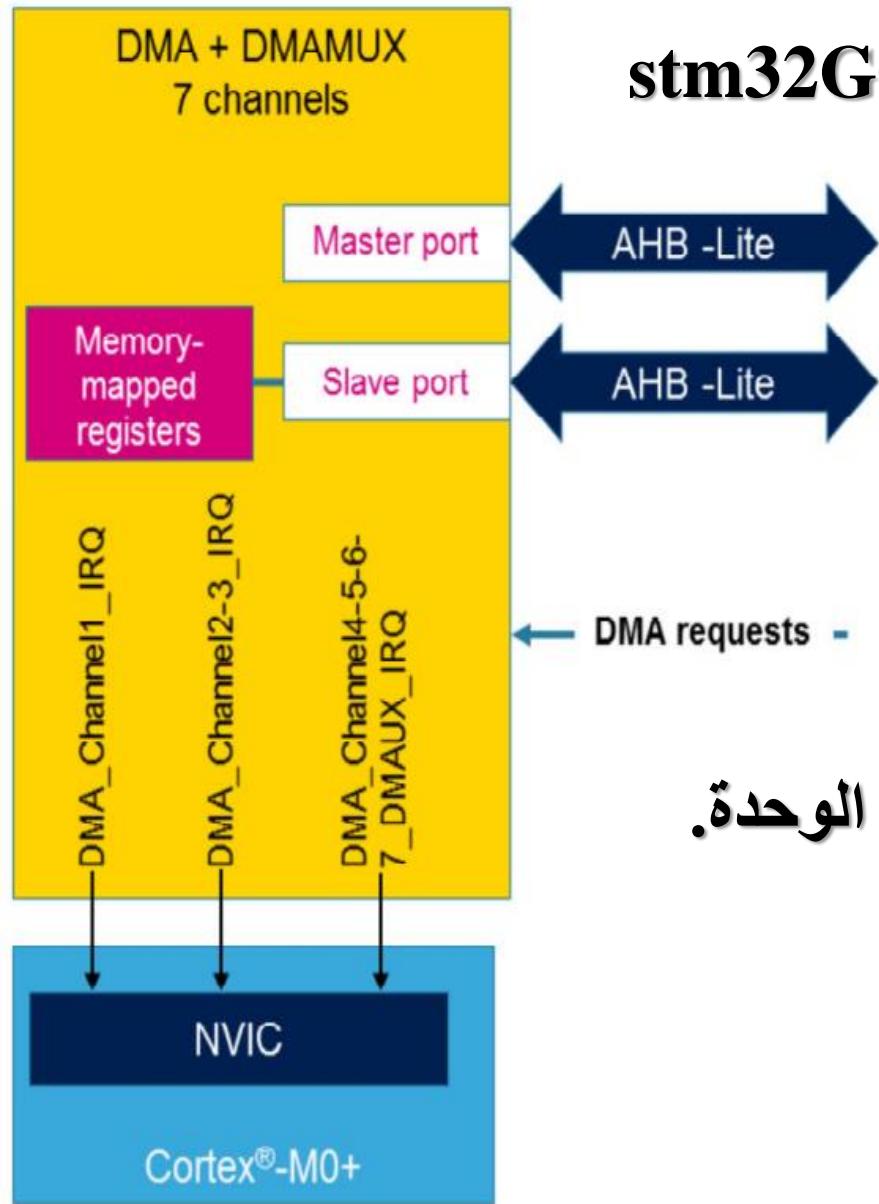


إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

على سبيل المثال نلاحظ أن وحدة DMA هنا قامت بتوجيه البيانات القادمة من المنفذ التسلسلي إلى الذاكرة مباشرةً دون تدخل المعالج



إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

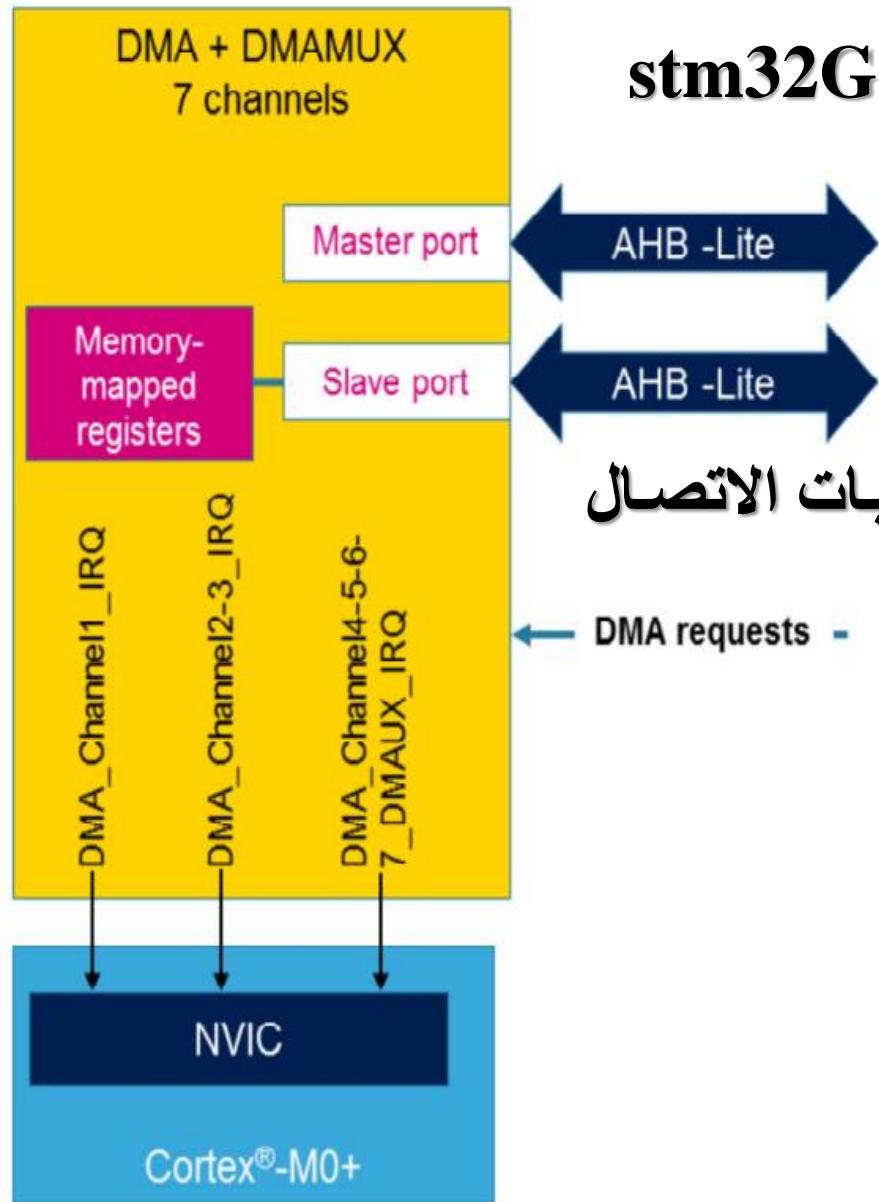


مواصفات وحدة الـ DMA في متحكمات stm32G0

:AHB master bus

يدعم متحكم DMA منفذين
أحد هما master يستخدم من قبل قنوات
الـ DMA للوصول إلى الذاكرة أو إلى
مسجلات الطرفيات، والأخر slave
يستخدم للوصول إلى متحكم
وحدة الـ DMA ومسجلات الحالة والتحكم الوحدة.

إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)



مواصفات وحدة الـ DMA في متحكمات stm32G0

المرؤنة في ضبط الإعدادات:

تدعم معظم الطرفيات في متحكم

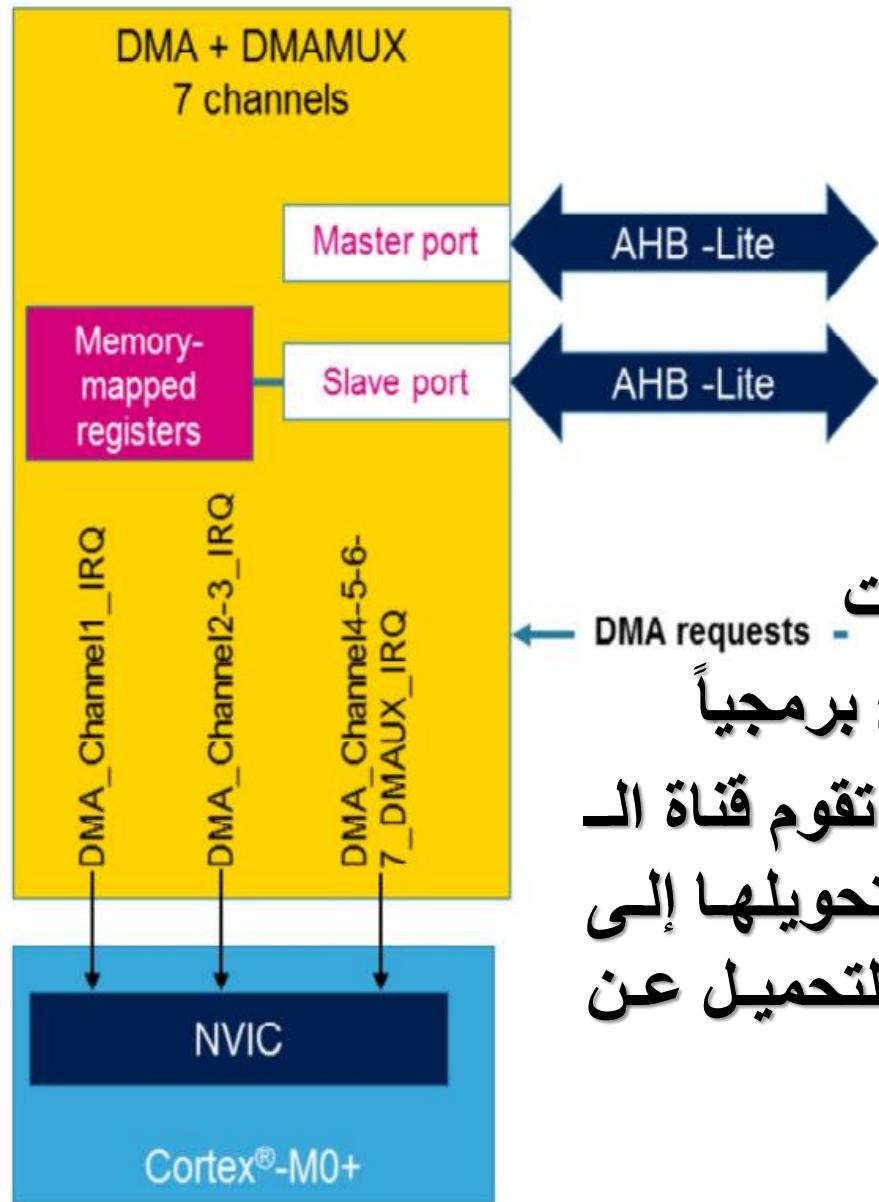
stm32 نمط الـ DMA ، حيث يعتبر

هذا النمط هو الأفضل خصوصاً مع طرفيات الاتصال

communication peripherals

والمبلات ADC/DAC

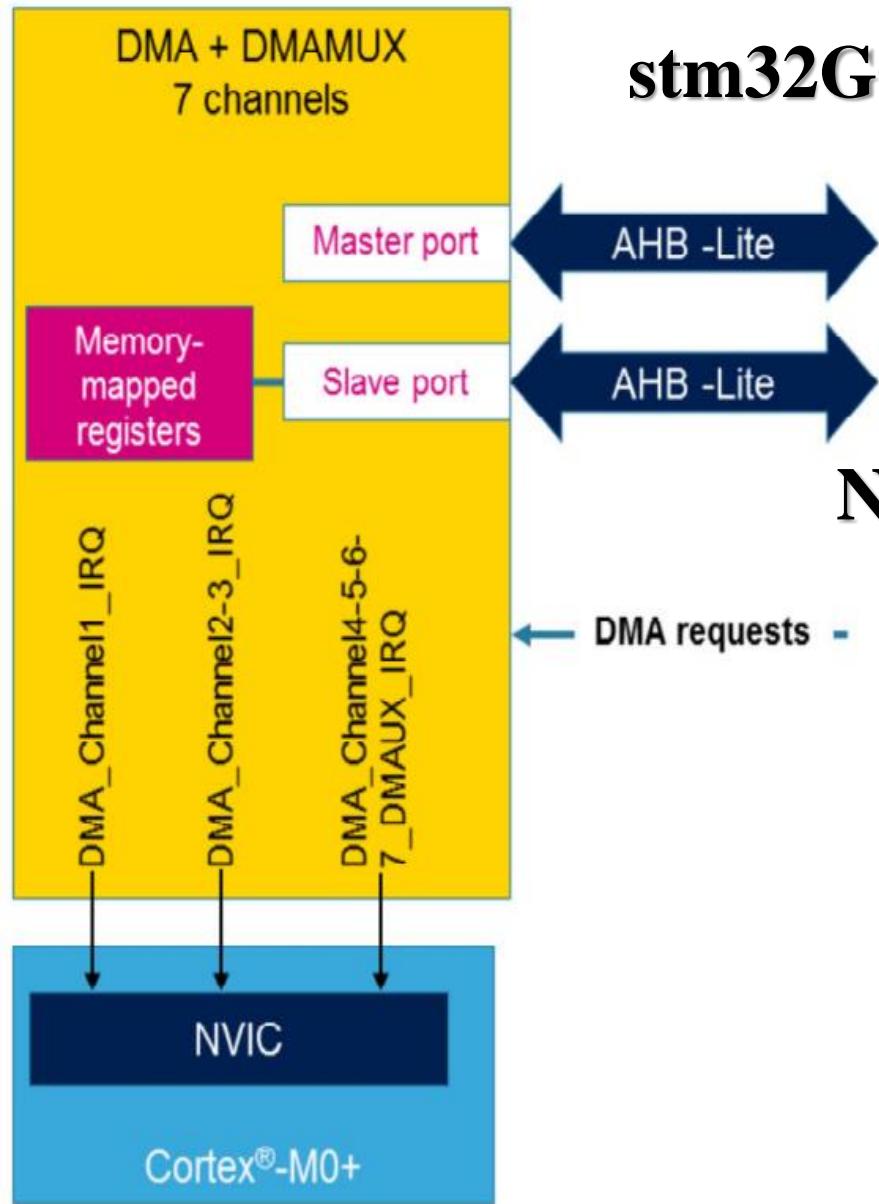
إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)



على سبيل المثال المبدل التشابهي الرقمي ADC يتطلبأخذ عينات بشكل دوري وتخزينها ضمن الذاكرة، حيث توفر من متحكمات stm32G0 طريقتين للتعامل مع المبدل :

- استخدام المقاطعات: حيث تم نقل العينات التي تم تحويلها إلى الذاكرة من قبل المعالج برمجياً
- استخدام نمط ال DMA: في هذا النمط تقوم قناة ال DMA بمهمة نقل العينات التي تم تحويلها إلى الذاكرة ، بهذه الطريقة يتم تخفيف التحميل عن المعالج

إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)



مواصفات وحدة الـ DMA في متحكمات stm32G0

إمكانية تعديل الأولويات برمجياً

أو عن طريق الـ hardware

يدعم متحكم الـ DMA ثلاثة مخارج

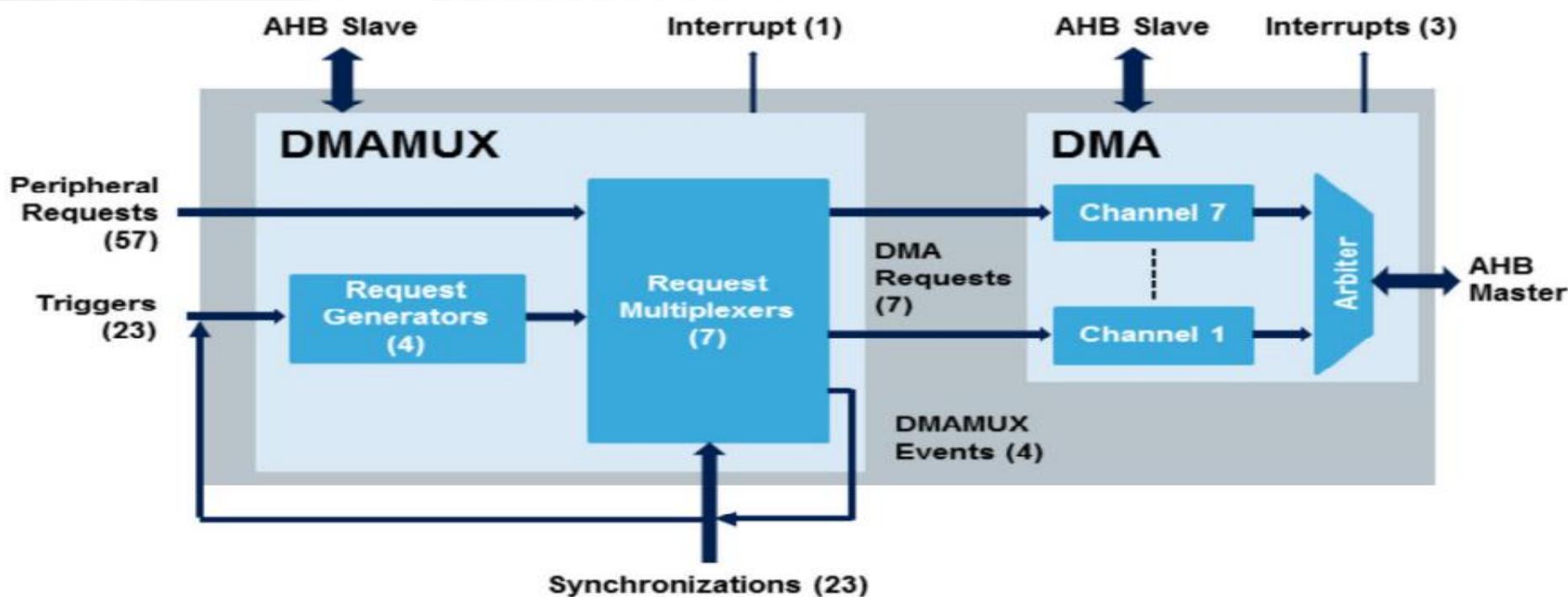
للمقاطعة متصلة بمتحكم المقاطعات NVIC

يمكن تعديل الأولويات لها من خلال البرنامج أو من خلال الهاردوير

إِدَارَةُ الْوَصْولِ الْمُبَاشِرِ لِلذَّاكرَةِ (DMA)

مواصفات وحدة DMA في متحكمات stm32G0

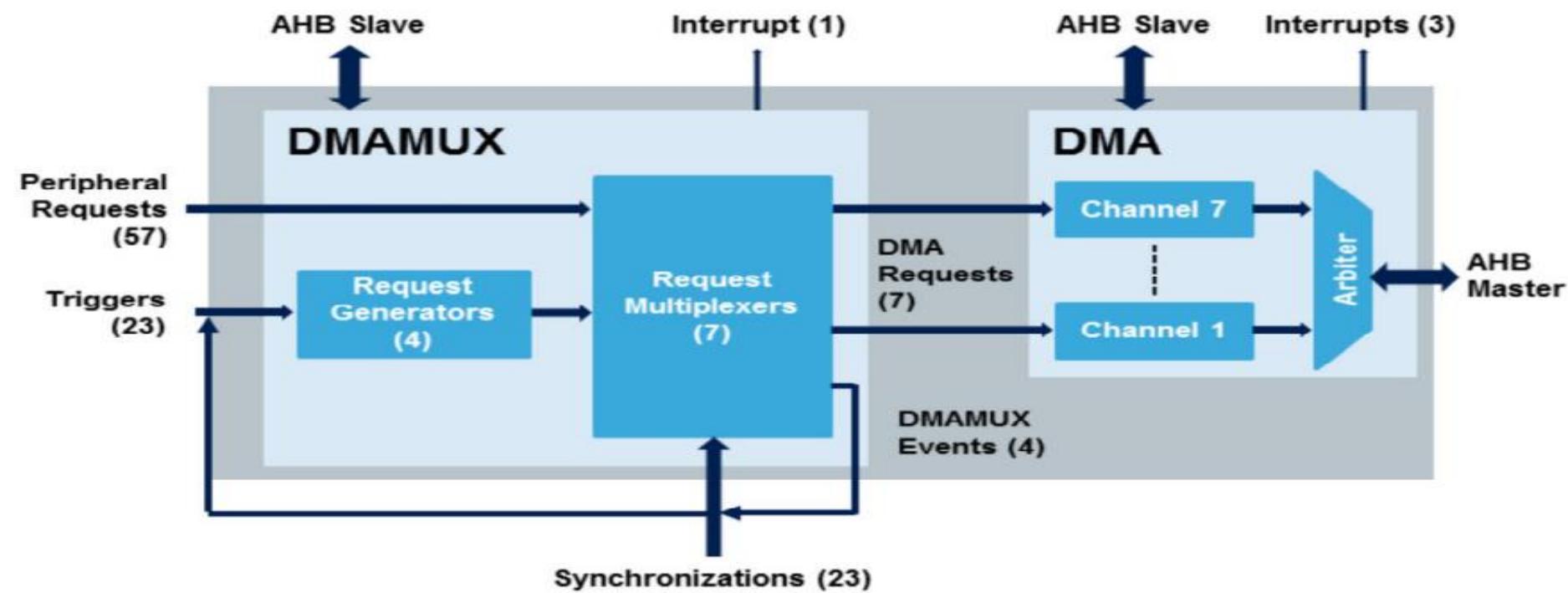
□ متحكم DMA واحد يحتوي على 7 قنوات مستقلة قابلة للضبط، لكل منها أولوية قابلة أيضاً لإعادة ضبطها، ويتم نقل البيانات من خلالها عبر ناقل الـ Bus matrix وصولاً للـ AHB master



إدارة الوصول المباشر للذاكرة (DMA)

مواصفات وحدة DMA في متحكمات stm32G0

New DMA request Multiplexer (DMAMUX) مميزة موجودة في عائلة stm32G0 وغير موجودة في عائلة stm32f0 ، ومهماها تنظيم وتحطيط مسار الطلبات القادمة من الطرفيات إلى قنوات DMA ، أيضاً لها دور في معالجة الأحداث والتزامن



Individual DMA stream flexibility

من أجل كل قناة من قنوات الـ DMA يمكن ضبط برمجياً كل من:

حجم البيانات لكل من المصدر source والوجهة destination

عنوان كل من الوجهة والمصدر، والمؤشرات الخاصة بها أيضاً يمكن ضبطها لتكون قابلة للزيادة الآلية أو بإعطائها عناوين محددة

يمكن أن يصل حجم البيانات المتبادلة إلى 65535 بايت كحد أعلى

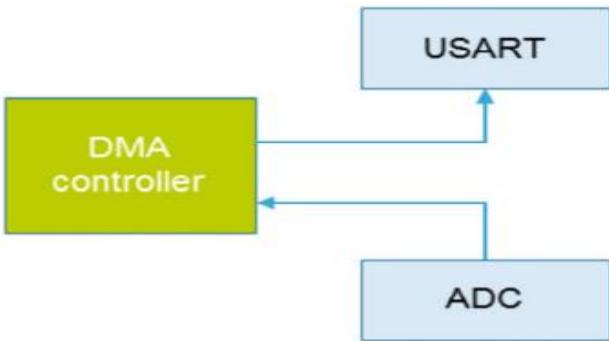
يمكن تفعيل نمط الـ Circular mode حيث يتم إعادة تحميل عنوان كل من المصدر والوجهة وحجم البيانات آلياً عند الانتهاء من عملية تبادل البيانات

Stream transfer management

يمكن أن يتم نقل البيانات بين:

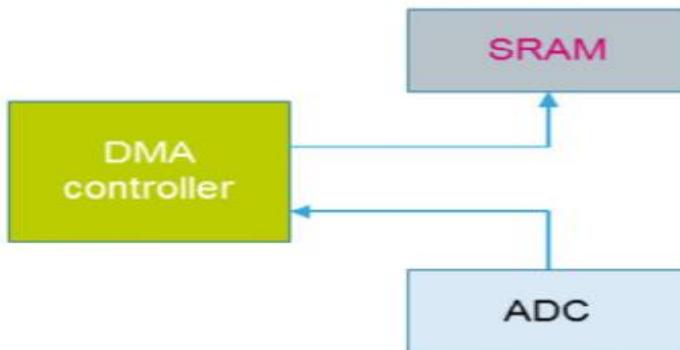
Peripheral-to-peripheral transfer

Peripheral-to-Peripheral
transfer example



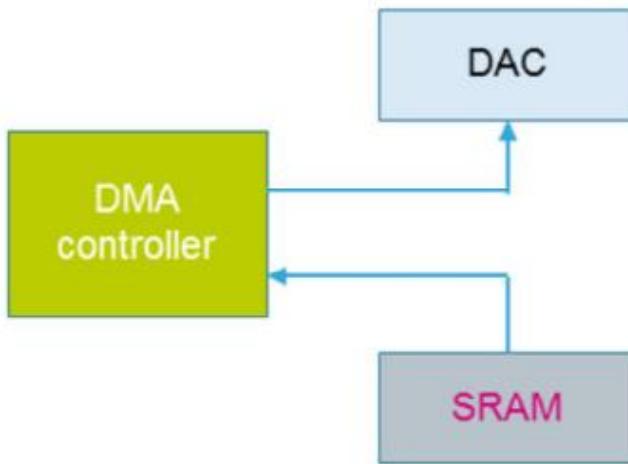
Peripheral-to-Memory
transfer example

Peripheral-to-Memory transfer



Stream transfer management

Memory-to-Peripheral
transfer example

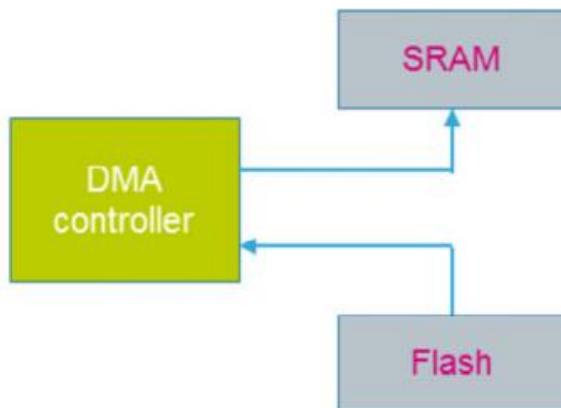


يمكن أن يتم نقل البيانات بين:

Memory-to-peripheral transfer

Memory-to-Memory
transfer example

- No hardware request



Memory-to-Memory transfer

Stream transfer management

عند عدم تساوي حجم البيانات بين الوجهة والمصدر يتم استخدام تقنية **data alignment**

Source port width = 8-bit
Destination port width = 32-bit
Number of data transfers = 4

Source port width = 32-bit
Destination port width = 16-bit
Number of data transfers = 4



Address	Data[7:0]
0xFFFF_FFF0	B0
0xFFFF_FFF1	B1
0xFFFF_FFF2	B2
0xFFFF_FFF3	B3

Address	Data[31:0]
0xFFFF_FFF0	00000000
0xFFFF_FFF4	00000000
0xFFFF_FFF8	00000000
0xFFFF_FFFC	00000000

Address	Data[15:0]
0xFFFF_FFF0	B3B2B1B0
0xFFFF_FFF1	B7B6B5B4
0xFFFF_FFF2	BBBAB9B8
0xFFFF_FFF3	BFBEBDBC

Address	Data[15:0]
0xFFFF_FFF0	B1B0
0xFFFF_FFF2	B5B4
0xFFFF_FFF4	B9B8
0xFFFF_FFF6	BDBC

Circular mode

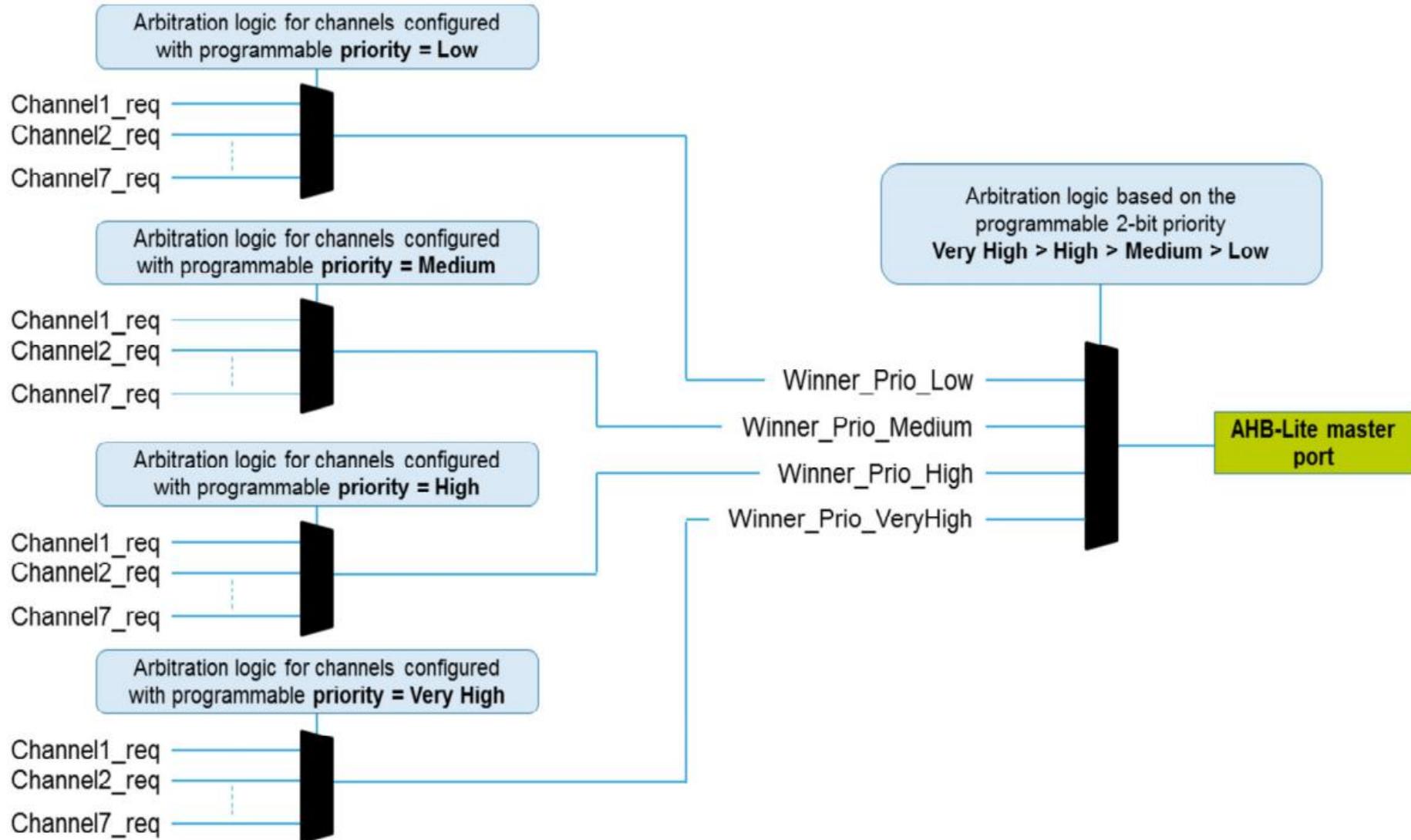
في هذا النمط يمكن استخدام الأحداث التي تزودنا بها وحدة DMA وهي:

Interrupt event	Description
Half transfer	Set when half of the data transfer size has completed
Transfer complete	Set when the full data transfer size has completed
Transfer error	Set when a bus error occurs during the data transfer

كما يمكن ضبط عدد عمليات تبادل البيانات المطلوبة، بحيث يتم البدء بأول عملية تبادل بيانات و عند الانتهاء منها يتم البدء بالعملية التالية بشكل آلي
هذا النمط لا يدعم تبادل البيانات

ضبط الأولويات لقنوات الـ DMA

هناك أربع خيارات متحدة لضبط الأولويات بين القنوات:



Thank you for listening