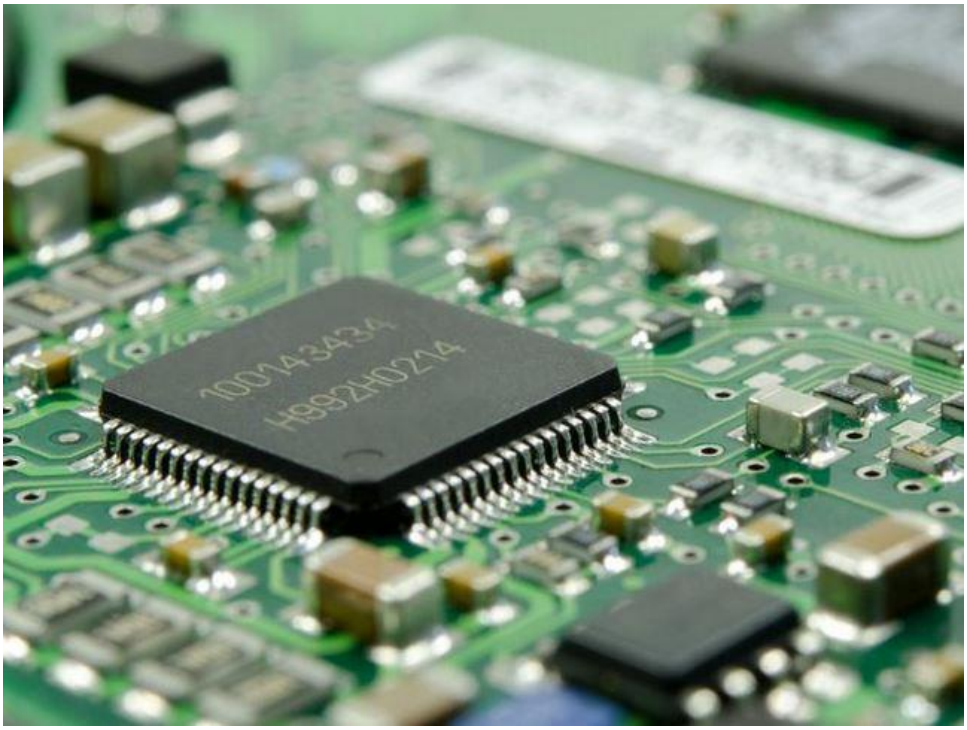
جامعة الحمدانية
كلية التربية

Lecture 20

Computer Architecture



Prepared by:

Firas Abdulrahman Yosif

Direct Memory Access

(DMA)

Direct memory access (**DMA**) is a method that allows an input/output (I/O) device to send or receive data directly to or from the main memory, bypassing the CPU to speed up memory operations. The process is managed by a chip known as a **DMA** controller DMA Controller.

وصول المباشر للذاكرة (DMA)هو طريقة تسمح لجهاز الإدخال / الإخراج (I / O) بإرسال أو استقبال البيانات مباشرة إلى الذاكرة الرئيسية أو منها ، متجاوزًا وحدة المعالجة المركزية لتسريع عمليات الذاكرة. تتم إدارة العملية بواسطة شريحة تُعرف باسم وحدة تحكم DMA (DMA controller).

ان عملية نقل البيانات بين الاجهزة الطرفية (I/O devices) والـ hard disk والذاكرة main memory تتطلب من المعالج CPU ان يفحص الاجهزة جميعها واستعدادها لعملية نقل البيانات , وهذه العملية تتطلب تفرغ المعالج من مهامه الاخرى وبالتالي هذا يؤثر على سرعة وتنفيذ الايعازات ومعالجة البيانات. حيث ان استبعاد المعالج عن عملية نقل البيانات بين الاجهزة الطرفية وبين الذاكرة واستخدام جهاز طرفي CHIP لادارة خطوط الذاكرة مباشرة سيؤدي الى السماح للمعالج بالقيام بمهامه الاخرى مما يحسن اداء النظام وتسمى هذه التقنية لنقل البيانات بـالـ direct memory access (DMA).

What is DMA and Why it is used?

Direct Memory Access (DMA) transfers the block of data between the memory and peripheral devices of the system, without the participation of the processor. The unit that controls the activity of accessing memory directly is called a DMA controller. We have two other methods of data transfer, programmed I/O and

Interrupt driven I/O. The processor relinquishes the system bus for a few clock cycles. So, the DMA controller can accomplish the task of data transfer via the system bus.

ينقل الوصول المباشر للذاكرة (DMA) كتلة البيانات بين الذاكرة والأجهزة الطرفية للنظام ، دون مشاركة المعالج. تسمى الوحدة التي تتحكم في نشاط الوصول إلى الذاكرة مباشرة بوحدة تحكم DMA . لدينا طريقتان أخريان لنقل البيانات ، الإدخال / الإخراج المبرمج والمقاطعة التي تعمل بنظام الإدخال / الإخراج. يتخلى المعالج عن ناقل النظام لبضع دورات على مدار الساعة. لذلك ، يمكن لوحدة التحكم DMAإنجاز مهمة نقل البيانات عبر ناقل النظام.

DMA Controller:

هو عبارة عن قطعة الكترونية hardware chip تسيطر وتتحكم في جهاز طرفي واحد او اكثر وتسمح له بنقل البيانات من والى ذاكرة النظام بدون مساعدة المعالج ، وهذه العملية تعمل على زيادة سرعة الادخال والاخراج بين الذاكرة والاجهزة الطرفية والغاء دور المعالج .

ومما يجدر ذكره ان الـ DMA والـ CPU يحتاجون الى استخدام الـ memory bus ولكن بالامكان احدهما يستخدم الـ memory bus عند فترة زمنية معينة، فعندما يقوم الـ DMA بعملية نقل البيانات

سوف لايكون للـ CPU سيطرة على الـ memory address ويتولى الـ DMA controller السيطرة على الـ buses لادارة عملية نقل البيانات بصورة مباشرة بين I/O devices والذاكرة. تستخدم الـ DMA لتسريع عمليات الـ I/O وتقليل غالبية الدور الذي يلعبه الـ CPU في تلك العمليات.

DMA is mainly used in transferring data to/from the memory, where the CPU first initiates the transfer then switches to another operation while the DMA handles the operation of transferring data. Then the CPU receives an interrupt signal from the DMAC (DMA controller) when the operation is done.

DMAيستخدم بشكل أساسي في نقل البيانات من / إلى الذاكرة ، حيث تبدأ وحدة المعالجة المركزية النقل أولاً ثم تنتقل إلى عملية أخرى بينما DMA يتولى عملية نقل البيانات. ثم تتلقى وحدة المعالجة المركزية إشارة مقاطعة من وحدة تحكم DMA عند انتهاء العملية.

عند الـ break point (نقطة التوقف) يستجيب الـ CPU للـ DMA ويوضح الشكل (1) مخطط التسلسل النموذجي لعمليات الـ CPU خلال دورة تنفيذ الايعاز وكذلك الـ DMA break point .

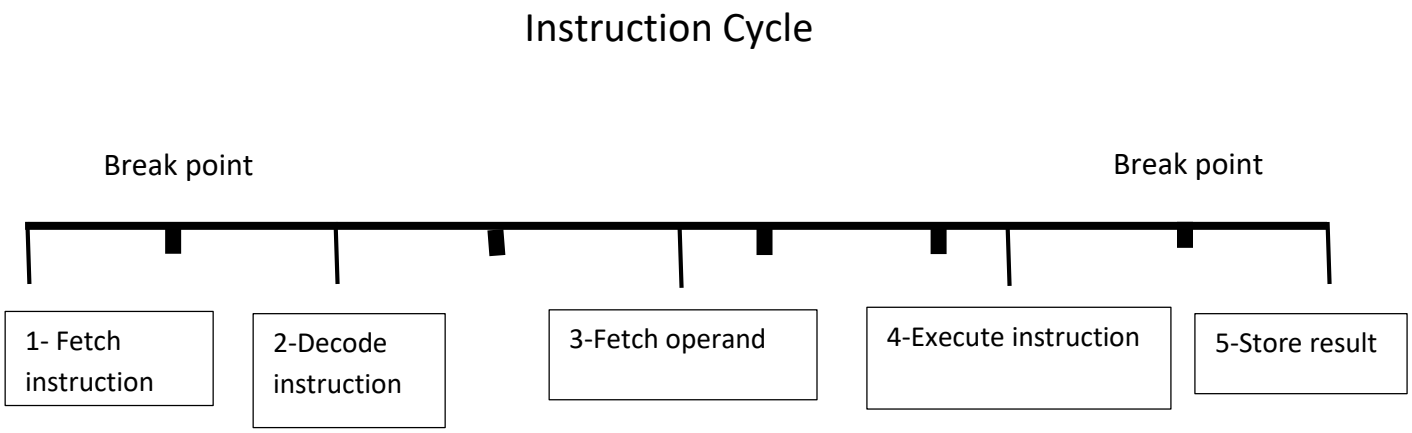


Fig. (1) DMA breakpoint during instruction cycle

لو نلاحظ المخطط اعلاه نجد ان هناك خمس نقاط توقف break point خلال دورة ايعاز واحدة one instruction cycle وهي تمثل نقاط التوقف التي يمكن ان يتوقف فيها الـ CPU حتى يستجيب لطلب الـ DMA ويرسل اشارة الى DMA control unit وتسمى بأشارة الـ DMA acknowledge حيث ترسل في نهاية كل عملية.

فعندما يستلم الـ CPU الطلب فأنه ينتظر الى ان يصل الى نقطة التوقف break point التالية فعندئذ يتنازل الـ CPU عن التحكم بالـ system bus ويعطي اشارة signal الى I/O devices الذي يرسل الطلب عن طريق تفعيل اشارة الـ DMA Acknowledge للـ control line .

Types of DMA:

عندما يستلم الـ DMA السيطرة على الـ bus system فأنه يتصل بالذاكرة بصورة مباشرة ويمكن ان تتم عملية النقل بعدة طرق:

1. Burst transfer (DMA block transfer)

حيث يتم نقل الـ block كاملا (حيث يمثل مجموعة من الـ word متسلسلة) وتكون بصورة مستمرة ويستمر الـ DMA بالسيطرة على (memory bus) حتى تكتمل عملية النقل .نحتاج هذه الطريقة للاجهزة السريعة حيث لايمكن ايقاف او تاخير نقل البيانات حتى يكتمل الـ block بالكامل. ونسبة نقل البيانت في هذه الطريقة تكون عالية بسبب عدم وجود قطع يؤثر على فعالية الـ CPU .

2. Cycle Stealing:

هذه الطريقة تسمح للـ DMA Controller بنقل بلوك من البيانات عند استلامها السيطرة على الـ buses ثم تعيد السيطرة على الـ CPU . وهذا يعني ان هناك تناوب بين المعالج والـ DMA في السيطرة على الـ bus system , حيث ان الـ CPU عادة مايتاخر وصوله الى الذاكرة ليسمح للـ DMA بأخذ memory cycle واحدة لعملية النقل. ونسبة نقل البيانت في هذه الطريقة تكون اقل فعالية بسبب وجود عمليات توقف عند عملية النقل.

3. Transparent DMA:

تحتاج هذه الطريقة الى hardware معقد وتعتبر من افضل الطرق .ومصممة بنفس مبدأ الـ Cycle Stealing حيث يتم سرقة الـ cycle من قبل الـ DMA controller في حالة الـ CPU لايحتاج الـ bus system وتتوقف الـ DMA controller اذا احتاج الـ CPU الـ bus system لان الـ bus cycle تؤخذ فقط عندما لايحتاج الـ CPU لاستخدام الـ bus system .

Essential Parts of DMA controller:

1. IODR (input/ output data register):

هذا جزء اساسي في الـ DMA وهو عبارة عن سجل يحتوي على البيانات التي سيتم نقلها من الذاكرة الرئيسية الـ RAM الى الـ I/O device او من الـ I/O device الى الذاكرة الرئيسية (RAM) .

2. IOAR (input/ output address register):

هذا جزء الاساسي الثاني في الـ DMA وهو عبارة عن سجل يحتوي على عناوين البيانات التي سيتم نقلها بين الـ i/o والذاكرة وهذا السجل مرتبط بالـ address bus system , وتزداد محتويات هذا السجل بواحد بعد كل عملية نقل word واحدة .

3. DC (Data Count):

وهذا الجزء الثالث من اجزاء الرئيسية في الـ DMA وهو عبارة عن سجل يعم ل كعداد حيث يحسب عدد الـ word التي سيتم نقلها بين الـi/o والذاكرة , حيث تتم العملية عن طريق طرح واحد من محتوياته بعد كل عملية نقل word واحدة .

4. DMA Control Unit:

وهذا يعتبر الجزء الرابع والرئيسي في الـ DMA حيث يسيطر على الـ DMA Controller وتحدد طريقة نقل البيانات بين الـ i/o devices والذاكرة الرئيسية. حيث يقوم بفحص حالة الـ I/O device اذا كان ready اي جاهز للعمل عن طريق ارسال اشارة تسمى data request وهي تمثل طلب البدء بعملية الـ DMA .

الشكل (2) يوضح اجزاء الرئيسية للـ DMA Controller وكيفية التعامل مع المعالج CPU بوجود نظام النقل system bus :

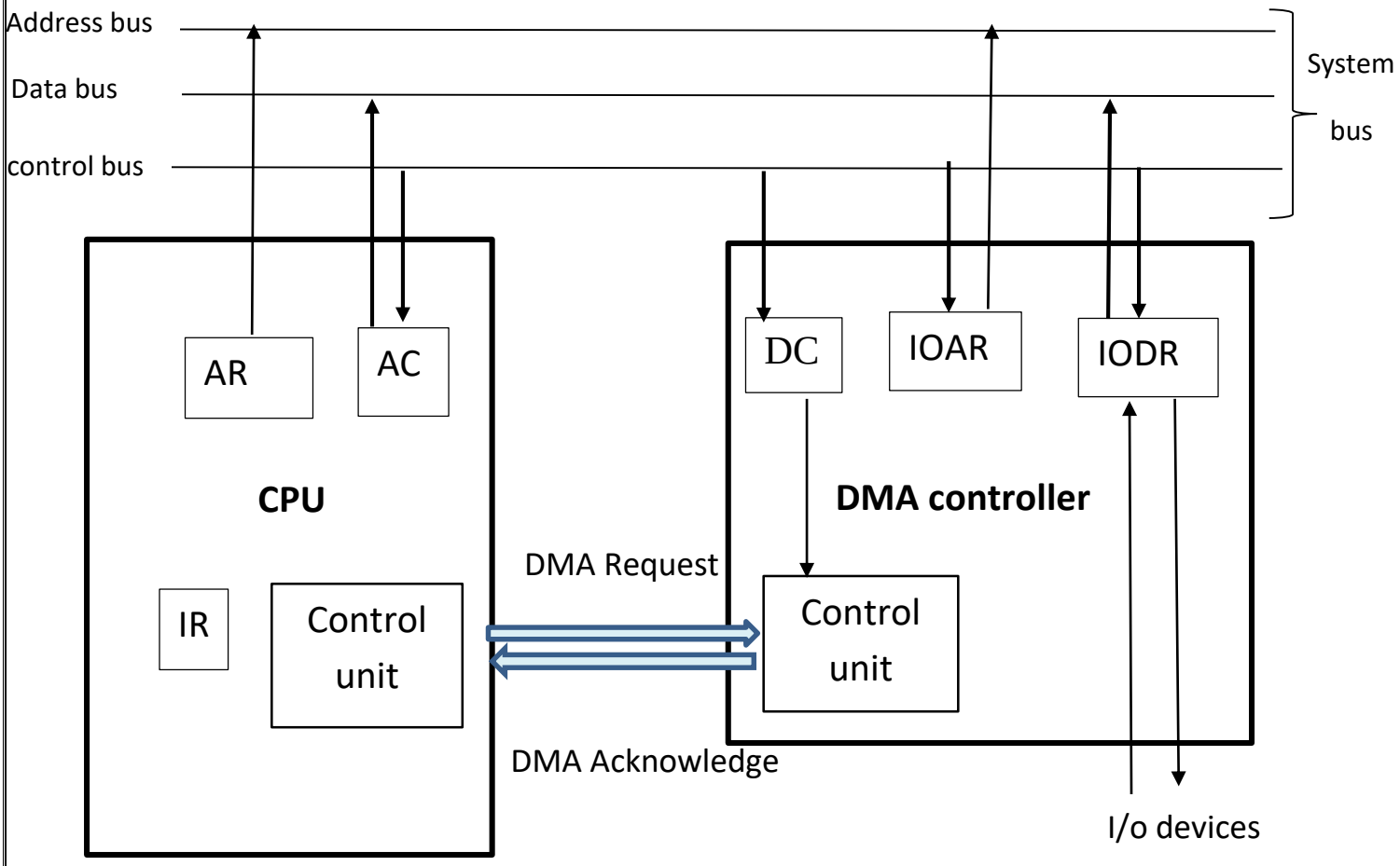
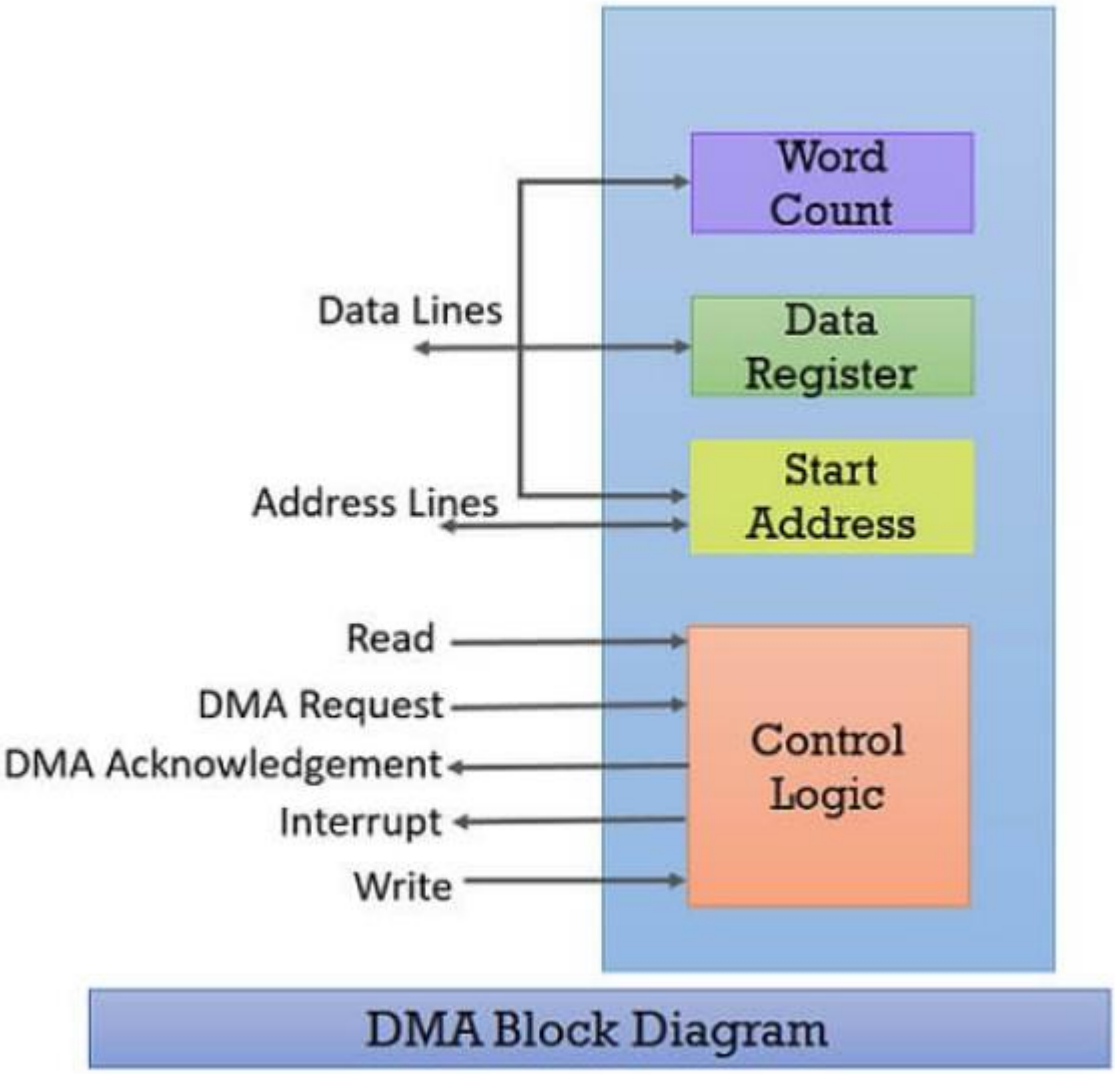


Fig. (2) Block diagram of Internal Circuitry for DMA with CPU participation

❖ Direct Memory Access Diagram

After exploring the working of DMA controller, let us discuss the block diagram of the DMA controller. Below we have a block diagram of DMA controller.



❖ Direct Memory Access Advantages and Disadvantages:

- **Advantages:**

1. Transferring the data without the involvement of the processor will speed up the read-write task.
2. DMA reduces the clock cycle requires to read or write a block of data.
3. Implementing DMA also reduces the overhead of the processor.

1 .سيؤدي نقل البيانات دون تدخل المعالج إلى تسريع مهمة القراءة والكتابة.

2 .يقلل DMA من دورة الساعة التي تتطلب قراءة أو كتابة كتلة من البيانات.

3. يؤدي تطبيق DMA أيضًا إلى تقليل حمل على المعالج.

- **Disadvantages**

Cache coherence problem can occur while using DMA controller.

يمكن أن تحدث مشكلة تماسك (ترابط منطقي) لذاكرة التخزين المؤقت cache memory أثناء استخدام وحدة تحكمDMA .