

6. Datapath

The CPU can be divided into a data section and a control section. The data section, which is also called the **datapath**, contains the registers and the ALU. The datapath is capable of performing certain operations on data items. The control section is basically the control unit, which issues control signals to the datapath. Internal to the CPU, data move from one register to another and between ALU and registers.

يمكن تقسيم وحدة المعالجة المركزية إلى قسم بيانات وقسم تحكم. يحتوي قسم البيانات ، والذي يسمى أيضًا مسار البيانات ، على السجلات و ALU. مسار البيانات قادر على تنفيذ عمليات معينة على عناصر البيانات. قسم التحكم هو في الأساس وحدة التحكم ، والتي تصدر إشارات التحكم إلى مسار البيانات. داخل وحدة المعالجة المركزية ، تنتقل البيانات من سجل إلى آخر وبين ALU والسجلات.

Internal data movements are performed via local buses, which may carry data, instructions, and addresses. Externally, data move from registers to memory and I/O devices, often by means of a system bus. Internal data movement among registers and between the ALU and registers may be carried out using different organizations including one-bus, two-bus, or three-bus organizations. Dedicated datapaths may also be used between components that transfer data between themselves.

يتم تنفيذ حركات البيانات الداخلية عبر الحافلات المحلية ، والتي قد تحمل البيانات والتعليمات والعناوين. خارجيًا ، تنتقل البيانات من المسجلات إلى الذاكرة وأجهزة الإدخال / الإخراج ، غالبًا عن طريق ناقل النظام. قد يتم تنفيذ حركة البيانات الداخلية بين السجلات وبين ALU والسجلات باستخدام منظمات مختلفة بما في ذلك المنظمات ذات الحافلة الواحدة أو الحافلتين أو ثلاث حافلات. يمكن أيضًا استخدام مسارات بيانات مخصصة بين المكونات التي تنقل البيانات فيما بينها.

6.1. One-Bus Organization

منظمة الحافلة الواحدة

Using one bus, the CPU registers and the ALU use a single bus to move outgoing and incoming data. Since a bus can handle only a single data movement within one clock cycle, two-operand operations will need two cycles to fetch the operands for the ALU. Additional registers may also be needed to buffer data for the ALU.

باستخدام ناقل واحد ، تستخدم مسجلات وحدة المعالجة المركزية و ALU ناقلًا واحدًا لنقل البيانات الصادرة والواردة. نظرًا لأن الناقل يمكنه التعامل مع حركة بيانات واحدة فقط خلال دورة ساعة واحدة ، فستحتاج العمليات ذات المعاملين إلى دورتين لجلب معاملات ALU. قد تكون هناك حاجة أيضًا إلى سجلات إضافية لتخزين البيانات مؤقتًا لوحدة ALU.

6.2. Two-Bus Organization

منظمة الحافلتين

Using two buses is a faster solution than the one-bus organization. In this case, general-purpose registers are connected to both buses. Data can be transferred from two different registers to the input point of the ALU at the same time. Therefore, a two operand operation can fetch both

operands in the same clock cycle. An additional buffer register may be needed to hold the output of the ALU when the two buses are busy carrying the two operands.

يعد استخدام حافتين حلاً أسرع من منظمة الحافلة الواحدة. في هذه الحالة ، يتم توصيل سجلات الأغراض العامة بكلتا الناقلين. يمكن نقل البيانات من سجلين مختلفين إلى نقطة إدخال وحدة ALU في نفس الوقت. لذلك ، يمكن لعملية معاملين جلب كلا المعاملين في نفس دورة الساعة. قد تكون هناك حاجة إلى سجل المخزن المؤقت الإضافي للاحتفاظ بإخراج ALU عندما يكون الناقلان مشغولين بحمل المعاملين.

6.3. Three-Bus Organization منظمة ثلاث حافلات

In a three-bus organization, two buses may be used as source buses while the third is used as destination. The source buses move data out of registers (out-bus), and the destination bus may move data into a register (in-bus). Each of the two out-buses is connected to an ALU input point. The output of the ALU is connected directly to the in-bus.

في منظمة مكونة من ثلاث حافلات ، يمكن استخدام حافتين كحافلات مصدر بينما يتم استخدام الثالث كوجهة. تقوم حافلات المصدر بنقل البيانات من السجلات (الحافلة الخارجية) ، وقد يقوم ناقل الوجهة بنقل البيانات إلى سجل (داخل الحافلة). يتم توصيل كل من الناقلين الخارجيين بنقطة إدخال ALU. يتم توصيل خرج ALU مباشرة بالحافلة الداخلية.

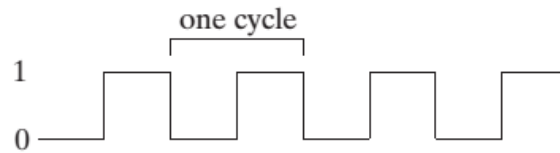
A *bus* is a group of parallel wires that transfer data from one part of the computer to another. A computer system usually contains four bus types: data, I/O, control, and address. The *data bus* transfers instructions and data between the CPU and memory. The *I/O bus* transfers data between the CPU and the system input/output devices. The *control bus* uses binary signals to synchronize actions of all devices attached to the system bus. The *address bus* holds the addresses of instructions and data when the currently executing instruction transfers data between the CPU and memory.

الناقل عبارة عن مجموعة من الأسلاك المتوازية التي تنقل البيانات من جزء من الكمبيوتر إلى جزء آخر. عادةً ما يحتوي نظام الكمبيوتر على أربعة أنواع من الحافلات: البيانات ، والإدخال / الإخراج ، والتحكم ، والعنوان. ينقل ناقل البيانات التعليمات والبيانات بين وحدة المعالجة المركزية والذاكرة. ينقل ناقل الإدخال / الإخراج البيانات بين وحدة المعالجة المركزية وأجهزة إدخال / إخراج النظام. يستخدم ناقل التحكم إشارات ثنائية لمزامنة إجراءات جميع الأجهزة المتصلة بناقل النظام. يحتفظ ناقل العنوان بعناوين التعليمات والبيانات عندما تقوم التعليمات المنفذة حاليًا بنقل البيانات بين وحدة المعالجة المركزية والذاكرة.

Clock ساعة

Each operation involving the CPU and the system bus is synchronized by an internal clock pulsing at a constant rate. The basic unit of time for machine instructions is a *machine cycle* (or *clock cycle*). The length of a clock cycle is the time required for one complete clock pulse. In the following figure, a clock cycle is depicted as the time between one falling edge and the next:

تتم مزامنة كل عملية تتضمن وحدة المعالجة المركزية وناقل النظام بواسطة ساعة داخلية تنبض بمعدل ثابت. الوحدة الأساسية للوقت لتعليمات الماكينة هي دورة الآلة (أو دورة الساعة). طول دورة الساعة هو الوقت المطلوب لنبضة ساعة كاملة. في الشكل التالي ، تُصوّر دورة الساعة على أنها الوقت بين حافة متساقطة وأخرى:



The duration of a clock cycle is calculated as the reciprocal of the clock's speed, which in turn is measured in oscillations per second. A clock that oscillates 1 billion times per second (1 GHz), for example, produces a clock cycle with a duration of one billionth of a second (1 nanosecond).

A machine instruction requires at least one clock cycle to execute, and a few require in excess of 50 clocks (the multiply instruction on the 8088 processor, for example). Instructions requiring memory access often have empty clock cycles called wait states because of the differences in the speeds of the CPU, the system bus, and memory circuits.

يتم حساب مدة دورة الساعة على أنها مقلوبة لسرعة الساعة ، والتي تقاس بدورها في التذبذبات في الثانية. الساعة التي تتأرجح مليار مرة في الثانية (1 جيجاهرتز) ، على سبيل المثال ، تنتج دورة ساعة مدتها جزء من المليار من الثانية (1 نانوثانية). تتطلب تعليمات الآلة ما لا يقل عن دورة ساعة واحدة للتنفيذ ، وبعضها يتطلب ما يزيد عن 50 ساعة (تعليمات المضاعفة في المعالج 8088 ، على سبيل المثال). غالبًا ما تحتوي التعليمات التي تتطلب الوصول إلى الذاكرة على دورات ساعة فارغة تسمى حالات الانتظار بسبب الاختلافات في سرعات وحدة المعالجة المركزية وناقل النظام ودوائر الذاكرة.

7. Control unit وحدة التحكم

The control unit is the main component that directs the system operations by sending control signals to the datapath. These signals control the flow of data within the CPU and between the CPU and external units such as memory and I/O. Control buses generally carry signals between the control unit and other computer components in a clock-driven manner

وحدة التحكم هي المكون الرئيسي الذي يوجه عمليات النظام عن طريق إرسال إشارات التحكم إلى مسار البيانات. تتحكم هذه الإشارات في تدفق البيانات داخل وحدة المعالجة المركزية وبين وحدة المعالجة المركزية والوحدات الخارجية مثل الذاكرة والإدخال / الإخراج. تحمل حافلات التحكم عمومًا إشارات بين وحدة التحكم ومكونات الكمبيوتر الأخرى بطريقة تعمل على مدار الساعة

There are mainly two different types of control units: *microprogrammed* and *hardwired*.

In *microprogrammed control*, the control signals associated with operations are stored in special memory units inaccessible by the programmer as control words. A *control word* is a

microinstruction that specifies one or more microoperations. A sequence of microinstructions is called a microprogram, which is stored in a ROM or RAM called a control memory CM.

هناك نوعان رئيسيان مختلفان من وحدات التحكم: المبرمجة الدقيقة والأسلاك الصلبة.

في التحكم المبرمج ، يتم تخزين إشارات التحكم المرتبطة بالعمليات في وحدات ذاكرة خاصة لا يمكن للمبرمج الوصول إليها ككلمات تحكم. كلمة التحكم هي تعليمة ميكروية تحدد عملية واحدة أو أكثر من العمليات الدقيقة. يُطلق على تسلسل التعليمات الدقيقة اسم برنامج microprogram ، والذي يتم تخزينه في ذاكرة القراءة فقط أو ذاكرة الوصول العشوائي تسمى ذاكرة التحكم CM.

In *hardwired control*, fixed logic circuits that correspond directly to the Boolean expressions are used to generate the control signals. Clearly hardwired control is faster than microprogrammed control. However, hardwired control could be very expensive and complicated for complex systems. Hardwired control is more economical for small control units. It should also be noted that microprogrammed control could adapt easily to changes in the system design. We can easily add new instructions without changing hardware. Hardwired control will require a redesign of the entire systems in the case of any change.

في التحكم الثابت ، تُستخدم الدوائر المنطقية الثابتة التي تتوافق مباشرة مع التعبيرات المنطقية لتوليد إشارات التحكم. من الواضح أن التحكم في الأسلاك الصلبة أسرع من التحكم المبرمج. ومع ذلك ، قد يكون التحكم في الأسلاك الصلبة مكلفًا للغاية ومعقدًا للأنظمة المعقدة. يعتبر التحكم في الأسلاك الصلبة أكثر اقتصادا لوحدات التحكم الصغيرة. وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن التحكم المبرمج بدقة يمكن أن يتكيف بسهولة مع التغييرات في تصميم النظام. يمكننا بسهولة إضافة تعليمات جديدة دون تغيير الأجهزة. سيتطلب التحكم في الأسلاك الصلبة إعادة تصميم الأنظمة بأكملها في حالة حدوث أي تغيير.



Translated by :- M.J