الفصل الأول 1

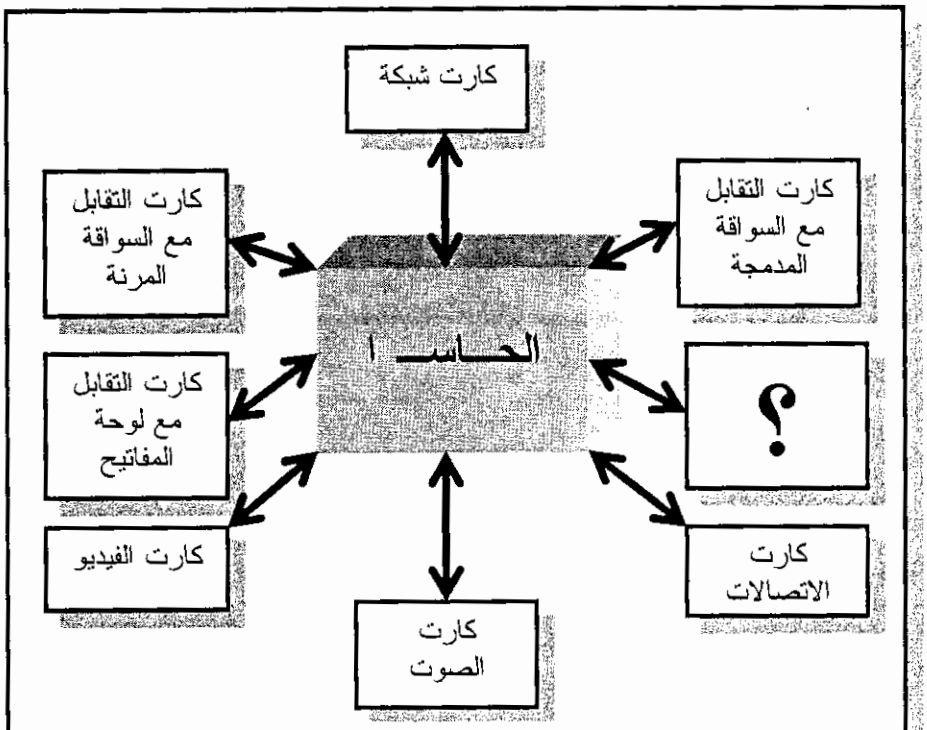
مقدمة

1-1 مقدمة

لقد دخل الحاسب الآن فى شتى نواحى الحياة ، الجادة منها وغير الجادة ، حتى أن عبارة " أنا أعمل كذا باستخدام الحاسب " أصبحت من العبارات الشهيرة هذه الأيام . فهناك من يتحكم فى أعقد العمليات الصناعية وأكثرها سرعة باستخدام الحاسب ، وهناك من يتحكم فى أداء سيارته باستخدام الحاسب ، وهناك من يتحكم فى مصعد العمارة باستخدام الحاسب . هناك من يتحكم فى درجة حرارة بيته باستخدام الحاسب ، ومن يتحكم فى الصوت من حيث التخزين والمعالجة والأداء ، ومن يتحكم فى الصور من حيث التحسين والضغط والمعالجة ، وغير ذلك الكثير من التطبيقات التى يستحيل حصرها الآن . كل هذه التطبيقات ما كانت لترقى لهذا المستوى من الكثرة والدقة لولا إمكانية التقابل مع الحاسب . نقصد بالتقابل مع الحاسب بناء نظام يمكن من خلاله إدخال بيانات أو إخراج بيانات من الحاسب للتحكم فى أى عملية تقع خارج حدود صندوق الحاسب computer case .

كل عمليات التقابل مع الحاسب تتم من خلال كروت موائمة تكون مهمتها هى تهيئة الإشارات الداخلة للحاسب حتى تتناسب مع طبيعة الحاسب الرقمية ، وكذلك تهيئة الإشارات الخارجة من الحاسب والتى تكون دائما فى الصورة الرقمية لتناسب طبيعة التطبيق أو العملية التى نتحكم فيها أو نتعامل معها . من أشهر كروت الموائمة التى نستخدمها بكثرة والموجودة فى كل الحاسبات تقريبا هو كارت الصوت . هذا الكارت يأخذ إشارة الصوت فى صورتها الانسيابية (التماثلية) analog الخارجة من الميكروفون والتى من خواصها أنها تكون صغيرة المقدار وبها الكثير من الضوضاء ويخزنها فى الذاكرة ، حيث من هنا يمكن إجراء بعض العمليات عليها مثل تكبيرها وإضافة بعض التأثيرات لها مثل الصدى وخلافة ثم إخراجها مرة ثانية من الحاسب إلى السماعة لنسمعها بصورة أفضل . هناك الكثير من كروت الموائمة التى يمكن توصيلها مع الحاسب والموجودة على الكثير من الحاسبات التى نتعامل معها . هناك مثلا كارت الفيديو ، وكارت الاتصالات ، وكارت الشبكة إن كان الحاسب الذى نتعامل معه أحد أفراد شبكة معينة ، وهناك أيضا كارت موائمة الشاشة ، والكثير من الكروت التى يصعب حصرها فى هذا الموقف . شكل (1-1) يبين الحاسب وقد تم توصيل الكثير من الكروت به لأداء الكثير من العمليات والمهام التى يعكسها اسم الكارت .

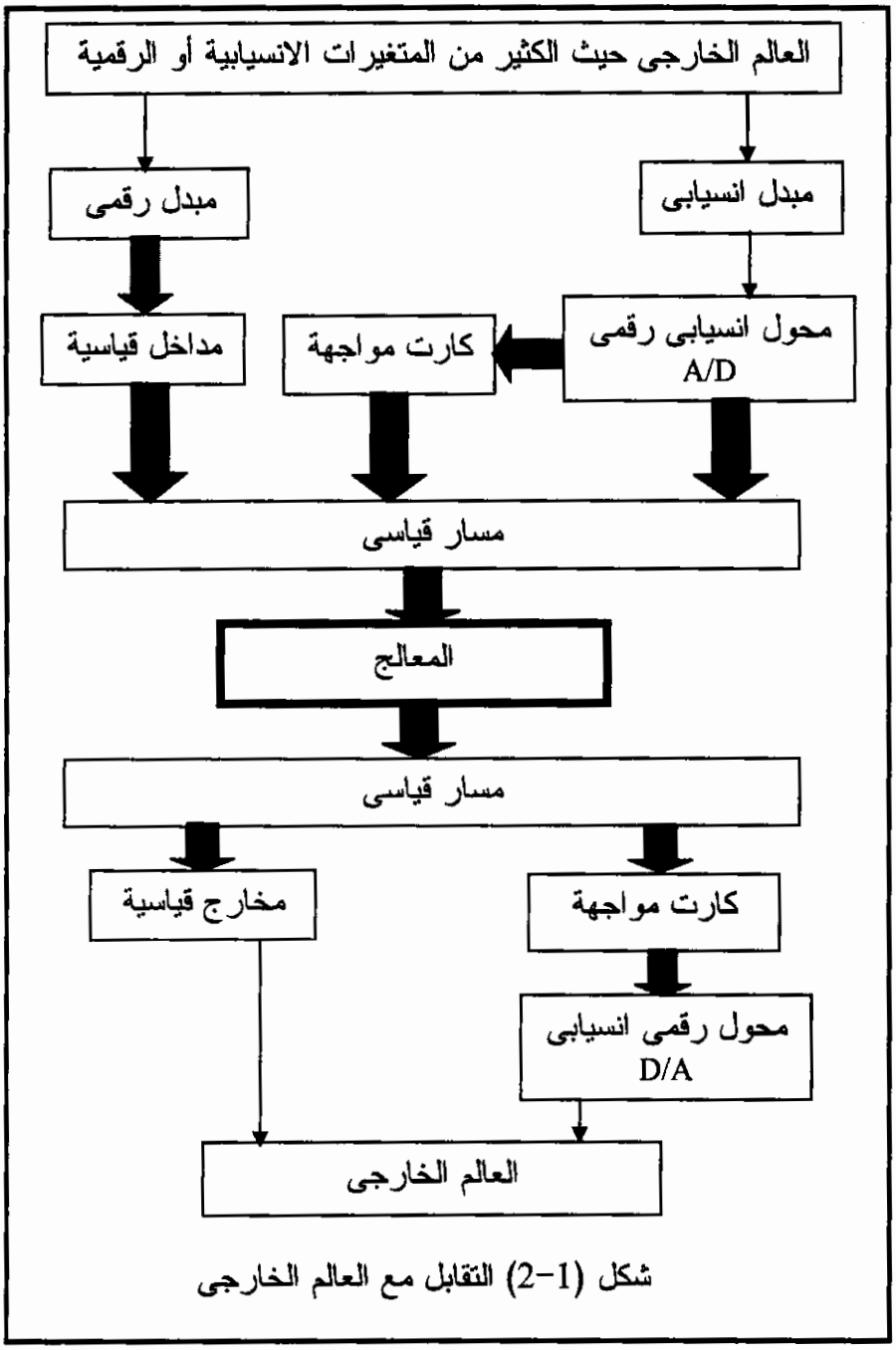
شكل (1-2) يبين تتبع إشارة دخل ابتداء من مصدرها الطبيعى ، ثم تحويلها إلى الصورة الرقمية إذا احتاج الأمر لذلك ، ثم إدخالها للحاسب من خلال أحد المسارات القياسية حيث تتم المعالجة داخل الحاسب . لاحظ أن عملية الإدخال تكون إما من أحد المداخل القياسية مثل المدخل المتوازى أو المتوالى ، أو من خلال كارت منفصل . كل هذه المداخل فى النهاية تتصل بالمعالج من خلال أحد المسارات القياسية . عملية إخراج إى إشارة من الحاسب للعالم الخارجى تتم من خلال أحد المسارات القياسية أيضا ، ثم تحول إلى الصورة الانسيابية إذا لزم الأمر . عملية إخراج البيانات أيضا من الممكن أن تكون من خلال أحد المخارج القياسية أو من خلال كارت مواجهة .



شكل (1-1) الحاسب وأمثلة من كروت الموائمة المتصلة به

من ذلك نرى أن هناك فرق بين عملية التقابل المباشر مع المعالج حيث هنا لابد من استخدام لغة التجميع فى عملية البرمجة ويتم الاتصال مع المعالج مباشرة من خلال مساراته الأساسية (مسار البيانات والعناوين والتحكم) . أما فى حالة التقابل مع الحاسب فإن الاتصال بالمعالج يكون غالبا من خلال مسارات قياسية تختلف

فى نبضات الساعة الخاصة بها عن الساعة الخاصة بالمعالج وتحتوى إشارات كثيرة معدة لتساعد فى عملية المواجهة .



شكل (1-2) التقابل مع العالم الخارجى

فى حالة التقابل مع الحاسب يمكن برمجة المعالج باستخدام أحد اللغات ذات المستوى العالى وهذا بالطبع يوفر الكثير من المميزات للمستخدم ، كما أننا نستفيد من التسهيلات الموجودة فى الحاسب مثل الذاكرة الكبيرة والمداخل والمخارج القياسية الكثيرة التى تسهل عملية التقابل بدرجة كبيرة .

الهدف من هذا الكتاب هو دراسة الطرق المختلفة لإدخال وإخراج البيانات من وإلى الحاسب سواء بالطريقة المتوازية parallel أو بالطريقة التتابعية serial من خلال بناء كروت موائمة مختلفة تتناسب مع التطبيقات التى سندرسها فى هذا الكتاب . سندرس أيضا فى هذا الكتاب الطرق المختلفة لموائمة هذه الإشارات حتى يمكن إدخالها على الحاسب .
من الطبيعى جدا أنه بعد الانتهاء من بناء أى كارت موائمة فلابد من التعامل معه من خلال أوامر معينة ، **فأى لغة من لغات البرمجة سنستخدمها لإدخال وإخراج البيانات من والى الحاسب ؟**
لقد جرت العادة على استخدام لغة التجميع Assembly فى مثل هذه المواقف ولقد رأينا ذلك ومارسناه جيدا فى كتاب سابق ، وهنا نحيل القارئ لمراجعة كتاب "المعالجات الدقيقة ... البرمجة والمواجهة والتطبيق .. أ.د. محمد إبراهيم العدوى "
أما فى هذا الكتاب فسنستخدم أحد اللغات ذات المستوى العالى وهى لغة C حيث أنها أكثر اللغات شيوعا هذه الأيام وأقربها إلى اللغات ذات المستوى المنخفض (لغة التجميع) وسيكون ذلك مع عرض البرامج باستخدام لغة التجميع أيضا فى بعض الأحيان . إن استخدام لغة التجميع فى هذه المواقف يتميز بميزتين أساسيتين وهما :

1. لغة التجميع تعتبر من أسرع اللغات تنفيذا لأننا نتعامل مباشرة مع مسجلات المعالج ، ولذلك فإنه لا غنى من استخدامها فى المواقف التى يكون فيها سرعة إدخال أو إخراج البيانات حرجة .
2. لغة التجميع تأخذ أقل حيز من الشفرات . فكتابة برنامج بلغة C مثلا ثم تحويله إلى لغة التجميع يأخذ حيزا أكثر بكثير عن ما لو كتب هذا البرنامج بلغة التجميع مباشرة ، وبالتالى يأخذ وقتا أكثر .

أما مميزات استخدام أحد اللغات ذات المستوى العالى مثل لغة C فى عملية البرمجة فهى كالتالى :

1. اللغات ذات المستوى العالى تكون دائما سهلة التعلم فهى تعفيك من التعامل مع مسجلات المعالج وبالتالى فلا ضرورة لأن تكون على دراية بطرق العنونة المتاحة فى هذا المعالج ولا ما يحتويه من مسجلات .

2. مع سهولة تعلمها والخبرة بها يكون الإنسان أقل عرضة للوقوع فى أخطاء فيها .
3. بعد كتابة أى برنامج بهذه اللغات يكون من السهل اختبار هذا البرنامج وذلك بفرض قيما معينة لبعض المتغيرات ، وذلك على العكس من لغة التجميع التى تحتاج لوضع بعض الثوابت فى الذاكرة أو فى مسجلات المعالج وهذا بالطبع يكون أصعب .
4. يمكن تعديل البرنامج بسهولة وبسرعة ليناسب أى تغيرات فى طبيعة التطبيق المكتوبة من أجله .
5. وأخيرا فإنه من أهم المميزات أنه باستخدام اللغات ذات المستوى العالى يكون من السهل تصميم شاشات وقوائم تقابل مع المستخدم تكون أكثر جاذبية وأكثر تشويقا للمستخدم وذلك من خلال دوال الرسم المختلفة التى تكون فى الغالب متاحة فى معظم اللغات ذات المستوى العالى ، وحبذا لو تم استخدام الإصدارات المرئية من هذه اللغات مثل لغات Visual C أو Visual basic .

ونحن فى هذا المقرر سنستخدم لغة C أو لغة الباسيك المرئى Visual Basic مع لغة التجميع لنستفيد بمميزات اللغات ذات المستوى العالى ونستفيد أيضا بمميزات لغة التجميع فقد نحتاجها فى بعض المواقف .

2-1 التركيب الهيكلى للحاسب
Computer Architecture

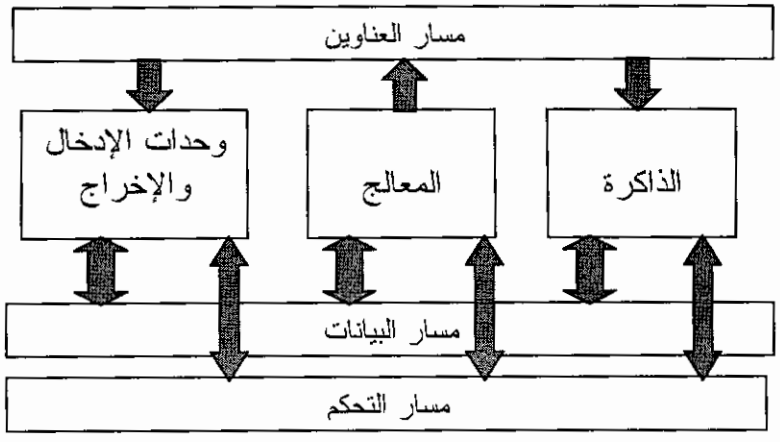
يتكون الحاسب من ثلاث مكونات أساسية ، وهذه المكونات الأساسية مربوطة مع بعضها بثلاث مسارات أساسية main buses . أما المكونات الأساسية فهى :

1. المعالج microprocessor
2. الذاكرة memory
3. وحدات الإدخال والإخراج input and output units

أما المسارات الثلاثة الأساسية فهى كالتالى :

1. مسار العناوين address bus
2. مسار البيانات data bus
3. مسار التحكم control bus

شكل (1-3) يبين هذه المكونات وهذه المسارات .



شكل (1-3) المكونات الأساسية للحاسب مربوطة بالثلاث مسارات

1-2-1 المعالج Microprocessor

المعالج هو الوحدة الأساسية فى الحاسب له مهمة أساسية ووحيدة أيضا وهى جلب الأوامر من الذاكرة وتنفيذها الواحد بعد الآخر بنفس الترتيب الموجودة به فى الذاكرة . لذلك فإن المعالج يرتبط بالذاكرة وكل الأجهزة المحيطة بالحاسب بمسار للعناوين يقوم المعالج من خلاله بتحديد العنوان الذى يريد أن يتعامل معه سواء كان هذه العنوان فى الذاكرة أو فى أى جهاز آخر وليس لأى جهاز آخر الحق فى وضع أى عنوان على هذا المسار سوى المعالج فقط فهو الذى يحدد المكان الذى يريد أن يتعامل معه . المعالج يرتبط أيضا مع كل الأجهزة المحيطة بما فيها الذاكرة بمسار للبيانات تنتقل عليه المعلومة سواء كانت خارجة من المعالج أو داخلة إليه . هناك أيضا مسار التحكم الذى يحدد عليه المعالج الغرض من هذا التعامل ، هل هو بغرض القراءة مثلا أم بغرض الكتابة ، وهناك الكثير من خطوط التحكم التى يختص كل منها بوظيفة معينة سيأتى شرحها تباعا .

لقد مر المعالج بتطورات سريعة ومتلاحقة منذ أول معالج ظهر وهو المعالج Intel8004 الذى ظهر فى عام 1970 تقريبا والذى أحدث ثورة فى عالم الإلكترونيات حيث أنه كان أول شريحة إلكترونية قابلة للبرمجة تقوم بتنفيذ مجموعة من الأوامر ، وكان مسار البيانات لهذا المعالج مكون من 4بت فقط وكان عدد أوامره محدودا جدا . فى سنة 1974 ظهر المعالج Intel8008 الذى

كان مسار بياناته 8 بت ومسار عناوينه 14 بت . بعده فورا وفى عام 1975 ظهر المعالج Intel8080 ثم المعالج Intel8085 وكل منهما له مسار بيانات 8 بت ومسار عناوين 16 بت مع التطوير فى المسجلات وطرق العنونة للذاكرة وكذلك التعامل مع المكدسة . فى عام 1987 ظهر المعالج Intel8086 والذى أحدث ثورة فى دنيا الحاسبات حيث على أساسه بنى الحاسب XT (eXtended Technology) . هذا المعالج له مسار بيانات 16 بت ومسار عناوين 20 بت . ظهر بعد ذلك المعالج Intel80186 وبعده فورا المعالج Intel80286 الذى كان علامة بارزة فى تطور الحاسبات حيث بنى على أساسه الحاسب AT (Advance Technology) ، وكان مسار البيانات لهذا المعالج 16 بت ومسار العناوين 24 بت وكان يعمل عند نبضات ساعة مقدارها 20 ميجاهرتز . بعد ذلك ظهر المعالج Intel80386 الذى لم يستمر فى السوق طويلا وظهر بعده المعالج intel80486 الذى كان كل من مسارى العناوين والبيانات فيه 32 بت وكان أول معالج يضم بداخله المعالج الحسابى ويستخدم فكرة الذاكرة المخبأة cache memory . استمر هذا المعالج مدة ليست بالقصيرة حتى بداية التسعينات حيث بدأت سلسلة معالجات بنتيم فى الظهور . بعض إصدارات هذه السلسلة لها مسار بيانات 64 بت ومسار العناوين 36 بت وكانت هذه أول المعالجات التى تستخدم فكرة انسيابية الأوامر Instruction pipelining وملف مسجلات Register file مما كان له أكبر الأثر فى إسراع عملية تنفيذ الأوامر حتى وصلت مقدرة هذه المعالجات إلى تنفيذ أكثر من أمر واحد فى نبضة ساعة clock واحدة وكان هذا إنجازا عظيما . هذا بجانب الزيادة المطردة فى سرعة نبضات الساعة حتى وصلت الآن إلى 3000 ميجاهرتز . جدول (1-1) يبين التطور الحادث فى المعالجات المطروحة من شركة Intel فقط ، على أنها أشهر شركة تستخدم معالجاتها فى الحاسبات الشخصية ، هناك بالطبع شركات أخرى ولكنها ليست بشهرة هذه .

1-2-2 الذاكرة Memory

الذاكرة الأساسية عبارة عن مخزن مؤقت للبرامج أو البيانات التى يحتاجها المعالج أثناء تنفيذ أى برنامج . عندما نقول ذاكرة ونسكت فإننا نقصد الذاكرة الأساسية التى يتحدد مقدارها بعدد خطوط مسار العناوين . ولقد وصفناها بأنها مخزن مؤقت لأن أغلب البرامج التى بها تزول بمجرد انقطاع القدرة عن الحاسب ، ولأنها لا تحتوى إلا البرامج النشطة فقط ، أى التى يتم تنفيذها الآن بواسطة المعالج . كما ذكرنا فإن مقدار هذه الذاكرة يتحدد بعدد خطوط مسار العناوين والعلاقة بينهما أسية بحيث أن مقدار هذه الذاكرة يساوى 2 أس عدد خطوط مسار العناوين ويمكن أن نلاحظ هذه العلاقة من الجدول 1-2 الذى يبين

العلاقة بين عدد خطوط مسار العناوين وكمية الذاكرة التى يمكـــن للمعـــالج أن يتعامل معها وذلك حتى 36 خطا التى هى آخر ما وصل إليه المعالج بنتيم .

جدول 1-1 معلومات عامة عن المعالجات التى سيتناولها هذا الكتاب

دقة المعالج	سمب كظهد	عدض الكلسجلاة	لساد الكعماهيم	لساد الكاياماة	الكلدهـ الكعمهامو	تددد ماصاة الكساعب
8080	1974	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	2 م هرتز
8085	1976	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	2 م هرتز
Z80	1977	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	2-4 م هرتز
8086	1978	16 بت	20 بت	16 بت	1 م بايت	6-16 م هرتز
80186	1980	16 بت	20 بت	16 بت	1 م بايت	6-16م هرتز
80286	1982	16 بت	24 بت	16 بت	16 م بايت	12-20م هرتز
80386	1985	32 بت	24 بت	16 بت	16 م بايت	16-40م هرتز
80486	1989	32 بت	32 بت	32 بت	4 ج بايت	25-66م هرتز
Pentium	1993	32 بت	32 بت	64 بت	4 ج بايت	60-200م هرتز
Pentium Pro	1995	32 بت	36 بت	64 بت	64 ج بايت	150-200 م هرتز
Pentium 4	2000	32 بت	36 بت	64 بت	64ج بايت	1300 2000 م هرتز

جسء من هذه الذاكرة يتم حجسه لتخسين نظام الإدخال والإخراج الأساسى BIOS والذى تخسن فيه جميع بيانات الأجهسة الملحقة بالحاسب وبالذات السواقات والطابعة وخلافه ، وكذلك ساعة الحاسب التى تبين الوقت بالساعة والتاريد باليوم والشهر والسنة ، ويمكن الدخول على هذه البرمجيات لتعديل محتوياتها حيث يتم الحقاظ على هذه التعديلات من خلال بطارية تكون موجودة على اللوحة الأم تستخدم فى إعادة تنشيط محتويات هذا الجسء من الذاكرة كل فترة قصيرة بحيث لا تققد هذه المحتويات عند انقطاع القدرة . الذاكرة الأساسية تكون عبارة عن شرالح إلكترونية مجمعة فى صورة بنكات تركب على قواعد مخصوصة لها على اللوحة الأم . كل بنك من هذه البنكات يسع لمقدار معين من الذاكرة ، فهناك ما يسع 8 و 16 و 32 و64 و 128 ميجابايتوأكجر من ذلك .

يجب أن نقرق بين الذاكرة الأساسية التى تكلمنا عنها سابقا والذاكرة الإظافية . كمية الذاكرة الإظافية ليس لها علاقة بمسار العناوين ، ولكن كميتها تتحدد من قبل المستخدم ،فمجلا مقدار سعة السواقة الصلبة تتوقف على المستخدم وكم

يستطيع أن ينفق عليها . هناك أوساط مختلفة تستخدم كذاكرة إضافية ، فهناك مثلا الأقراص القابلة للمغنطة والتى تستخدم فى السواقات الصلبة والمرنة ، وهناك الشرائط القابلة للمغنطة ، وكذلك هناك الأقراص المدمجة التى تستخدم شعاع الليزر فى القراءة والتسجيل .

جدول 1-2 العلاقة بين عدد خطوط مسار العناوين وكمية الذاكرة الأساسية

عدد خطوط العناوين	قابلية خاصة الذاكرة التى يمكن العنونة لها	عدد خطوط العناوين	قابلية خاصة الذاكرة التى يمكن العنونة لها	عدد خطوط العناوين	قابلية خاصة الذاكرة التى يمكن العنونة لها
1	2	13	8 ك.ب	25	32 م.ب
2	4	14	16 ك.ب	26	64 م.ب
3	8	15	32 ك.ب	27	128 م.ب
4	16	16	64 ك.ب	28	256 م.ب
5	32	17	128 ك.ب	29	512 م.ب
6	64	18	256 ك.ب	30	1024 م.ب (1 جيجابايت)
7	128	19	512 ك.ب	31	2 ج.ب
8	256	20	1024 ك.ب (1 ميجابايت)	32	4 ج.ب
9	512	21	2 م.ب	33	8 ج.ب
10	1024 (1 كيلوبايت)	22	4 م.ب	34	16 ج.ب
11	2 ك.ب	23	8 م.ب	35	32 ج.ب
12	4 ك.ب	24	16 م.ب	36	64 ج.ب

1-2-3 هحداة الأدخئل هالأخداج Input and Output units

كل وحدة تلحق بالحاسبة لابد أن تكون إما وحدة لإدخال البيانات للحاسبة مثل لوحة المفاتيح key board ، أو وحدة لإخراج البيانات من الحاسبة مثل الشاشة ، أو وحدة لإدخال وإخراج البيانات مثل كارت الصوت . كل هذه الوحدات تركبة على الحاسبة (على مسارات الحاسبة) من خلال كروت تهيئة تقوم بتهيئة الإشارات الداخلة للحاسبة لتناسبة طبيعتها ، وتهيئة الإشارات الخارجة من الحاسبة لتناسبة طبيعة التطبيق الذى تعمل من أجلها . لقد أوضح شكل (1-1) الكثير من هذه الكروت ، وسيكون الجزء الأكبر من هذا المقرر منصبا على طريقة تصميم وبناء مثل هذه الكروت .

3-1 المسارات القياسية
Standard Busses

لماذا المسارات القياسية ؟

المسار هو مجموعة من خطوط الاتصال التى يسمح من خلالها للأجهزة المحيطة بأن تتصل بالمعالج . لقد رأينا أن أى جهاز خارج الحاسب ، أو بمعنى آخر خارج نطاق المعالج ، لابد أن يوصل على المعالج من خلال المسارات الثلاثة الأساسية ، مسار العناوين والبيانات والتحكم . ولما كانت جميع الأجهزة المحيطة لابد أن توصل على هذه المسارات ، ولما كانت هذه المسارات فى تطور مستمر مع تطور المعالج من حيث عدد خطوط كل مسار ونبضات الساعة التى يعمل عندها المعالج ، فقد قام مصنعوا اللوحة الأم بوضع صورة قياسية يلتزم بها كل مصنعوا كروت المواءمة واللوحة الأم ، هذه الصورة القياسية هى ما أطلق عليه المسارات القياسية حيث توالى ظهور أكثر من إصدار من إصدارات المسارات القياسية التى سنراها فيما بعد . ولقد سميت هذه المسارات بالقياسية لأن عدد خطوط كل واحد منها ونبضات الساعة فيه موحد ولا يتغير مهما تغير نظام الحاسب الذى يستخدم هذا المسار القياسى . شكل (1-4) يبين المعالج وقد خرجت منه المسارات الثلاثة الأساسية لتوصل عليها كل كروت التهيئة المحيطة بالحاسب .

هناك بعض الخواص التى يتميز بها كل مسار عن الآخر ، ومن هذه الخواص مايلى :

1- **معدل نقل البيانات Data rate :** وتقاس إما بالبايت فى الثانية أو بالبت فى الثانية . هذه الخاصية تحدد أكبر كمية بيانات يمكن نقلها فى الثانية من خلال هذا المسار . هذا المعدل للمسار ISA مثلا هو 16 ميجابايت/ثانية بينما للمسار المحلى Local bus فهذا المعدل يبلغ 800 ميجابايت/ثانية .

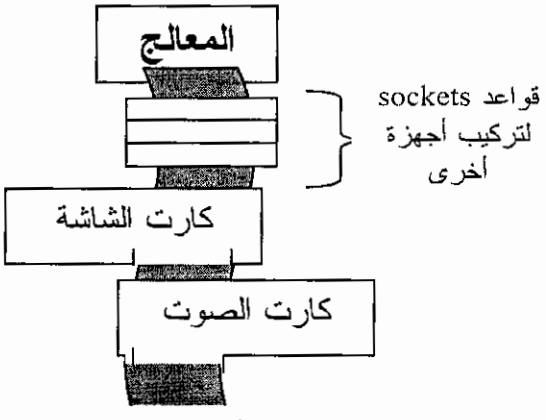
2- **أكبر عدد من الأجهزة التى يمكن توصيلها على التوازى على المسار :** كلما كان هذا العدد أكبر كلما كان المسار أفضل ، المسار SCSI مثلا أكبر عدد من الأجهزة يمكن توصيلها عليه هو 7 أجهزة بينما يبلغ هذا العدد بالنسبة للمسار Ethernet إلى آلاف الأجهزة .

3- **تحمل المسار للظروف الصعبة Reliability :** بعض المسارات عند وجودها فى ظروف صناعية قاسية تتعرض للكثير من الضوضاء noise ، والمسار الجيد هو الذى لا يتأثر كثيرا بهذه الضوضاء . إنه من الممكن عند تركيب بعض الأجهزة على المسارات أن يحدث قصرا كهربيا short circuit والمسار الجيد هو الذى يعرف هذه الأخطاء ويخبر عنها ويتلافى آثارها .

4- **الخواص الكهربية للمسار :** مثل مقدار الجهد والتيار على خطوط المسار فى حالة الواحد والصفر ، ومقدار السعة الطفيلية بين كل خط والأرضى ، ومعاوقة خطوط المسار وكذلك تداخل الإشارات على الخطوط . كل هذه مشاكل تتوقف على الخواص الكهربية للمسار .

1-3-1 المسار القياسى PC

فى بداية أجيال الحاسبات كان هذا المسار يتكون من 8 خطوط للبيانات ، و20 خطا للعناوين (وهى مسارات المعالج 8088 المستخدم فى الحاسب فى هذا الوقت) ومجموعة من خطوط التحكم والقدرة بحيث أن العدد الكلى لخطوط المسار فى هذا الوقت كان 62 خطا . لاحظ أنه باستخدام 20 خطا للعناوين فإن ذلك يعنى أن الذاكرة الكلية التى كان من الممكن توصيلها على المعالج فى ذلك الوقت يجب ألا تتعدى 1 ميجابايت . هذه الحاسبات هى ما أطلق عليها حاسبات PC/XT ، وأقصى ما وصلت إليه سرعة نبضات الساعة فى هذا الوقت كان 8 ميجاهرتز . شكل (1-5) يبين الرسم الطرفى لهذا المسار وسنشرح وظيفة كل خط من خطوط هذا المسار عند شرح خطوط المسار ISA .



شكل (1-4) تركيب جميع الأجهزة المحيطة على نفس المسار على التوازى

2-3-1 المسار ISA

مع تطور الحاسب ونزول الحاسب AT فى الأسواق الذى كان يستخدم المعالج إنتل 80286 الذى له مسار بيانات 16 بت بدلا من 8 ومسار عناوين 24 بت

بدلا من 20 وزيادات أخرى فى خطوط التحكم ، كان لابد من تعديل المسار القياسى PC ليواكب هذا التطور الذى حدث . وهذا ما حدث بالفعل حيث ظهر المسار القياسى الجديد والذى أطلق عليه Industry Standard Architecture, وهو ما أطلق عليه اختصارا ISA bus أو **مسار ISA** والذى استمر موجودا فى الكثير من الحاسبات لفترة كبيرة من الوقت حتى أواخر التسعينيات حيث ظهر المعالج PCI الذى استمر حتى ساعة إعداد هذا الكتاب .

المشكلة هنا كانت كيف يتم عمل حساب هذه الخطوط الجديدة دون الإضرار بالكروت والقواعد القديمة . لحل هذه المشكلة قامت شركة IBM بوضع هذه الزيادات من خطوط البيانات والعناوين وبعض خطوط التحكم والقدرة أيضا فى جزء منفصل مع الإبقاء على المسار القديم على حالته ودون المساس به . ولذلك أصبح المسار ISA مكونا من جزأين ، الجزء الخاص بنظام 8 بت ، والجزء الآخر الخاص بنظام 16 بت وأصبح هذا هو الشكل التقليدى لهذا المسار كما نراه فى الكثير من أنواع اللوحة الأم وفى الغالب يكون لون هذه القواعد الخاصة بهذا المسار هو اللون الأسود . ظلت نبضات الساعة الخاصة بهذا المسار تساوى 8 ميجاهرتز . شكل (1-5) يبين الرسم الطرفى للمسار ISA وسنقدم هنا شرحا مبسطا لكل واحد من خطوط المسار PC ثم خطوط المسار ISA .

1- الخطوط A0 إلى A19 : وعددها عشرون خطا وهى تمثل خطوط مسار العناوين .
2- الخطوط D0 إلى D7 : وعددها ثمان خطوط وهى تمثل مسار البيانات .
3- الخط Address Enable, AEN : خط خرج يحمل إشارة خرج ويكون نشط (1) فى حالة استخدام المسارات فى دورة DMA أو دورة إنعاش للذاكرة ، يكون صفر فى حالة وجود عنوان ذاكرة محقق على المسارات .
4- الخط Clock, CLK : خط خرج يحمل نبضات الساعة الخاصة بالمسار ومقدارها 8,33 ميجاهرتز للمسار ISA وهى جزء (ثلث) من نبضات المذبذب OSC الموجودة أيضا على المسار .
5- الخط Address Latch Enable, ALE : خط خرج عند نزوله من واحد إلى الصفر تبدأ دورة عنوان وعندها يمكن مسك العناوين . يستخدم هذا الخط عند فصل إشارة العناوين من إشارة البيانات على المسارات التى لها خاصية المزج الزمنى بين العناوين والبيانات .
6- الخط $\overline{IOR}$ I/O Read, : خط خرج يكون نشط (صفر) عند القراءة من جهاز إدخال .

7- الخط $\overline{IOW}$ I/O Write, : خط خرج يكون نشط (صفر) عند الكتابة فى جهاز إدخال .

8- الخط $\overline{SMEMR}$ System Memory Read, : خط خرج يكون نشط (صفر) عند القراءة من الذاكرة .

9- الخط $\overline{SMEMW}$ System Memory Write, : خط خرج يكون نشط (صفر) عند الكتابة فى الذاكرة . كل من الخطين SMEMR و SMEMW يعتبر أن الذاكرة واحد ميجا (00000H-FFFFFH) ، أى أن مسار العناوين 20 خط .

10- الخط I/O Channel READY, IO CH RDY : إشارة دخل للمعالج من جهاز خارجى يطلب الانتظار عن طريق زيادة زمن دورة المسار bus cycle.

11- الخط $\overline{0WS}$ Zero Wait State, إشارة دخل من جهاز خارجى للمعالج حتى لا ينتظر ولا يحدث أى زيادة فى دورة المسار .

12- الخطوط DRQ3-DRQ1 إشارة دخل من أجهزة خارجية تطلب التعامل المباشر مع الذاكرة Direct Memory Access, DMA .

13- الخطوط $\overline{DACK3} - \overline{DACK1}$ إشارة خرج من المسار تعنى أنه قد تم اعتبار طلب التعامل المباشر مع الذاكرة ، DMA Acknowledge .

14- T/C : خط دخل للمسار يعنى أن التعامل المباشر مع الذاكرة DMA قد انتهى بنجاح ، Transfer Succeeded .

15- $\overline{REF}$: إشارة خرج تعنى ضرورة إنعاش الذاكرة Refresh .

16- IRQ7-IRQ2 : إشارة دخل تعنى طلب مقاطعة Interrupt Request على أحد هذه الخطوط .

17- Reset DRV : إشارة خرج من المسار لإعادة وضع Reset جميع الأجهزة الموجودة على المسار .

18- OSC : خط خرج يحمل إشارة نبضات المذبذب البللورى Crystal Oscillator .

19- IO CH Check : إشارة دخل تدل على وجود خطأ باريتى .

20- أطراف القدرة 5+ و 5- و 12+ و 12- و الأرضى GND .

كانت هذه خطوط المسار PC وأما الخطوط الإضافية التى حولت المسار PC إلى المسار ISA فهى كالتالى :

21- A23-A17 : وهى خطوط العناوين الإضافية :

22- $\overline{SBHE}$: إشارة خرج تبين وجود بيانات على النصف الأعلى من مسار البيانات ، System Bus High Enable .

23- $\overline{MEMR}$: إشارة خرج تدل على أنه هناك قراءة من الذاكرة على أساس مسار العناوين الجديد 24 خط .

24- $\overline{MEMW}$: إشارة خرج تدل على أنه هناك كتابة فى الذاكرة على أساس مسار العناوين الجديد 24 خط .

25- M16 : إشارة دخل تبين أن هناك تعامل مع ذاكرة مسار البيانات لها 16 بت .

26- IO16 : إشارة دخل تبين أن هناك تعامل مع جهاز إخراج أو إدخال مسار البيانات له 16 بت .

27- $\overline{MASTER}$: إشارة دخل تبين أن هناك معالج آخر يريد استخدام المسارات .

1-3-3 المسار MCA

مع الزيادة فى تكنولوجيا الحاسبات من حيث السرعة وعدد خطوط البيانات قامت شركة IBM بتصنيع مسار جديد أسمته **Micro Channel Architecture, MCA** أول ظهور لهذا المسار كان فى الحاسب PS/2 ثم تم تعميمه ليستخدم فى الحاسبات الشخصية PC ولكن نتيجة أن هذا المسار كان غير متوافق مع سابقه المسار ISA فإنه لم يدم كثيرا فى السوق نتيجة عدم الإقبال عليه . عدد خطوط البيانات فى هذا المسار كان 32 بت ويمكنه أن يعمل على 16 بت أيضا ومسار العناوين فيه 32 بت .

1-3-4 المسار EISA

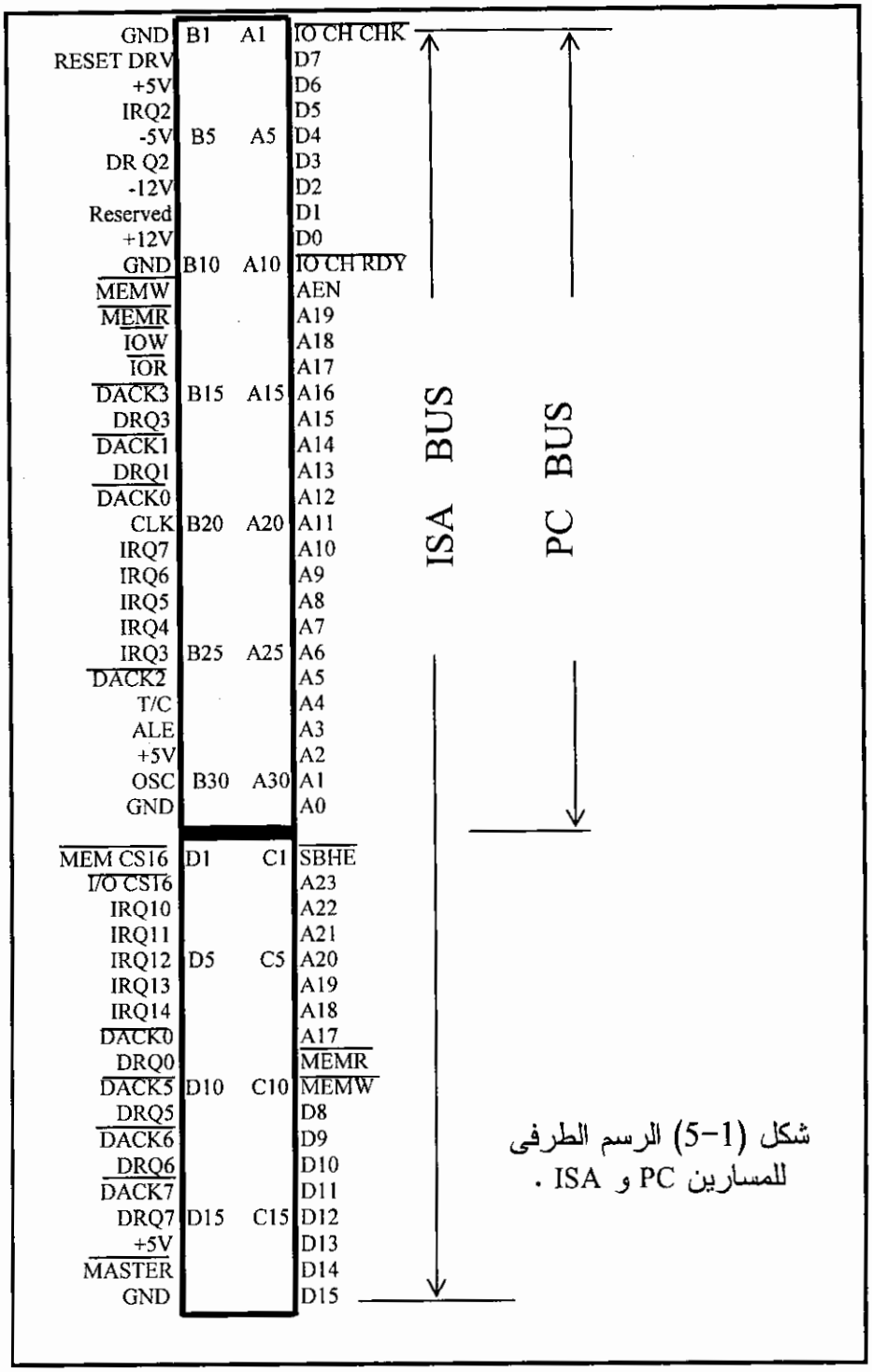
هذا المسار المتطور أطلق عليه Extended Industry Standard Architecture واختصارا تكتب **مسارات EISA** كما نقرأها فى بعض كتالوجات الحاسبات واللوحات الأم . من مميزات هذا المسار أنه متوافق تماما مع سابقه المسار ISA بالرغم من أن خطوط البيانات هنا 32 بت والعناوين أيضا 32 بت إلا أن هذه الإضافات كانت فى أجزاء منفصلة بحيث أن المسار يظل متوافق تماما مع سابقه ، وهذا هو السر فى أن هذا المسار شاع استخدامه عن المسار MCA حتى أن المسار MCA اختفى تقريبا بظهور المسار EISA . الساعة الخاصة بهذا المسار وصلت إلى 33 ميجاهرتز .

1-3-5 المسار المحلى VESA VL local bus

مع التقدم فى سرعة المعالجات وخطوط البيانات والعناوين أصبح الفرق كبير بين سرعة المعالج والسرعة التى يعمل عندها المسار ISA . لو تخيلنا مثلا أن المعالج يعمل بساعة مقدارها 50 ميجاهرتز والمسار ISA يعمل بساعة مقدارها 8 ميجاهرتز ، فإن ذلك يعنى أن المعالج سيكون غير فعال 84% من وقت التعامل مع هذا المسار ، وهذا يعتبر إهدارا كبيرا لكفاءة ووقت المعالج . لذلك بدأت الشركات فى التفريق بين نوعين من المسارات ، المسار الأول يسير على اللوحة الأم للتعامل مع الذاكرة المركبة على هذه اللوحة مباشرة مثل الذاكرة المخبأة من النوع L1 وكذلك بعض كروت الشاشة التى تركب على اللوحة الأم مباشرة . يعمل هذا المسار عند نفس سرعة المعالج التى كانت 66 ميجاهرتز فى هذا الوقت . **سمى هذا المسار بالمسار المحلى Local Bus أو المسار المضيف Host bus أو مسار النظام System bus** . النوع الثانى من هذا المسار هو الموصل على قواعد للاستخدام مع الأجهزة الخارجية والتى لا زالت تعمل عند السرعة 33 ميجاهرتز . هذا المسار المحلى تم تطويره وتوصيله على قواعد تستخدم لتوصيل الأجهزة الخارجية أيضا ، هذا المسار الجديد أطلق عليه الاسم **المسار Video Equipment Standard Association, VESA** .

1-3-6 المسار PCI

بعد استخدام المسار VESA بشهور قليلة وبالتحديد فى عام 1993 ظهر المسار الجديد المسمى **المسار Peripheral Component Interconnect, PCI** . هذا المسار بظهوره طغى على المسار VESA نهائيا وأصبح هو الأكثر تداولا حتى أن مصنعى اللوحة الأساسية بدأوا فى الاستغناء عن حتى المسار ISA بهذا المسار PCI وذلك نتيجة الإقبال عليه من قبل الكثير من التطبيقات ، فقد تم استخدامه فى كل الحاسبات IBM وحاسبات ماكينتوش أيضا . هذا المسار له 32 بت مسار بيانات و32 بت مسار عناوين والإصدارات الأخيرة منه لها 64 خط بيانات و 36 خط عناوين ليتعامل مع سلسلة معالجات بنتيم . جدول (1-3) يبين أطراف الإصدار الأول (32 بت) لهذا المسار ونلاحظ أنه مكون من 124 خطا مقسمة على مجموعتين A و B كما فى الجدول . تحتوى اللوحة الأم لحاسبات IBM على 3 أو 4 مخارج slots من هذا النوع . من مميزات هذا المسار أن أكثر من جهاز خارجى يمكنهم الاشتراك فى نفس رقم المقاطعة IRQ فلا يمكن يمكن أن يحدث تعارض كما كان يحدث مع المسار ISA . التزامن الذى يعمل عنده هذا المسار هو 33 ميجاهرتز للإصدار الأول منه و 66 ميجاهرتز للإصدار الثانى وهذا بالطبع أسرع من المسارات السابقة . سنقدم فيما يلى وظيفة هذه الخطوط :



شكل (1-5) الرسم الطرفى
للمسارين PC و ISA .

جدول 1-3 أطراف المسار PCI الإصدار 32 بت

الجانب B	رقم الطرف	الجانب A	الجانب B	رقم الطرف	الجانب A
TRST	1	-12V	AD16	32	AD17
+12V	2	TCK	+3.3V	33	C/BE2
TMS	3	GND	FRAME	34	GND
TDI	4	TDO	GND	35	IRDY
+5V	5	+5V	TRDY	36	+3.3V
INTA	6	+5V	GND	37	DEVSEL
INTC	7	INTB	STOP	38	GND
+5V	8	INTD	+3.3V	39	LOCK
Reserved	9	PRSNT	SDONE	40	PERR
+5V(I/O)	10	Reserved	SBO	41	+3.3V
Reserved	11	PRSNT2	GND	42	SERR
GND	12	GND	PAR	43	+3.3V
GND	13	GND	AD15	44	C/BE1
Reserved	14	Reserved	+3.3V	45	AD14
RST	15	GND	AD13	46	GND
+5V(I/O)	16	CLK	AD11	47	AD12
GNT	17	GND	GND	48	AD10
GND	18	REQ	AD09	49	GND
Reserved	19	+5V(I/O)	KEY	50	KEY
AD30	20	AD31	KEY	51	KEY
+3.3V	21	AD29	C/BE0	52	AD08
AD28	22	GND	3.3V	53	AD07
AD26	23	AD27	AD06	54	+3.3V
GND	24	AD25	AD04	55	AD05
AD24	25	+3.3V	GND	56	AD03
IDSEL	26	C/BE3	AD02	57	GND
+3.3V	27	AD23	AD00	58	AD01
FRAME	28	GND	+5V(I/O)	59	+5V(I/o)
AD20	29	AD21	REQ64	60	ACK64
GND	30	AD19	+5V	61	+5V
TRDY	31	+3.3V	+5V	62	+5V

1- مجموعة الخطوط AD(x) : وهى مجموعة خطوط تخرج عليها إشارة العناوين والبيانات فى عملية مزج زمنى Time multiplexing حيث تخرج على هذه الخطوط إشارة العناوين أولا ثم يعقبها إشارة البيانات .

2- الخط CLK : وهو خط التزامن الذى يبلغ 33 أو 64 ميجاهرتز .
3- الخط C/BE(x) : خط تنشيط الأمر أو البايت Command, Byte Enable .
4- الخط FRAME يوضح إذا كانت الدورة هى دورة عنـــوان bus phase أو دورة بيانات data phase .
5- الخط DEVSEL : اختيار الجهاز ، Device select .
6- IDSEL : بدأ اختيار الجهاز ، Initialization device select .
7- INT(x) : المقاطعة ، Interrupt .
8- IRDY : Initiator ready .
9- LOCK : يستخدم للتحكم فى مصادر الإقفال على المسار .
10- REQ : طلب لنقل البيانات من المسار .
11- GNT : يبين أن السماح باستخدام المسار مؤكد ، Grant .
12- PAR : خط الباريتى
13- PERR : خطأ باريتى
14- RST : إبدأ من جديد ، Reset .
15- SBO : Snoop backoff .
16- SDONE : Snoop Done .
17- SERR : خطأ نظام ، System error .
18- STOP : إيقاف عملية النقل الحالية .
19- TCK ، Test clock
20- TDI ، إختبار إدخال البيانات ، Test data input
21- TDO ، اختبار إخراج البيانات ، Test data output
22- TMS ، اختبار اختيار الحالة ، Test mode select
23- TRDY : الهدف جاهز Target ready
24- TRST : اختبار البدأ من جديد Test logic reset

المسار PCI يعامل نقل البيانات كدورات cycles متتالية ، كل دورة تبدأ بمرحلة العنوان Address phase حيث يتم إخراج العنوان المراد التعامل معه ، ويتبع ذلك مرحلة البيانات Data phase ، حيث يمكن أن تكون هذه المرحلة مكررة أى عدد من المرات .
خطوط الأوامر C/BE0-C/BE3 توضح نوع عملية نقل البيانات وذلك فى أثنـــاء مرحلة العنوان address phase لهذه العملية كما فى جدول 1-4 .

جدول (1-4) نوع عملية نقل البيانات فى مرحلة العنوان

C/BE	Command type نوع الأمر
0000	Interrupt Acknowledge إعتراف بالمقاطعة
0001	Special cycle دورة خاصة
0010	I/O Read قراءة من جهاز إدخال
0011	I/O Write كتابة فى جهاز إخراج
0100	Reserved محجوزة
0101	Reserved محجوزة
0110	Memory Read قراءة من ذاكرة
0111	Memory Write كتابة فى الذاكرة
1000	Reserved محجوزة
1001	Reserved محجوزة
1010	Configuration Read قراءة أمر تنظيم
1011	Configuration Write كتابة أمر تنظيم
1100	Multiple Memory Read قراءة متعددة من الذاكرة
1101	Dual address cycle زوج من دورة العناوين
1110	Memory read line خط قراءة الذاكرة
1111	Memory write and invalidate