معمارية الحاسوب
الجزء الاول
الجامعة الرفاق

2012
A. F. GHENNIWA

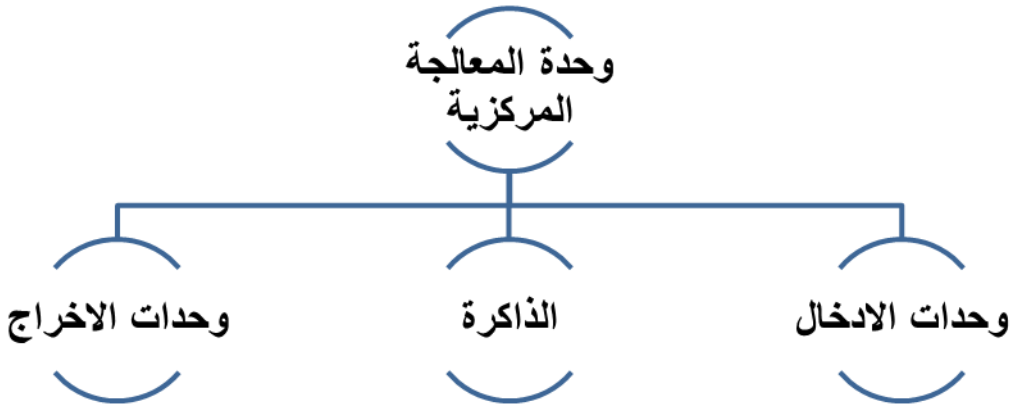
اساسيات الحاسب آلي:

ان الفكرة التي يقوم عليها الحاسب آلي ما هي إلا تقليدا لطريقة الانسان في حل أي مسألة . ولكن لابد من وجود منظم لعملية الحل وهي البرنامج يتم وضعها للحاسب عن طريق العمليات التي يتم تنفيذها والتي تمر على ثلاثة اجزاء رئيسية وهي :

1- الذاكرة Memory.

2- وحدات الادخال والاخراج Input/output Ports.

3- وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit (CPU).

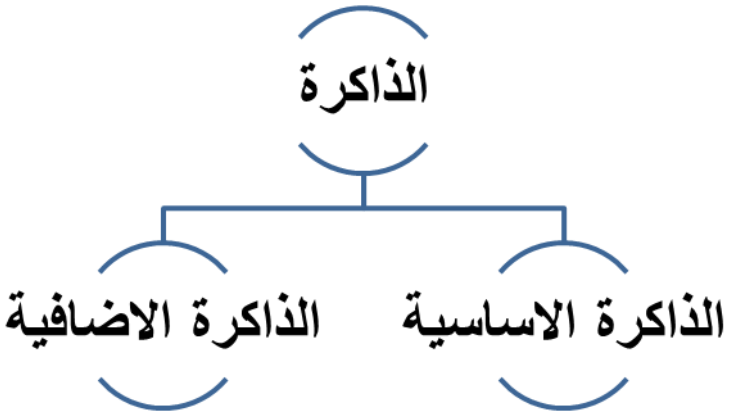


الذاكرة : لتي يتم فيها تخزين البرامج المراد تنفيذها والبيانات المراد معالجتها والذاكرة الثانوية وهي وحدة تخزين دائمة تستخدم لتخزين البرامج والبرمجيات والبيانات بشكل دائم لحين الحاجة إليها كالأقراص الصلبة والمرنة والمدمجة.

وتنقسم الذاكرة في الحاسب آلي الى قسمين اساسين وهما:

1- الذاكرة الاساسية للحاسب آلي Main Memory.

2- الذاكرة الاضافية للحاسب آلي Mass Memory.



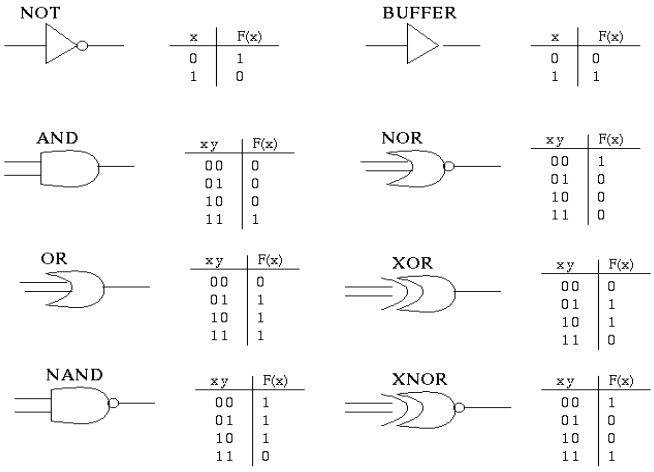
وحدة الإدخال (input unit) : يتم من خلالها إدخال البرامج والبيانات ومختلف أنواع المعلومات إلى ذاكرة الحاسوب الرئيسية كلوحة المفاتيح والفأرة وعصا التحكم والقلم الضوئي والماسح الضوئي

وحدة الإخراج (output unit) : يتم من خلالها إخراج مختلف أنواع المعلومات من الحاسوب إلى العالم الخارجي كشاشات العرض والطابعات والراسمات والسماعات.

الناقلات (Bus) : ويتم ربط هذه الوحدات مع بعضها البعض في داخل الحاسوب باستخدام ثلاث أنواع من الناقلات وهي ناقل العنوانين (address bus) الذي يقوم بتحديد عنوان الذاكرة أو عنوان وحدة الإدخال والإخراج التي سيتم إرسال أو استقبال البيانات منها وناقل البيانات الذي يقوم بنقل البيانات فيما بين

الوحدات المختلفة وناقل التحكم (control bus) الذي يقوم بنقل إشارات التحكم من وحدة التحكم إلى بقية الوحدات

المنطق الرقمي (Digital Logic) :



يعود الفضل في ظهور ما يسمى بالمنطق الرقمي إلى العالم الايرلندي جورج بول (George Boole) الذي نشر في عام 1854م مقالة عن التحليل الرياضي للمنطق باستخدام نظام العد الثنائي ولذلك سمي هذا العلم بالجبر أو المنطق البوليني (Boolean algebra or logic). ويستخدم نظام العد الثنائي رقمين اثنين فقط وهما الصفر والواحد أو حالتين وهي حالة الصح (True) وحالة الخطأ (False) ويمكن من خلاله إجراء مختلف العمليات الحسابية والمنطقية بشكل أبسط من أنظمة العد الأخرى وخاصة نظام العد العشري. إن أهم ما يميز هذا النظام هو سهولة بناء آلات حسابية ومنطقية تستخدم مفاتيح بسيطة يتم من خلالها تمثيل الرقم واحد بإغلاق المفتاح بينما

يمثل فتحه الرقم صفر أو العكس ويمكن من خلال توصيل عدة مفاتيح على التوالي أو التوازي أن نحصل على عمليات منطقية مختلفة. وأما الميزة الأخرى فتكمن في سهولة تخزين الأرقام الثنائية فترك المفتاح مغلقا يعني تخزين الرقم واحد بينما تركه مفتوحا يعني تخزين الرقم صفر. وفي عام 1903م تمكن اليوغسلافي نيكولا تسلا (Nikola Tesla) من الحصول على براءة اختراع لدائرة منطقية كهربائية أطلق عليها اسم البوابة (gate) وذلك من خلال استخدام مفاتيح كهربائية بدلا من المفاتيح الميكانيكية حيث تتميز المفاتيح الكهربائية بصغر حجمها وبسرعة فتحها وإغلاقها باستخدام الإشارات الكهربائية. ومع اختراع الصمامات الإلكترونية في عام 1906م والترانزستورات في عام 1947م أصبح بالإمكان تصنيع مفاتيح إلكترونية صغيرة الحجم بالمقارنة مع المفاتيح الكهروميكانيكية التي كانت تستخدم المرحلات الكهربائية التي تقوم بفتح وإغلاق المفاتيح الميكانيكية. يوجد أربع أنواع من العمليات المنطقية الأساسية وهي عملية "لا" (NOT operation) وعملية "و" (AND operation) وعملية

"أو" (OR operation) وعملية " أو المستثناة" (XOR operation).

فالبوابة المنطقية التي تقوم بعملية "لا" تسمى العاكس (inverter) ولها مدخل واحد ومخرج واحد بحيث تكون حالة المخرج عكس حالة المدخل. والبوابة المنطقية التي تقوم بعملية "و" تسمى بوابة "و" (AND gate) ولها أكثر من مدخل ومخرج واحد بحيث تكون حالة المخرج في حالة الصح فقط إذا كانت حالة جميع المداخل صحيحة. والبوابة المنطقية التي تقوم بعملية "أو" تسمى بوابة "أو"(OR gate) ولها أكثر من مدخل ومخرج واحد بحيث تكون حالة المخرج في حالة الصح فقط إذا كانت حالة واحد أو أكثر من المداخل صحيحة. والبوابة المنطقية التي تقوم بعملية "أو الحصرية" تسمى بوابة "أو الحصرية" (XOR gate) ولها أكثر من مدخل ومخرج واحد بحيث تكون حالة المخرج في حالة الصح فقط إذا لم تكن حالة جميع المداخل صحيحة أو جميعها خاطئة. وعلى الرغم من العدد القليل للعمليات المنطقية الأساسية إلا أنه يمكن من خلالها بناء أعداد كثيرة من العمليات المنطقية غير الأساسية يعبر عنها في العادة بما يسمى

بجدول الحقيقة (Truth Table). ويمكن باستخدام نظام العد الثنائي القيام بجميع العمليات الرياضية التي يقوم بها نظام العد العشري كجمع الأرقام وطرحها وضربها وتقسيمها ومقارنتها ولكن بميزة كبرى وهي إمكانية استخدام البوابات المنطقية البسيطة للقيام بإجراء مثل هذه العمليات بينما نجد من الصعب جدا بناء دوائر منطقية تتعامل مع الأرقام العشرية. فعلى سبيل المثال فإن عملية جمع خانة واحدة لرقمين ثنائيين مع الرقم المحمول من الخانة السابقة يحتاج إلى خمس بوابات منطقية من أنواع مختلفة. وإلى جانب العمليات المنطقية والحسابية فإن الحواسيب تحتاج لوسائل لتخزين المعلومات لفترات زمنية قصيرة أو طويلة وذلك لكي تتمكن من إجراء العمليات الحسابية والمنطقية عليها. ولقد تم في الثلاثينات اختراع ما يسمى بالنطاطات (Flip-Flops FF) وهي دوائر كهربائية مكونة من بوابات منطقية تستخدم التغذية الخلفية (feedback) لتخزين الرقم واحد أو الرقم صفر. ويوجد أنواع كثيرة من النطاطات كنطاطات (RS) و (JK) و(D) و(T). وتستخدم هذه النطاطات لبناء أنواع مختلفة من الدوائر الرقمية

المهمة بعضها لأغراض التخزين كالمسجلات (registers) والذاكرات (memories) وبعضها لأغراض العد والتوقي كالعدادات (counters). وتحتاج الحواسيب كذلك دوائر رقمية إلكترونية مهمة تستخدم للتحكم في توقيت إجراء العمليات المنطقية

وحدة المعالجة المركزية:

تعتمد سرعة الحاسوب في إجراء العمليات الحسابية والمنطقية على عدة عوامل أولها الزمن الذي تستغرقه وحدة الحساب والمنطق في إنجاز العمليات المختلفة والتي تعتمد بدورها على طول كلمة البيانات والهيكلية الداخلية لهذه الوحدة وكذلك التقنية الإلكترونية المستخدمة في صناعتها وثانيها الزمن الذي يستغرقه نقل التعليمات والبيانات فيما بين الوحدة المركزية ووحدة الذاكرة الرئيسية.

للمعالج مهام اساسية يوقم بها داخل الجهاز وهي :

1- احضار المعلومات من الذاكرة (هذه المعلومات قد تكون بيانات يحتاجها في عملية تنفيذ الاوامر او قد تكون الاوامر نفسها).

2- الاحتواء على مكان مناسب بداخله لحفظ المعلومات التي تم احضارها لحين الحاجة اليها او تنفيذها.

3- ضرورة نقل المعلومات داخله (فيما بين اجزاءه) ولذلك حين تنفيذ الاوامر .

4- ادخال المعلومات من البوابات بالوسائل المناسبة.

5- اجراء العمليات الحسابية والمنطقية والحسابية الاساسية للبيانات التي تم احضارها.

6. ارسال البيانات الى الذاكرة وتسجيلها.

الاجزاء المعالج الرئيسية :

يتكون المعالج بمختلف انواعه من ثلاثة اجزاء رئيسية وهي:

1. مجموعة مسجلات وعدادات Registers & Counter

2. وحدة الحساب والمنطق Arithmetic& Logic Unit

3. وحدة التزامن Clock .

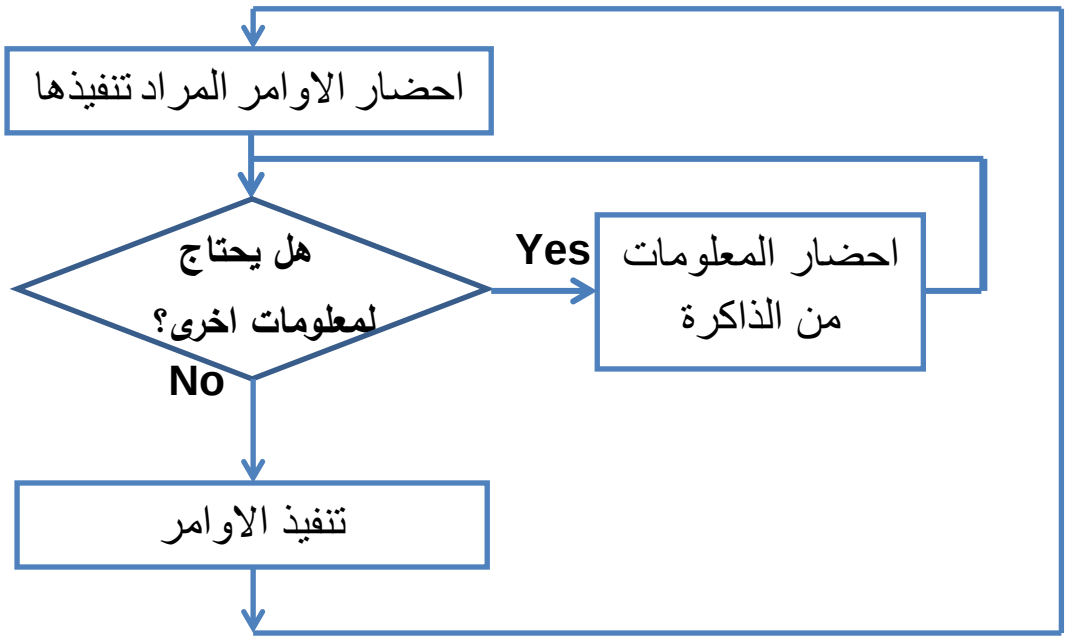
يقوم المعالج بتنفيذ البرامج على اربعة خطوات رئيسية وهي :

1. قراءة الاوامر التي تم احضارها من الذاكرة Main Memory او Mass Memory وتخزينها مؤقت.

2. فك الشفرة الاوامر التي تم احضارها والتعرف على هذا الامر من بين قائمة اوامر المعالج.

3. ارسال الاشارات المناسبة الى وحدة الحساب المنطق التي تقوم بتنفيذ الامر.

4 . انتهاء مرحلة معالجة الامر وارساله الى المخرج واحضار الامر الثاني.



1. مجموعة مسجلات وعدادات Registers & Counter

تستخدم المسجلات للتخزين المؤقت للمعلومات في صورة خانات ثنائية في داخل شريحة المعالج لحين الحاجة اليها ويتم تصميمها لتكون قادرة على اداء الوظائف التالية:.

1- دوران المعلومات في أي اتجاه والعكس.

2- ادخال المعلومات الى وحدة حساب المنطق بالتوازي واخراجها بالتوازي.

مكونات مجموعة مسجلات وعدادات :

1- مسجل التراكم Accumulator Register.

2 . مسجل وفاكك شفرة الاوامر Instruction Register & Decoder.

3. مسجل الحالة Status Register .

4 . مسجل مؤشر المكدسة Stack Pointer Register.

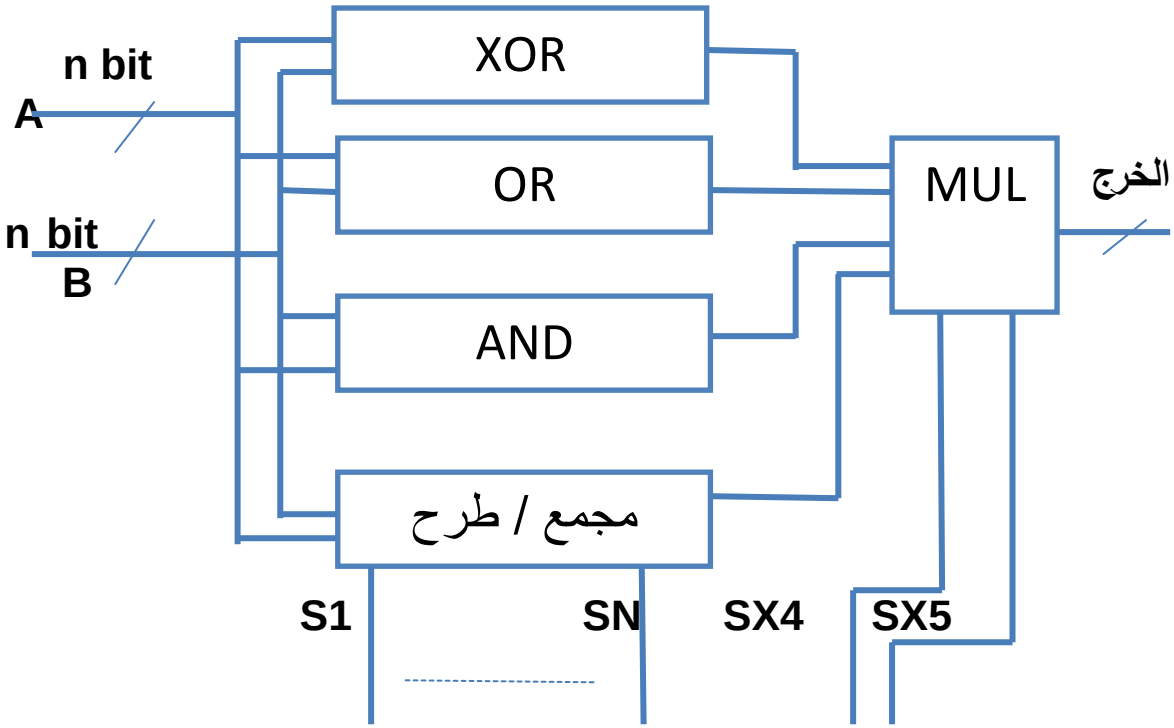
5. مسجلات الاغراض العامة General Purpose Registers.

6. عداد البرنامج Program Counter .

2. وحدة الحساب والمنطق Arithmetic& Logic Unit

هذا الجزء من المعالج قادر على تنفيذ العمليات المنطقية ايضا بجانب العمليات الحسابية (الجمع والطرح) ومن المعروف فان العمليات المنطقية يقوم بها مجموعة من البوابات المنطقية منها XOR – OR – AND ....الخ ولتبسيط الفكرة عمل وحدة حساب المنطق يمكن تقسيمه الى اربعة وحدات كل وحدة منها تمثل عملية من عمليات وحدة حساب المنطق.

مخطط لوحدة حساب ومنطقة بسيطة



3. وحدة التزامن Clock: يتم ادخال نبضات كهربائية بمواصفات معينة وتردد معين يحدد على حسب نوع شريحة المعالج . هذه النبضات حيث تحدد زمن تنفيذ أي عملية يقوم بها المعالج بعدد معين من هذه النبضات يجب الا تتعداه ولذلك فان تردد هذه النبضات تعتبر خاصية من الخواص التي يعرف بها المعالج حيث بها اساسا تحدد سرعة المعالج.

مسارات المعالج Buss :

المسار bus عبارة عن مجموعة من الخطوط المتوازية والتي عليها يمكن نقل المعلومات او البيانات او الاشارات من مكان لاخر او التخاطب او استقبال وارسال المعلومات او الاشارات الى ومن الدوائر الكهربائية المختلفة (أي عبارة عبارة عن اشارة خارجة من مصدر معين قاصدة الى هدف معين).

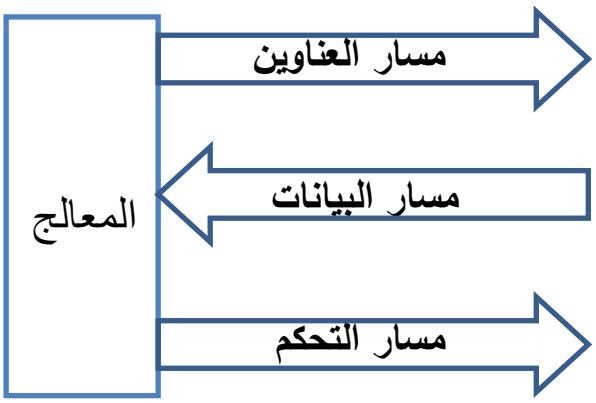
وهنالك نوعين من المسارات الاول احادي الاتجاه والثاني ثنائي الاتجاه.

وتعتبر هنالك ثلاثة انواع رئيسية من المسارات وهي:

1- مسار البيانات Data bus.

2. مسار العناوين Address bus.

3- مسار التحكم Control bus.



1 . مسار البيانات Data bus :

للاتصال بين الدوائر الكهربائية (الاجهزة) النشطة او الفعالية وذلك لمراحل نقل المعلومات او البيانات او الاشارات منها الى المعالج سوى كانت للقراءاة او الكتابة، ويكمن تحديد عدد خطوط مسار البيانات بطول كلمة البيانات التي يمكن معالجتها دفعة واحدة في وحدة المعالجة المركزية فكلما زاد طول هذه الكلمة كلما زادت كمية المعلومات المعالجة.

2. مسار العناوين Address bus :

لضمان الاتصال او التعامل مع الدائرة واحدة ويمكن التغلب عليها عن طريق استخدام مسار العناوين ولا يتعرف على هذا العنوان الا الدائرة المعنية بها فقط فتصبح في حالة نشطة او فعالية فتستقبل المعلومة المرسلة اليها مما تعطي عدم التداخل بين الدوائر الكهربائية بالجهاز المحيطة على مسار او عدم تصدم المعلومات او الاشارات على نفس المسار باستخدام البوابات ثنائية المنطق في مراحل خرج الدوائر الكهربائية.

3. مسار التحكم Control bus :

عندما يقوم المعالج بتنشيط شريحة الذاكرة التي تحتوي على هذه البايت او الاشارة لم يخبر المعالج الشريحة عما اذا كان سيرسل اليها المعلومة او الاشارة او سيتقبل مناه المعلومة او الاشارة أي هل سيتم الكتابة فيها او سيقراء منها لهذا يخرج مسار التحكم من المعالج يبلغ الدائرة الذي سيتعامل معها عن الهدف منها (الكتابة او القراءة) ويختلف عدد المسارات التحكم من معالج الى اخر ولكن هنالك اربعة مسارات رئيسية :

1 . مسار قراءة الذاكرة Main Memory وهذا المسار يقوم بتنشيطها للقراءة.

2 . مسار الكتابة في الذاكرة Main Memory (RAM) وهذا المسار يقوم بتنشيطها للكتابة.

3 . مسار قراءة بوابة ادخال Input port read (IOR) وهذا الخط يكون فعالا عندما يكون المعالج في حالة استقبال معلومات او الاشارات من بوابة ادخال.

4 . خط كتابة في بوابة اخراج Output port write (IOW) وهذا الخط يكون فعالا عندما يكون المعالج في حالة ارسال المعلومات الى بوابة اخراج.

الذاكرة :

تعتبر ذاكرة الكمبيوتر تكون عادة ذاكرة الالكترونية أي ان طريقة مسك للمعلومة وحفظها يتم اليكترونيا ويتم عادة من أشباه الموصلات وهي في العادة عبارة عن قلابات Flip-Flops .

اساسيات بناء الذاكرة:

يكون مسار العناوين القادم من المعالج بتعاملها معها بمقدار 2^n (حيث ان n عدد البت للذاكرة)، وتعتبر A_0 ، A_N لتحديد عنوان مكان او البايت من بايتات الذاكرة في النظام الثنائي وتكون متوافقة مع مسار البيانات والذي سيحمل البيانات او المعلومات او الاشارات من والى هذه البايتات.

ان وحدة قياس سعة لذاكرة في عالم الحاسبات هو الكيلو بايت (يساوي 1024 بايت) ويكون التعامل المعالج مع الذاكرة 2^n سالفة الذكر وهذا نجده واضح مع نظام التشغيل windows XP ، windows 7 ،... وغيرها التي تطلب وهو سرعة التعامل المعالج مع الذاكرة.

بعد وضع المعالج عنوان البايت التي سيتعامل معها على مسار العناوين فانه لابد ان يحدد طريقة التعامل فاذا كان المعالج يريد الكتابة في الذاكرة فانه يجعل مسار التحكم $\overline{memw}$ (Memory Write) وهو مسار الاعلان عن الكتابة فعالا. وكذلك بالنسبة للقراءة فانه يجعل مسار التحكم $\overline{memr}$ (Memory Read) وهو مسار الاعلان عن القراءة فعالا. ومنها فان الزمن المأخوذ لوضع محتويات

أي بايت من البايتات الذاكرة او البيانات او المعلومات او الاشارات على مسار البيانات او العكس يسمى زمن الاتصال بالذاكرة Memory Access Time وهذا الزمن يعتبر خاصية شريحة الذاكرة حيث يختلف على حسب التكنولوجيا والمادة المستخدمة في تصنيع الشريحة (علما بان الزمن في حدود نانو ثانية أي تساوي 10^{-9} من الثانية)