أولاً: تعريف الحاسوب:

هو جهاز الكتروني يمكن برمجته ليقوم بإدخال ومعالجة البيانات وتخزينها واسترجاعها او إظهارها للمستخدم بصورة أخرى وله القدرة على انجاز عمليات متعددة في ثواني بسيطة وإذا نظرنا الى جهاز الحاسوب نظرة شاملة نجد ان وظيفته تتعدى معالجة البيانات المدخلة فيمكنه نقلها الى جهاز حاسوب أخر أي تبادل معلومات مع الحواسيب الأخرى وذلك من خلال شبكة المعلومات.

ثانياً :مكونات الحاسوب (component computer) :

يمكن تقسيم مكونات الحاسب إلى جزئيين رئيسيين هما :

1. **المكونات المادية او المعدات (Hardware)** : وتشمل جميع المكونات المادية والدوائر المنطقية .
2. **المكونات البرمجية (Software)** : وهي البرامج اللازمة لتشغيل الدوائر المنطقية وتشكيلها لتنفيذ مهمة معينة .

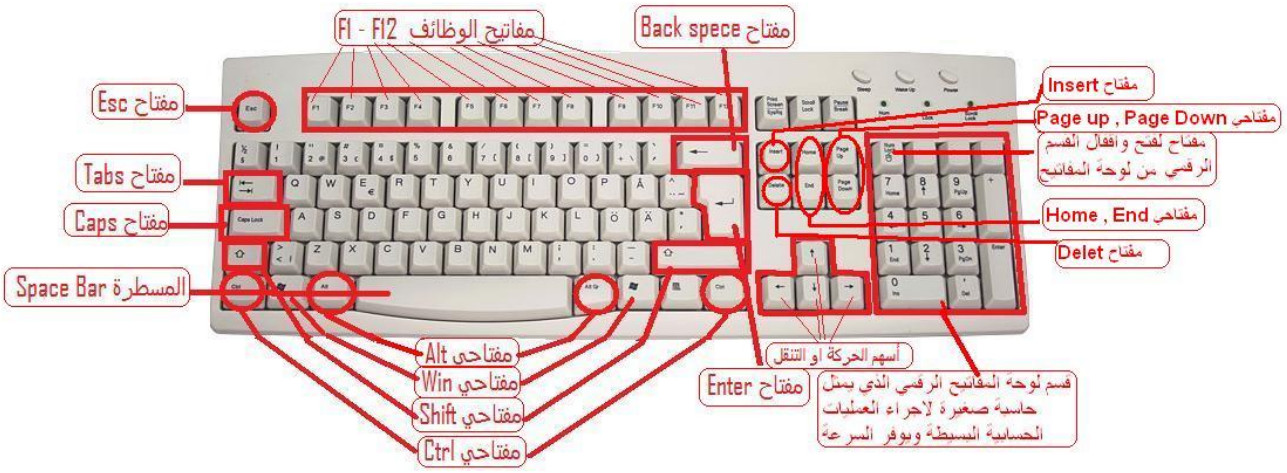
1. المكونات المادية (Hardware):

هي المكونات المحسوسة من الكمبيوتر والتي يمكن لمسها باليد وهي مكونات إلكترونية أو كهربائية أو ميكانيكية. ومن الممكن تقسيمها إلى أربع أقسام :

أ. وحدات الادخال (Input Units) :

هي حلقة الوصل ما بين الانسان والحاسبة (وحدة المعالجة المركزية) حيث ان وظيفتها تنحصر في تحويل البرامج والبيانات من ارقام وحروف ورموز الى نبضات كهربائية تفهم من قبل الحاسبة .وجهاز الإدخال الأساسي (Standard Input) هو لوحة المفاتيح (Keyboard) ويستخدم لإدخال الأوامر والنصوص.

- **لوحة المفاتيح (Keyboard)**: هي عبارة عن لوحة صغيرة مصنوعة من مادة البلاستك تحتوي على (110) مفتاح(مفاتيح الاحرف،الارقام،الارقام المنفصلة الوظائف، الخاصة مثل مفاتيح الاسهم والهروب وغيرها).كما هو موضح في الشكل التالي:



شكل (1)

- **<u>الفأرة (Mouse)</u>**: هو جهاز تأشير هام يتحكم بموقع الإشارة (السهم) على جهاز الإخراج (الشاشة) وتتم عملية إدخال الأوامر عن طريق النقر أو السحب ، واهم وظائف الفأرة هي (التحريك،التأشير،السحب،النقر بالزر الايسر،النقر بالزر الايمن). وكما موضح في الشكل التالي شكل (2) :

شكل (2)

وهناك أجهزة إدخال أخرى تستخدم لإدخال أشكال أخرى من البيانات مثل الماسح الضوئي Scanner لإدخال الصور، الكاميرا الرقمية لإدخال الصور والأفلام، القلم الضوئي لإدخال التوقيعات والخط اليدوي ورسم الخرائط ، الـ Plotter لإدخال المجسمات ثلاثية الأبعاد، الميكرفون لإدخال الأصوات و الموسيقى، عصا التحكم Joystick تستخدم للتحكم في برامج الألعاب وتستخدم لإرسال الأوامر لبرامج الألعاب على صورة نبضات كهربائية متوازية .

ب. وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit (CPU)) :

جهاز المعالجة الرئيسي هو وحدة المعالجة المركزية (CPU) وهي اختصار للعبارة (Central Processing Unit) وتعتبر وحدة المعالجة المركزية بمثابة العقل بالنسبة للإنسان حيث تقوم بمعظم عمليات الكمبيوتر الأساسية ، وتحتوي على ملايين من الترانزيستور ويقوم بإصدار الإشارات المناسبة لتنفيذ التعليمات التي نطلبها منه ، يتصل من الأسفل مباشرة باللوحة الرئيسية Mother Board ومن الأعلى بمروحة صغيرة لتوليد تيار هوائي لتبريده حيث يعتبر سعر المعالج الأغلى بمكونات الحاسوب ويسهم في تحديد جيل جهاز الحاسوب أهم

أنواعه بانتيوم Pentium وسليرون Celeron

شكل(3)

وتقاس سرعة المعالج بالميغاهيرتز(MHZ) . ويمثل عقل النظام وحدتين هما:

- **وحدة التحكم (Control Unit (CU)) :** وهي مسؤولة عن التحكم بإدخال وإخراج البيانات والمعلومات ، أي هي التي تدير وتنسق كل العمليات .
- **وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic & Logic Unit (ALU)) :** وهي المسؤولة عن أداء وتنفيذ جميع العمليات الحسابية و المنطقية داخل الكمبيوتر.

ج. وحدات الخزن (Storage Units)

- **وحدة الذاكرة الرئيسية (Main Memory Unit)**

هي وحدة تخزين البيانات والتعليمات والبرامج المراد تنفيذها حيث تبقى هذه البيانات في الذاكرة ويعتمد حجم العمل على ما ينجزه الكمبيوتر من سعته للذاكرة الرئيسية من معلومات وبيانات في آن واحد . وتتكون الذاكرة الرئيسية من :

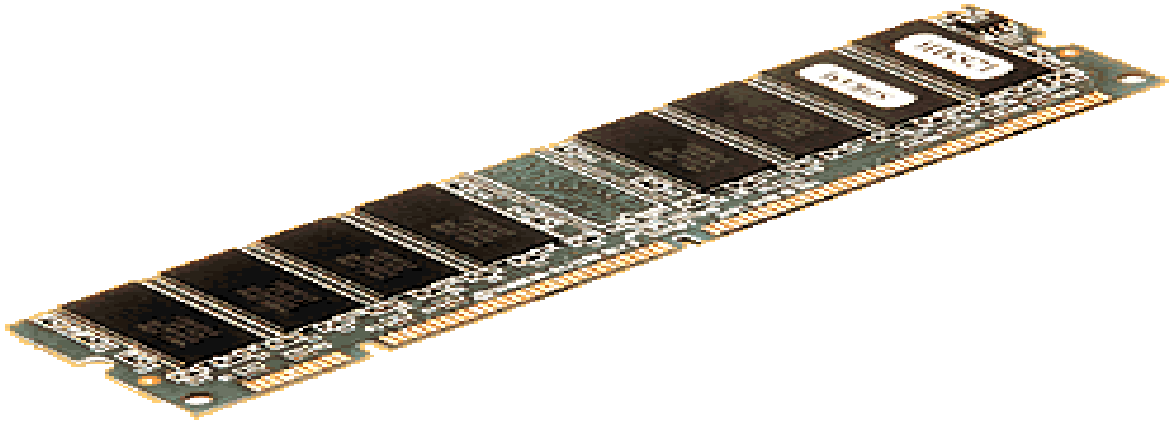
- ✓ **ذاكرة القراءة Read Only Memory (ROM)** :

وهي ذاكرة للقراءة فقط حيث يمكن القراءة منها ولا يمكن الكتابة لها وتتميز بأنها تحتفظ بالمعلومات حتى عندما يتم قطع الطاقة عنها – أي بعد فصل التيار الكهربائي عن الجهاز . تعتبر ذاكرة القراءة ذاكرة غير متطايرة (non-volatile) ،تستخدم ذاكرة القراءة ROM لخزن برامج الإقلاع وتعريفات المكونات المادية المربوطة مع جهاز الحاسب عند بدء التشغيل .

شكل (4)

- ✓ **ذاكرة الخزن العشوائي Random Access Memory (RAM)**

وهي ذاكرة للقراءة والكتابة حيث يمكن تغيير محتوياتها والكتابة لها . ولكن هذه الذاكرة تكون متطايرة بمعنى أنها تفقد محتوياتها عند انقطاع الطاقة عنها. وتستخدم ذاكرة القراءة والكتابة (RAM) لخزن برامج وبيانات المستخدم وكذلك لخزن النتائج التي تتولد أثناء معالجة البيانات من قبل الحاسب.



شكل (5)

- **<u>وحدات الخزن الثانوية (Secondary Memory Unit) :</u>**

✓ **<u>وحدات القرص المرن Floppy Disk Unite:</u>** وهو اصغر وابطأ وحدة خزن المعلومات تتراوح سعتها بين(360 كيلو بايت و 1.24 ميكابايت) تعتبر قليلة السعة كما ان استخدامها يكاد يكون معدوماً في وقتنا الحالي كما في الشكل (6) يتم تشغيلها من خلال سواقة الأقراص المرنة **Floppy Disk Drive** الذي يرتبط مع اللوحة الرئيسية ومجهز القدرة.

شكل (6)

✓ **<u>وحدات القرص الصلب Hard Disk Unit:</u>** وهو اكبر وحدة خزن ويمتاز بسعة تخزين كبيرة وبسرعة عالية لتسجيل البيانات والمعلومات واسترجاعها . يتكون من قرص صلب اما من الألمنيوم او من السيراميك او من الزجاج وهو غير قابل للحركة وتقدر سرعة القراءة بالميكا/ثانية كما في الشكل (7).

شكل (7)

✓ **وحدات القرص الليزري CD-RoomUnit**: وهي وسيلة من وسائل الخزن الخارجية للبيانات وجدت هذه الطريقة لتكون واحدة من افضل طرق الخزن المعروفة ومن مميزات هذا القرص انه غير ثابت داخل الجهاز فيمكن اخذه من جهاز الى اخر ونقل كميات كبيرة من المعلومات عليه وتبلغ سعة الخزن في هذه القراص 700 ميكابايت، هنالك طرق متعددة للتعامل مع الأقراص الليزرية منها:

شكل (8)

- **الاقراص ذات التشغيل التلقائي Auto Run**: هذا النوع من الاقراص له القدرة على تشغيل برنامجه تلقائياً وبمجرد ان نضعه في السواقة والانتظار لثواني معدودة تنفتح واجهة ترشدنا الى محتويات القرص من برنامج او بيانات.
- **الاقراص الاعتيادية**:

يتم الدخول اليها ومعرفة بياناتها من خلال ايقونة القرص الليزري الموجودة ضمن محتويات النافذة Computer.

- الاقراص التي تحتاج الى برنامج خاص لتشغيلها وعادة ما يكون هذا البرنامج مثبت على القرص نفسه ونقوم بنقله وتثبيته ضمن برنامج الجهاز عن طريق ايقونة **Setup** او **Install** ثم نقوم بتشغيل القرص عن طريق ذلك البرنامج.
- **الأقراص المدمجة:**

ويمكن تخزين ملفات الصوت أو الصورة أو الأفلام والوثائق أو المجلدات الخاصة والملفات التي تخص جهازك عليه.

ويتم تشغيل هذه الأقراص من خلال سواقة الأقراص الليزرية Compact Disk Driver حيث ترتبط هذه السواقة مع اللوحة الرئيسية ومع مجهز القدرة وهناك نوعين من السواقات هما:

❖ سواقة القراءة فقط حيث تستخدم لغرض قراءة البيانات الموجودة في الأقراص الليزرية ولا نستطيع من خلالها تسجيل (حفظ) البيانات على القرص الليزري.

❖ سواقة القراءة والكتابة حيث تستخدم لغرض قراءة البيانات الموجودة من الأقراص الليزرية وكذلك لغرض تسجيلها(حفظ البيانات).

✓ **القرص القابل للإزالة Pin Drive:**هو من احدث وسائط التخزين حيث انه يمثل سعة تخزينية عالية وهو متنقل وعملي أكثر من الأقراص المرنة وسهل التركيب على جهاز الكومبيوتر حيث انه يحتاج فقط لمنفذ تسلسلي عالمي (USB) ليوصل عليه ويمتاز بإمكانية الوصل والفصل أثناء تشغيل جهاز الحاسوب.

د. اجهزة الإخراج (Output Units) :

وكما هو الحال مع وسائل الإدخال فان هنالك أجهزة تقوم بالاتصال ما بين الحاسبة والإنسان حيث تقوم بتحويل ما تعالجه الحاسبة من برامج وبيانات من لغة بسيطة لا يمكن للإنسان تقبلها بسهولة الى كلمات معروفة من قبل الانسان.

✓ الشاشة : نتعامل مع الحاسوب من خلال الشاشة، وتسمى جهاز الإخراج الأساسي Standard Output وتستخدم لإخراج البيانات على صورة مرئية .وهناك نوعان من الشاشات:

❖ **شاشات CRT:** شاشة (صمام الاشعة المهبطية) وتشبه اجهزة التلفزيون العادية في الشكل وفي الية العمل.

❖ **شاشات LCD:**الشاشة ذات البلورات السائلة وهي اكثر تسطحاً واخف وزناً واقل سماكة من شاشات (CRT) وهي اخذت بالانتشار في المكاتب والشركات نظرا لصغر المساحة التي تشغلها.

✓ السماعات وتستخدم لإخراج البيانات الصوتية على هيئة مسموعة.

✓ الطابعة وتستخدم لإخراج البيانات على الورق ويمكن عن طريقها طباعة البحوث والكتب والمظاريف والمغلفات والبطاقات وأنواع عديدة من الأوراق بأشكال مختلفة .

2- المكونات البرمجية (Software):

سميت برامج الحاسوب بهذا الاسم لتمييزها عن مكونات جهاز الحاسوب"الهاردوير" التي تشمل ا أو ما يُعرف باسم لغة الآلة" (Machine Langu) البرمجيات" عبارة عن سلسلة مرتبة من التعليمات.

وعادةً ما تكون هذه التعليمات مكتوبة بلغة برمجة عالية المستوى يمكن للإنسان التعامل معها بسهولة وكفاءة (وهي أقرب إلى لغة البشر الطبيعية (من اللغة البرمجية التي يفهمها جهاز الحاسب لغة الآلة (Machine Language).

ويتم تحويل جميع الجمل البرمجية المكتوبة بلغات برمجة عالية المستوى وتنفيذها جملة باستخدام المفسر (Interpreter) أو تنفيذها دفعة واحدة باستخدام المترجم.Compiler

والشفرة الناتجة من هذا التحويل يُطلق عليها لغة الآلة Machine Language أو شفرة الهدف Object Code.يمكن أيضًا كتابة البرامج باستخدام لغة الأسيمبلي (Assembly) وهي عبارة عن ترميز للغة البرمجية التي يفهمها الحاسب باستخدام الأحرف الهجائية الإنجليزية. هذا ويجب تحويل لغة Assembly إلى اللغة البرمجية التي يفهمها الحاسب باستخدام أداةAssembler .

ففي بداية العمل مع الحاسبة كان الانسان ان يخاطب الحاسبة باللغة التي تفهمها الحاسبة وهي لغة الماكنة Machine language وهي لغة الصفر والواحد والتي تعرف باسم النظام الثنائي وكان على الانسان ان يستغرق وقتاً طويلاً لغرض كتابة ايعاز الى الحاسبة بهذه اللغة .

وبتطور الحاسبات كان على مصمم الحاسبة ان يجد طريقة سهلة للتخاطب مع الحاسبة فكانت لغة التجميعِ Assembly language التي يتم من خلالها التخاطب مع الحاسبة بلغة انكليزية محددة وبسيطة.

ومن عيوب هذه الطريقة انها تحتاج الى وقت طويل للكتابة وجهد وخبرة واضحتين وكذلك لغرض توسيع قاعدة الاستخدام فلابد من لغة بسيطة يتم التفاهم من خلالها مع الحاسبة الالكترونية لذلك ظهرت لغات جديدة تختلف عن لغة التجميع بوجود برامج خاصة لترجمة البرامج المكتوبة باللغة الانكليزية الى لغة الآلة بواسطة المصنف Compiler لذا يمكن تقسيم لغات البرمجة إلى مستويات حسب تطورها :

- لغة الآلة وهي اللغة الأم لجميع لغات البرمجة و تسمى باللغات البرمجة الدنيا (Low-level language).
- لغة التجميع وهي تطوير وتبسيط للغة الآلة وتسمى باللغات البرمجة العليا (High -level language)

أنواع البرامج :

هي مجموعة البرامج والتطبيقات التي ينفذها الحاسب ويمكن تقسيمها إلى :

أ. برامج الإقلاع :

وهي برامج تخزن في ذاكرة ROM وتكون أول ما ينفذ عند بدء التشغيل ، وعليها إجراء فحص لمكونات الحاسب والإبلاغ عن أي أخطاء في النظام كما أنها تتعرف على الأجهزة الطرفية المربوطة للحاسوب وتحميل برامج قيادتها(Drivers) إلى الذاكرة الرئيسية ، كما تقوم بتحميل برنامج نظام التشغيل إلى الذاكرة وتسلم السيطرة له.

ب. نظم التشغيل (Operation System):

وهو برنامج معقد يسيطر على إدارة موارد النظام وتنفيذ البرامج التطبيقية وكذلك يمكن أن ينظم عملية تنفيذ أكثر من مهمة في نفس الوقت في الأنظمة متعددة المهام (Multi-Tasking) أو توزيع المهام على أكثر من معالج واحد في أنظمة البرمجة المتعددة (Multi - Processing System) . كمثال على هذه البرامج وتعتبر من أشهر نظم التشغيل نظام التشغيل بالأقراص (MS DOS) ونظام التشغيل Windows وهناك نظم تشغيل أخرى كثيرة ومتعددة مثلUNIX ، LINUX ، OS/2 ، Novel NetWare .

ج. البرامج التطبيقية (Applications):

وهي البرامج التي يكتبها المستخدم أو يشتريها جاهزة لتنفيذ تطبيق معين مثل معالجات النصوص ، وبرامج الرسوميات وبرامج التصميم بواسطة الحاسب (CAD، الخ . وهي أوسع باب للدخول إلى عالم الكمبيوتر ويتم تصميم هذه البرامج عن طريق أشخاص وشركات وتكون هذه البرامج كبيرة جداً وذات قدرة فائقة على تلبية رغبات المستخدم.

توجد برامج تطبيقية تخدم المستخدم في جميع مجالات الحياة مثل (الطب والمحاسبة و الهندسة والاقتصاد والعلوم وبرامج الألعاب للأطفال والكثير الكثير غيرها).

النظام System – مجموعة أشياء متكاملة ومترابطة ومتعاونة لتحقيق هدف محدد أو مجموعة محددة من لأهداف.

تكنولوجيا المعلومات Information Technology – التكنولوجيا التي تسمح لنا باستقبال البيانات وتخزينها واسترجاعها ونقلها بشكل الكتروني.

تضم تكنولوجيا المعلومات كل من الحواسيب والشبكات والوسائط المتعددة والطابعات والأقراص الضوئية وغيرها.

نظام الحاسوب Computer– هو نظام يتمتع بقدرة فائقة على إدخال وتخزين واسترجاع البيانات ومعالجتها وإخراجها.

أو بشكل أدق:

نظام الحاسوب Computer – مجموعة من المكونات المادية والبرمجية المتكاملة والمترابطة، التي تتعاون مع بعضها تحت إدارة برمجية متخصصة تسمى"نظام التشغيل"، الذي يدير عمل هذه المكونات وتسهل استخدامها في أعمالنا اليومية.

تصنيف الحواسيب:

١- تصنف الحواسب حسب الغرض من استخدامها إلى :

أ. **حواسب الأغراض العامة General purpose computer**

ويستعمل هذا الحاسوب للأغراض العامة سواء العلمية(حل المعادلات الرياضية والتصميم الهندسي) وللأغراض التجارية أو الإدارية (أنظمة البنوك والمصارف ، أنظمة حساب الرواتب والميزانيات والأنظمة المستخدمة في المبيعات وإدارة المخزون) وغيرها. هذا النوع من الحواسيب يمتلك المرونة الكاملة لاستعماله في كافة مجالات الحياة وبمرونة كاملة.

ب. **حواسب الأغراض الخاصة Special purpose compute**

وتستعمل هذه الحواسيب لتحقق هدف محدد صممت من أجله مثل حواسيب التحكم بالعمليات وأنظمة الإنذار المبكر وأنظمة التحكم في المركبات الفضائية والأجهزة الطبية وغيرها.

٢- تصنف الحواسب حسب نوعية البيانات المعالجة إلى نوعين كما يلي:

أ. **الحواسب التناظرية Analog computers :**

تعالج البيانات التشابهية (الاشارات والتموجات) التي تتغير باستمرار . تستعمل لحل المشكلات العلمية والهندسية في الطائرات والصواريخ والمركبات الفضائية.

يتميز الحاسوب التناظري برد الفعل السريع لتغيير المدخلات (نظام الوقت الحقيقي).

ب. **الحواسب الرقمية Digital computers**

تعالج البيانات المتقطعة أو الرقمية وهي ملائمة للاستخدامات العلمية والتجارية وتسيير الأعمال اليومية.

ت. **الحواسب الهجينة Hybrid computer**

هي حواسيب تحتوي على مداخل ومخارج تناظرية بالإضافة مداخل ومخارج المعالجة الرقمية. تأخذ هذا الحواسيب القدرة على تخزين البيانات والدقة العالية من الحواسيب الرقمية وتأخذ من الحواسيب التناظرية ردة الفعل السريعة لتغيير المداخلات.

٣- تصنيف الحواسيب حسب الحجم والأداء:

أ. الحواسب الميكروية Microprocessor computers

هي حواسب صغيرة الحجم وقليلة التكلفة تستخدم في المنازل والمكاتب للأغراض والعلمية والإدارية والمنزلية .

تسمى هذه الحواسيب أيضا باسم الحواسيب الشخصية وهي تضم الأنواع التالية:

- **الحواسب المكتبية** Desktop Computers– حواسب صغيرة الحجم وقليلة التكلفة يمكن وضعها على طاولة المكتب، تستخدم في المنازل والمكاتب.
- **الحواسب المحمولة** Laptop computers– حواسب صغيرة يمكن نقلها داخل حقيبة ويمكن أن تعمل على بطارية قابلة للشحن في الأماكن البعيدة عن مصادر الطاقة تتميز بارتفاع ثمنها مقارنة بالحواسيب الشخصية.
- **حواسب الجيب** Palmtop–حواسب صغيرة بحجم الكف يمكن وضعها داخل الجيب ويمكن أن تعمل على بطارية قابلة للشحن في الأماكن البعيدة عن مصادر الطاقة ، تستخدم لأغراض خاصة.
- **الحواسب اللوحية** –حواسيب محمولة بشكل لوح، تتم فيه جميع عمليات الادخال باللمس.
- **محطات العمل** Workstation–حواسيب مكتبية لا يوجد فيها وحدات إخراج سوى الشاشة، تستخدم في الشركات لضمان أمن البيانات ومنع سرقتها.

ب. **الحواسب الصغيرة Minicomputers**

حواسب ذات مقدرة حاسوبية كبيرة تستعمل في الشركات الصغيرة للأغراض الإدارية والتجارية والعلمية بالإضافة إلى استعمالها في الأغراض الخاصة مثل التحكم في العمليات الصناعية وتوجيه المركبات الفضائية وأجهزة الإنذار وغيرها.

ج. **الحواسب الكبيرة Mainframe Computers**

وهي حواسب ذات تكلفة أعلى بكثير من الحواسيب الصغيرة وتفوقها في المقدرة الحاسوبية. تستعمل في الشركات الكبيرة كحاسوب مركزي لشبكة حواسيب.

د. **الحواسب الفائقة Super Computers**

الحواسيب الأكبر حجمًا والأكثر تكلفة والأعلى سرعة، تمتلك مقدرة حسابية عالية جداً. تستعمل في مراكز البحث العلمي مثل وكالة ناسا ووزارة الدفاع الأمريكية.

أجيال الحاسوب:

الميكانيكي انتهت عام ١٩٤٢ ببناء أول حاسوب إلكتروني باستخدام الصمامات المفرغة ثم توالت الفتوحات العلمية التقنية التي أضفت طابعا خاصا على الحاسوب ورسمت سمات أجيال متعاقبة من الحواسيب كما يلي:

الجيل الأول 1942- 1958

من مميزات هذا الجيل :

- استعمل الصمام المفرغ وهو صمام مفرغ من الهواء تصدر عنه حرارة عالية عند العمل.
- حجم الجهاز كبير جدًا.
- سرعة الجهاز بطيئة.
- سعة التخزين صغيرة.
- استعمال لغات برمجة متدنية المستوى مثل لغة الآلة أو لغة التجميع

الجيل الثاني 1959- 1964

من مميزات هذا الجيل:

- استعمال الترانزستور بدلا من الصمام المفرغ.
- أصغر قليلا في الحجم من الجيل الأول.
- أعلى سرعته من الجيل الأول.
- سعة تخزين أكبر من الجيل الأول.
- استعمال لغات برمجة عالية المستوى مثل لغة الفورتران والكوبول.

الجيل الثالث 1965- 1975

من مميزات هذا الجيل:

- استعمال الدارات المتكاملة Integrated circuits
- الصغرفي الحجم.
- السرعة العالية حيث بدأت تقاس بالنانو ثانية .
- سعة التخزين كبيرة نسبيا وصلت إلى8 ميكا بايت.

الجيل الرابع 1976- 1995

من مميزات هذا الجيل :

- استعمال المعالجات الميكروية Micro Processors
- التطوير في أسلوب البناء التصميمي للحاسوب وإنتاج أجهزة أصغر من الحجم السابق وأقل تكلفة.
- زيادة السرعة حيث ظهرت معالجات من نوع بنتيوم Pintume وصلت سرعتها إلى 100ميكا هيرتز.
- ارتفاع سعة تخزين ذاكرات الوصول العشوائي (RAM) لتصل إلى ١٠٠ ميكا بايت
- تطوير نظم التشغيل وظهور ما يسمى بنظام النوافذ Windows

الجيل الخامس 1995 إلى الآن

من مميزات هذا الجيل:

- ظهور معالجات متعددة النوى .
- تطوير وسائط تخزين جديدة مثل Flash Memory والـ DVD وغيرها.
- التطور في مجال شبكات الحاسوب وقواعد البيانات وظهور شبكة الانترنت واستخداماتها المتعددة .
- تطور أنظمة التشغيل وظهور نسخ جديدة أكثر تطوراً من نظام تشغيل ويندوز وغيرها.

- ظهور ذكرات وصول عشوائي تفوق سعتها ٤ جيكا بايت
- ظهور لغات برمجة مرئية Visual programming languages ولغات مثل V Basic 6 وبيئات برمجة غرضية التوجه Object oriented programming languages مثل Visual studio.NET 2010 وغيرها.

الجيل السادس – جيل المستقبل

من مميزات هذا الجيل:

- استخدام الرقائق الحيوية.
- استخدام تطبيقات ذكاء صناعي لجعل الحواسيب تتمتع بذكاء حقيقي .
- تطوير نظم إدارة قواعد بيانات غرضية التوجه لزيادة أمن المعلومات وفرص الاستفادة من شبكة الانترنت

الأنظمة العددية (Numerical Systems)

1.1 مقدمة :

يعد إستخدام الأرقام كوسيلة للعد والحساب من الإنجازات الهامة التي حققها الإنسان عبر التاريخ والتي ساهمت في تسهيل كافة العمليات الحسابية وتسريعها. فقد إستخدام الإنسان منذ القدم الكثير من الأدوات لتمثيل عمليات العد والحساب ومنها استخدامه لأصابع يده العشرة والتي كانت الأساس للنظام العددي والذي لا يزال معمول به حتى يومنا هذا والمسمى **بالنظام العشري** (Decimal System).

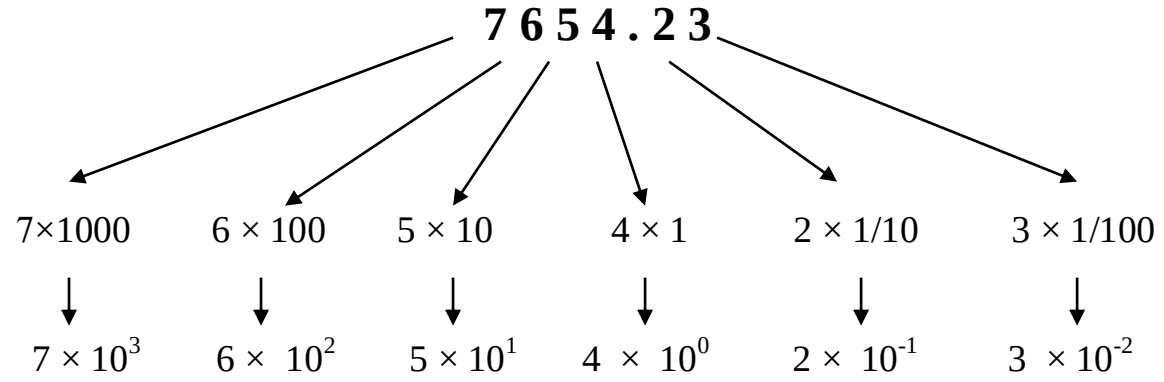
في المراحل الدراسية السابقة وعند دراستك للنظام العشري لابد أنك لاحظت أن القيمة الحقيقية للرقم تعتمد على قيمته المكانية في العدد , وهذا يعني أن الرقم يمكن أن يأخذ أكثر من قيمة والذي يحدد ذلك مكانه داخل العدد (والذي يسمى بالمرتبة), تزداد قيمة العدد إذا حركتهُ باتجاه اليسار وتقل قيمته إذا حركيه باتجاه اليمين. فمثلاً العدد (937) نجد أن القيمة الحقيقية للرقم 7 هي سبعة فقط أما قيمة الرقم 3 فهي (30) وقيمة الرقم 9 هي (900).

وهنالك أنظمة عددية أخرى غير النظام العشري , وأكثرها شيوعاً هي **النظام الثنائي, النظام الثماني, النظام السادس عشري**. وتكون هذه الأنظمة مفيدة في الأنظمة الرقمية مثل الحاسبات الالكترونية , المعالجات الدقيقة , وغيرها من الأنظمة الرقمية. ولهذا السبب فانه من الضروري الإطلاع على كل من هذه الأنظمة العددية لغرض استخدامها في دراستنا للأنظمة الرقمية.

2.1 النظام العشري : Decimal System

وهو النظام العددي المتعارف عليه والمستخدم في كافة المجالات وفي كل انحاء العالم وجاءت تسمية النظام ب(العشري) لان عدد الرموز الداخلة في تركيبة أي عدد في هذا النظام هي عشرة رموز وهي (0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) وفي حالة استخدام اكثر من رمز فان القيمة العددية تعتمد على موقع الرمز ضمن سلسلة الرموز , ان عدد الرموز الداخلة في تركيب النظام العددي تسمى بأساس النظام , لذلك فان اساس النظام العشري هو العدد (10) وسمي بأساس العدد لان كل عدد مكتوب بهذا النظام يعتمد بالاساس على هذا العدد .

مثال : العدد العشري 7654.23 يمكن تحليله إلى المراتب التالية



3.1 النظام الثنائي: Binary System

وهو نظام عددي أساسه العدد (2) مقارنة بالنظام العشري الذي أساسه العدد (10) , أي ان عدد الرموز المستخدمة في النظام هي رمزين فقط وهي (0 , 1) لتمثيل كافة الاعداد . ويعتبر النظام الثنائي اساس اللغة التي تتعامل بها الحاسبة الالكترونية والأنظمة الرقمية , مثال على اعداد بهذا النظام :

0.1011 , 10.1101 , 10111.101 , 1001

من خلال ملاحظتنا الاعداد اعلاه نلاحظ بان الاعداد بالنظام الثنائي ولكن توجد اعداد شبيهه بها في النظام العشري , فلتمييز العدد المكتوب بالنظام المعين , تكتب الاعداد داخل اقواس مع كتابة رمز اسفل القوس يمثل اساس النظام المكتوب به العدد .

فمثلا : العدد 110 يكتب بالثنائي $(110)_2$ وبالعشري $(110)_{10}$

مثال: لتحليل العدد $(110.101)_2$ الى مراتبه :

$$(110.101)_2 = 0\times2^0 + 1\times2^1 + 1\times2^2 + 1\times2^{-1} + 0\times2^{-2} + 1\times2^{-3}$$

4.1 النظام الثماني : Octal System

وهو من الانظمة المستخدمة في الحاسبات الالكترونية أساسه العدد (8) , الرموز المستخدمة في هذا النظام هي (0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7) مثال على إعداد النظام الثماني

$$(0.513)_8 \quad , \quad (721.5)_8 \quad , \quad (203.62)_8 \quad , \quad (110.013)_8$$

مثال: حلل العدد $(203.65)_8$ الى مراتبه

$$(203.65)_8 = 3\times8^0 + 0\times8^1 + 2\times8^2 + 6\times8^{-1} + 5\times8^{-2}$$
$$= 3\times1 + 0\times8 + 2\times64 + 6\times1/8 + 5\times1/64$$

5.1 النظام السادس عشري : Hexadecimal System

وهو من الانظمة المهمة المستخدمة في الحاسبات الالكترونية أساسه العدد (16) أي إن عدد الرموز المستخدمة في تشكيل أعداد النظام هي 16 رمز وهي :

(F , E , D , C , B , A , 9 , 8 , 7 , 6 , 5 , 4 , 3 , 2 , 1, 0)

ومثال على أعداد بالنظام السادس عشري :

$$(2D6.F3)_{16} \quad , \quad (10011.1)_{16} \quad , \quad (FFF)_{16} \quad , \quad (0.257)_{16}$$

مثال: حلل العدد $(3A1.7F)_{16}$ إلى مراتبه :

$$(3A1.7F)_{16} = 1\times16^0 + 10\times16^1 + 3\times16^2 + 7\times16^{-1} + 15\times16^{-2}$$
$$= 1\times1 + 10\times16 + 3\times256 + 7\times1/16 + 15\times1/256$$

ملاحظة : عند مقارنة الرموز السادس عشرية بالنظام العشري فان الرموز (A ← F) تساوي في النظام العشري (10 ← 15).

6.1 التحويلات بين الأنظمة العددية

أن عملية التحويل بين الأنظمة العددية من العمليات المهمة والتي يجب إن يتعرف عليها الشخص الذي يدرس عملية تصميم الأنظمة الرقمية . ولتسهيل عملية فهم هذه التحويلات سيتم تقسيمها إلى مجاميع كل مجموعة تتشابه بطريقة التحويل .

1.6.1 التحويل من الأنظمة (غير العشرية) إلى النظام العشري :

لتحويل أي عدد من أي نظام عددي إلى نظام العشري يتم تحليل العدد إلى مراتبه اعتمادا على أساس ذلك النظام ثم إيجاد ناتج جمع الحدود ، والعدد الناتج من الجمع سيكون هو العدد في النظام العشري .

مثال : حول العدد $(1101.01)_2$ إلى النظام العشري :

$$(1101.01)_2 = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$
$$= 1 \times 1 + 0 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 + 0 \times 1/2 + 1 \times 1/4$$
$$= 1 + 0 + 4 + 8 + 0 + 0.25$$
$$= (13.25)_{10}$$

مثال : حول العدد $(125.4)_8$ إلى النظام العشري :

$$(125.4)_8 = 5 \times 8^0 + 2 \times 8^1 + 1 \times 8^2 + 4 \times 8^{-1}$$
$$= 5 \times 1 + 2 \times 8 + 1 \times 64 + 4 \times 1/8$$

ملاحظة : عند مقارنة الرموز السادس عشرية بالنظام العشري فان الرموز (A ← F) تساوي في النظام العشري (10 ← 15).

6.1 التحويلات بين الأنظمة العددية

أن عملية التحويل بين الأنظمة العددية من العمليات المهمة والتي يجب إن يتعرف عليها الشخص الذي يدرس عملية تصميم الأنظمة الرقمية . ولتسهيل عملية فهم هذه التحويلات سيتم تقسيمها إلى مجاميع كل مجموعة تتشابه بطريقة التحويل .

1.6.1 التحويل من الأنظمة (غير العشرية) إلى النظام العشري :

لتحويل أي عدد من أي نظام عددي إلى نظام العشري يتم تحليل العدد إلى مراتبه اعتمادا على أساس ذلك النظام ثم إيجاد ناتج جمع الحدود ، والعدد الناتج من الجمع سيكون هو العدد في النظام العشري .

مثال : حول العدد $(1101.01)_2$ إلى النظام العشري :

$$(1101.01)_2 = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$
$$= 1 \times 1 + 0 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 + 0 \times 1/2 + 1 \times 1/4$$
$$= 1 + 0 + 4 + 8 + 0 + 0.25$$
$$= (13.25)_{10}$$

مثال : حول العدد $(125.4)_8$ إلى النظام العشري :

$$(125.4)_8 = 5 \times 8^0 + 2 \times 8^1 + 1 \times 8^2 + 4 \times 8^{-1}$$
$$= 5 \times 1 + 2 \times 8 + 1 \times 64 + 4 \times 1/8$$

$$= 5 + 16 + 64 + 0.5$$
$$= (85.5)_{10}$$

مثال: حول العدد $(A15.C)_{16}$ إلى النظام العشري :

$$(A15.C)_{16} = 5 \times 16^{0} + 1 \times 16^{1} + 10 \times 16^{2} + 12 \times 16^{-1}$$
$$= 5 \times 1 + 1 \times 16 + 10 \times 256 + 12 \times 1/16$$
$$= 5 + 16 + 2560 + 0.75$$
$$= (2581.75)_{10}$$

2.6.1 التحويل من النظام العشري إلى الأنظمة الأخرى :

لتحويل أي عدد عشري إلى أي نظام أخر يجب تجزئته إلى جزء صحيح وجزء كسري وتحويل كل جزء بطريقة خاصة ثم جمع ناتج التحويل للجزئين للحصول على الناتج النهائي .

أولاً: تحويل الجزء الصحيح :

لتحويل الجزء الصحيح للعدد العشري لأي نظام نقوم بتقسيم العدد العشري على أساس النظام المطلوب التحويل إليه ونحتفظ بباقي القسمة ، ثم نأخذ ناتج القسمة ونقسمه مرة أخرى على أساس النظام ونحتفظ بالباقي وهكذا نستمر بتكرار العملية إلى أن نحصل على ناتج قسمة يساوي صفر . فيكون ناتج التحويل في عمود باقي القسمة بقراته من الأسفل إلى الأعلى وكتابته من اليسار إلى اليمين

ثانياً: تحويل الجزء ألكسري :

لتحويل الجزء ألكسري من العدد العشري إلى نظيره في الأنظمة الأخرى نقوم بضرب العدد ألكسري في أساس النظام المطلوب التحويل إليه ثم اخذ الجزء ألكسري فقط من ناتج الضرب وضربه

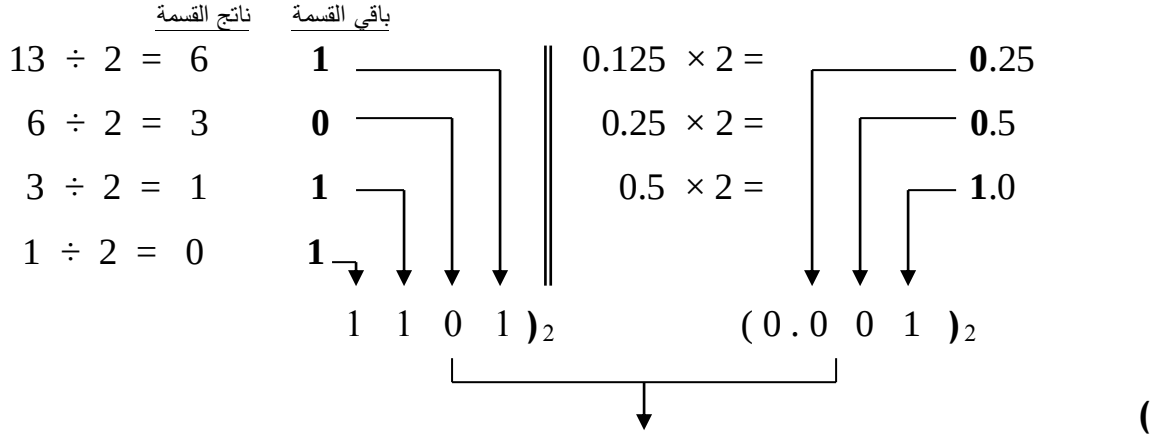
مرة أخرى في الأساس وهكذا تستمر عملية الضرب إلى أن نتوقف في إحدى الحالات التالية :

- إما أن يكون الجزء ألكسري الناتج في الضرب **يساوي صفر** .
- تكرار الجزء ألكسري أكثر من مرة .

- تعقيد الجزء ألكسري أكثر مع استمرار عملية الضرب .

بعد توقف عملية الضرب يتم قراءة ناتج التحويل في عمود الجزء الصحيح من الضرب بقراءته من الأعلى إلى الأسفل وكتابته بعد الفارزة من اليسار إلى اليمين .

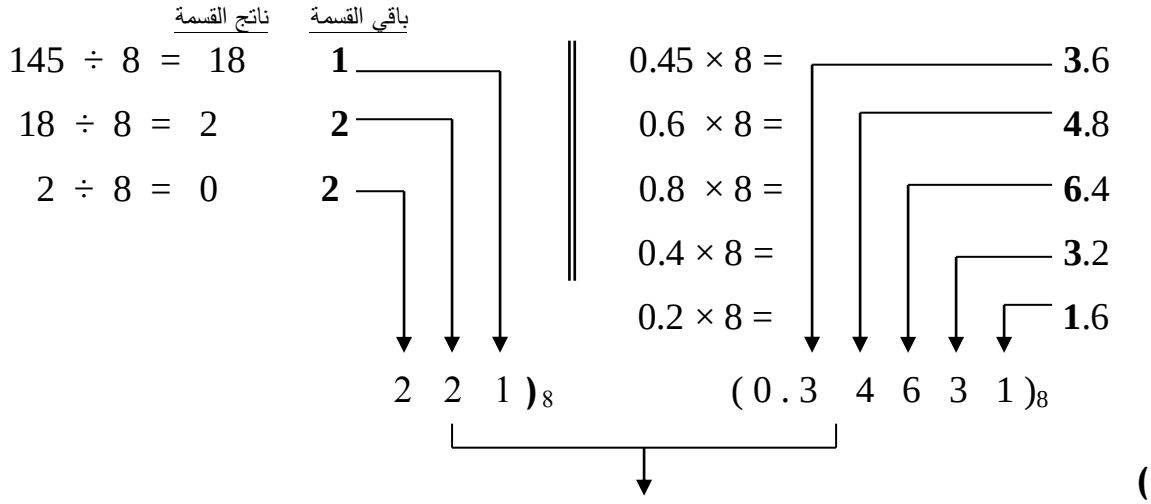
مثال: حول العدد $(13.125)_{10}$ إلى النظام الثنائي :



(

ناتج التحويل النهائي = $(1101.001)_2$)

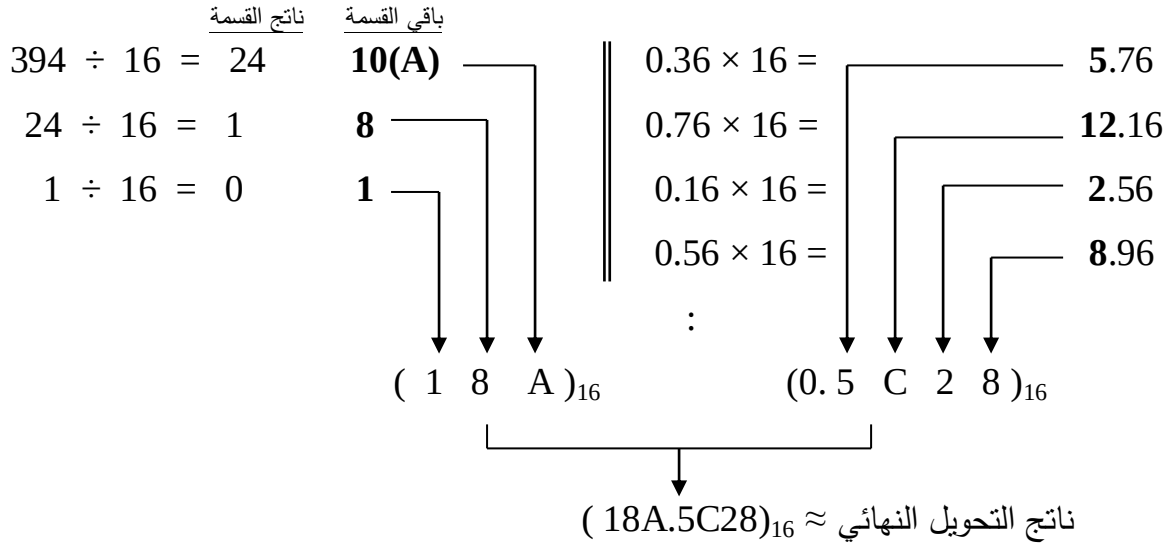
مثال: حول العدد $(145.45)_{10}$ إلى النظام الثماني :



(

ناتج التحويل النهائي =$(221.34631)_8$)

مثال: حول العدد $(394.36)_{10}$ إلى النظام السادس عشري :



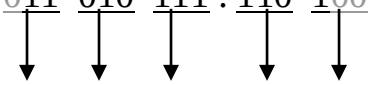
3.6.1 التحويل من النظام الثنائي إلى الثماني وبالعكس :

لتحويل العدد من النظام الثنائي إلى الثماني يقسم العدد الثنائي إلى مجاميع من ثلاثة مراتب ابتدءا من الفارزة باتجاه اليسار للجزء الصحيح وباتجاه اليمين للجزء ألكسري ,وإذا انتهت الأطراف بمراتب اقل من ثلاثة تكمل باصفار , ثم تحول كل مجموعة ثلاثية في النظام الثنائي إلى ما يقابلها في النظام الثماني كما في الجدول أدناه , والعدد الناتج هو العدد بالنظام الثماني .

الثماني	الثنائي		
	2^2	2^1	2^0
0	**0**	**0**	**0**
1	**0**	**0**	**1**
2	**0**	**1**	**0**
3	**0**	**1**	**1**
4	**1**	**0**	**0**
5	**1**	**0**	**1**
6	**1**	**1**	**0**
7	**1**	**1**	**1**

مثال: حول العدد $(11010111.1101)_2$ إلى النظام الثماني :

011 010 111 . 110 100



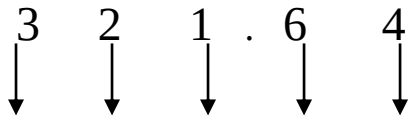
3 2 7 . 6 4

$$(11010111.1101)_2 = (327.64)_8$$

ولتحويل أي عدد من النظام الثماني إلى الثنائي فتكون العملية عكسية نسبة للتحويل السابق حيث يحول كل رمز ثماني إلى ما يعادله في النظام الثنائي من ثلاثة رموز وحسب الجدول السابق , ثم نحذف الاصفار التي في الطرف الأيمن والأيسر من التحويل إن وجدت والعدد الباقي هو ناتج التحويل .

مثال: حول العدد $(321.64)_8$ إلى النظام الثنائي :

3 2 1 . 6 4



011 010 001 . 110 100

$$(321.64)_8 = (11010001.1101)_2$$

4.6.1 التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشري وبالعكس :

إن التحويل بين النظام السادس عشري و الثنائي هو شبيه بطريقة التحويل الثنائي والثماني الفرق فقط هو إن المجاميع الثنائية في التحويل هي أربعة مراتب وجدول التحويل هو المبين أدناه

السادس عشري	الثنائي			
	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
A	1	0	1	0
B	1	0	1	1
C	1	1	0	0
D	1	1	0	1
E	1	1	1	0
F	1	1	1	1

مثال: حول العدد $(1111011.10101)_2$ إلى النظام السادس عشري :

0111 1011 . 1010 1000

↓ ↓ ↓ ↓

7 B . A 8

$(1111011.10101)_2 = (\mathbf{7B.A8})_{16}$

مثال: حول العدد $(8D.9)_{16}$ إلى النظام الثنائي :

8 D . 9

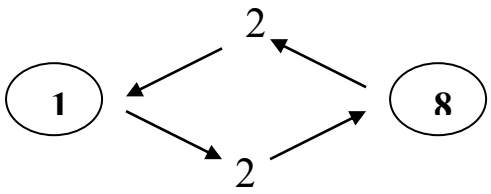
↓ ↓ ↓

1000 1101 . 1001

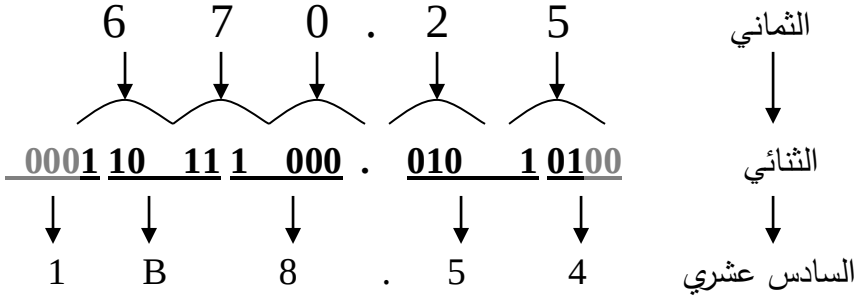
$(8D.9)_{16} = (\mathbf{10001101.1001})_2$

5.6.1 التحويل من النظام الثماني إلى السادس عشري وبالعكس :

للتحويل بين النظام الثماني و السادس عشري يتم الاستفادة من التحويلات السابقة لانجاز التحويل النهائي , مثلا إذا أردنا التحويل من الثماني إلى السادس عشري , يتم تحويل الثماني الثنائي ومن ثم تحويل الثنائي (الناتج) إلى السادس عشري , والعكس صحيح .



مثال: حول العدد $(670.25)_8$ إلى النظام السادس العشري :



$(670.25)_8 = (1B8.54)_{16}$

تمارين:

1. حول العدد $(82.01)_{10}$ إلى النظام الثنائي ؟
2. حول العدد $(540.12)_{10}$ إلى النظام الثماني ؟
3. حول العدد $(260.42)_{10}$ إلى النظام السادس عشري ؟
4. حول العدد $(101101.001)_2$ إلى النظام العشري ؟
5. حول العدد $(17E.2A)_{16}$ إلى النظام الثماني ؟
6. اوجد قيمة X في كل مما يأتي :

$(X)_8 = (35.875)_{10}$, $(X)_{16} = (10001010.101)_2$, $(X)_{10} = (804.1C)_{16}$

الخوارزميات والمخططات الانسيابية

LOGARITHMS AND FLOW CHARTS.....

2-1... المقدمة

لحل أي مسألة كانت سواء مسألة حسابيه أو منطقيه عبر استخدام الحاسبة ,لابد أن يتم تعريف المسألة ثم تحديد معالمها وتحليل عناصرها ,بالتالي يجب مراعاة ما يلي :-

1- تحديد البيانات المعطاة.
2- توضيح الهدف أو الغاية من حل المسألة.
3- تحديد النتائج المطلوبة.
4- وضع طريقه للحل على شكل مجموعه من الخطوات المتسلسلة والمتعاقبة وفق منطق رياضي.

إن مجموعة الخطوات المتسلسلة التي يم وضعها لحل المسألة تدعى بالخوارزمية (Logarithm) ويمكن تمثيل هذه الخطوات باستخدام أشكال رمزيه لها معاني محددة ومترابطة فيما بينها بشكل مخطط وصفي تسلسلي يدعى بالمخطط الانسيابي (Flow chart).

2-2... الخوارزميات Alogarithms

إن أصل كلمة خوارزمية تعود نسبة إلى عالم الرياضيات العربي (محمد بن موسى الخوارزمي 780-850 م) وهو صاحب كتاب الجبر المشهور (الجبر والمقابلة) وكانت تشير قديما إلى طريقة معالجة تنفيذ الحسابات كتابيا وذلك باستخدام نظام الأرقام العربية كبديل لحسابها على آلة الاباكس[1].
أما في يومنا هذا أصبحت تعني وصف لطريقة معالجة أي مسألة واجب تنفيذها على الحاسبة الالكترونية بدلا من أجراها يدويا, وتكون بشكل مجموعة من الخطوات المرتبة بشكل متسلسل لتنفيذ عمليات حسابية أو منطقية أو غير ذلك.
تمتاز الخوارزميات بما يلي:-

1- تكون عبارة عن مجموعة من الخطوات المتسلسلة والمرقمة.
2- تكون أهداف هذه الخطوات واضحة .
3- تكتب بلغة سلسلة وبسيطة كما يفضل الابتعاد عن التشعب والحرص على الدقة في شرح طريقة الحل .

مثال (2-1).. أكتب خوارزمية لحساب مساحة دائرة(A) لها نصف القطر (r).

1- البداية.
2- أقرا نصف القطر r .
3- أقرا قيمة النسبة الثابتة Pi.
4- احسب مساحة الدائرة من العلاقة ($A=Pi\ r^2$).
5- أطبع قيمة المساحة A.
6- النهاية.

مثال (2-2).. أكتب خوارزمية برنامج يقوم بطباعة معدل ثلاث درجات.

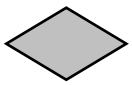
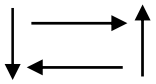
1- البداية.
2- أقرا الدرجة الأولى X .
3- أقرا الدرجة الثانية Y .
4- أقرا الدرجة الثالثة Z .
5- حساب قيمة المجموع (Sum) وحسب العلاقة (Sum= X+Y+Z).
6- حساب المعدل (Average) وحسب العلاقة (Average=Sum/3)
7- طباعة المعدل.
8- النهاية.

2-3... المخططات الانسيابية Flow Charts

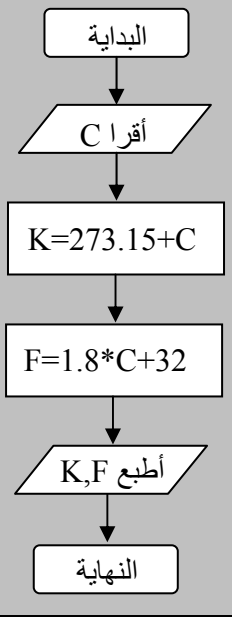
يمكن تعريف المخطط الانسيابي بأنه رسم تخطيطي للمنطق المستعمل في حل المسألة , ويتألف من مجموعه من الأشكال والرموز الخاصة المرتبة حسب ترتيب معين تفرضه المسألة ومرتبطة مع بعضها بخطوط مستقيمة.
هذه الأشكال والرموز متعارف عليها وتمثل أنواع مختلفة من الفعاليات.
يتم رسم المخطط الانسيابي للمسالة وذلك لعدة أسباب منها:-

1- لكي يمثل المنطق المستخدم في حل المسألة بشكل تخطيطي.
2- لكي يوفر طريقة اتصال بين منطق المسألة والإنسان.
3- لكي يقسم المسألة الكبيرة إلى عدة أجزاء صغيرة من السهل التعامل معها ويمكن برمجة هذه الأجزاء دون قلق على المسألة بشكلها الكامل .
4- لكي يبين العلاقة بين جزء وأخر من المسألة.
5- لكي يوفر رؤيا واضحة لوصف المعالجة وكذلك يعطي سيطرة أفضل على العمليات المشاركة في حل المسألة.
6- لكي يوفر برنامج عمل تفصيلي لحل المسألة.

فيما يلي قائمة بالأشكال والرموز المستخدمة في رسم المخطط الانسيابي للمسائل :-

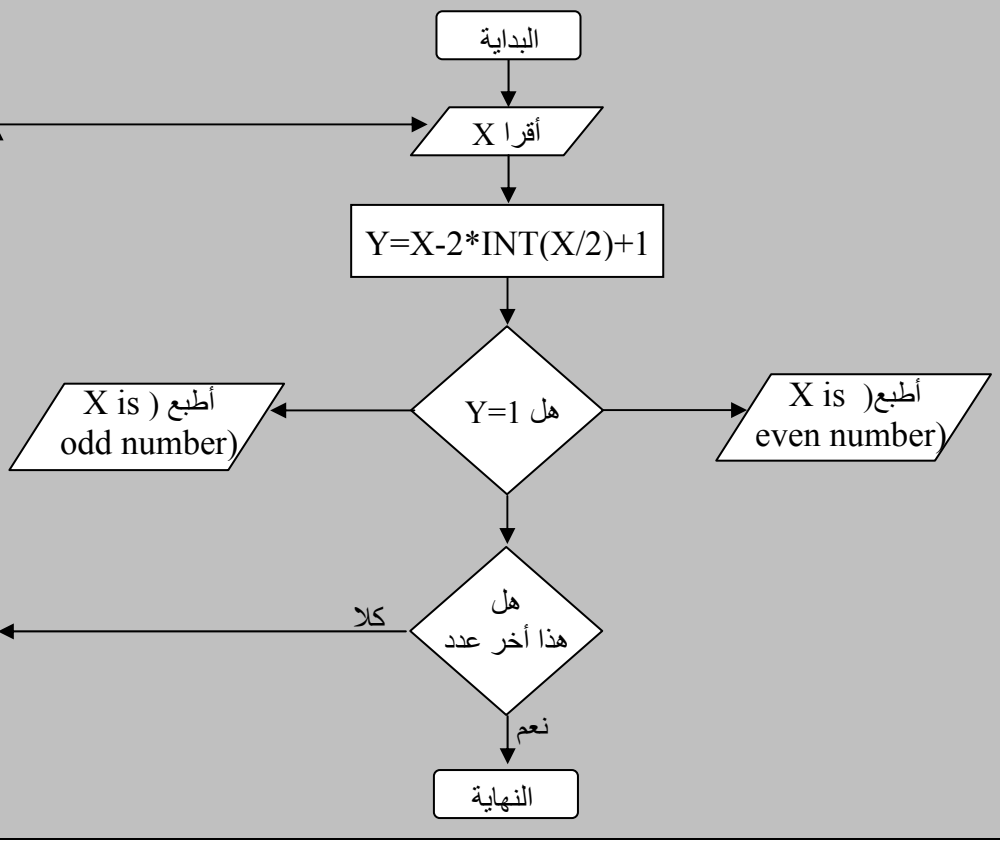
الشكل أو الرمز	الغاية	شرح لطريقة استخدامه
	بداية / النهاية	إذا وضع في أعلى المخطط فأنة يشير إلى بداية البرنامج أما إذا وضع في أسفل المخطط فانه يمثل نهاية البرنامج
	إدخال / إخراج	يشير إلى عملية إدخال البيانات أو إخراجها (طباعتها على الشاشة مثلا)
	المعالجة	يوضح عملية معالجة أو مجموعة من العمليات من خلال تنفيذ عملية حسابية
	اتخاذ القرار	يستخدم للتعبير عن نقطة اتخاذ القرار مثل عملية مقارنه بين قيمتين على أساسها يتم اتخاذ قرار باتجاه معين
	خط الانسياب	وتمثل اتجاه التدفق المنطقي لحل المسألة
	نقطة الربط	تستخدم عند تجزئة مخطط كبير إلى أجزاء ترتبط عند هذه النقاط التي تحمل الرموز نفسها

مثال (2-3).. أرسم المخطط الانسيابي لبرنامج يقوم بقراءة درجة الحرارة (بمقياس المئوي C) وحساب قيمتها وطباعتها (بمقياس الكلفن K) و(بمقياس الفهرنهايت F).



مثـال (2-4).. أرسـم المخطـط الانسـيابي لبرنـامج يقـوم بفـرز الأعـداد الزوجيـة عـن الأعـداد الفرديـة بالاستفادة من القانون التالي :-

Y=X-2*INT(X/2)+1
IF
Y=1 Then X is even number
Y=2 Then X is odd number

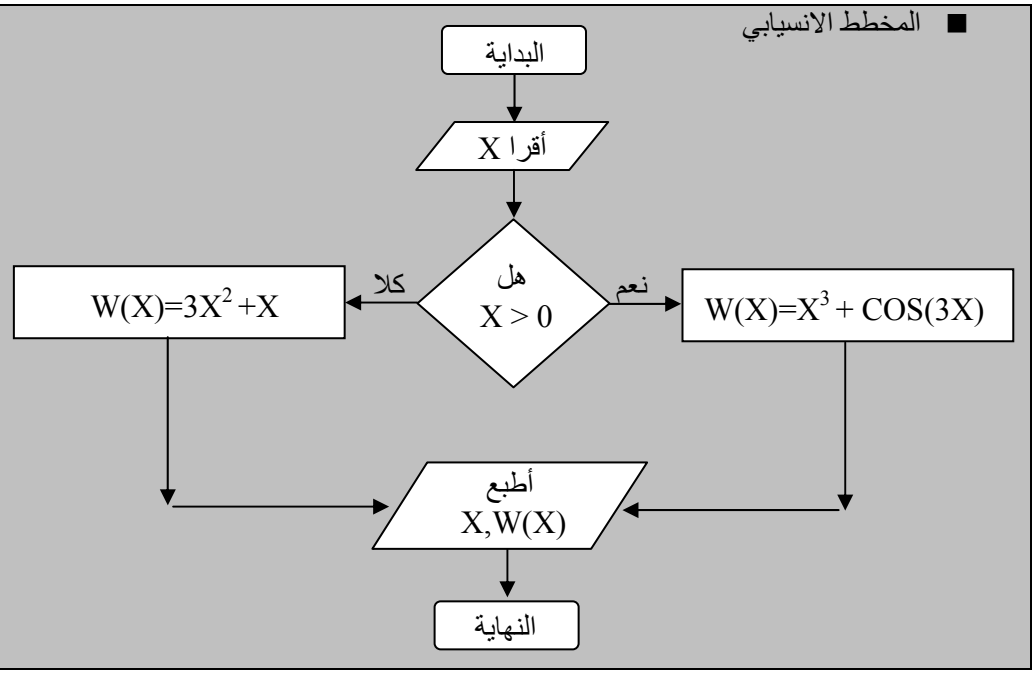


مثال (2-5).. أكتب الخوارزمية وارسم المخطط الانسيابي لبرنـامج مخصص لقراءة المتغير (X) ثم حساب قيمة الدالة (W(X)) تبعا لقيمة (X) من خلال ما يأتي :-

$$W(X)=\begin{cases} X^3+COS(3X) & X>0 \\ 3X^2+X & X\le 0 \end{cases}$$

■ الخوارزمية
1- البداية.
2- اقرأ (X).
3- قارن قيمة (X) بالصفر.
4- إذا كانت موجبه اذهب إلى الخطوة (5) وإلا اذهب إلى الخطوة (6).
5- احسب قيمة W(X) من المعادلة ($W(X)=X^3+COS(3X)$) ثم اذهب إلى الخطوة (7).
6- احسب قيمة W(X) من المعادلة ($W(X)=3X^2+X$).
7- أطبع قيمة X,W(X).
8- النهاية.

■ المخطط الانسيابي

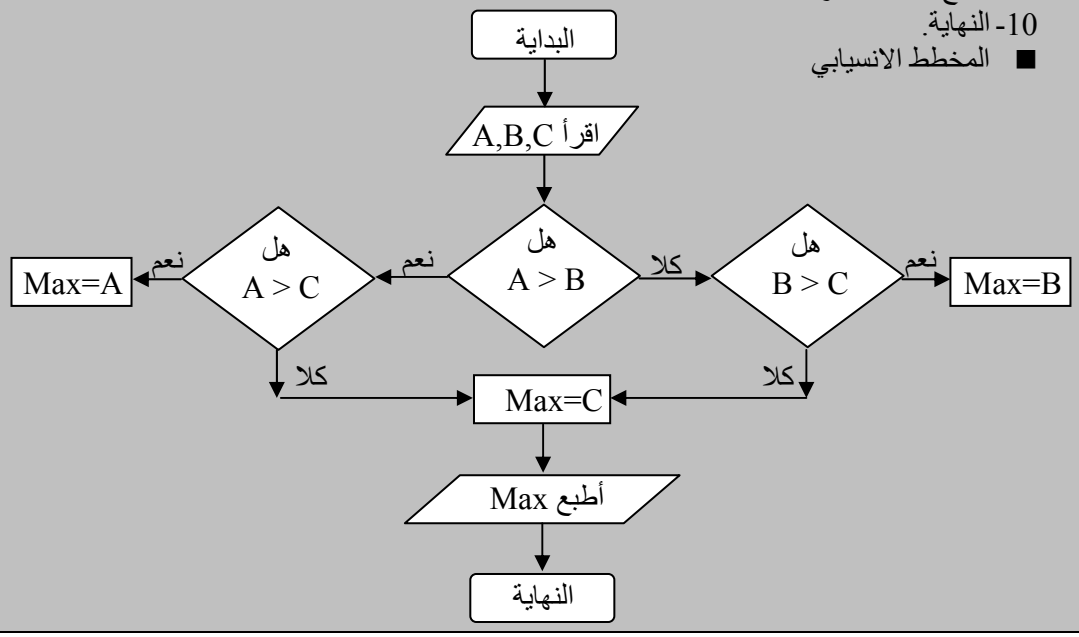


مثال (2-6).. أكتب الخوارزمية وارسم المخطط الانسيابي لبرنامج يقوم بإدخال ثلاثة أعداد (A,B,C) ومعرفة اكبر عدد بينها .

■ الخوارزمية

1- البداية.
2- اقرأ الأعداد (A,B,C).
3- قارن العدد الأول (A) مع العدد الثاني (B).
4- إذا كان العدد الأول (A) اكبر فاذهب إلى الخطوة التالية عدا ذلك اذهب إلى الخطوة (7).
5- قارن هل العدد الأول (A) اكبر من العدد الثالث (C) .
6- إذا كانت الإجابة (نعم) فان العدد الأول(A) هو الأكبر وإذا كانت الإجابة (كلا) فان العدد الثالث (C) هو الأكبر , اذهب إلى الخطوة (9).
7- قارن هل العدد الثاني (B) اكبر من العدد الثالث (C) .
8- إذا كانت الإجابة (نعم) فان العدد الثاني (B) هو الأكبر وإذا كانت الإجابة (كلا) فان العدد الثالث (C) هو الأكبر.
9- أطبع العدد الأكبر.
10- النهاية.

■ المخطط الانسيابي



4-2... واجب بيتي Home Work

أكتب الخوارزمية وارسم المخطط الانسيابي لكل مما يلي:-

1- برنامج يقوم بحساب حجم الفراغ والحجم الصلد لكرة مجوفة , علما بان (حجم الكرة = $\frac{4}{3}\pi r^3$)
و(r) تمثل نصف قطر الكره.

2- برنامج يقوم بإيجاد زمن ذبذبة بندول (T) بالثواني بدلالة طوله (L) بالأمتار ولزاوية إزاحة صغيرة , مستخدما قانون الإزاحة بزاوية صغيرة وهو كما يلي:-

زمن الذبذبة بالثواني = 2 × النسبة الثابتة × $\sqrt{\frac{L}{g}}$

حيث إن (g) يمثل التعجيل الأرضي .

3- برنامج يقوم بإدخال (X) وحساب (Z) من التعبير التالي:-

$$Z = \frac{1}{X} - \frac{1}{X^2} + \frac{2}{X^3} - \frac{6}{X^4}$$