البرامج بإستخدام الحاسب الآلي. ولقد مرت هندسة البرامج خلال تاريخ الحاسب الآلي على مراحل متعددة تطورت بتقدم تقنيته وتعدد استخداماته، ومن خلال ذلك أمكن استخدام الحاسب في كثير من التطبيقات بسهولة أكثر وتكلفة أقل، وسيجد القاريء في مقال «هندسة البرامج بإستخدام الحاسب الآلي» تفصيلا أكثر عن هذا المجال الحيوي.

تعددت مجالات استخدام الحاسب الآلي،ولعل استخدامه في مساندة التعليم من أهم التطبيقات الحديثة، حيث أصبح أداة تعليمية فعالة أفادت كثيرا في تطور نظم التعليم الإدارية والأكاديمية خاصة في الجامعات والمدارس الثانوية. وقد دخلت علوم الحاسب الآلي المختلفة كمادة تعليمية تُدرَّس في المراحل التعليمية في مناطق كثيرة من دول العالم، وسيجد القاريء توضيحا مفصلا لهذا الجانب في مقال«الحاسب الآلي كمادة ووسيلة تعليمية».

أما في العالم العربي، فعلى الرغم من إدخال الحاسب الآلي في التعليم، إلا أن هناك حاجة إلى جهود كبيرة لتعميمه في مختلفة المراحل. ويقتضي ذلك توفير الموارد المالية والخبرة البشرية. وقد وضعت المملكة العربية السعودية برامجاً طموحة لتوفير المعدات اللازمة وتدريب وتأهيل الكفاءات الوطنية بأعداد تفي متطلبات العصر المتجددة في هذا المجال عن طريق جامعات المملكة والمراكز والمعاهد المتخصصة. وسيجد القاريء تفصيلا موسعا لهذا الموضوع في مقال «الحاسب الآلي ومناهج التعليم».

كما أن هناك استخدامات متطورة للحاسب تفتح آفاقا جديدة، ومن أهمها تطبيقات الذكاء الإصطناعي حيث يبدو الحاسب ولديه القدرة على التحليل والإستنتاج، ويعطي مقال « الذكاء الإصطناعي » معلومات وافية عن هذا المجال.

يطول الحديث عن الحاسب الآلي وعن ما تم بوساطته من تطور هائل في مجالات شتى لا يمكن تناولها بالتفصيل هنا ، ولعلنا نكتفي بهذا القدر في هذا العدد على أمل أن نلقي مزيدا من الضوء على عدد من مجالات تطبيق الحاسب الآلي في العدد القادم - بإذن الله.

تاريخ الحاسب الآلي وتطوره

د. سمير عيسى سعد

شعر الإنسان القديم بالحاجة إلى إجراء عمليات العد والحساب، وقد استخدم لذلك الأدوات التي كانت متوفرة لديه والتي تعد الآن غاية في البساطة والبدائية.ولعل أقدم وسائل العد التي توفرت لديه هي أصابع يديه التي لا شك أنها أول حاسبة يستخدمها، كما أن أبسط العمليات الحسابية التي قام بها هي عملية الجمع.

أدوات العد البدائية

ومع تقدم الزمن إستعان الإنسان في عمليات العد بالطبيعة،فاستخدم لذلك الأعواد الصغيرة والحصى وعُقَدْ الخيوط والعلامات المحفورة على العصي الطويلة.ويرى البعض أن العمليات الحسابية كان يمكن أن تتطور بشكل سريع منذ تلك المرحلة لو اعتمد الإنسان على النظام الثنائي بدلا من النظام العشري فى تلك العمليات .

ازداد حجم العمليات الحسابية اللازم إجراؤها مع تطور المجتمعات الصغيرة ونموها وتحولها إلى أمم ذات اهتمامات ومصالح تجارية وزراعية ، مما استوجب تطوير أساليب الحساب وأدواته لمساعدة الإنسان على متابعة أعماله المختلفة . ولعل

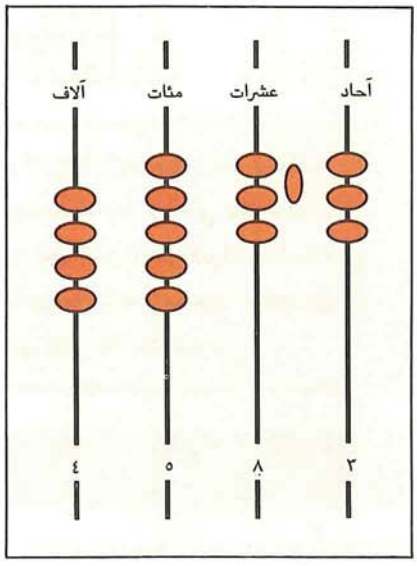
من أوائل الأدوات الحسابية التي ابتكرها الإنسان ما يلي :

١ ـ المعداد اليوناني (Abacus)

ابتكر اليونانيون القدامى هذا المعداد سنة ٥٠٠ ق.م. تقريبا، وأصل التسمية باللغة اليونانيه هو (abakos)*. وهو لوحة من النوى مثبتة عليها أسلاك تمثل الآحاد والعشرات و المئات والآلاف..الخ.وهناك عدادات موضوعة بين هذه الأسلاك تمثل الخمسين ثم الخمسمائة... وهكذا.كانت هذه العدادات في بداية عهد المعداد اليوناني عبارة عن حصى أو عظام مقطعة، ثم حُسِّنت لتصبح خرزا يوضع في الأسلاك. ويمكن بإزالة وإضافة وترتيب تلك العدادات إتمام عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة، هذا ويمثل شكل (١) العدد ٤٥٨٣.

٢ ـ المعداد الصيني

بحلول القرن الثالث عشر الميلادي ـ ونظرا لما للحضارة الصينية من وضع مالي متطور آنذاك ـ قام الصينيون بتطوير معداد خاص بهم (أصل التسمية الصينية (Suan - Pan).يتكون هذا المعداد من صفوف من الخرز المثبت على أسلاك يفصلها إلى جزءين قضيب من الخشب يمتد أفقيا، ويعرف المعداد المبين في شكل (٢) بالمعداد ٥ , ٢، حيث يوجد في القسم العلوي من كل سلك خرزتان، وفي قسمه السفلي خمس خرزات. يُقرأ العدد على أساس موضع الخرزة، فهي أما فوق القضيب الخشبي (on) وتحسب على أساس أنها تساوي خمس وحدات، وإما تحت القضيب الخشبي (off) وتحسب وحدة واحدة فقط. وتتم عمليات الحساب عندما تكون الخرزات قريبة من القضيب الخشبي، بحيث أن السلك الذي لا توجد فيه أية خرزة قريبة من القضيب الخشبي يعني الصفر في مرتبته. هذا وتحسب الأرقام على أساس أن تكون الأقل قيمة منها دائما على اليمين. ويوضح شكل (٢) تمثيل الرقم ٧٢٣٠١٨٩ في هذاالمعداد .



● شكل (١) المعداد اليوناني .

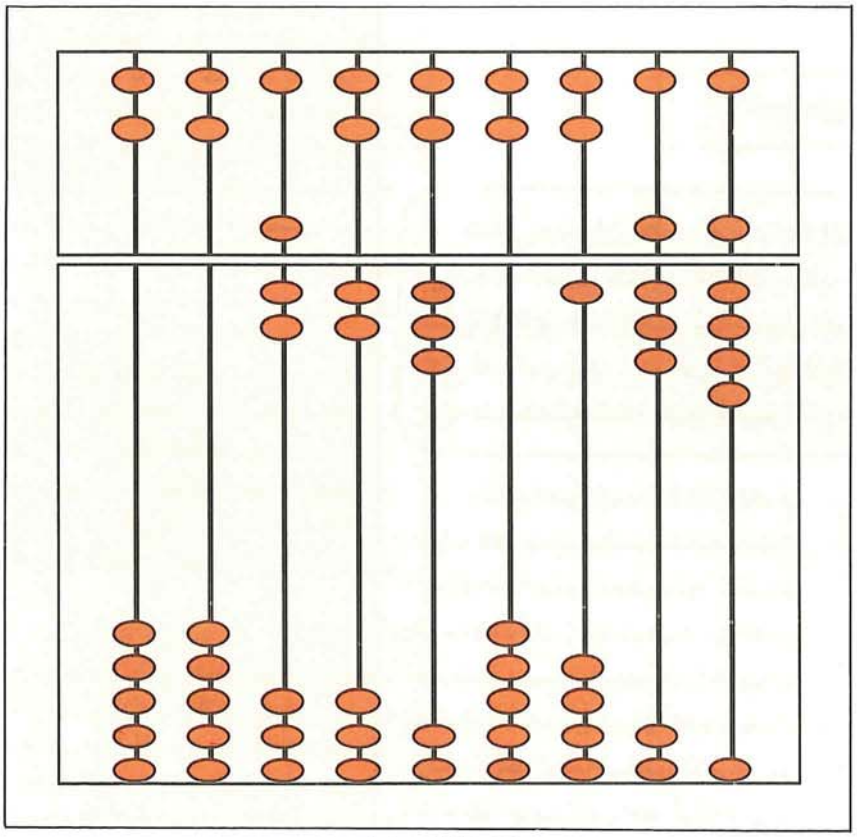
* الكلمة تعني أصلا لوح مغطى بطبقة من الغبار، والإشارة هنا إلى أنه كان يكتب على اللوح بإزالة جزء من الغبار، وكان يقسم هذا اللوح إلى خطوط عمودية تمثل الآحاد ، العشرات، المئات ....، وأما العدادات فكانت إشارات توضع على هذه الخطوط العمودية.

٣ ـ المعداد الياباني

في القرن السادس عشر الميلادي عدل اليابانيون المعداد حيث صمموا المعداد ١,٤، وهو على مبدأ المعداد الصيني ولكنه يختلف عنه بوجود خرزة واحدة فوق القضيب الخشبي وأربع خرزات تحته.وما زال هذا المعداد يتمتع بشعبية حتى الآن في اليابان، إذ يستطيع شخص متمرن وماهر أن يجري عليه عمليات حسابية بسرعة مدهشة توازي سرعة الحاسب الحالية، ولذلك فهو يستعمل حتى الآن في اليابان وهونج كونج وبعض دول شرق آسيا.

الحاسبات الرقمية

استعمل عالم الرياضيات جان نابيير (Jhon Napier) في عام ١٦١٤م الخوارزميات للمساعدة في تسهيل عملية الضرب والقسمة،وقد أدى هذا العمل ـ



● شكل (٢) المعداد الصيني .

بالإضافة إلى تطور الآلات الميكانيكية ـ إلى ظهور الحاسبات الرقمية، ومن أهم هذه الحاسبات ما يلي:ـ

١ ـ حاسب باسكال

اخترع العالم الفرنسي بليز باسكال (Blaise Pascal) عام ١٦٤٢م آلة عرفت باسمه. وتشتمل هذه الآلة على عجلات مسننة ترتبط بعضها مع بعض ومحفور على أطرافها الأرقام من ١ إلى ٩، وقد صنعت الآلة بحيث يمكن النظر إلى موضع كل عجلة من خلال نافذة زجاجية، وبذلك يمكن إدارة القرص إلى الموضع المناسب للحصول على الرقم المطلوب. وقد صممت العجلات بحيث تدور وفق أسس معينة، شكل (٣)، فعندما تدور العجلة الأولى (من اليمين) عشر مرات تكون تلك التي بجانبها قد أكملت دورة واحدة وهكذا.... وتتم عمليات الجمع والطرح بقطر عجلات التعشيق والتي تعمل كمزلاج آلي على العجلات المجاورة عندما يتم تجاوز الرقم ٩. تشبه آلة باسكال المعداد في أن الأعداد الأقل قيمة تكون عادة على اليمين، وتتميز عنه بوجود ذاكرة ميكانيكية تحفظ حتى ثمانية أرقام،ولكن يؤخذ عليها أنها جهاز معقد لم يضف تطورا على العمليات الحسابية التي كانت تتم بوساطة المعداد.

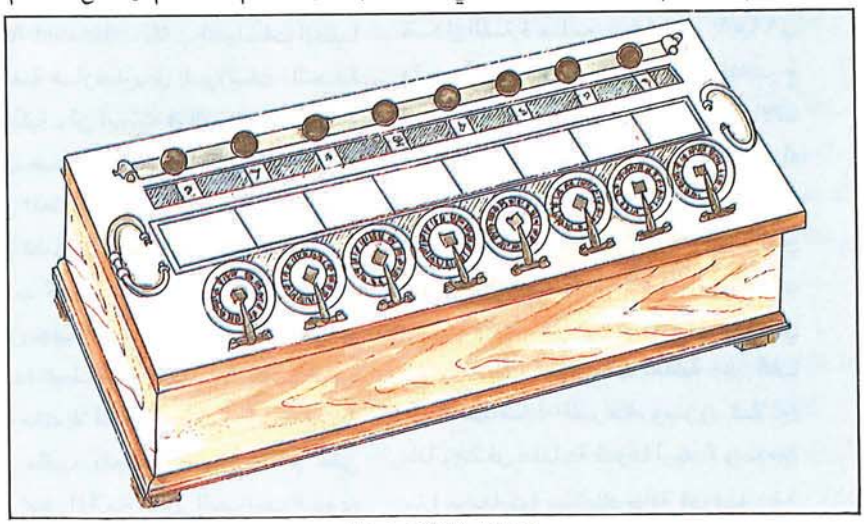
٢ ـ الحاسب الجاهز

في عام ١٦٧١م تناول المفكر الألماني جوتفريد لايبنيز (Gottfried Leibniz) فكرة آلة باسكال وطورها، ووضع نظرية مفادها أن الحساب بالرموز العشرية بطيء جدا ويربك آلية عمل الجهاز، بينما الحساب بالرموز الثنائية وعلى شكل متقطع مبسط بين وضعي (on و off) يسهِّل بناء الحاسب من جهة ويكون من جهة أخرى أقدر على أداء قوة حسابية كبيرة. ومن التطور الذي أدخله لايبنيز على آلة باسكال إستخدام الأسطوانة الدائرية بدلا من العجلات، حيث سميت آلته الحاسب الجاهز(Ready Reckoner).

أوضحت مخططات لايبنيز التصميمية كيف يمكن للآلة أن تتم عمليات الضرب والقسمة وحساب الجذر التربيعي بسهولة، وذلك بسلسلة من عمليات إعادة الجمع وهو أسلوب تتّبعه معظم الحاسبات المعاصرة. ولم تكن المهارات الميكانيكية والصناعية المتاحة في ذلك الوقت متطورة بحيث تناسب الأفكار التصميمية التي وضعها لايبنيز، لذا كان الحاسب الجاهز غير دقيق خاصة في القسمة المطولة، إضافة إلى أنه كان صعب الاستعمال.هذا وقد بلغت أفكار لايبنيز درجة من القيمة جعلتها تعرض على الجمعية الملكية في لندن سنة ١٧٩٤م.

٣ ـ حاسب المحرك الفرقي

بحلول عام ١٨١٢م وضع عالم الرياضيات الانجليزي تشارلز بابيج (Charles Babbage) أسس تصميم حاسب عرف باسم «المحرك الفرقي».إعتمد عمل هذا الحاسب ـ في وقت لم تكن الكهرباء قد اكتشفت فيه بعد ـ على مبدأ ميكانيكي بحت يستطيع بموجبه إجراء بعض العمليات الحسابية بدقة تصل إلى ثمانية أرقام بعد الفاصلة. وقد قام بابيج بتطوير هذا الحاسب في عام ١٨٢٣م فصمم حاسبا تصل دقة العمليات الحسابية فيه إلى ٢٠ رقما بعد الفاصلة .



● شكل (٣) آلة باسكال .

٤ ـ حاسب الآلة التحليلية

بحلول عام ١٨٣٤م حدث تطور آخر في صناعة الحاسبات،حيث تمكن بابيج من اختراع حاسب سماه « الآلة التحليلية».ويعد هذا الحاسب أول آلة تشمل العناصر الرئيسة للحاسب الذي نعرفه اليوم، إذ كانت تحتوي على وحدة تحكم ووحدة حساب وذاكرة ووحدتي إدخال وإخراج. وتتكون الآلة التحليلية من جزءين، أحدهما ذاكرة تخزين تتكون من صفوف من العجلات تقوم بحفظ الأرقام،أما الجزء الثاني من الآلة التحليلية فهو وحدة تخزين مركزية تقوم بجميع العمليات الحسابية وتوجيهها. وهي بذلك تحوي ـ إن جاز أن نطلق عليهما مسميات اليوم ـ ذاكرة وصول عشوائي (RAM) ميكانيكية وذاكرة قراءة فقط (ROM).

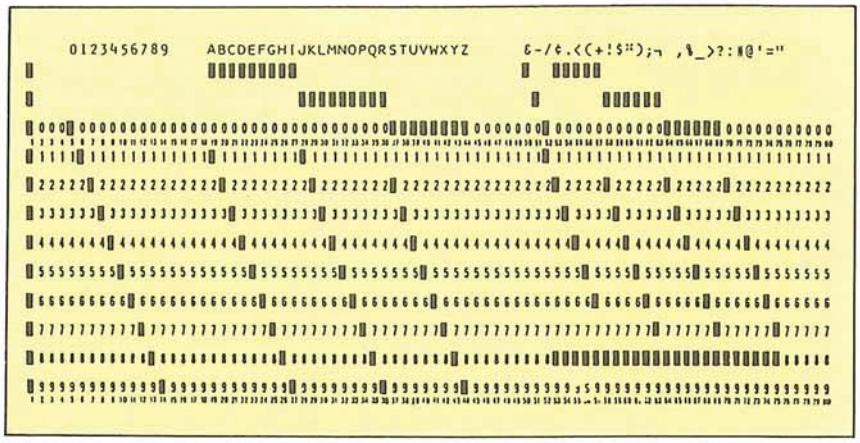
تعد فكرة الآلة التحليلية نتاج تطور المهارات التقنية المتنامية للثورة الصناعية التي شملت العديد من أوجه الحياه في القرن التاسع عشر، كما تدين فكرتها إلى العمل المعقد الذي يقوم به النول في النسيج،فمثلما يشق النول طريقه بشكل ميكانيكي بين خيوط القماش لنسجها، يمكن أن تعمل الآلة التحليلية على فرز وتصنيف الثقوب الموجودة على البطاقات المثقّبة بوساطة مجسات خاصة.و يكمن الإختلاف الحقيقي بين آلة بابيج التحليلية وما سبقها من حاسبات في مقدرتها على

تغيير معلوماتها لاستعمالها في عمليات حسابية أخرى.

حقق بابيج قفزة حقيقية باستخدامه للمتغيرات التي حققها في جهازه بمجموعة من العجلات يمكن برمجتها لتغيير قيمتها مع تقدم العمليات الحسابية، وبذلك يعد بابيج أول مصمم حاسب رقمي حقيقي. وتجدر الإشارة إلى أنه تمخض عن عصر النهضة الصناعية في أوربا ظهور حاسبات أخرى ولكنها لم تجد الإهتمام الكافي،إذ أن حدود التصنيع بالوسائل الميكانيكية قد تم الوصول إليه. وظل الناس في إنتظار إكتشاف جديد يساهم في تطوير الحاسب الرقمي إلى أن جاء إكتشاف الكهرباء الذي غير الكثير من المفاهيم ودفع بعجلة التطور في شتى المجالات ، فبين عامي ١٨٦٠م و١٨٨٠م تم تطوير تقنية توليد ونقل الكهرباء،كما تم تطوير استخداماتها مما كان له أثر كبير فى تطوير الحاسب.

٥ ـ البطاقات المثقّبة

بدأ إستخدام البطاقات المثقّبة منذ القرن الثامن عشر في صناعة النسيج، وفي عام ١٨٠١م اخترع فرنسي يملك معملا للنسيج يدعى جوزيف جاكارد (Joseph Jacard) آلة تعمل آليا لنسج الأقمشة وتعتمد في عملها على استخدام البطاقات المثقّبة للتحكم في عملية النسيج الآلية.وفي نهاية القرن التاسع عشر طور هيرمان هوللريث (Herman Hollerith) عالم الإحصاء الأمريكي فكرة البطاقات المثقبة، وذلك بإدخال قارئة البطاقات الكهروميكانيكية التي زادت من سرعة ودقة العمل عند معالجة المعلومات، ويبين شكل (٤) إحدى



● شكل (٤) البطاقة المثقبة .

البطاقات المثقّبة التقليدية التي تم تطويرها في الثلاثينات من القرن العشرين واستمر انتشار استخدامها حتى بداية الثمانينات، وتتسع كل بطاقة من هذا النوع إلى ٨٠ رقما أو حرفا.

الحاسبات الكهروميكانيكية

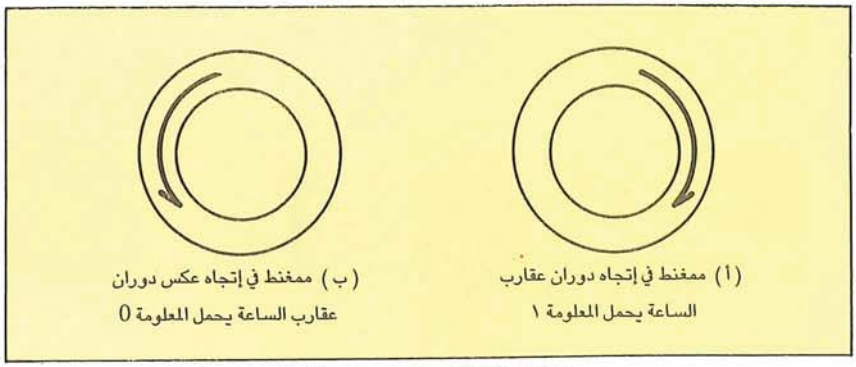
طرأ تقدم عظيم في حقل الإلكترونيات بعد ظهور الكهرباء، وبدأ العلماء في سبر أغوار أفكار بابيج للوصول إلى أول حاسبات تعمل بالطاقة الكهربائية. ففي عام ١٩٣٧م وجد هاورد آيكن (Howard Aiken) ـ طالب الدراسات العليا بجامعة هارفارد في الولايات المتحدة الأمريكية ـ أن أبحاثه في الفيزياء معطلة بسبب ضخامة الحسابات اللازمة لحل بعض المعادلات الرياضية. وبعد تعمقه في أعمال تشارلز بابيج،عمد إلى وضع اقتراح لحاسب كهروميكانيكي .ويشارك جهاز آيكن جهاز هوللريث في اعتماده على مبدأ البطاقات المثقبة كقاعدة للمعلومات إلا أنه يستعيض عنها بشريط ورقي مثقب. ولم يمر عام ١٩٣٩م حتى وضع آيكن الملامح الأولى للحاسب الذي أسماه (هارفارد مارك ـ I). وبالتعاون مع طاقم من مهندسي شركة IBM تم بناء الحاسب المذكور، وهو يستطيع ـ مثله مثل اختراع بابيج ـ أن يعّدل برامجه كلما تقدمت العمليات الحسابية، إلا أنه يحتاج إلى وقت طويل لتنفيذ البرنامج مقارنة بالإلكترونات الصغيرة في عالم اليوم،إضافة إلى كبر حجمه بسبب استخدام المكونات الميكانيكية، إذ كان يحتوي على ثلاثة أرباع مليون جزء ميكانيكي، كما بلبغ طوله خمسة عشر مترا ونصف المتر وارتفاعه مترين ونصف المتر. وكان هذا الحاسب قادرا على تخزين اثنين وسبعين عددا وجمع ثلاثة أعداد في الثانية الواحدة. هذا ولم يقف آيكن عند الحاسب مارك ـ I بل قام بتحسينه فأنتج مارك ـ II ومارك ـ III وأخيرا مارك ـ IV.

الحاسبات الإلكترونية

تطورت الحاسبات بسرعة مذهلة إلى حد جعل ظهور التصاميم الأكثر تطورا يسبق بدء انتاج التصاميم التي قبلها. وقد شهد عصر الإلكترونيات في القرن العشرين طفرة كبيرة تمخض عنها أربعة أجيال من الحاسبات وهى:-

١ ـ الجيل الأول

ظهر الجيل الأول للحاسبات الإلكترونية خلال الفترة ما بين ١٩٤٠ إلى ١٩٥٩م، وقد عرف باسم جيل الصمام المفرغ (Vacuum Tube) نظرا لاستخدام عدة آلاف من الصمامات المفرغة في مختلف أجزاء الحاسب، وخاصة وحدة الحساب ووحدة التحكم.ويعد حاسب إنياك (Eniac) ـ الذي بدأ عمله الفعلي سنة ١٩٤٦م ـ أول حاسب يستخدم الصمامات المفرغة، وهو يحتوي على مائة ألف عنصر منها ثمانية عشر ألفا من الصمامات المفرغة، ويزن ثلاثين طنا،ويشغل مساحة قدرها أربعة وسبعين مترا مربعا،كما يستهلك طاقة قدرها ١٤٠ كيلو وات/ساعة.ويقوم هذا الحاسب



● شكل (٥) قلوب حديدية ممغنطة .

بإنجاز خمسة آلاف عملية حسابية في الثانية، وهو بذلك يفوق في سرعته حاسب مارك ـ I بألف مرة إلا أن له عيبين أساسين يتمثلان فى عدم قدرته على تخزين أكثر من عشرين عدد، و استغراق برمجته وقتا طويلا. وقد تم تطوير حاسب إنياك بإنتاج حاسب جديد أطلق عليه يونيفاك (Univac)،وهو أول حاسب يستخدم الشرائط الممغنطة لتخزين المعلومات،حيث تتميز هذه الشرائط بأنها أقل حجما وأسرع استخداما من البطاقات المثقّبة.

يتضح مما سبق أن حاسبات الجيل الأول كانت كبيرة الحجم وكثيرة العطب بفعل قصر عمر الصمَّام الناجم عن تولد طاقة حرارية عالية عند التشغيل،كما أن إعداد البرامج كان يستغرق وقتا طويلا وذلك لاقتصار لغة البرمجة على لغة الآلة التي تعتمد على الأرقام لإعداد التعليمات والأوامر بدلا من استخدام الكلمات والتعابير.

٢ ـ الجيل الثاني

أدى اختراع الترانزستور إلى ظهور ما يعرف بالجيل الثانى من الحاسبات، وذلك في الفترة ما بين ١٩٥٩م إلى ١٩٦٤م . وعلى الرغم من أن الترانزستور له نفس استخدامات الصمامات المفرغة، إلا أنه يمتاز عليها بأنه أصغر حجما و أطول عمرا وأرخص سعرا، كما أنه أقل استهلاكا للطاقة الكهربائية وأقل طردا للحرارة.وتتميز حاسبات الجيل الثانى باستخدام الذاكرة المصنوعة من القلب الحديدي الذي يمكن مغنطته في اتجاه معين أو في الإتجاه المعاكس، (شكل ٥). وقد أدى استخدام الترانزستور والقلب الحديدي إلى أن تكون حاسبات هذا الجيل قادرة على إتمام أكثر من عشرة آلاف عملية حسابية في الثانية الواحدة وعلى تخزين ما يقرب من عشرة آلاف كلمة. ومع ظهور هذا الجيل من الحاسبات تطورت البرمجة أيضا، ففي حاسب إدساك (Edsac) ـ أحد حاسبات هذا الجيل ـ تم استخدام الحروف الأبجدية والرقمية والرموز الخاصة بدلا من الأرقام الثنائية في برمجة الحاسب، حيث يوجد برنامج داخل الآلة يقوم بترجمة هذه الحروف إلى الأرقام الثنائية. وتعد لغة الفورتران أولى اللغات التي لاقت انتشارا واسعا وقد صممت في عام ١٩٤٥م، وفي عام ١٩٥٩م صممت لغة كوبول، وتلا ذلك تصميم لغة باسيك عام ١٩٦٤م والتي تعد أكثر اللغات شيوعا وسهولة حيث تستعمل في المدارس والجامعات.

مما يجدر ذكره أن هذه الفترة شهدت ظهور فكرة المشاركة الزمنية التى اقترحها العالم كريستوفر ستراتشي (Christopher Strachey) كحل لمشكلة طول الزمن الذى يستغرقة تنفيذ البرامج، فقد كانت البرامج سابقا تثقب على البطاقات وتُجمع في حجرة الحاسب ثم يتم الحصول على النتائج بعد ساعات وربما أيام بل قد يستغرق استكمالها أسابيعا. وتتمثل فكرة المشاركة الزمنية فى توصيل مجموعة من النهايات الطرفية إلى الحاسب بحيث يتم تقسيم القدرة الحسابية للحاسب على مجموعة من المستخدمين في نفس الوقت، وبذلك يتصل كل مستخدم بالحاسب لأي مدة يحتاجها .

٣ ـ الجيل الثالث

بتطور صناعة الدارات المتكاملة في الستينات، أمكن استخدام تلك الدارات في الحاسبات بدلا من الترانزستورات. وقد أفسح ذلك المجال لظهور الجيل الثالث من الحاسبات في الفترة من ١٩٦٤م إلى بداية السبعينات .والدارات المتكاملة هي عبارة عن شرائح من السيليكون تبنى عليها الدارات الإلكترونية. ويتميز السيليكون بأنه شبه موصل للتيار الكهربائي،حيث يمكن استخدامه في توصيل التيار إذا ما وضع فيه شوائب من عناصر المجموعة الثالثة (مجموعة البورون) أوالمجموعة الخامسة (مجموعة النتروجين) في الجدول الدوري.هذا وقد أصبحت حاسبات الجيل الثالث صغيرة الحجم وسريعة الأداء ورخيصة الثمن نتيجة لإحلال شرائح السيليكون محل الترانزستورات فيها، وذلك لأن طول الدارة المتكاملة المبنية على شريحة سيليكونية لا يتجاوز البوصة الواحدة .

٤ ـ الجيل الرابع

شهدت التقنيات المستخدمة في صناعة الدارات المتكاملة تطورا كبيرا فى العقدين السابع والثامن من القرن العشرين. فقد كانت أول دارة متكاملة تحتوي على خمسين دارة إلكترونية على الشريحة الواحدة. وفي عام ١٩٧٥م تم تصنيع شرائح للدارات المتكاملة تحمل الواحدة منها آلاف الدارات الإلكترونية وتسمى الشرائح ذات التكامل عظيم النطاق. وقد تمت الإستفادة من هذا التطور في صنع شرائح سيليكونية لحاسبات الجيل الرابع التي تتميز بصغر الحجم وزيادة كبيرة في سرعة التشغيل الداخلية وعدد قنوات الإتصال والسعة والقدرة، كما تتميز باستخدامها لطرق فنية في أنظمة التشغيل مثل تعدد البرمجة وتعدد المعالجة والمشاركة الزمنية.