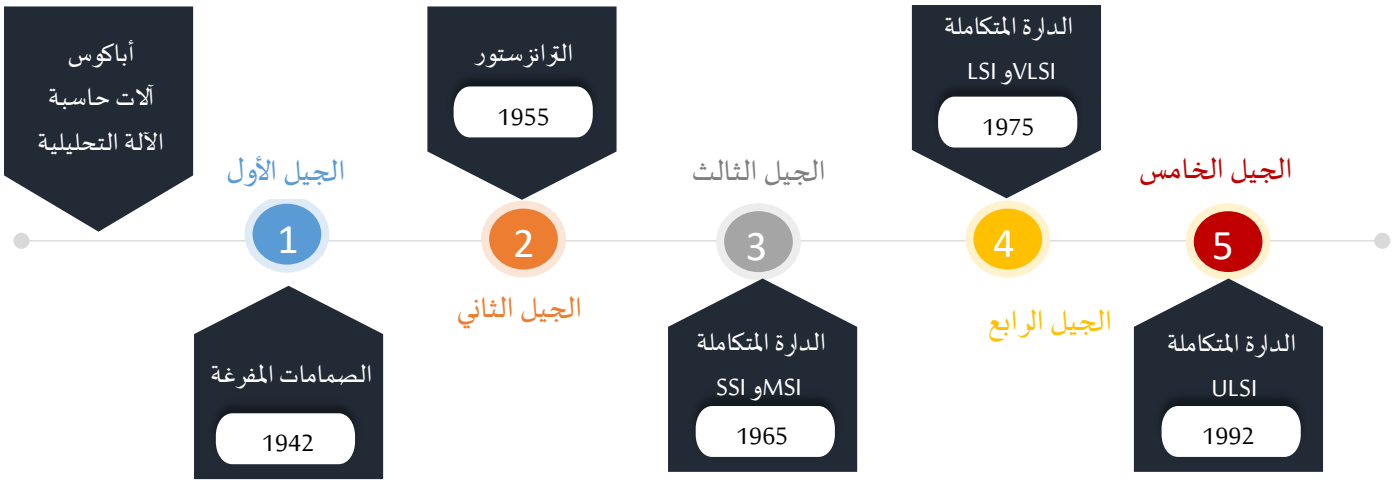
الوحدة 2: أجيال الحواسيب

- نبذة تاريخية
- أجيال الحاسوب

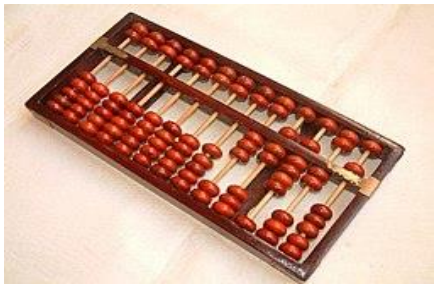
مما لا شك فيه أن تطور الحاسوب أخذ مدة زمنية طويلة ومن الملحوظ أن التطور الكبير كان منذ منتصف القرن العشرين، حيث تَركز على تقليل التكلفة وتوسيع حجم التخزين وأهم نقطة في مجال الإضافات النوعية كانت تسريع معالجة البيانات هذا من أجل أداء مهام معقدة في وقت قياسي مع تقليل تكلفة الطاقة المستهلكة ومع تصغير حجم الحاسوب، حيث ان هذه التطورات لم تكن تنسب لأشخاص معينين بل الى شركات ومؤسسات علمية اهتمت بالمجال. سنتناول في هذه الوحدة تاريخ نشأة الحاسوب وأجياله المختلفة.



شكل 1: مخطط يلخص أجيال الحواسيب

1. نبذة تاريخية

قبل آلاف السنين استخدم الصينيون عداداً يدويا يسمى "أباكوس" لتسهيل إجراء العمليات الحسابية وهو في الأصل عبارة عن صفوف متوازية من الخرز معلقة على أسلاك، بالاعتماد على هذه التقنية صارت العمليات الحسابية أسرع وأدق.



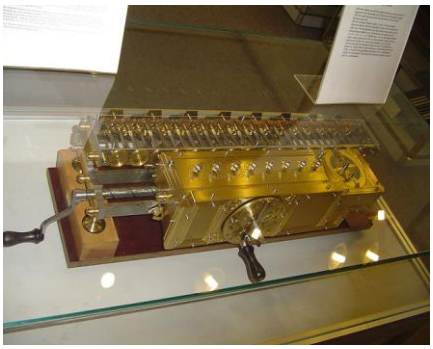
صورة1: نموذج للعداد الصيني "اباكوس"

بعدها بقرون ظهرت آلات حاسبة ميكانيكية تقوم بالعمليات الحسابية من جمع وطرح وضرب وقسمة، بالضبط في العقد الخمسيني من القرن السابع عشر، قام العالم الفرنسي بليز باسكال Blaise Pascal بابتكار آلة حاسبة لإجراء عمليات حسابية ميكانيكيا ويتم ذلك بدوران

التروس المشكلة للآلة، لكن اقتصر أداء هده الألة على الجمع والطرح فقط، وتكريماً له وتقديراً لمجهوداته سميت لغة البرمجة (Pascal) باسمه.

صورة2: آلة الباسكالين موقعة من طرف باسكال عام 1652 من متحف الفنون والحرف -المعهد الوطني باريس

استأنف الألماني غوتفريد ويليام ليبينز Gottfried Wilhelm Leibniz عام 1673 تطوير هذا التصميم واكتمل عام1695[1]، ليضيف عمليتي الضرب والقسمة. كانت حاسبة لايبنيز (أو آلة الحساب المتدرج) رقمية ميكانيكية، يأتي الاسم من ترجمة المصطلح الألماني لآلية تشغيلها، والتي تعني "الأسطوانة المتدرجة". كانت أول جهاز يمكنه إجراء العمليات الحسابية الأربع[2].



صورة3: نموذج منسوخ من آلة الحساب المتدرج Leibniz في المتحف الألماني.

ومن الجدير بالذكر أن بعض المصادر[3] تفيد بأن أول حاسبة ميكانيكية كانت من صنع البروفيسور ويليام سيكارد Wilhelm Schickhard من جامعة توبنغن سنة1623 حيث اعتمد على التروس ومبدأ الساعة الحسابية، بالرغم من هذا لم تنجح ولم تشتهر الألة التي صنعها، وأشتهر مجهود العالم باسكال في المجال. وارتكز أداء هذه الآلات الميكانيكية الذكية في هذا العصر على المسننات وسيور الحركة.

صورة4: نموذج منسوخ من آلة الحساب Schickard، تم إنشاؤها في عام 1960[4].

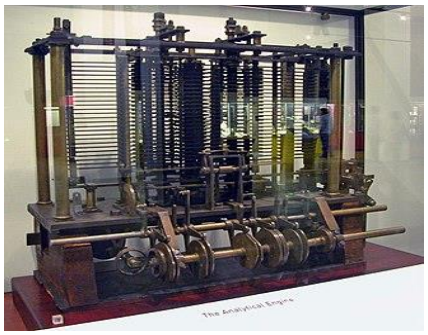
[1] Matthew l. jones، The Reckoning with Matter: Calculating Machines, Innovation, and Thinking about Thinking from Pascal to Babbage، University of Chicago Press, Chicago and London، 2016

[2] Peggy Aldritch Kidwell ، Michael R. Williams's، The Calculating Machines: Their history and development، *MIT Press*، *1992*.

[3] Ram B.، Computer Fundamentals, Architecture & Organisation ، New Age International، 2009.

[4] صورة مأخوذة من الموقع https://history-computer.com/people/wilhelm-schickard-and-the-rotating-clock-complete-history/#page-content

في سنة 1832 اخترع عالم الرياضيات الانجليزي شارلز باباج Charles Babage أول آلة حاسبة تقوم آليا بعدة خطوات أسماها "آلة الفرق" تستطيع حساب جداول حسابية وطباعتها[1]. ثم بعد ذلك في عام 1834م تابع باباج تطوير تصميمه ليستحدث آلة أخرى سميت "الآلة التحليلية"، وهي جهاز ميكانيكي مصمم للقرارات القائمة على الحسابات، جسدت خطط باباج معظم العناصر الأساسية للحاسوب الرقمي الحديث، على سبيل المثال، التحكم في البرنامج والوحدات الحسابية والتخزينية مع الطباعة التلقائية، وقد اعتمد في فكرة صناعة تلك الآلة على الكروت المثقوبة. ومع ذلك، لم يكتمل جهاز باباج ونُسي، حتى أعيد تصميم نموذجه بعد أكثر من قرن.

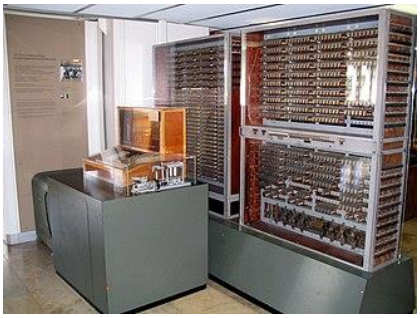


صورة5: نموذج لجزء من الآلة التحليلية، من متحف العلوم (لندن).

أبرزت الحرب العالمية الأولى والأزمات الدولية بعدها أهمية تطوير الصناعات وأدت إلى الحاجة لتطوير أجهزة قادرة على الحسابات الدقيقة، وهذا بغية تلبية حاجيات الجيش التي تطلبت حسابات معقدة لتتماشى مع الأسلحة المتطورة. وهذا ساهم بشكل كبير في الولايات المتحدة أو أوروبا في تطوير الحاسوب[2]. إلى ذلك الوقت ظل استخدام الآلات الميكانيكية حتى القرن التاسع عشر متواصلا. ففيه جرت مساع لتكوين حواسيب قابلة للبرمجة باستخدام المكونات الميكانيكية ذاتها.

في سياق ملتقى دولي موثق عام 1932، طرح الباحث الأمريكي آلان تورينغAlan M. TURING تصميم "آلة تورينج " التي تعد نموذجًا تجريديًا (حاسوب على الورق) لتشغيل أجهزة الحاسوب الميكانيكية، هذا النموذج أعطى تعريف دقيق لمفهوم الخوارزمية. هذا المفهوم استخدم لاحقا وحتى اليوم على نطاق واسع في علوم الحاسوب النظرية، حيث يطلق المصطلح تورنغ كاملا إذا كان يمكن محاكاة النموذج تماما.

في عام 1941 طور الألمانيون الحواسيب Z4 ،Zuse Z3، وهي آلات كهروميكانيكية قابلة للبرمجة بالكامل على الأشرطة المثقبة وموافقة لمبدأ تورنغ كاملا، مشكلتها أنها لم تكن كهربائية فقط على عكس حاسوب Colossus.

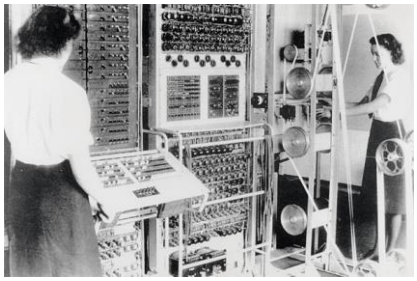


صورة6: جزء من الحاسوبZuse Z3

طور البريطانيون في الأعوام 1943-1945 مجموعة حواسيب"كولوسس Colossus" وهي عبارة عن أجهزة للمساعدة في تحليل الرموز السرية لآلة التشفير. باستخدام صمامات مفرغة، يُنظر إلى Colossus كحاسوب إلكتروني قابل للبرمجة بأسلاك وبعكس التيار وليس بواسطة برنامج مخزن وأيضا لم يطابق مبدأ تورنغ كاملا.

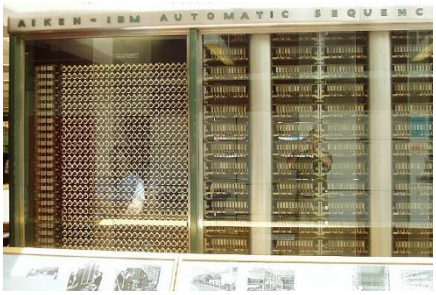
[1] https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AD%D8%B1%D9%83_%D8%AA%D8%AD%D9%84%D9%8A%D9%84%D9%8A

[2] Linda Null, Julia Lobur، The Essentials of Computer Organization and Architecture، Jones & Bartlett Learning، 2006.



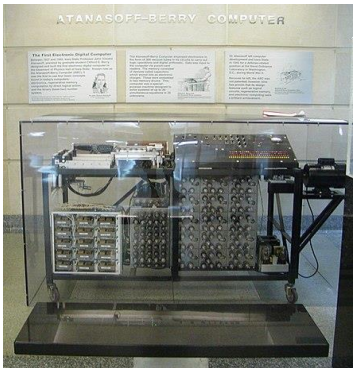
صورة6: لوحة تحكم الحاسوب Colossus

بناءً على أعمال باباج وتحت اشراف شركة IBM، انجز المهندس هوارد ايكن Howard H. Aiken، الحاسوب "مارك IBM ASCC – I Mark"[1]، حيث كان كهروميكانيكيا واعتمد على مبدأ البرمجة ولكن لم يطابق مبدأ تورنغ كاملا، كما لم يحتج إلى أي تدخل بشري لتشغيله، وهذا ما جعله موثوقا جدا، أكثر بكثير من الحواسيب الأولى، كان يقوم بعدة وظائف مثل تخزين البيانات وطبعها، وكان حجمه ضخم كحجم صالة كبيرة، هذا الحاسوب أستعمل لأهداف تخدم الجيش الأمريكي وبالضبط من أجل إطلاق القذائف، وقد تم إنفاق ملايين الدولارات في المشروع[2].



صورة8: جزء من الحاسوب "Mark I"، الجهة اليسرى

وقد سبقهم حاسوب أتناسوف بيري Atanasoff–Berryالمسمى على اسم مصنعه، وهو إلكتروني غير قابل للبرمجة ولم يطابق مبدأ تورنغ كاملا أيضا. يعتبر أول وحدة منطقية حسابية إلكترونية تم دمجها لاحقا في تصميم كل معالج حديث. حيث تم اختباره بنجاح سنة 1942 وساهم في جعل الحوسبة أسرع من خلال استخدام الأنابيب المفرغة لإجراء العمليات الحسابية، ومنه بدأ أول أجيال الحاسوب. الحواسيب الكهربائية التي ظهرت في تلك الفترة بعده بُنيت على نفس تقنية الأنابيب المفرغة مثل حواسيب Colossus. والتي بلغت ذروتها في النهاية مع تصميم الحاسوب ENIAC بأنابيب مفرغة بدلاً من استخدام الأساليب الكهروميكانيكية البطيئة المستخدمة من قبل Mark I، وحواسيب Zuse (التي رغم أنها قابلة للبرمجة ولكنها بطيئة أيضا).



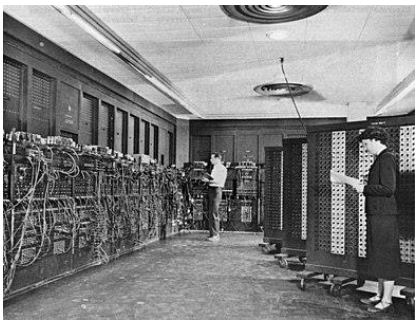
صورة9: نموذج منسوخ من أتاناسوف-بيري في مركز دورهام ، جامعة ولاية آيوا

[1] IBM ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator)التسلسل التلقائي للتحكم في الحوسبة بجامعة هارفرد

[2] Daniel Weissberg، Monde de l'informatique, informatique-monde -Volume 12 de Villes et territoires، Presses Univ. du Mirail، 1999.

نشأت الحاسوب ENIAC[1] هي مثال آخر على التعاون بين الجيش والجامعات والشركات لتطوير الحواسيب، فقد كانت تحت طلب الجيش الأمريكي سنة 1943 من أجل الحسابات المتعلقة بإطلاق الأسلحة، وتم إنجازه سنة 1946 من طرف مدرسة موور للهندسة في جامعة بنسلفانيا، ودعم أيضا من طرف المخبر الحربي Aberdeen، وهو أول حاسوب إلكتروني بالكامل اعتمد على مبدأ البرمجة وطابق مبدأ تورنغ كاملا.

كانت سرعة الحاسوب ENIAC كبيرة مقارنة بسابقيه مثل Mark1 الذي يستغرق أسبوع بينما ينفذ هو نفس العملية في ساعة واحدة.



صورة10: الحاسوبENIAC (تم التقاط الصورة بين عامي 1947 و1955).

تواصل تطوير الحاسوب ENIAC ففي سنة 1945، ابتكر جون فون نيومانJohn von Neumann الحاسوب EDVAC1 كجزء من مشروع اعتبر أول جهاز حاسوب يتم تخزين برنامجه في ذاكرته[2]، وسمي هذا النموذج باسم نموذج فون نيومان عليه، حيث يستخدم بنية تخزين واحدة للاحتفاظ بكل من التعليمات والبيانات المطلوبة أو الناتجة عن الحساب للعمل بشكل تلقائي.

صورة 11: الحاسوب EDVAC تم تركيبه في مختبر الأبحاث الباليستية

اختلفت المصادر في تحديد أول حاسوب وهذا ما يجعل الإسناد صعبا، وبافتراض المبدأ التالي: الحاسوب هو **جهاز الكتروني، مبرمج، يو افق منهج تورنغ كاملا.** فإننا نعتبر أن ENIAC كان أول حاسوب ومنه بدأ عصر الحواسيب الحديثة. الجدول 1 يلخص مجموعة الحواسيب التي ذكرت في الدرس والفروقات ما بينها من حيث المبدأ التكنولوجي والبرمجة وأساس تورنغ. وبالاعتماد على الجدول أيضا يمكن التفسير بوضوح لماذا اختلفت المراجع كليا في تحديد أول حاسوب.

جدول 1: الترتيب الزمني لحواسيب الجيل الأول مع صفاتها التكنولوجية.

اسم الحاسوب	البلد	العام	التكنولوجيا	البرمجة	Turing
Zuse Z3	الماني	1941	الكتروميكانيكي	البرمجة على الأشرطة المثقبة	نعم
Berry-Atanasoff	أمريكي	1942	إلكترونيكي	بدون برمجة	لا
Colossus Mark1 , 2	بريطاني	1944	إلكترونيكي	البرمجة القائمة على الأسلاك وعكس التيار	لا

[1] ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) الحاسوب والمكامل العددي الإلكتروني

[2] D. Ravichandran، Introduction To Computers And Communication، Tata McGraw-Hill Education، 2001.

Mark I–IBM ASCC	أمريكي	1944	الكتروميكانيكي	البرمجة على الأشرطة المثقبة	لا
Zuse Z4	الماني	1945	الكتروميكانيكي	البرمجة على الأشرطة المثقبة	نعم
ENIAC	أمريكي	1946	إلكترونيكي	البرمجة القائمة على الأسلاك وعكس التيار	نعم

2. أجيال الحاسوب

يجب الإشارة أن تصنيف الأجيال ليس متفقا عليه تماما في المراجع العلمية[1]. وقد قسمت الحواسيب التي ظهرت من أواخر الأربعينيات وحتى الآن إلى خمسة أجيال[2، 3]، فكل الحواسيب التي تنتمي إلى جيل معين تمتاز غالبا[4]بصفات متشابهة فيما بينها، واستعمل في تركيبها نفس الأساس التكنولوجي وأيضا كان ظهورها في نفس الفترة الزمنية.

	الجيل 1	الجيل 2	الجيل 3	الجيل 4	الجيل 5
الزمن	1954-1942	1964-1955	1974-1965	1991-1975	ما بعد 1992
التكنولوجيا المستعملة	الصمامات المفرغة[1]	الترانزستور [2]	الدارة المتكاملة [3] SSI وMSI	الدارة المتكاملة [3] LSIو VLSI	الدارة المتكاملة [3] ULSI
الحجم	كبيرة الحجم وثقيلة	أصغر حجما ووزنا	الحواسيب الصغيرة	حواسيب شخصية	صغيرة الحجم جدا
السرعة	بطيئة-مئات ع/ثا	آلاف العمليات /ثا	ملايين ع/ثا	عشرات ملايين ع/ثا	بلايين ع/ثا
الطاقة	مقدار كبير	طاقة وحرارة أقل	قل الاستهلاك	كهرباء مقبولة	اقل طاقة ممكنة
التكلفة	غالية وأعطال كثيرة	مكلفة وأطول عمرا	أقل سعرا	رخص ثمنها جدا	في متناول المجتمع
الذاكرة	-ذاكرة من خطوط التأخير الزئبقية -البطاقات المثقبة	-ferrite core -الأقراص الممغنطة	-الذاكرة الأساسية المغناطيسية	-الأقراص الصلبة -الأقراص المرنة -RAM & ROM	زيادة هائلة في سعات التخزين
لغة لبرمجة	لغة الآلة(0،1)	لغة التجميع، Cobol Algol، Fortran	Pascal،Basic	C،Visual Basic و++ C، ...SQL	-Python ، لغات البرمجة بالأهداف (Java)، ....
التشغيل	مثال: Batch OS	نظام تشغيل بمشاركة الوقت	نظام تشغيل	تطوير أنظمة التشغيل	أنظمة التشغيل متطورة جدا
تداول البيانات	1 مللي ثانية (1 من الألف في ثا)	10ميكروثانية (1 من المليون من ثا)	100 نانو ثانية (1 من البليون من ثا)	نانو ثانية	1/ (10^{12} ثا)
أهدافه	-الإحصاءات السكانية -أغراض الجيش	-الجامعات والمنظمات الحكومية والأعمال التجارية	الاستعمالات الشخصية	الاستعمالات الشخصية	-الذكاء الاصطناعي -الإنسان الآلي ...
صور					

[1] جميل احمد اتمازي، أساسيات الحاسوب والبرمجة: كتاب بالعربية (Fundamentals of Computers and Programming: An Arabic Textbook)، سبتمبر 2010، النسخة 1.

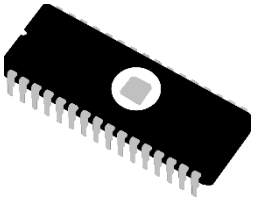
[2] عقيل محمد عقيل، أساسيات تقنية المعلومات، المنهل، 2014.

[3] Ram B. ،Computer Fundamentals, Architecture & Organisation ، New Age International، 2009.

[4] إبراهيم عبد الكريم الخشمان، مهارات الحاسوب وتطبيقاته، المنهل، جانفي 2012.

1. الصمامات المفرغة: أنابيب زجاجية مفرغة يمكن أن توقف أو تمرر التيار الكهربائي دون الحاجة إلى محول ميكانيكي. يتم استخدامها كمفتاح، أو مكبر للصوت، أو كشاشة العرض في العديد من أجهزة الراديو والتلفزيون وأجهزة الكمبيوتر القديمة وما إلى ذلك. من عيوبها أنها كبيرة الحجم وسهلة الكسر، كما أن سرعتها بطيئة جداً وتستهلك مقداراً كبيراً من الطاقة الكهربائية.

2. الترانستور: هي وحدة صغيرة تسمح بمرور الطاقة الكهربائية في اتجاه معين، بينما يعمل في الوقت نفسه على وقف تدفق الطاقة الكهربائية في الاتجاه الآخر كما أنها تسمح بالتحكم بشدة تيار كهربائي حسب شدة تيار كهربائي آخر. من مزايا الترنزستورات أنها أصغر حجماً من الصمامات المفرغة بحيث يمكن تركيب مائتي ترانزستور في المساحة نفسها المخصصة لصمام مفرغ واحد. بالإضافة أنه يستهلك طاقة أقل بكثير من الصمامات المفرغة مع سرعة أكبر، مما ينتج عنه انبعاث حرارة أقل بكثير.



3.الدوائر الكهربائية المتكاملة: هي مجموعة من العناصر الإلكترونية، الموصولة ببعضها بعضاً عن طريق موصلات معدنية ناقلة، والمحققة لوظيفة أو مجموعة من الوظائف الإلكترونية؛ الموضوعة على شريحة واحدة من مادة نصف ناقلة (عادة ما تكون مصنوعة من السيليكون) بحيث ينتج عن ذلك تكون مكثفات وترانزستورات ومقاومات وبقية العناصر. ثم توضع في علبة محكمة الإغلاق لتشكيل الدارة المعلبة أو الرقاقة Chip. يحيط بها مرابط ادخال واخراج كمسامير خارجية. من مزاياها أن وزنها خفيف وذات مساحة وحجم صغيرين، كما أن ثمنها قليل. بالرغم من سماتها الجيدة لكن من عيوبها أنه لا يمكن فصل مكوناتها عن بعضها بعد تصنيعها أو إصلاحها إذا تعطلت. كل جيل من أجيال الحاسوب تطور مع تطور الدارات المتكاملة. تصنف الدارات حسب عدد الترنزستورات التي تحتويها الى

- الدارات المتكاملة ذات العدد الصغير SSI 1964: (Small Scale Integration) تحتوي هذه أقل عدد من الترنزستورات من 1 الى 10.
- الدارات المتكاملة ذات العدد المتوسط MSI 1968: (Medium Scale Integration) تحتوي هذه الدارات من 10 إلى 500.
- الدارات المتكاملة ذات العدد الكبير LSI 1971: (Large Scale Integration) من 500 إلى 20000.
- الدارات ذات العدد الكبير جدا VLSI 1980: (Very Large Scale Integration) من 20000حتى 1000000 .
- الدارات ذات العدد الفائق ULSI 1984: (Ultra Large Scale Integration) من 1000000 فأكثر.

.