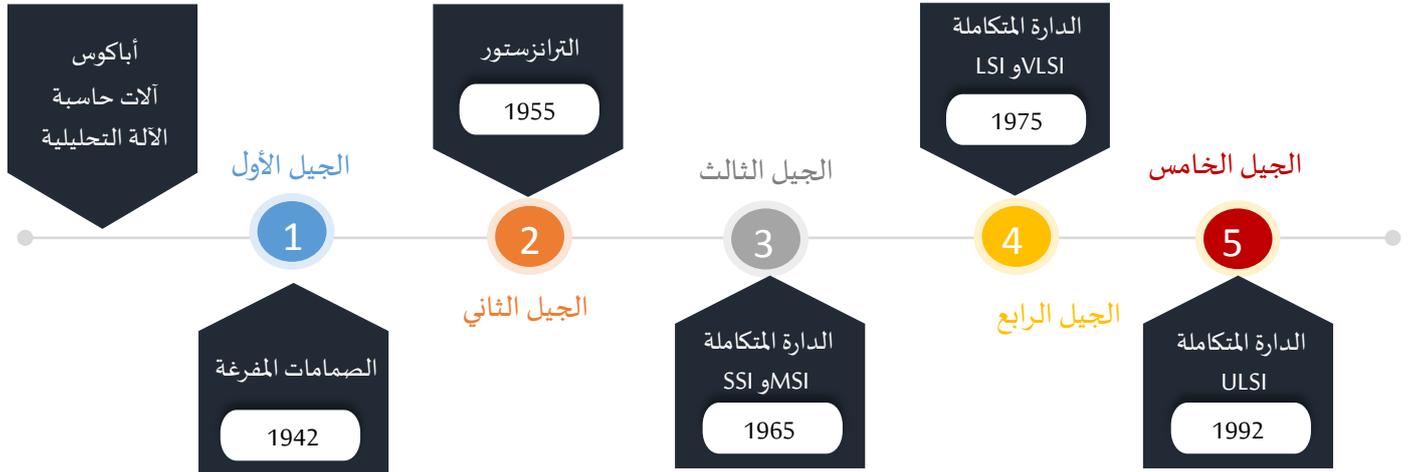


الوحدة 2: أجيال الحواسيب

- نبذة تاريخية
- أجيال الحاسوب

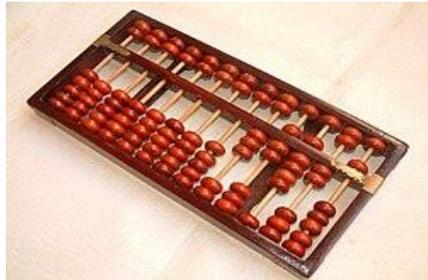
مما لا شك فيه أن تطور الحاسوب أخذ مدة زمنية طويلة ومن الملحوظ أن التطور الكبير كان منذ منتصف القرن العشرين، حيث تركز على تقليل التكلفة وتوسيع حجم التخزين وأهم نقطة في مجال الإضافات النوعية كانت تسريع معالجة البيانات هذا من أجل أداء مهام معقدة في وقت قياسي مع تقليل تكلفة الطاقة المستهلكة ومع تصغير حجم 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 وأنواعه.



شكل 1: مخطط يلخص أجيال الحواسيب

1. نبذة تاريخية

قبل آلاف السنين استخدم الصينيون عداداً يدوياً 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.



صورة 1: نموذج للعداد الصيني "اباكوس"

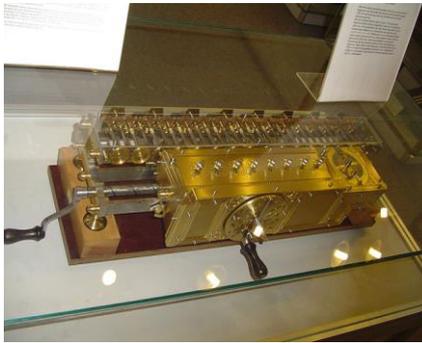
بعدها بقرون ظهرت آلات حاسبة ميكانيكية تقوم بالعمليات الحسابية من جمع وطرح وضرب وقسمة، بالضبط في العقد الخمسيني من القرن السابع عشر، قام العالم الفرنسي بليز باسكال Blaise Pascal بابتكار آلة حاسبة لإجراء عمليات حسابية ميكانيكية ويتم ذلك بدوران

التروس المشكلة للألة، لكن اقتصر أداء هذه 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 واكمل عام1695¹، ليضيف عمليتي الضرب والقسمة. كانت حاسبة لايبينز (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 الأربع².



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

ومن الجدير بالذكر أن بعض المصادر³ 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 عام1960⁴.

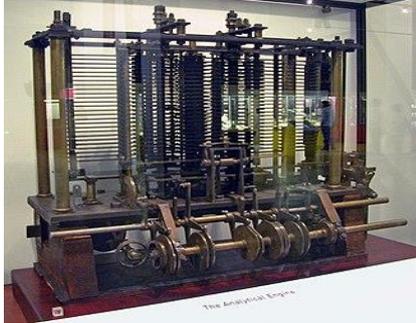
¹ The Reckoning with Matter: Calculating Machines, Innovation, and Thinking about Thinking from Pascal to Babbage ،Matthew I. Jones 2016 ، University of Chicago Press, Chicago and London

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

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

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 وطباعتها¹. 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: تمثل 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 الحاسوب². 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 ألان تورينغ Alan M. TURING تصميم "آلة تورينج" التي تعد نموذجا تجريديا (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 الألمان الحواسيب Z3، Z4، وهي آلات كهروميكانيكية قابلة للبرمجة بالكامل على الأشرطة المثقبة وموافقة لمبدأ تورنغ كاملا، مشكلتها أنها لم تكن كهربائية فقط على عكس حاسوب Colossus.

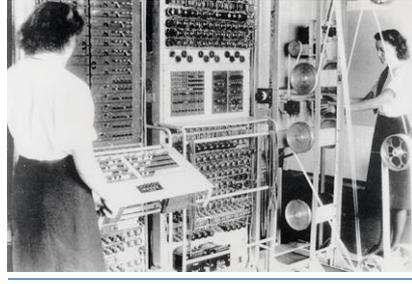


صورة6: جزء من الحاسوب Z3

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.

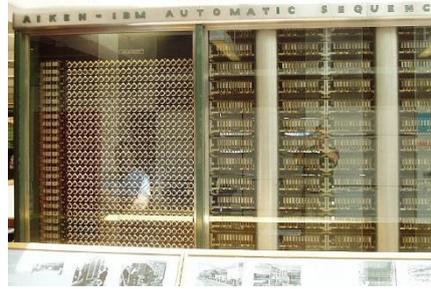
¹ https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AD%D8%B1%D9%83_%D8%AA%D8%AD%D9%84%D9%8A%D9%84%D9%8A

² Linda Null, Julia Lobur²، The Essentials of Computer Organization and Architecture، Jones & Bartlett Learning، 2006.



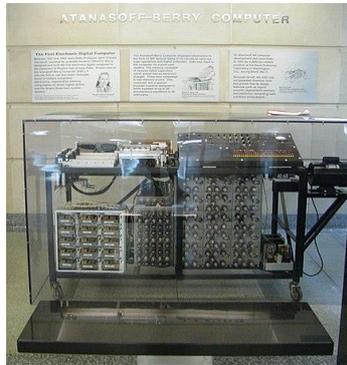
صورة6: لوحة تحكم الحاسوب Colossus

بناءً على أعمال باباج وتحت إشراف شركة IBM، انجز المهندس هوارد ايكن Howard H. Aiken، الحاسوب "مارك I-IBM ASCC"، حيث كان كهروميكانيكياً واعتمد على مبدأ البرمجة ولكن لم يطابق مبدأ تورنغ كاملاً، كما لم يحتج إلى أي تدخل بشري لتشغيله، وهذا ما جعله موثوقاً جداً، 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 المشروع².



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

وقد سبقهم حاسوب أتاناسوف بيرري Atanasoff-Berry المسمى على اسم مصنعه، وهو إلكتروني غير قابل للبرمجة ولم يطابق مبدأ تورنغ كاملاً أيضاً. يعتبر أول وحدة منطقية حسابية إلكترونية تم دمجها لاحقاً 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 أيضاً).



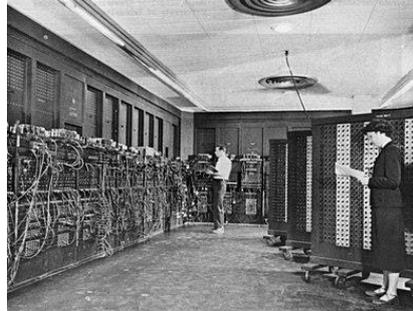
صورة9: نموذج منسوخ من أتاناسوف-بيرري في مركز دورهام، جامعة ولاية أيوا

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 ENIAC¹ 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 بسابقه مثل Mark1 الذي يستغرق أسبوع بينما ينفذ هو نفس العملية في ساعة واحدة.



صورة 10: الحاسوب ENIAC (تم التقاط الصورة بين عامي 1947 و1955).

تواصل تطوير الحاسوب ENIAC في سنة 1945، ابتكر جون فون نيومان John von Neumann الحاسوب EDVAC كجزء من مشروع اعتبر أول جهاز حاسوب يتم تخزين برنامجه في ذاكرته²، 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 باليستية



اختلفت المصادر في تحديد أول حاسوب وهذا ما يجعل الإسناد صعبا، وبافتراض المبدأ التالي: الحاسوب هو جهاز إلكتروني، مبرمج، يوافق 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.

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

2. أجيال الحاسوب

يجب الإشارة أن تصنيف الأجيال ليس متفقا عليه تماما في المراجع العلمية¹. وقد قسمت الحواسيب التي ظهرت من أواخر الأربعينيات وحتى الآن إلى خمسة أجيال^{2,3}، فكل الحواسيب التي تنتمي إلى جيل معين تمتاز غالبا⁴ بصفات متشابهة فيما بينها، واستعمل في تركيبها نفس الأساس التكنولوجي وأيضا كان ظهورها في نفس الفترة الزمنية.

الجيل 5	الجيل 4	الجيل 3	الجيل 2	الجيل 1	الزمن
ما بعد 1992	1991-1975	1974-1965	1964-1955	1954-1942	
الدارة المتكاملة ³ ULSI	الدارة المتكاملة ³ VLSI وLSI	الدارة المتكاملة ³ MSI وSSI	الترانزستور ²	الصمامات المفرغة ¹	التكنولوجيا المستعملة
صغيرة الحجم جدا	حواسيب شخصية	الحواسيب الصغيرة	أصغر حجما ووزنا	كبيرة الحجم وثقيلة	الحجم
بلايين ع/ثا	عشرات ملايين ع/ثا	ملايين ع/ثا	آلاف العمليات/ثا	بطيئة-مئات ع/ثا	السرعة
اقل طاقة ممكنة	كهرباء مقبولة	قل الاستهلاك	طاقة وحرارة أقل	مقدار كبير	الطاقة
في متناول المجتمع	رخص ثمنها جدا	أقل سعرا	مكلفة وأطول عمرا	غالية وأعطال كثيرة	التكلفة
زيادة هائلة في ساعات التخزين	-الأقراص الصلبة -الأقراص المرنة RAM & ROM-	-الذاكرة الأساسية -المغناطيسية	ferrite core- -الأقراص المغنطة	-ذاكرة من خطوط -التأخير الزئبقية -البطاقات المثقبة	الذاكرة
Python، لغات البرمجة بالأهداف (Java)، ...	C، Visual Basic وC++، SQL...	Pascal، Basic	لغة التجميع، Cobol، Algol، Fortran	لغة الآلة (0.1)	لغة لبرمجة
أنظمة التشغيل متطورة جدا	تطوير أنظمة التشغيل	نظام تشغيل	نظام تشغيل بمشاركة الوقت	مثال: Batch OS	التشغيل
1/10 ¹² (ثا)	نانو ثانية	100 نانو ثانية (1 من البليون من ثا)	10 ميكروثانية (1 من المليون من ثا)	1 مللي ثانية (1 من الألف في ثا)	تداول البيانات
-الذكاء الاصطناعي -الإنسان الآلي ...	الاستعمالات الشخصية	الاستعمالات الشخصية	-الجامعات والمنظمات الحكومية والأعمال التجارية	-الإحصاءات السكانية -أغراض الجيش	أهدافه
					صور

¹ جميل احمد اتماري، 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 .2009، New Age International، Computer Fundamentals, Architecture & Organisation، Ram B.

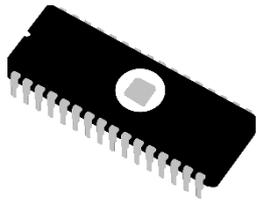
⁴ إبراهيم عبد الكريم الخشمان، مهارات الحاسوب وتطبيقاته، المنهل، جانفي 2012.



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 الترانزستورات 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، والمحقة 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 المعلقة 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 الترانزستورات التي تحتويها الى

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