

مدخل الى المتحكم الدقيق

المتحكمات الدقيقة

م. غنام الجعبري

ما هو المتحكم الدقيق؟

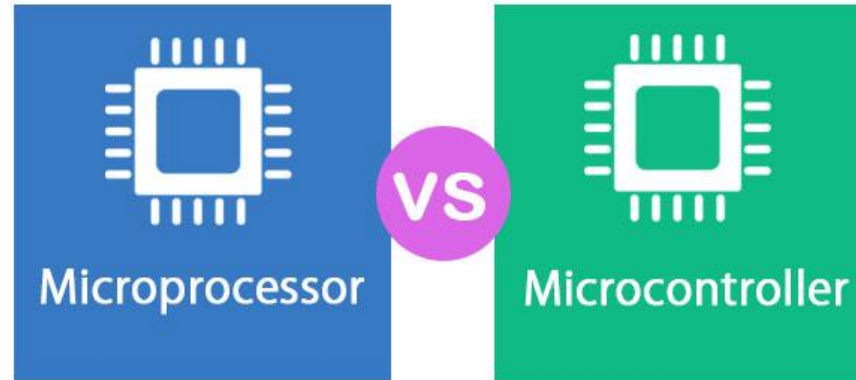
- يعد المتحكم الدقيق (Microcontroller) مكونا شائعا في كثير من الأجهزة والأنظمة الالكترونية ويستخدم على نطاق واسع في الانظمة المدمجة (embedded systems) لتنفيذ مهام محددة
- من الأنظمة الالكترونية التي يستخدم فيها المتحكم الدقيق:
 - نظام إدارة المحرك في السيارات الحديثة
 - الأجهزة المنزلية مثل الثلاجات والغسالات
 - الطابعات والمسحات الضوئية
 - أجهزة استقبال القنوات التلفزيونية
 - كاميرات المراقبة وأجهزة الإنذار
 - أجهزة القياس الالكترونية مثل جهاز قياس الحرارة
- يحتوي المتحكم الدقيق على معالج دقيق (microprocessor) وذاكرة (memory) ووحدات ادخال وإخراج طرفية (Input/output peripherals)

ما هو المعالج الدقيق؟

- المعالج الدقيق (Microprocessor) هو رقاقة الكترونية تقوم بتنفيذ التعليمات المخزنة في الذاكرة من اجل ادخال البيانات ومعالجتها ثم إخراج المعلومات
- الذاكرة يمكن ان تكون:
 - ذاكرة قراءة فقط (ROM) حيث يتم قراءة البيانات فقط من هذه الذاكرة، وتخزين البيانات عند التصنيع
 - ذاكرة وصول عشوائي (RAM) حيث يتم قراءة البيانات والكتابة على هذه الذاكرة، وتستخدم لتخزين البيانات بشكل مؤقت
- يحتاج المعالج الدقيق الى كلا النوعين من الذاكرة، ذاكرة ROM لتخزين كود البرنامج وذاكرة RAM لتخزين البيانات خلال فترة تنفيذ البرنامج

ما الفرق بين المتحكم الدقيق والمعالج الدقيق؟

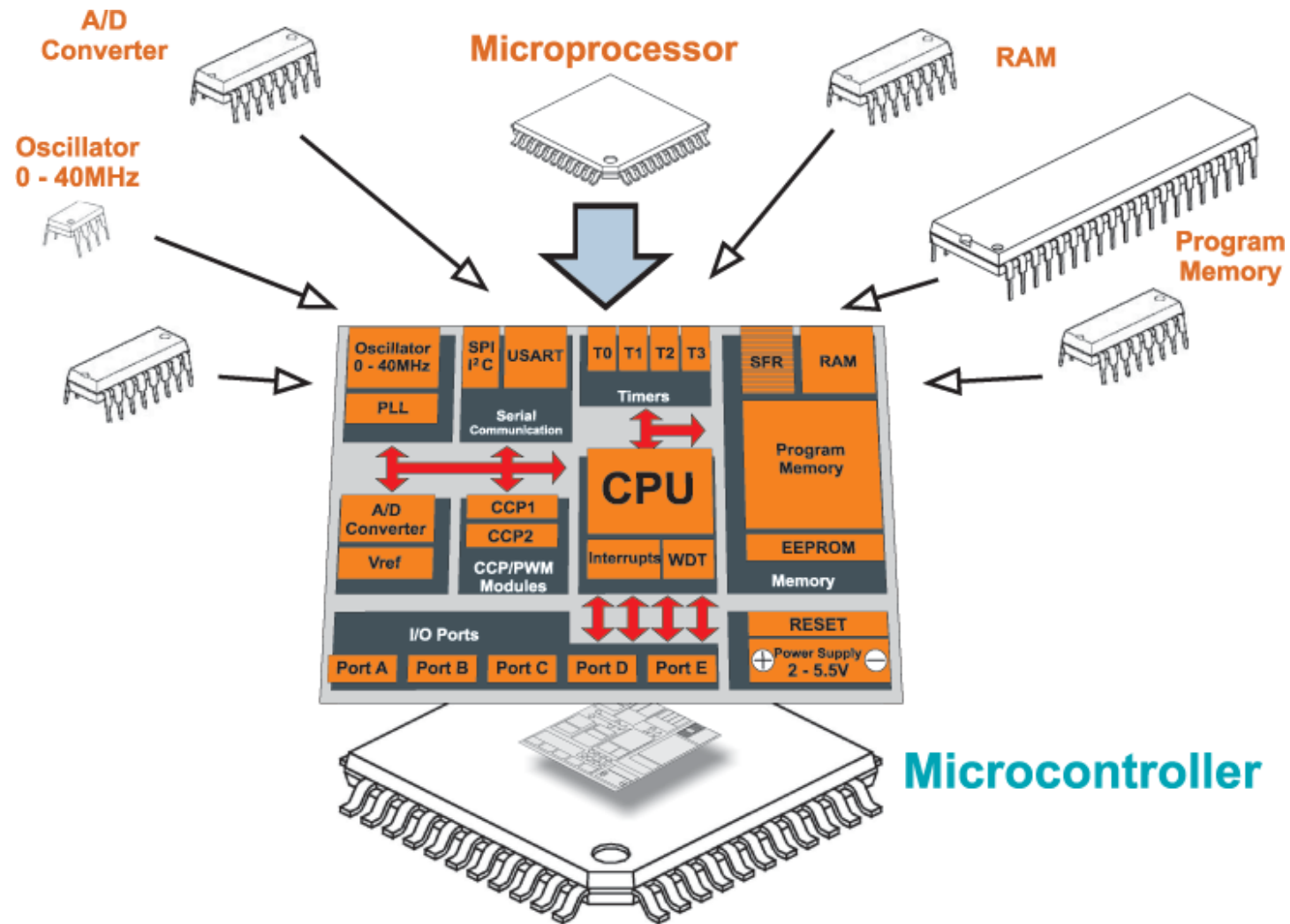
- يحتوي المتحكم الدقيق على وحدة معالجة مركزية وذاكرة ومنافذ للإدخال والإخراج على نفس الرقاقة بينما يحتوي المعالج الدقيق على وحدة معالجة مركزية في رقاقة واحدة
- يستخدم المعالج الدقيق في أجهزة الحاسوب لتنفيذ التطبيقات المختلفة بينما يستخدم المتحكم الدقيق في الأنظمة المدمجة لتنفيذ مهام محددة
- المعالج الدقيق أكثر تعقيدا واغلى ثمنا من المتحكم الدقيق ويحتوي على عدد اكبر من التعليمات



مكونات المتحكم الدقيق

- وحدة المعالجة المركزية (CPU)
- الذاكرة (Memory) بنوعها RAM و ROM
- مجموعة من منافذ الإدخال والإخراج (I/O Ports) لربط المتحكم الدقيق مع البيئة المحيطة به
- مجموعة من المنافذ التسلسلية (Serial Ports) لنقل البيانات بين المتحكم الدقيق والأجهزة الأخرى المتصلة به
- وحدة التوقيت (Timer) لتشغيل أو إطفاء المخرج لفترة معينة من الزمن أو لقياس فترة الإشارة على المدخل
- وحدة التحويل من الإشارة التماثلية إلى الرقمية (ADC) لاستقبال الإشارة التماثلية ومعالجتها رقمياً
- وحدة توليد الإشارة (Oscillator) لتوفير الوقت في تنفيذ المهام المختلفة

مكونات المتحكم الدقيق



أنواع المتحكمات الدقيقة

- يمكن تصنيف المتحكمات الدقيقة اعتمادا على الخانات الثنائية (bit) وذاكرة البرنامج
- تصنف المتحكمات الدقيقة اعتمادا على الخانات الثنائية الى:
 - متحكم دقيق مكون من 8 خانات (8-bit microcontroller) مثل 8051 من شركة Intel
 - متحكم دقيق مكون من 16 خانة (16-bit microcontroller) مثل 8096 من شركة Intel
 - متحكم دقيق مكون من 32 خانة (32-bit microcontroller)
- تصنف المتحكمات الدقيقة اعتمادا على ذاكرة البرنامج الى:
 - متحكم دقيق يحتوي على ذاكرة خارجية (External memory microcontroller) مثل 8031 من شركة Intel
 - متحكم دقيق يحتوي على ذاكرة مدمجة (Embedded memory microcontroller) مثل PIC من شركة Microchip

اشهر المتحكمات الدقيقة

- تعد وحدة المعالجة المركزية (CPU) بمثابة قلب المتحكم الدقيق، ويتمحور تصنيع المتحكمات الدقيقة حول نوع محدد من وحدة المعالجة المركزية ومن اشهر هذه المتحكمات:
 - متحكمات 8051 التي تصنعها شركة Intel
 - متحكمات PIC التي تصنعها شركة Microchip
 - متحكمات AVR التي تصنعها شركة Atmel واستحوذت عليها شركة Microchip
 - متحكمات ARM التي تصنعها شركة ARM وتستخدمها شركات أخرى في تطوير الالكترونية
- في السنوات الأخيرة، تم تطوير الواح الالكترونية (single-board microcontroller) مفتوحة المصدر تحتوي على متحكمات دقيقة ومن اشهرها لوحة اردوينو (Arduino)

ذاكرة البرنامج

- تستخدم ذاكرة من نوع ROM في تخزين برنامج المتحكم الدقيق بعد فحصه بشكل نهائي، وعندما يكون البرنامج قيد التطوير يتم تخزينه على ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة والمسح (EPROM) او ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة والمسح الكترولونيا (EEPROM)
- يمكن محو محتويات ذاكرة EPROM عن طريق تعريض الرقاقة الى الاشعة فوق البنفسجية (UV) لفترة قصيرة من الوقت وإعادة الكتابة عليها عدة مرات، بينما يمكن محو محتويات ذاكرة EEPROM الكترولونيا دون ازالتها وتعديل بعض محتوياتها دون محوها
- تعد ذاكرة فلاش (Flash) احد أنواع ذاكرة EEPROM التي يمكن استخدامها لكتابة البيانات بسرعة لكن ضمن عدد محدد من المرات، لذا تستخدم بعض المتحكمات الدقيقة ذاكرة فلاش في تخزين كود البرنامج وذاكرة EEPROM في تخزين اعدادات البرنامج

سعة الذاكرة

- تختلف سعة ذاكرة البرنامج في المتحكم الدقيق من نوع الى آخر، لكن معظم المتحكمات الحديثة تحتوي على ذاكرة مدمجة تتراوح سعة الذاكرة من 4 كيلوبايت الى 32 كيلوبايت، وهناك بعض الأنواع تحتوي على ذاكرة بسعة تصل الى 128 كيلوبايت
- سعة ذاكرة البرنامج (ROM) في المتحكم الدقيق عادة ما تكون اكبر من سعة ذاكرة البيانات (RAM) التي تتراوح سعتها من 128 بايت الى 2 كيلوبايت

برمجة المتحكم الدقيق

- تتم برمجة المتحكم الدقيق باستخدام لغة التجميع (Assembly language)، وهي لغة برمجة متدنية المستوى لإنتاج برنامج قابل للتنفيذ بلغة الآلة (Machine language)
- من اهم متطلبات برمجة المتحكم الدقيق:
 - محرر نصوص (Text editor) لكتابة نص البرنامج او ما يسمى الكود المصدر (Source code)
 - برنامج يدعى مجمع (Assembler) يقوم بتحويل الكود المصدر الى لغة الآلة او ما يسمى الكود الهدف (Object code)، ويتم ذلك باستبدال كل سطر مكتوب بلغة التجميع الى يقابله بلغة الآلة
 - برنامج يدعى محمل (Loader) يقوم بتحميل البرنامج بلغة الآلة لتنفيذه على المتحكم الدقيق
 - لوحة الكترونية تدعى مبرمج (Programmer) يتم وصلها بجهاز الحاسوب لبرمجة المتحكم الدقيق
- يمكن الوصول الى الالواح الالكترونية الحديثة التي تحتوي على متحكمات دقيقة من خلال منفذ USB وبرمجتها باستخدام لغة عالية المستوى (High-level language) مع إمكانية تحميل البرنامج لتنفيذه على المتحكم الدقيق

ما الفرق بين المتحكم الدقيق والمتحكم المنطقي؟

- يستخدم المتحكم المنطقي القابل للبرمجة (PLC) في التطبيقات الصناعية والامتة الصناعية
- يحتوي المتحكم المنطقي (PLC) على معالج وذاكرة قابلة للبرمجة ووحدات ادخال واخراج لامتة العمليات الصناعية والتحكم بوظائف الآلات وخطوط الانتاج
- يقوم المتحكم الدقيق بنفس وظائف المتحكم المنطقي (PLC) لكن المتحكم الدقيق تتم برمجته باستخدام لغات البرمجة التقليدية مثل C والمتحكم المنطقي تتم برمجته باستخدام لغات البرمجة الرسومية مثل Ladder



لوحة اردوينو

- لوحة اردوينو (Arduino) هي لوحة الكترونية مفتوحة المصدر وقابلة للبرمجة تستخدم في الأنظمة المدمجة والذكية
- تم تطوير هذه اللوحة عام 2005 في إيطاليا لمساعدة الطلاب والخبراء في بناء أنظمة الكترونية تكلفتها منخفضة ويمكن التعامل معها بسهولة
- تحتوي لوحة اردوينو على متحكم دقيق من شركة Atmel او شركة ARM
- يتم برمجة لوحة اردوينو عن طريق وصلها بالحاسوب عبر منفذ USB
- تستخدم لغة برمجة شبيهة بلغة C في برمجة لوحة اردوينو
- تحتوي على منافذ رقمية وتماتلية للادخال والإخراج (I/O) ومنافذ تسلسلية للاتصال مع المكونات الأخرى

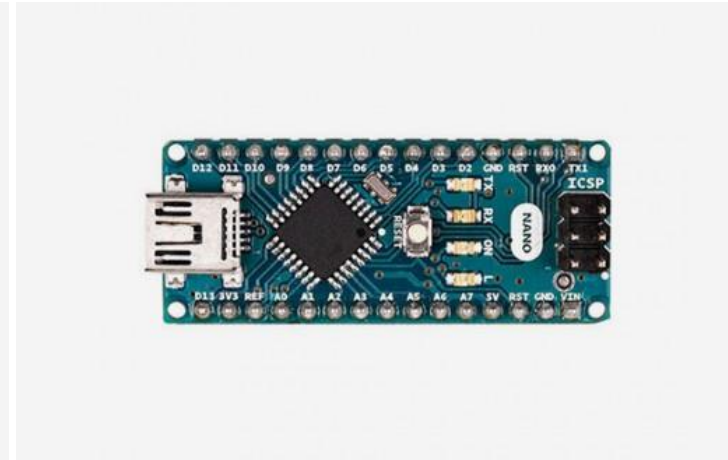
عتاد مفتوح المصدر

- يشير مصطلح عتاد مفتوح المصدر (Open Hardware) الى ان المعلومات حول الجهاز ومكوناته والتصميمات المختلفة لتصنيعه متاحة للجميع بالإضافة الى الكود البرمجي لتشغيل هذه المكونات
- المعلومات التي يتم نشرها تشمل الرسومات الميكانيكية والمخططات الالكترونية (schematic) والمواد المستخدمة وتخطيط اللوحة المطبوعة (PCB)
- يعد العتاد مفتوح المصدر جزء من حركة البرمجيات الحرة او مفتوحة المصدر (Open Source Software) وهي حركة تسعى الى نشر ثقافة تطوير البرامج والأجهزة بشكل مجاني لكافة المستخدمين والاطلاع على الكود المصدر (source code) الخاص بها

انواع لوحات اردوينو

المنافذ التماثلية	المنافذ الرقمية	الذاكرة	المعالج الدقيق	اللوحة
6 input, 0 output	14	2KB RAM, 32KB flash	16Mhz ATmega328	Arduino Uno
12 input, 2 output	54	96KB RAM, 512KB flash	84MHz AT91SAM3X8E	Arduino Due
16 input, 0 output	54	8KB RAM, 256KB flash	16MHz ATmega2560	Arduino Mega
12 input, 0 output	20	2.5KB RAM, 32KB flash	16MHz ATmega32u4	Arduino Leonardo
8 input, 0 output	22	2KB RAM, 32KB flash	16Mhz ATmega328	Arduino Nano

انواع لوحات اردوينو

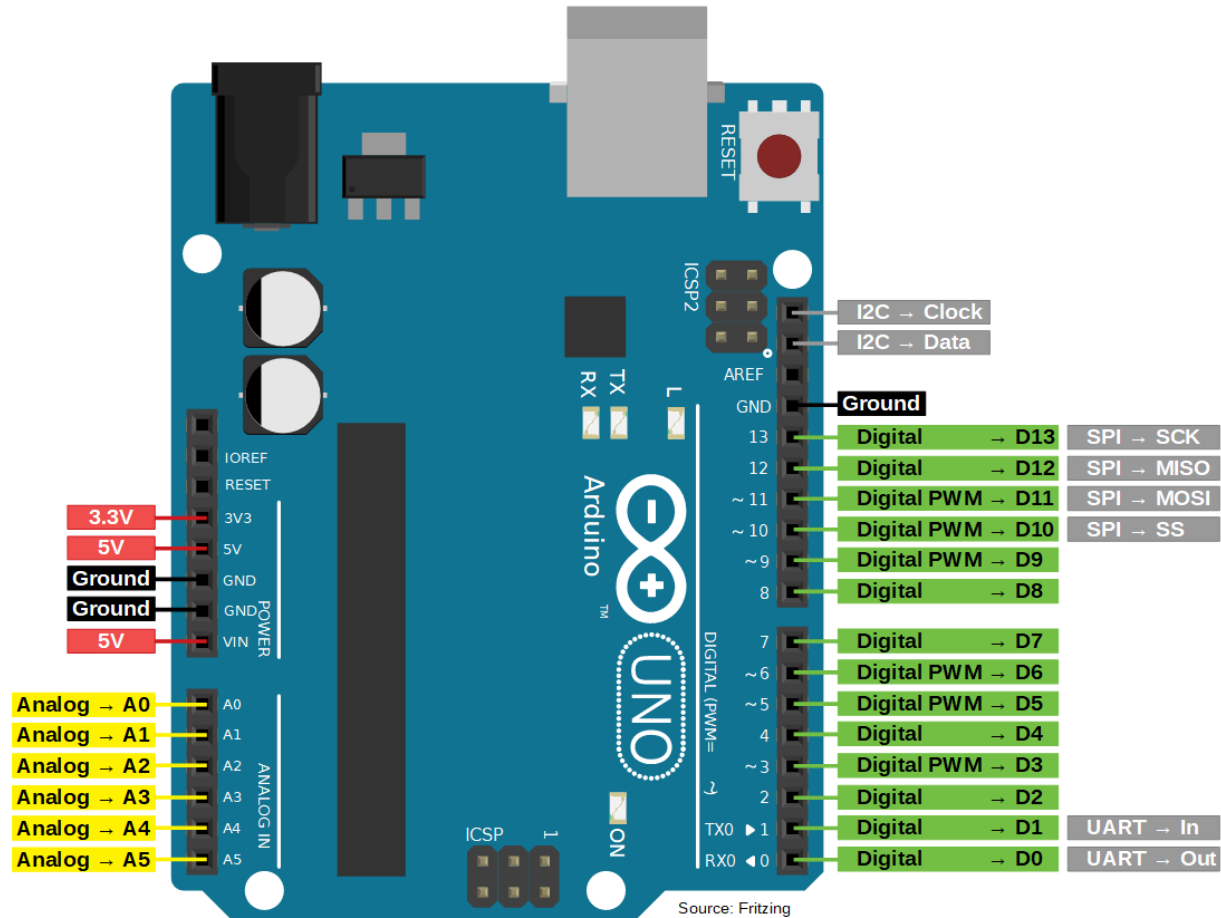


لوحة Arduino UNO

- هي افضل لوحة الكترونية قابلة للبرمجة يمكن البدء بها واكثر لوحات اردوينو استخداما
- مواصفات اللوحة:
 - يمكن تشغيل اللوحة عن طريق وصلها بالحاسوب عبر منفذ USB او عن طريق محول كهربائي او بطارية
 - تحتوي على 14 منفذ رقمي للإدخال والإخراج (Digital)، 6 منافذ منها تحتوي على تقنية PWM
 - تحتوي على 6 منافذ تماثلية للإدخال (Analog)
 - تحتوي على منفذ تسلسلي واحد للاتصال (UART)

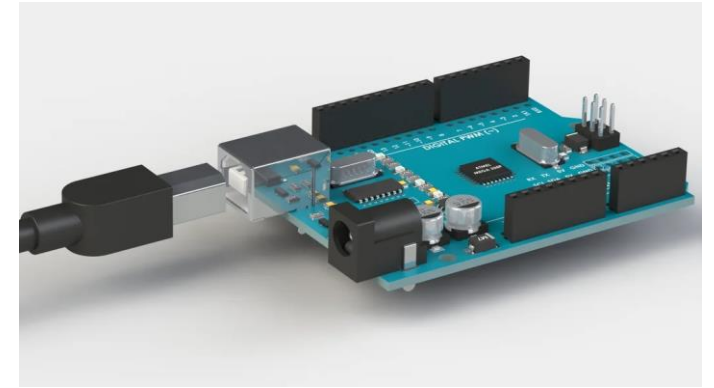
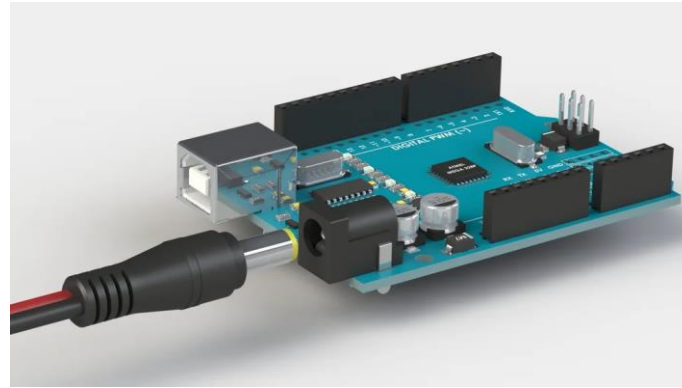
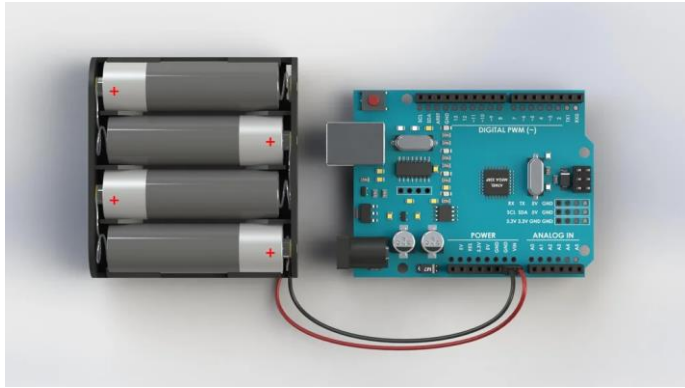


لوحة Arduino UNO



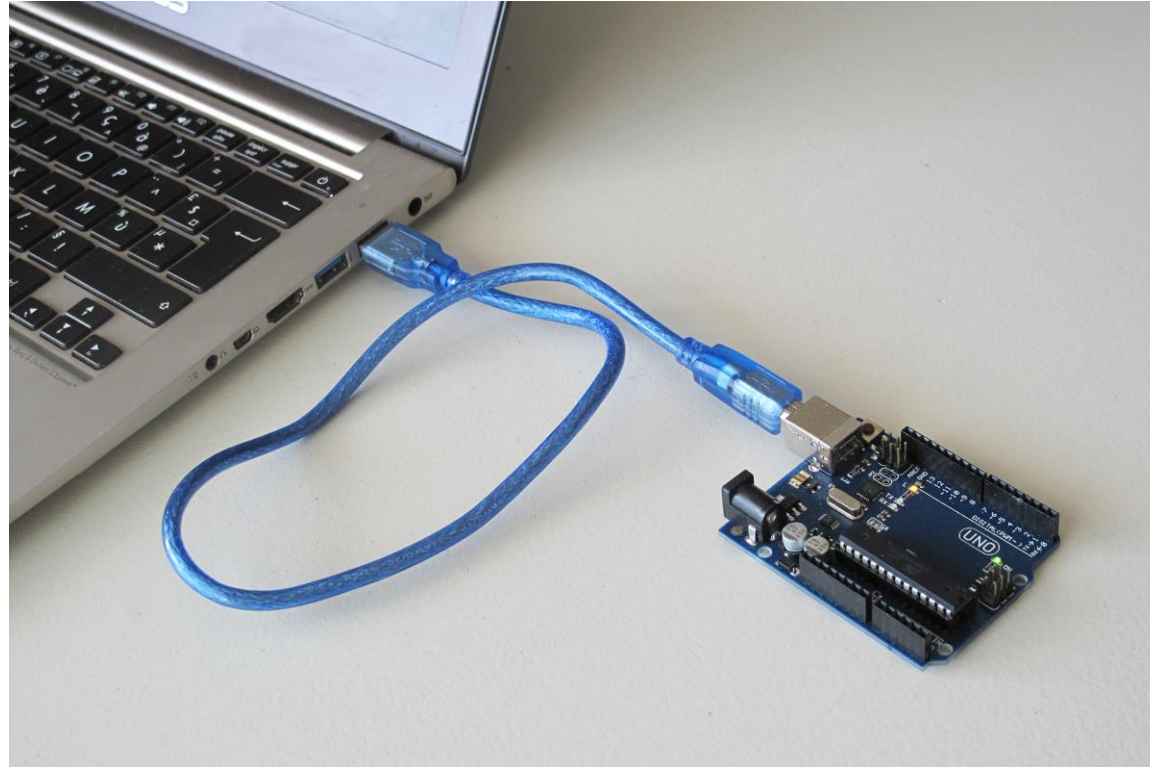
تشغيل لوحة اردوينو

- يتم تغذية لوحة اردوينو بالطاقة الكهربائية من خلال:
 - منفذ USB – تغذية اللوحة بجهد كهربائي مقداره 5 فولت (جهاز الحاسوب)
 - منفذ Power – تغذية اللوحة بجهد كهربائي من 7 الى 12 فولت (محول كهربائي او بطارية)
 - ابرة VIN و ابرة GND – تغذية اللوحة بجهد كهربائي مقداره 5 فولت

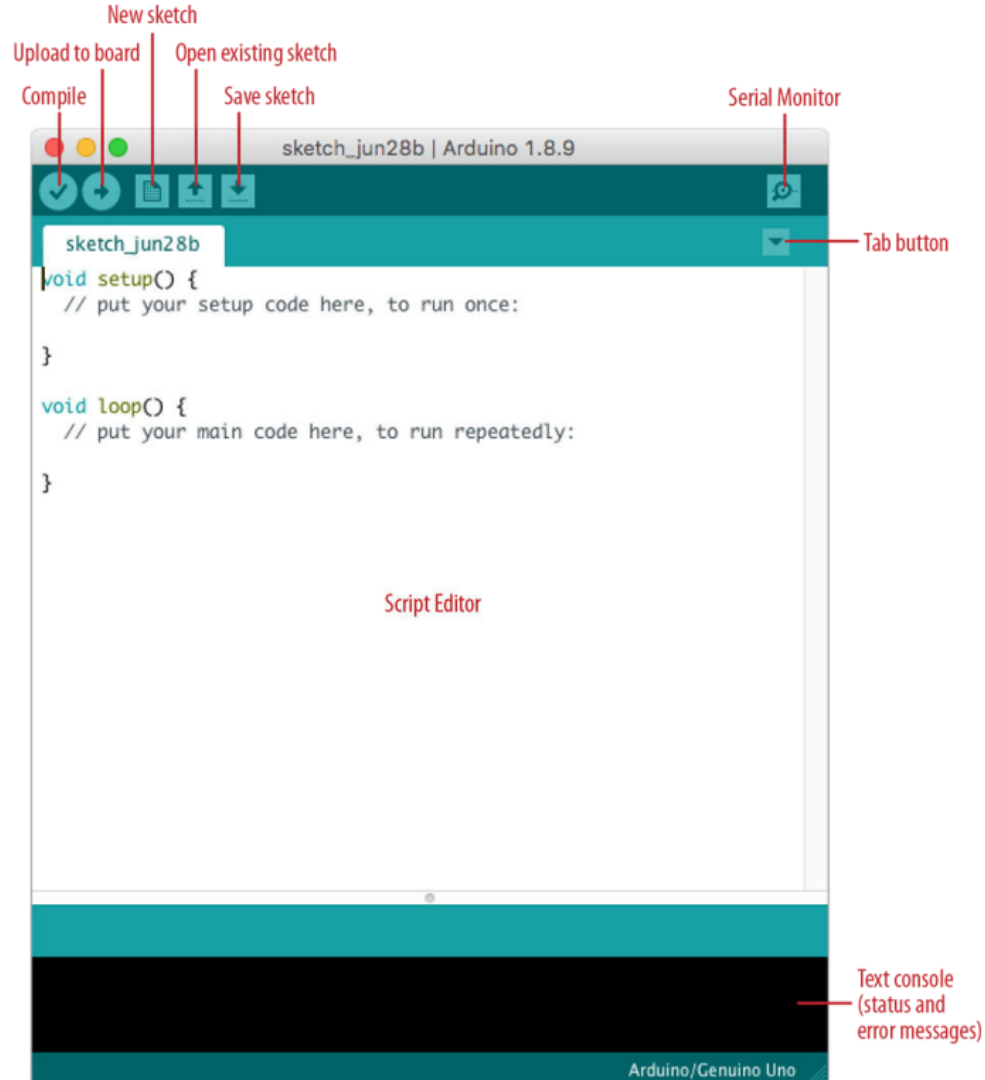


برمجة لوحة اردوينو

- يتم برمجة لوحة اردوينو بعد وصلها بالحاسوب من خلال برنامج Arduino IDE وهو بيئة تطوير متكاملة (IDE) يمكن الحصول عليه مجانا من موقع اردوينو www.arduino.cc



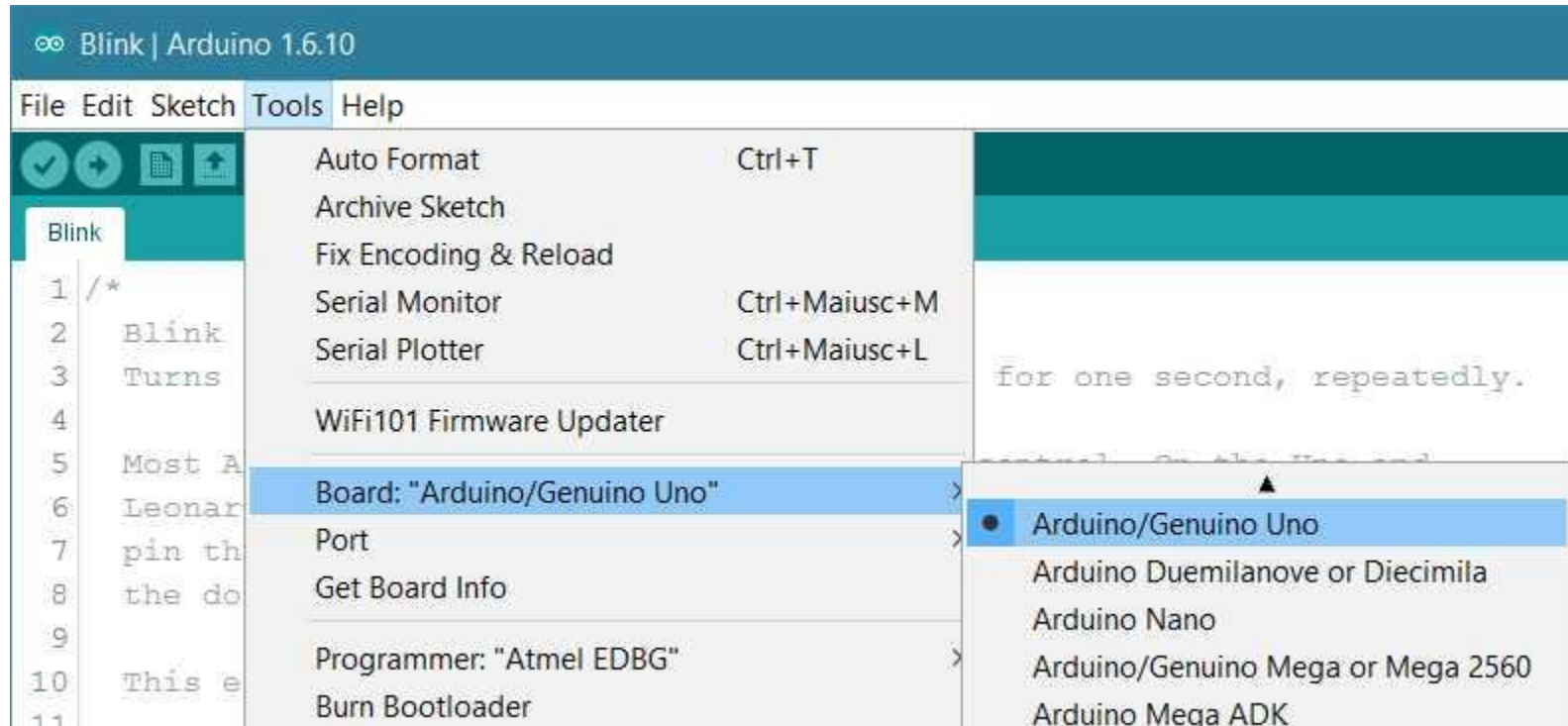
برمجة لوحة اردوينو



- يمكن من خلال بيئة التطوير المتكاملة (IDE):
 - انشاء برنامج جديد (New)
 - فتح برنامج (Open)
 - حفظ برنامج (Save)
 - ترجمة البرنامج (Compile)
 - تحميل البرنامج على اللوحة (Upload)
 - معاينة المنفذ التسلسلي (Serial Monitor)
 - معاينة النتائج ورسائل الخطأ (Text console)

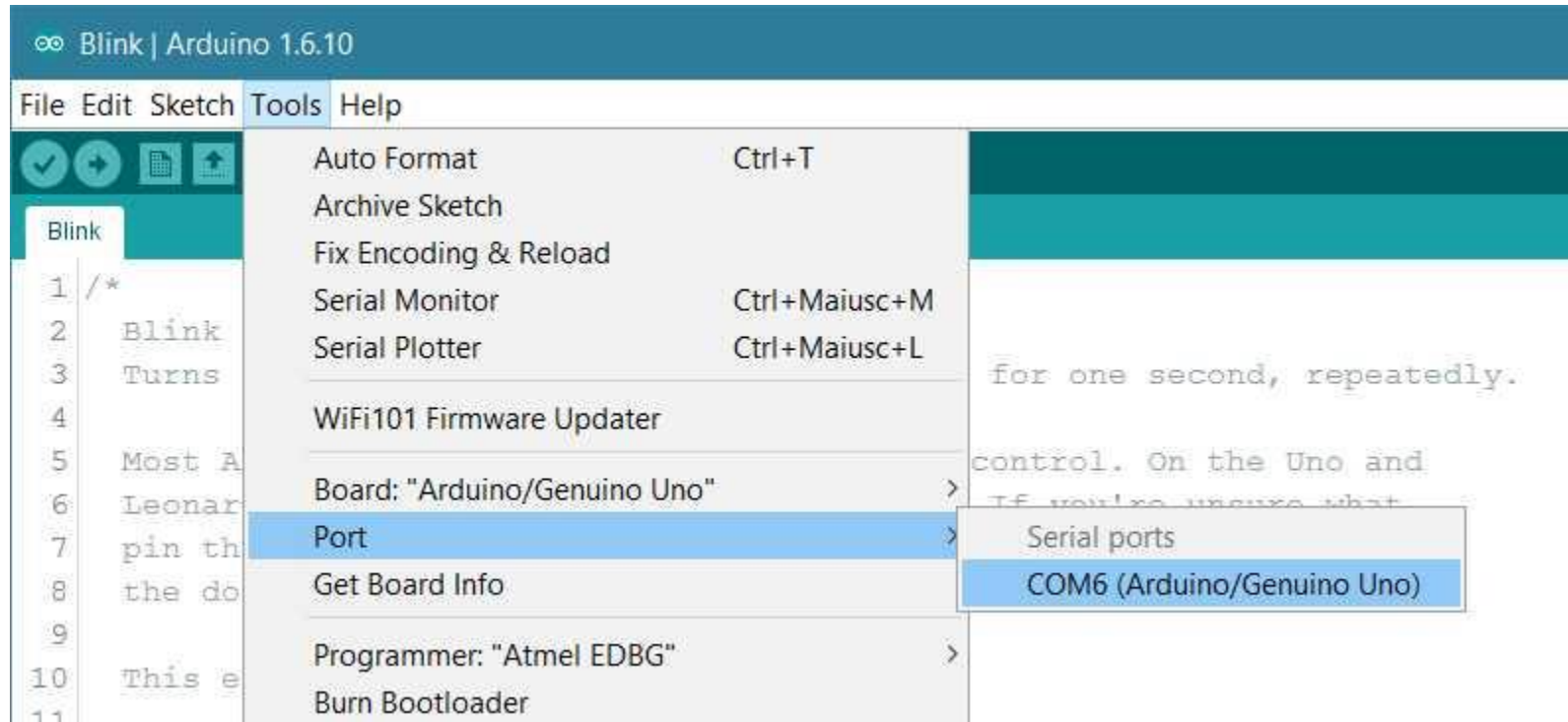
برمجة لوحة اردوينو

- الخطوة الاولى بعد تثبيت برنامج Arduino IDE هي اختيار نوع اللوحة (Board)



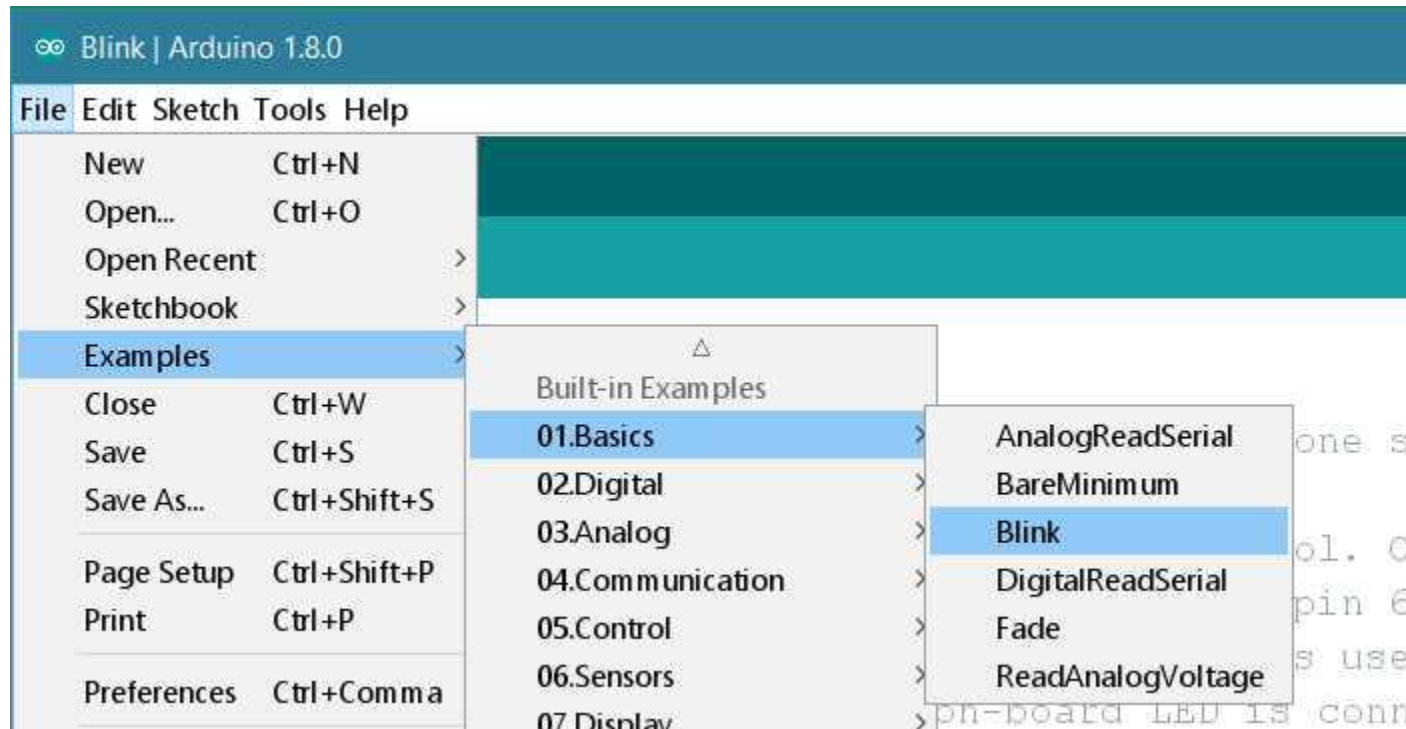
برمجة لوحة اردوينو

- الخطوة الثانية هي تحديد المنفذ التسلسلي (Port) للاتصال مع اللوحة



برمجة لوحة اردوينو

• الخطوة الثالثة هي فتح احد الامثلة المتوفرة على برنامج Arduino IDE لتجربة اللوحة



محاكاة الدوائر الإلكترونية

- يتيح موقع tinkercad.com تصميم ومحاكاة الدوائر الإلكترونية من خلال شبكة الانترنت
- يحتوي الموقع على عناصر الدوائر الكهربائية مثل المقاومات بالإضافة الى المتحكمات الدقيقة لتصميم وبرمجة لوحة اردوينو دون الحاجة الى شراء المكونات الإلكترونية

