

­­

**تقرير حلقة بحث بعنوان:**

**((أردوينوARDUINO…))**

**تقديم الطالب: الحسن عادل خضرة**

**الصف: الأول الثانوي**

**إشراف: المهندسة ميس درويش**

مخطط البحث:

المقدمة .

الباب الأول : التعريف بالمتحكمات الدقيقة و الأردوينو.

الباب الثاني : أنواعه.

الباب الثالث : أهمية الأردوينو .

الخاتمة.

**الفهرس**

|  |
| --- |
| مخطط البحث 2 |
| الفهرس 3 |
| المقدمة 4 |
| الباب الأول: التعريف بأردوينو 5 |
|  الباب الثاني: أنواع أردوينو 8 |
| الباب الثالث: أهمية أردوينو وكيفية عمله 13 |
| الخاتمة 19 |
| فهرس المراجع 20 |

**المقدمة**:

منذ زمن ليس ببعيد كان العمل على صناعة دائرة إلكترونية للقيام بوظيفة معينة أي بناء تصميم إلكتروني معقد من مكونات مثل مقاومات مكثفات ملفات ترانزستور.... إلخ.

كانت الدوائر الإلكترونية ثابتة التصميم و إعادة تغيير أو تعديل جزء بسيط فيها كان يعني الكثير من العمليات المعقدة مثل اللحام و قطع الأسلاك و إعادة النظر في المخططات الإلكترونية و الكثير من الأمور المزعجة و التي أدت إلى اقتصار وظيفة تطوير المنتجات الإلكترونية على مجموعة من المهندسين المتخصصين فقط.

و بفضل التطور التكنولوجي في اختراع الدوائر المدمجة integrated circuits أgIC)rated circitsفي إختراع الدوائر المدمجة هندسين المختصين فقطمزعجة و التي أدت إلى اقتصار وظيفة ت المعقدة مثل اللحام و قطع الأس (IC)أصبح من الممكن وضع دارة إلكترونية كاملة على شريحة صغيرة حجمها قد لا يتجاوز رأس الدبوس.

وأدى تطور (IC) إلى ظهور جيل خاص من الدارات الإلكترونية يسمى المتحكمات الدقيقة .Micro Controllers

و هنا سنتعرف على المتحكمات الدقيقة و ال Arduinoو أهميتها في المشاريع الإلكترونية وهل يمكن تحويل تقنية صناعة الدوائر والأنظمة الإلكترونية من التصميم الإلكتروني البحت إلى أوامر برمجية و بسيطة يمكن لأي شخص أن يكتبها بسهولة و يسر.

**الباب الأول**

**التعريف بالمتحكمات الدقيقة والأردوينو**

**المتحكمات الدقيقة**

كما أدى تطور الدوائر الالكترونية إلى ظهور جيل خاص منها يسمى **المتحكمات الدقيقة ( (Micro Controllers** تحتوي على وحدة معالجة مركزية وذواكر ووحدات إدخال وإخراج وهي أشبه بكمبيوتر مصغر قابل للبرمجة لأداء مهمة واحدة سابقة التحديد وتتدرج هذه المهام من بسيطة كالموجودة في ألعاب الأطفال وحتى المعقدة من الوظائف كمقياس زلازل أو حتى إدارة خطوط الإنتاج في المصانع الكبرى، ويمكن أن يوجد في السيارة أكثر من 50 متحكمة دقيقة تقوم بالعديد من الوظائف، وكل ذلك يتم ببساطة عن طريق أوامر برمجية وبذلك تحولت تقنية صناعة الدوائر والأنظمة الالكترونية من التصميم الالكتروني البحت المعتمد على المكونات الصلبة فقط إلى أوامر برمجية يمكن لأي فرد أن يكتبها بنفسه بسهولة ويسر.

تتميز المتحكمات الدقيقة أيضا بإمكانية التغير والتعديل عليها في أي وقت، فبكل بساطة لو أراد المصمم تغيير شيء في مشروعه يتم ذلك بتعديلات بسيطة في السطور البرمجية وإعادة وضع الأوامر وتجربتها حتى الوصول إلى الهدف المنشود من المشروع.

يوجد العديد من الشركات التي تنتج المتحكمات الدقيقة ال (PIC) من شركة microchip وال (AVR) من شركة ATMEL.[[1]](#footnote-1)

**الأردوينو**

وهي بورد الكتروني مفتوح المصدر open hardware لتطوير الكثير من الأفكار و المشاريع المتعلقة بالتحكم الآلي بصورة سهلة و بسيطة ن طريق استخدام لغة برمجة مفتوحة المصدر Arduino c يتم برمجة المتحكم الموجود على البورد باستخدام برنامج خاص يسمى

 Development Environment Arduino IDE : Integrated

إن أردوينو مفتوح المصدر يعني أنه يمكنك الاطلاع و التعديل على التصميمات الهندسية و الشفرات المصدرية Source Codes لكل من بوردات أردوينو المختلفة Arduino Boards – Arduino IDE بما يتناسب مع البرنامج ويمكن أيضا تطوير لغة برمجة Arduino c بحرية تامة و الاطلاع على الشفرات المصدرية الخاصة بها كما ان كل هذه المميزات والبرمجيات مجانية تماما على غرار بعض البيئات التطويرية مثل Mikro C والتي تتطلب شراء رخصة مكلفة تصل في بعض الأحيان إلى آلاف الدولارات لاستخدامها.

قد يظن البعض أن أردوينو مصمم للهواة فقط لكن هذا غير صحيح فلقد تم تطويره ليناسب جميع المستويات ابتداء من الهواة وا4نتهاء بالمشاريع المتطورة والدليل أنه هناك مميزات جبارة تجعل أردوينو على قمة المتحكمات الدقيقة وهي إمكانية دمجه في مشاريع يتم برمجتها بلغات هندسية متطورة مثل MATLAB و Java حيث يوجد مكتبات برمجية جاهزة للغة ال MATLAB والجافا خاصة بالتعامل مع أردوينو ويمكن أيضا استخدام لغات البرمجة للتواصل مع بوردات أردوينو المختلفة.

فيمكن مثلا عمل دارة استشعار للطقس والحرارة بالأردوينو وإرسال البيانات إلى MATLAB على الحاسب الآلي لإجراء التحليلات الحسابية المتطورة .

من بعض المشاريع في الأردوينو : مستكشف زلازل باستخدام الأردوينو ولغة البرمجة MATLAB كان من تصميم شاب في السادسة عشر من عمره في الولايات المتحدة حيث قام بعمل وحدة استشعار وتحليل للزلازل بتكلفة لا تتجاوز 80 دولار باستخدام بعض المستشعرات ولوحة أردوينو فقط مع العلم ان الدارات الإلكترونية المماثلة قد تكلف أكثر من 2000 دولار. [[2]](#footnote-2)

**الباب الثاني**

**أنواع أردوينو**

 حتى توالت الكثير من التطويرات والتي جعلت أردوينو منAtmel والتي تنتجها شركة AVRمن العائلة ATmega168 من أشهر أنواع ألواح التطوير الإلكترونية ومع زيادة الطلب على ألواح الأردوينو أتت الحاجة إلى تصنيع وإصدار أنواع متعددة ومختلفة الحجم والوظيفة من ألواح الأردوينو لكي تفتح المجال لأصحاب الأفكار بإيجاد اللوح المناسب لمشاريعهم أصبح للأردوينو الأن اكثر من 19 نوع مختلف من هذه العائلة وستنطرق في الحديث عن خصائص أهم هذه الألواح:

1. **أردوينو أونو(Arduino Uno) :**

الأردوينو أونو يعتبر من أشهر أنواع الأردوينو وأكثرها استخداماً، تحتوي لوحة الاردوينو على منفذ لوصلة USBوالتي تستطيع من خلاها تزويد الأردوينو بالطاقة وتحميل نص البرمجة على المتحكمة الصغرية ومنفذ آخر لتزويد الاردوينو اونو بطاقة خارجية منفصلة (مثل البطاريات ذات ال 9 فولت)، كما تحتوي لوحة الاردوينو اونو على زر لإعادة التشغيل.

**الخصائص الأساسية:**

المتحكم الصغري: ATmega328P //جهد تشغيل النظام الكهربائي:5v //فولطية المنفذ (الحدود):6-20v //فولطية المنفذ (الموصى بها): 7-12v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 14/المنافذ التماثلية (إدخال):6 //سرعة المعالج: 16 MHz//حجم الذاكرة: 32KB (KB 0.5 تستخدم للإقلاع)/ أبعاد اللوحة: 68.6mm/53.4mm

1. **أردوينو ميجا (Arduino Mega):**

يعتبر إصدار أحدث من أردوينو أونو من حيث المواصفات لكنه لم يحقق نفس الانتشار الذي حققه أردوينو أونو.

**الخصائص الأساسية:**

المتحكم الصغري: ATmega2560//جهد تشغيل النظام الكهربائي:5v //فولطية المنفذ (الحدود): 6-20v//فولطية المنفذ (الموصى بها): 7-12v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 54//المنافذ التماثلية (إدخال): 16//سرعة المعالج: 16MHz//حجم الذاكرة: 256KB (KB 8 تستخدم للإقلاع)أبعاد اللوحة: 101.52mm/53.3mm

1. **الأردوينو ديو(Arduino Due) :**

أردوينو ديو هو من أول أنواع الأردوينو التي تستخدم متحكم أصغري ذو 32-بت بنية ARM مع سرعة معالج تصل الى 84 MHz قد تختلف الاردوينو ديو عن بقية انواع الاردوينو بأنها تعمل على 3.3 فولت بينما معظم انواع الاردوينو تعمل على 5 فولت وهذا قد يأثر على قابلية الاردوينو ديو على الارتباط مع بعض انواع الاغطية وذلك لأن معظم أنواع الاغطية المتوافرة تعمل على 5 فولتات بينما الاردوينو ديو يستطيع توفير 3.3 فولتات فقط.

**الخصائص الأساسية[[3]](#footnote-3):**

المتحكم الصغري: AT91SAM3X8E//جهد تشغيل النظام الكهربائي:3.3v //فولطية المنفذ (الحدود): 6-16v//فولطية المنفذ (الموصى بها): 7-12v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 54//المنافذ التماثلية (إدخال): 12//سرعة المعالج: 84MHz//حجم الذاكرة: 512KB (متوفرة بالكامل لتطبيقات المستخدم)//أبعاد اللوحة: 101.52mm/53.3mm

1. **أردوينو ليوناردو Arduino Leonardo)):**

يعتبر الأردوينو ليوناردو مشابهاً للأردوينو أونو ولكنه يتفوق عليه في بعض الميزات (كعدد المنافذ والمتحكم الدقيق).

**الخصائص الأساسية[[4]](#footnote-4):**

المتحكم الصغري: ATmega32u4 //جهد تشغيل النظام الكهربائي:5v //فولطية المنفذ (الحدود): //6-20vفولطية المنفذ (الموصى بها): 7-12v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 20//المنافذ التماثلية (إدخال): 12//سرعة المعالج: 16MHz//حجم الذاكرة: 32KB (KB 4 تستخدم للإقلاع)//أبعاد اللوحة: 68.6mm/53.3mm

1. **ليلي باد اردوينو (Lily Pad Arduino USB):**

تعتبر أصغر أنواع الأردوينو والتي يمكن وصلها مباشرة بالكمبيوتر عبر USB وهي ذات شكل دائري.

**الخصائص الأساسية[[5]](#footnote-5):**

المتحكم الصغري: ATmega32u4 //جهد تشغيل النظام الكهربائي:3.3v //فولطية المنفذ: 3.8-5v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 9//المنافذ التماثلية (إدخال): 4//سرعة المعالج: 8MHz//حجم الذاكرة: 32KB (KB 4 تستخدم للإقلاع)//أبعاد اللوحة: قطرها 50mm

**6. أردوينو فيو (Arduino Fio ):**

إن الاردوينو فيو هي أحد أنواع الاردوينو المعدة والمخصصة للتطبيقات اللاسلكية، فنلاحظ أن الاردوينو فيو تحتوي على منافذ خاصة تسمح للمستخدم بإيصال رقاقة ال XBee مما يمكن الاردوينو من استقبال وإرسال المعلومات مع رقاقة XBee أخرى لاسلكياً، هذه الخاصية تسمح للمستخدم بتحميل نصوص البرمجة لاسلكياً على الاردوينو فيو أما بالنسبة لمكونات لوحة الاردوينو فيو فاللوحة تحتوي على منفذ لتوصيل بطارية ليثيوم خارجية منفصلة، زر لإعادة التشغيل.

**الخصائص الأساسية[[6]](#footnote-6):**

المتحكم الصغري: ATmega328p//جهد تشغيل النظام الكهربائي:3.3v //فولطية المنفذ (الحدود): 3.35-12v//المنافذ الرقمية (إدخال/إخراج): 14//المنافذ التماثلية (إدخال): 8//سرعة المعالج: 8MHz//حجم الذاكرة:32KB(KB 2 تستخدم للإقلاع)//أبعاد اللوحة: 65mm/28mm

7.أردوينو زيرو (zero)



هو عبارة عن امتداد بسيط وقوي للمنصة الذي قام عليها الأردوينو أونو. لوحة الزيرو توسع مجموعة الأردوينو عن طريق تأمين الأداء الجيد والمحسن وتمكين تنوع فرص بناء المشاريع للأجهزة. وتستخدم كأداة تعليمية للتعليم عن تطوير البرامج 23 bit.

اللوحة تحتوي على كل ما يلزم لدعم متحكم؛ ببساطة عن طريق ربط الكمبيوتر باستخدام كابل USB مصغر أو تزويدها بالطاقة من خلال محول AC إلى DC أو بطارية. لوحة الزيرو متوافقة مع جميع الحقول التي تعمل في 3.3V ومتوافقة مع اردوينو pinout 1.0.[[7]](#footnote-7)

**الباب الثالث**

**أهمية الأردوينو في المشاريع الإلكترونية التفاعلية**

**وكيفية عمله**

تعتبر بيئة تطوير أردوينو Arduino IDE الأداة المستخدمة في كتابة الأكواد البرمجية بلغة Arduino C وتحويلها بعد ذلك الى صيغة تنفيذية بمكن وضعها على المتحكم الدقيق الموجود على البورد.

تتميز بيئة تطوير أردوينو بالسهولة والبساطة في التعامل فهي تكاد تخلو من أي تعقيدات في المظهر العام وتحتوي فقط على ما يحتاجه المبرمج ليبدأ تطوير برامج بلغة أردوينو سي Arduino C كما أنها تستخدم في نفس الوقت لرفع البرنامج مباشرة إلى المتحكم الدقيق وبذلك ال نحتاج إلى برنامج آخر مخصص لرفع الصيغة التنفيذية للبورد.

يعرف الدخل والخرج التماثلي بأنه أي فرق جهد يبدأ بالصفر وقابل للتغير دائما وليس له حدود قصوى معينة , على كس الدخل الرقمي والذي اما يكون 5 فولت HIGH (1) واما يكون صفر فولت LOW(0) .

يبر الدخل التماثلي عن الإشارات المتغيرة مثل فرق الجهد الناتج من مستشعر (حساس) معين نتيجة التغير في عامل معين , على سبيل المثال: حساس الضوء أو ما يعرف باسم المقاومة الضوئية Photo – Resistor وهي مقاومة كهربائية تتغير قيمتها بتغير مقدار الضوء الذي تتعرض له واذا قمنا بتوصيل هذه المقاومة على نصدر ثابت للفولت و استخدامنا ال AVO-meter لقياس فرق الجهد المطبق عليها ... سنجد أنفرق الجهد سيتغير دائما بتغير مقدار الضوء الساقط عليها.

ويمكننا أن نستغل تلك الظاهرة في قياس أي عامل بيئي معين باستخدام مستشعرات مناسبة والتي تقيس ذلك العامل البيئي وتحوله إلى إشارة كهربائية تماثلية قابلة للقياس مثل: حرارة , الضوء , الرطوبة , سرعة الرياح , القوة , العزم ,التسارع, المجال المغناطيسي ...الخ.[[8]](#footnote-8)

من أشهر المستشعرات مثل المقاومة الضوئية ومستشعر الحرارة مثل LM35 , TMP36 وهو عبارة عن ترانزستور خاص يتأثر بالحرارة ويعطى تغير في الجهد الكهربائي (الفولت) متناسب مع التغير في درجة الحرارة ... حيث يعطي 10 مل

فولت لكل0.1 درجة مئوية.... كما نتحدث عن الدخل والخرج التماثلي وكيفية استخدام المستشعرات مع أردوينو

لنأخذ أولا حساس الحرارة كمثال: حساس الحرارة مثل LM35 , TMP35,TMP36 ما هو الا بترانزستور ذا حساسية عالية لتغير في الحرارة ومن المعروف أن الترانزستور يصنع من مادة السيليكون التي يتغير مدى قابليتها لتوصيل الكهرباء بتغير الحرارة حيث يزداد التيار الكهربائي المار فيها بزيادة الحرارة ويمكننا إجراء تجربة بسيطة لنتعرف أكثر على طريقة عمل ذلك الحساس.

يحتوي الحساس على ثلاث أرجل وهي كالتالي:

1. منفذ الدخل ويتم توصيل جهد ثابت بين 2.2 فولت حتى 5.5 فولت.
2. منفذ الخرج وهو المنفذ الذي نحصل منه على قراءة الحساس.
3. منفذ الأرضي ويتم توصيله بأي نقطة أرضي GND .[[9]](#footnote-9)

من أهم الدوال البرمجية الموجودة في لغة اردوينو

 analog Read(pin number) تقوم هذه الدالة بقراءة فرق الجهد بصورة تماثلية ويستطيع المتحكم الدقيق أن يقيس فرق جهد من 4.8 مل فولت حتى 5 فولت تقريبا و تقوم بتحويل الإشارة التماثلية إلى قيمة رقمية من صفر إلى 1024 وتسمى هذه العملية باسم تحويل الاشارة من تماثلية إلى رقمية

Analog to digital converting

فمثلا اذا كان الجهد الداخل إلى A0 يساوي القيم التالية :

4.8 مل فولت = 1 رقمي

48 مل فولت = 10رقمي.

480 مل فولت= 100 رقمي.

1 فولت = 208.33 رقمي.

2 فولت = 416.66 رقمي.

5 فولت = 1024 رقمي.

و يستخدم الأمر التالي في تخزين قيمة القراءة الناتجة داخل المتغير sensor Value

Sensor value = analog Read(sensor Pin);

بعد ذلك يقوم المتحكم الدقيق بتشغيل الدايود الضوئي فترة زمنية تساوي قيمة هذا المتغير و تقوم بإطفائه بنفس الزمن blinking led ولكن الزمن في هذا المثال متغير تبعا لقراءة الجهد التماثلي على المدخل A0[[10]](#footnote-10)

إن جميع لوحات أردوينو ما بخلاف (ميني و ليلي باد)

توفر إمكانية إرسال واستقبال البيانات مباشرة مع الحاسب الآلي computer interface وذلك عن طريق منفذ ال USB ويمكن استغلال هذه الخاصية في الكثير من المشاريع الرائعة , وبالنسبة إلى اللوحات التي لا تدعم هذه الخاصية فهي تحتاج ما يسمى بال FIDI interface وهي شريحة صغيرة تستخدم لتبادل البيانات بين الحاسب الآلي والمتحكمات الدقيقة.[[11]](#footnote-11)

 analog Write(pin number, value) وهي الدالة المسؤولة عن توليد خرج تماثلي analog Output ويمكن تطبيقها على المخارج التي تدعم خاصية التعديل الرقمي المعتمد على عرض النبضة (Pulse-Width modulation) ووهي المخارج التي يكتب بجانبها علامة( ( (وهي المخارج التي يكتب بجانبها علامةخاصية التعديل الرقمي المعتمد على عرض النبضة ~ وهي 6 مخارج كالتالي:3,5,6,9,11

ما هي خاصية التعديل الرقمي PMW ؟؟

خاصية تمكنك من انتاج فرق جهد على هيئة موجه قابلة للتغير عن طريق اشارة رقمية وبذلك نستطيع تحويل الأوامر الرقمية إلى موجه تماثلية ويمكن استغلال تلك الخاصية في توليد جهد متغير قيمته بين 0 فولت حتى 5 فولت عن طريق استخدام قيم رقمية من 0 حتى 255 مثلا:[[12]](#footnote-12)

255 = 5volt

128 = 2.5volt

0 = 0volt

فكيف يمكننا الاستفادة من هذه الخاصية ؟؟

الكثير من المكونات الالكترونية والكهربية تتفاعل مع القيم المختلفة من فرق الجهد بصور مختلفة مثل الدايود الضوئي مثلا عندما تطبق 3 فولت على الدايود الضوئي ستجد أن اضاءته ضعيفة واذا رفعت الجهد إلى 4 فولت ستجد اضاءته قد ازدادت واذا وصلت إلى 5 فولت ستجد الاضاءة قد وصلت إلى أعلى معدل سطوع... وهناك مكونات كهربائية مثل المحرك الكهربائي (الموتور) والذي تزداد سرعته بزيادة الفولت الكهربائي .[[13]](#footnote-13)

وسائل الإدخال والإخراج المتطورة

سنتحدث عن بعض المكونات الأكثر تطورا للتفاعل مع المتحكمات الدقيقة في مشاريع واقعية يمكن استخدامها في حياتنا اليومية فسنتكلم عن شاشات عرض الكريستال السائل ولوحة إدخال الارقام و مصفوفة الدايود الضوئي والمتممات.

**شاشات عرض الكريستال السائل:**

تتكون هذه الشاشات من زجاج الكريستال المعالج و تتوفر هذه الشاشات بأحجام وأنواع مختلفة وسوف نستعرض منها نوعين أساسيين وهما:

1. شاشات العرض المعتمدة على الحروف
2. شاشات العرض المعتمدة على الرسومات

توفر الشاشات المعتمدة على الحروف امكانية اخراج أي نصوص تتكون من حروف أو أرقام أو رموز ( كالتي تكتب على لوحة المفاتيح في الحاسب الآلي) وتتوفر بأحجام مختلفة وألوان مختلفة مثل:[[14]](#footnote-14)

Green 16x2 lcd

Blue 16x2 lcd

Green 20x4 lcd

فالرقم 16x2 عدد السطور (2) الحروف التي يمكن كتابتها في كل سطر (16) حرف كما تتوفر بألوان مختلفة .

**لوحة الأرقام:**

تعتبر لوحة الأرقام من أهم وسائل الادخال المستخدمة بكثرة في مشاريع المتحكمات الدقيقة والتي ستجدها حولك في العديد من الأجهزة الالكترونية مثل الهاتف المنزلي و لوحة المفاتيح و لوحة التحكم في المصاعد الموجودة في البيوت متعددة الطوابق.

وتختلف أشكال لوحات الأرقام تبعا لحجمها وعدد الأرقام المتاحة في بعض اللوحات ستجد رموز إضافية مثل علامة النجمة (\*) وعلامة المربع (#) أ, حتى بعض الحروف الانكليزية تعتبر لوحة الأرقام بحجم 4x4 ,3x3 هي أشهر لوحات الكتابة.[[15]](#footnote-15)

**الريلاي Relay**

هو عنصر ميكانيكي إلكتروني ويمكننا تخيله على شكل مفتاح أو زر كهربائي أما داخليا فهو يتكون من جزئين رئيسيين:

 الأول: سلك ملفوف حول قالب حديدي وفي مقدمة ذلك القالب يتوضع الجزء الثاني : وهو لسان أو قطعة معدنية مستطيلة الشكل تقع أمام القالب/الملف وهي بمثابة المفتاح فهي تحتوي على تماسات معدنية يتم من خلالها توصيل حمل كهربائي ليعمل الريلاي على فصله أو تشغيله بحسب وضع الملف في الريلاي.

عند تطبيق فرق جهد على طرفي الملف الداخلي للريلاي سيمر تيار في الملف ليتحول بواسطته اللف المغناطيسي كهربائي مولدا مجالا مغناطيسيا سيقوم بدور بجذب ذلك اللسان أو القطعة المواجهة للملف بحيث تغلق التماسات الكهربائية وعند فصل الجهد المطبق سيتلاشى التيار تدريجيا ليختفي ذلك المجال المغناطيسي وهناك زنبرك سيقوم بإعادة اللسان لوضعه الطبيعي وفصل التماسات وفتح المفتاح الذي أغلق.

الريلاي يقوم بعملية تشغيل لأي حمل ذا استهلاك كبير للطاقة من خلال فرق جهد صغير والسر يمكن وراء تشغيل الملف بجهد صغير مثل 5 فولت لنقوم بتشغيل [[16]](#footnote-16)

المصباح الذي سيتم وصله على أطراف التماسات التي سيجذبها الملف داخلا الريلاي.

**جاء مشروع Papilio Arduino ليحل المشكلات ويقدم لوحة تطوير جديدة إلى عائلة لوحات اردوينو وتم اصدار Papilio Arduino IDE وهي نسخة معدلة من برنامج Arduino IDE لجعل لغة اردوينو تتناسب مع شرائح FPGAكما تم اصدار لوحات Papilio boards للبيع في منتصف 2010 بأسعار تبدأ من 40 دولار فقط.**

**بعد مشروع Papilio Arduino اصبحت عائلة اردوينو تحتوي على لوحات تطويرية تعمل تقريبا بكافة التقنيات التي تم ابتكارها مثل AVR وشرائح ARM Cortex و حتى شرائح FPGA.**

**الخاتمة**

بعد هذا البحث عن المتحكمات الدقيقة والأردوينو وبعد أن تعرفنا عن أنواع الأردوينو المختلفة بطرق الإدخال والإخراج وطرق المعالجة والحجم ....الخ

استنتجنا أن المتحكمات الدقيقة وخاصة الأردوينو لها دور كبير في المشاريع الالكترونية والتقنية برخصها وسهولة التعامل معها وإمكانية التعديل عليها ...
فكانت الدوائر الالكترونية ثابتة التصميم وإعادة تغيير أو تعديل جزء بسيط فيها كان يعني الكثير من عمليات معقدة مثل اللحام وقطع الأسلاك وإعادة النظر في المخططات الإلكترونية والكثير من الأمور المزعجة والتي أدت إلى اقتصار وظيفة تطوير المنتجات الالكترونية على مجموعة من المهندسين المتخصصين فقط.

لذلك كان اختراع أردوينو من أفضل الاختراعات التي من الممكن الحصول عليها في الجانب الالكتروني والتقني الذي من الممكن استخدامه في المشاريع الالكترونية التفاعلية.

في النهاية يمكننا القول أن مشروع أردوينو صنع أكبر مجتمع تقني من المهندسين و الفنيين والهواة يعملون على تطوير الافكار والمشاريع المتعلقة بالتحكم الآلي بصورة تشاركية وتفاعلية حول العالم اعتماداً على استخدام لوحات الكترونية بتقنيات مختلفة و مع ذلك تم برمجتها جميعا بلغة برمجية واحدة ومجانية ومتاحة للجميع .

إنه مجتمع جديد ومختلف .. حقاً إنها ثورة الكترونية ....

**فهرس المراجع**

1**-موقع أردوينو:** [**www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno**](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno)

2-**كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله".**

3-**الموقع الرسمي لأردوينو** [**www.Arduino.cc**](http://www.Arduino.cc)**.**

1. Arduino.cc [↑](#footnote-ref-1)
2. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" [↑](#footnote-ref-2)
3. موقع أردوينو الرسمي عن الرابط: [www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue) 21/12/2015 ا [↑](#footnote-ref-3)
4. موقع أردوينو الرسمي عن الرابط: [www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo) 22/12/2015 [↑](#footnote-ref-4)
5. موقع أردوينو الرسمي عن الرابط: [www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadUSB](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadUSB) 22/12/2015 [↑](#footnote-ref-5)
6. موقع أردوينو الرسمي عن الرابط: [www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio) 2/10/2015 الساعة 19:25 [↑](#footnote-ref-6)
7. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardZero> [↑](#footnote-ref-7)
8. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الرابع. [↑](#footnote-ref-8)
9. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الرابع. [↑](#footnote-ref-9)
10. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الرابع. [↑](#footnote-ref-10)
11. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الخامس. [↑](#footnote-ref-11)
12. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الرابع. [↑](#footnote-ref-12)
13. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل الرابع. [↑](#footnote-ref-13)
14. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل السابع. [↑](#footnote-ref-14)
15. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل السابع. [↑](#footnote-ref-15)
16. كتاب (أردوينو ببساطة) للمهندس "عبدالله علي عبدالله" الفصل السابع. [↑](#footnote-ref-16)