



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الأوسط
معهد التقني الرميثة / قسم الكهرباء

التحكم بالإشارات المرورية بواسطة الاردوينو

إعداد الطالب

عامر كامل حسن

رائد رياض علي

حسين علي محمد

أشراف الاستاذ

رضا علي حنون

١٤٤٢ هـ

٢٠٢١ م

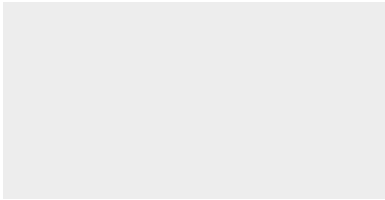
الاهداء... الاهداء...

الى من مرحلوا عنا بأجسادهم دفاعاً عن الوطن والمقدسات . . .

لكنهم عاشوا معنا امرواح تبعث الأمل . . .

شهداءنا

مرحمكم الله . . .



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسِرَّيَ اللَّهِ عَمَلِكُمْ وَرَأْسُوَالَهُ

وَاللَّسْوَانُونَ اَصْلُ سِرِّكُمْ وَفَا لِيَعَالَمُ الْغُيُوبِ الرَّسْمُ وَهُوَ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ظَنُّوا بِاللَّهِ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

(التوبة/ ١٠٥)

المحتويات

الفصل الاول

- ١.١ مقدمة (١)
- ١.٢ اشارات المرور الاولى (٢)
- ١.٣ اشارات المرور المكننة (٣)
- ١.٤ اشارات المرور الآلية (٤)

الفصل الثاني

- ٢.١ ما هو الأردوينو (١)
- ٢.٢ تاريخ الأردوينو (٢)
- ٢.٣ ماذا يوجد على لوحة الأردوينو (٣)
- ٢.٤ وظيفة ازرار الأردوينو (٤)
- ٢.٥ لماذا الأردوينو (٥)
- ٢.٦ أنواع الأردوينو (٦)

الفصل الثالث

- ٣.١ المقاومات (١)
- ٣.٢ الأردوينو اونو (٢)
- ٣.٣ المصابيح الضوئية (٣)
- ٣.٤ لوحة التجارب الالكترونية (٤)
- ٣.٥ أسلاك توصيل (٥)

الفصل الرابع

- ٤.١ الفكرة العملية للمشروع و الفائدة (١)
- ٤.٢ النتائج والمناقشة (٢)
- ٤.٣ المصادر (٣)

الفصل الاول

مراحل تطور إشارات المرور من الماضي إلى المستقبل

١.١ المقدمة

إشارات المرور الضوئية و هي عبارة جهاز تحكم كهربائي، وتعمل على تنظيم حركة المرور بناء على حق الأولوية في الاتجاهات المتضاربة وتقاطعات الطرق، وتتكون إشارة المرور الضوئية من ألوان رمزية؛ حيث يرمز كل منها إلى حركة معينة، فاللون الأحمر يرمز على ضرورة التوقف، بينما يرمز اللون الأخضر إلى إمكانية الحركة، فيما نجد بعض الإشارات الضوئية تضيف إلى اللون الاصفر الذي يرمز إلى حركة الاستعداد.

١.٢ إشارات مرور اولية ١٨٦٨

يعود تاريخ زحمة السير حتى قبل اختراع إشارات المرور، عندما كان الناس يستخدمون عربات الأحصنة والبغال للتنقل. وفي ١٨٦٠ تقريباً، اقترح مدير في شركة السكة الحديد البريطانية (جون بيك نايت) وضع نظام الأذرع الحديدية المستخدمة في السكك الحديدية، والتي تسمح للقطار بالتحرك أو تطلب منه التوقف. واقترح نايت أن يتم كتابة تعبيرى توقف وإمش في النهار واستخدام ضوأي الأحمر والأخضر ليلاً. واقترح أن يتم إضاءة هذه اللمبات بالقناديل التي تعمل على الوقود، على أن يتمركز شرطي جنب الإشارة طوال الليل. ومن هنا صدر أول قانون ينظم عمل إشارات السير في ٩ ديسمبر ١٩٨٦ عند تقاطع شارعى بريدج ستريت وغريت جورج ستريت في لندن قرب مجلس البرلمان، وفق ما ذكرت قناة "BBC". لكن انفجار اللمبة في وجه شرطي أوقف المشروع برمته نحو ٤٠ عاماً بسبب "خطورته على سلامة البشر". وفي بداية القرن العشرين انتشرت السيارات بكثرة في الولايات المتحدة الأميركية وبات هناك حاجة ملحة لتأمين المرور. وفي العام ١٩١٠ تقدم مخترع أميركي اسمه ارنست سيرين بنظام إشارات سير يتم التحكم به أوتوماتيكياً. أما الإشارات الكهربائية فاخترعت لأول مرة العام ١٩١٢ من قبل ليستر فارنسورث واير، والذي كان يعمل شرطياً. كانت فكرته تنص على وضع عامود مزود بإشارات كهربائية من الجهات الأربعة لتنظيم حركة السير في وسط التقاطعات. استمد العامود طاقته الكهربائية من العواميد في الشارع، على أن يقوم الشرطي يدوياً بتشغيل الإشارات.

١.٣ إشارات المرور الممكنة

في المرحلة الثانية، قام مهندس أمريكي عام ١٩١٢ من ولاية (يوتا) الأمريكية بتطوير إشارة المرور الضوئية، وذلك بالاستغناء عن الأذرع ، وإضافة الأنوار الكهربائية إليها. في المرحلة الثالثة، قامت بعض الشركات الأمريكية عام ١٩١٤م بإضافة منبه صوتي إلى الإشارة، لتنبيه السائقين بتغير اللون في الإشارة؛ وذلك لتفادي مشكلة عدم انتباه بعض السائقين للألوان في الإشارة الضوئية. عام ١٩٢٠ قام عنصر من عناصر رجال الشرطة الأمريكيين باستبدال المنبه الصوتي باللون البرتقالي بل وبدأ الابتكار في تصميم شكل الإشارة، وتعد "شجرة إشارة المرور" التي صممها النحات الفرنسي "بيير فيفانت" في لندن في عام ١٩٩٨ من الأكثر ابتكاراً، ويصل طولها إلى ثمانية أمتار وتتكون من ٧٥ مجموعة من الأضواء، وأصبحت وجهة محببة للسائحين في العاصمة البريطانية.

١.٤ إشارات المرور الآلية:

مرحلة التحكم الآلي: / بدأ التحكم الآلي (عن بعد) في الإشارات الضوئية عام ١٩٢٢م في ولاية تكساس، ثم تم تطوير أنظمة التحكم عن بعد عام ١٩٦٣م حيث تم ربط جميع الإشارة الضوئية بمركز تحكم مركزي في مدينة (تورنتو) الأمريكية. مرحلة الإضافات، حيث تم إضافة بعض الألوان والرموز الأخرى على الإشارة الضوئية بما يتناسب وطبيعة التقاطع المقامة عليه الإشارة ومنها: / عداد الثواني والذي يقوم بحساب الزمن المتبقي لتغير اللون في الإشارة، رمز حركة مرور المشاة، اللون الأحمر المتقطع للدلالة على ظروف خاصة عند التقاطع مثل سكة قطار، معبر لسيارات الإطفاء، وغيرها. مرحلة تطوير الأضواء في الإشارات الضوئية المرورية، وفيها تم استبدال الأضواء المتعارف عليها بأضواء تعتمد على صمام ثنائي باعث للضوء، ويرمز له بالاختصار (LED)؛ حيث كان الدافع وراء ذلك توفير الطاقة، الحصول على قوة إضاءة أعلى، التعامل مع الأعطال التي تصيب أضواء الإشارة بشكل مستقل، بمعنى: / إذا تعطل لون في الإشارة، فلا لداعي لتعطيل بقية الألوان الأخرى، حيث يمكن التعامل مع الخلل بصورة أسهل وأسرع ونظام التحكم في إشارة المرور باستخدام الأردوينو هو نظام يهدف لجعل إشارات المرور أكثر مرونة بحيث يمكن التحكم بها عن بعد وذلك من خلال جهاز مركزي يتم به ربط جميع الإشارات وإظهارها في خريطة بناءً على موقعها، ويقوم بتغيير الجدولة الزمنية لها دون الحاجة لتغييرها بطريقة يدوية، كما يقوم بعمل تنبيه فور تعطل الإشارة لإتخاذ الإجراء المناسب في أسرع وقت ممكن، و يوفر لإدارة المرور مجموعة من التقارير عن هذه أما بالنسبة لمستقبل إشارات المرور في ظل التطورات التكنولوجية الراهنة، فتعمل شركتان حالياً على استخدام نظام المخاطبة بين السيارات للاستغناء عن إشارات المرور وتوزيع حركة المرور حسب وضع الشارع من مارة وراكبي دراجات. وتعمل شركة سوتراك على استغلال الذكاء الاصطناعي في تنظيم حركة السير وفقاً لحركة الشارع كي لا يضيع الوقت في الانتظار عندما يكون الشارع خالياً على سبيل المثال. / وتقول الشركة إن هذا البرنامج سيقفل من زمن السفر بنحو ٢٥% ويخفف من

انبعاثات الغاز بنحو ٤٠% ويطلق العنان للذكاء الاصطناعي باتخاذ قرار تنظيم السير في كل تقاطع وفق ما يتطلبه الوضع .

الفصل الثاني

التحكم بالإشارات المروية باستخدام المتحكم المبرمج (الاردوينو)

٢.١ ما هو الاردوينو

الاردوينو (Ardueno) هو عبارة عن لوحة تطوير إلكترونية تتكون من دائرة إلكترونية مفتوحة المصدر مع متحكم دقيق على لوحة واحدة يتم ببرمجتها عن طريق الكمبيوتر وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية في مشاريع متعددة التخصصات أكثر سهولة. ويستخدم اردوينو بصوره أساسيه في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بينية مختلفة (مثل درجات الحرارة، الرياح، الضغط...الخ) ويمكن توصيل اردوينو ببرامج مختلفة علي الحاسب الشخصي. وتعتمد الاردوينو في برمجتها علي لغة البرمجة مفتوحة المصدر، وتتميز الأكواد البرمجية الخاصة بلغة اردوينو أنها تشبه لغة (C++) وتعتبر من أسهل لغات البرمجة المستخدمة في كتابه برامج المتحكمات الدقيقة.

٢.٢ تاريخ الاردوينو

تبدأ القصة في عام ٢٠٠٥ في مدينة ايفريا الإيطالية حيث قام كل من ماسيمو بانزي (Massimo Banz) بالتعاون مع دافيد كوارتيليس (David Cuartielles) وجاينلو كامارتيانو (Gianluca Martino) بإطلاق مشروع Arduin of Ivrea وتمت تسميته المشروع باسم أشهر شخصيه تاريخيه في المدينة وكان الهدف الأساسي للمشروع هو عمل بيئة تطوير للمتحكمات دقيقه بصوره مفتوحة المصدر ١٠٠ في المئة وتضمن هذا المشروع عمل بيئة تطوير برمجيه للمتحكمات الدقيقة Integrated Development Environment وتكون مجانيه في ذات الوقت كما تضمن عمل لوحات تطوير Development Boards صغيره الحجم بتكلفه بسيطه تبلغ حالياً قرابة ٢٧ دولار ليتمكن الطلاب والهواة التقنيين تحمل سعرها، وحتى عام ٢٠١٣ تم شحن أكثر من ٧٠٠ ألف لوحة أردوينو.

٢.٣ ماذا يوجد على لوحة الاردوينو

هناك العديد من أنواع لوحات Arduino والتي يمكن استخدامها لأغراض مختلفة، ولكن معظم لوحات الاردوينو لديها هذه المكونات المشتركة

كل لوحة Arduino تحتاج إلى وسيلة للاتصال بمصدر الطاقة {USB / Barrel Power Jack}:

يمكن تشغيل كابل U

ية على لوحة Arduino Barrel يتم عبر منفذ SB قادم من جهاز الكمبيوتر او عبر منفذ Arduino UNO Jack

أيضا فان تحميل التعليمات البرمجية usb

لنتعرف على اجزاء الأردوينو التالية Pins {5V, 3.3V, GND, Analog, Digital, PWM, AREF}:

إن لأطراف الموجودة على لوحة ويتراوح الجهد الموصى به لمعظم طرازات Arduino بين ٦ و ١٢ فولت.

الأردوينو يتم من خلالها توصيل الأسلاك لإنشاء دائرة معينة وعادةً ما تحتوي على "رؤوس" بلاستيكية سوداء تسمح بتوصيل السلك مباشرة باللوحة.

GND اختصار الـ "Ground" هناك العديد منها على لوحة الأردوينو ويمكنك استخدام أي منها لتوصيل مع الدائرة.

يوفر الأول : مصدر جهد ٥ فولت والثاني : مصدر جهد ٣.٣ فولت.

Analog : عبارة عن منافذ يتم استخدامها لإدخال إشارة تماثلية للأردوينو.

Digital : هذه الأطراف عبارة عن منافذ رقمية تستخدم في حالة إدخال أو إخراج إشارة رقمية من وإلى لوحة الأردوينو

وعدها ١٤ pins مرقمة من الـ (٠, ١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢)

PWM : وهي عبارة عن أطراف تستخدم لإخراج إشارة تماثلية وتوجد بشكل مميز على لوحة الأردوينو

ومرسوم أمامها رمز (~) ويمكن استخدامها أيضاً في شيء يسمى تعديل عرض النبض (PWM).

AREF : تستخدم في وضع "Analog Reference" ويستخدم هذا الوضع لتعيين جهد مرجعي "Reference Voltage" خارجي.

٢.٤ وظيفة أزرار الاردوينو

Reset Button: هو الزر المسؤول عن عمل **Reset** أي إعادة : تشغيل للبرنامج المثبت على لوحة الأردوينو.

Power LED Indicator: ليد يستخدم كمؤشر لتوضيح أن لوحة الاردوينو تعمل.

TX RX LEDs : هي ليدات تستخدم كمؤشر أثناء عملية استقبال أو إرسال الـ **Data** من وإلى الأردوينو **TX** واختصار للإرسال **RX** والترميز التالي هو اختصار للاستقبال.

Main IC : يختلف الـ **IC** الرئيسي من لوحة إلى لوحة لكن عادةً ما يتكون من خط **ATmega** الخاص بالـ **IC** من شركة **ATMEL** حيث أنك قد تحتاج إلى معرفة نوع **IC** (جنبًا إلى جنب مع نوع اللوحة الخاصة بك) قبل تحميل برنامج جديد من برامج الأردوينو.

Voltage Regulator : هو منظم الجهد المسؤول عن توفير وتنظيم الجهد للأردوينو

٢.٥ لماذا اردوينو



في الحقيقة يوجد الكثير من المتحكمات الإلكترونية **Micro-Controllers** المتوفرة في السوق مثل **Parallax** و **Basic Stamp** و **Netmedia's BX-24 Phidgets** و **Raspberry Pi** وكلها تتميز بإمكانيات قوية و لها القدره على التحكم في مختلف القطع الإلكترونية و البرمجيات **Software** و ذلك طبعاً بنسبة أفضلية متفاوتة لكن ما يميز الأردوينو **Arduino** هو مجموعة من الأمور اللتي تصنع الفارق بينه و بين غيره أهمها:

• الآردوينو Arduino مصممة لتناسب احتياجات الجميع،

❖ **التمن:** لوح الآردوينو Arduino أقل ثمناً مقارنةً مع الألواح محترفين، أساتذة، طلاب وهواة الإلكترونيات التفاعلية. **البساطة:** قطعة الأخرى من نفس النوع فتمن أغلى Arduino لا يتجاوز \$٥٠.

❖ **التركيب الذاتي:** (Self-Assembly) يمكنك تحميل ورقة البيانات Datasheet الخاصة بالآردوينو Arduino مجاناً من الموقع الرسمي و شراء القطع وتركيبه بنفسك !

❖ **متعدد المنصات:** برنامج الآردوينو له القدرة على الاشتغال على الويندوز, windows, الماك Mac OS و اللينكس Linux وأغلب المتحكمات الإلكترونية الأخرى تشتغل فقط على الويندوز فقط.

❖ **بيئة برمجية سهلة و بسيطة:** البيئة البرمجية Programming Environment مصممة لتكون سهلة للمبتدئين و ثابتة و قوية للمحترفين.

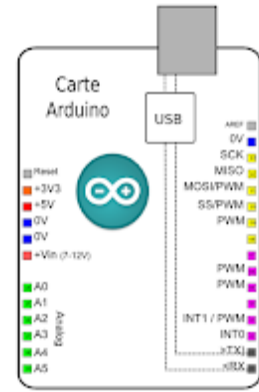
❖ **Open Source Software:** مكتوب بلغة السي ++C و متاح للجميع لتحميله و بإمكان المبرمجين التعديل عليه وفق احتياجاتهم.

❖ **Open Source Hardware:** الآردوينو Arduino مصنع أساساً من متحكمات ATMEGA8 و ATMEGA168 و المخططات منشورة تحت ترخيص **Creative Commons** مما يتيح إلى مصممي الدارات الإلكترونية **Electronic Circuits** تصميم داراتهم الخاصة.

٢.٦ أنواع الآردوينو

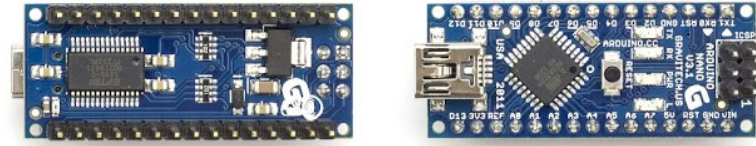
يوجد أكثر من ٤٠ نوع من ألواح آردوينو Arduino Boards، تختلف في القدرات والشكل والحجم والتمن حتى تتناسب مع جميع الأفكار والتصميمات , لكن أهمها وأكثرها انتشاراً هي :

Arduino Uno : أفضل إختيار للمبتدئين من أجل اكتشاف عالم الآردوينو، بسيط وسهل الإستعمال ويتناسب مع أغلب الإضافات Extensions و الدروع Shields.



ATmega328P	المتحكم
5V	توتر الاشتغال
7-12V	التوتر الموصى به
6-20V	الفولتية الحدية
14 (of which 6 provide PWM output)	مخارج الديجيتال (٠ او ٥ فولت)
6	PWM Digital I/O Pins
6	Analog Input Pins
20 mA	تيار الاشتغال لقطب ٥ فولت
50 mA	تيار الاشتغال لقطب ٣.٣ فولت
32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader	ذاكرة الفلاش
2 KB (ATmega328P)	ذاكرة SRAM
1 KB (ATmega328P)	ذاكرة EEPROM
16 MHz	سرعة المعالج
68.6 mm	الطول
53.4 mm	العرض
25 g	الكتلة

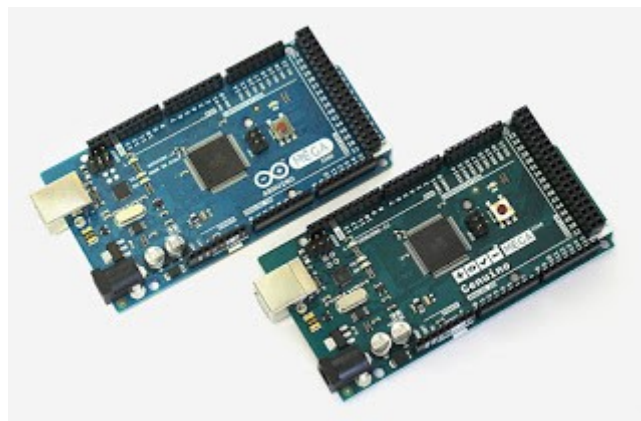
Arduino Nano : له نفس المتحكم المستعمل في الاونو اي لهما نفس القدرات الا انه يتميز بحجمه الصغير



Atmel ATmega168 or ATmega328	المتحكم
5V	توتر الاشتغال
7-12V	التوتر الموصى به
6-20V	الفولتية الحدية
14 (of which 6 provide PWM output)	مخارج الديجيتال (٠ ، او ٥ فولت)
6	PWM Digital I/O Pins
8	Analog Input Pins
20 mA	تيار الاشتغال لقطب ٥ فولت
16 KB (ATmega168) or 32 KB(ATmega328)	ذاكرة الفلاش
1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)	ذاكرة SRAM
512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)	ذاكرة EEPROM
16 MHz	سرعة المعالج
45 mm	الطول
18mm	العرض
5 g	الكتلة

Arduno Mega : يعتمد على المتحكم ATmega2560 . ما يميزه أنه يملك أكبر ذاكرة بين قطع Arduino الأخرى و عدد أكبر من المداخل و المخارج

Input/Output، يعتبر أفضل وأكبر **Arduino** يمكنك الحصول عليه , وهو مخصص للمشاريع الكبيرة .

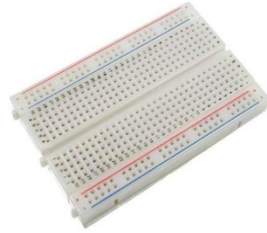


ATmega2560	المتحكم
5V	توتر الاشتغال
7-12V	التوتر الموصى به
6-20V	الفولتية الحدية
54 (of which 15 provide PWM output)	مخارج الديجيتال (٠ او ٥ فولت)
15	PWM Digital I/O Pins
16	Analog Input Pins
20 mA	تيار الاشتغال لقطب ٥ فولت
50 mA	تيار الاشتغال لقطب ٣.٣ فولت
256 KB of which 8 KB used by bootloader	ذاكرة الفلاش
8 KB	ذاكرة SRAM
4 KB	ذاكرة EEPROM
16 MHz	سرعة المعالج
101.52 mm	الطول
53.3 mm	العرض
37 g	الكتلة

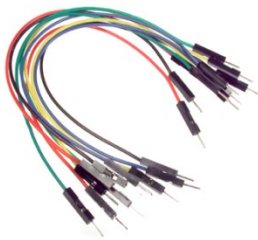
الفصل الثالث



أردوينو أونو



لوحة توصيل



أسلاك توصيل



مصابيح LED



- مقاومة 220 أوم (0.25 واط)

٣.١ المقاومات

هي عنصر من إحدى عناصر الإلكترونيات المهمة التي تعمل على تقليل قيمة التيار الكهربائي المار في دائرة ما، حيث يتم تركيب المقاومة بقيم وقدرات مناسبة لتحمل قيمة الجهد والتيار الكهربائي.

المقاومات الثابتة

تعد إحدى أنواع المقاومات الكهربائية وهي المقاومة التي لا يمكن التحكم في قيمتها، وبالتالي يتم تصنيعها على هيئة أرقام ثابتة ذات ألوان محددة لقراءة القيمة من خلالها، أو كتابة أرقام مباشرة أو كتابة أكواد حرفية مع أرقام وهذه تحتاج إلى قراءة خاصة من خلال جداول تضعها الشركة المصنعة في الداتا شيت .

وتتكون من :

- ❖ المقاومة الفلمية .
- ❖ المقاومة السلكية .
- ❖ المقاومة الكربونية .
- ❖ المقاومات السطحية .

و تختلف المقاومات من ناحية نوع الخامة التي يتم تصنيعها من قبل الشركات، وكذلك تختلف من ناحية قدرات التحمل العالية، حيث تتحمل المقاومات السلكية قدرات أعلى من المقاومات السطحية والفلمية.

٣.٢ اردوينو اونو

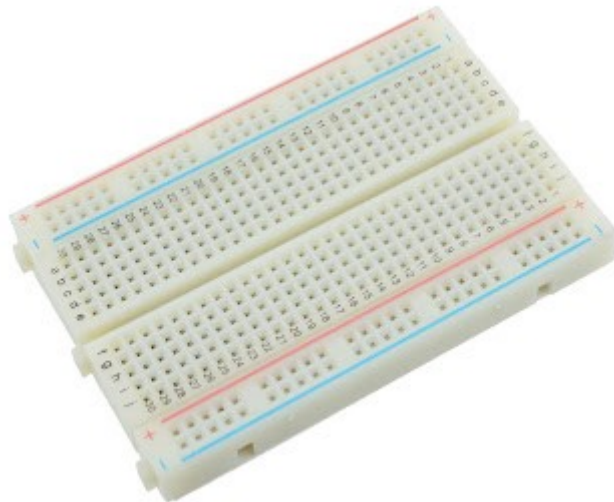
هو الاكثر استخداما و شيوعاً في بناء المشاريع و يعود الامر الى سهولة استخدامه خاصة للمبتدئين وتفاصيل أخرى ذكرت سابقاً .

٣.٣ المصابيح الضوئية

(الثنائي الباعث للضوء) بالإنجليزية light-emitting diode: اختصاراً (LED) هو مصدر ضوئي مصنوع من مواد أشباه الموصلات تبعث الضوء عندما يمر خلاله تيار كهربائي. كما يسمى أيضا الإضاءة الثبلية، (ثبل) .

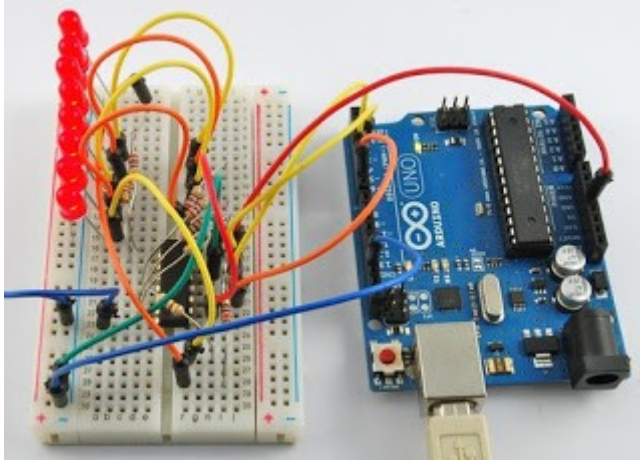
٣.٤ لوحة التجارب الألكترونية

هذه اللوحة لها تسميات كثيرة مثل لوحة التجارب الإلكترونية أو البريدبورد أو البوردة التجريبية..



لكن ليس ما يهمنا هو إسمها بقدر ما يهمنا التعرف على وظيفتها ومبدأ عملها.

بالنسبة لوظيفتها فهي بسيطة لكن مهمة جداً، حيث تتيح لك إمكانية تركيب مجموعة من المركبات الكهربائية وإمكانية إضافة الأسلاك أيضاً وعمل مجموعة من الدوائر الإلكترونية المتنوعة دون الحاجة للت لحيم أو تضييع الوقت مع إمكانية التعديل أو إستبدال أي سلك أو مركب إلكتروني من الدائرة التي تصنعها متى تشاء بسهولة تامة



هذه البريدبورد تمكنك من تجربة مجموعة من المشاريع الإلكترونية والأفكار الخاصة بك بسهولة لإنجازها في وقت قياسي وفي أقل تكلفة ممكنة.

لكن أكثر شيء مهم يجهله العديد منكم ألا وهو مبدأ عمل هذه البريدبورد وكيفية التعامل معها بشكل صحيح وفهم تلك الثقوب الموجودة بها وتلك الخطوط الموجودة بها إلى غير ذلك..

٣.٥ أسلاك توصيل

تعتبر هذه الأسلاك من القطع المهمة جداً في مشاريع الأردوينو لأنها تساعدك على توصيل القطع و الحساسات مع بعضها البعض و توصيلها مع الأردوينو .



٤.١ التطبيق العملي والفائدة

في هذه التجربة سوف نقوم بتوصيل إضاءة LEDs مع الأردوينو لتمثيل خطوات عمل إشارات المرور وفقاً للجدول التالي الذي يشرح ترتيب فتح الإشارات والوقت الذي تقضيه في كل مرحلة. قبل شرح الجدول التالي يجب معرفة أن :

- ❖ الإشارة رقم (١) وتشير إلى ترتيب الإشارة وهي سوف تكون رقم (١)
- ❖ الإشارة رقم (٢) وتشير إلى ترتيب الإشارة وهي سوف تكون رقم (٢)
- ❖ الإشارة رقم (٣) وتشير إلى ترتيب الإشارة وهي سوف تكون رقم (٣) والاحيرة .

أحمر : R

أصفر : Y

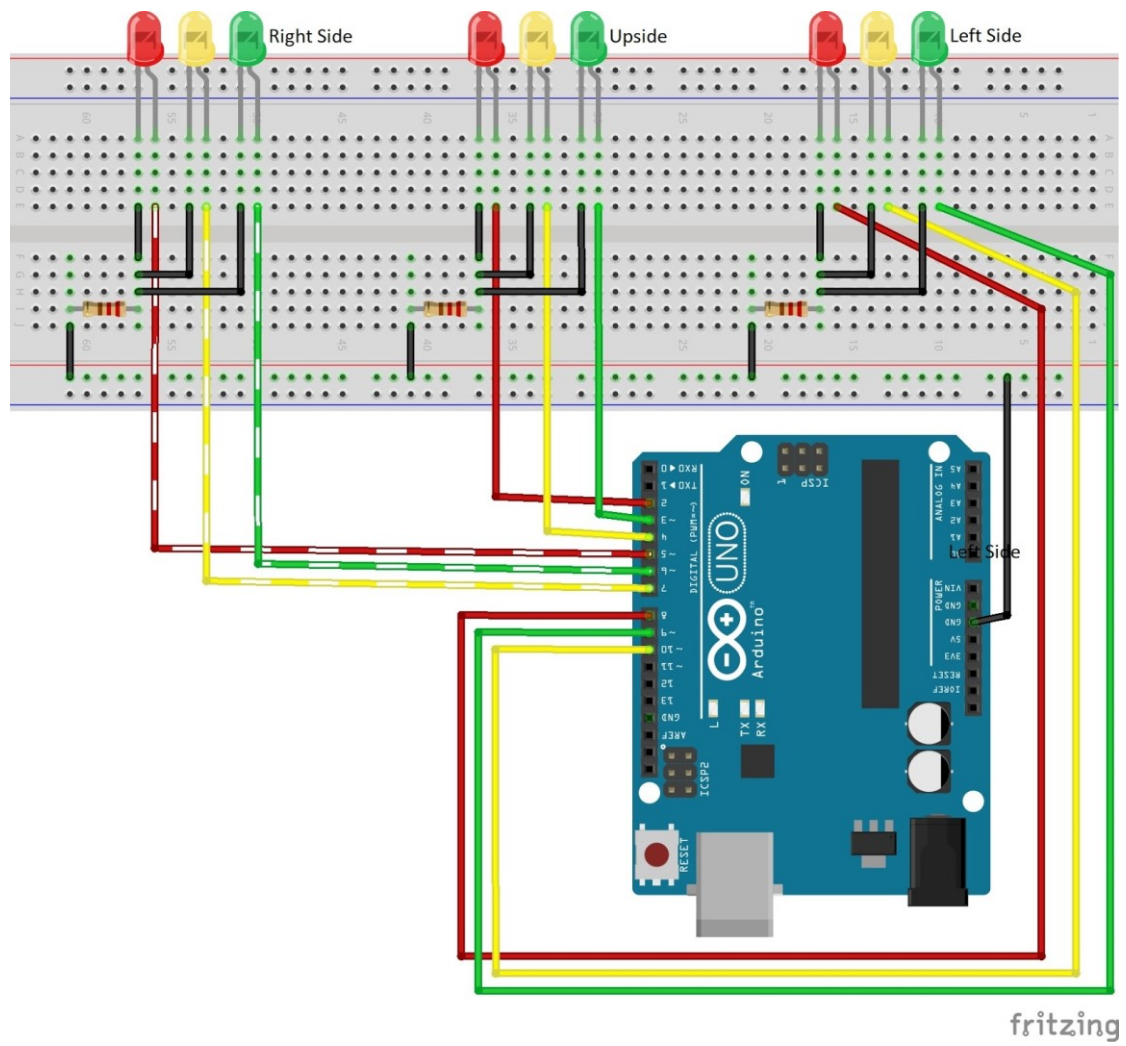
أخضر : G

ومن الجدير بالذكر أيضاً أن الرقم الموجود بين الأقواس يشير إلى رقم الطرف الرقمي من الأردوينو الذي تم توصيله مع إضاءة LED ، وتستغرق الدورة الكاملة من الوقت ١٨ ثانية.

5 ثوان – هو الوقت المخصص لفتح الإشارة

ثانية – هو الوقت المخصص استعداداً لفتح الإشارة التالية

الإشارة رقم ١	الإشارة رقم ٢	الإشارة رقم ٣	الوقت
LG(10)	LY(9)	LR(8)	SG(7)
SY(6)	SR(5)	FR(2)	FY(3)
FG(4)			
5 ثوان	OFF	ON	OFF
OFF	ON	OFF	OFF
ثانية	ON	OFF	ON
5 ثوان	OFF	OFF	OFF
ON	ON	OFF	OFF
ثانية	ON	OFF	OFF
5 ثوان	OFF	OFF	OFF
ON	ON	OFF	OFF
ثانية	ON	OFF	OFF



المصادر

١- إشارة ضوئية – موقع ar.m.wikipedia , موقع wikiforschool.com

٢- كتاب اردوينو ببساطة , المهندس عبدالله علي عبدالله

٣- موقع motamkn.com

٤- موقع voltat.com