الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي بسكيكدة

قسم التكنولوجيا

تخصص هندسة كهربائية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

دراسة دارة التحكم في الإشارة المرورية

من إعداد:

بلعلة ياسين — وزرالة محمد آدم — فوغالي عبد المعز

تحت إشراف الأستاذة: عثمان إيمان

لجنة المناقشة:

نوال بلاسكة	أستاذ محاضر-ب-	رئيسا	م.ع.أ.ت.ت سكيكدة
نجمة دتّوش	أستاذ مساعد-أ-	ممتحنا	م.ع.أ.ت.ت سكيكدة
عثمان إيمان	أستاذ مساعد-أ-	مشرفا	م.ع.أ.ت.ت سكيكدة

شكر وتقدير :

الحمد لله السميع العليم ذي العزة و الفضل العظيم و الصلاة و السلام على أشرف الخلق والمرسلين محمد الرسول الكريم وعلى آله و صحبه أجمعين، اما بعد مصداقا لقوله تعالى : " و إذ تأذن ربك لئن شكرتم لأزيدنكم " نشكر الله عز وجل على تيسيره لنا درب العلم و المعرفة وإعانته لنا على إتمام هذا العمل، فالحمد لله على ما باركت لنا في سعينا يا الله و لك الفضل في الدنيا و الآخرة .

كما نتقدم بجزيل الشكر والإمتنان للأستاذة " **عثمان إيمان** " لقبولها الإشراف على هذه الدراسة وماقدمت لنا من نصائح وتوجيهات طيلة إجراء هذه الدراسة من خلال إرشاداتها وتوجيهاتها في كل خطوات البحث المنجز

ونتقدم بالشكر والإمتنان إلى أفراد العائلة الكريمة وإلى كل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد وساعدنا في إنجاز هذا العمل بتعاونه أو تشجيعيهم لنا فنقول لكم بارك الله فيكم وجزاكم الله خير الجزاء

والشكر أيضا إلى المناقشين الذين تفضلوا بقبول مناقشة هذه الدراسة وبذلا للوقت والجهد في التدقيق وإثراء هذا البحث شكلا ومضمونا

إهداء:

الحمد لله الذي قر عيني وأهلي بنجاحي، الحمد والشكر لله الذي أعانني وعلى طريق العلم صبرني

إلى التي وهبتني كل العطاء والحنان، إلى التي صبرت على كل شيئ في سبيل نجاحي، إلى التي رعتني حق الرعاية وكانت لي سندا في كل الشدائد والمحن، وكانت دعواها لي بالتوفيق، تتبعني خطوة خطوة في عملي، إلى من إرتحت كلما تذكرت إبتسامتها في وجهي " أمي " أعز ملاك على القلب والعين.

إلى الذي وهبني كل مايملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفعني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى إلى الرجل الذي إمتلك الإنسانية بكل قوة، أبي أنت الشمس الساطعة في فوضى ظلام حياتي ياصاحب الوجه النظير والقلب الأبيض الكبير لو كان للحب وساما أترى هل يوجد سواك جدير.

إليهما أهدي هذا العمل المتواضع كي أدخل على قلبيهما شيئا من السعادة والسرور وإلى إخوتي الصغار " أيوب ومرام " الذين تقاسموا معي عبء الحياة وفقكما الله لبلوغ أسمى المراتب وأعلاها

ومصداقا لقوله صلى الله عليه و سلم:" من لايشكر الناس لايشكر الله " أتوجه بخالص شكري إلى زملاء عرفتني بهم مسيرتي الدراسية و كانو بمثابة الإخوة لي إخوة يمكنني القول عنهم أنهم خير ناس لاقني بهم الله عز وجل و لاننسى إخواني و أصدقاء طفولتي : "طويل زين الدين، خلفون وائل ،عكوش زكرياء، برايج سيدعلي" ولكل من ساندني في مسيرتي حتى بكلمة طيبة

كما أتوجه بخالص شكري إلى عمتيْ و إلى "كريمة شاوش" و" نادية شاوش" وأسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يجازيكم عن كل معروف قدمتموه لي في سبيلي نجاحي.

ـمحمد آدمـ

إهداء:

الحمد لله على إحسانه والشكر له على توفيقه وإمتنانه ونشهد أن لا إله إلا الله وحده لاشريك له تعظيما لشأنه ونشهد أنا سيدنا ونبينا محمد عبده ورسوله الداعي إلى رضوانه صلى الله عليه وعلى آله وأصحابه وأتباعه وسلم.

بعد شكر الله سبحانه وتعالى على توفيقه لن لإتمام هذا البحث المتواضع أتقدم بجزيل الشكر إلى الوالدين العزيزين الذين أعانوني وشجعوني على الإستمرار في مسيرة العلم والنجاح، وإكمال الدراسة الجامعية والبحث، فأسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يبارك فيهما ويجزيهما عني خير الجزاء.

كما أتوجه بالشكر الجزيل إلى الأستاذة " **عثمان إيمان** " على وقوفها معنا طيلة فترة البحث عن طريق توجيهاتها ونصائحها القيمة إذ ساهمت بشكل كبير في إتمام هذا البحث وإستكمال خطوات العمل فاللهم اجزها عنا خير الجزاء يا رب.

لا يمكنني أن أكمل هذه الرسالة دون أن أشكر عائلتي العزيزة، إلى والديّ الحبيبين "**لأمي وأبي** " إلى أخي العزيز "**جمال**" وأختي الصغيرة "**منال**"، أشكركم من أعماق قلبي على دعمكم المستمر وحبكم الذي لا حدود له، لقد كنتم دائمًا مصدر قوتي وإلهامي وخير سند لي، ولم يكن ليتسنى لي تحقيق ما حققته لولا توفيق الله و دعائكم وتشجيعكم الدائم. وأسأل الله أن يرزقكم العافية والصحة ويطيل أعماركم وأن يسكنكم جنة الفردوس، لأنني لما قدمتم عاجز عن رده ولو جئتكم بذهب الأرض كله.

إلى "**عبد المعز فوغالي** " و " **وزرالة محمد آدم**" و "**عبد الملك زرهوني**" و "**فيصل بغداد باي**" و " **مراحي عماد**" و "**أشرف بوحدواش**" كنتم من خيرة الناس التي عرفتها وحق الأصدقاء لي أدعو لكم بالتوفيق.

" رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين "

-ياسين-

إهداء:

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات و الحمد لله الذي فتح لنا من الأبواب ما نغبط به الأصحاب و الأحباب و ما لي بعد ختامي سنوات دراستي إلا بعد حمده عز وجل أن أشكر من سهر الليال و سعى بالنفيس و الغالي كي اكون ما أنا عليه اليوم فكيف يمكنني أن أنسى من رافقتني في مشواري من أول يوم أمي التي لا أستطيع أداء صنيعها معي فما تبقى لي إلا أن أسعى لأعوض مقدار قطرة من ما أغدقت علي في سنين عمري، و كيف أنسى أبي الذي قدمنا دائما على نفسه فصدق رسولنا الكريم عليه الصلاة و السلام لما أتاه من يشكو أبوه في ماله فقال له أنت و مالك لأبوك و أخواتي اللاتي أنا كبيرهم فتطلعوا إلي فما زادني تطلعهم إلا إصرار و طبعا رفقاء دربي أصحابي و أحبابي الباقين منهم"عبد العزيز، أيمن،و أنيس" و الذين كتب أن أفترق عنهم هؤلاء الذين كتب الله عز وجل من بين كل الناس لقائي بهم في مدرستنا "أدم، ياسين، أشرف، عماد، فيصل، مختار، محمد الأمين، إبراهيم، عاشور، أيمن، سامي ومالك" كنتم خير أصحاب و كنتم دائما سندا لي أدعوا الله عز وجل لكم النجاح.

-عبد المعز-

دراسة دارة التحكم بالإشارة المرورية

➢ **ملخص:**

إن إدراج الأردوينو في إشارات المرور يتيح لنا إضفاء طابع التكنولوجيا الذكية على هذه الإشارات حيث له الفعالية العالية في تخفيف زحمة المركبات وتنظيم الحركة المرورية، تضمنت المذكرة دراسة تفصيلية حول " التحكم بالإشارات المرورية" وكل ما يخصها إنطلاقا من تاريخها وأنواعها إلى أنظمة التحكم فيها وذلك تمهيدا لإدراج الأردوينو في آلية عملها كوحدة تحكم مبرمجة قادرة على مراقبة وكشف الوضعيات المرورية عن طريق الحساسات.

بصفة عامة كان الهدف من الدراسة تصميم نظام التحكم في الإشارات المرورية عند مفترق الطرق بإستعمال الأردوينو بناءا على ما تلتقطه الحساسات الكاشفة عن المركبات وذلك بغرض توفير الوقت والطاقة المستهلكة وتقليل الحوادث. وأظهرت النتائج فعالية الأردوينو في التحكم في هذا النظام وكيف يعمل على التنسيق بين الحساسات والإشارة من أجل تحقيق الكفاءة في تنظيم الحركة المرورية.

➢ **الكلمات المفتاحية:** إشارة المرور ، أردوينو، برمجة، تقاطع الطرق، حركة المرور ، حساس.

Étude du système de contrôle des feux de circulation

➢ Résumé :

L'intégration de l'Arduino dans les feux de circulation nous permet d'incorporer une technologie intelligente dans ces dispositifs, offrant une efficacité élevée pour réduire les embouteillages et organiser le trafic. Le mémoire comprenait une étude détaillée sur le "contrôle des feux de circulation" et tous ses aspects, allant de leur histoire et leurs types aux systèmes de gestion, en vue d'intégrer l'Arduino comme unité de contrôle programmable capable de surveiller et de détecter les situations de trafic via des capteurs.

De manière générale, l'objectif de l'étude était de concevoir un système de contrôle des feux de circulation à un carrefour en utilisant l'Arduino basé sur les informations capturées par les capteurs de véhicules, afin de gagner du temps, économiser l'énergie et réduire les accidents. Les résultats ont montré l'efficacité de l'Arduino dans le contrôle de ce système et comment il coordonne les capteurs et les feux pour optimiser la gestion du trafic.

- **Mots-clés:** feu de circulation, Arduino, programmation, carrefour, trafic, capteur

Study of the Traffic Signal Control Circuit

➢ Abstract

The integration of Arduino into traffic signals enables us to incorporate smart technology into these signals, as it is highly effective in reducing vehicle congestion and regulating traffic flow. The study includes a detailed examination of "Traffic Signal Control," covering its history, types, and control systems in order to integrating Arduino into its operation as a programmable control unit capable of monitoring and detecting traffic conditions through sensors.

In general, our study was to design a traffic signal control system at road intersections using Arduino based on the information gathered from vehicle detection sensors for the benefit of saving time, energy consumption and reducing accidents. The results demonstrated the effectiveness of Arduino in controlling this system and how it coordinates between sensors and signals to achieve efficient trafficmanagement.

Keywords: Traffic signal, Arduino, Programming, Road intersection, Traffic flow, Sensor.

الفهرس

الفهرس:

فهرس الأشكال

فهرس الجداول

مقدمة عامة 1

الفصل الأول: عموميات حول الإشارات المرورية

1.I مقدمة 3

2.I نبذة تاريخية 3

3.I توحيد إشارات المرور عالميا 4

4.I أنواع إشارات المرور 5

1.4.I إشارات المشاة 5

2.4.I إشارات التحكم في حركة مرور مركبات حالات الطوارئ 5

3.4.I إشارات التحكم في حركة مرور الجسور المتحركة 5

4.4.I إشارات التحكم في حركة المرور لمنحدرات مدخل الطريق السريع 6

5.I تكنولوجيا المستعملة في إشارات المرور 7

1.5.I إضاءة الاشارات 7

2.5.I الحساسات المستعملة 8

6.I تقنيات و خورزميات التحكم والتنظيم 11

7.I تحليل تدفق حركة المرور 12

1.7.I نظرية تدفق الحركة المرور 12

2.7.I مركز التحكم المروري (Traffic Control Centre) 13

8.I الإجراءات الإحترازية لإشارة المرور 14

9.I دارة إشارة المرور التقليدية 15

1.9.I مبدأ عمل الدارة 15

2.9.I مكونات دارة إشارة المرور التقليدية 16
1.2.9.I المقاومات 16
2.2.9.I صمام ثنائي (ديود) 17
3.2.9.I ثنائي الباعث للضوء (Light Emitting Diode) 17
4.2.9.I المكثفة 18
5.2.9.I الدارة المندمجة NE555(المؤقتة) 19
6.2.9.I دارة المندمجة IC4017 (عداد جونسون) 24
10.I المشاكل و نواقص الدارة التقليدية 25
11.I الانظمة البديلة عن الدارة التقليدية 26
1.11.I نظام SCOOT (Split Cycle Offset Optimization) 26
2.11.I نظامSCADA 26
3.11.I دارات الأردوينو 26
12.I المقارنة بين أنظمة التحكم في إشارة المرور 27
13.I الخاتمة 27

الفصل الثاني: عموميات حول الأردوينو

1.II مقدمة 29
2.II تعريف الاردوينو 29
3.II نبذة تاريخية عن الأردوينو 30
4.II أنواع لوحات الأردوينو 31
1.4.II الأردوينو أونو Arduino Uno R3 31
2.4.II لوحة Arduino Nano 32
3.4.II لوحة Arduino Esplora 33
4.4.II لوحة Arduino Pro mini 34

5.4.II لوحة Arduino Mega 35
6.4.II لوحة Arduino Leonardo 36
5.II مكونات الأردوينو أونو 36
1.5.II المتحكم ATmega328AVR 37
2.5.II المتحكم ATmega16U2 38
3.5.II منظمي الجهد 5V و 3.3 V (Regulator) 38
4.5.II مجموعة أضواء LED 38
5.5.II منفذ USB 39
6.5.II مقبس الطاقة 39
7.5.II زر إعادة التشغيل 39
8.5.II الدارة المتكاملة LM358 39
9.5.II منفذ برمجة التسلسلي In-Circuit Serial Programming 39
10.5.II منافذ الإستطاعة 40
11.5.II منافذ المداخل التماثلية 40
12.5.II المداخل و المخارج الرقمية 41
6.II برمجة الأردوينو 41
1.6.II إستخدام مبرمج الأردوينو Arduino Cloud 42
2.6.II تحميل برنامج Arduino IDE على الكمبيوتر 43
3.6.II ربط لوحة الأردوينو مع Arduino IDE 43
4.6.II بيئة التطوير المتكاملة Arduino IDE 44
5.6.II واجهة البرنامج الرئيسية 44
6.6.II الإختصارات على الواجهة الرئيسية 45
7.6.II واجهة الإتصال التسلسلي UART 45

7.II برمجة وضبط الاردوينو 46

8.II إيجابيات و سلبيات الاردوينو 49

1.8.II الايجابيات 49

2.8.II السلبيات 49

9.II خاتمة 49

الفصل الثالث: تصميم وإنجاز دارة التحكم في الإشارة المرورية بإستعمال الأردوينو

1.III مقدمة 51

2.III العناصر المستعملة في المشروع 51

1.2.III الحساس (Sensor) 51

2.2.III مميزات الحساس 52

3.2.III تصنيف الحساسات 53

4.2.III حساس الأشعة تحت الحمراء 54

5.2.III خصائص الحساس 55

6.2.III تعريف برنامج Proteus 56

3.III التصميم الصندوقي للمشروع 57

4.III الهدف من المشروع 57

5.III توصيل العناصر الإلكترونية 58

1.5.III توصيل LED 58

2.5.III ربط حساسات الأشعة تحت الحمراء 59

3.5.III الأردوينو 60

6.III تشغيل المشروع 61

7.III الخاتمة 63

الخاتمة العامة 65
قائمة المراجع..... 67

الملاحق

الملحق 70

فهرس الأشكال

الفصل الأول: عموميات حول الإشارات المرورية

الشكل I.1	إشارة المرور الحديثة	**3**
الشكل I.2	إشارة المشاة	**5**
الشكل I.3	إشارة الجسور المتحركة	**6**
الشكل I.4	إشارة منحدر الطريق	**6**
الشكل I.5	المصابيح المستعملة في إشارة المرور	**7**
الشكل I.6	الحلقات الحثية الكاشفة عن وجود المركبات	**8**
الشكل I.7	كاميرات المراقبة	**9**
الشكل I.8	آلية عمل الرادار	**10**
الشكل I.9	صورة مأخوذة من جهاز الليدار	**11**
الشكل I.10	تحكم في إشارات المرور من مركز التحكم	**13**
الشكل I.11	دارة إشارة المرور التقليدية	**15**
الشكل I.12	رمز و شكل المقاومة	**16**
الشكل I.13	رمز و شكل المقاومة المتغيرة	**17**
الشكل I.14	رمز الديود و شكل الديود	**17**
الشكل I.15	رمز ديود باعث للضوء LED	**18**
الشكل I.16	مكونات المكثفة	**18**
الشكل I.17	الدارة المندمجة NE555	**19**
الشكل I.18	البنية الداخلية للدارة NE555	**20**
الشكل I.19	دارة NE555 تعمل في وضع المذبذب	**21**
الشكل I.20	دارة مذبذب بإستعمال NE555	**21**
الشكل I.21	الدارة المبسطة لشحن و تفريغ المكثفة C	**22**

الشكل I.22	إشارة مخرج الدارة المندمجة555 و توتر المكثفة C	**24**
الشكل I.23	الدارة المندمجة IC4017	**25**

الفصل الثاني: عموميات حول الأردوينو

الشكل II.1	بطاقة الأردوينو	**29**
الشكل II.2	فريق تطوير أردوينو	**30**
الشكل II.3	صورة Arduino UNO R3	**31**
الشكل II.4	Arduino Nano	**32**
الشكل II.5	Arduino Esplora	**33**
الشكل II.6	Arduino Pro Mini	**34**
الشكل II.7	Arduino Mega	**35**
الشكل II.8	Arduino Leonardo	**36**
الشكل II.9	مكونات الأردوينو أونو R3	**37**
الشكل II.10	المتحكم ATmega 328	**37**
الشكل II.11	واجهة Arduino Cloud	**42**
الشكل II.12	تحميل برنامج Arduino IDE من الموقع الرسمي Arduino.cc	**43**
الشكل II.13	إعدادات ربط البرنامج بالArduino	**43**
الشكل II.14	واجهة برنامج Arduino IDE	**44**
الشكل II.15	واجهة الإتصال التسلسلي UART	**46**
الشكل II.16	مثال عن كود Blink	**48**

الفصل الثالث: تصميم وإنجاز دارة التحكم في إشارة مرور بإستعمال الأردوينو

الشكل III.1	حساس تحت الأشعة الحمراء.	**55**
الشكل III.2	واجهة برنامج Proteus	**56**
الشكلIII.3	التصميم الصندوقي للمشروع.	**57**
الشكلIII .4	توصيل الثنائيات الضوئية على برنامج Proteus.	**58**
الشكلIII.5	صورة حقيقية للثنائيات LED بعد تركيبها.	**58**
الشكلIII.6	تركيب حساسات تحت الأشعة الحمراء مع الاردوينو.	**59**
الشكلIII .7	صورة حقيقية بعد تركيب حساسات تحت الأشعة الحمراء مع الاردوينو.	**59**
الشكلIII.8	دارة إشارة المرور بإستعمال الأردوينو Uno و حساسات تحت الأشعة الحمراء على برنامج Fritzing.	**60**
الشكلIII.9	دارة إشارة المرور بإستعمال الأردوينو Uno و حساسات تحت الأشعة الحمراء بإستعمال Proteus.	**60**
الشكلIII.10	صورة حقيقية للمشروع المنجز.	**61**
الشكلIII.11	حالة عدم وجود أي سيارة.	**61**
الشكلIII.12	حالة وجود سيارة عند A أو C فقط.	**62**
الشكلIII.13	عند وجود سيارة عند B أو D فقط.	**62**
الشكلIII.14	الحالة العادية لإشارة المرور (تبديل).	**63**

فهرس الجداول :

الفصل الأول: عموميات حول الإشارات المرورية

الجدول I.1: مقارنة بين أنظمة التحكم في إشارات المرور.....27

الفصل الثاني: عموميات حول الأردوينو

الجدول II.1: مزايا وخواص لوحة الأردوينو أونو.....31

الجدول2.II : خصائص Arduino Nano.....32

جدول II.3: خصائص Arduino Esplora 33

جدول II.4: خصائص Arduino Pro mini 34

جدول II.5 : خصائص Arduino Mega 35

جدول6.II : خصائصArduino Leonardo.....36

جدول7.II: خصائص المتحكم ATMega328p.....38

جدول8.II: عناصر واجهة برنامج Arduino IDE 45

جدول9.II: أنواع المتغيرات. 47

الفصل الثالث: تصميم وإنجاز دارة التحكم في إشارة مرور بإستعمال الأردوينو

جدولIII.1 خصائص حساس تحت الأشعة الحمراء.....55

المقدمة العامة

مقدمة عامة

التقدم الحاصل في مجال التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في عصرنا الحالي كان له تأثير إيجابي على أدق تفاصيل الحياة اليومية للإنسان، حيث لا يخفى أن هذا التقدم ساعد على تحسين الأدوات الحديثة وتطويرها يوم بعد يوم باختصار الوقت، أتمتة الأنظمة، زيادة مستوى الحماية وما شابه ذلك وشمل هذا التقدم إشارات المرور حيث تحولت هذه الإشارات في عصرنا الحالي إلى إشارات مرور ذكية.

إنتشرت إشارات المرور على نطاق واسع جدا حيث لا يكاد يخلو تقاطع طريق منها، ذلك بسبب توفيرها للوقت والأمان، وقد تطورت أنظمة التحكم في إشارات المرور حيث أصبحت تعتمد على أنظمة ذكية ذات خصائص لا تقتصر على تنظيم الحركة المرورية بصفة دورية وعادية فقط بل تم إستخدام وحدات معالجة متطورة ذات اتصال بحساسات، ومن بين هذه الوحدات " الأردوينو" الذي يعتبر الخيار الأمثل في إنجاز مشاريع إشارات المرور الذكية ذلك لما يتميز به من سهولة الاستعمال والبرمجة والتركيب وإستهلاك الطاقة الضعيف، وتوفر ملحقاتها. تتيح إمكانية إدراج العديد من العناصر الالكترونية كوسائط دخول مثل الحساسات، القواطع ومقاومات متغيرة، ووسائط خروج مثل المحركات، المرحلات، الثنائيات الباعثة للضوء (LED) تمكنا من جعل إشارة المرور العادية قادرة على مراقبة، كشف، وتحليل البيانات ثم إعطاء الأوامر المبرمجة على الأردوينو.

وبغرض التقرب أكثر من هذا المجال وتوسيع دائرة معارفنا حول هذا الموضوع، اخترنا أن نتطرق إلى موضوع:" دراسة دارة التحكم بالإشارات المرورية "، والهدف من اختيارنا لهذا الموضوع ومساهمتنا بهذه المذكرة هو تطوير نظام تحكم في إشارة المرور بفعالية بإستعمال الأردوينو.

ولتحقيق دراسة أشمل وأدق قمنا بتقسيم المذكرة إلى ثلاثة فصول:

- **الفصل الأول:** تطرقنا في هذا الفصل إلى "عموميات حول الإشارات المرورية" من تاريخها، وتطورها من دارة تقليدية إلى الدارات الحديثة في عصرنا الحالي والتكنولوجيا المستعملة فيها, مبدأ عملها وما إلى ذلك.
- **الفصل الثاني:** في هذا الفصل قمنا بدراسة الأردوينو بالتفصيل وأبرز أنواعه، مميزات كل نوع، وبإيجاز عن برمجتها.
- **الفصل الثالث:** العمل التطبيقي للموضوع، حيث إختتمنا مذكرتنا بإنجاز دارة تحكم في إشارة مرور متحكم فيها عن طريق الأردوينو مع إرفاق كل مرحلة بصورة حقيقية وصورة من برنامج المحاكاة وإعطاء الشكل النهائي للمشروع.

الفصل الأول :

عموميات حول الإشارات المرورية

1.I مقدمة:

إشارات المرور هي جهاز تحكم وظيفته تنظيم حركة المرور بناء على حق الاولوية في تقاطعات الطرق، تتكون من لونين أساسيين الأحمر والاخضر ويضاف عادة اللون الاصفر، حيث يرمز كل لون الى امر، فالاحمر يعني الامر بالتوقف، الاخضر يرمز لإمكانية التقدم، وأما اللون الاصفر يرمز للإستعداد للحركة [1]، تم تطويره وإستخدامه على نطاق واسع للغاية قدمه للمجتمع الحضري من تسهيلات فقد قلل بشكل كبير الإزدحام ونسبة حوادث المرور.

الشكل 1.I: إشارة المرور الحديثة

2.I نبذة تاريخية:

بدأت رحلة إشارات المرور من العصور القديمة قبل إختراع السيارات، وقد ظهرت لأول مرة لدى الإمبراطورية الرومانية في القرن الخامس، كانت هذه الاشارات البسيطة مصنوعة من الحجارة أو الخشب توضع على جانب الطريق لتوضيح اتجاهات السير والمسافات المتبقية الى القرى والمدن [2].

إستمر العالم في استخدام إشارات المرور التقليدية ومع انتشار وتطور وسائل النقل أصبح من اللازم إبتكار نظام إشارة مرور أكثر فاعلية.

- عام 1868م، صمم مهندس السكك الحديدية البريطاني "جون بيك نايت" أول اشارة مرور ضوئية في العالم تم تركيبها في 10 ديسمبر من تلك السنة وكانت تشبه الى حد كبير إشارات السكك الحديدية. كانت تتكون من ذراعين متحركين يتم التحكم فيهما بواسطة رافعة وكانت الإشارة تضاء بالغاز الأحمر ليلا والغاز الأخضر نهارا، يتم التحكم فيهما يدويا بمعنى انه يستوجب حضور شرطي المرور [3]. كان هذا النموذج به عيوب كثيرة ولم يدم إستخدامه طويلا فبعد شهرين تسببت بمقتل شرطي مرور بتسرب غاز المصابيح المستعملة.
- عام 1910م، إبتكر الأمريكي "إيرنست سيرين" نظاما آليا لإشارة المرور حيث جعل الأضواء تتغير بين الأحمر والأخضر، ويقوم بتغيير بين كلمتي "قف" و "تقدم" غير مضيئتين [3].
- عام 1912م قام ضابط شرطة المرور "ليستر واير" بصنع أول إشارة مرور كهربائية والتي كانت عبارة عن صندوق خشبي يحتوي على أربع أوجه وكل وجه يحمل ضوئين الأخضر والأحمر، تم تثبيت الإشارة على عمود طوله 3 أمتار يتحكم فيها شرطي المرور الذي يكون على جانب الطريق [3].
- عام 1913م، قام المهندس "جيمس هودج" بإستحداث إشارة مرور تشبه إلى حد ما إشارة واير حيث تمكن من الحصول على براءة إختراع أول نظام للتحكم في حركة المرور في شوارع مدينة كليفلاند بولاية أوهايو [3].
- عام 1920م، أضاف ضابط الشرطة الأمريكي "ويليام بوتس" اللون الأصفر إلى إشارة المرور، وذلك لكون نظام الضوء الأحمر والأخضر غير ملائم لأنه يتغير فجأة للأحمر فلا يتيح للسائقين التوقف، فقام بإبتكار نظام بضوء أصفر يضيء بعد الضوء الأحمر لتنبيه السائقين أن الضوء الأحمر على وشك الظهور [2].
- عام 1924م، تم تركيب أول اشارة مرور كهربائية في أوروبا وتحديدا في ساحة بوتسدام بلاتز في برلين.

وفي الثلاثينات انتشرت إشارات المرور على نطاق واسع فعلى سبيل المثال إمتلكت معظم المدن الأمريكية اشارة مرور واحدة على الأقل، وقد ساهمت في تقليل حوادث المرور بنسبة 50% من عام 1914 حتى 1930.

3.I توحيد إشارات المرور عالميا:

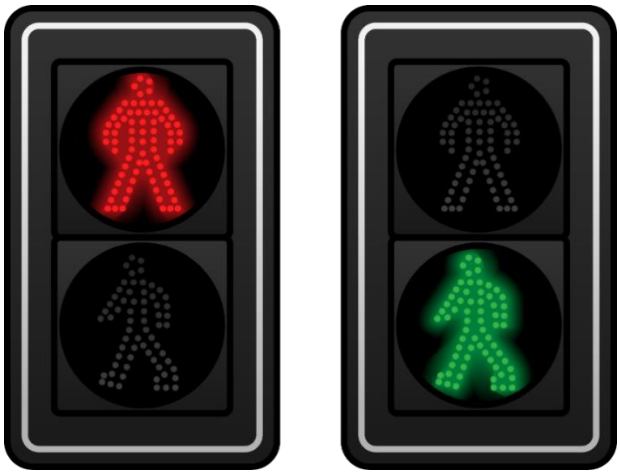
تم وضع نظام عالمي موحد والإتفاق على معايير خاصة بإشارة المرور وهي ان يكون اللون الأحمر في أعلى الاشارة ويليه اللون البرتقالي وأدناه اللون الأخضر وهذا في حالة كون الإشارة عمودية. أما إذا كانت الإشارة

عرضية فإن الترتيب يختلف بإختلاف قواعد المرور المعمول بها في الدولة، فيكون الضوء الأحمر على اليسار للدول التي تسمح بالمرور في اليمين، ويكون في اليمين في الدول التي تسمح بالمرور في اليسار [2].

4.I أنواع إشارات المرور:

1.4.I إشارات المشاة:

يتم استخدام هذا النوع لإعلام المشاة بوقت عبور الطريق، تحتوي معظم إشارات المشاة على مصباحين؛ ضوء مصباح "المشي" عادةً ما يكون على شكل إنسان يمشي أو العد التنازلي يكون ملونًا باللون الأخضر أو الأبيض، وضوء مصباح "ممنوع المشي" يكون على شكل رجل أحمر أو يد.



الشكل 2.I: إشارة المشاة

2.4.I إشارات التحكم في حركة مرور مركبات حالات الطوارئ:

من الطبيعي ان تكون حياة الإنسان الأولوية الأولى وهو السبب الرئيسي وراء إختراع إشارات المرور، توجد خاصية وفرتها بعض الشركات العالمية تسمح لسيارات الطوارئ بالمرور دون تأخير يؤثر على إنقاذ الأرواح وذلك بتحويل إشارة التوقف الى إشارة خضراء، ذلك لتوفير مسارات أكثر وضوحًا لسيارات الإسعاف، مركبات الإطفاء والشرطة، وعند عبور السيارة تعود الإشارة الى العمل العادي.

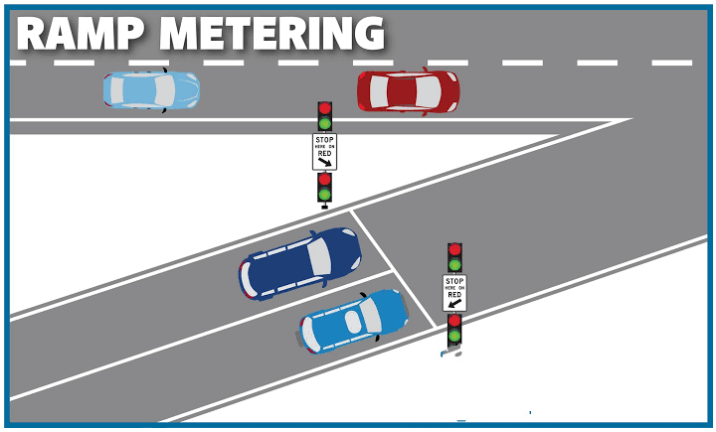
3.4.I إشارات التحكم في حركة مرور الجسور المتحركة

هي نوع خاص من إشارات المرور على الطرق السريعة يتم تركيبها على الجسور المتحركة لتنبيه مستخدمي الطريق بالتوقف [4].

الشكل 3.I: إشارة الجسور المتحركة

4.4.I إشارات التحكم في حركة المرور لمنحدرات مدخل الطريق السريع

تعمل إشارات المرور الموجودة على المنحدرات بنفس الطريقة التي تعمل بها تلك الموجودة على طرق الضواحي والطرق السريعة بشكل أسرع، تقوم أجهزة الاستشعار المدمجة أسفل الطريق السريع بقياس تدفق حركة المرور باستمرار والتواصل مع جميع إشارات المنحدرات الأخرى [5].



الشكل 4.I: إشارة منحدر الطريق

5.I تكنولوجيا المستعملة في إشارات المرور :

1.5.I إضاءة الاشارات:

- **المصابيح الوهاجة وLED:**

المصابيح الوهاجة (incandescent bulb) هي مصابيح تحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وحرارة عند تمرير التيار الكهربائي في سلك من التنغستن الملفوف (Tungsten)، حيث يتم تسخينه حتى يعطي توهجا، عادة تمتلئ المصابيح بخليط غازي خامل يتألف أساسًا من الأرغون (Argon)، يتم تحويل 10% حتى 15% فقط من الطاقة التي تُستخدم في سلك اللمبة (Lamp) اللامعة كضوء ويتم إطلاق البقية كحرارة [6].

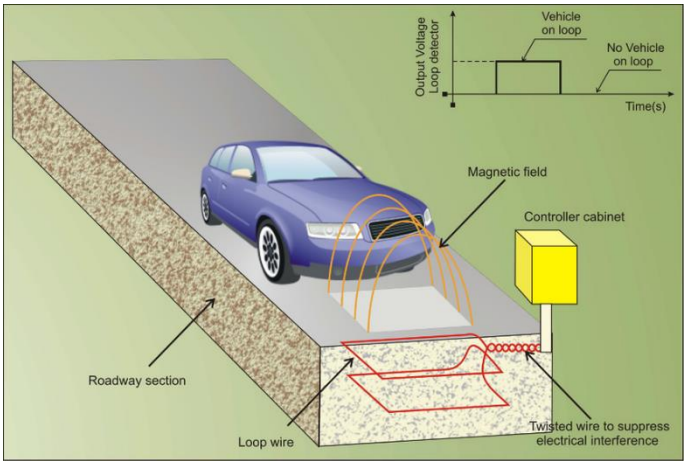
الشكل I.5: المصابيح المستعملة في إشارة المرور

يتراوح استهلاك الطاقة في إشارات المرور التي تحتوي على صمامات LED بين 8 إلى 12 واط لكل وحدة، بينما يبلغ استهلاك الطاقة حوالي 50 واط للمصابيح الكهربائية الوهاجة اي بتوفير متوسط إستهلاك الطاقة يصل إلى 80%، وبذلك فإن إستخدام LED يُعتبر أفضل خيار إقتصادي متاح [7]، تتفوق كذلك في مدى العمر يمكن أن تستمر وحدات الصمام الثنائي باعثة الضوء لعدة سنوات [8].

2.5.I الحساسات المستعملة:

- **الحلقات الحثية (Induction Loop):**

هي عبارة عن وشائع من الأسلاك النحاسية المعزولة موجودة في الطريق بحيث تمر المركبة مباشرة فوقها، تحتوي على عدد من لفات الأسلاك وغالبًا ما تُترك أطراف هذه اللفة بما فيه الكفاية للوصول إلى موقع وحدة كشف المركبات [9].



الشكل 6.I: الحلقات الحثية الكاشفة عن وجود المركبات

- **كاميرات**

هي نوع من كاميرات رصد حركة المرور تستخدم لتسجيل صور للمركبات التي تعبر التقاطع أثناء فترة الإشارة الحمراء، يتم التقاط الصور باستخدام الذكاء الاصطناعي: فعندما تكون إشارة المرور حمراء، تكتشف الكاميرا ذلك تلقائيًا من خلال تكنولوجيا تحليل الصور، يتم تفعيل وضع المخالفة، وتنشط كاميرا إشارة المرور. تقوم الكاميرا بإنشاء مؤشر افتراضي على الطريق؛ إذا عبرت المركبة هذا الخط، فإنها ترتكب مخالفة، وبالتالي تلتقط كاميرا التعرف على لوحة الترخيص ANPR (Automatic Number Plate Recognition) صورة لها [10].

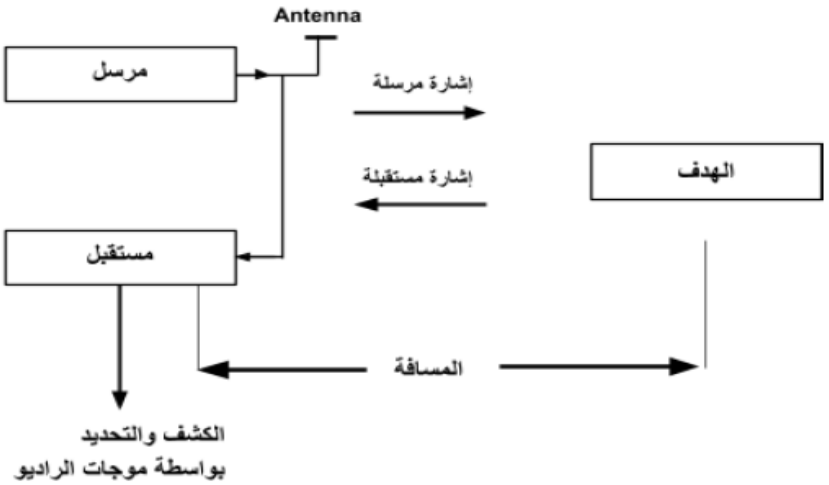
الشكل I.7: كاميرات المراقبة

- **نظام الردار:**

في نطاق اكتشاف حركة المرور، الرادار هو جهاز استشعار يكتشف السيارات القادمة على مسافة تصل إلى 120 مترًا، ثم يرسل المعلومات إلى وحدة التحكم، التي تعدل مدة دورات إشارات المرور بناءً على حركة المرور في الوقت الفعلي [11].

وتعني الكلمة "الكشف والتحديد بواسطة موجات الراديو" او (RAdio Detecting And Ranging)، يمكن للرادار اكتشاف الأجسام المتحركة أو الثابتة وحساب المسافة إلى هذه الأجسام، وله العديد من التطبيقات في الميدان البحري، وفي الفضاء، نأخذ أمثلة على ذلك تنظيم حركة في مجال الطيران، وسلامة السفن، ومجموعة من التطبيقات العسكرية. وقد تم تطويره فأصبح لا يقتصر إستخدامه على اكتشاف الأشياء فقط، بل أيضاً على تحديد سرعتها، وشكلها، واتجاه حركتها [12].

يقوم جهاز الرادار بإرسال موجة كهرومغناطيسية في الفراغ المحيط به وينتظر فترة حتى تصطدم تلك الموجة بالهدف، ويرتد جزء منها مرة أخرى نحو جهاز الرادار الذي يقوم بتحليل الإشارة المرتدة.



الشكل I.8: آلية عمل الرادار

- **الليدار (Light Detection and Ranging):**

وتعني "الكشف عن الضوء والقياس عن بعد" تعمل هذه تقنية بإطلاق شعاع من الضوء المكثف والمركز وتقيس الوقت الذي يستغرقه المستشعر لإكتشاف الإنعكاسات، يتم إستخدام المعلومات المتحصل عليها لحساب المسافات إلى الأجسام (من المستشعر الى المركبة) وما بينها (بين المركبات). وبهذه الطريقة يشبه LIDAR تقنية الرادار غير أنه يعتمد على نبضات متقطعة من الضوء الليزري بدلا عن موجات الراديو. وتتم حساب الإحداثيات ثلاثية الأبعاد x y z للأهداف من [13]:

- الفارق الزمني بين إطلاق شعاع الليزر وعودته.
- زاوية إطلاق الشعاع.
- الموقع الفعلي للمستشعر على أو فوق سطح الأرض.

الشكل I.9: صورة مأخوذة من جهاز الليدار

6.I تقنيات و خورزميات التحكم والتنظيم:

التحكم بزمن ثابت (Fixed-Time Control):

تعتبر واحدة من أبسط خوارزميات توقيت إشارات المرور، حيث يتم تحديد زمن الإشارات مسبقًا وتظل ثابتة على مدار اليوم.

التحكم الدقيق (Actuated Control):

تستخدم أنظمة التحكم الحساس أجهزة استشعار لاكتشاف وجود المركبات أو المشاة في التقاطعات، ويتم تعديل توقيت الإشارات استنادًا إلى الطلب والزحمة في الوقت الفعلي بدقة.

نظام التحكم التكيفي (Traffic-Adaptive Control):

تستخدم أنظمة التحكم التكيفية لحركة المرور بيانات الوقت الحقيقي لضبط توقيت الإشارات ديناميكيًا وتحسين الإستجابةً للتغيرات في أنماط حركة المرور على مدار اليوم، مع مراعاة عوامل أخرى مثل طول الطابور، وسرعة المركبات، وحدّة الازدحام.

تقليل طول الطابور (Queue Length Minimization):

تكون الاولوية في هذه الخوارزمية تقليل طول الطابور او الممر من السيارات المنتظرة وذلك لمنع التكدس الزائد.

7.I تحليل تدفق حركة المرور :

تعتبر أنماط حركة المرور عاملًا هامًا عند تصميم الطرق الحضرية والطرق السريعة، لأنها يمكن أن تؤثر بشكل كبير على تدفق المرور وسلامة مستخدمي الطريق، بعض الطرق التي يجب مراعات أنماط حركة المرور عند تصميم الطرق الحضرية والطرق السريعة تشمل:

- **عدد المركبات:** يجب أخذ عدد المركبات التي تستخدم الطريق أو الطريق السريع يوميًا في اعتبارنا عند تصميم الطريق. إذا كان من المتوقع أن يكون هناك حركة مرور كبيرة، يجب تصميم الطريق بطريقة تستوعب هذه الحركة وتمنع الازدحام.
- **حدود السرعة:** يجب مراعاة حدود السرعة على الطرق الحضرية والطرق السريعة بعناية لضمان ملاءمتها لظروف الطريق والمنطقة المحيطة.
- **عرض الممرات:** عرض الممرات على الطريق أو الطريق السريع يمكن أن يؤثر على تدفق المرور وسلامة من على الطريق، فالممرات الضيقة جدًا يمكن أن تتسبب في الازدحام وتزيد من خطر الحوادث، بينما الممرات الواسعة جدًا يمكن أن تؤدي إلى زيادة السرعة بشكل غير معقول.
- **التقاطعات:** تصميم التقاطعات أمر هام لضمان تدفق سلس لحركة المرور تحتاج إلى مراعاة عوامل مثل عدد الممرات، ووجود ممرات للدوران، واستخدام إشارات المرور أو الدوارات.
- **حركة المشاة وركوب الدراجات:** يجب أن تكون الطرق الحضرية والطرق السريعة مصممة لاستيعاب المشاة وراكبي الدراجات بالإضافة إلى المركبات قد تشمل هذه الإمكانيات إضافة ممرات مخصصة.

1.7.I نظرية تدفق الحركة المرور:

تشمل نظرية تدفق المرور تطوير العلاقات الرياضية بين العناصر الأساسية لتدفق حركة المرور: التدفق، الكثافة، و السرعة. هذه العناصر تكون أساسًا لتحليل ظروف حركة المرور في التقاطعات التي تتم التحكم فيها بواسطة إشارات المرور، و تساعد مهندسي المرور على تحسين توقيت الإشارات، تحسين تدفق حركة المرور، وتقليل الازدحام [14].

- **السرعة(Speed):** سرعة المركبة هي المسافة التي تقطعها المركبة في وحدة زمنية [14].
- **الكثافة (Density):** العدد الذي يُعبّر عن عدد المركبات التي تشغل مقطعًا من الطريق بوحدة طول في لحظة معينة يُسمى كثافة حركة المرور في تلك المنطقة [15].

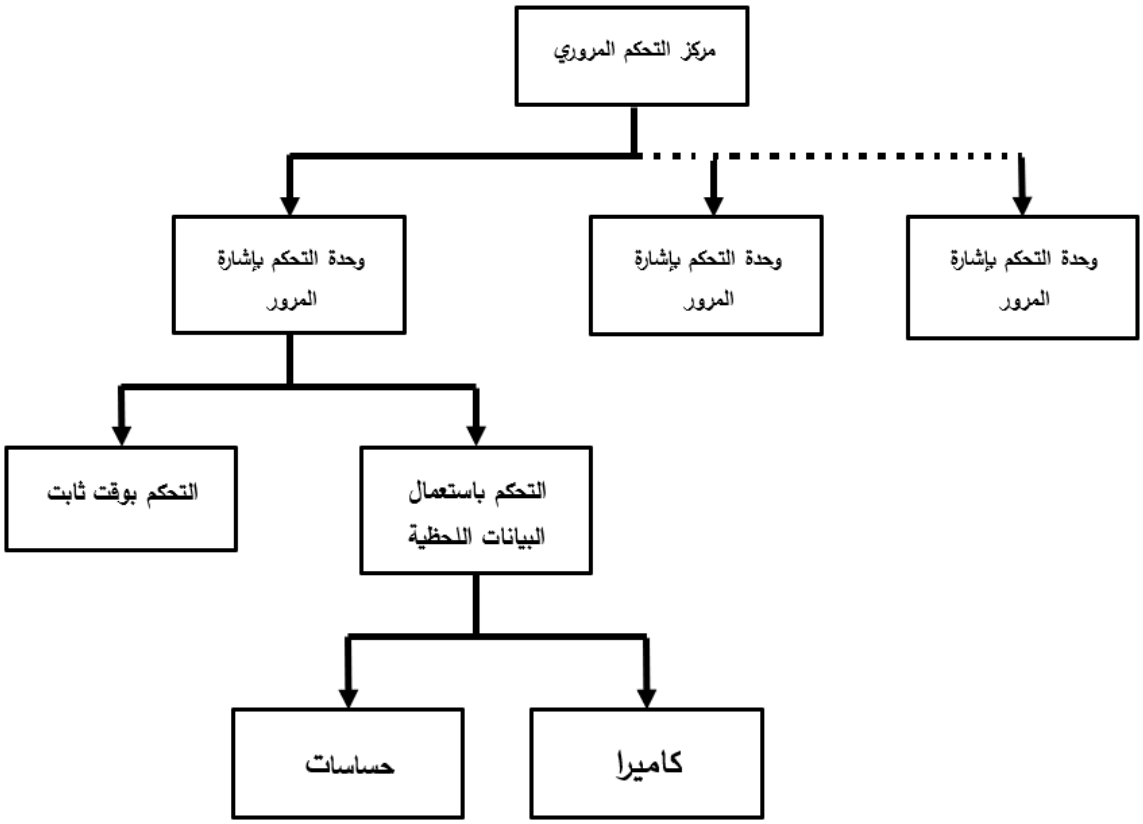
- **التدفق المروري (Q):** هو عدد المركبات التي تمر عبر نقطة معينة خلال فترة زمنية معينة (مركبة/ساعة) [15].

$$Q = \frac{N(T)}{T} \text{.....(I.1)}$$

حيث: $N(T)$ عدد السيارات خلال مدة زمنية

2.7.I مركز التحكم المروري (Traffic Control Centre):

هو منشأة مركزية مجهزة بتقنيات وأنظمة متقدمة مخصصة لمراقبة وإدارة والتحكم في تدفق حركة المرور داخل شبكة النقل، عن طريق مراقبين وأجهزة الحاسوب لتمكين تنسيقها في الوقت الفعلي للتعامل مع تغيرات أنماط حركة المرور [16]، الهدف منها تعزيز كفاءة النقل، وتحسين السلامة، والاستجابة بفعالية لحالات الطوارئ.



الشكل I.10: تحكم في إشارات المرور من مركز التحكم

8.I الإجراءات الإحترازية لإشارة المرور :

يمكن للمناخ أن يؤثر و بحدة على كفاءة و إستجابة و عمر إشارة المرور مما ينجر عنه فشل في النظام و زيادة في إزدحام في المنطقة و وقوع حوادث مميتة، و لتجنب حدوث هذه المشاكل يجب القيام بإجراءات إحتياطية:

- **إختيار التقنيات و الأدوات المناسبة:**

من أهم العوامل التي تؤثر على أداء الإشارة هي جودة و مدى حداثة التقنيات المستعملة في تصنيعها و تحملها لتغيرات الجو على سبيل المثال، تعمل بعض النماذج بالطاقة الشمسية لخفض تكلفة إستهلاك الطاقة و تتوفر على بطارية إحتياطية (Backup) للعمل عند إنقطاع التيار، أنظمة إتصال اللاسلكية و المراقبة عن بعد [17].

- **المراقبة و الصيانة الدورية:**

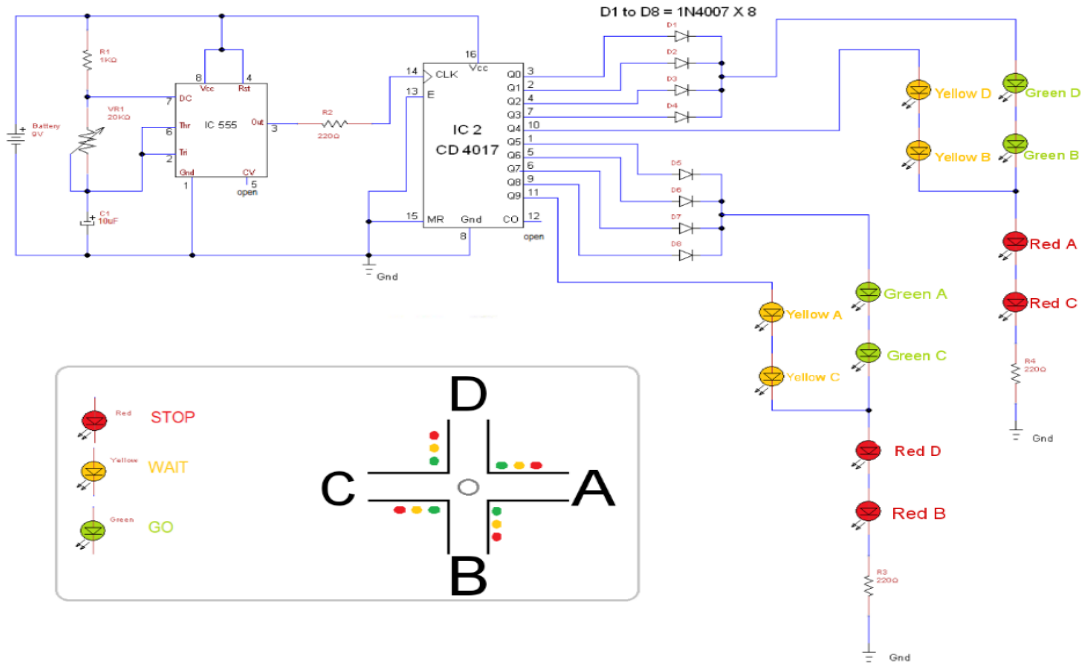
حتى مع توفر أحدث تقنيات وأمتنها، فإنه لا غنى عن المراقبة الدورية لإشارات المرور لتحقق من سلامة مكوناتها الداخلية: توصيلات، الأضواء، الحساسات والمستشعرات، المتحكمات... هذا يتضمن تنظيف عدسات الاضواء (Lenses) وإستبدال الأضواء، تعديل الميقاتية وتحديث البرنامج (Software) [17].

- **التحضير للحالات الجوية:**

وهذا يستلزم خطة طوارئ تعمل على توفير معلومات والموارد اللازمة كعند إنقطاع التيار أو تلف إحدى الإشارات المرورية أو نقص الرؤية أو غلق إحدى الطرق، وبالإضافة الى توفير وسائل لإطلاع العامة، الإعلام على الوضع لأخذ الحيطة والتوجيه إلى طرق بديلة متوفرة [17].

9.I دارة إشارة المرور التقليدية:

تمثل الدارة التالية دارة تحكم بإشارة المرور التقليدية التي تستعمل زمنا ثابتا لظهور الأضواء بالتتابع.



الشكل 11.I : دارة إشارة المرور التقليدية

1.9.I مبدأ عمل الدارة:

كما هو موضح في (الشكل 11.I) الدارة التقليدية لإشارة المرور لها 3 أجزاء: جزء توليد إشارة الساعة، جزء العد، و المخرج الذي هو عبارة عن مجموعة من ثنائيات الباعثة للضوء ملونة من ثلاثة ألوان (أصفر، أخضر، أحمر).

يتم توليد إشارة الساعة من قبل دارة NE555 الموضوعة مع مقاومات المتحكمة في دور الإشارة VR1 و R1، و المكثفة C1، و يتم إدخال نبضة إشارة الساعة إلى CLK الخاص بالعداد IC4017 عبر المقاومة R2 ذي المخارج (Q9 Q8 Q7 Q6 Q5 Q4 Q3 Q2 Q1 Q0) حيث:

- (Q3،Q2،Q1،Q0) تحمل ثنائيات الباعثة للضوء الأحمر للطريقين A و C و الأخضر للطريقين B و D.
- Q4 تحمل ثنائيات الباعثة للضوء الأصفر للطريقين B و D.
- (Q5، Q6، Q7، Q8) تحمل ثنائيات الباعثة للضوء الأحمر للطريقين B و D الأخضر للطريقين A وC.
- Q9 تحمل ثنائيات الباعثة للضوء الأصفر للطريقين A و C.

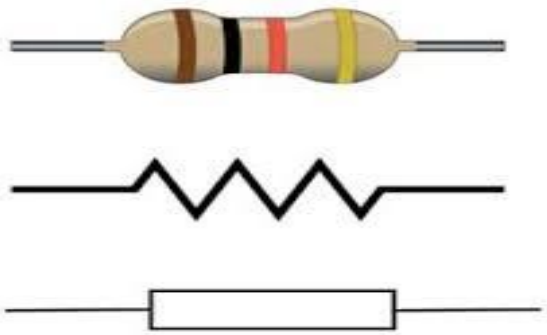
تم تصميم دارة إشارات المرور هذه باستخدام دارة مندمجة IC4017 التي تستخدم لإضاءة مصابيح LED الحمراء والصفراء والخضراء بالتتابع. وتعمل دارة NE555 كمولد إشارة ساعة تعتمد فترة إضاءة مصابيح على نبضات المؤقت 555، التي يمكننا التحكم فيها عن طريق المقاومة متغيرة لضبط فترات التوقيت، العيب الرئيسي لهذه الدارة هو عدم القدرة على تغيير التوقيت تناسبا مع الإزدحام.

2.9.I مكونات دارة إشارة المرور التقليدية:

تتكون دارة إشارة المرور التقليدية من العناصر الإلكترونية التالي:

1.2.9.I المقاومات:

المقاومة هي عنصر كهربائي خامل ثنائي القطب، تستخدم لخفض شدة التيار المار وكذلك الجهد، تمثل عالميا برمز اوميجا اليوناني تقاس بالأوم Ω يرمز لها R [18].



الشكل 12.I : رمز و شكل المقاومة

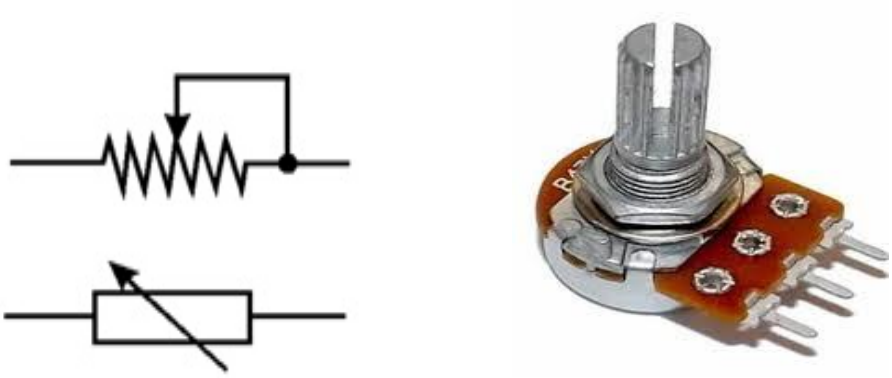
تتنوع المقاومات ويختلف كل نوع منها عن الآخر على حسب نوعية المواد المصنعة منها، نذكر أهمها:

- **المقاومة الثابتة:**

هي مقاومة ذات قيمة ثابتة مرمزة بالألوان كالمقاومات الكربونية، او تكون هذه القيمة مكتوبة على هيكلها كالمقاومات السطحية SMD (Surface Mount Device) و المقاومات السلكية. و هي عنصر غير فعال.

- **المقاومة المتغيرة:**

هي مقاومة يمكن تغيير قيمتها من الصفر الى القيمة القصوى محددة من طرف المصنع بواسطة ذراع، المقاومة المتغيرة لها ثلاثة أقطاب قطبان منهما يمثلان قيمتها الكلية والقطب الثالث يمثل القيمة المتغيرة.

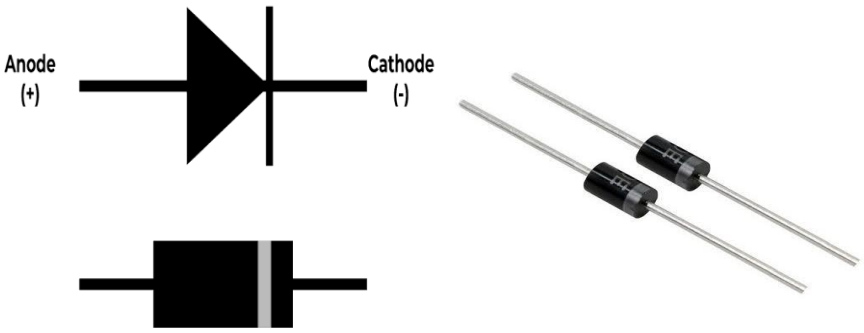


الشكل 13.I: رمز و شكل المقاومة المتغيرة

2.2.9.I صمام ثنائي (ديود) :

هو قطعة إلكترونية ثنائية الاقطاب تسمح بمرور التيار في جهة واحدة، تتكون من مصعد يسمى أنود و مهبط يسمى كاتود، و يكون مستقطبا عندما يكون التوتر المطبق على الأنود أكبر من التوتر المطبق على الكاتود [19].

يتم تصنيع هذه الثنائيات من مواد أشباه الموصلات مثل الجرمانيوم والسيليكون ويعد الديود من اكثر العناصر الإلكترونية استخدامًا في مجال إلكترونيات القدرة حيث يستخدم في دارات التقويم لتوحيد التيار المتردد إلى تيار مستمر، ويستخدم أيضًا كمفتاح إلكتروني، أو لحماية العناصر الأخرى من الجهود والتيارات العابرة .

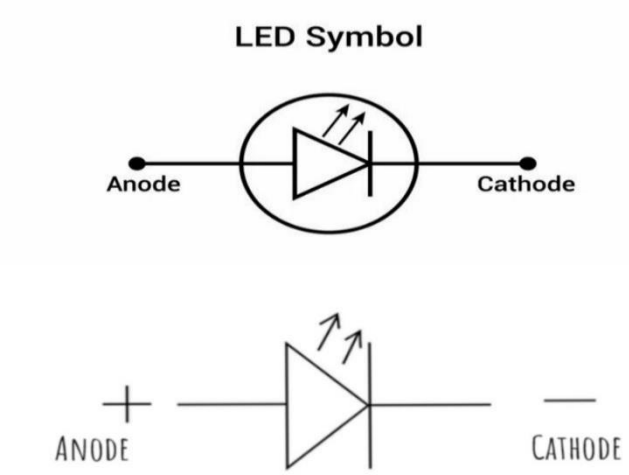


الشكل 14.I: رمز الديود و شكل الديود

3.2.9.I ثنائي الباعث للضوء (Light Emitting Diode):

يعد الثنائي الباعث للضوء أو LED أحد أكثر أنواع الصمام الثنائي شيوعًا وعندما يكون في حالة الإنحياز الأمامي عند مرور التيار عبر الوصلة يتم توليد الضوء.

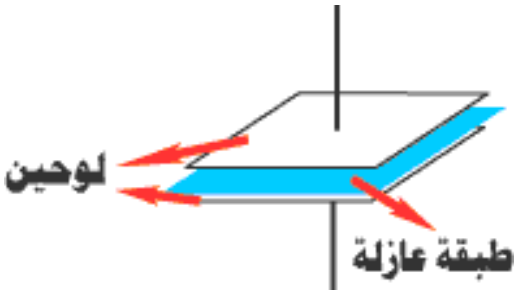
كان اللون الأصلي لهذه الثنائيات أحمر لكن معظم الألوان متوفرة هذه الأيام. يتم تحقيق ذلك باستخدام مزيج مختلف من أشباه الموصلات على جانبي الوصلة PN.



الشكل I.15: رمز ديود باعث للضوء LED

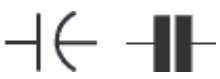
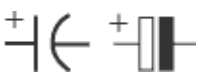
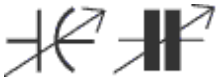
4.2.9.I المكثفة:

هي عنصر إلكتروني قادر على تخزين طاقة الكهربائية، يصنع من لبوسين او لوحين متوازيين يفصل بينهم مادة عازلة تعرف بإسم (Dielectric) ، قد تكون هذه المادة صلبة او سائلة او حتى غازية او مجرد غرفة مفرغة من الهواء [19]، و يرمز للمكثفة بالرمز C ووحدة قياسها الفاراد (F) Farad.



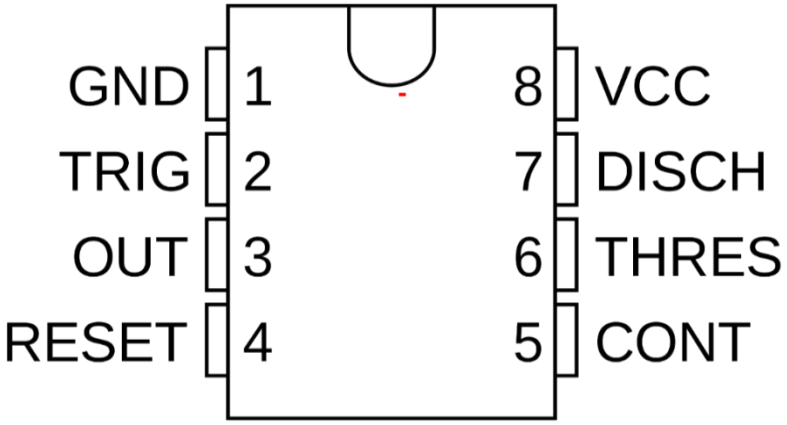
الشكل I.16: مكونات المكثفة

هناك ثلاث أنواع رئيسية للمكثفات هي كالتالي:

مكثفة عادية	مكثفة مستقطبة	مكثفة متغيرة السعة
		

5.2.9.I الدارة المندمجة NE555:

هي دارة مندمجة لها 8 أقطاب تعمل كمؤقت زمني متعدد الأنماط، وهي موضحة في الشكل I.17:



الشكل I.17: الدارة المندمجة NE555

سنتطرق إلى الأقطاب المكونة للدارة NE555 ودورها [20]:

القطب 1: الارضيGND، يربط المؤقت 555 بالارض 0V.

القطب 2: مدخل التنشيط Trigger او التفعيل. ويجب ان يكون موصولا بالتغذية لكي تعمل الدارة NE555.

القطب3: مخرج الدارة Output، يكون المخرج إما في المستوى المنخفض (low) وهي قيمة قريبا من 0 (نعتبرها عادة 0V) أو المستوى العالي (high) و هو قريب من توتر التغذية الموصل في القطب 8.

القطب4: قطب إعادة التهيئة Reset، يتم استخدام هذا القطب لإعادة ضبط عملية توقيت، يجب يكون موصلا بالتغذية لتعمل الموقتة، إذا وضع القطب 4 في الصفر 0V (GND) فإن العملية ستتوقف و لن تعمل الدارة إلا إذا تم إعادة تنشيطها عن طريق القطب 2 .

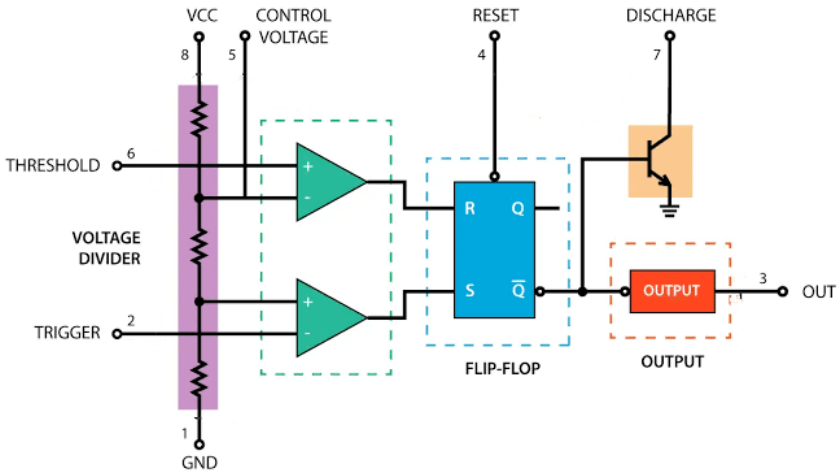
القطب5: مدخل التحكم بالجهد فى هذا الطرف يتم التحكم في زمن الميقاتية.

القطب(6): مدخل جهد العتبة.

القطب(7): قطب التفريغ Discharge، يستخدم هذا القطب لتفريغ المكثفة.

القطب(8): قطب التغذية بالجهد Vcc مجال جهد التغذية من 4.5V إلى 18V.

- **البنية الداخلية للدارة NE555:**



الشكل I.18 : البنية الداخلية للدارة NE555

الشكل السابق يمثل الدارة المبسطة ل NE555 وتحتوي على:

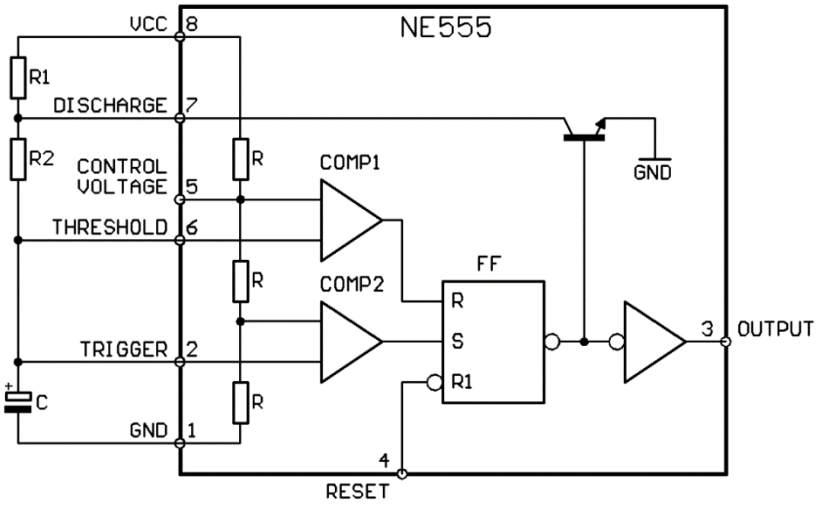
- جسر مقاومات يتكون من ثلاث مقاومات متماثلة.
- مقارنين تماثليين.
- قلاب RS.
- ترنزستور التفريغ من نوع NPN.

- دارة المخرج.

- **مبدأ عمل دارة المتكاملة NE555:**

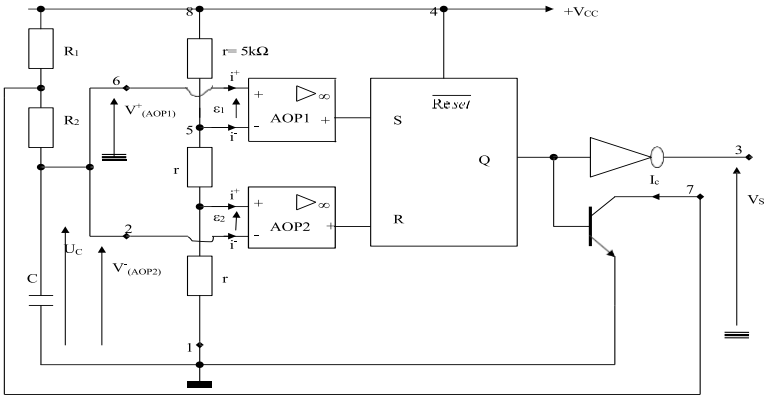
يمكن لهذه الدارة أن تعمل على ثلاثة أنماط مختلفة و هي:

- نمط أحادي الإستقرار (مؤجلة).
- نمط عديم الإستقرار (إشارة الساعة) : في هذا النمط تعمل NE555 كمذبذب يعطي إشارة مترددة في مخرجه ترددها متعلق بمكثفة الموصولة به و مقاومتي الشحن و التفريغ.



الشكل I.19: دارة NE555 تعمل في وضع المذبذب

تستعمل إشارة المرور نمط عديم الاستقرار لتوليد إشارة الساعة، وتكون إشارة مخرج NE555 موصلة مع القطب 14 للعداد IC4017 لانطلاق عملية العد والتي تتم كما يلي [21]:



الشكل I.20: دارة مذبذب بإستعمال NE555

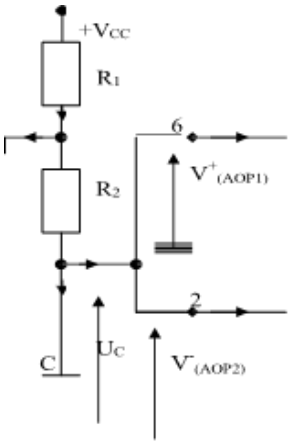
بفرض أن المكثفة غير مشحونة إبتدائيا [21]:

$$\begin{cases} V^{+}_{(AOP1)} = Uc(0) = 0 < V^{-}_{(AOP1)} = \frac{2}{3}Vcc \Rightarrow S = 0 \\ V^{+}_{(AOP2)} = \frac{1}{3}Vcc > V^{-}_{(AOP2)} = Uc(0) = 0 \Rightarrow R = 1 \end{cases} \quad \text{..... (I.2)}$$

$$Q = 0 \Rightarrow \text{Vs} = \text{Vcc} \text{..... (I.3)}$$

إذا كان Q=0 $\Leftarrow$ المقحل T محصور $\Leftarrow$ I_c=0

و بفرض أن المضخمين العمليين مثاليين$i^{+} = i^{-} = 0$ تصبح الدارة [21] :



الشكل I.21: الدارة المبسطة لشحن و تفريغ المكثفة C

تشحن المكثفة حسب المعادلة:

$$Uc(t) = Vcc\left(1 - e^{\frac{-t}{(R1+R2)C}}\right) \text{..... (I.4)}$$

لما يصل التوتر بين طرفي المكثفة C القيمة $\frac{2}{3}Vcc$ [21]:

$$\begin{cases} V^{+}_{(AOP1)} = Uc(0) = \frac{2}{3}Vcc \quad > V^{-}_{(AOP1)} = \frac{2}{3}Vcc \Rightarrow S = 1 \\ V^{+}_{(AOP2)} = \frac{1}{3}Vcc < V^{-}_{(AOP2)} = Uc(0) = \frac{2}{3}Vcc \quad \Rightarrow R = 0 \end{cases} \text{..... (I.5)}$$

$$Q = 1 \Rightarrow \text{Vs} = 0 \text{.....(I.6)}$$

إذا كان Q=1 $\Leftarrow$ المقحل Tمشبعا $\Leftarrow$ V_{CEsat}=0

مخرج المقارن 1 يتحول إلى المستوى العالي "1" وتضع S=1 فيحدث إنقلاب في مخرج القلاب ليصبح 0، ثم يصبح الترنزستور مشبعا ليتم تفريغ المكثفة C عبر المقاومة R2، ويتناقص الجهد بين طرفيها أسيا [21].

لما تصل جهد المكثفة $\frac{1}{3}Vcc$:

$$\begin{cases} V^{+}_{(AOP1)} = Uc(t) = \frac{1}{3}Vcc \quad < V^{-}_{(AOP1)} = \frac{2}{3}Vcc \Rightarrow S = 0 \\ V^{+}_{(AOP2)} = \frac{1}{3}Vcc > V^{-}_{(AOP2)} = Uc(t) = \frac{1}{3}Vcc \quad \Rightarrow R = 1 \end{cases} \text{..... (I.7)}$$

$$Q = 0 \Rightarrow \text{Vs} = Vcc \text{..... (I.8)}$$

إذا كان Q=0 ⇐ المقحل T محصور ⇐ I_c=0

مخرج المقارن 2 يصبح في المستوى العالي فيتحول مخرج القلاب من 1إلى 0، يصبح ترنزستور التفريغ محصورا وبالتالي ستشحن المكثفة C [21].

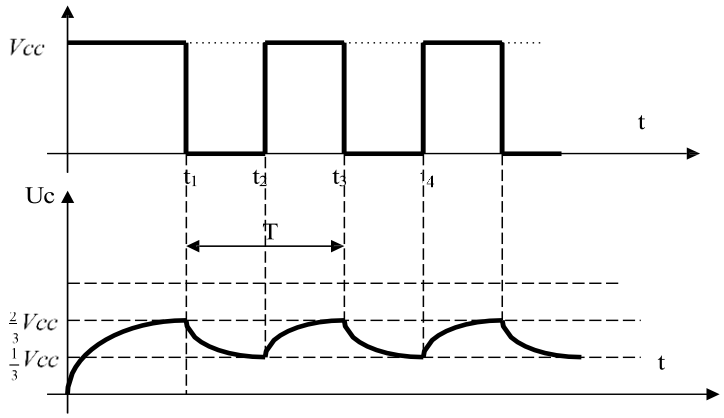
لما يكون التوتر المطبق بين طرفي المكثفة $\frac{2}{3}Vcc$:

$$\begin{cases} V^{+}_{(AOP1)} = Uc(t) = \frac{2}{3}Vcc \quad > V^{-}_{(AOP1)} = \frac{2}{3}Vcc \Rightarrow S = 1 \\ V^{+}_{(AOP2)} = \frac{1}{3}Vcc < V^{-}_{(AOP2)} = Uc(t) = \frac{2}{3}Vcc \quad \Rightarrow R = 0 \end{cases} \text{..... (I.9)}$$

$$Q = 1 \Rightarrow \text{Vs} = 0 \text{.....(I.10)}$$

إذا كان Q=1 ⇐ المقحل Tمشبعا ⇐ V_{CEsat}=0

تبدأ دورة جديدة و تستمر المراحل السابقة، و تكون الإشارة المتحصل عليها في الاخير:



الشكل I.22: إشارة مخرج الدارة المندمجة555 و توتر المكثفة C

الزمن الذي يكون فيه Vs في المستوى العالي أو 1 [21]:

$$T_h = \ln(2)\,(R_1 + R_2)C \quad \text{..... (I.11)}$$

الزمن الذي يكون فيه Vs في المستوى السفلي أو 0:

$$T_l = \ln(2)\,R_2 C \quad \text{..... (I.12)}$$

لتحديد دورة الإشارة V_s نستعمل العلاقة التالية:

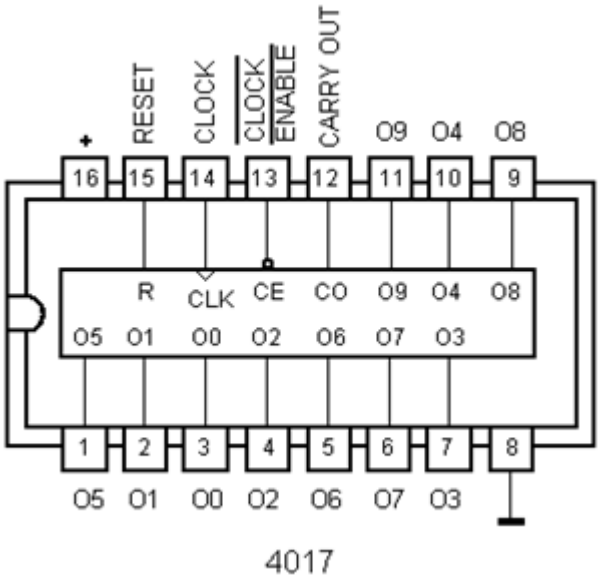
$$T = \ln(2)\,(R_1 + 2R_2)C \quad \text{..... (I.13)}$$

وترددها:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\ln(2)(R_1+2R_2)C} \quad \text{..... (I.14)}$$

6.2.9.I دارة المندمجة IC4017 (عداد جونسون):

هي دارة مندمجة تنتمي إلى عائلة CMOS لها 16 قطب كما هو مبين في الشكل 1.2، تتكون من مجموعة من قلابات D أو قلابات مكافئة لها، حيث يكون مخرج كل قلاب هو مدخل القلاب الذي يليه.



الشكل I.23: الدارة المندمجة IC4017

- **مبدأ عمل الدارة المندمجة IC4017:**

بتطبيق إشارة الساعة (Clock) على القطب 14 يتم تعيين قيمة المخرج النشط إلى عالي او منخفض بناء على الاشارة المطبقة على مدخل اشارة الساعة حيث يقوم بإزاحة الاشارة النشطة من مخرج الى اخر بشكل تتابعي عند كل نبضة. وبمجرد وصول الإشارة النشطة إلى المخرج الأخير O9 أي القطب 11 يتم إعادتها إلى المخرج الأول O0 أي القطب 3 في النبضة التالية.

I.10 المشاكل و نواقص الدارة التقليدية:

تسبب إشارات المرور التقليدية (Time Fixed Traffic Light) عرقلة السير لعدم قدرتها على التعامل مع كثافة المرور المتغيرة ، كونها تعتمد على زمن ثابت ومحدد في تغيير الأضواء؛ حتى لو كانت طرق الفرعية كلها فارغة سيضطر سائقون للإنتظار تحول الاشارة الخضراء وهذا يزيد من استهلاك الوقود وانبعاث الغازات الكربونية.

وكذلك في حالات الطوارئ التي تستوجب إخلاء طريق لمرور سيارات الإسعاف وتكون سببا في تجاوزات ومخالفات القانون كون نظامها غير مراعي لكثافة المركبات، وهي عرضة للإختراق والتلف وبالتالي تعرض حياة السائقين للخطر.

11.I الانظمة البديلة عن الدارة التقليدية:

نظرا للمشاكل التي عانت منها الدارة السابقة تم إجراء عدة تعديلات جذرية وإدخال مفهوم الذكاء الإصطناعي وإستخدام الميكرومراقبات في تحليل وتنظيم حركة المرور، ومن بين أهم وأبرز الأنظمة التي طورت في هذا المجال:

1.11.I نظام SCOOT (Split Cycle Offset Optimization):

هو نظام متطور للتحكم اللحظي في حركة المرور وتنسيقها عن طريق تحليل كثافة السيارات عند الإشارات المرورية، يتم جمع البيانات حول الكثافة عن طريق مستشعرات ويقوم النظام بتحليلها وتحسين تدفق السيارات بالإضافة مراقبة ممرات المشاة وتنسيق بين إشارة الخاصة بالمدنيين والمركبات [22].

2.11.I نظام SCADA

اختصارا ل: (Supervisory Control and Data Acquisition) يقصد به "نظام التحكم والحصول على المعلومات الرئيسي" لغرض الإدارة والتحكم والمراقبة [23]، في سياق نظام التحكم في إشارات المرور يستخدم لرصد وتنظيم الحركة على الطرق والمفترقات يشمل هذا النظام إستخدام للحساسات وأجهزة الإستشعار وكاميرات لجمع البيانات حول حركة المرور وتوجيه الإشارات المرورية بناءا على هذه البيانات.

3.11.I دارات الأردوينو:

في كثير من الأحيان، يتم إستخدام الأردوينو في إشارات التحكم بحركة المرور لإنشاء أنظمة فعالة، من خلال ربط لوحات الأردوينو مع الحساسات والمستشعرات، يمكن لإشارات المرور تعديل توقيتها بشكل ديناميكي يعتمد على ظروف حركة المرور مما يقلل من الإزدحام ويحسن بشكل عام التدفق، تتيح هذه التكنولوجيا تحديد توقيتات إشارات متكيفة مع مراعاة عوامل وجود المركبات وعبور المشاة وساعات الإزدحام مما يعزز فاعلية أنظمة التحكم.

12.I المقارنة بين أنظمة التحكم في إشارة المرور:

يتميز كل نظام من الأنظمة التي ذكرناها سابقا عن الأخر ونلخص هذه الفوارق في الجدول التالي:

الجدول 1.I: مقارنة بين أنظمة التحكم في إشارات المرور

الميزة	Arduino	SCADA	SCOOT
التعقيد	بسيط	معقد	متوسط
قابلية التطوير	مقبول	عالية	متوسط
إستهلاك الطاقة	جد إقتصادي	معتبر	معتبر
التكلفة	منخفضة	عالية	متوسطة
معالجة البيانات	في الوقت الفعلي	في الوقت الفعلي	يعتمد على معلومات المجمعة مسبقا
التطبيقات	شبكات المرور البسيطة	شبكات المرور المعقدة	شبكات المرور البسيطة ومتوسطة التعقيد

ووقع إختيارنا على الأردوينو لتطوير نظام للتحكم في إشارة المرور وذلك لعدة أسباب:

- سهولة البرمجة والتعديل.
- توفر ملحقاته وتنوع وظائفها مما يعطي العديد من الإختيارات في التطبيق والتطوير.
- إستهلاك طاقة قليل جدا.

13.I الخاتمة:

لقد تطرقنا في هذا الفصل إشارة المرور وتطورها والتقنيات المستعملة فيها وإحتياطات التي وجب أخذها، كما اننا درسنا دارة التقليدية وعيوبها، وفي الأخير قمنا بتلخيص جدول عن أهم أنظمة التحكم الذكية ومن بينها إخترنا تطوير نظام تحكم ذكي في إشارة مرور بإستعمال الأردوينو.

الفصل الثاني :

عموميات حول الأردوينو

1.II مقدمة:

لقد كان العمل على صناعة دارة الكترونية للقيام بوظيفة معينة يستلزم بناء تركيب ما الكثير من العناصر الإلكترونية، و كانت هذه الدارات ثابتة التصميم و إعادة تغيير أو تعديل جزء بسيط فيها يتطلب عمليات طويلة مثل اللحام قطع و الأسلاك و إعادة النظر في المخططات الدارات الإلكترونية و تتبع الأسلاك وغيرها من الأمور التي تتطلب جهدا و وقتا، لكن بفضل التطور التكنولوجي في مجال أشباه النواقل و إختراع الدارات المندمجة (Integrated Circuit) أصبح من الممكن وضع دارة إلكترونية كاملة تحتوي على آلاف بل حتى ملايين المقاحل على شريحة صغيرة لا يتجاوز حجمها رأس الدبوس، كما أدى هذا التطور إلى ظهور جيل خاص من الدارات الإلكترونية يعرف بالمتحكمات الدقيقة (MicroController) وهي أشبه بكمبيوتر مصغر قابل للبرمجة لأداء مجموعة من الوظائف كالتحكم في محرك أو حتى إدارة خطوط الإنتاج في المصانع الكبرى، وكل هذا يتم عن طريق أوامر برمجية وبهذا تحولت تقنية صناعة الدارات و الانظمة الإلكترونية من التصميم الإلكتروني البحت المعتمد على المكونات الصلبة فقط إلى أوامر برمجية سهلة الكتابة والتعديل [24].

2.II تعريف الاردوينو:

هو عبارة عن لوحة إلكترونية تم تصميمها لتساعد على بناء وإنشاء الدارات والمشاريع الإلكترونية بسهولة، تتميز هذه اللوحة بكونها قابلة للبرمجة عن طريق برنامج Arduino IDE وهذا يعني أنه يتم برمجتها من قبل المستخدم لتؤدي الغرض المطلوب منها، لهذا كلما أتقنت برمجة الأردوينو كلما إستطعت تنفيذ دارات إحترافية أكثر، برامجه مكتوبة بلغة C وهي لغة بسيطة ومتوفرة بشكل مجاني، مفتوحة المصدر يمكن الإطلاع والتعديل عليها وتطويرها [25].

الشكل 1.II: بطاقة الأردوينو Uno

3.II نبذة تاريخية عن الأردوينو

تم إختراع الأردوينو عام 2005م بمعهد إيفري للتصميم التفاعلي شمال إيطاليا كمشروع لطلابها، وتكون فريق المصمم له من خمسة أشخاص هم:

ماسيمو بانزي (Massimi Banzi) ودايفيد كوارتليس (David Caurtielles) ودافيد ميليس (David Melis) وتوم ايغو (Tom Igoe) جيانلوكا مارتينو (Gianluca Martino)، وقد سمي على شخصية الملك "أردوينو".

كانت غايتهم من أرادوا صنع هذا الجهاز ان يتمكن الطلاب من إنجاز أعمالهم بتكلفة أقل، وأن يكون سهل الإستعمال ويمكن من خلاله ربط العناصر الكهربائية (كالمرحلات، المحركات والمستشعرات)، سهل البرمجة ومفتوح المصدر (Open Source) ثم تنوعت الإصدارات التي طورت بعدها فبعضها صار أصغر من الأصلية والبعض الآخر صمم ليكون أكبر [26]،

الشكل 2.II : فريق تطوير أردوينو

4.II أنواع لوحات الأردوينو :

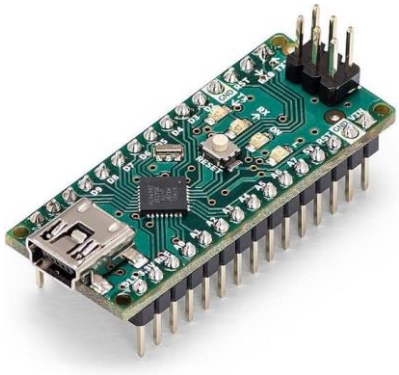
1.4.II الأردوينو أونو Arduino Uno R3 :

الشكل 3.II: صورة Arduino UNO R3

الجدول 1.II: مزايا وخواص لوحة الأردوينو أونو.

المتحكم	ATmega328
عدد المداخل/المخارج الرقمية	14(6 منها منافذ Pulse Width Modulation)
عدد المداخل/المخارج التماثلية	6
بروتوكول الإدخال التسلسلي	SPI, I2C, UART
توتر التغذية الموصى به	7V - 12V
التيار الأعظمي المداخل/المخارج	20 mA
سرعة المعالج	16MHz
سعة ذاكرة SRAM	2KB
سعة ذاكرة البرنامج	32KB (يستخدم 0.5KB لمحمل الإقلاع bootloader)
EEPROM	1KB
أبعاد PCB	68.6×53.4 mm
الوزن	24g
جهد عمل اللوحة	+5V
دقة تمييز المبدل ADC	10 bits
الثنائي الضوئي L المدمج	مع المنفذ 13
طرق البرمجة	عن طريق منفذ USB او مبرمجة خارجية(ICSP)

2.4.II لوحة Arduino Nano:

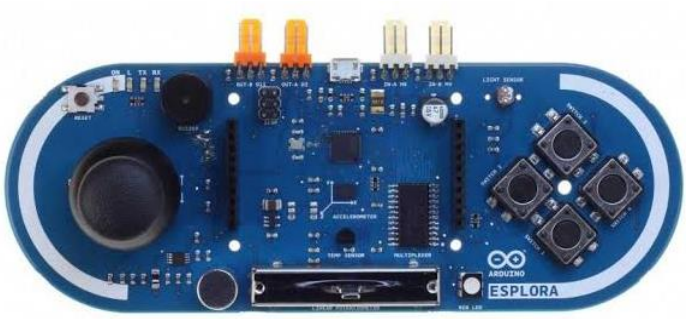


الشكل 4.II: Arduino Nano

الجدول2.II : خصائص Arduino Nano:

المتحكم	ATmega328
عدد المداخل/المخارج الرقمية	14(8 منها مخارج PWM)
عدد المداخل/المخارج التماثلية	8
بروتوكول الإدخال التسلسلي	UART, I2C, SPI
توتر التغذية الاسمي	7-12V
التيار الأعظمي المداخل/المخارج	20 mA
سرعة المعالج	16 MHz
سعة ذاكرة SRAM	2 KB
سعة ذاكرة البرنامج	32 KB
EEPROM	1 KB
أبعاد PCB	45×18 mm
الوزن	7g

3.4.II لوحة Arduino Esplora:



الشكل 5.II:Arduino Esplora

جدول 3.II: خصائص Arduino Esplora :

المتحكم	ATmega328
الشركة المصنعة	AVR
توتر تغذية اللوحة	5V
عدد المداخل/ المخارج	20
سعة ذاكرة البرنامج	32KBويستعمل4KB منها لبرنامج الإقلاع
سعة ذاكرة SRAM	2,5KB
سرعة المعالج	16 MHz
EEPROM	1 KB
طول اللوحة	164,04 mm
عرض اللوحة	60 mm

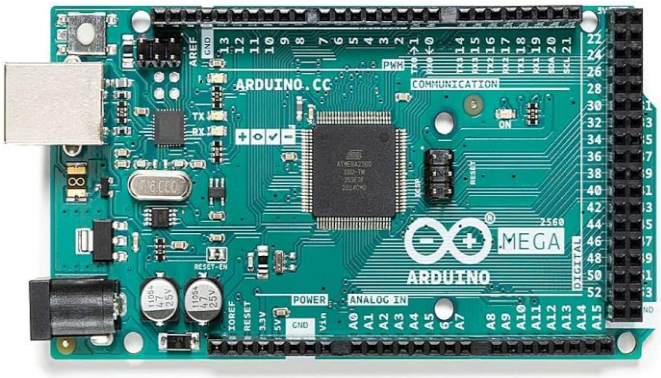
4.4.II لوحة Arduino Pro mini:

الشكل 6.II: Arduino Pro Mini

جدول 4.II: خصائص Arduino Pro mini :

المتحكم	ATmega328
الشركة المصنعة	AVR
توتر تغذية اللوحة	3,35 V-12 Vأو5-12 V
عدد المداخل/المخارج الرقمية	14
عدد مخارج PWM	6
بروتوكول الإدخال التسلسلي UART	1
بروتوكول الإدخال التسلسلي SPI	1
بروتوكول الإدخال التسلسلي I2C	1
عدد المداخل التماثلية	6
المقاطعات الخارجية	2
التيار الأعظمي للمداخل/المخارج	40mA
سعة ذاكرة البرنامج	32KBويستعمل2KB منها لبرنامج الإقلاع
سعة ذاكرة SRAM	2KB
EEPROM	1KB
سرعة المعالج	8MHz لنسخة 3,3V و 16MHz لنسخة 5V

5.4.II لوحة Arduino Mega:



الشكل 7.II : Arduino Mega

جدول 5.II : خصائص Arduino Mega :

المتحكم	ATmega328
الشركة المصنعة	AVR
توتر المدخل (الموصى به)	7-12V
توتر المدخل (الأعظمي)	6-20V
عدد المداخل/المخارج الرقمية	54 (15 منها مخارج PWM)
عدد المداخل التماثلية	16
التيار الأعظمي للمداخل/المخارج	20 mA
التيار الأعظمي لمنافذ 3.3V	50 mA
سعة ذاكرة البرنامج	256KBويستعمل8KB منها لبرنامج الإقلاع
سعة ذاكرة SRAM	8 KB
EPROM	4KB
سرعة المعالج	16MHz
إستهلاك الطاقة	19mA
أبعاد PCB	101,52×53,3mm
الوزن	37g

6.4.II لوحة Arduino Leonardo:

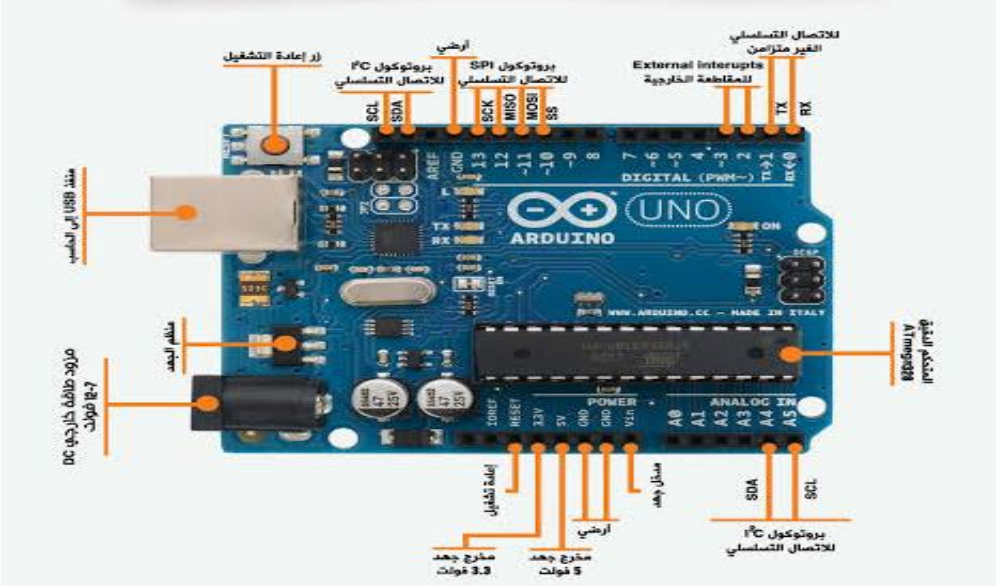
الشكل **8.II** : Arduino Leonardo

جدول6.II : خصائصArduino Leonardo :

المتحكم	ATmega32u4
عدد المداخل/المخارج الرقمية	13 (7 منها مخارج PWM)
عدد المداخل/المخارج التماثلية	12
بروتوكولات الإتصال التسلسلية	UART, I2C, SPI
توتر المدخل الموصى به	7-12V
توتر المخارج	5V
سرعة المعالج	16 MHz
سعة ذاكرة SRAM	2,5 KB
سعة ذاكرة البرنامج	32 KB
EEPROM	1 KB
أبعاد PCB	68,6×53,3 mm
الوزن	20 g

5.II مكونات الأردوينو أونو:

تعتبر لوحة الأردوينو أونو أكثر اللوحات شهرة وإستخداما وتعد الأنسب للبدء بتعلم الأردوينو. يوجد لهذه اللوحة في الوقت الحاضر ثلاثة إصدارات معدلة اللوحة الأولى و هي اللوحة الأصلية Uno R1، اللوحةالثانية تم فيها إدخال بعض التعديلات على اللوحة الأصلية و تعرف بـUno R2، لاحقا تم إجراء بعض التعديلات على اللوحة الثانية و تم الحصول اللوحة المطورة الثالثة Uno R3، يبين (الشكل9.II) لوحة الأردوينو أونو المطور الثالثة Arduino Uno R3 التي تم في هذه الفقرة إيضاح بنيتها الإلكترونية الداخلية بشكل مبسط بالإضافة إلى منفاذها الخارجية [25].



الشكل II.9 : مكونات الأردوينو أونو R3

II.5.1 المتحكم ATmega328AVR:

يعتبر أهم عنصر في لوحة الأردوينو وهو الذي يحدد خواص ومزاياها الإلكترونية، عندما يتم برمجة اللوحة يتم برمجة هذا المتحكم تحديدا، مع تطبيق التغذية الكهربائية على اللوحة ينفذ المتحكم البرنامج المخزن فيه لتعمل اللوحة وفق المطلوب منها، المتحكم المستخدم في لوحة الأردوينو أونو هو ATmega328AVR.

يتصل المتحكم ATmega328AVR في لوحة الأردوينو أونو بكريستالة ترددها 16MHz، لذلك فإن عدد التعليمات المنفذة في الثانية 16 مليون تعليمة [25].

الشكل II.10 : المتحكم ATmega 328

جدول II.7: خصائص المتحكم ATMega328p :

نوع المعالج	8-bit AVR
تردد العمل اللأعظمي	20 MHz
سرعة التنفيذ	1MHz يستطيع المتحكم تنفيذ مليون تعليمة في الثانية
سعة ذاكرة البرنامج	32 KB
سعة ذاكرة SRAM	2 KB
سعة ذاكرة EEPROM	1 KB
عدد الأرجل	28 PIN

2.5.II المتحكم ATmega16U2:

هو دارة مندمجة تم إضافتها المتحكم إلى لوحة الأردوينو أونو لتبادل البيانات مع الحاسوب عبر وحدة إتصال تسلسلية الموجودة ضمن البنية الداخلية للمتحكم، البيانات التي يتم تبادلها مابين المتحكم الرئيسي ATmega16U2 والحاسوب قد تكون عملية نقل للشيفرة البرمجية المكتوبة في الحاسوب عن طريق برنامج Arduino cc إلى المتحكم، أو نقل معلومات أثناء تشغيل اللوحة مثل إرسال قيمة درجة الحرارة من اللوحة إلى الحاسوب، وإرسال أوامر من الحاسوب إلى اللوحة [25] .

3.5.II منظمي الجهد 5V و 3.3 V (Regulator):

تعمل لوحة الأردوينو بجهد 5V+لذلك تحتاج إلى منظم جهد5V+عندما يتم تغذيتها كهربائيا من منبع خارجي منظم جهد 5V+المستخدم هو 1117ST50T3G، تيار المخرج الأعظمي لهذا المنظم يزيد عن 1A. تحتوي أيضا على منظم جهد LP2985-33BVR جهد مخرجه3.3V+ وتيار مخرجه الأعظمي يصل إلى 150mA [25].

4.5.II مجموعة أضواء LED:

تحتوي لوحة الأردوينو على 4 ثنائيات ضوئية [25]:

- **ثنائي ضوئي ON:** يدل على أن اللوحة مغذاة بجهد كهربائي 5V+ عليها وهي جاهزة للعمل لون هذا الثنائي أخضر.

- **ثنائي ضوئي L:** هذا الثنائي متصل مع المخرج الرقمي 13 يضيء عند تطبيق 1 منطقي على هذا المخرج لون هذا الثنائي أصفر.
- **ثنائيان ضوئيان RXوTX:** يومض هذان الثنائيان عندما تنتقل البيانات ما بين المتحكم ATmega16U2 و منفذ USB إلى الحاسوب فقط لون هذان الثنائيان أصفر

5.5.II منفذ USB:

يستخدم هذا المنفذ لبرمجة اللوحة عن طريق الحاسوب، وتبادل البيانات ما بين لوحة الأردوينو (المتحكم ATmega16U2) ومنفذ USB إلى الحاسوب، ويمكن إستعماله لتغذية اللوحة بجهد 5V+. وبجانب المنفذ يوجد منصهرة لحمايته من القصر والتيار الزائد، تقطع المنصهرة الإتصال بشكل آلي عندما يزيد التيار عن 500 mA.[25]

6.5.II مقبس الطاقة:

يمكن تأمين مصدر طاقة بديل لمنفذ USB عن طريق وصل محول AC/DC إلى مقبس الطاقة الذي قطره 2.1mm، مجال جهد المحول الموصى به يمتد من 7V حتى 12V [25].

7.5.II زر إعادة التشغيل:

هو زر يعطي الأمر بإعادة تنفيذ الأوامر من البداية [25].

8.5.II الدارة المتكاملة LM358:

هذه الدارة عبارة عن مضخمين عمليين، يستخدم الأول كمقارن جهد لإختيار تغذية اللوحة من منفذ USB أو من المنفذ Vin، ويستخدم الآخر كعازل buffer ما بين المخرج 13 والثنائي الضوئي L [25].

9.5.II منفذ برمجة التسلسلي In-Circuit Serial Programming:

يوجد طريقة أخرى لبرمجة المتحكم ATmega328 من خلال منفذ يعرف ب ICSP، كذلك يوجد للمتحكم ATmega16U2 منفذ ICSP خاص به، تتم عملية البرمجة ICSP من خلال إستخدام مبرمجة خارجية أو لوحة أردوينو أخرى يتم وصلها معه[25] .

10.5.II منافذ الإستطاعة:

- **منفذVin** : يمكن من خلاله تطبيق مصدر تغذية خارجي للوحة (بطارية مثلا) بدلا من منفذ USB ومقبس الطاقة. يتراوح الجهد المطبق ما بين 7V و12V تقريبا [25].
- **منفذا GND على التسلسل:** ارضي لوحة الأردوينو. يمكن من الإستفادة منهما عند وصل اللوحة مع دارات أخرى [25].
- **منفذ 5V+:** تعطي لوحة الأردوينو من خلال هذا المخرج جهدا قدره 5V+، بالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارات المربوطة مع اللوحة [25].
- **منفذ 3.3V+:** تعطي لوحة الأردوينو ايضا من خلال هذا المخرج جهدا مقداره 3.3V، وبالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة. أكبر تيار يقدمه هذا المنفذ 50mA يوجد الى الأيسر من منافذ الأستطاعة ثلاثة منافذ أخرى مرتبة على الشكل التالي [25]:

- **منفذ RESET:** من خلال هذا المنفذ يتم إعادة تشغيل لوحة الأردوينو، وذلك من خلال تطبيق 0V (إشارة منخفضة) عليه. يمكن وصل مفتاح لحظي button، طرف منه يتصل مع هذا المنفذ، والطرف الأخر يتصل مع الأرضي، عند الضغط على هذا المفتاح يتم تطبيق إشارة 0V على هذا المنفذ، ويعاد تشغيل اللوحة. يعمل المفتاح في هذه الحالة بشكل مشابه لزر إعادة التشغيل الموجود على اللوحة. يمكن الإستفادة من هذا المنفذ عندما يتم وصل لوحة الأردوينو مع لوحة تعرف بالغطاء shield (لوحة خاصة يتم تركيبها فوق الأردوينو الأصلي لتوسيع عمله) مانعة الوصول لزر اعادة التشغيل على لوحة الاردوينو، ليكون البديل هذا المنفذ [25].
- **منفذ IOREF:** يقدم هذا المنفذ الجهد المرجعي الذي يعمل به المتحكم. يستخدم هذا المنفذ من قبل ألواح الأغطية shield لاختيار مصدر الطاقة المناسب أو تمكين محول جهد على المخارج للعمل مع 5V أو3.3V [25].
- **منفذ إضافي غير مستخدم NC:** و من الممكن أن يستخدم لاحقا للتطوير.

11.5.II منافذ المداخل التماثلية:

تسمح هذه المداخل بإدخال إشارات تماثلية، والتي تنتج عادة عن الحساسات التماثلية، يتم تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية بإستخدام محول ADC في متحكم ATmega328، دقة هذا المحول 10 bit، والجهد

المرجعي إفترضيا يكون 5V، ويمكن تغييره عن طريق المنفذ AREF، عدد هذه المنافذ التماثلية 6 هي: A0، A1،A2، A3، A4، A5 كما هو موضح في الشكل [25]:

12.5.II المداخل و المخارج الرقمية:

يوضح الشكل المداخل والمخارج الرقمية مرتبة من اليمين إلى اليسار بالأرقام من 0 حتى 13 والتي لها عدة وظائف كما يلي:

يمكن لهذه الأرجل كلها ان تعمل كمخارج رقمية (أي تخرج إشارة 0V أو إشارة 5V) تبعا للشيفرة البرمجية، أو أن تعمل كمداخل رقمية (أي إدخال إشارة 0V أو إشارة 5V)، بالتالي يتم على هذه النوافذ وصل عناصر ودارات إلكترونية أخرى مثل الثنائيات الضوئية، شاشة الإظهار LCD التي تستقبل أبيات رقمية، أو لوحة مفاتيح، أو محرك، وغير ذلك [25].

- **المنافذ 3،5،6،9،10،11:** يمكن لكل منها أن تولد إشارة تعديل عرض النبضة (PWM) Pulse Width Modulation يرمز لها على شكل "~".
- **المنفذان0،1:** يعملان كواجهة إتصال للبروتوكول التسلسلي UART، المنفذ 1 للإرسال، و المنفذ 0 للإستقبال، يتصل هذان المنفذان في نفس الوقت مع منافذ موافقة للمتحكم ATmega16U2بحيث يمكن إرسال البيانات التسلسلية إللى الحاسوب عبر منفذ USB.
- **المنفذان 2،3 :** كمقاطعات خارجية.
- **المنافذ 10،11،12،13:** تعمل كواجهة إتصال للبروتوكول التسلسلي SPI.
- **منفذ GND:** أرضي لوحة الأردوينو
- **منفذ AREF:** الجهد المرجعي للمداخل التماثلية
- **المنفذان SDA و SCL:** يعملان كواجهة إتصال للبروتوكول التسلسلي I2C.

6.II برمجة الأردوينو:

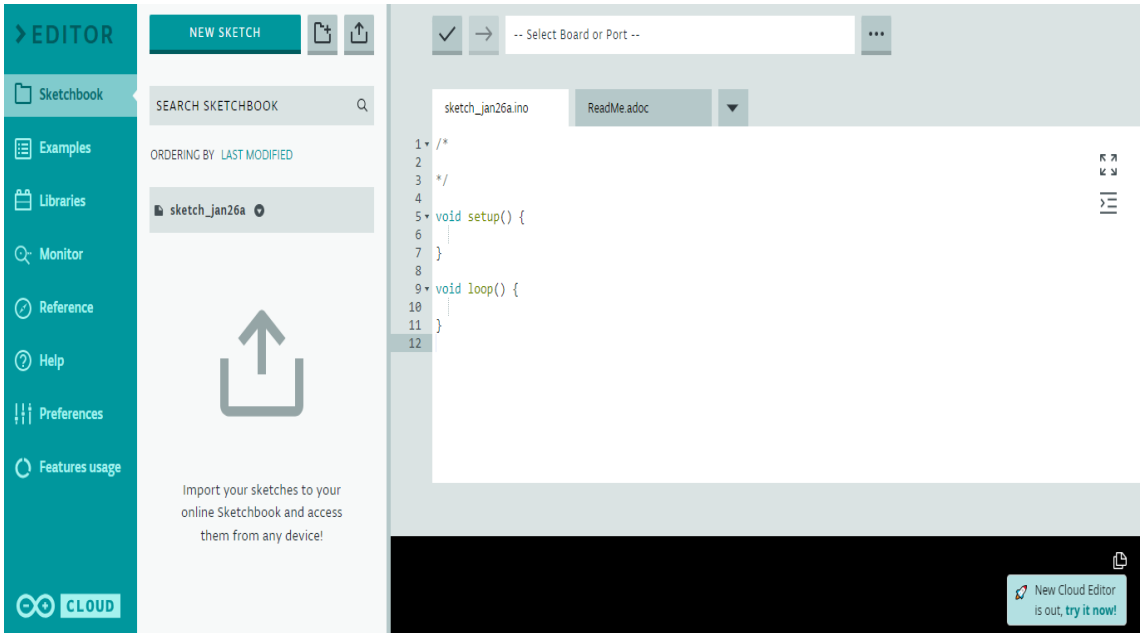
لغة البرمجة هي مجموعة أوامر مكتوبة على شكل رموز تستند إلى قواعد معينة يقوم جهاز الحاسوب يقوم بتنفيذها، وتمر لغات البرمجة بمجموعة من الخطوات و المراحل قبل أن يتم تنفيذها [27] .

البرمجة هي عملية كتابة تعليمات وتوجيه أوامر لجهاز الحاسوب لتوجيهه وإعلامه بكيفية التعامل مع البيانات أو كيفية تنفيذ سلسلة من الأعمال، وتتم هذه العملية عن طريق لغات البرمجة نذكر منها: Python، Kotlin Ruby، Swift، C،C++ ، Java.

تتم برمجة الأردوينو بلغة C و++C و لغة Arduino C المشتقة من C، و تتم عملية البرمجة عن طريق برنامج **Arduino IDE: Integrated Development Environment** و توجد طريقة أخرى بإستعمال **Arduino Cloud**.

1.6.II إستخدام مبرمج الأردوينو Arduino Cloud:

تسمح هذه الطريقة ببرمجة وتحميل البرنامج على جميع ألواح الأردوينو عبر المتصفح فقط دون الحاجة لتثبيت Arduino IDE.



الشكل 11.II: واجهة Arduino Cloud

2.6.II تحميل برنامج Arduino IDE على الكمبيوتر:

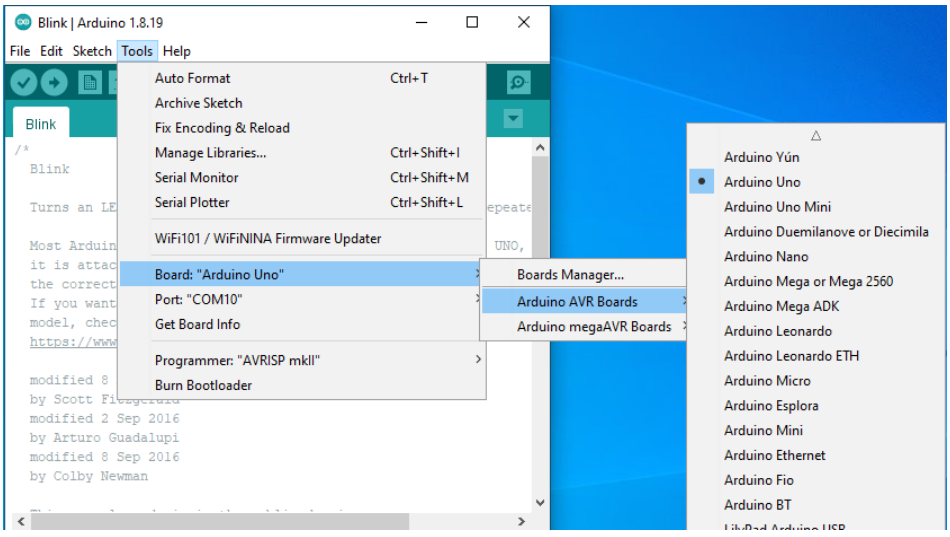
هو برنامج مجاني مفتوح المصدر يمكن تحميله من الموقع الرسمي للأردوينو Arduino.cc بالضغط على Software ثم Download تظهر شاشة اختر منها البرنامج حسب نسخة الويندوز الذي تريد العمل بها.

الشكل 12.II: تحميل برنامج Arduino IDE من الموقع الرسمي Arduino.cc

3.6.II ربط لوحة الأردوينو مع Arduino IDE :

بعد أن يتم تثبيت البرنامج نقوم بربط بطاقة الأردوينو مع الكمبيوتر و فتح Arduino IDE ، و قبل البدء بكتابة الكود البرمجي نقوم بإختيار نوع الأردوينو المستعمل و تعيين المنفذ المستعمل:

Tools → Boards → Arduino AVR Boards → Arduino Uno



الشكل 13.II: إعدادات ربط البرنامج بالArduino

4.6.II بيئة التطوير المتكاملة Arduino IDE :

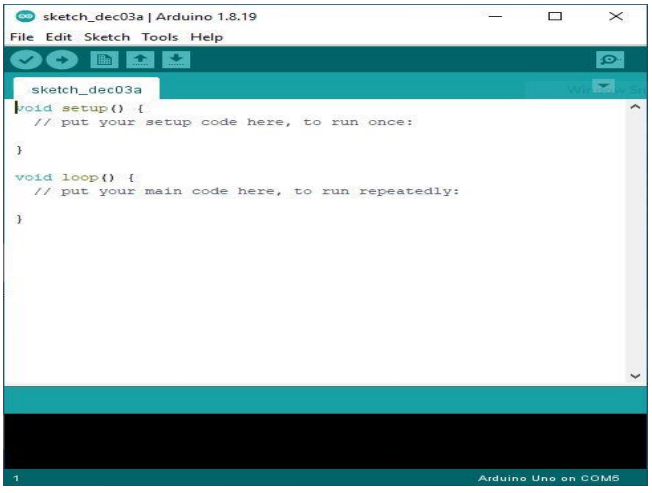
IDE هو اختصار لـ "بيئة التطوير المتكاملة": وهو برنامج رسمي قدمته Arduino.cc، يستخدم بشكل أساسي لتحرير كود، وتجميعه، وتحميله على جهاز Arduino.و هو يدعم كل نسخ وإصدارات Arduino تقريبًا الذي يعتبر مفتوح المصدر ومتاح للتثبيت و الإستخدام بسهولة [28].

بيئة التطوير IDE و هي اختصار Integrated Development Environment بمعنى بيئة التطوير المتكاملة، و هي عبارة عن بيئة برمجية تقدم للمبرمج الكثير من الأدوات البرمجية المجمعة كلها من مكان واحد و يتم من خلالها كتابة وتحرير الكود البرمجي (يكون بلغة C++ أو C) و تفحصه و من ثم تحويله إلى لغة يفهمها الأردوينو و تمريرها له [28].

5.6.II واجهة البرنامج الرئيسية:

تعتمد بيئة Arduino IDE في اساسها على لغة البرمجة C وC++ وتحتوي في بنيتها على العديد من المكتبيات الجاهزة والتعليمات التي تختصر الكثير من الوقت والتي تعتبر من أسهل لغات البرمجة التي تستخدم في برمجة المتحكمات الدقيقة Microcontroller [28].

تسمى البيئة التطورية Arduino IDEالتي يتم فيها برمجة الأردوينو وكتابة الكود البرمجي ب Sketch (التصميم أو المخطط)، وكأي بيئة برمجة تحتوي واجهة البرنامج الموضحة في الشكل 14.II على قوائم وأوامر واختصارات على الواجهة الرئيسية مهمتها تسهيل كتابة الكود البرمجي وتقديم الميزات الموجودة في بيئة التطوير Arduino IDE [28].



الشكل 14.II: واجهة برنامج Arduino IDE

- المساحة البيضاء تسمى صفحة العمل يتم فيها كتابة الأوامر والكود.
- الفراغ الأسود بالأسفل يظهر بعض الملاحظات عن عملية تحميل الكود على الاردوينو.

6.6.II الإختصارات على الواجهة الرئيسية:

توجد على الواجهة الرئيسية لبرنامج Arduino IDE عدة عناصر نلخص منها ما يلي في جدول8.II:

جدول8.II: عناصر واجهة برنامج Arduino IDE .

File	فتح صفحة جديدة او صفحة موجودة مسبقا، الحفظ.
Edit	قص نسخ لصق، البحث عن كلمة في الشفرة.
Sketch	إضافة مكتبات الأوامر Library.
Tools	اختيار نوع الأردوينو المطلوب برمجته وكذا المنفذ المتصل به .
Help	مجموعة روابط مساعدة.
	فحص الأمر: التنبيه بوجود خطأ في القواعد الكتابية أسفل الصفحة (المربع الأسود).
	فحص الأمر الذي تم رفعه للأردوينو.
	فتح صفحة جديدة فارغة.
	فتح أمر مخزن سابقا.
	فتح أمر حالي.
	فتح شاشة المفاتيح (السيريال)Serial Monitor.

7.6.II واجهة الإتصال التسلسلي UART:

تعمل هذه الواجهة على تزويد المتحكم بأوامر أثناء عمله أو الحصول على معلومات وحسابات معينة منه وبالتالي يوفر آلية جيدة للتأكد من أن الكود يعمل بشكل صحيح، ولإستخدام هذه الخاصية نوصل الأردوينو بالحاسوب ونشغل Arduino IDE ونختار نوع اللوحة في Tools ونختار المنفذ الموصل اليه COM. لتشغيل واجهة الإتصال التسلسلي الموضحة في الشكل 15.II نذهب إلى Tools ثم نختار Serial Monitor أو عن طريق إختصارات لوحة المفاتيح: Ctrl+Shift+M [28].

الشكل II.15: واجهة الإتصال التسلسلي UART

1- البيانات المرسلة من الحاسوب إلى الأردوينو.

2- منطقة عرض البيانات المستقبلة من الأردوينو.

3- خيارات متعلقة بطريقة إرسال البيانات

4- معدل نقل البيانات.

يجب ضبط معدل النقل Baud Rate ويقاس ب bps (البايت المرسل في الثانية) وتستخدم هذه الواجهة نافذة الإتصال التسلسلي الغير متزامن UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) والتي تمتلك قطبين على لوحة الأردوينو RX و TX [28].

II.7 برمجة وضبط الاردوينو:

لتسهيل وتنظيم عملية البرمجة سنقوم بتقسيم صفحة العمل إلى أربع أقسام [28]:

الجزء الأول: فيه يتم تعريف المتغيرات والأسماء المستعارة للأقطاب ويبدأ هذا القسم من السطر الأول لمنطقة كتابة الأوامر البرمجية.

جدول II.9: أنواع المتغيرات.

نوع المتغير	شرح التعليمة	التعليمة
Boolean	متغير منطقي حالتين فقط false أو true	boolean var ;
Byte	متغير رقمي 8bit و قيمته تنتمي من 0 إلى 255	byte var ;
Int	متغير رقمي طبيعي بطول 16bit قيمته 32768	int var ;
Short	متغير رقمي بطول 16bit	short var ;
Float	متغير رقمي ذو فاصلة عشري بطول 32bit، لكن عدد الأرقام بعد الفاصلة يجب ألا يتجاوز السبع خانات	Float var ;
integer const	تعريف ثابت رقمي محدد القيمة	integer const var = value ;
float const	تعريف ثابت رقمي بفاصلة عشرية محدد القيمة	float const var = value ;

الجزء الثاني: يحتوي على دالة void setup () {....}الخاصة بتعيين المداخل والمخارج، وتهيئة المكتبات (Libraries) التي ستستخدم في البرنامج [28]، ونقوم بتعيين المداخل والمخارج بتعليمه:

pinMode(pin, mode)

حيث:

Pin: رقم الرجل المطلوب ضبط نمطها.

Mode: تأخذ إحدى القيم التالية INPUT, OUTPUT, INPUT_PULLUP لتحديد نمط المدخل و المخرج

الجزء الثالث: يكون ضمن الدالة void loop () {....} وهي حلقة البرنامج اللانهائية والتي تتكرر فيها العمليات والتعليمات بعدد لا نهائي من المرات [28].

الجزء الرابع: يضم التوابع الفرعية التي يتم فيها تنفيذ جزء محدد من الشفرة البرمجية وذلك كلما تم طلبها من البرنامج الرئيسي.

- **مثال عن برمجة الأردوينو:**

سنقوم باضاءة صمام ضوئي لمدة 1ثانية واطفائه لمدة 1 ثانية، سنحتاج في هذا المثال الموضح في الشكل 16.II الى لوحة اردوينو، صمام ضوئي(Led)، مقاومة للحماية ، واسلاك للتوصيل .

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);                       // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);                       // wait for a second
}
```

الشكل 16.II: مثال عن كود Blink

شرح البرنامج: من أجل فهم طريقة كتابة الأوامر والبرمجة نقوم بتقسيمه إلى:

يعتبر الجزئين التاليين أهم عنصر ومن دونهم لا يقبل الأردوينو أي أمر:

القسم الأول: يتم تعريف المتغيرات، في هذا المثال عرفنا الصمام الضوئي (Led) في المنفذ رقم 13 من لوحة الاردوينو (منفذ رقمي).

القسم الثاني: يكتب بين الأقواس {} بعد عبارة setup وهذه الأوامر سوف يتم تنفيذها مرة واحدة فقط عند بداية التشغيل. لذا يجب علينا تحديد وظيفة المنفذ قبل الاستخدام، حيث يعمل الأمر pinMode على تهيئة المنفذ 13 ليصبح مخرجا.

القسم الثالث: يكتب بين قوسين {} بعد العبارة loop تتكرر هذه الأوامر طوال فترة التشغيل.

من اجل فهم الأوامر في هذا الجزء نشرح الأوامر المستعملة:

- **digitalWrite** يعمل على إخراج إشارة كهربائية في المنفذ 13، HIGH أو LOWالمخرج 13 للأردوينو مرتبط بضوء سوف نلاحظ توهجه [27] .
- يحتوي نص البرمجة أيضا على الأمر **delay** وهو أمر تأخير زمني من أجل ملاحظة الومي قيمته في البرنامج1000ms .

8.II إيجابيات و سلبيات الاردوينو:

في كل إختراع أوجده الإنسان عيب ومشاكل و الأردوينو لا يكسر هذه القاعدة.

1.8.II الاجابيات:

– الثمن: ملحقات الأردوينو رخيصة الثمن، كما يمكننا الحصول على برنامج Arduino IDE بشكل مجاني وذلك عن طريق تحميله من الموقع الرسمي للأردوينو.

– التوافق: برنامج الأردوينو يتوافق مع جميع أنظمة التشغيل (Windows, Linux and Mac).

– المجتمع: مجتمع الأردوينو ضخم جدا، ومصادره متوفرة بكم هائل على الأنترنيت بجميع اللغات وباللغتين الفرنسية والإنجليزية على الموقع الرسمي.

– بساطة البرمجة: لغة البرمجة للاردوينو بسيطة، وسهلة، ويمكن لاي أحد تعلمها.

2.8.II السلبيات:

– جهد خروج محدود وهو 3.3 أو 5 فولت.

– تعتبر القدرة البرمجية والمعالجة للأردوينو أقل بكثير من الكمبيوتر، ولا يتمكن من تشغيل برامج مثل الويندوز أو الأندرويد أو تشغيل شاشات ذات وضوح عالي وهكذا.

– التيار المخرج للأردوينو هو 20mA، وهذا لا يكفي لتشغيل محرك أو مرحل(Relay) ، لذا يجب استخدام عناصر إلكترونية لتضخيم الإستطاعة.

– العمر الافتراضي للوحات Arduino قصير لأن لوحات Arduino الإيطالية مصممة بشكل أساسي للاستخدام التعليمي وليس الصناعي.

9.II خاتمة:

تطرقنا في هذا الفصل لشرح مفصل لأهم عنصر في مشروعنا: الأردوينو، بداية من تعريفه إلى غاية طريقة برمجته كما ركزنا بشكل خاص على الأردوينو أونو الذي سنعتمد عليه في الجزء التطبيقي من مذكرتنا.

الفصل الثالث :

تصميم و إنجاز دارة

تحكم في إشارة مرور

بإستعمال الأردوينو

1.III مقدمة:

بعد ما تعرفنا في الفصل الأول على إشارة المرور بشكل عام ودرسنا دارتها وخصائصها والأنظمة المستعملة في تنسيق الحركة، ثم في الفصل الثاني الذي كان عنوانه عموميات حول الأردوينو سنمر الآن الى دمج هاتين التقنيتين لنحصل على إشارة مرور ذكية متحكم فيها عن طريق الأردوينو، حيث إستطعنا إنجاز تصميم لإشارة مرور تعمل عند وجود السيارات مختصرة وقت الضائع في إنتظار طرق الخاوية، وهذا ما تفتقره الإشارة التقليدية.

أهم ما تميزت به هو:

- رخيصة الثمن.
- بديلة جيد عن الاشارات التقليدية الباهظة.
- تقليل من حدة الإزدحام.

وقد إستعملنا العناصر التالية في إنجاز نموذج المشروع القابل للتطوير:

- حساس الأشعة تحت الحمراء: الذي يلعب دور الكاشف عن حضور السيارات.
- أردوينو UNO: المتحكم في تنظيم إشارة المرور عن طريق البرنامج المحمول عليه.
- أضواء LED.

2.III العناصر المستعملة في المشروع:

بالإضافة إلى العناصر المذكورة سابقا من مقاومات وLED ثنائيات الباعثة للضوء وArduino Uno سنعرف عنصر جديد:

1.2.III الحساس (Sensor):

هو جهاز يقوم بتحويل الكميات الطبيعية المتغيرة إلى إشارات كهربائية. أو هو أداة تحويل الكميات الطبيعية والكيميائية المختلفة إلى كميات كهربائية [29].

2.2.III مميزات الحساس:

- **طبيعة الظاهرة Type of Phenomena:**

نعني بها ماهية الظاهرة التي يلتقطها الحساس، وبناءا على ذلك نقول أن هنالك حساس "حراري" أو حساس "ضغط" أو حساس "ضوئي" أو حساس "حركة" أو حساس "رطوبة" [30].

- **مبدأ التشغيل Operating Principle :**

أي آلية توليد الإشارة كهربائية في مخرج الحساس اعتماداً على الظاهرة المؤثرة عليه [30].

- **مجال العمل Operation Range :**

هي قيم الظاهرة الفيزيائية التي يعمل الحساس في نطاقها [30].

- **الدقة Resolution :**

هي نسبة الفرق بين القياس الفعلي والقيمة الحقيقية على القيمة الحقيقة [30].

$$Accuracy = \frac{Absolute\ Error}{True\ Value} = \frac{|M_v - T_v|}{T_v} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (3.1)$$

- **الحساسية Sensitivity :**

هي أصغر تغير في الكمية الفيزيائية التي يمكن للحساس الكشف عنها [30].

- **الاستقرار Stability :**

هو محافظة الحساس على قيمة ثابتة في المخرج عند تثبيت قيمة المدخل [30].

- **زمن الاستجابة Response-Time:**

هو الزمن إستجابة المستشعر بين تغير الكمية الفيزيائية التي يقيسها واللحظة التي يتم فيها أخذ المعلومات من قبل جزء التحكم [31].

- **الصلابة:**

مقياس لمدى تحمل الحساس للتلف والضرر خلال ظروف القاسية [30].

3.2.III تصنيف الحساسات:

يمكن تصنيف الحساسات إلى نوعين أساسين شاملين [32]:

- **حساسات فعالة:**

هي التي تولد فرق جهد كهربائي ثم تقوم بإرساله إلى وحدة التحكم الإلكتروني على شكل إشارة كهربائية مثل الألواح الشمسية.

- **الحساسات الخاملة:**

هي تأخذ فرق جهد من التركيب ثم تعيده إليه لقياس مدى الإختلاف في فرق الجهد المرجعية (REFERANCE VOLTAGE).

وتحت هذا التصنيف يمكن تقسيمها من عدة أوجه طبقا لطبيعة إشارة مخرجها [29]:

- **الحساسات الرقمية Digital Sensor:**

وهي حساسات تعطي مخرج في صورة رقمية أي ببساطة لها حالتين هما: حالة توصيل ON وحالة قطع OFF ولا يمكن أن يوجد بينهما قيم متوسطة.

- **الحساسات التناظرية:**

وهي الحساسات التي تعطي إشارة خرج تماثلي أي أنها تعطي إشارة خرج كهربائية تتناسب في كل لحظة مع القيمة الطبيعية المطلوب قياسها. وقد يكون خرج الحساس يتناسب طرديا بصورة خطية مع الكمية الطبيعية أو يتناسب طرديا ولكن بصورة خطية. حيث الشكل هناك العلاقة بين شدة الإضاءة ومقاومة الخلية الضوئية وواضح أنه بزيادة شدة الإضاءة تقل المقاومة (علاقة عكسية) ولكن ليس بصورة خطية.

4.2.III حساس الأشعة تحت الحمراء :

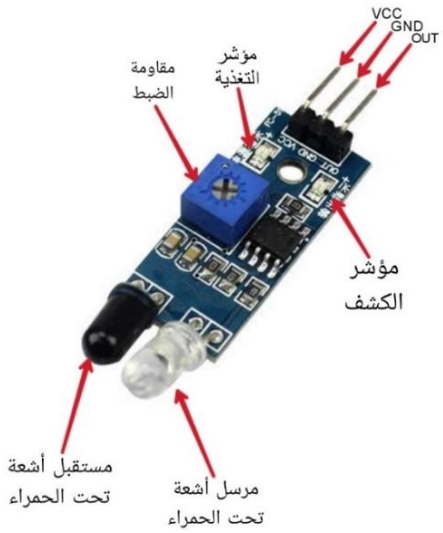
هو جهاز إلكتروني يستعمل الأشعة تحت الحمراء للكشف عن الوسط المحيط به، يتكون هذا الحساس من مرسل ومستقبل للأشعة تحت الحمراء. يعمل المستشعر على إرسال الأشعة تحت الحمراء ويستقبل الأشعة المنعكسة من على العوائق الموجودة التي يترجمها لفرق جهد يتم تحليله في الأردوينو للكشف عن وجود أي عقبة أمام وحدة الأستقبال. تحتوي على مقاومة متغيرة تتيح للمستخدم ضبط نطاق الكشف. يتمتع المستشعر بإستجابة جيدة ومستقرة للغاية حتى في الإضاءة المحيطة أو في الظلام الدامس [33].

ويتكون هذا الحساس من العناصر الأساسية [34]:

- **مرسل الأشعة تحت الحمراء :** ثنائي ضوئي باعث لأشعة تحت الحمراء.
- **مستقبل أشعة تحت الحمراء :** ثنائي ضوئي ذو مقاومة تعمد على شدة الأشعة تحت الحمراء المسلطة عليه.
- **مقاومة الضبط:** هي مقاومة متغيرة تعمل على تغيير مجال الكشف.
- **مؤشر الكشف:** يومض عند سقوط الأشعة تحت الحمراء المنعكسة على المستقبل.
- **مؤشر التغذية:** يومض دلالة على تغذية الحساس.

5.2.III خصائص الحساس:

يتكون الحساس من ثلاث أقطاب هي:



الشكلIII .1: حساس تحت الأشعة الحمراء.

Vcc: مدخل تغذية الحساس يكون بين 3.3 و 5 فولط.

GND: قطب الأرضي.

Out: قطب مخرج إشارة الحساس.

جدولIII.1 : خصائص حساس تحت الأشعة الحمراء

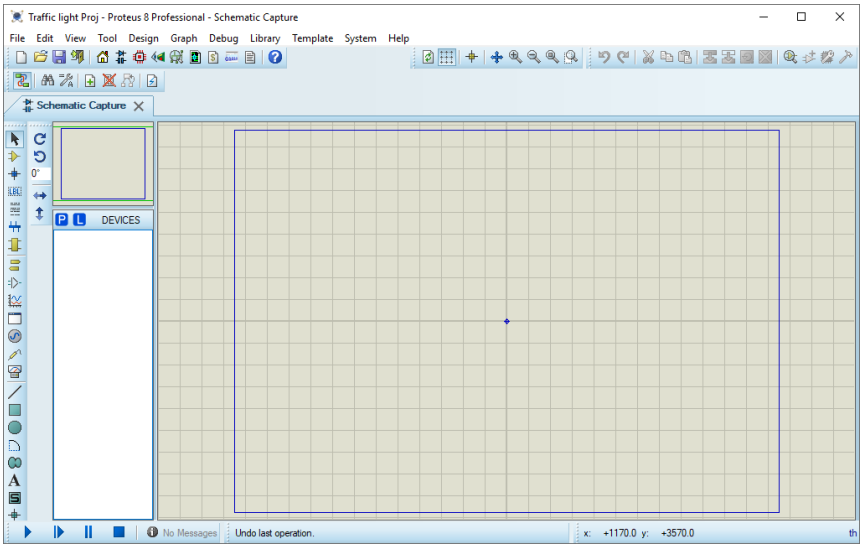
التوتر الإسمي	3.3V-5V
التيار الإسمي	20mA
درجة حرارة العمل	من 10° إلى 50 °
أدنى مسافة كشف	2 cm
أقصى مسافة كشف	40 cm
الزاوية الفعالة	35 °

6.2.III تعريف برنامج Proteus:

مجموعة برمجيات مخصصة للهندسة الكهربائية، تم تطويرها بواسطة شركة Labcenter Electronics، وتشمل البرمجيات الموجودة في Proteus Professional أدوات التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) في المجال الإلكتروني. تتألف هذه المجموعة من برمجيات رئيسية: مثل ISIS (Interactive System Simulation) لتصميم الدارات الإلكترونية ومحاكاتها، و(ARES (Advanced Routing and Editing Software لتصميم الدارات المطبوعة (PCBs) [35].

تُعتبر هذه من أهم وأكثر البرامج المعتمدة والمعروفة في مجال الكهرباء، حيث تستخدمها العديد من الشركات والمؤسسات التعليمية (بما في ذلك المدارس الثانوية والجامعات). إلى جانب شعبية الأداة، تتميز Proteus Professional بمزايا أخرى:

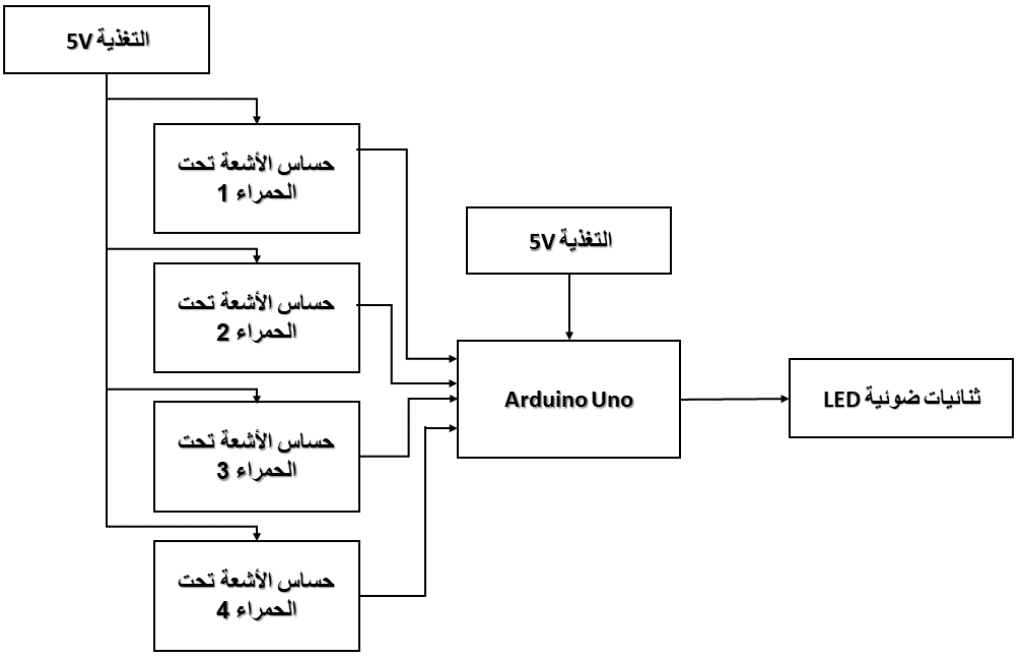
- حزمة تحتوي على برامج سهلة وسريعة الفهم والاستخدام.
- دعم فني عالي الأداء.
- أداة إنشاء النموذج الافتراضي تساعد في تقليل تكاليف المواد والبرمجيات عند تصميم المشاريع.



الشكل2.III: واجهة برنامج Proteus

3.III التصميم الصندوقي للمشروع:

قمنا بإنجاز التصميم الصندوقي الموضح في (الشكل 5.3) الذي يعتبر خطوة أساسية و مهمة في إنجاز أي مشروع إلكتروني :



الشكل3.III: التصميم الصندوقي للمشروع.

4.III الهدف من المشروع:

إنجاز إشارة مرور ذكية بإستعمال أردوينو Uno وأربع حساسات اشعة تحت الحمراءIR، تكشف عن وجود السيارات عند مفترق الطرق تعمل بثلاث وضعيات ومزودة بإشارة خاصة بالمشاة:

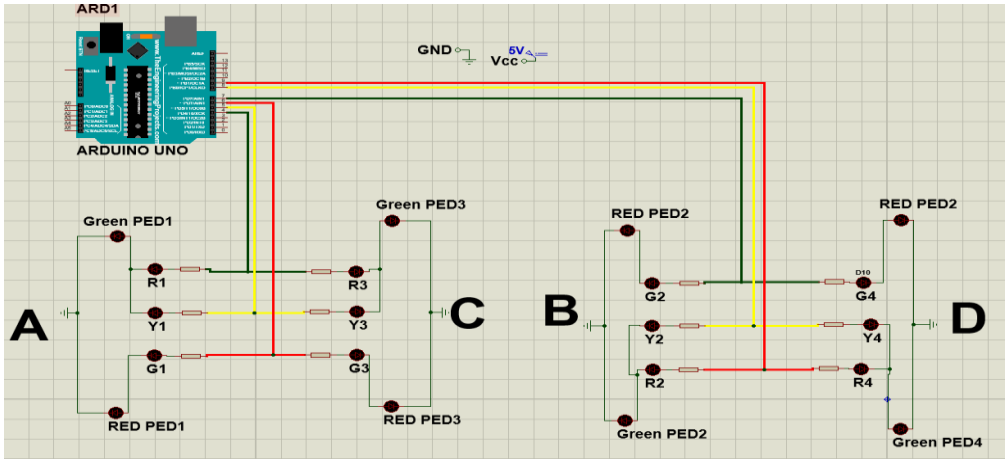
- **في الحالة العادية أي عند حضور السيارات في كل طريق.**
- **في حالة وجود سيارة عند إحدى الطرق فقط.**
- **في حالة عدم وجود أي سيارة.**

5.III توصيل العناصر الإلكترونية:

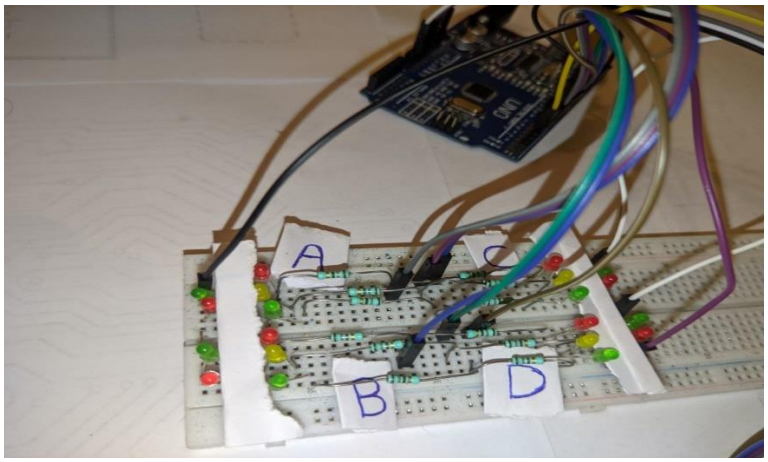
1.5.III توصيل LED:

نقوم بتوصيل الثنائيات الضوئية LED (الأحمر، الأصفر، الأخضر) إلى أقطاب الأردوينو كما هو موضح في الشكلIII .4:

- الطريق A: (9، 8، 7)
- الطريق B: (4، 5، 6)
- الطريق C: (9، 8، 7)
- الطريق D: (4، 5، 6)



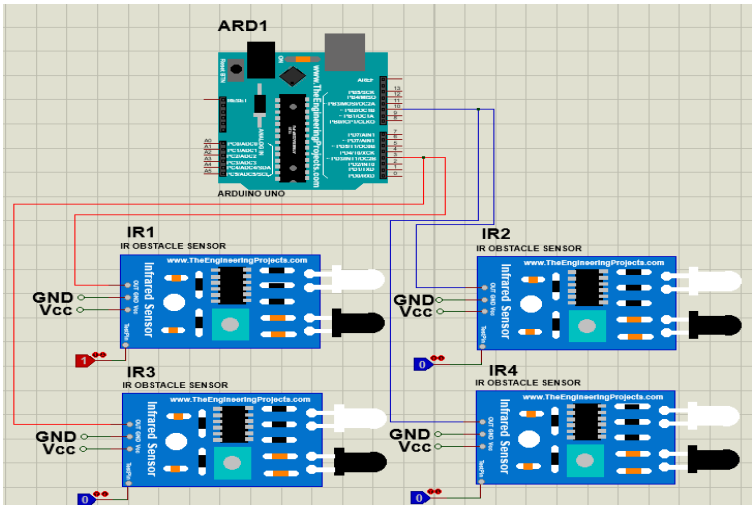
الشكلIII.4: توصيل الثنائيات الضوئية على برنامج Proteus.



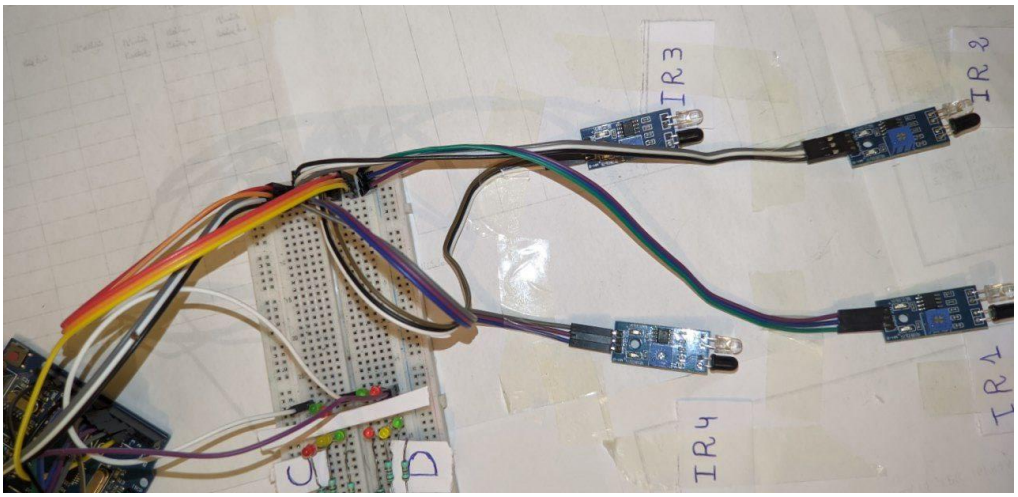
الشكلIII .5: صورة حقيقية للثنائيات LED بعد تركيبها.

III.2.5 ربط حساسات الأشعة تحت الحمراء :

نقوم بتوصيل أطراف التغذية الخاصة بالحساسات الأربعة مع منافذ التغذية للأردوينو Vcc وGND، ثم نقوم بتوصيل قطب Output ل(الحساس 1، الحساس 3) إلى المنفذ 3 للأردوينو وأما (الحساس 2، الحساس 4) نربطهما بالمنفذ 10 كما هو موضح في الشكلIII .6 :



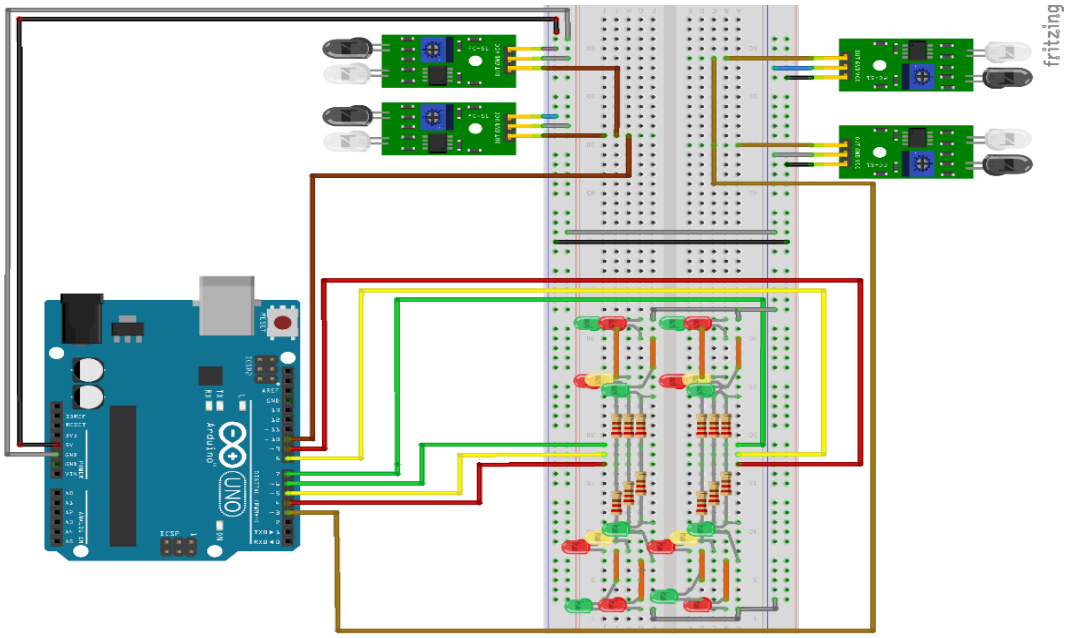
الشكلIII .6: تركيب حساسات تحت الأشعة الحمراء مع الاردوينو.



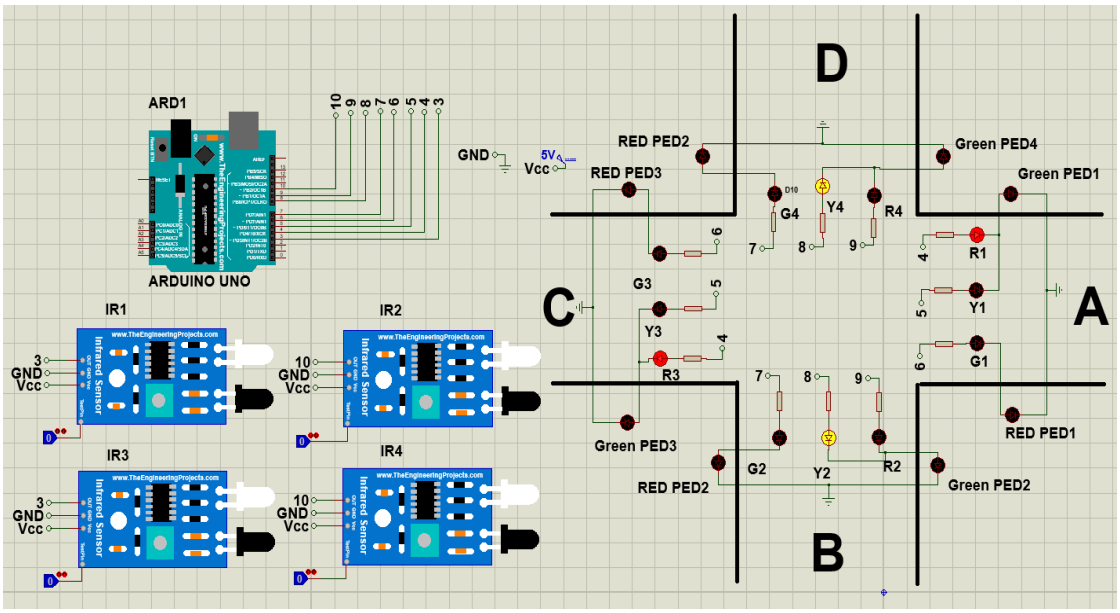
الشكلIII .7: صورة حقيقية بعد تركيب حساسات تحت الأشعة الحمراء مع الاردوينو.

3.5.III الأردوينو:

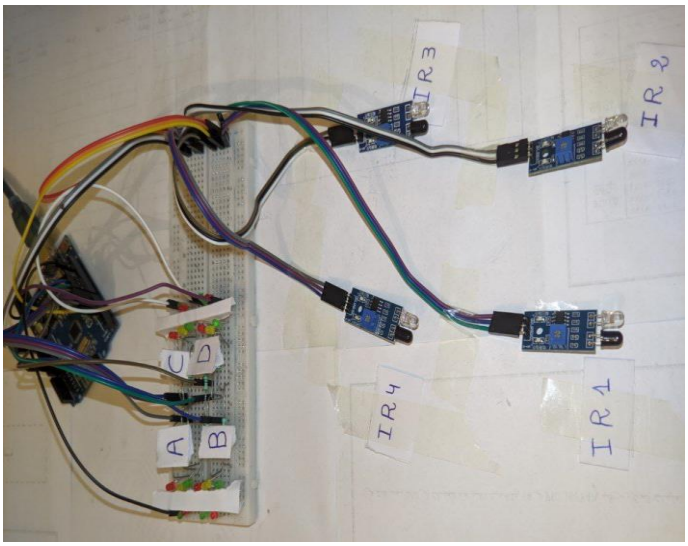
نقوم بتغذية بطاقة الأردوينو بإستعمال بطارية أو منبع 5V، وبعد تحميل البرنامج عليها بهذا نكون قد قمنا بإتمام التركيب وتحقيق الدارة الموضحة في الشكلIII .8:



الشكلIII.8: دارة إشارة المرور بإستعمال الأردوينو Uno و حساسات تحت الأشعة الحمراء على برنامج Fritzing.



الشكلIII.9: دارة إشارة المرور بإستعمال الأردوينو Uno و حساسات تحت الأشعة الحمراء بإستعمال Proteus.



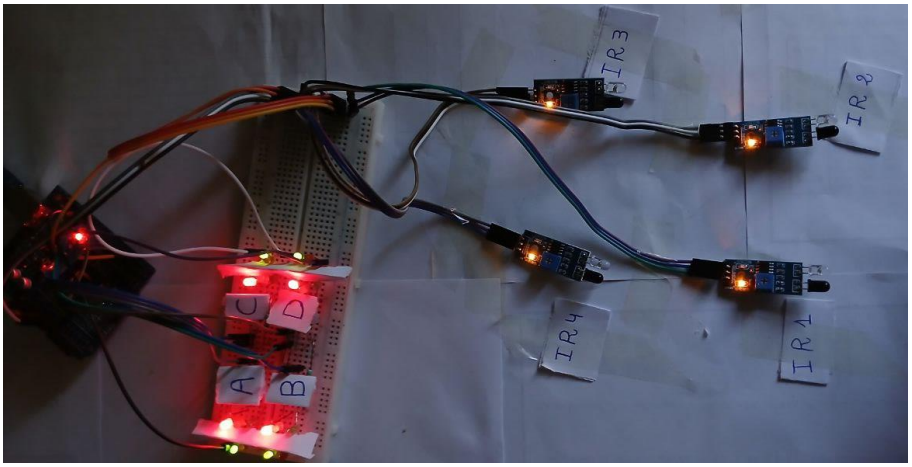
الشكل10.III: صورة حقيقية للمشروع المنجز.

6.III تشغيل المشروع:

يعتمد تشغيل المشروع على وجود السيارات من عدمه وتم تحديد حالات التشغيل التالية وما يقابلها من

- **في حالة عدم وجود أي سيارة:**

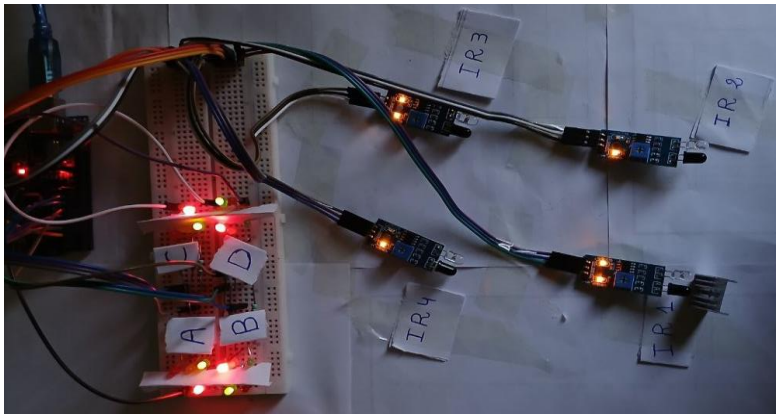
1. تضيئ كل الإشارات ABCD بالأصفر (لمدة 2 ثانية).
2. تضيئ كل الإشارات بالأحمر وتضيئ إشارات المشاة بالأخضر إلى أن يتم الكشف عن حضور سيارة على إحدى الطرق.



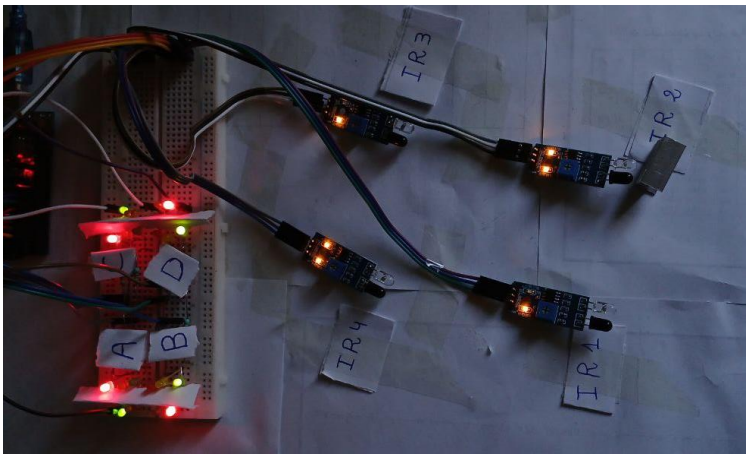
الشكل11.III: حالة عدم وجود أي سيارة.

- **في حالة وجود سيارة عند إحدى الطرق فقط:**

1. ستضيئ تلك الطريق (إما A وC أو B وD على حسب موقع السيارة) بالأصفر لمدة 2 ثانية.
2. تضيئ الطريق بالأخضر إلى حين إخلاءها.



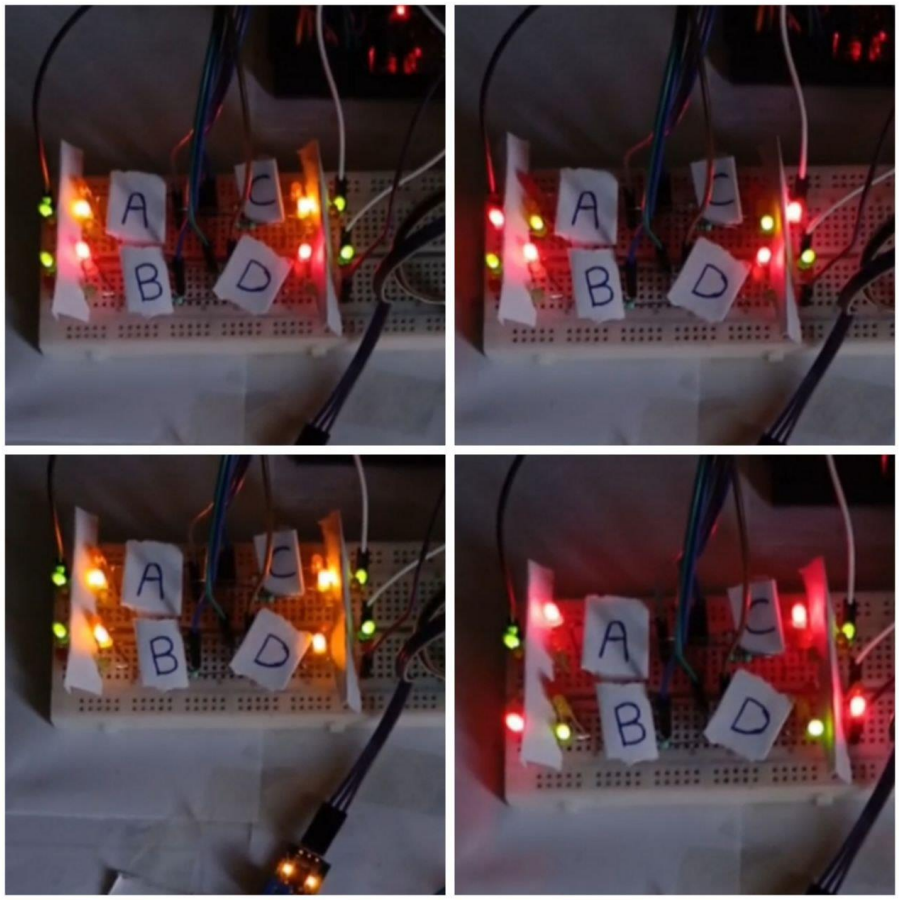
الشكل12.III: حالة وجود سيارة عند A أو C فقط.



الشكل13.III: عند وجود سيارة عند B أو D فقط.

- **في الحالة العادية أي عند حضور السيارات في كل طريق (IR_1=1 , IR_2=1, IR_3=1, IR_4=1):**

1. تضيئ الإشارتان A وC بالأصفر للسيارات، بينما تضيئ الإشارتان B وD بالأحمر (لمدة 2ثانية).
2. تضيئ الإشارتان A وC بالأخضر للسيارات، بينما تضيئ الإشارتان B وD بالأحمر (لمدة3ثانية).
3. تضيئ الإشارتان A وC بالأصفر للسيارات، بينما تضيئ الإشارتان B وD بالأصفر (لمدة 2ثانية).
4. تضيئ الإشارتان A وC بالأحمر للسيارات، بينما تضيئ الإشارتان B وD بالأخضر (لمدة3ثانية).
5. ثم تضيئ كل الإشارات بالأصفر لمدة 2 ثانية و بعدها تعيد الحلقة التكرار من المرحلة الثانية.



الشكل14.III الحالة العادية لإشارة المرور (تبديل).

7.III الخاتمة:

يُعتبر هذا الفصل المرحلة الختامية من الدراسة ، قمنا بتطبيق المعلومات والمعارف النظرية وربطها بالعمل التطبيقي، بدءا بتحديد وشرح جميع العناصر الإلكترونية المستخدمة . بعدها إنتقلنا إلى إنشاء التصميم الصندوقي للمشروع لنتطرق بعدها إلى كيفية ربط مكونات الدارة ببعضها البعض خطوة بخطوة مرفقين كل مرحلة من مراحل التوصيل بصورة حقيقية، بالإضافة إلى صور من برنامج المحاكاة، وذلك لتوضيح كيفية عمل كل جزء من المشروع في بيئة افتراضية قبل تنفيذه على أرض الواقع.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة:

تعد فكرة إدراج لوحة الأردوينو في نظام التحكم بالإشارات المرورية فكرة مبتكرة ساهمت بشكل كبير في تجسيد مشروع إشارة المرور الذكية على أرض الواقع، يتم هذا عن طريق توصيل الأردوينو بحساسات الأشعة تحت الحمراء هذه الأخيرة مسؤولة عن إلتقاط مختلف الوضعيات المرورية على مستوى مفترق الطرق لتترجم بعد ذلك إلى بيانات يعمل الأردوينو على تحليلها ليصدر بعد ذلك مجموعة من الأوامر توجه إلى إشارة المرور بغرض التحكم فيها وفق خورازمية محددة ومدروسة تلائم مختلف الحالات.

وبعد التوكل على الله عز وجل والأخذ بالأسباب كنا موفقين في إنهاء هذه المذكرة بموضوع "دراسة دارة التحكم بالإشارات المرورية"، و التي تطرقنا فيها لمختلف جوانب هذه التقنية والتكنولوجيا المستعملة في تشغيلها ثم عملنا على تحويل الدراسة النظرية الى عمل تطبيقي حيث تكلل هذا العمل بالنجاح، بداية تطرقنا في بداية المذكرة لنظرة عامة حول إشارة المرور و التي كشفت العيوب و مهدت الطريق لإكتشاف الحلول وإدخال الأردوينو على الموضوع و التي فصلنا فيها وشرحنا بإيجاز برمجتها في الفصل الثاني، لنتوصل في الأخير إلى إختتام المذكرة في الفصل الثالث حيث تطرقنا فيه إلى شرح كيفية توصيل هذه اللوحة في إشارة المرور إضافة للحساسات و المقاومات التابعة للتركيب وتجسيده بعد ذلك في عمل تطبيقي و هو عبارة عن نموذج لتقاطع طريق بأربع إشارات مرور متحكم فيها بواسطة الأردوينو متبوعة بإشارة مشاة خاصة بكل إشارة.

والحمد لله الذي وفقنا في هذا العمل أن كان واضح المعالم سهل التجسيد ذو هندسة إلكترونية قابلة للتطوير ما أدى لنتيجة مرضية، وختاما نرجو من عملنا هذا أن يفتح باب الإبداع لأنظمة مساهمة بصفة أكبر في تسهيل المعيشة خاصة في بلدنا ويلهم طلبة السنوات القادمة لمذكرات تخرج من نفس منطلق لوحات التحكم والبرمجة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1] التحكم بالإشارات المرورية بواسطة الاردوينو، رائد رياض علي، عامر كامل حسن، حسين علي محمد

[2] arabicpost.net/ تاريخ-إشارات-المرور/05/08/2023/ ثقافة 12/03/2024

[3] https://owlcation.com/humanities/The-History-of-Traffic-Lights 12/03/2024

[4] https://mutcd.fhwa.dot.gov/htm/2003/part4/part4i.htm 12/03/2024

[5] SmartFreeways, 'How do ramp signals work'

[6] https://www.lrc.rpi.edu/resources/publications/lpbh/061Incandescent.pdf, Incandescent 19/12/2023

[7] https://lightingequipmentsales.com/leds-used-traffic-signals.html 19/12/2023

[8] https://signsofthetimes.com/led-lamped-traffic-signs 19/12/2023

[9] NORTECH, "Detection vehicle detector loop installation guide"

[10] https://www.tattile.com/traffic-light-cameras/ 12/03/2024

[11] https://www.lacroix-city.com/activities/traffic/urban-traffic/detection-traffic-regulation/radars/ 18/12/2023

[12] "New technology for smart traffic lights based on the Arduino microcontroller Chapter 2", Al Anbagi Bassam, 2022

[13] Jamie Carter, Keil Schmid, Kirk Waters, Lindy Betzhold,Brian Hadley, Rebecca Mataosky, and Jennifer Halleran,NOAA Coastal Services Center Lidar "101: An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications", November 2012

[14] "Traffic Flow and Analysis of road Including Queuing Analysis And level of sevice analysis"

[15] https://www.apsed.in/civil-engineering/fundamental-traffic-flow-characteristics 20/12/2023

[16] https://ischoolsinc.wildapricot.org/resources/Documents/Discipline%20of%20organizing/Case%20Studies/TrafficLights-Fan2016.pdf 20/12/2023

https://www.linkedin.com/advice/3/what-environmental-economic-impacts-traffic 19/12/2023 [17]

C. J. Kaiser, « The RESISTOR HANDBOOK 2nd Edition », 2851 W. 127th Street Olathe, KS 66061, CJ Publishing, 1998. [18]

Encyclopedia Of Electronic Components Volume 1 - Charles Platt, 2012 [19]

« Essential 555 IC, Design, Configure, and Create Clever Circuits, 1st EDITION » by Cabe Force Satalic Atwell. [20]

Cours Mr BENGMAIH, C.P.G.E-TSI-SAFI, « Les multivibrateurs»,P 7-11 [21]

www.dubizzle.com/ blog/cars/ar/نظام-التحكم-المروري-الاشارات-الضوئية 13/03/2024 [22]

دورة في أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعلومات ، م.محمد حسام كرزون [23]

المهندس عبد الله علي عبد الله، "أردوينو ببساطة" [24]

د.م حسام الوفائي، " الأردوينو من البداية و حتى الإحتراف " [25]

Arduino: A Technical ReferenceA Handbook for Technicians, Engineers, and Makers", by J. M. Hughes. [26]

Salman, Ali. (2019). Design Distributed Systems By Erlang Chapter I [27]

مسلماني محمود، «الأردوينو كما لم تعرفه من قبل» أمجاد للطباعة,2017 [28]

مؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، "مختبر الدوائر الخطية والرقمية: الحساسات" [29]

https://www.4electron.com/2021/04/7275/ 12/05/2024 [30]

Mehalaine Nourelhouda, “Étude et réalisation d’un système intelligent pour la commande d’éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques” [31]

الكاتب هاني المقدسي، كتاب "المجسات (الحساسات) " [32]

الأردوينو من البداية حتى الإحتراف حسام الوفائي (المستوى المتوسط) [33]

https://medium.com/illumination/arduino-with-infrared-sensor-48ad4415f320 17/05/2024 [34]

Cours de Proteus professional (ISIS & ARES) [35]

الملاحق

الملحق

```
int red1=4;
int green1=6;
int yellow1=5;
int red2=9;
int green2=7;
int yellow2=8;
int sensor1=3;
int sensor2=10;
void setup} ()
//Define Outputs and Inputs
pinMode(red1,OUTPUT);
pinMode(red2,OUTPUT);
pinMode(yellow1,OUTPUT);
pinMode(yellow2,OUTPUT);
pinMode(green1,OUTPUT) ;
pinMode(green2,OUTPUT);
pinMode(sensor1,INPUT);
pinMode(sensor2,INPUT);
        {
void loop} ()
//Road A and C have traffic while Road B and D have none
if(digitalRead(sensor1)==0 and digitalRead(sensor2)==1)
{
digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,HIGH);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,HIGH);
digitalWrite(yellow2,LOW);
delay;(2000)
while(digitalRead(sensor1)==0 and digitalRead(sensor2)==1)
{
digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,HIGH);
digitalWrite(green1,HIGH);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,LOW);
          }
        }
//Road B and D have traffic while Road A and C have none
if(digitalRead(sensor1)==1 and digitalRead(sensor2)==0){
```

```
digitalWrite(red1,HIGH);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,HIGH);
delay;(2000)
while(digitalRead(sensor1)==1 and digitalRead(sensor2)==0){
digitalWrite(red1,HIGH);
digitalWrite(green2,HIGH);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,LOW);
                }
            }
//No Traffic
else if(digitalRead(sensor1)==1 and digitalRead(sensor2)==1){
 digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,HIGH);
digitalWrite(yellow2,HIGH);
delay;(2000)
while(digitalRead(sensor1)==1 and digitalRead(sensor2)==1){
digitalWrite(red1,HIGH);
digitalWrite(red2,HIGH);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,LOW);
            }

//All roads Equipped
else if(digitalRead(sensor1)==0 and digitalRead(sensor2)==0){
 digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(red2,HIGH);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(yellow1,HIGH);
digitalWrite(yellow2,LOW);
delay;(2000)
while(digitalRead(sensor1)==0 and digitalRead(sensor2)==0){
```

```
digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(red2,HIGH);
digitalWrite(green1,HIGH);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,LOW);
delay;(3000)
digitalRead(sensor1);
digitalRead(sensor2);
digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,HIGH);
digitalWrite(yellow2,HIGH);
delay;(2000)
digitalWrite(red1,HIGH);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(green2,HIGH);
digitalWrite(yellow1,LOW);
digitalWrite(yellow2,LOW);
delay;(3000)
digitalWrite(red1,LOW);
digitalWrite(green2,LOW);
digitalWrite(red2,LOW);
digitalWrite(green1,LOW);
digitalWrite(yellow1,HIGH);
digitalWrite(yellow2,HIGH);
delay;(2000)
digitalRead(sensor1);
digitalRead(sensor2);
 }
}
}
```