الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي
– سكيكدة –

قسم التكنولوجيا
التخصص: هندسة كهربائية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

بعنوان

إنجاز جهاز متعدد القياسات باستخدام الأردوينو أونو

من اعداد:

بن منصور بشرى
الفار شهيناز

تحت اشراف الأستاذ:

كحيل جمال

لجنة المناقشة:

اساسفة إبراهيم	أستاذة محاضرة–أ–	رئيسا	م.ع.أ.ت.سكيكدة
كحيل جمال	أستاذ محاضر–أ–	مشرفا	م.ع.أ.ت.سكيكدة
بوزناد خالد	أستاذة مساعد –أ–	مناقشا	م.ع.أ.ت.سكيكدة

السنة الجامعية 2025/2024

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين، تبارك وتعالى له الكمال وحده.

والصلاة والسلام على سيدنا محمد نبيه ورسوله الأمين

وعلى سائر الأنبياء والمرسلين

وانطلاقا من باب من لم يشكر الناس لم يشكر الله، نتقدم بالشكر الحار إلى كل من أصبحنا بفضله نكتب ونقرأ إلى كل من علمنا علما به ننتفع وأدب به نرتفع، بدءا من معلمي الابتدائي وصولا إلى أساتذتنا الكرام بالمدرسة العليا للأساتذة –سكيكدة–

ونخص بالذكر الأستاذ المشرف الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة التي كانت عونا لنا طيلة فترة إعدادنا لمذكرة التخرج

الدكتور "كحيل جمال"

كما نتوجه بالشكر والعطاء إلى أعضاء لجنة المناقشة لإثراء هذا العمل بملاحظاتهم القيمة وتوجيهاتهم السديدة الدكتور "ابراهيم اساسفة" رئيسا والدكتور "بوزناد خالد" مناقشا

دون أن ننسى كل من مد لنا يد العون وساهم معنا في انجاز هذه المذكرة من قريب أو من بعيد ولو بكلمة طيبة

.....

إهداء

من قال أنا لها ..... نالها

وأنا لها وإن أبت رغما عنها أتيت بها نلتها وعانقت اليوم مجدا عظيما لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق سهلا ولكن وصلت.الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا، الحمد لله الذي بفضله أدركت أسمى الغايات

أهدي بكل حب مذكرة تخرجي إلى نفسي المثابرة فالحمد لله على لذة الإنجاز والحمد لله عند البدء وعند الختام.

وإلى من كلله الله بالهيبة والوقار...إلى من كان لي عونا في مشواري الدراسي إلى من لا ينفصل اسمي عن اسمه ذلك الرجل العظيم، إلى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة " **والدي العزيز** "...رحمه الله ورزقه فسيح جنانه إلى **أبـي الغالي** هذا النجاح هو ثمرة تضحياته

إلى من كانت سندي ورفيقة دربي...إلى من قدمت لي الحب والدعم بلا حدود وقوتي بعد الله، داعمتي الأولى والابدية إلى **أمـي الحبيبة**...أنت النور الذي أضاء لي طريق النجاح

إلى ملاكي الطاهر ومن زرع في نفسي كل معاني الكرم والوفاء وأورثني دوافع التضحية والعطاء...**جدتي أم أمي**

إلى من وهبني الله نعمة وجوده في حياتي...إلى من علمني أن ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر... **خالي عباس و زوجه** وجودكم في حياتي ثروة لا تقدر بثمن

إلى من امتدت لي أياديهم وقت ضعفي...إلى ضلعي الثابت وأمان قلبي إل من قيل فيهم {سنشد عضدك بأخيك} ...إخوتي **(رحمة ،محمد ضياء الدين ،مصعب ،رائد)** وكذا أعز صديقة لي وأختي **سارة علواش** حفظكم الله ورعاكم ووفقكم

إلى من كل من أحاطني بدعائه وذكرني في سجوده أثناء حجه **جدي وجدتي من أبي**

إلى من كاتفتني ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح في مسيرتنا العلمية...إلى رفيقة دربي **الفار شهيناز**

إلى كل من مد لي يد العون والمساعدة من قريب أو بعيد وإلى البعيد عن العين القريب للقلب

إليكم جميعا أهدي هذا العمل

الأستاذة بن منصور بشرى

اهداء

ما سلكنا البدايات إلا بتيسيره وما بلغنا النهايات إلا بتوفيقه وما حققنا الغايات إلا بفضله

فالحمد لله الذي وفقني لتثمين هذه الخطوة.

أهدي بكل حب مذكرة تخرجي

إلى نفسي الطموحة التي تحملت كل العثرات وأكملت رغم الصعوبات.

إلى من كانت سندي ورفيقة دربي...إلى من قدمت لي الحب والدعم بلا حدود...إلى **أمـي الحبيبة**...أنت النور الذي أضاء لي طريق النجاح...أهديك ثمرة هذا الجهد...أدامك الله ملاذا لقلبي

إلى **أبي العزيز**... مصدر فخري وسندي الدائم... كنت لي دائما قدوة ومصدرا للتحفيز... شكرا لثقتك بي ولحبك الذي منحني القوة لأواصل... هذا النجاح هو ثمرة دعمك وتضحياتك.

إلى ضلعي الثابت وأمان قلبي والنجوم التي تنير طريقي دوما...إلى إخوتي الأعزاء **(ملاك، ضياء الدين، رؤية)**... أنتم السند والدعم... شكرا لوجودكم الدائم بجانبي... حفظكم الله ووفقكم.

إلى من زرع في نفسي كل معاني الكرم والوفاء وأورثني دوافع التضحية والعطاء...**جدي العزيز** رحمه الله واسكنه فسيح جناته.

إلى من كاتفتني ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح في مسيرتنا العلمية...إلى رفيقة دربي

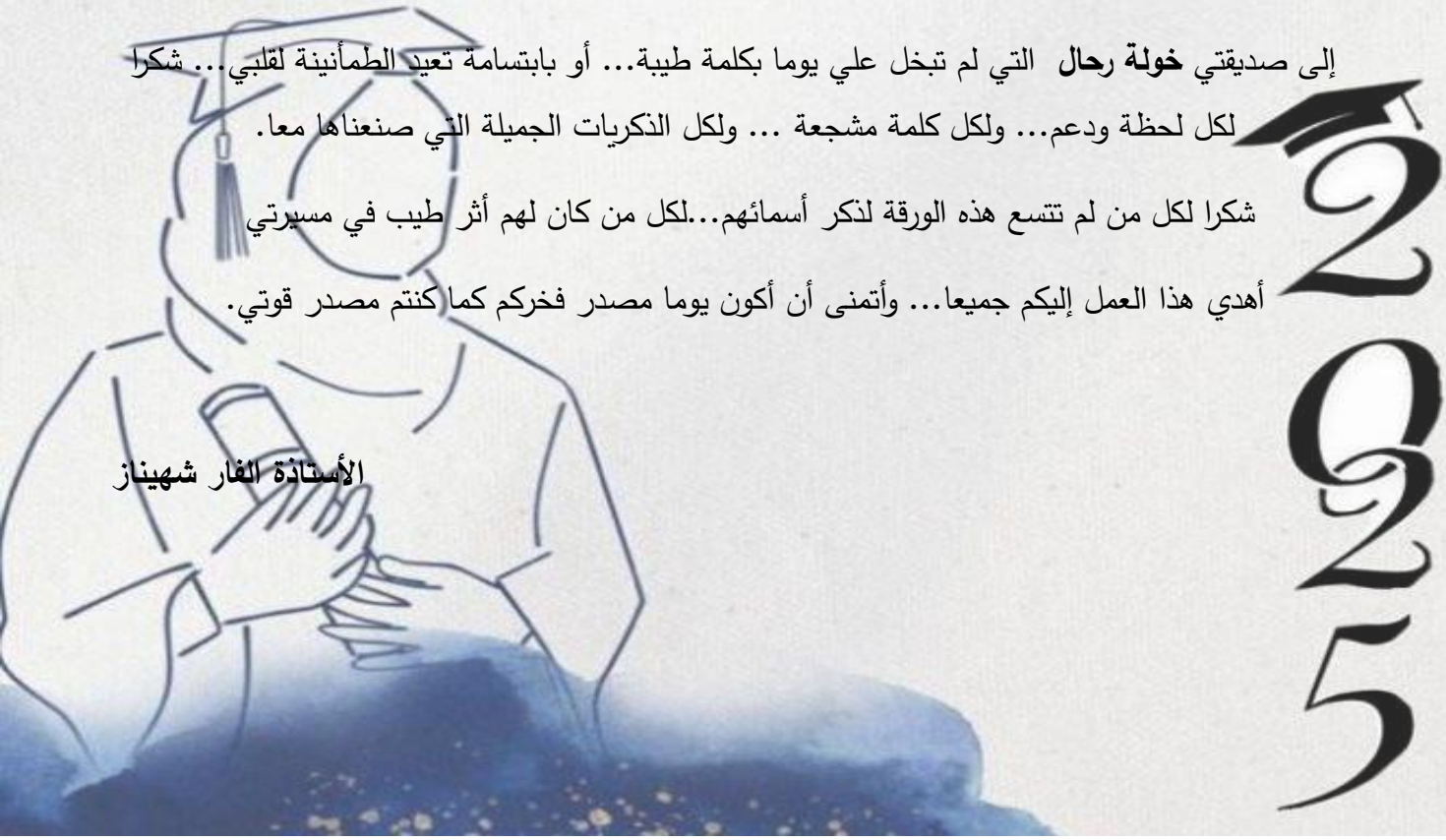
بن منصور بشرى

إلى صديقتي **خولة رحال** التي لم تبخل علي يوما بكلمة طيبة... أو بابتسامة تعيد الطمأنينة لقلبي... شكرا لكل لحظة ودعم... ولكل كلمة مشجعة ... ولكل الذكريات الجميلة التي صنعناها معا.

شكرا لكل من لم تتسع هذه الورقة لذكر أسمائهم...لكل من كان لهم أثر طيب في مسيرتي

أهدي هذا العمل إليكم جميعا... وأتمنى أن أكون يوما مصدر فخركم كما كنتم مصدر قوتي.

الأستاذة الفار شهيناز



ملخص

تعد عملية القياس من بين العمليات الأساسية في مختلف المجالات التقنية والعلمية، خاصة عند الحاجة إلى التحكم أو التحقق من بعض القيم الكهربائية والفيزيائية. ومن هذا المنطلق قمنا في هذا المشروع بإنجاز لوحة الكترونية والتي تجسد جهاز متعدد القياسات وهذا بالاعتماد على لوحة الأردوينو أونو، يسمح بقياس عدة كميات كهربائية وبيئية، منها: الجهد المستمر، المقاومة، درجة الحرارة والرطوبة.

تم تصميم الجهاز بالاعتماد على عدد من الملتقطات والعناصر الالكترونية إلى جانب برمجة لوحة الأردوينو لتجميع البيانات ومعالجتها، ثم عرض النتائج على شاشة LCD. وقد تم اختبار هذا المشروع عن طريق المحاكاة باستعمال برنامج TINKER CAD قبل المرور إلى التطبيق العملي على أرض الواقع.

الكلمات المفتاحية: أجهزة القياس، جهاز متعدد القياسات، لوحة الأردوينو، الملتقطات، قياس الجهد المستمر والمقاومة ودرجة الحرارة والرطوبة، عارض LCD، محاكاة.

Abstract

The measurement process is one of the essential operations in various technical and scientific fields, especially when there is a need to control or verify certain electrical and physical quantities.

In this context, in this project we developed an electronic board representing a multifunctional measurement device based on the Arduino UNO. This system allows measurement of several electrical and environmental quantities, including DC voltage, resistance, temperature, and humidity.

The device was designed using multiple sensors and electronic components, along with programming on the Arduino board to collect and process data, then display the results on an LCD screen.

This project was initially tested through simulation using TINKERCAD before being implemented practically in the real world.

Keywords: measurement instruments, multifunctional measurement device, Arduino board, sensors, DC voltage measurement, resistance measurement, temperature measurement, humidity measurement, LCD display, simulation.

Résumé

Le processus de mesure est l'un des éléments fondamentaux dans divers domaines techniques et scientifiques, notamment lorsqu'il s'agit de contrôler ou de vérifier certaines grandeurs électriques et physiques. Dans cette optique, nous avons, dans ce projet, réalisé une carte électronique incarnant un dispositif de mesure multifonctionnel basé sur la carte Arduino UNO. Ce système permet de mesurer plusieurs grandeurs électroniques et environnementales, telles que la tension continue, la résistance, la température et l'humidité. Le dispositif a été conçu à l'aide de plusieurs capteurs et composants électroniques, accompagnés d'un programme sur la carte Arduino permettant de collecter et de traiter les données, puis d'afficher les résultats sur un écran LCD. Ce projet a d'abord été testé par simulation à l'aide du logiciel TINKERCAD avant d'être mis en œuvre pratiquement sur le terrain.

Mots clés: instruments de mesure, dispositif de mesure multifonctionnel, carte Arduino, capteurs, mesure de la tension continue, de la résistance, de la température, de l'humidité, écran LCD, simulation.

الفهرس

الفهرس I

فهرس الأشكال..... VIII

فهرس الجداول..... XIII

مقدمة عامة..... 1

الفصل الأول:_عموميات حول أجهزة القياس .....

1.1 مقدمة..... 2

2.1 مفهوم القياس 2

3.1 مفهوم أجهزة القياس 2

4.1 تصنيف أجهزة القياس العامة 3

5.1 النظام الدولي للوحدات..... 3

6.1 مفهوم أجهزة القياس الكهربائية 5

7.1 خصائص أجهزة القياس الكهربائية 5

1.7.1 الدقة 5

2.7.1 ضبط القياس 5

3.7.1 الحساسية..... 5

4.7.1 الخطية..... 5

5.7.1 خطأ القياس 5

1.5.7.1 تعريف..... 5

2.5.7.1 تصنيف أخطاء القياس..... 5

8.1 طرق القياس 7

1.8.1 القياس المباشر 7

2.8.1 القياس غير المباشر 7

9.1 أنواع أجهزة القياس الكهربائية 7

1.9.1 أجهزة القياس التناظرية (التماثلية) 7

1.1.9.1 أنواع الأجهزة التناظرية 7
2.1.9.1 العناصر الأساسية لأجهزة القياس التناظرية وأنواع التدريج..... 10
2.1.9.1 ضبط أجهزة القياس التناظرية ومعايرتها 11
3.1.9.1 مميزات أجهزة القياس التناظرية 12
4.1.9.1 عيوب أجهزة القياس التناظرية 12
2.9.1 أجهزة القياس الرقمية..... 12
1.2.9.1 المخطط الصندوقي لأجهزة القياس الرقمية 13
2.2.9.1 أنواع أجهزة القياس الرقمية..... 13
3.2.9.1 مميزات أجهزة القياس الرقمية 15
10.1 الإشارات 16
1.10.1 تعريف الإشارات 16
2.10.1 أنواع الإشارات 16
3.10.1 مراحل آلية التحويل من تماثلي إلى رقمي 17
أ. أخذ العينات Sampling..... 17
ب. التكميم Quantizing 20
ج. الترميز Encoding 20
11.1 خاتمة 21
المراجع.....
الفصل الثاني:الملتقطات.....
1.2 مقدمة..... 22
2.2 تعريف الملتقطات 22
3.2 تكوين الملتقط..... 23
4.2 خصائص الحساسات ومتطلبات العمل معها..... 23
5.2 تقسيم الملتقطات..... 25
1.الملتقطات النشطة..... 25
2.الملتقطات غير النشطة..... 25

1) الملتقطات الرقمية 25
2) الملتقطات التناظرية 26
6.2 أنواع الملتقطات 26
1.6.2 الملتقطات الحثية 26
1.1.6.2 تعريف الملتقطات الحثية 26
2.1.6.2 تكوين الملتقطات الحثية 27
2.6.2 الملتقطات السعوية 28
1.2.6.2 التكوين 28
2.2.6.2 مبدأ العمل 28
3.6.2 ملتقط الرطوبة 29
1.3.6.2 مفهوم الرطوبة 29
2.3.6.2 وصف ملتقط الرطوبة 29
3.3.6.2 بعض أنواع ملتقطات الرطوبة 29
1.3.3.6.2 ملتقط DHT11 30
أ. تعريف الملتقط 30
ب. أطراف الملتقط DHT11 31
ج. مواصفاته 31
د. الربط مع الأردوينو أونو 32
هـ. مميزات المستشعر DHT11 33
1.4.6.2 الملتقط الحراري 34
2.4.6.2 أنواع الملتقطات الحرارية 34
أ. الكواشف الحرارية(TDR) Temperature detectors Resistance 34
ب. المزدوج الحراري Thermocouple 34
ج. المقاومة الحرارية 35
د. الملتقط LM35 36
د.1 تعريف الملتقط LM35 36

د.2 مبدأ عمل الملتقط LM35 36
د.3 أطراف الملتقط LM 35 37
د.3 توصيل الملتقط LM 35 بلوحة الأردوينو أونو 38
د.4 طريقة اختبار الملتقط LM 35 38
د.5 مميزات وخصائص الملتقط LM 35 39
د.6 استخدامات واستعمالات الملتقط LM 35 39
7.2 الخاتمة 40
المراجع.....
الفصل الثالث:دراسة الأردوينو .....
1.3 مقدمة..... 41
2.3 نبذة تاريخية..... 41
3.3 مدخل الى الأردوينو 43
3 .1.3 تعريف الأردوينو..... 43
2.3.3أنواع الأردوينو 44
1.2.3.3 الأردوينو أونو Arduino uno 44
2.2.3.3 الأردوينو ميغا2560 Arduino and Genuino Mega 45
3.2.3.3 الأردوينو نانو Arduino nano 46
4.2.3.3 الأردوينو ليلي باد Arduino Lilypad 47
5.2.3.3 الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo 47
1.2.3.3 الأردوينو أونو Arduino uno 48
1.1.2.3.3 تعريف الأردوينو أونو Arduino uno 48
2.1.2.3.3 خصائص الأردوينو أونو Arduino uno 48
3.1.2.3.3 مكونات الأردوينو أونو Arduino uno 49
3.3.3 .مميزات الأردوينو 58
4.3.3 عيوب الأردوينو 58
4.3.3 استخدامات الأردوينو 59

4.3 البرمجة 59
1.4.3 تعريف البرمجة 59
2.4.3 لغات البرمجة..... 59
1.2.4.3 لغة C ببرنامج ماتلاب 59
2.2.4.3 لغة JAVA..... 60
3.2.4.3 لغةVB.NET 61
4.2.4.3 لغةArduino C 62
3.4.3 بيئة التطوير المتكاملة Arduino IDE 63
1.3.4.3 تحميل برنامج Arduino IDEعلى جهاز الكمبيوتر 63
2.3.4.3 استخدام مبرمج الأردوينو الحديث على الأنترنتArduino Create 64
3.3.4.3 التعرف على برنامجArduino IDE 64
6.3 أسهل برنامج أردوينو EASIEST CODE EVER 76
7.3 العارضLCD..... 77
1.7.3 تعريف 77
2.7.3 مكونات العارضLCD 77
3.7.3 مبدأ عمل العارضLCD 78
4.7.3 طرق عرض شاشاتLCD 79
1.4.7.3 المصفوفة السلبية للشاشاتLCD 79
1.4.7.3 المصفوفة النشطة لشاشاتLCD 80
5.7.3 مميزات شاشات الكريستال السائلLCD 80
6.7.3 نقاط ضعف شاشات الكريستال السائلLCD 80
8.3 خاتمة..... 80
المراجع.....
الفصل الرابع :العمل التطبيقي .....
1.4 مقدمة..... 82
2.4 العناصر المستخدمة..... 82

1.2.4 لوحة Arduino UNO 82
2.2.4 شاشة العرض LCD..... 83
3.2.4 المقاومة المتغيرة 84
4.2.4 المقاومات الثابتة..... 85
5.2.4 لوحة التجارب 85
6.2.4 أسلاك التوصيل 85
7.2.4 أزرار ضاغطة Les boutons poussoirs..... 86
3.4 المحاكاة 86
1.3.4 تعريف برنامج Tinkercad..... 87
2.3.4 مميزات برنامج Tinkercad 87
3.3.4 واجهة برنامج Tinkercad 88
4.3.4 محاكاة المشروع باستخدام برنامج Tinkercad 89
1.4.3.4 قياس الجهد المستمر (DC Voltage) 89
أ. المخطط الصندوقي لقياس الجهد المستمر 89
ب. محاكاة قياس الجهد المستمر 89
2.4.3.4 قياس درجة الحرارة 91
أ. المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة..... 91
ب. محاكاة قياس درجة الحرارة 91
ج. توصيل الملتقط LM35 91
3.4.3.4 قياس الرطوبة ودرجة الحرارة..... 93
أ. المخطط الصندوقي لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة 93
ب. محاكاة قياس الرطوبة ودرجة الحرارة..... 93
ج. توصيل ملتقط DHT11 93
4.4.3.4 قياس قيمة المقاومة 94
أ. المخطط الصندوقي لقياس قيمة المقاومة 94
ب. محاكاة قياس قيمة المقاومة 95

ج. التوصيل 95
4.4 الكود البرمجي الكلي للمشروع 95
5.4 صور حقيقية للمشروع 98
6.4 الخاتمة 100
خاتمة عامة 101

فهرس الأشكال

الشكل (1.1): يوضح تركيب ونظرية عمل جهاز القياس ذو الملف المتحرك. 8
الشكل (2.1): أحد أجهزة القياس ذات الملف المتحرك..... 8
الشكل (3.1): تركيب جهاز قياس ذو قلب حديدي متحرك..... 9
الشكل (4.1): أحد أجهزة قياس القلب المتحرك لقياس التيار 9
الشكل (5.1): يوضح أحد أجهزة الآفومتر التناظري 9
الشكل (6.1): المخطط الصندوقي لأجهزة القياس الرقمية..... 13
الشكل (7.1): يوضح مكونات جهاز متعدد القياسات الرقمي. 13
الشكل (8.1): يوضح الإشارات التماثلية والرقمية..... 17
الشكل (9.1): يوضح المخطط الصندوقي للتحويل من تماثلي الى رقمي. 17
الشكل (1. 10): يوضح حاصل ضرب إشارة دلتا بأي إشارة أخرى 18
الشكل (11.1): يوضح قطار النبضات..... 18
الشكل (1. 12): يوضح أخذ العينات لإشارة مثالية..... 19
الشكل (13.1): يوضح دائرة مفتاح ميكانيكي ذو سرعة عالية. 19
الشكل (14.1): عملية التكميم..... 20
الشكل (15.1): عملية الترميز. 21
الشكل (1.2): رسم تخطيطي يوضح عمل الملتقطات 22
الشكل (2.2): صورة توضح مختلف أنواع الحساسات. 23
الشكل (3.2): بعض أنواع الملتقطات..... 26
الشكل (4.2): رسم توضيحي لعمل الملتقطات الحثية 27
الشكل (5.2): البنية الداخلية للملتقط الحثي..... 27
الشكل (6.2): رسم توضيحي لمكونات الملتقط السعوي..... 28
الشكل (7.2): رسم توضيحي للملتقط السعوي أثناء العمل 28
الشكل (8.2): ملتقط HSO7 29
الشكل (9.2): حساس الرطوبة المقاومة..... 30

الشكل (10.2): حساس DHT11..... 30
الشكل (11.2): صورة توضح أطراف الملتقط DHT11..... 31
الشكل (12.2): صورة توضح ربط أطراف الملتقط DHT11 مع لوحة الأردوينو أونو 32
الشكل (13.2): رسم توضيحي لبعض أنواع الملتقطات الحرارية 33
الشكل (14.2): رسم توضيحي للتركيب الداخلي للمزدوج الحراري 35
الشكل (15.2): رسم بياني لمنحنى CTN وCTP بدلالة الحرارة (CTP على اليمين وCTN على اليسار) 35
الشكل (16.2): رسم توضيحي للملتقط LM35..... 36
الشكل (17.2): رسم توضيحي لعمل كل رجل من الملتقط LM35 37
الشكل (18.2): صورة توضح ربط أطراف الملتقط LM35 مع لوحة الأردوينو أونو 38
الشكل (19.2): رسم توضيحي لطريقة اختبار الملتقط LM35 38
الشكل (20.2): رسم توضيحي لطريقة اختبار الملتقط LM35 39
الشكل (1.3): لوحة الأردوينو أونو 45
الشكل (2.3): لوحة الأردوينو ميغا 45
الشكل (3.3): لوحة الأردوينو نانو..... 46
الشكل (4.3): لوحة الأردوينو ليلي باد..... 47
الشكل (5.3): لوحة الأردوينو ليوناردو..... 48
الشكل (6.3): يمثل مكونات الأردوينو أونو 49
الشكل (7.3): مكان المتحكم AVR ATmega 328 الرئيسي على لوحة الأردوينو أونو 51
الشكل (8.3): مكان المتحكم ATmege16u2 الثانوي على لوحة الأردوينو أونو 52
الشكل (9.3): مكان منظم الجهد 5 V، ومنظم جهد 3.3 V على لوحة الأردوينو أونو 52
الشكل (10.3): مكان الصمامات الثنائيات الضوئية على لوحة الأردوينو أونو 53
الشكل(11.3): مكان منفذ USB (باللون الأحمر) مقبس الطاقة (باللون الأصفر) وزر إعادة التشغيل (باللون الأخضر) على لوحة الأردوينو أونو 54
الشكل (12.3): مكان دارة متكاملة LM358 على لوحة الأردوينو أونو 54
الشكل (13.3): مكان منفذ برمجة تسلسلي على لوحة الأردوينو أونو 55
الشكل (14.3): مكان منافذ الاستطاعة تسلسلي على لوحة الأردوينو أونو 56

الشكل (15.3): مكان منافذ دخل تماثلية على لوحة الأردوينو أونو (A0، A1، A2، A3، A4، A5) 57
الشكل (16.3): مكان منافذ دخل وخرج رقمية على لوحة الأردوينو أونو 58
الشكل (17.3): طريقة ربط برنامج الماتلاب مع بطاقة الأردوينو أونو 60
الشكل (18.3): لغة JAVA 61
الشكل (19.3): لغة VB.NET 62
الشكل (20.3): طريقة تحميل برنامج Arduino IDE على جهاز الكومبيوتر 63
الشكل (21.3): واجهة مبرمج الأردوينو الحديث على الأنترنت Arduino Create 64
الشكل (22.3): واجهة برنامج Arduino IDE مع شرح باللغة الإنجليزية 65
الشكل (23.3): واجهة برنامج Arduino IDE مع ترقيم لأهم أقسامها 65
الشكل (24.3): قائمة ملف File من شريط أدوات التقويم menu toolbar 67
الشكل (25.3): قائمة تحرير Edit من شريط أدوات التقويم menu toolbar 68
الشكل(26.3): قائمة الشيفرة الرمجية Sketch من شريط أدوات التقويم menu toolbar 69
الشكل (27.3): قائمة الأدوات Tools من شريط أدوات التقويم menu toolbar 71
الشكل (28.3): قائمة المساعدة Help من شريط أدوات التقويم menu toolbar 72
الشكل (29.3): شكل يمثل خطوات حتى يتسنى الكتابة وفق أسطر غير منتهية 73
الشكل (30.3): واجهة برنامج IDE وتقسيم ورقة العمل 74
الشكل (31.3): خطوات توصيل وإعداد لوحة الأردوينو 75
الشكل (32.3): المسار المتبع لتحميل أسهل برنامج على IDE 76
الشكل (33.3): صورة توضح برنامج الوميض (BLINK) إذا تم رفعه إلى الأردوينو 76
الشكل (34.3): العارض LCD 77
الشكل (35.3): مكونات شاشة العرض البلوري السائل 78
الشكل (36.3): آلية عمل شاشة العرض البلوري السائل 79
الشكل (37.3): آلية عمل المصفوفة السلبية ل LCD 79
الشكل (1.4): يوضح لوحة الأردوينو أونو. 82
الشكل (2.4): يوضح شاشة العرض LCD. 83
الشكل (3.4): يوضح توصيل أطراف المقاومة المتغيرة 84

الشكل (4.4): يوضح صورة لمقومات كهربائية ثابتة القيمة. 85
الشكل (5.4): يوضح لوحة التجارب. 85
الشكل (6.4): يوضح أسلاك التوصيل..... 86
الشكل (7.4): يوضح صورة للأزرار الضاغطة. 86
الشكل (8.4): يوضح شعار برنامج المحاكاة Tinkercad. 87
الشكل (9.4): يوضح صورة لواجهة برنامج Tinkercad..... 88
الشكل (10.4): يوضح مكونات الصفحة الرئيسية لبرنامج Tinkercad. 88
الشكل (11.4): المخطط الصندوقي لقياس الجهد المستمر. 89
الشكل (12.4): يوضح محاكاة قياس الجهد المستمر باستعمال برنامج Tinkercad. 90
الشكل(13.4): المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة. 91
الشكل (14.4): يوضح محاكاة قياس درجة الحرارة باستعمال برنامج Tinkercad. 91
الشكل (15.4): يوضح صورة لأطراف الملتقط LM35. 92
الشكل (16.4): المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة والرطوبة معا..... 93
الشكل (17.4): يوضح محاكاة قياس درجة الحرارة والرطوبة باستعمال برنامج Tinkercad 93
الشكل (18.4): يوضح توصيل الملتقط DHT11. 94
الشكل (19.4): المخطط الصندوقي لقياس قيمة المقاومة 94
الشكل (20.4): يوضح محاكاة قياس قيمة المقاومة باستعمال برنامج Tinkercad. 95
الشكل (23.4): يوضح الكود البرمجي الكلي للمشروع باستخدام برنامج Arduino IDE..... 97
الشكل (24.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الجهد المستمر. 98
الشكل (25.4): يمثل صورة حقيقية لقياس درجة حرارة الغرفة ب استعمال ملتقط LM35.....98
الشكل (26.4): يمثل صورة حقيقية لقياس درجة الحرارة عند تقريب قداحة. 98
الشكل (27.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة في الجو باستعمال DHT11 99
الشكل (28.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة في وجود بخار الماء.....99
الشكل (29.4): يمثل صورة حقيقية لقياس مقاومتين بقيمتين مختلفتين..... 99

فهرس الجداول

جدول (1.1): الوحدات الفيزيائية الرئيسية 4
جدول (2.1): الوحدات المشتقة 4
جدول (3.1): يوضح رمز ووحدة أجهزة القياس الكهربائية. 10
جدول (1.2): جدول يوضح وصف أطراف الملتقط حسب الصورة السابقة مرتبة من اليسار إلى اليمين 31
جدول (1.3): خصائص الأردوينو ميغا 46
جدول (2.3): يوضح خصائص الأردوينو أونو 49
جدول (3.3): يحدد أهم مزايا المتحكمATmega328 50
جدول (4.3): يوضح عمل تعليمات قائمة ملف File 66
جدول (5.3): يوضح عمل تعليمات قائمة تحريرEdit 67
جدول (6.3): يوضح عمل تعليمات قائمة الشيفرة البرمجية Sketch 69
جدول (7.3): يوضح عمل تعليمات قائمة الأدواتTools 70
جدول (8.3): جدول لشرح شريط أدوات الوظائف العامة common functions toolbar 72
جدول (1.4): يوضح توصيل ملتقط الحرارة مع لوحة الأردوينو. 92
جدول (2.4): يوضح توصيل ملتقط الحرارة والرطوبة مع لوحة الأردوينو. 94

مقدمة عامة

مقدمة عامة

يقول لورد كلفن "عندما تكون قادراً على القياس والتعبير بالأرقام عن الشيء الذي تتحدث عنه تكون عندئذ ملما بعض الشيء بالموضوع."

المعروف أن قدرات الإنسان الذاتية محدودة ولكي يزيد الإنسان من قدراته ويوسع إمكانياته كان لابد له من أن يخترع كثيراً من الأجهزة العلمية التي تساعد على فهم ودراسة الأشياء والظواهر المحيطة به، ومن أهم الأجهزة التي ساعدت الإنسان على التوصل إلى حقائق الأشياء هي أجهزة القياس التي تطورت تطوراً هائلاً في إطار التطور الصناعي الضخم الذي أعقب الحرب العالمية الثانية.

وبما أننا لا نستطيع أن نفصل بين التقدم العلمي والتقدم الصناعي كذلك لا نستطيع الفصل بين التقدم الصناعي وتقدم أجهزة القياس لأن أي اكتشاف علمي يتبعه اكتشافات في مجال الصناعة والتكنولوجيا، كما يتبعه ويلازمه استحداث طرق ووسائل جديدة للقيام بعمليات القياس أو المراقبة أو التسجيل.

وهكذا ازدادت المتغيرات التي تحتاج إلى القياسات الدقيقة، وزاد الاهتمام بتحسين طرق القياس وتطوير أجهزة القياس وحتى في حياة الإنسان الخاصة انتقل الاهتمام من النوع إلى اهتمام بالنوع والكم معا والكم معناه القياس والقياس يتطلب استخدام الجهاز ومعرفة استخدامه بشكل صحيح.

ومن هذا المنطلق سنقوم بإنجاز العمل التطبيقي (جهاز متعدد القياسات) باستخدام مجموعة من العناصر الالكترونية البسيطة، حيث سنتناول ثلاثة فصول كالآتي:

الفصل الأول: سنتطرق من خلاله إلى عموميات حول أجهزة القياس أنواعها وأهميتها وكذلك الطرق المعتمدة في القياس، أخطاء القياس، كيفية تصنيفها وفي الأخير سنتطرق إلى أنواع الإشارات وأهم المراحل المتبعة لتحويل الإشارة.

الفصل الثاني: سنتطرق في هذا الفصل إلى تعريف الملتقطات، مكوناتها، دورها، خصائصها، وأهم أنواعها وكذا تطبيقاتها العديدة والمجالات التي تُستعمل فيها.

الفصل الثالث: وقد خصصناه لدراسة بطاقة الأردوينو بمختلف أنواعها، مميزاتها، مكوناتها واستخداماتها وكذا شاشة الكريستال السائلة ومبدأ عملها والتي سيتم استعمالهم لإنجاز المشروع.

الفصل الرابع: ويعتبر النواة الأساسية لعملنا وفيه تم دراسة كافة العناصر الالكترونية المستخدمة وكذلك محاكاة للمشروع حيث تم تركيب الدارة الالكترونية وتجسيدها وذلك باستخدام برنامج TINKER CAD، وصولا إلى تجسيد مشروعنا على الواقع (صور حقيقية للمشروع).

الفصل الأول

عموميات حول أجهزة القياس

1.1 مقدمة

شهدت أجهزة القياس تطورا كبيرا على مر العصور لتلبية احتياجات الإنسان المتزايدة في مختلف المجالات. فبعد أن كانت تعتمد على أدوات بسيطة مثل العصا لقياس الأطوال أو الميزان اليدوي لتحديد الكتل، أصبحت اليوم الأجهزة الحديثة ترتكز على التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي حيث زاد الاهتمام بتطوير طرق القياس، والقياس يتطلب استخدام الجهاز ومعرفة استخدامه استخداما صائبا.

إن أجهزة القياس تعد أحد الركائز الأساسية التي تعتمد عليها العلوم والهندسة، فهي الأداة التي تتيح للبشرية فهم الظواهر الطبيعية والكميات الفيزيائية بدقة وبقيم محددة، وبفضل أجهزة القياس استطاع الإنسان تحقيق تقدم مذهل، مما ساهم في تحسين جودة المنتجات، وتقليل الأخطاء، وضمان السلامة. فقد أصبحت هذه الأجهزة جزءا لا يتجزأ من مجالات البحث العلمي والصناعة والابتكار التكنولوجي، فلا يمكن تصور المختبرات العلمية أو خطوط الإنتاج في المصانع الحديثة دون وجود أجهزة القياس.

كما أنها لم تعد تقتصر على قياس الكميات الفيزيائية مثل التيار الكهربائي أو الجهد أو المقاومة فقط، بل تطورت لتشمل قياس المتغيرات البيئية مثل درجة الحرارة، والرطوبة...، هذا التنوع في استخدامات أجهزة القياس يعكس أهميتها في جميع جوانب الحياة الحديثة.

2.1 مفهوم القياس

هو إيجاد مقدار، كمية فيزيائية أو متغير فيزيائي أو تقدير حالة ما باستخدام جهاز مناسب أو أداة مناسبة وإذا كان الجهاز المستخدم جهازا عياريا متفق عليه عالميا اعتبرت عملية القياس عملية معايرة، وتكون عندئذ الكمية المقاسة كمية عيارية أما إذا لم يكن الجهاز عياريا فتكون عملية القياس عبارة عن مقارنة بالكمية القياسية وقد يستخدم في ذلك جهاز تمت معايرته من قبل والمعايرة هي مقارنة الأجهزة المستخدمة بأجهزة عيارية متفق عليها عالميا من حيث الدقة ومحفوظة تحت ظروف بيئية محددة. [1]

3.1 مفهوم أجهزة القياس

وهي عبارة عن أداة تستخدم لتحديد قيمة لكمية أو لمتغير ما وقد يكون الجهاز مكون من وحدة بسيطة مثل المسطرة أو مركبة كمقياس الضغط.

وتؤدي أجهزة القياس الوظائف التي تناظر الحواس الخمس للإنسان (النظر، السمع، اللمس، التذوق والشم) وحديثا يرجع الفضل بعد الله عزوجل إلى الصناعات الالكترونية والحاسبات الآلية والماكينات والمعدات التي تعمل تبعا لتعليمات تم اعدادها مسبقا لأداء معظم الأعمال المناسبة باستخدام المعلومات التي تم الحصول عليها، بالإضافة إلى الظواهر التي تم قياسها. [1]

4.1 تصنيف أجهزة القياس العامة

يتم تصنيف أجهزة القياس طبقا لاعتبارات عديدة ومختلفة لتسهيل نظرية تشغيلها وطرق استخدامها، وتصنف بصفة عامة إلى:

1.4.1 أجهزة قياس بالمقارنة: وهي أجهزة يتم فيها مقارنة الكمية المراد قياسها بكمية عيارية من نفس النوع ومن بينها جسر المقاومات، قاسم التوتر.

2.4.1 أجهزة قياس بقراءة مباشرة: وهي أجهزة تقوم بتحويل طاقة الكمية الكهربائية المراد قياسها لطاقة دفع تدفع المؤشر ليعطي القراءة المطلوبة. [1]

5.1 النظام الدولي للوحدات

نظام الوحدات العالمي (International System of Units) أو باختصار نظام SI وهو النظام السائد في مجال العلوم والهندسة وتعود جذوره الى نظام متر–كيلوجرام–ثانية الناشئ أثناء الثورة الفرنسية. هذا النظام يحتوي على السبعة وحدات الرئيسية المذكورة في الجدول التالي:

جدول (1.1): الوحدات الفيزيائية الرئيسية.

الظاهرة الفيزيائية	الوحدة الأساسية	الرمز
الطول Length	متر	m
الكتلة Mass	كيلوجرام	Kg
الزمن Time	ثانية	s
شدة التيار الكهربائي Electric Current	امبير	A
الحرارة Temperature	كلفن	K
شدة الضوء Luminous Intesity	كانديلا	cd
كمية المادة Amount of substance	مول	mol

باقي الوحدات الثانوية يتم اشتقاقها من القوانين الفيزيائية الرئيسية. [2]

البعض من الوحدات المشتقة: [3]

جدول (2.1): الوحدات المشتقة.

الوحدات المستنتجة	الوحدة الأساسية	الرمز
القوة الدافعة الكهربائية Electromotive force	فولت	V
كمية الشحنة Electric charge	كولوم	C
المقاومة الكهربائية electrical resistance	أوم	Ω
السعة Capacitance	فاراد	F
معامل الحث الذاتي Inductance	هنري	H

6.1 مفهوم أجهزة القياس الكهربائية

جهاز القياس هو الجهاز الذي يمكننا من خلاله تحديد مقدار أو قيمة الكمية المراد قياسها. يمكن أن تكون كمية القياس هي الجهد، التيار، القدرة، معامل القدرة وغيرها. [4]

7.1 خصائص أجهزة القياس الكهربائية

1.7.1 الدقة: دقة الجهاز هي مقدرته على إعطاء قراءة تكون أقرب إلى القراءة الحقيقية العيارية وكلما أعطى الجهاز قراءة أقرب إلى المقدار الحقيقي العياري للكمية المقاسة كلما كان الجهاز دقيقا. وتعتبر الدقة مقياسا لدرجة الخطأ في النتيجة النهائية المقاسة ويمكن تحديد دقة الجهاز بإعطاء مدى الخطأ الذي يعطيه الجهاز عند قياس مدى معين من المقدار المقاس.

2.7.1 ضبط القياس: الضبط هو مقدرة الجهاز على إعطاء نفس القراءة عند تكرار عملية القياس بنفس الجهاز، وكلما كان الجهاز مضبوطا كلما كانت القراءات التي يعطيها لنفس الكمية عند تكرار عملية القياس متقاربة مع بعضها البعض. [1]

3.7.1 الحساسية: هي النسبة بين الحركة الخطية للمؤشر على الجهاز والتغير في القياسات المختلفة ويعبر عنها بميل منحنى المعايرة.

4.7.1 الخطية: تعبر عن شكل العلاقة بين القراءات (المخرجات) والكميات المراد قياسها (المدخلات) حيث تكون إما على شكل نموذج خطي أو غير خطي. [13]

5.7.1 خطأ القياس

1.5.7.1 تعريف: هو الفرق بين مقدار القيمة المقاسة والمقدار الحقيقي أو العياري للكمية ومن المهم جدا معرفة مصادر الخطأ وكيفية التقليل من آثارها وقد تتطلب القياسات الدقيقة اختيار الأجهزة المناسبة وإجراء العديد من القياسات للتوصل إلى نتائج دقيقة. [4]

2.5.7.1 تصنيف أخطاء القياس

تصنف أخطاء القياس حسب طبيعتها إلى 3 أنواع:

1.3.5.7.1 <u>الخطأ العشوائي:</u> هذا الخطأ يحدث بطريقة عشوائية لا يمكن التكهن بها ومن الصعب استنباطه. ولا يخضع لأية قوانين معروفة، ويتم الكشف عنه عن طريق تكرار قياس كمية ما بجهاز القياس نفسه وفي

الظروف نفسها، ثم تعيين الحدود القصوى والصغرى التي يقع ضمنها الخطأ العشوائي وتسمى هذه الحدود بالحدود الحدية ويكون احتمال وقوعه ضمن هذه الحدود معروفا.

2.3.5.7.1 الخطأ النظامي: (الرتيبي): الخطأ النظامي هو جزء من الخطأ المطلق الذي يبقى ثابت دائما عند تكرار عملية القياس لنفس الكمية. الخطأ النظامي هو انحراف (انحياز) عن القيمة الحقيقية عند تكرار عملية القياس لنفس الكمية.

الخطأ النظامي هو الخطأ الذي يتخذ دائما نفس القيمة عند استخدام نفس طريقة القياس للكمية المقاسة تحت الشروط البيئية نفسها. المقصود بالشروط البيئية هي درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضغط الجوي في الوسط المحيط بجهاز القياس، وأهمها درجة الحرارة.

3.3.5.7.1 الخطأ غير المنطقي: هو خطأ غير منطقي ينتج من خطأ في مؤشر جهاز القياس أو شاشة عرض القيمة، أو خطأ بشري في قراءة القيمة بالخطأ أو قد يكون نتيجة عطب في الجهاز. [5]

كما تصنف حسب تأثيرها الى نوعين رئيسيين هما:

- **الخطأ المطلق:** هو الفارق بين القيمة المتوقعة للقياس والقيمة المقاسة الفعلية ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضيا كما يلي:

$$e_{ab} = Y_n - X_n$$

حيث:

e_{ab} : الخطأ المطلق.

Y_n : القيمة المتوقعة للقياس.

X_n : القيمة المقاسة فعليا.

- **الخطأ النسبي:** النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس. ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضيا كما يأتي:

$$\frac{e_{ab}}{Yn} = \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right|$$

النسبة المئوية للخطأ:($e_{\%}$)

هي النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية. ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضيا كما يأتي:

$$\frac{e_{ab}}{Y_n} \times 100 = \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right| \times 100\%. \text{ [6]}$$

8.1 طرق القياس

لإجراء القياس بشكل عام نستخدم إحدى الطرق التالية:

1.8.1 القياس المباشر: نستخدم في هذا النوع جهاز قياس محدد لقياس كمية فيزيائية محددة واستخراج الكمية المقاسة مباشرة. فمثلا لقياس درجة الحرارة نستخدم جهاز الترمومتر.

2.8.1 القياس غير المباشر: في هذا النوع لا نستطيع قياس الكمية الفيزيائية مباشرة وذلك لعدم مقدرتنا على ذلك أو لعدم توفر أجهزة مناسبة تستطيع عمل ذلك فنلجأ إلى استخدام قياس كمية أخرى لحساب الكمية المراد قياسها. مثلا لقياس المسافة بين الكواكب نستخدم سرعة الضوء. [7]

9.1 أنواع أجهزة القياس الكهربائية

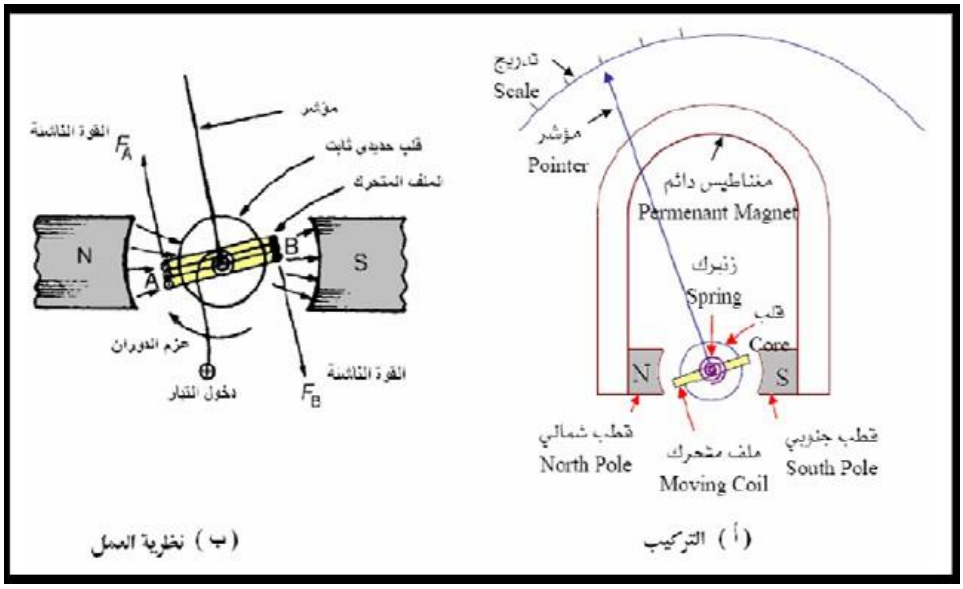
1.9.1 أجهزة القياس التناظرية (التماثلية)

هي أجهزة تعتمد في قراءتها على مؤشر متحرك في أغلب الحالات وتعتمد في فكرة تشغيلها على أحد التأثيرات المختلفة للتيار الكهربائي وقبل معرفة جهاز الآفومتر التماثلي في شكله المتطور الحالي مرت أجهزة القياس التماثلية ذات المؤشر بعدة مراحل.

1.1.9.1 أنواع الأجهزة التناظرية

من أشهر أنواع هذه الأجهزة:

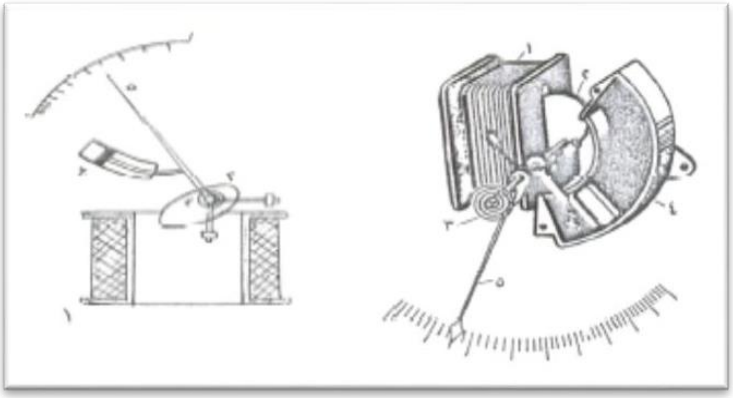
1.1.1.9.1 أجهزة القياس ذات الملف المتحرك : وهي أجهزة ذات مغناطيس دائم يتحرك داخل ملف يحمل التيار وتعتمد طريقة تشغيل الجهاز على حركة الملف عن طريق التأثير المتبادل بين المجال الناشئ من مرور تيار بالملف المتحرك ومجال المغناطيس الدائم.



الشكل (1.1): يوضح تركيب ونظرية عمل جهاز القياس ذو الملف المتحرك.

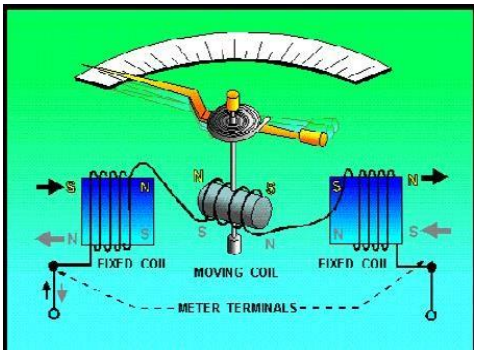
الشكل (2.1): أحد أجهزة القياس ذات الملف المتحرك.

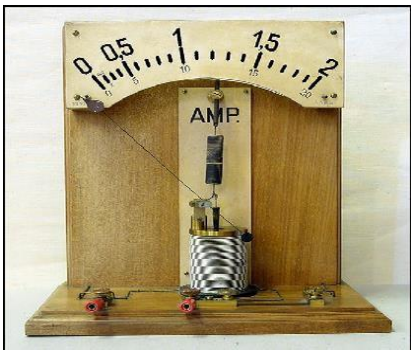
2.1.1.9.1 <u>أجهزة القياس ذات القلب الحديدي المتحرك:</u> وهي أجهزة ذات ملف ثابت يحمل التيار وبداخله قطعة من الحديد المطاوع وتكون صغيرة مركبة على عمود الدوران بالجهاز وتتمغنط هذه الحديدة لحظيا بمرور التيار بالملف.



الشكل (3.1): تركيب جهاز قياس ذو قلب حديدي متحرك.

3.1.1.9.1 <u>أجهزة قياس المغناطيس المتحرك:</u> وهي أجهزة تحتوي على شريحتين من الحديد موضوعتان في مجال مغناطيسي قوي وتكتسب الشريحة الحديدية الخاصية المغناطيسية وتتولد قوة تنافر مغناطيسية على كل شريحة وتعتمد هذه الأجهزة على هذه الظاهرة.





الشكل (4.1): أحد أجهزة قياس القلب المتحرك لقياس التيار.

وأشهر أجهزة القياس التناظرية (تماثلية) هو جهاز قياس الآفومتر التناظري وهو جهاز قياس متعدد القياسات يقوم بقياس كل من التيار، والجهد، والمقاومة. [8]

وكلمة A V O هي اختصار لوحدات القياس:

وحدة قياس التيار Ampère.

وحدة قياس الفولت Volt.

وحدة قياس المقاومة Ohm. [12]

الشكل (5.1): يوضح أحد أجهزة الآفومتر التناظري.

وقبل هذا الجهاز كان كل من التيار والجهد والمقاومة يقاس على حدة في كل من الأجهزة التالية:

1. جهاز قياس الجهد (الفولتميتر Voltmeter).
2. جهاز قياس التيار (الاميتر Ammeter).
3. جهاز قياس المقاومة (الاوميتر Ohmmeter). [8]

1. جهاز قياس الجهد (الفولتميتر Voltmeter): يستخدم هذا الجهاز لقياس فرق الجهد المطبق بين طرفين حمل كهربائي ما أو لقياس جهد المصدر. يوصل هذا الجهاز على التوازي مع المصدر أو الحمل الكهربائي مع شرط سريان التيار الكهربائي أي يجب أن تكون الدارة الكهربائية المراد قياس فولتيتها مغلقة.

2. جهاز قياس التيار (الاميتر Ammeter): يستخدم هذا الجهاز لقياس التيار الكهربائي المار في حمل كهربائي ما. يوصل هذا الجهاز مع الحمل المراد قياس تياره على التوالي مع مراعاة أن تكون الدارة الكهربائية مغلقة.

3. جهاز قياس المقاومة (الاوميتر Ohmmeter): يستخدم هذا الجهاز لقياس مقاومة هذه الأحمال الكهربائية وللتأكد من صلاحية الأحمال. يوصل هذا الجهاز مع الأحمال المراد قياس مقاومتها على التوازي مع مراعاة عدم وجود سريان للتيار الكهربائي أي أن تكون الدارة مفتوحة. [9]

جدول (3.1): يوضح رمز ووحدة أجهزة القياس الكهربائية.

الجهاز	فولت ميتر	اميتر	اوميتر
الرمز			
الوحدة	فولت (V)	امبير (A)	أوم (Ω)

2.1.9.1 العناصر الأساسية لأجهزة القياس التناظرية وأنواع التدريج

تتركب أجهزة القياس التناظرية من ثلاثة عناصر أساسية:

أ. **عنصر الحركة:** وهو العنصر الذي يولد القوة الميكانيكية والتي تنشأ نتيجة مرور التيار أو نتيجة الجهد والذي يسبب انحراف المؤشر.

ب. عنصر التحكم: وهو العنصر الذي يولد قوة ميكانيكية تعادل قوة الانحراف التي يولدها عنصر الحركة. وتسبب توقف المؤشر عند قيم القراءات التي تناظر القيم المقاسة كما تسبب عودة المؤشر لنقطة الصفر عند زوال التيار أو الجهد المسبب للحركة.

ج. عنصر المضاءلة: وهو العنصر الذي يولد قوة المضاءلة التي تجعل المؤشر يصل إلى موضعه النهائي للقراءة بدون التأرجح حول نقطة القراءة. ويوجد منه ثلاثة أنواع:

- المضاءلة بالتيارات الدوامية.
- المضاءلة بضغط الهواء.
- المضاءلة بضغط السوائل.

ويوجد نوعان من التدريج:

أ. **تدريج خطي:** حيث يقسم التدريج أقسام متساوية لقيم متساوية من القراءات.

ب. **تدريج غير خطي:** حيث يقسم التدريج إلى أقسام غير متساوية لقيم متساوية من القراءات، وأحيانا يبدأ التدريج بأقسام متسعة ثم يكون مضغوطا في نهاية التدريج (مثل تدريج الاوميتر)، أو العكس. [11]

2.1.9.1 ضبط أجهزة القياس التناظرية ومعايرتها

للحصول على قراءة سليمة للقيمة المقاسة وللمحافظة على أجهزة القياس يجب كالآتي:

1. تأكد من أن الجهاز المستخدم يناسب الكمية المراد قياسها.
2. قبل توصيل الجهاز تأكد من نوع التيار الذي يعمل عليه الجهاز من الرموز المرسومة على واجهة الجهاز.

تيار مستمر —	تيار متردد ∼	تيار متردد ومستمر ⎓	تيار متردد 3 الاوجه ≋

3. اضبط المؤشر على وضع الصفر إذا كان منحرفا عن مفتاح ضبط الصفر قبل القياس.
4. راع وضع الجهاز الصحيح أثناء القياس وأخذ القراءة حتى تكون القراءة سليمة.

وضع رأسي ⊥	وضع أفقي ⊤	وضع استخدام مائل بزاوية ∠φ

5. تأكد من توصيل الجهاز بقطبية صحيحة عند العمل على التيار المستمر.
6. تأكد من الطريقة الصحيحة لتوصيل جهاز القياس في الدائرة الكهربائية.
7. كلما اقترب توصيل جهاز القياس من نقطة التأريض كان التشغيل أكثر أمانا. [10]

3.1.9.1 مميزات أجهزة القياس التناظرية

1. بها أجزاء دوارة بسيطة التركيب.
2. صغر الحجم وخفة الوزن.
3. سهولة نقله من مكان لآخر.
4. يجب عدم خلو حقيبة أي فني منه.

4.1.9.1 عيوب أجهزة القياس التناظرية

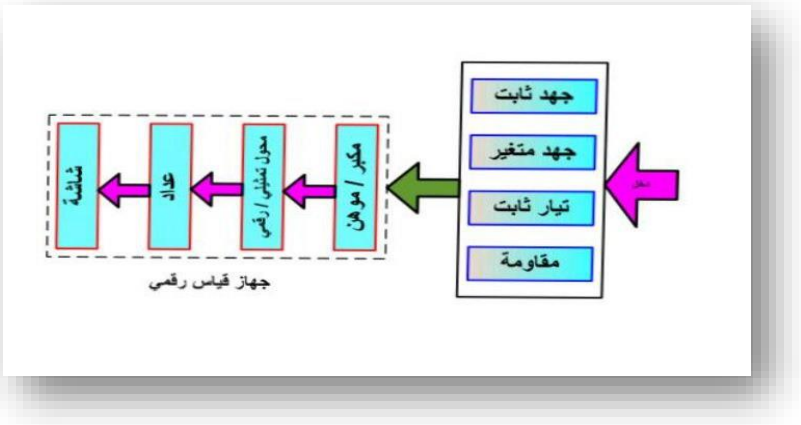
1. القراءة معرضة لخطأ العنصر البشري.
2. القراءة معرضة للخطأ نتيجة التداخلات المغناطيسية والحرارية المحيطة.
3. القراءة غير دقيقة لاعتمادها على العنصر البشري.
4. صعوبة الاستخدام لغير المتخصص.
5. غالية الثمن. [8]

2.9.1 أجهزة القياس الرقمية

هي أجهزة قياس الكترونية تظهر الكميات المقاسة في صورة أرقام على شاشات عرض رقمية وقد كانت أغلب أجهزة القياس السابقة أجهزة تماثلية.

بدأت أجهزة القياس الرقمية في الانتشار بسرعة نتيجة التقدم السريع في تصنيع أشباه الموصلات والهندسة الرقمية والدوائر المتكاملة والدوائر المنطقية إلى أن أمكن انتاج أجهزة قياس دقيقة وتم الاستغناء عن المؤشر الذي كان العلامة المميزة للأجهزة التماثلية. [14]

1.2.9.1 المخطط الصندوقي لأجهزة القياس الرقمية



الشكل (6.1): المخطط الصندوقي لأجهزة القياس الرقمية.

2.2.9.1 أنواع أجهزة القياس الرقمية

من بين الأنواع نجد:

الفولتمتر الذي يقيس الجهد الكهربائي، الأميتر الذي يقيس التيار الكهربائي، الأوميتر الذي يقيس المقاومة الكهربائية، والواتميتر الذي يقيس القدرة الكهربائية، وهناك أيضا أجهزة متعددة القياسات (Multimeters) التي تجمع بين وظائف الفولتميتر، الأميتر، الأوميتر في جهاز واحد. [15]

1.2.2.9.1 مكونات جهاز متعدد القياسات الرقمي

قد تختلف الأشكال من جهاز رقمي إلى آخر ولكنها جميعا تحتوي على أجزاء أساسية ومتشابهة. كما هو موضح في الشكل.

الشكل (7.1): يوضح مكونات جهاز متعدد القياسات الرقمي.

وهذه الأجزاء يمكن تلخيصها فيما يلي:

أ. **مداخل المجسات:** مداخل للمجسات المستخدمة للقياس ، وهي:

- مدخل الموجب: وهو مؤشر بالرموز (VΩmA) ويستخدم عند قياس المقاومة والجهد والتيار بالملي أمبير.
- مدخل السالب: وهو مؤشر بالرموز (COM).
- مدخل التيار الثابت بالأمبير: وهو مؤشر بالرموز (10ADC) وقد يكون مؤشرا بإشارة أخرى حسب قدرة قياس الميلتيميتر الذي لديك، لاحظ أننا إذا عكسنا المجسات أثناء القياس فإن إشارة السالب (−) ستظهر في الشاشة بجانب الأرقام.

ب. **مداخل قياسات الترانزستور:** ويستخدم لقياس الكسب (h_{fe}) وهنا تدخل أطراف الترانزستور في الجزء المؤشر PNP أو NPN بحسب نوعه.

ج. **مفتاح اختيار عملية القياس:** نلاحظ أن هذا المفتاح مقسم إلى عدة أقسام هي:

- **OFF:** ويستخدم لإطفاء الملتيميتر حيث أنه يعمل بالبطارية فلا تنس إطفاء الجهاز عند عدم استخدامه.
- **DCV:** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس الجهد الثابت وهو مقسم الى عدة أقسام بحسب قيمة الجهد المراد قياسه.
- **ACV:** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس الجهد المتردد.
- **DCA:** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس التيار الثابت الصغير أي ملي أمبير أو مايكرو أمبير وهو مقسم إلى عدة أقسام بحسب شدة التيار المراد قياسه.
- **10A:** ونحرك المفتاح إلى الوضع عند رغبتنا في قياس التيار الثابت بالأمبير.
- **Ω:** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس المقاومة وهو مقسم إلى عدة أقسام بحسب قيمة المقاومة.

الرمز ⊣◀ ويستخدم لاختبار الصمامات الثنائية (الديود). [16]

2.2.2.9.1 مجالات قياس الجهاز

يستطيع جهاز القياس المتعدد الرقمي أن يقيس أنواع كثيرة من مجالات القياس ومن أهمها:

- ✓ قياس الجهد المستمر والمتردد (V_{AC} ,V_{DC}).
- ✓ قياس التيار المستمر والمتردد (I_{AC},I_{DC}).
- ✓ قياس جميع أنواع المقاومات والموصلية (R_{Ω}).
- ✓ قياس الموحدات وأشباه الموصلات.
- ✓ قياس الترانزستور ومعاملات التكبير (PNP, NPN) ($H_{FE,}$ β).
- ✓ قياس أنواع مختلفة من السعات الكهربائية (µF).
- ✓ قياس التردد (Hz).
- ✓ قياس درجة الحرارة (C°,F).
- ✓ اختبار بعض الدوائر المنطقية. [14]

3.2.9.1 مميزات أجهزة القياس الرقمية

- يعطي قراءة واضحة مباشرة.
- دقة القراءة وقلة الخطأ.
- سهولة القراءة لأي شخص غير متخصص.
- سهولة حمل ووضع الجهاز ولا يوجد شرط لوضع الجهاز رأسي أو أفقي.
- لا يحتاج لضبط الجهاز.

10.1 الإشارات

1.10.1 تعريف الإشارات

الإشارة هي إحدى الطرق المستخدمة لنقل المعلومات من شخص أو مكان إلى آخر. تستخدم الإشارة عندما يكون الصوت المباشر أو الاتصال الكتابي المباشر مستحيلا، أو غير مرغوب فيه. ونحن نستخدم الإشارة في حياتنا اليومية، فإشارات المرور تتحكم في سير السيارات عند نقاط التقاطع المزدحمة، كما تدل الإشارات الضوئية في جهاز الحاسوب على تشغيله وعلى توقفه، وغالبا ما يستخدم الأطباء البشريون وأطباء الأسنان إشارة بالجرس للدلالة على استعدادهم لمقابلة المريض التالي.

2.10.1 أنواع الإشارات

هناك ثلاثة أشكال للإشارة:

أ. الكهربائية.

ب. المرئية.

ج. الصوتية. [17]

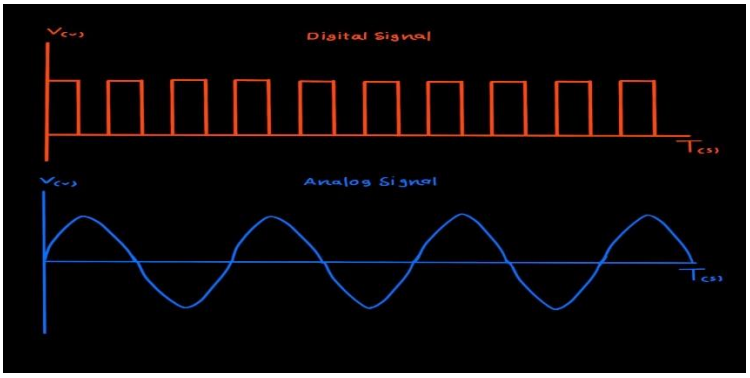
1.2.10.1 أنواع الإشارات الكهربائية

أ. <u>الإشارات التماثلية (التناظرية) Analog signal</u>

هي الإشارات التي تتغير مع الزمن بشكل مستمر ويكون لها قيمة في أي لحظة زمنية ضمن نطاق وجودها. مثل هذه الإشارات لا يمكن ارسالها عبر النظام الرقمي إلا بعد معالجتها وتهيئتها للارسال.

ب. <u>الإشارات الرقمية Digital signal</u>

وهي الإشارات التي تتغير مع الزمن بشكل غير مستمر (عند قيم زمنية محددة) ومثل هذه الإشارات يسهل ارسالها في النظام الرقمي مباشرة. [18]



الشكل (8.1): يوضح الإشارات التماثلية والرقمية.

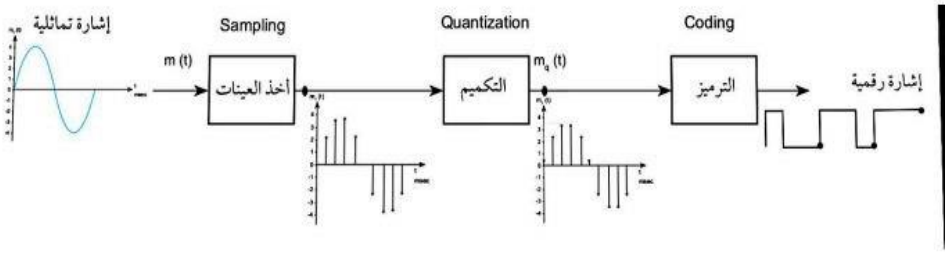
3.10.1 مراحل آلية التحويل من تماثلي إلى رقمي

وتنقسم إلى المراحل التالية:

أ. مرحلة أخذ العينات.

ب. مرحلة التكميم.

ج. مرحلة الترميز.

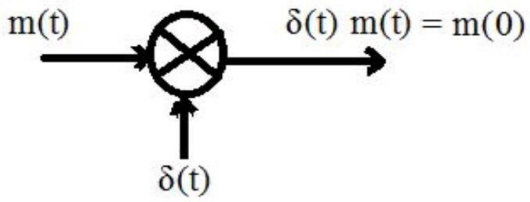


الشكل (1.9): يوضح المخطط الصندوقي للتحويل من تماثلي الى رقمي.

أ. <u>أخذ العينات Sampling</u>

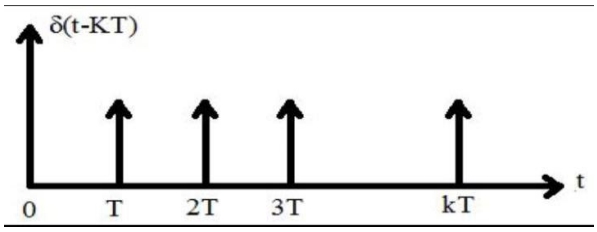
- تطور منظومات الاتصالات الحالية كان نتيجة لاستخدام التقنيات الرقمية وذلك بما تتميز به الاتصالات الرقمية عن التماثلية.
- في أنظمة التضمين الرقمي تكون إشارة المعلومات عبارة عن إشارة رقمية أي قطار من الأصفار والآحاد.
- ولكن السؤال ماذا لو أردنا ارسال إشارة تماثلية في منظومة اتصالات رقمية تستخدم التضمين الرقمي وتتعامل مع إشارات رقمية؟

- لاشك أن الإجابة هي أن نحول إشارة المعلومات التماثلية إلى إشارات رقمية وبذلك يكون أخذ العينات هي الخطوة الأولى في تحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية.
- نستخدم في هذه العملية دالة دلتا أو إشارة نبضية لا قيمة لها في كل الحيز الزمني عدا عند t=0 .
- وعند ضرب إشارة دلتا بأي إشارة أخرى فإن الناتج يكون قيمة هذه الإشارة عند t=0 فقط.



الشكل (1. 10): يوضح حاصل ضرب إشارة دلتا بأي إشارة أخرى.

- إذا استبدلت الإشارة النبضية الواحدة بقطار النبضات $\delta(t-KT)$ حيث T هي الزمن الدوري للإشارة نحصل على:



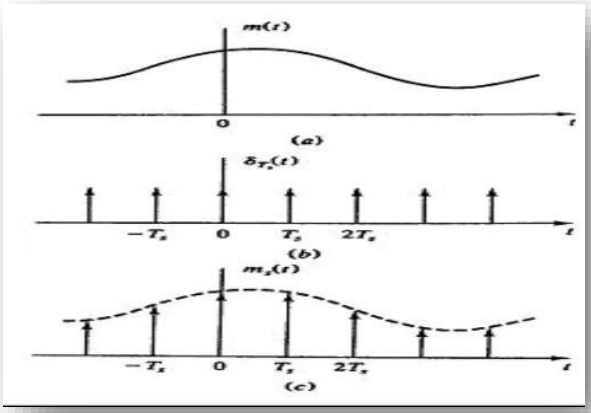
الشكل (11.1): يوضح قطار النبضات.

- أخذ العينات عبارة عن عملية ضرب الإشارة التماثلية m(t) في قطار من النبضات $\delta(t-KT)$ حيث يكون الناتج عبارة عن إشارة متقطعة لا قيمة لها (تساوي صفر) عندما يكون $t\neq KT$ ولها نفس قيمة الإشارة الأصلية عند t=KT.
- تنص نظرية أخذ العينات أو ما يعرف بنظرية نايكويست على أنه يمكننا استرجاع إشارة المعلومات الأصلية من قيم عيناتها التي أخذت منها بشرط أن يكون تردد أخذ العينات أكبر من أو يساوي ضعف أكبر تردد في إشارة المعلومات والذي يعرف بمعدل نيكوست Nyquist.

$$m(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} m(nT_s)\frac{\sin\omega_M(t-nT_s)}{\omega_M(t-nT_s)}$$

$$F_s>2F_m$$

$$T_s=1/F_s$$

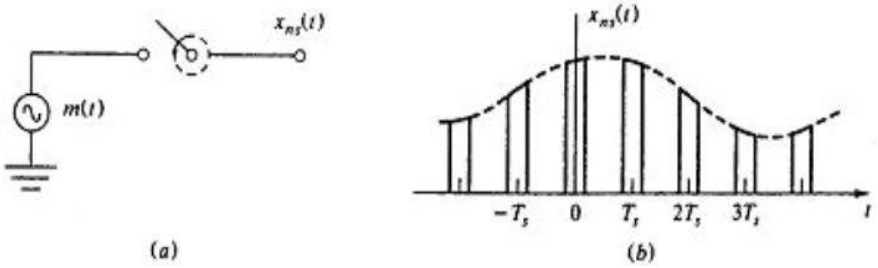


الشكل (1. 12): يوضح أخذ العينات لإشارة مثالية.

- بعد عملية أخذ العينات لإشارة المعلومات التماثلية تحول كل عينة من العينات إلى رقم يرمز إلى مقدارها.
- وفي هذا التحويل عدة طرق لتمثيل الإشارات الكهربائية إلى أرقام أكثرها شيوعا استخدام النبضات أو البتات أو ما يعرف بالنظام الثنائي.
- حيث يمثل أحد مستويات النبضة بالخانة واحد بينما المستوى الثاني بالخانة صفر.

استنادا على نظرية أخذ العينات سالفة الذكر يتم تحويل الإشارة التماثلية الأصلية إلى إشارة متقطعة بعينات منها:

1. أخذ العينات اللحظي.
2. أخذ العينات الطبيعي.
3. أخذ العينات ذو القمة المسطحة، ويتم ذلك بواسطة دائرة مفتاح ميكانيكي ذو سرعة عالية.



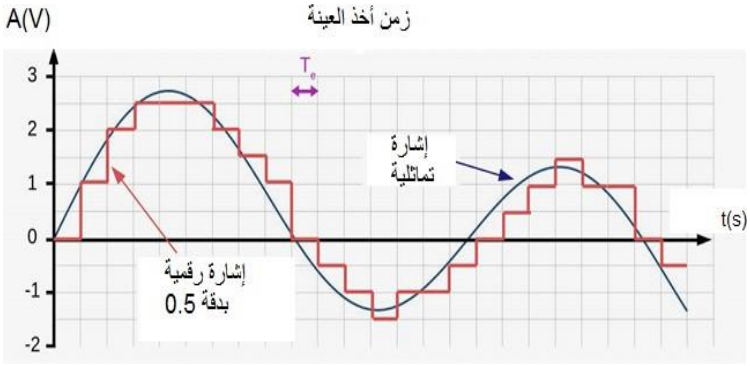
الشكل (13.1): يوضح دائرة مفتاح ميكانيكي ذو سرعة عالية.

ب. التكميم Quantizing

- التكميم أو عملية التكمئة هي عبارة عن تقسيم مطال إشارة المعلومات التماثلية إلى مستويات L بخطوات معينة كل خطوة لها مقدار Δ يعطى بالعلاقة: $\Delta=\frac{2m_p}{L}$
- من عملية التكميم تنتج نسبة خطأ عند عملية استرجاع الإشارة الأصلية يعرف بضجيج أو خطأ التكميم ويمكن أن نعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$q_e=\frac{1}{\Delta}\int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} q^2_e dq_e = \frac{\Delta^2}{12}$$

$$q^2_e=\frac{m^2 p}{3L^2}$$



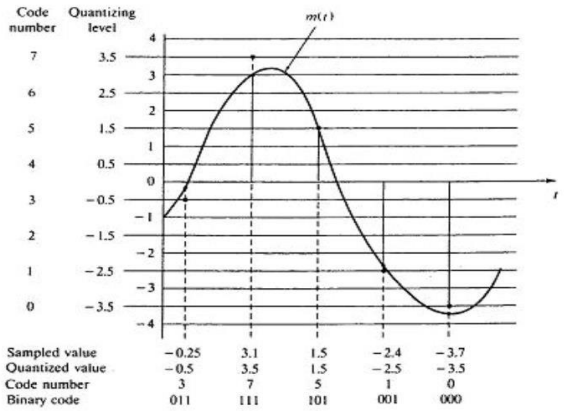
الشكل (14.1): عملية التكميم.

ج. الترميز Encoding

- في عملية الترميز نعطي كل عينة مكممة شفرة رقمية تحمل مقدارها وتمثلها وغالبا ما تكون الشفرة بالنظام الثنائي حيث تمثل العينة المكممة بقطار من الأصفار والآحاد.
- عدد الخانات التي تمثل العينة المكممة يتناسب مع عدد مستويات التكميم تربطها العلاقة: [19]

$$L=2^n$$

$$n=\log 2$$



الشكل (15.1): عملية الترميز.

11.1 خاتمة

وفي نهاية هذا الفصل، نجد أن أجهزة القياس تلعب دورًا محوريًا في مختلف جوانب حياتنا العملية والعلمية، إذ تمثل الأداة الأساسية لتحقيق الدقة والجودة في القياسات التي تعتبر أساس كل عملية صناعية أو علمية ناجحة. لقد تعرفنا على أهمية القياس ودوره الحيوي في مراقبة الأداء، وضبط العمليات، وتحقيق معايير الجودة. كما استعرضنا أنواع أجهزة القياس المختلفة، من الأجهزة التقليدية البسيطة إلى الأجهزة الحديثة المتطورة، مع توضيح آلية عمل كل منها والمجالات التي تستخدم فيها.

إن التطور التكنولوجي المستمر في مجال أجهزة القياس أدى إلى تحسين الدقة والموثوقية، مما ساهم في تطوير العديد من الصناعات والقطاعات الحيوية مثل الهندسة، والطب، والصناعة، والبحث العلمي. كما أشرنا إلى ضرورة مراعاة عوامل الدقة، والصيانة، والمعايرة الدورية لأجهزة القياس لضمان موثوقية النتائج.

وفي الختام، يمكن القول أن الفهم الجيد لأجهزة القياس واستخدامها بطريقة صحيحة يعتبر خطوة أساسية لتحقيق الكفاءة في العمل، والارتقاء بمستوى الإنتاجية، وضمان جودة المنتجات والخدمات. لذا، فإن الاستثمار في التعلم المستمر حول أحدث تقنيات القياس، والالتزام بمعايير الدقة والصيانة، يمثلان جزءًا لا يتجزأ من نجاح أي مؤسسة أو فرد يسعى إلى التميز في مجاله.

المراجع

[1] د. سعود بن حميد اللحياني، أجهزة القياس، جامعة ام القرى كلية العلوم التطبيقية شعبة الفيزياء الطبية.

[2] د. سليم أحمد الزواوي، مبادئ الهندسة الكهربائية الجزء الأول دوائر التيار المستمر والمجال الكهربائي.

[3] الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، الكترونيات صناعة وتحكم الك247، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريس المهني، السعودية.

[4] د. ناهد أبو حجي، أجهزة القياس، المؤسسة العامة للتدريب المهني والتقني.

[5] القياسات وأدوات القياس، مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني.

[6] قياسات وأجهزة، المدخل الى القياسات الكهربائية والالكترونية، الكترونيات صناعية وتحكم الك 267.

[7] أجهزة وقياس الالكترونيات، المملكة العربية السعودية المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة للمناهج، المعاهد الصناعية الثانوية.

[8] أجهزة القياس التناظرية (التماثلية)، أجهزة القياس، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج.

[9] أجهزة القياس الكهربائية Electric Measuring devices، من اعداد عقيل محمد، فني كهرباء، الجزء الأول.

[10] أنواع أجهزة القياس ومعايرتها، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المملكة العربية السعودية.

[11] قوى كهربائية–آلات ومعدات كهربائية– أجهزة وقياسات كهربائية 103 كهر، القياسات بأجهزة الملف المتحرك.

[12] جهاز الآفوميتر، من اعداد عقيل المحمد فني كهرباء.

[13] أجهزة القياس، اساسيات القياس، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج.

[14] أجهزة القياس الرقمية، أجهزة القياس، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج.

[15] https://www.arb6.com/ اطلع عليه يوم 5 جانفي 2025.

المراجع

[16] القوى الكهربائية، ورشة اساسيات الكهرباء186 كهر، أدوات وأجهزة القياس وطرق استخدامها.

[17] الإشارات في الاتصالات، من تأليف عصام سرحان ذياب باحث في مجال الحاسبات.

[18] اساسيات الاتصالات الرقمية، الكليات التقنية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المملكة العربية السعودية.

[19] تحويل الإشارة التماثلية الى رقمية، د. عثمان محمد دفع الله، جامعة كرري.

الفصل الثاني

الملتقطات

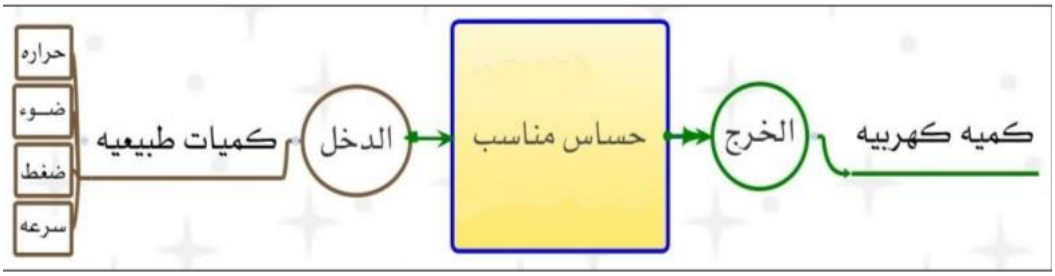
1.2 مقدمة

في ظل التطور الإلكتروني الذي يشهده العالم اليوم، ساهمت الملتقطات في إحداث نقلة نوعية في شتى الميادين لهذا التطور، نظرا لكونها همزة الوصل بين السبب والنتيجة. تعمل الملتقطات على تحسين نمط معيشتنا وجعل حياتنا أفضل ومهامنا أسهل، فهي تقوم بإنارة مصباح الغرفة بمجرد أن تستشعر وجودنا، وتُعدل درجة حرارة المنزل بصورة آلية، وتنبهنا في حالة وجود حريق أو تصاعد دخان، وتفتح لنا الباب بمجرد أن نقترب منه، وتُحضر لنا القهوة التي نُحبها وغيرها الكثير من المهام المختلفة والمتنوعة.

جميع المهام التي ذكرناها سابقا والعديد من مهام التحكم الآلي (automation) الأخرى ممكنة ومن السهل تجسيدها على أرض الواقع بفضل الملتقطات، في مذكراتنا سنتحدث في هذا الفصل عن الملتقطات بصفة عامة والملتقط LM35 و DHT11 بصفة خاصة .وسنتطرق في هذا الفصل إلى تعريف الملتقطات، مكوناتها، دورها، خصائصها، وأهم أنواعها وكذا وتطبيقاتها العديدة والمجالات التي تُستعمل فيها.

2.2 تعريف الملتقطات

الملتقط عبارة عن جهاز يقوم بتحويل كمية فيزيائية مثل الضغط ودرجة الحرارة والإشعاع والموضع والشدة الضوئية إلى كمية كهربائية تتمثل في الجهد أو التيار أو الشحنة.[1]



الشكل (1.2): رسم تخطيطي يوضح عمل الملتقطات.

الشكل (2.2): صورة توضح مختلف أنواع الحساسات.

3.2 تكوين الملتقط

يتكون الملتقط من: [2]

- **جسم الاختبار:** هو الجهاز الميكانيكي الذي يخضع للكمية الفيزيائية المراد قياسها. يقوم بتحويل الحجم المراد قياسه إلى حجم فيزيائي ثانوي آخر (قياس ثانوي) مما يجعل من السهل قياسه بواسطة المستشعر.
- **المحول:** هو عنصر من عناصر الأتمتة الوسيطة الحساسة المرتبطة بجسم الاختبار. إنه يسمح بتحويل الحجم المقاس (أو الحجم المحول بشكل كبير للحجم المقاس) وفقًا لقانون محدد إلى حجم آخر أو قيمة أخرى من نفس المقدار بدقة محددة تشكل إشارة الخرج. غالبًا ما تحتوي المحولات على دوائر تغليف تجعل من الممكن معالجة الإشارة لجعلها أكثر وضوحًا.
- **المرسل:** هو جهاز يقوم بتحويل إشارة خرج المستشعر إلى إشارة قياس قياسية. هو الرابط بين المستشعر وأوامر نظام التحكم. قد يتم دمجه في المستشعر وقد لا يتم دمجه.
- **العلبة أو التعليب:** هو عنصر ميكانيكي للحماية والصيانة والتثبيت.

4.2 خصائص الملتقطات ومتطلبات العمل معها [3]

عند تصميم نظام استحصال بيانات معين (لنقل نظام مراقبة درجة الحرارة المنزلية) فإننا سنحتاج لاستخدام ملتقط (أو أكثر). هذا يعني أنه يتوجب علينا معرفة العديد من الخصائص والمحددات المرتبطة بالملتقط نفسه كي نكون

قادرين على استخدامه على أمثل نحوٍ ممكن. على صعيد آخر قد يتواجد العديد من الملتقطات التي تؤدي نفس المهمة ولنقل قياس درجة الحرارة وعبر معرفة خصائص هذه الملتقطات وأدائها والتطبيق المراد استخدامها فيه نُصبح قادرين على اختيار الملتقط الأمثل لهذا التطبيق. بشكلٍ عام، وبغض النظر عن نوع الملتقط ومجال الاستخدام، يجب أن تؤخذ الخصائص والمحددات التالية دوماً بعين الاعتبار عند التعامل مع الحساسات:

- **نوع الظاهرة Type of Phenomena**: أي طبيعة الظاهرة التي نستخدم الملتقط من أجل التقاطها، واعتماداً على ذلك نقول أن هناك ملتقط "حراري" أو ملتقط "ضغط" أو ملتقط "ضوئي" أو ملتقط "حركة" أو ملتقط "رطوبة."
- **مبدأ التشغيل Operating Principle**: مبدأ تشغيل الملتقط، أي كيفية توليد إشارة كهربائية على خرج الحساس اعتماداً على الظاهرة المؤثرة به. بالعودة لمثال المقاومة الحرارية، نعلم أن المقاومات الحرارية من نوع CTN تستجيب لزيادة درجة الحرارة بشكلٍ عكسيّ، بمعنى أنه عند تزايد درجة الحرارة ستتناقص قيمة المقاومة الأومية لهذه الأجهزة.
- **مجال العمل Operation Range**: أي مجال قيم الظاهرة الفيزيائية التي يستطيع الملتقط التقاطها. كمثال، يمكن استخدام ملتقط الحرارة من نوع LM35 لالتقاط درجات الحرارة في المجال بين −55 درجة مئوية وحتى 150 درجة مئوية.
- **الدقة Resolution**: هي درجة الدقة بين القياس الفعلي والقيمة الحقيقية. يتم التعبير عن الدقة كنسبة مئوية من كامل مجال الخرج.
- **الحساسية Sensitivity**: هي علاقة بين إشارة الدخل الفيزيائية والخرج الكهربائي للملتقط. كمثال، يستطيع ملتقط الحرارة LM35 توليد جهد كهربائيّ قدره 10 ميلي فولت عندما تزيد درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة.
- **الاستقرار Stability**: هو قدرة الملتقط على إعطاء نفس الخرج عند تزويده بدخلٍ ثابت خلال فترة زمنية محددة.
- **التكرار Repeatability**: هو قدرة الملتقط على إعطاء نفس الخرج لتطبيقات مختلفة بنفس قيمة الدخل.
- **وقت الاستجابة Response−Time**: هو سرعة الحصول على الخرج الكهربائيّ للملتقط عند حصول تغيير تدريجي في الدخل.

- **الخطية Linearity** :يمكن تحديدها بمعرفة النسبة المئوية اللاخطية، حيث تُشير اللاخطية إلى مقدار انحراف منحني القياس الفعلي (الحقيقي) الناتج عن قراءات الملتقط المستخدم عن منحني القياس المثالي (النظري).
- **الصلابة:** هي مقياس للمتانة عند استخدام الملتقط في ظروف التشغيل القاسية.
- **التباطؤ:** يُعرَّف التباطؤ بأنه أقصى فرق في الخرج عند أي قيمة قابلة للقياس ضمن المجال المحدد للملتقط عند الاقتراب من النقطة أولاً مع زيادة ثم تقليل معلمة الدخل. التباطؤ هو خاصية يمتلكها المبدل في عدم قدرته على تكرار وظيفته بأمانة عند استخدامه في الاتجاه المعاكس للعملية.

5.2 تقسيم الملتقطات

حسب الظواهر المادية التي تحدث في أجهزة الاستشعار، فيمكن تصنيفها إلى فئتين: [8]

1. الملتقطات النشطة

تعمل كمولد، وهي تستند بشكل عام من حيث المبدأ على تأثير فيزيائي يضمن تحويل مكون طاقة خاص بالكمية الفيزيائية المراد أخذ عينات منها (حرارية، ميكانيكية، مغناطيسية، إشعاعية، إلخ) إلى كمية كهربائية.

2. الملتقطات غير النشطة

ثنائي القطب تختلف معاوقته وفقًا للكمية المقاسة. ينتج هذا التغير في المعاوقة عن:

- تغير في أبعاد جهاز الاستشعار، وهذا هو مبدأ تشغيل عدد كبير من أجهزة استشعار الموضع (مقياس الجهد، محث القلب المتحرك، مكثف المحرك المتحرك، إلخ)،
- تشوه ناتج عن قوة أو عن كمية مرتبطة بها (محرك المكثف المعرض لفرق ضغط، مقياس الانفعال المرتبط بهيكل قابل للتشوه، إلخ).

يمكن تقسيم الملتقطات من عدة أوجه ولكن ما يهمنا هنا هو تقسيم الملتقطات طبقا لإشارة خرجها حيث يمكن تقسيمها إلى: [7]

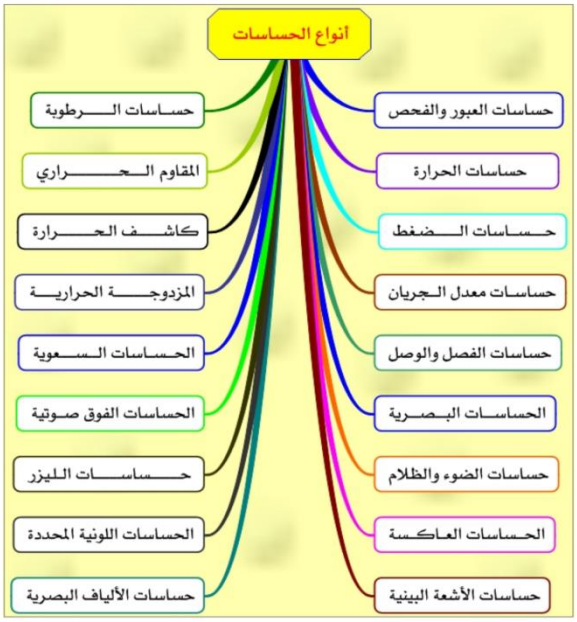
1) الملتقطات الرقمية

وهي الملتقطات التي تعطي خرجا في صورة رقمية، أي ببساطة لها حالتان هما: حالة توصيلOn وحالة قطع Off ولا يمكن أن يوجد بينهما قيم متوسطة.

2) الملتقطات التناظرية

وهي الحساسات التي تعطي إشارة خرج تناظري أي أنها تعطي إشارة خرج كهربائية تتناسب في كل لحظة مع القيمة الطبيعية المطلوب قياسها.

6.2 أنواع الملتقطات



الشكل (3.2): بعض أنواع الملتقطات.

هنالك العديد من الملتقطات نذكر منها :

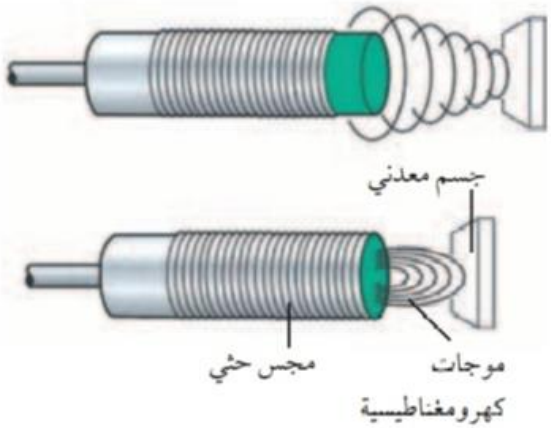
1) الملتقطات الحثية.
2) الملتقطات السعوية.
3) ملتقط الرطوبة.
4) الملتقطات الحرارية.

1.6.2 الملتقطات الحثية

1.1.6.2 تعريف الملتقطات الحثية

هو عبارة عن عنصر يستشعر بوجود الأجسام المعدنية الموجودة في مجاله المغناطيسي وذلك دون اتصال ميكانيكي، إن المجس الحثي يضخم الموجة من حيث ارتفاع قيمتها الآتية عن طريق الملف والوشائع حيث يلف الملف حول قلب حديدي مفتوح من جهة واحدة كما في الشكل فإذا وجد جسم من المعدن في المجال المغناطيسي

للملف فإنه ينشأ تيارات إعصارية في هذا الملف نتيجة ارتداد جزء من الموجات الكهرومغناطيسية، مما يؤدي إلى تغيير في قيمة الطاقة داخل الملتقط وهكذا يستشعر بوجود أجسام معدنية أم لا في مجاله المغناطيسي.



الشكل (4.2): رسم توضيحي لعمل الملتقطات الحثية.

2.1.6.2 تكوين الملتقطات الحثية

يتكون من: [5]

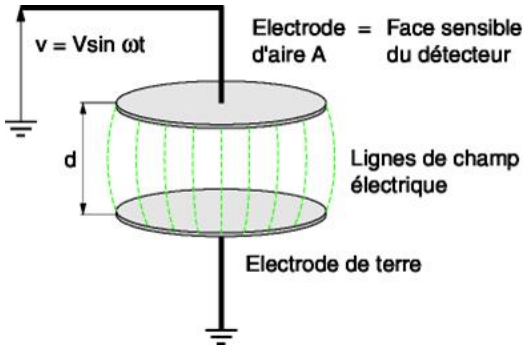
- ملف كهرومغناطيسي لإصدار موجات كهرومغناطيسية.
- مضخم لتكبير الإشارة المغناطيسية.
- قادح للتحكم وذلك بعمل مفاتيح إشارة الخرج.
- مفاتيح إشارة الخرج.

الشكل (5.2): البنية الداخلية للملتقط الحثي.

2.6.2 الملتقطات السعوية

1.2.6.2 التكوين

يتكون الرأس الكاشف من لبوسين لمكثفة تسمح بالكشف عن المواد العازلة أو غير العازلة مثل الزجاج والماء والمواد البلاستكية ...[5]



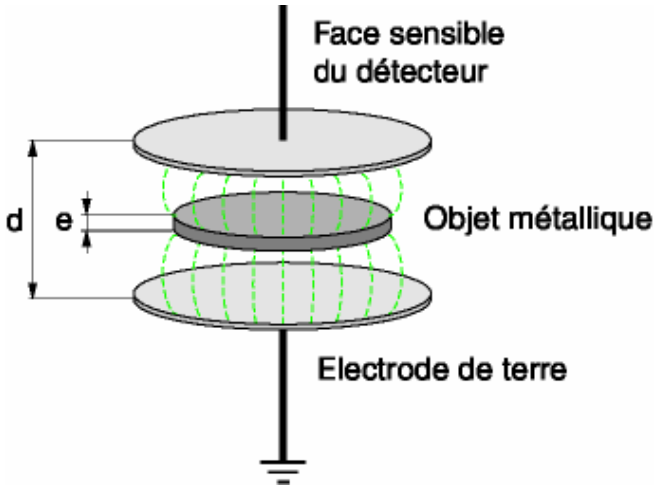
الشكل (6.2): رسم توضيحي لمكونات الملتقط السعوي.

2.2.6.2 مبدأ العمل [5]

عند توصيل الرأس الكاشف بتيار متناوب ينشأ حقل كهربائي بين اللبوسين ليحدد قيمة المكثفة C0 وعند وجود مادة بين اللبوسين ترتفع قيمة المكثفة وتصبح C وبقياس هذه القيمة يمكن الكشف عن المواد. [5]

C0: عدم وجود المادة المطلوب الكشف عنها.

C : وجود المادة بين اللبوسين.



الشكل (7.2): رسم توضيحي للملتقط السعوي أثناء العمل.

3.6.2 ملتقط الرطوبة

1.3.6.2 مفهوم الرطوبة

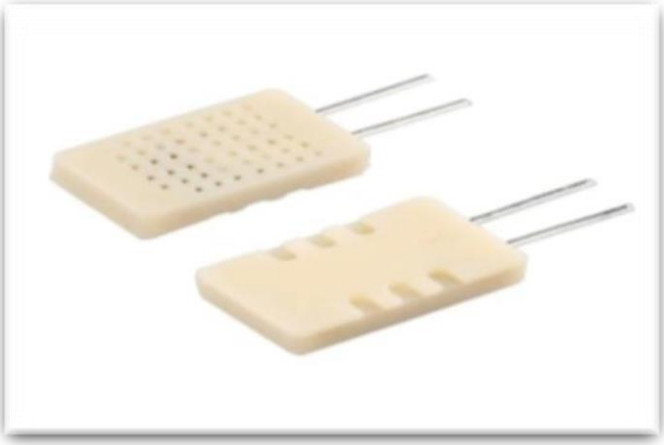
الرطوبة هي مزيج من الهواء الجاف وبخار الماء في الهواء المحيط، إن قياس الرطوبة يشير إلى معدل الرطوبة الذي يعبر عنه بالرطوبة النسبية، وقياسها يرتبط بالكميات المادية الأخرى كدرجة الحرارة والضغط. [6]

2.3.6.2 وصف ملتقط الرطوبة

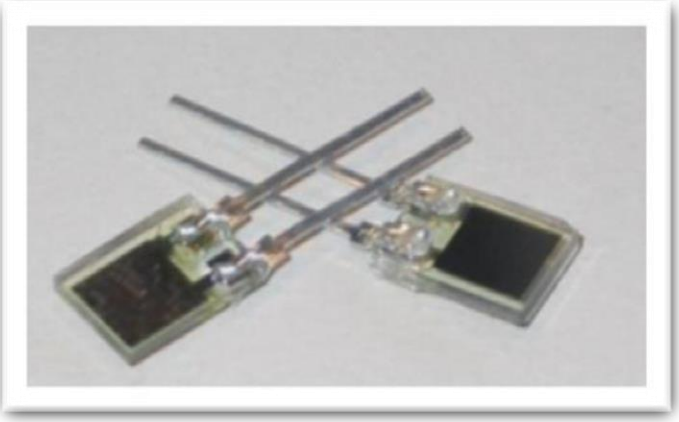
حساس الرطوبة عبارة عن مسبار هندسي، يتكون المسبار من أسطوانتين من الفولاذ المقاوم للصدأ تفصل بينهما مسافة 50 ملم، ويعمل الحساس بفرق جهد كهربائي بديل 12 فولت فعال وتردد 50 هرتز لتجنب أي ظاهرة كهربائية (الظاهرة المادية التي يتم مواجهتها عند تزويد الحساس باستمرار) .[6].

تختلف المقاومة بين الإلكترودين وفقا للرطوبة، الأمر الذي ينتج عنه اختلاف في سعة البدائل المحتملة عند مخرج الحساس.[6]

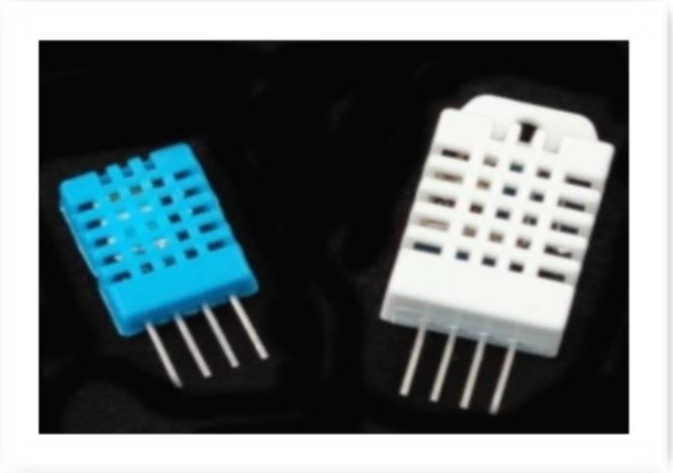
3.3.6.2 بعض أنواع ملتقطات الرطوبة



الشكل (8.2): ملتقط HSO7.



الشكل (9.2): حساس الرطوبة المقاومة.



الشكل (10.2): حساس DHT11.

✓ نختص بالذكر هنا ملتقط DHT11.

1.3.3.6.2 ملتقط DHT11

أ. تعريف الملتقط

يعد ملتقط الرطوبة ودرجة الحرارة DHT11 ملتقطا رقميًا أساسيًا ومنخفض التكلفة لقياس درجة الحرارة والرطوبة . يعمل DHT11 كسلك واحد لنقل البيانات، حيث يوفر قيم الرطوبة ودرجة الحرارة بشكل تسلسلي باستخدام بروتوكول ذو سلك واحد (One-Wire Protocol) . يقدم ملتقط DHT11 قيمة الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية (20% إلى90 %)، وقيم درجة الحرارة بالدرجة المئوية 0 إلى 50(°C) . [4]

ب. أطراف الملتقط DHT11

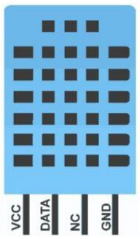
يعتبر DHT11 حساسًا بأربع أطراف وهذه الأطراف هي: [4]

VCC : مصدر الجهد الكهربائي.

DATA : لنقل البيانات.

GND(Ground) : الأرضي.

أما الطرف الأخير فهو غير مستخدم، كما هو موضح في الشكل أدناه.



الشكل (11.2): صورة توضح أطراف الملتقط DHT11.

جدول (1.2): جدول يوضح وصف أطراف الملتقط حسب الصورة السابقة مرتبة من اليسار إلى اليمين.

رقم المدخل	اسم المدخل	وصف الأطراف
1	VCC	جهد التغذية من 3.3 فولت إلى 5 فولت مستمر
2	DATA	مخرج رقمي
3	NC	لا يستخدم
4	GND	الأرضي

ج. مواصفاته

مواصفات ملتقطDHT11 : [4]

- جهد التغذية الكهربائية: من 3.3 إلى 5 فولت تيار مستمر(DC) .
- استهلاك التيار: بحد أقصى 2.5 ميلي أمبير.
- مدى التشغيل: رطوبة نسبية من 20% إلى 80%، ودرجة حرارة من 0 إلى 50 درجة مئوية.

- مدى قياس الرطوبة: من 20% إلى 90 % RH.
- دقة قياس الرطوبة: ±5% RH .
- مدى قياس درجة الحرارة: من 0 إلى 50 درجة مئوية.
- دقة قياس درجة الحرارة: ±2 درجة مئوية.
- زمن الاستجابة: 1 ثانية.
- معدل العينات (Sampling Rate) :1هرتز (عينة واحدة كل ثانية).
- تنسيق الإشارة الخارجة: إشارة رقمية عبر خط واحد (Single-Bus Digital Signal).
- مسافة نقل البيانات: 20 إلى 30 مترًا (في الهواء الطلق).
- الأبعاد: 15 مم × 12 مم × 5.5 مم.
- الوزن: 2.5 جرام.
- بروتوكول إرسال البيانات: 1 إشارة بدء + 40 بت بيانات + 1 فحص تحقق(Checksum) .

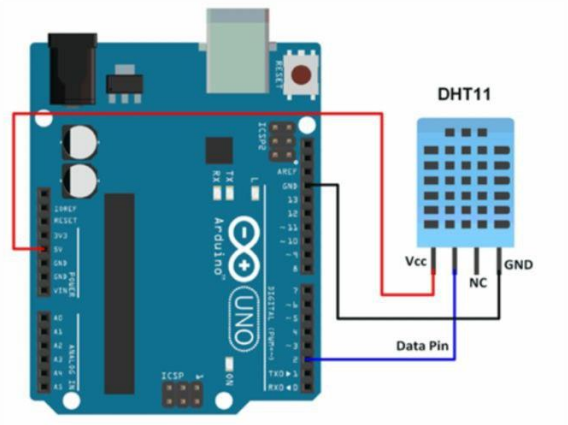
د. الربط مع الأردوينو أونو [9]

يمكن استخدام المستشعر DHT11 بواسطة لوحة الأردوينو أونو وذلك باتباع الطرق التالية:

توصيل الطاقة: قم بتوصيل موصل الطاقة (VCC) من المستشعر بمنفذ 5 فولت على لوحة الأردوينو.

توصيل الأرضي: قم بتوصيل موصل الأرضي (GND) من المستشعر بمنفذ GND على لوحة الأردوينو .

توصيل بيانات الاستشعار: قم بتوصيل موصل البيانات من المستشعر بأي منفذ رقمي متاح على لوحة الأردوينو.



الشكل (12.2): صورة توضح ربط أطراف الملتقط DHT11 مع لوحة الأردوينو أونو.

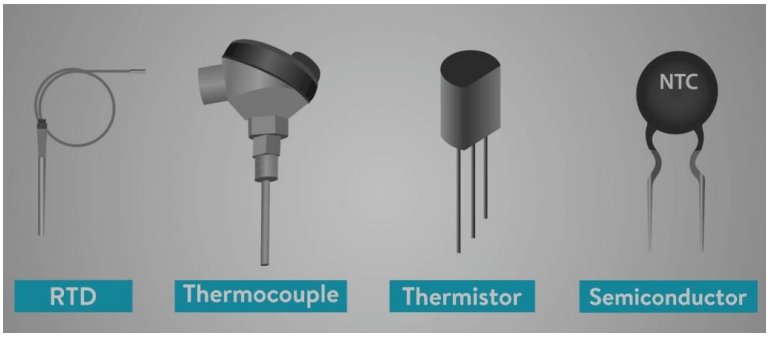
هـ. مميزات الملتقط DHT11 [9]

- دقة معقولة: يوفر قراءات مقبولة لدرجات الحرارة بين 0 درجة مئوية و50 درجة مئوية، والرطوبة بنسبة تتراوح بين 20% و90%، مما يكفي لمعظم التطبيقات الشائعة .
- سهولة الاستخدام: يعتبر من الأجهزة السهلة التي يمكن توصيلها وبرمجتها بسهولة مع الأنظمة الالكترونية مثل Arduino أو Raspberry Pi.
- تكلفة منخفضة: بفضل تكلفته المنخفضة، فإنه متاح ومناسب للعديد من المشاريع والاستخدامات الصغيرة والمتوسطة.
- متانة معقولة: يوفر دائمًا قراءات مقبولة، ولكنه يحتاج إلى التعامل اللطيف والحفاظ على الظروف الملائمة للحفاظ على دقته مع مرور الوقت .

يتم توصيل المستشعر عادةً بمتحكم صغير مثل Arduino أو Raspberry Pi ، حيث يقوم بإرسال إشارات رقمية تحتوي على قراءات درجة الحرارة والرطوبة. هذه البيانات يمكن معالجتها واستخدامها في تطبيقات متعددة مثل نظم مراقبة الطقس، وأنظمة التحكم في المناخ، وأجهزة الروبوتات، والعديد من التطبيقات الأخرى التي تتطلب رصدًا دقيقًا لدرجة الحرارة والرطوبة.

4.6.2 الملتقطات الحرارية

معروف أن لتغير درجة الحرارة أثر كبير على بعض المواد وكمثال لذلك تغير حجم الزئبق بتغير درجة الحرارة وهو ما يستخدم في التيرمومتر وكذلك أيضا للحرارة تأثير على مواد أخرى لكن قد يختلف شكل ونوع التأثير من مادة إلى أخرى فمثلا يمكن أن تؤثر في قيمة مقاومة المواد ... إلخ.



الشكل (13.2): رسم توضيحي لبعض أنواع الملتقطات الحرارية.

1.4.6.2 الملتقط الحراري

- يؤثر على الخصائص الفيزيائية للمادة (الضغط، المقاومة الكهربائية، تغير الطور).[6]
- قياس مهم في البحث والصناعة.
- مرتبط بمتوسط الطاقة الحركية للجسيمات (التحريك الحراري).

2.4.6.2 أنواع الملتقطات الحرارية

نذكر بعض أنواعها ولكن نختص بالذكر ملتقط LM35 لأنه موضوع بحثنا.

أ. الكواشف الحرارية(TDR) Temperature detectors Resistance

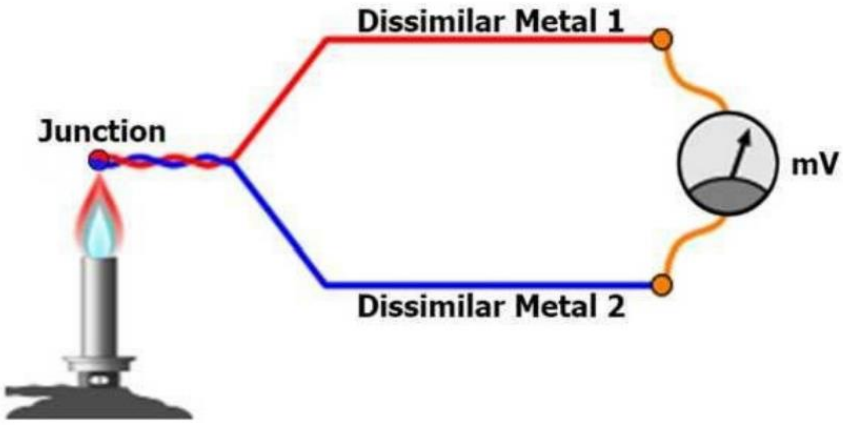
هو أداة لقياس درجة الحرارة، وهو من أقدم أنواع المجسات، ويعتمد مبدأ عمله على تغيير مقاومة المعادن مع درجات الحرارة، ويتم اختبار معادن ذات معامل حراري كبير (زيادة الحساسية) وتكون ذات معامل حراري موجب أي تزيد المقاومة بزيادة درجات الحرارة. [5]

ب. المزدوج الحراري Thermocouple

هو من أبسط أنواع المجسات المستخدمة في قياس درجات الحرارة وأكثرها انتشارا وخاصة في درجات الحرارة المرتفعة. ويتكون من سلكين من نوعين مختلفين من السبائك (المعادن) موصولين في نهاية واحدة، عند ارتفاع درجة الحرارة يتولد فرق جهد قليل بين طرفي الأسلاك، ويتناسب فرق الجهد مع فرق درجات الحرارة ويعتمد أيضا على المادة المصنوع منها.[5]

تركيبه

يتكون من وصلتين وصلة القياس (الحارة أو الموجبة +) والوصلة المرجعية (الباردة أو السالبة −)، ويتوفر منه عدة أنواع بناء على مادة السبائك المصنوع منها والمشهور منها مثل: J,K,T,E وهناك أنواع أخرى مثل: R,S,B,G,C . [5]

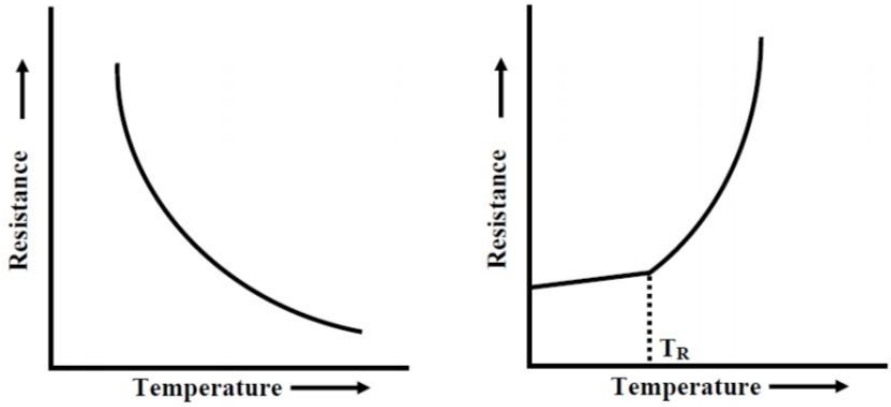


الشكل (14.2): رسم توضيحي للتركيب الداخلي للمزدوج الحراري.

ج. المقاومة الحرارية

هي مقاومة ذات حساسية عالية لتغيرات درجة الحرارة، وتصل دقتها إلى (0.2 – 0.1) أوم لكل درجة حرارة مئوية، وتصنع من مواد شبه موصلة وبعض أكاسيد المعادن مثل: الحديد والنيكل والكروم. وتصنف المقاومة الحرارية إلى مجموعتين: [5]

- الأولى ذات معامل حراري سالب CTN أي أن مقاومتها تنخفض بازدياد درجة الحرارة.
- الثانية ذات معامل حراري موجب CTP أي أن مقاومتها تزداد بازدياد درجة الحرارة، ويدخل في صناعتها البلاتين، وحساسيتها أقل من حساسية CTN.



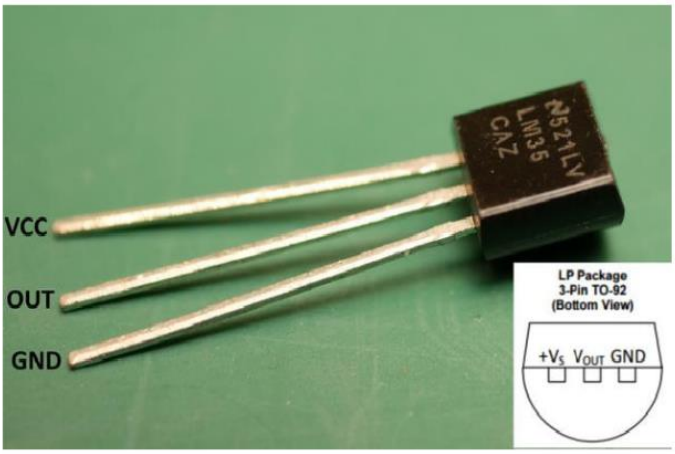
الشكل (15.2): رسم بياني لمنحنى CTN وCTP بدلالة الحرارة (CTP على اليمين وCTN على اليسار).

د. الملتقط LM35

د.1 تعريف الملتقط LM35

هو ملتقط شكله الخارجي مثل الترونزستور، يتكون من ثلاثة أرجل، يقوم باستشعار درجة الحرارة بالدرجة المئوية، حيث يتناسب الجهد الخارج منه تناسبا طرديا مع درجة الجرارة المكتسبة من قبله، حيث تعطي 10 ميلي فولت لكل درجة مئوية (10mV=1 °C). [7]

إنه يحظى بشعبية كبيرة في مجال الالكترونيات لأنه دقيق وغير مكلف وسهل الاستخدام للغاية وموثوق للغاية. مستشعر درجة الحرارة LM35 قادر على قياس درجات حرارة تتراوح من −55 درجة مئوية إلى +150 درجة مئوية في نسخته الأكثر دقة ومع التركيب المناسب، يمكنه قياس أي درجة حرارة.[6]



الشكل (16.2): رسم توضيحي للملتقط LM35.

د.2 مبدأ عمل الملتقط LM35

يقوم الملتقط الحراري LM35 بتحويل درجة الحرارة المحيطة به الى جهد تناظري Voltage Analogique، إن العلاقة بين ارتفاع درجة حرارة الملتقطLM35 و كمية فرق الجهد الناشئة منه هي علاقة طردية تتناسب بشكل خطي معا، فكلما زادت درجة الحرارة يزداد الجهد الخارج منه والتي تمر بالملتقط بمعدل 10 ميلي فولت \ درجة مئوية فلو زدنا درجة الحرارة إلى 45 درجة مئوية لزاد الجهد إلى 450 ميلي فولت. [7] إذا قمت بتعريض لوحة Arduino "الكلاسيكية" لهذه درجات الحرارة القصوى، فإنها ستتوقف عن العمل أو تتدهور بسرعة كبيرة. ينطبق هذا على لوحات Arduino، ولكن أيضًا على جميع الدوائر الالكترونية الأخرى المصنعة وفقًا للمعايير "العامة" (وليس "الصناعية"). للعلم، نطاقات درجات الحرارة الكلاسيكية في الالكترونيات هي كما يلي: [6]

• عامة الناس: 0 درجة مئوية ~ 70 درجة مئوية.

• الصناعة: −40 درجة مئوية ~ 85 درجة مئوية.

• الجيش: −55 درجة مئوية ~ 125 درجة مئوية.

د.3 أطراف الملتقط LM 35

إن طريقة توصيل الملتقط LM35 داخل الدارات الكهربائية تعتمد على تحديد وظيفة كل من أطرافه الثلاث وهي: الطرف الأرضي GND (أي السالب) والخارج الجهدي Vout والدخل الجهدي Vcc أو Vin الذي يقوم بتغذية الملتقط بالكهرباء أن يكون على الأقل بمقدار 2.7 فولت كي يبدأ الملتقط LM35 بالعمل بشكله الكامل.

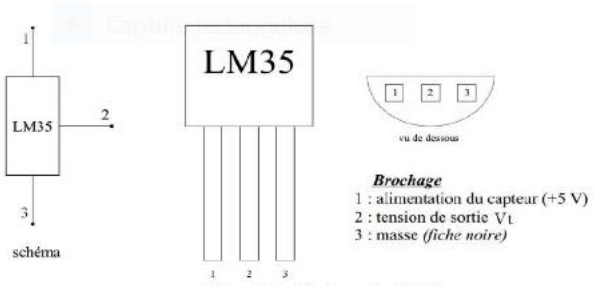


Figure II.4 : Brochage du LM35

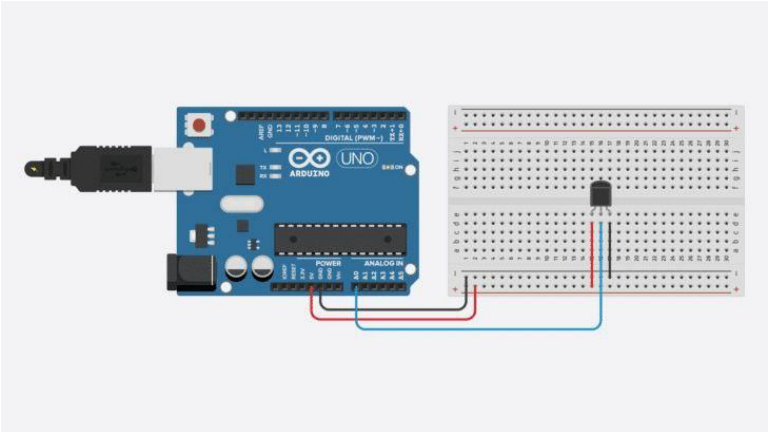
Brochage du capteur :	
Broches	Désignation
1	Alimentation du capteur
2	Sortie du potentiel proportionnel à la température
3	Masse du capteur

Tableau1.1 : Brochage du capteur

الشكل (17.2): رسم توضيحي لعمل كل رجل من الملتقط LM35.

يفضل عند توصيل الملتقط LM35 ألا يوصل مباشرة بالدارة بل يوصل بسلك يبعده عن الدارة لضمان عدم تأثره بحرارة عناصر الدارة ودقة وكفاءة قياس درجة الحرارة. [7]

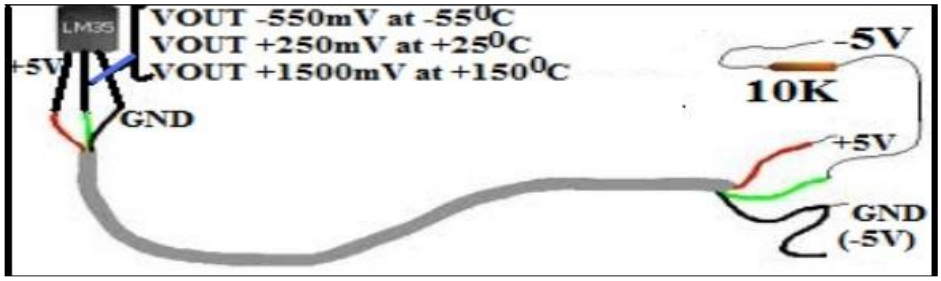
د.3 توصيل الملتقط LM 35 بلوحة الأردوينو أونو



الشكل (18.2): صورة توضح ربط أطراف الملتقط LM35 مع لوحة الأردوينو أونو.

د.4 طريقة اختبار الملتقط LM 35

يمكنك اختبار الملتقط بتوصيل الطرف Vcc إلى الجهد 5 فولت والطرف GND إلى الأرضي أما الطرف Vout وهو في المنتصف ويمثل خرج الملتقط. ويتم توصيل مقاومة حمل 10 كيلو أوم بينه وبين الأرضي ثم يتم قياس جهد الخرج من على طرفي المقاومة يكون مجس الفولت متر الموجب على الطرف Vout والمجس السالب على الأرضي ونطاق القياس على الجهد المستمر فإذا كانت الحرارة 36 درجة مئوية ستقرأ على الفولت متر 360 ميلي فولت أما إذا كانت الحرارة 18 درجة مئوية ستقرأ على الفولت متر 180 ميلي فولت وهكذا.[7]



الشكل (19.2): رسم توضيحي لطريقة اختبار الملتقط LM35.

ويمكن اختباره مباشرة هكذا:

اختبار و فحص الحساس عند درجة حراره 36°م	لمس حساس الحرارة ليكتسب حرارة الجسم لاحظ تغير القراءة	وضع ثلج لأختبار التغير (لاحظ الجهد ينخفض)

الشكل (20.2): رسم توضيحي لطريقة اختبار الملتقط LM35.

د.5 مميزات وخصائص الملتقط LM 35 [10]

- ✓ قليل التكلفة.
- ✓ نسبة الخطأ في قياس درجة الحرارة للملتقط LM35 لا تتعدى 5%.
- ✓ درجة الحساسية للملتقط هي 10 ميلي فولت \ درجة مئوية.
- ✓ مناسب لقياس درجات الحرارة في الأماكن البعيدة والنائية.
- ✓ إن الحرارة الذاتية للملتقط منخفضة أي بحدود 0.08 درجة مئوية.
- ✓ يمتلك مقاومة خارجية منخفضة لا تتعدى 0.1 أوم لكل 1 ميلي أمبير مار فيه.
- ✓ مستشعر درجة الحرارة LM35 هو مستشعر درجة حرارة حيث يكون جهد الخرج متناسبًا خطيًا مع درجة الحرارة بالدرجة المئوية. لا يتطلب هذا المستشعر معايرة خارجية لتوفير دقة ±°C على نطاق درجة حرارة يتراوح من −55 درجة مئوية إلى +150 درجة مئوية. معاملها هو mV/°C10 وفي حالتنا يتم تشغيل المستشعر بجهد 0−5 فولت، وبالتالي يمكننا قياس درجات الحرارة الإيجابية فقط [6].

د.6 استخدامات واستعمالات الملتقط LM 35 [11]

- ✓ يمكن استعماله مع متحكمات دقيقة عديدة منها الميكروكنترولر، راسبي ريباي وحتى الأردوينو.
- ✓ يستعمل في المعامل الدراسية لإجراء التجارب المتعلقة بدرجة الحرارة والقراءة الفعالة لتلك الدرجات.

7.2 الخاتمة

وفي ختام هذا الفصل، نستطيع القول أن الملتقطات تمثل القلب النابض لأي نظام قياس أو تحكم آلي، فهي الوسيلة التي تربط بين العالم الفيزيائي والمجالات الرقمية والتطبيقات الصناعية. تلعب الملتقطات دورًا أساسيًا في تحويل الكميات الفيزيائية المختلفة مثل الحرارة، والضغط، والسرعة، والإزاحة إلى إشارات كهربائية قابلة للمعالجة والتحليل. ومن خلال هذا الفصل، استعرضنا أنواع الملتقطات المختلفة، مبادئ عملها، واستخداماتها المتعددة في مجالات الصناعة، والطب، والبحث العلمي، وغيرها من التطبيقات الحيوية.

إن التطور الكبير في تكنولوجيا الملتقطات أتاح إنتاج أجهزة أكثر دقة ومرونة وسرعة في الاستجابة، مما ساهم بشكل مباشر في تحسين أداء الأنظمة الذكية والمعدات الحديثة. كما أن الفهم العميق لمواصفات الملتقطات، وطريقة اختيارها بشكل مناسب لكل تطبيق، يمثلان ركيزة أساسية لضمان دقة القياسات وكفاءة الأنظمة.

وفي النهاية، فإن الاستثمار في تطوير الملتقطات ودراسة خصائصها يعد ضرورة ملحة لمواكبة التطور التكنولوجي المستمر، حيث تمثل الملتقطات الأساس الذي يقوم عليه أي نظام قياس أو تحكم ناجح، ما يجعلها محورًا أساسيًا في تحقيق التقدم والابتكار في مختلف المجالات.

درسنا في هذا الفصل الملتقطات دراسة نظرية من أجل الاستفادة من ذلك في العمل التطبيقي، ولا يقتصر على ذلك فقط بل يتعدى إلى أهمية هذا الموضوع في حياتنا المهنية مستقبلا في مجال التدريس.

المراجع

[1] https://mobde3eln.blogspot.com/مبدعو الإلكترونيات | الإلكترونيات بقلم عربي

اطلع عليه يوم 5 مارس 2025.

[2] https://staff.univ-batna2.dzpdf/

اطلع عليه يوم 5 مارس 2025.

[3] https://www.4electron.com/2021/04/7275/

اطلع عليه يوم 5 مارس 2025.

[4] https://www.electronicwings.com/sensors-modules/dht11

اطلع عليه يوم 5 مارس 2025.

[5] التدريس بالمشاريع مشروع المرحل السكوني كتاب الملتقطات الكهربائية _ المجسات للأستاذ والمهندس لواسف مجلة الكتب العربية.

[6] Nourelhouda MEHALAINE, Etude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques ; thèse de Fin d'études Spécialité Commande électrique ; Université Larbi Ben M' hidioum El Bouaghi.

[7] كتاب دوائر الحساسات.

[8]https://elearning.enp-oran.dzpdf/Les Capteurs

اطلع عليه يوم 10 مارس 2025.

[9] https://www.robotique.site/tutoriel-arabe/

اطلع عليه يوم 10 مارس 2025.

[10] https://ielectrony.com/

اطلع عليه يوم 10 مارس 2025.

[11] https://www.electronpashaa.com/

اطلع عليه يوم 10 مارس 2025.

الفصل الثالث

دراسة الأردوينو

1.3 مقدمة

أصبح التطور التكنولوجي هدفا قوميا واحتياجا حقيقيا لنمو المجتمع ونمو قدرات أفراده وحسن استخدام موارده وحمايتها، وفي الوقت الذي كانت تتطور فيه هذه التقنيات كان لابد من استخدامها فيما يفيد الأمة من سرعة إنجاز للأعمال وتوفير الوقت على سبيل المثال فتح باب بعض المحلات آليا أو استجابة التلفاز لأوامرنا عن بعد في الحقيقة أن هذا كله لا يحدث صدفة بل يعود الفضل في هذا الاختراع إلى تفنن المهندسين والمبرمجين حول العالم في السعي إلى ابتكار وسائل تمكن من تسهيل متطلبات الحياة، وذلك من خلال تصميم لوحات الكترونية تساعد على بناء وإنشاء الدارات والمشاريع الالكترونية بكل سهولة نظرا لما لها من إمكانيات كبيرة تمكنها من التحكم في مختلف القطع الالكترونية والبرمجيات حيث أنه منذ زمن ليس ببعيد كان العمل على صناعة دارة الكترونية للقيام بوظيفة معينة يعني بناء تصميم الكتروني معقد من مكونات مثل المقاومات، المكثفات، الملفات، الترانزستور...الخ، حيث كانت الدارات الالكترونية ثابتة التصميم وإعادة تغيير أو تعديل جزء بسيط فيها كان يعني الكثير من العمليات المعقدة مثل: اللحام، قطع الأسلاك، إعادة النظر في المخططات الالكترونية والكثير من الأمور المزعجة التي أدت إلى اقتصار وظيفة تطوير المنتجات الالكترونية على مجموعة من المهندسين المتخصصين فقط .

بفضل هذا التطور التكنولوجي ظهرت تقنية الأردوينو التي غيرت مفهوم الناس عن علوم المتحكمات الدقيقة Microcontrollers، حيث عمدت هذه التقنية إلى تبسيط علم المتحكمات الدقيقة والبرمجة بصورة مكنت الجميع من تحويل أفكارهم إلى أجهزة الكترونية بسهولة ودون الحاجة لخبرة عميقة في علم الالكترونيات أو البرمجة.

هذا الفصل سيكون عبارة عن دراسة نظرية لمختلف العناصر الالكترونية والأنظمة التي نحتاجها لإنجاز المشروع فنتعرف على بطاقة الأردوينو التي أحدثت ثورة علمية في علم الالكترونيات بصفة عامة حيث سنذكر تاريخه وبعض أنواعه ونختص بالذكر Arduino UNO من ناحية خصائصه ومكانته وسبب اختيارنا له، وسوف نشرح بالتفصيل مميزاته وعيوبه وطريقة برمجته.

2.3 نبذة تاريخية

بدأ تطوير المشروع اعتمادا على مشروع سابق اسمه Wiring Platform والذي قد نجح في تحقيق بعض أهداف الأردوينو الأساسية مثل المصدر المفتوح، لكن لم يصل إلى المستوى الذي تمناه فريق التطوير من الناحية

البرمجية والتصميم العتادي Hardware Design لذلك تم البدء في العمل على تطوير اللغة البرمجية المستخدمة في مشروع Wiring وجعلها أسهل وأفضل، كما تم دمج بعض التقنيات المستخدمة في لغة Processing. [1]

بدأ تاريخ الأردوينو في مصنع صغير يقع في قرية إيفريا شمال غرب إيطاليا عام 2005، عندما قام فريق من مهندسي الإلكترونيات ماسيمو بانزي MassimoBanzi بالتعاون مع دافيد كوارتيليس DavidCuartielles وجاينلوكا ماتينو Martino Gianluca بإطلاق مشروع اردوينو ايفريا Arduinoiverea وتم تسمية المشروع باسم أشهر شخصية تاريخية في المدينة وكان الهدف الأساسي للمشروع هو عمل بيئة تطوير للمتحكمات الدقيقة بصورة مفتوحة المصدر مئة بالمئة وتضمن هذا المشروع عمل بيئة تطوير برمجية للمتحكمات الدقيقة وتكون مجانية في ذات الوقت كما تضمن عمل لوحات تطوير صغيرة الحجم بتكلفة بسيطة يمكن للطلبة والهواة شرائها.[2]

وتم إطلاق أول لوحة تطويرية في أواخر عام 2005 واعتمدت على شريحة ATmega 168 من العائلة المشهورة AVR وسميت هذه اللوحة باسم Arduino Serial V-1 وبعدها قام مؤسسي المشروع بنشر كل ما يتعلق بالأردوينو برخصة مفتوحة المصدر على موقع arduino.cc وكان يعني أن أي فرد يمكنه الاطلاع والتعديل على التصميمات الهندسية والشفرات المصدرية وتم نشر كل هذا مجانا. وما إن تم النشر حتى توالت الكثير من التطويرات على التصميمات الهندسية للوحات وتم إصدار العديد من اللوحات مثل:

Arduino Méga، Arduino MINI.

وكان القاسم المشترك في كل الإصدارات السابقة أنها تعتمد على شرائح المتحكمات الدقيقة من عائلة AVR التي تنتجها شركة Atmel وقد حقق المشروع نجاحا باهرا.[5]

وفي عام 2009 تعرض الأردوينو لنقلة نوعية جديدة على يد Leaflabs الذي قام بتطوير لوحة أردوينو جديدة تسمى the mapleboord تعمل بشرائح الكترونية من عائلة ARM Cortex والتي نقلت أردوينو إلى أفق جديد من السرعة والقوة حيث تتمتع جميع شرائح ARM باحتوائها على معالجات عالية السرعة تمتلك قوة معالجة تبدأ من 72 ميجا هرتز وتصل في بعض الإصدارات إلى 1,5 جيجا هرتز. وبذلك استطاع فريق Leaf Labs الخروج من حدود إمكانيات الشرائح وبهذا تم الانتقال إلى جيل جديد مع الاحتفاظ باللغة البرمجية التي تتميز بالسهولة وخلوها من التعقيدات وكذلك الاحتفاظ بعامل السعر. وبالرغم من كل التطورات السريعة إلا أنها لم تتوقف في حدود Cortex ARM بل وصل إلى شرائح (FPGA Field-Programmable Gate Arrays) مصفوفات البوابات المنطقية القابلة للبرمجة ففي عام 2010 تم نشر مشروع اسمه Papilio Arduino والهدف منه هو صناعة لوحة تعمل بشرائح من النوع FPGS حيث تتميز بالسرعة الفائقة في أداء عمليات المعالجة

بصورة متوازية وفك تشفير البيانات ولهذا تستخدم بكثرة في التطبيقات الصناعية ولكن يعيب هذه الشرائح عدة أمور من بينها صعوبة البرمجة لأنها تستخدم لغات معقدة وكذلك تكلفة لوحات التطوير الخاصة مما تجعلها مقتصرة على المحترفين والشركات فقط لذا جاء مشروع Papilio Arduino ليحل هذه المشكلات ويقدم لوحة تطوير جديدة إلى عائلة لوحات Papilio Arduino IDE(Integrated Environment Development) وهي نسخة معدلة من برنامج Arduino IDE لجعل لغة أردوينو تتناسب مع شرائح FPGA كما تم اصدار لوحات Papilio boards للبيع في منتصف عام 2010 بأسعار معقولة . [5]

بعد مشروع Papilio Arduino أصبحت عائلة أردوينو تحتوي على لوحات تطويرية تعمل تقريبا بكافة التقنيات التي تم ابتكارها مثل: شرائحAVR و FPGA وحتىARM Cortex . [4]

3.3 مدخل إلى الأردوينو

3 .1.3. تعريف الأردوينو

هو عبارة عن لوحة الكترونية صغيرة الحجم تتكون من دوائر الكترونية مفتوحة المصدر open hardware أي أنه يمكن الاطلاع والتعديل على التصميمات الهندسية والشفرات المصدرية source codes لكل من لوحات الأردوينو بما يتناسب معها مع متحكم دقيق من شركة ATMEL على لوحة واحدة، وهذا لتطوير الكثير من الأفكار والمشاريع المتعلقة بالتحكم الآلي بصورة سهلة بسيطة عن طريق استخدام لغة برمجة مفتوحة المصدر Arduino C.

وقد تم اشتقاقها من لغة C والتي تعد أساسا إحدى لغات البرمجة الحديثة ومن أقوى لغات البرمجة، ويتم برمجة المتحكمة الموجودة على اللوحة الالكترونية باستخدام برنامج خاص يسمى:[5]

Arduino IDE : Integrated Development environnement.

ويستخدم الَأردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الالكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة مثل الحرارة، الضغط، الرياح.... إلخ [6] يعمل الأردوينو كمتحكم ورابط بين المكونات الكهربائية المختلفة، حيث يتم التحكم بطريقة عملها ببرمجتها كمدخل (لوحة أزرار، مقياس الضوء، حساس)أو كمخرج (مصابيح، محركات، صوت، شاشة) [7] كما أن كل هذه المميزات والبرمجيات مجانية تماما على غرار بعض البيئات التطويرية مثل micro c والتي تتطلب منك شراء رخصة مكلفة تصل في بعض الأحيان إلى آلاف الدولارات لاستخدامها. [8]

قوة الأردوينو Arduino تتجلى في قدرته الكبيرة على التواصل مع القطع الالكترونية الأخرى كالمحولات أو الحساسات والاستفادة منها في الحصول على مختلف البيانات كدرجة الحرارة والرطوبة أو شدة الإضاءة وكذلك فاعليته الكبيرة في التحكم في المحركات وديودات الإصدار الضوئي والكثير من القطع الالكترونية يمكن تشغيل مشاريع الأردوينو Arduino عن طريق وصله بالكمبيوتر وجعله يتعامل مع أحد البرامج الموجودة على الجهاز أو بالإمكان تشغيله باستقلالية تامة. [3]

2.3.3 أنواع الأردوينو

منذ عام 2006 بدأ يصبح الأردوينو من أشهر أنواع بطاقات التطوير الالكترونية، ومع زيادة الطلب عليها أتت الحاجة إلى تصنيع وإصدار أنواع متعددة ومختلفة الحجم والوظيفة لكي تفتح المجال لأصحاب الأفكار بإيجاد البطاقة المناسبة لمشاريعهم. أصبح للأردوينو الآن أكثر من 91 نوع مختلف، فهناك أنواع يصل طولها إلى (90 سم) وأنواع أخرى دائرية الشكل يصل قطرها إلى (5سم) . كما أصبح الآن لأحد أنواع الأردوينو عجلات (Arduino Robot). [9]

- قبل معرفة أنواع لوحات الأردوينو علينا معرفة العوامل التي تدخل في اختيار اللوحة عند انشاء المشاريع:
  - مقاس المشروع إذا كان صغير أو كبير عندها ستختار لوحة كبيرة أو صغيرة.
  - مواصفات الميكرو مراقب من حيث قياس الذاكرة وسرعة المعالج.
  - عدد نقاط الدخل والخرج التي يحتاجها المشروع.

إمكانية إضافة خصائص أخرى للمشروع مثل: WIFI, Bluetooth. [10]

ويوجد العديد من الأنواع والتي نذكر منها:

1.2.3.3 الأردوينو أونو Arduino uno

من أكثر الأنواع استخداما وشيوعا في بناء المشاريع ويعود الأمر إلى سهولة استخدامه خاصة للمبتدئين ويوجد لهذه اللوحة في الوقت الحاضر ثلاثة اصدارات معدلة: اللوحة الأولى هي اللوحة الأصليةUNO R1 ، اللوحة الثانية تم فيها إدخال بعض التعديلات على اللوحة الأصلية وتعرف بـUNO R2 ، لاحقا تم إجراء بعض التعديلات على اللوحة الثانية وتم الحصول على اللوحة المطورة الثالثةUNO R3. [11]

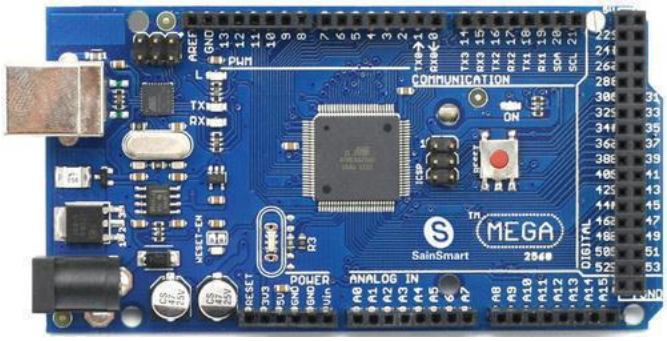
الشكل (1.3): لوحة الأردوينو أونو.

لأننا اخترناه في العمل التطبيقي سنتطرق إليه بالتفصيل فيما سيأتي من الفصل.

2.2.3.3 الأردوينو ميغا Arduino and Genuino Mega 2560

صمم هذا النوع من بطاقات الأردوينو ليتلاءم مع المشاريع الأكثر تعقيدا كالطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing والمشاريع الروبوتية الحسية. يستخدم الميغا في برمجته ميكرو مراقب من نوعATmega2560 ، تحتوي على 54 مدخل/مخرج رقمي و16مدخل تماثلي 6 منها يمكن استخدامها كمخارجPWM ، مما تمنح المشروع عديدا من الفرص في الإبداع والتحكم الممتاز. وأيضا تحتوي على مدخلUSB ، UARTS4، ICSP ومدخل مستقل للطاقة الكهربائية [12]، كما يحتوي على زر إعادة التشغيل.

تمتاز لوحة Arduino MEGA ADk أيضا بوجود دارة متكاملة MAX3421E التي توفر واجهة تحتوي على مدخلUSB مما يسمح لهذه اللوحة بالاتصال والتفاعل مع أي جهاز له قطب USB مثل الهواتف الخلوية الداعمة لنظام الأندرويد مثل: الكاميرات، متحكمات ألعاب بالإضافة إلى الفأرة ولوحة المفاتيح. [10]



الشكل (2.3): لوحة الأردوينو ميغا.

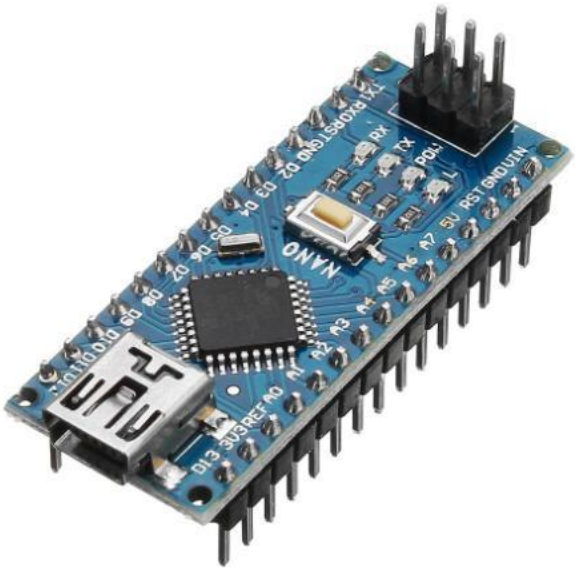
جدول (1.3): خصائص الأردوينو ميغا.

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

3.2.3.3 الأردوينو نانو Arduino nano

على الرغم من صغر حجم هذه البطاقة إلا أنها تمتلك صفات ومزايا الأردوينو أونو Arduino UNO فهي محبذة الاستخدام في بيئة بطاقة التوصيل الالكتروني Bread Board يتم برمجة المتحكمة فيه والتي هي من نوع ATmega328P، بواسطة mini Cable USB والذي هو المصدر الوحيد لربطها بالطاقة الكهربائية. [12]

- الأبعاد: 18-45mm.
- المنافذ الرقمية: 22 منها 6 pwm.
- المداخل التماثلية: 6. [7]



الشكل (3.3): لوحة الأردوينو نانو.

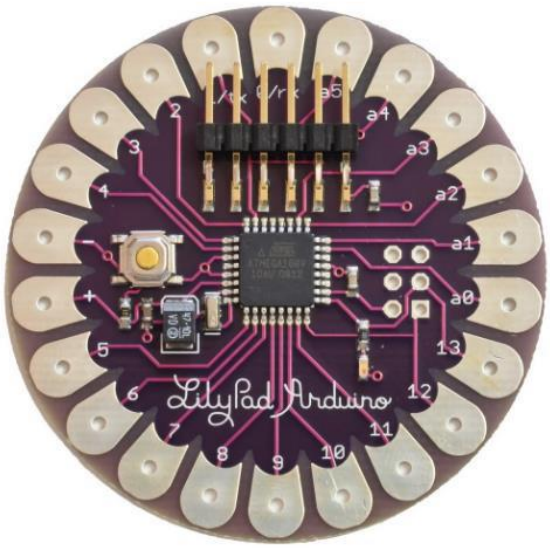
4.2.3.3 الأردوينو ليلي باد Arduino Lilypad

تم تصميم لوحات ليلي باد لتعمل مع المنسوجات الالكترونية .E-textiles تقدم نفس وظائف لوحات الأردوينو الأخرى مع مزايا أخرى مثل: خفة الوزن، دائرية الشكل، ولها منفذ إخراج كبير بهدف تسهيل عملية الاتصال والربط مع الملابس حيث يوجد عدة إصدارات للوحات ليلي باد وهي:

Lilypad main board, Lilypad simple, Lilypad USB. [10]

يعتبر أصغر أنواع الأردوينو التي يمكن توصيلها بالكمبيوتر عن طريق وصلة USB مباشرة دون الحاجة إلى استخدام USB to serial بشكل منفصل. يتوفر على 9 منافذ رقمية يمكن استخدام 4 منها كمنافذ إخراج PWM و4 منافذ تماثلية. [13]

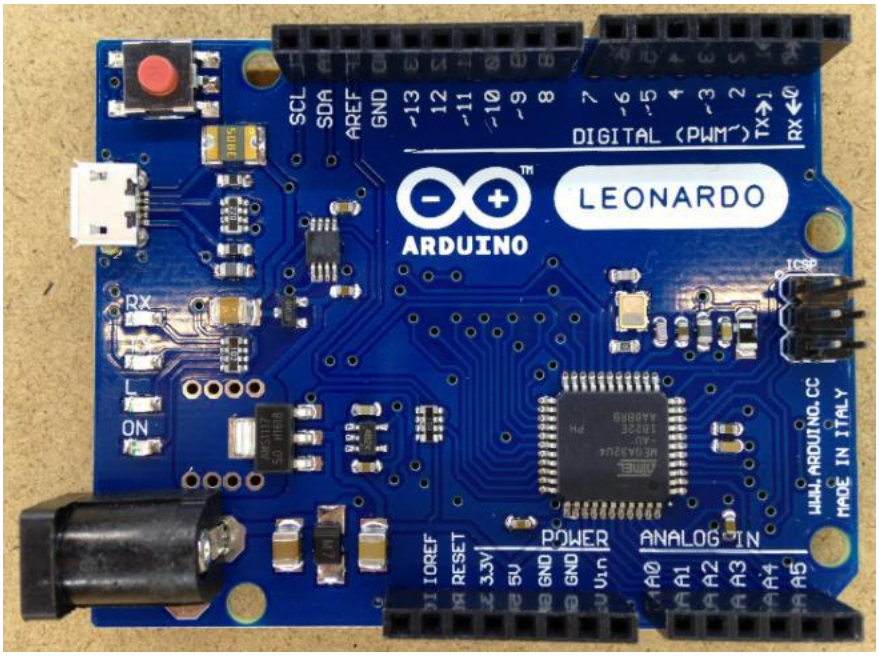
طورت المتحكمات التي تعمل عليها من النوع " ATmega168 " إلى النوع " ATmega328V " والتي تعمل على توترات منخفضة نسبيا، تصبح أداة الكترونية فعالة عند ربطها بمخارج ميكانيكية (كالمحركات) دون أن تترك أي عبئ كهربائي مع الأدوات المرتبطة معها. [12]



الشكل (4.3): لوحة الأردوينو ليلي باد.

5.2.3.3 الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo

هو لوح مشابه للأونو من حيث الشكل، وتختلف عنها بالميكروكنتولر الرئيسي وهو ATmega32u4 الذي يحتوي على وحدة اتصال USB مدمجة بالمتحكمة، [12] والمنفذ USB المستخدم هو micro USB وليس USB type B، مما يسمح باستخدامه مع الكمبيوتر كفأرة أو لوحة مفاتيح. يحتوي على 20 منفذ رقمي 7 منها يمكن استخدامها كمخارج PWM و12 مدخل تماثلي بالإضافة إلى USB micro وICS. [14]



الشكل (5.3): لوحة الأردوينو ليوناردو.

1.2.3.3 الأردوينو أونو Arduino uno

1.1.2.3.3 تعريف الأردوينو أونو Arduino uno

يعتبر الأردوينو أونو من أشهر أنواع الأردوينو و أكثرها انتشارا و استخداما و الأسهل للتعلم، فهي عبارة عن دائرة الكترونية صغيرة تستخدم في برمجة شريحة من نوع ATmega328 تحتوي اللوحة على 14 قطب رقمي (مدخل/مخرج) لتوصيل المكونات الالكترونية إلى المتحكمة المباشرة، حيث من هذه 14 يوجد 6 أقطاب يمكن استخدامها كمخارج Pwm outputs أو ما يعرف بالتعديل الرقمي المعتمد على عرض النبضة pulse width Modulation تتوفر أيضا 6 أقطاب تماثلية analog input بالإضافة إلى قطب USB و التي تستطيع من خلالها تحميل نص البرمجة على الميكرو مراقب ، وهناك منفذ آخر لتزويد الأردوينو أونو بطاقة خارجية منفصلة مثل البطاريات ذات ال 9 فولت، كما تحتوي على زر إعادة التشغيل و Header ICSP الذي يعتبر طريقة إضافية لبرمجة الشريحة وهي لا تزال موصولة بالدارة بخلاف USB، [15] ويمكنك أن تعتبر لوحة الأردوينو لوحة تطوير وبرمجة مصغرة ومهيئة للاستخدام المباشر فهي تقريبا تحتوي كل ما تحتاج لكي تعمل عليها سواء عن طريق منفذ خارجي للطاقة مثل البطارية أو عن طريق مصدر USB.

2.1.2.3.3 خصائص الأردوينو أونو Arduino uno

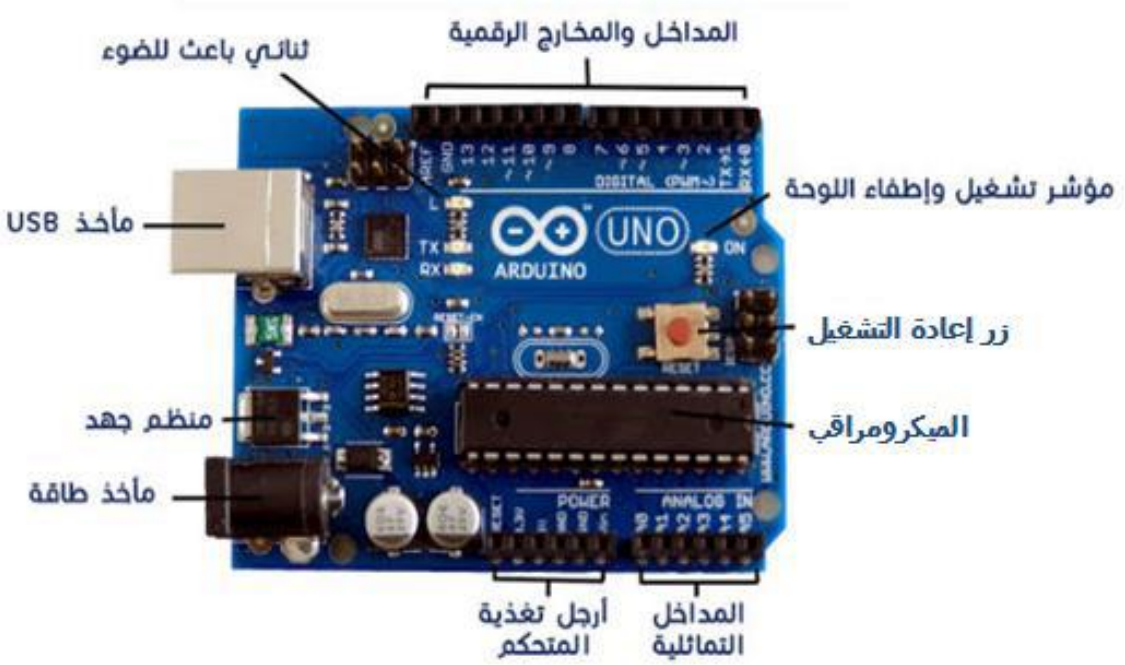
نقدم جدول يوضح خصائص الأردوينو أونو Arduino uno:

جدول (2.3): يوضح خصائص الأردوينو أونو.

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

3.1.2.3.3 مكونات الأردوينو أونو Arduino uno

الأردوينو كغيره من الأجهزة الالكترونية له تركيب داخلي من خلال دراسته نستطيع فهم طريقة عمله وكيفية استعمال برمجيته في تصميم المشاريع. صورة توضح بعض مكونات الأردوينو أونو سنتطرق إليها بالتفصيل.



الشكل (6.3): يمثل مكونات الأردوينو أونو.

أ. المتحكم AVR ATmega 328 الرئيسي

أهم عنصر في لوحات الأردوينو هو المتحكم الرئيسي، فهو الذي سيحدد خواصها ومزاياها الالكترونية. عندما يتم برمجة اللوحة يتم برمجة هذا المتحكم تحديدا مع تطبيق التغذية الكهربائية على اللوحة ينفذ المتحكم البرنامج فيه لتعمل اللوحة وفق المطلوب منها، المتحكم المستخدم في لوحة الأردوينو أونو هو AVR ATmega328 ، [11] وهو كمبيوتر صغير مصمم خصيصا ليقوم بأعمال معينة، يستخدم الذاكرة لتخزين الأوامر المبرمجة والقيام بتنفيذها مثل التشغيل، الإطفاء، التوقيت، العد وغير ذلك من العمليات. [4]

يتصل المتحكم ATmega328 في لوحة الأردوينو أونو بمذبذب ترددهMHz 16، لذلك فإن عدد التعليمات المنفذة في الثانية 16 مليون تعليمة. [11]

جدول (3.3): يحدد أهم مزايا المتحكمATmega328 .

الخاصية	القيمة
نوع المعالج	8-bit AVR
تردد العمل الأعظمي	20 MHz
الأداء	يستطيع المتحكم تنفيذ مليون تعليمة في الثانية (MIPS) عند تردد عمل 1MHz.
سعة ذاكرة البرنامج	32 KB
سعة ذاكرة SRAM	2 KB
سعة ذاكرة EEPROM	1 KB
عدد الأرجل	28 pin
الملحقات الداخلية	مبدل تمثيلي رقمي ADC بدقة 10 bit، وعدد قنواته 6. ثلاث مؤقتات / عدادات. وحدة الاتصال التسلسلي USART. وحدة الاتصال التسلسلي I2C. وحدة الاتصال التسلسلي SPI. مقاطعات داخلية وخارجية.

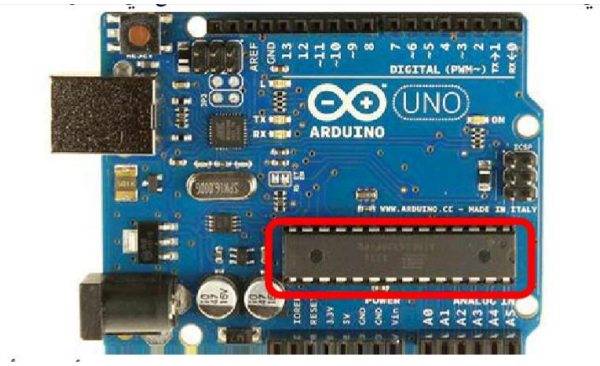
تحتوي شريحة الميكرو مراقب على:

- **معالج البيانات:** يعتبر قلبها ويختلف باختلاف الجهاز المستخدم وكذلك مصنع الجهاز.
- **الذاكرة:** تنقسم إلى ذاكرة عشوائية وذاكرة القراءة فقط، فالذاكرة العشوائية تستخدم لتخزين المعلومات ويتراوح حجمها بين 25 Bits وKbits 4 بحسب الميكرو مراقب، أما ذاكرة القراءة فقط فيتراوح حجمها بين512 Bits و 4096 Bits و قد يصل حجمها إلى 128 Kbits في بعض الأنواع. تستخدم ذاكرة القراءة فقط في تخزين البرامج التي تحتوي على الرموز التي تنفذها [16] حيث:

  SRAM :تعتبر الذاكرة المستخدمة في تسجيل المتغيرات بصورة مؤقته.

EEPROM :الذاكرة المسؤولة عن تسجيل بعض المتغيرات بصورة دائمة داخل المتحكمة و تظل محتفظة بقيمتها حتى بعد فصل الكهرباء. [2]

- **المداخل والمخارج:** وهي أقطاب رقمية توفر الطريق للتعامل مع الأجهزة الخارجية حيث يمكن استعمالها لتشغيل الثنائيات الضوئية والمرحلات كما يختلف عدد هذه الأقطاب بحسب المتحكمة. [16]
- **القطب التسلسليUSB** : يسمح بتبادل المعلومات بين الميكرو مراقب والأجهزة الأخرى كالكمبيوتر والمراقبات الأخرى. [16]
- **المؤقت:** يسمح للميكرو مراقب بالقيام بالمهمات لفترات زمنية محددة. [16]
- **المحول التماثلي الرقميADC** : يترجم المعلومات الداخلية من الهيئة التماثلية(Analog) إلى الهيئة الرقمية (Digital) حتى تتمكن المتحكمة من فهمها والاستجابة لها. [16]



الشكل (7.3): مكان المتحكم AVR ATmega 328 الرئيسي على لوحة الأردوينو أونو.

ب. المتحكم ATmege16u2الثانوي

لا يمكن للمتحكم الرئيسي ATmega328 أن يتبادل البيانات مع الحاسب عبر منفذUSB ، لذلك تم إضافة المتحكم ATmega16u2 إلى لوحة الأردوينو أونو، الذي يوجد ضمن بنيته الداخلية وحدة اتصال تسلسليةUSB ، البيانات التي يتم تبادلها ما بين المتحكم الرئيسي ATmega328 والحاسب قد تكون عملية نقل لرمز البرمجة المكتوبة في الحاسب عن طريق برنامج Arduino cc إلى المتحكم، أو نقل معلومات أثناء تشغيل اللوحة مثل إرسال قيمة درجة الحرارة من اللوحة إلى الحاسب، وإرسال أوامر من الحاسب إلى اللوحة وغير ذلك.[11]

لا يتصل متحكم ATmega328 بشكل مباشر مع منفذ USB وإنما يتواصل مع متحكم ATmega16U2 بشكل تسلسلي وفق بروتوكولUART ، وبدوره يتصل ATmega16U2 مع الحاسب عبر منفذUSB ، بنفس الطريقة

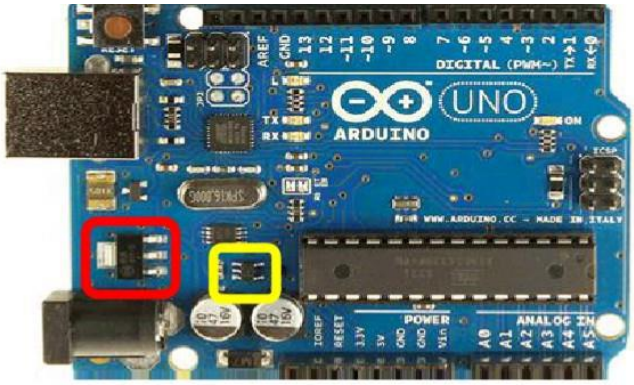
يتصل الحاسب مع ATmega328 عن طريقATmega16U2 ، يمكن اعتبار متحكم ATmega16U2 بمثابة مبدل USB إلى Serial (UART) والعكس، ويظهر كمنفذCOM افتراضي virtuel على الحاسب.[11]

يتصل متحكم ATmega16U2 مع خط إعادة إقلاع المتحكم الرئيسي ATmega328 لأنه عندما يراد برمجة المتحكم الرئيسي لابد من إعادة تشغيله، وهذا ما يقوم به هذا المتحكم، كذلك يتصل متحكم ATmega16U2 مع مذبذب تردده 16 MHz يقع إلى الأسفل منه. لابد من الإشارة إلى أنه في لوحة الأردوينو أونو للنوعين original وR2 يستخدم المتحكم ATmega8U2 بدلا من المتحكم ATmega16U2. [11]

الشكل (8.3): مكان المتحكم ATmege16u2 الثانوي على لوحة الأردوينو أونو.

ج. منظم الجهد 5V، ومنظم جهد 3.3 V

تعمل لوحة الأردوينو أونو بجهد 5 V+، لذلك تحتاج إلى منظم جهد 5V+عندما يتم تغذيتها كهربائيا من منبع خارجي، منظم جهد5V+ المستخدم هو ST50T3G1117، تيار الخرج الأعظمي لهذا المنظم يزيد عن1A، توفر اللوحة أيضا جهدا مقداره3.3V + يمكن أن يستخدم مع دارات أخرى، منظم جهد3.3V +المستخدم هو LP2985-33BVR تيار الخرج الأعظمي لهذا المنظم يصل إلى 150 mA. [17]



الشكل (9.3): مكان منظم الجهد 5 V، ومنظم جهد 3.3 V على لوحة الأردوينو أونو.

د. مجموعة من الصمامات الثنائيات الضوئية

تحتوي لوحة الأردوينو أونو على أربع ثنائيات ضوئية:

- **صمام ثنائي ضوئيON:** يشير إلى أن اللوحة قد تم تطبيق جهد كهربائي عليها 5V+ وهي جاهزة للعمل. لون هذا الثنائي أخضر.[17]
- **صمام ثنائي ضوئيL:** هذا الثنائي متصل مع المخرج الرقمي 13. يضيء عند تطبيق 1منطقيV 5+ على هذا المخرج. لون هذا الثنائي أصفر.[17]
- **صمامان ثنائيان ضوئيانTX، RX:** يومض هذان الثنائيان عندما تتنقل البيانات ما بين متحكم ATmega16U2 ومنفذ USB إلى الحاسب فقط، لون هذين الثنائيين أصفر.[17]

الشكل (10.3): مكان الصمامات الثنائيات الضوئية على لوحة الأردوينو أونو.

حيث أن الصمام المحاط باللون الأخضر هو صمام ثنائي ضوئيON أما الذي باللون الأحمر صمام ثنائي ضوئيL والصمامان الثنائيان الضوئيان المتبقيان هما TX، RX.

ذ. منفذ USB

لهذا المنفذ عدة استخدامات:

- برمجة اللوحة عن طريق الحاسب.
- تبادل البيانات ما بين لوحة الأردوينو (المتحكمATmega328) ومنفذ USB للحاسب.
- تغذية اللوحة بجهدV 5+عند وصل هذا المنفذ مع الحاسب.

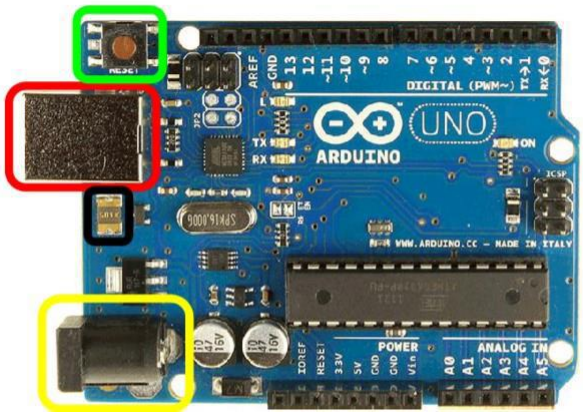
بجانب هذا المنفذ يوجد منصهر لحماية منفذ USB للحاسب من القصر والتيار الزائد على الرغم من أن معظم الحواسيب لها حماية داخلية، تقطع المنصهرة الاتصال بشكل آلي عندما يزيد التيار عن 500mA. [11]

ص. مقبس الطاقة

يمكن تأمين مصدر طاقة بديل لمنفذ USB عن طريق وصل محول AC-to-DC إلى مقبس الطاقة power jack قطر المقبس 2.1 mm، وفي مركزه يطبق الطرف الموجب للمحول، مجال جهد المحول الموصى به يمتد من 7Vوحتى12V. [11]

ض. زر إعادة التشغيل

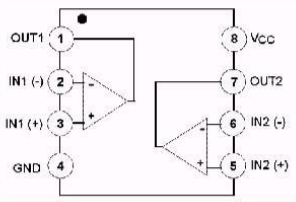
زر إعادة إقلاع لوحة الأردوينو أونو لبدء تنفيذ الأوامر من البداية من جديد.[11]



الشكل(11.3): مكان منفذ USB (باللون الأحمر) مقبس الطاقة (باللون الأصفر) وزر إعادة التشغيل (باللون الأخضر) على لوحة الأردوينو أونو.

م. دارة متكاملة LM358

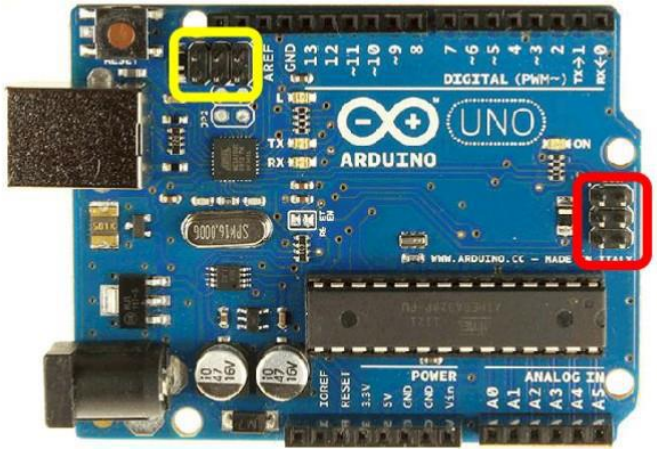
تتضمن لوحة الأونو أيضا دارة متكاملةLM358 ، هذه الدارة عبارة عن مكبري عمليات، يستخدم أحدهما كمقارن جهدي لاختيار تغذية اللوحة من منفذ USB أو من منفذ Vin ويستخدم الآخر كعازل buffer ما بين المخرج 13 والثنائي الضوئي L. [11]



الشكل (12.3): مكان دارة متكاملة LM358 على لوحة الأردوينو أونو.

ن. منفذ برمجة تسلسلي(ICSP) In-Circuit Serial Programming

منفذ البرمجة التسلسلي ICSP من بين الطرق المستعملة في برمجة المتحكم الرئيسي ATmega328، وكذلك يوجد للمتحكم ATmega16U2 منفذ ICSP تتم برمجته من خلاله. تتم عملية البرمجة ICSP من خلال استخدام مبرمجة خارجية أو لوحة أردوينو أخرى يتم وصلها معه.[11]



الشكل (13.3): مكان منفذ برمجة تسلسلي على لوحة الأردوينو أونو.

هـ. منافذ الاستطاعة

خمسة منافذ استطاعة في لوحة الأردوينو أونو وهي مرتبة من اليمين إلى اليسار على الشكل التالي:

المنفذ Vin : يمكن من خلاله تطبيق مصدر تغذية خارجي للوحة (بطارية مثلا) بدلا من منفذ USB ومقبس الطاقة، يتراوح الجهد المطبق ما بين7V و12V تقريبا .[17].

منفذان GND على التوالي: أرضي لوحة الأردوينو، يمكن الاستفادة منهما عند وصل اللوحة مع دارات أخرى [17].

منفذ 5V : تعطي لوحة الأردوينو من خلال هذا المخرج جهدا مقداره5V، بالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة.[17]

منفذ 3.3V :تعطي لوحة الأردوينو أيضا من خلال هذا المخرج جهدا مقداره 3.3 V، بالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارت الخارجية المربوطة مع اللوحة، أعظم تيار يقدمه هذا المنفذ 50 mA يوجد إلى الأيسر من منافذ الاستطاعة ثلاثة منافذ أخرى مرتبة على الشكل التالي: [17]

- **منفذRESET** : 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 الآخر

يتصل مع الأرضي، عند الضغط على هذا المفتاح يتم تطبيق إشارة 0 V على هذا المنفذ، ويعاد تشغيل اللوحة، يعمل المفتاح في هذه الحالة بشكل مشابه لزر إعادة التشغيل الموجود على اللوحة، يمكن الاستفادة 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 إعادة التشغيل على لوحة الأردوينو، ليكون البديل هذا المنفذ.[17]

- **منفذIOREF** : يقدم هذا المنفذ الجهد المرجعي الذي يعمل فيه المتحكم الصغرى، يستخدم هذا المنفذ من قبل ألواح الأغطية Shield لاختيار مصدر الطاقة المناسب أو تمكين محول جهد على المخارج للعمل مع 5V أو 3.3V.[17]
- **منفذ غير مستخدم حاليا:** ومن الممكن أن يستخدم لاحقا للتطوير.[17]

الشكل (14.3): مكان منافذ الاستطاعة تسلسلي على لوحة الأردوينو أونو.

و. منافذ دخل تماثلية

تسمح هذه المنافذ بإدخال إشارات تماثلية، والتي تنتج عادة عن الحساسات التماثلية. يتم تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية باستخدام مبدلADC في متحكمATmega328، دقة تمييز المبدل 10bitsوالجهد المرجعي افتراضيا5V، ويمكن تغييره عن طريق المنفذ AREF عدد هذه المنافذ التماثلية 6 [11] هي A0 ، A1 ، A2 ، A3 ، A4 ، A5.

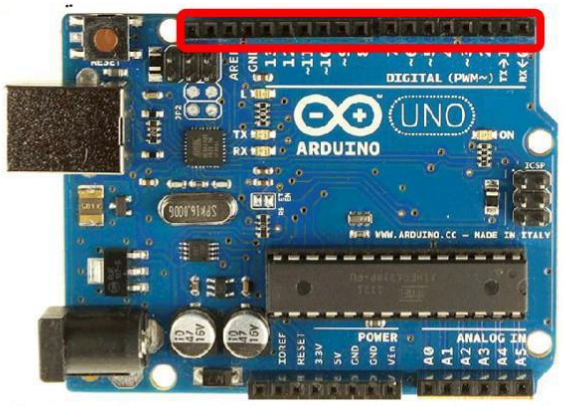
الشكل (15.3): مكان منافذ دخل تماثلية على لوحة الأردوينو أونو (A0، A1، A2، A3، A4، A5).

ي. منافذ دخل وخرج رقمية

.يوضح الشكل منافذ الدخل والخرج الرقمية مرتبة من اليمين إلى اليسار بالأرقام من 1 وحتى 13 والتي لها عدة وظائف كما يلي:

- يمكن لهذه الأرجل كلها أن تعمل كمخارج رقمية أي تخرج إشارة 0V أو إشارة 5V تبعا لرمز البرمجة، أو أن تعمل كمداخل رقمية أي إدخال إشارة 0V أو إشارة5V ، بالتالي يتم على هذه النوافذ وصل عناصر ودارات الكترونية أخرى مثل الثنائيات الضوئية، شاشة الإظهار LCD التي تستقبل خانات رقمية، أو لوحة مفاتيح، أو محرك، وغير ذلك، لكل رجل مقاومة سحب داخلية internal pull-up (غير مفعلة افتراضيا). [11]
- المنافذ 3,5,6,9,10,11: يمكن لكل منها أن تولد إشارة تعديل عرض النبضة (PWM)، يرمز إليها في اللوحة على شكل ~ إشارة PWM هي إشارة مربعة دورية يتم التحكم بعرض النبضة المرتفعة (1 منطقي) . [11]
- المنفذان 0 و1 يعملان كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسلي UART، المنفذ 1 للإرسال، والمنفذ 0 للاستقبال، يتصل هذان المنفذان في نفس الوقت مع منافذ متوافقة للمتحكم ATmega16U2 بحيث يمكن إرسال البيانات التسلسلية إلى الحاسب عبر منفذ USB. [11]
- المنفذان2,3: تستخدم كمقاطعات خارجية. [11]
- المنافذ 10, 11, 12, 13: تعمل كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسلي SPI يضاف لهذه المنافذ إلى اليسار منها المنافذ التالية: [11]
- منفذGND : أرضي لوحة الأردوينو.

- منفذAREF : الجهد المرجعي للمداخل التماثلية.
- المنفذان الأخيرانSCLSDA : يعملان كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسلي 12C.



الشكل (16.3): مكان منافذ دخل وخرج رقمية على لوحة الأردوينو أونو.

3.3.3 .مميزات الأردوينو

البساطة: مصمم ليناسب احتياجات الجميع، محترفين، أساتذة، طلاب وهواة الالكترونيات.

الثمن: هو الأقل ثمنا مقارنة مع الألواح الأخرى من نفس النوع.

تعدد المنصات: برنامج الأردوينو له القدرة على الاشتغال على الويندوزWindows ، الماك Mac OS، اللينكس Linux، أما أغلب المتحكمات الالكترونية الأخرى تشتغل على الويندوز.

بساطة لغة البرمجة: لغة البرمجة مصممة لتكون سهلة للمبتدئين وثابتة وقوية للمحترفين.

البرمجيات مفتوحة المصدر: مكتوبة بلغة++C ، متاحة للجميع لتحميله كما بإمكان المبرمجين التعديل عليه وفق احتياجاتهم.

الأجهزة مفتوحة المصدر: الأردوينو مصنوع أساسا من ميكرو مراقبات ATMEGA8 وATMEGA168 والمخططات منشورة تحت ترخيص Creative Commons مما يتيح لمصممي الدارات الالكترونية تصميم داراتهم الخاصة.[18]

4.3.3 عيوب الأردوينو

- تعتبر القدرة البرمجية للأردوينو أقل بكثير من الكمبيوتر حيث أنه لا يتمكن من تشغيل برامج مثل الويندوز، الأندرويد أو تشغيل شاشات ذات وضوح عالي، هذه الأعمال تناسب الكمبيوتر أو الراسبري باي.
- التيار الذي يتمكن الأردوينو من إخراجه من المنافذ يساوي 20mA و هذا لا يكفي لتشغيل محرك أو مرحل، لذا يجب استخدام عناصر الكترونية لتكبير الطاقة الكهربائية في بعض التطبيقات.[7]

4.3.3 استخدامات الأردوينو

يوجد للأردوينو الكثير من التطبيقات العملية نذكر منها:

- مشاريع قياس درجة الحرارة والرطوبة والضوء.
- مشاريع التحكم بتشغيل الأجهزة وعرض النتائج على شاشة LCD.
- مشاريع قياس المسافة.
- التحكم بأجهزة المنزل عبر الهاتف.
- جهاز انذار الحريق.
- سقي المزروعات تلقائيا.
- أجهزة تحديد موقع السيارات والأشخاص عبر الأقمار الصناعيةGPS. [19]

4.3 البرمجة

البرمجة في عصرنا الحالي موجودة في كل مكان ومن الصعب التفكير في عالمنا دون برمجة، فإذا نظرنا إلى محيطنا سنجد أن كل شيء مبرمج فالحاسوب الذي نستعمله مبرمج، كذلك التلفاز، الساعة الرقمية، الراديو... كلها مبرمجة لكن كل منها بلغة معينة.

1.4.3 تعريف البرمجة: هي عملية كتابة تعليمات وأوامر لجهاز الحاسوب أو أي جهاز آخر لتوجيهه وإعلامه بكيفية التعامل مع البيانات، تتبع عملية البرمجة قواعد محددة باللغة التي اختارها المبرمج، حيث أن لكل لغة خصائصها التي تميزها عن الأخرى. لغة البرمجة هي اللغة التي يتم بها كتابة البرامج ليقوم الجهاز بتنفيذها، تقسم لغات البرمجة إلى عدة أنواع وأجيال. [21]

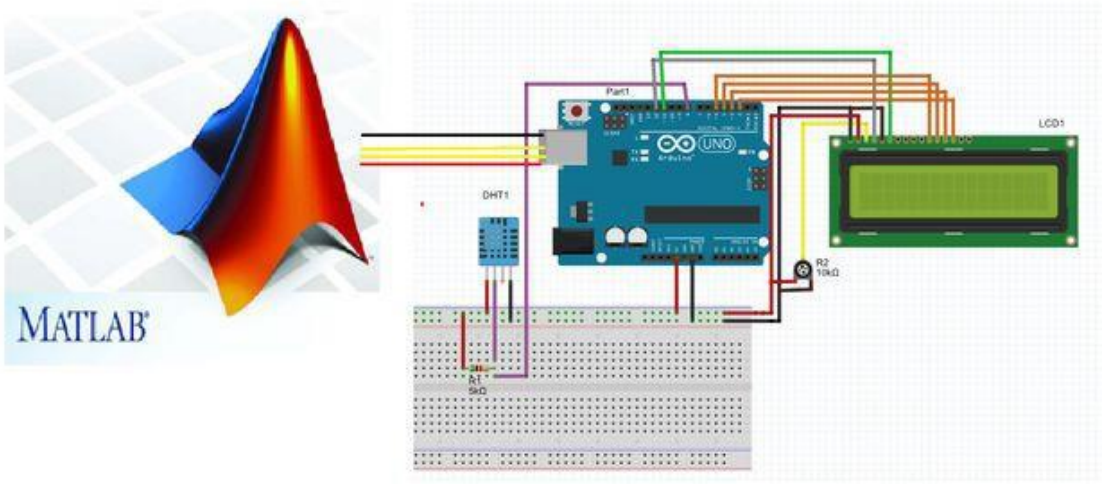
2.4.3 لغات البرمجة

تعددت لغات البرمجة وما يهمنا نحن الآن هو لغة برمجة الاردوينو، والذي يمكن برمجته بالعديد من اللغات نذكر منها: "VB.NET"،"JAVA " ، " Arduino C "، أو باستخدام برنامج " MATLAB ".

1.2.4.3 لغة C ببرنامج ماتلاب

برنامج الماتلاب هو برنامج هندسي (وله مجالات أخرى) يقوم بعمليات تحليل و تمثيل البيانات من خلال معالجة تلك البيانات تبعا لقاعدة البيانات الخاصة به، فمثلا يستطيع البرنامج عمل التفاضل differentiation و التكامل Integration و كذلك يقوم بحل المعادلات الجبرية Algebric fraction وكذلك المعادلات التفاضلية

Differential Equations ذات الرتب العليا و التي قد توصل من الصعوبة ما تصل، ليس فقط ذلك بل يستطيع البرنامج عمل التفاضل الجزئي، و يقوم بعمل عمليات الكسر الجزئي Partial fraction بسهولة و يسر التي تستلزم وقتا كبيرا لعملها بالطرق التقليدية، هذا من الناحية الأكاديمية أما من الناحية التطبيقية فيستطيع البرنامج العمل في جميع المجالات الهندسية مثل أنظمة التحكم و في مجال الميكانيك و صناعة السيارات و الطيران و الكثير من التطبيقات. [22]



الشكل (17.3): طريقة ربط برنامج الماتلاب مع بطاقة الأردوينو أونو.

2.2.4.3 لغة JAVA

هي لغة برمجية كائنية التوجه طورها أساسا جيمس جوسلينغ وجامعيون من شركة صن ميكروسيستيمز سنة 1995، الهدف الأساسي لنشأة الجافا هو إيجاد لغة مشابهة للغة C++ من حيث التركيب النحوي، كائنية التوجه ومصممة للعمل على آلة إفتراضية بحيث لا تحتاج إلى الترجمة من جديد عند استخدام برامجها على منصة تشغيل أو نظام تشغيل جديد، حيث قامت شركة صن بإنشاء آلات إفتراضية لتشغيل الجافا على معظم منصات ونظم التشغيل الموجودة حاليا، فأصبح من الممكن ترجمة البرامج مرة واحدة ثم تشغيله على نظم مختلفة أو ما أسمته صن ب(اكتب مرة واحدة ، شغل في اي مكان)، بين نوفمبر 2006 وماى 2007 تم فتح المصدر لهذه اللغة وأصبحت open source code .

سميت لغة الجافا من قهوة الجاوة التي تزرع في جزيرة جاوا، قد تطورت من مشروع كان، اسمه اوك (بلوط) (من شجرة البلوط الذي كان موجودا خارج نافذة جوسلسنج). [21]

وهي لغة تمكن المبرمجين من كتابة تعليمات الكومبيوتر باستخدام أوامر باللغة الإنجليزية بدلا من الكتابة بالرموز الرقمية، وتعد الجافا لغة عالية المستوى، وذلك لأن الناس يستطيعون قراءتها وكتابتها بسهولة، فهي مثل اللغة الإنجليزية تمتلك مجموعة من القواعد التي تحدد كيفية كتابة التعليمات، وبعد عملية الكتابة تتم ترجمة التعليمات إلى رموز رقمية يفهمها الحاسوب ويعمل على تنفيذها. [24]

```java
public interface CustomInterface {

    public abstract void method1();

    public default void method2() {
        method4();  //private method inside default method
        method5();  //static method inside other non-static method
        System.out.println("default method");
    }

    public static void method3() {
        method5(); //static method inside other static method
        System.out.println("static method");
    }

    private void method4(){
        System.out.println("private method");
    }

    private static void method5(){
        System.out.println("private static method");
    }
}
```

الشكل (18.3): لغة JAVA.

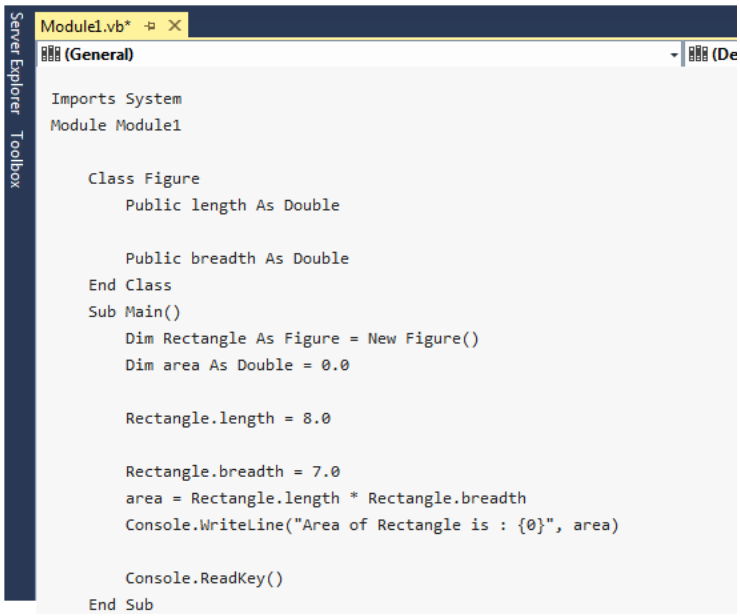
3.2.4.3 لغةVB.NET

ظهرت هذه اللغة في سنة 1963 وهي من أبرز وأقوى اللغات البرمجية. [25]

تعتبر لغة Visual Basic من لغات برمجة ويندوز، فهي تستخدم لتصميم برامج تعمل تحت نظام التشغيل Windows.

و بالتالي يجب على من يريد تعلم هذه اللغة أن يكون ملما بطريقة التعامل مع نظام التشغيل ويندوز، و يفضل أن يكون على دراية كافية بلغة البرمجة Basic (فالمتحولات وبنى التحكم و الملفات في Visual Basic تشابه و بشكل كبير مثيلاتها فيBasic) ومنه يمكننا القول أنها من اللغات المسيرة للأحداث شأنها شأن معظم لغات برمجة ويندوز (Visual C++و Delphi) ، و اللغة المسيرة بالأحداث هي اللغة التي تعتمد فكرة تجزئة البرنامج إلى برامج جزئية تنفذ عند وقوع حدث ما كالضغط فوق أحد الأزرار أو تحريك مؤشر الفأرة فوق النافذة أو مرور فترة من الزمن. وبالتالي يجب عند البدء بالبرنامج تحديد الأحداث وكيفية الاستجابة لكل منها.

وفي الأخير نقول: أن البرمجة بلغة Visual Basicهي برمجة مهمة، فمن خلال وقت قصير جدا نستطيع إنشاء برامج جيدة ومفيدة، وخصوصا أنها سهلة التعلم مقارنة مع لغات مثل: JAVA أو++ Visual C. [26]



الشكل (19.3): لغة VB.NET.

4.2.4.3 لغة Arduino C

لغة أردوينو (Arduino) هي مجرَّد مجموعة من دوال C/C++ أي مشتقة بشكل رئيسي من لغة C و C++ وإطاري العمل Wiring وProcessing وهي مفتوحة المصدر. تُستخدَم لغة أردوينو في برمجة لوحات أردوينو بمختلف أنواعها، إذ توجِّد طريقة برمجة اللوحات مهما اختلفت أنواعها والمتحكمات التي تستند عليها، وتسِّهل عملية البرمجة على أولئك الذين ليس لديهم خلفية برمجية مسبقة. تتميز لغة أردوينو عن لغة C –المشتقة منها– بأنَّها لغة كائنية التوجه، إذ تحتوي على أصناف وكائنات عديدة مثل الصنف String، وStream. أضف إلى ذلك أن أردوينو غنية بالكثير من المكتبات التي توفر المزيد من الوظائف مثل العمل مع أي قطعة أو عنصر الكتروني إضافي وتعديل البيانات ومعالجة معظم التفاصيل المعقدة للجهاز، كما أن هذه اللغة مكتوبة بشكل ثابت لذا يتم التحقق من الشفرة قبل تحويلها إلى تطبيق، وهذا ما يسهل العثور على الأخطاء وهو أمر مفيد بشكل خاص للمبتدئين وتستخدم هذه اللغة ضمن بيئة مترجم Arduino IDE. [27]

3.4.3 بيئة التطوير المتكاملة Arduino IDE

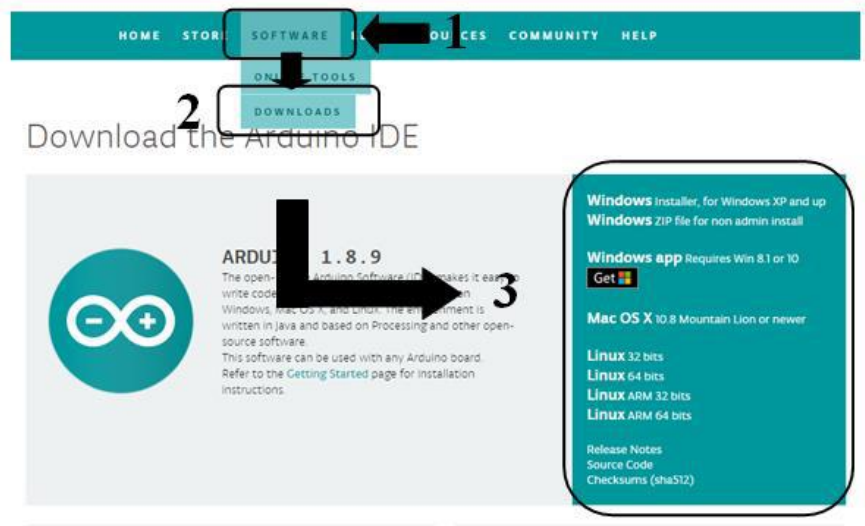
بيئة التطوير IDE وهي اختصار Integrated Development Environment أي بيئة التطوير المتكاملة، وهي عبارة عن بيئة برمجة تقدم للمبرمج الكثير من الأدوات البرمجية المجمعة كلها في مكان واحد ويتم من خلالها كتابة وتحرير البرنامج وتفحصه ومن ثم تحويله إلى لغة يفهمها الأردوينو وتمريره له. [7]

تعتمد بيئة Arduino IDE في أساسها على لغة البرمجة C/C++ 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 الصغيرةMicrocontroller . [7]

تسمى البيئة التطويرية Arduino IDE التي يتم فيها برمجة لوحات الأردوينو وكتابة الشيفرة البرمجية ب Sketch (التصميم أو المخطط)، وكأي بيئة برمجة تحتوي واجهة البرنامج على قوائم وأوامر واختصارات على الواجهة الرئيسية مهمتها تسهيل كتابة البرنامج وتقديم الميزات الكبيرة الموجودة في البيئة التطوير Arduino IDE. [7]

1.3.4.3 تحميل برنامج Arduino IDE على جهاز الكمبيوتر

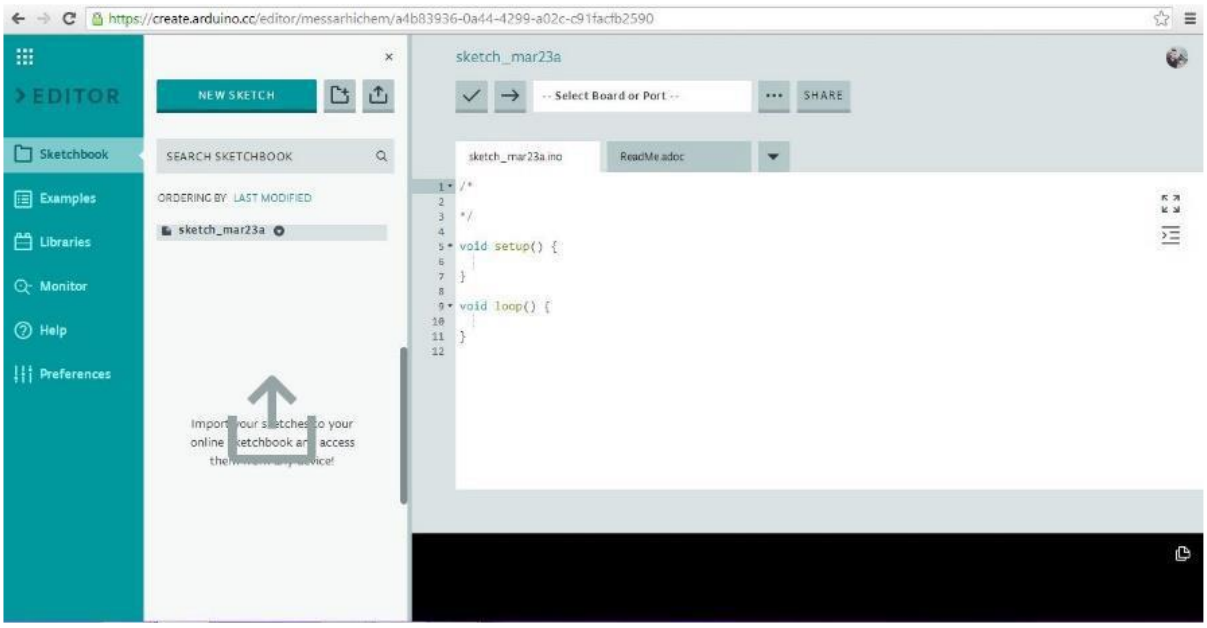
يمكن تحميل برنامج Arduino IDE مجانا من الموقع الرسمي Arduino.cc بزيارة موقع Google اكتب arduino وادخل إلى الموقع الرسمي arduino.cc في أعلى الصفحة ستجد زر في القائمة اسمه software ثم اختر Donloawds اضغط عليه ستجد خيارات عديدة لتحميل البرنامج : تحميل لويندوز أو ماك أو لينيكس . [7]



الشكل (20.3): طريقة تحميل برنامج Arduino IDE على جهاز الكومبيوتر.

2.3.4.3 استخدام مبرمج الأردوينو الحديث على الأنترنتArduino Create

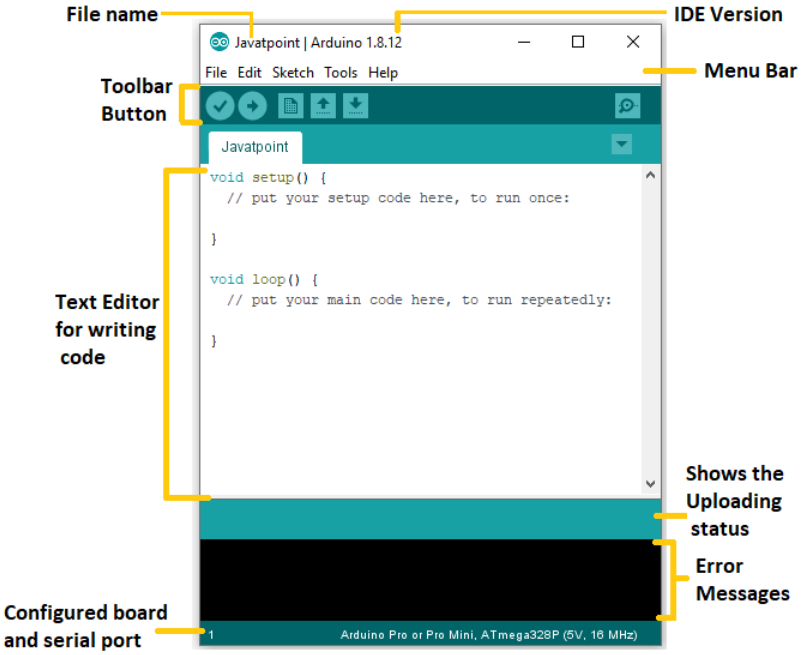
يعتبر تطور كبير بالنسبة للطريقة السابقة من ناحية التحديثات والتنظيم وسهولة إضافة المكتبات. العيب في هذه الطريقة هو تعطل مستعرض الأنترنت أحيانا. يتطلب هذا المبرمج إنشاء حساب في الموقع، كما يتطلب تثبيت ملف صغير على الكمبيوتر قبل استخدام.Arduino Create _ web editor . [7]



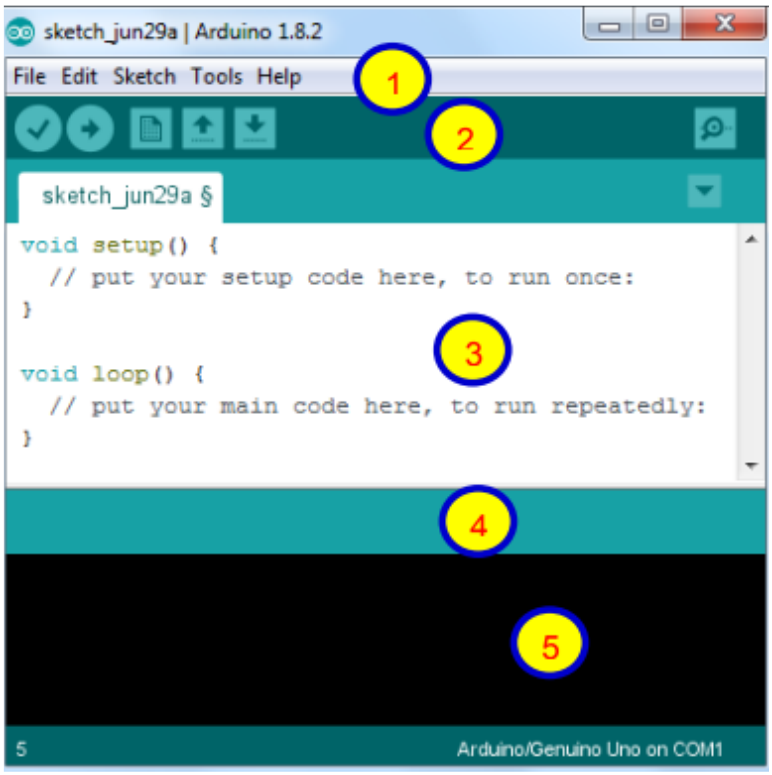
الشكل (21.3): واجهة مبرمج الأردوينو الحديث على الأنترنت Arduino Create.

3.3.4.3 التعرف على برنامج Arduino IDE

الخطوة الأولى لاستعمال البرنامج هو تثبيته على جهاز الحاسوب من الموقع الرسمي، بعد التثبيت نقوم بفتحه. إذ تعتبر الواجهة سهلة الاستخدام وقليلة الخيارات.



الشكل (22.3): واجهة برنامج Arduino IDE مع شرح باللغة الإنجليزية.



الشكل (23.3): واجهة برنامج Arduino IDE مع ترقيم لأهم أقسامها.

تحتوي واجهة البيئة التطويرية على أربعة أقسام رئيسية، كما هو موضح في الصورة:

1. شريط أدوات التقويم menu toolbar .
2. شريط أدوات الوظائف العامة common functions toolbar .

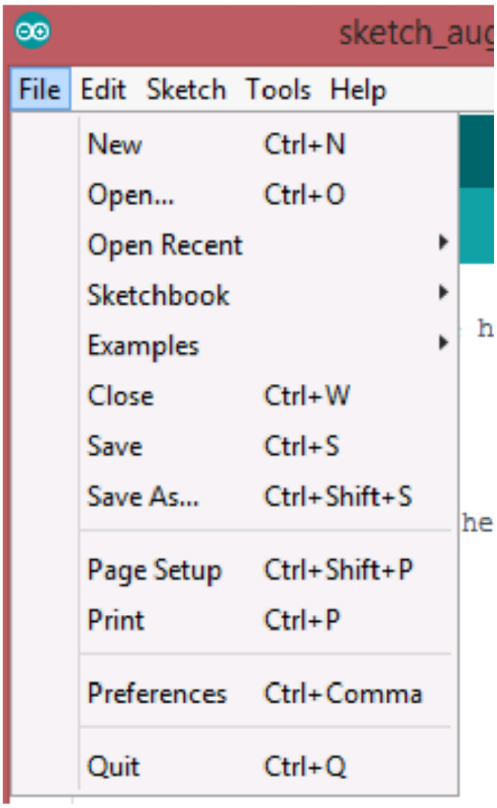
3. محرر النصtext editor .
4. منطقة الرسالةmessage area .
5. لوحة مراقبة النصtext console .

1) شرح شريط أدوات التقويم menu toolbar

أ. قائمة ملف File: [3]

جدول (4.3): يوضح عمل تعليمات قائمة ملف File.

جديد(New)	**فتح صفحة عمل جديدة .**
فتح(Open)	فتح صفحة عمل موجودة سابقا .
المفتوحة حديثا(Open recent)	عرض صفحات العمل الأكثر استخداما .
كتابة شيفرة البرمجة(Sketch book)	يدل على الرسومات المضمنة في مجلد صفحة العمل.
أمثلة(Example)	يقدم هذا الخيار العديد من الأمثلة الجاهزة في بيئة Arduino IDEاوكذلك المكتبات الجاهزة.
اغلاق(Close)	اغلاق نافذة العمل الحالية .
حفظ(Save)	حفظ صفحة العمل الحالية بالاسم الحالي .
حفظ باسم(Save as)	حفظ صفحة العمل باسم جديد .
اعدادات الصفحة(Page Setup)	تغيير اعدادات الصفحة للطباعة .
طباعة(Print)	طباعة صفحة العمل .
تفضيلات(Preference)	يتم فتح نافذة يتم من خلالها تحرير اعدادات ورقة العمل منها اعدادات اللغة وترقيم أسطر البرنامج وغير ذلك.
خروج(Quite)	اغلاق جميع نوافذ البرنامج .



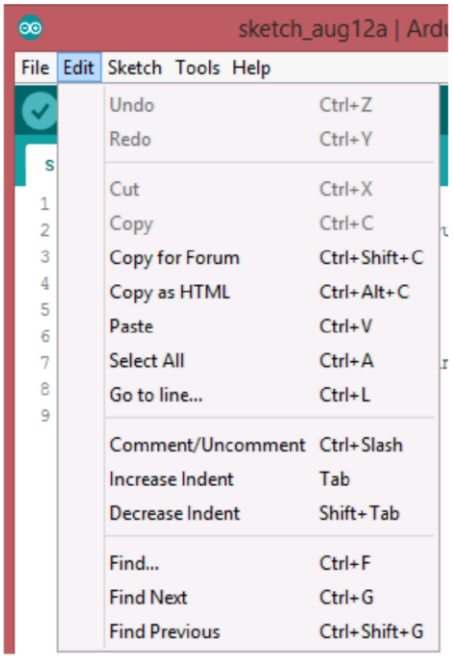
الشكل (24.3): قائمة ملف File من شريط أدوات التقويم menu toolbar.

ب. قائمة تحرير Edit[3]

جدول (5.3): يوضح عمل تعليمات قائمة تحرير Edit.

إعادة/تراجع(Undon /Redo)	يتم من خلال هذين الأمرين التراجع للخلف خطوة أو التقدم للأمام خطوة أثناء تحرير الكود البرمجي.
قص(Cut)	ازالة قسم محدد من المحور ووضعه في الحافظة .
نسخ(Copy)	نسخ قسم محدد من المحور ووضعه في الحافظة .
نسخ للمنتدى(Copy for Forum)	نسخ الكود البرمجي لورقة العمل الخاصة بالمبرمج لموقع المنتدى.
نسخ ك(Copy as HTML)	المتناسب مع HTML نسخ ورقة العمل بامتداد صفحات مواقع النت.
لصق(Paste)	وضع محتوى الحافظة في موضع المؤشر في محرر الكود .

تحديد الكل(Select All)	يختار ويحدد جميع محتوى محرر الكود .
الذهاب للسطر(Go to line)	الذهاب للسطر المطلوب والذي له رقم .
إلغاء الملاحظة/ الملاحظة (Comment/Uncomment)	وضع أو ازالة علامة التعليق (//) في بداية كل سطر محدد.
إنقاص المسافة البادئة/ زيادة (Increase/Decrease Indent)	يتم عبر مفتاح Tab
إيجاد(Find)	فتح نافذة يتم من خلالها البحث عن جملة مطلوبة واستبدالها.

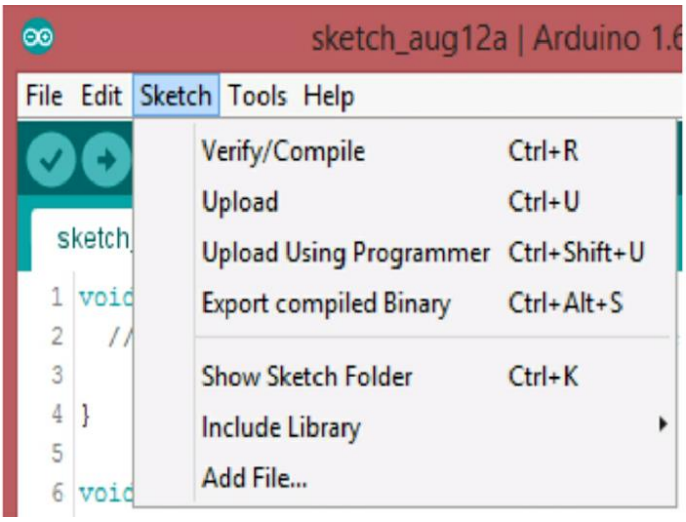


الشكل (25.3): قائمة تحرير Edit من شريط أدوات التقويم menu toolbar.

ج. قائمة الشيفرة البرمجية Sketch [3]

جدول (6.3): يوضح عمل تعليمات قائمة الشيفرة البرمجية Sketch.

ترجمة/ تحقق (Verify/Compile)	لفحص الكود البرمجي وترجمته للغة يفهمها المتحكم.
رفع (Upload)	رفع الكود للوحة الأردوينو بعد تحو يله للغة يفهمها المتحكم .
رفع باستخدام المبرمجة (Upload Using Programmer)	نسخ الكود البرمجي عبر مبرمجة للمتحكم، لكن استخدام هذه الآلية سوف تأدي للكتابة فوق محمل الإقلاع Boot loader.
تصدير الترجمة باللغة الثنائية (Export compiled Binary)	يتم تصدير الكود بصيغة الست العشري (hex) وبالصيغة الثنائية (bin)لاستخدامها في تطبيقات أخرى كالمحاكات في برنامج Proteus.
عرض مجلد ورقة العمل (Show Sketch Folder)	يتم فتح المجلد الذي تم حفظ ورقة العمل فيه.
اضافة مكتبة (Include Library)	اضافة مكتبية لورقة العمل وتتم عملية الاضافة بعد إشارة التضمني (#) وكما يتم من خلال هذا البند الوصول لإدارة المكتبات واستيرادها.

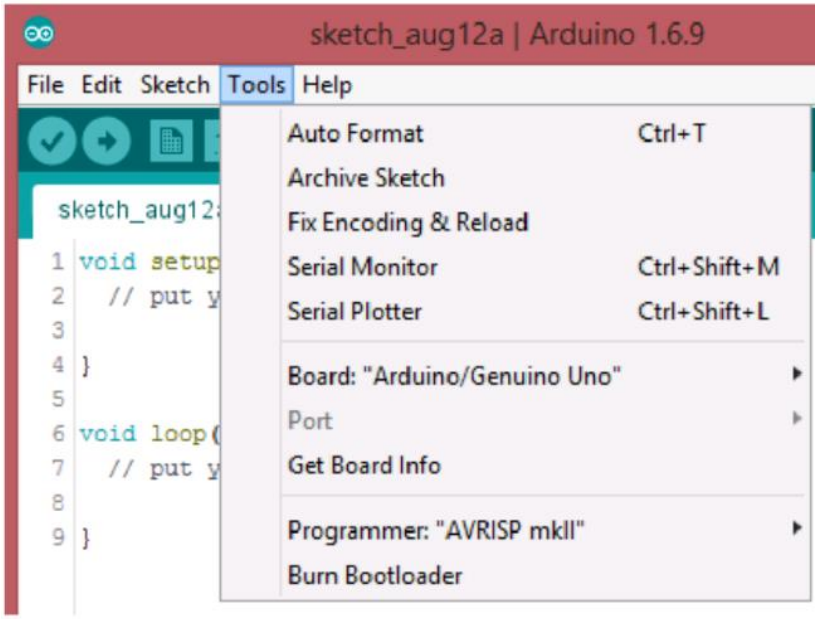


الشكل(26.3): قائمة الشيفرة الرمجية Sketch من شريط أدوات التقويم menu toolbar.

د. قائمة الأدوات Tools [3]

جدول (7.3): يوضح عمل تعليمات قائمة الأدواتTools.

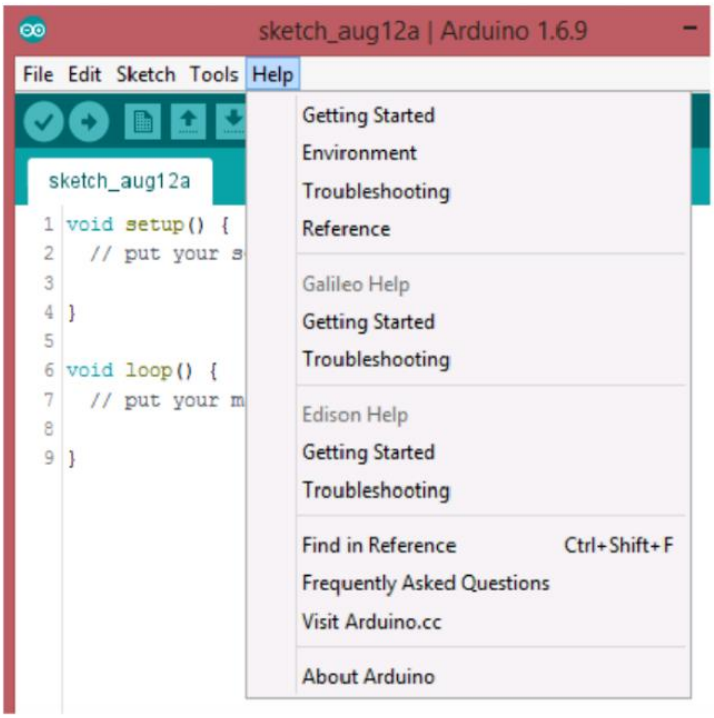
تنسيق تلقائي (Auto Format)	يتم من خلال هذا الأمر تنسيق النص البرمجي بشكل تلقائي فيتم ضبط النص واغلاق الأقواس المفتوحة.
أرشفة الكود البرمجي (Archive Sketch)	يتم أرشفة ورقة العمل بنسخة ذات امتداد zip وحفظها في نفس مكان حفظ الكود البرمجي .
تشغيل مراقب المنفذ التسلسلي (Serial Monitor)	لإرسال واستقبال البيانات من لوحة الأردوينو عبر الحاسب.
Serial Plotter	فتح نافذة التخاطب مع المنفذ التسلسلي .
اللوحة (Board)	تحديد لوحة الأردوينو التي يتم التعامل معها .
المنفذ (Port)	تحديد المنافذ التسلسلية الحقيقية والافتراضية الموجودة على الجهاز.
المبرمجة(Programmer)	يتم من خلال هذا الأمر اختيار الطريقة التي سوف يتم من خلالها برمجة المتحكم الموجود على اللوحة وفي حال عدم وجود محمل الإقلاع Boot loader سوف تحتاج لتحديد نوع المبرمجة.
تحميل محمل الإقلاع (Burn Boot Loader)	نستخدم هذا الأمر من هذه القائمة عند القائمة عند وضع متحكم جديد على لوحة الأردوينو ونريد تزويد هذا المتحكم بمحمل الإقلاع حيث أن المتحكم يأتي بشكل افتراضي خالي من أي برنامج لكن علينا الانتباه ل Fuse Bit وضبطها بالشكل الصحيح .



الشكل (27.3): قائمة الأدوات Tools من شريط أدوات التقويم menu toolbar.

هـ. قائمة المساعدة Help

في هذه القائمة نجد الأوامر المتعلقة بتقديم المساعدة للمبرمج و خاصة الذي يستخدم بيئة برمجة الأردوينو للمرة الأولى فنجد الأمر Getting Started لتقديم المساعدة عند الشروع في تعلم لوحات الأردوينو , أما الأمر Environment فيستعرض بيئة البرمجة و الأوامر الموجودة في القوائم و ما إلى ذلك, بينما يقدم الأمر Troubleshooting حلول للمشاكل التي تواجه المبرمج عبر طرح أجوبة للأسئلة الأكثر شيوعا , أما الأمر Reference فيقدم مرجعا لجميع الأوامر و التعليمات و التوابع الموجودة في بيئة التطوير Arduino IDE وفي حال الحاجة لمعرفة آلية عملها و من ثم ضغط الأمر Find in Reference لإيجاد و شرح التعليمة المطلوبة [3] .



الشكل (28.3): قائمة المساعدة Help من شريط أدوات التقويم menu toolbar.

2) شريط أدوات الوظائف العامة common functions toolbar

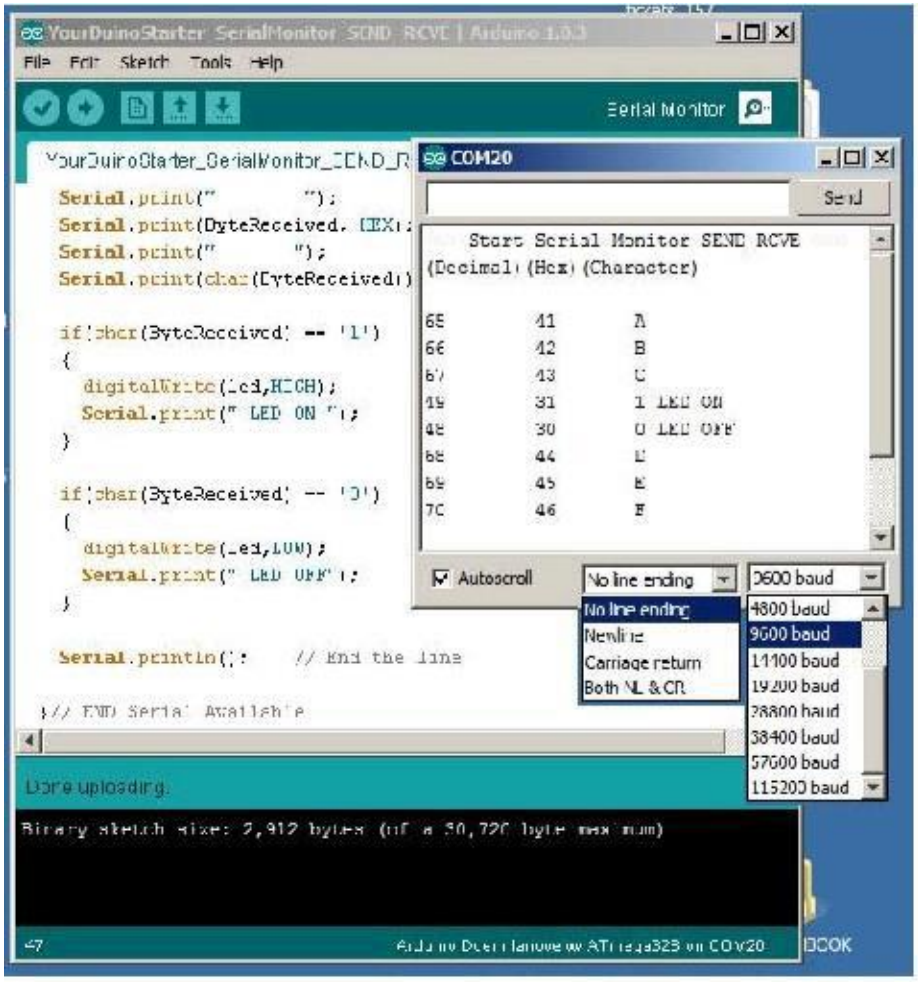
جدول (8.3): جدول لشرح شريط أدوات الوظائف العامة common functions toolbar.

	فحص البرنامج، في حال وجود خطأ في القواعد الكتابية سينبهك أسفل الصفحة داخل المربع الأسود.
	فحص البرنامج ثم رفعه إلى الأردوينو
	فتح صفحة جديدة فارغة.
	فتح برنامج مخزن سابقا.
	حفظ البرنامج الحالي.
	فتح شاشة المفاتيح Serial monitor.

- شاشة المفاتيح Serial Monitor [7]

كما ذكرنا سابقا الرمز على اليمين يفتح شاشة المفاتيح، هذه طريقة تواصل بين الكمبيوتر وبطاقة الأردوينو حيث يمكنك استقبال أرقام وعبارات من البطاقة كما يمكنك أيضا إرسال أرقام وعبارات في المربع بجانب

الزر Send ، أما الخيار في الأسفل (Baud 9600) يحدد سرعة التراسل مع بطاقة الأردوينو. معظم هذه الأنواع تتراسل بسرعة 9600 كما أنه يجب اختيار (No ligne ending) حتى يتسنى الكتابة وفق أسطر غير منتهية. كما هو موضح في الشكل:



الشكل (29.3): شكل يمثل خطوات حتى يتسنى الكتابة وفق أسطر غير منتهية.

3) التعرف على محرر النصtext editor (ورقة العمل)

يتم في محرر النص كتابة رمز البرمجة الخاصة بعمل لوحة الأردوينو. [7]

تقسيم ورقة العمل [3]

من أجل كتابة كود برمجي متوازن وقابل للتعديل والتطوير يجب علينا تقسيم ورقة العمل أربعة أقسام أساسية هي:

- ✓ القسم الأول: يتم فيه تضمين المكتبيات المطلوبة للمشروع وتعريف الأسماء المستعارة للأقطاب و تعريف المتحولات المطلوبة و التي تعرف باسم Global Variable ويبدأ هذا القسم من السطر الأول لورقة العمل.
- ✓ القسم الثاني: يكون ضمن الدالة void setup () {....} وفي هذا القسم يتم تهيئة المداخل والمخارج، وتهيئة المكتبيات التي سيتم توصيلها للوحة الأردوينو [3]. تعمل هذه الدالة مرة واحدة عند بدء تشغيل البرنامج. [20]
- ✓ القسم الثالث: وهو ضمن الدالة void loop () {....} وهي حلقة البرنامج اللانهائية والتي يتم فيها تكرار العمليات والتعليمات المطلوبة بعدد لانهائي من المرات. [3] هذا الجزء هو الأهم يحوي أغلب الكود المشغل للمشاريع وهي دالة تعمل باستمرار عند تنفيذ البرنامج. [20]
- ✓ القسم الرابع: وهو القسم الذي يضم التوابع الفرعية التي يتم فيها تنفيذ جزء محدد من الكود البرمجي وذلك كلما تم استدعاء من الحلقة الرئيسية.

الشكل (30.3): واجهة برنامج IDE وتقسيم ورقة العمل.

4) منطقة الرسالةmessage area

تقدم معلومات تفاعلية أثناء الحفظ والتصدير وتعرض الأخطاء. [7]

5) لوحة مراقبة النصtext console

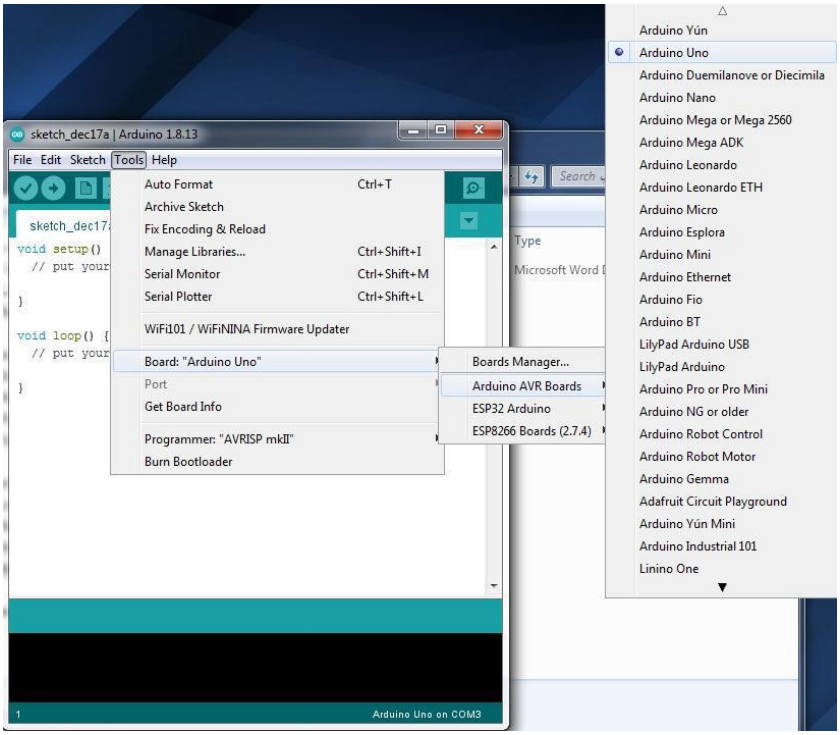
تعرض معلومات عن نتائج رمز البرمجة مثل نسبة استخدام الذاكرات، وأماكن التخزين، ورسائل الأخطاء كاملة. [7]

5.3 خطوات توصيل وإعداد لوحة الأردوينو

توصيل كابل USB بين الحاسوب ولوحة الأردوينو وبعد ثواني يبدأ الويندوز بالتعرف على لوحة الأردوينو.

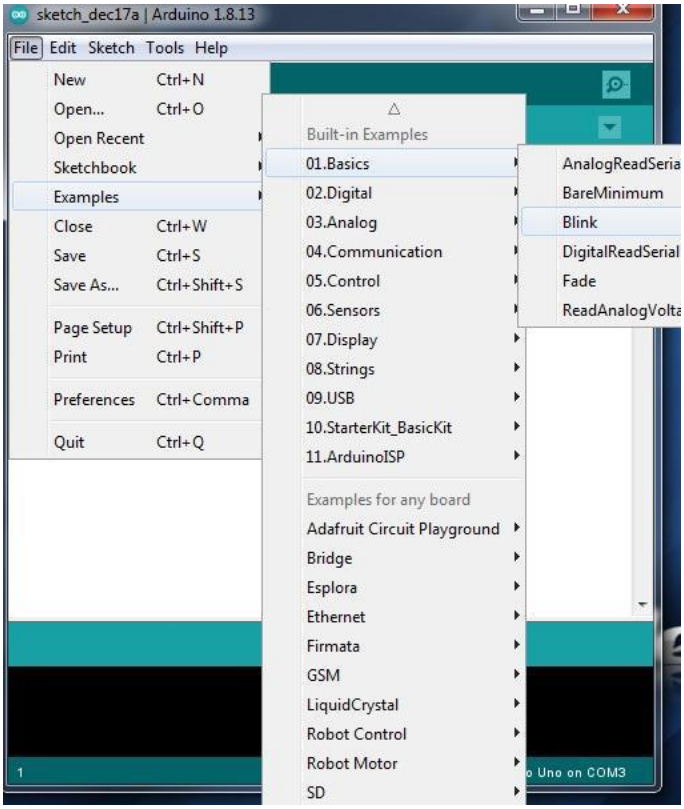
فتح Devise manger ثم اختيار port (com & LPT) سيتعرف الويندوز على الأردوينو، و يختار منفذ الاتصال باسم (Com 3) Arduino uno.

فتح برنامج Arduino IDE لاختيار نوع لوحة الأردوينو و ذلك باتباع المسار التالي:



الشكل (31.3): خطوات توصيل وإعداد لوحة الأردوينو.

تحميل برنامج بسيط على لوحة الأردوينو من الأمثلة الجاهزة وذلك للتأكد من صحة الاتصال بين الأردوينو والحاسوب وذلك باتباع المسار التالي:



الشكل (32.3): المسار المتبع لتحميل أسهل برنامج على IDE.

6.3 أسهل برنامج أردوينو Easiest code ever

أسهل وأشهر برنامج للأردوينو هو برنامج الوميض (BLINK) إذا رفعناه إلى الأردوينو سنجد انه يقوم بالوميض كما موضح في الصورة. [7]

الشكل (33.3): صورة توضح برنامج الوميض (BLINK) إذا تم رفعه إلى الأردوينو.

7.3 العارضLCD

شاشات الكريستال السائل (LCD) والإصدارات المطورة منها هي أفضل وآخر تكنولوجيا شاشات عرض البيانات والصور إلى يومنا هذا، خاصة لأجهزة الكومبيوتر وأجهزة التلفزيون بعد أن كان يقتصر استخدامها على أجهزة الكمبيوتر المحمولة لسنوات طويلة، غير أن التقدم التكنولوجي والصناعي عمل على زيادة مساحة العرض وتطوير كفاءة أدائها وأيضا خفض تكلفة إنتاجها مما سمح لها بالانتشار الكبير الذي نراه اليوم.

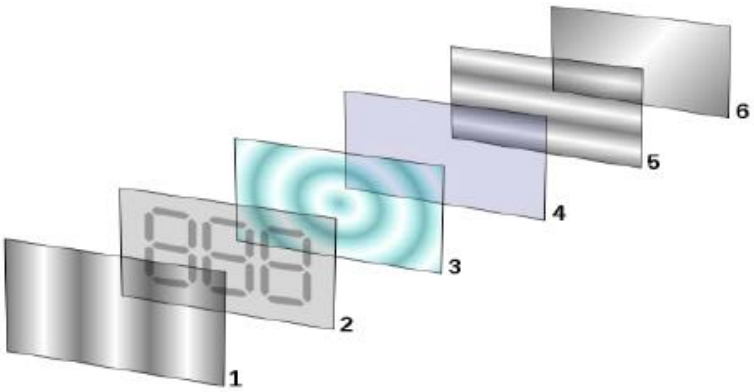
1.7.3 تعريف

شاشة العرض البلوري السائل (LCD–Liquide Crystal Display) هي عبارة عن شاشة عرض مسطحة تستخدم خصائص تعديل الضوء للبلورات السائلة جنبا إلى جنب مع المستقطبات.[28]

الشكل (34.3): العارض LCD.

2.7.3 مكونات العارضLCD

1. فيلم تصفية الاستقطاب بمحور عمودي فقط لإدخال الضوء.
2. ركيزة الزجاج مع الأقطاب الITO .
3. سائل الكريستال خيطي ملتوي.
4. ركيزة الزجاج الكهربائي مع فيلم (ITO) مع الحافات الأفقي للاصطفاف مع فلتر أفقي.
5. فيلم تصفية الاستقطاب بمحور أفقي فقط لمنع تمرير الضوء.
6. سطح عاكس لعكس الضوء إلى المشاهد. [29]



الشكل (35.3): مكونات شاشة العرض البلوري السائل.

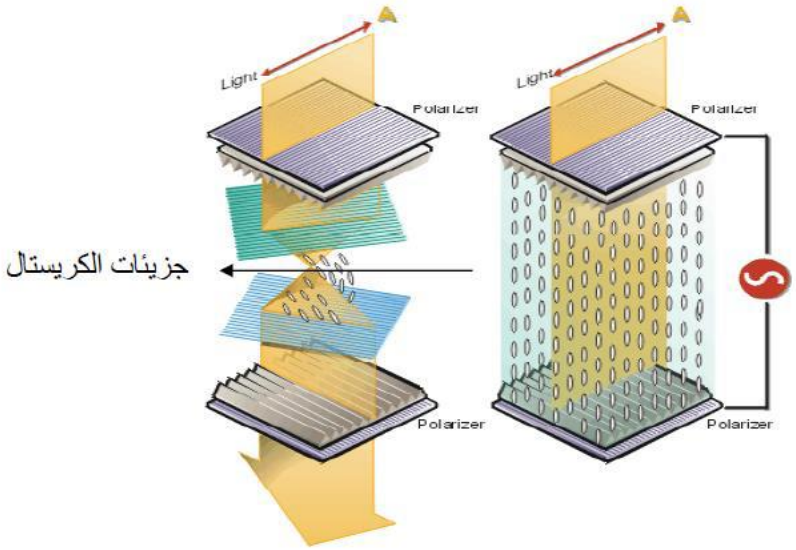
3.7.3 مبدأ عمل العارضLCD [30]

تتكون الشاشة من عدة طبقات أهمها صفيحتين عليهما أخاديد (أحدهما أفقية والأخرى عمودية) والتي تعمل كمرشحات ضوئية. تحصر بينهما طبقة الكريستال السائل الذي يحوي جزيئات الكريستال والتي تملك خاصية تغيير اتجاهها عند تعرضها لجهد كهربائي.

تقوم الصفيحة الأولى والموجودة أمام لوحة ضوئية (مجموعة من ال LED مثلا) بالسماح للأمواج التي تهتز أفقيا بالمرور. في غياب الحقل الكهربائي تمنع الصفيحة الثانية الضوء من المرور (يفسر ذلك باللون الأسود على الشاشة).

يتم تطبيق جهد كهربائي على بعض خلايا طبقة الكريستال السائل (خلية لكل لون). تشكل جزيئات الكريستال السائل في الخلايا التي يطبق عليها الجهد شكلا حلزونيا تحت تأثير الشحنة، كلما كان الجهد أكبر كلما كان التواء الجزيئات أكبر.

يقوم الضوء المستقطب الذي يدخل الخلايا من الخلف بالانحراف على طول المسار الحلزوني للجزيئات. أما الخلايا التي لا تملك شحنات فإن الضوء يعبرها بدون تغيير. مما يسمح للضوء بالمرور عبر الصفيحة الثانية بكميات معينة تتعلق بالاتجاه الذي تنظم وفقه الكريستالات والذي يتعلق بالجهد المطبق عليها عن طريق التحكم باتجاه انتظام جزيئات الكريستال نستطيع أن نحصل على كريستالات ، كما موضح في الشكل:



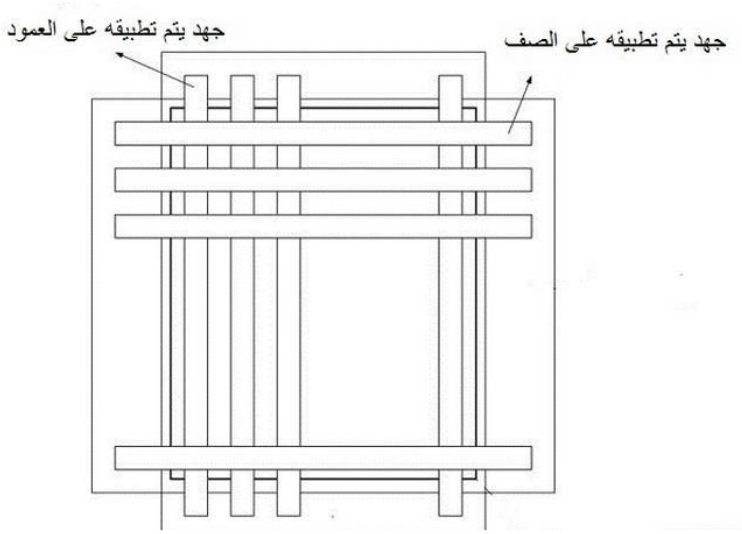
الشكل (36.3): آلية عمل شاشة العرض البلوري السائل.

4.7.3 طرق عرض شاشاتLCD

تعتمد هذه الشاشات في عرضها على طريقتين وهي [30] :

1.4.7.3 المصفوفة السلبية للشاشاتLCD

شبكة بسيطة لكي يتم تعريف بها أي بيكسل ستقوم الشاشة بعرضها وبالتالي تضيء ويتم عمل هذه الشبكة من طبقتين من الزجاج وتسمى الركائز واحدة منهم تعطينا الأعمدة والأخرى تعطينا الصفوف ويتم توصيل كل من الصفوف والأعمدة الى دارة متكاملة بحيث تكون المادة السائلة بين الطبقتين الزجاجيتين، فهي العامل الرئيسي لاستقطاب الضوء.



الشكل (37.3): آلية عمل المصفوفة السلبية ل LCD.

1.4.7.3 المصفوفة النشطة لشاشاتLCD

تعتمد على شريحتين من الترنزستورات وهي عبارة عن مجموعة من المفاتيح الصغيرة أو المكثفات يتم ترتيبها في مصفوفة، تشبه المصفوفة على الزجاج الصفوف والأعمدة وتحمل نفس فكرة عمل المصفوفة السلبية كما أن المكثف يستطيع أن يخزن الشحنة الكهربائية لفترة من الزمن، لذلك نلاحظ في تليفزيونات LCD عندما تنقطع الكهرباء فجأة تظل مضيئة حوالي ثانيتين أو ثلاث حيث تفرغ المكثفات شحنتها.

5.7.3 مميزات شاشات الكريستال السائلLCD [31]

- قوة سطوعها.
- قوة الألوان واللون الأبيض.
- قلة استهلاك الطاقة.

6.7.3 نقاط ضعف شاشات الكريستال السائلLCD [31]

- وجود مشكلة Backlight Bleeding وتعني تسرب الإضاءة الخلفية.
- ضعف اللون الأسود وعدم تعمقه.
- طول زمن الاستجابة لعرض الصورة.
- ضعف زاوية الرؤية.
- العمر الافتراضي لشاشات LCD ضعيفة بالنسبة للإصدار المتطور منها وهي شاشات__LED.

8.3 خاتمة

تطرقنا في هذا الفصل إلى اللب الأساسي للمشاريع البرمجية التكنولوجية والمتحكمة بمشروعنا "إنجاز جهاز متعدد القياسات"، ألا وهي شاشة العرض LCD وكذا اللوحة الالكترونية المسماة بالأردوينو، حيث عرضنا نبذة تاريخية عنها، تعريفها، أنواعها، مكونات اللوحة المستخدمة في مشروعنا والتي من نوع أونوArduino UNO ، إضافة إلى جزء مهم جدا وهو كيفية البرمجة حتى يكون مهيئ لاستقبال أي أوامر للقيام بأي مشروع بحكم أنه يحتوي على لغة برمجية سهلة ومبسطة، وتناولنا فيه برنامج المعالجة IDE.

يلعب الأردوينو دورا رئيسيا في مشروعنا ولهذا من الضروري الإلمام بمختلف خصائصه، مميزاته، البرنامج المرافق له وطريقة برمجته مما يساهم وإلى حد بعيد في إنجاح هذا المشروع والوصول إلى النتائج المرجوة منه يعتبر هذا الفصل تمهيد لإنجاز المشروع، تمكنا فيه من فهم دقيق ومعمق للعناصر الالكترونية والأنظمة المختلفة الداخلة

في مذكرتنا، فأي دراسة أو عمل الكتروني يجب أن يمر على المفاهيم الأساسية لمختلف العناصر وفهم مبدأ عملها لتسهيل العمل التطبيقي فيما بعد.

المراجع

[1] أردوينو http://simplyarduino.com/ الثورة مفتوحة المصدر ليس لها مثيل في تاريخ الالكترونيات الحديثة. تم الإطلاع عليه يوم 9 ديسمبر 2024.

[2] المهندس عبد الله علي عبد الله، الاردوينو ببساطة.

[3] م. محمود مسلماني، الاردوينو كما لم تعرفه من قبل (الجزء الأول: مكتبة امجاد للطباعة والنشر).

[4] مشروع نيل الاجازة في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية، "التحكم باستخدام أنظمة الهواتف الذكية"، جامعة حلب، 2015.

[5] عبد الله علي عبد الله، قسم الالكترونيات والكهرباء –الإصدار الرابع–، مصر، «اردوينو ببساطة»، 2012.

[6] رهام لطفي محمد، هالة آدم احمد، يثرب فضل المولى دفع الله، "تعقب السيارات"، كلية علوم الحاسوب وتقنية المعلومات، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، 2012.

[7] سامي قرامي، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، السعودية، «برمجة الاردوينو»، 2017.

[8] عبد الله علي عبد الله، "اردوينو ببساطة"، منشور مجاني تحت رخصة المشاع الإبداعي –الإصدار الرابع–، مصر، 2012.

[9]http://worldknowledge111.blogspot.com/2018/06/blog-post_23.html

تم الإطلاع عليه يوم 10 ديسمبر 2024.

[10] د. م. حسام الوفائي، "الاردوينو من البداية حتى الاحتراف"، حمص 01/08/ 2018.

[11] د. م. حسام الوفائي، الاردوينو من البداية وحتى الاحتراف "مستوى المبتدئ"، مكتبة نور.

[12] http://www.electronics212.com/2018/02/arduino-types.html.

تم الإطلاع عليه يوم 10 ديسمبر 2024

[13] https://roboticx.ps.com ليلي باد اردوينو .

تم الإطلاع عليه يوم 30 جانفي 2025.

[14] https://electronics-go.com/2019/12/02/arduino-leonardo.

تم الإطلاع عليه يوم 10 ديسمبر 2024.

[15]https://www.arduino.cc.com، hardware uno R3

تم الإطلاع عليه يوم 30 جانفي 2025.

[16] https://robotics.ps/arduino-genuino-uno.

تم الإطلاع عليه يوم 11 ديسمبر 2024.

[17] مذكرة تخرج "دراسة وإنجاز منزل ذكي تحت اشراف د. كحيل جمال ".

[18] http://electronics-to-world.blogspot.com/2016/05/introduction-to-arduino-board.html.

تم الإطلاع عليه يوم 11 ديسمبر 2024.

[19] فهد السيابي « احترف الاردوينو في 10 أيام »، مؤسسة القرى الهندسية، 2015.

[20] تعاليم الأردوينو محمد محمود 30 جانفي 2025.

[22] ملتقى المهندسين العرب، 2006 أحمد عفيفي سلامة « دورة الماتلاب خطوة بخطوة » .

[21] "الشامل في لغات البرمجة" أنور طواف اليمن.

[24] paul leahy (9/7/2017) what is java? www.thoughtco.com ,retrieved 24/1/2018, edited

28 جانفي 2025.

[25] كتاب البرمجة باستخدام فيجوال بيسك دوت نت وسام الدين محمد.

[26] مقدمة إلى لغة «Visual basic » جميع قتيبة تركماني بلال الإسماعيل .

[27] مسوعة حسوب بنية لغة أردوينو https://wiki.hsoub.com تم الإطلاع عليه 31 جانفي 2025.

[28] https://www.ptcled.com/ar/academy/what-is-a-lcd-screen.html#:~:text.

تم الإطلاع عليه يوم 01 فيفري 2025

[29] https://www.brainkart.com/article/LCD---Dot-Matrix-Display_12755/

تم الإطلاع عليه يوم 01 فيفري 2025

[30] مذكرة التخرج بعنوان دراسة وانجاز جهاز قياس المسافة بتقنية الأمواج فوق الصوتية باستعمال الأردوينو تحت إشراف الأستاذ تيفوتي عصام دفعة 2020.

[31] https://www-slideshare-net.translate.goog/slideshow/advantages-and disadvantages-of-lcd/

تم الإطلاع عليه يوم 01 فيفري 2025

الفصل الرابع :

العمل التطبيقي

1.4 مقدمة

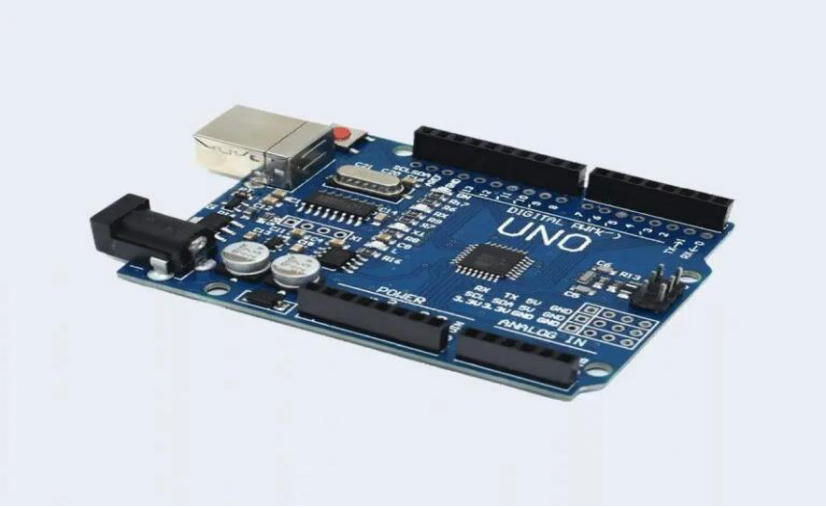
بعد التطرق في الفصول السابقة إلى الجوانب النظرية المتعلقة بلوحة الأردوينو وأجهزة القياس والملتقطات، نتطرق في هذا الفصل إلى الجانب العملي أو التطبيقي للمشروع، الذي يتمثل في إنجاز جهاز رقمي متعدد القياسات بالاعتماد على لوحة الأردوينو أونو، يهدف هذا العمل إلى تصميم جهاز الكتروني بسيط يمكنه قياس الجهد الكهربائي، درجة الحرارة، قيمة المقاومة والرطوبة بدقة، وعرض القيم المقاسة بطريقة رقمية آنية.

يتضمن هذا الفصل عرض مختلف مراحل الإنجاز، بداية من قائمة العناصر المستعملة، مرورا بتصميم الدارة الكهربائية وشرح الكود البرمجي المستعمل، وصولا إلى اختبار النظام وعرض النتائج المتحصل عليها.

2.4 العناصر المستخدمة

من أجل إنجاز جهاز رقمي متعدد القياسات، تم الاعتماد على مجموعة من المكونات الالكترونية الأساسية التي تتيح لنا قياس الكميات الفيزيائية التالية: الجهد الكهربائي المستمر، قيمة المقاومة، ودرجة الحرارة والرطوبة. سنتطرق إلى مختلف العناصر الالكترونية المعتمدة في هذا المشروع، مرفقة بأهم الخصائص التقنية لكل مكون ووظيفته داخل النظام.

1.2.4 لوحة Arduino UNO



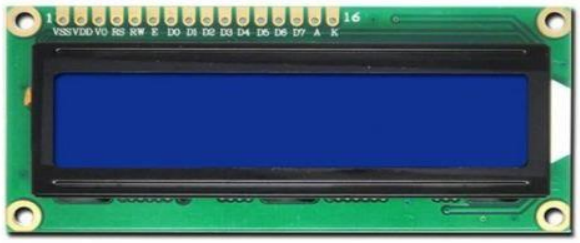
الشكل (1.4): يوضح لوحة الأردوينو أونو.

تم اختيار لوحة الأردوينو أونو في مشروعنا نظرا لما تتميز به من خصائص تقنية عديدة، نذكر منها:

- سعتها كافية لتخزين البرامج والبيانات.
- احتوائها على عدد كافي من المداخل والمخارج.
- سهولة الاستخدام والبرمجة.
- منصة مفتوحة المصدر.
- تكلفتها المنخفضة.
- ملحقاتها متوفرة بشكل واسع وسهل الحصول عليها.

2.2.4 شاشة العرض LCD

استخدمنا شاشة LCD 16×2 في هذا المشروع لعرض القيم المقاسة مثل الجهد، قيمة المقاومة، درجة الحرارة والرطوبة، حيث تتميز بسهولة الاستخدام مع لوحة الأردوينو.



الشكل (2.4): يوضح شاشة العرض LCD.

أ. أهم خصائصها

- تتكون من سطرين، كل سطر يحتوي على 16عمود لعرض الأحرف أو الأرقام.
- تعمل بجهد 5V، ما يجعلها متوافقة مباشرة مع الاردوينو.

ب. أقطاب شاشة LCD

- VSS : القطب الأرضي.
- VDD : قطب التغذية 5V.
- VEE : تباين LCD، يتحكم في التباين والسطوع لشاشة LCD.

- RS : يستخدم هذا المدخل في الأساس للتمييز الأوامر عن البيانات.
- RW : ضبط شاشة LCD من أجل القراءة او الكتابة.
- E : يستخدم لتمكين العرض.
- D0–D7 : ناقل البيانات، تستخدم لاستقبال المعطيات.
- A–K : (الأنود والكاتود) للتحكم في الإضاءة الخلفية لشاشة LCD.

3.2.4 المقاومة المتغيرة

المقاومة المتغيرة هي عنصر الكتروني يستخدم لتغيير قيمة المقاومة يدويا وتستعمل في المشاريع للتحكم في شدة التيار أو الجهد.

دورها في هذا المشروع هو ضبط التباين لشاشة LCD (شدة الاضاءة).

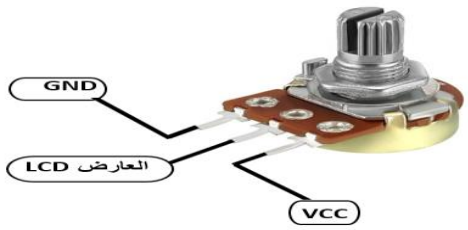
أ. خصائصها

تتكون من 3 أطراف:

- الطرف الأوسط: يوصل بالعارض، بالقطب رقم 3 (VEE) من الشاشة.
- الطرفان الجانبيان: أحدهما يوصل إلى GND والآخر يوصل إلى 5V.

ب. طريقة العمل

عند تدوير المقبض، تتغير المقاومة بين الطرف الأوسط والطرفين الجانبيين، مما يؤدي إلى زيادة أو تقليل شدة الإضاءة.



الشكل (3.4): يوضح توصيل أطراف المقاومة المتغيرة.

4.2.4 المقاومات الثابتة

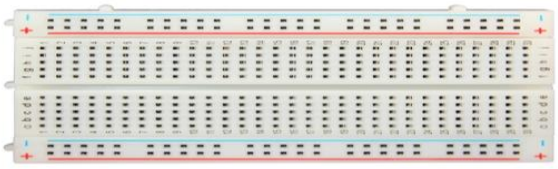
هي عنصر الكتروني تتميز بقيمة ثابتة لا تتغير مع الوقت أو الظروف الخارجية، وظيفتها تقليل تدفق التيار الكهربائي داخل الدارة، أو حماية المكونات الحساسة.

في هذا المشروع استخدمنا هذه المقاومات في مقسم الجهد، وفي تحديد قيمة المقاومة.

الشكل (4.4): يوضح صورة لمقومات كهربائية ثابتة القيمة.

5.2.4 لوحة التجارب

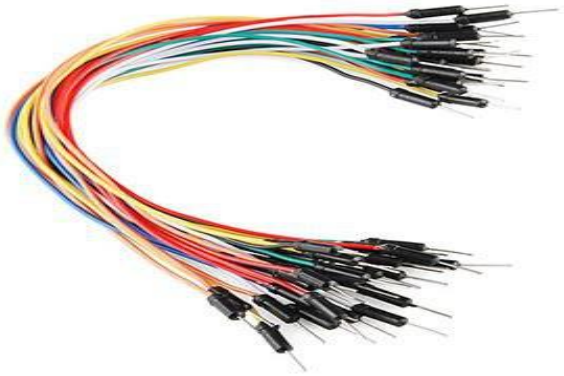
هي عبارة عن لوح بلاستيكي يتكون من نقاط توصيل على شكل أعمدة وأسطر، تم استخدامها لتوصيل المكونات الالكترونية دون الحاجة إلى لحام، وتسهل اختبار الدارات وتعديلها بسرعة أثناء التصميم والتجريب.



الشكل (5.4): يوضح لوحة التجارب.

6.2.4 أسلاك التوصيل

تستخدم لربط المكونات الالكترونية فيما بينها على لوحة التجارب أو مع لوحة الاردوينو.



الشكل (6.4): يوضح أسلاك التوصيل.

7.2.4 أزرار ضاغطة Les boutons poussoirs

هو عنصر كهربائي يستخدم لإرسال إشارة كهربائية، ويعمل لحظيا أي أنه يغلق أو يفتح الدارة أثناء الضغط عليه، وبمجرد افلاته يعود لحالته الأصلية.

استخدمناه في هذا المشروع لتفعيل وإظهار نتائج القياس على شاشة العرض LCD، حيث يوصل أحد طرفيه إلى الأرضي GND والطرف الآخر يربط مع مدخل رقمي في الأردوينو.

الشكل (7.4): يوضح صورة للأزرار الضاغطة.

3.4 المحاكاة

المحاكاة هي عملية تقليد أو تمثيل نظام حقيقي باستخدام نموذج رياضي أو برنامج حاسوبي، بهدف دراسة أدائه أو التحقق من عمله. توجد العديد من البرامج المستخدمة في المحاكاة من أجل التأكد من صحة عمل الدارة الالكترونية، قمنا بمحاكاة مشروع إنجاز جهاز رقمي متعدد الاستعمالات باستخدام برنامج Tinkercad.

الشكل (8.4): يوضح شعار برنامج المحاكاة Tinkercad.

توجد العديد من برامج المحاكاة الخاصة بالدوائر الالكترونية مثل Proteus، وكل منها يتميز بخصائص وواجهات مختلفة. غير أننا فضلنا في هذا العمل استخدام منصة Tinkercad نظرًا لسهولة استخدامها، دعمها لمحاكاة الدوائر الالكترونية والبرمجة في آن واحد، بالإضافة إلى كونها متاحة مجانًا عبر الإنترنت، مما يجعلها أداة مناسبة للمبتدئين وللأعمال التعليمية.

1.3.4 تعريف برنامج Tinkercad

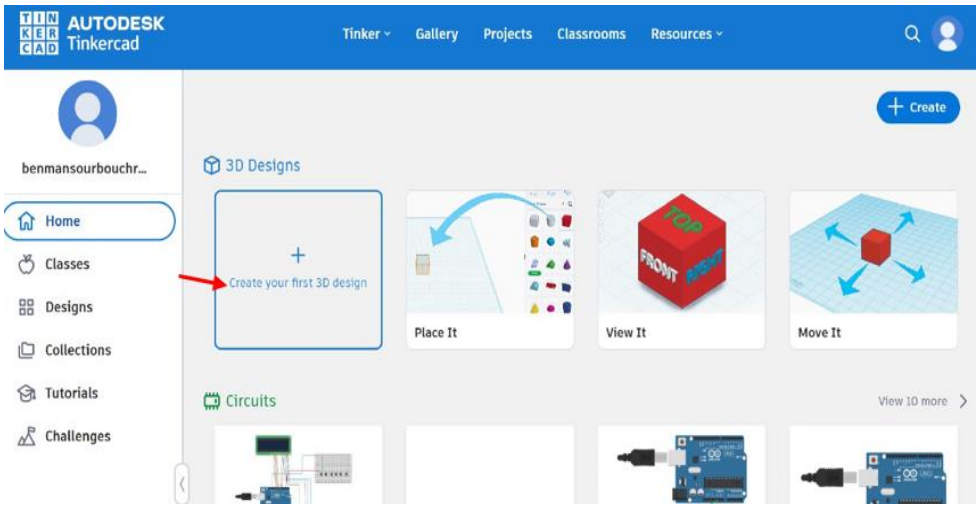
هو برنامج يختص بتصميم ومحاكاة الدارات الالكترونية والمجسمات ثلاثية الأبعاد باستخدام الانترنيت، يعد من البرامج السهلة، مما يجعله مناسب للمبتدئين أو الهواة والمحترفين على حد سواء في تجريب الأفكار واختبارها قبل التنفيذ العملي.

2.3.4 مميزات برنامج Tinkercad

يتميز البرنامج بالعديد من المميزات منها:

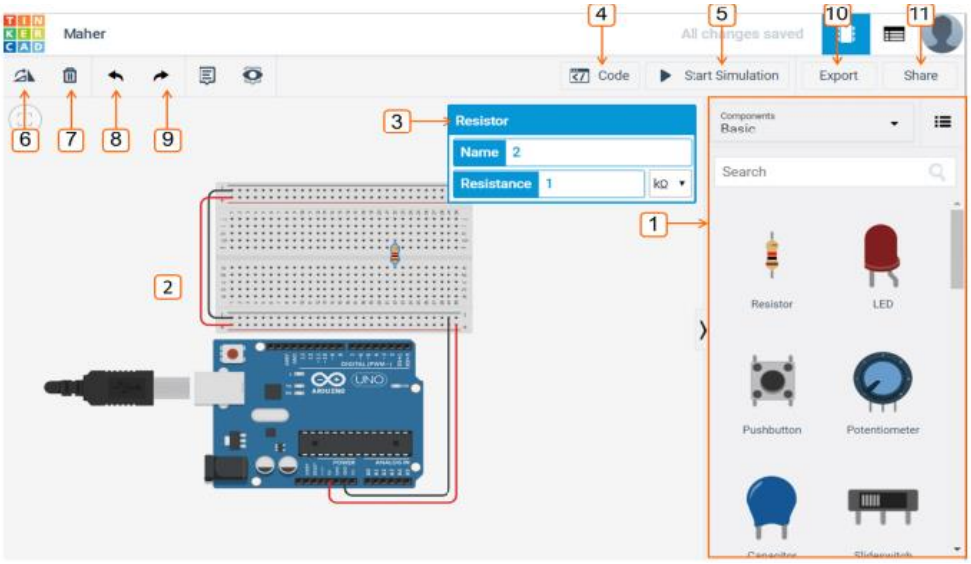
- ✓ يحتوي على أغلب عناصر الدوائر الالكترونية.
- ✓ سهل الاستخدام.
- ✓ إمكانية حفظ الدوائر وإعادة استخدامها.

3.3.4 واجهة برنامج Tinkercad



الشكل (9.4): يوضح صورة لواجهة برنامج Tinkercad.

بعد إنشاء حساب في موقع Tinkercad أو تسجيل الدخول تظهر الصفحة الرئيسية لمستخدم برنامج Tinkercad، نختار Create new circuit. تظهر مجموعة من المكونات أهمها يظهر في الشكل التالي:



الشكل (10.4): يوضح مكونات الصفحة الرئيسية لبرنامج Tinkercad.

1. مكتبة عناصر الدوائر الالكترونية: تحتوي على لوحات الأردوينو، مقاومات، الحساسات، المحركات، لوحات التجارب....
2. منصة التجارب: مساحة سحب العناصر الالكترونية لإنشاء محاكاة للتجارب المطلوبة.
3. نافذة التحكم في مواصفات القطع الالكترونية المدرجة على منصة التجارب.

4. نافذة كتابة الأوامر البرمجية.
5. تشغيل وإيقاف المحاكاة.
6. تدوير العناصر الالكترونية.
7. حذف العناصر الالكترونية.
8. التراجع عن اجراء ما.
9. إعادة شيء ما تراجعت عنه.
10. حفظ الملف.
11. مشاركة الملف.

4.3.4 محاكاة المشروع باستخدام برنامج Tinkercad

بعد تصميم وإنجاز جهاز رقمي متعدد القياسات باستخدام لوحة الأردوينو أونو وشاشة العرض LCD، قمنا بمحاكاة المشروع على برنامج Tinkercad للتحقق من مدى صحة التوصيلات ودقة القياسات. هذا الجهاز خصص لقياس مجموعة من المقادير الفيزيائية: قياس الجهد المستمر، قيمة المقاومة، درجة الحرارة، الرطوبة.

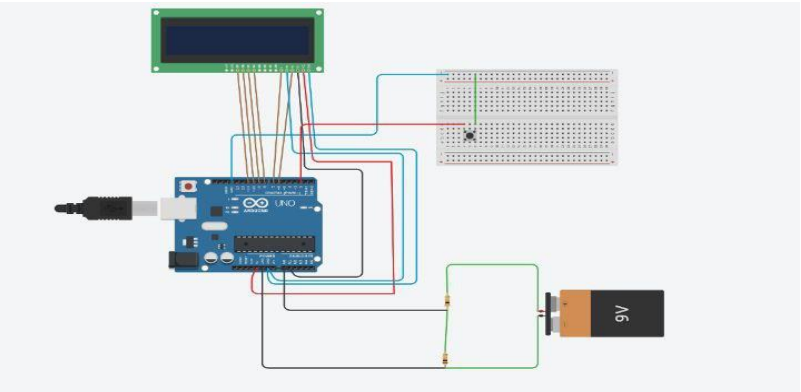
1.4.3.4 قياس الجهد المستمر (DC Voltage)

أ. المخطط الصندوقي لقياس الجهد المستمر

الشكل (11.4): المخطط الصندوقي لقياس الجهد المستمر.

ب. محاكاة قياس الجهد المستمر

لقياس الجهد المستمر نستعمل مدخل تماثلي من لوحة الأردوينو أونو(A0)، ولضمان سلامة مدخل الأردوينو من تجاوز الجهد الأقصى المسموح به (5V)، تم ادراج دارة مقسم الجهد (لأن المدخل التماثلي لا يتحمل جهد أكبر من 5V نحتاج إلى تقليل هذا الجهد).



الشكل (12.4): يوضح محاكاة قياس الجهد المستمر باستعمال برنامج Tinkercad.

الدارة المستعملة هي دارة قاسم الجهد مكونة من تغذية Vcc ومقاومتين R1 وR2 موصولتين على التوالي، قيمتهما$R1=32.4k\Omega$ و$R2=14.8k\Omega$، ويتم أخذ قيمة التوتر بين طرفي R2، ويتم حسابه بالعلاقة:

$$V=Vin\times\frac{R2}{R1+R2}$$

ثم تبرمج هذه العلاقة داخل الأردوينو لحساب الجهد الأصلي وتعرض النتيجة على شاشة العرض LCD.

الجهد الخارجي V يطبق على طرف R2، بينما النقطة المشتركة بين المقاومتين R1 وR2 تربط بالمدخل A0، يقوم الأردوينو بقراءة الجهد الداخل إلىَ A0 بواسطة الدالة analogRead و بحساب القيمة المرجعية عند المدخل التماثلي باستخدام قانون مقسم الجهد، ثم تحول القيمة التماثلية إلى قيمة رقمية عن طريق محول تماثلي إلى رقمي(ADC) داخل الأردوينو، وهو عبارة عن محول بدقة 10 bits، بمعنى أن قيمة المخرج ستكون من 0 إلى 1023. لحساب القيمة الحقيقية للتوتر المقاس، نستخدم العلاقة التالية:

$$V=VOLTAGE=\frac{analogRead(A0)\times 5}{1023}$$

الجهد الداخل إلى الأردوينو هو جهد مخفض من الجهد الأصلي، لذا يتم تحويله برمجيا إلى القيمة الحقيقية للجهد الأصلي باستعمال العلاقة:

$$Vin=VOLTAGE\times\frac{R1+R2}{R2}$$

أقصى جهد يمكن لمدخل الأردوينو قراءته هو 5V. وبالإعتماد على مقسم الجهد المكون من مقاومتين السابق ذكرهما نحصل على العلاقة:

$$Vin=5\times\frac{32.4+14.8}{14.8}=15.94V$$

وعليه فإن أقصى جهد يمكن قياسه هو: 15V

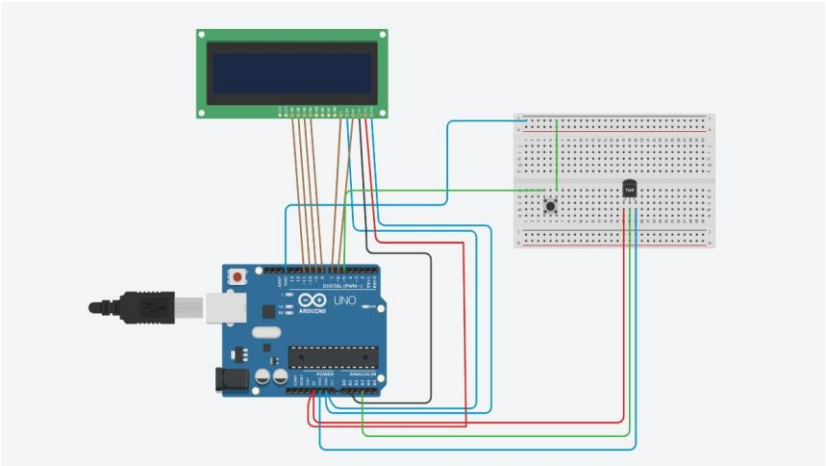
2.4.3.4 قياس درجة الحرارة

أ. المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة

الشكل(13.4): المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة.

ب. محاكاة قياس درجة الحرارة

لقياس درجة الحرارة قمنا باستخدام ملتقط الحرارة LM35، الذي يتميز بدقته وسهولة استخدامه مع لوحة الأردوينو.



الشكل (14.4): يوضح محاكاة قياس درجة الحرارة باستعمال برنامج Tinkercad.

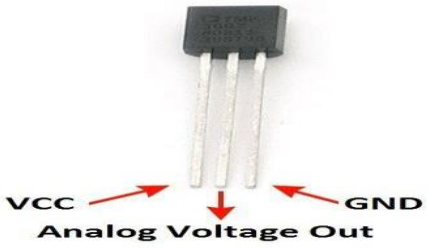
ج. توصيل الملتقط LM35

في أغلب الملتقطات LM35، عند النظر إلى الوجه المسطح نجد:

- الطرف الأيسر: Vcc.
- الطرف الأوسط: Vout.
- الطرف الأيمن:GND .

الجدول (1.4): يوضح توصيل ملتقط الحرارة مع لوحة الأردوينو.

التوصيل الى الأردوينو	أطراف LM35
5V	Vcc
(A3 منفذ تناظري)	Vout
GND	GND



الشكل (15.4): يوضح صورة لأطراف الملتقط LM35.

ملتقط الحرارة LM35 هو حساس تناظري يعطي جهدا خطيا يتناسب مع درجة الحرارة، كل 10mV لكل 1°C. يرسل هذا الجهد إلى المدخل التماثلي (A3) في لوحة الأردوينو، والذي يحوله إلى قيمة رقمية باستخدام المحول تماثلي–رقمي (ADC).

يقوم الأردوينو بحساب درجة الحرارة بناء على العلاقة التالية: $\text{Temperture}=\left(\frac{\text{analogRead(A3)}\times 5}{1023}\right)\times 100$

حيث:

analogRead: هي القيمة المقروءة من الحساس.

5V: هو الجهد المرجعي للأردوينو.

1023: هو الحد الأقصى للقراءة الرقمية للمحول تماثلي–رقمي (لأن ال ADC بدقة 10 بت).

100: لأن الحساس LM35 يعطي 10mV لكل 1 درجة مئوية.

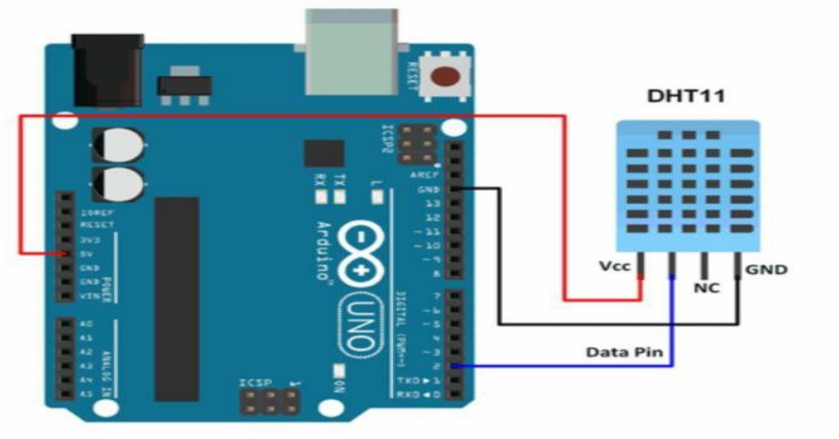
3.4.3.4 قياس الرطوبة ودرجة الحرارة

أ. المخطط الصندوقي لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة

الشكل (16.4): المخطط الصندوقي لقياس درجة الحرارة والرطوبة معا.

ب. محاكاة قياس الرطوبة ودرجة الحرارة

قمنا بقياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة معا باستخدام الملتقط DHT11، حيث يتميز هذا الحساس بسهولة استخدامه وانخفاض تكلفته ودقة مقبولة في التطبيقات التعليمية والمشاريع الالكترونية البسيطة.



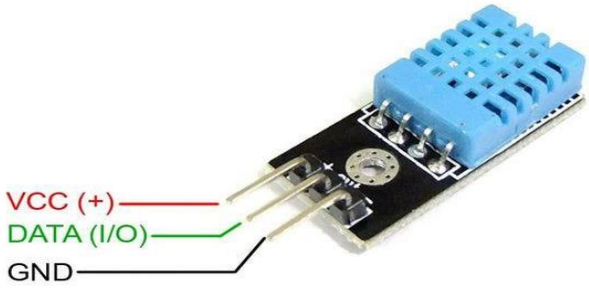
الشكل (17.4): يوضح محاكاة قياس درجة الحرارة والرطوبة باستعمال برنامج Tinkercad.

ج. توصيل ملتقط DHT11

يحتوي ملتقط DHT11 على 3 أطراف ويتم توصيله مع لوحة الأردوينو كما يلي:

جدول (2.4): يوضح توصيل ملتقط الحرارة والرطوبة مع لوحة الأردوينو.

التوصيل الى الأردوينو	أطراف DHT11
5V	Vcc
مدخل رقمي	Data
GND	GND



الشكل (18.4): يوضح توصيل الملتقط DHT11.

DHT11 هو ملتقط رقمي يحتوي على عنصرين داخليين :

- ترانزستور حساس للحرارة لقياس درجة الحرارة.
- مستشعر رطوبة سعوي لقياس نسبة الرطوبة.

يرسل البيانات إلى الأردوينو بشكل رقمي، أي لا تحتاج إلى تحويل تناظري، تقرأ القيم عن طريق مكتبة DHT.h ويتم عرضها على شاشة LCD.

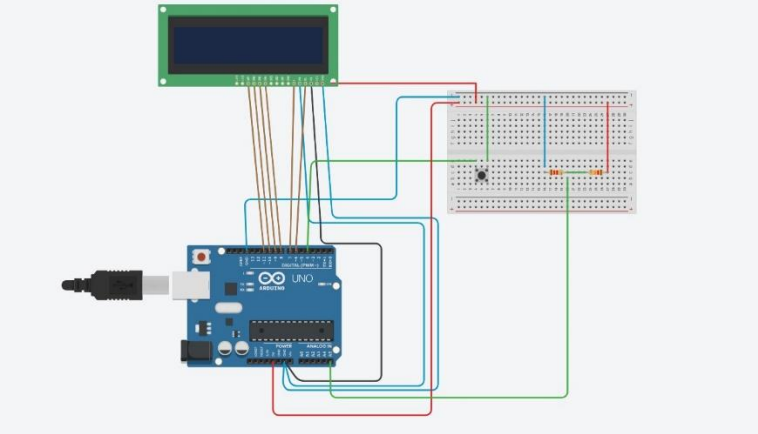
4.4.3.4 قياس قيمة المقاومة

أ. المخطط الصندوقي لقياس قيمة المقاومة

الشكل (19.4): المخطط الصندوقي لقياس قيمة المقاومة

ب. محاكاة قياس قيمة المقاومة

لقياس قيمة المقاومة نستخدم مقسم الجهد حيث نربط مقاومة معروفة مع مقاومة مجهولة على التوالي.



الشكل (20.4): يوضح محاكاة قياس قيمة المقاومة باستعمال برنامج Tinkercad.

ج. التوصيل

نوصل المقاومة المعروفة R_{known} والمقاومة المجهولة R_x على التوالي، ونربط طرف المقاومة المجهولة ب 5V وطرف المقاومة المعروفة ب GND، نربط نقطة التقاء المقاومتين بالمدخل التناظري (A5) في الأردوينو.

نحسب فرق الجهد عند نقطة التقاطع بين المقاومتين، ثم نستخدم علاقة مقسم الجهد: $V=\frac{\text{analogRead}\,(R_{known})\times 5}{1023}$

ولاستخراج قيمة المقاومة المجهولة نستخدم العلاقة التالية: $R_x= R_{known}\times (\frac{5}{V}-1)$

ويتم عرض قيمة المقاومة على شاشة العرض LCD.

4.4 الكود البرمجي الكلي للمشروع

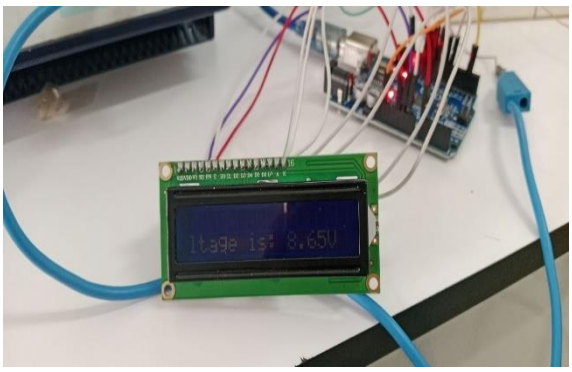
استخدمنا برنامج Arduino IDE في برمجة لوحة Arduino UNO، بعد كتابة الكود نرفعه إلى الاردوينو عن طريق كابل USB.

```
#include<LiquidCrystal.h>  //LCDاستدعاء مكتبة
#include<DHT.h> //DHTاستدعاء مكتبة
#define DHTPIN 12  //DHT رقم المدخل الموصول بحساس
#define DHTTYPE DHT11 //DHT  نوع
DHT dht(DHTPIN,DHTTYPE); //
LiquidCrystal lcd(6,7,8,9,10,11); //توصيل أقطاب شاشة LCD بمنافذ الاردوينو
int vltDC=A0; int TMP=A3; int Runknown=A5; // تعريف المتغيرات بتحديد المداخل التماثلية الموصولة به
int button1=2; int button3=4; int button4=5; // تعريف الأزرار الضاغطة بتحديد المداخل الرقمية الموصولة به
int s=0; int w=0;int x=0; int n=0; // LCDتعريف المتغيرات الخاصة بازاحة الكتابة على شاشة
const float R2=14850.0;const float R1=32400.0;const float Rknown=1209.0;// تحديد قيم المتغيرات

  void setup() {
    pinMode(button1,INPUT_PULLUP);// تهيئة الزر1 كمدخل
    pinMode(button3,INPUT_PULLUP);// تهيئة الزر3 كمدخل
    pinMode(button4,INPUT_PULLUP);// تهيئة الزر4 كمدخل
      Serial.begin(9600);//  9600 تفعيل الاتصال التسلسلي بسرعة
   dht.begin();// DHTتهيئة
    lcd.begin(16,2);// LCDتهيئة شاشة
    lcd.setCursor(5,0);// تحديد موضع الكتابة على الشاشة
    lcd.print("WELCOME");//LCDعرض كلمة WELCOME على شاشة
    delay(3000);// تأخير لمدة 3 ثوان
  }


void loop() {
 int x1=digitalRead(button1);//  1 قراءة القيمة الرقمية الزر
  if (x1==0)// 1عند الضغط على الزر
  {float value = analogRead(vltDC);//A0 قراءة القيمة التماثلية من المدخل
  float VOLTAGE= value*5.0/1023.0;// تحويل القراءة التماثلية الى جهد
  float realvoltage= VOLTAGE*((R1+R2)/R2);//حساب الجهد الأصلي
  lcd.setCursor(0,1);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
  lcd.print("the constant voltage is: ");//LCDعرض العبارة على شاشة
  lcd.print(realvoltage );// LCD عرض الجهد المقاس على شاشة
  lcd.print("V");// عرض وحدة الجهد المقاس
  delay(500);// 0.5 ثانية تأخير لمدة
  for(int s=0 ; s<25 ; s++){
  lcd.scrollDisplayLeft();delay(500);}// ازاحة الكتابة نحو اليسار
    delay(1000);}
```

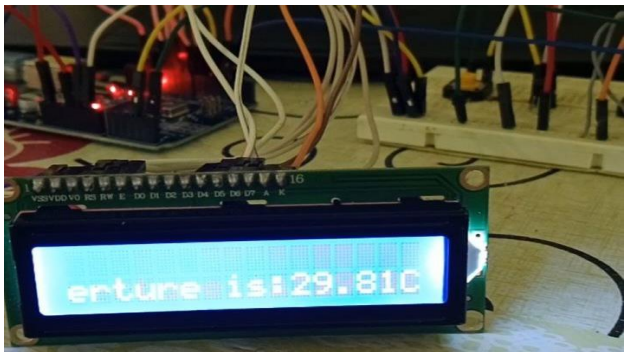
```
37      int x3=digitalRead(button3);//  قراءة القيمة الرقمية الزر3
38      if (x3==0){// عند الضغط على الزر3
39     float resis= analogRead(Runknown);//A5 قراءة القيمة التماثلية من المدخل
40     float voltageresis= resis*5.0/1023.0;// تحويل القراءة التماثلية الى جهد
41     float ResistorX= Rknown*(5.0/voltageresis-1.0);//حساب قيمة المقاومة المجهولة
42     lcd.setCursor(1,1);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
43     lcd.print("The value of X resistor is: ");//LCDعرض العبارة على شاشة
44     lcd.print(ResistorX);// LCD عرض قيمة المقاومة على شاشة
45     lcd.print("ohm ");// عرض وحدة المقاومة المقاسة
46     for(int w=0 ; w<29 ; w++){
47       lcd.scrollDisplayLeft();delay(500);}
48          delay(1000); }
49      else {lcd.clear();}  //غير ذلك امسح الشاشة
50     int x4=digitalRead(button4);// 4قراءة القيمة الرقمية الزر
51    if(x4==0)// 4عند الضغط على الزر
52    {  float tmp=analogRead(TMP);//A3 قراءة القيمة التماثلية من المدخل
53      float voltagetmp=tmp*5.0/1023.0;// تحويل القراءة التماثلية الى جهد
54      float temperture=voltagetmp*100;// حساب درجة الحرارة
55      lcd.setCursor(3,1);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
56      lcd.print("Todays Temperture is:");//LCDعرض العبارة على شاشة
57      lcd.print(temperture);// LCD عرض قيمة درجة الحرارة على شاشة
58      lcd.print("C°");// عرض وحدة درجة الحرارة المقاسة
59      lcd.print("enjoy");
60      for(int x=0;x<25;x++){lcd.scrollDisplayLeft();delay(500);}
61      delay(5000);}
62    else {lcd.clear();}
63      float humidity = dht.readHumidity();// DHT11قراءة نسبة الرطوبة من الملتقط
64    float temperature =dht.readTemperature();//DHT11قراءة درجة الحرارة من الملتقط
65      if (isnan(humidity) || // التحقق من أن القراءات صحيحة
66       isnan(temperature))
67      {lcd.print("reading error");//عرض رسالة الخطأ
68          return;}
69    lcd.setCursor(3,1);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
70      lcd.print(" humidity is:");//LCDعرض العبارة على شاشة
71     lcd.print(humidity);//عرض قيمة نسبة الرطوبة
72      lcd.print("%");//عرض وحدةنسبة الرطوبة
73      lcd.setCursor(3,0);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
74       lcd.print(" Temperture is:");//LCDعرض العبارة على شاشة
75      lcd.print(temperature);//عرض قيمة درجة الحرارة
76      lcd.print("C°");// عرض وحدة درجة الحرارة
77     lcd.setCursor(3,1);//تحديد موضع الكتابة على الشاشة
78       for(int n=0 ; n<20 ; n++){
79      lcd.scrollDisplayLeft();delay(500);}
80         delay(1000);
81    }
```

الشكل (23.4): يوضح الكود البرمجي الكلي للمشروع باستخدام برنامج Arduino IDE.

5.4 صور حقيقية للمشروع

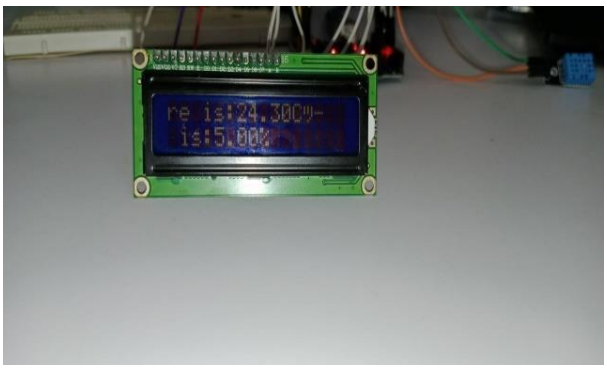


الشكل (24.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الجهد المستمر.

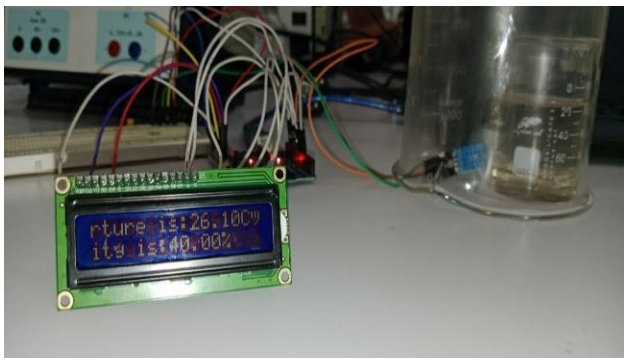


الشكل (25.4): يمثل صورة حقيقية لقياس درجة حرارة الغرفة باستعمال ملتقط LM35.

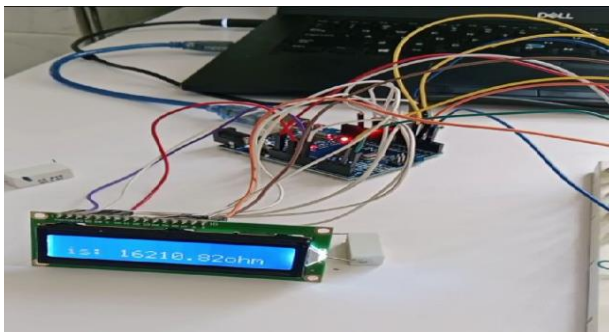
الشكل (26.4): يمثل صورة حقيقية لقياس درجة الحرارة عند تقريب قداحة.



الشكل (27.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة في الجو باستعمال DHT11.



الشكل (28.4): يمثل صورة حقيقية لقياس الرطوبة ودرجة الحرارة في وجود بخار الماء.



الشكل (29.4): يمثل صورة حقيقية لقياس مقاومتين بقيمتين مختلفتين.

6.4 الخاتمة

يعد الجانب التطبيقي مرحلة أساسية في المشروع، حيث أتاح لنا الانتقال من الجانب النظري إلى الواقع العملي من خلال تجسيد المفاهيم المدروسة في شكل دارات الكترونية حقيقية ووحدات قياس قابلة للتنفيذ. كما سمح لنا هذا الفصل في تعميق فهمنا لكيفية عمل الملتقطات ومنحنا تجربة في مجال التحكم الالكتروني، بالإضافة إلى تطوير قدراتنا في البرمجة.

خاتمة عامة

خاتمة عامة

في نهاية هذه المذكرة، يمكن القول أن مشروع "إنجاز جهاز متعدد القياسات باستخدام الأردوينو أونو" يمثل نموذجا فعالا لتوظيف الأنظمة المدمجة في التطبيقات الالكترونية العملية. من خلال هذا العمل، قمنا بتصميم جهاز قادر على قياس عدة مقادير فيزيائية وكهربائية كالجهد المستمر ، قيمة المقاومة، درجة الحرارة والرطوبة، وذلك باستخدام مكونات بسيطة ومنخفضة التكلفة.

أتاحت لنا هذه التجربة فرصة للتعرف بشكل أدق على أجهزة القياس، أنواع الملتقطات، وآلية برمجة المتحكم الأردوينو للتحكم في مختلف العمليات، إلى جانب ذلك ساهمت في تطوير مهاراتنا في اجراء المحاكاة وفهم المبادئ الأساسية عمليا.

نأمل أن يكون هذا العمل إضافة علمية وتطبيقية مفيدة، وأن يشكل قاعدة لتطوير مشاريع المستقبلية أكثر تعقيدا ودقة في ميدان الالكترونيات والأنظمة الذكية.