

# قيادة لوحة البرمجة أردوينو باستخدام لغات مختلفة

د. سامر عبد الحميد سليمان\* ، م. وسيم منير احمد\*\*

\*(الميكاترونكس، جامعة المنارة، اللاذقية)

البريد الإلكتروني: samer.sulaiman@manara.edu.sy

\*\* (هندسة الحاسبات والتحكم الآلي، جامعة تشرين، اللاذقية)

البريد الإلكتروني: wassim\_eng@yahoo.ca

## المخلص

تمثل عمليات التحكم والقيادة في العربات الذاتية التوجيه أو المقادة عن بعد أحد أهم التقنيات المستخدمة في الوقت الحالي والتي تهدف إلى بناء عربات قادرة على القيام بعمليات البحث والإنقاذ على سبيل المثال وصولاً إلى مواقع يصعب وصول العنصر البشري إليها أو تشكل خطراً على وجود العنصر البشري، ولعل أهم هذه التقنيات تتمثل بالروبوتات العسكرية الذكية والطائرات المسيّرة التي تقاد عن بعد وصولاً إلى المركبات الذكية التي باتت ترسل إلى الكواكب الأخرى بغية البحث عن بيانات علمية مختلفة. تختلف التجهيزات التي تزود بها هذه المركبات والتي تبدأ من ألواح تدريبية مثل ألواح **Arduino** مروراً بلوحات تتضمن معالجات أكثر قوة وذواكر أكبر مثل ألواح **Rasberry** و ألواح **FPGA** نهايةً بالمركبات التي تتضمن نظم حاسوبية متكاملة. تهدف هذه الورقة إلى إعداد لوحة تدريبية باستخدام أردوينو بهدف قيادة محركات عربية ذاتية التوجيه والتي يمكن أن يضاف إليها لاحقاً نظم خاصة بمعالجة الصورة أو التعرف على الصوت بحيث يمكن قيادة المركبة باستخدام الحاسوب الشخصي إما بصورة مباشرة أو باستخدام ملحقات مثل البلوتوث.

**كلمات مفتاحية** - مركبة ذاتية القيادة، لوحة التدريب أردوينو، النظم الذكية، أنظمة التحكم الرقمية.

## 1. مقدمة

تمثل لوحة التدريب أردوينو إحدى التقنيات المستخدمة في الوقت الحالي بهدف تدريب الطلاب على القيام بعمليات التحكم، وتختلف هذه اللوحات عن بعضها البعض بنوع المعالج المستخدم وحجم ذاكرة البرنامج.

تعتمد لوحات التدريب على معالج من نوع ATMELE وهي معالجات عالية الأداء أثبتت كفاءتها في الفترة الأخيرة وتتمتع بمجال واسع من الأنواع والذواكر الداخلية بالإضافة إلى عدد المنافذ المناسب كبوابات دخل خرج، كما تحتوي بعض هذه المعالجات على مبدلات تماثلية رقمية ومنافذ تسمح باستخدام

تعديل عرض النبضة بهدف قيادة عناصر مثل محركات التيار المستمر ومحركات الخطوة ونماذج التحكم الفوق صوتية. يمكن التحكم بلوح التدريب باستخدام لغات برمجية مختلفة مثل بيئة الماتلاب، C#، أو البايثون، مما يسمح باستخدام هذه الألواح بتطبيقات برمجية مختلفة وعلى كفاءة عالية.

## II. لوحة التدريب أردوينو ARDUINO [1]:

هناك العديد من أنواع لوحات الأردوينو المتاحة في الأسواق حيث تختلف البوردرات عن بعضها البعض من ناحية عدد المخارج والمداخل وأطراف بروتوكولات الاتصال والسعة التخزينية وهذا بلا شك له أثره في اختلاف الأحجام بينها، والاختلاف

أيضا يحدد عدد الاجهزة التي يمكن التحكم بها وعدد الحساسات التي يمكن دمجها مع البوردة وكذلك نوع المتحكم الدقيقة وسرعة المعالج الموجودة بداخلها وامكانية تبديلها ام لا وسوف نتناول في هذا المقال بعض من أشهر أنواع لوحات الأردوينو الشائعة و أهمها:

(1) لوحة الاردوينو أونو "Arduino Uno"



الشكل 1 . اللوحة أردوينو أونو

هذه هي من أول وأكثر الواح الاردوينو الشائعة الاستخدام والأسهل للتعليم فهي عبارة عن دائرة الكترونية صغيرة، وتوفر منافذ لتوصيل المكونات الالكترونية الى المتحكم مباشرة عن طريق منافذ دخال وخرج من النوع الرقمي. وأهم ما يميز هذا النوع أنّ شريحة المتحكم ليست ثابتة في اللوحة بل مُثبتة على حامل، وهذه الميزة تجعلها الخيار الأفضل للمبتدئين بحيث لو حدث عطب للشريحة أثناء العمل على المشروع الخاص بك عن طريق الخطأ، بإمكانك استعادة عملك على اللوحة بمجرد تغييرك شريحة المتحكم بأخرى من نفس الموديل.

(2) لوحة الاردوينو ليناردو "Arduino Leonardo"



الشكل 2 . اللوحة أردوينو ليناردو

هذا النوع مُطوّر للنوع السابق من لوحات الاردوينو ويطلق عليها لقب أول لوحة مُطورة من لوحات الاردوينو، و التي تملك ميزة فريدة وهي احتوائها على منفذ تسلسلي داخلي لليو إس بي (USB) بخلاف النوع السابق مما يزيل حاجتك إلى استخدام معالج ثانوي، وهذه الميزة تسمح للوحة بمجرد توصيلها على جهازك أن تظهر كلوحة مفاتيح وماوس، الامر الذي يجعلها مناسبة بشكل مثالي لبناء تطبيقات مختلفة تُمكنك من التحكم في حاسوبك الشخصي من خلال الماوس ولوحة المفاتيح.

(3) لوحة الاردوينو ميغا "Arduino MEGA 2560"



الشكل 3 . اللوحة أردوينو ميغا



هذا النوع كما يقال ضخامة الاسم تكفي، فهي عبارة عن لوحة اردوينو تحوي أكبر عدد من المنافذ وتعد الأكبر حجماً، صمم هذا النوع من بوردات الأردوينو ليتلاءم مع المشاريع الأكثر تعقيداً كالطباعة ثلاثية الأبعاد والمشاريع الروبوتية الحسية.

(4) لوحة الاردوينو نانو "Arduino Nano"

الشكل 5. اللوحة أردوينو ميني

إذا كنت تبحث عن لوحة أقل سعراً من لوحة الاردوينو، أو بوردة مشروعة صغيرة الحجم والتوصيلات بها قليلة، فمثلاً أنت تريد أن تصنع الساعات الذكية أو حذاء ذكي بزرع أجهزة استشعار عن بُعد، فحتماً لوحة الاردوينو ميني هي خيارك الأفضل، فهي صُممت ليتم وضعها بشكل شبه دائم في المشاريع.

لكن و بسبب صغر حجمها فإن طرق ربطها و التعامل معها أكثر تعقيداً و صعوبةً من غيرها من بوردات الأردوينو الأخرى، وهي بذلك لا تصلح للمبتدئين؛ لأنّ شريحة المتحكم مُثبتة فيها بتكنولوجيا التثبيت السطحي للعناصر الإلكترونية، لذلك إن حدث عطب للشريحة فقدت اللوحة نهائياً.

(6) اللوحة الأكثر تميزاً الاردوينو ليلي باد "LilyPad Arduino"



الشكل 4. اللوحة أردوينو نانو

على الرغم من أن أسماها يدل على صغر حجمها، إلا أنها تمتلك صفات ومزايا بوردة الاردوينو أونو Arduino Uno فهي مجهزة الاستخدام في المشاريع صغيرة الحجم وفي بيئة لوح التوصيل الالكتروني البردبورد.

(5) لوحة الاردوينو ميني "Arduino Pro Mini"

يجب في البداية التأكد من أن الجهاز يدعم الأردوينو بشكل صحيح، وبالتالي إذا لم يتم الويندوز بالتعرف على اللوحة يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع اللوحة على البرمجة CH314 والتي تعرف الجسر الخاص بوصلة USB للجهاز.

عند توصيل الأردوينو للحاسوب يوجد لدينا ثلاثة أنماط للعمل:

1- نمط العمل المستقل: وهنا يتم تحميل البرنامج المطلوب

إلى لوحة الأردوينو ومن ثم تشغيلها بصورة مستقلة.

2- نمط العمل مع الماتلاب: وهنا يجب تحميل Sketch

خاص ببوابات IO والذي سيسمح للبرنامج بالاتصال

مع اللوحة علماً أن sketch المتوفر يدعم فقط بوابتين

من البوابات.

3- نمط العمل مع الفيجوال ستوديو: وهنا أيضاً لدينا نمط

توفير برمجية اتصال خاصة تسمح للأردوينو بالعمل

مع الفيجوال ستوديو.

يجب التأكد أنه ومع كل عملية توصيل للأردوينو يتغير المنفذ

الذي نقوم بالاتصال به، وعليه يجب التأكد منه عند تحميل

البرنامج إلى الأردوينو بالإضافة إلى الاتصال مع الماتلاب أو

الفيجوال ستوديو.

#### A. تشغيل لوحة التدريب بالنمط المستقل:

عندما نقوم بتشغيل الأردوينو بالنمط المستقل، يجب تحقيق مجموعة من الخطوات وفقاً للتسلسل التالي:

1- نقوم بتوصيل الأردوينو بجهاز الحاسب ونحدد المنفذ

الذي تم اختياره من قبل نظام التشغيل للاتصال.

2- يتم تحميل Sketch الخاص بالتطبيق المرغوب.

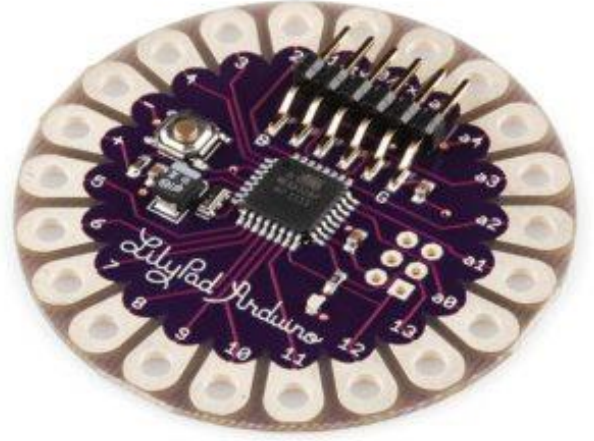
3- يتم فصل الأردوينو عن الحاسب وتشغيله بصورة

مستقلة.

لتنفيذ هذه العملية، يمثل الإجراء البرمجي التالي مثال عن قيادة

محرك DC مع أردوينو بوجود ترانزستور قيادة. يجب في البداية

تركيب الدارة التالية:



الشكل 6. اللوحة أردوينو ليلي باد

إذا كنت ترغب في عمل دائرة تتمكنك من التفاعل مع ملايسك حسب ما تبرمجها، فإنّ تتحدث عن لوحة الأردوينو ليلي باد و هي خيارك الأفضل؛ لأنّ هذه النسخة من لوحة الأردوينو تُستخدم في المقام الأول مع التكنولوجيا القابلة للارتداء، حيث أنّها مصممة بطريقة يمكنها التثبيت بسهولة في المنسوجات والأقمشة، وهناك أيضاً أجهزة استشعار ومكونات صُممت خصيصاً لهذه اللوحة ويستخدم لها خيط موصل للكهرباء بدلاً من الأسلاك العادية.

والأردوينو ليلي باد تعمل على فولتية منخفضة نسبياً، تصبح أداة إلكترونية فعالة عند ربطها بالحساسات والمشغلات الميكانيكية كالمحركات دون أن تترك أي عبء كهربائي مع الأدوات المرتبطة معها.

#### III. التطبيق العملي:

عند البدء باستخدام لوح الأردوينو يجب الأخذ بالاعتبار في البداية ماهية التطبيق المطلوب وبالتالي انتقاء اللوحة التدريبية المناسبة، وبما أن عملية التحكم ستتم من قبل الحاسب لذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار عدد المنافذ التي يمكن أن تؤمنها اللوحة التدريبية لتنفيذ التطبيق البرمجي المرغوب.



```

19.}
20.else {
21.digitalWrite(led,LOW);
22.}
23.analogWrite(motor,speed);
24.}
25.}

```

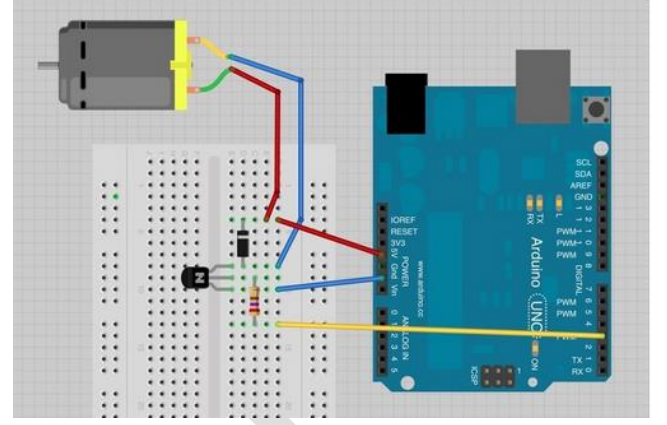
يمكن تقسيم الإجراء البرمجي في لوح التدريب إلى قسمين رئيسيين، الأول التابع Setup ويستخدم لتعريف المنافذ والإعدادات التي يتم تطبيقها على كامل البرنامج، بينما القسم الثاني التابع Loop ويتضمن الحلقات البرمجية والتي سنقوم بتنفيذ المهام البرمجية ضمنها.

يمكن تعريف البوابات وإعطائها تسميات مباشرة كما في السطرين 1 و 2 حيث يتم تعريف أسماء المنافذ 3 و 13 بأسماء Led, Motor بدلاً من التعامل معها كأرقام مما يسمح بتسهيل كتابة الإجراء البرمجي في حال كان عدد المنافذ المستخدمة كبيراً.

يتم في المرحلة التالية تعريف البوابات كدخل وخرج اعتماداً على التعليمات pinMode كما في السطرين 5 و 6 حيث تم تعريف منفذ الديود الضوئي والمحرك كمخارج وتم التأكد من حالة وجود اتصال تسلسلي مع الحاسب كما في السطر 8 و 9. ويتم تلقي أمر السرعة من قبل الحاسب في حال توفر الاتصال والتي يجب أن تكون قيمة محصورة بين 0 و 255 وهي قيمة البايث الذي يتم استقبله من جهاز الحاسب.

في حال كانت القيمة الواردة من الحاسب صحيحة ضمن المجال المسموح سيتم إضاءة الديود الضوئي والقيام بتدوير المحرك وهنا يجب أن ننتبه إلى التوصيلات المتاحة. يتضمن لوح الأردوينو نمطين من المنافذ وهي المنافذ الرقمية والمنافذ التماثلية.

تسمح المنافذ الرقمية بإخراج قيم رقمية 0 أو 1 في حين تقوم المنافذ التماثلية بإخراج قيم متغيرة بين 0 و 5 فولت وفي حال تغذية هذه القيم إلى المحرك فإن ذلك سيؤدي إلى زيادة سرعته بصورة مطردة ضمن مجال القيم المحصور بين 0 و 255.



الشكل 7 . قيادة محرك وحيد باستخدام اردوينو

تتطلب الدارة التجهيزات التالية:

- Arduino
- 6v DC motor
- PN2222 transistor
- Diode
- 270 ohm resistor
- Led
- Test board

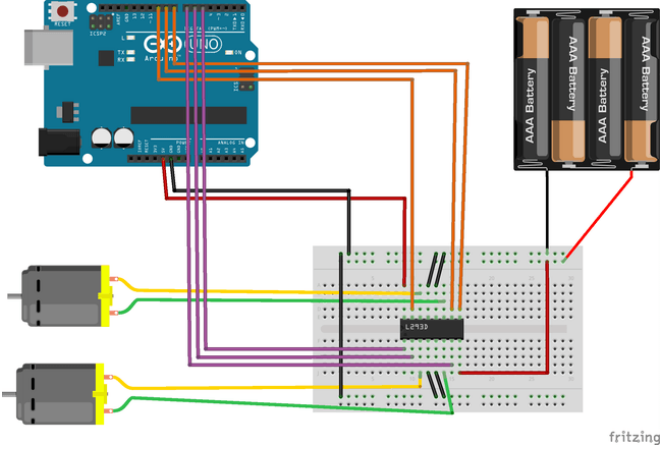
توفر الشركة المصنعة لألواح الأردوينو تطبيق لكتابة الإجراءات البرمجية ضمنها Arduino Gunoino والتي تسمح بكتابة الإجراءات على شكل Sketch برمجي.

يمكن لنا أن نقوم بكتابة الإجراء البرمجي التالي:

```

1.int motor=3;
2.int led=13;
3.void setup()
4.{
5.pinMode(led,OUTPUT);
6.pinMode(motor,OUTPUT);
7.Serial.begin(9600);
8.if(! Serial);
9.Serial.println("Speed up to 0 to 255");
10.}
11.void loop()
12.{
13.if(Serial.available())
14.{
15.int speed=Serial.parseInt();
16.if(speed >=0 && speed <=255)
17.{
18.digitalWrite(led,HIGH);

```



الشكل 9. قيادة عدة محركات باستخدام دائرة القيادة L293D

تمت التوصيلات وفقاً للتسلسل التالي:

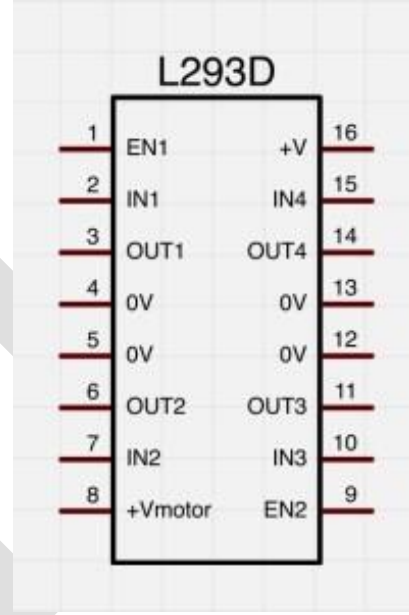
EN1	Enable Motor 1
EN2	Enable Motor 2
IN1	Direction 1 Motor A
IN2	Direction 2 Motor A
IN3	Direction 1 Motor B
IN4	Direction 2 Motor B

كما يوضح الجدول التالي الحالات البرمجية الخاصة بتفعيل كل منفذ من المنافذ الخاصة بلوحة القيادة

PIN	Value	
IN1	HIGH	Enables Motor A
	LOW	Disables Motor A
IN2	HIGH	Enables Motor B
	LOW	Disables Motor B
IN1	HIGH	Motor A Forward
IN2	LOW	
IN1	LOW	Motor A Backwards
IN2	HIGH	
IN1	LOW	Motor A Stops
IN2	LOW	
IN1	HIGH	
IN2	HIGH	

## B. قيادة عدة محركات باستخدام دائرة L293D

عند الحاجة إلى قيادة عدة محركات في العربة وباتجاهين أمامي وخلفي، عندها يصبح من الأفضل الاعتماد على دارات قيادة تسمح بتغذية المحركات بصورة مستقلة عن لوحة الأردوينو بالإضافة إلى التحكم باتجاه الدوران الأمامي والخلفي الأمر الذي يسمح للمركبة بالتحرك للأمام أو الخلف.  
مخطط المنافذ لدائرة القيادة الموضح بالشكل (8):



الشكل 8. دائرة القيادة L293D

تحتوي هذه اللوحة على مخطط المنافذ الموضح بالجدول التالي:

جدول (1) توزيع منافذ دائرة القيادة

المهمة	دائرة القيادة L293D		
	التوصيل	النمط	رقم المنفذ
أرضي الوحدة	أرضي	مدخل	4,5,12,13
تغذية الدارة	5 فولت	مدخل	16
تغذية للمحركات	9 فولت	مدخل	8
تحديد المحرك المرغوب تشغيله	مدخل	EN1,EN2	1,9
إشارات التحكم بتدوير المحرك أمامي أو خلفي	مدخل	IN1-4	2,7,10,15
توصيلات المحركات المرغوب قيادتها	مخرج	OUT1-4	3,6,11,14

```
digitalWrite (enableA, HIGH);
digitalWrite (enableB, HIGH);
delay (1000);
//do something
```

```
Serial.println ("Motion Forward");
digitalWrite (MotorA1, LOW);
digitalWrite (MotorA2, HIGH);
```

```
digitalWrite (MotorB1, LOW);
digitalWrite (MotorB2, HIGH);
```

```
//3s forward
delay (3000);
```

```
Serial.println ("Motion Backwards");
//reverse
digitalWrite (MotorA1,HIGH);
digitalWrite (MotorA2,LOW);
```

```
digitalWrite (MotorB1,HIGH);
digitalWrite (MotorB2,LOW);
```

```
//5s backwards
delay (3000);
```

```
Serial.println ("Stoping motors");
//stop
digitalWrite (enableA, LOW);
digitalWrite (enableB, LOW);
delay (3000);
}
```

### C. توصيل أردوينو مع الماتلاب:

عند توصيل لوحة الأردوينو مع بيئة الماتلاب نحتاج إلى بروتوكولات خاصة للربط بينه وبين لوحة الأردوينو كما يلي:

نحتاج في البداية إلى استخدام حزمة الأردوينو ArduinoIO والتي يمكن لنا أن نقوم بتحميلها عبر مواقع مختلفة ومن ثم نحفظ هذه الحزمة في المسار C:/user/MATLAB أو أي مسار آخر بشرط تحديده مسبقاً. نقوم في المرحلة التالية بتشغيل تطبيق الماتلاب ونختار المجلد ArduinoIO وملف بداخله بنفس الاسم. سيطلب البرنامج إضافة هذا المجلد للمسار لذلك نختار ADD To Path مع الأخذ بعين الاعتبار أن تغيير مسار الماتلاب يتم بالتعليمية CD. نقوم في نفس المجلد باختيار ملف adoio.pde ونحملة على الأردوينو بعد فتحه ضمن برمجية Arduino. بعد إتمام عملية التحميل وضمن ماتلاب نكتب الكود التالي:

```
a = arduino("COMX");
```

بعد التعرف على المنافذ الخاصة بدارة القيادة سيتم التوصيل بين منافذ دارة القيادة ومنافذ لوحة الأردوينو كما هو موضح بالجدول التالي:

L293 PIN	Arduino PIN
EN1	5
IN1	6
IN2	7
EN2	8
IN3	9
IN4	10

المرحلة التالية هي كتابة الإجراء البرمجي الخاص بلوحة الأردوينو والذي سيسمح بالتحكم بالمحركات الموصولة. يتم في البداية وكما في الإجراء البرمجي السابق تعريف المنافذ وتسميتها بدلاً من استخدام التسميات الرقمية للمنافذ ومن ثم تعريف المنافذ كدخل وخرج وبلي ذلك إعطاء إشارات التحكم حيث سيتم تحريك المحركات لمدة ثلاثة ثوان للأمام (أي تحريك المحركين باتجاه واحد أمامي) ولمدة خمس ثوان للخلف.

```
//Define Pins
//Motor A
int enableA = 5;
int MotorA1 = 6;
int MotorA2 = 7;
//Motor B
int enableB = 8;
int MotorB1 = 9;
int MotorB2 = 10;
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin (9600);
//configure pin modes
pinMode (enableA, OUTPUT);
pinMode (MotorA1, OUTPUT);
pinMode (MotorA2, OUTPUT);
```

```
pinMode (enableB, OUTPUT);
pinMode (MotorB1, OUTPUT);
pinMode (MotorB2, OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
//enabling motor A
Serial.println ("Enabling Motors");
```

```

using System.IO.Ports;

namespace Servo_motor
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void
button1_Click(object sender, EventArgs
e)
        {
            serialPort1.PortName =
comboBox1.Text;
            serialPort1.Open();
        }

        private void Form1_Load(object
sender, EventArgs e)
        {
            comboBox1.DataSource =
SerialPort.GetPortNames();
        }

        private void
trackBar1_Scroll(object sender,
EventArgs e)
        {
            if (serialPort1.IsOpen ==
true)
            {
                int PWM =
trackBar1.Value;
                label2.Text =
trackBar1.Value.ToString();

                byte[] b =
BitConverter.GetBytes(PWM);
                serialPort1.Write(b, 0,
4);
            }
        }
    }
}

```

بعد إعداد النافذة سيتم تركيب الدارة التالية:

يبدأ عندها الماتلاب بقراءة المنافذ ومن ثم الاتصال.

Attempting connection .....

Basic I/O Script detected !

Arduino successfully connected !

الآن وبعد أن تمكن الماتلاب من القراءة والتعرف يمكن كتابة أي إجراء برمجي في ملف ماتلاب m , يقوم الإجراء التالي على سبيل المثال بقراءة البيانات الواردة من لوحة الأردوينو وطباعتها على الحاسب على شكل مخطط بياني

```

clc

arduino=serial('COM4','BaudRate',960
0);

fopen(arduino);

x=linspace(1,100);

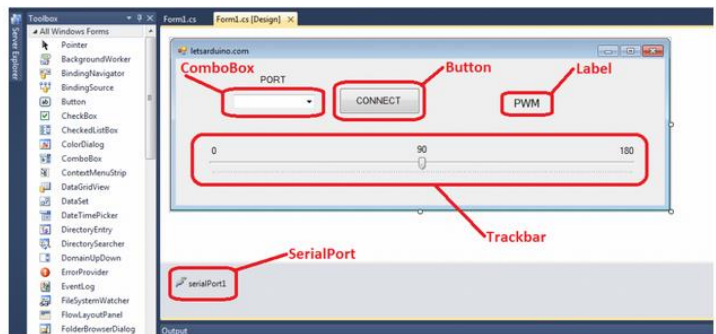
for i=1:length(x)
    y(i)=fscanf(arduino,'%d');
end

fclose(arduino);
disp('making plot..')
plot(x,y);

```

#### D. وصل الأردوينو مع C#:

يجب في البداية إعداد الواجهة البرمجية الخاصة والتي سنستخدمها للاتصال مع لوحة الأردوينو، سيتم إعداد النافذة باستخدام Visual Studio وهي تتألف من العناصر الموضحة بالشكل التالي:



الشكل 10. إعداد واجهة التحكم بالأردوينو باستخدام VS

يتم إنشاء النافذة اعتماداً على الإجراء البرمجي التالي:

```

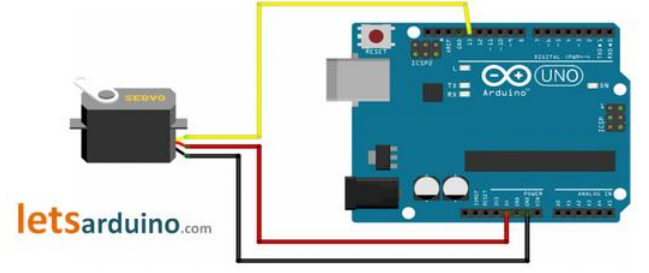
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;

```



6%D9%88%D8%A7%D8%B9-  
%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D8%AF%  
D9%88%D9%8A%D9%86%D9%88-arduino-types/ ،  
تاريخ الاتصال: 2021/02/20

- [2] MathWorks, "MatLab Guide", URL Available: [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com), Last Access: 20/02/2021
- [3] Simon Monk, Programming Arduino, 2<sup>nd</sup> Edition, ISBN- 978-0071784221, 2016.
- [4] Michael Margolis, Arduino CookBook, 1<sup>st</sup> Edition, ORELY Publishing, 2017.
- [5] Mark Geddes, Arduino Project HandBook, Volume2, Kindle Publishing, 2017.
- [6] Martha Nohemi Acosta Montalvo, Introduction to Interfacing Arduino Hardware And MATLAB®-Simulink, 2020.
- [7] Agus Kurniawan, Arduino Programing with .Net and Sketch, Apress Publishing, 2018.



الشكل 11. الدارة البرمجية للتحكم بالمحرك باستخدام

بعد إعداد الدارة وتجهيز القسم الخاص بالحاسوب سيتم كتابة  
الإجراء البرمجي التالي باستخدام برمجية الأردوينو ومن ثم  
تحميله على اللوحة:

```
#include <Servo.h>

Servo servoMotor;
int servoPin=13;
int value=0;
int angle;
int x;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  servoMotor.attach(servoPin);
}

void loop() {
  if(Serial.available() >0)
  {
    value = Serial.read();
    if(value>0){
      x=value;
    }
  }
  else if (x>=0 && x<=180){
    angle=x;
    servoMotor.write(angle);
  }
}
```

#### IV. الاستنتاجات

تسمح هذه الورقة بإعداد مجموعة تجارب باستخدام لوحة  
الأردوينو لقيادة محرك أو مجموعة من المحركات باستخدام  
برمجيات مختلفة سواء عن طريق البرمجيات الخاصة بلوحة  
الأردوينو بصورة مفردة أو باستخدام بيئة الماتلاب أو الفيجوال  
ستوديو باستخدام C#.

#### المراجع

- [1] أنا إلكتروني، "أنواع الأردوينو"، الرابط: <https://ielectroney.com/2019/08/12/%D8%A3%D9%8>