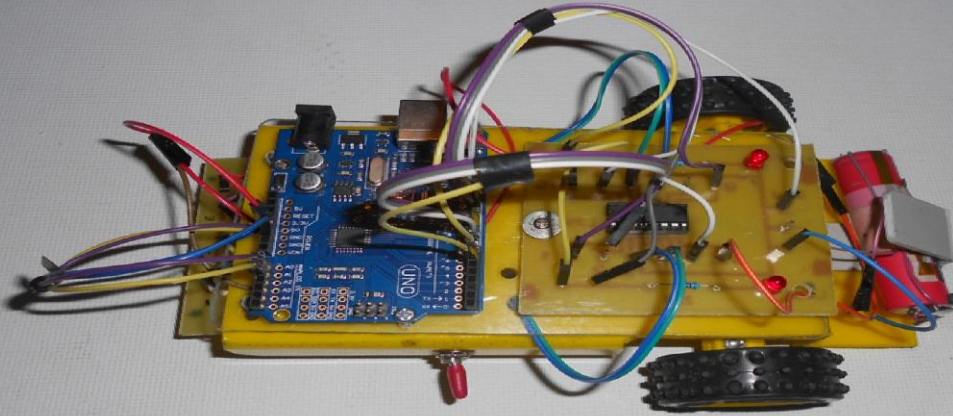


التكنولوجيا الصناعية

السنة الثانية
ثانوي إعدادي

الروبوت الممتنع للمحمار الأحمر بواحدة بطاقة الأردوينو



2016 – 2015

جمعية تواصل لتنمية التكنولوجيا بالجهة الشرقية

Atdtec.oujda@gmail.com ✉

06.62.10.88.94 ☎

التكنولوجيا الصناعية السنة الثانية	الروبوت المتتبع للمسار الأسود بواسطة الأردوينو	جمعية تواصل لتنمية التكنولوجيا بالجهة الشرقية
عبد العزيز عكة	Robot suiveur de ligne noire Par ARDUINO	ATDTec

1

1- الوضعيات المثيرة

1.1 - عرض الوضعية 1:

حسب الفيديو يتمكن الروبوت من تتبع المسار الأسود المرسوم على سطح أبيض مع إصداره لإشارة ضوئية عندما يكون فوق المسار الأسود و توقفه عن التحرك بعد قطعه لدورة كاملة و ذلك باستعمال دارتين إلكترونيتين، الأولى لالتقاط المسار الأسود و الثانية للتحكم في دوران العجلتين. إبحث عن حلول أخرى تحقق نفس الهدف.



2.1 - الحلول المقترحة :

الحلول التكنولوجية المبرمجة بواسطة الحاسوب و التي تعتمد على المتحكم الدقي (بطاقة أردوينو، Pic، بطاقة...).

3.1 - الحل المعتمد :

سنعتمد في دراستنا و إنجازنا للروبوت المتتبع للمسار الأسود و الذي يتوقف تلقائيا بعد قطعه لدورة كاملة على بطاقة الأردوينو.

4.1 - عرض الوضعية 2:

كيف يتمكن الروبوت من تتبع المسار الأسود ؟ و كيف يتوقف عن الحركة بعد دورة واحدة ؟ و كيف يتحكم في دوران العجلتين و كيف يصدر إشارة ضوئية عندما يكون فوق المسار ؟

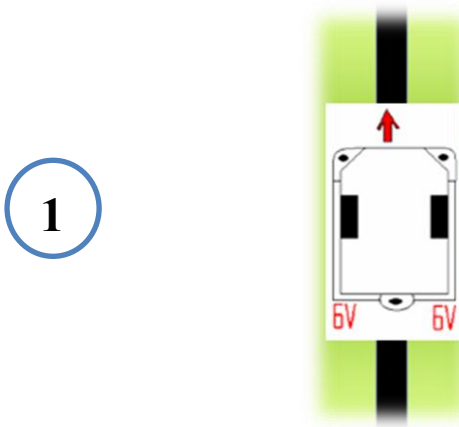


4.1 - الهدف من المشروع :

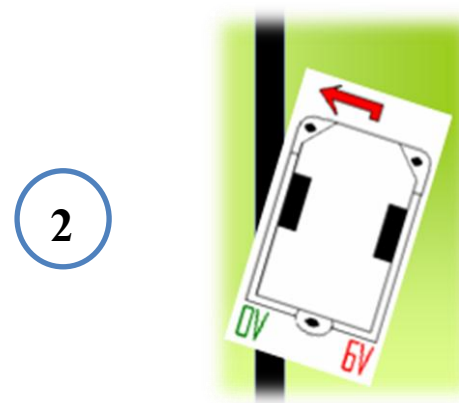
يهدف المشروع إلى إنجاز روبوت يتتبع مسارا أسودا على سطح أبيض، حيث يتم توجيهه باستخدام بطاقة أردوينو يمكن برمجتها بواسطة الحاسوب و يعتمد الروبوت على ملتقطات ضوئية لكشف المسار الأسود، و متحكم في المحركين اليمينى و اليسارى.

الروبوت المتتبع للمسار الاسود مجهز بعجلتين في الخلف يتحكم في دورانهما محركان بالتيار المستمر و عجلة حرة في الامام. يقوم الروبوت بتتبع شريط اسود يوجد على سطح ابيض باستخدام المستشعر الضوئي CNY70 او نوع اخر بحيث يقوم الثنبييل الباعث للأشعة تحت الحمراء ببعثها، فيمتصها الشريط الاسود. لكن عند خروج الروبوت عن الشريط، ترتد الاشعة ليلتقطها الترانزيستور الضوئي من اجل التحكم في المحرك الكهربائي الذي يتحكم في دوران العجلة المتواجدة في الوضع المعاكس للوضع الذي خرج اليه الروبوت لإرجاعه ليتبع الشريط.

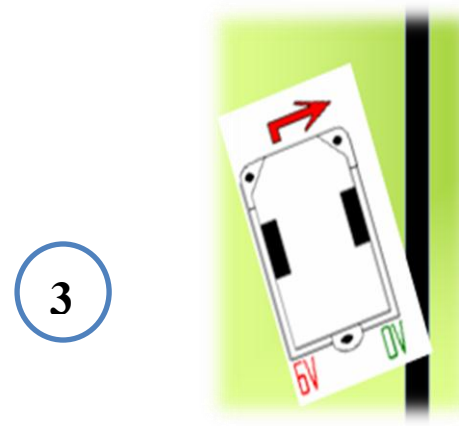
- تبين الأشكال التالية أهم مراحل اشتغال الروبوت :



عند وجود الروبوت فوق الخط الأسود، يمتص هذا الخيز الأشعة تحت الحمراء التي يولدها الثنبييلان الباعثان للأشعة فلا تعكس، فتمر الإشارة الكهربائية إلى جزء المعالجة من أجل جعل المحركين اليميني واليساري يدوران.



عند خروج الروبوت عن الخط الأسود يميننا يظهر اللون الأبيض فتعكس الأشعة تحت الحمراء نحو الترانزيستور الضوئي اليميني لتمر الإشارة الكهربائية إلى جزء المعالجة من أجل جعل المحرك اليساري متوقفا حتى ينعطف الروبوت يسارا .



عند خروج الروبوت عن الخط الأسود يسارا يظهر اللون الأبيض فتعكس الأشعة تحت الحمراء نحو الترانزيستور الضوئي اليساري لتمر الإشارة الكهربائية إلى جزء المعالجة من أجل جعل المحرك اليميني متوقفا حتى ينعطف الروبوت يميننا .

توفير الطاقة الضرورية لاشتغال بطاقة الأردوينو و مكونات الروبوت.

. الحلول الممكنة :

- . استعمال البطارية 9V لتأمين تغذية مستقلة لبطاقة الأردوينو
- . عمود 3.7V لتغذية مكونات الروبوت (المتحكم في المحرك المختزل)
- .



. ملاحظة

- يمكن استغلال أعمدة بطارية غير صالحة للاستعمال لحاسوب محمول مع استعمال شاحن خاص بهذا النوع من الأعمدة



2 - وظيفة التشوير الضوئي و التمهيل

4

إصدار الروبوت لإشارة ضوئية عندما يكون فوق المسار الأسود.
لقد تم استعمال ثنيل متألق كهربائيا يتوهج عندما يكون الروبوت فوق الشريط الأسود.

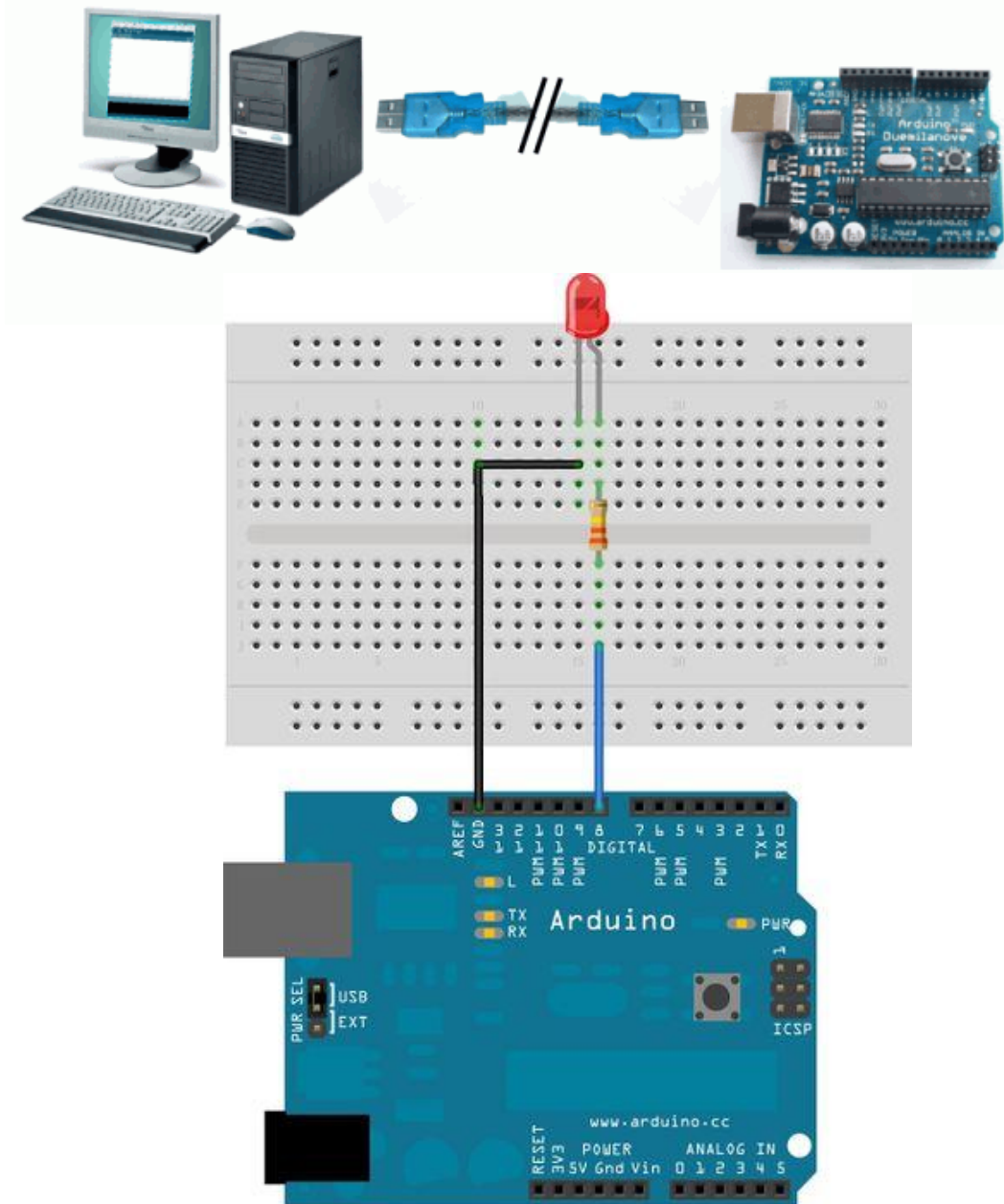
A

توقف الروبوت عن التحرك بعد قطعه لدورو كاملة.
سنعتمد على بطاقة الأردوينو للتحكم في توقف الروبوت بعد مرور مدة زمنية
نحددها في 30 ثانية.

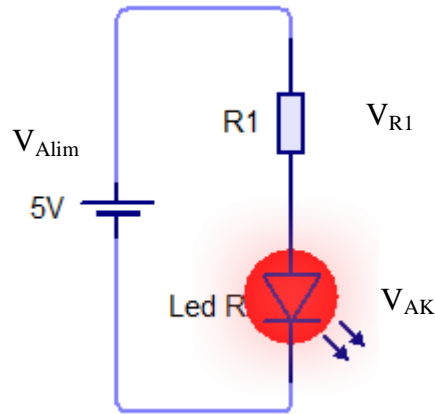
B

تجربة 1

في البداية سنتحكم بواسطة الأردوينو في توهج الثنيل المتألق كهربائيا لمدة 5 ثواني ثم سينطفئ



* حساب قيمة المقاومة التي يجب تركيبها مع الثنبييل المتألق كهربائيا لتفادي إتلافه



- شدة التيار التي يمكن أن يتحملها الثنبييل المتألق كهربائيا : $I_F = 20\text{mA}$
- توتر اشتغال الثنبييل الأحمر : $V_{AK} = 1.5\text{ v}$
- قيمة التوتر بمخرج الأردوينو : $V_{Alim} = 5\text{ v}$

$$V_{Alim} = V_{R1} + V_{AK}$$

$$5\text{v} = R1 \cdot I_F + V_{AK}$$

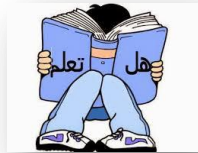
$$I_F = 20\text{ mA} = 0,02\text{ A} \text{ إذا اعتبرنا أن}$$

$$V_{AK} = 1.5\text{ v} \text{ أن ,}$$

$$R1 = (5 - 1.5) / 0.02$$

$$R1 = 175\ \Omega$$

استعمال القيمة المنمطة $220\ \Omega$



ملاحظات	شدة التيار القصوى I_F	توتر الاشتغال V_{AK}	إسم الثنبييل و شكله
	20 mA	1.5 V	أحمر 
	20 mA	2.2 V	أخضر 
	20 mA	1.8 V	برتقالي 
	20 mA	2.5 V	أزرق 

```

clignot_led | Arduino 1.0.6
Fichier Édition Croquis Outils Aide

clignot_led

void setup()
{
  pinMode(8,OUTPUT);//pin 8 comme sortie
}
void loop()
{
  digitalWrite(8,HIGH);//Allumer Led du Pin 8
  delay(5000);//Pendant 5 secondes
  digitalWrite(8,LOW);//Eteindre Led du Pin 8
  delay(5000);//Pendant 5 secondes
}

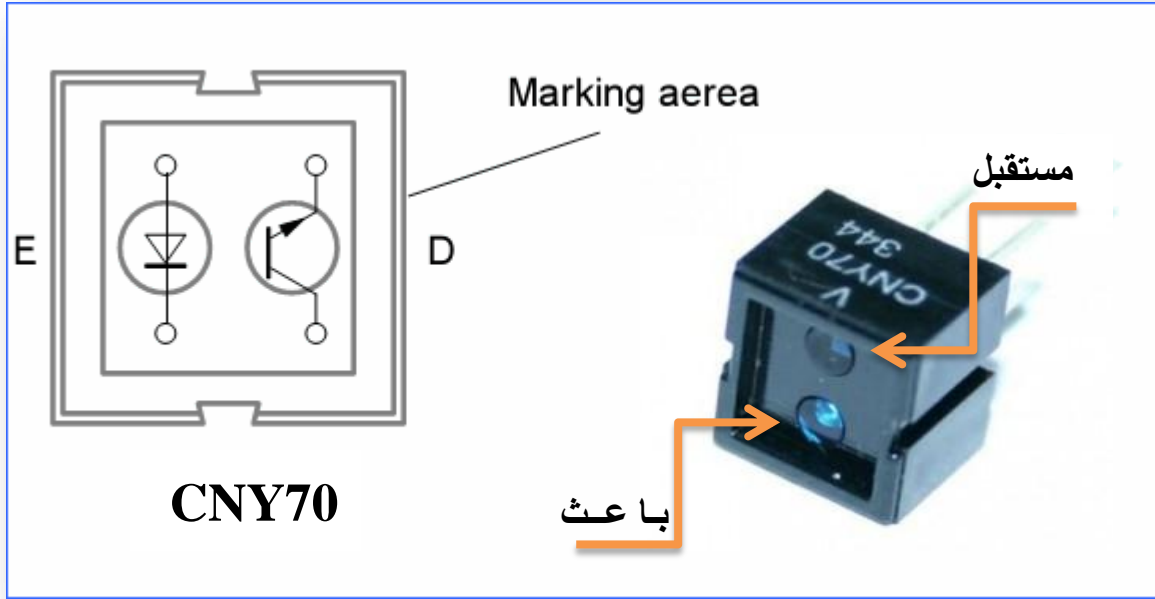
Enregistrement terminé.

15 Arduino Uno on COM11
  
```

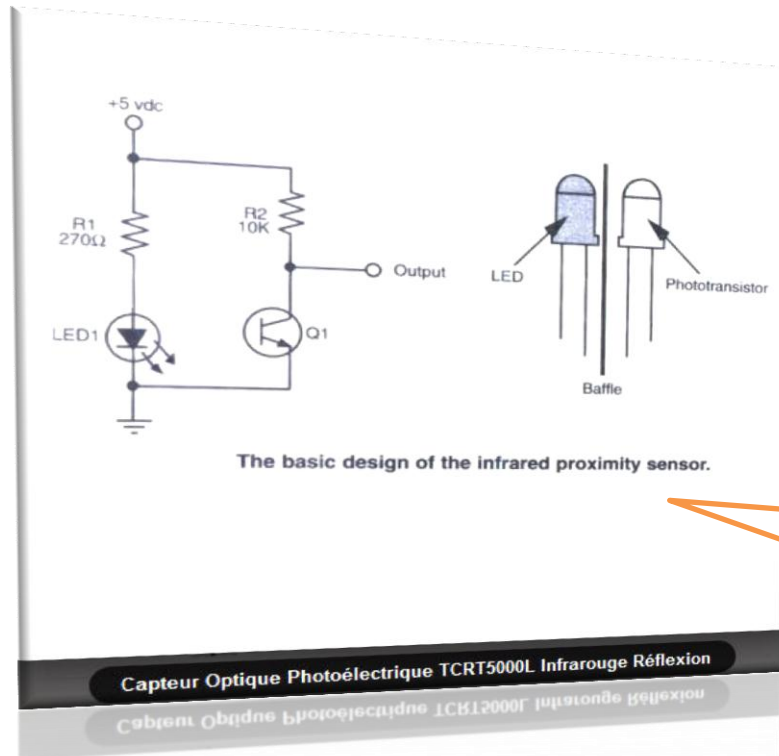
- يمكن تعويض HIGH ب 1 و LOW ب 0 و بالتالي فإن :
- **digitalWrite(8,HIGH) ;** أو **digitalWrite(8,1) ;**
- **digitalWrite(8,LOW) ;** أو **digitalWrite(8,0) ;**

بعث و التقاط الأشعة تحت الحمراء بحيث يقوم الثنبيل المولد للأشعة تحت الحمراء ببعثها، فيمتصها الشريط الأسود، لكن عند خروج الروبوت عن الشريط، ترتد الأشعة ليلتقطها الترانزيستور الضوئي من أجل التحكم في المحرك. يمكن استعمال المستشعر CNY70 أو ثنبيل مولد للأشعة تحت الحمراء و آخر مستقبل.

بعض أنواع الملتقطات الضوئية وأشكالها التجارية



A



B

ورقة
الصانع

باعث



**OSRAM - SFH4550 -
LED 5MM IR 850NM**



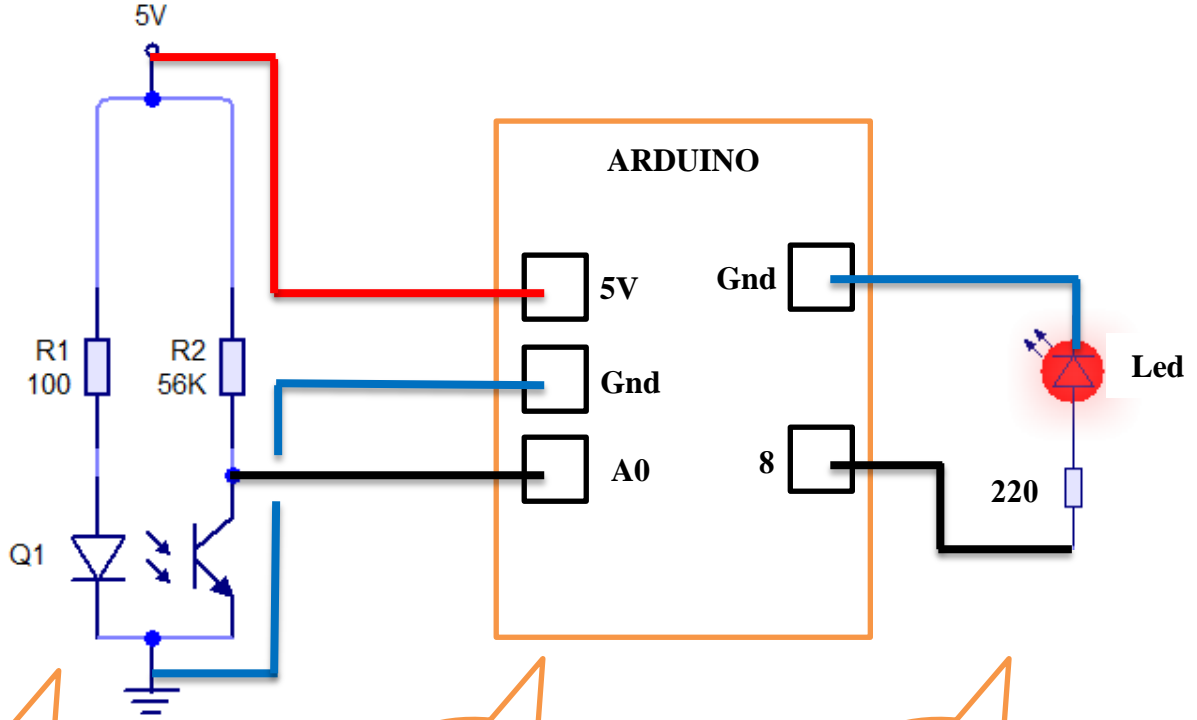
مستقبل

**OSRAM - SFH213-FA
- PHOTODIODE IR
FILTREE**

خاصيات الملتقطات الضوئية

الملتقط	شكله	خاصياته
التنبيل الباعث و المستقبل CNY70		بالنسبة للباعث : $P_{max} = 0.1 W$ و $I_F \leq 50mA$ ؛ بالنسبة للمستقبل : $V_{CEsat} = 0.3 V$ و $I_{sat} = 0.1mA$
التنبيل الباعث و المستقبل TCRT5000L		أنظر ورقة الصانع
التنبيل الباعث SFH4550 /SFH487		<ul style="list-style-type: none"> LED 5MM IR 850NM Courant, I_f moy.: 100mA Tension, V_f max.: 1.5V
الترانزستور الضوئي (المستقبل) SFH213-FA		<ul style="list-style-type: none"> Type de diode: Photodiode (Phototransistor) Longueur d'onde de la sensibilité crête: 900nm Angle, moitié: 10° Courant d'obscurité: 1nA

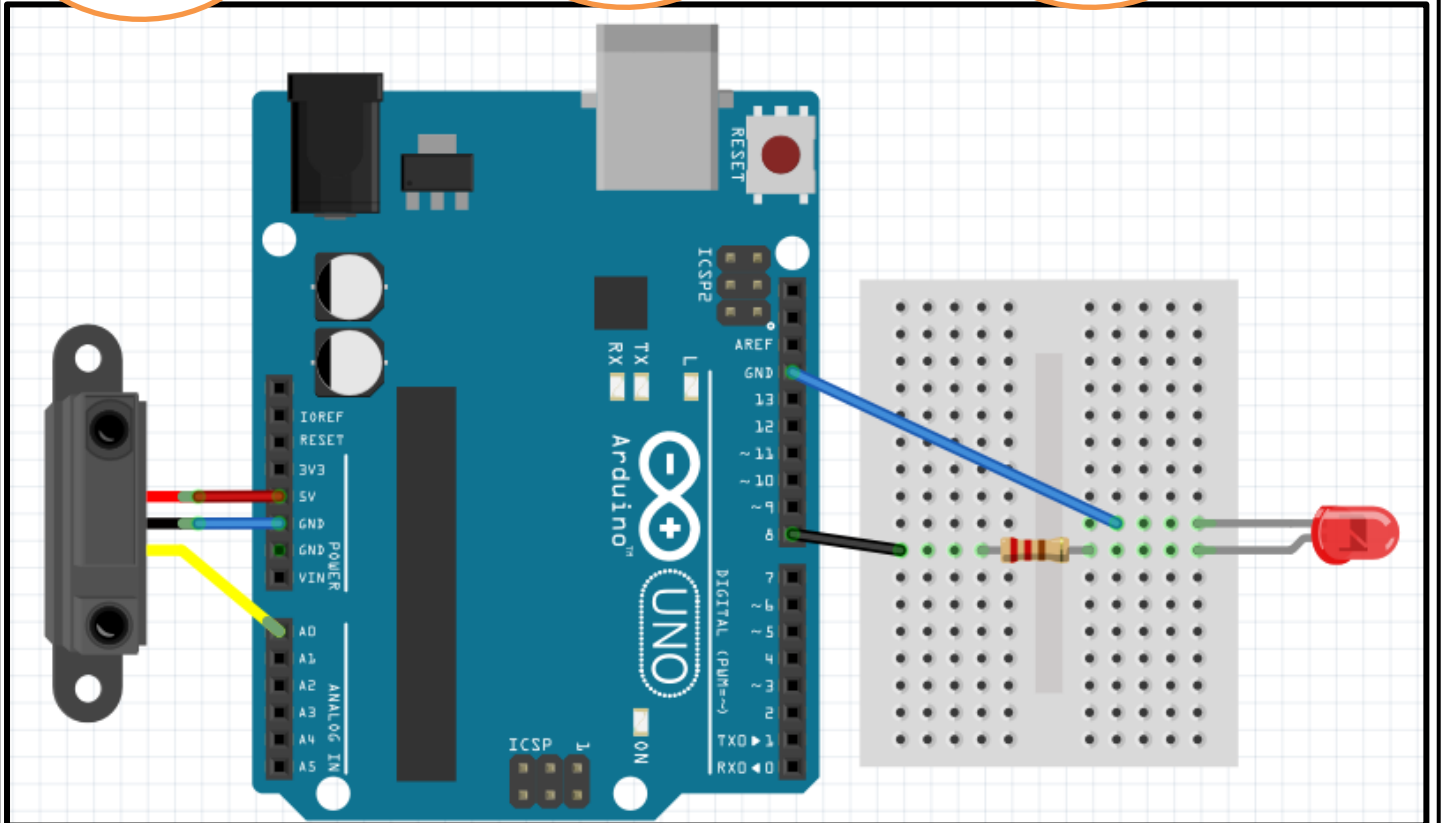
• رسم وظيفة الالتقاط مع الأردوينو (جهة واحدة)
 • تجربة 2 باستعمال ثنائي متعلق كهربائيا



جزء
الالتقاط

جزء
المعالجة

جزء
التشوير



```

sketch_may28a_leds | Arduino 1.0.6
Fichier Édition Croquis Outils Aide

sketch_may28a_leds $

int capgauche = A0; // capteur gauche ( CNY70 1 ou IR1)
int valg = 0;
int led1 = 8;
void setup() {
  pinMode(led1, OUTPUT);
}
void loop() {
  valg = analogRead(capgauche); // Affecter la lecture de la valeur du capgauche à la va
  if ( valg > 80 ) // Si la valeur > 80 correspond à la détection du noir
  {
    digitalWrite(led1, HIGH); // Allumer led1
  }
  else {
    digitalWrite(led1, LOW); // Eteindre led 1
  }
}

```

* لماذا تم اختيار القيمة 100Ω بالنسبة لمقاومة استقطاب الثنبييل الباعث للأشعة تحت الحمراء ؟

معطيات المصنع بالنسبة للملتقط CNY70

- شدة التيار القصوى I_F التي يمكن أن يتحملها الثنبييل الباعث و القدرة P_{max} :
- $I_F \leq 50mA$ و $P_{max} = 0.1W$

حساب المقاومة $R1$

$$V_{AK} = P_{max} / I_F \text{ يعني } P_{max} = V_{AK} * I_F$$

$$V_{AK} = 0.1 / 0.05 = 2V$$

$$R1 = (V_{Alim} - V_{AK}) / I_F$$

إذا كانت $V_{Alim} = 5V$

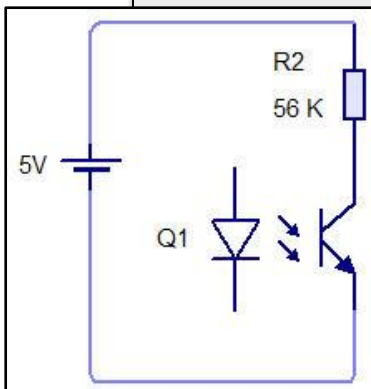
$$R1 = (5 - 2) / 0.05 = 60 \Omega$$

بالنسبة للمقاومة المختارة 100Ω فإن

$$I_F = (5 - 2) / 100 = 0.03 = 30mA$$

إذن القيم $150 \Omega - 120 \Omega - 100 \Omega - 80 \Omega$

تؤمن استقطاب جيد للثنبييل الباعث كما يستحسن استعمال القيم المنمطة و مقاومات ذات قدرة $1/4 W$



- بالنسبة للثبيل المستقبل (الترانزيستور الضوئي):

$$I_{Csat} = 0.1mA, V_{CEsat} = 0.3V$$

حساب المقاومة R2 إذا كانت $V_{Alim} = 5V$

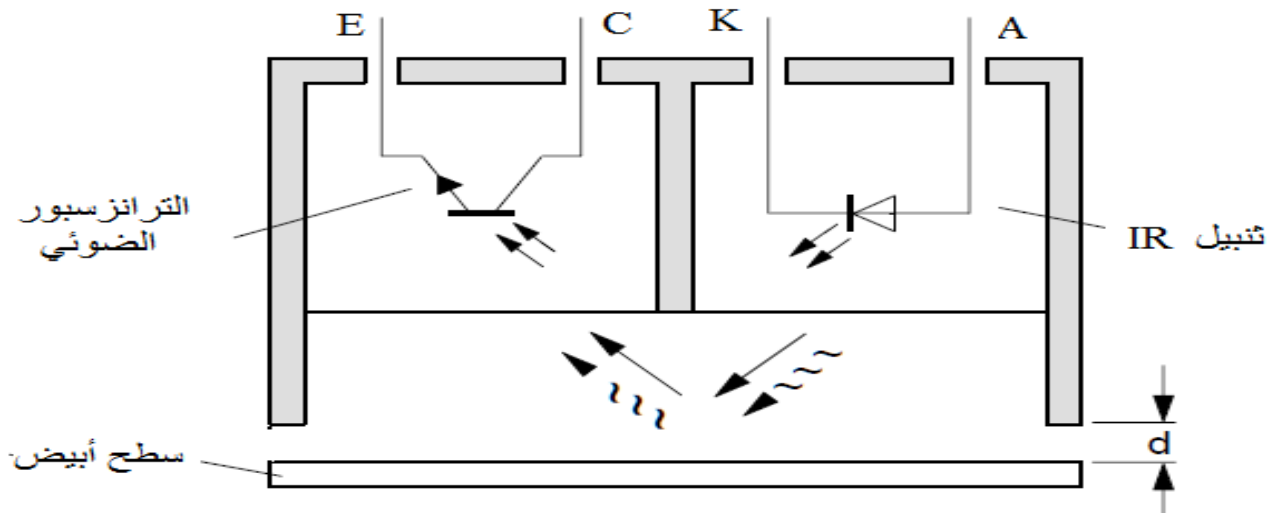
$$R2 = (V_{Alim} - V_{CEsat}) / I_{Csat}$$
$$R2 = (5 - 0.3) / 0.0001$$
$$R2 = 44 \text{ K}\Omega$$

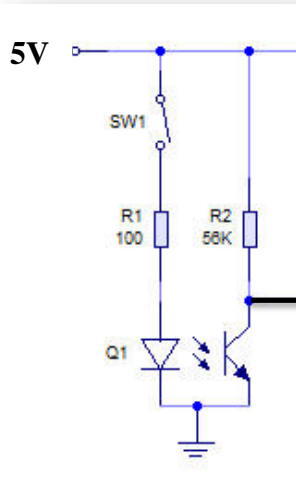
لكي يكون الترانزيستور الضوئي مشبعا، يجب توفير الشرط
 $I_{Csat} \geq 0.1mA$
 إذن $R2 \leq 44 K\Omega$

- إن القيم : $40k\Omega - 30k\Omega - 20k\Omega - 15k\Omega - 10k\Omega$

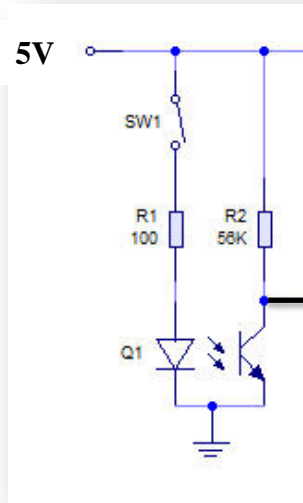
- استعمال القيمة $56k\Omega$ حسب ما هو متوفر خلال التجربة

• كيفية اشتغال الملتقط الضوئي



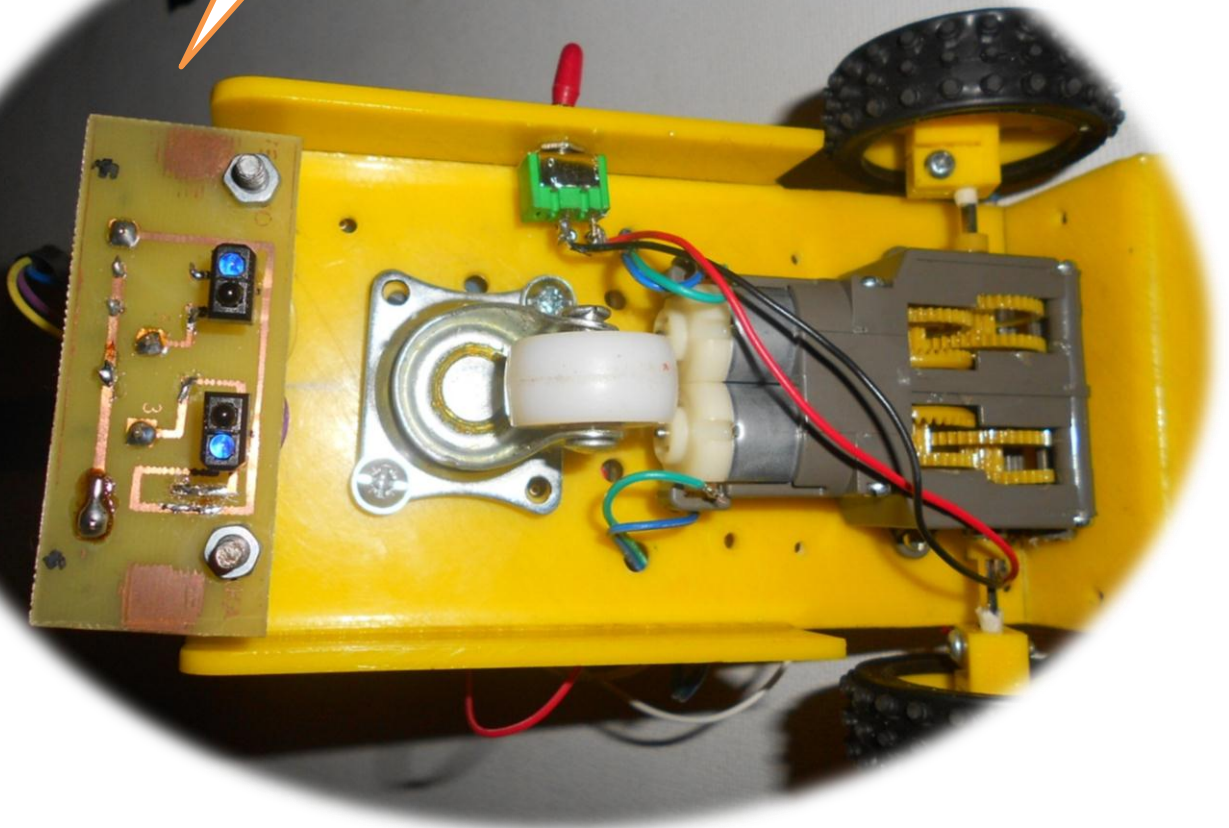


معالجة التقاط
الجانب الأيسر



معالجة التقاط
الجانب الأيمن

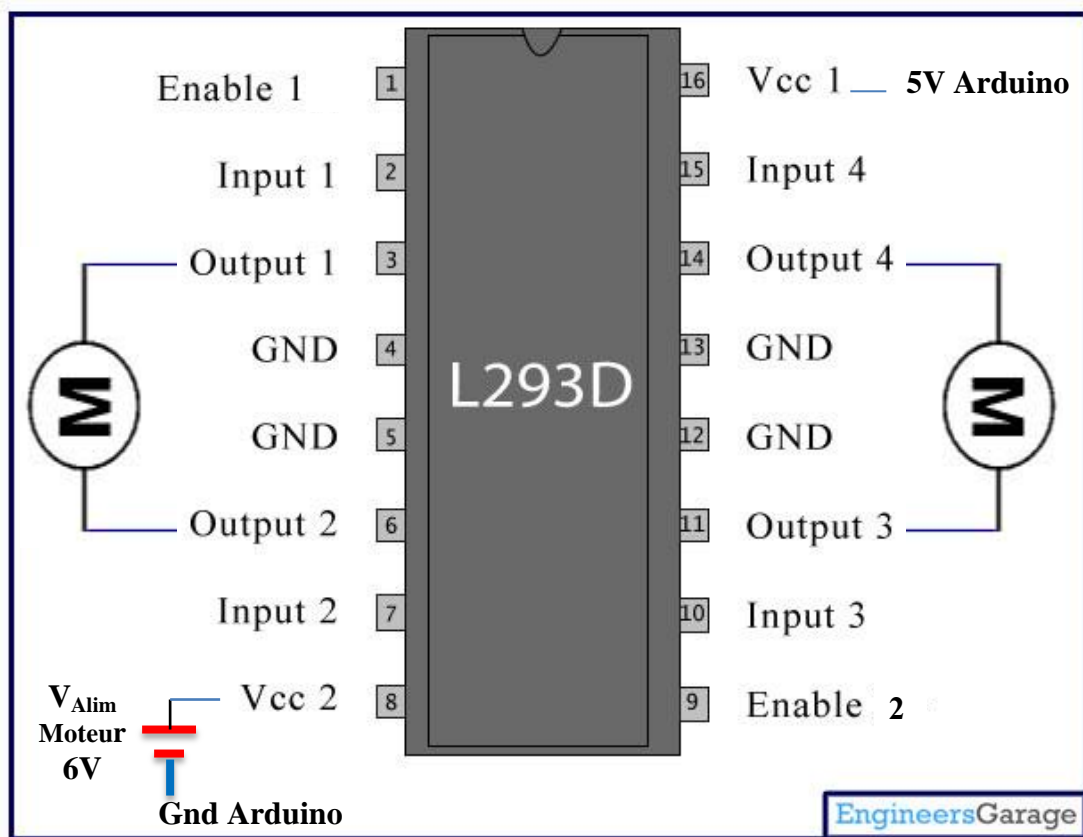
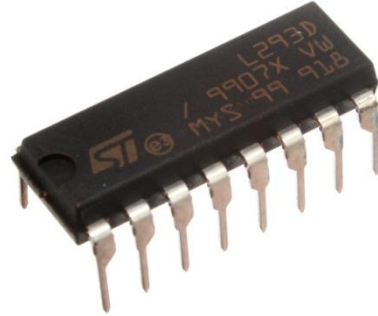
رؤية من
الأسفل لجزء
الالتقاط



13

من أجل تبليغ الأوامر من جزء المعالجة (بطاقة الأردوينو) وإيصالها إلى المحركين استعملنا المتحكم **L293D** الذي يقوم بوظيفة التبديل : دوران المحرك أو توقفه، حسب الإشارات الواردة من جزء المعالجة.

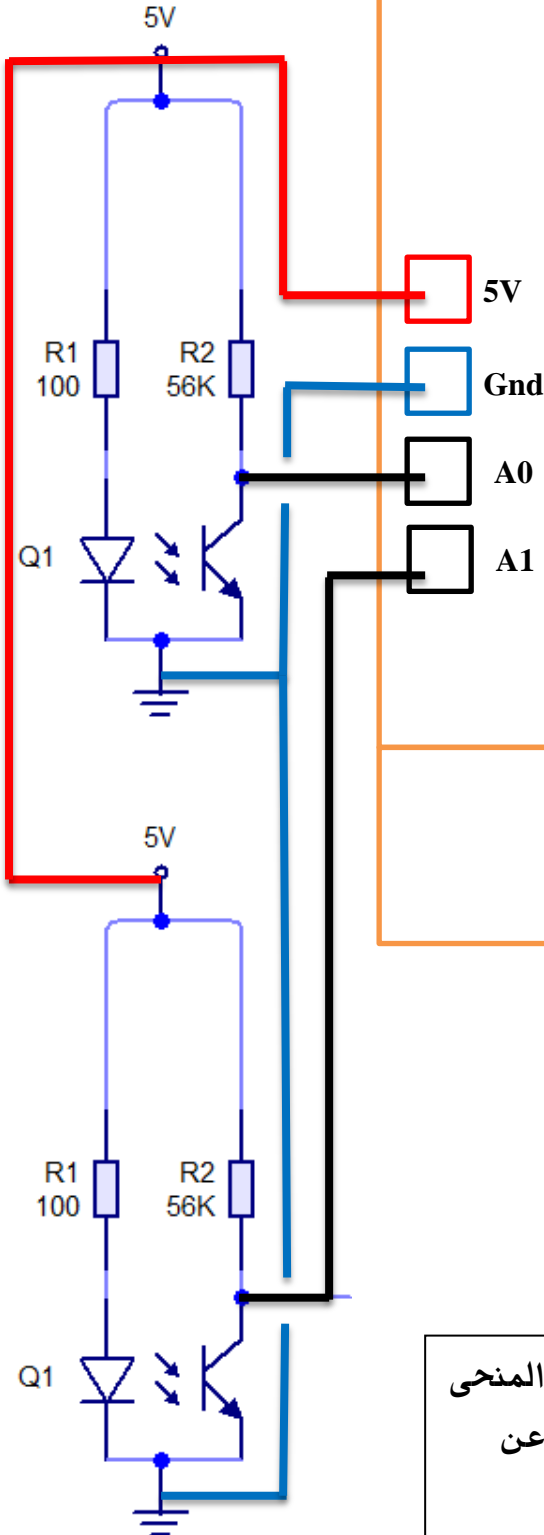
المتحكم
L293D



. خاصيات L293D

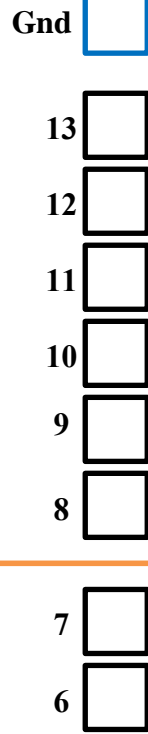
- يتكون من جزأين : جزء التحكم **Commande** و جزء القدرة **Puissance** للتحكم في المحركات
- يمكن من التحكم في دوران محركين في منحين مختلفين أو 4 محركات في منحن واحد
- توتر التحكم : 4.5v à 5.5v
- توتر القدرة : 5v à 36v
- شدة التيار القصوى : 600mA
- عدد المراتب : 16

الملتقط الأيمن
Capteur Droit

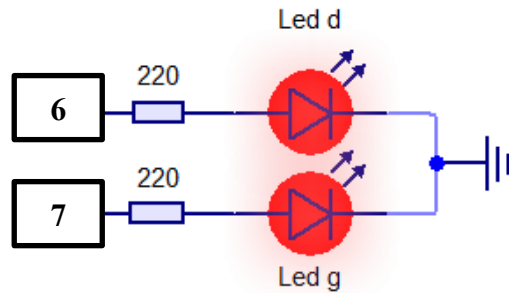
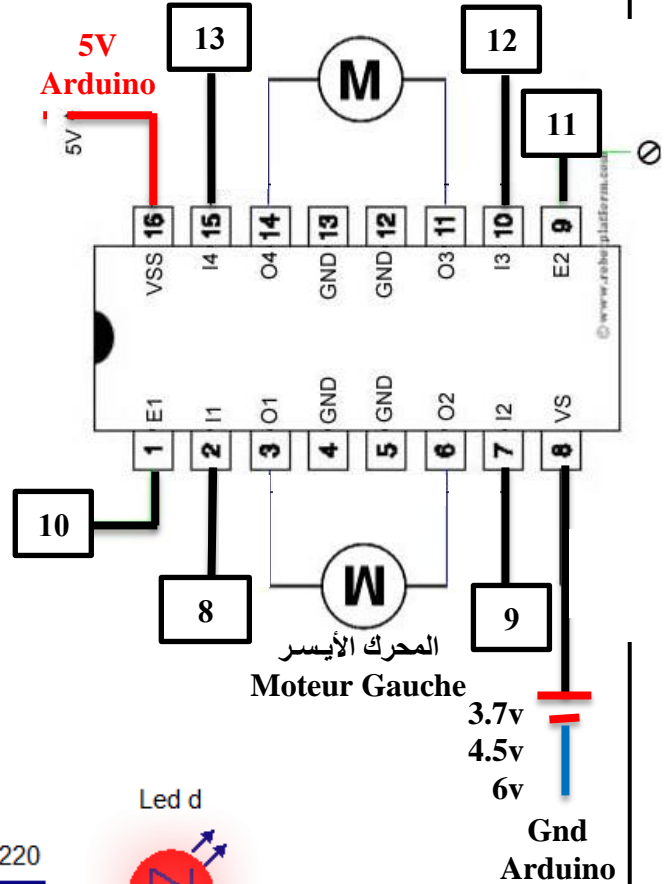


الملتقط الأيسر
Capteur Gauche

ARDUINO



المحرك الأيمن
Moteur Droit



ملاحظة .

إذا أردنا أن يدور المحركان M2 و M1 في نفس المنحى
مثلا تحرك الروبوت فقط نحو الأمام، يمكن الاستغناء عن
المربطين (8 أو 9) و (12 أو 13).

```

int capgauche = A0; // capteur gauche ( CNY70 1 ou IR1)
int capdroit = A1; // capteur droit ( CNY70 2 ou IR2)
int valg = 0;
int vald = 0;
int motor1sens1 = 8; // pin 2 (Input 1) du L293D (moteur gauche )
int motor1sens2 = 9; // pin 7 (Input 2) du L293D
int enable1 = 10; // pin 1 (Enable 1) du L293D
int motor2sens1 = 13; // pin 15 (Input 4) du L293D (moteur droit)
int motor2sens2 = 12; // pin 10 (Input 3) du L293D
int enable2 = 11; // pin 9 (Enable 2) du L293D
int ledd = 6;
int ledg = 7;

```

```

void setup() {
  pinMode(capgauche, INPUT);
  pinMode(capdroit, INPUT);
  pinMode(motor1sens1, OUTPUT);
  pinMode(motor1sens2, OUTPUT);
  pinMode(enable1, OUTPUT);
  pinMode(motor2sens1, OUTPUT);
  pinMode(motor2sens2, OUTPUT);
  pinMode(enable2, OUTPUT);
  pinMode(ledd, OUTPUT);
  pinMode(ledg, OUTPUT);
  digitalWrite(enable1, LOW );
  digitalWrite(enable2, LOW );
}

```

```

void loop() {
  digitalWrite(enable1, HIGH );
  digitalWrite(enable2, HIGH );
  valg=analogRead(capgauche); //Affecter la lecture de la valeur du capgauche à valg
  vald=analogRead(capdroit); //Affecter la lecture de la valeur du capdroit à vald
  if ( valg > 200 ) //Si la valeur > 80 correspond à la détection du noir
  {
    digitalWrite(motor1sens1, HIGH); //Si Oui Tourner le moteur 1 dans un sens (pour l'avancer)
    digitalWrite(motor1sens2, LOW);
    digitalWrite(ledd, HIGH); //Allumer led1
  }
  else {
    digitalWrite(motor1sens1, LOW); //Si non arrêter le moteur 1
    digitalWrite(motor1sens2, LOW);
    digitalWrite(ledd, LOW); //Eteindre led 1
  }
}

```

```

if ( vald > 200 )           //Si Oui Tourner le moteur 2 dans un sens
{
    digitalWrite(motor2sens1, HIGH);
    digitalWrite(motor2sens2, LOW);
    digitalWrite(ledg,HIGH);    //Allumer led2
}
else {
    digitalWrite(motor2sens1, LOW); //Si non arrêter le moteur 2
    digitalWrite(motor2sens2, LOW);
    digitalWrite(ledg,LOW);      //Eteindre led 2
}
delay(30000);
}

```

كتابة الكود بطريقة أخرى

```

void marche() {
    digitalWrite(motor1sens1, HIGH);
    digitalWrite(motor1sens2, LOW);
    digitalWrite(ledd,HIGH);
}

void arretg() {
    digitalWrite(motor1sens1, LOW); //Si non arrêter le moteur 1
    digitalWrite(motor1sens2, LOW);
    digitalWrite(ledd,LOW);
}

void marche() {
    digitalWrite(motor2sens1, HIGH);
    digitalWrite(motor2sens2, LOW);
    digitalWrite(ledg,HIGH);
}

void arretg() {
    digitalWrite(motor2sens1, LOW); //Si non arrêter le moteur 2
    digitalWrite(motor2sens2, LOW);
    digitalWrite(ledg,LOW);
}

```

إضافة الكود بعد
void setup

```

if ( valg > 200)
{
    marche();
    digitalWrite(ledd,HIGH);
}
else {
    arretg();
    digitalWrite(ledd,LOW);
}

```

```

if ( vald > 200)
{
    marche();
    digitalWrite(led2,HIGH);
}
else {
    arretg();
    digitalWrite(ledg,LOW);
}

```

إضافة
الكود بعد
void loop

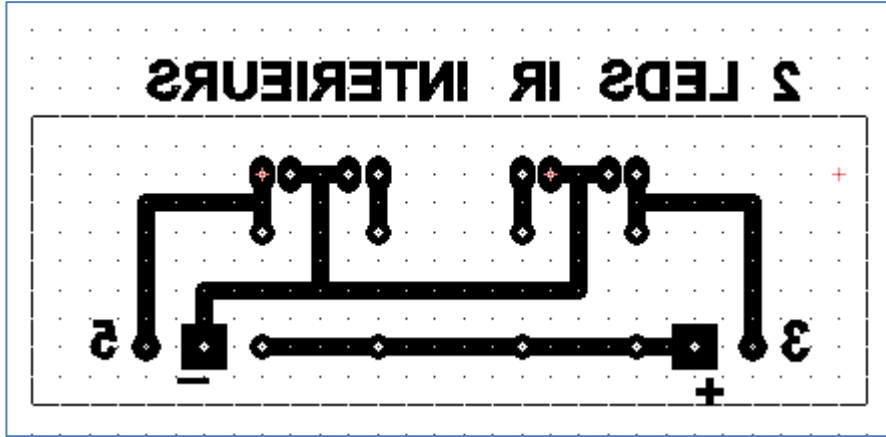
5- المركبات المستعملة في الروبوت

17

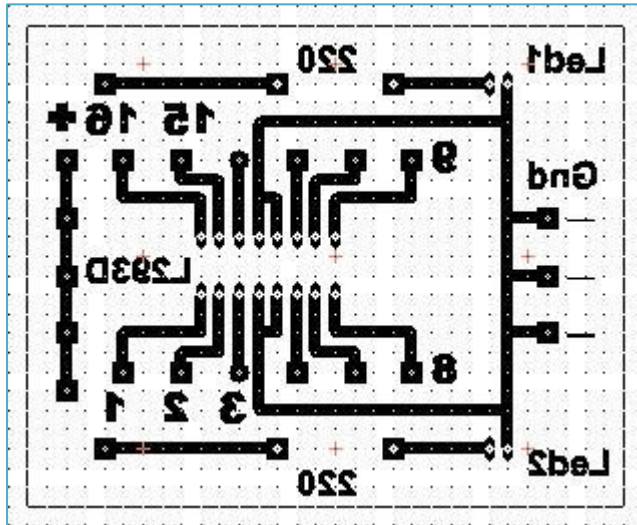
الوظيفة داخل التركيبة	المميزات	العدد	إسم المركب
تزويد المحركين بالطاقة الكهربائية	3.7v أو 4.5v أو 6v	1	العمود
تزويد بطاقة الأردوينو بالطاقة الكهربائية	9v	1	العمود
التقاط المسار الأسود للروبوت	CNY70 أو نوع آخر	2	باعث ملتقط الأشعة
معالجة الإشارة الواردة من الملتقطات	Uno	1	بطاقة أردوينو
قطع أو إيصال التيار إلى التركيبة	I	1	قاطع التيار
تأمين استقطاب الثنيل الباعث	220Ω إلى R=100	2	المقاومة
تأمين استقطاب الترانزيستور الضوئي	R = 10 إلى 56KΩ	2	المقاومة
حماية الثنيلات المتألقة كهربائيا	R=220Ω	2	المقاومة
التشوير الضوئي عند دوران المحرك	LED	2	الثنيل المتألق كهربائيا
تحريك الروبوت	M1 - M2	2	المحرك المختزل و العجلة
تسهيل تحريك الروبوت و إحداث التوازن	حجم صغير	1	عجلة حرة
التحكم في دوران المحركين M1 و M2	دائرة مدمجة L293D	1	المتحكم في المحركين
الربط بين مختلف المركبات	ذكر - أنثى	20	أسلاك موصلة
الربط بين مختلف المركبات	أنثى - أنثى	20	أسلاك موصلة
تثبيت مختلف المركبات	Ø=4mm - L=40mm	20	لولب صامولة

6- مراحل إنجاز الدارات المطبوعة للروبوت

المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> • تخطيط رشم جزء الالتقاط • تخطيط رشم جزء التبليغ و التشوير 	<ul style="list-style-type: none"> • تخطيط الرشم بمساعدة الحاسوب و برنامج Circuit Wizard و طبعه على الورق الشفاف بواسطة طابعة 	<ul style="list-style-type: none"> • ورق شفاف • حاسوب و طابعة • برنامج Circuit Wizard



رشم جزء
الالتقاط

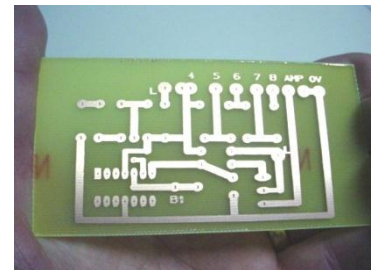
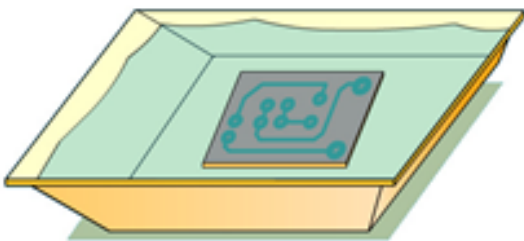


رشم جزء
التبليغ و
التشوير

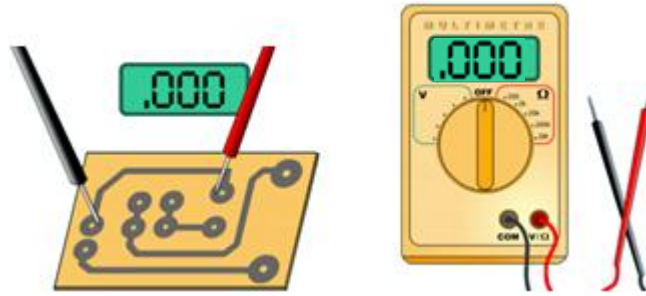
المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> • نقش رشم جزء الالتقاط على الصفيحة • نقش رشم جزء التبليغ و التشوير على الصفيحة • 	<ul style="list-style-type: none"> • بعد إزالة الغلاف الواق من الصفيحة، نضع الورق الشفاف الذي يحتوي على الرشم في آلة التشميس لمدة 3 دقائق بحيث تتعرض الصفيحة للأشعة فوق البنفسجية UV 	<ul style="list-style-type: none"> • صفيحة الايبوكسي 1 • آلة التشميس 2



المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> • إزالة الطبقة الحساسة من الصفيحة • إزالة طبقة النحاس الزائدة من الدارة المطبوعة 	<ul style="list-style-type: none"> • نخرج الصفيحة من آلة التشميس و نضعها في محلول سائل لمدة 3 دقائق ثم بعد ذلك في محلول بركلورير الحديد الذي يزيل طبقة النحاس غير المرغوب فيها ما عدا المسالك المغطاة بالأسود • نخرج الصفيحة و ننظفها بالماء ثم بالكحول 	<ul style="list-style-type: none"> • محلول كيميائي سائل 1 • بركلورير الحديد 2 • كحول 3



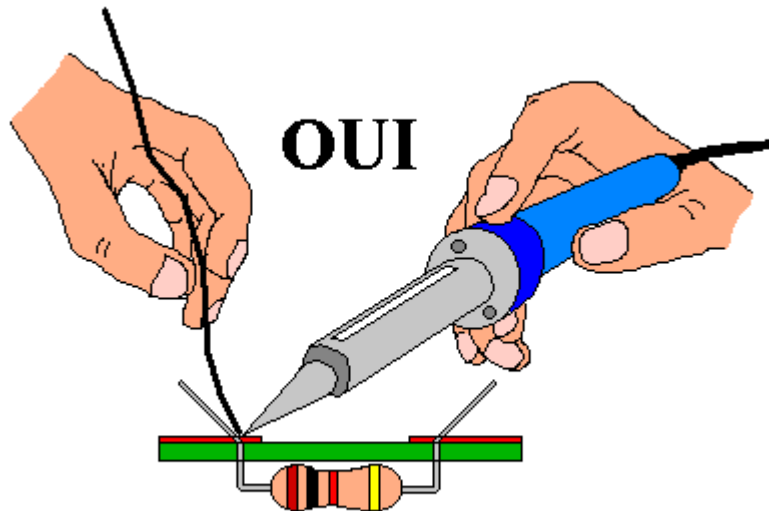
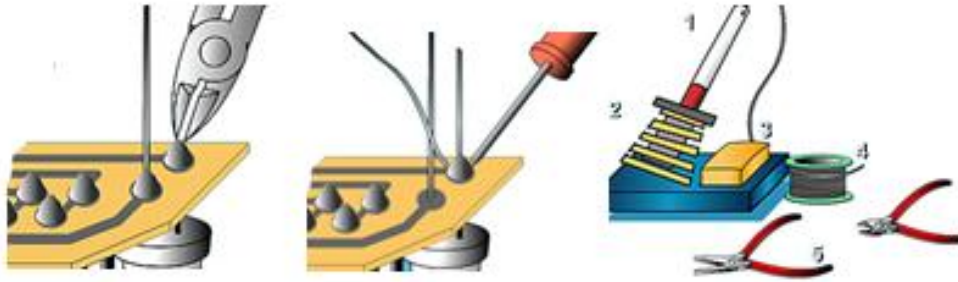
المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> مراقبة الدارة المطبوعة 	<ul style="list-style-type: none"> يمكن ترك تماس بين قطبي أحد المركبات أو تشقق في أحد المسالك وللتأكد من وجود الاستمرارية، نستعمل جهاز متعدد القياسات عادي أو إلكتروني 	<ul style="list-style-type: none"> جهاز متعدد القياسات

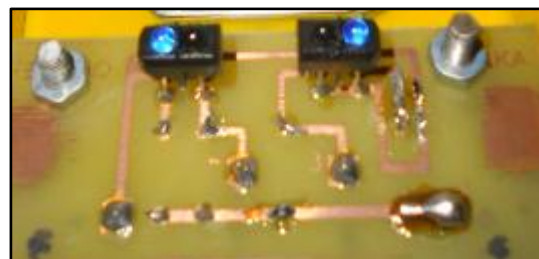


المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> ثقب ممرات المركبات 	<ul style="list-style-type: none"> نستعمل ناقوبة mini perceuse ذات مثقاب قطره 1 - 1.5 mm لخرق الثقب التي تمر منها أقدام المركبات يجب الضغط على زر إيقاف الآلة بعد كل عملية خرق 	<ul style="list-style-type: none"> ناقوبة مثقاب قطره 1 - 1.5 mm



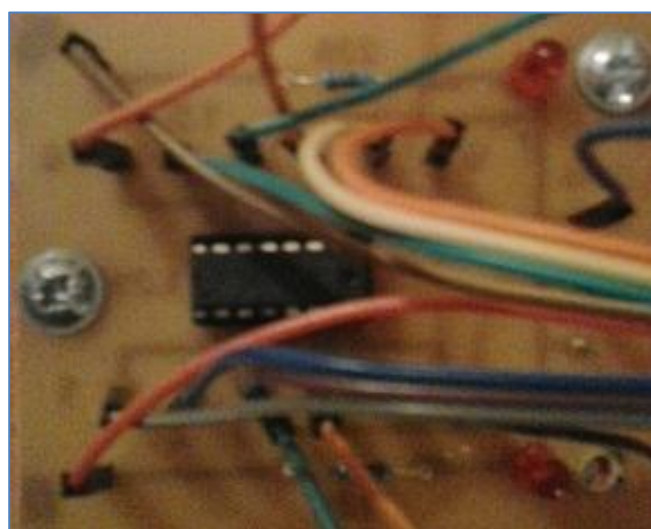
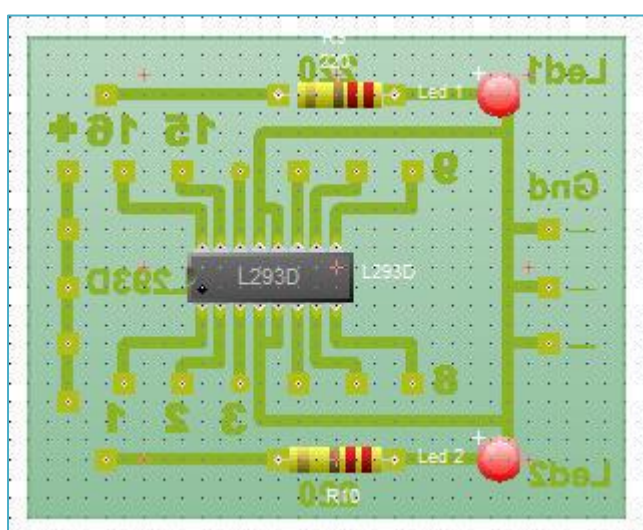
المرحلة	العمليات	الوسائل المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> تركيب المركبات تلحيمها تقطيع المراتب الزائدة 	<ul style="list-style-type: none"> تركب المركبات على الطبقة العازلة للصفحة يركب كل مركب في الموضع المخصص له يستحسن أن نبدأ بتركيب المركبات ذات الحجم الصغير يجب احترام أقطوية المركبات المستقطبة عند التركيب يهدف التلحيم إلى تثبيت المركبات و تحقيق الروابط الكهربائية بينها عند التلحيم، لا يجب إتلاف المركبات أو فرشاة النحاس نتيجة حرارة مرتفعة، لذا يجب استعمال ملحام ذو قدرة ضعيفة و سلك من القصدير الرصاص 	<ul style="list-style-type: none"> ملحام سلك من القصدير الرصاص



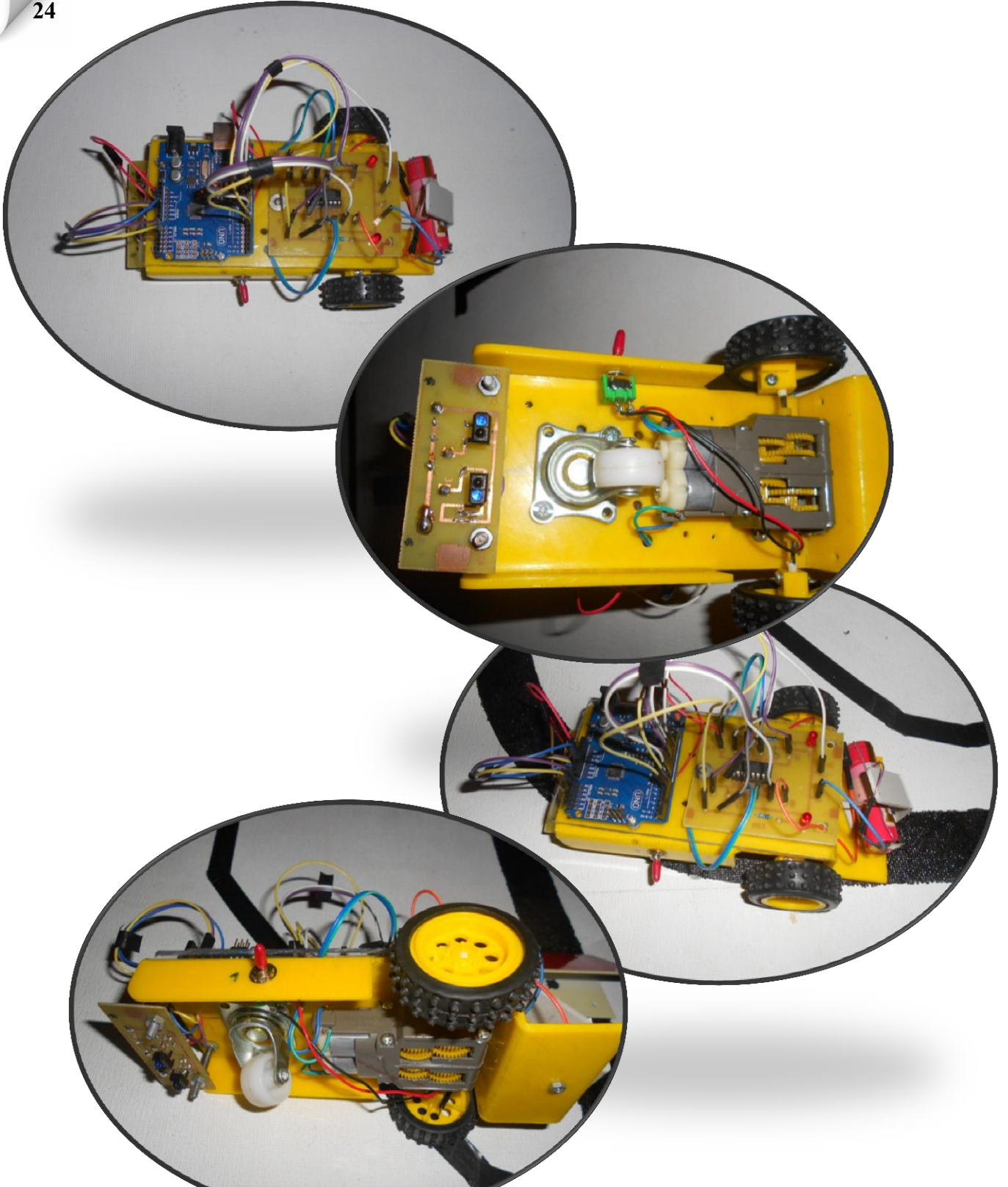


جزء الالتقاط
بالمركبات

جزء التبليغ و
التشوير
بالمركبات



العنصر	العدد	الشكل	الوظيفة
المحرك المختزل و العجلة	2		• الدوران بسرعة مناسبة
حامل المحرك المختزل	2		• حمل و تثبيت المحرك المختزل
حامل العمود 3.7v أو 4.5v أو 6v	1		• حمل العمود
الاطار الواق	1		• حمل العناصر العلوية للروبوت
حامل الروبوت	1		<ul style="list-style-type: none"> • تثبيت دائرة الالتقاط • حمل بطاقة الأردوينو • تثبيت المحرك المختزل • تثبيت حامل العمود 3.7v أو 4.5v • تثبيت حامل العمود 9V • حمل العجلة الحرة
حامل العمود 9V	1		<ul style="list-style-type: none"> • حمل العمود من فئة 9 V



المراجع المعتمدة :

- كود الروبوت المتتبع للمسار الأسود للأستاذين محمد بوصحابة (الراشدية) و صالح الحسوني (مراكش) مع التعديل
- الروبوت المتتبع للمسار الأسود الملف التقني للمفتشية التربوية لمادة التكنولوجيا الصناعية مراكش - عبد الكريم المراكشي -
- ملاحظات أعضاء جمعية تواصل لتنمية التكنولوجيا بالجهة الشرقية