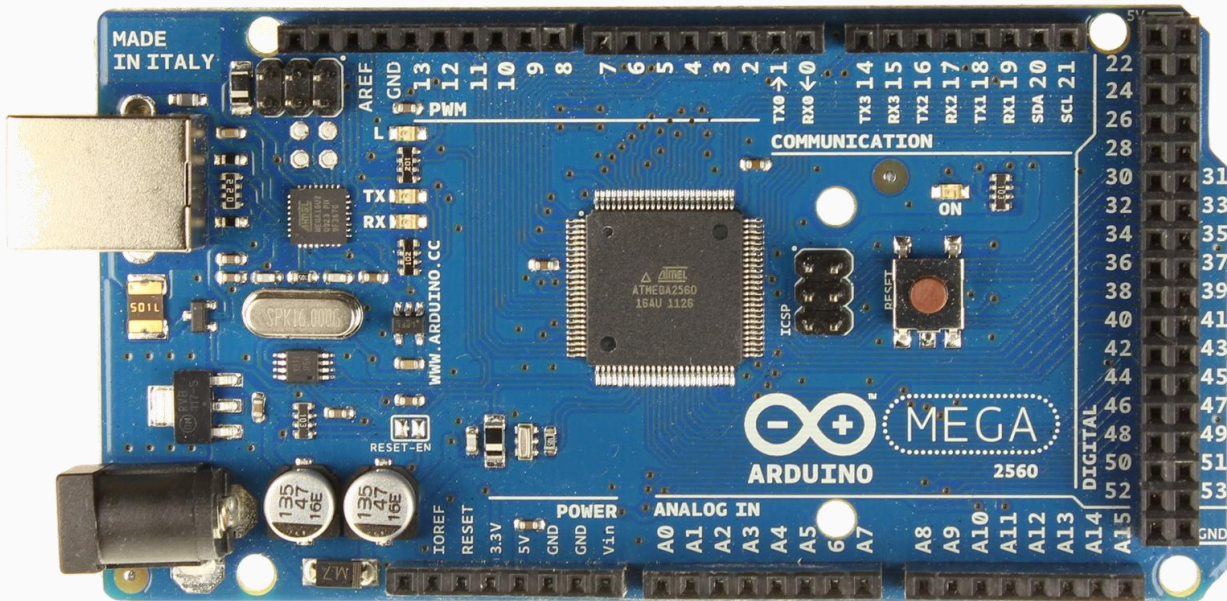




جامعة حلب في المناطق المحررة  
كلية الهندسة المعلوماتية  
السنة الرابعة



المحاضرة العملية الثامنة

# مقرر عملي حساس المسافة HC-SR04 ultrasonic sensor

د.م. عبد القادر غزال  
م. محمد نور بدوي

العام الدراسي: 2023 - 2024



## HC-SR04 مستشعر المسافة بالموجات فوق الصوتية

- هو جهاز يُستخدم لاكتشاف المسافة عن جسم ما باستخدام **تقنية الصدى الصوتي sonar**
- يتكون المستشعر من مرسلات فوق صوتية (مكبرات الصوت بشكل أساسي)، ومستقبل، ودائرة تحكم.

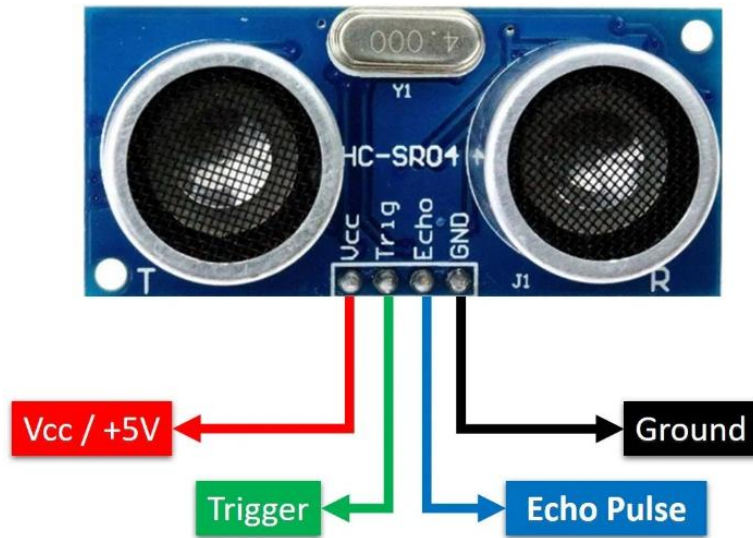


- لربط مستشعر HC-SR04 بوحدة التحكم Microcontroller، يجب علينا معرفة وظيفة كل قطب في المستشعر.
- من خلال معرفة وظيفة منافذ الإدخال والإخراج، سنكون قادرين على تحديد منافذ GPIO الخاصة بوحدة التحكم Microcontroller التي يجب استخدامها للتواصل مع HC-SR04



# كيف يعمل الحساس HC-SR04؟

الحساس HC-SR04 يقيس المسافة باستخدام موجات فوق صوتية (غير مسموعة) بتردد 40 كيلوهرتز. تسافر هذه الموجات، مثل الموجات الصوتية عبر الهواء، وإذا كان هناك عائق أمامها، يتم انعكاسها وفقًا لزاوية سقوطها. وإذا تم وضع جسم ما بشكل متواز مع المرسل، تنعكس الموجات بزاوية 180 درجة. لذا، لقياس المسافة يجب وضع الجسم المراد اختباره بشكل متواز مع المستشعر



يتألف الحساس HC-SR04 من وحدتين أساسيتين، وهما مرسل فوق صوتي ووحدة استقبال فوق صوتية. تقوم دائرة الإرسال بتحويل الإشارة الكهربائية إلى موجة 40 كيلو هرتز مكونة من 8 نبضات من موجات الـ Sonar.

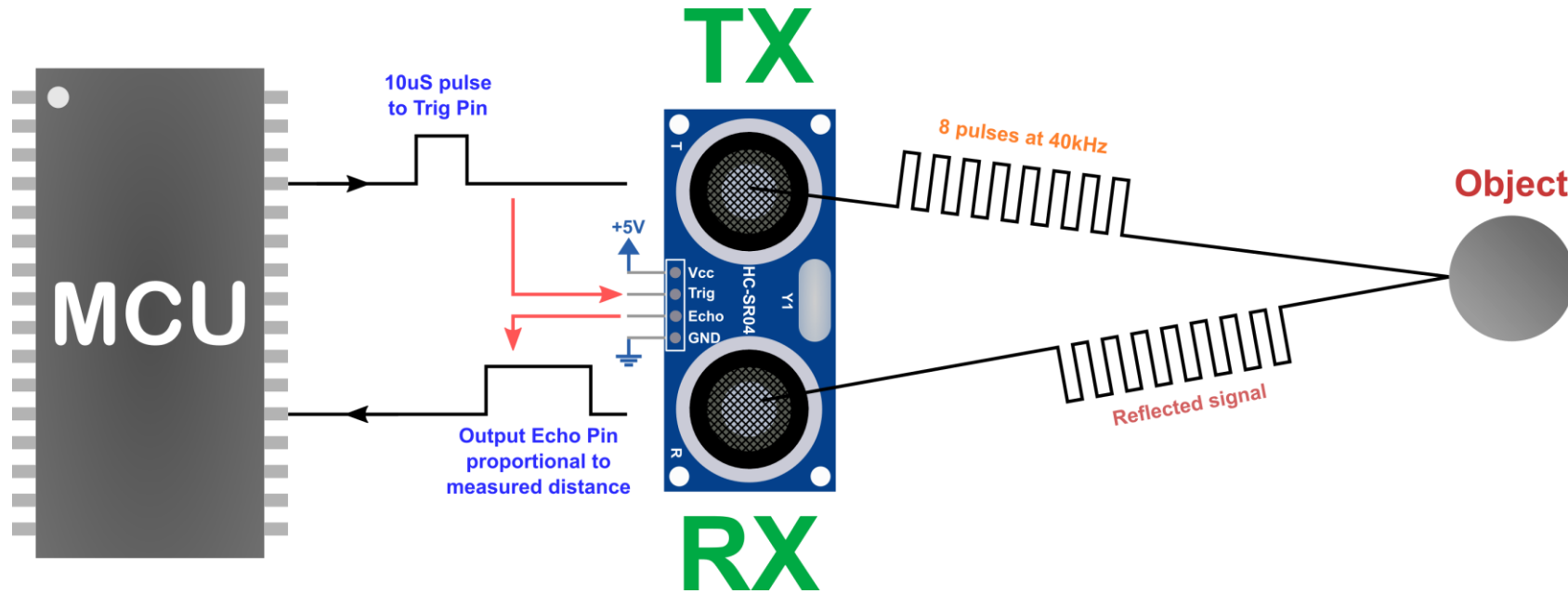
الإشارة الكهربائية المدخلة إلى دائرة الإرسال هي إدخال نبضي قدره 10

ميكرو ثانية إلى القطب Trig



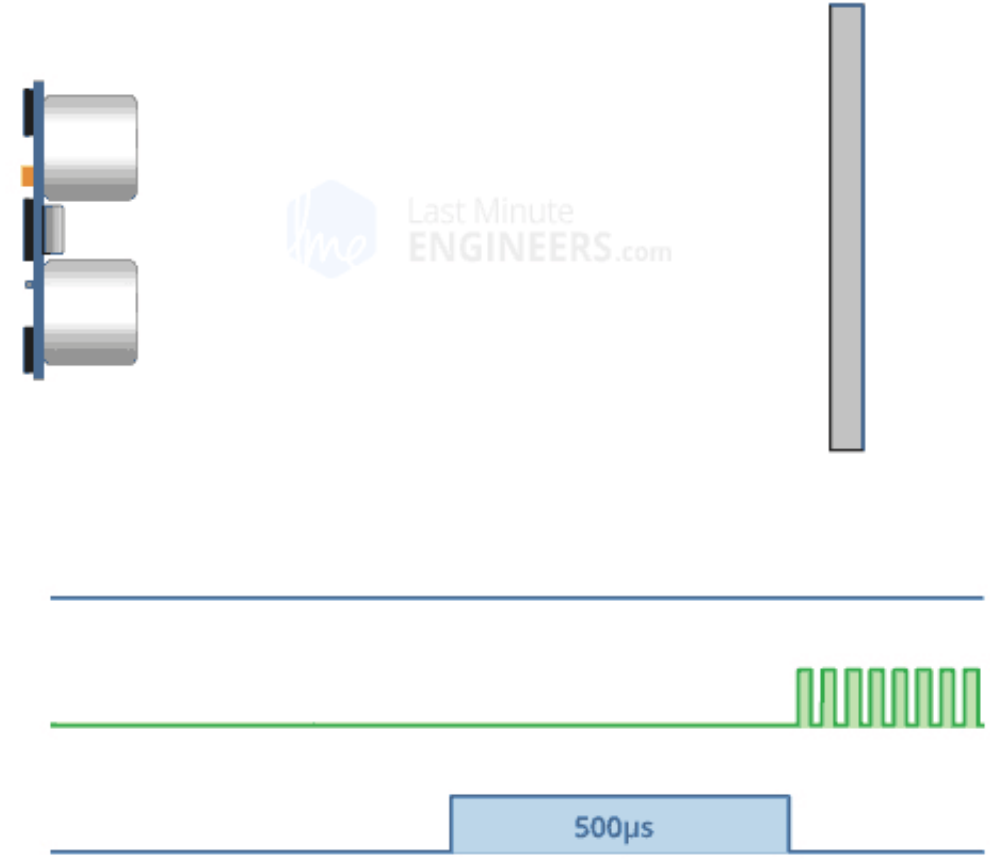
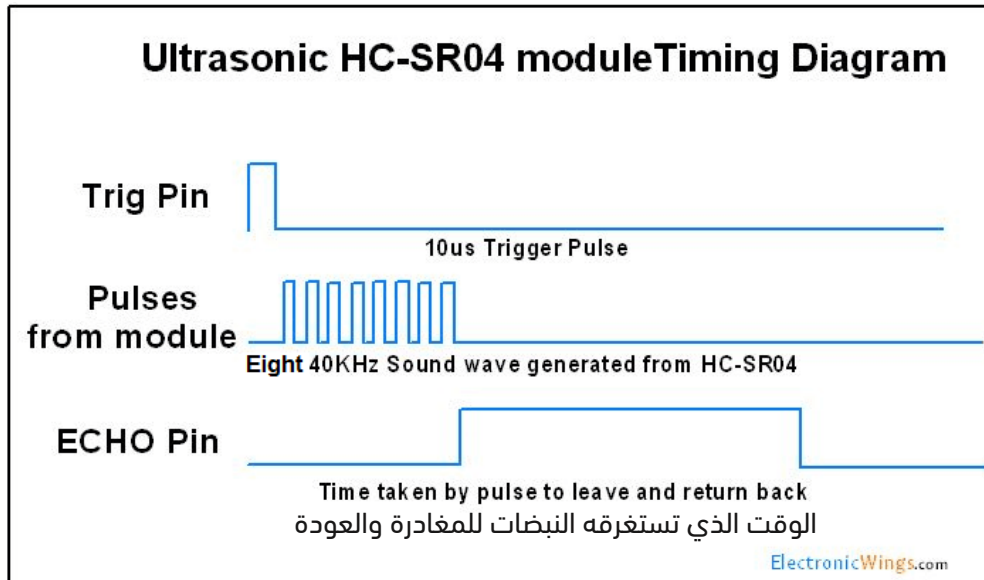
# كيف يعمل الحساس HC-SR04؟

من ناحية أخرى، تقوم دائرة الاستقبال الفوق صوتي بالاستماع إلى هذه الموجات الفوق صوتية التي تم إنتاجها من قبل دائرة المرسل.





# كيف يعمل الحساس HC-SR04؟





# كيفية تحويل المدة الزمنية إلى المسافة



$$\text{Distance (S)} = \text{Speed (v)} * t \quad // \text{distance in meters}$$

حيث  $v$  هي سرعة الموجات الفوق صوتية في الهواء.

سرعة الموجات الفوق صوتية في الهواء تكون مساوية لسرعة الصوت والتي هي 343 م/ث (متر في الثانية).

المعادلة أعلاه ستُعطي مخرجات المسافة بوحدة المتر. ولكن إذا كنا نريد الحصول على المسافة بوحدة السنتيمتر،

علينا ضرب القيمة 340 في 100.

$$\text{Distance (S)} = 34300 * t \quad // \text{distance in cm}$$

الوقت المذكور يجب أن يتم قسمته أيضا على 2. لأن الموجات الفوق صوتية تسافر من المرسل إلى العائق، ثم تعود لدارة

الاستقبال عبر نفس المسافة. نريد أن نجد المسافة بين HC-SR04 والكائن فقط. لذلك، تصبح الصيغة لحساب المسافة:

$$\text{Distance (S)} = 17150 * t \quad // \text{distance in cm}$$



# كيفية تحويل المدة الزمنية إلى المسافة

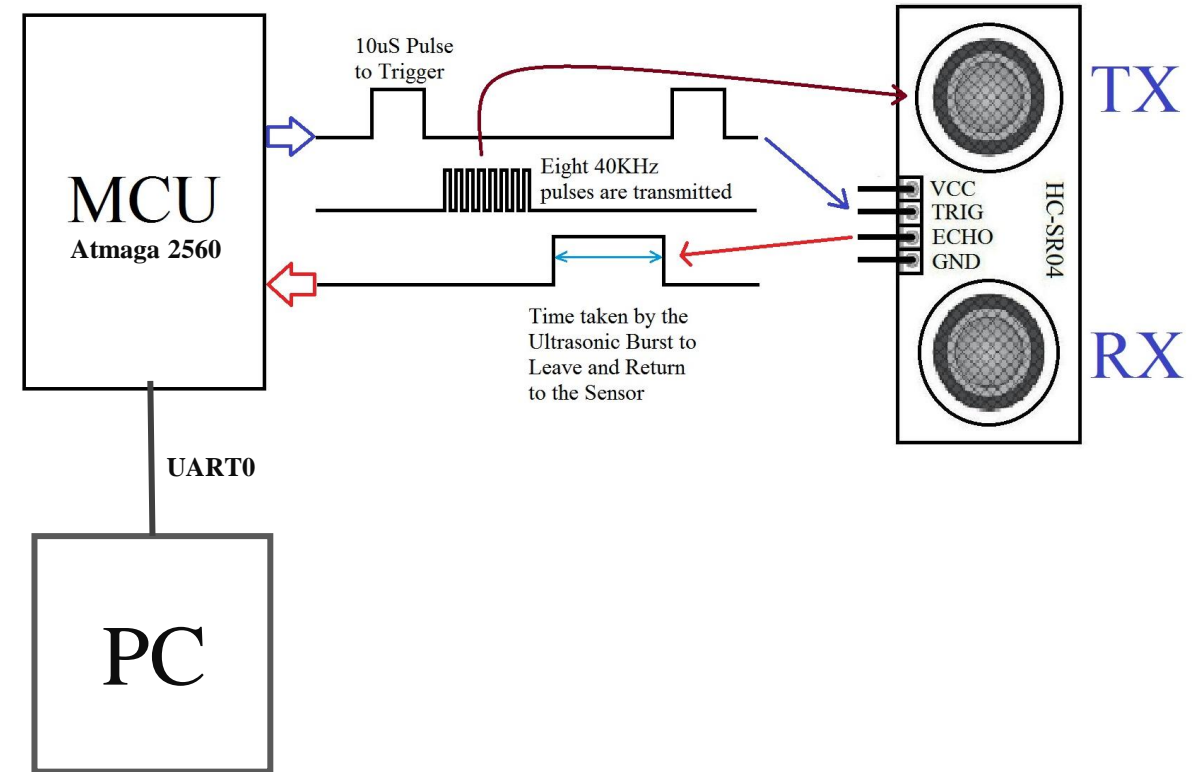
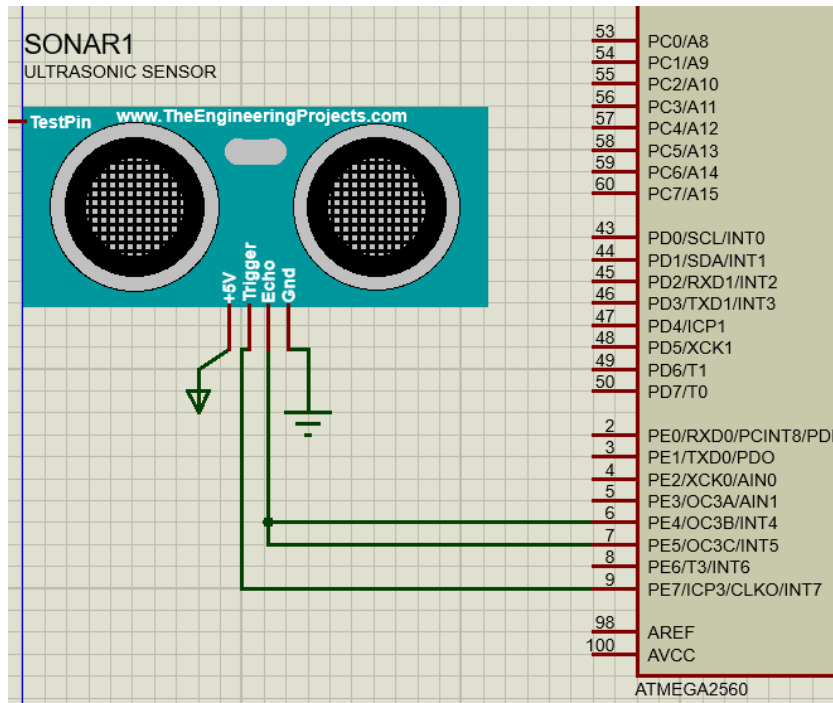
في حالة عدم انعكاس هذه النبضات مرة أخرى، ستنتهي مهلة إشارة الصدى Echo بعد 38 مللي ثانية وستعود منخفضة. وبالتالي فإن النبضة البالغة 38 مللي ثانية تشير إلى عدم وجود عائق داخل نطاق المستشعر.







اكتب كود برمجي لحساب المسافة باستخدام الحساس Ultrasonic، ثم أرسل قيمة المسافة إلى جهاز الحاسب عبر UART0







```
unsigned echo = 0;
unsigned int distancel = 0,
           distanceh = 0, distance = 0;
float disvalue = 0;
void Int4Rising() org 0xA
{
    TCNT3L = 0;
    TCNT3H = 0; // clear T3
    TCCR3B = 3;
} // start T3, prescale=64

void Int5Falling() org 0xC
{
    TCCR3B = 0; // stop T3
    distancel = TCNT3L;
    distanceh = TCNT3H << 8;
    distance = distanceh + distancel;
    echo = 1;
}
```

مقاطعة Int4 عند الجبهة الصاعدة لحالة القطب DDRE.B4

تصغير العداد وبدء عملية العد مع ضبط نسبة التقسيم على 64

مقاطعة Int5 عند الجبهة الهابطة لحالة القطب DDRE.B5

تخزين قيمة العداد بشكل كامل في المتغير distance



```
void main()  
{ // F=16m, BuadRate 9600  
  DDRE.B4 = 0; // echo (int4)  
  DDRE.B5 = 0; // echo (int5),  
  DDRE.B7 = 1; // trig output  
  EIMSK = 0b00110000; // Enable Int4 & Int5  
  SREG.B7 = 1; // Global Interrupt Enable bit  
  EICRB = 0b00001011; // Int4 rising edge, Int5 falling edge  
  TCCR3A = 0; // normal mode  
  TCCR3B = 0; // stop timer3  
  // UCSR0A=0; //flags  
  UCSR0B = 0b00001000;  
  UCSR0C = 0b00000110;  
  UBRR0H = 0;  
  UBRR0L = 103;
```

تفعيل عملية إرسال البيانات، ضبط حجم البيانات 8 بت

حجم البيانات 8 بت، اتصال غير متزامن، حجم خانة التوقف على 1-bit، Parity mode disabled

Buad Rate 9600 BPS



```
while (1)
{
    PORTE.B7 = 1; // trig sensor
    Delay_us(10);
    PORTE.B7 = 0;
    while (echo == 0)
    {
    } // wait to echo signal
    disvalue = distance * 0.0686;
    UDR0 = (char)disvalue;
    echo = 0;
    TCNT3L = 0;
    TCNT3H = 0;
    delay_ms(500);
}
```

إرسال نبضة للقطب Trig زمنها 10µs

انتظر حتى يتم إرسال 8 نبضات بتردد 40KH

المسافة النهائية بال CM

إرسال قيمة المسافة إلى الحاسب بعد تحويلها إلى نوع Char

تصغير المؤقت

تأخير زمني ليتم إرسال قيمة مسافة كل نصف ثانية



# حساب قانون المسافة النهائي



$$\text{disvalue} = \text{distance} * 0.0686;$$

يجب علينا حساب زمن كل عدّة في العداد TCNT3 بأخذ عين الاعتبار نسبة التقسيم

$$T = \frac{1}{F} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{1}{\frac{16000000}{64}} \quad \Rightarrow \quad T = 0.000004 \text{ [s]}$$

بالعودة إلى قانون حساب المسافة بوحدة السنتيمتر // distance in cm  $\text{Distance (S)} = 17150 * t$

يكون لدينا :  $0.000004 * 17150 = 0.0686$



# انتهت المحاضرة