

## מדידת מרחק ע"י חיישן אולטרה-סוני

### ציוד נדרש:

- ערכת פיתוח
- חיישן HC-SR04
- 4 חוטי חיבור.
- אופציה: LCD וחוטי חיבור שלו.

### רקע עיוני

- עיקרון הפעולה של החיישן ועופן העבודה אתו  
נחזור בקצרה על עקרון הפעולה. גל המשודר בתווך כלשהו, מתפשט במרחב ופוגע בעצם, מוחזר בחזרה אל המקור המשודר.  
מהירות של גל קול תלויה בתווך בו עובר הקול, בטמפרטורה ובלחץ. בגובה פני הים, בטמפרטורה של 24 מעלות צלסיוס, מהירות הקול היא 1232 ק"מ/שעה שהם כ 344 מטר לשנייה.

חישוב המרחק מבוצע על ידי חישוב בעזרת הנוסחה:  $S = V \cdot t$  הזמן מרגע ששודר את אולטרה סוני ועד לרגע שמקבלים הד חוזר. נכפיל זמן זה במהירות הקול ואז נדע את המרחק הלוך וחזור. נחלק ב 2 ונמצא את הטווח.

ניתן לבצע את החישוב בדרך פשוטה יותר. אם מרחק העצם מחיישן המרחק הוא 1 מטר, אז גל הקול מבצע דרך של 2 מטר (הלוך וחזור) ולכן הזמן עבור מרחק של 1 מטר יהיה הדרך שגל הקול מבצע חלקי מהירות הקול, כלומר

$$t = s / v \quad \longrightarrow \quad t = 2 / 344 = 0.00581 = 5.81 \text{Msec}$$

כלומר כ 5.8 מילי שניות לטווח של 1 מטר ( 2 מטר הלוך וחזור). או מיקרו שניות ל 1 ס"מ.

עבור מרחק של 1 ס"מ נקבל 58 מיקרו שנייה. כלומר אם ניקח מונה שתדר פולסי השעון שיגיעו לספירה הם 1MHz אז עבור כל ס"מ של מרחק המונה יספור 58 פולסי שעון. נוכל לומר שניתן לאבחן מרחק של 1/58 של ס"מ.

לחיישן יש הדק דרבון (התנעה - Trig). זמן דופק הדרבון לפי הוראת היצרן צריך להיות מינימום 10 מיקרו שנייה. מרגע סיום הדרבון החיישן ישדר 8 מחזורים של אות אולטרה סוני, בתדר של כ 40 קילו הרץ- מעבר לתחום שמע של אדם.

הדק נוסף הוא דופק הד חוזר : רוחב הדופק הוא ביחס ליניארי למרחק העצם מהחיישן והוא שווה ל 5.8 msec עבור 1 מטר.

ניתן להשתמש בנוסחה:

$$2 / \text{מהירות הקול} * \text{הזמן של המצב הגבוה בהדק ECHO} = \text{טווח}$$

בחישובים ניקח את מהירות הקול לפי 340M/S

[https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL\\_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit](https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit)

- אופן חישוב המרחק ע"י החיישן
- שימושים נפוצים של החיישן
- דרכי מדידת מרחק נוספות
- חישוב המהירות ע"פ שינוי מיקום

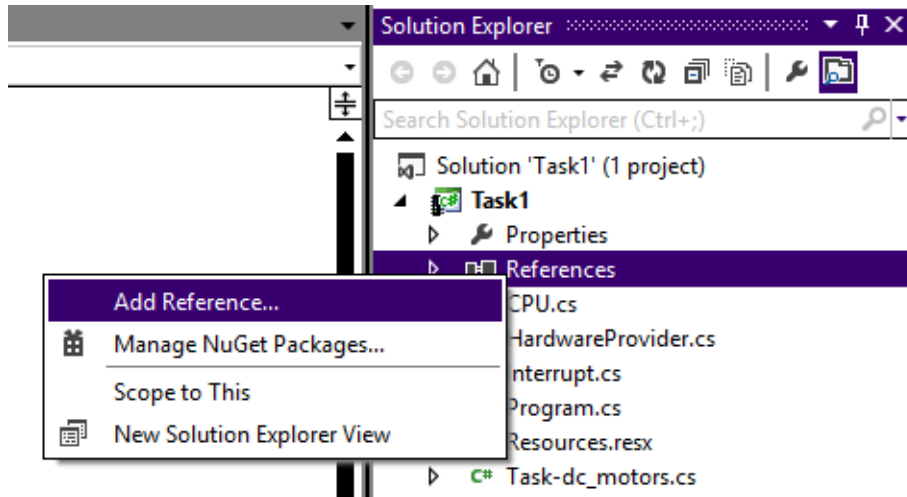
## מהלך הניסוי

1. הניסוי זה נעשה שימוש במד מרחק אולטרה-סוני מדגם HC-SR04. הרכיב איננו ממוקם על הכרטיס יחד עם הבקר ויש לחברו חיצונית.
2. ניתן לחבר את הדקי ה Trigg ו Echo למגוון רחב של הדקים פנויים בכרטיס הבקר. רשימת אנו בחרנו לחבר את החיישן לפי הפרוט שבטבלה הבאה:

| שם הפין בחיישן | מתחבר ל       |
|----------------|---------------|
| Vcc            | 5V            |
| Trigg          | GPIO_PIN_C_14 |
| Echo           | GPIO_PIN_E_6  |
| Gnd            | GND           |

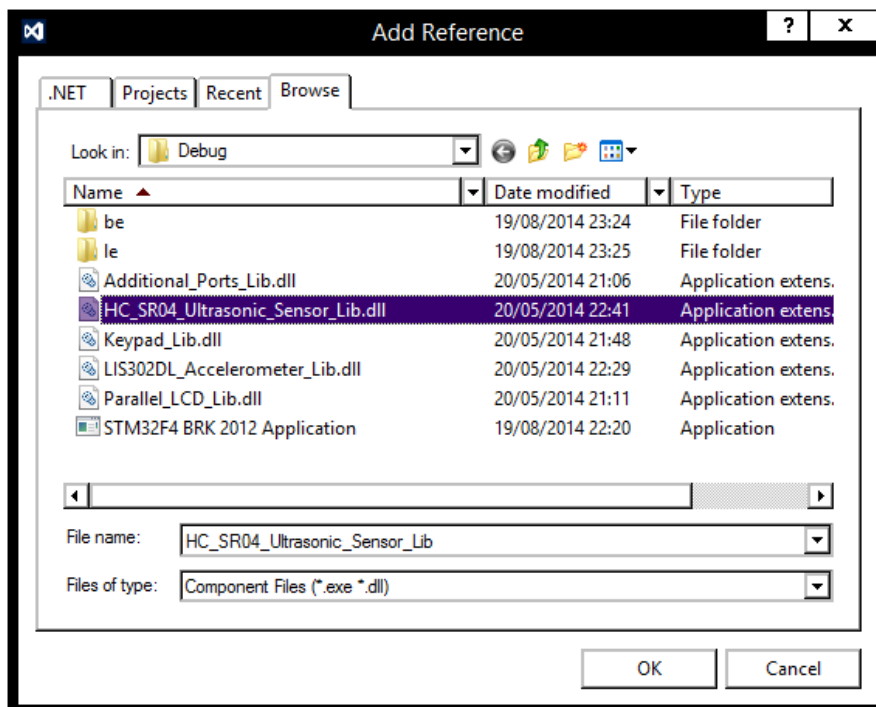
3. בכדי להפעיל את החיישן עלינו להכיר התכן זה לסביבת פיתוח ע"י הכללת הקבצים שלו בתוך הפרויקט. ניתן לעשות זאת באופן הבא:

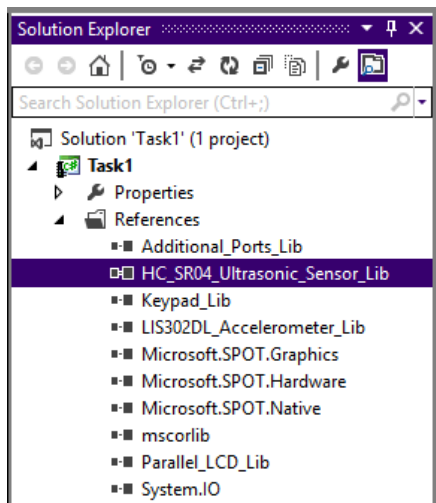
a. נלחץ עם המקש הימני של העכבר על References שבחלונית ה Solution Explorer שבצדו הימני של חלון ה Visual Studio כמתואר באיור:



b. בתפריט שתפתח נבחר את האפשרות העליונה Add References...

c. בחלון שיפתח נבחר את בלשונית Browse ובה נגיע לתיקיית הספריות (בדרך כלל זאת תיקיה בשם Libs בתיקיית Projects של Visual Studio). נסמן את הקובץ של חיישן אולטרה-סוני ונלחץ על הכפתור OK שבתחתית החלונית.





4. בחלונית Solution Explorer נוכל לראות שההרחבה התווספה בהצלחה:

הערה: רשימת ה references יכולה להיות שונה בפרויקט שלכם, אך חשוב לוודא שההרחבה המודגשת נוספה לרשימה.

5. נוסיף את ההרחבה גם ל using בתוך הקוד שבקובץ Program.cs של הפרויקט:

```
using System;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using STM32;
using System.Threading;
using System.Text;
using HC_SR04_Ultrasonic_Sensor_Lib;
```

6. נגדיר את החיישן בתוך הפונקציה הראשית (Main()). במקום הראשון בקונסטרקטור יש לציין את מקום החיבור של הדק ה Trigger של החיישן, ובמקום השני את החיבור של Echo. נעזר בטבלה שערכנו בראש הפרק ונכתוב:

```
HC_SR04_Sensor sensor = new HC_SR04_Sensor(Pins.GPIO_PIN_C_14,
                                             Pins.GPIO_PIN_E_6);
```

7. כעת ניתן לפנות לחיישן ולתת לו את הפקודה לבצע מדידת מרחק. נבצע זאת בלולאה אינסופית:

```
while(true)
{
    Debug.Print( sensor.Ping().ToString() );
    Thread.Sleep(1000);
}
```

כאן אנו מבצעים את המדידות בלולאה אינסופית כל שניה ומציגים את התוצאה בחלונית Output בתוך ה Visual Studio. ניתן לשלב LCD בפרויקט ולהציג את המדידות על גביו.

8. בסה"כ קיבלנו את התוכנית הבאה:

```
using System;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using STM32;
using System.Threading;
using System.Text;
using HC_SR04_Ultrasonic_Sensor_Lib;

namespace Task1
{
    public class Program
    {
        public static void Main()
        {
            HC_SR04_Sensor sensor = new HC_SR04_Sensor(Pins.GPIO_PIN_C_14,
                Pins.GPIO_PIN_E_6);

            while(true)
            {
                Debug.Print(sensor.Ping().ToString());
                Thread.Sleep(1000);
            }
        }
    }
}
```

9. נצרוב אותה לבקר ע"י לחיצה עם העכבר על בלחצן Start שבסרגל הפקודות.
10. לאחר הצריבה של התוכנית, נזיז את החיישן לכיוונים שונים וניראה את התוצאות מופיעות בחלון ה Output של Visual Studio.
11. בהצלחה!

דפי יצרן של החיישן:

[https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL\\_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit](https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit)