

## מדידת טווח באמצעות חיישן אולטרה סוני

### SRF04 Ultrasonic Range Finder

חיישן מרחק אולטרה סוני משדר וקולט גל בתחום אולטרה סוני ( מעבר לתדר השמיעה) , בתדירות 40 KHZ. החיישן משדר פולס בפרק זמן של 8 מחזורים בתדר 40 KHZ וממתין לקבלת הד חוזר. תפקידו לגלות מרחק של גופים ממעגל המשדר- מקלט.

#### מבנה פיזי



#### מאפיינים

- מתח ספק - 5 וולט
- זרם - 30 ma אופייני, מקסימום 50ma .
- תדירות - 40KHz .
- טווח מקסימאלי - 3 מטר.
- טווח מינימאלי - 3 ס"מ .
- רגישות - גילוי בקוטר 3 ס"מ עד מרחק גדול מ 2 מטר.
- פולס התנעה - פולס של מינימום 10 מיקרו שניות ברמת מתח TTL .
- פולס הד - אות TTL חיובי ברוחב התלוי בטווח.
- מידות קטנות - 43mm\*20mm\*17mm

#### עקרון המדידה

גל הקול מתפשט בחלל פוגע בעצם וחוזר למקלט, כלומר מבצע דרך השווה לפי 2 מהמרחק של העצם מהחיישן. מהירות התפשטות גל הקול שווה למהירות הקול לכן הזמן שלוקח לגל הקול מרגע השידור עד לחזרתו הוא יחסי ליניארי למרחק של העצם מהחיישן. בפרויקט אנו מודדים את הזמן ובאמצעותו מציגים את המרחק.

מהירות הקול תלויה בתווך בו עובר הקול ובלחץ. בגובה פני הים מהירות הקול היא 1234.8 ק"מ/שעה שהם כ 343 מטר לשנייה.

אם מרחק העצם מחיישן המרחק הוא 1 מטר גל הקול מבצע דרך של 2 מטר לכן הזמן עבור מרחק של 1 מטר יהיה הדרך שגל הקול מבצע חלקי מהירות הקול, כלומר

$$t = s / v \longrightarrow t = 2 / 343$$

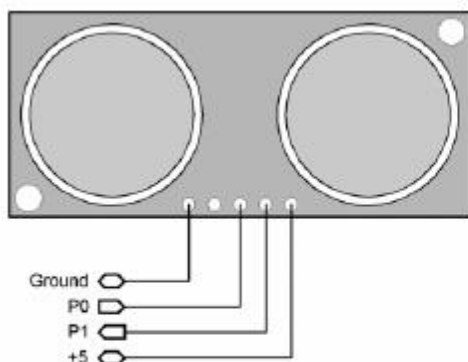
$$t = 5.83 \text{ msec}$$

עבור 1 מטר הזמן 5.83 msec. עבור מרחק של 1 ס"מ נקבל 58.3 מיקרו שנייה. כלומר אם ניקח מונה שתדר פולסי השעון שיגיעו לספירה הם 1MHz אז עבור כל ס"מ של מרחק המונה יספור כ 58 פולסי שעון. נוכל לומר שניתן לאבחן מרחק של 1/58 של ס"מ.

בפרויקט נשתמש בחיישן SRF04. לחיישן יש הדק דרבון (התנעה). זמן דופק הדרבון לפי הוראת היצרן צריך להיות מינימום 10 מיקרו שנייה. מרגע סיום הדרבון החיישן ישדר 8 מחזורי אות אולטרה סוני. הדק נוסף הוא דופק ההד : רוחב הדופק יחסי ליניארי למרחק העצם מהחיישן והוא שווה כ 5.8msec עבור 1 מטר.

### חיבורי ההדקים

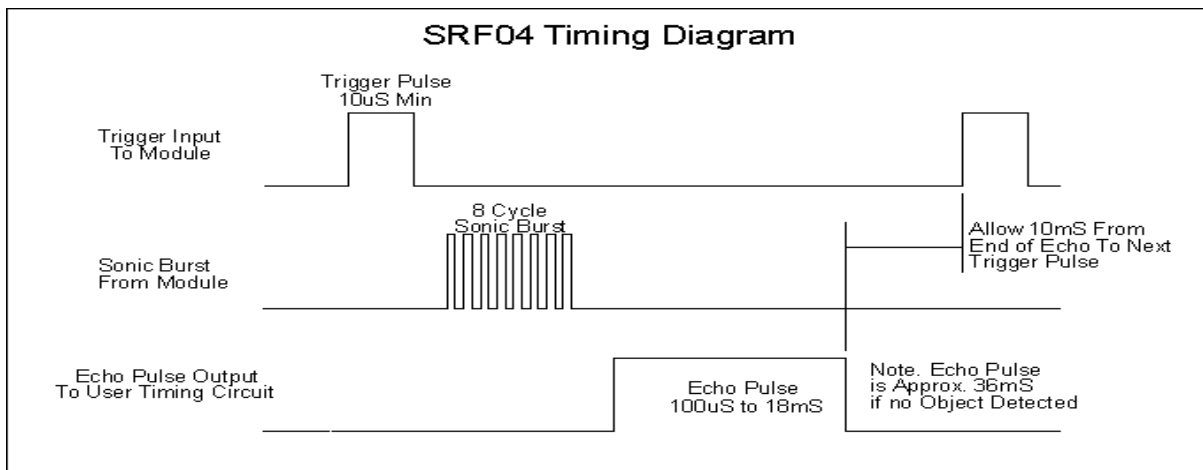
בשרטוט הבא מופיעים חיבורי הרגלים של המעגל. השרטוט השמאלי במבט אל המשדר מקלט והשרטוט הימני הוא מהצד של הרכיבים.



לרכיב יש 4 הדקים אותם צריך לחבר:

- מתח ספק של 5 וולט
- אדמה (ה - של מתח הספק)
- פולס יציאה של ההד החוזר. נקרא Echo Pulse Output בשרטוט הימני ו PO בשרטוט השמאלי.
- פולס כניסה להפעלת המשדר. נקרא Trigger Pulse Input בשרטוט הימני ו P1 בשרטוט השמאלי.

### תרשים זמנים של חיישן SRF04

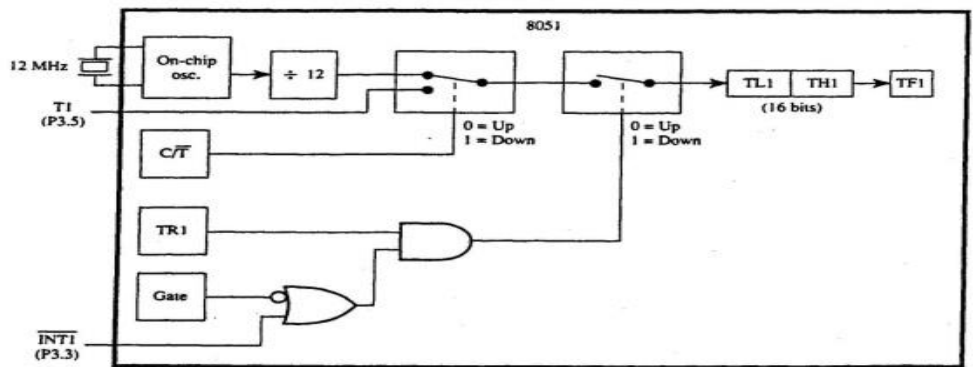


בשרטוט ניתן לראות את 3 צורות הגלים הבאות:

- בחלק העליון רואים את פולסי ההפעלה של המערכת. כל אחד מהפולסים צריך להיות לפחות ברוחב 10 מיקרו שניות.
- מתחתיו רואים את הגל האולטרה סוני המשודר כתוצאה מפולס ההפעלה. אות השידור מורכב מ 8 מחזורים של גל מרובע בתדר של 40 קילו הרץ. מיד אחרי שידור 8 מחזורים אלו מחכים זמן קצר ביותר כדי שהמחזור האחרון יעזוב את המשדר ללא השפעות חוזרות והמערכת תתייצב ותירגע. כאשר המחזור השמיני מסתיים נוהגים להפעיל מערכת של טיימר שיספור זמן עד שמגיע הד חוזר. עכשיו המערכת עוברת למצב של קליטה. כל עוד לא נקלט הד אז מתח ההד החוזר הוא '1'. כשמגיע הד אז המתח עובר ל '0'. אם אין הד חוזר אז אחרי 18 ms, המתאים למרחק של 3 מטר, המערכת מורידה את המתח ל 0. רוחב הפולס החוזר, תלוי אם כך, במרחק של ההד. ככל שהוא קרוב יותר אז רוחב הפולס גדול יותר והטיימר סופר פחות פולסים. יש להמתין 10ms מסיום הפולס (אחרי 18 מילי שניות) עד שנותנים פולס הפעלה חדש.
- צורת הגל התחתונה היא ההד החוזר אותו שולחים למערכת מדידת הזמן.
- רצוי שקצב הפולסים בהדק ה TRIG יהיה לא גדול מ 25 פעם בשנייה (זמן מחזור של 40 מילי שניות). הסיבה היא שזמן הפולס ועוד זמן ההד החוזר (18 מילי שניות) ועוד 10 מילי שניות בסיום הם כ 40 מילי שניות.

**מדידת זמן ותרגומה למרחק**

למדידת הזמן נשתמש בטיימר 1 ב mode1 (ראה שרטוט).



דופק ההד יחובר להדק  $\overline{INT1}$ . בקביעת ה TMOD נבחר את 4 הביטים של טיימר 1 :

$$M0=1 \quad M1=0 \quad C/\overline{T}=0 \quad G=1$$

כלומר נאתחל את אוגר TMOD ב 0x90.

הטיימר ישמש כמונה זמן לרוחב הדופק המסופק להדק  $\overline{INT1}$ . נבחר תדר גביש למיקרו מעבד של 12MHz ואז תדר השעון למונה TL1 יהיה 1MHz ומכאן שבסיס הזמן של המונה יהיה 1 מיקרו שנייה והתוצאה עבור רוחב דופק מסוים יהיה הערך שהמונים TL1 ו TH1 יראו ביחידות של מיקרו שנייה. אם ניקח ערך זה ונחלק ב 60 נקבל מרחק בס"מ.

**המרחק בס"מ  $S = (TL1+TH1*256)/58$**

בערכות ניסוי רבות כדוגמת ערכות של חברת SES (APPLIC 12 , DSM 3090) מומלץ להשתמש בזמן הפיתוח וניפוי השגיאות (DEBUG) עם טיימר 0 כי טיימר 1 משמש לתקשורת בין ערכת הניסוי והמחשב. אם עובדים עם טיימר 0 שולחים ל TMOD את הערך 9.

במידה ונשתמש בטיימר 0 דופק ההד יחובר להדק  $\overline{INT0}$  ומשוואת המרחק תהיה :

**המרחק בס"מ  $S = (TL0+TH0*256)/58$**

קיים הסבר לחישוב עם ארדואינו : <http://www.arikporat.com/arduino1.htm>