

חיישן מרחק - SRF05 – Range Finder

מבוא

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 לקליטת הד חוזר. תפקידו לגלות מרחק, טווח, של גופים ממעגל המשדר- מקלט.

ה SRF05 הוא התפתחות של ה SRF04 ותוכנן להגדיל את הגמישות והטווח ולהקטין את ההוצאה הכספית. הוא תואם מלא ל SRF04. הטווח הוגדל מ 3 מטר ל 4 מטר. אופן (MODE) חדש של עבודה (חיבור רגל MODE של הרכיב לאדמה), מאפשר לעבוד עם הדק בודד המשמש גם למתקף ההפעלה וגם לקליטת ההד החוזר, דבר החוסך הדק אחד למיקרו בקר המפעיל את מד הטווח. אם משאירים את הדק ה MODE ללא חיבור אז ה SRF05 עובד עם 4 הדקים כמו ה SRF04.

מבנה פיזי



מאפיינים

- מתח ספק - 5 וולט
- זרם – 30 ma אופייני, מקסימום 50ma.
- תדירות – 40KHz.
- טווח מקסימאלי – 4 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 אני מודד את הזמן ובאמצעותו מציג את המרחק. נוסחה המקשרת בין מהירות הקול באוויר והטמפרטורה היא :

$$c_{\text{air}} = (331.5 + 0.6 \cdot \vartheta) \text{ m/s}$$

כאשר האות (תטה) מייצגת את הטמפרטורה בצלזיוס, ו- c_{air} מייצג את מהירות הקול באוויר. (ישנן נוסחאות מדויקות יותר המתארות את הקשר ללחץ האוויר, לצפיפותו ועוד – אין טעם להביא אותן כאן ואין צורך להשתמש בנוסחה זו).

מהירות הקול תלויה בתווך בו עובר הקול ובלחץ. בגובה פני הים מהירות הקול היא 1232 ק"מ/שעה שהם כ 344 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

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

כלומר כ 5.8 מילי שניות לטווח של 1 מטר (2 מטר הלוך וחזור).

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.

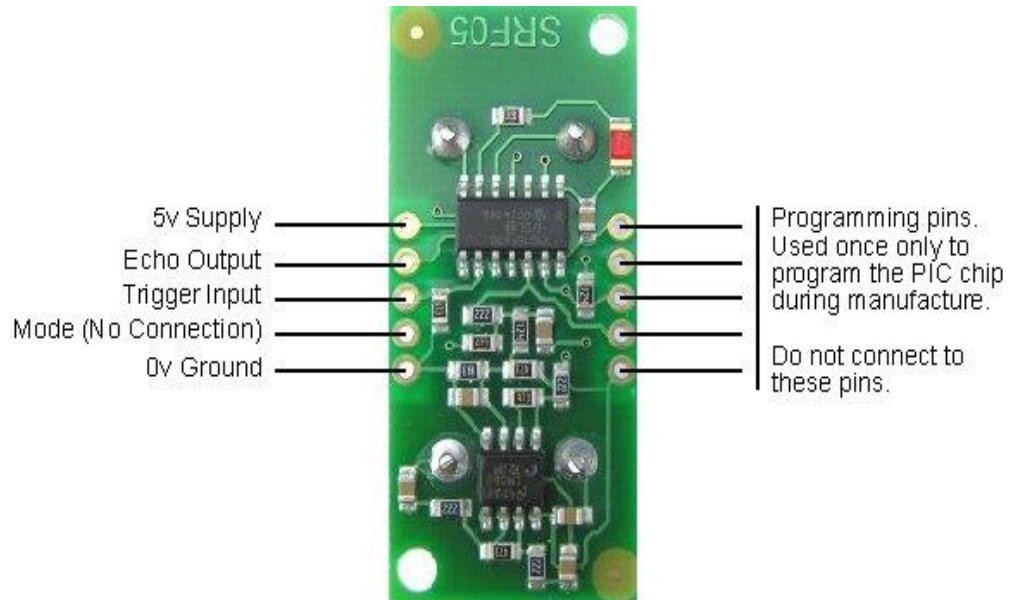
לחיישן יש הדק דרבון (התנעה - Trig). זמן דופק הדרבון לפי הוראת היצרן צריך להיות מינימום 10 מיקרו שנייה. מרגע סיום הדרבון החיישן ישדר 8 מחזורי אות אולטרה סוני (כ 40 קילו הרץ- מעבר לתחום שמע של אדם). הדק נוסף הוא דופק הד חוזר : רוחב הדופק יחסי ליניארי למרחק העצם מהחיישן והוא שווה ל 5.8 msec עבור 1 מטר.

ניתן להשתמש בנוסחה:

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

חיבורי ההדקים ב mode 1 :

בשרטוט הבא מופיעים חיבורי הרגלים של המעגל.

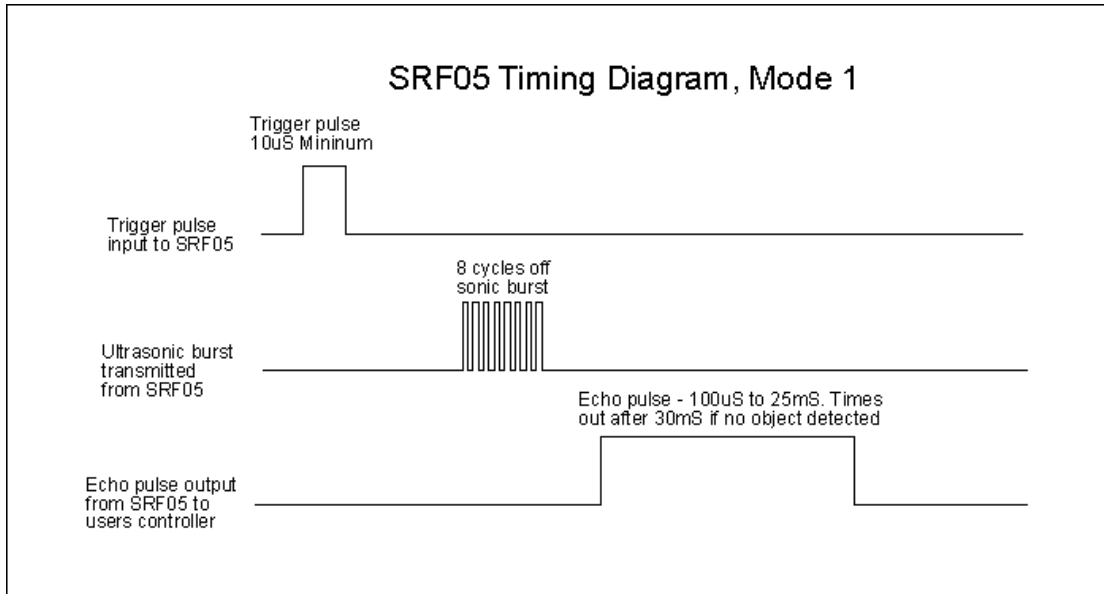


Connections for 2-pin Trigger/Echo Mode (SRF04 compatible)

לרכיב יש שימוש ב 4 הדקים:

- מתח ספק של 5 וולט
- אדמה (ה – של מתח הספק)
- פולס יציאה של ההד החוזר. נקרא Echo Pulse Output בשרטוט.
- פולס כניסה להפעלת המשדר. נקרא Trigger Pulse Input בשרטוט.
- את החיבורים מצד ימין בשרטוט לא מחברים כלל הם נועדו לתכנון התחלתי של החיישן על-ידי היצרן.

תרשים זמנים של חיישן SRF05 ב MODE 1 :

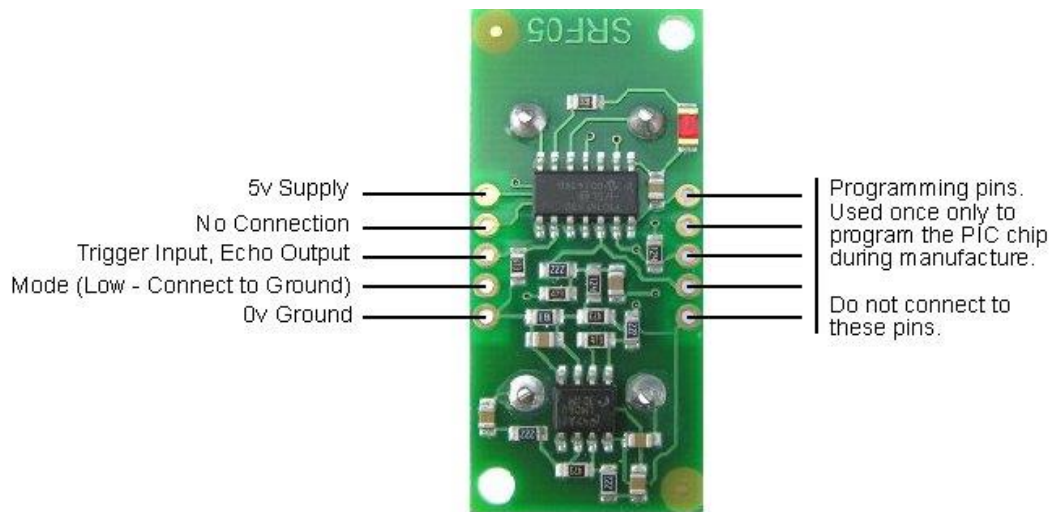


בשרטוט ניתן לראות את 3 צורות הגלים הבאות:

- 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 לא מגיע הד אז המעגל מוריד את מתח ההד החוזר אחרי 25 ms המתאים למרחק של 4.166 מטר. רוחב הפולס החוזר, תלוי אם כך, במרחק של ההד. ככל שהוא קרוב יותר אז רוחב הפולס קטן יותר. יש להמתין 10ms מסיום ההד הנקלט עד שנותנים פולס הפעלה חדש.
- צורת הגל התחתונה היא ההד החוזר אותו שולחים למערכת מדידת הזמן.

MODE 2 ב SRF05 :

תרשים הדקים של חיישן

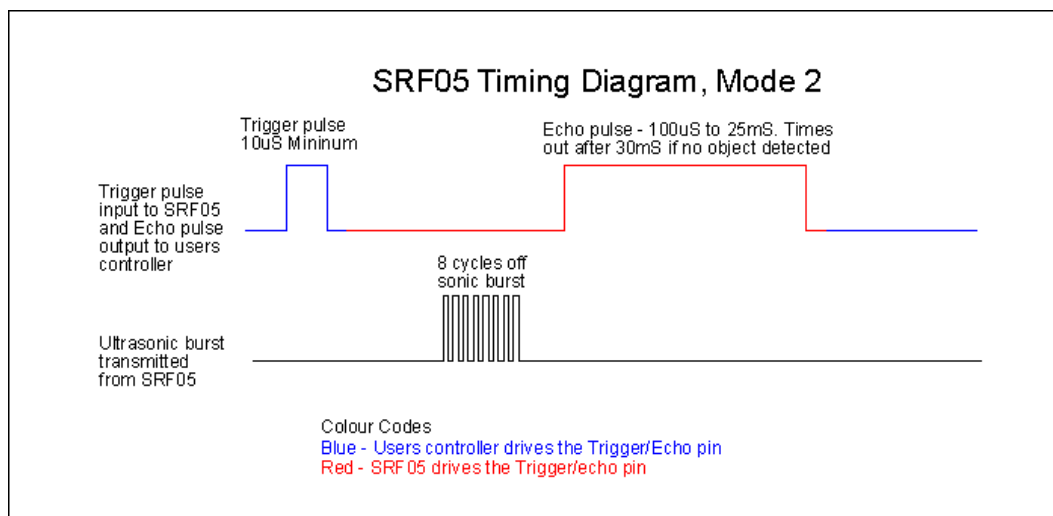


Connections for single pin Trigger/Echo Mode

לרכיב ב- MODE2 יש 4 הדקים אותם צריך לחבר:

- מתח ספק של 5 וולט
- אדמה (ה – של מתח הספק)
- פולס כניסה להפעלת המשדר. נקרא Trigger Pulse Input המשמש גם כפולס יציאה של ההד החוזר, נקרא Echo Pulse Output בשרטוט. שניהם נמצאים ב אותה רגל. סוג זה של חיבור מצמצם את כמות הרגליים שיש לחבר.
- את החיבורים מצד ימין בשרטוט לא מחברים כלל הם נועדו לתכנון התחלתי של החיישן על-ידי היצרן

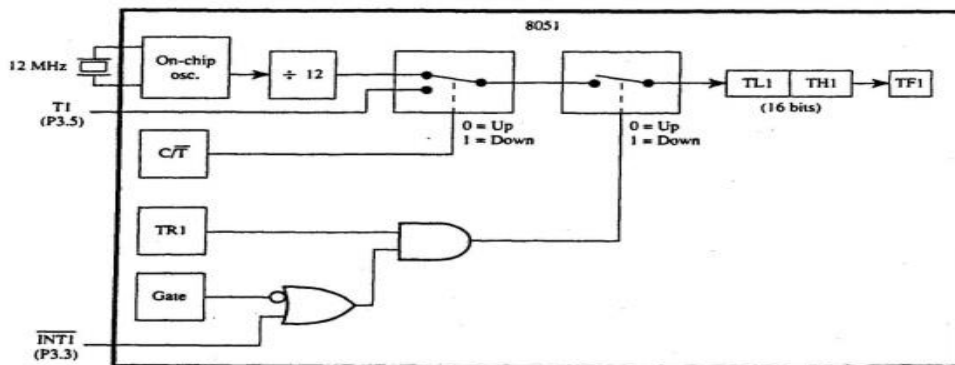
תרשים זמנים של חיישן SRF05 mode 2 :



בשרטוט ניתן לראות שעקרון הפעולה הוא כמו ב MODE1 אבל ההד החוזר מוחזר באותה רגל ששודר הטריגר.

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 :

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

הטיימר ישמש כמונה זמן לרוחב הדופק המסופק להדק 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 58 נקבל מרחק

בס"מ.

$$S = (TL1+TH1*256)/58 \quad \text{המרחק בס"מ}$$

בערכות הניסוי 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 :

$$S = (TL0+TH0*256)/58 \quad \text{המרחק בס"מ}$$

ניתן לרכוש דרך ה ebay את החיישן SR-04 במחיר של שקלים בודדים. החיסרון של חיישן כזה (לפחות בחיישנים

שאני רכשתי...) הוא שהוא לא תמיד מוריד את הדק ה ECHO ל 0 כאשר לא קיים הד חוזר בטווח הגילוי.