

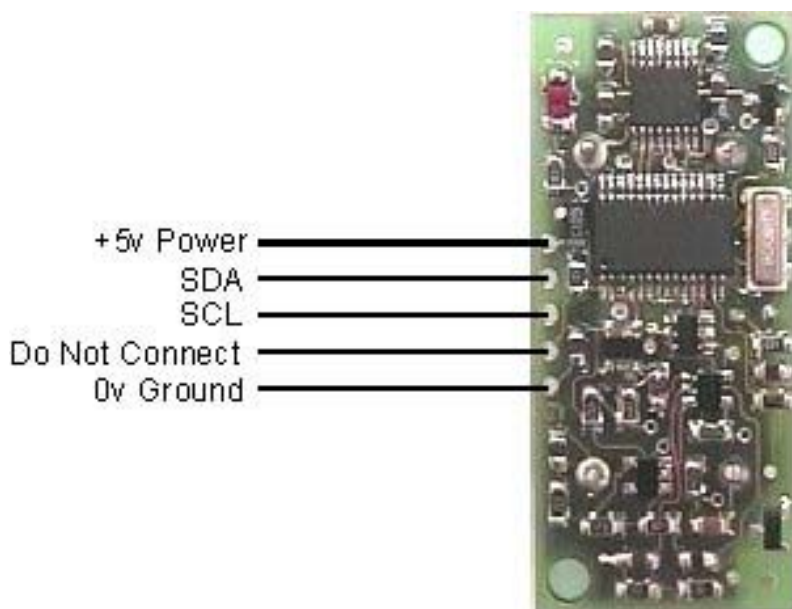
SRF08 – ultrazvukový dálkoměr

Technické údaje

Ultrazvukový dálkoměr SRF08 komunikuje pomocí sběrnice I2C, která je dostupná na řadě oblíbených kontrolérů jako OOPic, Stamp BS2p, Atom či Picaxe. Z hlediska programátor se SRF08 chová jako známá EEPROM řady 24xx, pouze adresa na I2C sběrnici je jiná. SRF08 je vyroben s adresou 0xE0, ale může být přeprogramován na kteroukoliv z následujících 16 adres – E0, E2, E4, E6, E8, EA, EC, EE, F0, F2, F4, F6, F8, FA, FC nebo FE, takže může být současně použito až 16 dálkoměrů v jednom systému. Kromě toho všechny dálkoměry na I2C sběrnici reagují také na adresu 0 (univerzální adresa), takže zasláním příkazu na adresu 0 zahájí všechny připojené moduly měření současně. To je užitečné v módu ANN (viz níže). Výsledky měření musí být přečteny z unikátních individuálních adres připojených modulů.

Propojení

Vývod "Do Not Connect" musí zůstat nepřipojen. Je to vývod MCLR procesoru a používá se pouze při výrobě k naprogramování, má vnitřní zdvihací rezistor na. Signály SCL a SDA musí mít zdvihací odpory k +5V umístěné někde na I2C sběrnici. Postačí jedna dvojice rezistorů v celém systému, nejsou třeba na každém modulu. Obvykle jsou umístěny na desce I2C mastera. SRF08 je vždy slave, nikdy není master. Pokud je třeba doporučená velikost odporu je 1K8. Některé řídicí moduly, jako OOPic mají tyto rezistory již osazené.



Registry

SRF08 obsahuje 36 registrů.

Adresa registru	Čtení	Zápis
0	Verze software	Příkazový registr
1	Senzor osvětlení	Maximální zesílení (nastaveno 16)
2	1. vzdálenost vyšší byte	Rozsah měření (nastaveno 255)
3	1. vzdálenost nižší byte	Nepoužit
~~~~	~~~~	~~~~
34	17. vzdálenost vyšší byte	N/A
35	17. vzdálenost nižší byte	N/A

Zapisovat lze pouze do registrů 0, 1 a 2. Registr 0 je příkazový registr pro zápis, slouží k zahájení měření. Čtením registru 0 obdržíme verzi software. Doba měření je nastavena na 65ms, ale může být změněna zápisem do registru 2. SRF08 neodpovídá na příkazy na I2C sběrnici během měření. Více v kapitole změna rozsahu a změna zesílení.

Registr 1 poskytuje při čtení údaje ze senzoru osvětlení. Tato hodnota je obcerstvena při každém měření vzdálenosti, po skončení měření může být přečtena. Následující dva registry pak udávají poslední změřenou vzdálenost (vyšší byte první) v palcích, centimetrech nebo mikrosekundách, podle použitého příkazu. Nula znamená, že nebyl žádný objekt detekován. V dalších registrech je pak až 16 následujících odrazů od vzdálenějších předmětů.

## Příkazy

Příkazy 80 až 82 zahájí měření a vrátí výsledek v palcích, centimetrech nebo mikrosekundách. Další příkazy slouží k aktivaci ANN módu a ke změně adresy modulu na I2C sběrnici (popsány níže).

Příkaz		Činnost
Desítkový	Šestnáctkový	
80	0x50	Start měření – výsledek v palcích
81	0x51	Start měření – výsledek v centimetrech
82	0x52	Start měření – výsledek v mikrosekundách
83	0x53	ANN mód – výsledek v palcích
84	0x54	ANN mód – výsledek v centimetrech
85	0x55	ANN mód – výsledek v mikrosekundách
160	0xA0	Změna I2C adresy, první v sekvenci
165	0xA5	Změna I2C adresy, třetí v sekvenci
170	0xAA	Změna I2C adresy, druhý v sekvenci

## Měřicí mód

Měření se zahájí zápisem jednoho z příkazů do příkazového registru, poté je třeba čekat na dokončení měření a přečíst potřebný počet výsledků. Hodnoty všech výsledků jsou nulovány na začátku každého měření. První odraz je uložen v registrech 2,3, druhý do 4,5 atd. Pokud některá dvojice registrů obsahuje nulu, pak už nejsou žádné další odrazy zaznamenány. Přednastavený čas měření je 65ms, v případě potřeby jej lze zkrátit zápisem do registru rozsahu před zahájením měření. Při každém měření vzdálenosti je také načtena hodnota senzoru osvětlení.

## ANN Mód

ANN mód (Artificial Neural Network) je navržen ke získání více odrazů způsobem, který vhodný ke zpracování metodou neuronových sítí. V ANN módu je buffer o velikosti 32 byte (4 až 35) rozdělen na 32 segmentů vzdálenosti, každý segment odpovídá 2048us, což je ekvivalentní vzdálenosti asi 352mm. Pokud je přijat odraz v příslušném časovém intervalu, je v příslušném registru uložena nenulová hodnota, jinak registr obsahuje nulu. Takže pokud byl odraz zaznamenán během prvních 352mm, registr 4 bude nenulový, pokud byl zaznamenán odraz od objektu vzdáleného 3m, bude registr 12 nenulový ( $3000/352 = 8$ ) ( $8+4=12$ ). Uspořádání dat tímto způsobem je vhodnější pro neuronové sítě, vstupní data budou 0 nebo 1. Tento formát byl navrhován pro SOFM (Self Organizing Feature Map), ale může být užitečný i v jiných případech.

Registr 4	Registr 5	Registr 6	Registr 7	Registry 8 - 35
0 - 352mm	353 - 705mm	706 - 1057mm	1058 - 1410mm	a tak dále

Registry 2,3 obsahují vzdálenost nejbližšího objektu přepočtenou na palce, centimetry nebo mikrosekundy, podle zvoleného příkazu.

## Test konce měření

Konec měření není třeba zjišťovat pomocí časovače. S výhodou lze využít skutečnosti, že SRF08 během měření neodpovídá na svoji adresu. Pokud se kupříkladu pokoušíme číst z registru 0 číslo verze, dostaneme 255 (0xFF), neboť datový signál (SDA) je opatřen zdvihacím odporem. Po skončení měření odpoví SRF08 na dotaz, takže stačí číst registr 0 dokud se výsledek nebude lišit od 255 (0xFF). Poté je možné přečíst výsledky měření. Dobu, než skončí měření, může nadřízený kontrolér využít také k jiným činnostem.

## Změna rozsahu

Maximální rozsah SRF08 je určen vlastním časováním, přednastavena je doba 65ms což je ekvivalentní 11 metrům. To je mnohem více, nežli skutečný dosah SRF08 – 6 metrů. Dobu, po kterou dálkoměr čeká na odražený signál (a tím maximální měřitelnou vzdálenost) je možné změnit zápisem do registru 2. Rozsah měření se nastavuje v krocích 43mm (0.043m or 1.68 palce) až po 11 metrů.

Nastavený rozsah je dán výrazem  $(\text{Registr}2+1)*43\text{mm}$  takže nastavením registru na 24 (0x18) dostaneme rozsah 1 metr a hodnota 93 (0x5D) odpovídá rozsahu 4 metry. Hodnota 255 (0xFF) pak odpovídá původnímu nastavení 11 metrů ( $255 \times 43 + 43 = 11008\text{mm}$ ). Zmenšení rozsahu je žádané ze dvou důvodů.

1. Obdržet výsledek měření rychleji

## 2. Spouštět jednotlivá měření rychleji za sebou

Pokud pouze chceme znát výsledek měření rychleji a jednotlivá měření nespouštíme častěji nežli jednou za 65ms, pak stačí pouze změna rozsahu. Avšak pokud potřebujeme spouštět měření rychleji za sebou, je třeba též snížit zesílení, jak je popsáno v další kapitole.

## Analogové zesílení

Registr zesílení udává maximální zesílení v analogovém stupni. Nastavení maximálního zesílení se děje zápisem hodnoty do registru 1. Během měření se začíná s minimálním zesílením 94, tato hodnota je zvyšována po přibližně 70us až po maximum, dané registrem 1. Maximálního zesílení je dosaženo po čase, odpovídajícím vzdálenosti kolem 390mm. Maximální zesílení je třeba omezit v případě, když chceme spouštět měření častěji, nežli po 65ms. Doba měření může být velice krátká, a nové měření zahájeno jakmile je přečten výsledek předchozího měření. Zde se vystavujeme nebezpečí, že v novém měření bude přijat odraz z předchozího měření a tím dostaneme falešný výsledek – neexistující objekt se bude jevit velmi blízko. Abychom snížili toto riziko, můžeme snížit maximální zesílení, takže pozdější (slabší) odrazy od vzdálenějších předmětů již nebudou detekovány, ale citlivost k bližším odrazům zůstane zachována. Maximální zesílení je uchováno v paměti SRF08 a při zapnutí napájení je nastaveno na maximální hodnotu, umožňující spouštět měření nejdříve za 65ms. Maximální zesílení v závislosti na nastavení registru 1 je uvedeno v následující tabulce

Poznámka – v ANN módu se analogové zesílení mění automaticky bez ohledu na toto nastavení.

Registr zesílení		Maximální analogové zesílení	Registr		Maximální analogové zesílení
Desítkový	Šestnáctkový		Desítkový	Šestnáctkový	
0	0x00	94	16	0x10	177
1	0x01	97	17	0x11	187
2	0x02	100	18	0x12	199
3	0x03	103	19	0x13	212
4	0x04	107	20	0x14	227
5	0x05	110	21	0x15	245
6	0x06	114	22	0x16	265
7	0x07	118	23	0x17	288
8	0x08	123	24	0x18	317
9	0x09	128	25	0x19	352
10	0x0A	133	26	0x1A	395
11	0x0B	139	27	0x1B	450
12	0x0C	145	28	0x1C	524
13	0x0D	152	29	0x1D	626
14	0x0E	159	30	0x1E	777
15	0x0F	168	31	0x1F	1025

Povšimněte si, že vztah mezi nastavenou hodnotou registru a odpovídajícím zesílením není lineární. Také nelze dát nějaké jednoznačné vodítko, jaké zesílení je vhodné pro jaký dosah měření, neboť to záleží na velikosti, tvaru a materiálu předmětů v okolí SRF08. Vhodnou hodnotu je nutno najít zkusmo.

Pokud se nechceme zabývat nastavením registrů rozsahu a zesílení, lze ponechat původní hodnoty a spokojit se s měřením odrazů až do vzdálenosti 6 metrů s intervalem měření 65ms nebo více.

## Senzor osvětlení

SRF08 je doplněn senzorem osvětlení. Obsloužení tohoto senzoru se děje při každém měření vzdálenosti a výsledek lze přecíst v registru 1. Senzor není přesně kalibrován, měření je pouze relativní. Ve tmě je hodnota kolem 2-3, v jasném světle pak kolem 248 (0xF8).

## LED

Červená LEDka jednak po připojení napájení signalizuje blikáním nastavenou adresu na I2C sběrnici a taktéž krátce zablikne při každém vyslání měřícího signálu.

## Změna I2C adresy

Při změně I2C adresy SRF08 je nutné mít připojen na sběrnici pouze jeden dálkoměr. Potom se zapíše sekvence tří byte následovaná novou adresou. Například – pokud chceme změnit adresu z hodnoty 0xE0 (adresa z výroby) na 0xF2, pošleme následující sekvenci příkazů na adresu 0xE0 do registru 0: (0xA0, 0xAA, 0xA5, 0xF2). Povel ke změně adresy musí být zaslány přesně v tomto pořadí, nesmí být mezi nimi žádný další příkaz. Po změně adresy je vhodné označit dálkoměr novou adresou (štítkem, fixem). Adresu lze také zjistit podle blikání LED po připojení napájení. Dlouhé bliknutí je následováno několika kratšími, které indikují adresu podle následující tabulky. Blikání je okamžitě ukončeno zasláním jakéhokoliv příkazu.

Adresa		Dlouhé bliknutí	Krátké bliknutí
Desítkově	Šestnáctkově		
224	E0	1	0
226	E2	1	1
228	E4	1	2
230	E6	1	3
232	E8	1	4
234	EA	1	5
236	EC	1	6
238	EE	1	7
240	F0	1	8
242	F2	1	9
244	F4	1	10
246	F6	1	11
248	F8	1	12
250	FA	1	13
252	FC	1	14
254	FE	1	15

Je třeba dát pozor, aby na sběrnici nebylo přítomno více zařízení se stejnou adresou, což by znemožnilo správnou komunikaci.

## Spotřeba proudu

Průměrná spotřeba během měření je kolem 12mA a 3mA ve standby. Modul se po skončení měření automaticky dostane do standby režimu a čeká na další příkaz. Aktuální hodnoty spotřeby během jednotlivých etap měření:

<i>Operace</i>	<i>Proud</i>	<i>Trvání</i>
Přijetí příkaz k měření, zapíná se napájení	275mA	3 us
stabilizace generátoru $\pm 10V$	25mA	600 us
8 period 40kHz "pípnutí"	40mA	200 us
Měření odrazu	11mA	65 ms max
Standby	3mA	trvale

Výše uvedené údaje jsou pouze orientační a nejsou měřeny u každého kusu.

## Změna vyzařovacího úhlu a šířky paprsku

Tyto parametry měnit nelze. Požadavek na změnu vyzařovacího úhlu se často objevuje, ale není žádná jednoduchá cesta, jak toto změnit. Vyzařovací diagram SRF08 je kuželový, jeho parametry jsou dány charakteristikou ultrazvukových měničů a jsou neměnné. Vyzařovací diagram použitého měniče je uveden na grafu.

