

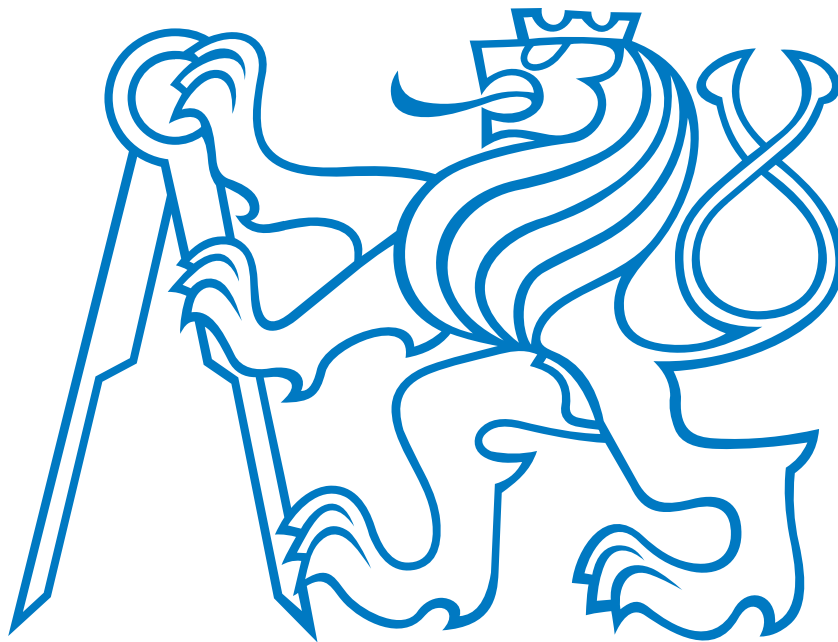
České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra měření

Dokumentace

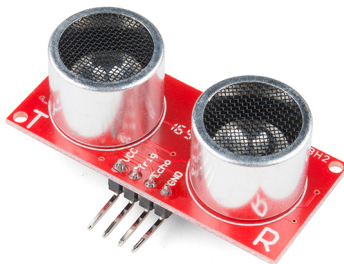
# Ultrazvukový snímač vzdálenosti HC-SR04

Zpracoval Ondřej Hruška  
10. dubna 2017



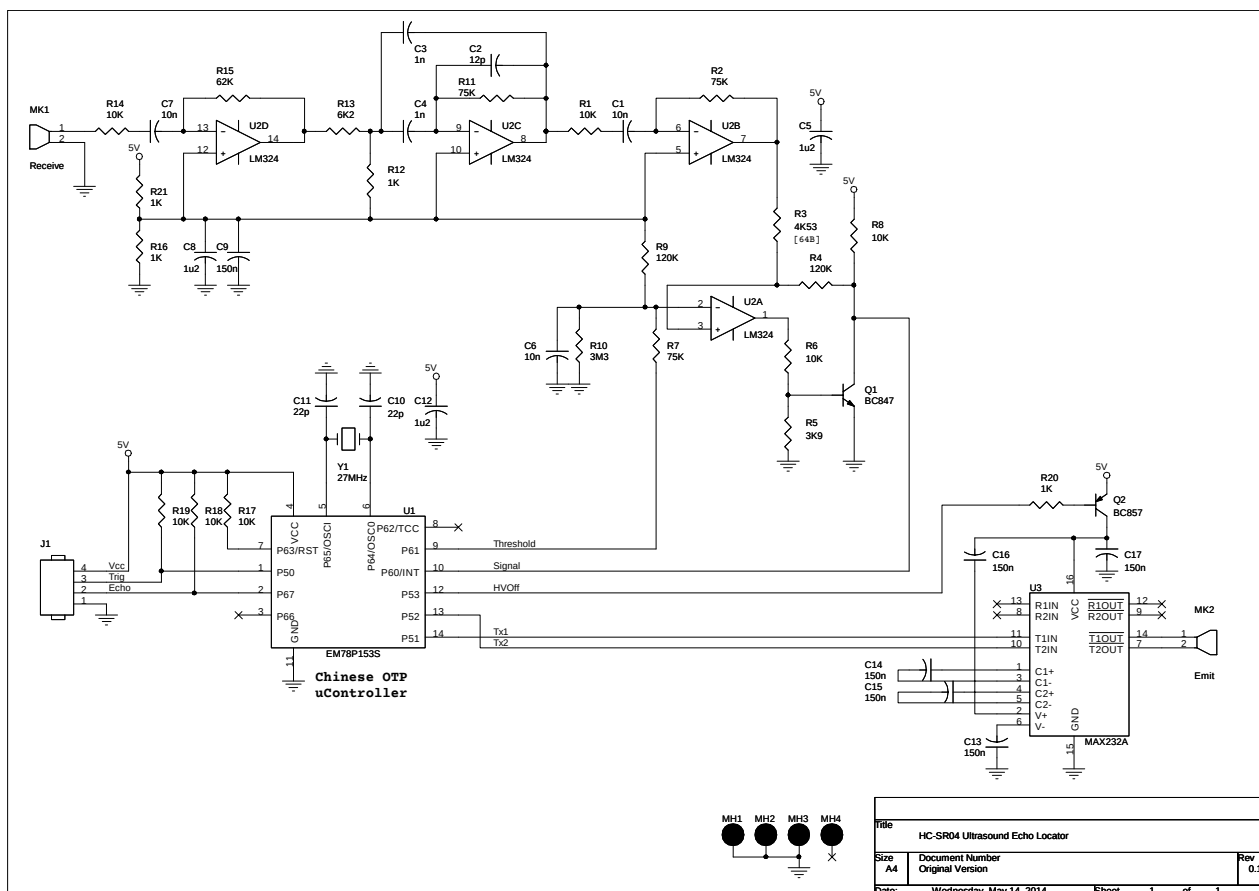
## 1 Základní informace

Ultrazvukový senzor HC-SR04 umožňuje měřit vzdálenost od překážky v rozsahu 2 cm–4 m s údajnou rozlišovací schopností 3 mm. Modul obsahuje kromě ultrazvukového vysíláče a přijímače ještě budicí obvod, 4 operační zesilovače zapojené jako zesilující pásmová propust, a obvod zajišťující vyhodnocování a celkovou logiku (patrně OPT microcontroller nebo ASIC v neoznačeném pouzdře, jak je u čínských výrobků zvykem). Modul se napájí pěti volty.



Obrázek 1: Modul HC-SR04 (na trhu dostupný v různých barvách PCB)

Na obrázku 2 je schéma jedné ze starších revizí tohoto modulu. Novější verze jsou zapojeny jinak, ale obvod je principiálně podobný.



Obrázek 2: Zapojení modulu HC-SR04, revize z roku 2014 ([zdroj](#))

## 2 Ovládání senzoru

- Měření se spustí vysláním  $10\ \mu\text{s}$  dlouhého pulsu úrovně H (stačí 3 V) na pin TRIG.
- Po přijetí tohoto signálu modul vyšle sérii ultrazvukových pulsů a měří dobu, za kterou do přijímače dorazí jejich odraz.
- Vzdálenost je signalizována délkou pulsu  $t$ , který se po krátké prodlevě objeví na pinu ECHO.
- Skutečnou vzdálenost můžeme vypočítat z rychlosti zvuku jako  $d = t \cdot (c/2)$  [m, s, m/s], nebo zjednodušeně  $d = t \cdot 0.0170 \approx t/58$  [cm,  $\mu\text{s}$ ].

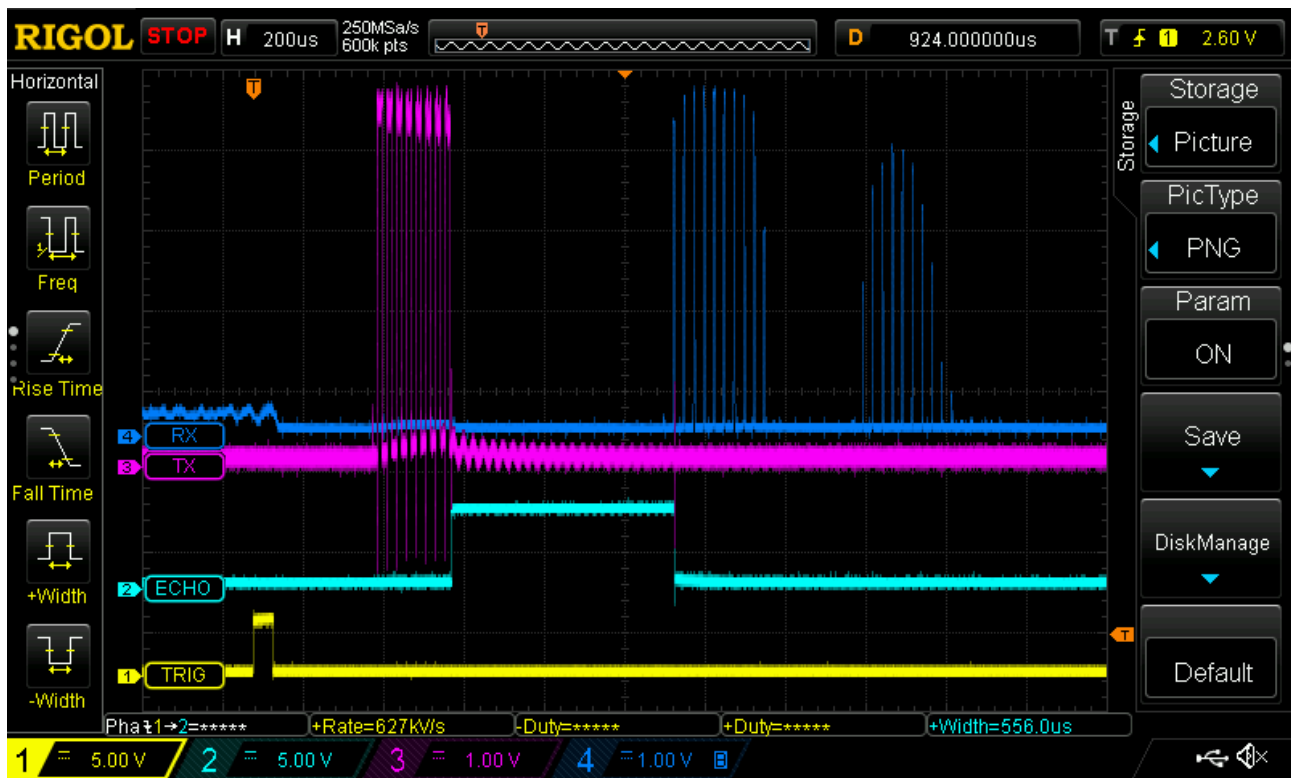
K měření délky pulsu je možné použít například objekt `Timer`, který spustíme a zastavíme v rutinách externího přerušení (`InterruptIn`).

## 3 Vysvětlení funkce odrazového ultrazvukového senzoru

Měření vzdálenosti je založené na snímání odrazů ultrazvukových vln od překážek v prostředí. Pro ideální funkci snímače by překážka měla být plochá a velká alespoň  $0.5\ \text{m}^2$  (dle datasheetu snímače). Intenzita odrazu závisí na úhlu dopadu a také na akustických vlastnostech překážky, například od chlupatého svetrů se neodrazí prakticky nic. Pokud intenzita žádného z odrazů nepřekročí práh stanovený vyhodnocovacím obvodem, objeví se na výstupu pulz dlouhý 38 ms indikující stav "žádná překážka".

Snímač měří dobu mezi vysláním posledního pulsu a přijetím prvního odrazu; od prvního do posledního pulsu uplyne typicky  $184\ \mu\text{s}$ , což způsobí statickou chybu 3 cm (6 cm počítáme-li dráhu k překážce a zpět). V praxi jsou však měření spíše orientační kvůli nedokonalostem překážek, takže tuto chybu obvykle není třeba zohledňovat.

Celkový průběh jednoho měření zachycuje obrázek 3, kde jsou vidět dva odrazy od různých překážek (ruka experimentátora a stěna za ní). Na výstupu ECHO se bohužel objeví pouze první odraz, ale je možné připájet drátek na pin 10 řídicího obvodu a celý odražený signál vyvést pro další zpracování. Okamžik spuštění vysílače je oněch  $184\ \mu\text{s}$  před náběžnou hranou signálu ECHO.



Obrázek 3: Záznam průběhu jednoho měření

žlutě - vstup, cyan - výstup, magenta - buzení vysílače, modrá - odrazy po zpracování zesilovačem a filtrem