

SDR RECEIVER USING SUBBAND LOW NOISE PREAMPLIFIERS

Tomáš Pařízek

Bachelor Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xpariz07@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Šebesta

E-mail: sebestaj@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this project is to design and build up a software defined receiver SDR (especially the hardware part) based on quadrature demodulator. Such receiver uses a soundcard to digitize a radio input signal, which is then demodulated by suitable software in PC. A software defined radio unlike the other types of radio receivers applies this PC software for band selection, frequency tuning and modulation schema. The described SDR can work in frequency range from 5 MHz to 450 MHz. In these bands you can to listen, record, or apply extended signal processing, for example: radio-amateur communication, FM-faxes, AM-broadcasting and many other types of radio communication services.

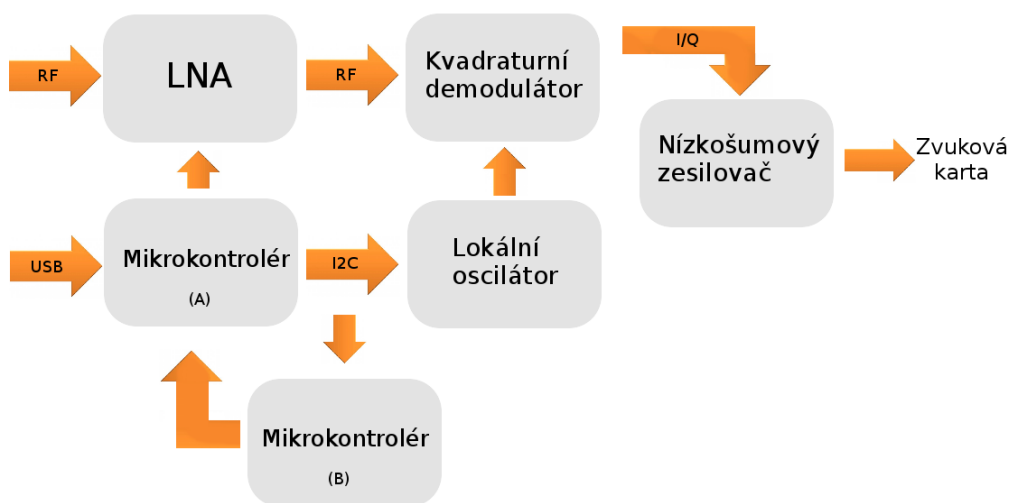
Keywords: Software defined radio, local oscillator, quadrature demodulator

1. ÚVOD

Softwarově definované rádio (SDR) je radiový systém, jehož funkce jdou definovány softwarem. Přijímač tedy obsahuje pouze jednoduché vstupní obvody, které signál připraví k digitalizaci. Upravený signál je převeden z analogového tvaru na digitální pomocí převodníku A/D. Další zpracování signálu je již softwarovou záležitostí. Výhodou SDR je skutečnost, že beze změny hardwaru můžeme získat pouhou úpravou softwaru například nový druh demodulátoru, účinnější filtry atd. Mým cílem byla realizace SDR přijímače s možností příjmu v rozsahu krátkých až ultra krátkých vln.

2. ARCHITEKTURA SDR PŘIJÍMAČE

SDR přijímač [1] je rozdělen na tři hlavní části (viz obr. 1). První část přijímače je tvořena nízkofrekvenčními předzesilovači (LNA) na pásma 144 MHz a 433 MHz [2]. Další částí přijímače je kvadraturní demodulátor, který slouží k převodu požadované části frekvenčního spektra do základního pásma. Třetí část přijímače tvoří lokální oscilátor, který definuje požadovanou přijímanou frekvenci. Přijímač je vybaven automatickým výběrem LNA na základně nastavené frekvence lokálního oscilátoru. Přijímač je řízen softwarem z PC. Příjem pomocí SDR přijímače funguje tak, že je pomocí softwaru v PC nastavena hodnota frekvence požadovaného přijímaného signálu, která je generována lokálním oscilátorem. Výstupní signál lokálního oscilátoru je tvarově upraven na pravouhelný se střídou 1:1 a od tohoto signálu je odvozena dvojice fázově posunutých IQ spínacích signálů pro vlastní proces kvadraturní demodulace. Na výstupu kvadraturního demodulátoru je pak vstupní rádiový signál posunutý do základního pásma (jako I a Q složka). Tyto signály jsou zesíleny a následně digitalizovány zvukovou kartou v PC. Takto zpracovaný signál je následně pomocí vhodného softwaru zpracován (filtrace, demodulace atd.).



Obrázek 1: Blokové schéma SDR přijímače

2.1. LOKÁLNÍ OSCILÁTOR A JEHO ŘÍZENÍ

Lokální oscilátor je tvořen mikrokontrolérem ATtiny 85 (označen v blokovém schématu symbolem A) a oscilátorem Si 570 BBB000141DG [3]. Pomocí sběrnice USB je do registrů mikrokontroléru ATtiny 85 (A) vložena informace o výstupní frekvenci obvodu Si570. Tato informace je převedena na formát pro komunikaci po sběrnici I2C, po které komunikuje mikrokontrolér a Si570. Obvod Si570 ve verzi BBB000141DG disponuje frekvenčním rozsahem 10-945 MHz a s teplotní stabilitou 20 ppm. Jedná se o oscilátor, který je programovatelný uživatelem přes sběrnici I2C. Obvod Si570 využívá technologii DSPLL, kde je využit obvod digitálně řízeného oscilátoru (DCO), který odvozuje svůj kmitočet od referenčního krystalu. Výstupní kmitočet nastavujeme po sběrnici I2C jako hodnotu násobičky RFREQ a děliček HS_DIC a N1. Si570 je založen na technologii LVDS a má symetrický výstup s napětovou úrovní ± 400 mV. Obvod Si570 je schopen při znalosti hodnot nastavovaných parametrů po I2C sběrnici spolu s hodnotou referenčního krystalu odvodit výstupní kmitočet.

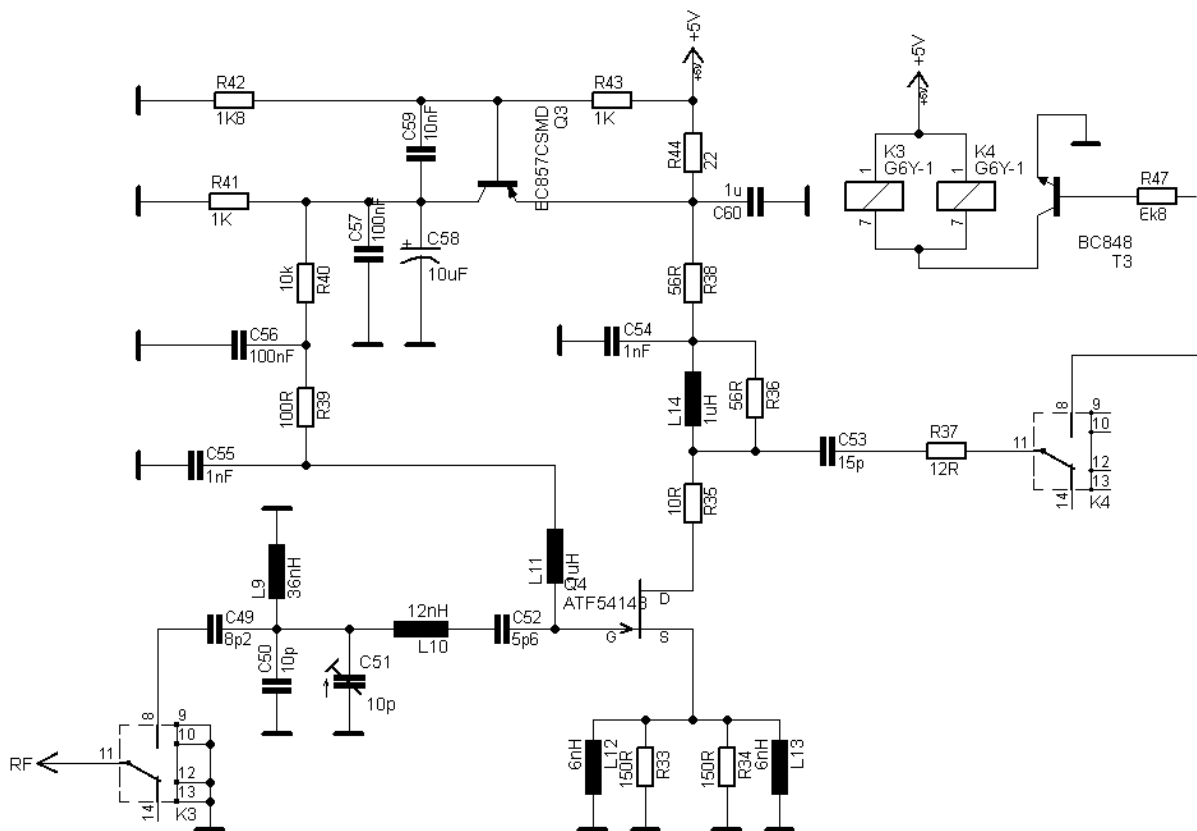
2.2. LNA PŘEDEZESILOVAČE

Rádio je vybaveno dvěma LNA předzesilovači pro účelově vybraná pásma 144 MHz a 433 MHz (schéma je shodné, viz obr. 2, jen některé komponenty mají rozdílné hodnoty). Šumové číslo LNA pro 144 MHz je 0,5 dB a pro 433 MHz 0,8 dB. Zisk LNA je pro 144 MHz 14 dB a pro 433 MHz 20,8 dB. Jako tranzistor je v obou případech použit ATF54143, který má velký frekvenční rozsah a nízké šumové číslo. Předzesilovače jsou ke kvadraturnímu modulátoru připojovány pomocí vysokofrekvenčních relé G6Y od firmy Omron, které pracují do frekvencí až 900 MHz. Předzesilovače lze také odpojit a využívat pouze vstupní díl samotného přijímače. Automatické řešení přepínání LNA předzesilovačů je zajištěno tím, že je pomocí druhého mikrokontroléru (B) odposlouchávána sběrnice I2C, z níž je přečtena informace o zadávané frekvenci. Tato informace se v mikrokontroléru (B) porovná s referenčními hodnotami frekvencí pro jednotlivé pásma, když se zadaná frekvence nachází v požadovaném intervalu, mikroprocesor (B) sepne tranzistory, které sepnou dvojici relé u daného LNA nebo do režimu bez LNA.

2.3. KVADRATURNÍ DEMODULÁTOR

Kvadraturní demodulátor je tvořen obvodem LT5517, který má dle výrobce garantovaný rozsah 40-900 MHz. Prakticky bylo ověřeno, že obvod pracuje již od 5 MHz. Výhoda oproti běžným kvadraturním detektorům je taková, že obvod pro svoji funkci potřebuje pouze dvojnásobnou frekvenci z lokálního oscilátoru, než je kmitočet přijímaného signálu. Obvod obsahuje integrovanou děličku, která řídicí signál z lokálního oscilátoru vydělí dvěma, dále obsahuje směřovače do základního pásma, z nichž jeden otáčí fázi o 90°. Na výstupech vnitřních směšovačů jsou tedy signály

v základním pásmu s fázemi 0° a 90° , které jsou filtrovány dolními propustmi a následně vedeny na nízkošumové operační zesilovače LT 1028, na jejichž výstupech jsou již signály I a Q složky pro zpracování zvukovou kartou počítače.



Obrázek 2: LNA předzesilovač

3. ZÁVĚR

SDR přijímač byl odzkoušen na drátové anténě a anténách pro pásma 144 a 432 MHz, kde byl schopný přijímat výkonově slabé a vzdálené stanice.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla v rámci projektu Popularizace výsledků VaV VUT v Brně a podpora systematické práce se studenty č. CZ.1.07/2.3.00/35.0004. Za odbornou pomoc při realizaci projektu děkuji doc. Ing. Jiřímu Šebestovi, Ph.D.

REFERENCE

- [1] UHF SDR rádio [online]. Svět elektro, 2012 [cit. 2. prosinec 2013]. Dostupné z URL <<http://svetelektro.com/clanky/uhf-sdr-radio-481.html>>.
- [2] LNA s tranzistorem ATF54143 [online]. OK2KWW, 2006 [cit. 4. ledna 2014]. Dostupné z URL <http://www.ok2kkw.com/00003016/lina_oz1pif/lina_oz1pif.htm>.
- [3] Datasheet Si570 [online]. Silicon Laboratories, 2011 [cit. 2. ledna 2014]. Dostupné z URL <<https://www.silabs.com/Support Documents/TechnicalDocs/si570.pdf>>.