

# SDR RECEIVER FALCON

**Tomáš Pařízek, Radim Pavlík**

Střední průmyslová škola Třebíč, Manželů Curieových 734, Třebíč

E-mail: parizek9@seznam.cz, pavlik.r@volny.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 detector QSD. Such receiver uses soundcard to digitalize the 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 type of used demodulator. As decoding software we use freeware program „HDSDR“, due to simple connectivity between the local oscillator of SDR and program plugin. Tuning of the local oscillator is solved directly in the environment of this program. However, you can use any other software. The described SDR can work in frequency range from 100 kHz to 30 MHz. In these bands you can 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, quadrature detector, local oscillator, direct conversion, antialiasing filter, base-band

## 1. ÚVOD

V dnešní době je stále větším trendem nahrazovat hardwarové prvky různých zařízení softwarem. Výhodou je snadná inovace, kdy hardware zůstává stejný, ale změnou softwaru vzniká mnohdy zcela nová zařízení. Tento trend se nevyhnul ani radiové technice. Vznikl radiový systém, jehož funkce byly definovány softwarem, tedy Softwarově Definované Rádio (SDR). SDR přijímač obsahuje pouze jednoduché vstupní obvody, kde je provedena úprava signálů před následnou digitalizací v ADC. Data z ADC jsou zpracována v softwaru, který provede filtraci a demodulaci signálů. Následně jsou data vedeny na DAC, kde jsou převedeny k poslechu.

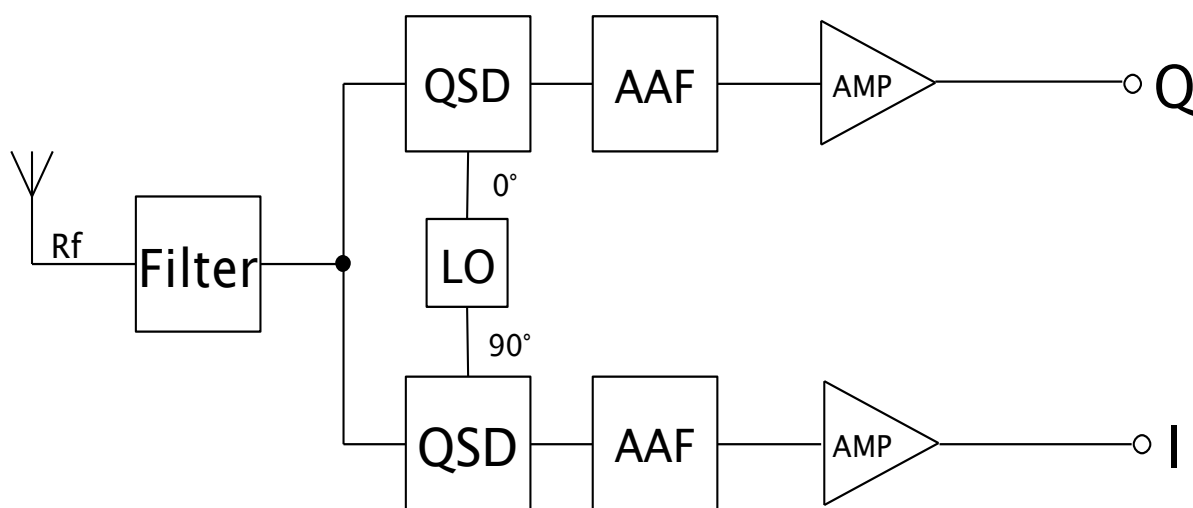
Cílem našeho projektu byl návrh a realizace SDR přijímače pracujícího na principu přímé konverze do základního pásma s frekvenčním rozsahem 100 kHz-30 MHz, který bude sloužit pro příjem radiového provozu na dlouhých, krátkých a středních vlnách. SDR přijímač je tvořen vstupními obvody a lokálním oscilátorem, kterým ladíme požadované frekvence. Při realizaci byly tyto části integrovány do jednoho funkčního celku. Jako ADC je použita zvuková karta PC. Zařízení se mimo poslechu dá požit i k názorné ukázce druhů modulací a ukázce kvality digitálních filtrů, které se s analogovými nedají srovnat.

## 2. POPIS A REALIZACE

Jako inspiraci pro náš projekt SDR přijímače FALCON jsme použili konstrukci SDR přijímače DR2A++ [1], kterou jsme upravili a převedli do SMD technologie. Lokální oscilátor, kterým přijímač řídíme, vychází z konstrukce QRP2000 USB-Controlled Synthesizer [2].

## 2.1. POPIS A REALIZACE VSTUPNÍCH OBVODŮ

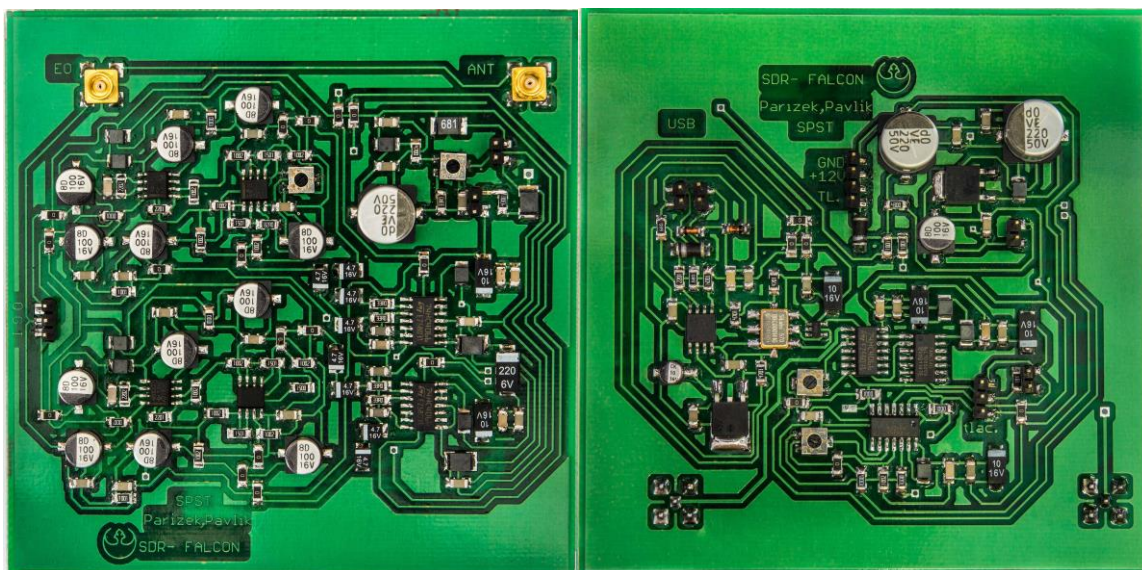
Jelikož jako ADC používáme zvukovou kartu PC, která má poměrně malou vzorkovací frekvenci, je zapotřebí část požadovaného spektra, které chceme přijímat, převést do základního pásma, kde jsme schopni signál zpracovat i s menší vzorkovací frekvencí. Tomuto převodu se říká konverze do základního pásma. Převod do základního pásma obstarává kvadrurní detektor (QSD) [3] vytvořený z elektronických přepínačů 74HC4066 [4], kondenzátorů a nízkošumových operačních zesilovačů NE5532. Kvadrurní detektor je v zapojení proto, abychom získali informace o obou postranních pásmech okolo středního nastaveného kmitočtu. Informace získáme tak, že signály pomocí kvadrurního detektoru vzájemně fázově posuneme o  $90^\circ$  a poté pomocí softwaru zpracujeme. Fázový posuv signálů o  $90^\circ$  je zajištěn obvodem 74AC74 zapojeným jako dělička čtyřma, který postupně spíná jednotlivé spínače v obvodu 74HC4066. Výstupem obvodů 74HC4066 jsou tedy signály s fázemi  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $270^\circ$ . Tyto signály před následnou digitalizací filtrujeme antialiasingovým filtrem, který nám zaručí dodržení Nyquistova kritéria. Poté jsou pomocí operačních zesilovačů sečteny protifázová napětí ( $0^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $90^\circ$ ,  $270^\circ$ ) nesoucí stejnou informaci. Po sečtení dostáváme na výstupech operačních zesilovačů požadované signály s posuvem  $90^\circ$ , neboli signály I/Q (synfázní a kvadrurní), které dále zpracováváme pomocí softwaru. Zjednodušené blokové schéma je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1. SDR s přímou konverzí pomocí QSD

## 2.2. POPIS A REALIZACE LOKÁLNÍHO OSCILÁTORU (LO)

Jak bylo uvedeno v popisu vstupních obvodů. Vstupy obvodů 74HC4066 je třeba spínat signály vzájemně posunutými o  $90^\circ$ , což zajišťuje dělička z 74AC74. Na obvodu 74AC74 musíme tedy vždy generovat 4x vyšší kmitočet, než je frekvence požadovaného RF signálu. Je zapotřebí kvalitního zdroje kmitočtu pro zajištění správné funkce přijímače, jenž dokáže generovat kmitočet v širokém rozsahu s velkou teplotní, časovou a mechanickou stabilitou. Pro náš projekt jsme použili oscilátor Si570 [5] od firmy Silicon Laboratories s frekvenčním rozsahem 10 – 280 MHz a s teplotní stabilitou 20 ppm. Obvod Si570 využívá technologii DSPLL, kde je využit obvod digitálně řízeného oscilátoru (DCO), který odvozuje svůj kmitočet od referenčního krystalu. Obvod Si570 je řízen po sběrnici I<sup>2</sup>C mikroprocesorem ATtiny 85, který je přes USB propojen s PC, kde zadáváme požadovanou hodnotu kmitočtu. Si570 má LVDS symetrický výstup s napětíovou úrovní  $\pm 400$  mV. Pro převod na nesymetrické výstupní napětí jsme za Si570 zařadili převodník FIN1002, který převede napětí na logické úrovně LVTTTL. SDR přijímač FALCON obsahuje také vstup pro připojení externího oscilátoru.



**Obr. 2.** Vstupní obvody (QSD)

**Obr. 3.** Řídicí část (LO)

### 3. ZÁVĚR

Výsledek naší práce je komplexní návrh SDR s využitím SMD technologie, realizace SDR, jeho oživení a testování s programem HSDR. Osazené desky plošných spojů SDR jsou zachyceny na obrázcích 2 a 3. Pro návrh byla použita dvouvrstvá deska plošných spojů, přičemž vstupní obvodu s kvadraturním detektorem jsou umístěny na jedné straně a řídicí část s lokálním oscilátorem na druhé straně. SDR FALCON se nám podařilo zprovoznit bez větších problémů. Přijímač jsme testovali na 70 metrů dlouhé drátové anténě, kde se nám dařilo přijímat i výkonově slabší a vzdálenější stanice a vysílače.

### 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 bychom chtěli poděkovat především panu Františku Škodovi (SPŠT) a doc. Ing. Jiřímu Šebestovi, Ph.D (VUT). Také bychom chtěli poděkovat za podporu a zázemí Střední průmyslové škole Třebíč.

### REFERENCE

- [1] DR2A++ – YU1LM [online]. 2006 – [cit. 26. února 2013]. Dostupné na: <http://yu1lm.qrpradio.com/SDR RXs DR2A+DR2A++YU1LM.pdf>
- [2] QRP2000 USB – SDR-Kits [online]. 2008 – [cit. 26. února 2013]. Dostupné na: <http://www.sdr-kits.net/USB-Synth-assembly.pdf>
- [3] Zero IF Quadrature Detector – RF Design [online]. 2003 – [cit. 24. února 2013]. Dostupné na: <http://rfdesign.com/images/archive/303Tayloe58.pdf>
- [4] 74HC4066 – STMicroelectronics [online]. 2001 – [cit. 24. února 2013]. Dostupné na: <http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000319.pdf>
- [5] Si570 – Silicon Laboratories [online]. 2011 – [cit. 24. února 2013]. Dostupné na: <https://www.silabs.com/Support Documents/TechnicalDocs/si570.pdf>