

Digitální přijímač s AD6620 pro NMR spektroskopii.

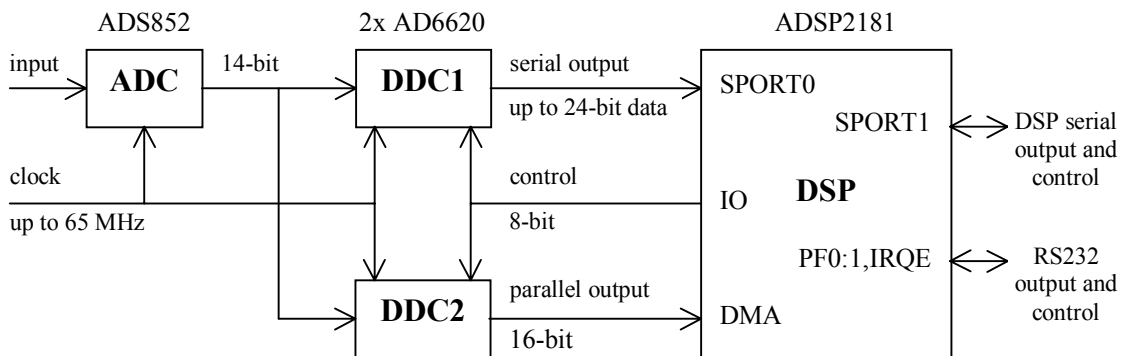
The digital receiver utilizing AD6620 for NMR spectroscopy applications.

Autor: Ing. Ivo Višcor, 1.r.doktor.st., zpracováno na ÚPT AVČR Brno, ivovi@isibrno.cz

Školitel: Ing. Josef Halánek, CSc.

Abstract: This paper describes a new digital receiver unit using digital down converter AD6620. Some technical problems with utilizing this circuit are figured.

Navrhovaný digitální přijímač bude sloužit pro zpracování dat v NMR spektroskopii, měření A/D převodníků a jako spektrální analyzátor. Jednotka bude také použita v komunikaci (digitální tuner). Blokové schéma je uvedeno na obr.1., základními prvky jsou ADS852, AD6620 (digital down converter) a ADSP2181.



Obr. 1.: Blokové schéma jednotky digitálního přijímače

Požadavky jsou: maximální dynamický rozsah, maximální šířka pásma (dáno AD6620), možnost přenosu dat bez filtrace do DSP a současné zpracování dvou frekvenčních pásem.

Základní prvky jednotky jsou:

ADC: ADS852 je v současnosti převodník s nejvyšším dynamickým rozsahem, dostupný bude v červenci 99. Jeho parametry jsou: 14 bitů, 65 MHz, SNR 75 dB, SFDR 100 dB. Pokud nebude získán, uvažujeme použít AD6640 (12 bitů, 65 MHz, SNR 68 dB, SFDR 80 dB).

DDC: AD6620 obsahuje lokální oscilátor, digitální kvadrurní detektor, dva hřebenové decimační filtry a FIR filtr s programovatelnými koeficienty. V zapojení jsou použity dva obvody AD6620, jeden se sériovým a druhý s paralelním (16 bitů) výstupem. Paralelní výstup je nutné použít pro vyšší výstupní rychlost dat (>1MSPS), což platí zejména pro data procházející přes DDC bez zpracování. Srovnání 3 různých obvodů DDC je uvedeno v [1].

DSP: V zapojení bude použit již hotový zásuvný modul s DSP. Modul obsahuje ADSP2181, EPROM pro zavedení programu, externí paměť dat 1M x 16 bitů (128 stránek po 8k), emulátor rozhraní RS232 a konektory se všemi potřebnými systémovými signály.

Problémy při návrhu jednotky:

Vstupní hodiny A/D převodníku. ADS852 má diferenciální vstup hodin. Jednotka musí uvažovat jednoduchý vstup TTL (režim NMR) a diferenciální, sinusový (měření ADC).

Napájení AD6620 3,3V. Obvod AD6620 používá napájecí napětí 3,3V. To znamená nejen potřebu dalšího napájecího napětí, ale také problém s připojením vstupů obvodu k 5V logice. K připojení DSP popř. A/D převodníku je nutné využívat obvody řady LCX, jenž při napájecím napětí 3,3 V tolerují na vstupu i 5V logiku. Výstupní signály AD6620 jsou již kompatibilní s 5V-TTL logikou.

Nastavení počátečních podmínek AD6620. Pro použití v NMR spektroskopu je nutné zajistit důsledné vynulování signálových registrů (akumulátory hřebenových filtrů, zpožďovací linka FIR filtru) před příchodem měřeného signálu. Toho je možné dosáhnout jen použitím nulového vstupního signálu dostatečné délky. K připojení A/D převodníku je použito D-registrů 74LCX574 na jejichž výstupech jsou připojeny rezistory na zem definující nulový vstupní signál při neaktivním vybavovacím vstupu OE D-registrů.

Generování pomocných hodin pro AD6620. Obvod AD6620 používá synchronní programování – jeden zápis do řídicího registru trvá 5 hodinových cyklů. To nemusí být obecně na závadu, ale ve spektroskopu je hodinový signál generován pouze současně s měřeným signálem. K naprogramování obvodu AD6620 a vynulování signálové cesty je tedy nutno generovat pomocný hodinový signál, nejlépe programově pomocí jednoho bitu výstupního portu DSP.

Generování A/B signálu AD6620. Z požadavku přenosu vzorků z A/D převodníku do DSP bez zpracování přes AD6620 vyplývá potřeba dosáhnout stavu, kdy každému vstupnímu vzorku AD6620 odpovídá jeden výstupní. To však při využití standardního módu reálného vstupního signálu není možné (vstupní vzorek reálný, výstupní komplexní). Proto se využije možnosti zpracovat vstupní reálný signál jako komplexní (complex input mode), tj. považovat liché vzorky za reálné a sudé za imaginární. Tak je možné přenést přes obvod 1 vzorek každý hodinový cyklus. Je však nutné generovat signál A/B, který definuje zda jde o reálný nebo imaginární vzorek. Signál má poloviční kmitočet hodinového signálu.

Řízení obvodu AD6620. Obvod AD6620 potřebuje pro zápis do řídicího registru 5 hodinových cyklů. Pokud uvažujeme DSP s hodinami 33 MHz a max. počtem čekacích stavů IO portu 7, vychází délka zápisového impulsu 220 ns, to znamená minimální kmitočet hodin (tj. i vzorkovací kmitočet) obvodu AD6620 23 MHz, aby nebylo nutné požit registru k zachycení dat. To však nemusí být vždy splněno. První možností řešení je spokojit se s tímto omezením a nepoužívat dynamické řízení obvodu pro nižší vzorkovací kmitočty a použít jen obousměrný budič pro oddělení 5V a 3V logiky. Druhou možností je použít místo budiče obousměrný třístavový D-registr 74LCX652, který zapisovaná data „prodlouží“, a řídit obvod bez omezení.

Přenos DMA. Přenos DMA slouží pro zápis 16-bitových vzorků z AD6620 do vnitřní paměti DSP bez programové účasti DSP. AD6620 zde představuje neinteligentní periférii. Procesor ADSP2181 potřebuje pro jeden DMA zápis 4 hodinové cykly procesoru, tj. asi 120 ns. Z obvodu AD6620 je však možno generovat pouze dva zápisové pulsy po sobě (reálný a imaginární vzorek) vzdálené pouze $1/f_{clk}$, tj. 15 ns při hodinách 65MHz. Naštěstí je reálný vzorek (I) na výstupu AD6620 dostupný první hodinový cyklus a imaginární vzorek (Q) po všechny zbývající cykly decimační periody. Je nutné tedy pouze správně generovat zápisový puls DMA IWR např. pomocí monostabilních KO tak, aby byl první impuls generován na začátku a druhý uprostřed decimační periody. DMA přenos může dosáhnout maximální rychlosti asi 8 MSPS (reálných vzorků).

Literatura:

- [1] Ing. Ivo Višcor, Ing. Josef Halánek, CSc.: DSP and digital down conversion. Radioelektronika 99, s.225, (Brno 1999)