

PRECISE FUNCTION GENERATOR

Petr Snopek

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsnope02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zdeněk Kolka

E-mail: kolka@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The aim of the project is to design a concept of function generator with digital synthesis. The device will be controlled using microprocessor which allows synthesizing basic functions (sin, square, raw) as well as arbitrary functions stored in memory. User friendly graphical interface will be controlled by keyboard and rotary switch (IRC). The work emphasizes correct selection of DDS clock source, circuit elements and proper application of signal filtration method with attention to low distortion and low output phase noise.

1 ÚVOD

Cílem projektu je navrhnout a realizovat koncept funkčního generátoru s číslicovou syntézou řízeného mikroprocesorem, který by kromě základních funkcí (sinus, obdélník, pila) umožňoval generování libovolných průběhů uložených v paměti. Snadnou obsluhu by pak zajišťovalo grafické uživatelské prostředí ovládané z klávesnice včetně rotačního snímače (IRC). Požadavkem na výstupní signál je kmitočet 10 MHz pro signál harmonický a 1 MHz pro signál libovolný.

2 MODERNÍ REALIZACE FUNKČNÍCH GENERÁTORŮ

Moderní digitální signálové generátory můžeme z pohledu syntézy rozdělit na dvě základní skupiny. Technologicky starší jsou *generátory libovolných průběhů – AWGs (Arbitrary-Waveform Generators)*. Tyto generátory se vyznačují jednoduchou koncepcí, která se neobejde bez sofistikovaného řízení. Výsledné zapojení pak oplývá maximální flexibilitou ve vytváření prakticky jakýchkoliv průběhů. Naopak nízká cena a celková jednoduchost je devízou *funkčních generátorů využívající přímé digitální syntézy – AFGs (Arbitrary/Function Generators)*. Základní prvek těchto generátorů tvoří obvod *přímé digitální syntézy - DDS (Direct Digital Synthesis)* pracující na principu fázového akumulátoru. Výhodou tohoto řešení je široká přeladitelnost s jemným kmitočtovým krokem v celém pracovním pásmu [1], [2], [3].

Novodobým trendem je implementace obou těchto technologií do jednoho celku. Jedná se především o AWGs využívající DDS syntézu pro vnitřní hodinový kmitočet. Tyto generátory tedy umožňují plně paměťové řízení (převzato z AWG) s možností všech základních modulací a frekvenční variabilitou (převzato z AFG). Při vývoji generátoru jsem se inspiroval touto „hybridní“ cestou, další kroky návrhu směřovaly k vzájemné integraci obou předešlých metod [4].

je vyhrazen pro TTL signál, dalších 10 bitů směřuje do rychlého D/A převodníku. Rekonstrukci analogového signálu zabezpečují 2 symetrické filtry typu DP s útlumy v nepropustných pásmech >70 dB – Cauerův filtr (7. řádu, $f_m = 10$ MHz) pro harmonické průběhy a Besselův filtr (7. řádu, $f_m = 4$ MHz) pro průběhy libovolné. Koncový stupeň je tvořen operačním zesilovačem THS3096 (TI), který se vyznačuje vysokou mezní rychlostí průběhu (slew rate) >5700 V/ μ s, s komplementárním zapojením tranzistorů na výstupu.

5 PRAKTICKÁ REALIZACE

Celý přístroj je uložen v hliníkovém šasi. Přední panel je vyroben z 25mm duralové desky (po NC obrobení). Z téhož materiálu je i zbytek rámu tvořený plechy a čtvercovými profily. Všechny díly jsou ošetřeny stříbrným eloxem. Přední částí přístroje dominuje 5" grafický B&W LCD o rozlišení 160x128 bodů. Uživatelským vstupem je 7-mi tlačítková klávesnice, 5 tlačítek je určeno pro pohyb v nabídkách a 2 pro zapnutí/vypnutí TTL a AW výstupu. Doplnkem je pak otočný prepínač (IRC) pro uživatelsky přívětivější změnu hodnot proměnných. Součástí zadního panelu je větrací otvor se zapuštěným ventilátorem, dva USB konektory (standard USB-A a USB-B) a konektor pro napájení přístroje přívodní šňůrou (flexo). Zařízení splňuje normu ČSN 33 2000-4-41.

Uživatelské menu umožňuje nastavení kmitočtu, amplitudy, offsetu a typu průběhu. V případě obdélníkového průběhu rovněž střidu. Tabulku hodnot libovolného průběhu lze z počítače přenést pomocí USB rozhraní s možností připojení USB flash disku. Doplnkovými funkcemi je zobrazení času (RTC), teploty uvnitř přístroje, nastavení rychlosti přenosu USB a další.

6 ZÁVĚR

Návrh a konstrukce funkčního generátoru vč. programového vybavení je tématem mé diplomové práce. Praktické závěry budou obohaceny o poznatky z měření výstupních veličin.

REFERENCE

- [1] *Understanding Signal Generation Methodologies, Choosing Between Direct Digital Synthesis (DDS) and Variable Clock Architecture („True Arb“)*, Tektronix, 2006
- [2] *Direct Digital Synthesis — Impact on Function Generator Design*, application note #5, Rohde & Schwarz, 1995
- [3] *The ABC's of Arbitrary Waveform Generation*, Agilent Technologies Inc., 2005
- [4] Strassberg, Dan: *Making waves: Eight years later, details still matter*, elektronický časopis EDN [online], URL: <http://www.edn.com/>, 2006
- [5] Ahmed, Rahim; Malarsie, Louis: *Optimizing for Low Skew and Phase Error on PLL Based Clock Generators*, Application Note 968, National Semiconductor, 1994
- [6] Patrin, John; Li, Mike: *Characterizing Jitter Histograms for Clock and DataCom Applications*, Wavecrest, DesignCon, 2004
- [7] Kester, Walt: *High speed DACs and DDS systems*, Analog Devices, 1997