

ADJUSTABLE SQUARE - TRIANGLE WAVE GENERATOR

Pavel Kopeček

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkopec01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Roman Šotner

E-mail: xsotne00@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: The work deals with construction of the adjustable square - triangle wave generator. Square and triangle waves are generated simultaneously by one loop circuit fulfilling following functions. These classical functions are integration, voltage comparison with hysteresis and voltage controlled amplification. Simulation results in PSpice are available. Frequency can be adjusted from 0.5 to 11 MHz.

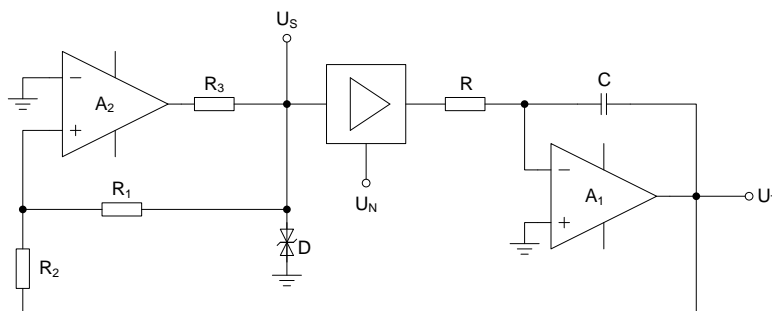
Keywords: Square - triangle wave generator, voltage controlled amplifier, analog multiplier

1. ÚVOD

Generátory [1-3] napětí jsou hojně využívány jak v analogové tak i digitální technice. Existuje mnoho typů signálů, které mohou generátory vytvářet. Nejběžnějšími typy jsou sinusový, obdélníkový a trojúhelníkový signál. Tato práce je zaměřená na kombinaci generátoru obdélníkového a trojúhelníkového signálu. Koncepce uvedená v [1] je modifikována s využitím rychlé napěťové násobičky ve funkci říditelného zesilovače a pro práci na vysokých kmitočtech používá rychlé operační zesilovače. Lze u ní provádět nastavení pracovního kmitočtu řídicím napětím, popř. také nastavení střídý signálu.

2. PRINCIP FUNKCE GENERÁTORU

Generátor se skládá ze třech hlavních bloků [1]. Z integrátoru, komparátoru s hystezí a z aktivního bloku - napětím řízeného zesilovače. Schéma zapojení je na obr. 1, všechny bloky jsou zapojeny do jedné smyčky. Integrátor, reprezentovaný operačním zesilovačem A_1 a kombinací rezistoru R a kondenzátoru C , integruje stejnosměrné napětí na výstupu řízeného zesilovače. Po dosažení komparační úrovně komparátoru dojde k překlopení do saturačního napětí opačné polarity. Toto napětí je poté zesíleno a následně se začíná znovu integrovat. Tento proces se opakuje neustále dokola. Frekvence generovaného signálu mimo jiné záleží na integrační konstantě, která je úměrná kombinaci RC .



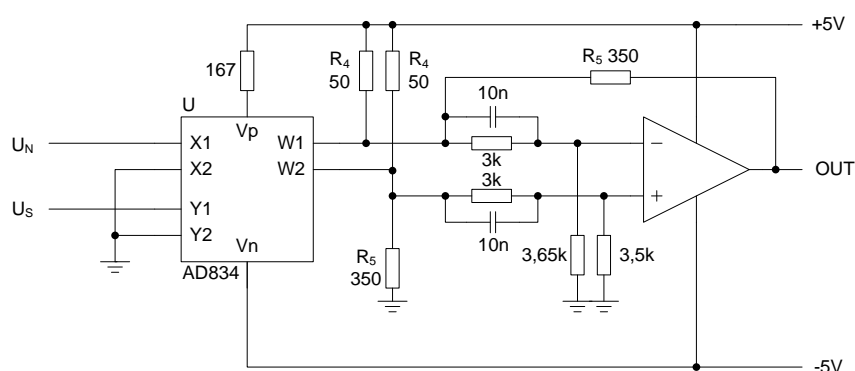
Obrázek 1: Schéma generátoru

2.1. NAPĚTÍM ŘÍZENÝ ZESILOVAČ

Základ zesilovače tvoří napětíová analogová násobička AD834 [4] na obr. 2. Ta disponuje dvojicí rozdílových vstupů a dvěma proudovými výstupy. Přes tyto výstupy se násobička také napájí, takže je nutné použít rezistory R_4 pro nastavení pracovního proudu. Násobička má mezní frekvenci 500 MHz. Dále je zde zapojen rozdílový zesilovač s obvodem AD8000 [5]. Zesílení napětím řízeného zesilovače je dáno vztahem:

$$A = K_M \cdot \frac{R_5}{R_4} \cdot 2 = 0,2 \cdot \frac{350}{50} \cdot 2 = 2,8 \quad (1)$$

Zesílení 2,8 je nastaveno záměrně, a to pro zesílení součinu vstupních napětí (max. 1 V) na co nejvyšší úroveň. Ta je limitována napájecím napětím AD8000. Čím vyšší použijeme úroveň napětí na výstupu zesilovače, tím vyšší bude frekvence generovaného signálu. AD8000 má při nastaveném zesílení 7x (350/50) garantovanou mezní frekvenci 450 MHz. Při zesílení 1x až 1580 MHz. Rezistory 3 k Ω a 3,5 k Ω (resp. 3,65 k Ω) jsou použity pro vykompenzování nerovnoměrného zatížený výstupů násobičky. Kondenzátory 10 nF poté pro zlepšení dynamických vlastností celého zesilovače [4].



Obrázek 2: Napětím řízený zesilovač

Poměrem rezistorů 3,5 k Ω a 3,65 k Ω (nastavením stejnosměrného posunu výstupního napětí) lze měnit střihu generovaných signálů. Tyto odpory jsou připojené k zemi, takže lze jednoduše zařídit jejich elektronické přeladování.

2.2. NASTAVENÍ GENERÁTORU

Amplituda generovaného obdélníkového signálu U_S je definována antiparalelním zapojením zenerových diod D . Napětí zenerovy diody budeme označovat U_Z . Amplituda trojúhelníkového signálu [1] je dána vztahem:

$$U_T = 2U_Z \cdot \left(\frac{1}{k-1} \right) \quad \text{kde:} \quad k = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

Amplituda obdélníkového signálu je tedy dána omezením zenerovými diodami. Protože však násobička dovoluje vstupní napětí pouze do velikosti 1 V, není možné zenerovy diody využít. Proto je místo nich využito paralelní kombinace schottkyho diod v propustném směru. Proud těmito diodami se nastavuje rezistorem R_3 . Je nastaven tak, aby se napětí na diodách omezovalo na 1 V. Frekvence generovaných signálů závisí poté na několika parametrech [1]. Kompletní vyjádření je

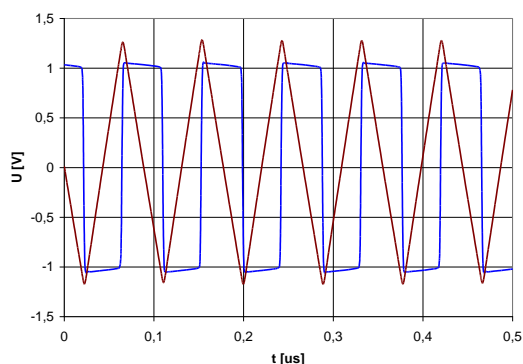
$$f = \frac{U_Z \cdot U_N \cdot K}{4 \cdot U_T} \cdot \frac{1}{RC} \quad (3)$$

Po nastavení úrovní generovaných signálů se vztah zjednoduší na

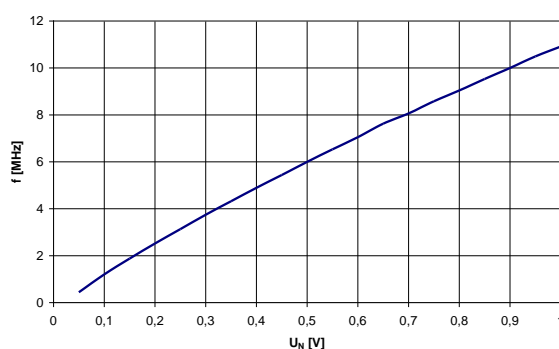
$$f = \frac{U_N}{0,7} \cdot \frac{1}{RC}. \quad (4)$$

2.3. SIMULACE

Pro simulaci generátoru byl pro program PSpice vytvořen vlastní model (4. úrovně) násobičky respektující katalogové i měřené údaje (dynamiku, kmitočtovou i časovou odezvu), protože není k dispozici od výrobce. Byly použity hodnoty součástek: $R = 500 \Omega$, $C = 100 \text{ pF}$, $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$. Hodnoty součástek u napětím řízeného zesilovače zůstali dle obr. 2. Na obr. 3 jsou průběhy generovaných signálů pro maximální nastavitelnou frekvenci (cca 11,3 MHz). Na obr. 4 poté závislost nastavené frekvence na řídicím napětí U_N . Uvedená charakteristika je téměř lineární, pouze při nižších napětích U_N dochází k poklesu generované frekvence.



Obrázek 3: Časový průběh generovaných signálů



Obrázek 4: Závislost frekvence na U_N

3. ZÁVĚR

Príspevek pojednáva o možnosti využití násobičky jako elektronicky laditelného prvku. Je zde využita v zapojení napětím řízeného zesilovače. Toto zapojení je vhodné jak pro samostatné vysokofrekvenční užití tak pro řízení dalších obvodů. Uvedený generátor byl otestován simulacemi a nyní bude následovat výroba a ověřování skutečných vlastností. Dále by měla proběhnout zkouška nejvyššího možného kmitočtu, kterého lze na reálném přípravku dosáhnout. Očekává se, že zde prezentovaný rozsah kmitočtů 0,5 – 11 MHz bude bez problémů dosažen.

REFERENCE

- [1] GRAEME, J.: Applications of operational amplifiers, New York: McGraw-Hill Company, 1973, 233s., ISBN 0-07-023890-1
- [2] BRANČÍK, L.; DOSTÁL, T. Analogové elektronické obvody. REL0715. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007. s. 1-193.
- [3] LÁNÍČEK, R.: Elektronika, obvody - součástky - děje, BEN-technická literatura, 2002, 480 s., ISBN 978-80-860562-58
- [4] Analog Devices, Datasheet AD834, 12 s., Dostupný z WWW: <www.analog.com>
- [5] Analog Devices, Datasheet AD8000, 20s., Dostupný z WWW: <www.analog.com>