

ULTRA WIDEBAND SIGNALS

Radek ŠEVČÍK, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT
E-mail: xsevci30@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Prof. Vladimír Šebesta

ABSTRACT

Writing Matlab algorithms that enable Ultra WideBand pulses modeling and simulation, which could be used in communications, was the main aim of my work. All simulation outputs are both in time domain and frequency domain. Basic constants that give pulse behaviour are possible to set in these algorithms. The programs help to understand differences among individual pulses and some specific parameters influence upon resulting pulse shape and spectrum.

1 ÚVOD

Ultra Wideband (UWB) systémy jsou systémy, které pracují s velkou šířkou pásma. Na rozdíl od klasických komunikačních systémů se informace nepřenáší pomocí úzkopásmového harmonického signálu, na kterém je modulována informace, ale pomocí rychlých jehlových pulsů, které mají poměrně široké spektrum. Výhodou tohoto vysílání je malá spektrální hustota výkonu (řádově se blíží spektrální hustotě výkonu šumu). Díky tomu můžeme vysílat i na frekvenčních pásmech, která jsou již použita současnými úzkopásmovými systémy, aniž by došlo k vzájemnému ovlivňování.

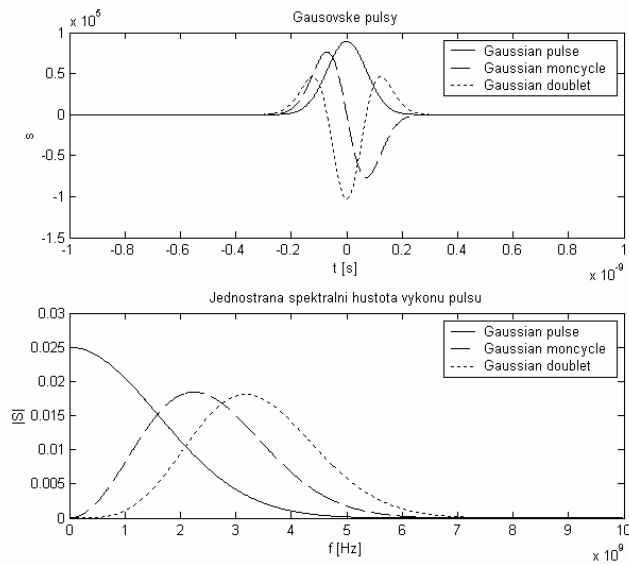
Mezi hlavní výhody širokopásmového způsobu vysílání patří: velká přenosová rychlost, odolnost vůči interferencím a odrazům.

2 POUŽÍVANÉ PULSY

2.1 GAUSOVSKÉ PULSY

Díky své jednoduché vygenerovatelnosti je často používaným tvarem pulsu v UWB systémech takzvaný Gaussian doublet. Nazývá se Gaussian-Gaussův, protože tvar Gaussova pulsu (puls, z kterého vznikne Gaussian doublet) se podobá Gaussově funkci, která je dána vztahem [1]:

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2}} e^{-x^2 / \sqrt{2 \cdot \sigma^2}} \quad (1)$$



Obr. 1: *Příklad jednotlivých Gaussovských pulsů*

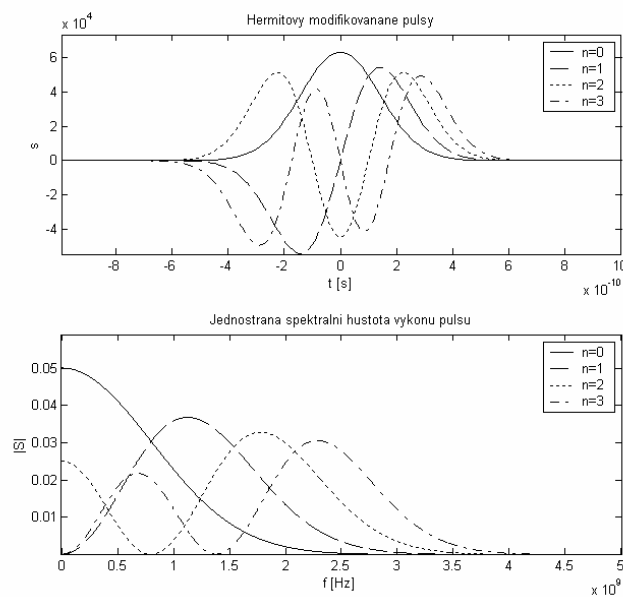
2.2 HERMITOVY MODIFIKOVANÉ PULSY

Hermitovy modifikované pulsy vycházejí z Hermitových polynomů. Jsou pojmenovány podle francouzského matematika Charlese Hermita (1822 - 1901).

Hermiho polynom je definován následujícím vztahem [1]:

$$h_{e_n}(t) = (-\tau)^n e^{t^2/2\tau^2} \frac{d^n}{dt^n} \left(e^{-t^2/2\tau^2} \right) \quad (2)$$

kde $n = 0, 1, 2, \dots$, $t \in (-\infty, \infty)$, a τ je časová konstanta udávající trvání pulsu. Hlavní výhodou těchto pulsů je jejich vzájemná ortogonalita a tudíž možnost využití u ortogonální modulace.



Obr. 2: *Hermitovy modifikované pulsy řádů $n = 0, 1, 2, 3$*

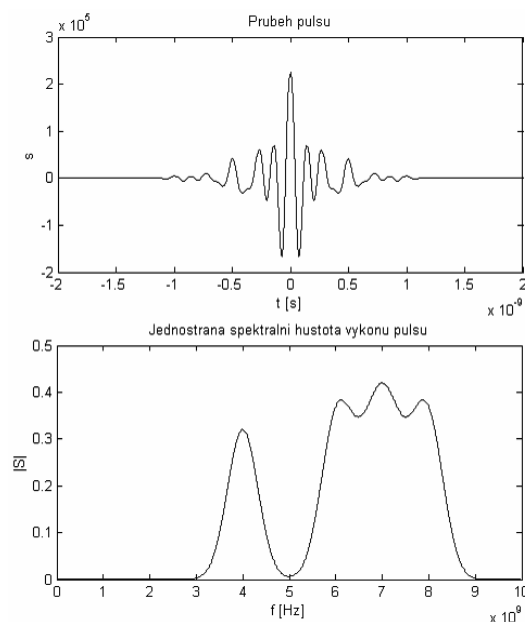
2.3 NÁVRH TVARŮ VLN PRO SPECIFICKÉ SPEKTRÁLNÍ MASKY

I když se spektrum UWB pulsů podobá spíše šumu, můžeme někdy potřebovat výsledné spektrum, které odpovídá určité spektrální masce. Specifickou spektrální masku můžeme například vytvořit následujícím způsobem. Gaussův puls vynásobíme sinusovkou, která nám posune spektrum pulsu na požadovanou frekvenci. Požadujeme-li složitější tvar spektra, potom Gaussův puls vynásobíme součtem sinusových vln, které mají požadované frekvence podle tvaru spektrální masky.

Spektrální masku můžeme navrhnout podle následující rovnice [1]:

$$s_{mb}(t) = \sqrt{2}K_1 e^{-(t/\tau)^2} \sum_{j=1}^m \cos(2\pi f_j t) \quad (3)$$

kde K_1 je konstanta udávající energii, $t \in (-\infty, \infty)$, τ je časová konstanta a f_j jsou jednotlivé nosné frekvence vyplňující obálku spektra.



Obr. 3: Puls odpovídající spektrální masce poskládané z kmitočtů 4,6,7,8 GHz

3 ZÁVĚR

Vytvořil jsem soubor programů v Matlabu, který umí vykreslovat průběhy výše popsaných pulsů včetně příslušných spekter. V daných programech lze nastavovat jednotlivé konstanty ovlivňující výsledný tvar a spektrum pulsů.

LITERATURA

- [1] Ghavami, M., Michael, L. B. and Konho, R.: Ultra Wideband Signals and Systems in Communication Engineering. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.
- [2] Hu, B.: Pulse shapes for ultrawideband communication systems, IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 4, No. 4, July 2005, pp. 1789 – 1797
- [3] Porcino, D.; Hirt, W.: Ultra-wideband radio technology: potential and challenges ahead. IEEE Communications Magazine, Vol. 41, No. 7, July 2003, pp.66 – 74