

Gerador de Pulsos Monociclo para um Sistema Rádio UWB

José Ewerton P. de Farias, Alexandre Serres, Glauco Fontgalland, Yvan Duroc e Tan Phu Vuong

Resumo—Este artigo apresenta aspectos do projeto e simulação de um gerador de pulsos ultra-curtos usado em um transmissor de rádio com largura de faixa ultra-larga (UWB Radio).

Palavras-Chave—Rádio UWB. Gerador de pulsos.

Abstract—This article presents aspects of the design and simulation of an ultra-short pulse generator to be used in a ultra wide band (UWB) radio transmitter.

Keywords—UWB Radio. Pulse generator.

I. INTRODUÇÃO

No projeto de um sistema rádio usando espalhamento espectral (EE) com um sinal em banda básica [1] o circuito gerador dos pulsos é parte essencial. Tal sinal é composto por uma seqüência de pulsos ultra-curtos (durações menores do que alguns nanossegundos) aparecendo pseudo-aleatoriamente no tempo (saltos pseudo-aleatórios no tempo — ST). Esse tipo de EE produz sinais com larguras de faixa estendendo-se desde perto de zero até alguns GHz e que não usam uma portadora senoidal. Esta característica espectral faz com que este tipo de sistema rádio tenha melhor poder de penetração em materiais que tendem a ser mais opacos para frequências mais elevadas. Também, larguras de faixa da ordem de GHz viabilizam a resolução de multipercursos com atrasos diferenciais da ordem de um nanossegundo ou menos. Isto reduz significativamente os efeitos do desvanecimento mesmo em ambientes internos, tornando esse tipo de sistema rádio um forte candidato para aplicações móveis com pequenos alcances em ambientes sujeitos a multipercursos. A robustez a multipercurso possibilita operação com baixas potências e densidades espectrais de potência extremamente baixas.

II. FORMATO DO SINAL EE-ST USANDO PULSOS ULTRA-CURTOS

O sinal de saída do k -ésimo transmissor de um sistema rádio UWB usando EE-ST pode ser representado pela equação:

$$s_{tr}^{(k)}(t^{(k)}) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \omega_{tr}^{(k)}(t^{(k)} - jT_f - c_j^{(k)}T_c - \delta d_{\lfloor j/N_s \rfloor}^{(k)}) \quad (1)$$

onde $t^{(k)}$ é o tempo do relógio do k -ésimo transmissor e o pulso transmitido $\omega_{tr}(t)$ é denominado de *monociclo*. O projeto de um circuito prático para a obtenção desta forma de onda é sucintamente descrito neste artigo.

UFCG/CEEI/DEE, Campina Grande, PB, Brasil e INPG/ESISAR/LCIS, Valence, França. E-mails: ewerton@ieee.org, alexandre.serres@esisar.inpg.fr, g.fontgalland@ieee.org, yvan.duroc@esisar.inpg.fr, tan-phu.vuong@esisar.inpg.fr.

Com a finalidade de evitar colisões em um ambiente multi-usuário, a cada usuário, indexado por k , é associado um padrão de deslocamento temporal diferente $c_j^{(k)}$, chamado de seqüência ST. Isto resulta em um deslocamento temporal adicional de $c_j^{(k)}T_c$ segundos ao j -ésimo monociclo no trem de pulsos, onde T_c é a duração das janelas de tempo endereçáveis. Para um T_f fixo, a taxa de transmissão de informação R_s , em símbolos/segundo, determina o número N_s de monociclos que são modulados por um símbolo binário, isto é: $R_s = (1/N_s T_f)s^{-1}$. O índice de modulação δ é utilizado para otimizar o desempenho do sistema. $\{d_j^{(k)}\}_{j=-\infty}^{\infty}$ representa a seqüência de informação que, para fins de análise do desempenho, é normalmente modelada como sendo um processo estacionário no sentido amplo composto por símbolos equiprováveis.

III. ABORDAGENS TEÓRICAS PARA A OBTENÇÃO DOS PULSOS

Pulsos dos tipos degrau, Gaussiano e monociclo podem ser usados em sistemas UWB. Eles têm em comum larguras de faixas muito grandes. O espectro de frequências do pulso tipo monociclo não contém componentes próximas a zero. Esta característica facilita o projeto de outras partes do sistema, tais como antenas e amplificadores.

Em [2] os autores propõem o uso dos Polinômios de Hermite Modificados (MHP) para a obtenção de pulsos para aplicações UWB. As principais características dos pulsos gerados através dos MHPs são:

- ▷ Pulsos obtidos são ortogonais;
- ▷ Pulsos assemelham-se a pulsos monociclo Gaussianos;
- ▷ Mantêm a ortogonalidade mesmo quando submetidos a efeitos de diferenciação (na antena por exemplo) ou integração;
- ▷ Conjuntos de sinais M -ários ($M > 2$) podem ser gerados;
- ▷ Pulsos são “bem comportados” (pouca energia fora das respectivas janelas de tempo).

Os MHPs são dados pela seguinte expressão:

$$h_n(t) = (-1)^n \exp\left(\frac{t^2}{4}\right) \frac{d^n}{dt^n} \left(\exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)\right) \quad (2)$$

onde t representa tempo e $n = 0, 1, 2, \dots$. A Figura 1 ilustra um pulso obtido a partir desta expressão.

IV. CIRCUITO PARA GERAÇÃO DOS PULSOS MONOCICLO

Na prática, pulsos monociclo podem ser gerados usando diodo para recuperação de degrau (SRD), através da sobreposição de dois pulsos Gaussianos em contra-fase e com

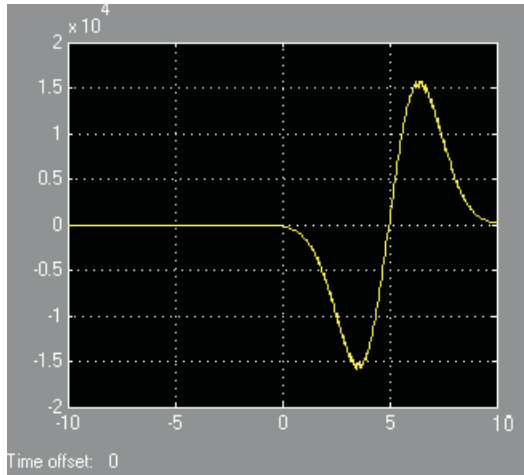


Fig. 1. Pulso gerado com o MHP.

certo atraso entre eles[3]. Esta abordagem produz um pulso com duas vezes a duração de cada pulso Gaussiano utilizado. No projeto aqui descrito, optou-se pela utilização do circuito

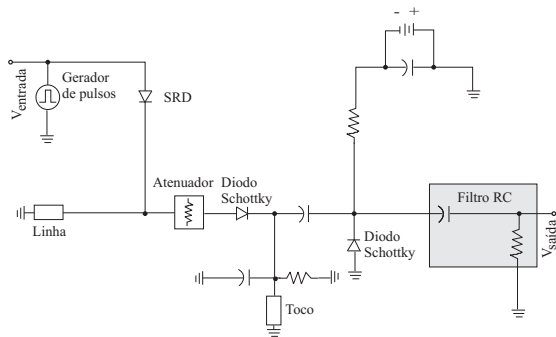


Fig. 2. Circuito gerador de pulsos monociclo.

ilustrado na Figura 2. Ele consiste de três partes: uma seção geradora de pulso Gaussiano, uma malha para tratamento do formato do pulso Gaussiano, seguidos por um circuito RC. O pulso Gaussiano é produzido em duas etapas. Primeiro uma função degrau com tempo de subida pequeno é criada por um SRD. Depois, um impulso é formado pela combinação da função degrau refletida por um toco (*stub*) com aquele transmitido através da junção entre o toco curto-circuitado e a linha de transmissão [4]. O nível residual de oscilações é atenuado pelo diodo Schottky em série. Este diodo atua como um retificador de meia onda, deixando passar apenas os semi-ciclos positivos (pulso Gaussiano e as oscilações positivas). A porção negativa das oscilações é removida. A finalidade deste diodo é também de produzir um pulso com duração compatível com a largura de faixa necessária para UWB. Observe que a forma de onda Gaussiana é deslocada para baixo pela tensão dc de polarização. Esta diferença de tensão, entretanto, é barrada pelo capacitor no circuito RC, e não aparece no pulso monociclo gerado. A duração do pulso Gaussiano é determinada pelo comprimento do toco curto-circuitado. O gerador de impulso utiliza um filtro RC passa-alta simples como filtro diferenciador para produzir o monociclo diretamente. O circuito foi implementado sobre a

plataforma HP-ADS. Resultados das simulações são mostrados nas Figuras 3(1 pulso com duração de cerca de 2 ns) e 4 (2 pulsos com duração de cerca de 1,5 ns cada).

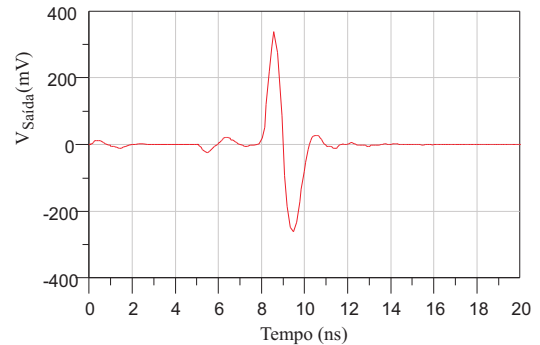


Fig. 3. Pulso monociclo ultra-curto gerado.

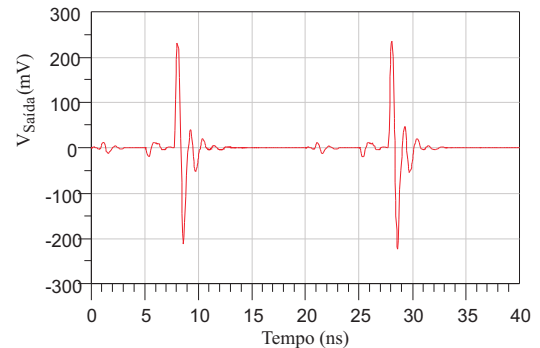


Fig. 4. Sequência com dois pulsos monociclo.

V. CONCLUSÕES

Resultados parciais sobre o projeto e implementação de um Sistema Rádio UWB são apresentados. Em particular, o circuito gerador de pulsos ultra-curtos é apresentado e sucintamente descrito.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Z. Win e R. A. Scholtz, "Ultra-Wide Bandwidth Time-Hopping Spread-Spectrum Impulse Radio for Wireless Multiple-Access Communications", IEEE Trans. on Communications, vol. 48, No. 4, pp. 679-691, 2000.
- [2] L. B. Michael et als., *Multiple Pulse Generator for UWB Communication using Hermite Polynomial based Orthogonal Pulses*. Sony Computer Science Laboratories, Inc., 2002.
- [3] J. S. Lee e C. Nguyen, "Novel low-cost ultra-wideband, ultra-short pulse transmitter with MESFET impulse-shaping circuitry for reduced distortion and improved pulse repetition rate," IEEE Microwave Wireless Compon. Lett., vol.11, pp. 208-210, May 2001.
- [4] J.Han e C. Nguyen, "A New Ultra-Wideband, Ultra-Short Monocycle Pulse Generator With Reduced Ringing", IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 12, No. 6, pp.206-208, Junho 2002.