

PERCEPTRON DE VALORES COMPLEXOS PARA COMPENSAÇÃO DE MODULADOR I/Q E AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA

LUIZA BEANA C. FREIRE (luiza.chipans@gmail.com), EDUARDO G. LIMA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA (PPGEE)

Resumo: Neste trabalho são propostos dois modelos de redes *perceptrons* de três camadas (TLP) de valores complexos para a modelagem conjunta das distorções do modulador I/Q e das distorções do amplificador de potência de rádio frequência (PA RF). São apresentadas análises sobre as duas redes através de resultados de simulações computacionais. As duas redes diferem na forma como os dados de entrada são apresentados a elas. Observou-se que a rede que elimina a informação da fase da portadora do sinal a ser processado pela rede obteve resultados superiores de 4 dB e 5 dB em termos de NMSE e ACEPR, respectivamente, para números de parâmetros similares.

INTRODUÇÃO

Até 2021 é esperado um crescimento de tráfego de dados de mais de 80% em comparação com o ano de 2018, sendo mandatório o desenvolvimento de novas tecnologias para atender essa demanda [1]. As características de linearidade e eficiência são críticas nesse cenário.

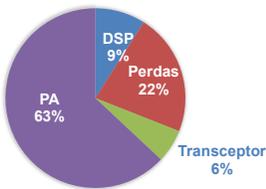


Fig. 1 – Consumo estação rádio base

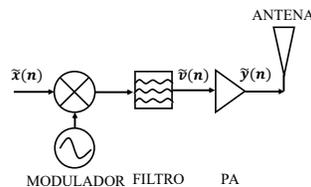


Fig. 2 – diagrama de blocos simplificado do transmissor

Na Fig. 1 pode-se ver que o elemento da rede de telecomunicações móveis que mais consome energia e gera distorções no sinal da rede é o amplificador de potência (PA). O esquemático simplificado do transmissor é mostrado na Fig.2. O sinal de envoltória de entrada $\tilde{x}(n)$ é inicialmente inserido no modulador I/Q, e a saída é o sinal modulado por envoltória $\tilde{v}(n)$, que então é processado pelo PA gerando o sinal amplificado $\tilde{y}(n)$. Para melhorar o compromisso entre linearidade e eficiência no PA é necessário realizar uma técnica chamada pré- distorção digital [2], que se utiliza de um modelo matemático do inverso do comportamento do PA. Outro elemento que gera distorções no sinal da rede é o modulador. Usualmente as distorções do modulador e do PA são mitigadas separadamente.

OBJETIVOS

Esse trabalho visa analisar dois modelos matemáticos do inverso do comportamento do conjunto modulador-PA. Os modelos utilizam redes neurais de valores complexos, mais especificamente a topologia *perceptron* de três camadas (TLP).

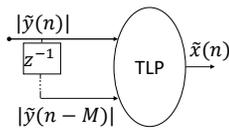


Fig. 3 – Diagrama do modelo proposto 1

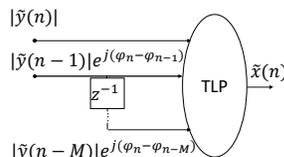


Fig. 4 – Diagrama do modelo proposto 2

O modelo 1 pode ser visto na Fig. 3. A entrada da rede neural é a saída do PA, $\tilde{y}(n)$. A saída esperada é a entrada do modulador, $\tilde{x}(n)$. Na Fig. 4 é mostrado o modelo 2, onde é retirada a informação da fase do sinal a ser apresentado à rede. Esse processo é importante para evitar contribuições fora da banda principal do sinal [3].

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma simulação computacional no MATLAB® comparando os dois modelos. O sinal utilizado foi um sinal LTE OFDMA como envoltória de entrada com largura de banda de 10 MHz. O modulador I/Q sob teste tem um desbalanceamento na amplitude de 1,2 e de $\pi/3$ na fase, além de uma frequência de portadora de 1,2288 GHz.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figs. 5 e 6 podem ser vistos os valores de ACEPR e NMSE respectivamente, em função do número de parâmetros da rede. O número de parâmetros da rede varia com o número de neurônios da TLP. É desejável obter menores valores de NMSE e ACEPR. Com números de parâmetros de 19 e 20 para o proposto 1 e 2 respectivamente, obteve-se valores de NMSE de -39,75 dB e -35,58 dB, uma diferença de aproximadamente 4 dB. Da mesma forma os valores de ACEPR são de -48,98 dB e -53,96 dB, diferença de quase 5 dB. Era esperado que a rede proposta 2 demonstrasse superioridade à rede proposta 1, por não poluir o modelo com sinais que não têm relação com o sistema real.

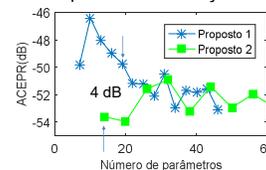


Fig. 5 – Gráfico de ACEPR para vários números de parâmetros .

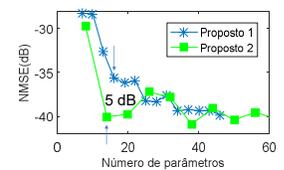


Fig. 6 – Gráfico de NMSE para vários números de parâmetros .

CONCLUSÃO

Conclui-se que, independente da escolha entre redes de valores complexos ou reais, deve primariamente ser garantido que apenas contribuições dentro da banda sejam geradas pela TLP. Fica claro dessa forma que qualquer contribuição fora da banda gerada pelo modelo não colaborará para a exatidão do mesmo aumentando sua complexidade computacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- S. Condon. Mobile data traffic will increase 7-fold from 2016 to 2021, Cisco says. Disponível em: < <http://www.zdnet.com/article/mobile-data-traffic-will-increase-7-fold-from-2016-to-2021-cisco-says/>> Acesso em: 25 de outubro de 2018.
- T. M. Nguyen, J. Yoh, C. H. Lee, H. T. Tran and D. M. Johnson, "Modeling of HPA and HPA linearization through a predistorter: Global Broadcasting Service applications," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 49, no. 2, pp. 132-141, Jun. 2003.
- L. B. C. Freire and E. G. de Lima, "Complex-valued Three-layer Perceptron for the Behavioral Modeling of RF Power Amplifiers," in *South Symposium on Microelectronics (SIM)*, Rio Grande, 2017.

