

FIR ФИЛТАР ЗА УОБЛИЧАВАЊЕ СПЕКТРА ДИГИТАЛНОГ РАДИО-РЕЛЕЈНОГ УРЕЂАЈА ПРОТОКА 51.8 Mb/s

Милоје Зечевић, Институт ИМТЕЛ, Бул. М. Пупина 165б, Нови Београд
Драган Обрадовић, Институт ИМТЕЛ, Бул. М. Пупина 165б, Нови Београд

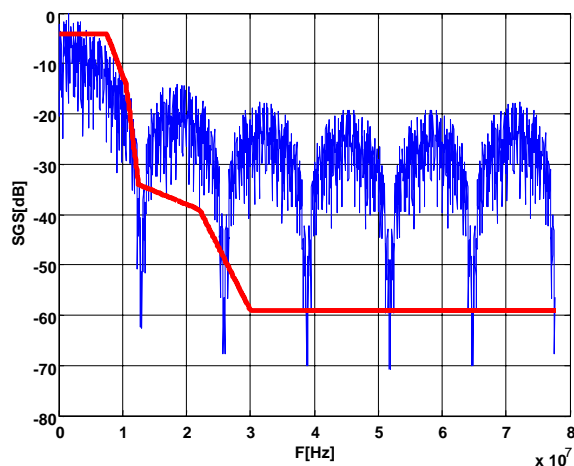
Садржај – У овом раду је приказано пројектовање филтра за уобличавање спектра ради испуњења захтева који се постављају ETSI стандардима за изглед спектра 16-QAM сигнала код радио-релејних линкова протока 51.8Mb/s, као и симулација филтра за обликовање спектра у предајном делу линка. Приказани су изглед спектра и дијаграм ока сигнала након филтрирања и предложене су могуће хардверске реализације.

1. УВОД

Интензиван развој мрежа за пренос података доводи до захтева за све већим капацитетима уређаја који се користе за пренос података. Бежични пренос података и даље игра веома велику улогу, тако да захтеви који се постављају пред уређаје за бежични пренос постају све строжији. У овом раду је разматран случај сигнала протока 51.8 Mb/s који користи уобличену 16-QAM модулацију [1], што представља решење које ће се примењивати у најновијој генерацији радио-релејних линкова протока 51.8 Mb/s Института ИМТЕЛ. У овом раду је коришћењем програмског пакета Matlab извршено пројектовање филтра за уобличавање спектра сигнала и приказан је спектар сигнала након филтрирања као и дијаграм ока.

2. ИЗГЛЕД СПЕКТРА И МАСКЕ

На слици 1. је приказан изглед спектра 16-QAM сигнала протока 51.8 Mb/s, а пуном линијом је приказана маска спектра дефинисана ETSI стандардима за системе протока 51.8 Mb/s класе 2 са размаком канала од 28 MHz [2]. Опсег фреквенција који се посматра је $2.5 \times$ размак канала, што у овом случају даје 70 MHz.

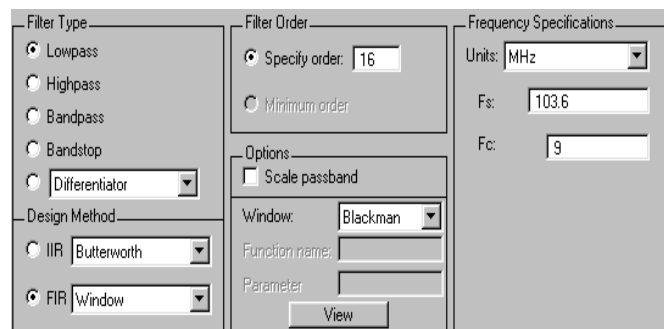


Слика 1. Изглед спектра и маске

Већ на основу слике 1 се види да филтар за уобличавање спектра треба да ослаби први лоб у спектру преко 20 dB док остали лобови треба да буду ослабљени преко 35 dB. За испуњење Никвистовог критеријума филтар треба да има линеарну фазу па су разматрани FIR филтри.

3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ФИЛТРА

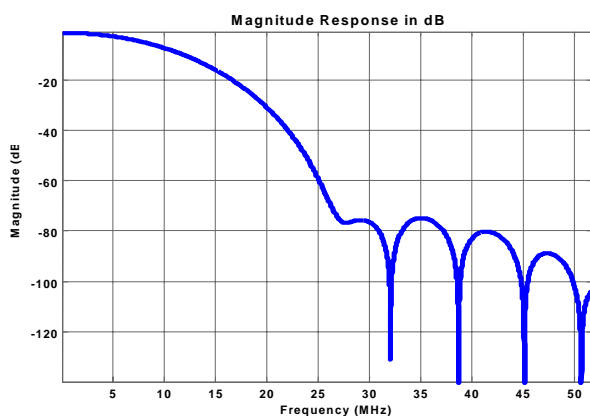
За пројектовање филтра коришћен је алат Filter Design and Analysis Tool из Filter Design Toolbox-а програмског пакета Matlab [3]. Критеријуми за избор филтра су задовољење RF маске спектра (слика 1) и изглед дијаграма ока. Усвојено је да предајни филтар не сме да изазива ISI. Типичан изглед прозора у коме се уносе параметри филтра је приказан на слици 2.



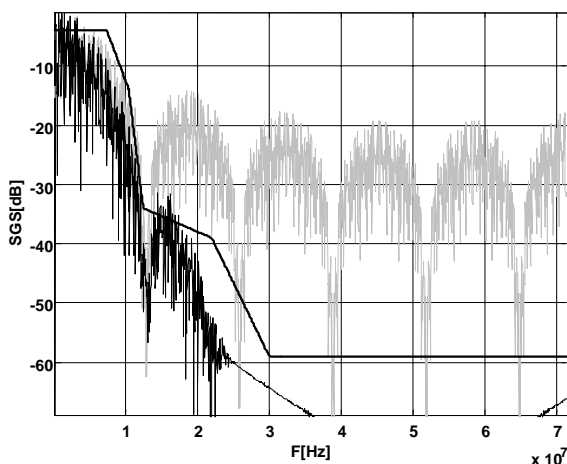
Слика 2. Унос параметара

Посебан проблем је био задовољење потискавања нижих лобова (3., 4., ...) спектра јер при употреби филтра вишег реда нумерички шум деградира потискавање. Ниво бочних лобова за ред филтра $N=30$ био је око -60dB иако сам филтар потискује драстично више. Због тога је узето ограничење за ред филтра од $N=16$.

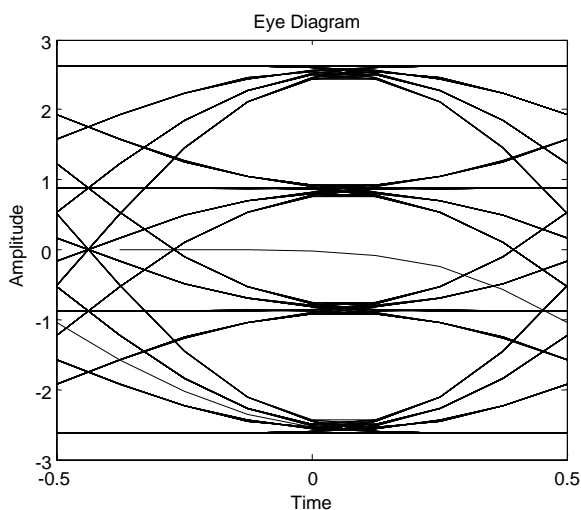
Други проблем је била ISI односно затварање ока “на средини”. Мењањем прозорске функције и граничне фреквенције утврђено је да се за ред филтра $N=16$ и Blackman-ову прозорску функцију добија најмањи ниво ISI (слика 5.). На основу тога финални параметри су: ред филтра $N=16$, гранична фреквенција $F_c=9$ MHz и Blackman-ова прозорска функција. Амплитудска карактеристика филтра приказана је на слици 3. За овај филтар анвелопа спектра у пределу другог лоба тангира габарите (слика 4.). Ради лакше анализе на истом графику су приказани и изглед маске и спектар немодулисаног сигнала.



Слика 3. Амплитудска карактеристика филтра



Слика 4. Спектар филтрираног сигнала



Слика 5. Дијаграм ока

4. МОГУЋНОСТИ ПРАКТИЧНЕ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ФИЛТРА

Занимљиво је осврнути се на готове производе који постоје на тржишту из ове области. На пример, фирма Analog Devices производи програмабилни дигитални QPSK/16-QAM модулатор AD9853 који се налази у

једном 44-пинском кућишту, где су још смештени и FIR филтри који су 40. реда. Корисник само треба да прорачуна коефицијенте и да их учита у чип. Учитавају се централни коефицијент и 20 нижих, док се 20 виших коефицијената хардверски преписује. Друга могућност за реализацију представља AD6624 4-канални дигитални пријемни сигнал процесор брзине 80MSPS који у себи, између осталог, садржи и “RAM филтар” код кога су коефицијенти филтра смештени у RAM меморију [4]. Максимални ред филтра који се може постићи је 160, што је изузетно велика вредност. Још једна могућност је коришћење дигиталних сигнал процесора (DSP) који се данас производе и за знатно веће брзине обраде података а могу бити и специјалне намене (нпр. баш за реализацију дигиталних филтара). Слични производи могу се наћи и код других произвођача.

5. ЗАКЉУЧАК

Обликовање спектра 16-QAM сигнала протока 51.8 Mb/s представља један од главних захтева који се поставља. Показано је да се FIR филтром 16. реда може извршити задовољавајуће обликовање спектра као и изглед дијаграма ока. Дати су предлози за реализацију коришћењем постојећих компоненти. При пројектовању треба обратити пажњу на неминовна одступања која настају заокруживањем вредности коефицијената.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иво М. Костић, *Дигитални телекомуникациони системи*, Научна књига, Београд, 1994.
- [2] ETSI EN 301 216 V1.2.1 - *Fixed Radio Systems; Point-to-point equipment; Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH); Low and medium capacity and STM-0 digital radio system operating in the frequency bands in the range 3 GHz to 11 GHz*, ETSI, 2001.
- [3] Љиљана Милић, Зоран Добросављевић, *Увод у дигиталну обраду сигнала*, Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Београд, 1999.
- [4] *AD6624 Datasheet*, Analog Devices.

Abstract – In this paper spectrum shape filter design and simulation for 16-QAM digital radio-relay link at 51.8Mb/s for accomplishing ETSI standards is described. Signal spectral density and eye pattern are shown, and possible hardware realizations are suggested.

FIR FILTER FOR SPECTRAL SHAPING FOR DIGITAL RADIO-RELAY LINK AT 51.8Mb/s

Miloje Zečević, Dragan Obradović