

ATV - Radioamaterska televizija

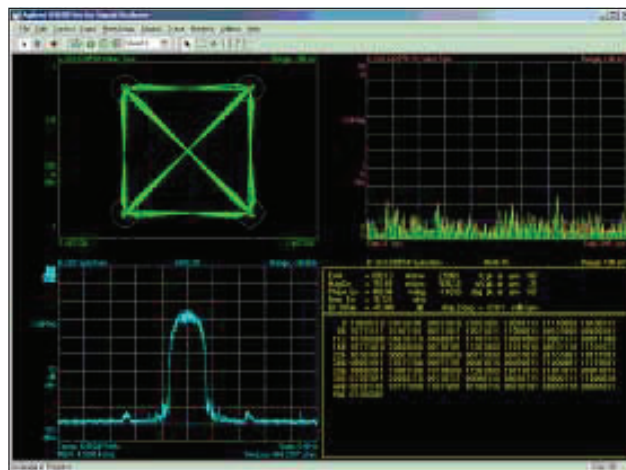
Ureja: **Mijo Kovačević, S51KQ**, Cesta talcev 2/A, 3212 Vojnik, Telefon: 03 781-2210, <http://lea.hamradio.si/~s51kq>

Digitalna televizija - linearnost (3. del)

Mijo Kovačević, S51KQ

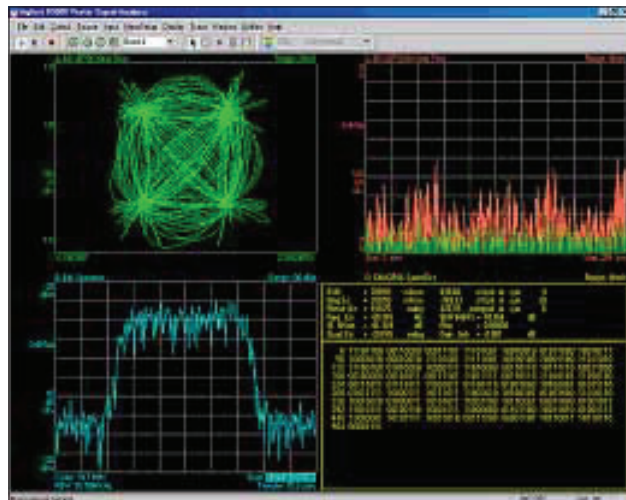
Predhodna sestavka uvoda v digitalno televizijo opisujeta temeljne oblike digitalnih modulacij, njihove osnovne značilnosti in postopke filtriranja. V tem sestavku pa bomo spoznali pomen linearnosti oddajnih stopenj za potrebe digitalne televizije.

Linearnost



DQPSK NICAM signal s pravilnim I/Q filtriranjem in Alpha 1.0

Alpha faktor baseband filtra določa število korakov pri prehodih med simboli. Zato pravimo, da je direktna zveza med alpha, pasovno širino in vrhno amplitudo moduliranega signala. Prva slika prikazuje realno - živo meritev digitalno moduliranega signala. Gre za DQPSK moduliran Nicam audio podnosilec, ki uporablja alpha faktor 1. Root Raised Cosine filter za oblikovanje, z alpha faktorjem 1, ki je v tem primeru uporabljen za Nicam, je zelo mehak tip filtra, kar je lepo vidno v gladkih in ponovljivih prehodih med (rdečimi) konstelacijskimi točkami na diagramu. Pri tem je vidno, da vrhne amplitude nosilca ne silijo preveč čez zunanje vogale konstelacijskih točk. Drugi primer pravega - živega QPSK signala je prikazan na sliki 2. Ta predstavlja QPSK signal, ki uporablja manjši alpha za Root Raised Cosine faktor. V danem primeru znaša alpha 0.22.

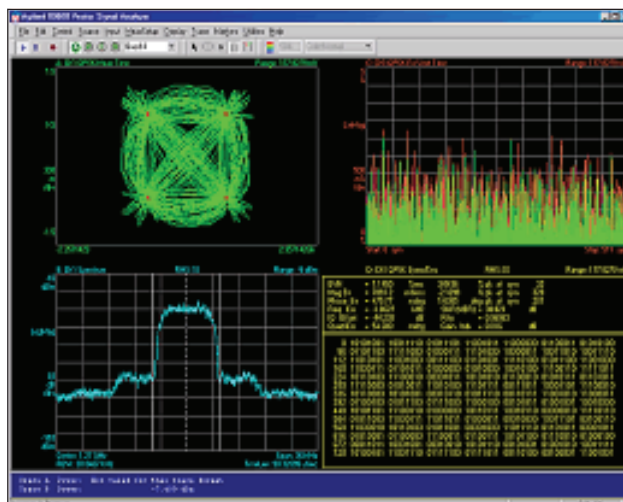


Vektorska analiza QPSK signala 4.096 MSym/s, RRC alpha = 0.22

Na tej sliki je lepo vidno veliko odstopanje poti nosilca, ki se giblje daleč izven vseh konstelacijskih točk. Tudi velike vrhne vrednosti amplitude okoli rdečih konstelacijskih točk so močno opazne. Ta signal potrebuje večji ojačevalnik v primerjavi z NICAM signalom na predhodni sliki (slika 1), kateri uporablja alpha faktor 1.

Kot je vidno na drugi sliki, ima nosilec višje povprečje vrhnjih vrednosti. Če ojačevalnik ni sposoben pravilno ojačiti tako huda odstopanja od idealne oblike, potem bo ojačeni signal zanesljivo popačen. V resnici pa ima to tudi direkten vpliv na frekvenčni spekter signala in pri tem določen del intermodulacijskega popačenja postane dobro viden. Tip popačenja, ki izvira iz intermodulacijskega popačenja, se v literaturi omenja kot neželeno spektralno razširjanje ali "spectral regrowth". Žal lahko to neželeno spektralno razširjanje doseže tudi izjemne razsežnosti. Kar bo imelo za posledico veliko preširoko zasedbo frekvenčnega spektra, to pa nikakor ni zaželeno. Pri tem je tudi zaskrbljujoče in je predvsem problem pri radioamaterjih, kateri bodo uporabljali QPSK modulacijo za digitalne oddaje, to, da je kljub neželeni razširitvi frekvenčnega spektra še vedno možna komunikacija brez napak. Temu problemu je vsekakor potrebno posvetiti veliko pozornost, kajti če bomo uporabljali QPSK modulacijo pri DVB-S oddajah na ozkih frekvenčnih pasovih skupaj s slabimi (nelinearnimi) ojačevalniki, potem bodo naravne prednosti digitalnih modulacij kot so dobra spektralna učinkovitost, izničene!

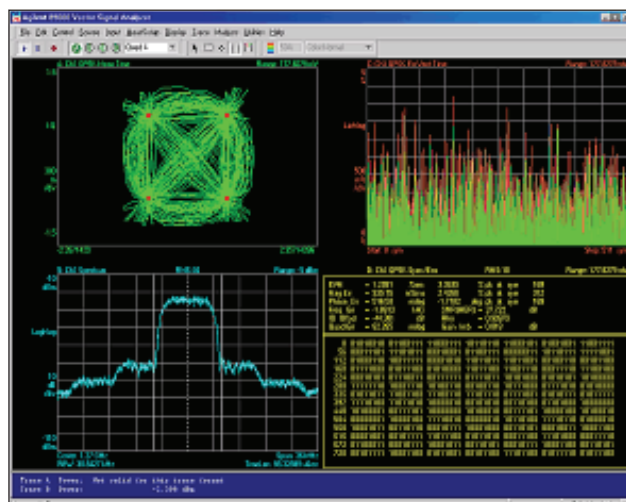
Da bi prikazali kako izgleda neželena spektralna razširitev sled nelinearnosti ojačevalnika so bile opravljene meritve na tipičnem amaterskem hibridnem močnostnem ojačevalniku. Uporabljen je bil linearni močnostni modul firme Mitsubishi M67715, ki deluje v 23cm pasu. Ta modul je sposoben dati v zasičenju 2W izhodne moči. Za boljše razumevanje so bile meritve opravljene z nekaj različnimi izhodnimi močmi.



Spektralna razširitev QPSK signala z M67715 modulom pri 180mW izhodne moči

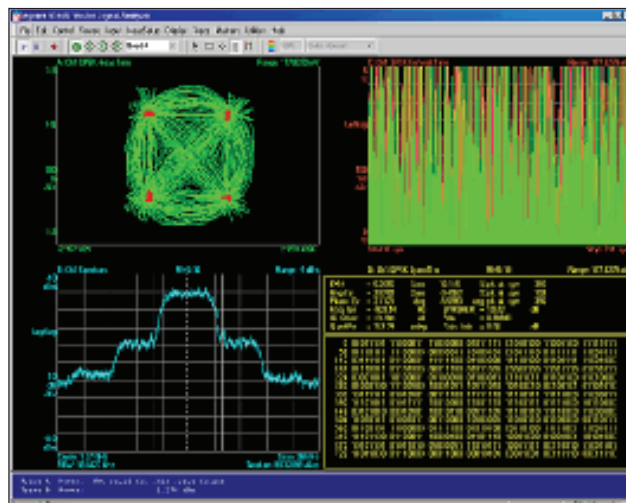
Kot je vidno na tretji sliki so nivoji neželene spektralne razširitve kar visoki, njihovi boki pa segajo vse do -40dB! Ne glede na to pa konstelacijski diagram še vedno prikazuje zelo dobro natančnost ciljanja točk. EVM nivo je povišan za nekaj več kot 1%. V praksi s takšnimi boki nismo ravno zadovoljni. Žal so prisotni že pri samo 180mW izhodne moči 2W modula!

Četrta slika prikazuje izhodni nivo povečan za 5dB na izhodno moč okoli 575mW. Neželena spektralna razširitev je sedaj zrasla na približno -35dB. Tudi v tem primeru prikazuje konstelacijski diagram še vedno dobro



Spektralna razširitev QPSK signala z M67715 modulom pri 575mW izhodne moči

natančnost ciljanja točk. EVM nivo se je malce dvignil in znaša 1.3%. Tudi tukaj v praksi verjetno ne bo zaznati težav pri oddaji/sprejemu, uporabniki na sosednjih frekvencah pa se bodo zanesljivo pritoževali zaradi preširoke zasedbe frekvenčnega pasu.



Spektralna razširitev QPSK signala z M67715 modulom v zasičenju (2W)

Slika pet prikazuje končno meritev izhodnega močnostnega modula M67715 z dvigom izhodne moči za naslednjih 5dB. V tem primeru je ojačevalnik pobujen do zasičenja, kar je lepo vidno na sliki konstelacijskega diagrama. Konstelacijske točke prikazujejo čudna - nenormalna odstopanja in popačenje oblike. Tudi neželeni EVM je zrasel na 5.2%. Zaradi robustnosti QPSK modulacije je možno, da bo zveza tekla brez hujših napak. Kakor koli pa je v tem primeru frekvenčni spekter hudo popačan in oddajnik s takšnim digitalnim signalom ne sme biti v etru!

Uporaba linearnih ojačevalnikov za digitalno televizijo je, kot smo videli, nuja, pri tem pa ojačevalniki AB klase odpadejo. Ko za digitalno ATV uporabljamo klasične ojačevalnike A klase je nujno, da jih uporabljamo pri minimalni izhodni moči in njihov digitalni izhodni signal med delovanjem tudi preverimo na ustreznem analizatorju. V praksi pa je v primeru DVB-S uporaba tako imenovanih ultra-linearnih ojačevalnikov edina smiselna, saj zagotavlja pri dovolj velikih močeh relativno malo težav s problemi nelinearnosti oddajnih stopenj.

V naslednjem zaključnem sestavku si bomo pogledali še razlike med posameznimi digitalnimi standardi primernimi za digitalno televizijo in možnem izboru za radioamatersko D-ATV.



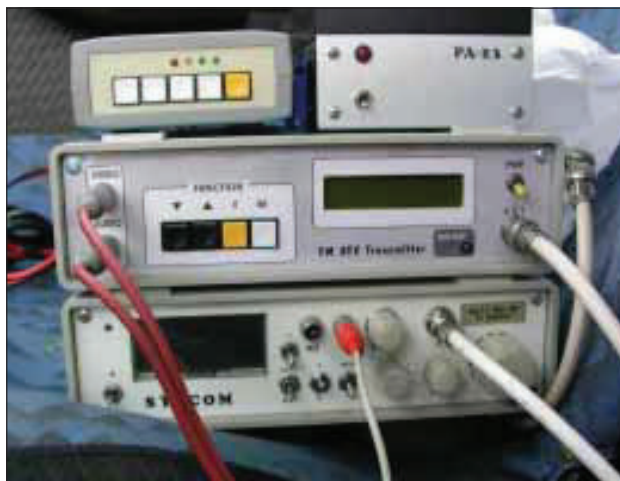
Prototip PE1JOK / PE1OBW DVB-S modulatorja

Reference

- (1) "The future of Amateur television" 2002/03 Henk Medenblik, PE1JOK Werner, PE1OBW
- (2) "Digital Amateur TV" 2001 Thomas Sailer, HB9JNX/AE4WA, Stefan Reimann, DG8FAC



D-ATV enkoder DG8FAC



Del analogne ATV opreme