

Mgr. Đuro ZRILIĆ, dipl.ing.
 Ćiril VEGAN, dipl.ing.
 Mgr. Andrej IRŠIĆ, dipl.ing.

REFERAT

ISKRA - Institut za prenosno tehniko
 L J U B L J A N A

ADAPTIVNI 32 kbit/s DELTA MODULATOR S
 DIGITALNOM INTEGRACIJOM I ADAPTACIJOM

ADAPTIVE 32 kbit/s DELTA MODULATOR WITH
 DIGITAL INTEGRATION AND ADAPTATION

SADRŽAJ: U radu će biti prikazan novi tip digitalnog adaptivnog delta modulatora. Njegov rad temelji se na promjeni veličine diskretne stepenice, koja je generisana preko digitalnih komponenata. Promjena stepenice ostvarena je kombinacijom linijske izlazne informacije i posebnih kodnih kombinacija realiziranih u generatoru kode. Pored prikaza načina rada i njegove realizacije u radu će biti prikazani rezultati simulacije i mjerenja. Na kraju će biti uspoređeni rezultati naše realizacije i već realiziranih nekih tipova digitalnih delta modulatora.

ABSTRACT: A novel type of digital adaptive delta modulator, which operation is based upon the size change of the discrete step is going to be presented. This change is generated by digital components with combining line output informations and special code combinations arising from code generator. Besides the principle of operation and it's hardware realisation, some results upon simulation and measurements are shown, too. At last, our realisation is compared with some other allready existing types of digital delta modulators.

1. UVOD

Nekoliko posljednjih godina, na Institutu za prenosnu tehniku - ISKRA, radi se na problemu adaptivne delta modulacije. Sva naša nastojanja bila su usmjerena u jednom smjeru: uz željenu dinamiku i odgovarajući odnos signal - kvantizacijski šum doći do takve konstrukcije kodeka, koja bi nam omogućila hibridnu ili monolitnu realizaciju istog. U našim istraživanjima ograničili smo se na dvije vrste adaptacije u lokalnoj petlji kodeka i to

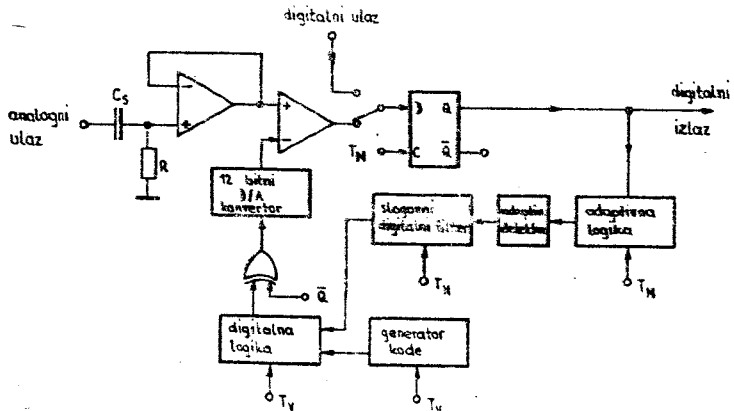
na trenutnu i slogovnu adaptaciju /1,2,3,4,5/. I jedna i druga vrsta adaptacije ima svoje prednosti i nedostatke. Cilj nam je bio da sjedinimo prednosti jednog i drugog i da na taj način dođemo do jednog, za praksu upotrebljivog individualnog kodeka, kojeg bi bilo moguće realizirati u hibridnoj ili monolitnoj tehnici.

Pri ovom je bio posebno problematičan algoritam postizanja adaptacije. Međutim, pojava novih digitalnih komponenata omogućila nam je da razmišljamo o tom problemu na "digitalan način". Ovo nas je navelo da takav kodek realiziramo sa diskretnim komponentama standardne CMOS-serije (CD4000).

Pored realizacije adaptivnog kodeka sa diskretno promjenjivom adaptacijom u radu će biti prikazani rezultati simulacije i mjerenja. Na kraju rada bit će izvršena usporedba naših rezultata i rezultata već u svijetu proizvedenih individualnih adaptivnih delta kodeka.

2. REALIZACIJA DIGITALNOG ADAPTIVNOG DELTA MODULATORA

Način rada ovog tipa adaptivnog delta modulatora temelji se na diskretnoj promjeni veličini stepenice. Veličina adaptivne stepenice ovisna je od kodne sekvence koju prenosimo na liniju. Na slici 1 prikazana je blok shema adaptivnog delta kodeka s diskretnom promjenom veličine stepenice.



Slika 1 - Blok shema digitalnog adaptivnog delta modulatora sa diskretnom promjenom adaptivne stepenice

Krug kodera sadrži adaptivnu logiku, slogovni filter, visokofrekventni generator kode, digitalnu logiku i digitalno-analogni konverter (rekonstrukcijski integrator). Kao što vidimo, ovaj način adaptacije eliminira potrebu za jako preciznim analognim generatorom stepenice /6/ i zbog toga je pogodan za integriranu izvedbu. Generator kode, koji radi sa znatno višom frekvencijom od frekvencije uzorkovanja, zajedno s digitalnom logikom čini sklop za komandiranje. U našim ranijim izvedbama /5/ ovaj sklop je bio analogan i bio je ustvari napon - napon konverter. Kod Canniffove realizacije /6/ ovaj komandorski sklop bio je napon - struja konverter. I jedan i drugi komandorski sklop bio je kompleksan i zahtjevao je jako preciznu izradu. Svaku promjenu nivoa ulaznog signala morao je da prati ovaj sklop jako vjerno. Znači, u povratnoj petlji kodeka rekonstrukcijski integrator je morao da dobija odgovarajuće amplitudne uzorke.

U slučaju modela sa slike 1 odgovarajuće amplitudne promjene ulaznog signala dobijale su odgovarajuće promjene u širini digitalnog signala na izlazu iz sklopa digitalna logika. Znači, ideja je bila u tome da se odgovarajuće amplitudne promjene u krugu povratne sprege pretvore u njima adekvatne, širinske. Ova razmišljanja, imajući na raspolaganju veliki broj novih digitalni komponenta, omogućila su nam da realiziramo ovaj tip modulatora.

2.1 Način rada

Sa uprošćene blok sheme vidimo da sklop "adaptivna logika" dobija informaciju o stanju konvertiranog analognog signala. To je ustvari 4-bitni shift registar. Iz stanja shift registra detektiramo podatke na različite načine. Mi smo se odlučili da detektiramo "m" jednakih i "n" različitih stanja shift registra. Kao i u dosadašnjim radovima odlučili smo se za $m=3$. Osim toga, razmatrali smo i ostala moguća stanja 4-bitnog shift registra i odlučili smo da uzmemo $n=4$. To su stanja 1010 ili 0101. Ostala stanja nismo uzeli u obzir. Tomozawa /7/ navodi da je A/D konverzija najoptimalnija kada se odnos m/n nalazi u granicama 0,6-0,8. Ovako detektirana linijska informacija upravlja jednim brojačem koji radi sa frekvencijom uzorkovanja od $f_N=32\text{kHz}$. Dužina ovog brojača ovisna je od izabrane strategije. Ovaj brojač zamjenjuje slogovni integrator u klasičnim izvedbama adaptiv-

nih kodeka. Njegovi izlazi povezani su sa izlazima generatora kode. Ovako multipliciran signal dovodi se na krug za sabiranje, a izlaz ovog kruga upravlja sa radom rekonstrukcijskog integratora, u našem slučaju 12-bitnog D/A konvertora.

Dinamika našeg kodeka određena je odnosom frekvencije uzorkovanja i frekvencije generatora kode. Što je ovaj odnos veći, veća je i dinamika:

$$f_V = E \cdot f_N.$$

U našem slučaju uzeli smo da je ovaj odnos 32. Znači, za frekvenciju uzorkovanja od $f_N=32\text{ kbit/s}$ imamo da je frekvencija generatora kode $f_V=1024\text{ kbit/s}$. Mi smo usvojili sljedeće zahtjeve: da je odnos signal - šum kvantiziranja $s/N=20\text{ dB}$ na dinamičnom području od 30dB.

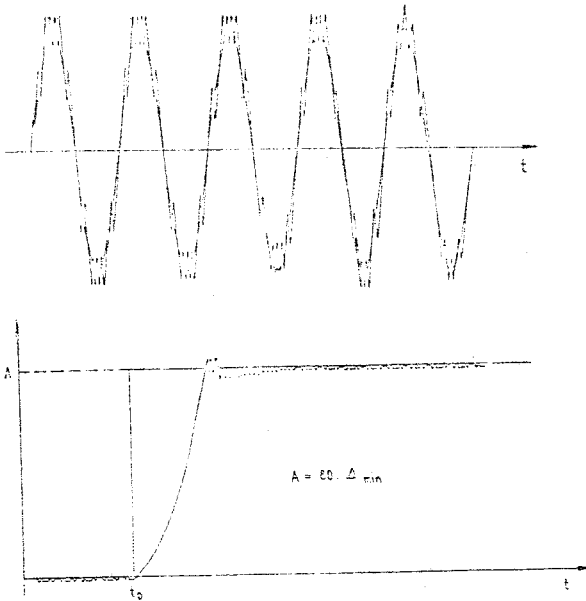
2.2 Računarske simulacije

Najvažniji kriteriji za ocjenu kvalitete realiziranog adaptivnog delta modulatora bio je odnos signal - kvantizacijski šum. Napravili smo računarske simulacije. Na slici 2 prikazana su dva primjera načina "lovljenja" ulaznog signala rekonstrukcijskim signalom. Uzeta su u obzir dva signala. Sinusni signal frekvencije $f_s=800\text{ Hz}$ uz frekvenciju uzorkovanja $f_N=32\text{ kHz}$ i Hevi-sajdov odskočni signal.

Vidimo da u slučaju odskočnog signala dolazi do strminskog preopterećenja. Ovo je ustvari najgori slučaj koji može nastati u praksi. U usporedbi sa klasičnom slogovnom adaptacijom ovdje relativno brzo dolazi do stacionarnog stanja.

Od naročitog interesa je uticaj faktora E na veličinu dinamike za unaprijed usvojenim odnos signal - kvantizacijski šum. Pri našim simulacijama uzeli smo tri slučaja i to da je ovaj faktor: 16, 32 i 64. Usvojili smo da je odnos $S/N=20\text{ dB}$. Na slici 3 vidimo da se dinamika, a i kvalitet, povećava sa povećanjem ovog faktora. Naša frekvencija uzorkovanja bila je $f_N=32\text{ kbit/s}$.

Pošto je realizacija kodeka bila izvedena sa standardnim CMOS komponentama (CD4000) to misno bili u mogućnosti da radimo s većim brzinama.

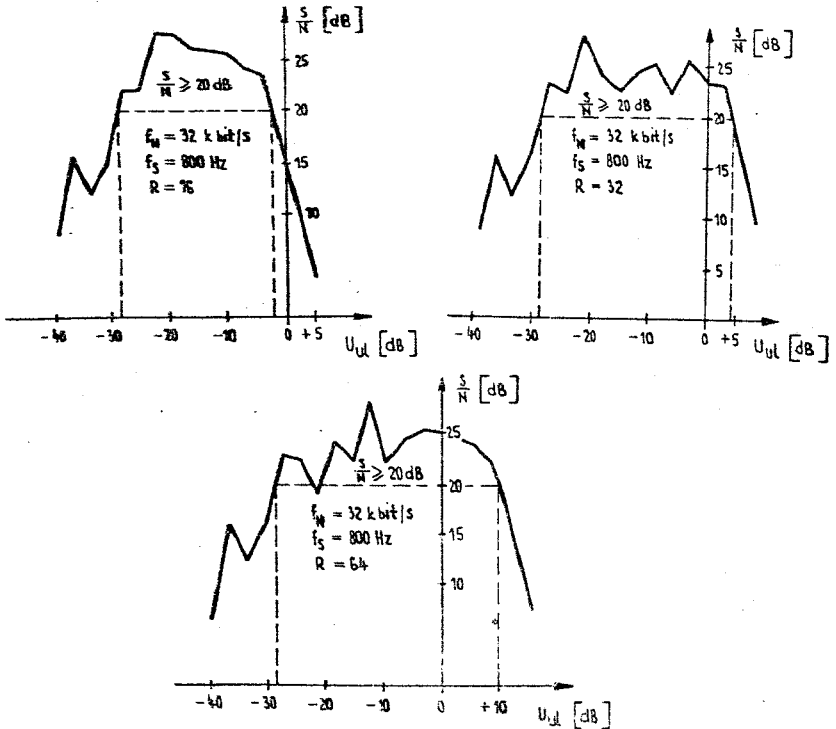


Slika 2 - Način "lovljenja" ulaznog signala rekonstrukcijskim signalom

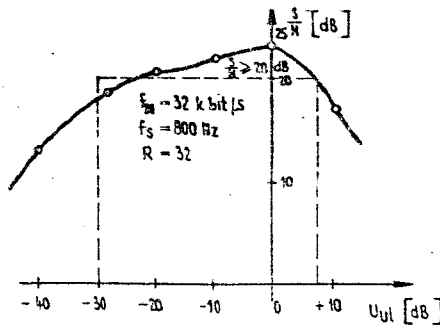
2.3 Mjerenja na modelu

Osim računarskih simulacija napravljena su i mjerenja odnosa signal - šum kvantiziranja. Mjerenja su vršena u lokalnoj petlji modulatora. Naime, vršili smo filtriranje lokalnog rekonstrukcijskog signala. Radi usporedbe rezultata s već realiziranim varijantama /1,2,3,4,5/, kao i mjerenja koja smo vršili na kodiku FX209 /8/, mjerenja smo izveli na isti način i filtrom iste karakteristike. Na slici 4 prikazani su rezultati mjerenja odnosa signal - šum kvantiziranja.

Sa slike vidimo da su ovi rezultati nešto slabiji od očekivanih. Međutim, možemo napomenuti da model, na kojem smo mjerili, nije bio u potpunosti optimiziran sa hardwarskog stanovišta.



Slika 3 - Odnos signal - šum kvantiziranja za različite odnose frekvencije uzorkovanja i frekvencije generatora kode (simulirano na računaru HP9825)



Slika 4 - Odnos signal - šum kvantiziranja u funkciji nivoa ulaznog signala (mjereno na modelu)

3. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je da prikaže novi metod realizacije adaptivnog delta modulatora, čija bi konstrukcija bila moguća u LSI. Ishodište ovog rada bio je rad /7/ te individualni LSI kodeci raznih proizvođača. Mi smo imali priliku da testiramo kodek FX209 firme Consumer Microcircuits Ltd i te rezultate mjerenja naveli smo u literaturi /8/. Kada se usporede rezultati mjerenja odnosa S/N, koji su izvedeni po istoj mjernoj metodi i istim mjernim filtrom, na kodeku FX209 i ovom realiziranom u našoj laboratoriji vidimo da su rezultati za FX209 nešto bolji. Međutim, treba napomenuti da tip FX209 nije potpuno digitalan. Slogovni i rekonstrukcijski integrator, kao i krug za stabilnost kodeka izvedeni su sa eksternim diskretnim komponentama. Autori rada /7/ navode da su dobili odnos S/N=20dB za 40dB dinamiku, pri faktoru R=64, s tom razlikom da su za rekonstrukcijski integrator uzeli klasičnu dvojni integraciju. Znači, ukoliko želimo usporediti naše preliminarnе rezultate, onda možemo vidjeti da se oni uklapaju u rezultate koje su dobili drugi proizvođači. Moramo još jednom napomenuti da još nismo izvršili optimizaciju i sva potrebna mjerenja, jer je naš cilj bio prije svega-provjeriti upotrebljeni algoritam.

LITERATURA

- /1/ S. Leonardis, M. Jagodić, L. Petrovčić, Đ. Zrilić: "Problematika realizacije adaptivnog delta modulatora - ADM sa trenutnim kompendiranjem", Tehnika br. 7-8, Beograd 1976, str. 1197-1200.
- /2/ S. Leonardis, M. Jagodić, L. Petrovčić, Đ. Zrilić: "Problematika realizacije adaptivnog delta modulatora - ADM sa slogovnim komandiranjem", XX. jugoslovenska konferencija za ETAN, Opatija, juna 1976, I. sveska, str. 513-523.
- /3/ Đ. Zrilić, T. Pestotnik, M. Jagodić: "Vremensko multipleksiranje govornih kanala u sistemima prenosa od 2,048 Mbit/s, koji baziraju na upotrebi individualnih kodeka", XXI. jugoslovenska konferencija za ETAN, 6.-10. juna 1977, Banja Luka, str. II. 11 do II. 18.
- /4/ S. Leonardis, M. Jagodić, Đ. Zrilić, N. Simić: "Delta kodek sa slogovnom i trenutnom adaptivnošću", Telekomunikacije, Beograd, br. 2-1977, str. 17 do 21.
- /5/ S. Leonardis, Đ. Zrilić, T. Pestotnik, L. Petrovčić: "Problemi načrtovanja komandorske karakteristike delta modulatorja", X. jugoslovenski simpozij o telekomunikacijama, 5. in 6. oktobra 1976, Beograd, str. 11-12.

ber 1976, Ljubljana, str. 87/1-87/9.

- /6/ R.J. Canniff: "Signal Processing in SLC-40, a 40 Channel Rural Subscriber Carrier", bell Laboratories, Whippany, New Jersey, International conference on communications ICC 75, jun, 16-18, San Francisco, str. 40-7 do 40-11.
- /7/ A. Tomozawa, E. Niwa, H. Kaneko, G. Onshima: "A 32 kbit/s digitally adaptive delta modulation for SCPC application", str. 21.1-1 do 21.1-5. Fotokopija članka sa američke nacionalne konferencije o telekomunikacijama održane u Dalasu 1977. Fotokopiju smo dobili od kolege koji radi u firmi AMI.
- /8/ B. Zrilić, M. Jagodič, S. Leonardis: "Objektivne metode za oceno kvalitete DM-kanala pri prenosu telefonskega govornega signala", XI. jugoslavanski simpozij o telekomunikacijah, Ljubljana, oktober 1977, str. C/IV-1 do C/IV-15.