

Djuro ZRILIĆ, Tadej PESTOTNIK,
Marko JAGODIČ
ISKRA-Inštitut za prenosno tehniko,
Ljubljana

REFERAT

VREMENSKO MULTIPLEKSIRANJE GOVORNIH KANALA U SISTEMIMA PRENOSA
OD 2,048 Mbit/s, KOJI BAZIRAJU NA UPOTREBI INDIVIDUALNIH KODEKSA

Sadržaj:

U radu je predstavljen novi TDM sistem sa upotrebom ADM ili PCM individualnih kodeka. Prvo je prikazan sistemski koncept, a zatim je posvećeno više pažnje sklopu za timing. Sistem je predviđen za prenos preko standardne 2,048 Mbit/s PCM linije. Sistem multipleksiranja bazira na CCITT propisima, koji važe za postojeći 32-kanalni PCM sistem.

Abstract:

A new TDM system implementing ADM or PCM individual codecs is presented. A system concept is given, followed by a detailed discussion of the Timing Unit. The system complies with CCITT Recommendations for 32 channel PCM multiplex equipment and is intended for operation over a standard 2,048 Mb/s line.

1. UVOD

Poslednjih godina istraživanja dovela su do pojave individualnih kodeka (kodek = koder + dekoder), prvo delta adaptivnih, kasnije PCM. Niski proizvodni troškovi omogućavaju individualnu upotrebu kodeka, t.j. svakom kanalu pripada po jedan kodek. Prednost upotrebe individualnih kodeka je u velikoj fleksibilnosti multipleksnog sistema (odgranjavanje). Ovaj multipleksni sistem, po svojoj organizaciji, razlikuje se znatno od klasičnog PCM sistema. Otpada naime problem sabiranja PAM uzoraka i grupnog kodeka. Upotrebom individualnih ADM kodeka neophodna je organizacija DM signala u 8 bitne kodne riječi, dok kod PCM individualnih kodeka signal je već organiziran u

8-bitne kodne riječi.

U ovom radu bit će izložen novi TDM sistem za prenos 30 + 2 govornih i signalizacijskih kanala na principu individualnih kodeka. Prijenos je predviđen preko standardne 2,048 Mbit/s linije. Bit će prvo prikazana blok shema, a zatim, posebna pažnja bit će posvećena sklopu za timing i organizaciji frame (F) i multiframe (MF) strukture.

2. 32-KANALNI TDM SISTEM

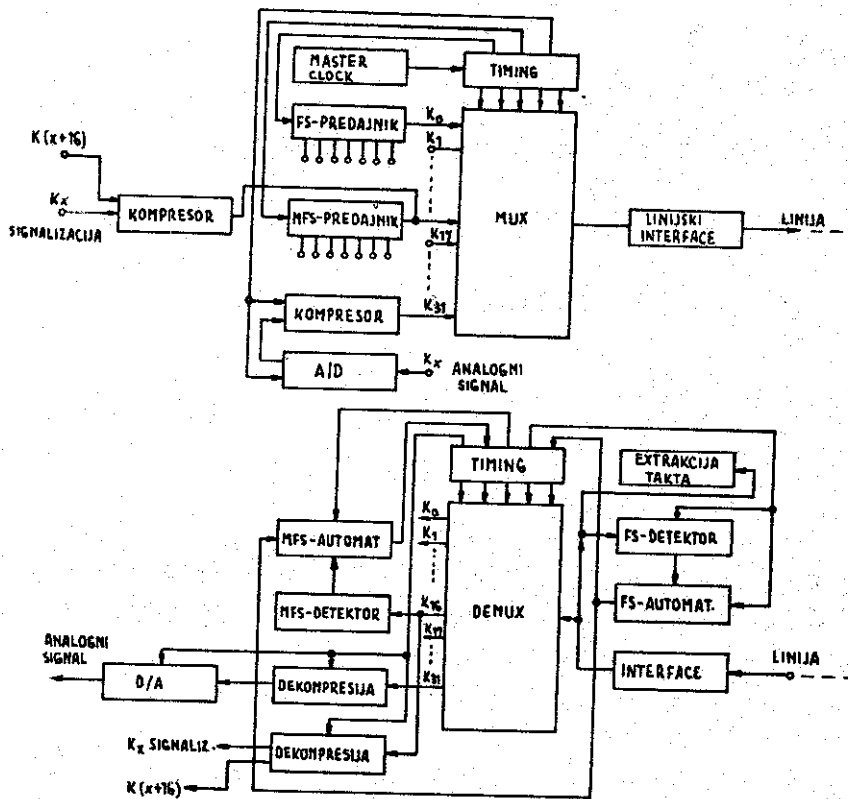
Niški proizvodni troškovi, kao i mogućnost izrade individualnih ADM i PCM kodeka, bilo u hibridnoj ili monolitnoj tehnici, dali su mogućnost za sistemski koncept TDM sistema prikazanog na slici 1.

Sistem je namijenjen za prijenos 30 govornih kanala, dok su preostala 2 kanala predviđena za prijenos signalizacijskih i sinhronizacijskih signala. Na opisu samog ADM postupka nećemo se zadržavati jer su ti principi manje ili više poznati i o ovoj problematici možemo naći više u literaturi /1/, /2/, /3/, /4/, /5/.

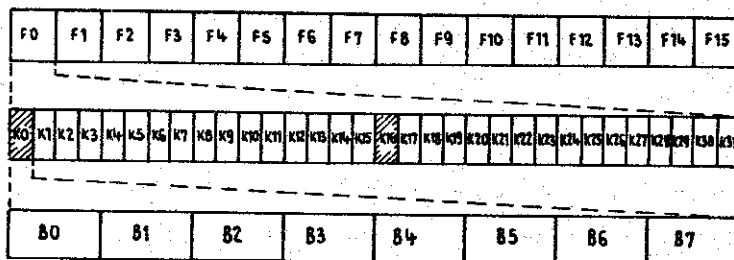
2.1 Način multipleksiranja

Struktura MF, u skladu sa preporukom CCITT /6/ dana je na slici 2.

Osnovna frekvencija je 2,048 Mbit/s. Trajanje jednog bita je 488 ns. Svaki kanal sadrži slijed od 8 bita, trajanja 3,9 μ s. Kanali K1 - K15 i K17 - K31 predviđeni su za prijenos govorne informacije. Ova 32-kanala predstavljaju strukturu frame-a trajanja 125 μ s. Svakom frame-u, osim frame-a FO, u pripadajućem kanalu K16 određeno je 8 bita za prijenos signalizacije dvaju kanala, tj. za svaki kanal 4 bita. Kanalu K16 frame-a KX pripadaju biti B0 - B3 koji su namijenjeni za signalizaciju koja pripada kanalu KX. Biti B4 - B7 namijenjeni su za signalizaciju kanala K (16 + X). Sa takvom strategijom određena je struktura multiframe-a (MF) sa 16 frame-ova (F0 - F15) trajanja 2 ms. U kanalu K16 frame-a F0 prenosi se sinhronizacijski signal multiframe-a (MFS): 0000XXXX. U kanalu K0 svakog drugog frame-a prenosi se sinhronizacijski signal frame-a (FS): X0011011. U oba primjera upotrijebljena je sinhronizacija "nazad", čiji princip je utvrđivanje da li je sistem u sinhronizmu. Opisana struktura služi kao osnova za izgradnju sklopa za timing.



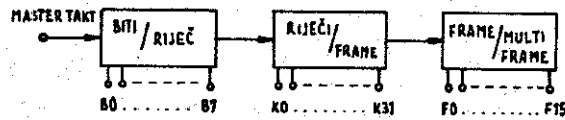
Slika 1 - Blok shema TDM sistema



Slika 2 - MF struktura

2.2 Sklop za timing

Osnovna blok shema sklopa za timing prikazana je na slici 3.



Slika 3 - Blok shema timing sklopa

Osnovne takt impulse proizvodi master oscilator. Sam timing djeluje kao centralna jedinica, koja je namijenjena za upravljanje svim procesima u predajnom dijelu sistema, koga ćemo najprije razmotriti.

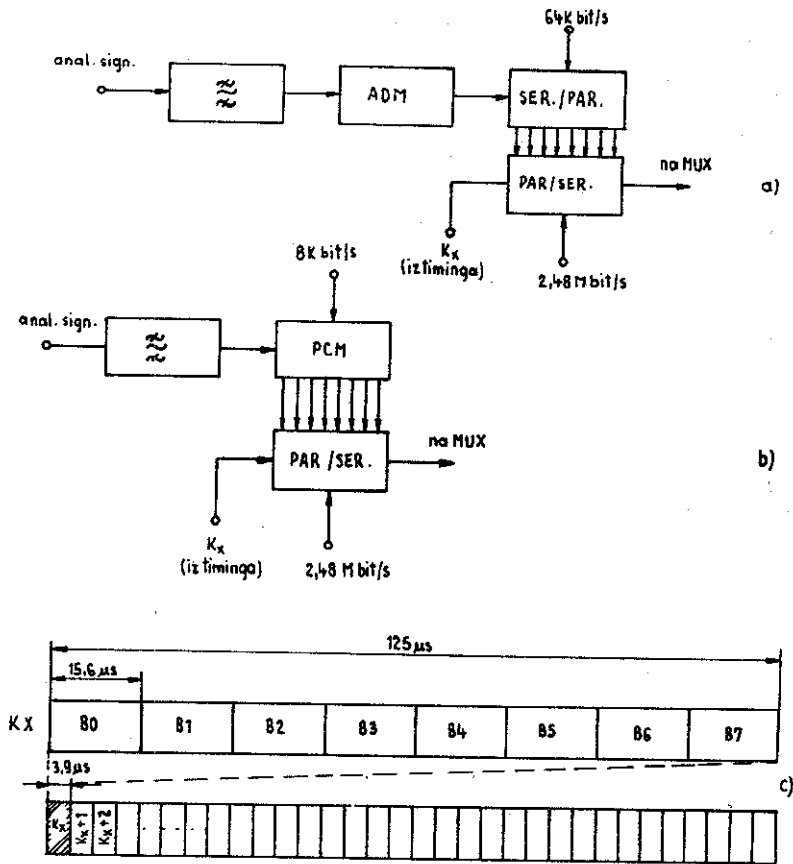
Kao što smo već ranije spomenuli ovaj sistem ima mogućnost prijenosa delta ili 8-bitnoga PCM signala, što nam prikazuje slika 4a i 4b. U slučaju prijenosa PCM signala, 8-bitnu kodnu riječ dobijemo direktno iz kodera, dok u slučaju prijenosa ADM signala memoriramo 8 bita jednog za drugim sa izlaza kodera serijski u registar, koji ima mogućnost paralelnog ispisa. Vrijeme predviđeno za izvršenje toga procesa je 125 μ s.

U spomenutom vremenu informacija se prepisuje u registar sa mogućnošću serijskog ispisa na liniju u trenutku nastupa kanalnog impulsa KX, generiranog u sklopu za timing. Taj ispis se izvrši bitnom brzinom od 2,048 Mbit/s. Odmah za tim nastupi ispis iz registra slijedećeg kanala, sve dok se ne izredaju svih 32 kanala. Opisani princip nazvali smo digitalna kompresija, jer omogućava prijenos određene informacije u znatno kraćem vremenskom intervalu. U našem primjeru faktor digitalne kompresije je 32, što se vidi također i sa slike 4c.

Na prijemnoj strani izvršimo potpuno isti proces u obrnutom smjeru tj. vršimo dekompresiju prenošenoga signala sa upotrebom istih principa.

Na sličan način izvršena je kompresija pripadajuće signalizacije, koja je, kao što smo već pomenuli, prenošena u kanalu K16. Predaja sinhronizacijske riječi frame-a izvršena je u kanalu K0 svakog drugog frame-a, a multiframe-a u kanalu K16 frame-a F0. Sinhronizacijske riječi su fiksne, zato ih možemo tvoriti na paralelnim ulazima pripadajućeg

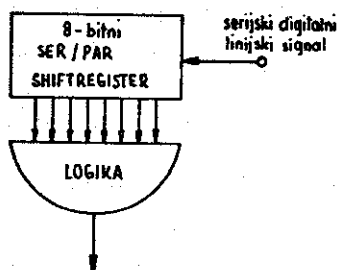
registra. Po kratkom opisu djelovanja predajnog dijela pogledajmo još prijemni dio sistema. Shematični prikaz svih sklopova prikazan je na slici 1.



Slika 4 a, b, c - Princip digitalne kompresije

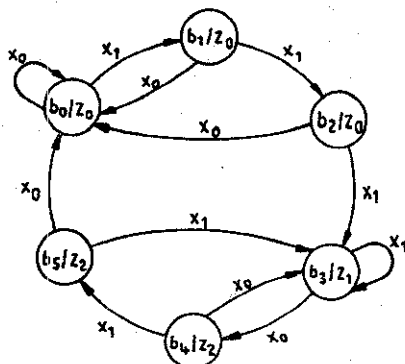
U primjeru sinhronog djelovanja predajnika i prijemnika njihova slika bi bila potpuno identična. Pošto znamo da pri TDM prijenosu lako dolazi do ispada sinhronizacije između predajnog i prijemnog dijela, potrebno je u prijemniku uvesti dodatne sklopove. Sinhronizacija na najnižem nivou tj. sinhronizacija bita, dostignuta je već samom ekstrakcijom takta iz prijemnog digitalnog signala. Ta sinhronizacija sama po sebi ne zadovoljava. Neophodno je još postići sinhronizaciju frame-a i multiframe-a. U tu svrhu gene-

riramo na predajnoj strani oba sinhronizacijska signala, 8 bitne riječi. Detektori za frame sinhronizaciju (FS) i multiframe sinhronizaciju (MFS) utvrđuju prisutnost sinhronizacijskih riječi na određenom mjestu u TDM strukturi. Izgrađeni su na sličnom principu, a prikaz je na slici 5. Njihov izlaz služi kao ulazna abeceda obaju sinhronizacijskih automata.



Slika 5 - Detektor FS i MFS

Automat - FS: dijagram prelaza stanja prikazuje slika 6. U stanju b_0 automat je u sinhronizmu i ima izlazni signal z_0 . Detektor FS utvrđuje prisutnost FS riječi (X0011011) u svakom frame-u i pošalje automatu signal x_0 , u primjeru detekcije FS kode. U primjeru da se riječ tri puta za redom ne pojavi, automat dodje u stanje b_3 (stanje nesinhronizma), sa izlaznim signalom z_1 .



IZLAZNI SIGNAL	STANJE SINHRONIZACIJE FS
z_0	STANJE SINHRONIZACIJE FS
z_1	STANJE IZGUBLJENE SINHR. FS
z_2	STANJE USLOVNE SINHR. FS

x_0 - Detektirani FS signal

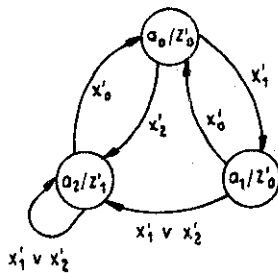
$x_1 = \bar{x}_0$

Slika 6 - Dijagram prijelaza stanja FS automata

Posljedica je zaustavljanje generatora impulsa u timing-u u početnom stanju i isključivanje NF kanala. Detektor FS kode utvrđuje, sa brzinom 2,048 Mbit/s, njenu prisutnost u dolazećem linijskom signalu. Kada se sinhronizacijska riječ ponovo pojavi

automat dolazi u stanje uvjetne sinhronizacije b_4 sa izlaznim signalom z_2 . Generatori impulsa u timing-u opet startuju iz početnog stanja. Kontrola prisutnosti FS signala vrši se opet u vremenskim intervalima $125 \mu s$ (u svakom frame-u). FS - riječ je sadržana u svakom drugom frame-u, zato se u sledećem frame-u ne smije pojaviti, da dosežemo stanje b_5 . Ako se u slijedećem frame-u FS riječ ponovo pojavi vraćamo se iz stanja b_5 nazad u stanje b_0 (stanje potpune sinhronizacije), sa izlaznim signalom z_0 . Tek u tom stanju ponovo se priključe NF kanali.

Automat - MFS: dijagram prijelaza stanja prikazan je na slici 7.



IZLAZNI SIGNAL	STANJE MFS
z_0	STANJE MFS
z_1	STANJE IZGUBLJENE MFS

x_0 - detektirani MFS signal i stanje sinhronizacije FS
 x_1 - izgubljen MFS signal i stanje sinhronizacije FS
 x_2 - izgubljen MFS signal i stanje izgubljene sinhr. FS

Slika 7 - Dijagram prijelaza stanja MFS automata

Ulaznu abecedu predstavljaju izlazi iz MFS detektora i FS automata koji utvrđuju prisutnost sinhronizacijske riječi multiframe-a u strukturi multiframe-a i stanje FS automata.

Kontrola prisutnosti MFS kode (0000XXXX) u frame-u F0, u kanalu K16 multiframe-a je svakih 2 ms. Automat se obično nalazi u stanju sinhronizacije a_0 , sa izlaznim signalom z_0' . Ako MFS detektor pri slijedećoj kontroli ne detektira sinhronizacijski signal multiframe-a, automat prelazi u stanje a_1' , sa izlaznim signalom z_0 . U primjeru gubitka sinhronizacije frame-a automat prelazi direktno u stanje a_2 sa izlaznim signalom z_1' . U to stanje dodjemo također iz stanja a_1 u stanju izgubljene sinhronizacije frame-a ili gubitku sinhronizacijskog signala MFS. Izlazni signal z_1 predstavlja stanje izgubljene MF sinhronizacije. Kada detektor ponovo detektira MFS riječi i kada se FS automat nađe u stanju sinhronizacije, MFS automat se vraća u početno stanje sinhronizacije multiframe-a a_0 sa izlaznim signalom z_0 .

Razlika između predajnog i prijemnog dijela TDM sistema je ta da generatori kanalnih i frame impulsa u sklopu timing, u predajnom dijelu, djeluju neprekidno, dok su u

prijemniku ovi generatori ovisni o sinhronizacijskim automatima. U primjeru ispada sinhronizacije frame-a generatori kanalskih i frame impulsa u prijemniku postavljaju se u početno stanje (kanal KO). U primjeru ispada sinhronizacije multiframe-a generatori frame impulsa u prijemniku postavljaju se u početno stanje (kanal K16 frame-a FO).

ZAKLJUČAK

Postupak delta modulacije omogućio je izradu prvog individualnog kodeka, a u posljednje vrijeme pored individualnih delta kodeka na tržištu se javljaju i individualni PCM kodeci, izradjeni u monolitnoj ili hibridnoj tehnologiji. Izloženi TDM sistem omogućava primjenu jednih i drugih sa tim da se za prijenos koristi standardna PCM linija.

Na ovom institutu radi se već pune 3 godine na problematici realizacije individualnih kodeka. Uspješan razvoj ADM kodeka u hibridnoj tehnologiji i perspektive realizacije ADM kao i PCM individualnih kodeka u monolitnoj tehnologiji dao nam je podstreka za realizaciju TDM multipleksnog sistema za prenos govornih signala sa upotrebom individualnih kodeka, čije prednosti su u cijeni, uprošćenosti, pouzdanosti i fleksibilnosti.

LITERATURA

1. Đ. Zrilić, A. Iršič, M. Jagodič: "Adaptivni delta modulator sa digitalnom adaptacijom"; ETAN - XIX jugoslovenska konferencija, Ohrid, 2 - 5 juna 1975, I. sveska, str. 551 - 558.
2. S. Leonardis, M. Jagodič, L. Petrovčić, Đ. Zrilić: "Problematika realizacije ADM sa slogovnim komandiranjem", ETAN - XX jugoslovenska konferencija, Opatija, 31. 5. - 4.6. 1976, I. sveska, str. 513 - 523.
3. S. Leonardis, M. Jagodič, L. Petrovčić, Đ. Zrilić: "Problematika realizacije ADM sa trenutnim komandiranjem"; Tehnika Beograd 1976, br. 7 - 8, str. 1197 - 1200.
4. S. Leonardis, Đ. Zrilić, T. Pestotnik, L. Petrovčić: "Problemi načrtovanja komanderske karakteristike delta modulatorja", 10. jugoslovanski simpozij o telekomunikacijah, Ljubljana, 5 - 6. oktobar 1976, str. B/7-1 do B/7-9.
5. M. Jagodič s saradnicima: "Digitalni prenosni sistemi z adaptivno delta modulacijom" II. faza, Ljubljana, oktobar 1975. Zaključno poročilo raziskovalne naloge po pogodbi 217/1671-76 med RSS, ISKRA-TEN in ISKRA-IPT. Neobjavljeni rad.
6. Preporuke CCITT, Zelena knjiga, Volume III. Rec. G. 731, G. 732, Ženeva 1972 god.