

Jovan Zisić  
 Dragan Bogojević  
 Marjan Djurić

Institut "Mihajlo Pupin"  
 Beograd, Volgina 15

JEDAN PRISTUP U REALIZACIJI STATISTIČKOG  
 MULTIPLESERA SA MANJIM BROJEM KANALA

ONE APPROACH TO STATISTICAL MULTIPLEXER  
 REALIZATION

SADRŽAJ: U radu su razmatrani principi usvojeni u razvoju statističkog multipleksera sa manjim brojem kanala. Dat je prikaz hardverske konfiguracije realizovanog modela koji se zasniva na jednom mikroprocesoru (INTEL 8085) i pratećim komponentama. Izložen je kratak osvrt na pristup realizaciji programskog paketa i opisane osnovne funkcije statističkog multipleksera.

ABSTRACT: The paper presents the principles taken in consideration through the statistical multiplexer development phase. A description of hardware realisation is given, based on one microprocessor (INTEL 8085) and related components. A brief review of program package and the main function realizations is included in the final part of the paper.

UVOD

U realizaciji terminalski orijentisanih mreža često se javlja potreba za povezivanjem skupine terminala na jednoj lokaciji sa udaljenim računskim centrom. Izbor rešenja diktiran je karakteristikama organizacije sistema komunikacija i obrade, tehničkim mogućnostima realizacije i činiocima ekonomičnog, ver-  
nog i pouzdanog prenosa.

Tipični ambijent primene statističkih multipleksera čine dislocirani punktovi sa više start-stopnih terminala sa poslovima tipa unosa podataka, upit-odgovor ili drugih vrsta dijaloznog rada sa centrom. Primenom dinamičkog multipleksiranja, kapacitet prenosa jedne veze se na zahtev dodeljuje svakom učesniku ponaosob vodeći računa o zahtevima pojedinačnog i ukupnog saobraćaja, a na račun slučajne pojave intervala neaktivnosti ostalih učesnika (vreme psihološke reakcije, brzina kućanja,

udaljeni eho otkucanog karaktera, vreme razmišljanja itsl.) Na taj način se ostvaruju uštede u broju veza i uvećava iskorišćenje prenosnog puta na račun povećanog i promenljivog kašnjenja u prenosu. Tolerišući efekat kašnjenja u prenosu jeste onaj koji nije uočljiv za operatora na terminalu odn. pruža utisak svim učesnicima u radu da su u stalnoj i medjusobno nezavisnoj vezi sa centrom.

Kod multipleksera sa manjim brojem priključaka izbor algoritma nije kritičan za pojave kašnjenja u gore navedenom smislu. Imajući u vidu osnovne principe statističkog multipleksiranja, odgovarajući izbor algoritma doprinosi ne samo poboljšanju performansi uredjaja (efikasnost prenosa, kašnjenje, verovatnoća blokiranja pristupa učesniku) već i širem ambijentu primene uredjaja (priključivanje sinhronih terminala, komuniciranje udaljenih procesa u realnom vremenu itsl.). Zbog toga, prvi deo rada obuhvata razmatranja iz kojih su proistekla opredeljenja kojima smo se rukovodili u razvoju statističkog multipleksera. Drugi deo rada obuhvata prikaz hardverske i softverske realizacije uredjaja.

#### Opredeljenja

Nepotpunost međunarodnih standarda na planu statističkih multipleksera kao nezavisnih komunikacionih uredjaja doprineo je šarolikosti uredjaja sa različitim repertoarom funkcionalnih mogućnosti. U evolutivnom razvoju ideje statističkog multipleksera, podržanog razvojem tehnologije, ugrađene su funkcije zaštite od grešaka, protokol konverzije pa i funkcije obrade u koncentratorima i terminal-kontrolerima. Velika skladišta podataka ostvarena memorijskim kolima velikog kapaciteta pojednostavila su rešenja i eliminisala probleme gubitaka informacija i blokade pristupa učesnicima. Imajući na umu moguće probleme koje tehnika dinamičkog multipleksiranja može izazvati u prenosu podataka, pri izboru koncepcije uredjaja, neophodno je, u meri u kojoj je to moguće, prihvatiti principe sadržane u polaznoj ideji ove tehnike:

- što veće iskorišćenje kapaciteta kanala
- što je moguće manje kašnjenje u prenosu
- nedegradirana nesavršenost prenosa više od one koju modemska veza pruža
- što je moguće veća transparentnost u pogledu koda i primenjenih protokola.

Realizacija prva dva principa predpostavlja dinamičku šemu multipleksiranja u kojoj će se odlukana u realnom vremenu utvrđivati proporcionalna brzina informacionog toka odgovarajućeg izlaza kanala na osnovu podataka o brzini ulaznog informacionog toka svih kanala.

Ostvarenje trećeg principa, medjutim implicira primenu ARQ šema, koje pored dodatne redundanse u prenosu unose kašnjenja umanjujući efikasnost prenosa. Pored toga, primena retransmisionih šema može da dovede do "interferencije" sa komunikacionim protokolom između krajnjih stanica. Segmentiranje informacija u cilju multipleksiranog prenosa po blokovima može u nekim slučajevima izazvati korektivne akcije ukoliko se ne vrši na nivou logičkih celina. Realizacijom drugog principa, ostvaruje se kontinuitet informacionog toka što predupređuje gore opisane pojave.

Evidentan primer teškoća u realizaciji četvrtog principa predstavlja kontrola informacionog toka između terminala i računara. Zbog inherentnih kašnjenja u prenosu kroz multiplekser-sku vezu, može doći do "interferencije" akcija mehanizama za kontrolu toka terminala i statističkog multipleksera na bližem i daljem kraju veze. Uvodjenje prioriteta prenosa upravljačkih komandi ima reperkusije na koncept rada uređaja, orijentišući njegovu primenu na uži skup protokola i potencijalno izaziva izmenu redosleda u prenosu. Zbog toga se protokolne akcije kontrole toka svode na lokalni interfejs između terminala (računara) i multipleksera, pri čemu multiplekser preuzima potpunu kontrolu nad akcijama upravljanja tokom.

Na osnovu iznetih razmatranja, mogu se sagledati oprečnosti zahteva u realizaciji navedenih principa. Zbog toga je u pristupu realizaciji uređaja nužno sagledati ambijent primene, te sledstveno njegovim specifičnostima iznaći kompromisna rešenja u udovoljenju pomenutih principa.

Polazeći od tipičnog ambijenta primene opisanog u uvodnom delu, opredelili smo se za koncepciju uređaja koji će na dupleksnom kanalu podataka ostvarenim vezom između sinhronih modema brzina do 9600 b/s u topološkoj konfiguraciji "tačka-tačka i balansiranoj konfiguraciji logičkih stanica (multipleksera) imati ugrađen rudimentarni oblik komunikacionog protokola sa funkcijama uspostave i nadzora sinhronizacije i kontrole toka.

Uredjaj omogućuje priključivanje 4 start-stopna terminala jednakog prioriteta, brzina do 9600 b/s sa dužinom koda 7 ili 8 bita. Agregatna povorka se formira iz niza blokova varijabilne dužine koji se sastoje od preambule za sinhronizaciju, adrese kanala, broja koji ukazuje na dužinu informacionog polja i samog informacionog polja.

Primenjeni algoritam dinamičkog multipleksiranja omogućuje odredjivanje dužine informacionog polja srazmerno brzini informacionog utoka sa forsiranjem kraćih poruka i mehanizmom odgađanja blokade učesnika sa velikom brzinom informacionog utoka.

#### Hardverska realizacija statističkog multipleksera

Blok šema hardverske strukture multipleksera prikazana je na sl.1. Osnovu uredjaja čini mikroprocesor INTEL 8085 sa PROM memorijom sa upisanim programskim paketom i RAM memorijom za spremanje poruka (iz kanala i sa linije). Šema multipleksera sa jednim mikroprocesorom rezultat je težnje da se sa što jednostavnijim hardverom realizuje statistički multiplekser čije su karakteristike prethodno opisane. Periferni uredjaji (terminali i modemi) komuniciraju sa procesorom preko standardnih sinhrono/asinhronih ulazno/izlaznih jedinica (SAUI) (INTEL 8251) i prilagodnih kola koja služe za prilagođavanje TTL nivoa na polarne nivoe (+12V). Pošto je u realizovanom statističkom multiplekseru implementiran rad sa prekidima, SAUI jedinice koje odgovaraju terminalima vezane su za mikroprocesor preko kontrolera prekida (INTEL 8259). Sve taktove koji su potrebni za rad multipleksera generišu dva programabilna generatora vremenskih signala (INTEL 8253). Svakom učesničkom priključku dodeljeno je po 1 kbyte baferske ulazne i izlazne memorije.

#### Realizacija softverskog paketa

Polazni i prioritetni funkcionalni zahtevi u razvoju programskog paketa statističkog multipleksera, u svim analiziranim pristupima, bili su:

- minimizacija vremena potrebnog za programsku podršku kanalskih i linijskih funkcija (sumirajući dužine pri upotrebi jednog mikroprocesora ili posmatrajući ih odvojeno za slučaj dvoprocesorskog rada)
- modularnost u smislu preslikavanja osnovnih funkcija procesa multipleksiranja u programske celine

- jednostavna ekstenzibilnost za potrebe ugradnje novih funkcija i povećanja broja kanalskih priključaka.

Ukupan obim softverskog paketa je diktiran osnovnim funkcionalnim zahtevom minimiziranja vremena trajanja programa, to jest da pri opterećenosti svih kanala i maksimalnim brzinama na njihovim ulazima kao i na izlaznoj liniji, raspoloživo vreme bude dovoljno da multiplekser opsluži sve zahteve za prijemom karaktera i maksimalno mogući broj za predajom. U realizaciji sa jednim mikroprocesorom to je uslovalo ograničenje maksimalne brzine na kanalima na 9600 b/s i broj kanalskih priključaka na 4.

U daljem radu na minimizaciji vremena trajanja programske podrške po svim prolazima, od alternativnih mogućnosti utvrđivanja aktivnosti kanala i linije putem "pollinga" ili prekidnom logikom, dosledno je realizovan način rada prekidima i to tako što je svakoj funkciji prijema i predaje (koja se "takmičari" sa svim drugim funkcijama za pridobijanje jedinstvenog procesorskog vremena) dodeljen odgovarajući hardverski prekid. Time je vreme prozivanja i ispitivanja spremnosti za prijem i predaju svedeno na nulu a "takmičari" - programske funkcije, koje prekidnom logikom definišu svoje zahteve za aktivnošću, u vreme saobraćajnih špiceva maksimalno koriste raspoloživo vreme. Takođe je izbegnut i problem pristupanja zajedničkim resursima i zajedničkim promenljivama u proizvodnim trenucima primenom principa rotiranja prioriteta prekidnih programa bez istiskivanja odnosno zabranom prekidanja nižih od strane više prioritetnih programa. Na sl. 2 dat je dijagram toka procesa koji se realizuju u statističkom multipleksu.

Imajući u vidu zahteve izložene u prethodnom delu programski su podržane četiri osnovne grupe funkcija:

a) kanalske funkcije

- asinhroni prijem i obrada kanalskih podataka i njihovo memorisanje u pojedinačne ulazne baferne. Za svaki kanal realizovan je poseban program,
- asinhrona predaja podataka iz kanalskih izlaznih bafera, ka korespondentnim kanalima. Za svaki kanal realizovan je poseban program.

b) funkcije multipleksiranja

- opserviranje napunjenosti ulaznih kanalskih bafera u ekvivalentnim trenucima i odlučivanje o količini podataka za

predaju po svakom kanalu,

- algoritam odlučivanja kojim se formira tabela zahteva za predajom u narednom periodu sa osobinom limitiranja dužih informacionih sadržaja.

c) Linijske funkcije

- sinhroni prijem i selektovanje podataka prihvaćenih sa linije na: znake preambule, upravljačke, adresne, brojače podataka u informacionom bloku, podatke i znake za održavanje sinhronizacije. Informacioni karakteri-podaci za svaki kanal memorišu se u posebnim kanalskim izlaznim baferima,
- sinhrona predaja različitih vrsta znakova na izlaznu liniju: preambule, upravljačkih znakova, adrese, brojača informacionih karaktera u bloku, informacionog polja čija je dužina prilagodjena intenzitetu saobraćaja, i posebnom znaku za održavanje sinhronizacije. Proces predaje započinje nakon snimanja stanja napunjenosti svih kanalskih bafera i donete odluke o količinama informacija po pojedinim kanalima koje će se predavati, a završava se tek nakon realizacije svih predaja.

d) Funkcije upravljanja -- kontrole toka

- upravljanje protokom podataka (njegovim zaustavljanjem nakon prelaska dopuštene granice maksimalne količine unetih podataka i ponovnim otpočinjanjem) realizovano je X/OFF i X/ON šemom,
- uspostavljanje, nadgledanje i održavanje sinhronizacije bazirano je na karakternoj sinhronizaciji preambule svake poruke a detektovanje gubitka i ponovno iniciranje između udaljenih stanica ostvareno je posebnim upravljačkim akcijama,
- "time out" funkcije: u slučaju odsutnosti predaje jednake maksimalno dozvoljenom vremenu, postavlja se zahtev za predaju posebnog znaka za održavanje sinhronizacije, a u slučaju odsutnosti prijema duže od dozvoljenog vremena alarmira se ponovno uspostavljanje sinhronizacije.

Pored ovih osnovnih funkcija statističkog multipleksera realizovane su i funkcije:

- samotestiranja hardvera i softvera uređaja i polaznih režima rada,

- inicijalizacija i promena stanja i parametara putem sistemskih i kanalskih prekidača,
- dijagnostika i monitoring u "on line" radu: mogućnost pristupa karakterističnim radnim parametrima putem posebnog priključka za monitoring i prikazivanje,
- indikacija otkrivenih grešaka, njihovo tabeliranje i preduzimanje korektivnih mera.

#### ZAKLJUČAK

Rad predstavlja kratak prikaz rezultata studijskih i razvojnih istraživanja vršenih u toku zadnje dve godine u oblasti statističkog multipleksiranja.

U radu je razmatran pristup u realizaciji modela, dat prikaz hardverske realizacije modela i izložena organizacija modularno realizovanih funkcija obrazujući programsku celinu.

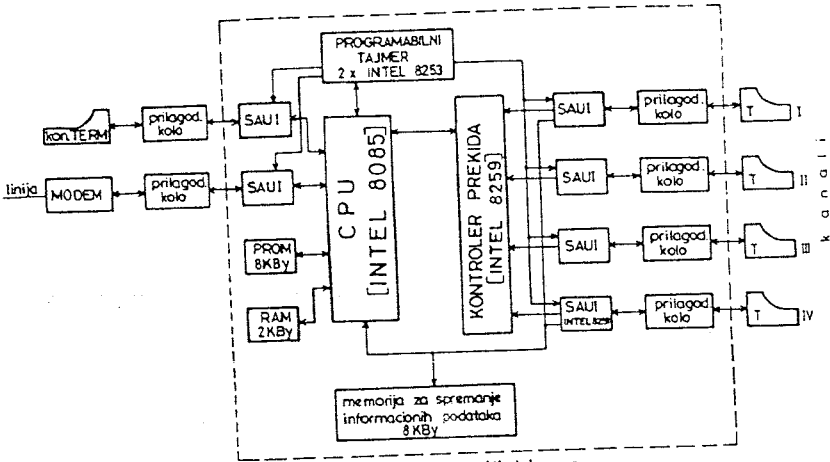
Laboratorijska ispitivanja u uslovima simuliranog intenzivnog saobraćaja kao i ispitivanja sa terminalskom opremom dala su dobre početne rezultate za predpostavljeni ambijent pri mene do brzina 9600 b/s.

Primenjeni način organizacije procesa i programska modularnost olakšavaju realizaciju multipleksera na "jačim" hardverskim strukturama koje bi omogućile povećanje brzina i proširenje broja učesničkih priključaka.

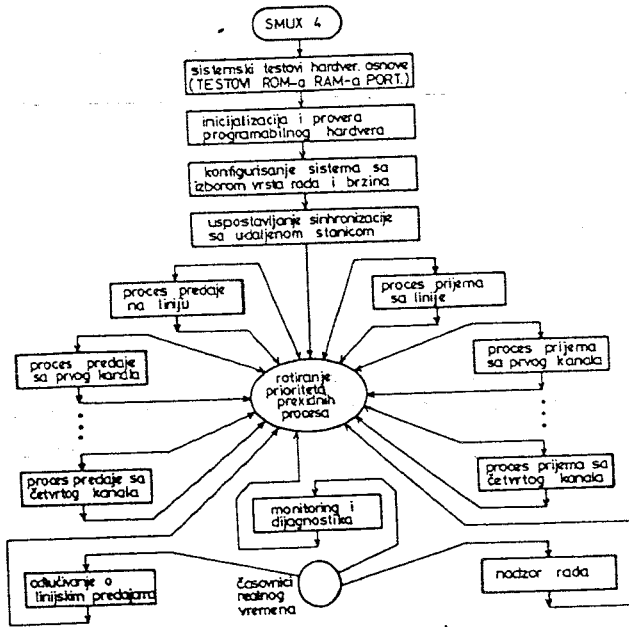
Na osnovu izloženih razmatranja, imajući u vidu različite primene, rezultate dosadašnjih istraživanja sagledavamo kao osnovu za razvoj složenijih mrežnih čvornih uređaja sa elementima koncentracije i komutacije.

#### LITERATURA

- /1/ Dixon Doll, "Data Communications Facilities, Networks and System Design", John Wiley and Sons, New York, 1978.
- /2/ M.Schwartz, "Computer-Communication Network Design and Analysis", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 1977.
- /3/ Studija za RZNS "Statistički multiplekser", oktobar 1985., grupa autora.



Sl. 1 Blok šema statističk. multipleksera



Sl. 2 Realizovani procesi