

KOMUNIKACIJSKI KRMILNIK

Rado SLATINEK, Bogomir HORVAT, Nenad ČRNKO
TEHNIŠKA FAKULTETA MARIBOR

UDK: 681.3.007

POVZETEK - članek opisuje zgradbo in delovanje mikroprocesorsko podprtega komunikacijskega krmilnika računalniške delovne postaje TK 68000. Materialno opremo modula sestavljajo mikroprocesor 68000, štiri periferni vmesniki 8530 SCC, časovnik 6840, 128/512 kB DRAM, 4/16/32/64 kB EPROM, vezje 8038 FIO, dodeljevalnik lokalnega vodila in vmesnik za povezavo z multipleksiranim sistemskim vodilom. Krmilnik omogoča vzpostavljanje povezav preko osmih asinhronih ali sinhronih serijskih komunikacijskih kanalov z raznovrstno terminalsko opremo ter povezavo računalniškega sistema v lokalne in javne komunikacijske mreže za prenos podatkov.

COMMUNICATION CONTROLLER: The paper describes a functional structure and operating of a microprocessor based communication controller, which is part of the computer workstation TK 68000. The controller is composed of the 68000 microprocessor, four 8530 serial communication controllers, the 6840 timer, 128/512 kB of DRAM, 4/16/32/64 kB of EPROM, 8038 input/output interface unit, an arbiter and an interface to the host's multiplexed system bus. The controller enables connection with different terminal equipment and with local and public data networks on eight asynchronous and synchronous communication channels.

1. UVOD

V današnjem času, ko prehajamo na distribuirano obdelavo podatkov, je potreba po komuniciranju med računalniškimi sistemi čedalje večja. Povezovanje računalniške opreme (veliki sistemi, procesni računalniki, delovne postaje, osebni računalniki itd.) različnih proizvajalcev je zaradi neenotnih komunikacijskih protokolov posameznih sistemov zelo oteženo. Univerzalni komunikacijski modul delovne postaje rešuje komunikacijske potrebe uporabnika na nivoju terminal - delovna postaja, hkrati pa omogoča izmenjavo podatkov s preostalimi računalniškimi sistemi v organizaciji in izven nje.

Komunikacijski krmilnik (KK) je zaključen mikroračunalniški sistem, ki lahko prevzame od centralnega računalnika večino komunikacijskih opravil. Omogoča pretok podatkov in procesiranje mrežnih protokolov na nižjih nivojih med računalnikom in nanj priključenimi napravami. KK je načrtovan kot sestavni del delovne postaje TK 68000 z večuporabniškim operacijskim sistemom, vendar lahko deluje tudi kot samostojna enota z lastnim operacijskim sistemom.

Pri načrtovanju univerzalnega modula komunikacijskega procesorja smo upoštevali cenovno optimizacijo ter dosegljivost materialne opreme, nizke stroške razvoja in predvideli široke možnosti uporabe komunikacijskega krmilnika. Predvideno delovno okolje zahteva več serijskih komunikacijskih kanalov, od katerih sta vsaj dva sinhrona (SNA/SDLC, X.25 ali medsebojna povezava računalnikov TK 68000) preostali pa asinhroni za priključitev terminalov in druge periferne opreme. Krmilnik je mikroračunalniški modul z osmimi serijskimi komunikacijskimi kanali za priključitev različne računalniške, terminalske in periferne opreme na delovno postajo. Zasnovan je tako, da z ustrežno programsko podporo omogoča povezavo delovne postaje v lokalno računalniško in javno podatkovno mrežo ter pod določenimi pogoji tudi na PABX naročniško telefonsko centralo.

2. ZGRADBA KOMUNIKACIJSKEGA KRMILNIKA

Krmilnik je povezan s centralnim procesorjem preko sistemskega vodila. Časovno multipleksirano naslovno-podatkovno sistemsko vodilo (24-bitni naslovni in 16-bitni podatkovni del) povezuje vse module računalniškega sistema TK 68000. V osnovni konfiguraciji vsebuje sistem procesorski modul, DRAM modul, komunikacijski krmilnik ter modula, za priključitev zunanega masovnega pomnilnika in konzole. V razširjeni sestavi ima računalnik še DMA modul, dodatni DRAM pomnilnik in module za različno periferijo. Slika 1 prikazuje povezavo modulov preko sistemskega vodila.

Materialno opremo KK grobo delimo v dva velika funkcionalna sklopa:

- vmesnik za vodilo TK 68000 in
- komunikacijski procesor.

Vmesnik je zasnovan tako, da opravlja naslednje naloge:

- skrbi za pravilno odzivanje, ko glavni procesor (GP) ali DMA naslovni KK,
- demultipleksira naslovno-podatkovno vodilo TK 68000,
- omogoča pravilno dodeljevanje lokalnega vodila,
- pri bralnem ciklu generira pariteto podatkov, ob vpisnem pa jo preverja,
- signalizira napako pri prenosu podatkov med GP in KK ter dvojno napako na lokalnem vodilu,
- krmilni naslovni števec.

Sestavljajo ga:

- demultipleksor,
- naslovni dekodirnik,
- naslovni števec,
- vezje 8038 FIO, ki vsebuje 128 bytov globoko FIFO vrsto in dva sporočilna registra.

Komunikacijski procesor je zgrajen iz naslednjih sklopov:

- lokalnega procesorja 68000,
- naslovnega dekodarnika in povezovalnih sestavov,
- pomnilnika EPROM kapacitete 4/16/32/64 kB,
- dinamičnega RAM-a 128/512 kB,
- registra prioritete,
- perifernih vmesnikov 8530 SCC,
- merilnika časovnih intervalov PTM 6840 in
- linijskih vmesnikov po standardih RS-232 ali RS-422.

Slika 2 prikazuje zgradbo komunikacijskega krmilnika.

3. DELOVANJE KOMUNIKACIJSKEGA KRMILNIKA

Sistemsko vodilo je povezano z lokalnim preko naslovnega števnika in vmesnikov. Dodeljevalnik (arbitar) skrbi za pravičen prenos podatkov med vodiloma, tako da lokalno vodilo zaseda hkrati le en procesor. Na vodilu ne sme priti do trkov prenosov različnih procesorjev, zato dodeljevalnik izmenično dodeljuje vodilo GP in KP, kadar oba zahtevata dostop na lokalno vodilo. S pomočjo sporočilnih registrov elementa FIO se GP in KP obveščata o pomembnih dogodkih in potrebnih ukrepih. FIFO vrsta je usmerjena od lokalnega k TK vodilu. Namenjena je za prenos znakov s periferije h glavnemu procesorju. To je ugodna rešitev, ker omogoča znakovnemu prenosu prioriteto nad blokvnim, kar zagotovi dobre odzivne čase pri interaktivnem delu. FIFO obenem zagotovi časovno enakomeren priliv znakov, zaradi tega GP-ju ni več potrebno togo slediti dogodkom na znakovnih komunikacijskih kanalih. KK ima samo en FIO element zaradi prostorske in cenovne optimizacije vezja, ne da bi se zaradi tega bistveno zmanjšale njegove zmogljivosti.

Za blokovni prenos ima GP neposreden pristop na lokalno vodilo. Če bi imel možnost naključnega naslavljanja, bi moral biti ves naslovni prostor KP viden GP-ju kot del njegovega naslovnega prostora. Ker je mogoče v sistem vključiti več KK, bi vsi skupaj zasedli dobršen del naslovov, ki so sicer namenjeni pomnilnikom. Mehanizem okna zmanjša potrebno število naslovov na najmanjšo možno mero.

KK zavzema v naslovnem polju le 16 naslovov:

- H'FFXXX0 - podatkovni register FIO
- H'FFXXX2 - kontrolni register FIO
- H'FFXXX4 - MSW - zgornji del naslovnega števnika
- H'FFXXX6 - LSW - spodnji del naslovnega števnika
- H'FFXXX8 - R/W - okno k lokalnemu vodilu
- H'FFXXA - RI/WI - okno k lokalnemu vodilu
- H'FFXXXC - RI/WI - okno k lokalnemu vodilu
- H'FFXXXE - RD/WD - okno k lokalnemu vodilu

Slika 3 prikazuje naslovna področja računalniškega sistema TK 68000 in komunikacijskega krmilnika.

FIO zavzema prve štiri naslove (v resnici se nahaja podatkovni register na naslovu H'FFXXX1, kontrolni pa na H'FFXXX3). Na naslovnih H'FFXXX4 do H'FFXXX7 je naslovni števnik (MSW, LSW). Vanj je potrebno vpisati vrednost, ki ustreza zelenemu naslovu na lokalnem vodilu. To lahko storimo npr. z instrukcijo

```
MOVE.L ADR, #FFXXX4.
```

Z izbiro enega ali dveh naslovov (MOVE.B ali MOVE.W) izmed preostalih osem, generiramo na lokalnem vodilu naslov, ki je določen z vsebino naslovnega števnika. V odvisnosti od izbire adresnega načina (MOVE.B, MOVE.W ali MOVE.L) in naslova v oknu ostane vsebina naslovnega števnika nespremenjena, se poveča ali zmanjša za 2 ali 4. Okno na naslovu H'FFXXX8 kaže vedno na eno lokacijo, dokler GP ne spremeni vsebino naslovnega števnika. Okna

na naslovnih od H'FFXXXA do H'FFXXXE omogočajo sekvenčni pristop, kjer se po vsakem prenosu podatka skozi okno vrednost naslovnega števnika ustrezno spremeni. Ob naslovitvi enega od oken se sproži proces dodeljevanja lokalnega vodila. Pri tem velja princip "sprosti na zahtevo". Če bi uporabili princip "sprosti, ko si opravi", bi bilo ogroženo delovanje operacijskega sistema GP.

Vsakič, ko GP naslovi lokalno vodilo, mora v povprečju čakati nekaj več kot 1/2 časa izvajanja cikla na vodilu. Dodeljevanje lokalnega vodila smo optimirali tako, da se lokalni procesor izklopi potem, ko je postoril vsa opravila. GP tedaj ob naslovitvi KK takoj doseže želeno lokacijo.

Stanje bita v registru prioritete opravi je kriterij za izklop lokalnega procesorja. Potem, ko je končal s tekočimi opravili, vpiše v register prioritete vrednost "0". S tem se izklopi in GP lahko doseže lokalno vodilo brez čakanja. Katerakoli prekinitve povzročijo, da se vsebina registra prioritete postavi na "1". To povzroči vklop KP in dodeljevanje vodila "na zahtevo".

Za pravilno delovanje sistema je potrebno uporabiti naslednji programski prijem:

Prekinitvene rutine za vsak dogodek postavijo ustrezno bit, ki pove monitorju, kaj mu je storiti. Poleg teh bitov je potrebno definirati še dodatnega, imenujmo ga INT bit. Le-tega mora postaviti na "1" vsaka prekinitvena rutina. Monitor ciklično pregleduje bite posameznih dogodkov in glede na njih stanje ustrezno ukrepa.

Ob začetku cikla postavi INT bit na "0" in nato nadaljuje s pregledovanjem ostalih bitov. Ko pregleda vse (in seveda konča z opravi), testira še INT bit. Če ima le-ta v tem trenutku vrednost "0", lahko vpiše "0" v register prioritete in s tem izklopi procesor. V nasprotnem primeru mora nadaljevati delo na začetku cikla, ne da bi vpisal prioriteto "0".

4. PROGRAMSKA OPREMA KOMUNIKACIJSKEGA KRMILNIKA

KK ima rezidenčno programsko opremo vpisano v EPROM in programe, ki jih naloži GP. Po vklopu računalnika LP z rezidenčnim testnim programom preveri lokalna vezja (DRAM, SCC, FIO in PTM). Če materialna oprema deluje pravilno, GP naloži komunikacijsko programsko opremo v lokalni DRAM KK. Nato se inicializirajo parametri, ki omogočajo pravilno delovanje LP (sistemske spremenljivke LP) in komunikacijskih kanalov (inicializacija logičnih in fizičnih kanalov). Po inicializaciji vezij (FIO, SCC in PTM) je KK pripravljen za sprejem in oddajo podatkov po komunikacijskih kanalih.

Ker komunikacijski programi niso rezidenčni, lahko hitro in preprosto reinitializiramo posamezni kanal za drugačni način prenosa podatkov. Programe lahko predhodno vpišemo tudi v lokalni EPROM pomnilnik in tako sprostimo del bralno-vpisnega pomnilnika za pretok podatkov. Tedaj ne moremo programsko spreminjati delovanja komunikacijskih kanalov, vendar lahko KK deluje popolnoma samostojno.

Komunikacijsko programsko opremo sestavljajo rutine in povezovalni program (jedro). Procesiranje posamezne rutine se sproži pod določenimi pogoji. Prekinitve sproži eno izmed prekinitvenih rutin. Rutine prenesajo podatke med vmesniki (FIO ali SCC) in vmesnim pomnilnikom (buffer) ali pa sprožijo 'time-out' proceduro (PTM) pri sinhronem prenosu podatkov. Rutine za obdelavo podatkov

omogočajo različne operacije nad podatki in procesiranje kontrolnih znakov in informacije v blokih podatkov (kodiranje/dekodiranje, zaščita podatkov, kontrola pretoka, odmev, ...). Prekladalne rutine premeščajo podatke iz vmesnih pomnilnikov v vrsto, v katerih podatki čakajo na prenos v sistem ali v komunikacijski kanal in omogočajo prenos kontrolnih sporočil med LP in GP v obeh smereh. Kontrolna sporočila se izmenjujejo skozi ukazni kanal (sporočilna registra v FIO elementu), preko katerega si LP in GP posredujejo informacije o zasedenosti kanalov oziroma vrst in načinih delovanja. Jedro programske opreme ugotavlja pogoje za skok v posamezno rutino. KK lahko ima dodatne programe za statistično obdelavo pretoka podatkov.

5. PRETOK PODATKOV SKOZI KOMUNIKACIJSKI KRMILNIK

Pretok podatkov skozi KK do procesa v centralnem računalniku poteka skozi znakovni (asinhroni prenos) ali blokovni (asinhroni in sinhroni prenos) kanal. V znakovnem kanalu se podatki prenašajo skozi KK znak za znakom, medtem ko blokovni kanal prenaša bloke podatkov. Pri asinhronem blokovnem prenosu se prenašajo vrstice in pri sinhronem prenosu paketi (podatkovni del HDLC/SDLC nabora) podatkov. Prednost blokovnega prenosa je veliko večja propustnost sistema, saj procesor ne izgublja časa z vsakim posameznim podatkom posebej. Bloke podatkov lahko preko sistema vodila izredno hitro prenaša tudi DMA krmilnik.

GP ima dve možnosti komuniciranja z napravami na lokalnem vodilu: prenos skozi FIFO vrsto (enosmerni znakovni kanal k GP) in prenos skozi okno (dvosmerni blokovni kanal in enosmerni znakovni kanal k LP).

Prikazan je asinhron znakovni pretok podatkov skozi KK, ki je uporabljen z osnovnim monitorjem za testiranje delovanja KK. Sprejem podatka po znakovnem kanalu sproži prekinitveno rutino (Rv), ki podatek prepíše v vmesni pomnilnik (buffer). Vsak znakovni kanal ima svoj vmesni pomnilnik. Podatki se iz vmesnega pomnilnika prepšejo v FIFO register FIO elementa. FIFO register se uporablja kot vmesni kanal za prenos podatkov k GP. Enakomernejši pretok skozi KK za vse znakovne kanale dosežemo z zaporednim praznjenjem vseh zasedenih vmesnih pomnilnikov. Rutina Rf prenese iz vmesnega pomnilnika v FIO le en znak in nato preskoči na naslednji buffer neglede na to, koliko je ta buffer zaseden. Hitri znakovni kanali tako ne morejo "odriniti" počasnejših. Vsak podatek spremlja tudi kontrolna informacija, ki določa, skozi kateri kanal je bil podatek sprejet. V GP rutina Rs prepíše podatek iz FIO v ustrezni sprejemni vmesni pomnilnik, ki je dodeljen posameznemu kanalu. Tu je podatek na voljo operacijskemu sistemu računalnika oz. uporabniškemu programu.

KK ima samo en FIO element, zato mora GP uporabljati pri oddajanju podatkov (rutina Ro) pomnilnik KK kot vmesni kanal med GP in LP. Takšna konfiguracija je izbrana zaradi večjega izhodnega toka podatkov, ki ni časovno kritičen. Kadar želi GP odposlati podatke, skozi okno napolni izhodno vrsto z enim ali več znaki. LP dobi preko ukaznega kanala (sporočilni register FIO) sporočilo o zasedenosti vrste. Rutina Rz sproži rutino Ri, ki prenese podatke v ustrezni periferni vmesnik SCC oz. komunikacijski kanal. Ko je vrsta prazna, LP preko ukaznega kanala sproži GP, da lahko ponovno napolni vrsto. Rutina Rp omogoči, da Ro lahko izprazni oddajni vmesni pomnilnik.

Slika 4 prikazuje preprost pretok podatkov skozi znakovne asinhrono vhodno/izhodne kanale.

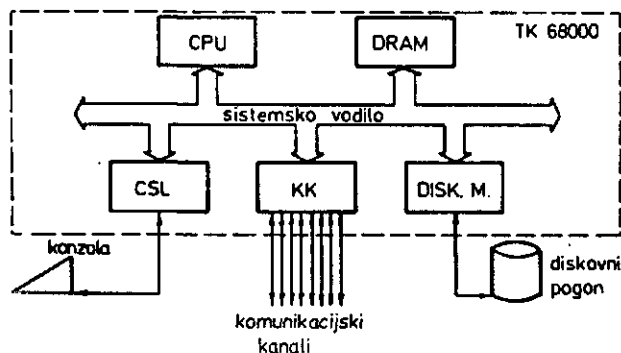
Paketi podatkov (blokovi kanal) se po sprejemu shranijo v vmesnem pomnilniku. Vsak fizični kanal ima svoj buffer za en paket. Poln sprejemni buffer se mora čimprej izprazniti, da je pripravljen na sprejem novega paketa. Paketi se prenesejo v vrsto, kjer čakajo, dokler se vmesni kanal ne sprost. Med prenosom LP obdelava celotni blok in ustrezno ukrepa. Vmesni kanal je del pomnilnika, iz katerega GP prenese blok v svoje delovno področje oziroma višjim nivojem operacijskega sistema. Preko ukaznega kanala si procesorja izmenjujejo sporočila o zasedenosti vrste. Odpošiljanje blokov podatkov poteka po enakem principu kot sprejem. Splošen pretok podatkov skozi KK prikazuje slika 5.

6. ZAKLJUČEK

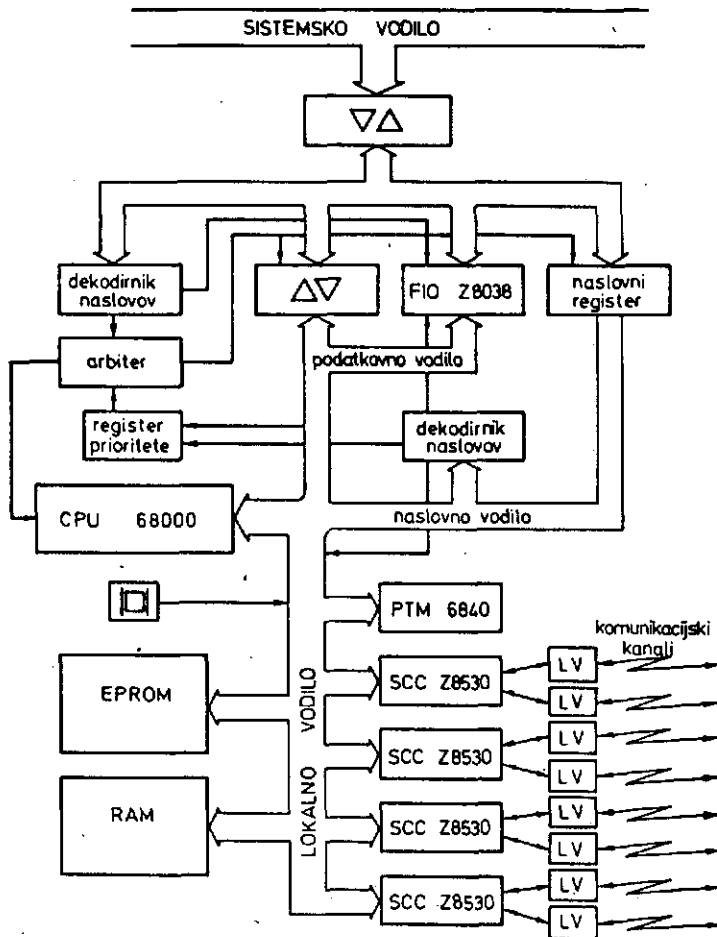
V zasnovi KK smo upoštevali različne pogoje obratovanja krmilnika, zato pričakujemo, da bo KK uspešen komunikacijski sestav z izredno široko uporabo, ne samo v sklopu računalnika TK 68000, temveč tudi kot samostojna enota.

7. REFERENCE

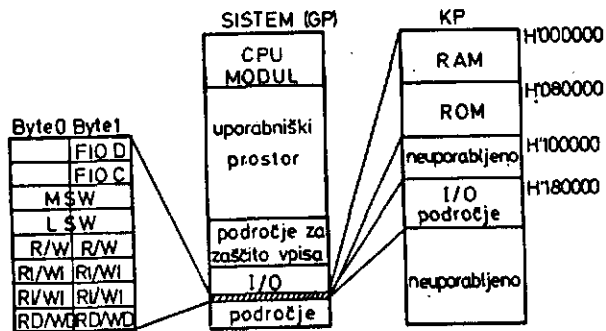
- (1) I. Dolinšek, P. Knaflič: "Specifikacija zahtev do inteligentnega komunikacijskega krmilnika", interni dokument ISKRE TELEMATIKE, dec. 1984, str. 12, Ljubljana,
- (2) R. Slatinek, N. Črnko: "Poročilo o I. fazi razvoja komunikacijskega krmilnika", delovno poročilo za ISKRO TELEMATIKO, jan. 1985, str. 42, Maribor.



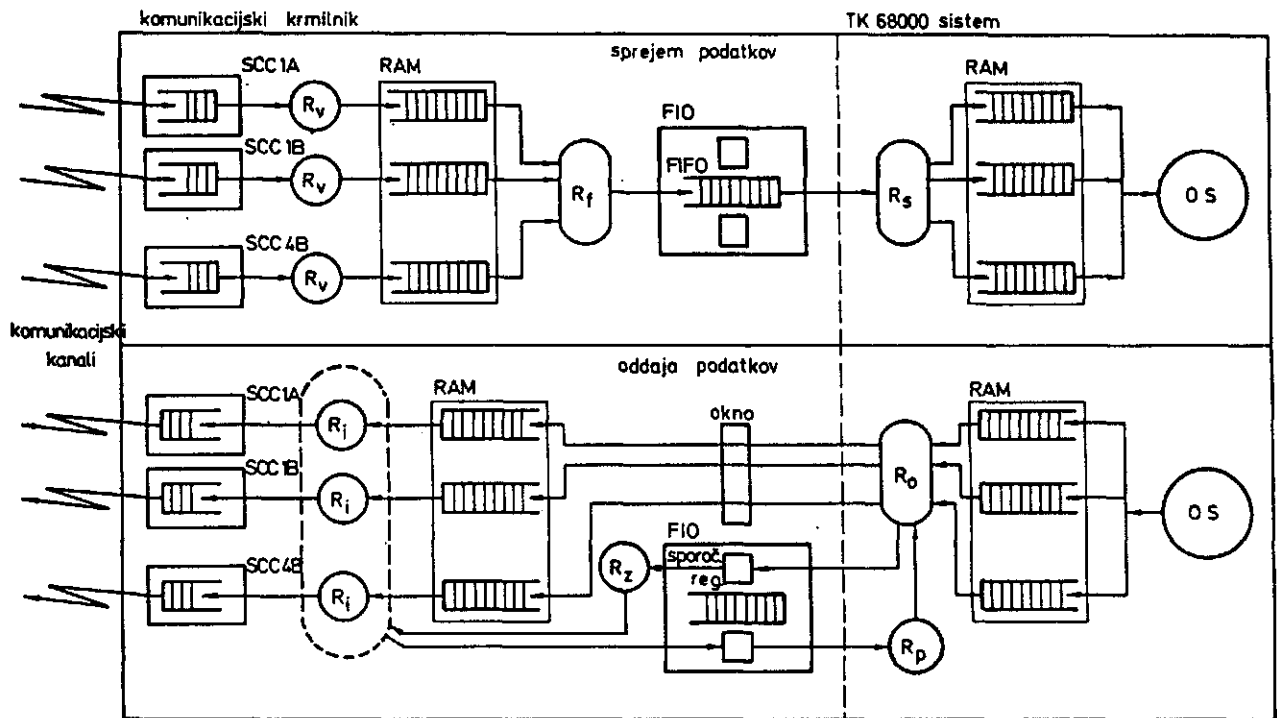
Slika 1: Osnovni moduli računalnika TK 68000



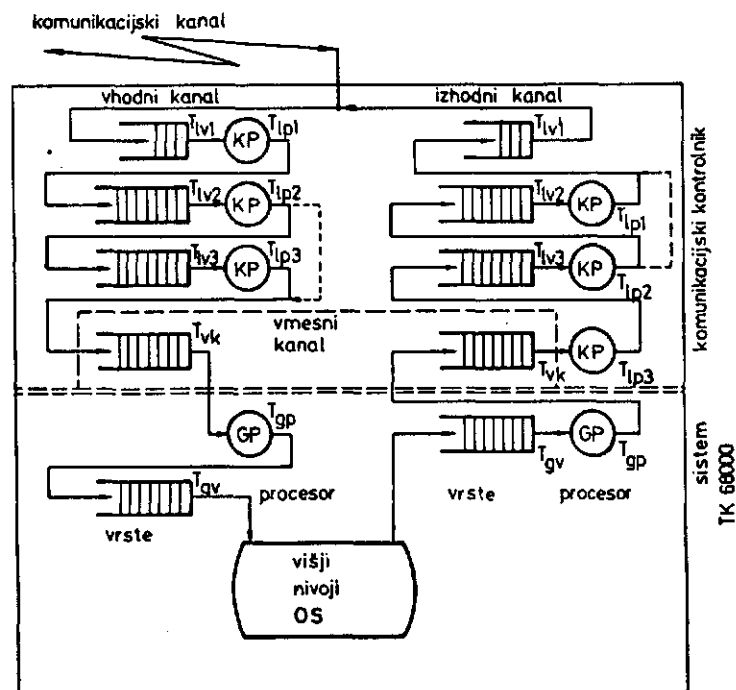
Slika 2: Zgradba komunikacijskega krmilnika



Slika 3: Razporeditev naslovov sistema in KK



Slika 4: Znakovni asinhroni vhodno/izhodni kanali



Slika 5: Pretok podatkov skozi KK