

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

SVEUČILIŠNI RAČUNSKI CENTAR

pretprojekt

(elaborat za idejni projekt)

Zagreb, lipnja 1970.

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

SVEUČILIŠNI RAČUNSKI CENTAR

preprojekt

(elaborat za idejni projekt)

Ovaj elaborat učinkovito je izradio za fakultet
na području Elektrotehničkog i računarskog studija
prof. dr Božidar Štefanović, prof. dr Miroslav
grčić, dr Vlastimir Miljević, prof. dr Božidar Štefanović
i doc. dr. sc. Dragan Platiša, nač. akad. Zagreb, te
u dop. mr. Uroš Perutko.

Zagreb, lipnja 1970.

**U izradbi ovog elaborata sudjelovali su
članovi Zavoda za elektroniku:**

doc. mr Leo BUDIN, dipl. ing.

Ratko GOSPODNETIĆ, dipl. ing.

doc. mr Uroš PERUŠKO, dipl. ing.

mr Aleksandar SZABO, dipl. ing.

**Ovaj elaborat usvojio je Odbor za električko raču-
nalo Elektrotehničkog fakulteta u sastavu:**

**prof. dr Božidar Stefanini, prof. dr Hrvoje Požar,
prof. dr Vladimir Muljević, prof. dr Berislav Jurković,
doc. Ivan Plačko, mr Alfred Žepić, doc. dr Zijad Haznad
i doc. mr Uroš Peruško**

S A D R Ž A J

1. DEFINIRANJE PROBLEMA I PRISTUPA NJIHOVOM RJEŠAVANJU	1
1.1. SVRHA I ZADATAK PRETPROJEKTA	1
1.2. ZNAČAJ I NAMJENA SVEUČILIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA - KAO POČETNI ELEMENTI PRI ODREĐI- VANJU TEHNIČKIH PARAMETARA	2
1.3. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SVEUČILIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA - PRISTUP PROBLEMU	4
2. PREDVIDIVI NAČINI KORIŠTENJA SVEUČI- LIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA	6
2.1. NASTAVNI RAD NA SVEUČILIŠTU	6
2.1.1. Nastava iz programiranja	6
2.1.1.1. Prethodna priprema programa	6
2.1.1.2. Konverzacioni oblik nastave	7
2.1.2. Učenje različitih materija pomoću računala	8
2.1.3. Rješavanje matematičko-tehničkih problema	9
2.2. ZNANSTVENI RAD	11
2.3. VELIKE DATOTEKE	12
2.3.1. Organizacija velikih datoteka	13
2.3.2. Programska podrška i komunikacija čovjek- računalo	14
2.3.3. Računalo u biblioteci i informacionom centru	15
2.3.4. Primjena računala u suvremenom poslovanju i ekonomici	16
2.3.5. Mogućnosti u vezi s Računskim centrom Sveučilišta	17
2.4. OSTALI PREDVIDIVI NAČINI KORIŠTENJA	18
3. SVOJSTVA SUVREMENIH RAČUNSKIH SISTEMA	19
3.1. OPIS SISTEMA I NAČIN RADA	19
3.2. KARAKTERISTIČNA SVOJSTVA POJEDINIХ DIJELOVA SISTEMA	26
3.2.1. Centralna jedinica	26
3.2.2. Pomoćne memorije	27
3.2.3. Ulazno-izlazne jedinice (U/IZ jedinice)	30
3.2.4. Rad s daljinskim stanicama (teleprocesing)	32

1. DEFINIRANJE PROBLEMA I PRISTUPA NIHOVOM RJEŠAVANJU

1.1 SVRHA I ZADATAK PRETPROJEKTA

Zadatak je ovog preprojekta (elaborata) da posluži kao baza u daljnjim radovima na izradbi idejnog rješenja (projekta) za Sveučilišni računski centar.

Idejno rješenje treba odgovoriti na slijedeća osnovna pitanja:

- a) Koje sve aktivnosti i u kojem ih predvidivom opsegu mora omogućiti budući Računski centar.
- b) Koje osnovne tehničke karakteristike mora elektronički sistem imati da bi zadovoljio ovim zahtjevima (kriteriji za izbor sistema).
- c) Lokacija i tehnički uvjeti za prostorije u kojima će Centar biti smješten.
- d) Broj i profil kadrova koji će raditi u Centru, način i plan njihovog osposobljavanja.
- e) Način organizacije i financiranja redovitog rada Računskog centra.

Glavna je poteškoća u tome što je nemoguće egzaktno predvidjeti sve vrste i opseg zadataka koje će rješavati takav elektronički sistem. Zadatak preprojekta sastoji se, dobrim dijelom, upravo u tome da posluži kao osnova takvim procjenama.

Valja odmah na početku napomenuti da je vrednovanje sistema vrlo složeno i da se može provesti samo za odredjene, unaprijed definirane, aktivnosti, kod kojih je poznata i količina informacija po jedinici vremena i način obrade tih informacija. Kod sistema opće namjene, kakav se predviđa za RC Sveučilišta, mora se korisnicima staviti na raspolaganje vrlo širok spektar različitih primjena. Ova posljednja konstatacija implicira poteškoće koje mogu nastupiti pri planiranju takvog sistema. Svaka primjena unosi odredjene kritične faktore o kojima posebno treba voditi računa. Rezultat konačnog izbora sigurno je kompromis u ispunjavanju tih zahtjeva i sistema.

Svrha ovog elaborata nije dakle u tome da predloži konačno teh-

ničko rješenje, nego da posluži kao osnova za daljnje rasprave, u okvirima realnih mogućnosti suvremenih računskih sistema.

Na bazi analize različitih potreba kao i tehničkih mogućnosti za njihovu realizaciju, istaknuta su neka alternativna rješenja i predloženi odredjeni kriteriji za izbor sistema.

Namjena je ovoga elaborata da posluži kao tehnička baza u procesu procjenjivanja potreba i odlučivanja za rješenja o tehničkim parametrima Sveučilišnog računskog centra.

1. 2. ZNAČAJ I NAMJENA SVEUČILIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA - KAO POČETNI ELEMENTI PRI ODREĐIVANJU TEHNIČKIH PARAMETARA

Pristupajući izradbi idejnog projekta Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu treba prethodno sagledati i odrediti njegovu osnovnu namjenu i značaj za daljnji razvoj Sveučilišta, privrede i društva u cjelini.

Tako odredjena namjena predstavlja onda programsку orientaciju u radu na stvaranju tehničkog projekta budućeg Centra.

Osnovni elementi relevantni za određivanje značaja i namjene Sveučilišnog računskog centra mogu se u obliku teza formulirati ovako:

1. 2. 1. Nagli porast upotrebe elektroničkih računala u gotovo svim područjima ljudskog djelovanja jedno je od glavnih karakteristika i prepostavki znanstveno-tehnološke revolucije.

Može se bez pretjerivanja reći da je to danas baza brzog i efikasnog funkcioniranja i razvoja svake moderne privrede, nauke i svih društvenih djelatnosti u cjelini. Broj instaliranih elektroničkih sistema postaje glavno mjerilo razvijenosti jedne sredine.

1. 2. 2. U našoj se zemlji takodjer u tom smjeru čine veliki napor. Dvije su osnovne značajke naše trenutne situacije na tom području:

a) Instalirana računala spadaju u kategorije manjih i srednjih sistema, različitih su tehničkih karakteristika i nisu međusobno povezana. To tehnički ograničuje njihove

mogućnosti za rješavanje odredjenog broja složenijih problema.

b) Postojeća računala su u pravilu nedovoljno iskorištena. (Računa se kao prosjek oko 30%). Bitan faktor koji na to utječe jest stanje kadrova. Taj se problem pojavljuje u nekoliko oblika:

1. Nedovoljan broj sposobljenih organizatora, programera i tehničkog kadra, koji direktno omogućuju rješavanje odredjenih problema na računalu.
2. Nepripremljenost široke stručne javnosti za masovnije korištenje računala u rješavanju najrazličitijih problema struke. Situacija je tim nepovoljnija što se ni sadašnja generacija studenata na visokoškolskim ustanovama (s izuzetkom nekolicine fakulteta i škola) ne ospobljava u tom smjeru.
3. Nepripremljenost i svih ostalih struktura u društvu za adekvatno korištenje tehničkih mogućnosti na ovom području.

1.2.3. Sveučilišni računski centar treba omogućiti slijedeće osnovne aktivnosti:

1. Upotrebu računala za znanstveni rad u raznim područjima.
2. Nastavu iz upotrebe računala.
3. Izobrazbu stručnjaka za područje računske tehnike.
4. Učenje pomoću računala.
5. Upotrebu računala za razvojne radove i primjenjena istraživanja u suradnji s privredom i drugim djelatnostima.
6. Upotrebu velikih datoteka u obradi informacija za različite namjene: Sveučilišna biblioteka, referalni centar, ekonomski i medicinski dokumentacije itd.
7. Istraživanja u vezi s problemom povezivanja elektroničkih računala u zajedničku mrežu.
8. Administrativno, financijsko i materijalno poslovanje fakulteta i Sveučilišta.
9. Studentska služba i poliklinička evidencija.
10. Obavljanje poslova po narudžbi.

Značenje i uloga ovakvoga Centra prelazi okvire Sveučilišta i od ključnog je interesa za Republiku, Federaciju, pa i šire.

1. 2. 4. Sveučilišni računski centar, s dovoljno širokim i kompleksnim tehničkim mogućnostima, odigrat će ključnu ulogu u određivanju brzine i efikasnosti uključivanja svih struktura našeg društva u znanstveno-tehnološku revoluciju, bitno će utjecati na modernizaciju i efikasnost rada Sveučilišta i njegovo povezivanje s praksom u našoj zemlji, s jedne strane, te s naučnim dostignućima u svijetu s druge strane. Sveučilišni računski centar treba odigrati nezamjenljivu ulogu u osposobljavanju visokoškolskih kadrova (sadašnjih, a naročito budućih), za efikasno korištenje elektroničkih sistema, a naročito u stvaranju novog načina mišljenja i pristupa rješavanju problema, uvjetovanih karakterom i mogućnostima elektroničkih sistema za obradu podataka.

1. 3. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SVEUČILIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA - PRISTUP PROBLEMU

Nakon opredjeljivanja za osnovne karakteristike i ulogu Sveučilišnog računskog centra, potrebno je pristupiti analizi i detaljno razraditi moguće i potrebne načine primjene računala na Sveučilištu i na osnovi toga donijeti zaključke o poželjnoj konfiguraciji RC, o organizaciji rada u RC, te o njegovu smještaju i potrebnim kadrovima.

O načinu upotrebe računala na pojedinim područjima primjene treba da odlučujući riječ kažu kompetentni pojedinci i ustanove na Sveučilištu koji su za odnosnu primjenu najviše zainteresirani.

Stoga se u dalnjem tekstu nastoje načelno obrazložiti mogućnosti postojećih sistema i prikladnost pojedinih dijelova sistema za izvršavanje određenih poslova. Takodjer se time žele sistematizirati pojmovi, e da bi se u predstojećoj diskusiji izbjegli mogući nesporazumi.

Osim toga, kao rezultat ove studije treba dobiti odgovore na slijedeća pitanja:

1. Kojeg reda veličine mora biti sistem?
2. Koji se red veličine brze memorije mora predvidjeti?
3. Koje ulazno-izlazne jedinice treba predvidjeti?
4. Koje vanjske memorije treba za budući sistem predvidjeti?
5. Predvidja li se prijenos podataka na udaljena mjesta, odnosno mogućnost povezanog rada ovog Centra s drugim elektroničkim računalima u zemljji?
6. Koje oblike rada mora budući sistem omogućiti?

Odgovori na ova pitanja mogu poslužiti kao prethodni filter za izbor sistema.

Veliki sistem Računskog centra Sveučilišta treba imati takvu organizacionu strukturu koja će omogućavati etapno proširenje kapaciteta. To znači da se, ovisno o dinamici razvoja potreba, mogu povećavati kapaciteti vitalnih dijelova sistema.

2. PREDVIDIVI NAČINI KORIŠTENJA SVEUČI- LIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA

2.1. NASTAVNI RAD NA SVEUČILIŠTU

U više navrata i na raznim mjestima konstatiran je veliki manjak stručnog kadra za područje obrade informacija i računske tehnike. Sigurno je da Sveučilišni računski centar mora omogućiti efikasnu izobrazbu stručnjaka raznih profila i to: nastavom II stupnja, nastavom III stupnja, istraživačkim radom, te organizacijom tečaja na različitim nivoima.

Nastava se grubo može podijeliti u četiri oblika:

- nastava iz programiranja;
- učenje pomoću računala (programirana nastava);
- rješavanje matematičko-tehničkih problema;
- nastava iz dokumentaciono-informacione službe.

2.1.1. Nastava iz programiranja

Nastava iz programiranja mora upoznati relativno veliki broj studenata s osnovama upotrebe elektroničkih računala, te s jednim ili s više programskega jezika (FORTRAN, ALGOL, PL/I, COBOL, BASIC). Praktičan rad u okviru ove nastave može se odvijati na dva osnovna načina:

- uz prethodnu pripremu programa ili
- u tzv. konverzacionom obliku

2.1.1.1. Prethodna priprema programa

Praktičan rad na računalu uz prethodnu pripremu programa jest najčešće korišteni oblik nastave. Studenti svoje napisane programe sami buše u kartice i pripremaju pakete kartica za kompletan posao. Bušilice kartica mogu biti raspoređene prema potrebi na različitim mjestima. Studenti dolaze u RC ili u neku krajnju stanicu s gotovim programima i predaju ih na izvodjenje. Studenti pri tom nemaju direktnog kontakta s računalom.

Obradjeni programi daju se studentima na analizu i eventualne korekcije. U RC stoji na raspolaganju odredjeni broj bušilica kartica za ispravljanje programa.

Programi koje pišu studenti kao vježbe obično su vrlo kratki, pa se za veću grupu studenata mogu izvesti (i po više puta u slučaju korigiranja) u odredjenom vremenu, ako se tim poslovima dade prioritet.

Veličina grupe i trajanje rada je određeno organizacijom rada i raspoloživim prostorom u RC.

Osobitosti primjene

- Programi se pripremaju na bušilicama koje mogu biti smještene u RC ili izvan njega (na fakultetima, institutima, u privredi i drugdje). Broj i raspored bušilica može se procijeniti na osnovu broja studenata i opsega nastave.
- U RC treba predvidjeti učionice za smještaj grupa studenata koji izvode svoje programe. Njihova veličina i broj dade se također procijeniti na osnovi gore spomenutih podataka.
- Na računski sistem ne postavljaju se neki posebni zahtjevi za ovu primjenu, ako je to sistem koji ima mogućnost obrade više programa istovremeno (multiprogramiranje).

2. 1. 1. 2. Konverzacioni oblik nastave

Konverzacioni oblik nastave iz programiranja provodi se na taj način da svaki student prilikom vježbanja komunicira izravno s računalom preko ulazno-izlazne jedinice (najčešće teleprintera). Pojedine naredbe programa tipkaju se na pisaćoj tastaturi teleprintera, a dijagnostika sintaktičkih pogrešaka obavlja se istog trenutka. Prednost ovakvog načina rada je, u prvom redu, psihološko-pedagoške naravi i ima odredjene prednosti kad se računalu prvi puta pristupa. Korištenje ovog načina nastave iz programiranja zahtjeva složen računski sistem s mogućnošću pristupa u realnom vremenu (tzv. time-sharing), i ima ekonomsko opravdanje samo ako takav sistem služi još i u druge svrhe (programirana nastava, rješavanje matematičko-tehničkih problema). Nadalje programski jezici, koji se u tom obliku nastave mogu ko-

ristiti nisu standardni jezici za rješavanje matematičko-tehničkih problema (FORTRAN, ALGOL, PL/I), nego pojednostavljene verzije tih jezika (BASIC, JOSS, FOCAL).

Osobitosti primjene

- Programi se unose u računalo u direktnoj konverzaciji.
- Za svakog trenutnog korisnika treba predvidjeti posebnu ulazno-izlaznu jedinicu.
- Programska jezik nije standardan, tako da se tim načinom najčešće omogućuje samo prvi pristup računalu.
- Računski sistem potreban za provodjenje tog oblika nastave je složen, pa za njega postoji opravdanje samo ako je takav sistem potreban i iz drugih razloga.
- Za provodjenje nastave treba predvidjeti posebne učionice opremljene ulazno-izlaznim jedinicama.

2.1.2. Učenje različitih materija pomoću računala

Učenje pomoću računala koje se razvilo iz klasične programirane nastave danas se u svijetu naglo razvija. Motivacije za uvodjenje takve nastave, ili barem za eksperimentiranje s takvom nastavom, očite su: individualan rad studenata odnosno učenika, stalno praćenje napredovanja, oslobadjanje nastavnika od rutinskih poslova, povećana mogućnost naučnog pristupa procesu učenja s metološkog i psihološkog stanovišta itd. Provodjenje takve nastave zahtijeva da svaki student koji trenutno radi koristi posebnu ulazno-izlaznu jedinicu (u ovom slučaju se to ne može izbjegći kao kod nastave iz programiranja). Pomoću posebnih programa pojedinom se studentu preko teleprintera postavljaju pitanja na koja on daje odgovore. Ovisno o odgovorima program za svakog pojedinog studenta postavlja sukcesivno pitanja i sistematski ga vodi kroz razmatranu materiju, vodeći uz to određeni protokol o napredovanju svakog pojedinog studenta.

S tehničkog aspekta učenje pomoću računala zahtijeva da se istovremeno može poslužiti grupa studenata (20-50), tako da svaki student ima na raspolaganju posebnu ulazno-izlaznu jedinicu (najčešće - teleprinter). Računski sistem mora biti takav da može u

relativno kratkom vremenu poslužiti sve studente.

Osobitosti primjene

- Svaki student u toku rada koristi posebnu ulazno-izlaznu jedinicu.
- Računski sistem i program za provodjenje učenja mora biti takav da omogući direktnu konverzaciju student-računalo.
- Za provodjenje nastave treba predvidjeti posebne učionice opremljene ulazno-izlaznim jedinicama. Te iste učionice mogu poslužiti i za učenje programiranja (tač. 2. 1. 1. 2.).

2. 1. 3. Rješavanje matematičko - tehničkih problema

Nastava iz mnogih matematičko-tehničkih predmeta zahtijeva od studenata rješavanje složenih zadataka. Mnogi od tih zadataka zahtijevaju mukotrpne rutinske poslove tako da se bitnim principima ne može pokloniti dovoljna pažnja. Računalo u procesu učenja može poslužiti kao sredstvo za obavljanje rutinskih poslova. Obrada takvih problema je uvod u budući istraživački i praktički rad studenata.

Problemi toga tipa mogu se podijeliti u dvije kategorije:

- Upotreba računala za rješavanje potpuno definiranih problema za koje se može razviti jasan matematički model. Iterativni postupak, koji najčešće karakterizira proces rješavanja problema, dade se pritom prikazati eksplisitno. Rješenje se problema u tom slučaju može potpuno automatizirati.
- Upotreba računala za rješavanje problema koje je vrlo teško, ako ne i nemoguće prikazati eksplisitnim matematskim modelom koji vodi na rješiv (analitički ili numerički) sistem jednadžbi. U tom je slučaju procjena čovjeka odlučna za rješenje problema. Računalo u takvom procesu rješavanja mora dati osnovne elemente za procjenu. Drugim riječima parcijalne postupke koji se dadu algoritmizirati obavlja računalo, a na bazi rezultata parcijalnih postupaka odluku donosi čovjek.

Prva kategorija problema može se rješavati normalnom serijskom obradom ili u direktnom kontaktu s računalom, dok druga kategorija neminovno zahtijeva mogućnost direktnog komuniciranja s računalom ("on-line" primjena).

Serijski način obrade nije skopčan s posebnim zahtjevima u pogledu računskog sistema. Tako reći svaki suvremenih sistem zadovoljava karakteristične potrebe za taj način rada: dovoljnu dužinu riječi, veliku brzinu obavljanja operacija, mogućnost pohranjivanja velikog broja podataka i, što je važno za efikasan rad, mogućnost obavljanja više poslova istovremeno (multiprogramiranje).

Drugi način obrade direktnim komuniciranjem s računalom postavlja posebne zahtjeve na računski sistem. U prvom redu, svaki trenutni korisnik mora raspolagati posebnom ulazno-izlaznom jedinicom pomoću koje vodi konverzaciju s računalom. Najčešće je to teleprinter, a za odredjene namjene grafička ulazno-izlazna jedinica s katodnom cijevi - optička stanica. S obzirom na efikasno korištenje sistema neminovno je da više korisnika istovremeno koriste sistem i da se odgovor računala očekuje u razumno kratkom vremenu, pa je za taj način korištenja potrebno predvidjeti sistem s mogućnošću time-sharinga.

Način rada je u većini slučajeva takav da su programi ili potprogrami za rješavanje određenih problema unaprijed napisani, prevedeni i pohranjeni na neku od vanjskih memorija računala. Korisnik sa svoje ulazno-izlazne jedinice daje računalu samo podatke i traži rješenje problema ili kombinira prema potrebi određene potprograme.

Osobitosti primjene

- Svaki korisnik mora imati posebnu ulazno-izlaznu jedinicu.
- Poželjno je da sistem radi u "time-sharing" modu.
- Gotovi programi ili potprogrami moraju biti smješteni na nekoj jedinici vanjske memorije.
- Duljina riječi mora biti tolika da omogući dovoljnu tačnost.

2. 2. ZNANSTVENI RAD

Korištenje računala u znanstvenom radu vrlo je raznoliko i svi njegovi aspekti ne mogu se pouzdano predvidjeti. Polazeći sa stanovišta traženja karakterističnih osobina koje su od interesa za određivanje parametara sistema, razmotrit će se samo neke mogućnosti upotrebe.

Teško je u ovom trenutku odrediti sve moguće zahtjeve koji će se pojaviti u toku upotrebe sistema. Zbog toga izbor sistema mora rezultirati u vrlo fleksibilnoj konfiguraciji, koja se s vremenom, prema potrebama, može modificirati i proširivati. Međutim, početna konfiguracija mora biti takva da omogući rješavanje svih vrsta problema.

Tipični problemi mogu se grubo podijeliti u dvije kategorije: matematičko-tehničke probleme i probleme koji zahtijevaju određenu obradu velikih količina informacija. Neki problemi (npr. obrada rezultata eksperimenata) hibridnog su tipa.

Prva kategorija problema donekle je obrazložena u tački 2. 1. 3. i ovdje će biti istaknute samo još neke daljnje njene osobitosti, dok se o drugoj kategoriji raspravlja u tački 2. 3., u vezi s organizacijom i korištenjem velikih datoteka.

U obje kategorije primjene mogu se predvidjeti dvije faze rada. Jedna je produktivno korištenje gotovih programa (prije napisanih ili dobivenih) za rješavanje određenih problema, a druga priprema novih programa. S obzirom na veliki kadrovski potencijal u okviru Sveučilišta, može se očekivati da će ovaj drugi način rada biti jako zastupljen. U tomu je i bitna razlika između računskih centara koji obavljaju unaprijed definirane poslove i računskog sistema, koji se mora predvidjeti za Sveučilište.

Procjena rentabiliteta Sveučilišnog RC postaje time, u neku ruku, sekundarni faktor, a primarno je da se korisnicima stavi na raspolaganje što je moguće fleksibilniji i upotrebljiviji sistem.

Posebnu kategoriju u znanstvenom radu čini direktna kontrola eksperimenata u realnom vremenu. Taj aspekt primjene računala teško je uklopiti u računski centar opće namjene i u osnovi je najbolje rješenje da se za takve potrebe koriste manja procesna računala, o čemu treba odlučivati od slučaja do slučaja.

Potrebno je, međutim, predvidjeti mogućnost naknadne obrade rezultata eksperimenata (npr. elektrokardiografije, elektroencefalografije, kristalografije, raznih fizikalnih i kemijskih eksperimentata i sl.). Jedna od mogućnosti je da se ti rezultati prikupljaju nezavisno od računskog centra (malim procesnim računalom ili jednostavnijim konvertorom) i dostavljaju na nekom konvencionalnom ulaznom mediju (bušene kartice, papirna traka, magnetska traka). Alternativna je mogućnost da se podaci prikupljaju direktno u realnom vremenu pomoću velikog sistema računskog centra, što implicira rad u time-sharingu.

Posebno treba naglasiti da je za neke matematičko-tehničke probleme naročito interesantan grafički prikaz rezultata i da se sva-kako moraju predvidjeti grafičke izlazne jedinice, kako "pasivne"-inkrementalne crtače tako i optičke stanice, e da bi se omogućila direktna komunikacija čovjek-računalo, kao što je to već argumen-tirano u tački 2. 1. 3.

Osobitosti primjene

- Odabrani sistem mora biti takav da omogući fleksibilno koristenje, tj. da može raditi u serijskom modu (batch processing), teleprocesingu i u modu s podjelom vremena (time-sharing).
- U/I_Z jedinice su uglavnom odredjene s ostalim primjenama. Od naročitog su interesa grafičke U/I_Z jedinice.
- U zgradi RC treba predvidjeti određeni broj radnih mesta za korisnike.
- Treba razmotriti potrebu da određeno vrijeme u toku dana testiranje novih programa ima prioritet.

2. 3. VELIKE DATOTEKE

Vrlo brz i velik razvoj znanosti i tehničkih dostignuća u svijetu donio je velike teškoće na području rada s dokumentacijom, knjigama, časopisima itd., kako u pogledu njihova čuvanja, tako i u pogledu brzog, adekvatnog i efikasnog pribavljanja informacija za željeno područje.

Značajne odluke u pogledu daljeg rada i razvoja donose se u danasne vrijeme na temelju odgovarajućih informacija dobivenih obradom velikog broja podataka.

Primjena računala na području ekonomskih znanosti, medicinske statistike i dijagnostike, bibliotekarstva, dokumentalistike itd. usko je vezana s problemom organizacije velikih datoteka. Sve bolje izvedbe i svojstva računala kao i sve veći zahtjevi korisnika uvjetuju traženje programskih rješenja za što bolje iskorištenje sistema. Programi i programski jezici nastoje se načiniti takvima da komunikacija čovjeka s računalom bude što jednostavnija i neposrednija, a da pri tome organizacija datoteka bude što funkcionalnija. Primjena računala na ovom području traži i odgovarajuću konfiguraciju.

Kratko rečeno, digitalno računalo na ovom području primjene služi za

- pohranjivanje velikog broja podataka,
- obradu podataka.

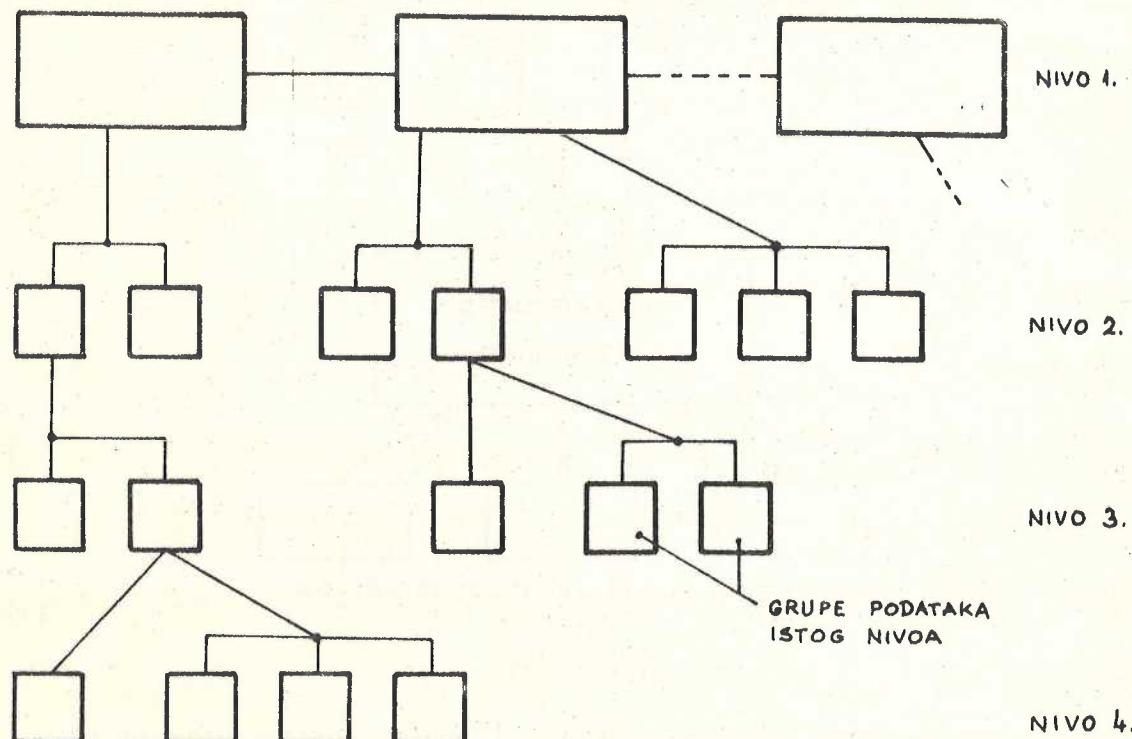
Na temelju postavljenih zahtjeva računalo, koristeći podatke u datoteci, odabiranjem, računanjem, i drugim obradama podataka - daje informacije korisnicima.

2. 3. 1. Organizacija velikih datoteka

Kod velikih datoteka nastoji se optimalno riješiti pitanje organizacije i vrste memorije s aspekta ekonomičnosti (cijene) i efikasnog rada. U pravilu cijene memorija obrnuto su proporcionalne vremenu pristupa. Stoga se memorije za velike datoteke organiziraju na hijerarhijskom principu. Podaci koji se često traže smještaju se u memorije s kraćim vremenom pristupa (bubanj, disk), a oni podaci koji se rijedje traže smještaju se u memorije s duljim vremenom pristupa (magnetska traka, magnetska kartica). Hijerarhijska organizacija prikazana je shematski na slici 2.1.

U vezi s datotekama treba riješiti u danom slučaju još niz drugih problema, kao što su: indeksiranje, izmjene, dopune, način pronalaženja i pregrupiranja podataka itd.

Prema informaciji koju zahtijeva korisnik, koriste se grupe po-



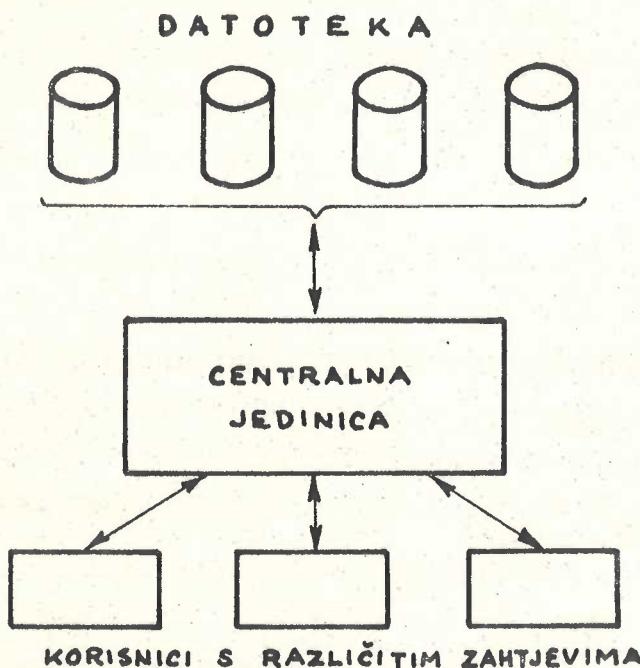
Slika 2.1.

dataka u datoteci do određenog nivoa. Na temelju podataka u datoteci, računalo na postavljeni zahtjev prikladnim postupcima formira odgovarajuću informaciju.

U sistemima s velikim datotekama čest je slučaj da se na temelju jedne te iste grupe podataka u datoteci trebaju formirati po sadržaju, obliku i kvaliteti različite informacije, ovisno o zahtjevu, odnosno svrsi (sl. 2.2).

2. 3. 2. Programska podrška i komunikacija čovjek - računalo

Poseban problem koji se treba riješiti u slučaju upotrebe računala za razmjenu informacija na temelju velikih datoteka, jest pitanje što jednostavnije i neposrednije komunikacije čovjeka (korisnika) i računala. Rad bi bio suviše mukotrpan i dug za ovu primjenu kad bi se moralo programirati na nekom od programske jezika. Stoga je, naročito u zadnje vrijeme, razvijen niz posebnih programa predviđenih za upotrebu u sistemima za razmjenu informacija, za rad s velikim datotekama. Kod takvih programa vremena potrebna za primanje i obradu podataka osta-



Slika 2.2.

ju nepromijenjena, ali se radikalno smanjuje vrijeme potrebno za pripremu ulaznih podataka. Iako je razvijen veliki broj takvih programa, može se reći da niti jedan od njih nije univerzalan, iako se to nastojalo ostvariti. Svaka specifična primjena traži, ako ništa drugo, odredjena prilagodjivanja. Daljnja istraživanja na tom polju su nužna.

Komunikacija čovjeka i računala pojednostavnjuje se, s druge strane, i raznim novim tehničkim rješenjima za ulazno-izlazne jedinice, kao što je to opisano u tački 3.2.3.

2.3.3. Računalo u biblioteci i informacionom centru

Računalo koje poslužuje biblioteku

- ispisuje referencije prema decimalnoj klasifikaciji, piscu, ili određenom pojmu (keyword, descriptor),
- ispisuje posudjene materijale, posebno one kojima dospijeva rok vraćanja,
- može direktno komunicirati s korisnikom i evidentirati posudbe i povrat materijala.

U informacionim centrima mogu se izradjivati specijalizirani katalogi ili snimati trake sa sredjenim podacima za određeno, željeno područje.

Računalo može preuzeti i niz drugih, sekundarnih aktivnosti u biblioteci odnosno informacionom centru, kao što su registracije i sravnjivanje narudžaba i računa, planiranje sredstava, prostora itd.

U slučaju vrlo velikih centara, manje traženi, kao i opširniji podaci mogu se čuvati u arhivu magnetskih traka, odnosno magnetskih kartica. Računalo treba imati u svojoj priključenoj memoriji zapisano koja se područja nalaze na pojedinim trakama (svaka traka ima svoju oznaku). Na određeni zahtjev računalo traži odgovarajuću traku na čitanje.

Pitanje automatizacije poslovanja manjih, npr. fakultetskih knjižnica, moglo bi se, ako ne potpuno onda djelomično riješiti i manjim računskim strojem s manjom memorijom. U slučaju velikih datoteka prijeko je potrebno veliko računalo koje jedino može posluživati velike memorije.

U pogledu formiranja datoteka i obrade podataka problematika je slična i u medicinskim informacionim i dijagnostičkim centrima.

Kod pripreme podataka za velike datoteke, naročito u bibliotekarstvu, pogodni su adaptirani pisaći strojevi, koji uz originalni dokument usput buše i papirnu traku ili kartice (npr. flexowriter).

2. 3. 4. Primjena računala u suvremenom poslovanju i ekonomici

U veliku datoteku digitalnog sistema mogu se smjestiti velike količine podataka. Zadatak je sistema da na traženje dade odgovarajuće informacije. Informacija se formira u digitalnom sistemu na temelju uskladištenih podataka, u datoteci. Kvaliteta informacija ovisi o nizu faktora. Vrlo je važno kome je informacija u složenoj strukturi privredne organizacije namijenjena. Na temelju jednih te istih podataka računalo može na određene zahtjeve predvidjene programom, odabiranjem i raznim računskim i drugim operacijama pripremiti različito formirane informacije. Svaka je informacija tako pripremljena da odgovara mjestu gdje je potrebna.

Prema tome, istraživanja i razvojni radovi na polju ekonomike takodjer se najčešće svode na rad s velikim datotekama i na rea-

lizaciju sistema za razmjenu informacija.

Neka ovdje bude spomenuta i studentska služba koju treba formirati na nivou Sveučilišta i koja takodjer traži organizaciju velike datoteke.

2. 3. 5. Mogućnosti u vezi s računskim centrom Sveučilišta

S obzirom na posluživanje velikih datoteka, sistemi za razmjenu informacija u pravilu trebaju velike konfiguracije. Sveučilišni računski centar trebao bi biti tako opremljen da omogući istraživanja na spomenutim problemima, kako bi se dobili praktički odgovori na ključna pitanja i solidno pripremio rad u eventualnim novim centrima u budućnosti. To znači da Sveučilišni računski centar treba imati

- centralnu jedinicu velikog kapaciteta (što je uvjetovano i drugim primjenama takodjer) koja će omogućiti rad s velikim datotekama,
- odgovarajući broj raznih tipova vanjskih memorija i ulazno-izlaznih jedinica.

U sistemima za razmjenu informacija interesantni su i potrebni (posebno ako se radi o istraživanju) razni mogući načini rada računala; serijska obrada, multiprogramiranje, rad preko telekomunikacijskih veza i rad s podjelom vremena.

Detaljne odgovore treba dati idejni projekt na bazi istraživanja svih mogućnosti na polju bibliotekarstva, dokumentalistike, razmjene informacija, ekonomskih, društvenih, političkih, medicinskih i drugih znanosti. Pri tome treba voditi računa o trendovima razvoja i usmjeriti rad na pripremu kadra i pripremu za stvaranje velikih datoteka.

U idejnem projektu trebat će takodjer dati konačan odgovor da li će Sveučilišni računski centar moći posluživati Nacionalnu biblioteku. Sigurno je da on to treba i može u početku. Tu će se moći formirati datoteke i razviti sistem, što poslije može poslužiti za eventualno formiranje posebnog centra.

2. 4. OSTALI PREDVIDIVI NAČINI KORIŠTENJA

Računski centar Sveučilišta morao bi preuzeti i administrativno, materijalno i finansijsko poslovanje Sveučilišta, uključujući i studentsku dokumentaciju. Takvo poslovanje zahtijeva da se predviđi odgovarajuća ulazno-izlazna stanica na mjestu koje bi bilo pogodno za organizaciju takve centralne službe. Bilo bi potrebno analizirati organizacione i tehničke aspekte takve koncepcije.

Suvišak radnog vremena koji se možda može očekivati u prvoj fazi korištenja mogao bi se iskoristiti za obavljanje rutinskih poslova raznim korisnicima na komercijalnoj osnovi.

3. SVOJSTVA SUVREMENIH RAČUNSKIH SISTEMA

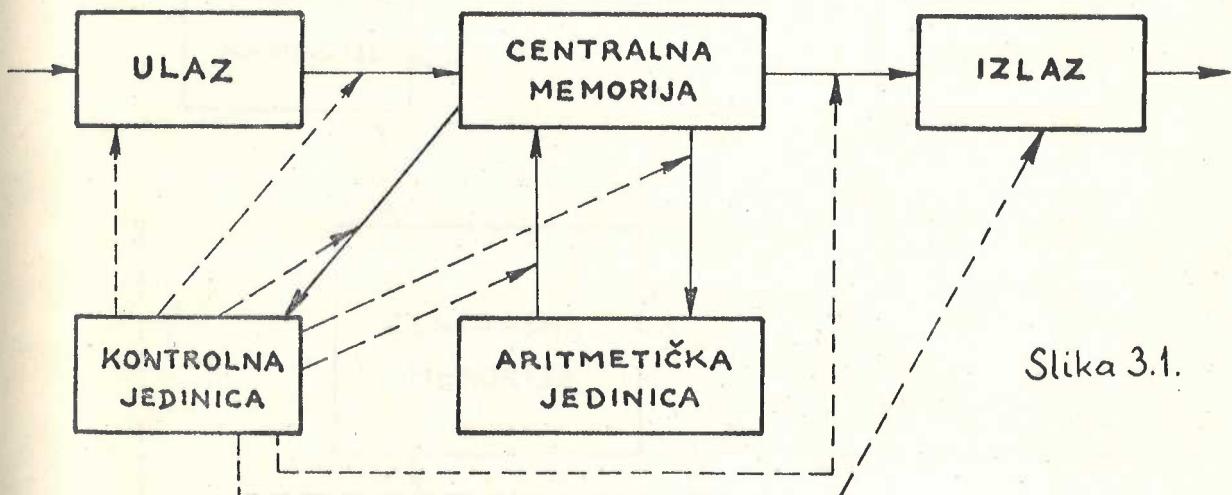
3.1. OPIS SISTEMA I NAČIN RADA

Za razmatranje pojedinih načina korištenja potrebno je poznavati organizaciju i način rada računskih sistema. Kod sistema treba обратити pažnju на dva aspekta:

- na sam uredjaj (hardware) i
- na programsku podršku (software),

koji čine organsku cjelinu.

Blok-dijagram klasičnog računskog sistema prikazan je na slici 3.1. Tok informacija označen je punom linijom, a upravljačke funkcije crtkanom linijom.



Slika 3.1.

Centralni dio čitavog sistema je memorija. Ona pod kontrolom kontrolnog sklopa direktno prihvata ulazne podatke odnosno direktno izdaje izlazne podatke.

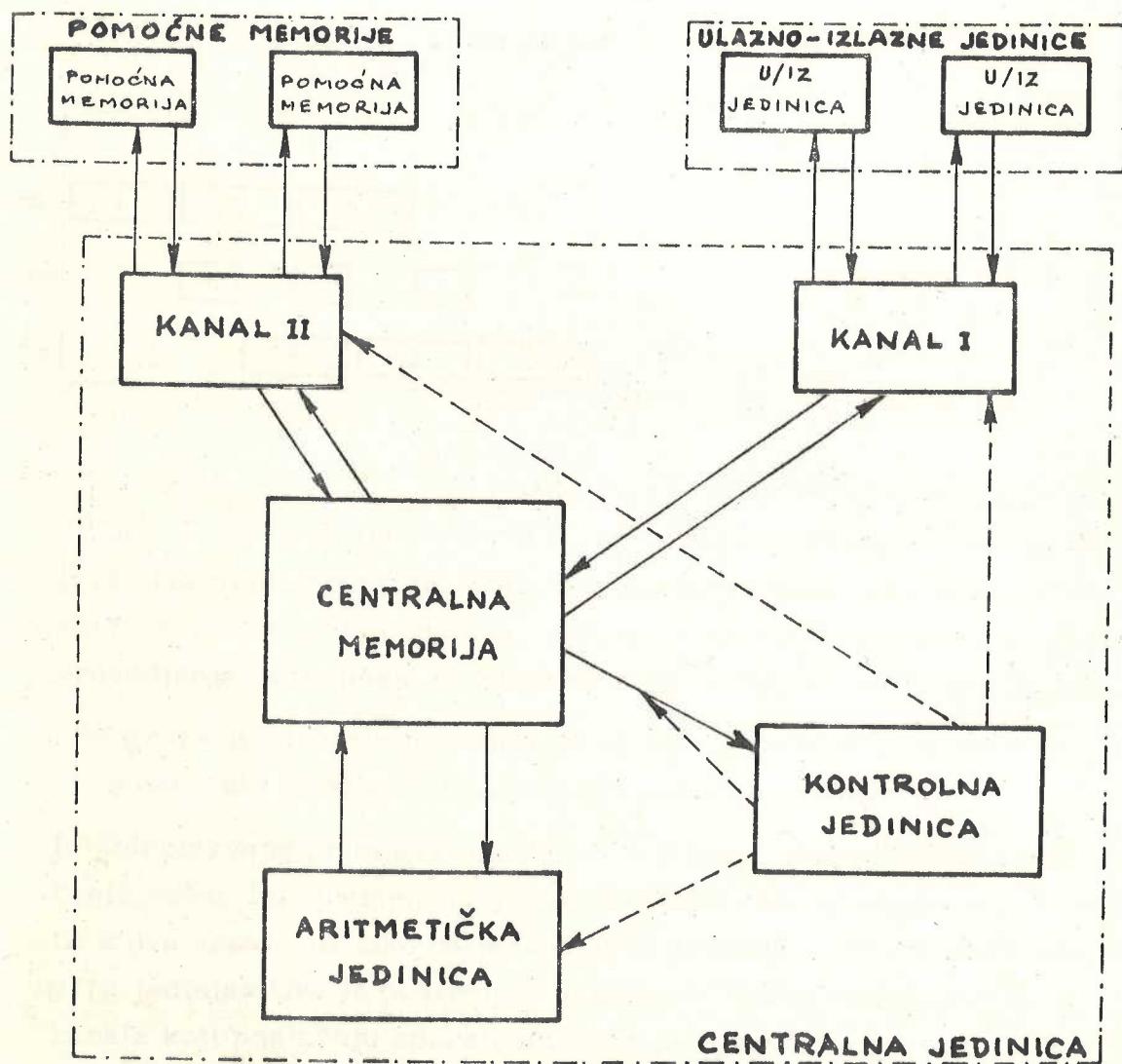
Kontrolni sklop analizira program iz memorije i koordinira potrebne operacije. Aritmetička jedinica preuzima pod kontrolom kontrolnog sklopa podatke iz memorije i nakon obrade vraća ih nazad u memoriju.

Svi prijenosi podataka (ulaz - izlaz) angažiraju čitav sistem tako da je ukupna efikasnost sistema ograničena. Takvu organizaciju imaju računala tzv. prve i druge generacije i ovdje se ona spominje samo zato da se istaknu bitne osobine suvremenih račun-

skih sistema.

Suvremeni sistemi (tzv. sistemi treće generacije) osim što su karakterizirani većom brzinom rada i većim kapacitetom, unose i novu koncepciju pri prijenosu podataka.

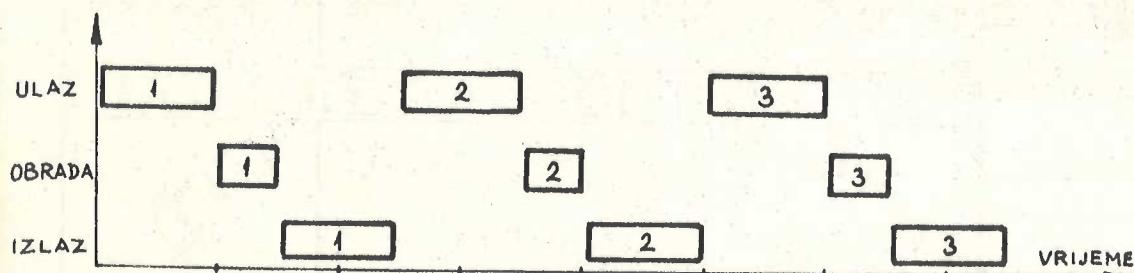
Veza izmedju pojedinih ulazno-izlaznih jedinica i memorije kao i vanjskih pomoćnih memorija i centralne memorije ostvaruje se pomoću kanala. Načelna blok-shema takva sistema prikazana je na slici 3. 2. s istim značenjima strelica.



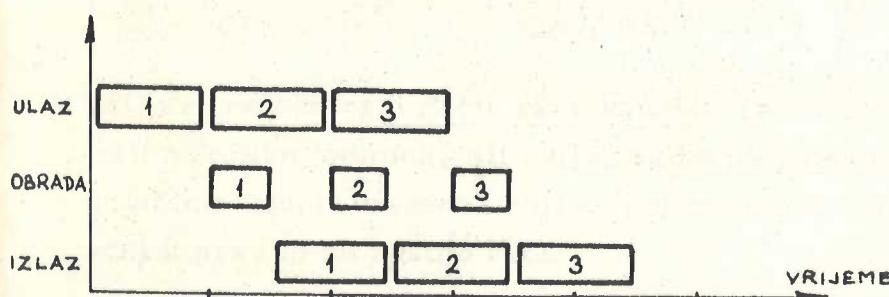
Slika 3.2.

Kanal je subsistem koji kad je jedanput aktiviran, samostalno vrši prenos podataka iz glavne memorije u periferne jedinice. S toga aspekta je on sličan malom računalu koje ima vlastitu kontrolnu jedinicu i vlastiti dio u memoriji. Dalji razvoj ove ideje kod vrlo

velikih sistema vodi na samostalna satelitska računala koja pripremaju i prenose podatke velikom centralnom računalu. Kolika je važnost ove koncepcije za način rada može se ilustrirati primjerom.



Slika 3.3.a



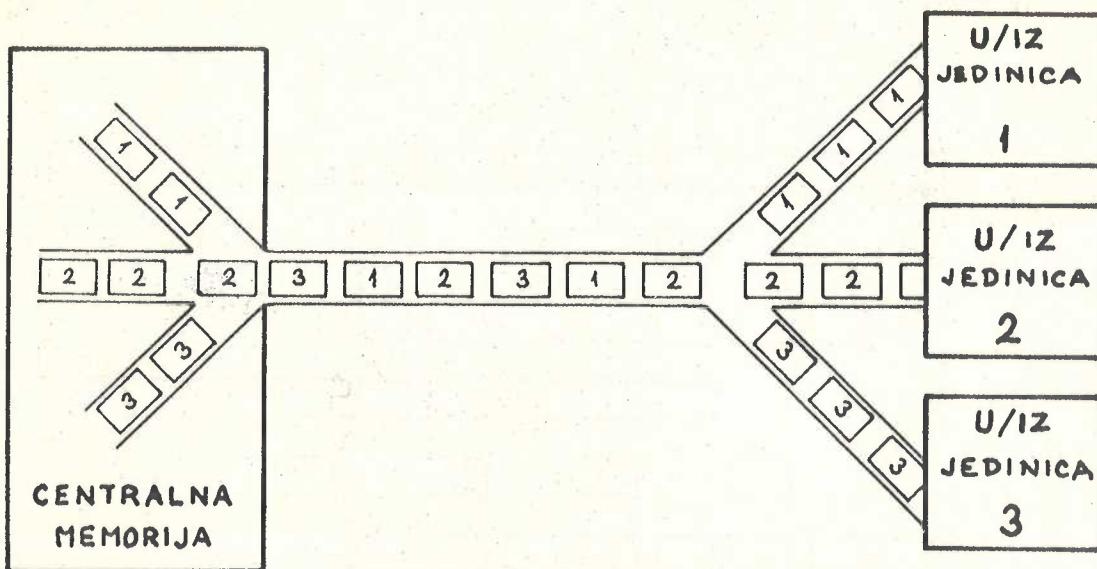
Slika 3.3.b

Slika 3.3. a prikazuje vremenski tok nekog programa koji se sastoji iz niza ulaza podataka, obrade i izlaza podataka za sistem s direktnim prijenosom podataka, dok je na slici 3.3. b prikazan način provođenja istog posla na sistemu s kanalima za prijenos podataka.

Ova grupa ilustracija pokazuje da se na taj način dobiva znatno na vremenu, što je odlučno za efikasno korištenje sistema.

Iz jednostavnog primjera na slici 3.3. b može se već uočiti da je često nužan istovremeni prijenos podataka, što se može ostvariti ili s dva kanala ili tako da jedan kanal poslužuje istovremeno više U/IZ jedinica. Ova je posljednja mogućnost često zastupljena kod kanala koji poslužuju spore periferne jedinice (čitači i bušači kartica, štampači i sl.). To su kanali s višestrukim korištenjem. Brzina kojom kanal može prenositi informaciju tolika je da on u zaustopce može posluživati nekoliko U/IZ jedinica. Tok informacije u takvom kanalu ilustriran je na slici 3.4.

Prijenos podataka između centralne memorije i pomoćnih memorija obavlja se, međutim, znatno brže, pa se u tom slučaju kori-



Slika 3.4.

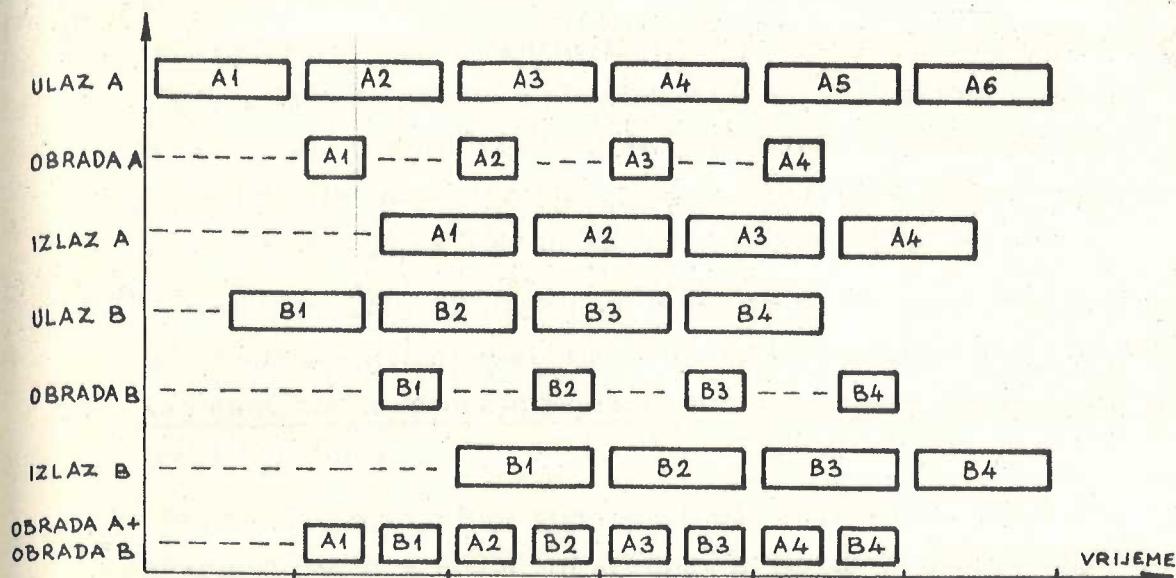
sti tzv. selektorski način rada kanala. Takav kanal može poslužiti nekoliko jedinica, ali uvjek samo po jednu uzastopce. Drugim riječima kvanti vremena koji se pridružuju određenoj U/IZ jedinici u pravilu su znatno veći.

Tendencija za povećanjem efikasnosti dovela je do koncepcije multiprogramiranja. Kod računala s mogućnošću multiprogramiranja nalazi se istovremeno nekoliko programa u centralnoj memoriji i oni se izvode naizmjence. Ideja multiprogramiranja razvila se na osnovu slijedećeg razmišljanja: Čak i kod modernih sistema, gdje se prijenos podataka vrši preko kanala, nije centralna jedinica potpuno iskorištena. U pravilu ulaz i izlaz podataka zahtijevaju više vremena, nego obrada. Ilustracija te konstatacije je dana na sl. 3.3.b.

Izmedju pojedinih faza obrade centralna jedinica je određeno vrijeme neaktivna. To vrijeme može se iskoristiti za obradu nekog drugog ili nekoliko drugih programa.

Slika 3.5. prikazuje tok rada s dva programa koji se izvode multiprogramirano. Radi jednostavnosti pretpostavljeno je da svaki od programa troši 50% vremena. Osnovna pretpostavka za taj način rada je da višestruke ulazno-izlazne jedinice mogu raditi simultano. Najčešća realizacija tog principa je takva da se jedan od programa koji zahtijeva mnogo računa, a malo ulazno-izlaznih operacija izvodi kao osnovni program (background program). On angažira centralnu jedinicu uvjek kad ostali programi obavljaju

promet podataka.



Slika 3.5.

Naravno, i uz ovakav način rada pojavljuje se neki gubitak vremena. Osim toga potrebno je odredjeno vrijeme da se obave poslovi protokoliranja kod prebacivanja s jednog posla na drugi.

Za dobro provodjenje multiprogramiranja postavljaju se uvjeti na izvedbu računala (npr. dobro organizirani kanali) kao i na programsku podršku koja omogućuje takav rad. Programska podrška mora biti takva da optimalno rasporedi posao s obzirom na iskorištenje sistema, što u općem slučaju nije jednostavno. Osim toga ta podrška zahtijeva odredjeni prostor kako u centralnoj tako i u periferijskoj memoriji. Zbog toga takav način rada ima smisla primijeniti tek kod većih sistema.

Koncepcija multiprogramiranja u svom izvornom obliku orijentirana je primarno na optimalno iskorištenje stroja, ne vodeći toliko računa o korisniku.

Ako se računalo koristi u većem sistemu, gdje ono mora raditi na zahtjev različitih korisnika koji mu pristupaju u proizvolnjem vremenu s vrlo različitim problemima, tada se i način rada mora tomu prilagoditi. Podaci koji moraju biti obradjeni mogu biti vrlo različitog volumena i frekvencije dolaženja. Oni mogu biti dostavljeni preko telekomunikacijske veze ili direktno preko ulazno-izlazne jedinice, i to na pobudu računala ili samostalno. Isto tako način obrade može varirati od jednostavnog prikupljanja ili

izdavanja podataka do intenzivnog računskog postupka. Nadalje, često se postavljaju odredjena ograničenja s obzirom na vrijeme izvodjenja odredjene operacije. Ako je vrijeme izvodjenja vrlo kratko, tada se govori o sistemu koji radi u realnom vremenu (real-time). U definicijama takvih sistema vrijeme odziva varira od nekoliko desetaka milisekunda do desetak minuta - ovisno o tome koliko je za koju primjenu vrijeme odziva odlučno.

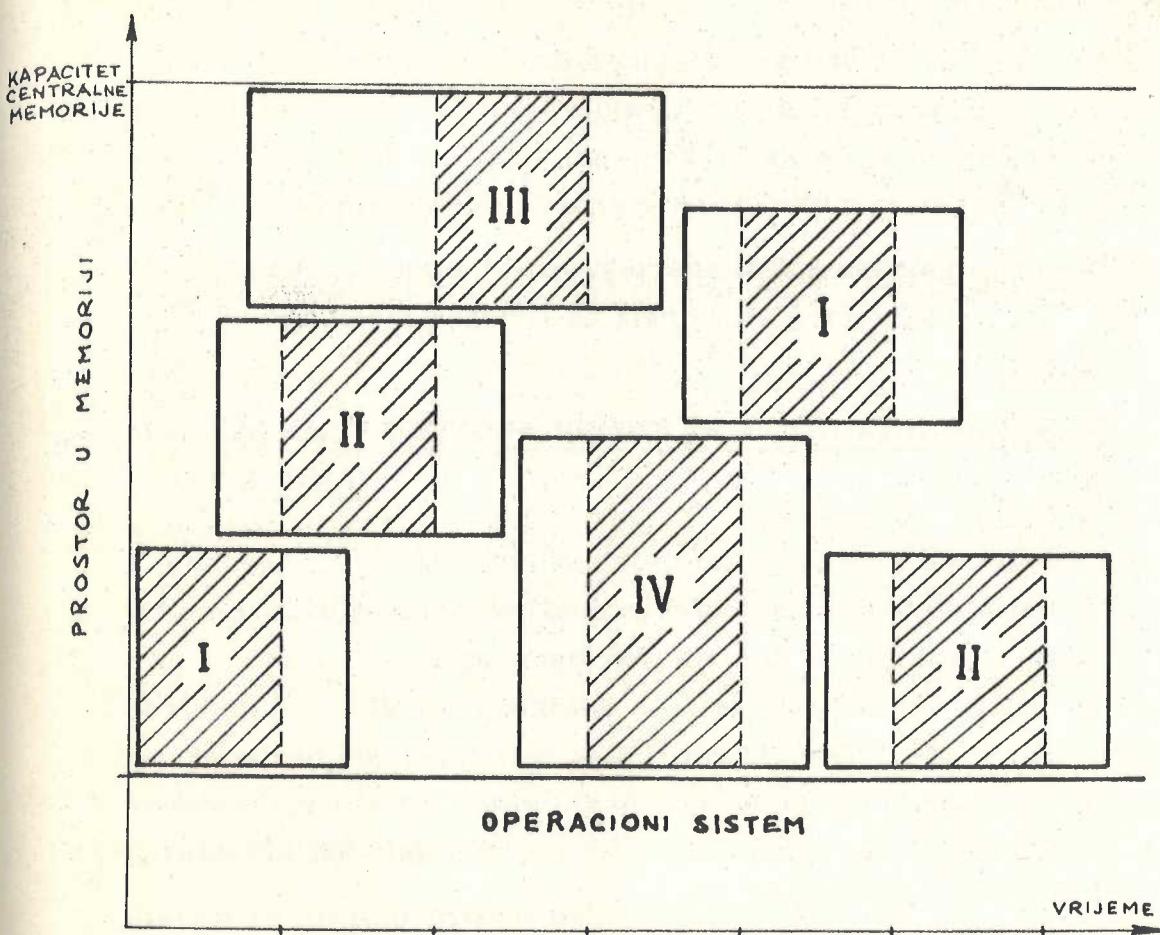
U ovakvom načinu primjene ne može se voditi samo računa o optimalnom iskorištenju stroja, nego se taj optimum mora tražiti kao kompromis između najekonomičnijeg rada i zadovoljenja potreba korisnika.

Sistemi koji omogućuju takvu upotrebu rade u tzv. modu time-sharinga (modu s podjelom vremena). Korisnik dobiva odgovor na postavljeni zahtjev u vrlo kratkom roku, tako da stječe dojam kao da sam koristi računalo. S druge strane, računalo mora poslužiti više korisnika, i to u relativno kratkom vremenu.

Povoljan način rada je neka vrsta multiprogramiranja, s tim da se odredjeni programi moraju prekidati na trenutni zahtjev korisnika. Budući da svi programi za koje postoji trenutna potreba ne mogu stati u centralnu memoriju, to se time-sharing svodi na podjelu i vremena i prostora među korisnike, što je ilustrirano slikom 3. 6. U raspoloživi prostor u memoriji može se smjestiti više programa koji se uzastopce izvode.

Oni programi koji se trenutno ne koriste, smještaju se na neku od vanjskih pomoćnih memorija (magnetske diskove ili češće bubnjeve) i ponovno vraćaju u centralnu memoriju kad je to potrebno.

Kod ponovnog smještanja u centralnu memoriju isti program ne mora doći na isto mjesto (npr. program I). Na slici 3. 6. šrafigirana površina predstavlja vrijeme u kojem je program aktivan, a u preostalom dijelu program je u memoriji neaktivran. Čitav taj proces kontrolira i sprovodi kontrolni program tzv. operacioni sistem (ili egzekutivni sistem). Ne ulazeći u detalje, treba naglasiti da je za svaki transport programa u i iz centralne memorije potrebno stanovito vrijeme i da ukupno uzevši to parazitno vrijeme može znatno smanjiti ukupnu propusnu moć sistema (kod nekih sistema taj gubitak vremena iznosi i 60%), što predstavlja osnovni nedostatak takva načina rada. Postoji stalna tendencija usavrša-



Slika 3.6.

vanja računskih sistema, i u tehničkom pogledu i u pogledu programske podrške kako bi se ekonomičnije realizirao takav način rada, koji sa stanovišta korisnika sigurno ima velike prednosti, a za neke specijalne namjene predstavlja i jedino rješenje.

Konačna odluka o načinu rada je kompromis izmedju zadovoljavajućeg usluživanja korisnika i ekonomičnog korištenja sistema. Sistema može npr. odredjeno vrijeme dana raditi u modu s vremenskom podjelom, a preostalo vrijeme obavljati obradu serijskim modom. Naravno da je ovo ostvarivo samo ako računski sistem i programska podrška to omogućuju.

Kao zaključak o načinu rada može se konstatirati da suvremeni sistemi mogu u principu raditi na dva osnovna načina:

1. Serijskom obradom (batch processing), kod koje se poslovi obavljaju na način koji najefektivnije iskorištava računalo.

1. a. Programi odnosno podaci mogu se za serijsku obradu uvoditi u računski sistem i sa udaljenih krajinjih stanica (t. 3. 2. 4.). Takav način rada nazvan je teleprocesingom (teleprocessing, remote - batch processing).
2. Obrada s podjelom vremena (time-sharing), koja je uglavnom pogodna sa stanovišta korisnika.

3. 2. KARAKTERISTIČNA SVOJSTVA POJEDINIХ DIJELOVA SISTEMA

Vrednovanje nekog računskog sistema može se djelomično provesti na osnovu karakterističnih parametara pojedinih dijelova sistema, te različitih mogućnosti povezivanja tih dijelova u sistem. S obzirom na to da se egzaktnija analiza sistema može provesti samo za odredjene unaprijed definirane aktivnosti, to je ovaj način vrednovanja često i jedini. Zbog toga je potrebno navesti najvažnije karakteristike sistema.

Sistem se može podijeliti na:

- centralnu jedinicu (central processing unit - CPU),
- pomoćne memorije (auxiliary storage),
- ulazno-izlazne jedinice (input - output devices).

3. 2. 1. Centralna jedinica

Centralna jedinica sastoji se iz centralne ili glavne memorije (main memory), aritmetičke jedinice (arithmetic unit), kontrolne jedinice (control unit), te kanala (data channels) za prijenos podataka u i iz centralne memorije.

Osnovne karakteristike centralne jedinice jesu:

- a) veličina centralne memorije izražene u broju bytova (skupine od po 8 bita) ili riječi (tipično od 4000 do 500 000 riječi);
- b) duljina pojedine riječi (tipično od 16 do 60 bita, kod računala organizirana po bytovima riječ čini 2 do 8 bytova);
- c) vrijeme pristupa centralnoj memoriji (red veličine 1 mikrosekunde);

- d) prosječna brzina obavljanja aritmetičkih operacija
(od 100 000 do milijun operacija u sek);
- e) broj i vrsta kanala za prijenos podataka (tipično od 1 do 16).

Neke se daljnje karakteristike centralnih jedinica ne daju kvantitativno izraziti, npr.: je li centralna jedinica izvedena tako da omogućuje dobru realizaciju multiprogramiranja odnosno time-sharinga, dade li se centralna jedinica pogodno spregnuti s drugom i sl.

Neke od spomenutih karakteristika su za odredjenu centralnu jedinicu fiksirane, dok se druge mogu u odredjenim granicama odabrati i u toku eksploatacije mijenjati. Tako se npr. centralna memorija može u koracima povećavati od neke minimalne do maksimalne granice. Isto tako broj kanala za prijenos podataka može se odabrati u ovisnosti o broju ulazno-izlaznih jedinica i pomoćnih memorija.

3. 2. 2. Pomoćne memorije

Za obavljanje složenijih operacija računski sistem osim centralne memorije, koja je po svom kapacitetu ograničena, mora raspolažati i pomoćnim memorijama. Iz pojednostavljenog prikaza rada u tački 3.1. mogu se nazreti osnovne funkcije pomoćnih memorija.

1. Na pomoćnu memoriju smještaju se operacioni programi koji kontroliraju rad sistema, tj. programska podrška. Pojedini dijelovi tih programa smještaju se prema trenutnoj potrebi u centralnu memoriju.
2. Svi programi spremni za izvodjenje pohranjeni su u pomoćnu memoriju i u trenutku izvodjenja smještaju se u centralnu memoriju. Kad sistem radi s multiprogramiranjem ili u time-sharingu, prijenos u centralnu memoriju i nazad obavlja se više puta u toku izvodjenja programa.
3. Pomoćne memorije služe kao "papir za šaranje" u toku prevodjenja programa s izvornog jezika u strojni jezik.

4. Vrlo važna funkcija (često navadljana kao osnovna) pomoćnih memorija je pohranjivanje velikog broja podataka, koji moraju biti dostupni u kratkom vremenu. Ti podaci mogu biti stalno prisutni, organizirani u tzv. datoteke (data files) ili mogu biti samo trenutno prihvaćeni od neke ulazne jedinice, odnosno priredjeni za izlaz na neku od izlaznih jedinica, čime se donekle smanjuje raskorak u brzini izmedju centralne memorije i U/IZ jedinice.

Pomoćne memorije izvedene su tako da je magnetski materijal nanešen na neku podlogu i da se odgovarajućim magnetiziranjem u taj materijal magnetskim glavama upisuje i čita potrebna informacija.

Taj princip realiziran je na različite načine, pa postoje:

- magnetske trake;
- magnetski diskovi;
- magnetski bubenjevi;
- magnetske kartice.

Osnovni parametri za karakteriziranje vanjskih memorija su kapacitet (izražen u broju znakova odnosno bytova i brzini kojom se do nekog podatka može doći, tzv. brzini pristupa, te brzini prijenosa izraženoj u broju znakova po jedinici vremena). Brzina pristupa ovisi o mehaničkoj izvedbi memorije i načinu kako se glava za čitanje dovodi do odgovarajuće geometrijske koordinate.

Što se tiče brzine pristupa, magnetska traka čini jednu kategoriju, a preostale tri vrste drugu kategoriju. Naime, vrijeme pristupa do nekog podatka na traci može biti znatno u usporedbi s vremenom pristupa kod druge kategorije i ovisi o tome gdje je odredjen podatak na traci smješten. U najgorem slučaju potrebno je premotati cijelu traku da bi se do nekog podatka doprlo, što može trajati i do 4 minute, ovisno o duljini trake i o brzini prematanja. Podaci koji su fizikalno smješteni jedan uz drugi mogu se međutim prenosi u zastopce brzinom od 3000 do 300 000 znakova/sek. Za takvu primjenu tzv. sekvencijalni prijenos podataka magnetska traka je vrlo pogodna.

Ostale izvedbe vanjskih memorija omogućuju da se do bilo kojeg podatka (odnosno geometrijskog mesta) pristupi u kratkom vremenu (naročito u usporedbi s magnetskom trakom), koje nezнатно ovisi o geom. smještaju, pa se ta grupa memorija naziva memorija s direktnim pristupom (random access storage). Tipične vrijednosti kapaciteta (u znakovima odnosno bytovima), vremena pristupa i brzine sekvencijalnog prenosa geometrijski grupiranih podataka za tu grupu memorija ilustrirana su tablicom 3.1.

Tablica 3.1.

Tip memorije	Kapacitet (mil. znakova)	Vrijeme pri- stupa (msec)	Brzina prijenosa (tisuće znakova/ sek)
Magnetski disk	5 - 15	50 - 200	50 - 1200
Magnetski bubanj	5 - 20	2 - 20	tipično 300
Magnetske kartice	300 - 800	300 - 800	50 - 60

Zajedničko svojstvo magnetskih traka, diskova i kartica je da se mogu zamjenjivati, tj. da se određeni podaci ili programi mogu pohranjivati u arhiv i ponovno koristiti kad je to potrebno, dok se magnetski bubanj u te svrhe ne koristi.

Svaka od navedenih vrsta vanjskih memorija ima neke osobitosti, koje određuju njenu namjenu, osobito kada se uzmu u obzir i ekonomski faktori. Očito je npr. da je magnetski bubanj vrlo pogodan za privremeno pohranjivanje programa kod time-sharinga, da su magnetske kartice prikladne za pohranjivanje vrlo velikog broja podataka koji svi moraju biti na dohvatu u određenom postupku obrade i sl.

Izbor pomoćnih memorija i njihova pravilna upotreba u sistemu je odlučujući faktor za njegovo efikasno korištenje. Isto tako organizacija velikih datoteka i njihovo smještanje na odgovarajuće vanjske memorije ima odlučan utjecaj na efikasno korištenje sistema za pojedine primjene, što je posebno obradljeno u glavi

2. 3.

Magnetske trake (pa i magnetski diskovi) mogu poslužiti i za razmjenu programa i podataka između računskih centara, tako da je jedinica za čitanje magnetske trake na neki način i ulazna jedinica.

3. 2. 3. Ulagno-izlazne jedinice (U/IZ jedinice)

Komunikacija korisnika s računalom može se vršiti na različite načine preko različitih ulagno-izlaznih jedinica. Najčešće korišteni način za unošenje programa i podataka u računalo jest preko bušenih kartica. Kartice se buše i sortiraju na uređajima (bušilicama kartica) koji su neovisni o računalu. Kad su priredjene, čitaju se na čitaču kartica i bušena informacija prevodi se u oblik pogodan za interni prikaz u računalu. Takav čitač kartica može čitati do 1400 kartica u minuti. Postoji mogućnost da se preko direktno priključene bušilice kartica informacija iz računala predaje u obliku bušene kartice. U usporedbi sa internim brzinama računala, brzina čitanja kartice je vrlo spora, ali je to još uvijek najpogodniji način unošenja podataka. Postoji mogućnost, koja se u zadnje vrijeme sve češće koristi, da se nezavisno od računskog sistema izvrši konverzija informacije s bušene kartice na magnetsku traku, što može dovesti do znatnih ušteda u vremenu.

Druga mogućnost za izmjenu informacija s računala je preko bušene papirne trake. Postupak s trakom je jednak postupku s karticama. Nedostatak papirne trake je medjutim u tome što se informacija na njoj ne može lako modificirati i sortirati. Za mnoge primjene, gdje ta potreba nije izražena, traka nalazi svoju primjenu, npr. za odašiljanje ili primanje informacije preko teleprinter-a, za kontrolu numerički upravljenih strojeva, za kontrolu inkrementalnih crtača nezavisno od računala, za unošenje podataka o rezultatima nekih eksperimenata, za pripremu podataka u dokumentaciji istovremeno s pisanjem originalnog dokumenta (npr. pomoću flexowritera), i sl. Za čitanje trake odnosno izdavanje informacija na traku služe čitači i bušači papirne trake čija brzina varira, ovisno o izvedbi, od 25 do 200 znakova u sekundi.

Najčešće korištena izlazna jedinica je tzv. brzi štampač (line printer), elektromehanički uređaj, koji može (prema izvedbi) štampati do 1600 redaka u minuti sa 100 do 160 znakova po retku i to u nekoliko kopija. Raskorak u brzini štampača i interne brzine obrade donekle se ublažava upotreborom više takvih štampača u jednom sistemu i eventualno medjuspremanjem izlaznih informacija na magnetsku traku, kao i kod čitača kartica.

Za konverzacijski pristup računalu pogodna U/IZ jedinica je teleprinter. Brzina unošenja podataka ograničena je brzinom čovjeka, a izlaz pod kontrolom računala iznosi maksimalno 18 znakova u sekundi. Teleprinter se zbog toga koristi samo onda kad postoji potreba za direktnim kontaktom izmedju čovjeka i računala, odnosno kada teleprinter služi kao udaljena krajnja stanica. U posljednjem je slučaju brzina teleprintera kompatibilna s brzinama prijenosa preko standardnih telekomunikacijskih linija.

Za grafički prikaz informacija postoji potreba u mnogim primjenama, naročito u tehničkim disciplinama. Za takvu primjenu vrlo su pogodni inkrementalni crtači (incremental plotter). Tačnost takvih crtača dosiže do 0,0025 inča, s brzinama crtanja do 4,5 inča/sek. Naprave za crtanje spadaju u klasu najsporijih jedinica, pa se i ovdje koristi već spomenuti princip posrednog prijenosa informacija.

Naročito interesantna U/IZ jedinica sa stanovišta komunikacije s računalom jest tzv. optička stanica s katodnom cijevi (graphic terminal, graphic display), na kojoj se informacija dobiva u obliku crteža ili teksta. Pomoću ulazne tastature ili svjetlosnog pera ta se informacija može u određenim granicama modificirati. Izmjena informacija izmedju računala i optičke stanice odvija se velikom brzinom, tako da se na povezivanje te stanice s računalom postavljaju posebni zahtjevi s obzirom na prijenosne linije. Zbog toga je pogodno da takva stanica bude locirana u blizini računala.

U upotrebi je nadalje čitav spektar različitih U/IZ jedinica za specijalne namjene. Neka budu spomenuti razni uredjaji za optičko čitanje oznaka, odnosno čitanje znakova napisanih magnet-skom tintom. U posljednje vrijeme razvijaju se postupci koji povezuju tehniku mikro filmova s računalom. Na taj način omogućuje se pohranjivanje i korištenje velikog broja informacija. Preostaje da se istraži kakva je ekonomičnost naprava toga tipa i kakva je ekonomičnost primjene tih naprava u našim uvjetima.

3. 2. 4. Rad s daljinskim stanicama (Teleprocesing)

U/IZ jedinice mogu biti smještene u neposrednoj blizini računala i mogu biti na njega direktno priključene ili smještene na mjestu udaljenom od računala i organizirane kao daljinske stanice. U posljednjem slučaju veze s računalom ostvaruju se preko telekomunikacionih veza. Ako se kao daleke stanice upotrijebe U/IZ jedinice sa sporim prijenosom informacija (npr. teleprinteri), tada zadovoljavaju standardne telekomunikacijske veze. Za brži prijenos podataka potrebne su specijalne veze.

Daljinska stanica može se sastojati od po volji odabranih U/IZ jedinica. Izbor jedinica ovisi o specifičnoj namjeni pojedine stanice. Najčešće se koristi teleprinter. Ako je pak količina podataka u oba smjera veća koristi se kao ulazna jedinica čitač kartica, a kao izlazna jedinica štampač. U posljednjem slučaju se U/IZ jedinice vežu na liniju preko posebnog uredjaja.

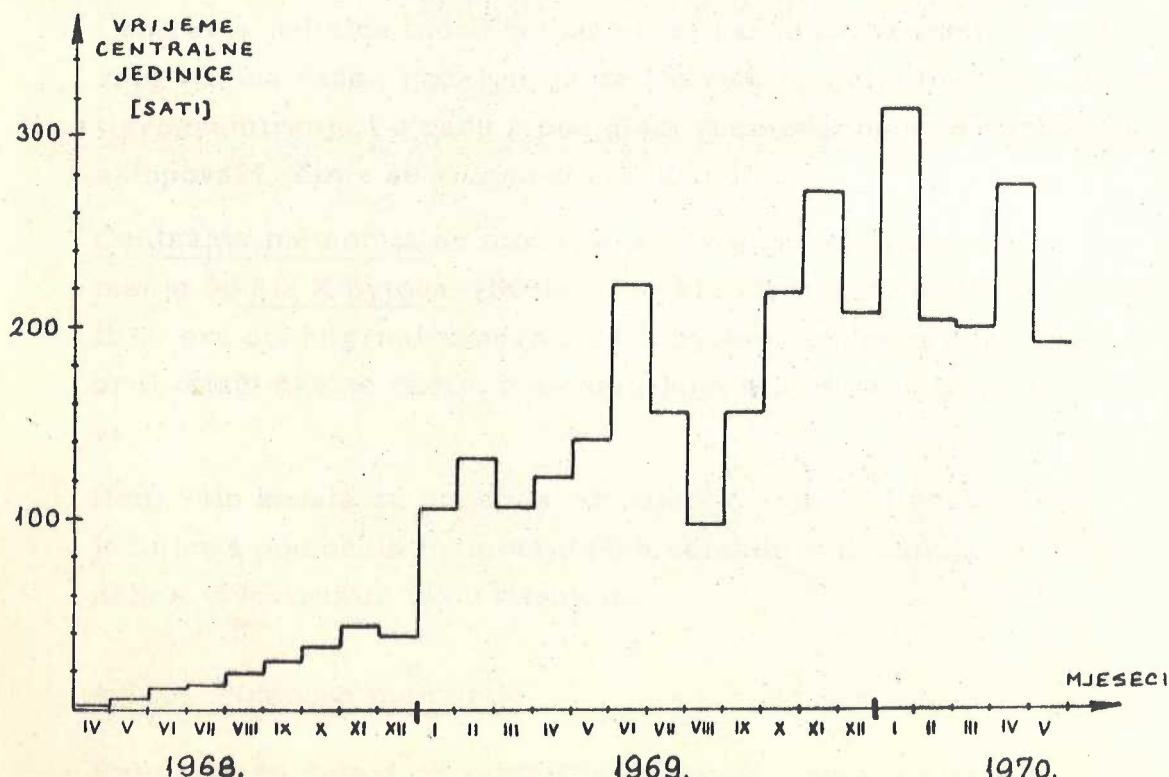
Kao daleka stanica može poslužiti i manje satelitsko računalo, koje u tom slučaju vrši prethodnu obradu ulaznih podataka i predaje ih preko veza centralnom računalu. Taj proces odvija se na isti način i reverzno.

4. OSNOVNA KONCEPCIJA SVEUČILIŠNOG RAČUNSKOG CENTRA

4.1. PREDVIDIVA KONFIGURACIJA RC

Na osnovu razmatranja u glavama 2. i 3. može se zamisliti konfiguracija budućeg Sveučilišnog računskog centra. Idejni projekt čija izrada predstoji mora na osnovu rasprava i kvantitativnog vrednovanja pojedinih potreba preciznije odrediti komponente sistema. Međutim, globalne procjene pojedinih zahtjeva iz glave 2. i parametri sistema opisani u glavi 3. omogućuju da se zamislji približna konfiguracija računskog centra.

Kao osnova za takvu procjenu može poslužiti podatak da prema sadašnjem stanju oko 5000 studenata godišnje mora obaviti osnovnu nastavu na računalu i da opsežniju nastavu mora proći oko 1000 studenata. Osim toga može se očekivati aktivna upotreba računala od strane 300 do 400 postdiplomskih studenata i doktoranada godišnje, te korištenje računala od strane 500 do 800 nastavnika i suradnika Sveučilišta.



Kod planiranja kapaciteta Računskog centra treba voditi računa o tome da se ne mogu predvidjeti sve aktivnosti, niti njihov intenzitet. Iskustva računskih centara (znanstveno-nastavnog tipa naročito) pokazuju da iskorištenje sistema naglo raste u toku rada. Za ilustraciju toga može poslužiti iskorištenje elektroničkog računala na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu prikazano na sl. 4.1.

4.1.1. Opće karakteristike

Prijeko je potrebno da računski sistem omogući već u prvo vrijeme i po tehničkoj izvedbi i po pripadnoj programskoj podršci sve željene vrste upotrebe. Sistem mora biti tako odabran da se u toku povećavanja poslova može prilagoditi nastalim potrebama.

Poželjno bi bilo da sistem omogućuje (i svojim izvedbenim osobinama i programskom podrškom) serijski način obrade (batch processing), teleprocesing (teleprocessing) i rad s podjelom vremenu (time-sharing).

4.1.2. Centralna jedinica

Centralna jedinica mora omogućiti efikasno provodjenje kompleksnog načina rada. Poželjno je da što više funkcija (naročito u multiprogramiranju i u radu s podjelom vremena) bude realizirano sklopovski, čime se znatno ubrzava rad.

Centralna memorija ne može za predviđeni kompleksni rad biti manja od 512 K bytova ($1K=lo24$) i vrlo vjerojatno treba predviđati ne ovu donju granicu nego $lo24$ K bytova, odnosno odgovarajući broj riječi ako se radi o memoriji koja nije organizirana u byteve.

Broj i tip kanala za prijenos odredjen je brojem i vrstom U/IZ jedinica i pomoćnih memorija (4-5 selektorskih kanala, 2-3 kanala s višestrukim iskorištenjem).

4.1.3. Pomoćne memorije

Vrlo lako se dolazi do zaključka da su svi tipovi vanjskih memori-

ja u sistemu potrebni: magnetski diskovi, magnetska traka, magnetski bubenjevi i magnetske kartice, i to:

- 15 - 20 jedinica magnetskih diskova;
- 3 - 4 jedinice magnetske trake;
- 2 magnetska bubenja;
- 1 - 2 jedinice magnetskih kartica

istovremeno priključenih u sistem. Ovisno o odabranom tipu računala može se kao pomoćna memorija predvidjeti i feritna memorija kapaciteta reda veličina centralne memorije.

4.1.4. Ulazno-izlazne jedinice

Glavna ulazna jedinica svakako treba biti brzi čitač kartica a glavne izlazne jedinice 1-2 brza štampača.

Osim toga potrebni su:

- čitač papirne trake i
- bušilica papirne trake;
- bušilica kartica;
- 20 - 30 teleprinteru;
- 1 - 2 inkrementalna crtača (različitih dimenzija);
- 2 - 4 optičke stanice s katodnom cijevi;
- 3 - 5 daljinskih stanica
(u prvo vrijeme možda samo teleprinter, a tek poslijе stanice s čitačem kartica i štampačem);
- 40 - 50 bušilica kartica za pripremu programa i podataka;
- 3 - 4 pisačih strojeva s istovremenim bušenjem papirne trake (flexowriter).

4.1.5. Kriteriji za izbor sistema

Naprijed spomenuti zahtjevi svode broj povoljnih tipova računala na određeni manji broj. Nakon izradbe idejnog projekta moći će se na temelju egzaktnijih analiza potreba odlučiti o nekoliko proizvodača koje treba smatrati potencijalnim dobavljačima sistema.

Za konačnu selekciju moraju poslužiti ovi dodatni kriteriji:

1. Pogodan je onaj proizvodač koji može dobiti što više komponenata sistema, kako bi se izbjegla šarolikost u

uredjajima i time poteškoće u održavanju i eksploraciji.

2. Odabrani sistem mora tehnički biti na liniji razvoja, tako da se uvijek može nadopunjavati novonastalim komponentama.
3. Treba voditi računa o kompatibilnosti s postojećim i planiranim računalima, sistemima i podsistemima unutar Sveučilišta i izvan njega.
4. Programska podrška za sistem jedan je od bitnih faktora za efikasan rad sistema i to kako sistemska (upravljački programi) tako i u formi aplikacionih programa koje dobavljač nudi.
5. Dobavljač mora garantirati dobar servis, dobru konzultantsku službu i izobrazbu početnog kadra.

4. 2. LOKACIJA RAČUNSKOG CENTRA

4. 2. 1. Lokacija centralnog postrojenja

Kod odabiranja lokacije Računskog centra treba voditi računa o dvije činjenice:

1. Većina korisnika (osim ako ne koriste krajnju stanicu) mora dolaziti u Računski centar. To se također odnosi na studente.
Smještaj Centra mora rezultirati iz težinskog vrednovanja komuniciranja ljudi između matičnih institucija i Računskog centra.
2. S tehničkog aspekta smještaj Računskog centra mora omogućiti najekonomičnije telekomunikaciono povezivanje s pojedinim daljinskim stanicama. Budući da optičke stanice zahtijevaju specijalne veze, kod lociranja Računskog centra, treba o tome posebno voditi računa.

4. 2. 2. Lokacija daljinskih stanica

Lokaciju daljinskih stanica treba odrediti na osnovi rasporeda institucija u gradu i intenziteta predviđenog korištenja računskog sistema. Prema grupiranju Sveučilišnih institucija može

se zaključiti da bi 3-5 daljinskih stanica mogle udovoljiti postojećim potrebama. Ove daljinske stanice trebale bi se sastojati od čitača kartica i štampača i omogućiti rad sistema u teleprocessing modu.

Ovdje treba naglasiti da se teleprinterji mogu relativno proizvoljno razmještati, ako sistem radi u modu s podjelom vremena.

4. 3. ZGRADA RAČUNSKOG CENTRA

Za smještaj Računskog centra potrebno je izgraditi novu zgradu. Zgrada mora imati prostorije namijenjene za:

- smještaj računala;
- smještanje klima-uredjaja, uredjaja za napajanje električnom energijom i sigurnosnog uredjaja za napajanje električnom energijom;
- skladišni prostor za materijal (papir, kartice);
- arhiv programa (na karticama) i vanjskih memorija;
- smještaj programske i ostale dokumentacije, te bibliotike;
- smještaj bušilica kartica za pripremu programa i podataka;
- prostor za službu održavanja, uključujući i priručno skladiste;
- radne prostore za osoblje računskog centra;
- učionice s teleprinterima;
- radne prostore za korisnike računala;
- nekoliko seminarских predavaona.

U idejnom projektu treba detaljno razmotriti funkcionalnu vezu i odrediti dimenzije pojedinih prostora, kako bi se mogli dobiti svi elementi za arhitektonsko rješenje nove zgrade.

4. 4. PLANIRANJE KADROVA

Kod planiranja osoblja budućeg RC treba imati na umu osnovnu svrhu računala na Sveučilištu: izobrazbu kadrova i znanstveni rad, što se u krajnjoj liniji svodi na pomoć privredi i ostalim djelatnostima za uvodjenje i unapredjenje računske tehnike.

Zbog toga se osim profesionalno angažiranog osoblja oko Računskog centra mora stvoriti interfakultetska grupacija koja će se baviti nastavnim radom i aktivno sudjelovati u korištenju ostvarenog sistema.

U okviru te grupacije trebale bi postojati uže podgrupe:

- Tehnička podgrupa, koja obradjuje teoriju i konstrukciju elektroničkih računala za različite namjene i razradu, ostalih digitalnih sistema za primjenu u drugim disciplinama.

Ova podgrupa stalno prati tehnički razvoj računskih sistema i suradjuje s Računskim centrom u smislu efikasnijeg korištenja sistema, te njegova poboljšanja i proširenja.

- Podgrupa za teoriju programiranja, programske jezike, te numeričke metode, koja osim nastave iz tih područja suradjuje s profesionalnim kadrom Računskog centra na modifikaciji i stvaranju programske podrške sistema.
- Podgrupa za organizaciju i unapredjenje nastave.

Primjenu računala u pojedinim domenama obradjuju odgovarajući fakulteti i instituti Sveučilišta.

Profesionalni sastav Računskog centra mora osigurati i stalno unapredjivati rad sistema. Detaljnu organizacionu strukturu treba u idejnem projektu definirati i odmah pristupiti najprije osnovnoj, a zatim specijalnoj izobrazbi planiranog kadra.

U organizacionoj strukturi treba predvidjeti slijedeće kategorije:

- rukovodeći kadař, koji koordinira sve aktivnosti računskog centra.

Kvalifikacije: visokoškolsko obrazovanje i akademski stupnjevi, specijalisti za područje računala;

- sistemski programeri, koji adaptiraju i modificiraju programsku podršku, te razradjuju novu.
Kvalifikacije: visokoškolsko obrazovanje, dobro poznavanje načina rada sistema i iskustvo u programiranju;
- analitičari i organizatori, koji pripremaju odredjenu problematiku s raznih područja za obradu pomoći računala uzimajući u obzir tehnička svojstva sistema i programske podrške.
Kvalifikacije: visokoškolsko obrazovanje, poznavanje sistema i iskustvo u programiranju;
- konzultanti, stručnjaci s raznih područja koji pomažu onim korisnicima koji sami razradjuju odredjene probleme.
Kvalifikacije: kao kod analitičara i organizatora;
- programeri, koji programiraju definirane probleme u raznim programskim jezicima, te služe kao konzultanti korisnicima za probleme programiranja.
Kvalifikacije: visokoškolsko obrazovanje ili srednje obrazovanje s velikim iskustvom u programiranju.

Nadalje treba predvidjeti potreban broj operatera, tehničara i tipkačica za pripremu kartica. Za ova radna mjesta zadovoljava srednje obrazovanje.

Pomoćno osoblje mora omogućiti administrativno poslovanje i održavanje skladišta i biblioteke, te ostale pomoćne aktivnosti.

4. 5. FINANCIJSKA SREDSTVA, DINAMIKA INVESTIRANJA, KADROVI

Iako je očito da se do potrebne svote za investicije može doći tek na bazi idejnog projekta i ponuda proizvodjača opreme, smatramo korisnim da se na bazi razmatranja u ovoj glavi dade gruba procjena potrebnih sredstava, dinamika investiranja i kadrova.

Dana procjena potrebnih tehničkih sredstava vrlo je približna. Stoga je i procjena potrebnih materijalnih sredstava samo orijentaciona.

4. 5. 1. Financijska sredstva (u milijunima novih dinara)

- oprema	30 - 40
- zgrada	cca 10
- izobrazba kadrova	cca 6
Ukupno Nd	45 - 55

Približno 80% navedene svote je u konvertibilnoj valuti.

4. 5. 1. 1. Dinamika sredstava (u milijunima novih dinara)

	1971.	1972.	1973.
- oprema	10 - 15	20 - 25	-
- zgrada	3	7	
- kadrovi	1,5	2	2m5

4. 5. 2. Dinamika radova

	1971.	1972.	1973.
<u>Oprema</u>			
- ponude, analize			
ponuda, uplata I		x	
- uplata II			x
- montaža opreme			x

Zgrada

- projekt	x
- gradnja	x

4. 5. 3. Kadrovi

Može se procijeniti da bi za Računski centar bili potrebni slijedeći kadrovi

5 - 7	rukovodilaca
5 - 7	sistemskih programera
10 - 15	analitičara i organizatora
3 - 6	konzultanata

lo - 15 programera
15 - 20 operatera
5 - 10 tehničara
15 - 20 ostalog osoblja
69 - 100 ljudi ukupno

4. 5. 3. 1. Dinamika angažiranja i sposobljavanja kadra

1971. 1972. 1973.

rukovodioci

2	x	
2 - 3		x
2 - 3		x

analitičari, organizatori, konzultanti

5 - 8	x	
6 - 10		x
7 - 10		x

programeri

7 - 8	x	
3 - 7		x

operateri, tehnička služba

x

ostalo osoblje

7 - 10	x	
8 - 10		x