

# PRIMER KOMUNIKACIJSKEGA PROTOKOLA

M. SUBELJ,  
R. TROBEC,  
J. KORENINI

UDK: 681.324

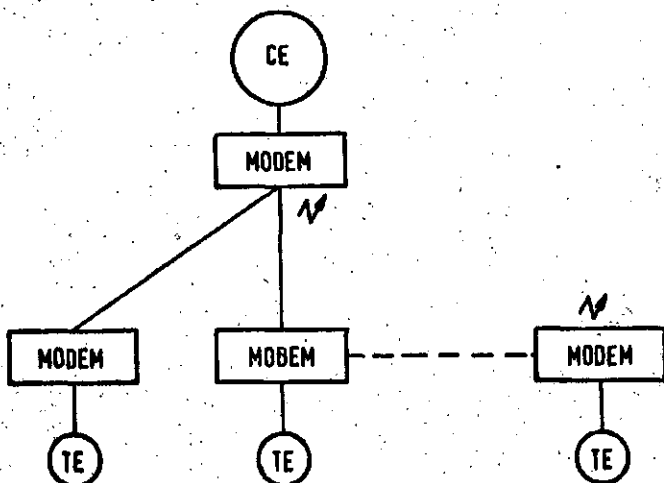
INŠTITUT JOŽEF STEFAN, LJUBLJANA, JUGOSLAVIJA  
ODSEK ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Prispevek opisuje komunikacijski protokol mikroročunalniškega sistema za komunikacijo, komande in kontrolo procesov. Sistem je namenjen kontroli relativno počasnih procesov, zato je informacijska mreža realizirana v multipoint povezavi. Opisan je postopek vzpostavljanja zveze, organizacija sporočila in uporabljeni principi povečanja zanesljivosti prenosa. Programska oprema je implementirana na mikroročunalniku F-8.

THE EXAMPLE OF COMMUNICATION PROTOCOL: Communication protocol for the communication, command and control micro-computer system is described. The system is used to control relatively slow process therefore communication is implemented in multipoint network. Procedure for establishing connection message, organization and techniques for achieving high reliability in communication is described. The software package is implemented on the F-8 microcomputer.

## 1. UVOD

Programska paketa komunikacije center (COMCE) in komunikacije terminal (COMTE) omogočata prenos informacij med centralno enoto (CE) in terminalom (TE) v multipoint povezavi.



Slika 1. Multipoint povezava

Pri tej povezavi ima CE en sam komunikacijski vhodno izhodni kanal. Izbira kanala TE je časovno multiplexirana. Informacijo je možno prenesti iz CE v TE in iz TE v CE. Pri takšni povezavi morajo biti v stanju, ko ni prenosa vsi TE priključeni na sprejem. Zvezo med CE in izbranim TE je možno vzpostaviti samo iz CE. Zveza se vzpostavi tako, da CE odda določeno kodo identifikator (ID), ki vsebuje informacijo o tem s katerim TE želi vzpostaviti zvezo in način priključitve na linijo. CE poleg tega odda tudi podatkovne informacijske bite o režimu delovanja. Režim delovanja določuje tip in s tem število podatkov, ki jih želi CE prenesti v TE ali iz TE. Namen vpeljave te zahteve je razvrstiti podatke po prioriteti prenosa in s tem povečati frekvenco obnove stanj v CE podatkom, ki to

zahtevajo. Istočasno CE lahko vzpostavlja zvezo in komunicira samo z enim TE.

## 2. PROCES VZPOSTAVLJANJA ZVEZE

### 2.1. Centralna enota

CE vzpostavi zvezo z izbranim terminalom tako, da pošlje identifikator. ID vsebuje adresu izbranega TE in kodo načina priključitve na linijo. CE se po tem preklopi na sprejem in čaka na odziv TE, ki se mora odzvati v predpisanem času s tem, da vrne sprejeti ID. CE vrneni ID primerja z odposlanim in če sta enaka, je proces vzpostavljanja zveze uspešno končan. V primerih, ko se TE ne odzove v predpisanem času ali, da vrneni ID ni enak odposlanemu, se proces vzpostavljanja zveze ponovi. Število ponovitev zavisi od zahtevanega režima delovanja.

### 2.2. Terminal

Vsi terminali so priključeni na sprejem in sprejemajo. Vsak TE ima lastno addresso različno ostalim. Če TE razpozna svojo addresso in razpozna sprejete znake kot ID, se priklopi na linijo in ID vrne CE. S tem postopkom je CE uspešno vzpostavil zvezo s TE.

## 3. NAČINI PRIKLJUČITVE NA LINIJO

V procesu vzpostavljanja zveze CE zahteva od TE enega od naslednjih dveh načinov priključitve na linijo:

- imenovanje (polling)
- selekcioniranje (selecting).

Izbira zavisi od zahteve poziva CE glede smeri prenašanja informacije, iz TE v CE ali iz CE v TE.

### 3.1. Imenovanje

Zahteva CE po imenovanju pomeni poziv TE, naj pošlje podatke, izbrane z režimom delovanja.

## 3.2. Selekcioniranje

Zahteva CE po selekcioniranju pomeni TE, naj sprejme podatke in ukrepa z njimi, kot zahteva režim delovanja.

Vzpostavljanje zveze, priključitev na linijo in prenos informacije je zaključen proces, katerega delovanje ni mogoče prekiniti med samim izvrševanjem. Proces se mora vedno izvršiti do konca, predno se začne izvrševati naslednji zahtevani proces prenosa.

## 4. ORGANIZACIJA SPOROČILA

Sporočilo oblikuje pošiljatelj glede na režim delovanja. Sporočilo sestavljajo bloki. Programsko se sporočilo oblikuje samo na nivoju blokov. Blok se prenaša ali ne prenaša, vendar je pri prenosu njegova dolžina vedno enaka. Kontrola prenosa je zato realizirana glede na bloke.

Enota, ki sprejema celoten blok, se odloči o pravilnosti prenosa. Če prenos ni bil pravilen vrne pošiljatelju znak o nepravilnem prenosu (NACK) in čaka na ponoven prenos bloka. Število neuspešnih prenosov enega bloka je omejeno. V primerih, ko prenos bloka ni bil mogoč, se TE odklopi od linije. CE v takem primeru odloči, da uspešnost prenosa ni mogoča, zato javi napako o neuspešni vzpostavitvi zveze. V primeru, ko je bil prenos pravilen, sprejemnik blok shrani in pošlje pošiljatelju znak o potrditvi uspešnosti prenosa (ACK).

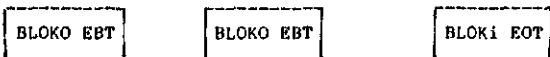
Zadnji znak bloka je lahko EBT (end of block transmission) ali EOT (end of transmission). Znak EOT določuje konec sporočila. To pomeni, da je prenos končan in TE se odklopi od linije.

Sporočilo sestavljajo:

- bloki
- posebni znaki.

Organizacijsko in časovno prenos bloka izgleda takole:

Pošiljatelj:



Sprejemnik:



Pri bloku 0 je bil prenos neuspešen.

## 4.1. Blok

Dolžina bloka je določena s programsko opremo. Med samim delovanjem sistema je tako blok kot enota informacijsko nespremenljiva celota. Uporabljen je globalni način adresiranja. Vsak blok ima v CE ali v TE v pomnilniku naprej predpisan pomnilniški prostor. Adrese polja so v tabelah v obeh enotah, blok pa najde svojo addresso preko številke bloka.

Blok sestavljajo naslednji znaki:

- številka bloka (SBL)
- informacijski biti bloka (INF)
- bitna kontrola parnosti (VRC)

SBL	INF	VRC
-----	-----	-----

SBL : številka bloka  
 INF : INF je od 1 do 16 zlogov koristne informacije  
 VRC : VRC je bitna ali vertikalna kontrola parnosti

## 4.2. Posebni znaki

- EBT : Namen EBT je sinhron prenos podatkov in razpoznavanje identifikatorja (ID) od zadnjih dveh znakov v bloku sporočila.
- EOT : Namen EOT je sinhron prenos podatkov in razpoznavanje identifikatorja (ID) od zadnjih dveh znakov v zadnjem bloku sporočila.

## 5. OPIS PROTOKOLA V PROSTORU STANJ

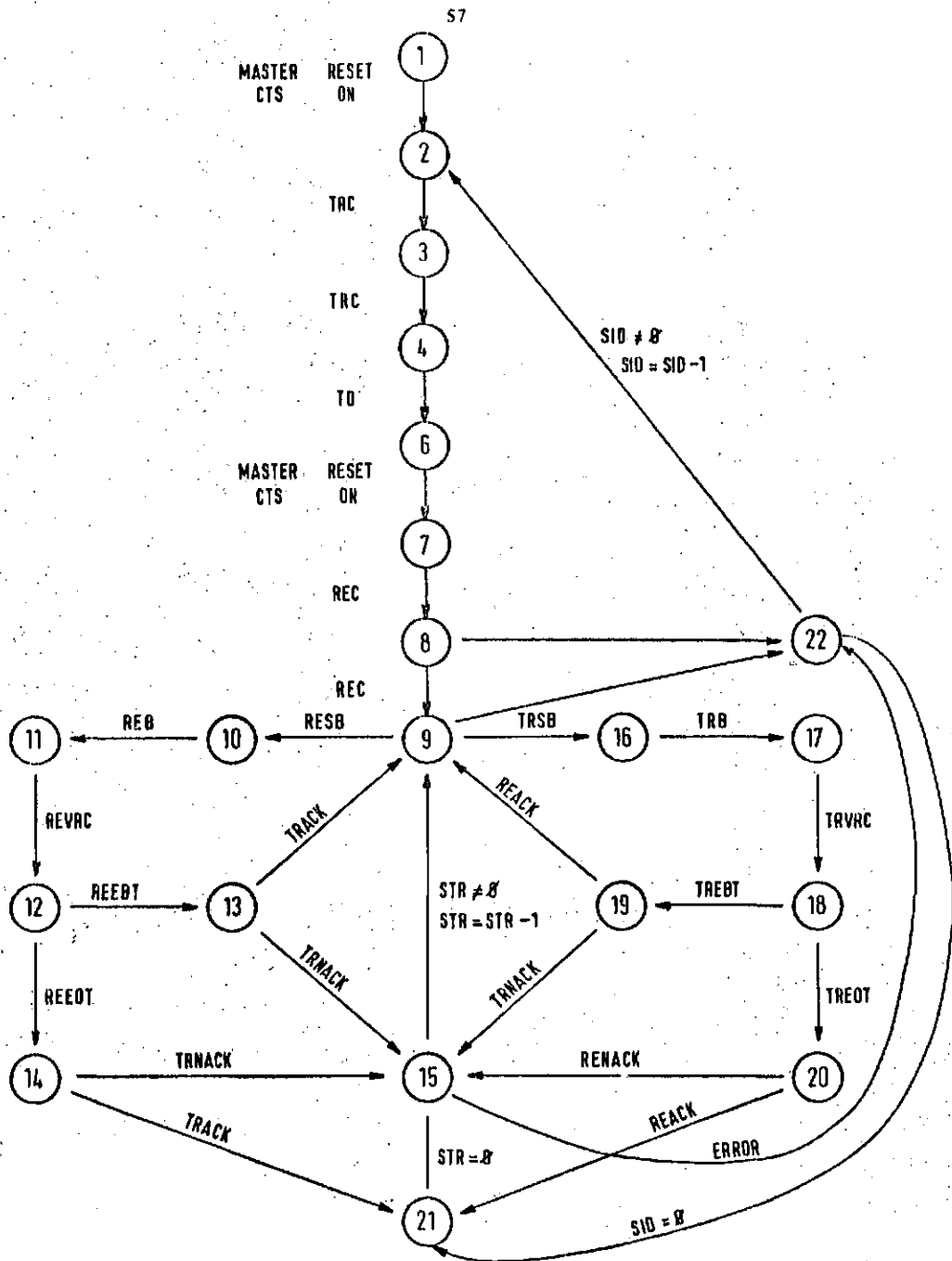
Oglejmo si predstavitev protokola v prostoru stanj.

## 5.1. Legenda oznak:

- TRC oddaja znaka.
- REC sprejem znaka.
- TRB oddaja bloka.
- REB sprejem bloka.
- TRSB oddaja številke bloka.
- RESB sprejem številke bloka.
- TR VRC oddaja bitne kontrole parnosti.
- RE VRC sprejem bitne kontrole parnosti.
- TR EBT oddaja znaka konec prenosa bloka.
- RE EBT sprejem znaka konec prenosa bloka.
- TR EOT oddaja znaka konec prenosa sporočila.
- RE EOT sprejem znaka konec prenosa sporočila.
- TR ACK oddaja pritrditve.
- RE ACK sprejem pritrditve.
- TR NACK oddaja ni pritrditve.
- RE NACK sprejem ni pritrditve.
- SID števec ponovitve pozivov CE TE.
- STR števec ponovitve prenosov bloka.
- ERROR detekcijo napake pri kontroli linije
- TD časovna zakasnitev.
- MASTER RESET inicializacija in vzpostavitev začetnih stanj - ACIA.
- CTS ON priklopitev nosilca na linijo.
- CTS OFF odklopitev nosilca od linije.

## 5.2. Centralna enota

- pozivanje TE.
- 1 -- 2 inicializacija ACIA in priključitev nosilca na linijo.
- 2 -- 3 oddaja adrese naslovljenega TE.
- 3 -- 4 oddaja načina priključitve in režima delovanja.
- 4 -- 6 čas v katerem TE sprejme celotni ID, se odloči ali je ID ali ne in se prikljopi na linijo.
- 6 -- 7 master reset je potreben, ker zaradi priključitve TE na linijo, linija zanika in ACIA v CE sprejme znake, ki niso bili odposlani.
- 7 -- 8 čakanje na sprejem odposlane adrese, čas je omejen.
- 8 -- 22 adresa ni bila vrnjena v predpisanem času.
- 8 -- 9 adresa je bila vrnjena v predpisanem času. Čakanje na sprejem načina priključitve in režima delovanja.
- 9 -- 22 način priključitve na linijo in režim delovanja nista bila vrnjena v predpisanem času.
- 22 -- 2 SID / = 0 ponoven poziv.
- 22 -- 21 SID = 0 konec pozivanja. CE javi, da z izbranim TE ni možno vzpostaviti zveze.



Slika 2. Protokol v prostoru stanj za centralno enoto

- pooling priključitev na linijo

- 9 -- 10 sprejem številke bloka.
- 10 -- 11 sprejem bloka.
- 11 -- 12 sprejem kontrole parnosti.
- 12 -- 13 sprejem znaka konec prenosa bloka.
- 13 -- 9 ker je bil blok pravilno prenešen, oddaja ACK in sprejem naslednjega bloka.
- 13 -- 15 ker blok ni bil pravilno prenešen, oddaja NACK.
- 12 -- 14 sprejem znaka konec prenosa sporočila.
- 14 -- 15 isto kot 13 -- 15.
- 14 -- 21 ker je bil zadnji blok pravilno prenešen, oddaja ACK in izhod iz modula.

- selecting priključitev na linijo

- 9 -- 16 oddaja številke bloka.
- 16 -- 17 oddaja bloka.
- 17 -- 18 oddaja kontrole parnosti.
- 18 -- 19 oddaja znaka konec prenosa bloka.
- 19 -- 9 ker je bil blok pravilno prenešen in potrjen, sprejem ACK in oddaja naslednjega bloka.

19 -- 15 ker blok ni bil pravilno prenešen, sprejem NACK.

18 -- 20 oddaja znaka konec prenosa sporočila.

20 -- 15 isto kot 19 -- 15.

20 -- 21 ker je bil zadnji blok pravilno prenešen in potrjen sprejem ACK in izhod iz modula.

- test napak

15 -- 9 STR / = 0, STR = STR-1 in ponovno procesiranje bloka.

15 -- 22 napaka detektirana pri kontroli linije.

15 -- 21 ker je STR = 0' bloka ni možno prenesti, CE javi, da z izbranim TE ni možno vzpostaviti zveze.

### 5.3. Terminal

- priključitev TE

- 1 -- 2 inicializacija ACIA in odklopitev nosilca od linije.
- 2 -- 3 sprejem znaka.
- 3 -- 2 sprejeti znak ni bila adresa TE.



## 6. ZANESLJIVOST PRENOSA

Zanesljivost prenosa podatkov je zaščiten z informacijsko (identifikator) in decizijsko (podatki) povratno zanko.

### 6.1. Informacijska povratna zanka

Zveza med naslovljenim TE in CE je vzpostavljena šele takrat, ko CE sprejme odziv TE na identifikator. Oddani identifikator mora biti enak vrnjenemu. Če identifikatorja nista enaka, se naslavljanje ponovi, kar zavisi od režima delovanja.

### 6.2. Decizijska povratna zanka

Blok sporočila je zaščiten z decizijsko povratno zanko, zato se prenos kontrolira in ponavlja po blokih. Element, ki podatke sprejema se odloči o pravilnosti prenosa. V primeru, ko se odloči, da je bil prenos pravilen, vrne pošiljatelju znak o uspešnosti prenosa. Če prenos ni bil uspešen odda znak o nepravilnosti prenosa in prenos bloka se ponovi. Število ponovitev prenosov je omejeno.

## 7. KODIRANJE

### 7.1. Korekturni kod

Vsak znak informacije je kodiran s korekturnim kodom Hammingove razdalje 4. Znak se odda kot dva znaka, ki

vsebujeta 4 informacijske bite in 4 kontrolne bite. Kod Hammingove razdalje popravlja vse enojne in odkriva dvojne napake. S korekturnim kodom, ki ne samo odkriva napake, temveč tudi popravlja, je izboljšana kvaliteta kanala.

### 7.2. Kontrola parnosti

Podatki so zaščiteni še s kontrolo parnosti (zaradi decizijske povratne zanke). Blok, SBL in L - 16 zlogov informacije sta zaščiteni z bitno (VRC) kontrolo parnosti. Oddajnik najprej odda blok podatkov, izračuna njihovo parnost in jo odda. Sprejemnik sprejme blok, jim določi parnost, sprejme odposlano parnost in ju primerja. Sprejemnik se na podlagi korekturnega koda (odkrije dvojne napake) in kontrole parnosti odloči o pravilnosti prenosa.

## 8. SKLEP

Opisani sistem je namenjen procesnemu vodenju relativno počasnih procesov v realnem času. Uporabljena komunikacijska sredstva so lahko telegraf, telefon ali brezžična zveza. Takšno raznovrstno uporabo komunikacijskih sredstev omogoča multipoint povezava. Pri procesnem vodenju relativno hitrih procesov, bi morala biti že mrežna povezava med centralno enoto in terminali drugačna.

## 9. LITERATURA

1. L. Gyergyek: Statistične metode v teoriji sistemov, teorija o informacijah, Fakulteta za elektrotehniko 1971.
2. M. Šubelj, J. Korenini, F. Novak, R. Trobec: Kodiranje in dekodiranje korekturnega koda z mikroročunalnikom, Informatika 3 / 1979.
3. Electronics Book Series: Basics of data communications, Mc Graw-Hill 1976.