

MOŽNOSTI UPORABE MIKRORAČUNALNIKOV PRI AVTOMATSKIH MERILNIH  
POSTAJAH

THE USE OF MICROCOMPUTERS IN AUTOMATIC MEASURING STATIONS

Jože ŠNAJDER

Institut "Jožef Stefan", Univerza v Ljubljani

SUMMARY

The advanced electronic technology of large scale (LSI) and very large scale (VLSI) integrated circuits enables quite new approaches in solving the technical problems. This paper indicates the possibilities how the microcomputer technology could be applied in hydrometeorological measuring stations and environmental control systems.

POVZETEK

Sodobna elektronska tehnologija integriranih vezij velike in zelo velike integracije omogoča povsem nove pristope pri reševanju tehniških problemov. V referatu so nakazane možnosti, ki jih uporaba teh vezij nudi pri avtomatskih merilnih sistemih na področju hidrometeorologije in nadzoru škodljivih vplivov v okolje.

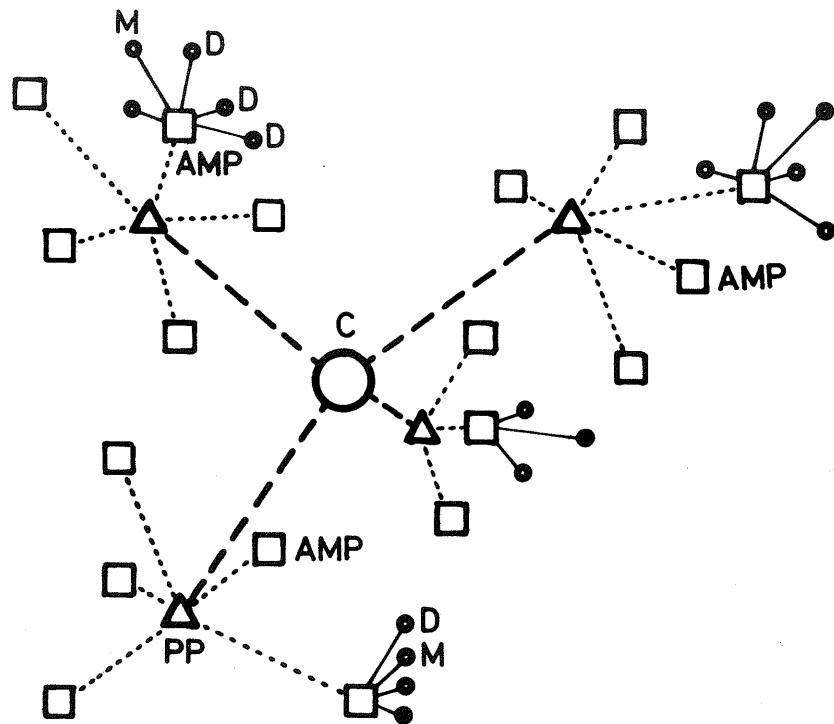
UVOD

Učinkovit nadzor škodljivih vplivov na okolje terja kontinuirano merjenje tako ekoloških parametrov, kot tudi hidrometeoroloških elementov. Poleg tega zahteva vrsta gospodarskih in negospodarskih služb čedalje pogosteje od hidrometeorološke službe fizikalno sliko o hidrometeoroloških pojavih. Nadzor okolja v širšem smislu - ekologija, meteorologija, hidrologija - pomeni z merilnega stališča izredno obsežen in zahteven sistem zaradi velikega števila merilnih mest, ki so porazdeljena na obsežnem ozemlju ter zaradi zahtevnosti merilnih postopkov. Z informacijskega stališča imamo v hidrometeorološkem merilnem sistemu naslednje zahteve: vpogled v trenutno sliko dogajanj na celotnem opazovanem ozemlju iz centralnega mesta, statistično spremljanje pojavov celotnega področja prav tako na centralnem mestu, vpogled v dogajanja na številnih od centra oddaljenih mestih, pri čemer je tak vpogled lahko rezultat lokalnih opazovanj in obravnave informacij ali pa posredovan iz centra, ki zbira informacije s celotnega opazovanega področja. Iz tega sledi, da imamo v tem primeru opravka tudi z obsežnim sistemom za prenos informacij. Dosedanji načini zajemanja in centralne obdelave podatkov ne morejo zadostiti gornjim zahtevam, tudi če uvedemo avtomatsko računalniško obdelavo. Po naravi predstavlja nadzor okolja z meteorologijo in hidrologijo primer porazdeljenih virov informacij in porazdeljenih uporabnikov.

Glede na to in glede na zahtevo po fizikalni sliki opazovanih pojavov je naravno tudi porazdeljeno procesiranje merilnih podatkov. Za realizacijo sistema porazdeljenega procesiranja merilnih podatkov pa so mikroročunalniki prav posebej primerni.

#### MERILNO OMREŽJE

Da bi lahko zadostili osnovnim zahtevam, ki se danes postavljajo pred hidrometeorološko službo, vključno z varstvom okolja, potrebujemo merilno omrežje. Zasnova takega omrežja, ki za primer lahko pokriva ozemlje republike, je prikazana na sl. 1. Omrežje je v tem primeru zasnovano kot večkratno in večnivojsko zvezdasto omrežje.



Slika 1 Zasnova hidrometeorološkega in ekološkega merilnega omrežja. C pomeni centralno postajo z miniračunalnikom, PP so področne postaje, ki skrbijo za povezavo med centralno postajo in merilnimi postajami, AMP so avtomatske merilne postaje z mikroročunalniki, D in M so dajalniki in merilniki meteoroloških, hidroloških in ekoloških parametrov.

Fig. 1 Scheme of hydrometeorological and ecological measuring grid. C - central station with microcomputer, PP - local stations in charge of transmission among central station and measuring stations, AMP - automatic measuring stations with microcomputers, D and M - sensors and measuring devices of meteorological, hydrological and ecological parameters.

Prvo zvezdasto strukturo najdemo na avtomatskih merilnih postajah (AMP), na katere so zvezdasto priključeni dajalniki in merilniki. Dajalniki in merilniki so lahko meteorološki, hidrološki, ekološki ali mešani. AMP služi kot zbiralec podatkov, lahko pa merilne podatke ustrezno sproti obdelata in prikazuje ali izpisuje na postaji sami ali pa tudi glede na lokalno stanje posameznih merjenih parametrov avtomatično ukrepa (mikroklimatološka postaja, nadzor emisije in avtomatsko ukrepanje, nadzor hidroloških parametrov in avtomatično krmiljenje zapornic in slično). Povezava dajalnikov in merilnikov je normalno žična, dolžine žičnih povezav so lahko od nekaj deset ali sto metrov, do več kilometrov. Za povezavo sta ponavadi potrebna eden ali dva telefonska para. Avtomatsko merilno postajo z opisanimi lastnostmi najuspešneje realiziramo z uporabo mikroročunalnika. V zvezdasti strukturi AMP, pa je mikroročunalnik lahko vključen tudi že v posameznih merilnikih. Avtomatska merilna postaja z mikroročunalnikom posreduje svoje podatke področni postaji (PA). Prenos podatkov iz AMP se opravi redno, ko področna merilna postaja to zahteva. Glede na to, da vsebuje AMP mikroročunalnik, pa tudi AMP sama po potrebi (alarmna stanja) pokliče področno postajo in sporoči podatke o stanju na postaji.

Drugo zvezdasto strukturo v merilnem omrežju ustvarja področna postaja s priključenimi avtomatskimi merilnimi postajami. Področne postaje so na ozemlju, ki ga pokriva omrežje, postavljene na tista mesta, kjer je ponavadi tudi večje število uporabnikov hidrometeoroloških in ekoloških podatkov. Dokler so izvedeni podatki, ki jih zahtevajo uporabniki nekega področja le rezultat podatkov merilnih postaj na tistem področju, deluje področno omrežje avtonomno. Tak sistem ima veliko prednost pred sistemom, kjer opravimo najprej prenos osnovnih podatkov v glavni center na obdelavo, potem pa obdelane podatke posredujemo nazaj uporabnikom nekega področja. Čeprav zahtevajo naloge področne postaje kompleksnejšo obravnavo podatkov, predvsem pa tudi zahtevnejše protokole za prenos podatkov, so današnji mikroročunalniki že toliko zmogljivi, da lahko opravljajo delo področnih postaj.

Najvišjo zvezdasto strukturo predstavljajo področne postaje, vezane na centralno postajo. Prav tako pa ima centralna postaja tudi svojo kategorijo uporabnikov hidrometeoroloških uporabnikov. Med te uporabnike sodijo tudi področne postaje, zlasti v primerih, ko centralna postaja na podlagi poznavanja razmer na eni ali več področnih postajah predvidi, kaj se bo dogajalo na področju neke tretje področne postaje in ji to sporoči.

Tako zasnovano merilno omrežje, kot ga prikazuje sl. 1, z uporabo mikroročunalnikov, zlasti na tistih delovnih mestih, ki jih je v omrežju največ (merilniki, AMP in PP), omogoča avtomatično zajemanje podatkov v taki obliki, da je mogoče dobiti fizikalno sliko o opazovanih pojavih, nudi že obdelane podatke velikemu številu uporabnikov iz raznih krajev in daje hkrati vsak trenutek s centralnega mesta, brez številnega prenosa podatkov, sliko nad dogajanjem na celotnem ozemlju. Pomembno je pri tem tudi to, da imamo tako na merilnih postajah kot na področnih in centralni postaji na enem mestu dostopne meteorološke, hidrološke in ekološke podatke.

## AVTOMATSKA MERILNA POSTAJA

Avtomatska merilna postaja je osnovni člen v merilnem omrežju. Zgradbo merilne postaje prikazuje sl. 2. Osnovne naloge avtomatske merilne postaje so naslednje:

- Zajema merilne podatke z dajalnikov in merilnikov, ki dajejo podatke o merjenih fizikalnih pojavih v obliki analognih, digitalnih ali impulznih električnih signalov.
- Sproti obdeluje podatke. Med osnovne obdelave sodi avtomatska kalibracija merilnikov in sprotno računanje korektur, linearizacije karakteristik dajalnikov, računanje vektorskih in skalarnih srednjih vrednosti in ekstremov, transformacija električnih veličin v fizikalne vrednosti itd.
- Prikazuje, zapisuje in prenaša po potrebi trenutne in izvedene vrednosti, skupaj z identifikacijo merilnega mesta ter s časom meritve in datuma.
- Nadzira pravilnost lastnega delovanja in stanja na merilni postaji.
- Omogoča vnašanje podatkov, ki so rezultat vizualnega opazovanja pojavov, kjer je to potrebno.

Bistvena prednost merilne postaje z mikroročunalnikom pred neintelligentnimi merilnimi postajami je v tem, da ostane elektronska oprema (aparatura) vedno ista, ne glede na to, ali merimo meteorološke, hidrološke, ekološke ali katere druge podatke, saj se glede na merjene veličine samo uporabi ustrezeni program v mikroročunalniku. S spreminjanjem in dodajanjem programske opreme pa lahko vedno prilagajamo zmogljivost take postaje potrebam. Te lastnosti avtomatske merilne postaje omogočajo po eni strani postopno izpopolnjevanje merilnega sistema, po drugi strani pa ravno z možnostjo dodajanja in spreminjanja programske opreme zagotavljajo, da taka postaja ne zastari.

Današnja tehnologija mikroročunalnikov omogoča, da so avtomatske merilne postaje lahko majhnih dimenzij in teže-prenosne, da porabijo za svoje delovanje (reda 1 W) minimalno električne energije. Stroški za postavitve avtomatske merilne postaje pa se povrnejo že prej kot v enem letu, če upoštevamo stroške za ročna merjenja, zlasti pa še stroške za OF LINE obdelavo podatkov, bodisi ročno ali računalniško. Pri tem pa sploh ni mogoče primerjati prednosti, ki jih daje mikroročunalniška merilna postaja v tem pogledu, da so merilni rezultati na vseh merilnih postajah izmerjeni po enakih objektivnih kriterijih, in drugo, da so podatki vseh postaj, trenutni in že obdelani, na voljo vsak trenutek brez faznih premaknitev, tako v centru kot pri številnih dislociranih uporabnikih.

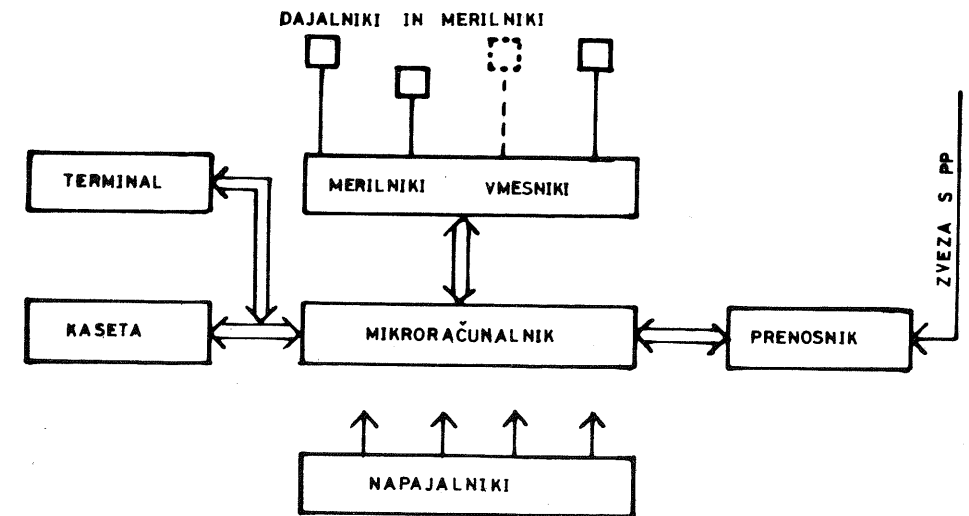
### ZAJEMANJE PODATKOV

Zajemanje podatkov za numerično obdelavo vsebuje digitalizacijo podatkov kot bistveni element. Postopek digitalizacije vsebuje dva procesa: vzorčenje (sampling) in kvantizacija. Fizikalne pojave, ki so v veliki meri zvezne funkcije časa, digi-

taliziramo tako, da vzamemo določeno število odčitkov - vzorcev v enoti časa - in pri tem vsak odčitek spremenimo v številčno vrednost (kvantiziramo). Nenačnost pretvorbe v številčno vrednost predstavlja kvantizacijski šum. Vendar lahko s sodobnimi elektronskimi pretvorniki izvedemo kvantizacijo brez težav dovolj natančno. Nekoliko več pozornosti pa zahteva izbira pogostosti vzorčenja - pogostosti odčitavanja merjene funkcije. Preveč na gosto jemanje vzorcev vodi k nepotrebno velikemu številu podatkov, ki ne dajejo nič več informacij o opazovanem pojavu. Preredko jemanje vzorcev-odčitkov - pa lahko dovede do resnih napak in s tem k napačni sliki opazovanega fizikalnega pojava. Pravilo, ki ga moramo pri vzorčenju upoštevati izhaja iz teorema vzorčenja. Če predstavimo merjeno veličino z njenim frekvenčnim spektrom  $F(f)$ , ki ga sestavlja linearna kombinacija sinusoid z ustrežno amplitudo, frekvenco ( $f$ ) in fazo, je teorem vzorčenja definiran z enačbo:

$$F(f) = 0 \quad \text{za} \quad f \geq f_c$$

kjer je  $f_c = \frac{1}{2T}$  in je  $T$  čas med dvema vzorcema. Preprosto povedano, če želimo, da zaradi pogostosti odčitavanja merjene funkcije ne bo prišlo do napak, moramo narediti vsaj dva odčitka na valovno dolžino najvišje frekvence, ki v frekvenčnem spektru opazovanega pojava nastopa.



Slika 2 Zasnova avtomatske merilne postaje z mikroročunalnikom. Osnovni elementi postaje so merilniki in dajalniki, merilniki in vmesniki, mikroročunalnik in napajalniki. Terminal za prikaz podatkov in za vnašanje podatkov vizualnih opazovanj in kasete so dodani po potrebi. Prenosnik je standarden del postaje, če je vključena v omrežje.

Fig. 2 Scheme of automatic measuring station with microcomputer. Basic elements of the station are: measuring devices and sensors, measuring devices and connection units, microcomputer and power supplies. Terminal for presentation of data and introduction of visual observations and a cassette are added when necessary. Transmitter is a standard part of the station, if it is incorporated in the observation grid.

Če za ilustracijo vzamemo merjenje smeri ali hitrosti vetra, kjer postavimo, da se najhitrejše spremembe dogajajo v času reda velikosti dveh sekund ( $f_c=0,5$ ), potem je najdaljši dovoljen čas med dvema odčitkoma ( $T = \frac{1}{2 \cdot f_c}$  ena sekunda).

Pri ročnem zajemanju podatkov, bodisi z neposrednim odčitavanjem ali z odčitavanjem z rekorderskega zapisa, pri mnogih opazovanih pojavih ni mogoče zado-  
stati gornjim pogojem. Za avtomatske postaje, ki podatke samo zajemajo (data-  
loggerji) je gornji pogoj sicer mogoče izpolniti, vendar pridemo do končnih - ob-  
delanih podatkov šele z naknadno obdelavo. Uporaba mikroračunalnikov na meril-  
nih postajah pa, prvič, reši problem zajemanja podatkov, poleg tega pa sproti  
med jemanjem vzorcev tudi že podatke obdela. Z mikroračunalniško merilno po-  
stajo kot jih že uporabljamo za meteorološke in ekološke parametre, lahko v ne-  
kaj sekundah izmerimo 16 merjenih vrednosti in še opravimo vse potrebne osnov-  
ne obdelave.

#### ZAKLJUČEK

Če želimo imeti tekočo fizikalno sliko o dogajanju v okolju, kar je posebnega po-  
mena za nadzor škodljivih vplivov na okolje za meteorološko in hidrološko služ-  
bo, potem je glede na naravo problematike potrebno merilno omrežje s porazde-  
ljenim procesiranjem in obdelavo podatkov. Na ta način bistveno poenostavimo in  
pocenimo prenos podatkov, obenem pa zagotovimo številnim dislociranim porabni-  
kom, hidrometeorološke in ekološke podatke v že obdelani obliki. Tako merilno  
omrežje pa lahko ustvarimo z uporabo mikroračunalnikov v avtomatskih merilnih  
postajah, področnih postajah in samih merilnikih.

#### LITERATURA

- /1/ SOUČEK, B.: Minicomputers in Data Processing and Simulation, Wiley-Inter-  
science, 1972.
- /2/ SOUČEK, B.: Microprocessors and Microcomputers, Wiley-Interscience, 1976.