

IV 3. PRINCIPI I METODE MERENJA

IV 3.1. Opšta načela - konverzija mehaničkih veličina u električne

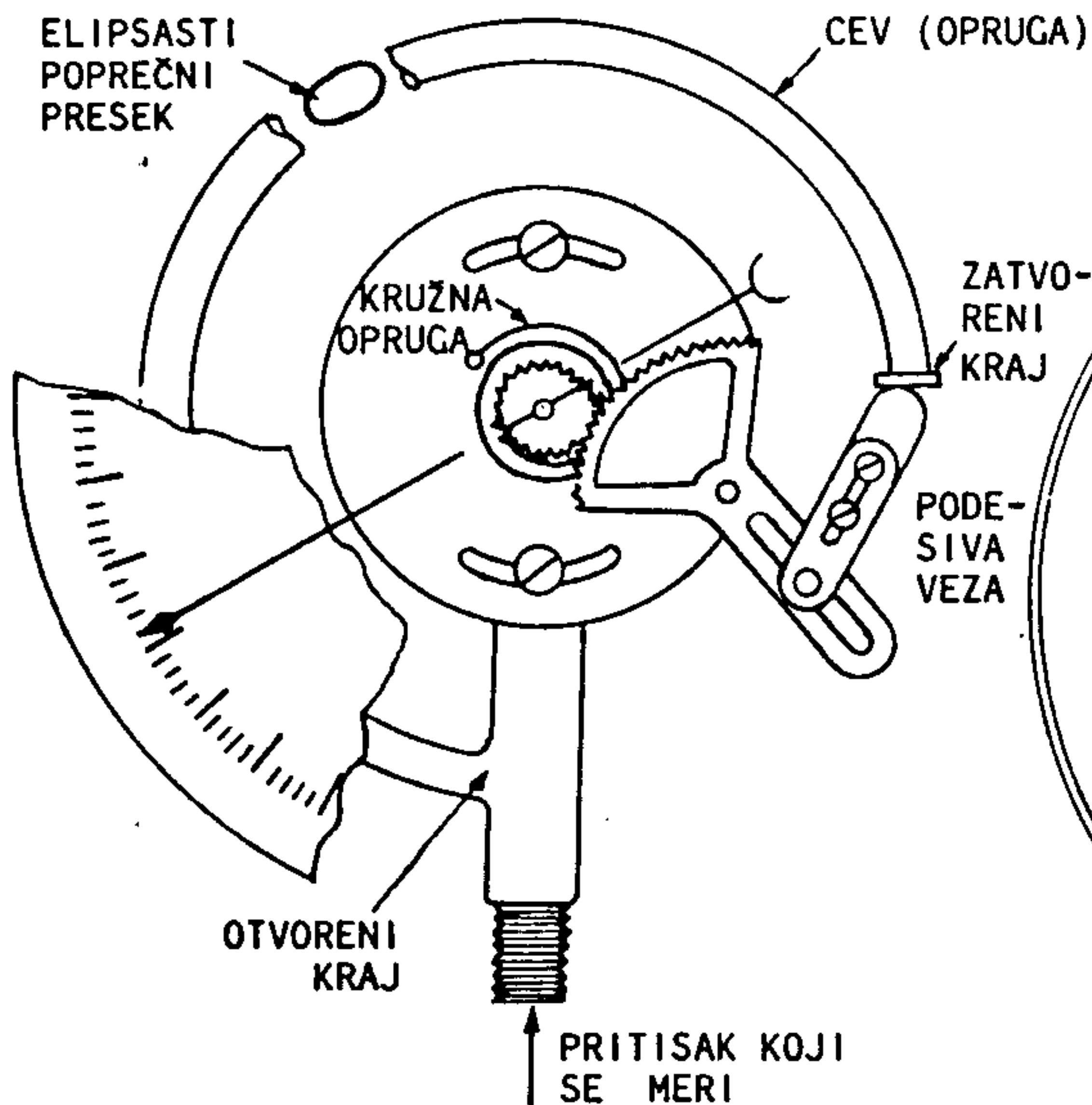
Merenja fizičkih veličina koje se obradjuju u ovom poglavlju moguće je obaviti na mnogo različitih načina. Tradicionalni načini merenja bazirani su se na instrumentima sa mehaničkim principima delovanja. Primer: manometar sa Burdonovom cevi meri hidrostatički pritisak (slika V 8), Benedict (1977).

Osnovni nedostatak tih metoda su ograničene mogućnosti usavršavanja i daljeg korišćenja informacija dobijenih merenjem. Uređaji sa ovakvim načinom rada su inertni, ne mogu da se koriste za dinamička merenja sa brzim promenama, teško se adaptiraju za registrovanje podataka, itd. Međutim takva merenja imaju svoju ulogu i ostaće nezamenljiva u velikom broju slučajeva još dugo. Pošto o njima postoji dosta informacija u postojećim knjigama oni se neće ovde detaljno izučavati.

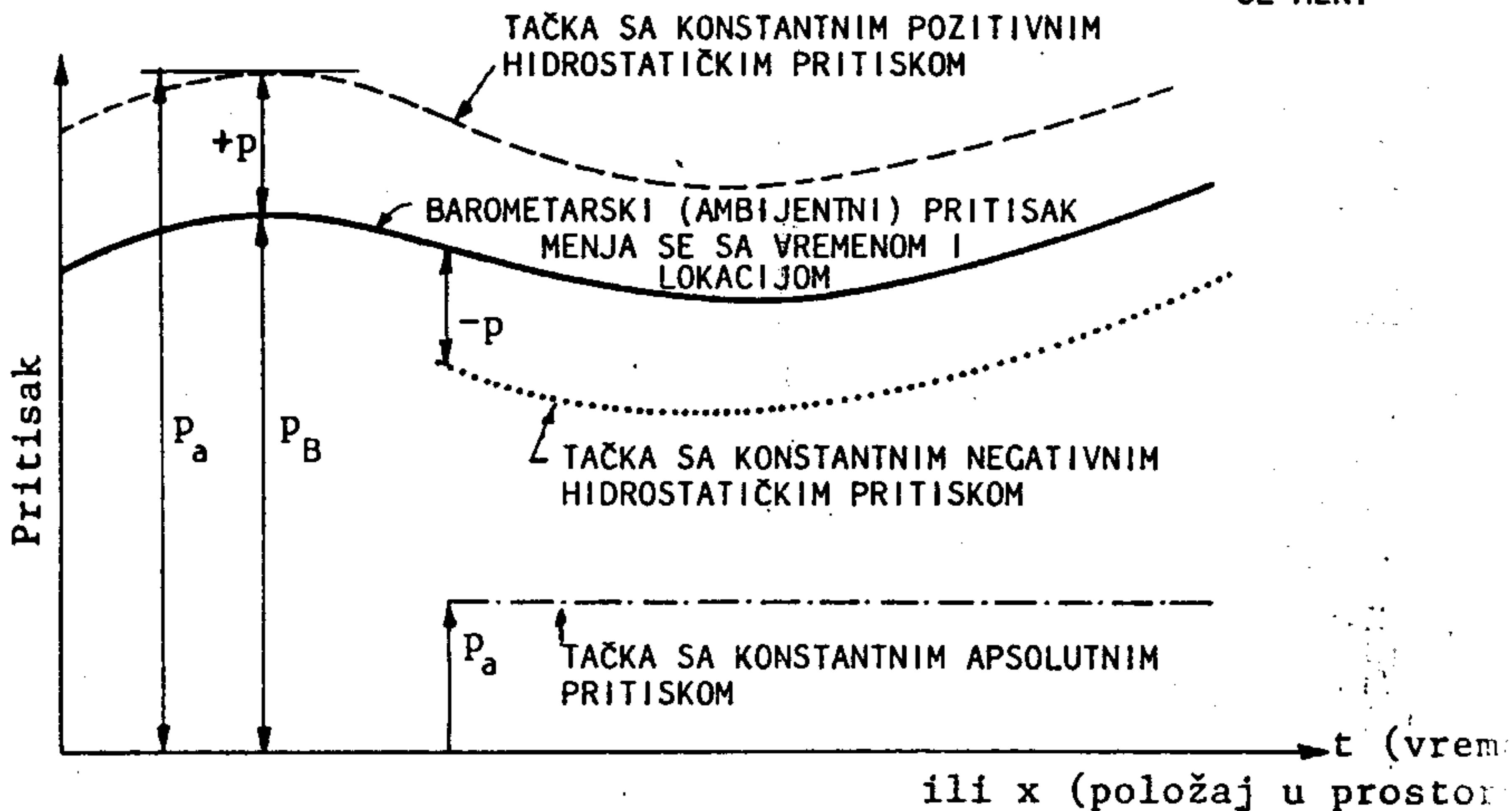
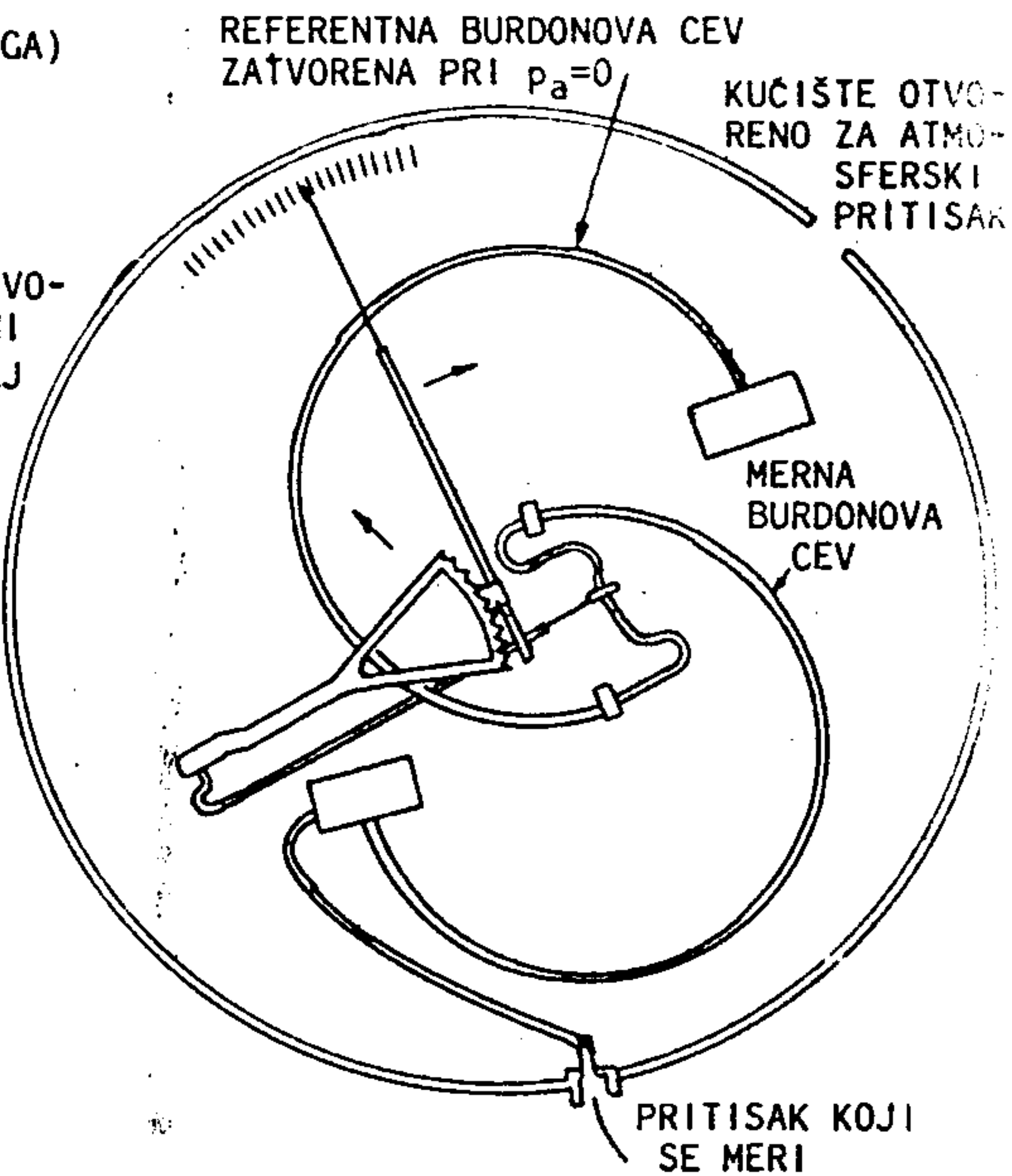
Ovde će pažnja biti usmerena ka onim vrstama merenja kod kojih se merena fizička veličina (φ) nakon njene konverzije u drugu fizičku (mehaničku) veličinu (φ_1) omogućava da se ta druga (posredna) fizička veličina iskoristi za merenje neke električne veličine (e). Postupak je prikazan na slici IV 9. i naziva se konverzija (pretvaranje) u električnu veličinu. Koristi se i termin: merenje neelektrične veličine električnim putem, o čemu se detaljno može doznati u knjigama posvećenim ovoj problematici, na primer, D. Stanković (1987).

Merenje je ponekad moguće obaviti direktno bez posredovanja druge mehaničke veličine kao što je to načelno prikazano na sl. IV 9., dok se na sl. IV 10. daje konkretan primer merenja pritiska. Sonda (senzor, tavač) sa tankom metalnom membranom koja se deformiše (ugiba) propor-

I. ZA HIDROSTATIČKI PRITISAK



II. ZA APSOLUTNI PRITISAK



Definicije pritiska:

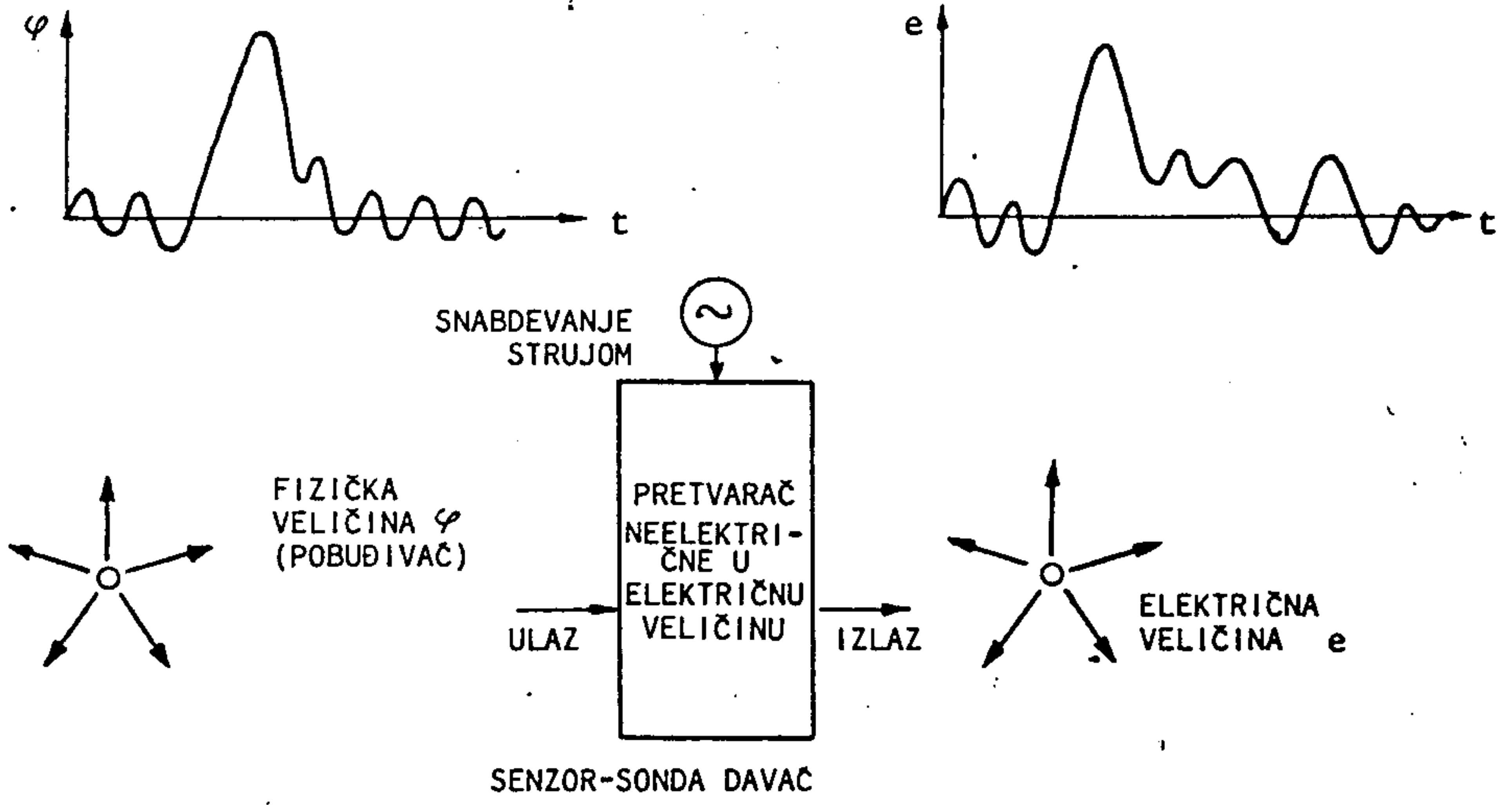
p_a - apsolutni

p_B - barometarski (atmosferski-ambijentni)

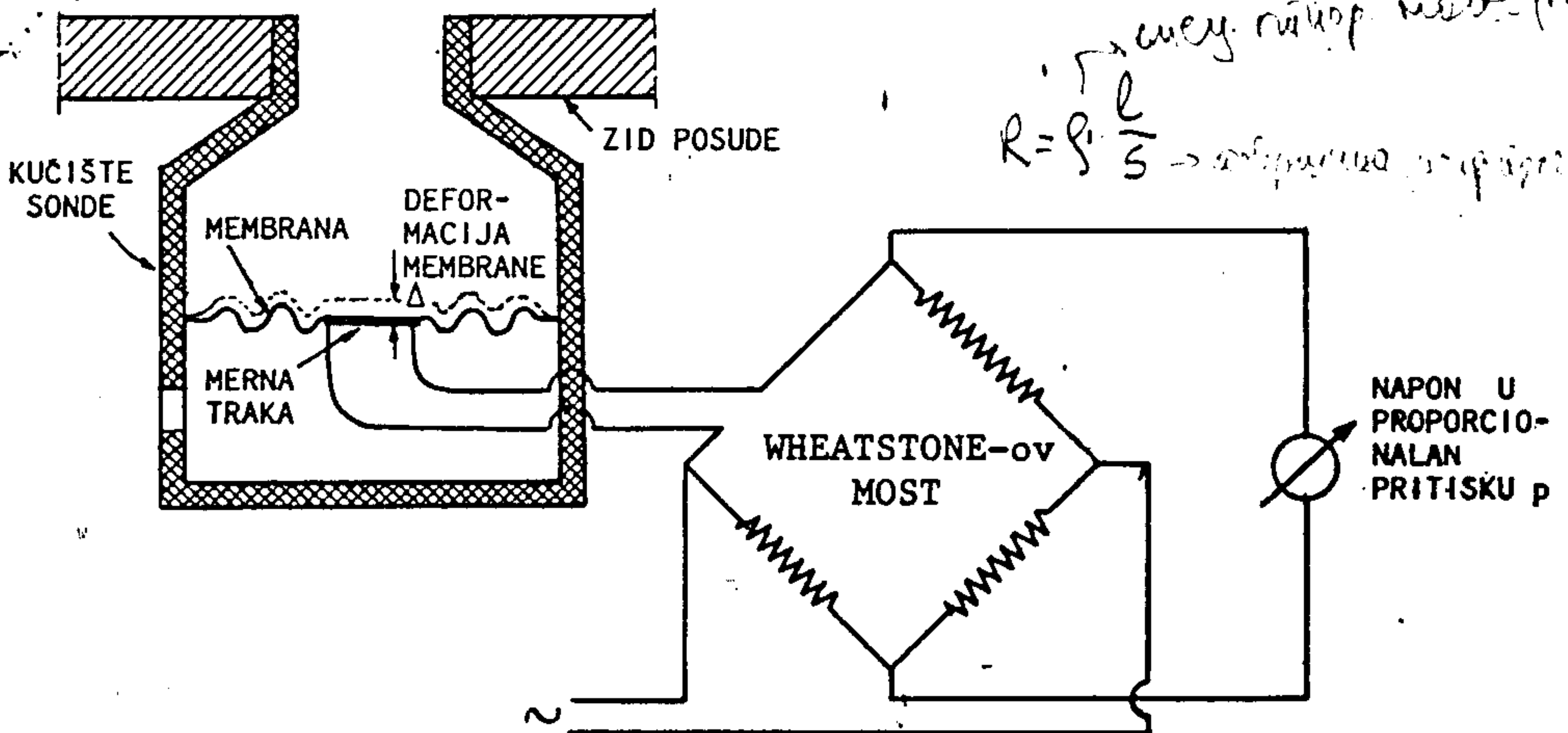
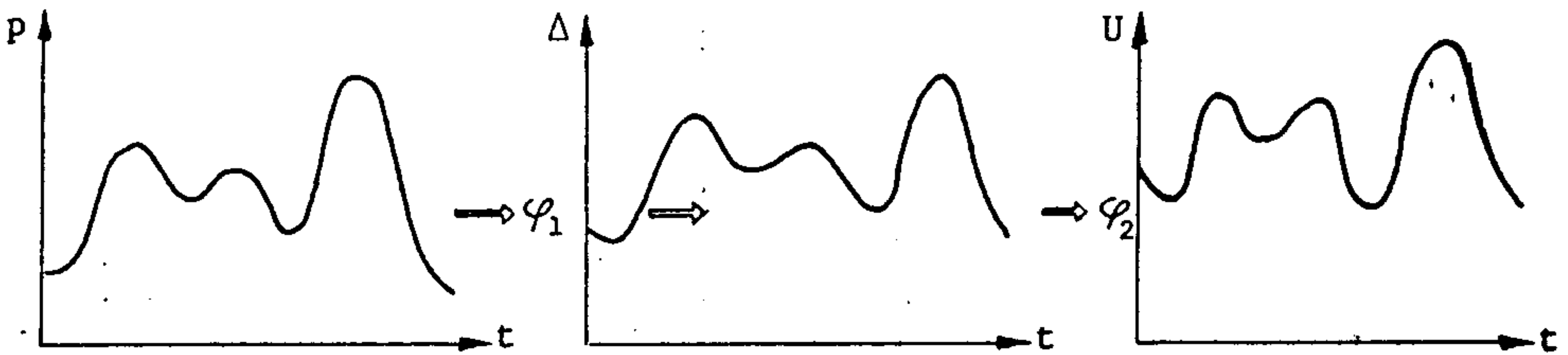
p - hidrostatički

$$p_a = p_B + p$$

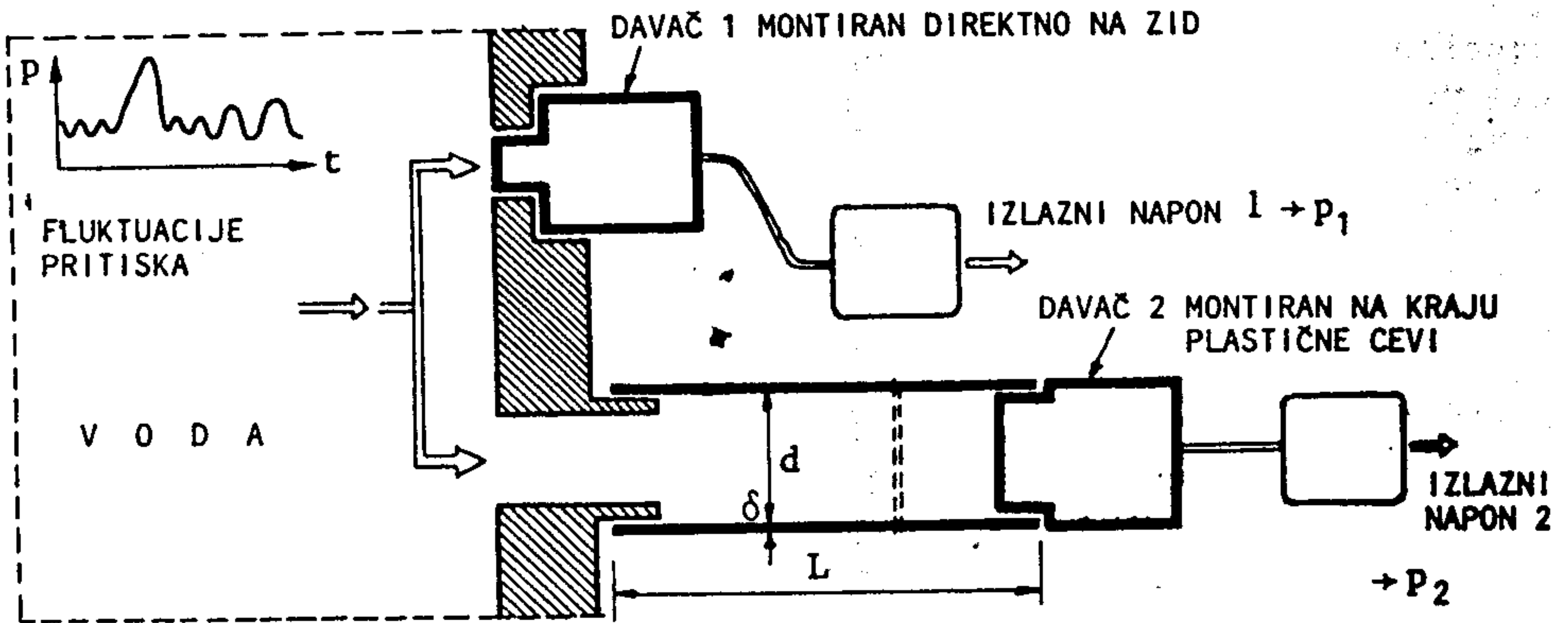
Slika IV 8. Manometri sa burdonovom cevi za merenje hidrostatičkog (I) apsolutnog (II) pritiska i njihove definicije



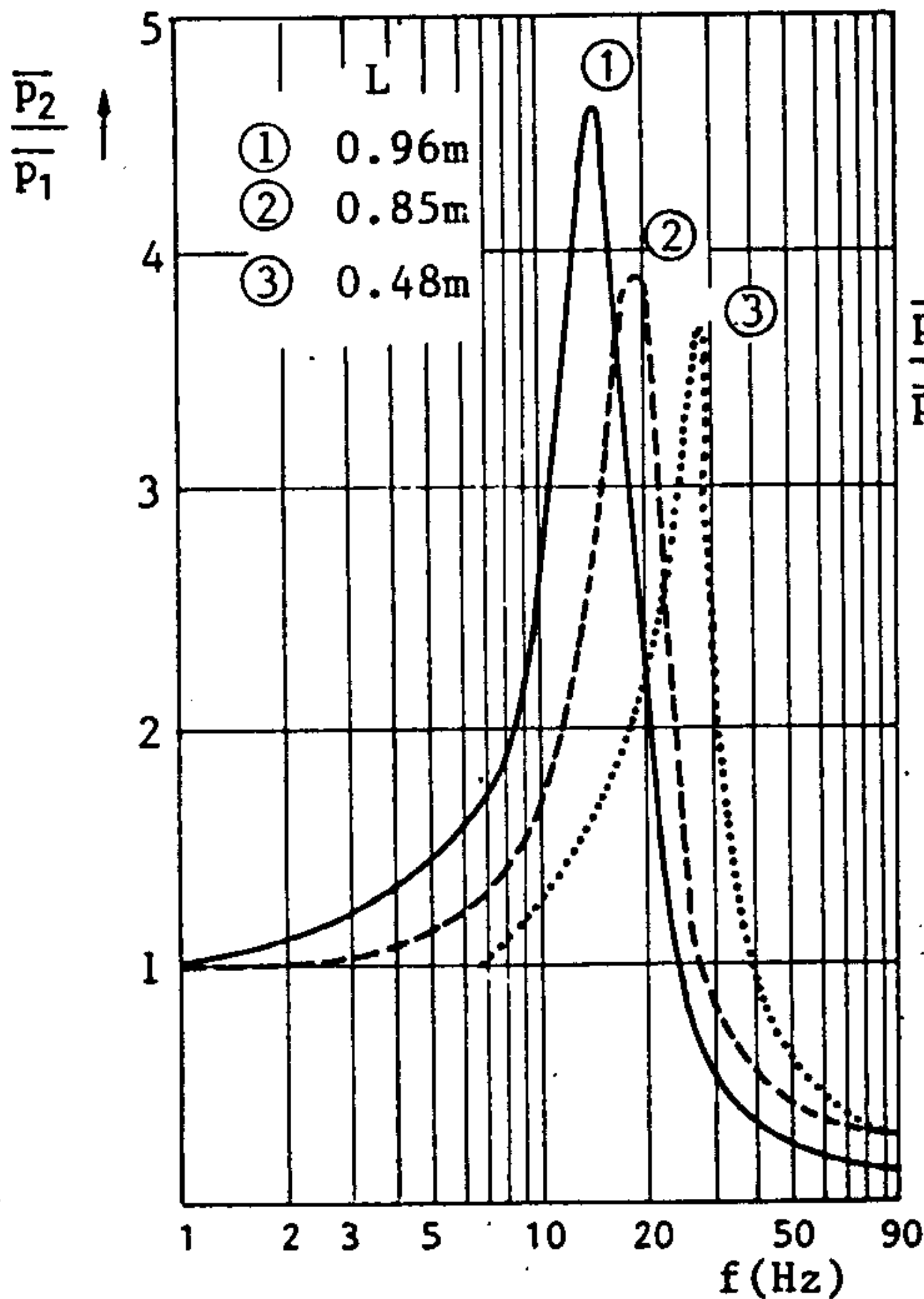
Slika IV 9. Konverzija mehaničke (neelektrične) veličine u električnu



Slika IV 10. Konverzija pritiska u napon električne struje

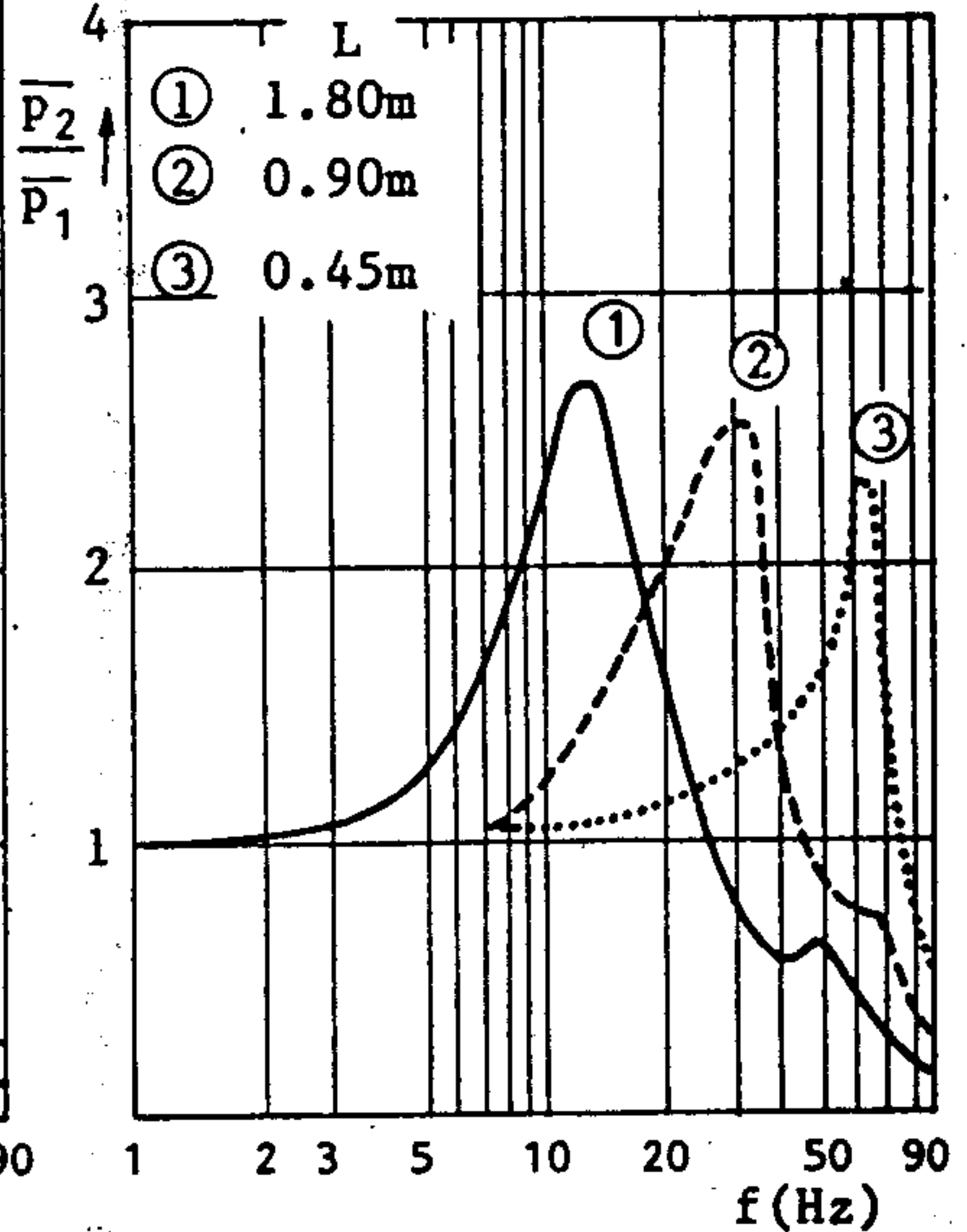


$\delta = 1.6 \text{ mm}$



\bar{P} - OSREDNJENA VREDNOST PRITISKA

$\delta = 1.0 \text{ mm}$



Slika IV 11. Sistem za merenje fluktuacija pritiska i njegove dinamičke karakteristike u zavisnosti od dužine i debljine zida spoljne plastične cevi

cionalno promeni pritiska. Prema tome posredna fizička veličina je ugib membrane. Kada se na membranu zalepi merna traka (strain gauge - engleski naziv), čija je jedna grana u Vitstonovom (Wheatstone) mostu, deformacije membrane izazivaju promenu dužine žice u mernoj traci što za posledicu ima proporcionalnu promenu izlaznog napona iz mosta. Na taj način je obavljena konverzija fluktuacije pritiska u proporcionalne promene napona.

Pretvaranje u električnu veličinu ima sledeće prednosti:

- električne veličine lako prate promene merene veličine,
- električne veličine se lako mere i sa njima se lako rukuje,
- zapisivanje (registracija), prenos informacije na daljinu, itd. električne veličine ne predstavlja problem,
- moguće je uz odgovarajući dopunski tretman (videti poglavlje IV 10) direktno upisivati podatke na magnetni medij i primenjivati računar za dalju obradu i korišćenje informacija.

Pošto se ova knjiga bavi primenom računara poslednja prednost će se posebno ispitati jer je upravo uvođenje računara u merenje i upravljanje procesima omogućilo značajan napredak u svim oblastima tehnike i ljudske delatnosti uopšte.

IV 3.2. Karakteristike mernih sistema

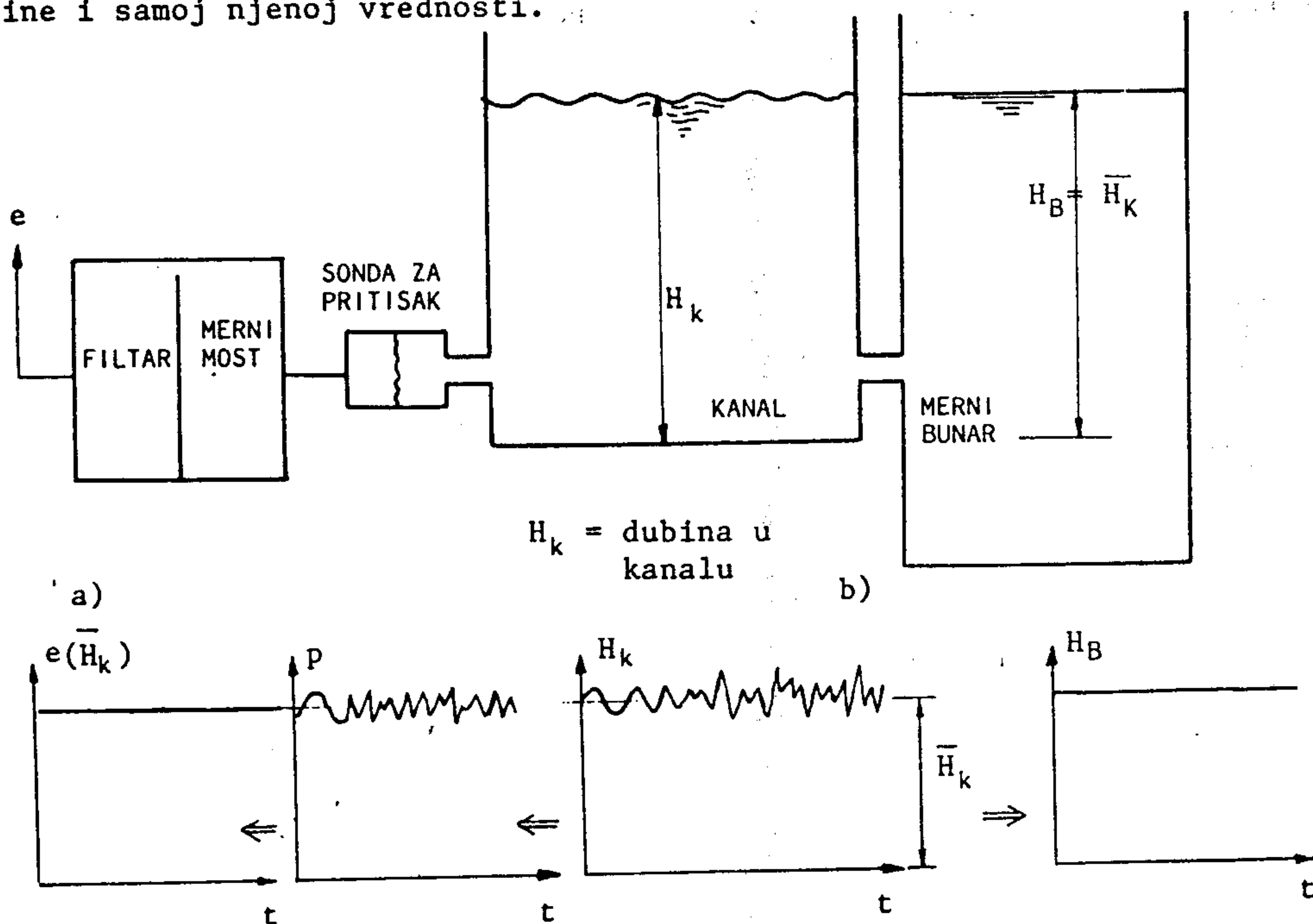
Od mernih sistema se zahteva da u skladu sa namenom za koju se koriste zadovolje uslove:

- a) Stabilnost u dužem vremenu - da pri konstantnoj vrednosti merene veličine pokazuje iste rezultate i nakon dugog vremena.
- b) Temperaturska stabilnost - da se vrednost električne veličine kao izlazne veličine mernog sistema pri konstantnoj vrednosti merene veličine ne menja sa promenom temperature okoline a kod merenja vode i sa promenom temperature vode.
- c) Stabilnost nule - da se vrednost izlaznog signala neopterećenog sistema (vrednosti merene veličine jednake nuli) ne menja sa vremenom.
- d) Zadovoljavajući dinamički odziv - da merni sistem ne deformiše amplitudni i frekventni sadržaj mernog signala - frekvencije merene veličine da odgovore frekvenciji ulaznog signala bar u onoj oblasti promene frekvencije koja je od interesa za merenje konkretne veličine.
- e) Zadovoljavajuća tačnost i ponovljivost merenja.

Ispunjenje prethodnih uslova treba proveriti bez obzira koji način obrade i registrovanja podataka se primenjavao. Pogrešno je smatrati da će uvođenje mikroprocesora za kontrolu, prikupljanje i obradu podataka nadoknaditi manjkavost mernog sistema.

U problemima koje će se razmatrati u ovoj knjizi, sem u oblasti hidrauličkog udara, radi se o promenama koje su relativno spore pa će se problem dinamičkog odziva mernog sistema retko postavljati.

Kod merenja brzih promena, na primer fluktuacije pritiska, merni sistem može značajno da deformiše signal. Ovde se pod mernim sistemom ne podrazumeva samo električni senzor i instrumenti nego i njegov mehanički deo. Na slici IV 11., iz rada Prodanović, Špoljarić, Ivetić, Maksimović (1985), prikazani su rezultati ispitivanja dinamičkih karakteristika sistema za merenje fluktuacija pritiska. U oblasti sopstvene frekvencije mernog sistema dolazi do pojačanja amplitude izlaznog signala. O ovome se mora voditi računa pri merenju jer u protivnom može da se stekne pogrešna slika o karakteru promene osnovne merne veličine i samoj njenoj vrednosti.



Slika IV 12. Prigušenje oscilacija nivoa vode u otvorenom kanalu pri ustaljenom tečenju

- a) električnim delom mernog sistema (nisko propusni filter-LP);
 b) mehaničkim delom mernog sistema (mernim bunarom).

Sa druge strane pojedine veličine, kao na primer nivo vode u otvorenom kanalu se menja brzo zbog površinskih talasa. Merenje protoka u otvorenim kanalima često se bazira na merenju jedne ili više dubina vode (videti poglavlje IV 5). Prisustvo površinskih talasa u ovom slučaju remeti merenje pa se te oscilacije nivoa veštački prigušuju bilo mehaničkim delom mernog sistema (merni bunar), koji igraju ulogu filtra sa niskom propusnošću, bilo električnim delom mernog sistema ugradnjom električnog filtra sa niskom propusnošću (sl. IV 12).

Sličan problem sa fluktuacijama pritiska javlja se kod merenja protoka u cevima pod pritiskom metodama koje se baziraju na razlici pritiska

na prepreci. Na primer, kod merne dijafragme (zaslona) oscilacije pritiska mogu da budu značajne - da ga potpuno kompromituju ili onemogućće - pa se one obavezno moraju prigušiti mehaničkim ili električnim delom mernog sistema.

Kao zaključak može se reći da pri izboru (projektovanju) mernog sistema mora da se vodi računa o dinamičkom karakteru i merene veličine i oba dela mernog sistema (mehaničkog i električnog). Neusaglašenost dinamičkih karakteristika može da izazove velike greške u merenju. Potrebno je takođe voditi računa i o promenama tih dinamičkih karakteristika mernog sistema kroz vreme.

LITERATURA

- Benedict R.P. (1977), (urednik), Fundamentals of Pressure and Flow Measurements, 2nd Edition J.Wiley Interscience.
- Boreli M. (1968), Bilans podzemnih voda.
- Čorlukić, (1975), Mjerenje protoka fluida, ATM Zagreb, Tehnička knjiga.
- Djonin K., A. Gajić, Z. Predić (1987), Hidraulički problemi i prelazni režimi u tunelskom dovodu Banovo Brdo - Tašmajdan. Zbornik radova Snabdevanje Beograda vodom, SITB i BVK.
- Hajdin G., M. Spasojević (1980), O mernim objektima u zatvorenim provodnicima sa slobodnom površinom vode. Saopštenje sa seminara MEPROKS '80 o merenju proticaja u otvorenim kanalima i sistemima sa slobodnom površinom. Izdanje Institut za hidrotehniku Gradjevinskog fakulteta u Beogradu.
- Ivetić M., Č. Maksimović, M. Radojković (1983), Primer primene matematičkog modela neustaljenog tečenja u mreži sastavljenoj od kanala sa slobodnom površinom i cevi pod pritiskom. Simpozijum o nelinearnim problemima mehanike, Arandelovac, 22-25 septembra.
- Jovičić B. (1984), Princip rada elektromagnetnog merača protoka. Savetovanje Beogradskog vodovoda i kanalizacije o merenju protoka, april.
- Kippan Mesch (1978), Contribution to the book: Measurements for Industrial Process Control.
- Maksimović Č., Lj. Miljković, D. Djačić, M. Krtenić, (1986). Merenje protoka tečnosti elektromagnetnim meračem sa nehomogenim poljem u nestandardnim uslovima, Zbornik radova sa IX Savjetovanja JDHI i Redovnog godišnjeg Savjetovanja JDH, Split.
- Maksimović Č., M. Radojković (1986), Urban Drainage Catchments-Selected Worldwide Rainfall-Runoff Data from Experimental Catchments, Pergamon Press.
- Maksimović Č., M. Radojković, J. Despotović, Z. Radić (1986), Istraživanje procesa oticanja od kiša sa gradskih površina za potrebe projektovanja objekata kišne kanalizacije. II Kongres o vodama Jugoslavije.
- Prodanović D., A. Špoljarić, M. Ivetić, Č. Maksimović (1985), Dynamic characteristics of a pressure measuring system. Proceedings of the International Symposium on Measuring Techniques in Hydraulic Research, Delft 22-24 April, Published by Balkema, Editor A.C.E. Wessels.
- Stanković D. (1987), Fizičko tehnička merenja, izdavač: Tehnička knjiga.
- Stevanović Čarapina H. (1984), Tehnološka i konstruktivna rešenja davaca elektromagnetnih merača protoka. Savetovanje Beogradskog vodovoda i kanalizacije o merenju protoka, april.
- Vignos, (1981), Effect of Velocity Profile on Flow Measurements in Turbulent Regime (Private communication to the book Flow Measurement Engineering Handbook, R.W., Miller, McGraw Hill 1983).
- Vušković I. (1977), Osnove tehnike merenja.