

## SISTEMI ZA TESTIRANJE

Svi sistemi za testiranje su različiti. Svaki od njih se koristi da zadovolji specifične potrebe. Ipak, nezavisno od toga što između njih postoje velike razlike oni se mogu svrstati u sledeće kategorije:

1) **Sistemi za akviziciju podataka**- poznati su kao DAS ( *Data Acquisition Systems* ). Osnovna namena ovih sistema je da prikupljaju podatke. Obično su to podaci od nekih fizičkih procesa. Nakon prikupljanja podataka isti se korelišu sa drugim podacima, filtriraju, redukuju, i dr. , sa ciljem da se iz njih izvuče željena informacija. Podaci se mogu dalje analizirati, vizuelno prikazivati na raznim tipovima displeja, ili na osnovu njih iscrtavati neki dijagrami.

Primer DAS-a je uređaj koji nadgleda temperaturu cevi u kojoj se odvija neka hemijska reakcija. DAS može da nadgleda temperaturu u periodičnim vremenskim intervalima i da memoriše rezultate u *log-fajl*. Kasnije *log-fajl* se može analizirati kako bi se utvrdile karakteristike hemijske reakcije. Obično DAS-ovi mogu veoma brzo prikupljati podatke sa velikog broja mernih pretvarača, ali njihova analiza može da se obavlja kasnije sa mnogo manjom brzinom.

2) **Test sistemi u proizvodnji**- obično pribavljaju signale koji ukazuju na status pojedinih uređaja ,podsklopova ili komponenata, koji se u procesu proizvodnje testiraju ( recimo testiranje vrednosti elektrolitskog kondenzatora u procesu proizvodnje bloka za napajanje ). Status može biti tipa ispravan/neispravan. U zavisnosti od statusa signala preuzimaju se odgovarajuće akcije. Obično test sistemi u proizvodnji skupljaju podatke, izračunavaju rezultate, obavljaju analizu ovih rezultata, i donose odluke koje se odnose na to akcije treba preduzeti dalje (tj. da li proizvodnju treba zaustaviti ili nastaviti ).

Neki test sistemi u proizvodnji mogu da *loguju* rezultate testa radi kasnije analize sa ciljem da ocene procenat škarta u proizvodnji, uslove u kojima se proizvodnja odvija, i dr. Pribavljeni podaci se mogu iskoristiti radi donošenja zaključaka o efikasnosti proizvodnje, pouzdanosti proizvoda, i td. Ovi podaci, analizirani kasnije, mogu se u nekom narednom vremenskom periodu,iskoristiti kao ulazni parametri za korekciju, ili poboljšanje procesa proizvodnje pojedinih proizvoda.

3) **Istraživačko- razvojna oprema** ( *R & D Lab Bench system* ) - predstavlja skup instrumenata koji se koriste od strane inženjera koji sprovode istraživanje i razvoj u fazi projektovanja, ili procenjuju karakteristike testiranog uređaja. Obično između instrumenata, kod ovakvih sistema, ne postoji čvrsta sprega u radu, a veoma veliki broj test aplikacija se obavlja samo jedanput.

4) **Test sistemi za nadgledanje i upravljanje** ( *monitor and control test systems* ) - ovi sistemi se koriste radi upravljanja procesima različitog tipa, posebno u industriji ili zaštiti čovekove okoline. Tipično ovakvi sistemi postoje kod rafinerija za preradu nafte ( gde test sistem proverava da li različite celine sistema u okviru integralnog sistema rade korektno i generišu izlaze u okviru specificiranih vrednosti karakterističnih za taj proces ). Ako neki od podsistema odstupa od specificiranih parametara, tada test sistem preuzima akcije korektivnog tipa kako bi integralni sistem ponovo doveo u okviru radnih uslova. Drugim rečima, test sistemi za nadgledanje i upravljanje su klasični sistemi sa povratnom reakcijom.

## Opšte karakteristike sistema za testiranje

Test sisteme je moguće koristiti za različite namene. Osnovne njihove karakteristike prikazane su na slici 1.

	DAS	test sistemi u R&D Lab Bench	Monitor&Control proizvodnji
nadgledanje DUT	X	X	X
stimulacija DUT	S	X	X
upravljanje DUT			X
analiza podataka u realnom vremenu		X	X
analiza i odluka u realnom vremenu		X	X
logiranje podataka u realnom vremenu	X	S	S
post procesna analiza podataka	X	S	S

*Slika 1 Karakteristika test sistema*

**Napomena:** X - test sistem poseduje željene karakteristike; S-Test sistem ponekad poseduje te karakteristike; DUT - Device under test (testirani uređaj).

**A. Nadgledanje uređaja (*device monitoring*)** - opisuje mogućnost nadgledanje DUT-a. U suštini to je merački deo testa i procesa merenja. Rad uređaja se nadgleda pomoću većeg broja instrumenata. Podaci o merenju se skupljaju.

**B. Stimulacija uređaja (*device stimulation*)** - opisuje mogućnost da se obezbedi pobuda za DUT. DUT se pobudjuje dovodjenjem signala odgovarajuće amplitude, frekvencije, ili talasnog oblika na određeni ulazni pin DUT-a. Stimulacija se obično koristi za generisanje određenog odziva DUT-a čiji se rad nadgleda i ispituje.

**C. Upravljanje radom (*device control*)** - opisuje mogućnost upravljanja DUT-om. DUT se upravlja pomoću određenih akcija kakave su zatvaranje kontakta releja, dovodjenje napona napajanja, i dr. Upravljanje se obično koristi za izmenu akcija DUT-a, ili sistema, koje su karakteristične za sisteme koji vrše nadgledanje i upravljanje.

**D. Analiza podataka u realnom vremenu (*real time data analysis*)** - odnosi se na mogućnost da se pribave podaci DUT-a koji se nadgleda i izvrši njihova obrada u realnom vremenu. To znači da se obrada podataka vrši u toku procesa merenja i nadgledanja.

**E. Analiza i odluka u realnom vremenu (*real time analysis decision*)** - opisuje mogućnost da se prvo podaci probave, a zatim donosi odluka koja se donosi na osnovu te analize ( odluka se donosi u realnom vremenu ). To znači da se odlike moraju obavljati automatski u toku procesa nadgledanje i merenja. Odluka može biti jednostavna kakva je ona tipa *ON/OFF*, ili nešto složenijeg tipa kakva je "povećaj temperaturu za deset Celzijusovih stepeni"

**F. Logiranje podataka u realnom vremenu** (*real time data logging*) - opisuje mogućnost da se pribave karakteristični podaci sa DUT-a, u zavisnosti od zahteva izvrši njihova analiza radi redukovanja obima podataka, i na kraju se obradjeni podaci memorišu ( u nekoj bazi pdataka, na disku, disketi, ili dr. ) radi kasnije analize.

**G. Postprocesna analiza podataka** (*post-process data analysis*) - ova karakteristika obezbedjuje mogućnost da se prvo podaci, u realnom vremenu, memorišu, a kasnije, nakon završetka procesa, izvrši njihova analiza.

## Sistemi za akviziciju podataka

Sistemi za akviziciju i logiranje podataka su testno-merno informacioni sistemi namenjeni za prikupljanje velike količine podataka radi kasnije analize. Podaci po svojoj prirodi mogu biti: električni ( napon, struja, frekvencija, ...), mehanički ( vibracije, stres, ...), hemijski( *pH* faktor, *redox* faktor, ...), fizički ( temperatura, pritisak, ...), itd.

Namena DAS-a je da prikuplja, u realnom vremenu, podatke od sistema koji se nadgleda i memoriše te podatke radi kasnije analize. Glavna karakteristika DAS-ova je ta da oni mogu prihvatati podatke u realnom vremenu, obično brže nego što se ti podaci mogu analizirati. Po- nekad podaci koji su pribavljeni u periodu od nekoliko mililisekundi treba da se analiziraju mesecima, ali takodje ti podaci mogu biti kasnije od koristi radi sprovodjenja neke druge analize. DAS-ove najčešće srećemo kod sledećih tipova aplikacija:

- analiza hemijskih reakcija;
- analiza stresova i vibracija kod mostova;
- analiza izazvanih eksplozija, i dr.

### Komponente DAS-a

Rad DAS-a se može razložiti na nekoliko faza. Prva se odnosi na rad u realnom vremenu, druga na post-procesiranje, a treća na analizu podataka (koja sa aspekta vremena izvršavanja nije kritična).

Sekciju (fazu) za rad u realnom vremenu čine sledeći delovi:

- **merne sonde** - sklopovi koji konvertuju električne, mehaničke, hemijske, ili druge fizičke veličine koje merimo u neki oblik električnog signala.
- **instrumentacija** - sklopovi (sklop) koji konvertuju električne signale od mernih sondi u digitalne podatke koji se analiziraju od strane računara.
- **loger podataka** - softverska aplikacija koja prihvata podatke sa instrumenata i smešta ih u bazu podataka na hard disku, magnetnoj traci, ili dr. , radi kasnije analize. Ova aplikacija može da redukuje obim podataka na određeni oblik ( recimo srednja vrednost dva uzastopna merenja ). Ovakav pristup, u suštini, predstavlja ograničeni iznos analize podataka koji se obavlja sa ciljem da se smanji iznos informacije koji treba da se memoriše.
- **memorisanje podataka** - odnosi se na bazu podataka, hard disk, magnetna traka ili dr. koja se koristi za memorisanje prikupljenih podataka.

Sekciju za analizu podataka čine sledeći delovi:

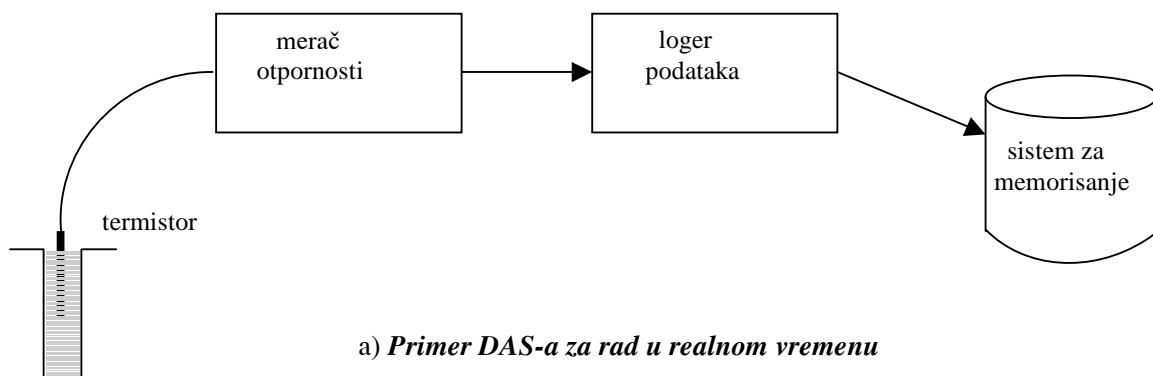
- **početni oblik baze podataka** - baza podataka, hard disk, magnetna traka ili dr. , koja sadrži početne podatke iz sekcije testa za rad u realnom vremenu. To su podaci koje treba analizirati.

- **analiza podataka** - odnosi se na procesiranje podataka. Analiza se može odnositi na filtriranje podataka, redukciju podataka kombinovanjem određenih delova, promena podataka u pogodnijoj formi ( kakva je FFT analiza ), i korelacija podataka sa drugim podacima u cilju nalaženja određenih oblika.
- **memorisanje podataka** - odnosi se na pamćenje post-procesiranih podataka radi kasnije analize ili prikazivanja.
- **prikazivanje** - odnosi se na prikaz rezultata analize. Rezultati se mogu prikazivati u formi brojeva, crteža , dijagrama, i dr.

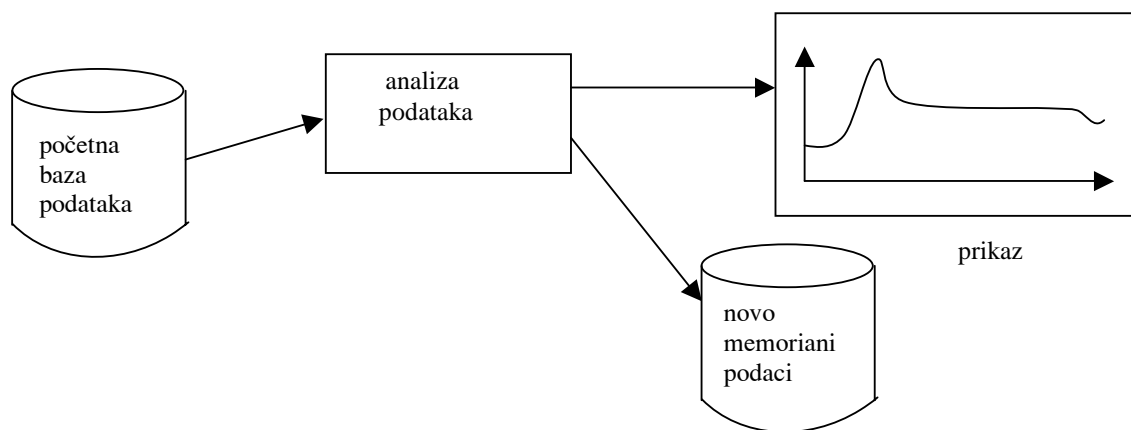
### Primer DAS-a

Primer DAS-a predstavlja sistem za nadgledanje temperature u cevi u kojoj se odvija određena hemijska reakcija. DAS može da meri temperaturu u periodičnim vremenskim intervalima, i smešta rezultat u *log fajlu*. Kasnije *log fajl* se može ispitivati kako bi se odredile karakteristike hemijske reakcije.

Na slici 2a prikazan je jedan DAS kod koga je jedna sonda termistor, a instrumentacija je merač otpornosti. Na slici 2b grafički je predstavljeno procesiranje koje se obavlja nakon prikupljanja podataka. U konkretnom slučaju analiza se svodi na izvodjenje korelacije između temperature i hemijske reakcije, kao i prikazivanje promene temperature sa vremenom.



a) *Primer DAS-a za rad u realnom vremenu*



b) *Post analiza kod DAS-a*

**Slika 2 Tipične faze kod DAS-a**

## Test sistemi u proizvodnji

Test sistemi u proizvodnji namenjeni su da analiziraju uređaje ili finalne / medju proizvode u procesu proizvodnje i utvrde da li oni ispunjavaju specificirane kriterijume ili ne. Testirani uređaj je obično neka PC (*printed circuit*) ploča, ili neki drugi uređaj na kome se može obavljati mehaničko, električno, hemijsko, ili neko drugo testiranje.

Svrha testa u proizvodnji je da proveri ispravnost većeg broja komponenata koji se testiraju. Ova aktivnost se obavlja na taj način što se na ulaz svake komponente dovodi odgovarajuća pobuda, posmatra se kakav je njen odziv i upoređuje da li ta komponenta ispunjava tehničke norme. Drugim rečima, na osnovu testa se zaključuje da li testirana komponenta radi u okviru prihvatljivih granica. Ako tehničke norme nisu zadovoljene, komponenta se vraća na doradu, reciklira, ili se uništava. Za slučaj da se karakteristike nalaze u okviru specificiranih granica komponenta ze predaje narednom koraku u procesu proizvodnje.

Test sistemi u proizvodnji mora da:

- obezbede efikasne mehanizme za otklanjanje škartova u proizvodnji;
- ukazuju na to gde se nalazi defekt i kako ga otkloniti;
- ukazuju na uzrok problema (obično u toku procesa proizvodnje postoji veći broj testova, rezultati svakog testa se pamte pa se na osnovu njihove analize izvodi zaključak o daljem toku proizvodnog procesa. Standardno 25 % od svih defekata se otklanja ovakvom analizom.
- poboljša ukupnu pouzdanost proizvodnog procesa.

### Komponente test sistema u proizvodnji

Test sistemi u proizvodnji čine:

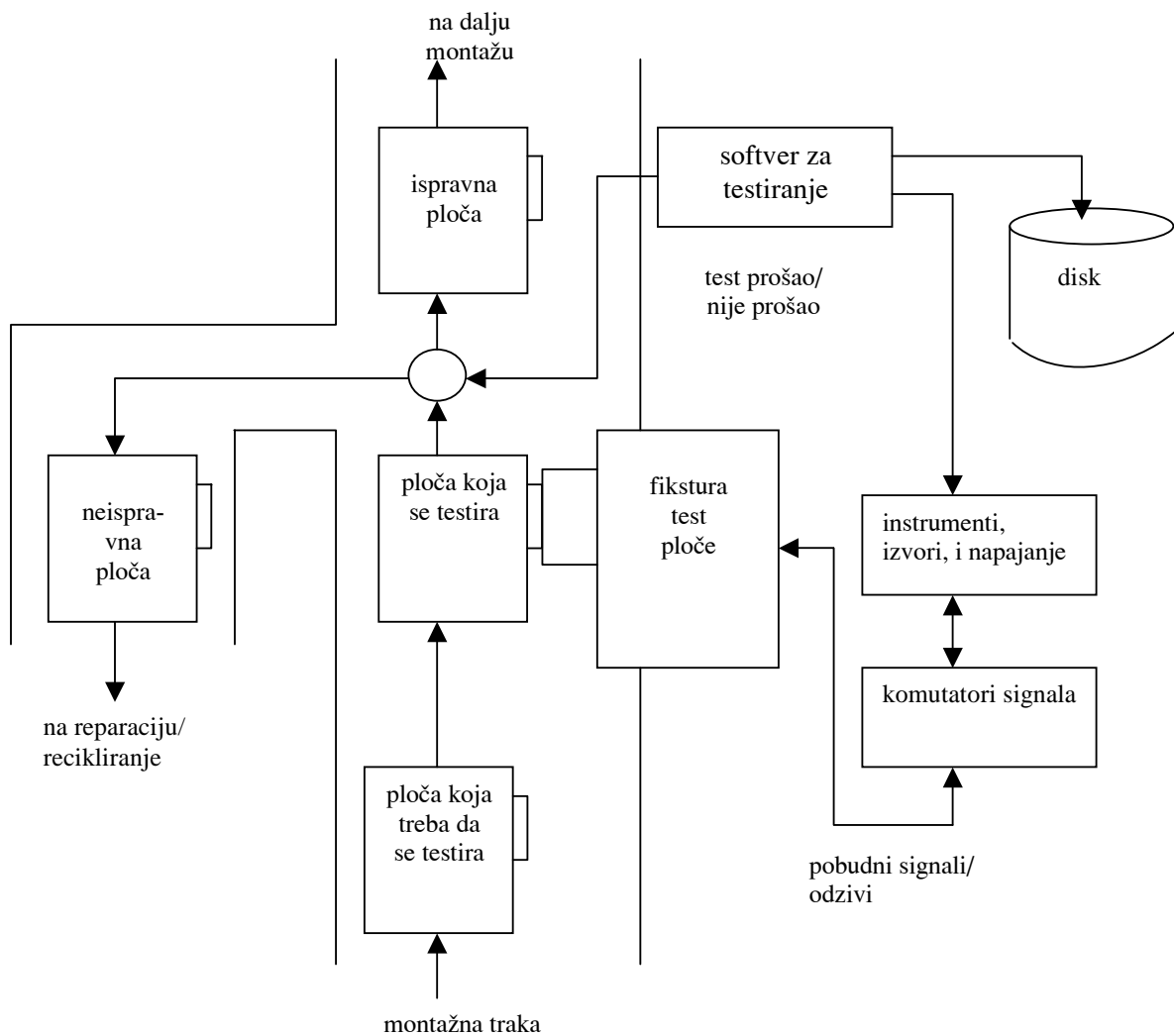
- a) **Proizvodna linija** - i pored toga što nije sastavni deo test sistema, ova linija dovodi komponentu koja se testira do *fiksture* ( kontaktni blok ) za testiranje. Nakon testa testirana komponenta se usmerava ka opravci ako je neispravna, ili dalje u montaži ako je ispravna.
- b) **Fikstura** - mehanizam pomoću koga se komponenta povezuje na test sistem. Sastoji se od većeg broja trnova za kontaktiranje kao i mehanike koje se koristi za postavljanje komponente / ploče u fiksirani položaj, i pomeranje (pozicioniranje) mehanizma sa trnovima kao bi se ostvario dobar kontak između testirane ploče / komponente i trnova (tj. test elektronike).
- c) **Komutatori** - povezuju različite instrumente, izvore napajanja, i drugu instrumentaciju na odgovarajuće tačke komponente / ploče koja se testira. S obzirom da ploča koja se testira može da ima veći broj testnih tačaka, neekonomično i nepraktično je da za svaku mernu tačku postoji po jedan instrument. Komutatorska matrica obezbedjuje da se jedinstveni test instrument koristi za veći broj testnih tačaka, kao i da se jedinstvena testna tačka u toku faze testiranja poveže na veći broj instrumenata.
- d) **Instrumenti, izvori signala i napajanje** - to su realni merni uređaji koji se koriste da obave testiranje; izvori signala su sklopovi koji generišu stimulanse, a blokovi za napajanje obezbeduju napajanje za komponente, ili ploče koja se testira.
- e) **Softver za testiranje** - softver koji upravlja radom fiksture, komutatora, instrumenata, izvorima za generisanje pobudnih signala, izvorima za generisanje napona napajanja, tj. obezbedjuje neophodne uslove da se testiranje obavi. Obično se obavlja po nekoliko različitih testova (recimo testiraju se statičke i dinamičke karakteristike kola, snima se odziv na odredjenu pobudu, i dr.). Softver za testiranje obezbedjuje sve ove funkcije, i na kraju kao rezultat donosi odluku da li proizvod korektno radi ili ne.
- f) **Indikacija prolazi / ne prolazi** - obično je to mehanički sklop koji selektuje komponente / ploče na osnovu toga da li su oni zadovoljili kriterijume testa ili nisu. Oni koji su zadovoljili kriterijume propuštaju

se dalje prema liniji za asembliranje proizvoda ( montažna linija ) dok se ostale komponente / ploče šalju na reparaciju ili recikliranje.

### Primer test sistema za proizvodnju

Jedan primer test sistema za proizvodnju prikazan je na slici 3. U konkretnom sličaju testira se PC ploča. Ploča dolazi sa linije za asembliranje (donji deo slike). Kada se ploča postavi u delu za fiksturu, počinje testiranje. Testiranje može da traje od nekoliko milisekundi do desetinu minuta. U suštini, softver za testiranje regularno generiše kratke sekvence (trajanja milisekundi ili sekundi), i proverava odziv.

Nakon završetka testa postavlja se indikator prolazi / neprolazi. Kada test prodje PC ploča se predaje liniji za asembliranje ( gornji deo slike ), a za slučaj da test nije prošao PC ploča se predaje kao neispravna ( levi deo slike). Rezultati testa se memorišu, radi kasnijeg post procesiranja. Post-procesiranjem mogu se utrditi uzroci defekata pa saglasno tome preduzeti odgovarajuće akcije.



Slika 3 Primer test sistema u proizvodnji

## Istraživačko - razvojni i laboratorijski sistemi

Istraživačko - razvojni i laboratorijski sistemi koriste se od strane projekatara sistema za testiranje proizvoda u fazi izrade prototipova. Ovi tipovi sistema sastoje se od različitih test instrumenata, izvora pobudnih signala, i izvora napajanja. Sastavni delovi test opreme mogu biti labavo ili čvrsto spregnuti.

Projektanti u fazi razvoja i testiranja mogu da:

- 1) **Kreiraju jednostavne test aplikacije** - projektanti obično povezuju instrumente na prototipskoj ploči pomoću štipaljki, a nakon toga kreiraju neki program ( ili kreiraju tekuće aplikacije ) da bi se obavio test i prikupili podaci. Podaci se obično prikazuju na displeju računara, a ne na displeju instrumenta. Da bi smanjili broj štipaljki projektanti obično koriste razne mehaničke ili elektronske komutatore signala. Programi za testiranje u najvećem broju slučajeva su vemo kratki i malog su obima.
- 2) **Kreiranje aplikacija za test u proizvodnji** - korišćenjem određenog broja instrumenata, izvora signala, izvora napajanja, komutatora signala, i fiksture, projektanti mogu kreirati test za prototipski proizvod. Nakon izrade prototipa oni kreiraju veći broj test aplikacija. Obično ovakvi testovi su obimniji, a i kreiranje programa za testiranje traje duže.

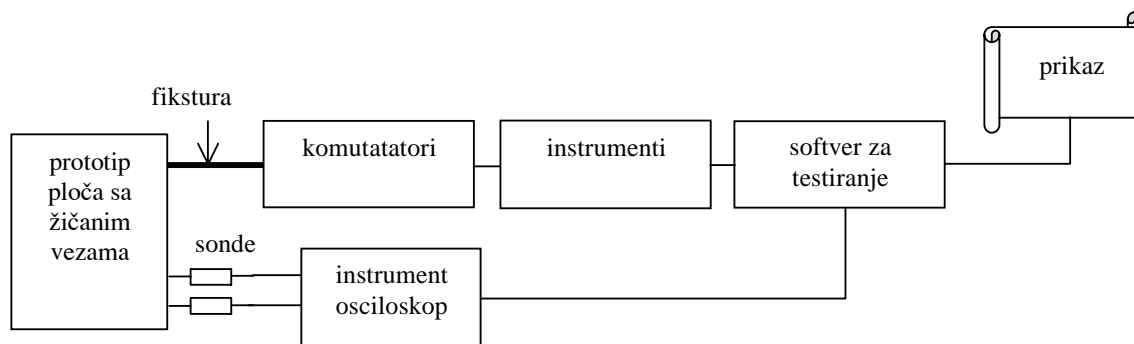
### Komponente istraživačko razvojnih laboratorijskih sistema

Sastavni delovi ovog tipa sistema su:

- 1) **Prototip sklop** - prototip je DUT
- 2) **Sonde** - privremene veze između test instrumenata i prototipskog DUT-a. Sonde se lako mogu prebacivati sa jedne merne tačke na drugu.
- 3) **Fikstura** - za najveći broj komponenata ugrađenih na ploči obezbeđena je fiksna veza između test instrumenata i prototipskog DUT-a.
- 4) **Komutatori signala** - koriste se sa fiksture kako bi povezali prototip DUT-a sa test instrumentima, tako da instrumentacija može da testira veći broj tačaka, ili da se merne tačke mogu povezivati na veći broj instrumenata.
- 5) **Instrumentacija** - uređaji koji mere signale sa DUT-a, ili generišu pobudu za DUT.
- 6) **Softver za testiranje** - softver koji upravlja radom instrumentacije.

### Primer istraživačko razvojne i laboratorijske test opreme

Jedan tipičan primer ovog tipa test opteme prikazan je na slici 4. Kao što se vidi sa slike 4 postoje dva tipa povezivanja opreme za testiranje. Prvi se odnosi na povezivanje fiksture sa DUT-om. Fikstura se povezuje na sistem preko matrice i test instrumenata. Radom instrumentacije upravlja softver za testiranje, a rezultati se prikazuju na displeju računara. Kod drugog povezivanja koriste se sonde od pojedinačnih instrumenata ( u konkretnom slučaju osciloskop ) koje se priključuju na DUT. Sonde se mogu premeštati ručno sa jedne merne tače na drugu. Rezultat testa se može direktno posmatrati na osciloskopu ili memorisati, a kasnije analizirati.



Slika 4. Primer razvojno istraživačkog sistema za testiranje

## Test sistemi za nadgledanje i upravljanje

Test sistemi za nadgledanje i upravljanje koriste se za upravljanje složenim tehnološkim procesima. Test sistem permanentno nadgleda stanje procesa i kada nastane neka devijacija preuzima odgovarajuće akcije koje vraćaju ceo sistem u stabilno stanje. U ovom slučaju kažemo da postoji zatvorena petlja upravljanja između procesa i test opreme.

Obično sistemi za nadgledanje i upravljanje moraju da prikupe veliki broj podataka (osobina DAS-ova), ali izračunaju rezultate, obavljaju analizu rezultata i preuzimaju povratnu akciju u realnom vremenu (osobina test sistema u proizvodnji). Akcije se obično odnose samo na one situacije kada sistem počne da radi nekorektno, pa je zbog toga potrebno da se sistem što pre dovede u ravnotežno (stabilno) stanje.

Sistem za nadgledanje i upravljanje se sastoji od sledećih komponentata:

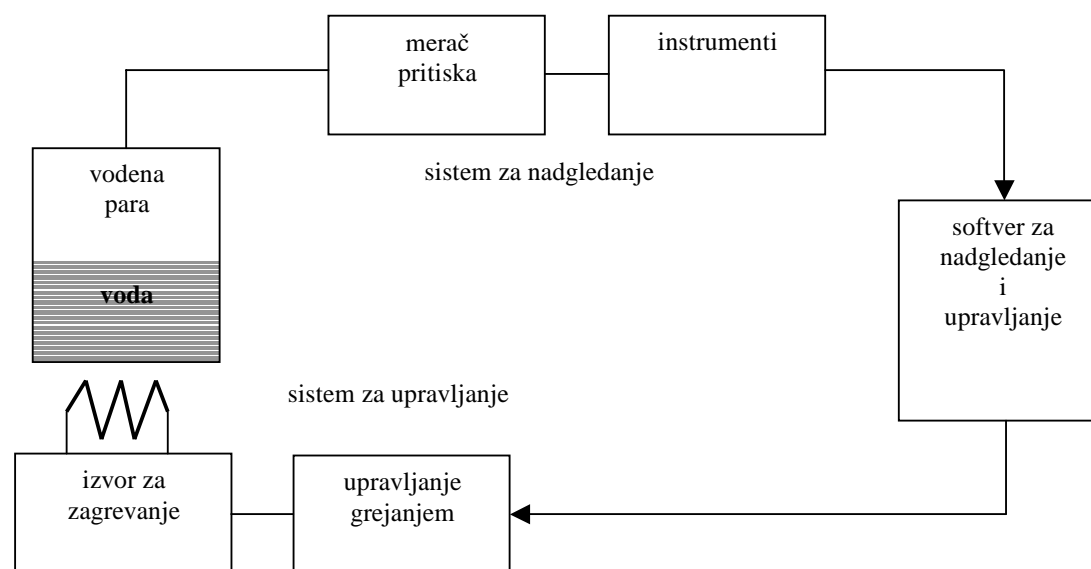
- 1) **Instrumentacija** - instrumenti koji mere kako se ponaša kontrolisani sistem ili proces.
- 2) **Softver za nadgledanje i upravljanje** - softver koji nadgleda prikupljanje podataka sa instrumenata i ako je potrebno donosi odluku o korektivnim akcijama.
- 3) **Upravljački mehanizmi** - uređaji koji konvertuju zahteve softvera za nadgledanje i upravljanje u odgovarajuće pobudne signale koji se vode ka sistemu upravljanja.

### Primer sistema za nadgledanje u upravljanje

Na slici 5 prikazan je jedan tipičan sistem za nadgledanje i upravljanje. Proces nadgledanja saastoji se merenju pritiska koga stvara vodena para. Kada je pritisak veliki upravljački sistem isključuje grejanje, a kada je mali uključuje ga.

Najveći broj sistema za nadgledanje i upravljanje ugrađuje se danas kod rafinerija, nuklearnih elektrana, velikih industrijskih postrojenja, kod savremenih automobila, itd.





Slika 5. Primer test sistema za nadgledanje i upravljanje

## Kombinovani sistemi

Veliki broj sistema nije moguće svrstati samo u jednu od nabrojanih kategorija, tj. oni mogu pripadati većem broju. Na slici 6 prikazani su neki primeri kombinovanih test sistema.

kombinovani sistemi	korišćenje
proizvodni test sistemi i DAS-ovi	prikupljanje podataka sa proizvodne test linije radi postprocesiranja i sprovođenje analize u cilju otkrivanja % škarta (defekata)
sistemi za nadgledanje i kontrolu sa DAS-ovima	prikupljanje podataka kako bi se izvršila analiza i proverile performanse proizvođa, utvrdile granice dozvoljenih odstupanja, obavila verifikacija proizvoda, itd.
razvojno istraživački test sistemi sa proizvodnim test sistemima	razvojno istraživački testovi ukazuju na put i metode kao najlakše da se predje na proizvodno testiranje
razvojno istraživački test sa DAS-ovima	razvojno istraživačka test oprema prikuplja podatke o radu prototipskog uređaja radi kasnije analize

Slika 6. Korišćenje kombinovanih test sistema

## Test pitanje

U kratkim crtama opisati koje funkcije obavljaju sva četiri bazična test sistema.

## Odgovor

- **DAS** - sistem koji prikuplja podatke i memoriše ih radi kasnije analize.
- **Test sistemi u proizvodnji** - sistem koji testira komponentu / uređaj, odlučuje da li je ona ispravna ili nije, i usmerava je na putu u proizvodnoj liniji kao ispravnu ili defektnu.
- **Istraživačko razvojni laboratorijski test** - test sistem koji je "skrojen po meri projekatata", obično je privremenog karaktera, a cilj je da se provere karakteristike prototipskog rešenja.
- **Sistem za nadgledanje i upravljanje** - sistem koji ostvaruje zatvorenu petlju sa povratnom reakcijom između procesa, sa jedne, i test sistema, sa druge strane.