Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

WirelessUP!

UPraising VET skills for innovation in European electrotechnical sector

Broj projekta: 2017-1-HR01-KA202-035434

WirelessUP! Toolkit

Modul 1:
Internet stvari: Senzori i aktuatori

Intelektualni rezultat 3

Ožujak 2019.

Ova publikacija odražava isključivo stajalište autora publikacije i Komisija se ne može smatrati odgovornom prilikom uporabe informacija koje se u njoj nalaze.

Sadržaj

1. SENZORI I AKTUATORI 3
1.1. Osnovne osobine mjernih slogova 6
1.1.1. Ulazne osobine 6
1.1.2. Izlazne osobine 6
1.1.3. Radni uvjeti 6
1.1.4. Statičke karakteristike 6
1.1.5. Dinamičke karakteristike 7
1.2. Pregled mjernih pretvarača 7
1.2.1. Mjerenje pomaka 8
1.2.2. Mjerenje brzine vrtnje 9
1.3. Tahogeneratori 9
1.3.1. Impulsni pretvarači 10
1.3.2. Mjerenje sile 11
1.3.3. Mjerenje tlaka 12
1.3.4. Mjerenje razine tekućine 13
1.3.5. Mjerenje protjecanja fluida 15
1.3.5. Mjerenje temperature 16
1.3.6. Daljinska mjerenja i upravljanja 18
2. Internet stvari - uvod 19
2.1. Internet stvari - praktične aplikacije 19
2.2. Definicja IoT uređaja 23
2.2.1. Temeljne značajke 23
2.2.2. Arhitektura IoT-a 24
2.2.3. Tehnologije koje omogućavaju Internet stvari 25
2.3. Planiranje povezivosti mreže 26
2.4. IPv6 26
2.5. Analiza troškova i koristi davača 27
2.6. Što je sljedeće? 28
2.6.1. Budući tehnološki izazovi 28
2.6.2. Poslovni izazovi 29
2.6.3. Socijalni, sigurnosni, etički, pravni i globalni problemi 29
Bibliografija: 30

1. SENZORI I AKTUATORI

Mjerenje je svakodnevno djelovanje. Primjerice: važemo robu, brojimo predmete, mjerimo temperaturu tijela, krvni tlak, puls, mjerimo brzinu, visinu … itd.

Sve to činimo da bismo mogli uspoređivati vrijednosti mjerenih veličina s vrijednostima i brojem jedinica u kojima se iskazuju vrijednosti mjerenih veličina.

Osnovne mjerene veličine iskazujemo: duljine i dimenzije metrima (m), masu kilogramima (kg), jakost električne struje amperima (A), vrijeme sekundama (s), količinu tvari molima (mol), itd.

Vrijednosti izvedenih fizikalnih veličina iskazujemo na sličan način: tlak (Pa), temperaturu (K), protok mase (kg/s), protok volumena (m3/s), silu (N), brzinu (m/s) energiju (J), snagu (W), itd.

U tehnici je potrebno mjeriti sve fizikalne i kemijske veličine. Mjerenje je nužno zbog pokazivanja (signalizacije), zapisivanja (registracije), te zaštite i upravljanja. Mjerenja fizikalnih ili kemijskih veličina koje služe za regulaciju , upravljanje i vođenje procesa nazivamo procesnim mjerenjima. Procesna se mjerenja izvode pomoću jednostavnih ili složenijih mjernih uređaja koje nazivamo mjernim slogovima.

Primjeri neelektričnih veličina koje se mjere:

1. **U području upravljanja elektromotornim pogonima** – uz sve elektromagnetske veličine mjere se i kutni i linearni pomak, kutna i linearna brzina, kutno i linearno ubrzanje (akceleracija) ili usporenje (deceleracija), zakretni moment, mehanička snaga, temperatura namota, protok fluida u rashladnom sustavu, tlak ulja za podmazivanje ležajeva… itd.
2. **U području objekata u gibanju** – uz sve navedene mjerne veličine mjere se još i visina, dubina, udaljenost od drugog objekta, položaj u prostoru, apsolutna i relativna brzina objekta, sila, masa… itd.
3. **U kemijskoj tehnologiji, strojarstvu i nuklearnoj tehnici** – uz sve navedene mjerne veličine mjere se još i volumen, razina tekućine i sipine, vlaga, pH vrijednost, gustoća, viskoznost, kemijski sastav tvari, vibracije, jakost zvuka, toplinska vodljivost, toplinski kapacitet, količina topline, koeficijent trenja, ionizacijska zračenja, jakost svijetla… itd.

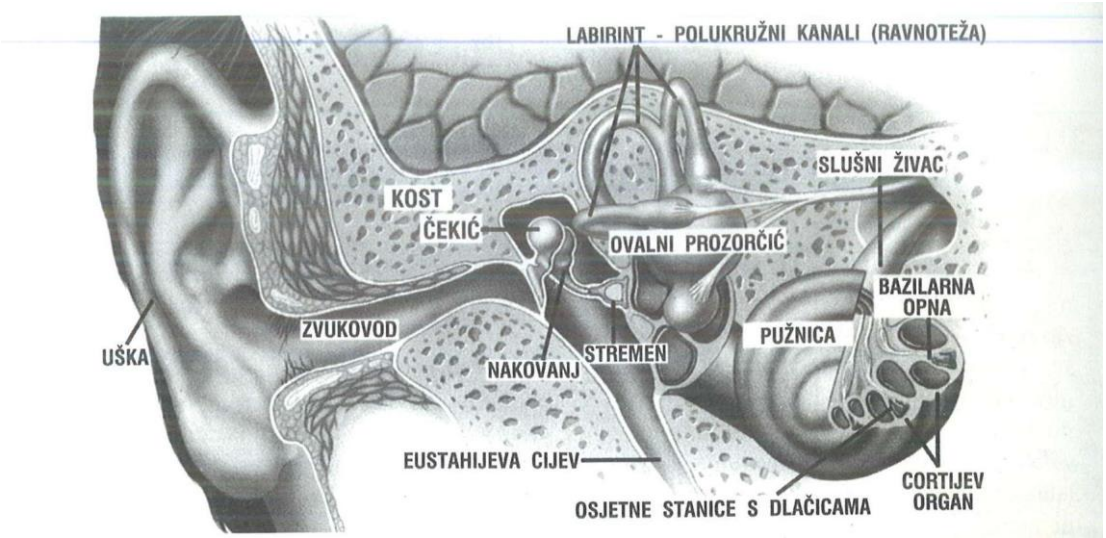
Bilo koja neelektrična veličina se mjeri i pretvara u električnu zbog niza prednost koje pruža rad s električnim veličinama.

Neke prednosti rada s električnim veličinama su:

a) Informacijski uređaji su elektronički
b) Velika točnost rada
c) Velika osjetljivost
d) Lakši daljinski prijenos podataka
e) Jednostavno pamćenje (memoriranje) podataka
f) Jednostavno očitavanje (indikacija) podataka
g) Jednostavno instaliranje i održavanje (eksploatacija) podataka
h) Jednostavno zapisivanje (registriranje) podataka

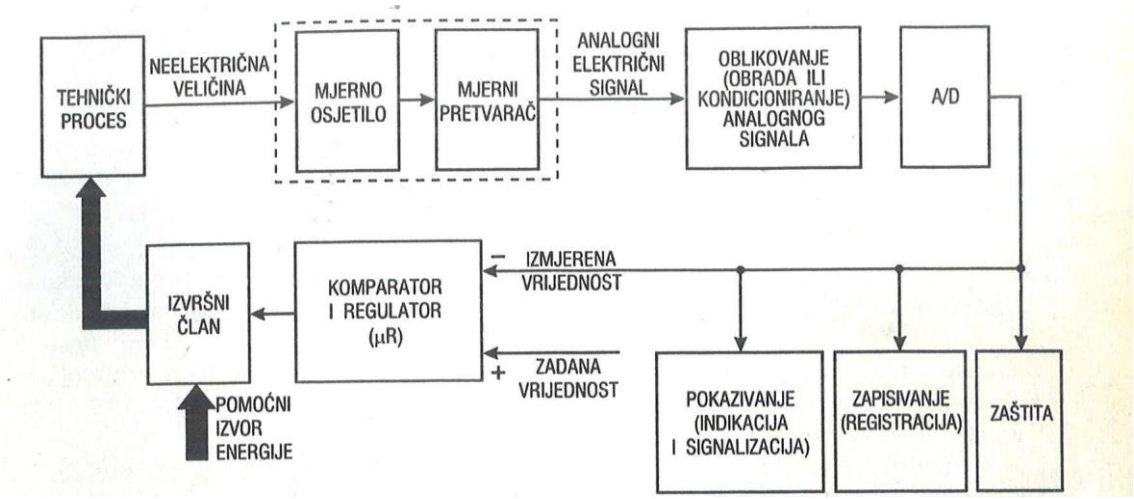
i) Velika mogućnost nadzora ispravnosti podataka
j) Pojava inteligentnih integriranih mjernih uređaja s mikroprocesorima

Ljudsko uho je primjer mjernog člana i pretvarača koji zvuk – mehaničke titraje zraka (neelekričnu veličinu) pretvara u električne signale.



Sl. 1. Ljudsko uho

Suvremeni informacijski uređaji su digitalni pa se često analogni električni signali moraju pretvoriti u digitalne signale u A/D (analogno-digitalnom) pretvaraču. Neki mjerni uređaji odmah daju digitalne signale (npr. Optički enkoderi i magnetski resolveri), pa im ne treba A/D pretvorba. Redovito je mjerni signal slab, pa se mora pojačati u pojačalu te filtrirati zbog uklanjanja smetnji.



Sl. 2. Blok shema procesnog mjerenja i regulacije

Svaki puta ne mora biti prisutan svaki blok. Mjerno osjetilo i pretvarač ne mogu se materijalno uvijek razdijeliti. Neki suvremeni mjerni uređaji integrirani su i mogu davati obrađene podatke. U primjeni se koriste različiti stručni nazivi (termini). Tako se mjerno osjetilo još naziva i osjetnik, senzor, detektor ili mjerni član, a mjerni pretvarač još se naziva i mjerni pretvornik.

Senzor (njem. sensor, engl. sensor, prema lat. sensus: osjećanje; osjećaj; osjetilo), pretvornik ili mjerno osjetilo dio je mjernoga sustava koji je u izravnom dodiru s mjerenom veličinom i daje izlazni signal ovisan o njezinu iznosu.

Aktuator (engl. actuator, od srednjovj. lat. actuare: ostvariti), u upravljačkoj i regulacijskoj tehnici, mehatronici, robotici i sl., naprava kojom se na pobudu upravljačkoga signala pokretni dijelovi sustava dovode u željeni položaj, ostvaruje se njihovo gibanje ili razvija sila ili moment kojim ti dijelovi djeluju na okolinu. U osnovi je to pretvornik koji neku ulaznu veličinu pojačava i pretvara u mehanički rad

U suvremenoj automatici sve je značajnija robotika, unutar koje se područje procesnih mjerenja naziva senzorika. Mjerni slog je skupni naziv za mjerno osjetilo, mjerni pretvarač, prijenosni uređaj, pokazni instrument i registrator.

Ponekad se u praksi koristi višestruka pretvorba, primjerice razina tekućine pretvara se u pomak, pomak u analogni električni signal, pa se onda analogni signal pretvara u digitalni. Najbolje je ako mjerni pretvarač odmah daje digitalni električni signal. Svaka pretvorba je gubitak dijela signala.

Možemo zaključiti da postoji veliki broj fizikalnih i kemijskih veličina, a za svaku je razvijen veći broj mjernih metoda. Za svaku metodu na tržištu postoje različiti instrumenti. To su komercijalni uređaji. U automatici danas postoji više tisuća različitih mjernih uređaja. U praksi projektanti odabiru uređaj koji je najbolji za određeni automatski sustav. Najjednostavniji regulacijski krug za stabilizaciju temperature ima samo mjerni član za temperaturu. Složeni automatski sustavi (električna centrala, rafinerija, brodovi, zrakoplovi… itd.) mogu imati nekoliko tisuća uređaja za mjerenje više desetaka, pa i stotina različitih veličina.

U procesnim mjerenjima izvršena je integracija znanja iz raznih područja (analogna i digitalna elektronika, elektrostrojarstvo, strojarstvo, optika, računalstvo itd.) pa je jasno da je to složena (kompleksna) tehnička disciplina.

Zbog velikog opsega, složenosti i brzih promjena dolazi do specijalizacije tehničkih stručnjaka.

Na razini tehničkih uređaja dolazi do standardizacije. Zbog velikog broja uređaja raznih proizvođača iz čitavog svijeta, nastoji se standardizirati mjerne signale, odnosno sklopove vodove i konektore. Uređaji trebaju biti sukladni ili kompatibilni. Postoje međunarodni i državni standardi, te standardi velikih proizvođača koji ih nameću tržištu. Standardizacija jako pojeftinjuje i olakšava rad.

Analogni električni signali imaju slijedeće standardne iznose:

a) Strujni (istosmjerni): 0-1 mA, 0-5 mA, 0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mA,
b) Naponski (istosmjerni i izmjenični): 0-1 mV, 0-15 mV, 0-100 mV, 0-3 V.
c) Pneumatički analogni mjerni signali imaju standardni iznos: 20-100 kPa

1.1. Osnovne osobine mjernih slogova

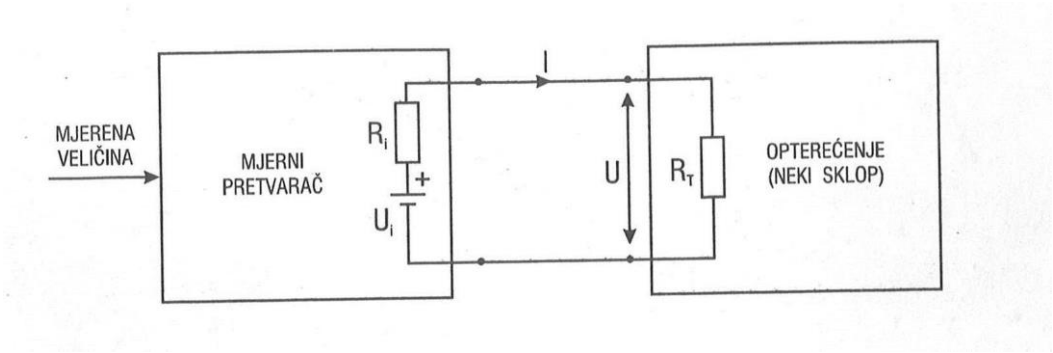
Osnovne osobine (značajke, karakteristike) uređaja za mjerenje neelektričnih veličina i njihovo pretvaranje u odgovarajući električni oblik su svrstane u skupine.

1.1.1. Ulazne osobine

a) Mjerna veličina
b) Mjerno područje
c) Mjerni opseg

1.1.2. Izlazne osobine

Mjerni signal je izlazna veličina mjernog pretvarača, a može biti analogni ili digitalni. Izlazna impedancija opisuje ponašanje mjernog pretvarača kada je povezan sa sklopovima u mjernom lancu, odnosno kada je opterećen. Ako je $R_i = R_T$, onda je najveći prijenos snage iz pretvarača na idući stupanj.



Sl. 3. Pojednostavljeni grafički prikaz izlazne impedancije

1.1.3. Radni uvjeti

Radni uvjeti pri kojima se izvode proračun i baždarenje (umjeravanje ili kalibriranje) mjernog pretvarača su standardizirani:

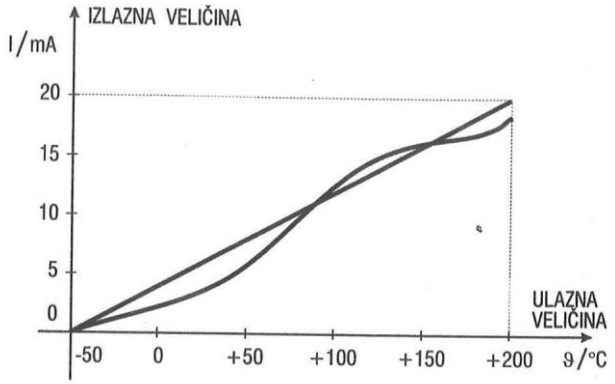
Temperatura: 20 $\pm$ 5 °C, relativna vlažnost zraka: 60 $\pm$ 20%, atmosferski tlak: 101,325 $\pm$ 2,66 kPa

To su sobni uvjeti.

1.1.4. Statičke karakteristike

Mjerni slogovi imaju statičke osobine koje znače odnos izlazne i ulazne veličine. Obično se grafički prikazuju.

Idealna statička karakteristika je linearna. U praksi dolazi do raznih odstupanja pa su statičke karakteristike nelinearne.



Sl. 4. Primjer linearne i kontinuirane nelinearne statičke karakteristike

1.1.5. Dinamičke karakteristike

Dinamičke karakteristike mjernih slogova su važne kao i statičke. Utvrđuju se eksperimentalno, pokusima. Opisuju se pomoću :

a) Prijelaznih karakteristika,
b) Frekvencijskih karakteristika.

Prijelazne karakteristike su vremenski odzivi na odskočnu (step) pobudu. Frekvencijske karakteristike su odzivi na sinusoidalnu pobudu u stacionarnom stanju.

1.2. Pregled mjernih pretvarača

Kod mjernih pretvarača neka neelektrična veličina se pretvara u električnu.

Opća podjela mjernih pretvarača : a) **pasivni** (moraju imati pomoćni izvor energije)

b) **aktivni** (pretvaraju neku neelektričnu veličinu u električnu i ne traže pomoćni izvor energije)

Opća podjela pasivnih mjernih pretvarača:

1. **Otporni:**
   a) kruti,
   b) tekući,
   c) plinoviti.
2. **Induktivni:**
   a) ovisni o položaju jezgre,
   b) ovisni o promjeni permeabilnosti.
3. **Kapacitivni:**
   a) ovisni o površini ploča,
   b) ovisni o razmaku ploča,
   c) ovisni o promjeni dielektrika,
   d) cilindrični kapacitivni pretvarači.

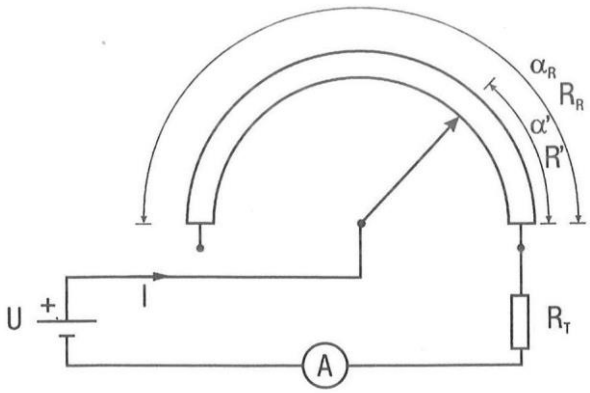
Opća podjela pasivnih mjernih pretvarača:

a) Pretvarači mehaničke energije u električnu (uglavnom se koristi generatorsko načelo – tahogenerator, ili piezoelektrično načelo).
b) Pretvarači toplinske energije u električnu (primjenjuje se termoelektrična pojava – termoparovi).
c) Pretvarači svjetlosne energije u električnu (primjenjuje se fotoelektrična pojava – fotonaponski članci).
d) Pretvarači kemijske energije u električnu (elektrolit s elektrodama od različitih materijala služi kao naponski izvor – akumulator).

1.2.1. Mjerenje pomaka

Kutni i linearni pomak mogu se mjeriti na mnogo načina pomoću otporničkih, induktivnih i kapacitivnih mjernih pretvarača na analogni način. Razvijeni su i mjerni pretvarači pomaka koji rade na digitalni način, i to optički i induktivni. Oni služe i za mjerenje brzine vrtnje, a ne samo kutnog zakreta.

Najjednostavniji je primjer otporničke metode s promjenjivim otpornikom. To je žičani namotani otpornik s klizačem (kliznikom) u reostatskom (Sl. 5.) i u potenciometarskom spoju



Sl. 5. Reostatski spoj mjernog pretvarača kutnog zakreta

Vidi se da je reostatski spoj otporničke metode primjer pasivnog mjernog pretvarača, jer mora imati pomoćni izvor energije.

Za $R_T = 0$ slijedi: $I = k \frac{1}{\alpha'}$

Jakost struje je obrnuto proporcionalna kutnom zakretu α'. Klizač je pričvršćen na osovinu koju zakreće neki pomični organ. U ovoj izvedbi je najveći kut αR = 180°, ali može biti i neki drugi kut. Na ampermetru se očitava iznos struje, ali nas zanima kutni pomak pa se instrument baždari u stupnjevima. Ako u strujni krug uključimo otpornik malog iznosa, možemo na njemu mjeriti pad napona proporcionalan struji. Taj naponski mjerni signal možemo obrađivati ili prenijeti pomoću daljinskog prijenosnika.

1.2.2. Mjerenje brzine vrtnje

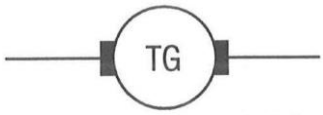
To je vrlo značajno područje mjerenja, naročito u reguliranim elektromotornim pogonima. Kod rotacijskih električnih strojeva važna je kutna brzina. Razvijeno je više načina mjerenja. Stariji je pristup mjerenje pomoću tahogeneratora, a noviji pomoću impulsnih mjernih pretvarača.

1.3. Tahogeneratori

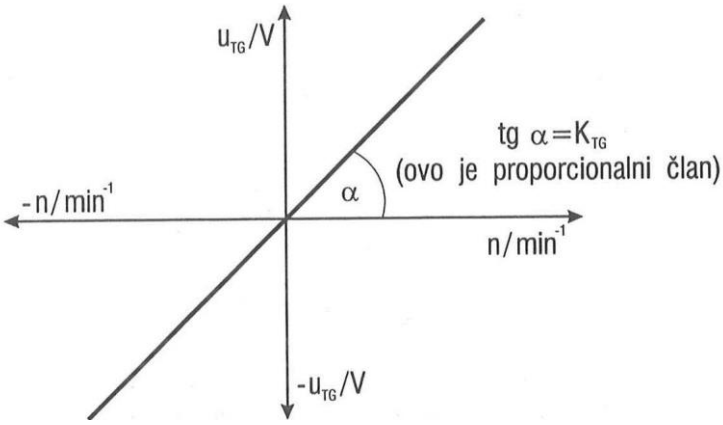
Tahogeneratori su analogni mjerni članovi i pretvarači koji brzinu vrtnje pretvaraju u odgovarajući električni signal. To su elektromehanički uređaji, jer mehaničku energiju pretvaraju u električnu. Postoji više vrsta tahogeneratora:

1. Izmjenični: a) sinkroni
   b) asinkroni

2. Istosmjerni: a) kolektorski
   b) beskolektorski



Sl. 6. Simbol istosmjernog kolektorskog tahogeneratora



Sl. 7. Statička karakteristika istosmjernog tahogeneratora

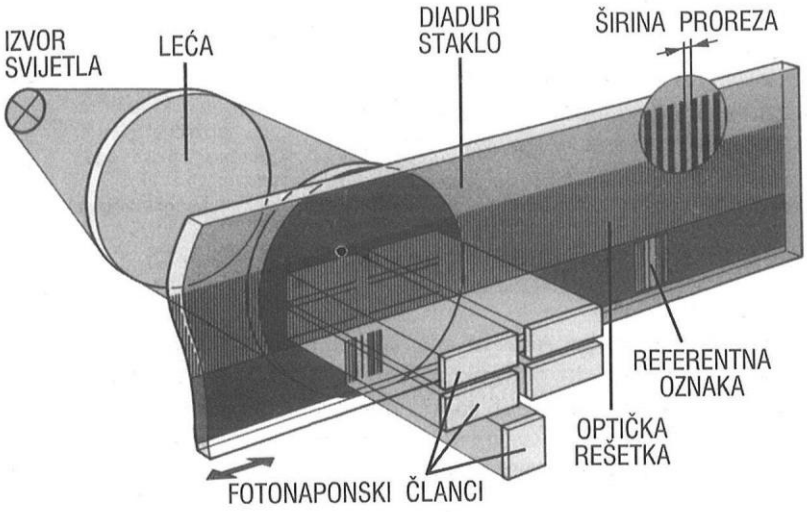
Tipične karakteristike istosmjernih tahogeneratora su: osjetljivost (V/o/min), valovitost napona (%) i najveća brzina vrtnje (o/min).

Najbolji tahogeneratori su elektronički komutirani tahogeneratori, koje nazivamo beskolektorski (engl. *brushless tacho*). To su beskontaktni elektromehanički pretvarači.

1.3.1. Impulsni pretvarači

Tahogeneratori imaju niz nedostataka. Oni daju analogni naponski signal, a suvremena informacijska elektronika je digitalna. To znači da su potrebni A/D pretvarači. Cilj je imati digitalne mjerne slogove. Postoje različite izvedbe impulsnih mjernih članova i pretvarača.

1) **Stroboskop** je uređaj za mjerenje brzine vrtnje u otvorenom sustavu. To je optički mjerni uređaj koji se zasniva na tromosti ljudskog oka. U suvremenim stroboskopima svjetlosnim impulsima upravlja elektronički sklop pa se može neposredno na njemu očitati brzina vrtnje.
2) **Mehanički impulsni pretvarači** su zastarjela rješenja. Koriste se električki kontakti, mirujući i pomični. Kontakti se troše. Mala je brzina (radna frekvencija) i točnost. Pri svakom okretu osovine pomoću ekscentriteta pomični kontakt zatvara strujni krug.
3) **Magnetski impulsni pretvarači** koriste elektromagnetsku indukciju pa se nazivaju i induktivnim magnetskim pretvaračima. Obično je permanentni magnet pričvršćen na osovinu, a nepomični svitak je smješten blizu osovine. U svitku se inducira naponski impuls prilikom svakog okreta osovine. Impuls je nepravilnog oblika i slab pa se pojačava u pojačalu i oblikuje u Schmittovom okidnom sklopu. Često se koristi nazubljeni disk čiji su zupci magneti, a disk se vrti kroz zračni raspor zavojnice. Tako se dobiva više impulsa za jedan okret. Brojanjem impulsa određuje se kutni zakret, brzina vrtnje i ubrzanje osovine. Ovakvi pretvarači prikladni su za zatvorene automatske sustave s digitalnim upravljanjem. Mikro računalo prima impulse i obavlja funkcije mjernog pretvarača, komparatora i regulatora.
   Resolveri su suvremeni induktivni uređaji za mjerenje položaja (pozicije) rotora ili kutnog zakreta i brzine vrtnje
4. **Optički impulsni pretvarači** se još nazivaju i optičkim enkoderima. To su beskontaktni uređaji velike točnosti i pouzdanosti. Oni ne opterećuju motor protumomentom. Osjetljivi su na prašinu i zato moraju biti hermetički zatvoreni. Ne troše se pa ih ne treba održavati. Mjerni opseg je velik, i do 100 000 o/min. Koriste se u digitalnim sustavima za pozicioniranje i za podešavanje brzine vrtnje. Optički enkoderi su fotoelektrički rotacijski pretvarači koji rade na načelu prekidanja snopa svijetlosti. Tako se vrtnja pretvara u niz pravokutnih naponskih impulsa prikladnih za obradu u µR. Optički enkoderi su česti elementi povratne veze u slijednim (servo) sustavima.
   Osnovni dijelovi optičkog enkodera su: svjetlosni izvor (obično svjetleća dioda), rotirajući perforirani disk (to znači da ima rupice po obodu), fotoosjetilo ili fotodekoder(fotodioda ili fototranzistor) koji stvara električne signale pod utjecajem svjetla, protureška ili maska između izvora svjetla i diska (ili diska i svjetlosnog prijamnika) koji se ne rotira, elektronički sklopovi za obradu signala, kućište i spojka za povezivanje osovine enkodera i osovine motora.



Sl. 8. Načelni prikaz rada inkrementalnog optičkog enkodera

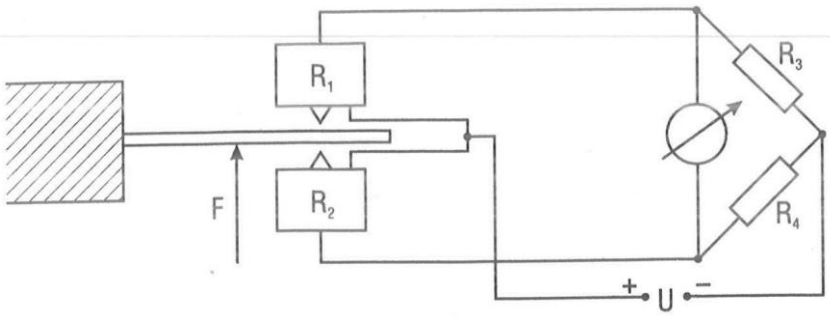
1.3.2. Mjerenje sile

Sila uzrokuje gibanje tijela. Ako su sile koje djeluju na tijelo u ravnoteži , ne može doći do pomaka, već dolazi do deformacije tijela. Većina se mjernih pretvarača zasniva na načelu ravnoteže sila, pa se mjeri naprezanje tijela. Mjere se različite vrste sila: tlak, vlak, posmak, savijanje, torzija. Razvijene su različite mjerne metode i mnoštvo izvedbi mjernih uređaja. U primjeni su otporna,induktivna, piezoelektrična, magnetoelasična, elektrolitička i hidraulička metoda.

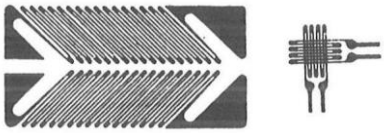
1. **Otporna metoda**

Prikladna je za mjerenje malih tlačnih i vlačnih sila. Mjerni pretvarači su kapsule s ugljenom prašinom koje mijenjaju iznos električnog otpora pod djelovanjem sile. To su dva promjenjiva otpornika smještena u istosmjerni most (Wheatstoneov most). Napon dijagonale u mostu je mjera za silu koja djeluje na pretvarače. Analogni instrument se baždari u N, a ne u V.

Drugi način je mjerenja sile rasteznim mjernim osjetilima. Ima veliku primjenu. Koriste se poluvodičke ili metalne vrpce spojene u mjerne mostove kao promjenjivi otpornici. Otpor im ovisi o sili. Dobiveni napon je proporcionalan sili. Otpornici ovisni o sili nazivaju se tenzootpornicima.



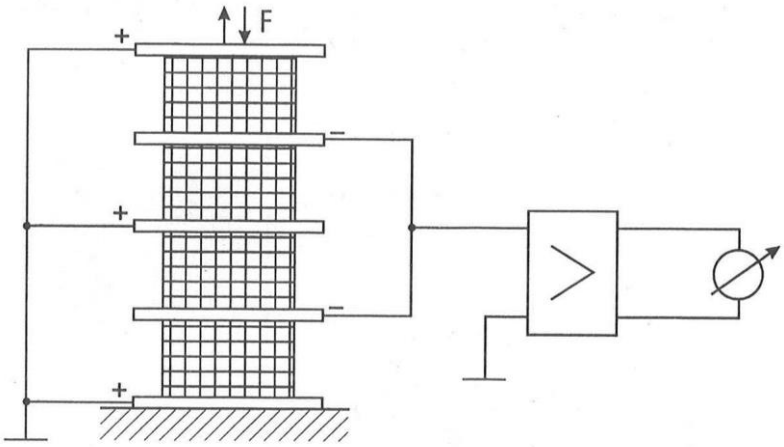
Sl. 9. Mjerni pretvarač sile s ugljenom prašinom



Sl. 10. Različite izvedbe rasteznih mjernih osjetila

2. Piezoelektrična metoda

Veći broj kristala ima svojstvo piezoelektriciteta. Najpoznatiji takav kristal je kvarc. Ima veliku primjenu u raznim područjima, pa tako služi i za mjerenje sile. Ako se na kristal djeluje silom, na njegovim plohama se javlja napon, i obrnuto, kada djeluje sila na plohama kristala se akumulira električni naboj. Razlika električnih potencijala je napon. Tako se mjerenjem napona posredno mjeri sila. Uređaj je prikladan za mjerenje impulsnih sila (brzina promjene sile i po iznosu i po smjeru) koje slijedi i do 15 kHz. To su dinamička naprezanja. Uređaj služi za mjerenje velikih sila u toplinskim strojevima, kompresorima, topovskim cijevima … itd.

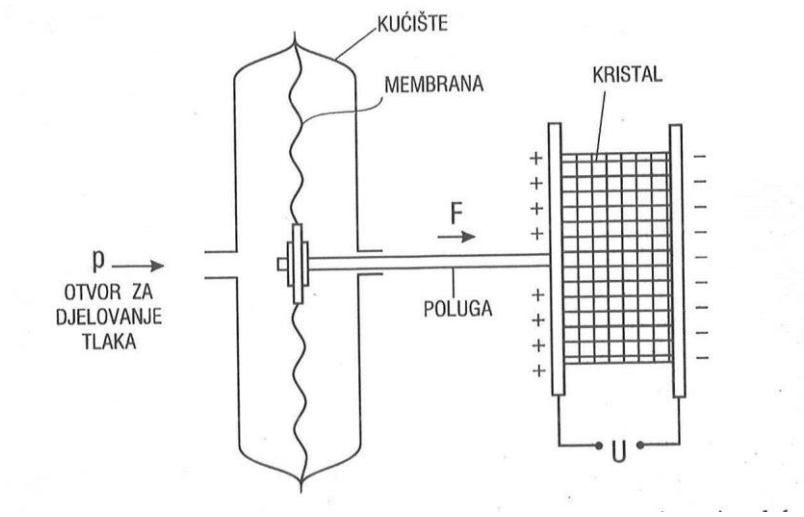


Sl. 11. Načelni prikaz mjerenja sile pomoću piezoelektriciteta

1.3.3. Mjerenje tlaka

Tlak je sila na jedinicu površine. Vakuum je prazan prostor. Tlak mjeren u odnosu na vakuum je apsolutni tlak, a tlak mjeren u odnosu na standardni atmosferski tlak je relativni tlak. Tako razlikujemo nadtlak i podtlak. Jedinica za tlak je Pa = N /m^2 . Mjere se tlakovi od 0,1 Pa do 10^8 Pa. Tlak ispod 133 Pa smatra se vakuumom, a ispod 0,1 Pa visokim vakuumom. Mjerni pretvarači vakuuma su posebni uređaji koje nazivamo vakuumetri. Mjerenje tlaka obično se svodi na mjerenje sile.

U praksi ima puno uređaja koji mjere tlak mjerenjem pomaka, sile i uravnoteženjem tlakova (manometri). Koriste se dijafragme (membrane) i mjehovi uz otporne, induktivne, kapacitivne i piezoelektrične pretvarače.



Sl. 12. Načelni prikaz piezoelektričnog pretvarača za mjerenje tlaka

Redovito je primijenjena kapsula s membranom koja se miče pod djelovanjem tlaka. Pomak membrane djeluje na piezoelektrični kristal pa zbog sile nastaje napon. Mjerenjem napona posredno se mjeri tlak. Kristal može izdržati velika opterećenja i zato se mogu mjeriti i veliki tlakovi. Ako se kristal ugradi u blok benzinskog motora u obliku svjećice, onda se mogu mjeriti promjene tlaka za vrijeme četverotaktnog ciklusa. Tako se mjere tlakovi u i u hidraulici, pneumatici, u topovskim cijevima i u puščanim cijevima, pri eksplozijama i nadzvučnim brzinama. Ako pomična poluga umjesto na kvarc djeluje na pomične ploče kondenzatora, onda je to kapacitivna metoda mjerenja tlaka. U induktivnoj metodi poluga pomiče željeznu jezgru, a u otpornoj metodi pomiče se kliznik potenciometra.

1.3.4. Mjerenje razine tekućine

Mjerenje razine tekućine ima veliku primjenu u praksi. Obično je važniji podatak o volumenu nego o razini, ali on se lako može izračunati iz poznatih dimenzija posude. U vozilima se mjeri količina goriva u spremištima, a tako i u termocentralama, rafinerijama, vodospremnicima. Razvijen je veliki broj načina mjerenje razine tekućine i pretvaranje tog podatka u električni signal. Neke od tih metoda su:

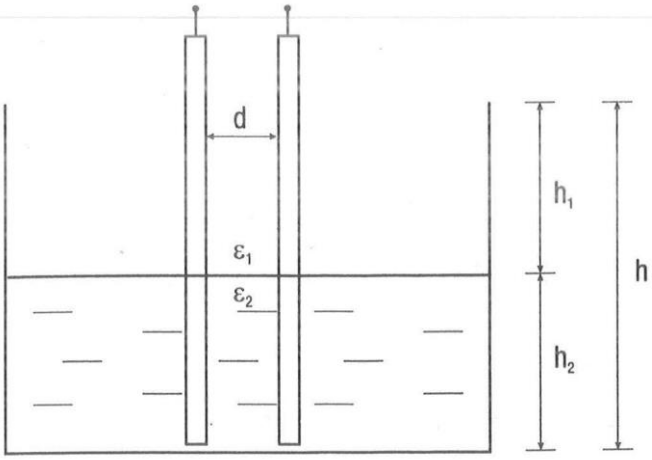
- metoda pomoću mehaničkog plovka,
- otporna, kapacitivna i induktivna metoda,
- radioaktivna metoda,
- optička metoda,
- ultrazvučna metoda,
- piezoelektrična metoda (osjetilo tlaka).

1. Kapacitivna metoda

Između dvije elektrode nalaze se dva dielektrika: zrak i tekućina čija se razina mjeri. Dvije elektrode su uronjene u tekućinu, ili se uroni jedna elektroda, a druga je posuda.

Izraz za kapacitete: $C_1 = \varepsilon_1 \frac{S_1}{d}$, $C_2 = \varepsilon_2 \frac{S_2}{d}$

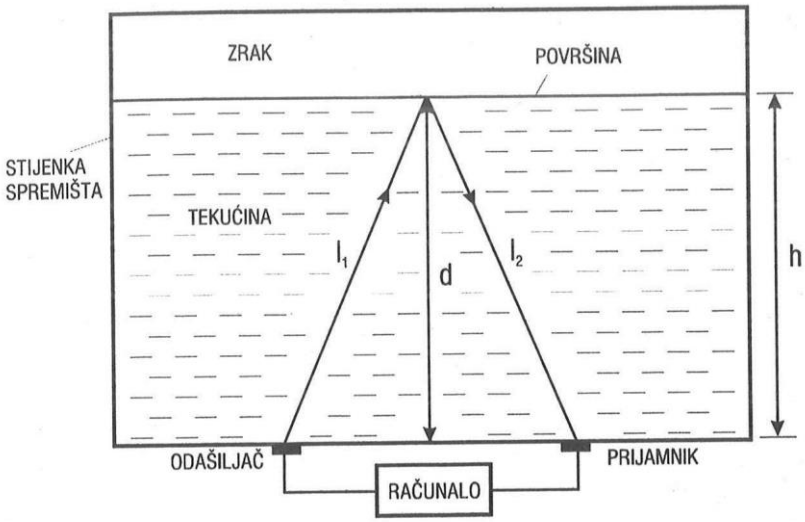
Uronjene elektrode ponašaju se kao dva paralelno spojena kondenzatora: $C = C_1 + C_2$



Sl. 13. Prikaz kapacitivnog načina mjerenja razine tekućine

2. Ultrazvučna metoda

To je noviji način mjerenja razine tekućine. Vrlo je prikladan za velika spremišta tekućine. Nema pokretnih dijelova, a mjerni uređaj je odvojen od tekućine.



Sl. 14. Prikaz mjerenja razine tekućine pomoću ultrazvuka

Ultrazvučni generatori su piezoelektrični. Uređaj je sličan sonaru za mjerenje dubine vode ispod broda. Mjeri se vrijeme između slanja i prijama ultrazvučnih (mehaničkih) valova. Mora biti poznata brzina rasprostiranja valova kroz tekućinu. Na površini tekućine dolazi do refleksije valova. Izraz za izračunavanje prijeđenog puta ultrazvučnih valova: $l = v\,t$, $l = l_1 + l_2$

gdje je:

v – poznata brzina valova (različita za svaku tekućinu), l – put valova pomoću kojega se izračuna nepoznanica h (razina), t – vrijeme putovanja signala.

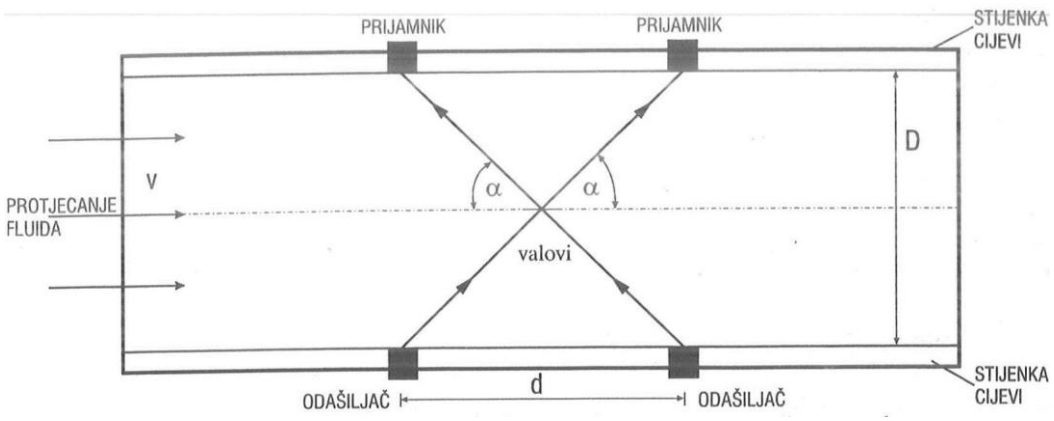
Iz poznatog opsega istokračnog trokuta lako se odredi visina trokuta d. Skala se baždari u metrima visine ili u m^3 zapremine. Posude su obično okrugle. Elektronički uređaj pokazuje gotov rezultat pa operator ne mora računati. Obično se koristi i daljinsko mjerenje.

1.3.5. Mjerenje protjecanja fluida

Fluid je zajednički naziv za tekućine (kapljevine) i plinove. Mjeri se maseni protok s jedinicama kg/h, kg/min, kg/s te volumni protok s jedinicama m^3/h, m^3/min, m^3/s. Mjerenje protjecanja je široko zastupljeno u tehničkoj praksi u rafinerijama, plinovodima, naftovodima, vodovodima, električnim centralama, vozilima, kemijskoj industriji, rudarstvu itd. To je vrlo opsežno područje rada i teško je dati i pregled načina mjerenja. Od stotina izvedbi pokazat ću dva.

1. **Ultrazvučna metoda**

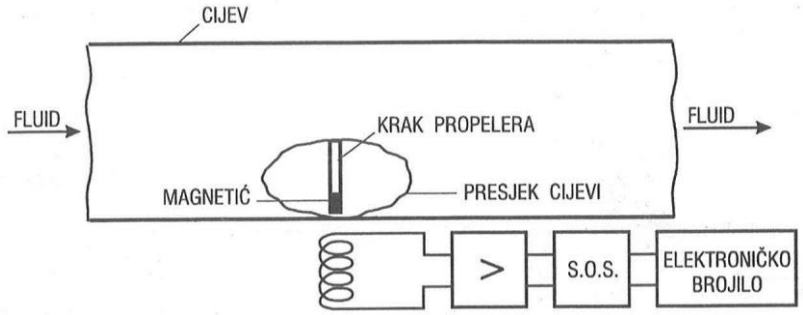
Koriste se dva para prijamnika i predajnika. (Sl. 15.). Promjer cijevi D i razmak d su poznati. Nepoznanica je brzina fluida v,. Brzina emitiranog ultrazvučnog (mehaničkog) vala c je poznata. Dolazi do Dopplerovog efekta: brzina valova u smjeru gibanja fluida je veća od brzine valova u suprotnom smjeru. Mjeri se vrijeme potrebno za prolazak kroz cijev oba vala, razlika je razmjerna brzini protjecanja. Ako se prenose sinusidalni valovi, onda je kašnjenje u obliku faznog pomaka. Mjerenje vremena je najtočnija vrsta mjerenja, a u suvremenoj elektronici uređaj je malen i jeftin. Računalo preračunava podatke i daje gotov prikaz brzine, ili taj podatak šalje, pomoću uređaja za daljinski prijenos, u nadređeno računalo. Budući da valovi ne putuju tangencijalno s gibanjem fluida, već koso, mora se uzeti u obzir vodoravna komponenta vala. Pomoću ultrazvučnih pretvarača mjeri se protjecanje u raznim područjima, od protoka krvi u žilama do naftovoda. Osobine su im jako dobre (nema ometanja protjecanja, visoka točnost, brzi odziv,mjerenje protoka različitih fluida, linearnost, nema pokretnih dijelova koji se troše itd.).



Sl. 15. Prikaz rada ultrazvučnog mjernog pretvarača protoka

2. Elektromehanička metoda

Vijak (elisa, propeler) se stavi u cjevovod, a na vrhu je kraka smješten magnet. Uz stjenku cjevovoda smještena je zavojnica u kojoj se, zbog elektromagnetske indukcije, inducira impuls svaki put kada pokraj nje prođe magnet. Taj se naponski impuls pojačava i oblikuje se u Schmittovom okidnom sklopu. Impulse broji elektroničko brojilo. Njihov broj je razmjeran brzini vrtnje vijka, a ta brzina određuje volumni protok. Češća je izvedba u kojoj je, umjesto vijka, stavljena turbina u cijev. Gibanje fluida zakreće lopatice turbine. Na krajevima lopatica su magnetići. (Sl. 16.)



Sl. 16. Prikaz rada mjerenja protoka s propelerom

1.3.5. Mjerenje temperature

Toplina je jedan od oblika energije u prirodi. Temperatura je mjera za određivanje toplinskog stanja nekog objekta. Postoji više temperaturnih skala ili ljestvica. Najvažnije su Celzijeva relativna ljestvica u °C i Kelvinova apsolutna u K. Još se koriste Fahrenheitova u °F, Reomurova u °Re i Rankinova u°R. Toplina se prenosi stijela na tijelo na tri načina:

a) **vođenjem** ili kondukcijom,
b) **strujanjem** ili konvekcijom u fluidima,
c) **zračenjem** , isijavanjem ili radijacijom u obliku elektromagnetnih valova.

Gotovo sve fizikalne promjene vezane uz promjenu temperature primjenjuju se za mjerenje temperature. Razvijen je velik broj metoda i još više izvedbi. Prikazat ću najvažnije načine mjerenja.

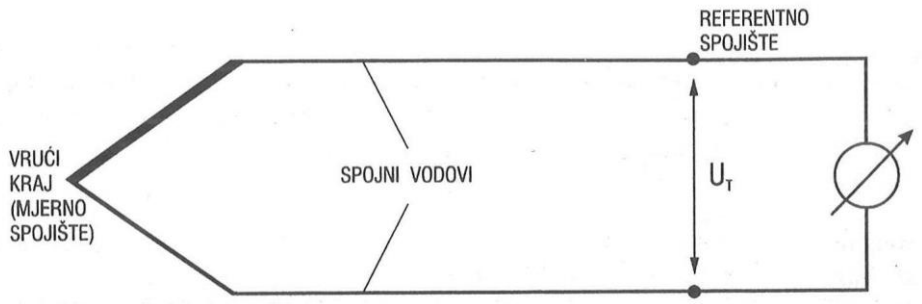
1. Mjerne metode zasnovane na radijaciji toplinske energije

Na temelju fizikalnih spoznaja o zračenju crnog tijela, razvijeni su uređaji za mjerenje visokih temperatura. Nazivamo ih pirometri. Spektar elektromagnetskog zračenja ovisi o temperaturi tijela koje zrači. Ima više izvedbi: optički (svjetlosni) pirometri, koji rade na osnovi Planckovog zakona, i radijacijski pirometri, koji rade na osnovi Stefan-Boltzmannovog zakona. Koriste se u znanstvene i industrijske svrhe.

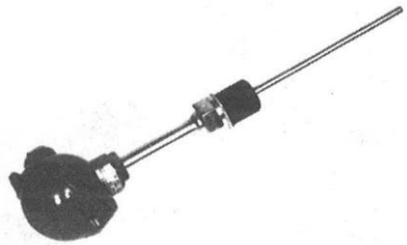
2. Mjerne metode zasnovane na termoelektričnoj pojavi

Na temelju Seebeckovog efekta (učinka) napravljen je termopar (termočlanak, termoelement). To je uređaj koji neposredno pretvara toplinsku energiju u električnu s malim koeficijentom korisnosti (η=1%). Za pojavu termonapona:

- koriste se dva različita materijala (obično metalne slitine),
- jedan kraj vodova mora biti čvrsto spojen (mjerno spojište), a drugi kraj je referentno spojište gdje se mjeri napon,
- mjerno spojište je na različitoj temperaturi u odnosu na referentno spojište.



Sl. 17. Načelni prikaz rada termopara



Sl. 18. Temperaturna mjerna sonda (otpornički ili termoelektrični senzor)

3. Mjerne metode zasnovane na promjeni električnog otpora

Otpornički pretvarači imaju mjerno osjetilo koje mijenja iznos električnog otpora s promjenom temperature. Mogu biti metalni i poluvodički, materijali za metalne žičane otpornike su bakar, volfram, nikal i platina. Slojne izvedbe nastaju naparivanjem platine na keramiku. Metalne izvedbe imaju veliki mjerni opseg od -265 °C do 1100 °C, ovisno o vrsti materijala. Poluvodičke izvedbe su nelinearni otpornici. Mogu biti termistori (NTC – negativni temperaturni koeficijent električnog otpora) i pozitivni (PTC – pozitivni). Mjerno područje termistora je manje nego za metale, ali točnost je velika i vremenska konstanta je vrlo mala, odnosno dinamika pretvarača je dobra. NTC i PTC sonde često se koriste za mjerenje temperature namota električnih strojeva zbog zaštite. Za mjerenje najnižih temperatura, od 1 K do 20 K, primjenjuju se mjerni članovi od ugljika.

4. Mjerne metode zasnovane na promjeni dimenzija

Volumen, odnosno duljina za žice i štapove, ovisi o promjeni temperature. Ovisnost dimenzija tijela o promjeni temperature ispituju se za svaki materijal. Podatci su u tablicama. Promjenu dimenzija tijela još nazivamo i dilatacija. U praksi se koristi promjena dimenzija metala, tekućina i plinova. Čest slučaj za jednostavne primjene je bimetalni mjerni član ili termobimetal. To je dilatacijsko mjerno osjetilo. Sastoji se od dviju vrpci od različitih metalnih slitina (obično INVAR). Bitno je da materijali imaju različite koeficijente toplinskog rastezanja. Čvrsto su spojeni. Jedan kraj im je učvršćen, a drugi se slobodno pomiče. Pomak ovisi o temperaturi. Umjesto linearne trake mogu se konstruirati i spiralne i helikoidalne izvedbe zbog dobivanja većeg zakreta. Mjerni opseg je od -185 °C do 400 °C, a mjerna pogreška oko +/- 1%. Prikladni su za jednostavniju regulaciju temperature, npr. u hladnjaku ili stanu.

1.3.6. Daljinska mjerenja i upravljanja

U tehničkoj praksi mjerni se podatci često moraju prenositi na daljinu, a isto tako i upravljački signali. Primjeri prijenosa na male udaljenosti su signali u vozilima i zgradama, a na velike udaljenosti elektroenergetski sustavi, svemirska istraživanja, meteorološki podatci, vojni uređaji, željeznički sustavi itd. Daljinska mjerenja još nazivamo telemetrijom, a sustav prikupljanja, prijenos i obrade mjernih podataka akvizicijom.

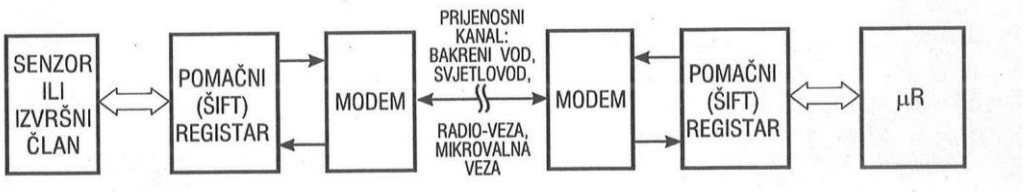
Podatci se prenose pomoću vodova ili bežično.

Tradicionalni način prijenosa je pomoću električnih signala koji se prenose bakrenim vodovima. Poteškoće čine cijena, veličina i masa bakrenih vodova, te jak utjecaj smetnji. Sva vanjska električna i magnetska polja djeluju kao smetnja, pa je razvijen niz načina zaštite (oklapanje, uzemljenje, prepletanje vodova, smještaj vodova). Danas se bakreni vodovi napuštaju kao zastarjelo rješenje za prijenos. U suvremenim rješenjima signali se prenose u obliku svjetlosti kroz svjetlovode. To su staklena vlakna, najčešće od kremenog stakla malog prigušenja. Omotač vlakna je neki prozirni materijal malog indeksa loma. U budućnosti će svjetlovod potpuno zamijeniti bakrene vodove. Svjetlovodi su savitljivi. U obliku svjetlosnih impulsa, signali se prenose i na velike udaljenosti, bez značajnih gubitaka. Primjenjuju se zrake iz infracrvenog područja (od 700 do 2000 nm) koje imaju gotovo iste osobine kao i vidljiva svjetlost valnih duljina od 400 do 700 nm. Za pretvorbu električnih signala u svjetlosne rabe se infracrvene svjetleće diode (LED) ili posebne laserske diode. Prijamnik i

predajnik se izrađuju kao monolitni hermetički zatvoreni element u metalnom kućištu koji se može zalemiti na tiskanu pločicu uz napajanje od 5 V. Prijenosni kapacitet svjetlovoda je jako velik.

Osim ova dva načina prijenos pomoću vodova, važan je i bežični prijenos podataka. On je nužan kod brodova, zrakoplova, svemirskih letjelica, vrtivih objekata itd. U primjeni su radio valovi, usmjerene mikrovalne veze (optička vidljivost), laserske veze, akustičke veze (ultrazvučne i infrazvučne). Treba naglasiti da su satelitske komunikacije sve važnije (telefon,radio, televizija, navigacija itd.),a rabe se elektromagnetski valovi u mikrovalnom području.

Postoji još i prijenos podataka pomoću tlaka fluida u cjevovodima. Hidraulički su značajni u gibajućim objektima, a u pneumatički u kemijskoj industriji zbog zapaljive i eksplozivne okoline. Pneumatički se signali, zbog prigušenja u cijevima, mogu rabiti do udaljenosti od 100 metara. Brzina rasprostiranja tlaka zraka je približno jednaka brzini zvuka. Za vod (cijev) od 150 m kašnjenje signala veće je od 10 s. Konačna brzina rasprostiranja se može smatrati pravim mrtvim vremenom, a prigušenje voda vremenskom konstantom.



Sl. 19. Prijenos digitalnih podataka ne veliku udaljenost

2. Internet stvari - uvod

Od svoga samog nastanka Internet je prošao kroz revolucionarni razvitak. Danas živimo u vremenu kada međusobno povezivanje mrežom koja je raširena po cijelom svijetu prolazi kroz još jedno značajno razdoblje, a to je povezivanje ne samo ljudi, već i svih drugih inteligentnih stvari. Zahvaljujući upravo Internetu stvari, a danas se često pozivamo upravo na taj dio Interneta, moguća su pametna rješenja, a mi možemo pratiti, ocjenjivati i utjecati na ponašanje pametnih aplikacija.

Zamislimo pametnu kuću koja ima mnogo pametnih aplikacija: od senzora kojima nadziremo vlagu ili kvalitetu zraka, pa sve do upravljačkih elemenata kojima možemo regulirati mikro klimu u kući na temelju optimalnih postavki ili komandama koje izdaje netko od ukućana. Zahvaljujući inteligentnoj međusobnoj povezanosti tih aplikacija, možemo vidjeti stanje praćene vrijednosti, a možemo i utjecati na razvoj mikro klime u kući. Na primjer, možemo daljinski regulirati vrijeme uključivanja grijanja i njegovo trajanje, kao i vrijeme uključivanja rasvjete, ovisno o neočekivanom povratku ukućana.

Zahvaljujući Internetu stvari uređaji koji su priključeni na Internet mogu međusobno komunicirati, slati podatke i primati komande.

2.1. Internet stvari - praktične aplikacije

Korištenjem Interneta stvari (IoT) (ponekad se naziva i Internetom svega - IoE), ne samo da se međusobno povezuju ljudi, već se ljudi povezuju sa stvarima, te se i same stvari međusobno povezuju.

Praktične su aplikacije Interneta stvari neiscrpne i proizvođači svakodnevno otkrivaju nova izvanredna rješenja. Na primjer, jedno od tih rješenja bavi se problemom parkiranja. Ako su parkirna mjesta

opremljena automatskim sustavom detekcije, sustav automatski priprema sažeta izvješća i statistiku parkiranja.

Druga pak aplikacija omogućava nadzor količine svjetlosti, temperature i kvalitete zraka u školama. Ovdje pak odgovarajući detektori šalju izmjerene podatke centralnom sustavu na ocjenjivanje, te se na osnovu rezultata mjerenja mogu dobiti odgovarajuće reakcije. One, na primjer, mogu biti u obliku odabrane indikacije u nekoj učionici ili u obliku automatske modifikacije uvjeta korištenjem sustava klimatizacije i automatske rasvjete.

Sustavi za nadzor kuća koji obuhvaćaju različite detektore isto tako predstavljaju vrlo korisne aplikacije. Zahvaljujući internetskoj povezanosti, ne samo da mogu otkriti provalu, već mogu i poslati izvješće o njoj centralnom sustavu uključujući i sliku provalnika.

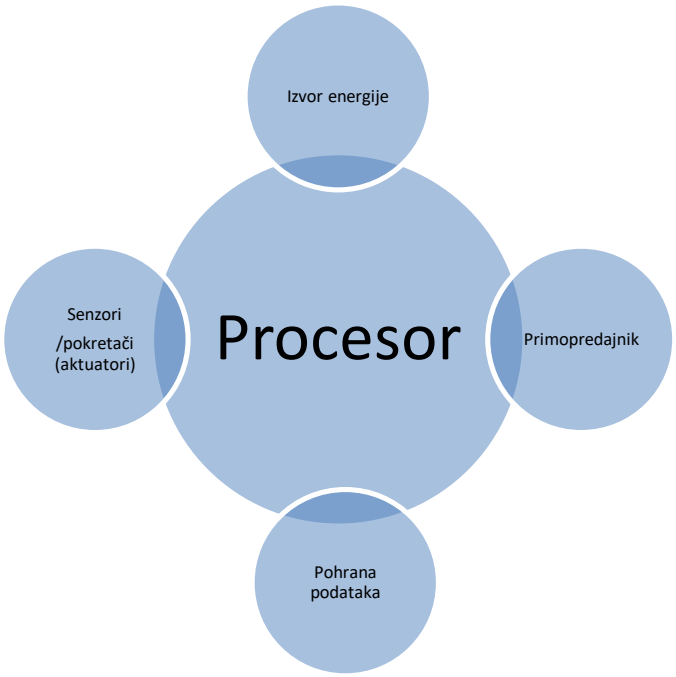
Primjer zaista neobičnog korištenja Interneta stvari je aplikacija koja otkriva kada su košnice pune meda. Neprestano šalje podatke centralnom sustavu i provodi procjenu, priprema prezentacije i komunicira. Neke druge aplikacije služe za automatsko uključivanje javne rasvjete kad padne suton ili mrak. U ovom slučaju ulične svjetiljke koje su međusobno povezane bežičnom mrežom pomažu i pri otkrivanju kvarova i stanja, što rezultira i značajnom uštedom energije.

U današnje vrijeme susrećemo zaista veliku količinu korisnih aplikacija koje pojednostavnjuju život ljudi uz pozitivan činak, a može se očekivati da će se tendencija ovog razvoja nastaviti i dalje. Uz sve veću i veću popularnost pametnih aplikacija koje koriste Internet stvari među običnim ljudima, ta će tendencija biti sve značajnija i značajnija.

Zajedno s tim razvojem, većina vlada u Europi, Aziji, te u Sjevernoj i Južnoj Americi sad već smatra Internet stvari područjem inovacija i rasta. Iako veliki igrači u nekim područjima aplikacija još uvijek ne prepoznaju te mogućnosti, mnogo njih se koncentrira, pa čak i ubrzava korak kujući nove izraze za IoT i dodajući mu dodatne komponente. Štoviše, krajnji korisnici i u osobnoj i u poslovnoj domeni su danas već ovladali značajnim kompetencijama potrebnim za rad s pametnim uređajima i umreženim aplikacijama.

Kako se Internet stvari i dalje razvija, njegove se buduće mogućnosti procjenjuju kroz kombinacije vezanih tehnoloških pristupa i koncepata kao što su računalstvo u oblaku (Cloud computing), Internet budućnosti (Future Internet), Veliki podaci (Big Data), robotika i semantičke tehnologije. Naravno da sama ideja nije nova, ali danas postaje posve jasna s pojavom otkrivanja sinergije tih vezanih koncepata i njihovim kombiniranjem.

društvo
aplikacije
M2M
stvari
semantika
agenti
uređaji
Internet
RFID (radio frekvencijska dentifikacija)
IoT
senzori



Primjeri IoT uređaja

Ljudi
- prijenosni uređaji
- uređaji ugrađeni u tijelo
- zdravlje i rekreacija
- kontroliranje oboljenja

Kućanstva
- kućni kontrolori
- sigurnosni sustavi

Dućani
- samo provjera
- optimizacija skladišta

Industrija
- djelotvornost rada
- optimizacija opreme
- zdravlje i sigurnost
- izgradnja

Uredi
- upravljanje energijom
- učinkovitost
- mobilan rad

Gradovi
- pametni mjerni instrumenti
- nadzor okoliša
- upravljanje izvorima
- kontrola infrastrukture

Vozila
- autonomija
- usmjeravanje u realnom vremenu uz kontrolu prometa
- održavanje

2.2. Definicja IoT uređaja

IoT uređaj je dio opreme koji mora imati mogućnost komuniciranja i može imati mogućnosti otkrivanja, pokretanja, bilježenja, pohrane i obrade podataka. Takav uređaj prikuplja različite vrste podataka, te ih prosljeđuje informatičkim i komunikacijskim mrežama na daljnju obradu. Neki uređaji izvršavaju i operacije koje se temelje na podacima primljenim od informatičkih i komunikacijskih mreža.

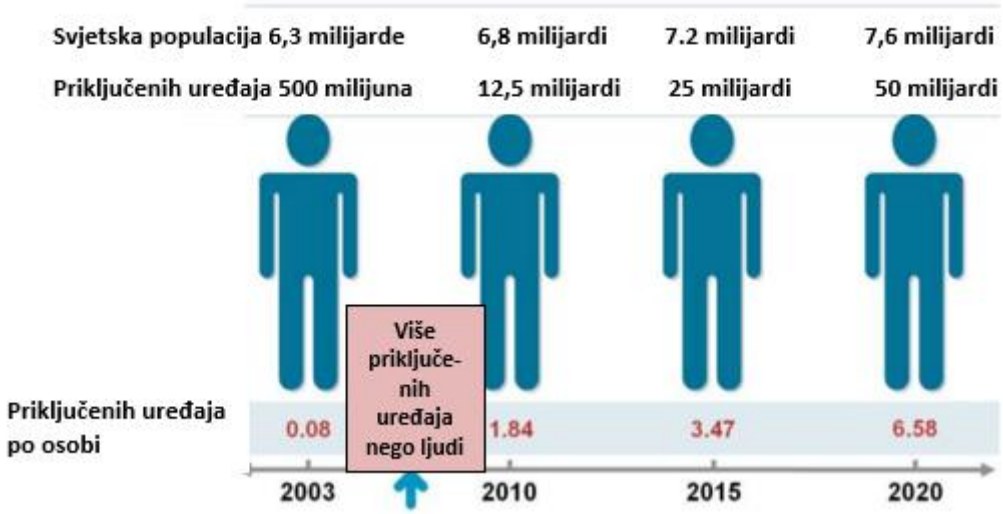
2.2.1. Temeljne značajke

Povezivost: prema IoT-u, sve se može povezati s globalnom informatičkom i komunikacijskom infrastrukturom.

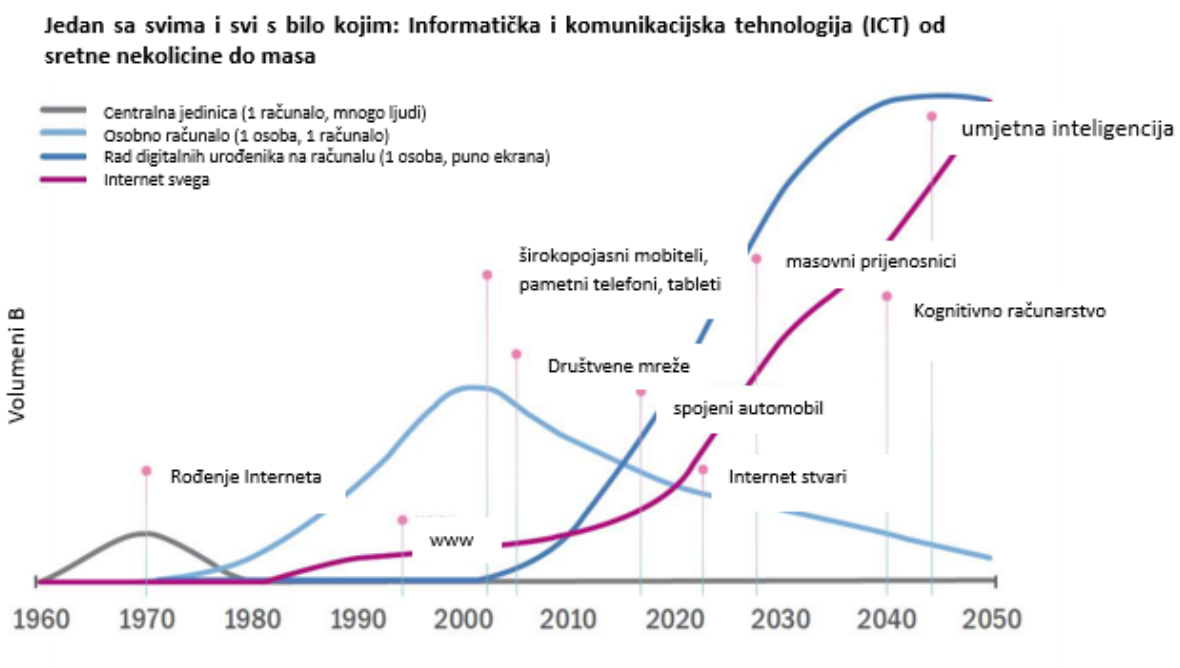
• Heterogenost: uređaji unutar IoT-a su raznoliki budući da se temelje na različitim sklopovnim platformama i mrežama. Svaki od njih može biti u interakciji s drugim uređajima ili uslužnim platformama kroz različite mreže.

• Dinamičko mijenjanje: stanje tih uređaja se dinamički mijenja, npr. mirovanje i aktivno stanje, uključen i/ili isključen, kao i kontekst tih uređaja uključujući njihovu lokaciju i brzinu. Štoviše, sam broj uređaja se može dinamički mijenjati.

• Enorman razmjer: broj uređaja kojima se mora upravljati i koji komuniciraju jedan s drugim će biti barem reda veličine koja je veća od uređaja koji su priključeni na sadašnji Internet. Omjer komunikacije koju pokreću uređaji u usporedbi s komunikacijom koju pokreću ljudi će se znatno pomaknuti u korist komunikacije koju pokreću uređaji.

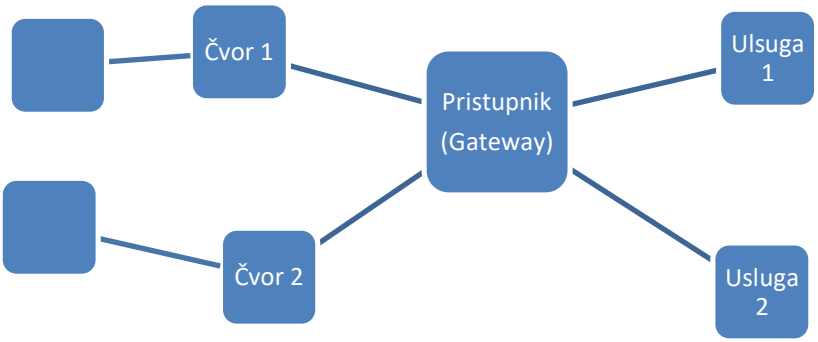


Izvor: Cisco, IBSG (grupa za poslovanje internetskim rješenjima), travanj 2011.



Digitalna revolucija: jesmo li spremni?

2.2.2. Arhitektura IoT-a



2.2.3. Tehnologije koje omogućavaju Internet stvari

Tehnologija	Definicija	Primjeri
Davači ili senzori	Uređaj koji generira elektronski signal za fizički uvjet ili događaj	Cijena mjerača ubrzanja ili akcelerometra je 2006. godine pala s 1,75 eura na 35 centi. Isti je trend prisutan i za druge tipove davača ili senzora koji su mali, nisu skupi i dovoljno su robusni da stvore podatak na temelju bilo čega, od otkucaja srca fetusa preko vodljive tkanine majčine odjeće do huke mlaznog motora na 10.000 metara.
Mreže	Mehanizam za komunikaciju elektronskih signala	Tehnologije bežičnog umrežavanja mogu stvoriti frekvencijska područja od 600 megabita u sekundi (Mbps) do 1,3 gigabita u sekundi (Gbps) s gotovo neograničenom pokrivenošću
Standardi	Opće prihvaćene zabrane ili pravila djelovanja	Tehnički standardi omogućavaju obradu podataka i omogućavaju interoperabilnost ili uzajamno djelovanje objedinjenih skupova podataka. U bliskoj ćemo budućnosti moći vidjeti ovlaštenja industrijskih konzorcija i/ili tijela za normizaciju koja se odnose na tehničke i regulatorne standarde za IoT.
Umjetna inteligencija	Analitički alati koji povećavaju mogućnost opisivanja, predviđanja i iskorištavanja odnosa među pojavama	Baze podataka petabajtskih veličina (1015 bajta ili 1000 terabajta) se sad već mogu pretraživati i analizirati čak i kada su nastanjene nestrukturiranim kompletima podataka (na primjer tekstovima i video snimkama). Programska podrška ili software koji uči može u nekim slučajevima zamijeniti analizu ili sud čovjeka.
Inteligentno ponašanje	Tehnologije i tehnike koje povećavaju usklađenost s propisanim postupkom	Sučelja između stroja i stroja pouzdano zamjenjuju pogrešivu ljudsku intervenciju u procese koji su u drugim slučajevima optimirani. Uvid u ljudske kognitivne pristranosti

	omogućavaju sastavljanje učinkovitijih i pouzdanijih naloga za postupanjem temeljenim na umjetnoj inteligenciji

2.3. Planiranje povezivosti mreže

Ključni aspekti pri razmatranju povezivosti mreže:

• Opseg – da li mrežu uvodite u pod jednog ureda ili u cijeli grad?

• Brzina podataka – koja vam je širina pojasa potrebna? Kako se često mijenjaju vaši podaci?

• Snaga – da li vaši javljači ili davači, odnosno senzori rade na struju ili na baterije?

• Frekvencija – jeste li uzeli u obzir blokiranje kanala i interferenciju signala?

• Sigurnost – hoće li vaši davači ili senzori podržavati aplikacije koje su ključne za izvršavanje zadatka?

2.4. IPv6

INFORMACIJA koju kreira davač ili senzor gotovo nikada ne postiže svoju maksimalnu vrijednost u trenutku i na mjestu svog nastanka. Signali iz davača se često moraju poslati na druge lokacije na kojima se sakupljaju i analiziraju. To obično uključuje prijenos podataka kroz mrežu.

Davači i drugi uređaji su priključeni na mrežu različitim mrežnim uređajima kao što su koncentrator (hub), pristupnici (gateway), usmjernici (routers), mrežni premosnici (network bridges) i preklopnici (switch), ovisno o samoj aplikaciji. Na primjer, prijenosna računala, tableti, mobiteli i drugi uređaji su često priključeni na mrežu, kao što je bežična mreža ili Wi-Fi, preko nekog mrežnog uređaja (u ovom slučaju preko bežičnog Wi-Fi usmjernika ili rutera).

Prvi korak procesa prijenosa podataka s jednog stroja na drugi kroz mrežu je jednoznačno označavanje svakog pojedinog stroja. To znači da za IoT baš svaka „stvar“ na mreži mora imati svoje ime.

Mrežni protokoli su skupovi pravila kojima se definira kako će se računala međusobno prepoznavati. Mrežni protokoli općenito mogu biti vlasnički ili otvoreni. Vlasnički mrežni protokoli omogućavaju identifikaciju, odnosno prepoznavanje i autorizaciju, odnosno odobravanje, strojeva s posebnim sklopovljem ili hardverom i programskom podrškom ili softverom, olakšavajući prilagodbu korisniku i omogućavajući proizvođačima da pripreme različite ponude. Otvoreni protokoli omogućavaju interoperabilnost raznovrsnih uređaja unapređujući na taj način mogućnost nadogradnje ili skalabilnost. Internetski protokol (IP) je otvoreni protokol koji daje jednoznačne adrese različitim uređajima koji su priključeni na Internet. Trenutno postoje dvije verzije ili inačice internetskog protokola: IP inačica ili verzija 4 (IPv4) i IP inačica ili verzija 6 (IPv6). IP se koristio za davanje adresa računalima prije no što se počeo koristiti za davanje adresa drugim uređajima. Sada je već iskorišteno nekih 4 milijardi IPv4 adresa od ukupnog kapaciteta koji iznosi 6 milijardi. IPv6 ima bolju mogućnost nadogradnje ili skalabilnost s otprilike 3,4x1038 jednoznačnih adresa u usporedbi sa 6 milijardi adresa koje podržava IPv4. Budući da se broj uređaja priključenih na Internet u 2015. godini procjenjuje na 26 milijardi i da se do 2020. godine predviđa njegov rast na 50 milijardi ili više, usvajanje protokola IPv6 je poslužilo kao glavno sredstvo omogućavanja IoT-a.

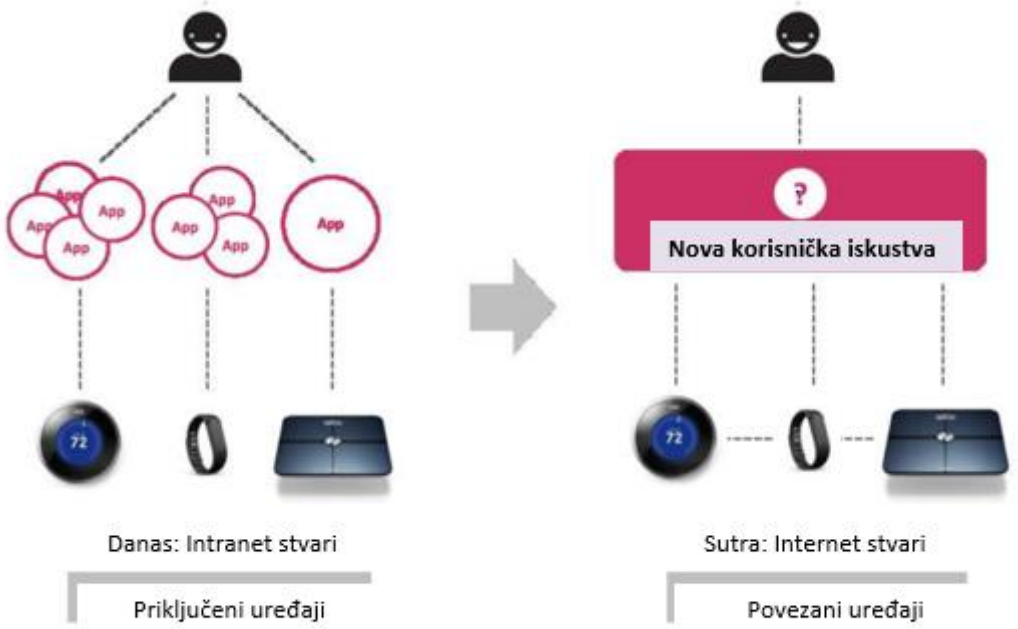
Pametni objekti će dodati desetke milijardi dodatnih uređaja i budući da protokol IPv4 nema takav opseg da podrži Pametne mreže objekata (Smart Object Network), protokol IPv6 je jedini održivi put u budućnost:

- Rješenje za iscrpljenost adresa
- Samo konfiguracija bez konkretnog stanja zahvaljujući protokolu otkrivanja susjeda (Neighbor Discovery Protocol)
- Svaki ugrađeni čvor se može pojedinačno adresirati / i može mu se pojedinačno pristupiti

2.5. Analiza troškova i koristi davača

	Funkcionalnost	Tip senzora
		Najviši trošak
150 USD - 1000+ USD	• Dugoročna ugradnja / uvođenje • Industrijsko uvođenje • Iznimna točnost / preciznost • Poduzeće prosječne veličine • Laka interoperabilnost rješenja	• Kemijski / plinski • Električni / kapacitivni • Tlačni / opteretivi / težinski • Blizina / smještaj
50 USD - 150 USD	• Kućni / komercijalni • Napredni razvoji setovi • Podrška za klijente • Mogućnost partnerstva u oblaku • Brza instalacija • Potrebna srednja infrastruktura • Niska – srednja točnost / preciznost	• Pročišćavanje vode / protok • Vrijeme / temperatura • Gibanje / brzina • Akustika / zvuk / vibracije • Svjetlo / slika • Blizina / smještaj • Savijanje / sila / naprezanje
0 USD - 50 USD	• Samo jedna funkcija • Sam svoj majstor / često su potrebni prototipovi • Ograničeni bez drugog sklopovlja • Osmišljeni za amatere • Jednostavna funkcionalnost • Nije potrebna infrastruktura	• Pročišćavanje vode / protok • Vrijeme / temperatura • Gibanje / brzina • Akustika / zvuk / vibracije • Svjetlo / slika
		Najniži trošak

2.6. Što je sljedeće?



2.6.1. Budući tehnološki izazovi

Mogu biti odraz pet parametara:

Sigurnost: radi IoT-a smo se već suočavali s problemima sigurnosti koji su izazivali pažnju različitih tvrtki iz cijelog svijeta, bilo da pripadaju javnom ili privatnom sektoru. Dodavanjem tako velikog broja novih koncentratora (hub) u sustave, napadači će imati veću platformu za upade u sustav, a to se posebno odnosi na negativne učinke sigurnosnih rupa s kojima su se već mnogi i suočili. Pokazatelji navode da zlonamjerni programi mogu preuzeti mnoge IoT-ove spravice (gadgeti) koje se koriste u osnovnim aplikacijama kao što su pametni uređaji u kućanstvu i kamere zatvorenog kruga, a potom ih iskoriste protiv njihovih vlastitih poslužitelja (servera). Daljnji kritični pomak sigurnosti će se razviti iz načina na koji se IoT pretvara u u običnu životnu stvar. Studija je pokazala da će kamere koje su spojene na Internet predstavljati 30% problema sigurnosti. Na ulazna vrata otpada slijedećih 15%, 12% na automobile, 10% na TV prijemnike, 6% na zaštitne ograde i vežice, 6% na grijanje, 6% na sustave za otkrivanje dima, te po 5% na pećnice i rasvjetu.

Povezivost: Najznačajniji budući IoT-ov izazov je međusobno povezivanje uređaja. Ta će komunikacija završiti neodrživošću trenutne postojeće strukture i tehnologija koje su s njom povezane. U ovom trenutku se koristi centralizirana arhitektura poslužitelj (server) /klijent za prepoznavanje ili identifikaciju, autoriziranje ili odobravanje i povezivanje nekoliko priključaka (terminala) na mrežu. Tim se modelom zadovoljava samo trenutna situacija i on nije nadogradiv niti skalabilan, te kao takav neće moći podržati buduće potrebe kada će milijarde uređaja biti dijelom jedne mreže. Tim će se scenarijem trenutni centralizirani sustav pretvoriti u usko grlo. Potrebna su ogromna ulaganja i veliki izdaci za održavanje klastera poslužitelja u oblaku koji se mogu nositi s ogromnom količinom razmjene podataka. U protivnom bi neraspoloživi poslužitelji mogli dovesti do totalnog pada sustava.

Kompatibilnost i trajnost: IoT se razvija u svim smjerovima. Njegov razvoj obuhvaća mnoge tehnologije i uskoro će narasti do konvencije. To će predstavljati ozbiljan izazov i morat će se osmisliti dodatne programske podrške (softver) i sklopovlja (hardver) za uspostavljanje komunikacije između uređaja.

Nedostatak standardiziranih protokola za komunikaciju između dva stroja, odnosno M2M protokola, usluge oblaka koje nisu ujednačene i velika raznolikost ugrađenih programa (firmware) operativnih sustava uređaja IoT-a neka su od ostalih pitanja kompatibilnosti. Uređaji koji rade s navedenim tehnologijama uskoro neće biti učinkoviti, budući da će te tehnologije najvjerojatnije zastarjeti.

Standardi: standardi ili norme IoT-a još uvijek predstavljaju nedovršeni posao. Standardi su se dobro razvili i opće su prihvaćeni na područjima na kojima su trgovci informatičke tehnologije i tehnologije operativnih sustava, korisnici i skupine koje se bave normiranjem dugo prisutni. Međutim, na novim područjima, kao što su bežična komunikacija male snage i komunikacija između strojeva (M2M), tek iznikli standardi se bore za svoju dominaciju. Povrh toga, nad sve se nadvijaju i pitanja kako će se moderni standardi primjenjivati na strojeve s naslijeđenim radnim tehnologijama koje se još uvijek koriste u proizvodnji i drugim industrijskim vertikalama.

Međutim, unatoč navedene neizvjesnosti, tvrtke mogu pribjeći velikom rasponu IoT-ovih rješenja koja se temelje na standardima – kao i proizvodima koji koriste utemeljene standarde za informatičku i proizvodnu tehnologiju – kako bi njihovi IoT projekti bili uspješni i kako bi generirali stvarnu vrijednost.

Inteligentna analiza i aktivnosti: Završni korak uvođenja IoT-a je otkrivanje podataka za analizu. Postupak analize se temelji na kognitivnim tehnologijama i modelima. Postoje određeni parametri kojima se inteligentne aktivnosti uključuju u IoT, a neki su od njih niža cijena uređaja, povećana funkcionalnost uređaja, strojevi koji „utječu“ na ljudske reakcije na osnovu logičke podloge znanosti o ponašanju (biheviorizam), alati za temeljito učenje, reakcije strojeva u neočekivanim okolnostima, sigurnost i privatnost podataka, te interoperabilnost uređaja.

2.6.2. Poslovni izazovi

Poslovni pak izazovi, s druge strane, odražavaju tri parametra:

Potrošački: koji obuhvaća uređaje priključene na IoT kao što su pametni automobili, telefoni, satovi, prijenosna računala, priključeni aparati, uređaji za zabavu i razonodu i drugo.

Komercijalni: uređaji za upravljanje zalihama, uređaji za praćenje i medicinska pomagala.

Industrijski: instrumenti, sustavi otpadnih voda, mjerači protoka, brojila na cjevovodima, proizvodni roboti i druge vrste priključenih industrijskih uređaja i sustava.

2.6.3. Socijalni, sigurnosni, etički, pravni i globalni problemi

Razumijevanje Interneta stvari z perspektive klijenta i zakonodavca nije jednostavan zadatak iz mnogih razloga. Podaci IoT-a su vrlo osjetljivi i ako procure kontrola nad njima može dopasti u ruke napadača. Zato moramo uobličiti čvrstu i pouzdanu tehnologiju koja će omogućiti siguran način korištenja IoT-ovih podataka.

Bibliografija:

Bego, V. : „Mjerenja u elektrotehnici“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1979.

Biljanović, P. : „Elektronički sklopovi“, Školska knjiga, Zagreb, 1989.

Božičević, J. : „Automatsko vođenje procesa“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.

Božičević, J. : „Temelji automatike“, 1. dio: Sustavno gledište i automatika, Automatsko reguliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1980.

Božičević, J. : „Temelji automatike“, 2. dio: Mjerni pretvornici i mjerenje, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

Holdowsky, J., Mahto, M., Raynor, M.E., Cotteleer, M.: „Inside the Internet of Things (IoT)“, Deloitte University Press, 2015.

Jindal, F., Jamar, R., Churi, P.: „Future and Challenges of Internet of Things“, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol 10, No. 2, April 2018.

Rajić, F. : „Osnove automatike – Mjerenja neelektričnih veličina“, 1. dio, Tehnička škola Ruđer Bošković, Zagreb, 1992.

Rajić, F. : „Automatizacija postrojenja za srednje stručne škole“, Školska knjiga, Zagreb, 2001.

Ravlić, V. : „Automatika“, Velibor Ravlić, Zagreb, 1997.

Vermesan, O., Friess, P., „Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems“, River Publishers, 2013.