

Tehnične meritve (TME): Izpitna vprašanja

Osnovni pojmi merilne tehnike

Zakaj meriti? Čemu meriti? Kako meriti?

Osnovne enote fizikalnih veličin.

Blokovna shema merilne naprave (splošno).

Metode merjenja.

Prednosti električnega merjenja mehanskih veličin.

Oblike statičnih karakteristik merilnih naprav.

Odziv merilne naprave na hipno spremembo vhodne veličine.

Vrste senzorjev (aktivni in pasivni senzorji, primeri).

Sistematska in slučajna napaka. Vzroki.

Absolutna in relativna napaka.

Aritmetična srednja vrednost.

Standardna deviacija.

Srednja kvadratna napaka.

Definicija občutljivosti instrumenta.

Natančnost in preciznost instrumenta.

Pomen kalibracije instrumenta.

Pomen linearizacije karakteristike instrumenta.

Navedi eno od pogosto uporabljenih metod za merjenje majhnih sprememb upornosti.

Nariši Wheatstone-ov most. Zapiši pogoj za 'uravnovesenje'.

Kaj je 1/4, 1/2, 1/1 most? Bistvene razlike?

Merjenje temperature

Definicija temperature. Enota. Trojna točka vode.

Naštej vsaj pet fizikalnih procesov za kontaktno merjenje temperature.

Naštej nekaj fizikalnih procesov za brezdotično merjenje temperature.

Plinski termometer (princip, merilni obseg).

Kapljevinski termometer (princip, merilni obseg).

Vzroki sistematske napake pri Hg termometru.

Kontaktni termometer (princip, uporaba).

Termometer na raztezanje pare (princip, delovni plin, uporaba).

Bimetalni termometri (princip, pogoste oblike, materiali, skala).

Uporaba bimetalnih termometrov.

Uporovni termometri (princip, vrste, odlike).

Pt termometer [lastnosti, odvisnost $R(T)$, nominalna upornost, vrste, maksimalna uporabna temperatura].

Precizni Pt-termometri so opremljeni s štirimi vodniki. Zakaj?

Konstrukcija industrijskega Pt-termometra. Kaj pomeni oznaka Pt-100?

Polprevodniški termometri (princip, vrste).

NTC termistor (princip, sestava, $R(T)$ karakteristika, lastnosti, merilni obseg, uporaba).

I-U karakteristika NTC termistorja. Kateri del karakteristike služi za merjenje temperatur?

Primerjava občutljivosti NTC termistorja z Pt termometrom.

Kaj je samosegrevanje? Na kakšen način se mu izognemo?

NTC termistor v režimu povečane disipacije lahko služi za merjenje nekaterih veličin. Naštej vsaj dve!

PTC termistor (princip, material, $R(T)$ karakteristika, lastnosti, merilni obseg, uporaba).

Princip uporabe PTC termistorja za temperaturno zaščito elektromotorja.
Princip delovanja termočlena.
Vzrok za nastanek termonapetosti.
Karakteristika termočlena, merilni obseg.
Prednosti pred ostalimi 'termometri'. Slabe strani.
Nariši osnovno shemo termočlena z instrumentom. Kakšno karakteristiko mora imeti instrument?
Ali način spoja para žic vpliva na rezultat merjenja temperature?
Kako se primerja medsebojne termonapetosti kovin in zlitin?
Kakšnim zahtevam morajo zadoščati materiali praktičnih termočlenov?
Naštej vsaj tri pogosto uporabljene tipe termočlenov in navedi približno področje njihove uporabe.
Red velikosti za občutljivost termočlena.
Red velikosti najmanjše odzivne konstante termočlena. Od katerih veličin zavisi?
Merjenje temperature površin togih teles predstavlja poseben problem zaradi slabega toplotnega kontakta med senzorjem in površino. Navedi dva primera kako se temu streže?
Kako se poveča občutljivost termočlena?
Temperaturna kompenzacija referenčnega spoja.
Princip kvarčnega termometra.
Kateri pojavi vplivajo na velikost napake kontaktnih termometrov v stacionarnem režimu merjenja temperature?
Katere veličine vplivajo na dinamično obnašanje temperaturnega senzorja?
Radiacijski termometer (princip, uporaba).
Štefanov zakon. Wienov zakon. Črno telo.
Naštej vsaj dve vrsti radiacijskih termometrov
Osnovni sestavni deli pirometrov.
Princip spektralnega pirometra na nitko.
Naštej nekaj senzorjev za sevanje.
Glavna razlika med pirometri za določen spektralni obseg in pirometri za celotno sevanje.
Kaj je bolometer? Vrste bolometrov.
Princip bolometra s termočlenom.
Princip uporovnega bolometra.
Pri merjenju toplotnega sevanja se namesto enosmernega režima koristi izmenični režim detektiranja. Zakaj? Kako se to praktično realizira?
Red velikosti odzivne konstante bolometra.
Kolikšna je spodnja meja temperature 'radiacijskih termometrov'?
Na čem bazira termovizija?

Merjenje tlaka

Definicija tlaka. Enote.
Kaj pomeni 'absolutna' meritev tlaka?
Razpon merjenja tlakov (najmanjši/največji).
Naštej nekaj preciznih absolutnih manometrov (za srednje in višje tlake, za visoke tlake, za nižji vakuum).
Naštej nekaj manometrov v vsakodnevni tehnični praksi (za srednje in višje tlake, za nižji in srednji vakuum).
Vrste tekočinskih manometrov.
Manometra z U-cevjo (princip, občutljivost, vzroki napak, merilni obseg).
Barometer.
Manometer z nagnjeno cevjo.
Batni manometer (princip, uporaba).
Manometer s potopljenim zvonom (princip, uporaba).

Tekočinski manometri niso uporabni za dinamična merjenja. Zakaj?
Osnova najpogosteje uporabljenih senzorjev v praktičnih meritvah tlaka (statičnega in dinamičnega).
Vrste pogosto uporabljenih elastičnih senzorjev (merilni obseg, red velikosti lastne frekvence).
Ali se elastični senzor lahko obremeni nad dovoljeno mejo?
Princip manometra z Bourdonovo cevjo 'C' tipa.
Načini povečanja občutljivosti.
Izvedbe Bourdonovih cevi. Materiali.
V nekaterih merilcih so Bourdonove cevi 'potopljene' v silikonskem olju. Zakaj?
Membranski manometri (princip, merilni obseg, izvedbe).
Aneroid.
Načini pretvorbe elastične deformacije elastičnih senzorjev v električni signal.
Manometer s potenciometrom (princip, dobre in slabe strani).
Manometer z induktivnim pretvornikom (primer, princip).
Manometer s kapacitivnim pretvornikom.
Bistvena razlika med manometrom s tanko in debelo membrano. Red velikosti lastne frekvence.
Pri meritvah dinamičnega tlaka, kolikšna je lahko merjena frekvenca v primerjavi z lastno frekvenco senzorja?
Diferencialni membranski manometer s kapacitivnim pretvornikom.
Manometer z merilnimi trakovi.
Manometer s PZE senzorjem (princip, merilni obseg).
Direktni in inverzni (obratni) PZE efekt.
Dobre in slabe lastnosti senzorjev za merjenje tlaka.
PZE materiali.
McLeod-ov vakuumeter (princip, merilni obseg).
Termični vakuumetri.
Pirani vakuumeter (princip, merilni obseg).

Merjenje pomika (giba)

Osnova induktivnih pretvornikov za merjenje pomika.
Definicija induktivnosti. Enota.
Definicija medsebojne induktivnosti. Enota.
Princip induktivnega pretvornika za merjenje pomika.
Diferencialni induktivni pretvornik s kotvo (princip, merilni obseg).
Diferencialni induktivni pretvornik s tuljavama (princip, merilni obseg).
Induktivni most (shema, način napajanja, smer pomika).
Linearni induktivni transformatorski pretvornik LVDT (princip, vezava, občutljivost, merilni obseg, karakteristika).
Osnova potenciometrijskih pretvornikov za merjenje translatornega pomika (shema, princip, vrste potenciometrov, karakteristika, merilni obseg, resolucija).
Osnova potenciometrijskih pretvornikov za merjenje kotnega zasuka (princip, primer uporabe).

Merjenje sil in napetosti v togih telesih (tenzometrija)

Merilni trakovi (princip, tipi, struktura, oblike).
Naštej vsaj pet mehanskih veličin, ki se dajo meriti z merilnimi trakovi (MT).
Pojasni fizikalne osnove merilnih trakov na modelu kovinske žice okroglega preseka.
Definicija specifične upornosti. Enote. Red velikosti specifične upornosti za kovine in zlitine.
Hook-ov zakon. Elastični modul. Poissonovo število.
Koeficient piezo-upornosti.

Piezo-uporovni merilni trak (izdelava, dobre in slabe strani, uporaba).
 Občutljivost merilnih trakov (definicija, velikost).
 Način fiksiranja merilnih trakov.
 Princip merjenja sile z merilnimi trakovi.
 Metode merjenja sile z merilnimi trakovi.
 Napajanje Wheatstone-ovega mosta (načini, zakaj).
 Smernice pri izbiri merilnih trakov.
 Zahteve za material za izdelavo merilnih trakov.
 Komerčni materiali za izdelavo merilnih trakov.
 Vpliv temperature na rezultat merjenja z merilnimi trakovi.
 Linearni temperaturni koeficient raztezanja (definicija, enota, red velikosti pri kovinah).
 Linearni temperaturni koeficient upornosti (definicija, enota, red velikosti pri kovinah).
 Ekvivalentni linearni temperaturni koeficient upornosti.
 Red velikosti spremembe $\Delta R/R$ pri tipičnih deformacijah pri materialih v strojništvu in gradbeništvu.
 Red velikosti temperaturne spremembe $\Delta R/R$ pri $\Delta T \approx 10^\circ$ pri materialih v strojništvu in gradbeništvu.
 Temperaturna kompenzacija s pomočjo slepih trakov (princip, skica).
 Jeklen nosilec kot elastični element (princip, postavitve trakov, način vezave v most, karakteristika, red velikosti izhodnega signala, merilni obseg).
 Konzola kot elastični element (princip, postavitve trakov, način vezave v most, karakteristika, merilni obseg).
 Prednost trikotne konzole.
 Prstan kot elastični element
 Skiciraj način merjenja vseh treh normalnih komponent sile s pomočjo merilnih trakov.
 Skiciraj način merjenja dvoosnih napetosti ravne plošče. Razloži povezavo med deformacijami in napetostmi.
 Princip merjenja torzijskega momenta oz. torzijskih napetosti z merilnimi trakovi.
 Načini doseganja večje občutljivosti pri merjenju vrtilnega momenta. Načini napajanja mosta in odvzema signala.
 Princip merjenja moči, ki jo motor prenaša potrošniku, z merilnimi trakovi.
 Skiciraj način določanja napetosti v vijakih (z merilnimi trakovi).
 Skiciraj način merjenja prednapetosti vijakov (z merilnimi trakovi).
 Vzroki napak pri merjenju z merilnimi trakovi.

PZE pretvorniki za merjenje pospeška, vibracij, pomika, dinamičnega tlaka in sile

Piezoelektrični efekt (direktni, recipročni). Pojasni pojav na primeru kristalne strukture kvarca. Red velikosti deformacij.
 Enota naboja.
 Pomen PZE koeficientov d_{ij} . Red velikosti največjega d_{ij} koeficienta za kvarc in BaTiO_3 .
 Uporaba direktnega PZE efekta.
 Mehanske veličine, ki se lahko merijo s PZE senzorji.
 Uporaba recipročnega PZE efekta.
 Uporabni materiali za PZE elemente. Dobre in slabe strani kvarca oz. BaTiO_3 .
 Vrste PZE efekta.
 Oblike komercialnih PZE elementov.
 Dobre in slabe strani PZE pretvornikov. Obseg merilnih temperatur.
 V praksi se PZE elementi kombinirajo z elastičnimi in seizmičnimi elementi. Za kakšna merjenja se prvenstveno uporabljajo?
 Električna in ekvivalentna shema PZE pretvornika (pri nizkih frekvencah) s priključenim instrumentom za merjenje napetosti.
 Skiciraj amplitudno karakteristiko PZE pretvornika.

Spodnja in zgornja frekvenčna meja PZE pretvornika.
Približen način izračuna lastne frekvence PZE ploščice. Red velikosti lastne frekvence.
Skiciraj odziv PZE senzorja na sunek pravokotne oblike.
PZE akcelometer (osnovna shema, princip, merilni obseg, velikost lastnih frekvenc, meja uporabnosti, občutljivost, instrument kot indikator).
Nabojni ojačevalec. Spodnja mejna frekvenca sodobnih naprav.
PZE senzor sile (osnovna shema, princip).
Bistvena razlika med pasivnimi senzorji (merilni trakovi, induktivni in kapacitivni sistemi) in PZE senzorji.
Merilna podložka (namen, princip, merilni obseg).
PZE senzor dinamičnega tlaka (osnovna shema, princip, občutljivost, velikost lastnih frekvenc, merilni obseg).
Izvedbe PZE senzorjev za merjenje dinamičnega tlaka pri motorjih z notranjim izgorevanjem.
Temperaturna kompenzacija. Načini kompenzacije za nenadne in hitre temperaturne spremembe.

Merjenje hitrosti in pretoka fluida

Tokovnica, tokovna cev.
Stacionarno in nestacionarno gibanje fluida.
Laminarno in turbulentno gibanje tekočine.
Od česa je odvisno ali je dano gibanje laminarno ali turbulentno?
Masni in volumnski pretok. Enote.
Dinamična viskoznost. Enote.
Kontinuitetna enačba za nestisljive in za stisljive tekočine.
Bernoullijeva enačba.
Vrste merilcev pretoka v vsakdanji praksi.
Princip volumetričnega pretokomera.
Turbinski merilec pretoka.
Merjenje pretoka in hitrosti fluida z zaslonkami in šobami.
Princip pretokomera z zaslonko.
Kaj predstavlja koeficient kontrakcije curka?
Definicija Re števila.
Katera od metod (zaslonka, šoba, Venturijeva cev) ima največjo oz. najmanjšo občutljivost?
Pri kateri od metod (zaslonka, šoba, Venturijeva cev) nastopa najmanjša oz. največja izguba tlaka? So te metode uporabne za primer stisljivih fluidov?
Kaj predstavlja 'linearizacijo izhodnega signala' pri merilcih pretoka in hitrosti fluida z zaslonkami in šobami?
Princip merjenja pretoka tekočin s pomočjo induktivnega pretvornika.
Opis in princip delovanja rotametra.
Kakšna je skala na rotametrih?
Naštej vsaj dve dobri lastnosti rotametra.
Predlagaj eno rešitev uporabe rotametra za neprozorne tekočine.
Anemometer na vročo žico (princip, vrste).
Anemometer s konstantnim tokom (princip, karakteristika).
Anemometer s konstantno temperaturo (princip, karakteristika).
Z anemometrom na vročo nitko je možno meriti dvo- in tro-komponentni pretok. Nakaži kako se to naredi za primer dvo-komponentnega pretoka.
Princip laserskega Dopplerjevega anemometra (LDA). Nariši principiarno shemo.
Bistvene prednosti LDA pred drugimi merilci pretoka.
Princip vrtničnega merilca pretoka.
Princip toplotnega merilca pretoka.

Ultrazvočno merjenje pretoka (princip sunkovnega in Dopplerjevega merilca)
Pitot-Prandtllova cev.

Analiza plinskih komponent

Sestavine izpušnih plinov.

Glavni toksični onesnaževalci v izpušnih plinih.

Enote v uporabi pri merjenju onesnaženja zraka.

Približne vrednosti dopustnih koncentracij.

Osnovni problemi pri odvzemanju vzorcev plina.

Kakšno metodo zajemanja vzorcev uporabljajo v Tomos-ovem laboratoriju za analizo izpušnih plinov pri mopeditih?

Metode merjenja koncentracij NO_x .

Kemiluminiscentna metoda merjenja koncentracij NO_x (opis, obseg).

Merjenje nezgorelih ogljikovodikov (metoda, princip, obseg).

Merjenje koncentracij CO , CO_2 (metoda, princip, obseg).

Merjenje koncentracij SO_2 (metoda, princip, obseg).

Vrste analizatorjev O_2 .

Princip termo-magnetnega analizatorja O_2 .

Princip uporovno - magnetnega analizatorja O_2 .

Princip analizatorja O_2 s trdim ZrO_2 elektrolitom.

Metode merjenja koncentracij saj v dimnih plinih.

Princip gravimetrijske metode.

Princip metode s filterskim papirjem.

Princip metode z absorbcijo svetlobe.