

Seminar 1: Brezkontaktno merjenje temperature

Teoretična izhodišča

Vsako telo, ki ima temperaturo višjo od 0 K (-273,15 °C), seva energijo. Brezkontaktna termometrija (pirometrija, sevalna termometrija) definira temperaturo objekta na podlagi te izsevane energije. Če hočemo pojasniti termično sevanje, moramo najprej opisati energijo elektromagnetnega sevanja znotraj pravokotnega paralelopipeda s prostornino V . Predpostavljamo, da je temperatura enaka na vseh stenah. Energija v volumnu na frekvenčni interval se lahko, za idealno črno telo, opiše z uporabo Planckovega zakona pod pogojem termodinamičnega ravnovesja:

$$E_v = \frac{8\pi \cdot f^2 \cdot V}{c^3} \cdot \frac{h \cdot f}{e^{\left(\frac{hf}{kT}\right)} - 1} \quad (1-1)$$

pri čemer je E_v energija v volumnu V (m^3) na določenem frekvenčnem intervalu ($J \cdot s$), f frekvenca ($Hz = s^{-1}$), h Planckova konstanta ($J \cdot s$), c svetlobna hitrost (m/s), k Boltzmannova konstanta (J/K) in T absolutna temperatura (K). Realne površine sevajo manj kot idealno črno telo, pri čemer je to razmerje opisano z emisivnostjo površine. Zaradi tega bi bila izmerjena temperatura spektralnega sevanja, brez upoštevanja emisivnosti, nižja kot dejanska temperatura predmeta. Emisivnost površine je odvisna od lastnosti površine, valovne dolžine in temperature. Na podlagi Planckovega zakona in odvisnosti izmerjene temperature od emisivnosti, dobimo, da je prava temperatura:

$$T_w = \frac{c_2}{\lambda} \cdot \left[\ln \left[\varepsilon \cdot \left[e^{\frac{c_2}{(\lambda \cdot T_r)}} - 1 \right] \right] \right]^{-1} \quad (1-2)$$

ali poenostavljeno na podlagi Wienovega zakona:

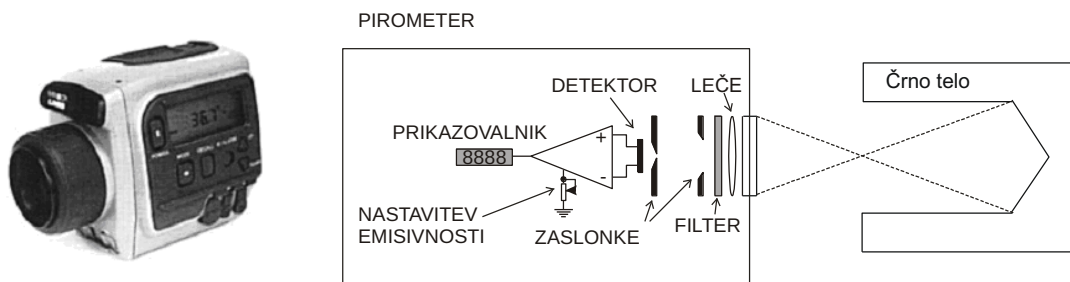
$$T_w = \left[\frac{\lambda}{c_2} \cdot \ln(\varepsilon) + \frac{1}{T_r} \right]^{-1} \quad (1-3)$$

Na srečo, uporabnikom sodobnih pirometrov ni potrebno poznavati vseh enačb, ki nas pripeljejo do končne izmerjene temperature. V načelu je zadosten podatek o emisivnosti. Ne smemo pa tudi pozabiti, da se emisivnost spreminja s temperaturo, kot tudi z valovno dolžino.

Največja prednost merilnikov temperature, ki delujejo na principu prenosa toplote s sevanjem pred drugimi principi merjenja je v tem, da ne zahtevajo direktnega kontakta z medijem katerega temperaturo merimo, pri čemer so relativno neodvisni tudi od oddaljenosti merilnika od merjenca. To pride zelo prav, ko iz kakršnihkoli razlogov ne moremo ali ne smemo priti v stik z merjencem.

Naloga

S pomočjo programskega paketa LabVIEW je treba izdelati programsko podporo za pirometer Minolta Land Cyclops 300AF.

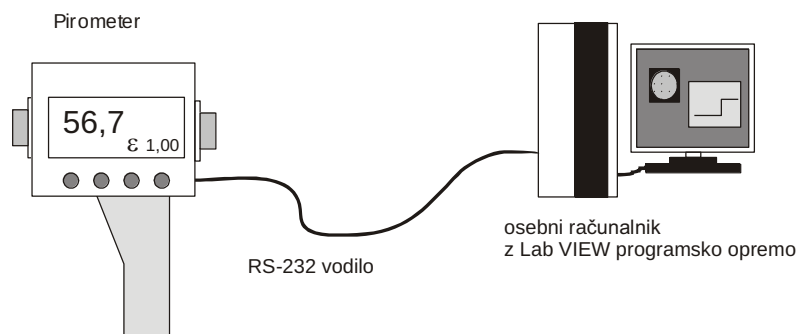


slika 1-1: Minolta Land Cyclops 300AF ter shema delovanja pirometra

Sistem vsebuje računalnik z ustrezno programsko (LabVIEW) in strojno opremo (serijska vrata), pirometer Minolta Land Cyclops 300AF (območje uporabe $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) z ustreznim RS 232 priključkom.

Osnovne specifikacije pirometra Minolta Land Cyclops 300AF:

Območje digitalne nastavitve emisivnosti:	0.10 do 1.00, ločljivost 0.01
Infrardeče valovno območje merjenja:	8 do $13\text{ }\mu\text{m}$
Optični sistem: fokusni sistem zrcal,	$f=60\text{ mm}$
Kot vidnega polja (FOV), gledanje:	8° ; merjenje 1°
Velikost tarče:	9 mm pri 500 mm
Območje autofokusa:	$>500\text{ mm}$
Temperaturno območje:	-50 do $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ oziroma -50 to $1800\text{ }^{\circ}\text{F}$
Ločljivost:	od -50 do $199.9\text{ }^{\circ}\text{C}$: $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ od 200 do $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$: 1°
Načini merjenja:	Manual, Monitor, Peak, Average, Valley.
Izhod:	digitalni RS-232 in analogni $1\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$



slika 1-2: Shema merilnega sistema

Programska podpora naj vsebuje sistem za upravljanje s pirometrom, grafično predstavljanje izmerjenih vrednosti, ter osnovno statistično obdelavo izmerjenih vrednosti. Program mora tudi omogočati vnos podatkov izmerjenih z uporabo drugega termometra/pirometra. Program naj shranjuje podatke v naslednji obliki:

- datum in,
- ura,
- temperatura,
- standardna deviacija,
- emisivnost,
- temperatura drugega termometra (opcija),
- razlika med temperaturo izmerjeno s pomočjo infrardečega termometra in temperaturo izmerjeno s pomočjo drugega termometra (opcija)

Na ekranu naj bo prikazan graf trenutne temperature ter trenutna dvojna standardna deviacija.