

Infračervený teplomer

IRT-BTA

Infračervený teplomer je bezkontaktný prístroj na meranie teploty s rýchlou odozvou. Senzor pracuje tak, že meria infračervené žiarenie emitované telesami. Pri väčšine telies stačí jednoducho namieriť senzor na teleso a odčítať jeho teplotu. Príklady použitia senzora:

- Rýchla odozva senzora umožňuje merať teplotu pokožky. Môžete napríklad porovnať teplotu dlane s teplotou chrbtu ruky, teplotu paže s teplotou nohy.
- Môžete si overiť, že väčšina objektov v miestnosti je v teplotnej rovnováhe. Môžete zmerať teplotu povrchu stola, ktorý sa zdá byť chladný a porovnať ju s teplotou stien, podlahy alebo s teplotou knihy.
- Môžete premerať teploty povrchov áut na parkovisku a aký má na nich vplyv farba auta. Je povrch auta dostatočne horúci na uvarenie vajička?
- V horúcom dni môžete napríklad teploty asfaltu, betónu a trávnik.



Poznámka: Prístroj je určený len na výukové účely. Nie je vhodný na priemyselné, lekárske, výskumné alebo komerčné použitie.

Čo obsahuje balenie infračerveného teplomera

- Infračervený teplomer IRT-BTA
- Kábel na spojenie s interfejsom zberu dát (CB-IRT)
- 4 x AAA batérie
- Návod (tento dokument)
- Príručka firmy Omega

Bezpečnostné informácie: Senzor obsahuje vypínateľný laser. Pri použití senzora je potrebné zachovávať opatrnosť ako aj pri iných laserových výrobkoch. Senzor vysiela laserové žiarenie, preto sa ním nesmie mieriť na oči. Špeciálne dávajte pozor na vysielač laserového žiarenia, pretože je blízko senzora. Priamy kontakt očí s laserovým lúčom môže spôsobiť vážny úraz. Je potrebné upozorniť študentov, že tento prístroj nie je hračka. Nesmie sa dostať do rúk malých detí. Odporúčame si preštudovať príručku firmy Omega dodávanú so senzorom, kde sú ďalšie bezpečnostné upozornenia.

Popis infračerveného teplomera

Infračervený teplomer má jednoduché ovládanie systémom zapni/vypni, automatické osvetlenie displeja a laserový zameriavač. Senzor je možné použiť buď ako samostatný prístroj, alebo môže byť pripojený na interfejs zberu dát napríklad Vernier LabPro, Go!Link, CBL 2 a Easy Link, pomocou ktorého je možné dáta zaznamenávať na počítači, na grafickej kalkulačke Texas Instruments alebo na počítači typu Palm.

Senzorový element sa nachádza na konci senzora. Namerané údaje sú indikované v °C. Keď je senzor pripojený na interfejs zberu dát, je možné použiť aj iné jednotky merania (°F, K). Vedľa senzora je priesvitné plastové okienko. Za ním je zameriavací laser. Pri zapnutí laseru nepozerať do tohto okienka.

Meranie senzora je založené na emisnej konštante. Použitá konštanta vyhovuje väčšine bežným objektom akými sú napríklad pokožka, drevo, betón, voda a sklo. Niektorým

objektom, napríklad lesklým kovom, táto konštanta nevyhovuje. Ďalšie detaily nájdete v často „Ako pracuje infračervený teplomer“.


Senzor má v blízkosti tlačidla MEAS zabudovaný senzor svetla. Tento senzor slúži na automatické osvetľovanie displeja.

Infračervený teplomer sa napája štyrmi batériami typu AAA, ktorú sú vzadu. Ak sú batérie slabé, na LCD displeji sa objaví indikátor slabých batérií.


Ovládacie tlačidlá

MEAS - zapínanie a vypínanie prístroja. Prvým stlačením senzor zapnete. Senzor sa automaticky vypne po 30 minútach. Ak ho chcete vypnúť skôr, znovu stlačte tlačidlo MEAS.

Hold - toto tlačidlo sa používa najmä v prípadoch, keď senzor pracuje ako samostatné zariadenie. Jeho stlačením dôjde k zablokovaniu merania a k zapamätaniu práve indikovanej hodnoty. Táto hodnota je aj na výstupe senzora. Keď je senzor pripojený k interfejsu zberu dát, toto tlačidlo sa obvykle nepoužíva.

Laserové tlačidlo  - zapínanie lasera, ktorý zobrazuje kruhový obrazec. Obrazec slúži na zameranie plochy merania teploty. Pamätajte, že ak je meraný objekt príliš blízko, zameranie laserom môže byť nepresné kvôli paralaxe.

Použitie infračerveného teplomeru.

1. Vypnite senzor, odstráňte malú skrutku, ktorá je vzadu a vložte 4 AAA batérie. Namontujte naspäť kryt batérií.
2. Stlačte tlačidlo MEAS a namierte senzor na meraný objekt.
3. Senzor vyhodnocuje kruhovú plochu. Čím je senzor ďalej od meraného objektu, tým je táto plocha väčšia. Meranú plochu stanovíte stlačením laserového tlačidla . Kruhový obrazec ukazuje hlavnú oblasť merania. Pre zvýšenie presnosti merania je potrebné počítať s plochou, ktorá je 1,5 až 2x väčšia ako kruhový obrazec.
4. Senzor vypnete opakovaným stlačením tlačidla MEAS. Ináč sa senzor automaticky vypne po 30 minútach.

Spojenie infračerveného teplomera s inými výrobkami Vernier.

K senzoru sa dodáva kábel CB-IRT. Mini koncovku kábla zapojte do spodku senzora. Druhý koniec kábla zapojte do interfejsu zberu dát.

Použitie infračerveného teplomeru s počítačom.

Senzor je možné spojiť pomocou interfejsu zberu dát LabPro alebo Go!Link s počítačom.

1. Zapojte infračervený teplomer do ktoréhokoľvek analógového portu (väčšinou do kanála č.1) LabPro alebo do Go!Link.
2. Na počítači spustíte program Logger Pro alebo Logger Lite.
3. Všetko je pripravené na zber dát. Logger Pro alebo Logger Lite identifikuje senzor a použije jeho kalibráciu v °C. Kliknutím na Collect začne zber dát.
4. Pri použití programu Logger Pro môžete v kroku 3 otvoriť v priečinku Logger Pro Probes & Sensors experimentálny súbor. Priečinko teplomera obsahuje rôzne experimentálne súbory a kalibrácie v °F a K.

Použitie infračerveného teplomera s kalkulačkami TI.

Senzor je možné použiť s grafickou kalkulačkou TI a s ktorýmkoľvek z interfejsov LabPro, CBL2 a EasyLink.

1. Podľa použitej kalkulačky a interfejsu spustíte EasyData alebo DataMate App. Detaily sú v nasledujúcej tabuľke:

Calculator	Interface	Data Collection Program
TI-84 Plus Family	EasyLink	EasyData
	LabPro or CBL 2	EasyData (recommended) or DataMate
TI-83 Plus Family	LabPro or CBL 2	EasyData (recommended) or DataMate
All Others (TI-73, TI-83, TI-86, TI-89, TI-92 and Voyage 200)	LabPro or CBL 2	DataMate

2. Dôjde k automatickej identifikácii infračerveného teplomera a všetko je pripravené na zber dát.

Ak na kalkulačke nemáte aplikáciu zberu dát, natiahnite si ju podľa nasledujúcich inštrukcií:

- **Easy Data App** - túto aplikáciu už pravdepodobne máte v kalkulačke. Skontrolujte, či máte verziu 2.0 alebo novšiu. Ak nie, stiahnite si ju do počítača z web stránky Vernier www.vernier.com/easy/easydata.html a preneste ju do kalkulačky pomocou TI Connect cez kábel TI spojenia. Ďalšie informácie o aplikácii a príručku na prenos programu nájdete na www.vernier.com/calc/software/index.html.
- **Program DataMate** - tento program sa dá preniesť priamo z LabPro alebo CBL 2 do grafickej kalkulačky TI. Zariadenia spojte navzájom linkovým káblom kalkulačka - kalkulačka. Zapnite kalkulačku do režimu prijímu a na interfejsu stlačte tlačidlo prenosu.

Použitie infračerveného teplomeru s prenosným počítačom typu Palm.

1. Senzor môžete použiť s počítačom typu Palm pomocou interfejsu LabPro.
2. Zapojte počítač, LabPro a senzor.
3. Spustíte Dara Pro.
4. Dotknite sa New, alebo vyberte New v menu Data Pro. Opäť sa dotknite New. Dôjde k automatickej identifikácii infračerveného teplomeru a k natiahnutiu jeho kalibrácie.
5. Všetko je pripravené na zber dát.

Technické údaje

Teplotný rozsah: -20 až 400°C
Rozsah pracovných teplôt: 0 až 50°C pri relatívnej vlhkosti do 70%
Rozlíšenie: 1°C
Presnosť: +/- 3% alebo +/- 3°C podľa toho, čo je viac (pri okolitej teplote 18-28°C)
Čas odozvy: 1s
Rozlíšenie zobrazenia na prístroji: 1°C

Menovitá spektrálna citlivosť: 6 až 14 µm
Emisná konštanta: prednastavená na 0,95
Detekčný element: infračervený termočlánok
Zorné pole: kruh priemeru 65mm vo vzdialenosti 1000mm
Priemerná životnosť batérií: 100 hodín (bez lasera a podsvietenia displeja)

Senzor je dodávaný s káblom vybaveným obvodom podpory automatickej identifikácie (auto-ID). Pri použití s interfejsmi LabPro, Go!Link, CBL2 a EaysLink, softvér zberu dát automaticky rozpozná senzor a použije na konfiguráciu experimentu preddefinované parametre vhodné pre daný senzor. Podstatne to zjednodušuje proces nastavovania pri niektorých experimentoch.

Ako funguje infračervený teplomer a námety na meranie

Všetky objekty emitujú infračervené žiarenie. Vyžarovanie závisí na teplote objektu a jeho schopnosti vyžarovať infračervené žiarenie. Táto schopnosť sa nazýva emisivita a závisí od materiálu objektu a od prevedenia jeho povrchu. Emisivita (pomer energie vyžarovanej objektom k energii vyžarovanej absolútne čiernym telesom) môže nadobúdať hodnoty od 0,10 a do 1,00 (absolútne čierne teleso). Senzor predpokladá pri meraní emisivitu 0,95. Je to hodnota vyhovujúca väčšine bežných vecí okolo nás. Z tohto dôvodu tento senzor ako aj ostatné infračervené teplomery nemerajú presne teplotu lesklých materiálov ako sú napríklad leštené kovy a podobne. Teplotu takýchto objektov môžete merať napríklad tak, že ich nafarbíte alebo polepíte lepiacou páskou. Ak je meraný objekt pokrytý námrazou alebo iným materiálom, pred meraním ho očistite. Ak senzor ukazuje nesprávne hodnoty, skontrolujte jeho prednú meraciu časť, môže byť znečistená. Ak je to potrebné, očistite ju mäkkou handričkou.

Senzor určuje teplotu meraním žiarenia v oblasti 6 až 14 μm . Žiarenie je sústredované na merací element pomocou fresnelovej šošovky. Pre stanovenie teploty sa predpokladá štandardné spektrálne rozdelenie absolútne čierneho telesa s emisivitou 0,95.

Ďalším dôležitým parametrom pri meraní je zorné pole. Vymedzuje sa ním oblasť merania. Výbornou pomôckou na tomto senzore je laserové zameriavanie. Obrázec vysielaný laserom približne vyznačuje plochu, ktorá sa použije na meranie. Meraný objekt by mal túto plochu vyplňať, alebo by mal byť radšej 1,5 až 2x väčší.

Laserový obrázec je veľkou pomocou pri určovaní meranej plochy. Dajte však pozor pri meraní veľmi malých objektov. Senzor musí byť vtedy veľmi blízko pri meranom objekte. Vzhľadom na geometriu usporiadania vtedy dochádza k paralaxe a laserový obrázec neoznačuje presne meranú plochu.

Tabuľka emisívít

Materiál	Tepeľná emisivita
asfalt	0,90 až 0,98
betón	0,94
cement	0,96
piesok	0,90
zem	0,92 až 0,96
voda	0,92 až 0,96
ľad	0,96 až 0,98
sneh	0,83
sklo	0,90 až 0,95
keramika	0,90 až 0,94
mramor	0,94

Materiál	Tepeľná emisivita
sadra	0,80 až 0,90
omietka	0,89 až 0,91
červená tehla	0,93 až 0,96
čierna látka	0,98
ľudská pokožka	0,98
pena	0,75 až 0,80
uhofný prach	0,96
čierna guma	0,94
plastické látky	0,85 až 0,95
drevené dosky	0,90
papier	0,70 až 0,94

Uložená kalibrácia

Senzor bol nakalibrovaný pri výrobe a nepočíta sa s možnosťou jeho recalibrácie.

Uložené kalibračné hodnoty sú:

Jednotka merania: °C	sklon = -84,388 °C/V	nulový bod = 398,19 °C
Jednotka merania: °F	sklon = -151,9 °F/V	nulový bod = 748,74 °F
Jednotka merania: Kelvin	sklon = -84,388 K/V	nulový bod = 671,34 K

Použitie pri vyučovaní

Senzor umožňuje merať teploty objektov, ktoré sú buď nedostupné alebo nie je možné merať iným spôsobom.

Niektoré nápady na využitie senzora:

Pochopenie pojmu teplota

Teplota je pojem ktorý nie je jednoduché pochopiť. Situáciu komplikujú naše osobné skúsenosti. Predstavte si napríklad, že ste študent, ktorý sedí v horúci septembrový deň v triede. Rukami sa dotkne kovovej nohy stola a zistí, že je studená. Doska stola sa však javí ako teplá. Je však faktom, že predmety v triede nie sú studené. Infračervený teplomer to jasne ukáže. Študenti sa môžu presvedčiť, že teplota nohy stola je taká istá ako teplota dosky stola, steny, knihy a iných predmetov v triede. Táto skúsenosť im pomôže lepšie pochopiť pojmy teplota, tepelná rovnováha a tepelná vodivosť. Môžete napríklad ísť vonku na parkovisko a porovnať teploty povrchov áut. Majú rovnaké teploty, alebo to závisí od farby auta? Je povrch rozpáleného auta dostatočne teplý na uvarenie vajíčka? Môžete porovnať napríklad teploty trávnik, asfaltu a betónu.

Preskúvanie hračky „pijúci vták“.

Každý už pravdepodobne videl hračku pijúci vták. Vták je umiestnený na stojane a môže sa otáčať okolo ťažiska. Keď sa hlava vtáka, ktorá je pokrytá plst'ou namočí, vták začne oscilovať okolo bodu otáčania, pričom sa vnútri prelieva tekutina zo spodku do hlavy a naopak. Pri pohybe tejto hračky môžete prebrať viacero vecí - ťažisko, tlak plynu, teplotu, rovnováhu a pod. Dôležitou časťou vysvetlenia pohybu vtáka je, čo sa deje s teplotou jeho hlavy. Keďže na hlave je vlhká plst', môžeme predpokladať, že na nej dochádza k vyparovaniu. Vyparovanie má chladiaci efekt, hlava sa chladí a tým sa v nej znižuje tlak, čo má vplyv na presun kvapaliny vo vnútri. Bez použitia infračerveného senzora by ste nemali priamy dôkaz, že hlava vtáka sa chladí. Týmto senzorom môžete overiť túto hypotézu. Pri pokuse sme zistili, že plst' bez vody mala 25°C. Po jej namočení a oscilovaní po dobu 10 minút, mala teplotu len 19°C.



Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s.r.o.
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk



Preklad: Peter Spišák, 2008