

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství

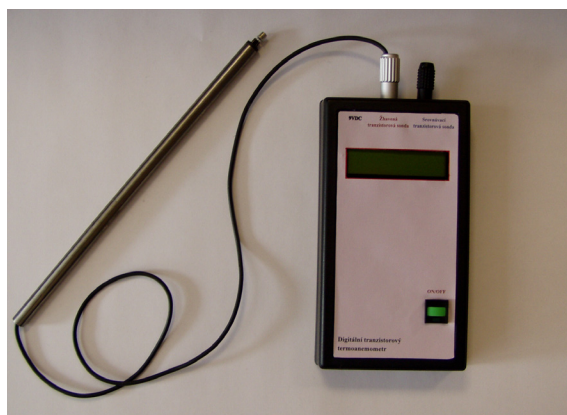
SNÍMAČ PRO MONITOROVÁNÍ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ VZDUCHU

Apollo ID: 25 891
Datum: 20. 12. 2011
Typ projektu: G – funkční vzorek
Autoři: Janečka, J.; Košíková, J.; Vdoleček, F.; Pavelek, M.

Technický popis

Snímač pro monitorování rychlosti proudění vzduchu byl vyvinut z důvodů potřeby jednoduchého měření rychlosti proudění vzduchu v systémech pro hodnocení a regulaci tepelného stavu prostředí. Snímač je založen na žárovém principu, protože tímto je možné měřit i velmi malé rychlosti proudění. Pro danou aplikaci je dále nutné zvolit správný žhavený element, tak aby byl všesměrový. Z těchto důvodů byl jako snímací element použit NPN tranzistor 2N2222.

Na trhu existuje celá řada profesionálních přístrojů ovšem jejich cena je značně vysoká, v řádech desítek tisíc korun. Přibližná cena navrženého anemometru (obr. 1) je asi tisíc korun, přičemž základní senzor vestavěný do systému pro hodnocení tepelného stavu prostředí může mít i cenu nižší.



Obr. 1.: Digitální tranzistorový termoanemometr

Základní technické parametry

Rozsah rychlosti proudění:	$0 \text{ m.s}^{-1} - 4 \text{ m.s}^{-1}$
Rozlišovací schopnost snímače:	$0,01 \text{ m.s}^{-1}$
Nejistota měření:	$0,05 \text{ m.s}^{-1}$
Časová konstanta:	8 s
Napájecí napětí snímače:	9V
Rozměry snímače:	175 x 100 x 35 mm

Způsob realizace

Základním principem snímače je měření přenosu tepla mezi horkou pevnou látkou (žhaveným tělískem) a okolním vzduchem. Kalibrace přístroje umožňuje toto sdílení tepla převést na

rychlost proudění vzduchu. Tepelný tok na povrchu tělíska je vyjádřen Newtonovým vztahem:

$$Q = h_c(t_c - t_a) \cdot S, \quad (1)$$

kde Q [W] je tepelný tok
 h_c [W·m⁻²·K⁻¹] součinitel přestupu tepla mezi tělískem a vzduchem, jako funkce rychlosti vzduchu v_a
 t_c [°C] teplota žhaveného tělíska
 t_a [°C] teplota vzduchu
 S [m²] plocha povrchu tělíska

Pro elektrický příkon platí:

$$P = R \cdot I^2, \quad (2)$$

kde R [Ω] je elektrický odpor tělíska
 I [A] proud procházející tělískem

Tepelný tok konvekci Q daný rovnicí (1) a elektrický příkon P dle rovnice (2) musí být v rovnováze, z čehož lze pak vyjádřit rychlost proudění vzduchu v_a . Anemometr měří metodou udržování konstantní teploty tělíska (CTA). Výstupní veličinou snímače je frekvence pro kterou platí:

$$f = \frac{Q}{U_{tr} \cdot I_{tr} \cdot W} \quad (3)$$

kde U_{tr} [V] je napětí báze-emitor vyhřívaného tranzistoru
 I_{tr} [A] amplituda proudového pulsu z báze vyhřívaného tranzistoru
 W [s] šířka obdélníkového pulsu výstupního signálu

Digitální tranzistorový termoanemometr (obr. 1) byl navržen jako smart símač tzn. inteligentní. Zařízení umí zobrazit naměřenou hodnotu na displeji a je schopno posílat naměřené výsledky do PC. Na blokovém schématu (viz obr. 2) je zobrazen měřicí řetězec digitálního termoanemometru. Celé zařízení je postaveno na mikrokontroléru ATMEGA32.

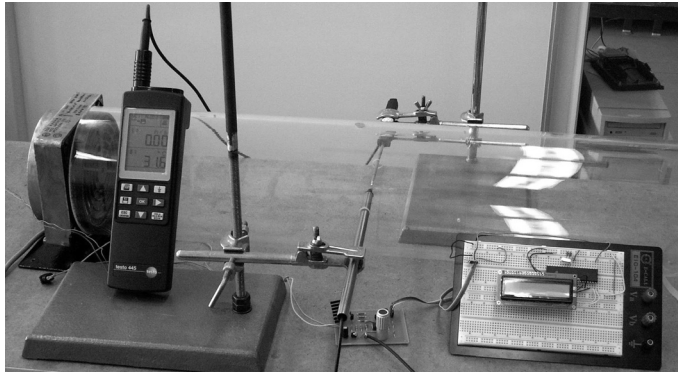


Obr. 2.: Měřicí zobrazovací a komunikační obvod pro digitální tranzistorový termoanemometr

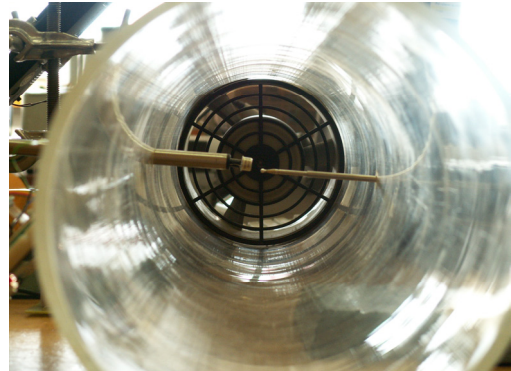
Výsledky zkoušek, použití

Pro ověření funkce navrženého zařízení byla postavena měřicí trať (obr. 3 a obr. 4). Je složena z plexisklového válce o průměru 140 mm, do kterého je vložen ventilátor s možností změny rychlosti otáčení triakovým regulátorem.

Tento ventilátor vzduch nasává přes trubičky o průměru 5mm, které jsou vloženy do ústí plexisklového válce, z důvodů usměrnění proudění. Jako srovnávací termoanemometr byl použit přístroj TESTO 445 s termickou kuličkovou sondou.



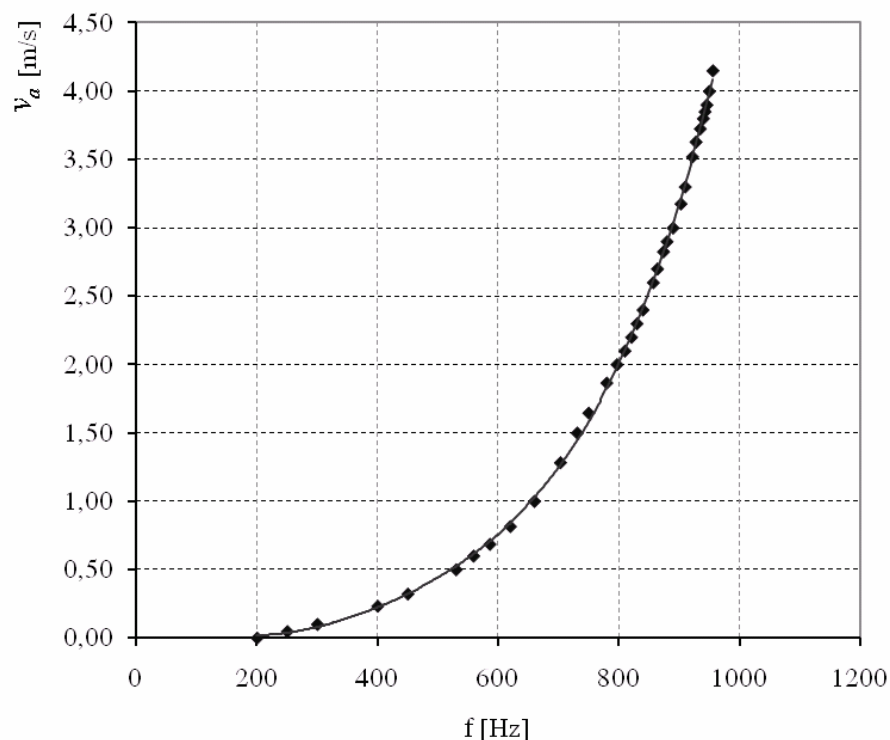
Obr. 3.: Ověřovací pracoviště



Obr. 4.: Termická tranzistorová sonda a profesionální termická sonda TESTO v ověřovacím tunelu

Výslednou charakteristiku snímače lze vidět na obr.5. Tuto charakteristiku můžeme popsat polynomem:

$$v_a = -1,65668 + 0,0183325 \cdot f - 0,0000757002 \cdot f^2 + 1,51482E^{-7} \cdot f^3 - 1,40018E^{-10} \cdot f^4 + 5,263E^{-14} \cdot f^5 \quad (4)$$



Obr. 5.: Závislost rychlosti proudění vzduchu digitálního tranzistorového termoanemometru na frekvenci

Vazba na projekt

GAČR 101/09/H050 Výzkum energeticky úsporných zařízení pro dosažení pohody vnitřního prostředí

Umístění

Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, Technická 2, Brno 616 69, místnost A4/603

Licenční podmínky

Využití výsledku jiným subjektem je možné po uzavření licenční smlouvy

Kontaktní osoba

Ing. Jan Janečka, tel: +420 541 142 202, y47509@stud.fme.vutbr.cz

Ing. František Vdoleček, CSc., tel: +420 541 142 202, vdolecek@fme.vutbr.cz

Prohlašuji, že popsaný výsledek naplňuje definici uvedenou v Příloze č. 1 Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje v roce 2008 a že jsem si vědom důsledků plynoucích z porušení § 14 zákona č. 130/2002 Sb. (ve znění platném od 1. července 2009). Prohlašuji rovněž, že na požádání předložím technickou dokumentaci výsledku.

Ing. Jan Janečka, Ing. Jana Košíková