

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Měření teploty mobilního objektu s využitím bezkontaktních senzorů

Vypracoval: Patrik Janečka

Ostrava 2009

Obsah

1.	ÚVOD.....	1
2.	LABORATORNÍ ÚLOHA S BEZKONTAKTNÍM MĚŘENÍ TEPLoty	2
2.1	PŘEVODNÍK USB4711A	2
2.2	MOBILNÍ OBJEKT	2
2.3	ULTRAZVUKOVÝ SENZOR VZDÁLENOSTI UC2000-30GM-UI-V1	5
2.4	TEPLOTNÍ SNÍMAČ OS136-1-V2	6
3.	SESTAVENÍ LABORATORNÍ ÚLOHY NA BEZKONTAKTNÍ MĚŘENÍ TEPLoty.....	7
4.	MĚŘENÍ INFRAČERVENÝM A ULTRAZVUKOVÝM SNÍMAČEM.....	10
5.	ZÁVĚR.....	13
6.	POUŽITÁ LITERATURA	14
7.	SEZNAM PŘÍLOH.....	15

1. Úvod

V dnešní době je automatizace jeden s nejrozsáhlejších a nejvíce rozvíjejících se odvětví. Proto pokud chceme rozvíjet dále vědomosti v tomto oboru, musíme se neustále vzdělávat a učit nové věci. Tímto směrem se také ubírá tato semestrální práce. Je potřeba nastudovat nové poznatky, které je důležité použít a dále rozvíjet.

Tato práce dokumentuje postupnou návaznost jednotlivých poznatků. Na začátku je potřeba se seznámit s obecnými úkoly a na závěr tyto vědomosti použít pro rozvoj dalších nových poznatků. Příkladem v této práci je seznámení s jednotlivými úlohami v laboratořích, přes nastudování problematiky bezkontaktního měření teploty až po ověření funkčnosti modelu pro bezkontaktního monitorování teploty a vzdálenosti.

2. Laboratorní úloha s bezkontaktním měření teploty

Laboratorní úloha „Monitorování polohy a teploty objektu s využitím bezkontaktních senzorů“ není již spustitelná na nejnovějších PC sestavách, důvodem je nevybavenost nových PC již zastaralými ISA sloty. Proto již byla tato úloha rozebrána na dílčí části. Budoucí laboratorní úloha bude využívat některé tyto části. Konkrétně se jedná o bezkontaktní snímače polohy a teploty.

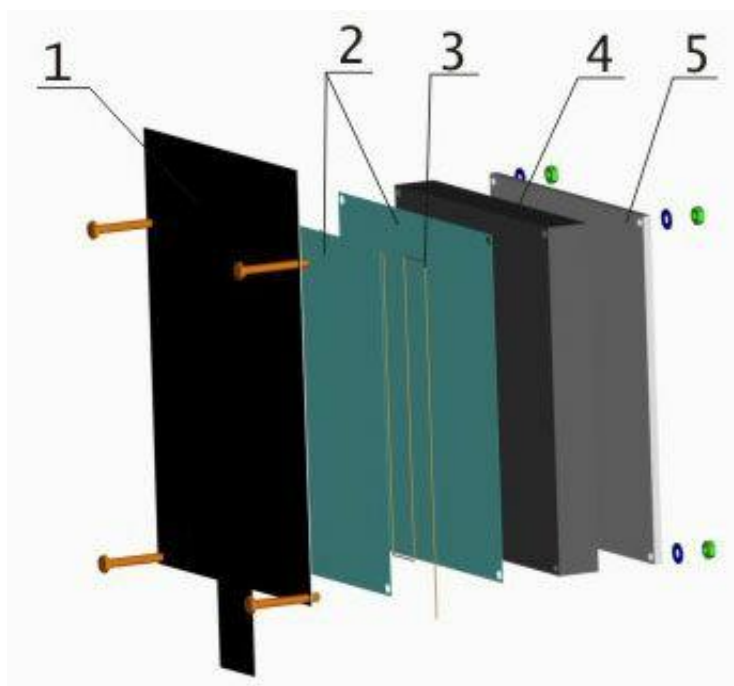
2.1 Převodník USB4711A



Měřicí modul USB 4711A obsahuje 8 digitálních vstupů, 8 digitálních výstupů, 2 analogové výstupy a jeden 32 bitový čítač. Výhodou je, že nepoužívá externí napájení a jeho vzorkovací frekvence může být až 100kHz/s.

2.2 Mobilní objekt

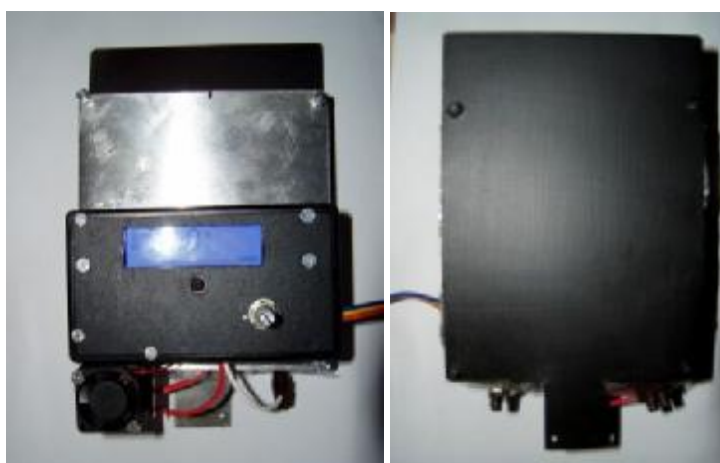
Mobilní objekt je umístěn na zapisovači. Skládá se z ocelové desky, na které se snímá teplota a vzdálenost, fólie, která izoluje drát od desky a izolace, aby nedošlo ke zkratu, odporového drátu, izolace proti úniku tepla do okolí a hliníkové desky. Velikost tohoto objektu je 110mm šířka a 150mm výška. Dále se na zadní straně objektu nachází display, který podává informace o aktuální teplotě objektu a napětí na odporovém drátu. Maximální možná teplota na povrchu desky je 70°C.



Obr. 1 Jednotlivé vrstvy mobilního objektu

Legenda:

- 1 – ocelová deska, na které se snímá teplota a vzdálenost
- 2 – fólie izolující drát od desky a izolace, z důvodu zkratu
- 3 – odporový drát ($R = 1,7961 \Omega/m$, průměr 0,56mm, délka 1 m)
- 4 – izolace proti úniku tepla do okolí
- 5 – hliníková deska



Obr. 2 Zadní a přední části mobilního objektu

Jako zdroj teplota je na zadní straně objektu odporový drát. Napětí přiváděné do tohoto drátu je manuálně řízeno potenciometrem. Tím regulujeme a nastavujeme teplotu. Poměr závislosti napětí a proudu je exponenciální, proto je potřeba při zadávání žádané teploty postupovat citlivě. Vhodné je rozehrát objekt nad žádanou hodnotu a pomalu zmenšovat přiváděné napětí, tak lze nastavit teplotu s přesností 0,1 °C. Napětí na potenciometru se reguluje točením doleva pro maximální napětí (teplotu) a doprava pro minimální napětí (teplotu).



Obr. 3 Vnitřní zapojení mobilního objektu

2.3 Ultrazvukový senzor vzdálenosti UC2000-30GM-UI-V1



Pracovní údaje:

Detekční rozsah : 200..2000 mm

Referenční objekt (minimální plocha): 100x100 mm

Oblast necitlivosti: **0...200 mm**

Úhel vysílaného paprsku: cca 5° pro -3 dB

Frekvence vysílače: cca 175 kHz

Doba odezvy: ≤ 100 ms

Rozlišení

- v rozsahu do 705 mm: 0,172
- v rozsahu nad 705 mm: nastavený rozsah/4096

Opakovatelnost: ≤ 0,1 % z plného rozsahu

Linearita: ± **0,1 % z plného rozsahu**

Elektrické údaje:

Pracovní napětí U_B : 10 V DC...30 V DC

Zvlnění: ±10%, $U_B=33$ V

Proudový výstup: 4 mA...20 mA,

Napětový výstup: **0 V ... 10 V**,

Programovací konektor: Nastavuje měřicí rozsah a výstupní funkci (vzestupná/sestupná závislost)

2.4 Teplotní snímač OS136-1-V2



Jedná se o bezdotykový snímač teploty vyroben firmou OMEGA. Tento snímač je zapouzdřen v nerezovém krytu. Pro napájení a výstupní napětí je použit stíněný kabel. Snímač má standardní výstupní signály pro jednoduché připojení k měřicím přístrojům, regulátorům, zapisovačům, záznamovým jednotkám nebo průmyslovým počítačům (PLC). Fixní emisivita 0.95 umožňuje rychlé a jednoduché měření bez nastavování během instalace nebo provozu

Teplotní rozsah:

OS136-1: -18 až 204 °C

Přesnost: @22 °C

OS136-1: **3% z měřené hodnoty nebo 4.4 °C**

podle toho, která hodnota je větší

Opakovatelnost: 1% z měřené hodnoty

Optika: 6:1 (poměr mezi vzdáleností a velikostí měřeného povrchu)

Vlnová délka: 5 až 14 mikronů

Doba odezvy: 150 ms (0 až 63 % konečné hodnoty)

Emisivita: **fixní 0.95**

Analogový výstup: V2: 0-10V

Požadovaná zátěž na výstupu: min. zátěž (0-10V): 2 kΩ

Pracovní teplota:

Bez přídavného vodního chlazení: 0 až 70 °C

S přídavným vodním chlazením (OS136-WC):

0 až 200 °C

S přídavným vzduchovým chlazením (OS136-WC): 0 až 110 °C

Relativní vlhkost: Nižší než 95 %, nekondenzující

Doba ustálení po zapnutí: 1 až 2 min

Doba ustálení při skokové změně teploty: cca 30 minut při náhlé změně o 25 °C proti pokojové teplotě

Pouzdro snímače: nerez ocel 316, krytí IP65 (NEMA-4)

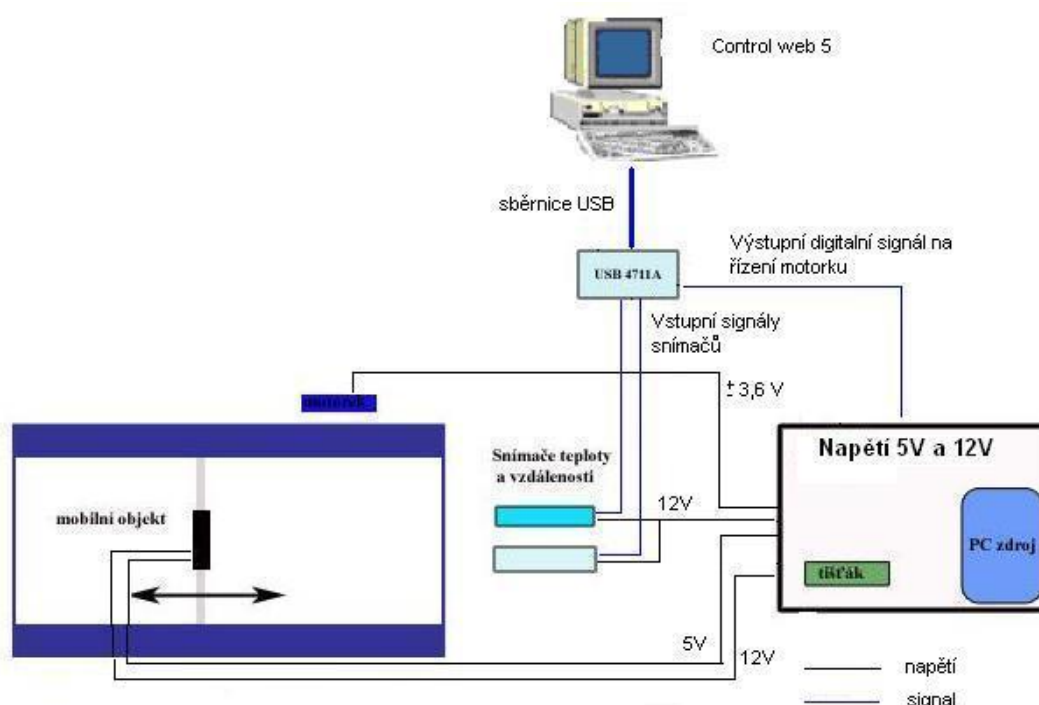
Napájení: 12 až 24 Vss @ 50 mA

Rozměry: průměr 19 mm, délka 89 mm

Hmotnost: 181 g

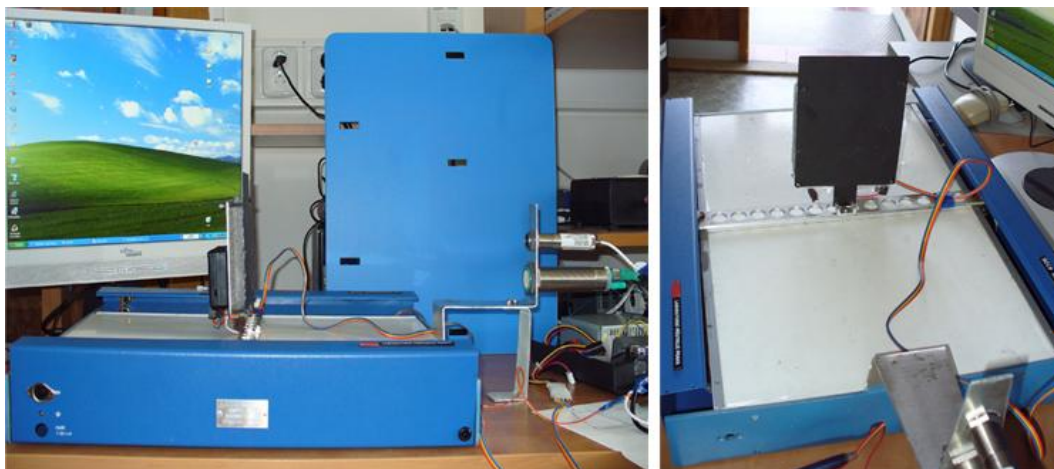
3. Sestavení laboratorní úlohy na bezkontaktní měření teploty

Navržená laboratorní úloha využívá ke komunikaci USB sběrnici. Hlavními dílčími částmi jsou zapisovač, mobilní objekt, bezkontaktní snímač teploty a vzdálenosti, dále pak krabice obsahující pc zdroj a obvod pro řízení stejnosměrného motorku.



Obr. 4 Blokové schéma laboratorní úlohy

Princip této laboratorní úlohy je v měření statických a dynamických charakteristik prostupu tepla. Zdrojem napětí celé úlohy je PC zdroj, který je uložený v krabici. Tato krabice dále obsahuje elektronický obvod pro řízení stejnosměrného motorku a jsou v ní uloženy a spájeny dráty tak, aby na vstupu nebo výstupu z krabice mohl být použit 9 pinový konektor. Z krabice je dále napájen mobilní objekt a oba snímače. Snímače využívají napětí 12V, mobilní objekt 5V pro odporový drát a 12V pro napájení elektronického obvodu a motorek využívá napětí $\pm 3,6V$.

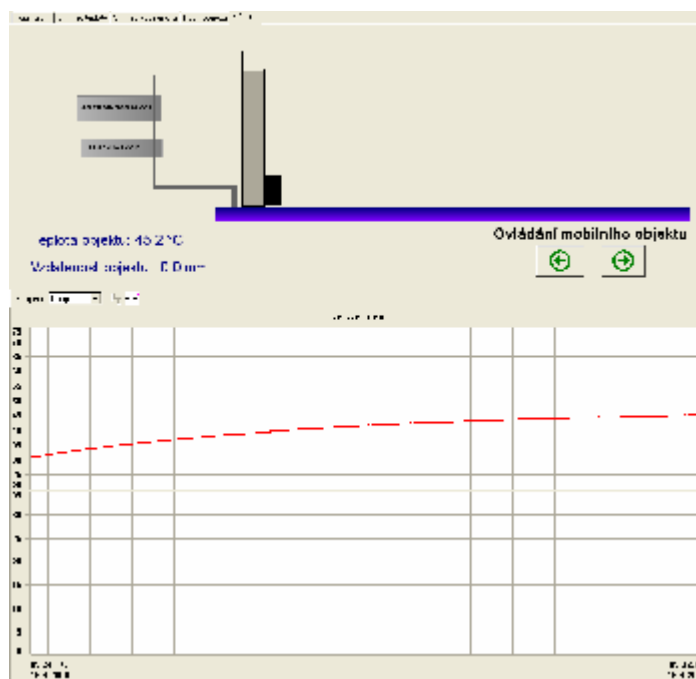
**Obr. 5** Laboratorní úloha

Mobilní objekt je lineárně se pohybující těleso, které se zahřívá. Jako zdroj tepla je použitý odporový drát. Současně objekt obsahuje elektronický obvod, vyndaný z PC skříně a display. Na displeji je zobrazovaná teplota měřená termočlánkem, který je vložen uvnitř objektu

**Obr. 6** Vnitřek krabice

Pohyb objektu zajišťuje stejnosměrný motorek s maximálním napájením 5V. Motorek je řízen pomocí elektronického obvodu, tento obvod je napájen 5V napětím, a jsou do něho

převedeny dva digitální signály z převodníku, tyto signály otvírají tranzistory, které napájí motorek bipolárním napětím 3,6V a tím mění jeho směr otáčení. Výstupem snímačů je napěťový signál 0-10V. Tento signál je zpracováván pomocí převodníku USB 4711-A a je dále poslán do PC ve kterém je vytvořena jednoduchá vizualizace, která je vidět na obr. 7.

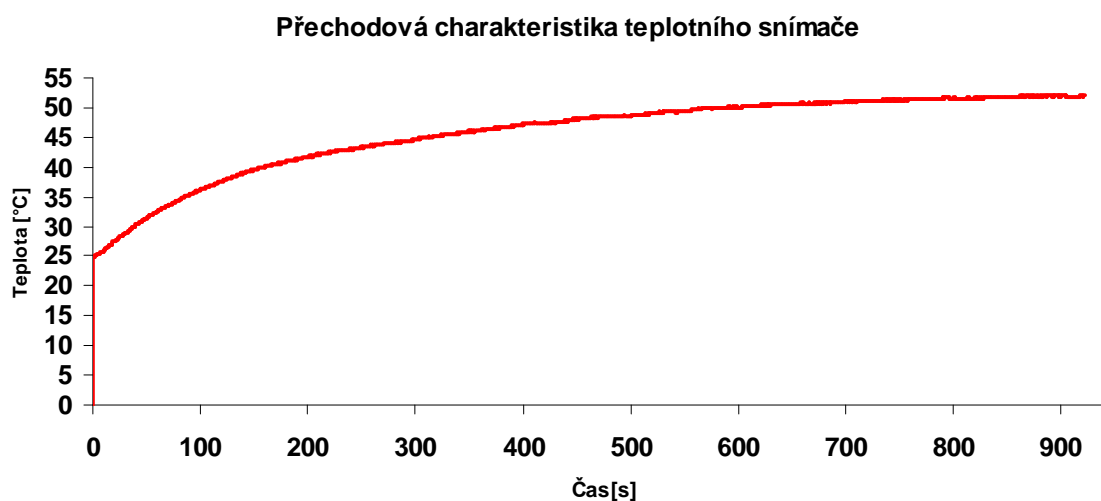


Obr. 7 Měření v ControlWebu 5

4. Měření infračerveným a ultrazvukovým snímačem

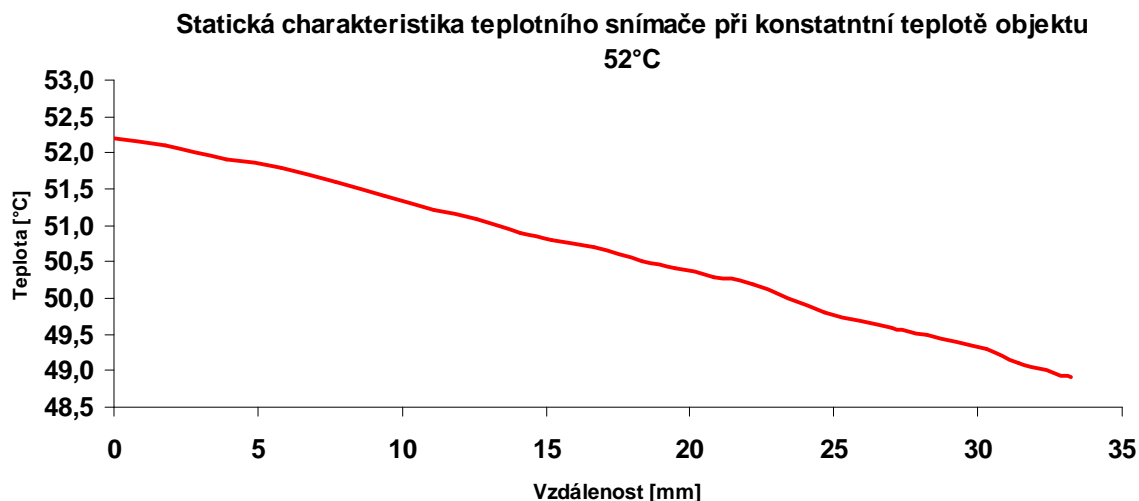
Cílem těchto měření bylo zjistit statické a dynamické charakteristiky infračerveného bezkontaktního snímače. Teplota v místnosti byla 26,5 °C. Teplota objektu se nastavovala pomocí potenciometru. Počáteční vzdálenost teplotního snímače od objektu je 10 cm.

V prvním měření se nastavil potenciometr na maximální hodnotu, aby odporovým drátem procházel největší možný proud. Při tomto procesu se začne mobilní objekt zahřívat. Jak je vidět v grafu 1, tak objekt se zahřál na snímané ploše na 51,9 °C. Teplota termočlánku vloženo dovnitř objektu ukazovala 68,8°C. Tento rozdíl je způsoben prostupem tepla objektem a fixním nastavením emisivity snímače na 0.95.

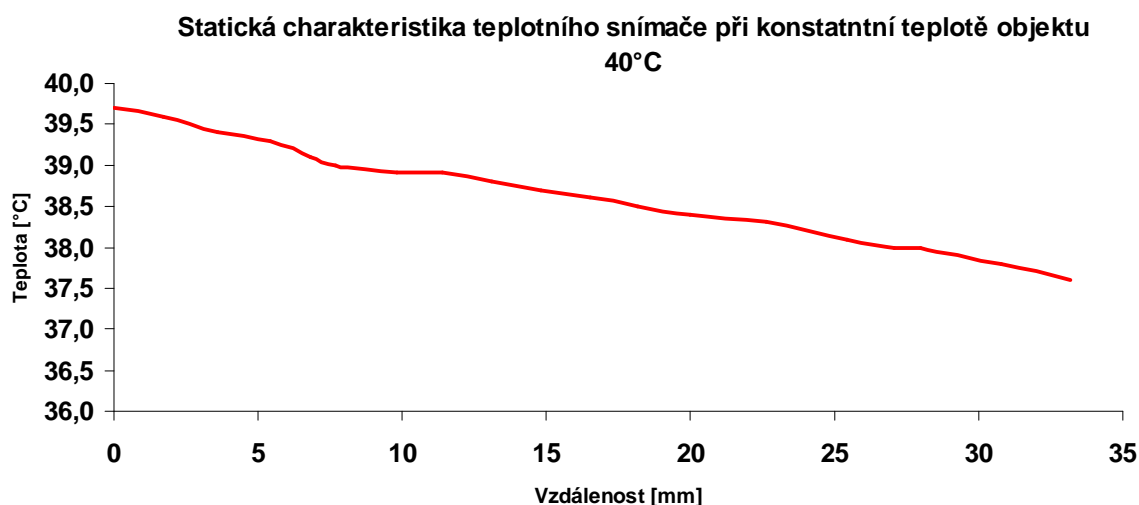


Graf 1 Přechodová charakteristika teplotního snímače

V dalším měří se zjišťovala reakce snímače teploty při změně vzdálenosti objektu. V prvním měření měl objekt konstantní povrchovou teplotu 39,7 °C a při druhém 52,2 °C. Největší posun objektu je 33 cm. Na obou dvou grafech 2 a 3 je vidět klesající teplota při vzrůstající vzdálenosti. Tento pokles teploty je závislý na počáteční velikosti teploty objektu. Jak je vidět grafech tak rozdíl u větší konstantní teploty činí 3 °C a menší to pak jsou 2 °C na stejné vzdálenosti.

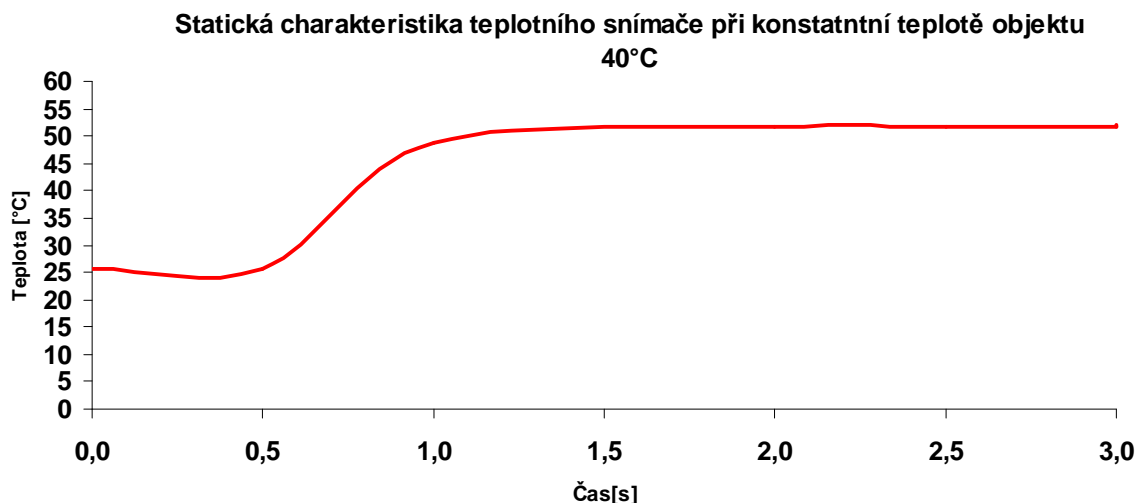


Graf 2 Statická charakteristika teplotního snímače při konstantní teplotě objektu 52°C



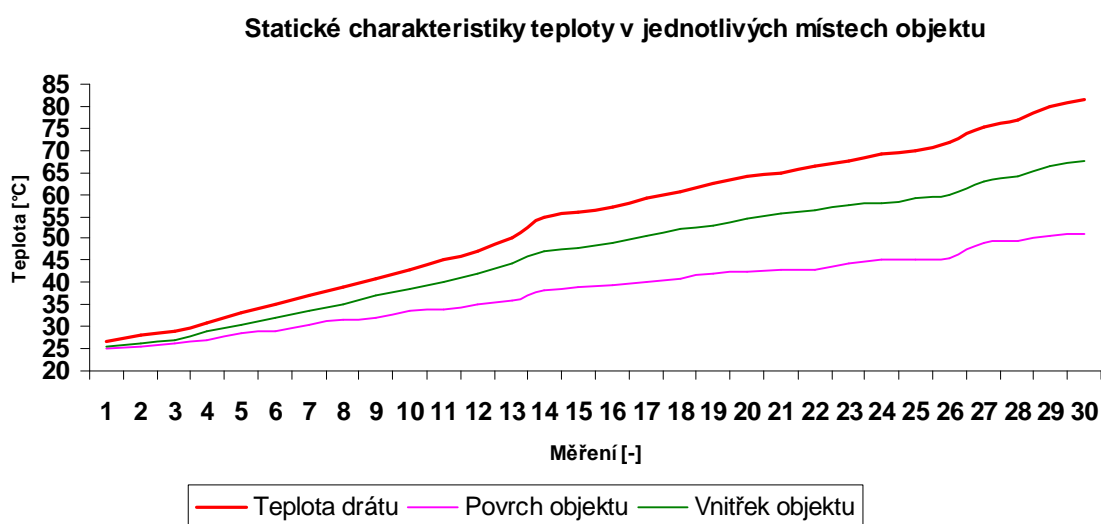
Graf 3 Statická charakteristika teplotního snímače při konstantní teplotě objektu 40°C

Následující měření popisuje chování teplotního snímače při skokové změně teploty. Objekt byl rozehrát na teplotu 52°C a mezi něho a snímač byla vložena překážka. Tato překážka měla teplotu 25,5°C. Odstraněním překážky bylo docíleno skokové změny teploty. Jak je vidět v grafu 4, snímač na tuto změnu zareagoval za 1 sekundu a v 1,5 sekundě už dokázal zaznamenat žádanou teplotu.



Graf 4 Statická charakteristika teplotního snímače při konstantní teplotě objektu 40°C

Poslední provedené měření ukazuje statické charakteristiky teploty, ve třech místech třemi různými teploměry. Pro měření teploty uvnitř objektu byl použit termočlánek, který je součástí mobilního objektu. Dalším snímač byl kontaktní teploměr umístěný přes izolaci přímo na odporový drát. Dále byl využit bezkontaktní snímač teploty této úlohy. Jak je vidět v grafu, tak největší naměřená teplota je přímo na odporovém drátu, dále pak v objektu a nakonec vlivem prostupu tepla izolací, je nejmenší naměřená teplota na povrchu objektu.



Graf 5 Statická charakteristika teploty v jednotlivých místech objektu

5. Závěr

Tato práce se zabývá bezkontaktním měřením teploty a vzdálenosti. Cílem bylo vytvořit laboratorní úlohu pro měření statických a dynamických charakteristik teploty. Pro měření teploty byl vybrán snímač OS 136 a pro měření vzdálenosti pak snímač UC2000. Naměřené hodnoty těchto snímačů jsou dále zpracovávány po USB sběrnici a vyhodnoceny v PC pomocí Control Webu 5.

Další důležitou částí je mobilní objekt uzpůsoben pro měření teploty. Jako zdroj vyzařování teploty je použit odporový drát, který se při průchodu proudem zahřívá – tím se zahřívá celý mobilní objekt. Objekt je připevněn zapisovači, který původně sloužil k vykreslování grafů.. Pohyb je lineární v ose snímače a zajišťuje ho stejnosměrný motorek, napájen bipolárním napětím.

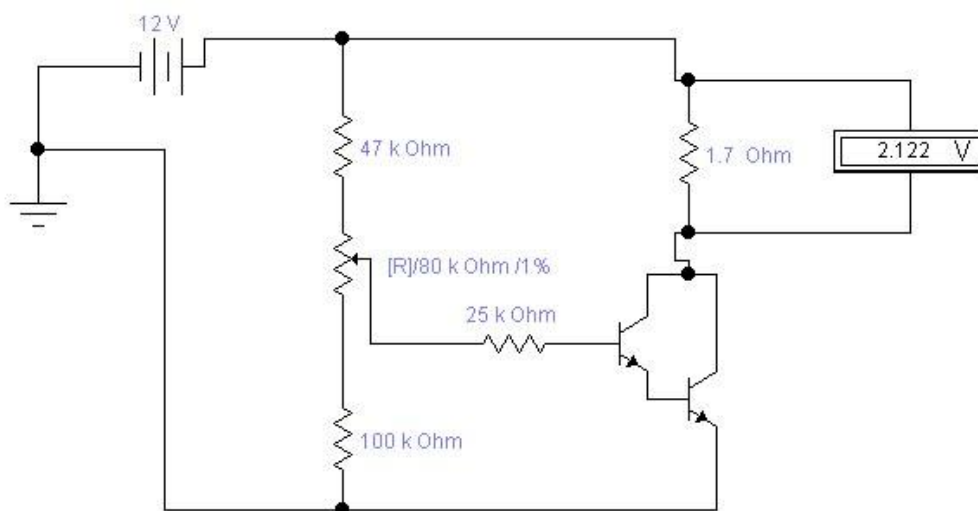
Funkčnost této laboratorní úlohy byla ověřena na měřeních statických a dynamických charakteristik.

6. Použitá literatura

- AUTOMA. *Snímače teploty – současný stav a směry vývoje..* [online] . Praha, 2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z [www:<URL: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34041>](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34041)
- BENEŠ, P. – LACKO, B. – ŠMEJKAL, L. AJ. 2000. *Automatizace a automatizační technika*. Praha: Computer Press, 2000. 1. díl – *Systémové pojetí automatizace*, 97 s. ISBN 80-7226-246-7. 2. díl – *Automatické řízení*. 218 s. ISBN 80-7226-247-5. 3. díl – *Prostředky automatizační techniky*. 254 s. ISBN 80-7226-248-3. 4. díl – *Automatické systémy*. 166 s. ISBN 80-7226-249-1.
- FARANA, R., SMUTNÝ, L., VÍTEČEK, A., VÍTEČKOVÁ M., 1999. *Zpracování odborných textů z oblasti automatizace a informatiky*. VŠB-TU Ostrava, 2004, 114 s. ISBN 80-248-0557-X.
- HAASZ, V., ROZTOČIL, J 1999. *Měřicí systémy na bázi IBM – PC*. 1. vyd PRAHA: Vydavatelství ČVUT. 1999. 122 s. ISBN 80-01-01693-5.
- HOWSTUFFWORKS. *Introduction to How Thermometers Work*. [online] . Atlanta, 2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z [www:<URL: http://home.howstuffworks.com/therm.htm>](http://home.howstuffworks.com/therm.htm)
- JANDA, P. *Inteligentní senzory v průmyslových měřicích a řídicích systémech s podporou ILAN*. 1998 Ostrava: VŠB-TUO, 1998, 106 s. Disertační práce, vedoucí L.Smutný.
- KRUPA, M. *Monitorování polohy a teploty objektu s využitím bezkontaktních senzorů*. 2005 Ostrava: VŠB-TUO, 2005, 61 s. Diplomová práce, vedoucí L.Smutný.
- NOVÉ TECHNOLOGIE - VÝZKUMNÉ CENTRUM. *Bezkontaktní měření teplot*. [online] . Plzeň, 2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z [www:<URL: http://tpp.zcu.cz/cz/vyzkum/teplotni-mereni/bezkontaktni-mereni>](http://tpp.zcu.cz/cz/vyzkum/teplotni-mereni/bezkontaktni-mereni)
- TEMPERATURES.COM. *Noncontact Temperature Sensors..* [online] . Southampton, 2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z [www:<URL: http://www.temperatures.com/ncsensors.html>](http://www.temperatures.com/ncsensors.html)
- WIKIPEDIA. *Princip bezdotykového měření teploty*. [online] . Florida, 2008 [cit. 2008-04-05]. Dostupný z [www:<URL: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrometr>](http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrometr)

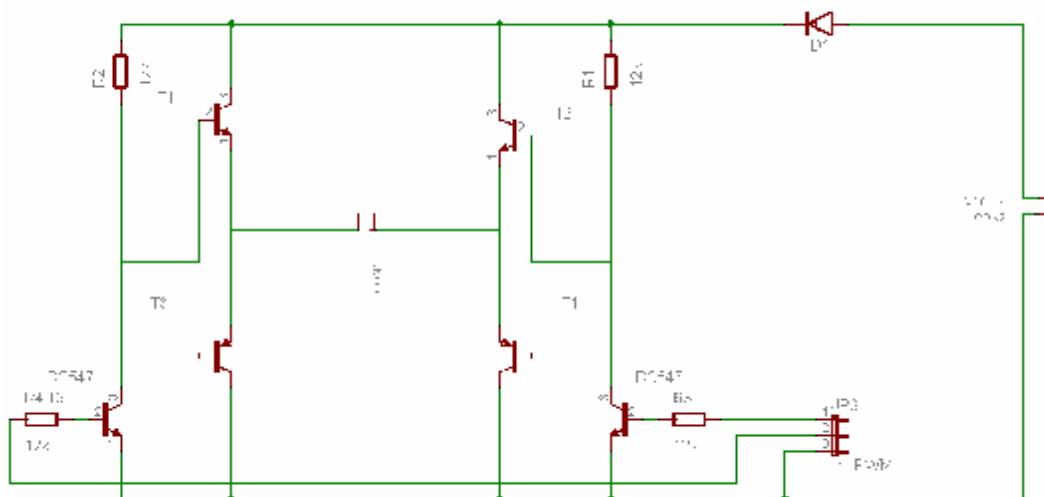
7. Seznam příloh

Příloha č.1 Schéma desky pro ovládání mobilního objektu



Obr. 8 Deska navržená v programu Electronics Workbench 5.12

Příloha č.2 Schéma desky pro ovládání mobilního objektu



Obr. 9 Deska navržená pro řízení napájení stejnosměrného motoru