

MĚŘENÍ A MODELOVÁNÍ TEPLOTNÍ ZÁVISLOSTI ELEKTRONIKY SNÍMAČŮ

R.Hájovský, Š.Ožana

Katedra měřicí a řídicí techniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava

Abstrakt

Příspěvek se zabývá použitím SW systému Matlab při měření teplotní zátěže elektroniky moderních μ -elektronických snímačů a při ověřování jejich matematických modelů. Modelování teplotní zátěže snímačů je velmi důležitým prostředkem pro návrh zcela nových snímačů nebo nových elektronických částí snímačů starších propracovaných a spolehlivých konstrukcí. Úlohy zkoumající vliv tepelných polí a tepelného záření jsou matematicky popisovány nelineárními parciálními diferenciálními rovnicemi, jejichž řešení není vždy snadné. V příspěvku je popsán fyzikální model, který obsahuje příslušný snímač a jeho pomocné komponenty. Snímání teploty probíhá v přesně daných místech a naměřená data jsou snímána do počítače. Je zde uveden popis měření pomocí termovizní kamery, při kterém jsou následně získaná data zpracovávána pomocí Image Processing Toolboxu.

1 Úvod

V posledních letech dochází k masivnímu nárůstu v oblasti vývoje a praktického použití nových typů senzorů (snímačů). Velká část těchto moderních snímačů je založena na mikroprocesorové technologii a tvoří jeden komplexní celek – tzv. smart sensor. Souběžně s výše uvedenými skutečnostmi dochází také celosvětově ve velkém měřítku k miniaturizaci snímačů a do popředí se stále častěji dostávají nanotechnologie.

Senzory tvoří obecně první článek mnohdy složitého měřicího řetězce a prvořadým úkolem je, aby do systému vnášely co nejmenší chybu. To bude zaručeno pouze v tom případě, kdy budou senzory na kvalitativně maximální úrovni v oblasti spolehlivosti, přesnosti a životnosti. Na tyto velmi důležité parametry má velký negativní vliv působení teploty. Vysoká teplota způsobuje tepelné namáhání nejenom vlastního snímače, ale především spolupracujících integrovaných elektronických obvodů. Často dochází vlivem vysoké teploty ke změnám vnitřních parametrů použitých elektronických součástek a tím ke kvalitativnímu snížení výsledků měření. Z těchto objektivních důvodů je již ve stádiu návrhu snímače zapotřebí důkladně zvážit a zohlednit oblasti tepelné a teplotní zátěže aplikačního prostředí nejenom na samotnou konstrukci snímače, ale i na jeho spolupracující mikroelektronické obvody.

S výše popsanou problematikou úzce souvisí oblast matematického modelování, která umožňuje v teoretické rovině analyzovat teplotní poměry jak samotného snímače, tak především teplotní zátěže příslušné elektroniky snímače. Modelování teplotních polí je založeno na řešení nelineárních diferenciálních rovnic. V dnešní době jsou již k tomuto účelu k dispozici speciální výkonné SW nástroje – ANSYS, MATLAB aj. Výstupy tohoto modelování slouží poté projektantům jako základní podklady pro návrh zcela nových moderních snímačů nebo pro úpravu stávajících mechanických senzorů, kde se jejich mechanická část nahrazuje elektronickou.

Pro vytvoření modelu teplotní zátěže elektroniky snímače je zapotřebí sestavit fyzikální model, který bude obsahovat příslušný snímač a pomocné komponenty, které jsou nezbytné pro jeho správnou činnost a pro měření a zpracování dat. Na přesně definovaných částech snímače jsou umístěna teplotní čidla, která slouží pro měření teploty v daném místě a naměřená data tvoří základní parametry matematického modelu. Senzory teploty jsou připojeny přes měřicí kartu a pomocí Data Acquisition Toolbox snímány do počítače, kde probíhá jejich zpracování a propojení s vlastním modelem.

Pro měření teplotních dějů na snímači je také použita termovizní kamera. Získaná data jsou následně zpracována s využitím Image Processing Toolboxu. Zpracování obrazu je rozděleno do několika oblastí, mezi které patří např. detekce hran snímače, detekce teplotních polí apod.

V současné době je zkonstruován fyzikální model pro měření teplotní závislosti elektroniky snímače a je vytvořen základní matematický model. V následujícím období se plánuje

připojení až 8 teplotních čidel na předem definované místa na snímači. Naměřená data jednotlivých teplot budou pomocí I/O měřicí karty přivedena do počítače. Zde proběhne jejich zpracování, vizualizace, archivace a budou zároveň sloužit pro ověření a doladění navrženého matematického modelu.

2 Fyzikální model

Pro ověření správnosti navrženého matematického modelu je zapotřebí získat experimentální data, která budou odpovídat skutečným provozním podmínkám, ve kterých se snímač nachází. K tomu slouží fyzikální model, který je svou konstrukcí sestaven tak, aby v co největší míře odpovídal reálným podmínkám provozu modelovaných snímačů. Základní fyzikální model je zobrazen na obr. č. 1.



Obrázek 1. Fyzikální model soustavy

V našem případě se jedná o snímač teploty motorového oleje pro osobní automobily, viz. obr. č. 2. Pracuje na principu krátkodobého vysílání energetických pulsů do odporového elementu a následného měření jeho ochlazování vlivem teploty oleje v olejové vaně.



Obrázek 2. Snímač hladiny oleje

Hlavním úkolem fyzikálního modelu je získat experimentální data o teplotních poměrech v přesně definovaných místech a za daných provozních podmínek. V tomto konkrétním případě se jedná o měření teploty na 7 určených místech a to:

- 4 místa ve snímači (konstrukce chladiče, teplotně vodivá výplňová hmota snímače, stabilizátory elektroniky snímače, μ -procesor snímače)
- teplota oleje ve vaně
- teplota okolního prostředí
- teplota samotné olejové vany

Teplota v daných místech bude měřena pomocí teplotních čidel s analogovým výstupem, která budou připojena na měřicí kartu MF624 a dále pak zpracována pomocí SW systému Matlab.

3 Matematický model

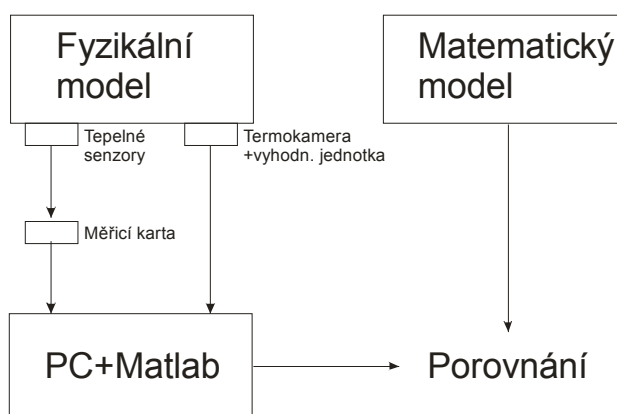
Zadaná úloha patří do oblasti modelování úloh popsanych nelineárními parciálními diferenciálními rovnicemi. Z tohoto důvodu je nutné použít numerického řešení, v našem případě metodu konečných prvků realizovanou v programu ANSYS. Geometrie modelu byla vytvořena v SW ProEngineer a poté importována do ANSYSu, ve kterém bylo provedeno “meshování”, zadání okrajových podmínek a postprocessing. Pro ověření výsledného matematického modelu budou sloužit data, získaná a zpracována pomocí Matlabu. Geometrie snímače je patrná z obr. č. 3.



Obrázek 3. Geometrie snímače vytvořená v Ansysu

4 Další postup řešení

Na obr. č. 4 je znázorněno blokové schéma řešené úlohy.



Obrázek 4. Blokové schéma řešené úlohy

Dalším krokem řešení výše uvedené problematiky bude detailní měření teplot na definovaných místech, především uvnitř samotného snímače – na vybraných μ -elektronických součástkách. Současně s tímto měřením bude probíhat snímání teploty okolního prostředí a teploty oleje v olejové vaně. Data budou předána ke zpracování do PC pomocí měřicí karty. Vlastní zpracování a vyhodnocení jednotlivých teplot bude provedeno pomocí SW systému Matlab s využitím specializovaných Toolboxů. Naměřené hodnoty budou dále také použity pro vizualizaci procesu a archivovány. Veškerá takto získaná data budou sloužit k ověření matematického modelu popsaneho v bodu 3.

Součástí experimentu bude také snímání teplotních polí snímače pomocí termovizní kamery. Takto získaná obrazová data budou importována do Matlabu a zde podrobena analýze pomocí metod digitálního zpracování obrazu (Fourierova transformace, detekce hran apod.) s využitím Image Processing Toolboxu.

5 Závěr

Náplní příspěvku je problematika modelování a měření teplotních dějů moderních snímačů. V současnosti je zkonstruován základní fyzikální model vybraného snímače a provedena první experimentální měření sloužící k získání přehledu o teplotních procesech jak na povrchu snímače, tak především na předem definovaných místech vlastní elektroniky snímače. Bylo také provedeno měření pomocí termovizní kamery a získaná data podrobena základní analýze digitálního zpracování obrazu pomocí Image Processing Toolboxu.

V následujícím období se uskuteční detailní měření teplot na definovaných místech uvedených v bodě 2. Data budou tvořit základ pro ověření vlastního matematického modelu. Je plánováno také opětovné měření pomocí termovizní kamery k získání rozsáhlého souboru dat, na který budou následně použity metody digitálního zpracování obrazu v SW Matlab.

Práce na projektu a příspěvek jsou podporovány projektem GAČR 102/06/0498 - Modelování teplotní zátěže elektroniky moderních snímačů.

Literatura

- [1] Mondek R., Plešivčák P., Nevřiva P., Simulation of the temperature transient response of the bimetallic thermometer, Proceedings of PDeS 2006, Vol. 1, pp. 483-486, Brno 2006.
- [2] Gonzalez R. C., Woods R. E., Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Prentice Hall, New Persey 2004.
- [3] RÉDR, M. (1988). Základy tepelné techniky, VŠB-TU, Ostrava
- [4] KLÍMA, M. et al., (1999). Zpracování obrazové informace. ČVUT, Praha

Ing. Radovan Hájovský, Ph.D. radovan.hajovsky@vsb.cz

Ing. Štěpán Ožana, Ph.D. stepan.ozana@vsb.cz

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra měřicí a řídicí techniky
17. listopadu 15
708 33 Ostrava-Poruba