

Měření a sběr dat z indukčních zařízení

Jakub Jiřinec

Katedra elektroenergetiky a ekologie
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni
jjirinec@kee.zcu.cz

The Data Acquisition of Induction Devices

Abstract – This paper describes measuring and cooling system for induction devices. The measuring system is based on National Instruments components. The data measured by developed system will be used for verification of numerical models. The second part is devoted to the example of measuring on the part of the real function samples of the cold crucible. This type of function sample consists of copper tubes and 3D printed collector with gaps filled with epoxy resin.

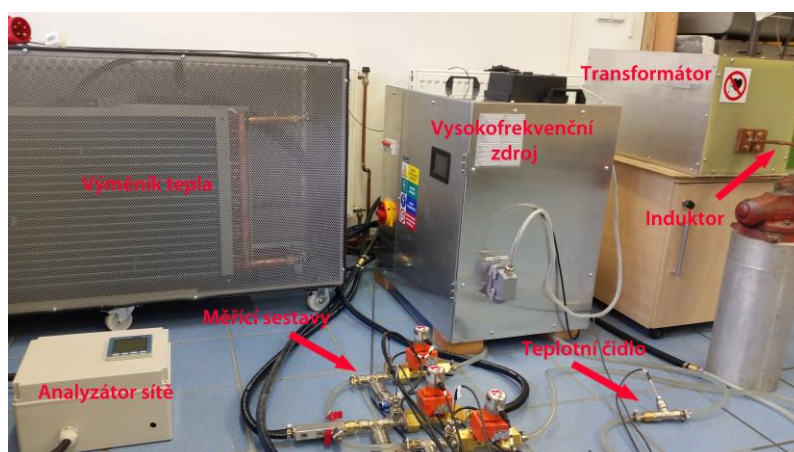
Keywords – Induction heating; cold crucible; temperature measurement; 3D print; LabView; experimental construction; cooling

I. ÚVOD

Hlavním úkolem tohoto příspěvku bude popsat vytvořený měřicí systém pro měření elektrických a neelektrických veličin indukčních systémů. Měřicí systém je primárně používán pro experimentální měření parametrů indukčního studeného kelímku. Je zde možné instalovat různé typy induktorů, různé počty a tvary segmentů a vsázky. Získané výsledky z měření je dále možné porovnat s výsledky z provedených numerických simulací a provést optimalizaci indukčního zařízení a tím zvýšit jeho účinnost.

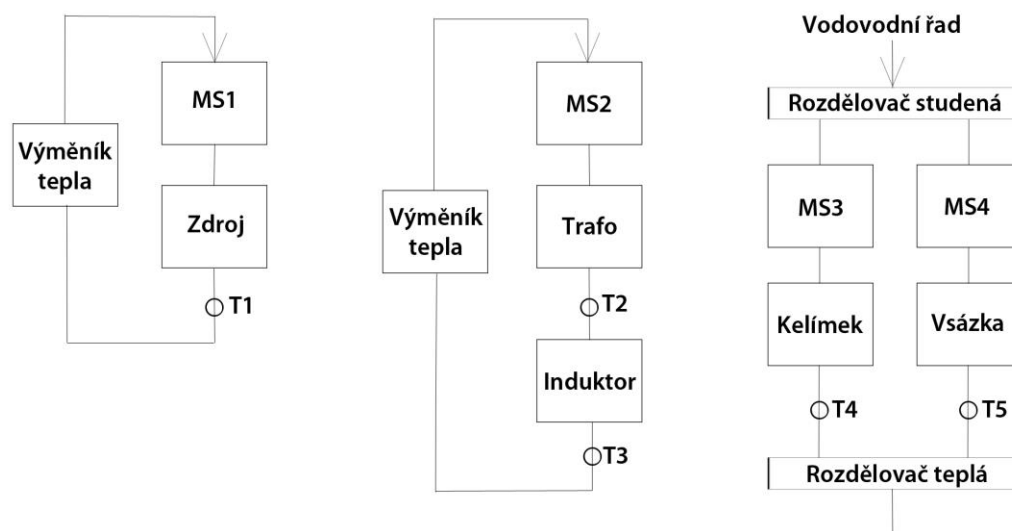
II. MĚŘICÍ SYSTÉM

Základ měřicího systému tvoří CompactRIO osazené potřebnými měřicími kartami od společnosti National Instruments. Tento výkonný hardware slouží k měření potřebných veličin, jejich zpracování a posílání dat do uživatelského rozhraní instalovaného na průmyslovém počítači. Měřicí systém se skládá z ultrasonického průtokoměru Kobold, tlakoměru Endress + Hauser, teplotních sond PT 100 a analyzátoru sítě IME NEMO 96 HD. Tyto komponenty jsou vidět na *Obrázek 1*.



Obrázek 1. Části indukčního zařízení

Průtokoměr, teplotní čidlo a měřič tlaku jsou instalovány do měřících sestav, které slouží ke snadnějšímu zapojení a modifikaci celého systému. Měřící zařízení (tlakoměry a průtokoměry) jsou vybaveny výstupem 4 (0) – 20 mA. Získané hodnoty slouží pro výpočet tepelných ztrát v chladících smyčkách, které jsou zobrazeny na *Obrázek II*. V našem případě je chladicí okruh rozdělen na 4 části. Chlazení vysokofrekvenčního zdroje, transformátoru a induktoru, segmentů studeného kelímku a vsázky. Pro chlazení segmentů a vsázky byla použita voda z vodovodního řadu. Díky tomu byl zvýšen chladicí výkon v uzavřených chladících smyčkách vysokofrekvenčního zdroje a transformátoru s induktorem.



Obrázek II. Chladicí systém indukčního zařízení

Pro celkovou analýzu elektrických parametrů indukčního zařízení byl použit průmyslový analyzátor sítě IME NEMO 96 HD. Analyzátor je vybaven komunikačním rozhraním ModBus RTU (RS485) pomocí kterého jsou měřená data předávána do zařízení CompactRIO.

Program LabView je instalován na průmyslovém PC, které vytváří uživatelské rozhraní. Dále slouží k samotnému programování zařízení CompactRIO. Veškerá data jsou zpracována a uložena v CompactRIO. Do průmyslového PC jsou zasílána pouze data potřebná pro samotnou vizualizaci. Vzájemná komunikace probíhá přes Ethernet.

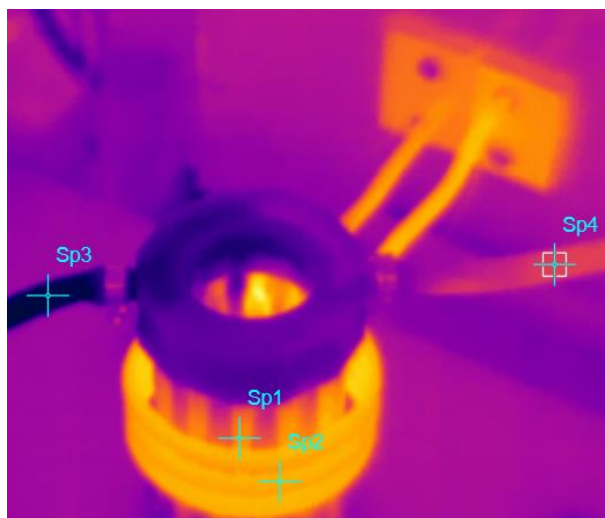
Vytvořený program je rozdělen na 2 části. První část tvoří program pro CompactRIO, který slouží ke zpracování měřených dat a zajišťuje komunikaci s analyzátozem sítě. Parametry dané komunikace je možné modifikovat pomocí uživatelského rozhraní. Rychlost vyčítání hodnot je 1 s a je limitována schopnostmi analyzátozu sítě. Druhá část je vytvořena pro průmyslové PC a slouží jako uživatelské rozhraní.

III. UKÁZKA ZPŮSOBU POUŽITÍ

Navržený měřicí systém slouží primárně pro experimentální měření studeného kelímku. Vlastní studený kelímek se v tomto případě skládá z měděných trubic a vodních kolektorů. Vodní kolektory slouží k rozvedení chladicí vody do jednotlivých trubic a následnému odvedení ohřáté vody z trubic kelímku. Kolektory jsou vytištěny na 3D tiskárně a jsou vyrobeny z materiálu ABS (Akrylonitrilbutadienstyren). Měděné trubice jsou zasazeny mezi spodní a horní kolektor do připravených otvorů. Pro dosažení požadované těsnosti je nutné kolektor osazený měděnými trubicemi zalít epoxidovou pryskyřicí. Díky této technologii je možné bez problémů používat studený kelímek při tlaku 2,5 – 3 Bar. Maximální teplota výstupní vody by neměla překročit 90°C (dle použitého materiálu). Sestavený studený kelímek před zalitím epoxidovou pryskyřicí je zobrazen na *Obrázek III*.

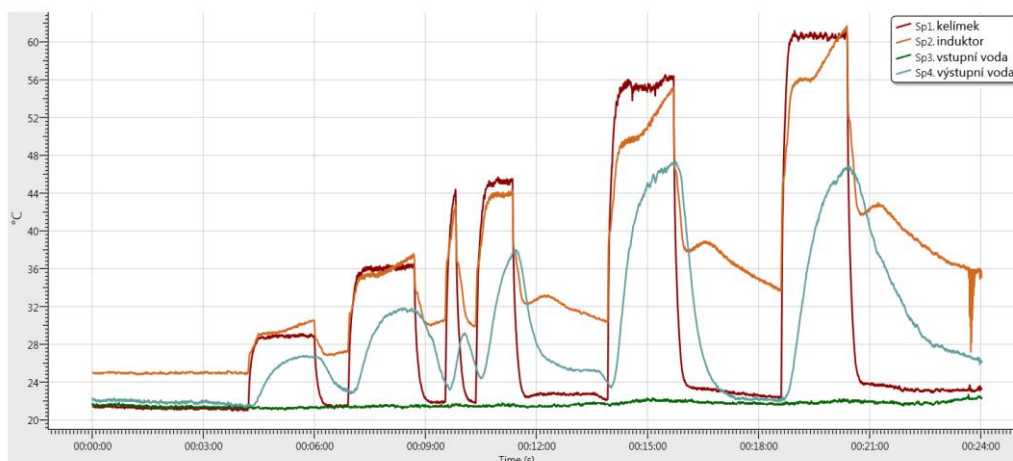


Obrázek III. Studený kelímek



Obrázek IV. Měření teplotního pole infrakamerou

Pro zjištění oteplování jednotlivých měděných segmentů byl měřicí systém doplněn o infračervenou kameru od společnosti FLIR. Pomocí kamery bylo zaznamenáváno oteplení jednotlivých částí měděných segmentů, induktoru a hadic. Pro zajištění stejné emisivity byl celý kelímek a induktor nastříkán černou barvou. Na *Obrázek IV* dobře patrné prohřívání jednotlivých částí. Jsou zde označeny čtyři body, u kterých byla zaznamenávána teplota během celého měření. Při měření se postupně navyšoval výkon vysokofrekvenčního zdroje. Při dosažení ustálené teploty segmentů studeného kelímku došlo k odepnutí zdroje. Průběhy teploty ve vybraných částech jsou zobrazeny na *Obrázek V*. Voda pro chlazení studeného kelímku byla odebírána z vodovodního řádu a proto byla její teplota téměř konstantní. Výstupní teplota, teplota segmentů kelímku a teplota induktoru se zvyšovala společně se zvyšováním výkonu vysokofrekvenčního zdroje.



Obrázek V. Průběhy měřených teplot

IV. ZÁVĚR

Tento článek slouží jako úvod do dané problematiky. Stručně popisuje vytvořený měřicí systém včetně hydraulického zapojení jednotlivých komponentů systému. Další část obsahuje ukázkou měření na reálném funkčním vzorku části studeného kelímku. Měřicí systém bude použit pro zjištění vlivu počtu segmentů studeného kelímku a ověření numerických modelů. Výsledky tohoto měření budou uvedeny v následných publikacích.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a projektu SGS-2015-002: Moderní metody řešení, návrh a aplikace elektronických a komunikačních systémů a za podpory studentského výzkumného projektu SGS-2015-031.

LITERATURA

- [1] J. Kozeny, I. Poznyak, D. Rot, S. Jirinec and M. Kresina, "Power losses in induction furnace with cold crucible with different segments shape," *Electroscope*, 2014, roč. 4 2014, č. 4, s. 1-4. ISSN: 1802-4564, dostupné z: electroscope.zcu.cz
- [2] National Instruments [online]. 2016 [cit. 2016-08-11]. Dostupné z: <http://www.ni.com/compactrio/>
- [3] J. Kozeny, I. Poznyak, D. Rot, S. Jirinec and M. Kresina, "Influence of the segments shape to cold crucible power losses," *Proceedings of International WORKSHOP Elektroprozesstechnik, ILMENAU (Germany)*, 04. - 05. September 2014, p.31-37.