



## Pokusy s indukčným varičom

Popisovaný indukčný varič má sklokeramickú dosku, pod ktorou sa skrýva vzduchová plochá cievka (husto navinutá špirála) nalepená na plastovom podklade. Cievka je napájaná na striedavé napätie – mení sa magnetický indukčný tok, t.j. v jej okolí vzniká nestacionárne magnetické pole.

Zapneme varič bez hrnca, po krátkej chvíli sa na displeji objaví chybové hlásenie, zaznie zvukový signál (pípanie) a varič sa vypne. Rovnakým spôsobom sa zachová, ak naňho postavíme „nehodné“ nádoby (o ktorých si povieme neskôr). Varič sa pred nesprávnou manipuláciou chráni sám.

Na varič postavíme železný (plechový) smaltovaný hrniec s cca 0,05 l vody (na pokrytie dna) a varič zapneme (stupeň „1200 W“). Voda sa po krátkej chvíli zohreje (10-15 sekúnd). Ako dôkaz vidíme unikajúcu vodnú paru.

Predchádzajúci pokus zopakujeme s menšou zmenou, hrniec postavíme na varič cez penový polystyrén vysoký asi 1 cm. Voda sa opäť dostane rýchlo do varu. Ihneď po odobratí hrnca i polystyrénu prekvapíme poslucháčov tým, že na sklokeramickú dosku položíme celú dlaň. Zvedavcom ponúkneme možnosť presvedčiť sa o teplote sklokeramickej dosky – je studená.



Obr.1: Hrnec s minimálnym množstvom vody zohrievaný na indukčnom variči bez/s penovým polystyrénom

*Akým princípom ohrievame jedlo na bežnom plynovom alebo elektrickom variči?*

/Ohrievaním na elektrickom variči pomocou výhrevnej špirály (napr.: platničkový varič, sklokeramická varná doska) vzniknuté teplo prechádza kovovou či sklokeramicou doskou a až potom je odovzdávané dnu hrnca, v ktorom varíme – dochádza k prenosu tepla vedením. Každým prenosom vznikajú straty tepla. Tie sú ešte väčšie pri použití plynového variča, kde dochádza k prenosu tepla vedením i sálaním./

*Ako je možné, že doska indukčného variča ostáva studená aj po ohreve jedla? Dochádza k prenosu tepla vedením od sklokeramickej dosky?*

/Dokázali sme, že v prípade indukčného variča nedochádza k transportu tepla vedením či sálaním – doska indukčného variča ostáva aj po ohreve studená./



*Akým princípom ohrievame jedlo pomocou indukčného variča?*

/Zopakujme si popis indukčného variča: má sklokeramickú dosku, pod ktorou je plochá cievka napájaná na striedavé napätie. Keďže cievkou prechádza el. prúd, v jej okolí vzniká magnetické pole. Striedavý el. prúd znamená, že sa mení magnetický indukčný tok, t.j. v okolí cievky vzniká nestacionárne (časovo premenné) magnetické pole. Ak k tejto primárnej cievke priblížime druhú cievku, vplyvom zmien magn. indukčného toku sa v závitoch druhej cievky indukuje elektromotorické napätie. Prúd, ktorý tečie touto druhou cievkou sa nazýva indukovaný prúd. Druhou cievkou je v našom prípade hrniec. Vírivé prúdy indukované v materiály hrnca rýchlo zanikajú, menia sa na Jouleovo teplo, ktorým ohrievajú hrniec priamo./

### Skúmanie vlastností hliníka

Namiesto polystyrénu dáme teraz pod hrniec hliníkový plech a pokus zopakujeme. Varič ohlási chybu a začne pípať. Rovnako sa zachová, ak dáme na plech iba vodu alebo použijeme hliníkový hrniec s vodou. Pokus ukázal, že variču „vadí“ prítomnosť dobre vodivého silného hliníka.

*Patrí hliník medzi vodiče? Prečo sa potom v hliníkovom hrnci neindukujú vírivé prúdy, ale vstavaná ochrana varič vypína?*

/Povedali sme si, že primárnou cievkou v indukčnom variči prechádza striedavý prúd, v jej okolí vzniká nestacionárne magn. pole, ktoré v sekundárnej cievke (v našom prípade v hrnci) indukuje napätie. Tento princíp sa využíva v zariadení TRANSFORMÁTOR. Tvorí ho primárny obvod (cievka, ktorou prechádza striedavý prúd) a sekundárny obvod (druhá cievka, v ktorej sa indukuje napätie).

Transformátor odoberá zo zdroja len toľko elektrickej energie (príkion), koľko potrebuje na sekundárnej strane podľa zaťaženia (výkon). Platí totiž zákon o zachovaní energie, podľa ktorého sa musí príkon rovnať výkonu, až na malé straty.

Preto, čím, väčší prúd odoberáme zo sekundárneho vinutia transformátora, tým väčší prúd preteká aj primárnym obvodom, ktorý môže transformátor zničiť. Silný, dobre vodivý hrniec príliš zaťažuje varič. Aby nedošlo k skratu, vstavaná ochrana varič vypne./

Pokračujeme v skúmaní hliníka – pod železný hrniec dáme na celú plochu dosky variča alobal. Po zapnutí sa zohrieva viac alobal ako hrniec nad ním, voda sa ohrieva zreteľne pomalšie. Po odobratí hrnca i alobalu je sklokeramická doska od neho veľmi teplá. Skúsime na varič položiť iba alobal – po zapnutí sa vznáša. Ak samotný alobal (bez chladenia hrncom) pridržíme na doske variča, na niektorých miestach sa rozžeraví do bielej žiary, začne sa taviť a iskríť. Vidíme, že tenký alobal nezaťažuje varič natoľko, aby ho zabudovaná ochrana vyplá.

*Prečo sa alobal vznáša?*

/Demonštrácia Lenzovho zákona: Indukovaný prúd pôsobí svojimi účinkami proti zmene, ktorá ho vyvolala./ Ďalej vyskúšame na varič postaviť hrniec z neferomagnetickú nerezovej oceli (overíme magnetom) bez sendvičového dna (obyčajný plech). Voda sa bez problémov zohreje.

To isté zopakujeme s „luxusným“ nerezovým hrncom so sendvičovým dnom. Varič hlási chybu a pípa.

*Na základe predchádzajúcich pokusov popremýšľajte, aký materiál bude súčasťou hrnca so sendvičovým dnom.*

/Sendvičové dno zrejme obsahuje masívny hliník kvôli rozvádzaniu tepla./



*Zopakujme si, na akom princípe funguje ohrievanie jedla pomocou indukčného variča. Čo musí spĺňať materiál hrnca, aby bol vhodný pre varenie na indukčnom variči?*

/Z uvedených pokusov vyplýva, že hrniec ohrievajú predovšetkým indukované vírivé prúdy. Materiál hrnca však nesmie byť príliš vodivý, aby varič nebol príliš zaťažovaný, inak ho zabudovaná ochrana vypne.

Pre varenie na indukčnom variči sa môžu použiť nerezové alebo železné (smaltované) nádoby neobsahujúce dobre (elektricky i tepelne) vodivú hliníkovú vrstvu. Ohrev je spôsobený vírivými prúdmi indukovanými priamo v materiály hrnca. Nádoby preto nemusia byť zmagnetizované ani vyhotovené z feromagnetického materiálu./

#### Transformátor bez zaťaženia

Ak zapneme varič bez hrnca, po krátkej chvíli sa na displeji objaví chybové hlásenie, zaznie zvukový signál (pípanie) a varič sa vypne.

*Prečo vstavaná ochrana vypína varič, aj keď na „sekundárnej strane“ nie je hrniec?*

/Na „sekundárnej strane“ nie je odber – výkon transformátora je nulový, a preto aj príkon je teoreticky nulový. Varič je nastavený na určitý výkon. Ak nie je dodržaný, vstavaná ochrana ho vypne./

#### Levitácia medeného prstenca

Medený vodič s priemerom 1 mm<sup>2</sup> stočený do tvaru kružnice a uzavretý pomocou inštalátorskej svorky, položíme na varič okolo malého plechového hrnčeka s trochou vody. Po zapnutí variča sa prstenec vznáša. Pokus nepredvádzame dlho, lebo prstenec sa silno zahrieva.

*Prečo sa medený prstenec vznáša?*

/Demonštrácia Lenzovho zákona: Magnetické sily pôsobiace na prstenec v ňom indukujú prúd, ktorý svojimi účinkami pôsobí proti zmene, ktorá ho vyvolala./

*Prečo sa prstenec zahrieva?*

/Vírivé prúdy indukované v medenom prstenci rýchlo zanikajú, menia sa na Jouleovo teplo, ktorým ho ohrievajú./

#### Indukčný varič ako transformátor

Podobný prstenec so vsadenou objímkou a žiarovkou 6 V (cievku s jedným závitom) položíme na dosku variča. Nad neho priblížime plechový hrniec s trochou vody a žiarovka sa rozsvieti. Vytvorili sme transformátor. Primárne vinutie tvorí plochá cievka indukčného variča, sekundárnou cievkou je závit z medeného drôtu so žiarovkou.

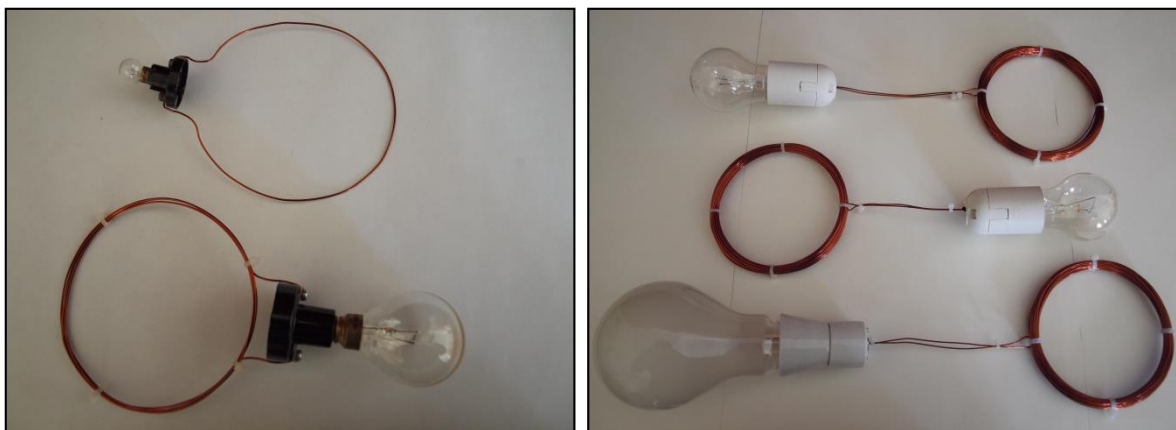


Prečo musíme k medenému prstencu so žiarovkou (ktorý predstavuje sekundárne vinutie) priblížiť hrniec s vodou?

/Kvôli „prekabáteniu“ ochrany variča – varič je nastavený na určitý výkon, ktorý musí byť na sekundárnej strane odoberaný, inak ho vstavaná ochrana vypne./

Pokus zopakujeme s troška väčšou žiarovkou 24 V / 100 W. K objímke so žiarovkou je navinutá cievka so štyrmi závitmi.

Napätie stupňujeme použitím žiarovky 230 V / 100 W, cievka musí mať samozrejme 40 závitov (všimnite si, že to odpovedá indukovanému napätiu približne 6 V na závit).



Obr.2: Rôzne typy žiaroviek

Gradáciu i prekvapenie dosiahneme pomocou najväčšej, ľahko dostupnej žiarovky 230 V / 0,5 kW. Cievka má ako v predchádzajúcom prípade 40 závitov. Pre rozsvietenie žiarovky sme opäť priblížili k doske variča plechový hrniec s vodou. Po jeho oddialení žiarovka ostáva svietiť.

Pri predchádzajúcich pokusoch sme museli mať hrniec s vodou neustále približený k cievkam, aby žiarovky svietili. Ako je možné, že po oddialení hrnca od cievky so žiarovkou 230 V / 0,5 kW ostáva svietiť?

/Príkon žiarovky je už dostatočný k tomu, aby cievku so žiarovkou varič „vyhodnotil“ ako riadny hrniec ležiaci na jeho povrchu./



Obr.3: Pomôcky k predvádzaniu pokusov s indukčným varičom



Upozornenie:

Pri predvádzaní pokusov so žiarovkami dbáme na zvýšenú opatrnosť, pretože sa v medených prstencoch vytvára nebezpečné indukované napätie. Dotýkame sa iba objímky, žiadnych vodičov, pretože nemajú dostatočnú izoláciu. Pozor aj na vodivé prstienky na rukách, pokiaľ s nimi manipulujeme v bezprostrednej blízkosti (jednotky centimetrov) sklokeramickej dosky zapnutého variča. Krátkodobé pôsobenie magnetického poľa variča na ruky nie je nebezpečné. Vhodne natočený dobre vodivý prstienok však varič dokáže zahriať na vysokú teplotu behom niekoľkých sekúnd.

**Použitá literatúra**

ŽILAVÝ, P. 2008. Tajemství indukčního vaříče. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, sborník z konference*. [online]. Plzeň, 2008. [cit. 2011-01-29], s. 35-40. Dostupné na internete: <[http://kdf.mff.cuni.cz/~zilavy/clanky/Pokusy\\_s\\_indukcnim\\_varicem.pdf](http://kdf.mff.cuni.cz/~zilavy/clanky/Pokusy_s_indukcnim_varicem.pdf)>. ISBN 978-80-7043-728-5.