

Systém pro měření parametrů magnetických materiálů

Bc. Lukáš Eichler <lukas.eichler1@tul.cz>, Ing. Miroslav Novák Ph.D.

Tato Diplomová práce se zabývá návrhem a konstrukcí systému na měření magnetických vlastností magneticky měkkých materiálů pro výrobu el. strojů – elektrotechnických plechů.

Klíčová slova: Magnetické vlastnosti feromagnetických materiálů, Single Sheet Tester, SST, Výkonový zesilovač, Vysokofrekvenční filtr.

Úvod

Cílem této práce je navrhnout a realizovat systém na měření magnetických vlastností feromagnetických materiálů. V praxi se k tomu nejčastěji používají: Epsteinův přístroj a Single Sheet Tester (SST), jehož návrhem a konstrukcí se v práci zabývám. Vypracoval jsem rešerši SST, ve které jsou uvedeny rozměry a další parametry jednotlivých SST z dostupných publikací. Z této rešerše vychází praktická část návrhu.

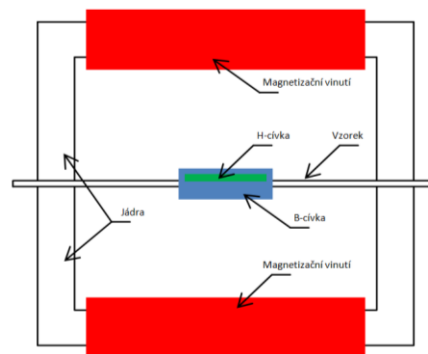
Parametry navrženého prototypu vycházejí z předchozí rešerše. Rozměry prototypu umožňují měřit proužky plechů o rozměrech 80×30×0,35 mm. Magnetizační cívky, o 180 závitů, jsou v této modifikaci umístěny na jádrech. Snímací cívky, o 65 závitů, jsou umístěny na vzorku. Držáky cívek a stojan celého systému je vyroben ze sklolaminátu.

Pro napájení magnetizační cívky byl navržen prototyp výkonového zesilovače. Výkonový zesilovač je postaven na operačním zesilovači OPA549. Zesilovač pracuje v proudovém režimu, a lze přepínat mezi invertujícím a neinvertujícím výstupem. Zesilovač je napájen spínanými zdroji. Mezi zdroje a zesilovač je vložen vysokofrekvenční filtr, který odstraňuje vysokofrekvenční šum.

Metodika

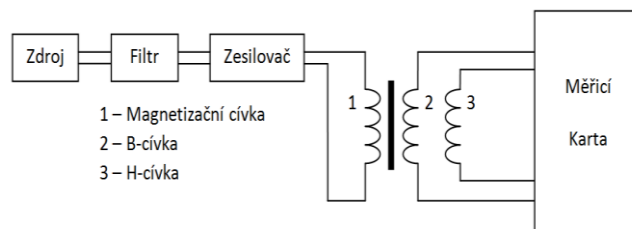
SST má mnoho modifikací. Tyto modifikace se liší v rozměrech jader, v umístění magnetizačních cívek, v počtu závitů jednotlivých cívek nebo v celkové geometrii přístroje. Měřicí systém se v této modifikaci skládá ze dvou U-jader. Na jádrech jsou navinuty

magnetizační cívky o 180 závitů. Sekundární B-cívka má 65 závitů a je navinuta na měřený vzorek. H-cívka má též 65 závitů a je umístěna na vzorku pod B-cívkou. Konstrukce měřicího zařízení je na obrázku níže.



Obrázek 1 Konstrukce SST

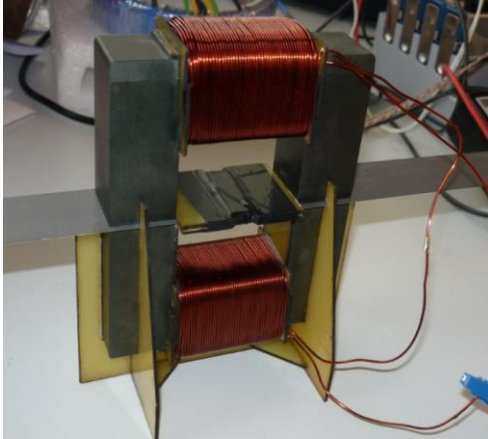
Magnetizační cívku je nutné napájet. K tomuto účelu je v práci popsán návrh výkonového zesilovače. Celé elektrické schéma zapojení systému je znázorněno níže. Systém je napájen ze spínaného zdroje. Aby měření neovlivňovaly spínací procesy ve zdroji, je do obvodu vložen filtr. Vyhlazené napětí je přivedeno na operační zesilovač s vysokým výstupním proudem. Tento zesilovač napájí magnetizační cívku. Naměřené hodnoty ze sekundárních cívek měří měřicí karta.



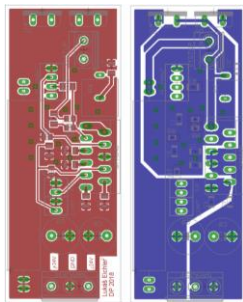
Obrázek 2 Schéma zapojení přístroje

Výsledky a diskuze

Výsledkem práce je systém SST, s ovládací elektronikou. Geometrie a parametry SST jsou popsány v úvodu. Dalším výsledkem jsou schémata zapojení zesilovače a filtru. Podle těchto schémat jsou navrženy plošné spoje v programu EAGLE. Na obrázku níže je SST skládající se ze dvou jader tvaru U a pod ním je plošný spoj výkonového zesilovače.

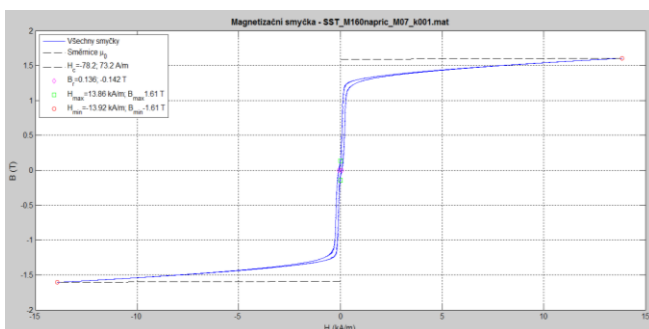


Obrázek 3 Sestavený SST



Obrázek 4 Plošný spoj zesilovače

Na sestaveném testeru byly změřeny tři proužky feromagnetického materiálu. Na naměřených smyčkách jsou vidět rozdíly mezi proužkem stříženým ve směru snadného magnetování a proužkem stříženým ve směru nespádného magnetování. Na obrázku níže je znázorněna jedna naměřená smyčka na materiálu, který je střížen ve směru nespádného magnetování.



Obrázek 5 Naměřená hysterezní smyčka

Závěr

Navržený SST je schopen měřit feromagnetické pásky o rozměrech 80×30×0,35 mm. Zesilovač pracuje v proudovém režimu a lze přepínat mezi invertujícím a neinvertujícím režimem. Tester v zapojení se zesilovačem je schopen dosáhnout intenzity magnetického pole až 14 kA/m.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2018.

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Miroslavu Novákovi Ph.D. za velmi cenné rady a velkou pomoc při řešení práce.

Reference

- [1] DUFEK, Milan, Jaroslav HRABÁK a Zdeněk TRNKA. Magnetická měření. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964.
- [2] DRAXLER, Karel, Petr KAŠPAR a Pavel RIPKA. Magnetické prvky a měření. Vyd. 3. V Praze: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-03970-0.
- [3] TUMAŇSKI, Sławomir. Handbook of magnetic measurements. Boca Raton: CRC Press, 2011. ISBN 978--4398-2951-6.