

Funkční model impulsního testeru vinutí cívek

Autor: Bc. Mikuláš Tschunko <mikulas.tschunko@tul.cz>

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Novák, Ph.D.

Ústav: Ústav mechatroniky a technické informatiky

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá impulsní metodou měření cívek, při které je snímána odezva na vysokonapěťový puls. Tato metoda jako jediná dokáže detekovat zkraty vinutí a průrazy na kostru. V praktické části diplomové práce je cílem tvorba prototypu zařízení a kontrolní měření s různými vzorky cívek s uměle vytvořenými defekty.

ABSTRACT

This diploma thesis is about the Impulse testing of coils where a high voltage impulse response is measured. This is the only method to detect some isolation defects of wirings. The practical part is about building a prototype of tester and control measure with some coils with artificially created defects.

ÚVOD

Základním parametrem každé cívky je její indukčnost – schopnost vytvářet při protékání proudem magnetické pole. Ovšem nic není ideální a tak i cívka kromě své indukčnosti má i řadu parazitních parametrů, které ovlivňují jejich maximální proud, napětí, frekvenční rozsah či rezonanční kmitočet.

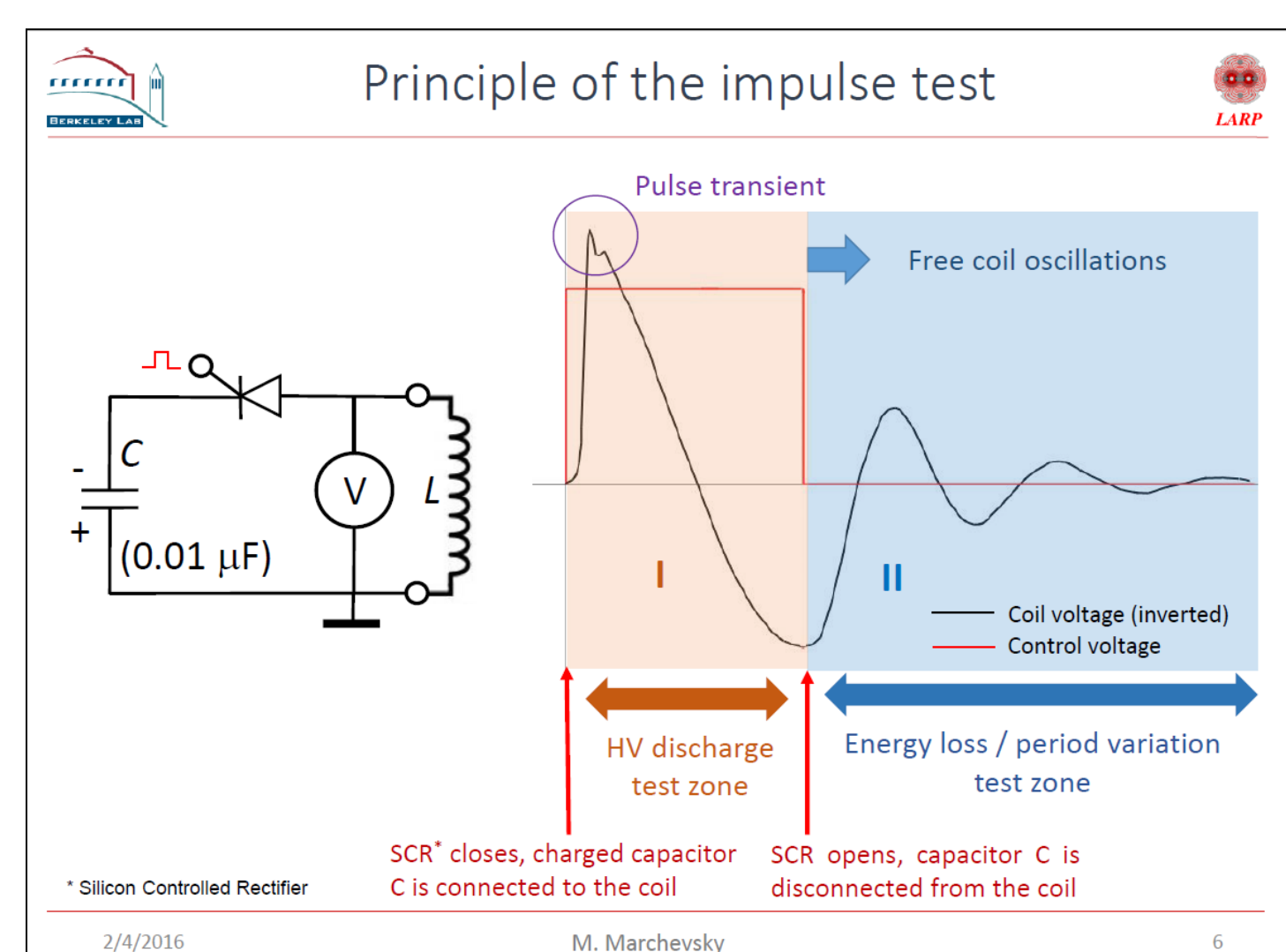
Také právě na poslední jmenované vlastnosti je postavena impulsní metoda měření cívek, o které je pojednáno v další části.

Cílem této práce bylo vytvořit funkční model impulsního testeru cívek, který bude mít možnost nastavení výstupního napětí na kondenzátoru a připojení osciloskopu, případně měřicí karty.

METODIKA

Základem této metody je to, že po nabití kondenzátoru o známé kapacitě na napětí v řádech kV dojde k sepnutí polovodičového spínače (např. tyristoru), a tím se vytvoří s cívkou rezonanční RLC obvod. Z naměřené periody na osciloskopu a kapacity budícího kondenzátoru lze pomocí známého Thomsonova vztahu vypočítat indukčnost cívky. Poté dojde k vypnutí tyristoru a na přechodovém ději se již podílejí pouze parazitní kapacity cívky, které lze vypočítat také z periody kmitů, která je již jiná, než když byla cívka připojena k budícímu kondenzátoru.

Aby bylo možno nabít kondenzátor na napětí o kilovoltech, je potřeba jej nějakým způsobem zvýšit. Existuje několik možností – transformátorový měnič, Step-Up s tlumivkou anebo kapacitní nábojová pumpa.



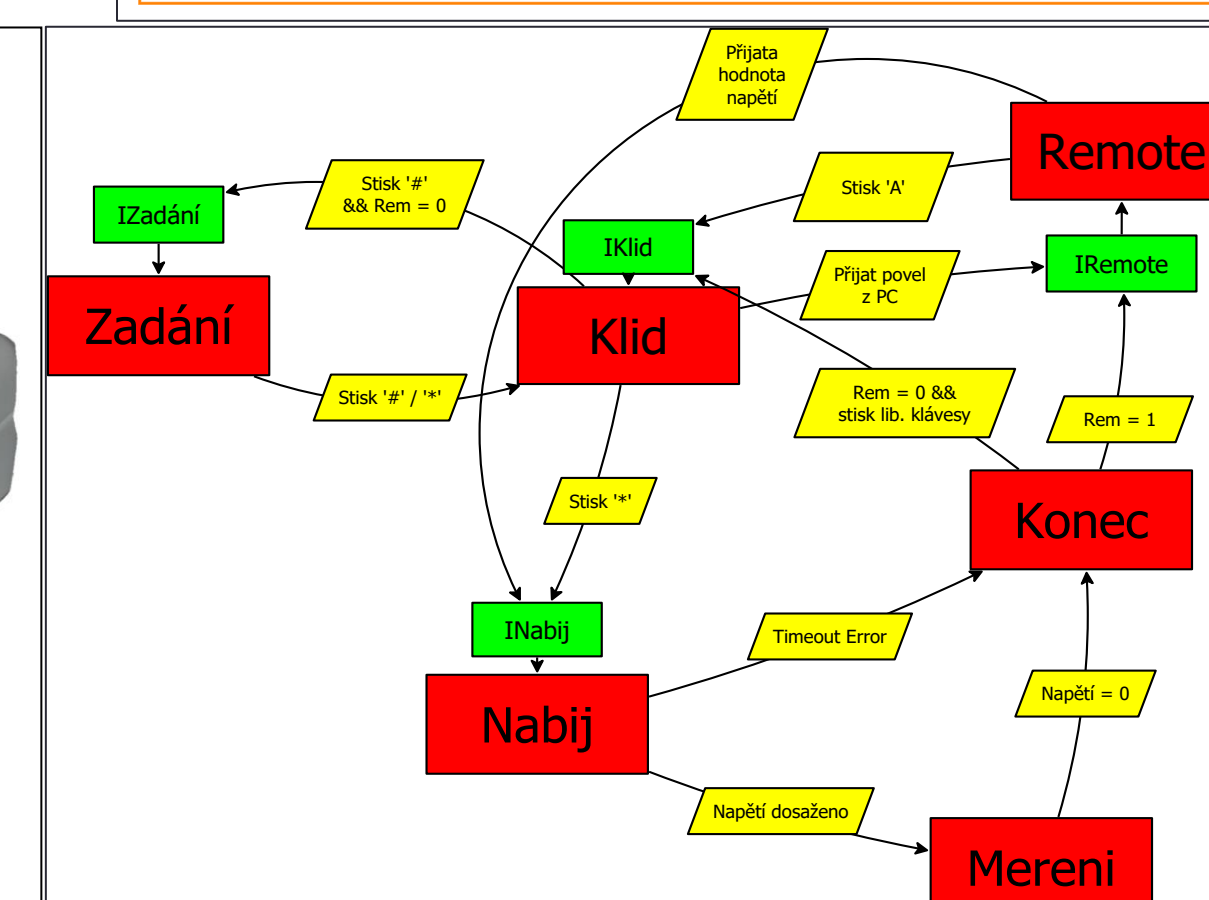
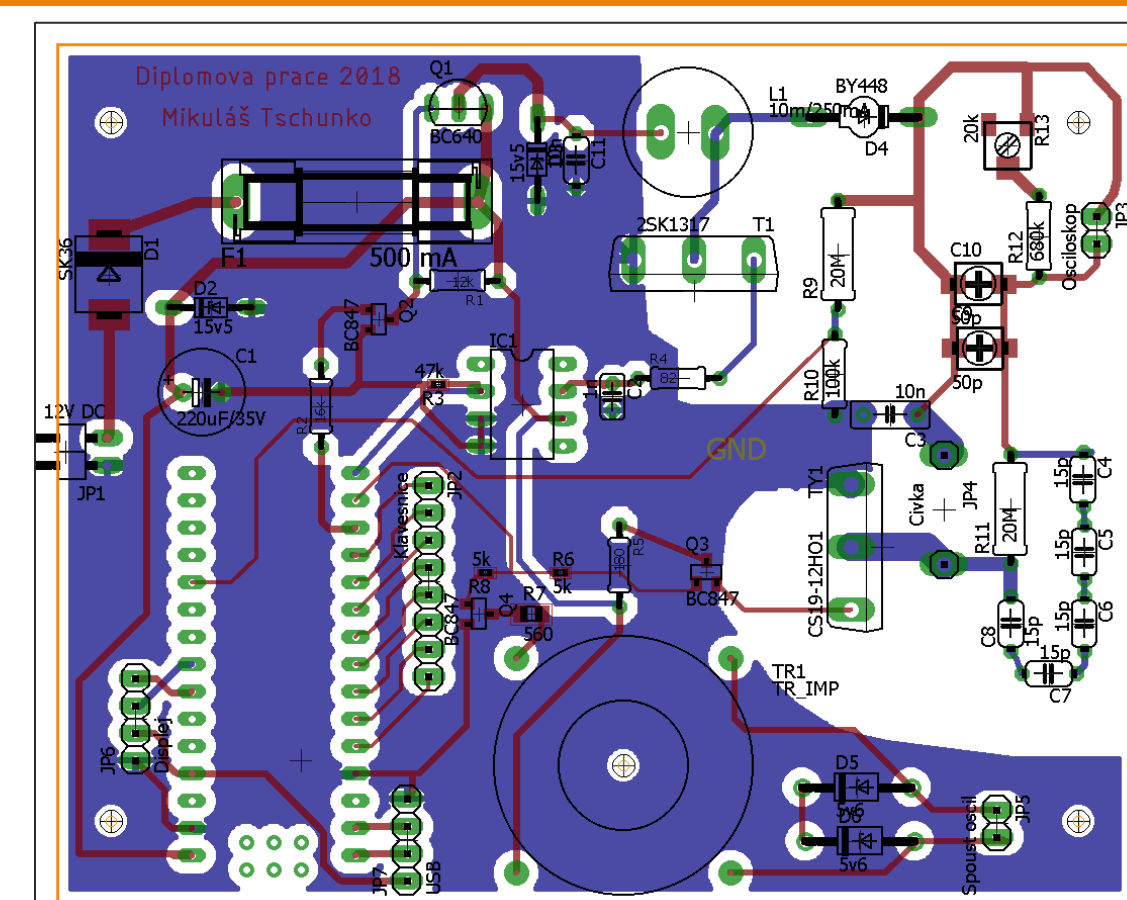
NÁVRH A ZHOTOVENÍ (1)

Zařízení bylo po simulaci v programu Microcap a poté otestování na nepájivém kontaktním poli sestaveno na oboustranné desce plošných spojů. Ta byla nainstalována do plastové krabičky, do které byly vyříznuty otvory pro komunikační periferie a konektory. Rozhraní USB-UART pro dálkové ovládání bylo instalováno dodatečně ve značně provizorním provedení.

Výrobek umožňuje nastavení měřicího napětí (20–1000 V) buď místní obsluhou – pomocí klávesnice a LCD zobrazovače, či dálkově pomocí PC přes USB rozhraní (SCPI příkazy). Konektory pro připojení osciloskopu jsou dva – jeden pro signál na výstupu ze snímacího napěťového děliče (poměr 1:25), druhý pro externí spoušť. Výrobek je napájen ze síťového zdroje DC napětí 12 V/12 W. Zvyšující měnič i měřicí tyristor je ovládán pomocí řídicí jednotky Arduino Nano. Ta je naprogramována jako jednoduchý stavový automat s 6 stavy a 4 mezi-stavy pro přepis LCD displeje. Jsou zde 2 režimy – místní a dálková obsluha.

NÁVRH A ZHOTOVENÍ (2)

Zvyšující měnič je typu Step-Up s tlumivkou 10 mH/250 mA, spínanou MOSFET tranzistorem, jehož hradlo je buzeno digitálním výstupem řídicí jednotky přes obvod TC4427A (neinvertující). Jsou zde 2 děliče napětí – jeden představuje zpětnou vazbu pro řídicí jednotku, druhý je připojen na BNC konektor pro osciloskop.

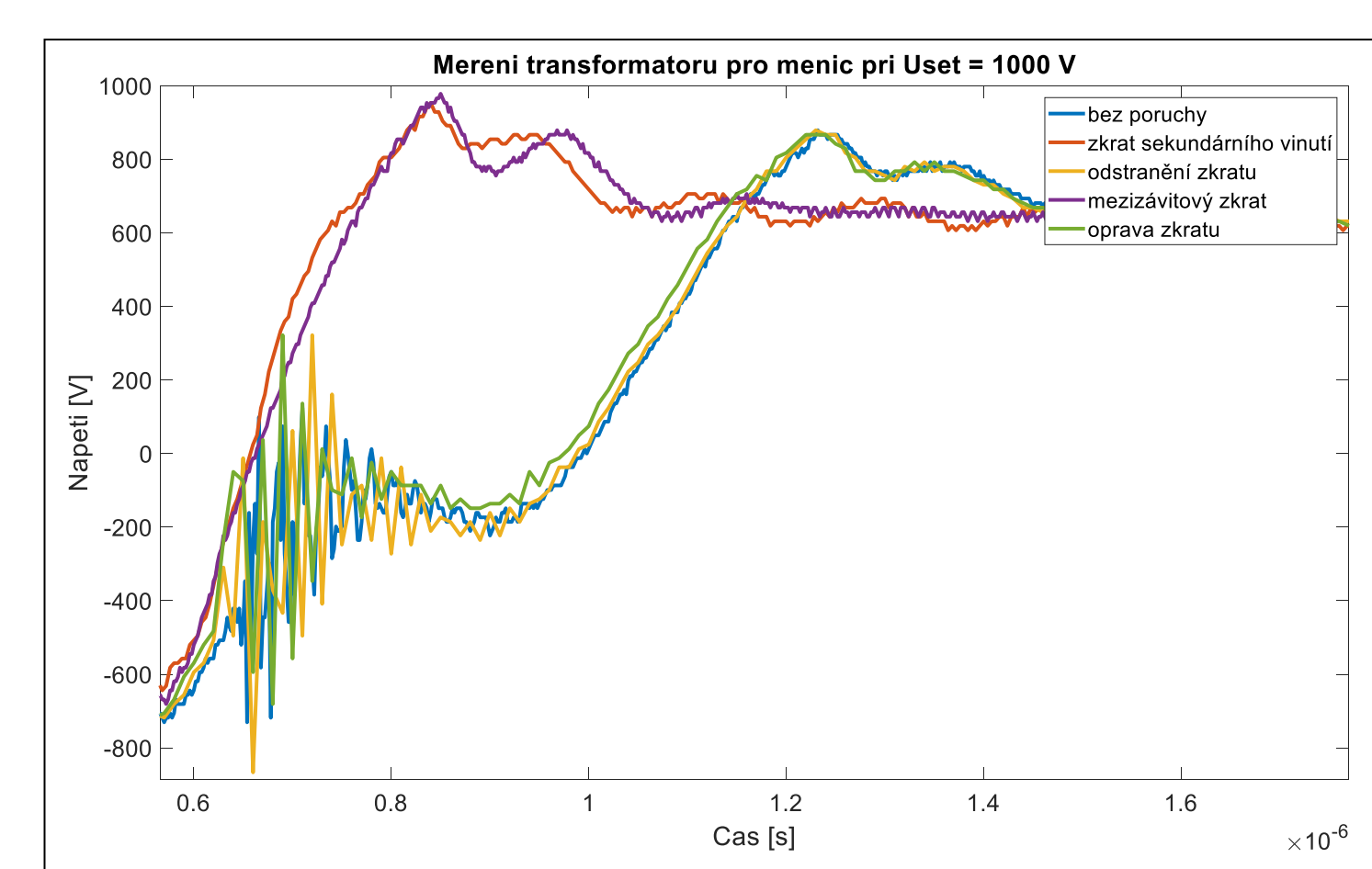


VÝSLEDKY A DISKUZE

Byl vytvořen funkční model impulsního testeru cívek, který byl nejdříve otestován na kontaktním poli a poté vytvořen definitivní plošný spoj. Hodnota indukčnosti zvyšující tlumivky byla zjištěna experimentálně ze simulací v prostředí Microcap. Bylo doplněno komunikační rozhraní s galvanickým oddělením optočleny a externí spoušť s oddělovacím transformátorem, aby bylo možné zařízení provozovat a nedocházelo ke zkratu na výstupu.

Nakonec bylo provedeno kontrolní měření s vybranými vzorky cívek, jehož graf lze vidět na obrázku níže. Bylo zjištěno, že průběh přechodového děje je odlišný od teoretického, neboť zde nedochází k poklesu napětí na cívce k nule ve fázi volných kmitů. Navíc bylo nutno tyristor budit kontinuálním proudem, neboť proud do cívky nedosahoval přídržného proudu anodou.

Také byly problémy s kalibrací kapacitně kompenzovaného napěťového děliče na výstupu, neboť zde z nějakého důvodu nebylo možno dosáhnout poměru 1:50. Jinak zařízení funguje správně a myslím si, že by nebyl problém vytvořit aplikaci pro automatickou obsluhu v PC.



REFERENCE

- 1) Mayer, D. *Teorie elektromagnetického pole (2 díly)*. ZČU, Plzeň, 2004.
- 2) Marchevsky M., Ravaioli E., Ambrosio G., *Impulse testing of coils and magnets: present experience and future plans*. MQXF Workshop on Structure, Alignment, and Electrical QA, CERN, 2016
- 3) ČERNÍK, Martin. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI. *Stejnoseměrné měniče: přednášky – výkonová elektronika*. Liberec, 2014.
- 4) *Arduino: Tutorials* [online]. Arduino, 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>

KONTAKT

E-mail: mikulast@seznam.cz

Telefon: 605 929 813