



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

VÝROBA PŘÍSTROJE NA MĚŘENÍ MAGNETICKÉ INDUKCE

Jakub Kolář

Smíchovská střední průmyslová škola

Preslova 25, Praha 5

Obsah

2	Zadání.....	3
3	Hodnoticí list	4
4	Čestné prohlášení	5
5	Anotace	6
6	Anotation	6
7	Analýza	7
7.1	Popis úkolu.....	7
7.2	Popis stávajícího stavu.....	7
7.3	Popis výběru prostředků vhodných pro řešení projektu.....	7
7.4	Popis výběru varianty a řešení výstupů	8
8	Popis vlastního řešení	10
8.1	Přípravné práce.....	10
8.2	Nákup součástek.....	10
8.3	Funkční vzorek zařízení.....	11
8.4	Tvorba obalu přístroje	11
8.5	Měřicí sondy	12
8.6	Kalibrace a oprava nedostatků	12
8.7	Srovnávací měření	13
9	Závěr.....	14
10	Bibliografie	15
11	Seznam příloh.....	15
12	Přílohy.....	16

2 Zadání

VÝROBA PŘÍSTROJE NA MĚŘENÍ MAGNETICKÉ INDUKCE

Garant projektu: Mgr. Nechanický Zbyšek

Školní rok: 2013/2014

Konzultanti: RNDr. Zýková Renata, Ing. Jíra Jaroslav CSc.

Kapacita: 1

Téma navrhnul: RNDr. Zýková Renata

Zadání:

Navrhněte a zkonstruuje zařízení, které bude indikovat magnetické pole. Vytvořte technickou dokumentaci, návod a vysvětlení principu funkce.

Účel projektu:

Demonstrační pomůcka do hodin fyziky.

Výstup (výstupy) projektu:

Zkonstruované zařízení, návod k zařízení, technická dokumentace a prezentace vysvětlující princip funkce.

Obsah: (rozepsané úkoly)

1. Provedte analýzu problému a navrhněte postupy pro splnění zadání
2. Sestavte harmonogram prací a hodnotící list s bodovanými úkoly
3. Provedte vlastní řešení projektu dle schváleného harmonogramu
4. Provedte závěrečné zhodnocení projektu
5. Odevzdejte závěrečnou zprávu ve formě dokumentu v programu Word
6. Odevzdejte prezentaci projektu v programu PowerPoint
7. Provedte veřejnou prezentaci svého projektu

Maturitní projekt bude mít teoretickou a praktickou část. V teoretické části odevzdáte vytištěnou závěrečnou zprávu a případné další výstupy, plynoucí z Vašeho projektu. Závěrečná zpráva, podklady pro prezentaci a případné další výstupy budou rovněž na připojeném nosiči CD. Součástí projektu je závěrečná veřejná prezentace projektu před třídou a dalšími návštěvníky prezentace.

V praktické části budete svůj projekt obhajovat před maturitní komisí.

Datum a podpis garanta:

4 Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem maturitní práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce Mgr. Zbyška Nechanického. V práci jsem použil informační zdroje uvedené v seznamu použité literatury a internetových stránek.

Praha 17. 3. 2014

.....

5 Anotace

Cílem maturitní práce je návrh a výroba přístroje na měření magnetické indukce. Po dokončení bude přístroj sloužit jako demonstrační pomůcka v hodinách fyziky při výuce témat elektřiny a magnetismu na Smíchovské střední průmyslové škole. To poslouží ke zvýšení názornosti výuky a možnosti provádět některé zajímavé experimenty.

Teslametr je zařízení, které slouží ke kvantitativnímu popisu vektoru magnetické indukce v určitém místě. Sestrojený měřicí přístroj k tomu využívá součástku obsahující Hallův senzor. Pro měření jsou k dispozici tři měřicí rozsahy: 2 mT, 20 mT a 200 mT. Před každým měřením je na přístroji pomocí víceotáčkového potenciometru nutné manuálně provést vynulování pro odbourání vlivu okolního prostředí. Výsledek měření se zobrazuje na tříapůlmístném LED displeji panelového voltmetru s dobrou čitelností i na delší vzdálenost. K přístroji se pro měření připojuje axiální nebo radiální měřicí sonda.

Projekt byl financován z fondu OPPA (Operační program Praha - Adaptibilita) a vypracován ve spolupráci s Ing. J. Jírou, CSc. z Fakulty elektrotechniky ČVUT v Praze.

6 Anotation

The aim of my graduation project is to design and manufacture device for measuring of magnetic induction. After completing, it will serve as demonstration tool in Physics lessons when topics of Electricity and Magnetism will be taught at Secondary technical school in Smíchov. This will serve to increase the clarity of lessons and enable to do some interesting experiments.

Teslameter is a device, which is used for quantitative description of magnetic field in certain location. The constructed measuring device uses for this purpose components including Hall's sensor. There are three measuring ranges for measurement: 2 mT, 20 mT and 200 mT. Before each measurement the device must be reseted manually using multi-turn potentiometer for reducing the influence of environment. The results of measurement is displayed on 3 ½ digit display of panel voltmeter with good readability even at long distances. There are two probes for device: axial probe and radial probe.

The project was financed by fund of OPPA (Operational program Prague – Adaptibility) and developed in collaboration with consultant Ing. Jaroslav Jíra, CSc. from Faculty of Electrical engineering at Czech Technical University in Prague.

7 Analýza

7.1 Popis úkolu

Cílem projektu je vyrobení teslametru s Hallovou sondou, tedy přístroje, který měří velikost magnetické indukce magnetického pole. Přístroj bude sloužit učitelům fyziky na Smíchovské střední průmyslové škole jako demonstrační pomůcka do hodin při výuce magnetismu. Cílem je sestavit přístroj levně, jednoduše, a tak, aby princip jeho funkce byl i pro studenty co možná nejnázornější.

7.2 Popis stávajícího stavu

Teslametry jsou na trhu běžně k dostání. Nepříznivá je jejich vysoká pořizovací cena. Tato zařízení jsou však již podstatně složitějšího charakteru, který přesahuje plánovaný rozsah tohoto projektu.

Problematikou konstrukce jednoduchého teslametru s Hallovou sondou se podle informací získaných z internetových stránek zabývalo již mnoho řešitelů, materiály toho týkající jsem našel hlavně na amerických webových stránkách. Složitost řešení se liší od nejjednodušších zapojení s jedním stabilizátorem napětí až po programované mikroprocesory. Některými řešeními se mohu nechat inspirovat, zajímavým pro mne bude jejich konstrukční provedení.

S řešením projektu mi bude jako konzultant nápomocen také pan Ing. Jaroslav Jíra CSc. z fakulty elektrotechniky ČVUT, který má s danou problematikou zkušenosti.

7.3 Popis výběru prostředků vhodných pro řešení projektu

Pro vypracování veškerých textových dokumentů i prezentací budu používat sadu Microsoft Office 2010 a to konkrétně aplikace Word a PowerPoint. K navržení pracovní verze zapojení postačí tužka a papír. Pro potřebu tvorby podkladů pro výrobu zpracuji schéma v programu Eagle, který je pro desky plošných spojů v malých formátech zdarma. Nástroje a nářadí potřebné pro výrobu zařízení (páječku, štípací kleště, šroubováky, ...) vlastním. Pro potřebu kalibrace měřicího přístroje využiji teslametr v laboratoři ČVUT. K navržení plakátu jsem zvolil grafický editor Zoner Callisto. Kritéria jsou v rozhodovací tabulce. Výběr proběhl na základě výpočtu aritmetického průměru ze známek od 1 do 3, kdy nejmenší zvítězil.

Název SW	Dostupnost	Znalosti SW	Funkce	Aritmetický průměr	Pořadí
----------	------------	-------------	--------	--------------------	--------

Gimp	1	2	2	5/3	2.
Corel Draw	3	2	1	6/3	3.
Zoner Callisto	1	2	1	4/3	1.

7.4 Popis výběru varianty a řešení výstupů

Hlavním výstupem bude zařízení, které měří magnetickou indukci a zobrazuje ji s jistou tolerancí nepřesnosti na displeji. Rozhodl jsem se, že vlastní sonda bude kabelem připojena k elektronickému obvodu externě a nebude umístěna přímo na desce plošného spoje. Ten bude umístěn ve vhodném obalu, pravděpodobně kovové krabičce, která zajistí odolnost vůči negativním vlivům školního prostředí a zároveň odstíní případné okolní rušení během měření. Displej bude mít vhodnou velikost i podsvícení, čímž zajistím dobrou čitelnost i na větší vzdálenost.

Dalšími výstupy bude návod k zařízení, technická dokumentace, prezentace vysvětlující princip funkce, plakát, závěrečná zpráva.

Stanovení dílčích úkolů

V první řadě se zaměřím na hlubší studium problematiky spojené s konstrukcí elektronických zařízení. Hlavním tématem pro to bude tvořit práce s operačními zesilovači. Operační zesilovač v mém zapojení poslouží ke zpracování výstupu signálu ze sondy. Problematika těchto úkonů se v učebních plánech mého studijního oboru nevyskytuje a musím se na ni zaměřit nejprve teoreticky.

Následně provedu první výběr součástek a sestrojím pracovní verzi zařízení. To poslouží mimo jiné k získání základních praktických informací k danému zapojení - řešit budu schéma zapojení, volbu napájení a dokončím výběr dalších součástek. Po výběru všech komponentů a vytvoření konečné verze schématu přejdu k navržení desky plošného spoje.

Dalším krokem je osazení DPS součástkami, umístění do vhodného obalu a kalibrace. Ta proběhne v laboratoři na Fakultě elektrotechniky ČVUT v Dejvicích.

Následně vytvořím požadované textové dokumenty, prezentace, plakáty a další.

8 Popis vlastního řešení

8.1 Přípravné práce

Před tím, než jsem začal s vlastní prací na teslametru, nejprve jsem se seznamoval s problematikou zapojení operačního zesilovače, který měl být jednou z hlavních součástí sestaveného zařízení. K tomu jsem využíval literaturu určenou pro výuku elektrotechniky na středních odborných školách (viz Bibliografie). (Na základě poznatků z toho získaných jsem se například rozhodl použít přístrojový zesilovač oproti obyčejnému operačnímu zesilovači, protože mnou vybraný integrovaný obvod AD620N vykazuje v čase minimální změny a tím je mimořádně vhodný pro použití v měřicích přístrojích.)

Potom jsem ve spolupráci s panem Ing. Jaroslavem Jírou, CSc. z Katedry fyziky Fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze vytvořil schéma zapojení. K tomu mi jím byl doporučen program Eagle 6.4, který je pro malé desky plošných spojů dostupný zdarma. Jedná se o profesionální nástroj, ve kterém je připravena knihovna velké většiny všech existujících součástek, které se umístí do schématu a vhodně propojí. Kvůli malým rozměrům jsme se nakonec rozhodli rozdělit schéma zapojení mezi dvě DPS. Optimalizací rozložení součástek a ztenčením vodivých cest by sice teoreticky bylo možné dosáhnout rozměrů menších než maximálních přípustných 100 x 80 mm, ale pokud by bylo následně nutné zasáhnout do už vyrobených plošných spojů, mohlo by se to způsobit zbytečné komplikace. Po dokončení schémat jsem v programu Eagle rozvrhl co nejlépe rozmístění elektronických součástek na DPS a vygenerovaný podklad byl připraven k předání do výroby.

Kreslení schématu jsem prováděl během několika konzultací s panem Ing. Jírou v areálu FEL v Dejvicích a samostatně jsem později prováděl rozmístění součástek.

8.2 Nákup součástek

Protože nákup součástek potřebných pro zhotovení projektu financoval Evropský sociální fond – Operační program Praha – Adaptabilita, bylo nutné sepsat finanční analýzu projektu (Obrázek č. 1). Ta obsahuje seznam potřebných součástek a materiálu, jejich obchodní název, prodejní číslo, hypertextový odkaz na konkrétní položku a předpokládanou nákupní cenu v obchodě. Pro nákup elektronických součástek jsem vybral obchod GM electronic

(Křižíkova 147/77, Praha 8, <https://www.gme.cz/>), pro zhotovení tištěných spojů pana Jiřího Kohouta (Nosická 16, Praha 10, <http://www.tistaky.cz/>).

Výroba plošných spojů proběhla bez nejmenších problémů během několika dnů. Pouze několik otvorů pro součástky jsem musel později vrtáním rozšířit. (Transformátor a stabilizátory napětí mají vývody širší.) Nákup elektronických součástek jsem provedl v několika vlnách, protože jsem postupně zjišťoval potřebu obměny součástek nebo požadavek na některé další. Ne úplně zanedbatelné množství času mi tedy zabralo i cestování do tohoto obchodu.

Tištěných spojů jsem zadal vyrobit dva páry pro případ jejich poškození během osazování. Stejně tak jsem i součástky s nízkou pořizovací cenou nakupoval v množství alespoň o jeden kus větším pro případ jejich zničení, ztráty nebo jiných drobných potíží.

8.3 Funkční vzorek zařízení

Stavbu jsem započal osazením DPS TESLAMETR-NAPAJENI. Ta zajišťuje vytvoření potřebných napětí požadovaných různými součástmi přístroje. Správnost osazení jsem konzultoval s konzultantem na FEL, kde jsme měřením ověřili jeho správnost. Zařízení by sice kvůli malému odběru energie mohlo pracovat i na baterie, ale protože se přístroj bude pravděpodobně používat jen během krátkého úseku školního roku, došel jsem k závěru, že bude mnohem vhodnější zařízení sestavit připojitelné k elektrické síti.

Následovalo osazení DPS TESLAMETR-ZESILOVAC, která v přístroji zajišťuje převod signálu získaného měřicí sondou na úroveň odpovídající hodnotě magnetické indukce. Tu jsem propojil s předchozím zapojením a znovu takto odzkoušel na FEL.

Funkční vzorek zařízení byl prvním zvoleným hodnoceným výstupem, který jsem měl předložit. Ten vznikl připojením měřicí sondy, přepínače měřicích rozsahů, nulovacího potenciometru a panelového voltmetru k oběma DPS. Vše pracovalo v pořádku.

8.4 Tvorba obalu přístroje

Následně jsem začal se zpracováním obalu zařízení. Kvůli stínění okolního rušení byla vybrána plechová krabička. Pro rozvržení umístění jednotlivých prvků jsem si krabičku vymodeloval ve 3D programu Autodesk Inventor Professional 2013. Vytvoření všech otvorů se ukázalo být nejnáročnější a to jak časově tak technologicky. Lehce problematické bylo také vyřešení umístění přepínače měřicích rozsahů a nulovacího potenciometru. Aby

zvnějšku nebyly viditelné převlečné matice, které tyto součástky upevňují, rozhodl jsem se z plechu vytvořit tzv. subpanel, který tyto součástky přidržuje uvnitř krabičky, a z přední strany vystupují pouze stavicí hřídelky. K tomu potřebný L - profil jsem získal rozřezáním plechového krytu nefunkčního PC zdroje.

Zapotřebí bylo také opatřit přední stěnu teslametru grafickými popisky. Přední panel teslametru jsem namaloval v programu Zoner Callisto 5. Grafický podklad jsem nechal vytisknout a zalaminovat. Následně jsem do papíru vyřezal otvory pro ovládací prvky a displej a takto jej nalepil silikonem na přední stěnu krabičky. Výsledek je z mého pohledu esteticky uspokojivý a funkční. Po umístění předního popisného panelu bylo již zařízení kompletní a je zobrazeno na Obrázku č. 2.

8.5 Měřicí sondy

S vytvořením obalu zařízení souvisí také umístění měřicích senzorů do obalu měřicích sond. Sondy jsem vyrobil dvě různé. První je axiální, druhá radiální. K přístroji se připojují konektorem a jsou umístěny v mosazných trubičkách. (Obrázek č. 3) Pro počáteční pokusné účely byla k dispozici jen jedna měřicí sonda, která nebyla umístěna v žádném obalu a připojena byla ve svorkovnici. Umístěny do obalu a opatřeny konektorem byly obě sondy až později. Při ohýbání vývodů axiální měřicí sondy jsem jeden senzor zničil a musel zakoupit náhradní.

8.6 Kalibrace a oprava nedostatků

Se sestaveným teslametrem jsme provedli pokusná měření a kalibraci. Zjistili jsme dva nedostatky: Zaprvé nastavení nuly před začátkem měření bylo na vybraném potenciometru kvůli krátké dráze jezdce velmi obtížné. Kvůli tomu došlo ke změně velikostí některých trimrů, odporů a výměně potenciometru za víceotáčkový. Díky tomu je nastavení nuly pohodlné. Zadruhé na měřicích rozsazích 2 mT a 20 mT byl výstup příčinou rušení velmi nestabilní. Proměřením obvodu osciloskopem byl zjištěn zdroj rušení na zdroji napětí a umístěny kondenzátory pro jeho co největší snížení. Kvůli tomu jsem musel DPS TESLAMETR-ZESILOVAC odmontovat a lehce jej upravit přerušením jedné cesty, vyvrtáním několika otvorů a umístěním součástek.

Kalibrace takto upraveného teslametru byla ještě jednou zkontrolována, ale nedošlo již k žádným změnám. Zařízení je po dokončení tohoto postupu připraveno k použití.

8.7 Srovnávací měření

Pro ověření přesnosti měření bylo v laboratoři FEL ČVUT provedeno několik pokusných měření. Zjištěná nepřesnost zařízení byla pro účel použití jako demonstrační zařízení je zanedbatelná. Jedno z provedených měření je pro ukázkou zobrazeno na Obrázku č. 4 a výsledky daného měření na Obrázku č. 5 (pro měřicí rozsah 20 mT) a Obrázku č. 6 (pro měřicí rozsah 2 mT). Lze vidět, že rozdíly v naměřených hodnotách jsou opravdu minimální.

9 Závěr

Tento teslametr má sloužit jako demonstrační pomůcka v hodinách fyziky na Smíchovské střední průmyslové škole a stát se tak přínosem pro výuku. Doufám, že sestrojený teslametr toto splní a v hodinách se mu dostane patřičného využití. Přístroj umožní provádění některých experimentů, které by studentům měly pomoci snáze pochopit učivo týkající se elektřiny a magnetismu.

S axiální sondou může být provedeno měření s Helmholtzovými cívkami, při kterém je možné pozorovat, jak se mění velikost naměřené magnetické indukce v závislosti na poloze sondy a vzdálenosti cívek od sebe.

Radiální sondu s magnetem ve tvaru podkovy lze využít při výuce pojmu magnetického indukčního toku, kde závisí na orientaci vektoru magnetické indukce.

Práce byla časově i technicky náročná, ale i přesto se mi podařilo pod odborným dohledem sestrojít učební pomůcku, která splňuje všechna požadovaná kritéria. Výroba byla zajímavá a plnění většiny bodů harmonogramu mě i bavilo.

Úroveň mé maturitní práce lze posuzovat i podle postupu do republikového kola Soutěže vědeckých a technických projektů středoškolské mládeže - EXPO SCIENCE AMAVET 2014.

Všechny vytyčené úkoly byly úspěšně splněny.

10 Bibliografie

- Literatura Moderní učebnice elektroniky; Díl 4. Přenosové charakteristiky elektronických obvodů, tranzistorové zesilovače / Jaroslav Doleček. - Praha : BEN - technická literatura, 2006. - 295 s.: obr., fot., tab.; 23 cm; ISBN 80-7300-185-3 : Kč 299,00
- Moderní učebnice elektroniky; Díl 5. Operační zesilovače a komparátory / Jaroslav Doleček. - 1. vyd. - Praha : BEN - technická literatura, 2007. - 231 s.: obr., tab.; 23 cm; ISBN 978-80-7300-187-2 : Kč 299,00
- Elektronika: učebnice pro střední odborná učiliště a střední odborné školy s dobou platnosti 6 let; [Díl] 1 / Miloslav Bezděk. - 1. vyd. - České Budějovice : Kopp, 2002. - 271 s.: obr.; 20 cm; ISBN 80-7232-171-4 : Kč 199,00

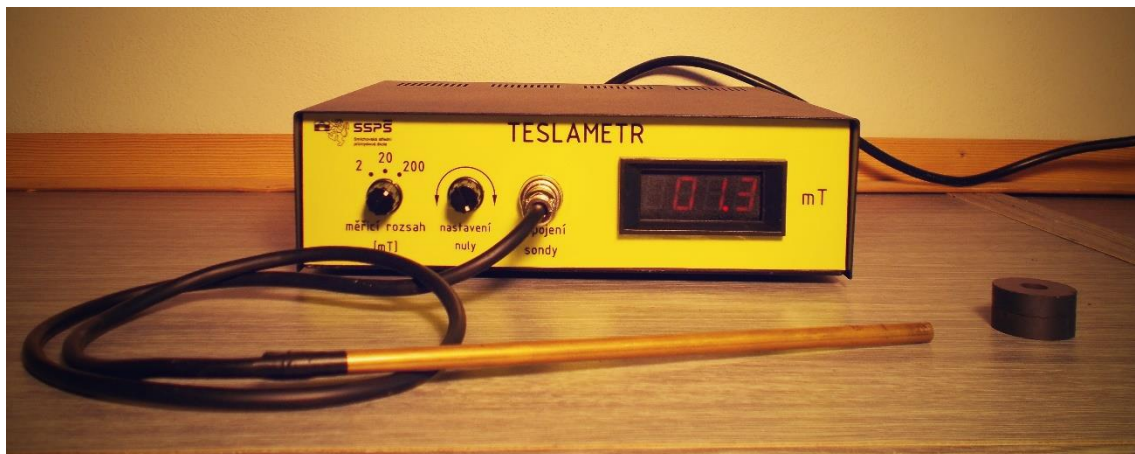
11 Seznam příloh

- Obrázky
 1. Obrázek 1: Finanční analýza
 2. Obrázek 2: Snímek sestrojeného zařízení
 3. Obrázek 3: Měřicí sondy
 4. Obrázek 4: Schématické znázornění jednoho z provedených kontrolních měření
 5. Obrázek 5: Výsledek srovnávacího měření s použitým měřicím rozsahem 20 mT
 6. Obrázek 6: Výsledek srovnávacího měření s použitým měřicím rozsahem 2 mT
- Plakát
- Obálka obsahující CD

12 Přílohy

Finanční analýza maturitní práce „Výroba přístroje na měření magnetické indukce“					
Účel	Popis	Název	Cena	Odkaz	
Měření	Halova sonda	A1302KUA-T	36,2	http://www.gme.cz/a1302kua-t-p533-005	
	Obal čidla	(Samovýroba - trubka) - cca	50		
	Přepínač 2*6	P-052	83	http://www.gme.cz/p-052-p631-075	
Zpracování signálu	Knoflíky na potenciometr	(Zařízení na potenciometru)	20	http://gme.cz/pristroje-koefliky-na-hladihou-osu	
	Operační zesilovač	MCS403	9,9	http://www.gme.cz/mcs403-p310-023	
		LM224	4,4	http://www.gme.cz/lm224-p310-005	
		2*AD620AN (2x)	244	http://www.gme.cz/ad620an-p310-490	
	Trimry	...	100		
	Kondenzátory	...	50		
	Přední patice DIL	DIL08PZ (3x)	30	http://www.gme.cz/dil08pz-p824-002	
	Odpory		50		
Zobrazení výsledku	Voltmetr	Panelový digitální voltmetr HD-3129A	262	http://www.gme.cz/panelovy-digitalni-voltmetr-hd-3129a-p722-199	
	(nebo)	Digitální panelové měřidlo G980M	159	http://www.ges.cz/cz/stavebnice-g980m-ges07813126.html	
Napájení	Transformátor	EI transformátor do DPS FAHN BV EI 382 1190	106	http://gme.cz/ei-transformator-do-dps-fahn-bv-ei-382-1190-2a-p610-797	
	Usměrňovací můstky	B250C1500	3,3	http://www.gme.cz/b250c1500-p227-004	
	Regulátory napětí	7809, 7805, 7905, ...	30		
	Kondenzátory	...	38,7	http://gme.cz/p-605081b01-p631-246	
	Síťový vypínač	P-C6050ALE01	10	http://gme.cz/0094-3124-p633-467	
DPS	Pojistkové pouzdro	?	750	http://www.stahky.cz/	
	Výroba	(Pozn.: Nejvyšší odhadovaná cena)	335	http://www.gme.cz/uh07-231-p072-201	
	Obal	U-KK07-231	200	http://www.gme.cz/das5m3x30-p623-024	
	Materiál (cín, vodiče,...)	(Dle potřeb při výrobě) (Max)	8,9	http://www.gme.cz/rg-flevo-2m-3x0-75-cerna-p652-049	
	Distanční sloupky	DA5M3X40 (DA5M3X??)	55	http://www.gme.cz/kabelova-pruchodka-kss-70604ag-20d-p656-519	
	Síťová šňůra	RG-FLEVO 2M 3X0,75 ČERNÁ	24	http://www.gme.cz/kabelova-pruchodka-kss-70604ag-12d-p656-518	
	Průchodky	Kabelová průchodka KSS F0604AG-20D (230 V)	18	http://www.gme.cz/nejpalive-kontakti-pole-zsb212-p661-013	
Nepřijímá pole		Kabelová průchodka KSS F0604AG-12D (sonda)	249		
Celkem (odhad)		Nepřijímá pole ZSB212	2767,4		

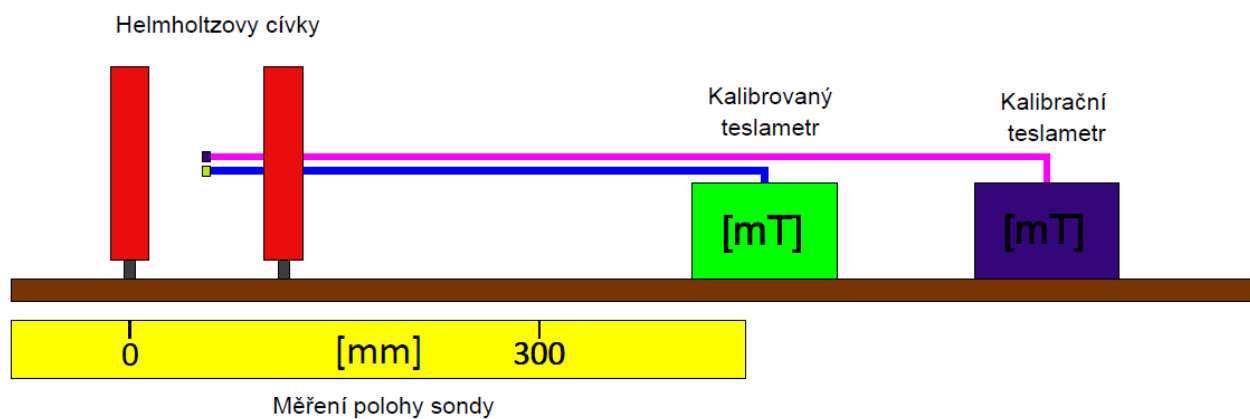
Obrázek 1: Finanční analýza



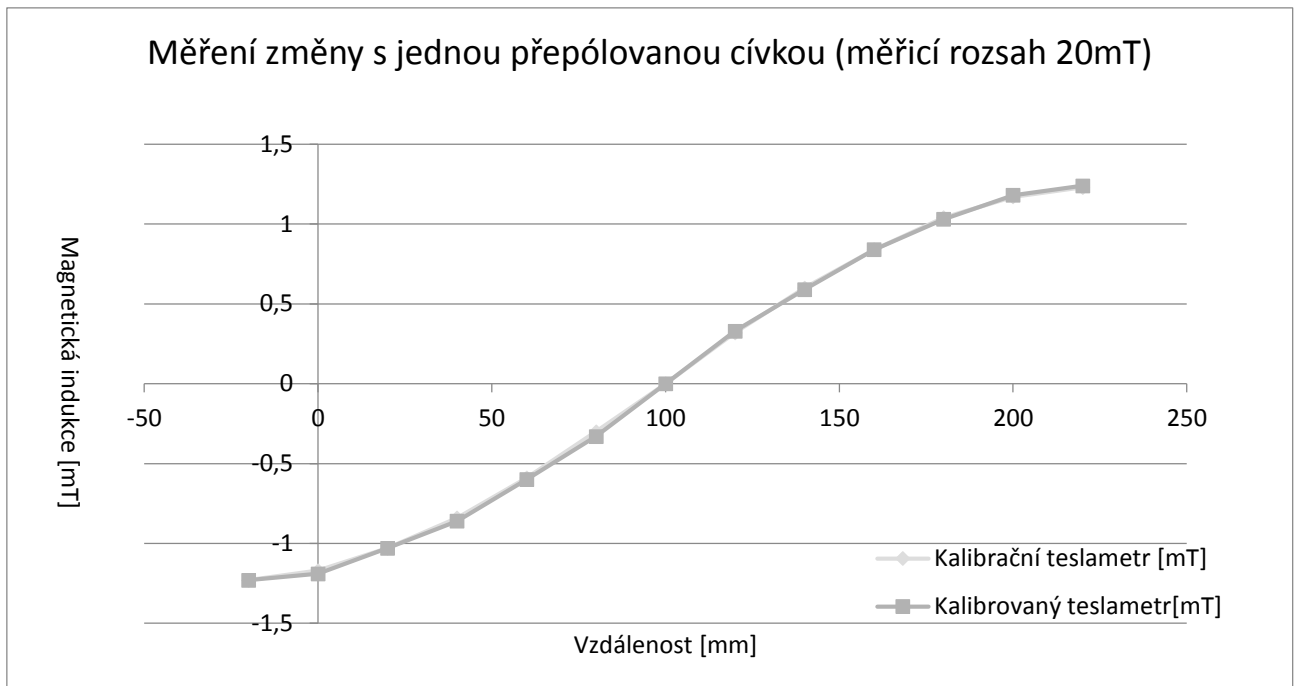
Obrázek 1: Snímek sestrojeného zařízení



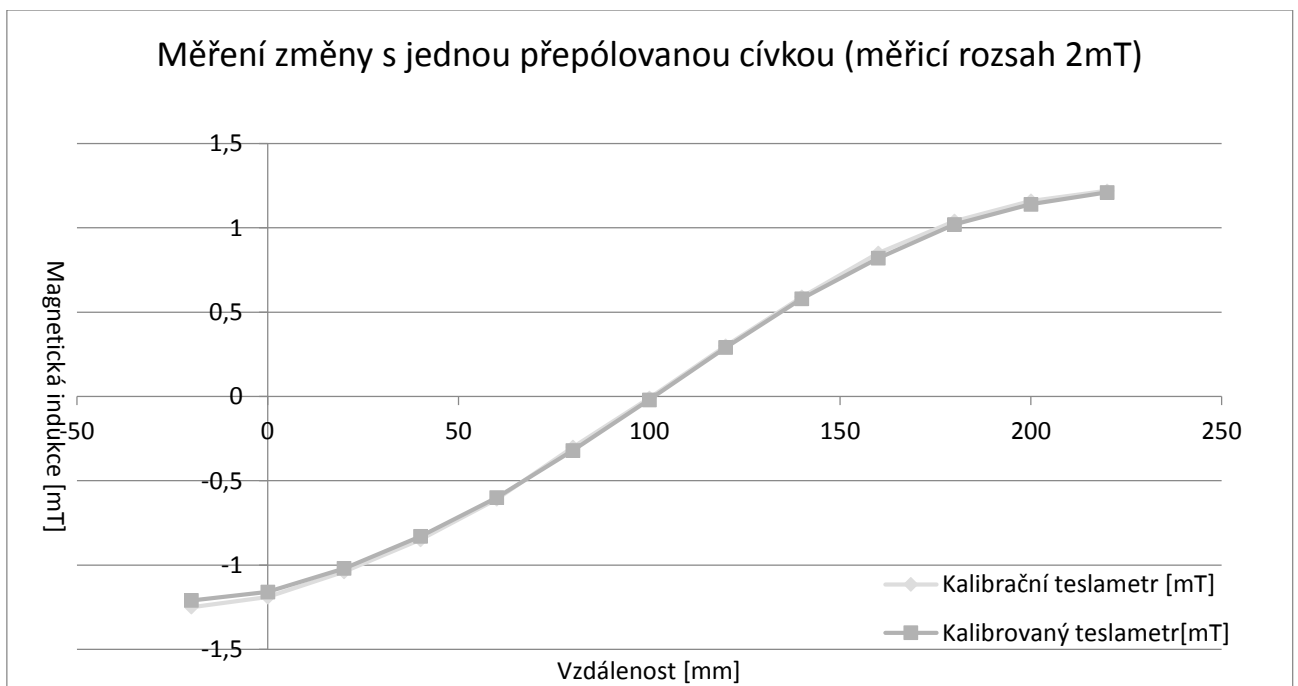
Obrázek 2: Měřicí sondy



Obrázek 3: Schématické znázornění jednoho z provedených kontrolních měření



Obrázek 4: Výsledek srovnávacího měření s použitým měřicím rozsahem 20 mT



Obrázek 5: Výsledek srovnávacího měření s použitým měřicím rozsahem 2 mT

VÝROBA PŘÍSTROJE NA MĚŘENÍ MAGNETICKÉ INDUKCE



Ve školním roce 2013/2014 zpracoval Jakub Kolář ze třídy 4. L. Konzultovali RNDr. Renata Zýková a Ing. Jaroslav Jíra, CSc. Práci vedl Mgr. Zbyšek Nechanický.



SSPŠ
Středoškolský průmyslový střední podnik

ve spolupráci s



financoval



EVROPSKÝ SOCIÁLNÍ FOND
PRAHA & EU: INVESTUJEME DO VAŠÍ
BUDOUCNOSTI