



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

ELEKTROMOTOR

Marek Vlček

Gymnázium Botičská

Botičská 1, Praha 2

Metodika

Sestavím několik typů menších elektromotorů a pokusím se je mezi sebou porovnat. Naměřím hodnoty jako je proud, napětí a budu zjišťovat, o kolik se změní hodnoty, přidám-li tam různé zátěže, rezistory s odlišnými velikosti odporu. Tak z toho bych měl dostat číselné hodnoty, jak s rostoucím odporem bude klesat výkon elektromotoru. Právě z těchto hodnot, které dostanu z každého elektromotoru, získám porovnání mezi nimi.

Nejprve jsem si vzal 35 cm x 11,5 cm x 2 cm velké dřevěné prkno, do něhož jsem zatloukl dva hřebíky dlouhé 11 cm, jenž jsou 12 cm od sebe. Poté jsem každý hřebík po celé jeho délce oblepil izolepou, abych izoloval namotaný drát od hřebíku. Kolem obou hřebíků jsem namotal co nejvíc u sebe závitů. Takto jsem namotal čtyři vrstvy vždy ve stejném směru. Vytvořil jsem cívků – statorů. Přesně uprostřed mezi cívkami jsem z druhé strany tak, aby špička hřebíku vyčnívala. Do korku v horní části jsem natloukl hřebík, který rovněž byl izolován lepenkou. Stejně jako u cívek namotal jsem čtyři vrstvy měděného drátu, nejdřív jedna polovina hřebíku, poté i ta druhá. Do spodní části korkového špuntu jsem vrazil skleněnou trubičku, na kterou jsem připevnil odizolované konce drátu. Na trubičku jsou lepidlem upevněny dva kusy měděných plíšků a dotýkají se konců drátů. Drát a měděný plíšek jsou spojeny lepící páskou. Horní část je rotor a ta spodní komutátor a celé je to dané na prostředním hřebíku. Z obou konců cívek vede drát do šroubu, kde jsou dvakrát obmotány, a následně drát se dotýká plíšku. Drát od šroubu je zkroucený, aby pružil. Jako zdroj může být použit pouze stejnosměrný proud, jelikož elektromotor má komutátor. Druhý elektromotor je vyroben stejně, ale závitů jsou tam namotány pomocí vrtačky, čehož jsem dosáhl většího počtu závitů.

Výsledky a diskuze

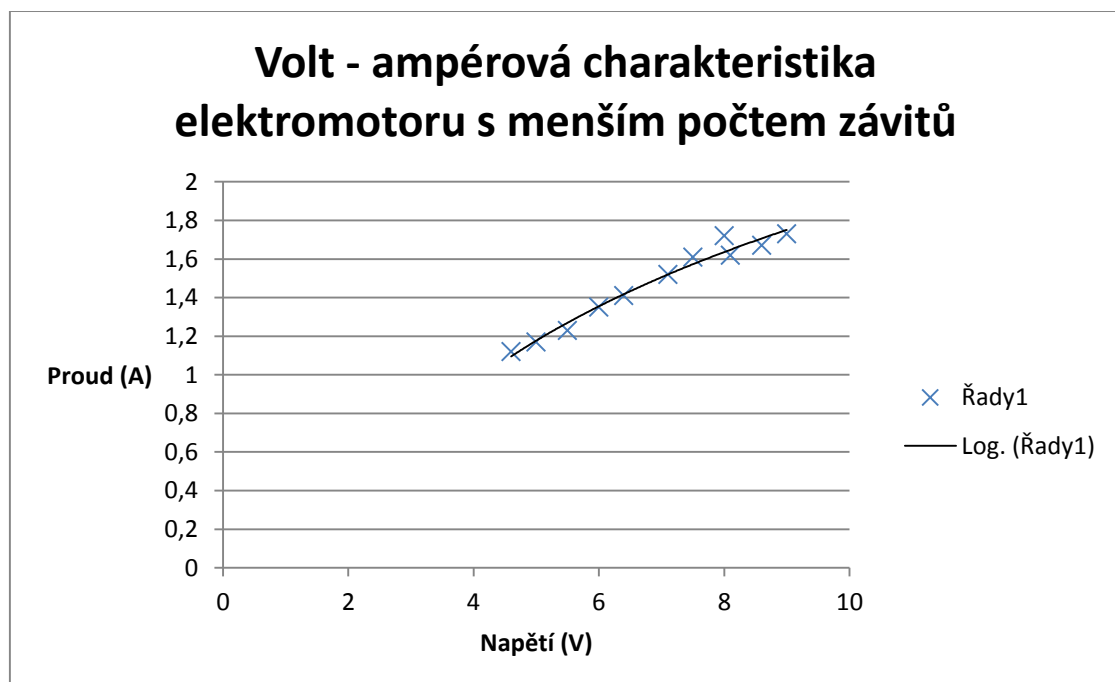
Elektromotor jsem připojil do školního zdroje. Reostat jsem zapojil jako dělič napětí, za nějž jsem sériově dal voltmetr a paralelně s elektromotorem přišel ampérmetr.

Volt – ampérová charakteristika

Elektromotor s menším počtem závitů	
U (V)	I (A)
5,5	1,23
6,0	1,35
6,4	1,41
7,1	1,52
8,1	1,62
8,6	1,67
9,0	1,73
4,6	1,12
5,0	1,17
7,5	1,61
8,0	1,72

Elektromotor s větším počtem závitů	
U (V)	I (A)
1,9	0,41
2,5	0,54
2,8	0,62
4,5	0,68
4,8	0,73
5,1	0,74
5,5	0,81
6,2	0,87
6,7	0,91
7,1	1,01
7,6	1,08
12,2	1,24

Z hodnot, které jsem získal z voltmetru a ampérmetru, jsem vytvořil volt – ampérovou charakteristiku.

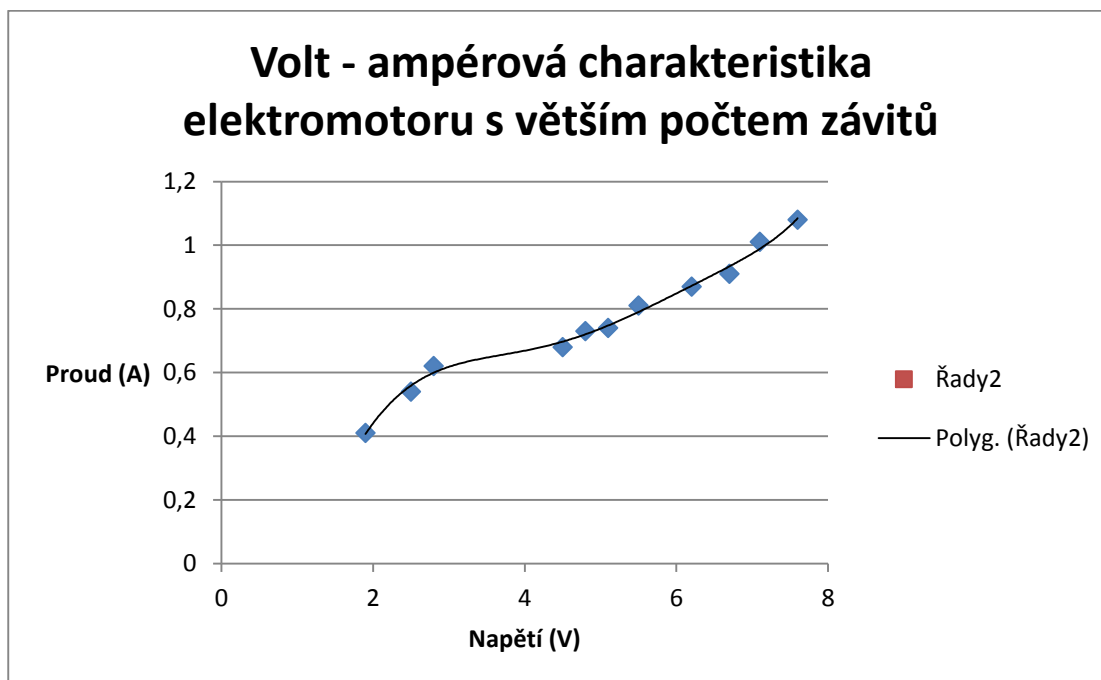


Z prvního grafu je patrné, že když zvyšuji napětí, zvyšuje se i elektrický proud, i když vždy o hodně méně. Použil jsem logaritmickou spojnicí trendu, která nejvíce odpovídá

skutečnému růstu obou veličin. Elektromotor začíná se otáčet při 4,5 V, což je stejné jako má plochá baterie. Zkusil jsem jako zdroj použít plochou baterii, abych skutečně ověřil, jestli by se to otáčelo, a vážně to platí. Toto malé napětí nestačí, aby se elektromotor samovolně roztočil, takže pokaždé je potřeba něčím nevodivým to roztočit. Při vyšších hodnotách už není třeba vnější síly.

Když jsem pomalu zvyšoval napětí, tak hodnoty na obou přístrojích kolísaly během každé otáčky rotoru. Abych mohl použít některou zobrazenou hodnotu, musel jsem stisknout tlačítko Hold, nebo zjistit mezi kterými hodnotami je rozsah a zvolit prostřední hodnotu mezi maximem a minimem.

Důvod, proč hodnoty rostou logaritmicky a nikoliv lineárně, je s velkou pravděpodobností, že energie dodána do elektromotoru se přeměňuje na zvuk a teplo. Teplo vzniká, jak se na cívkách (statoru) vytváří magnetické pole a navíc měděný drát má elektrický odpor, který je vyšší, když jeho průměr průřezu je menší. Z čehož vyplývá, že kdybych použil širší drát, výsledky by mohly být o něco větší a nevytvářelo by se takového tepla. Zvuk vzniká především díky tření rotoru na skleněné tyčince o hřebík, na kterém je daný.



Na tomto elektromotoru je více závitů, takže předpoklad je takový, že by výkon měl být o něco větší, ale není. To bude nejspíš celkovou délkou drátu, kterého jsem spotřeboval. Začal se otáčet až při 4,8 V.

Rovnice pro výpočet magnetické indukce cívky: $B = \mu_0 * \frac{N*I}{l}$

B – magnetická indukce [tesla], μ_0 - permeabilita vakua, N – počet závitů, I – elektrický proud [ampér], l – délka [metr]

Z toho vzorce vyplývá, že i když mám větší počet závitů, ale proud není moc vysoký a dělím to velkým číslem, takže výsledek nemůže být větší.

Použil jsem polynomicou spojnicí trendu, jelikož jsem měřil, i když se rotor neotáčel, ale elektrický proud procházel. Navíc tady se mi podařilo zjistit, že otáčí-li se rotor, hodnoty nemohou dosahovat, jako když se neotáčí, jelikož nedochází k přeměně energie.

Mnohem rychleji se vytvářelo teplo a hlavně mnohem více než u prvního, což způsobuje nepřesnosti v měření, a proto jsem po nějaké době vyměnil elektromotory, aby se ten předchozí ochladil a já tak mezitím mohl změřit druhý.

Výkon

Z předchozích výsledků napětí a proudu jsem vypočítal výkon, kde je více patrné rozdíl mezi dvěma elektromotory.

$$p = U * I$$

Elektromotor s menším počtem závitů		
U (V)	I (A)	výkon (W)
5,5	1,23	6,765
6,0	1,35	8,100
6,4	1,41	9,024
7,1	1,52	10,782
8,1	1,62	13,122
8,6	1,67	14,362
9,0	1,73	15,570
4,6	1,12	5,152
5,0	1,17	5,850
7,5	1,61	12,075
8,0	1,72	13,760
Elektromotor s větším počtem závitů		
U (V)	I (A)	výkon (W)
1,9	0,41	0,779
2,5	0,54	1,350
2,8	0,62	1,736
4,5	0,68	3,060
4,8	0,73	3,504
5,1	0,74	3,774
5,5	0,81	4,455
6,2	0,87	5,394
6,7	0,91	6,097
7,1	1,01	7,171
7,6	1,08	8,208
12,2	1,24	15,128

Magnetická indukce

Pomocí teslametru jsem měřil magnetickou indukci cívky v závislosti na měnící se velikosti proudu. Jelikož tam nejsou příliš velké rozdíly ve velikostech, tak hodnota zůstává skoro konstantní 2 mT u cívky a kolem 1 mT ve středu mezi cívkou a středem rotoru.