

Analýza vplyvu napájania univerzálneho motora

Analysis of the Power Supply Influence on the Universal Motor

Peter Girovský¹, Ján Kaňuch², Zoltán Gombos³

¹peter.girovsky@tuke.sk, ²jan.kanuch@tuke.sk, ³zoltan.gombos@student.tuke.sk

^{1,2,3}Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita, Letná 9, 04200 Košice, Slovenská Republika

Abstrakt—V tomto príspevku chceme prezentovať vplyv jednosmerného a striedavého napájania na univerzálny motor. Univerzálne motory majú široké využitie v rôznych aplikáciách a môžu byť prevádzkované tak so striedavým, ako aj jednosmerným napätím. Výhodou univerzálnych motorov sú najmä vysoký rozbehový moment, veľmi kompaktná konštrukcia a vysoká prevádzková rýchlosť. V závere príspevku sú prezentované výsledky meraní na univerzálnom motore pri jednosmernom a striedavom napájaní.

Kľúčové slová—univerzálny motor, napájanie, analýza, meranie

Abstract— In this paper, we want to present the influence of DC and AC power on the universal motor. Universal motors are widely used in various applications and can be powered by AC or DC voltage. The advantage of universal motors is especially high starting torque, very compact design and high operating speed. At the end of the paper are presented the results of measurements on universal motor with direct and alternating power supply.

Keywords— universal motor, power supply, analysis, measurement

I. ÚVOD

Univerzálne motory patria k najviac používaným elektrickým strojom v domácych elektrospotrebičoch a v dielenskom ručnom náradí vďaka ich výborným regulačným vlastnostiam. Mnohostranné využitie univerzálnych motorov je dané aj skutočnosťou, že tieto motory môžu byť napájané nielen striedavým, ale aj jednosmerným napätím.

V oboch prípadoch je rýchlosť motora riadená veľkosťou napájacieho napätia. Univerzálny motor je známy aj pod názvami ako striedavý sériový motor alebo tiež ako striedavý

komutátorový motor. Tento motor sa skladajú zo statora s dvoma koncentrovanými budiacimi vinutiami zapojenými do série, rotora s vinutím, komutátora a dvoch uhlíkov. Vinutia statora a rotora sú zapojené v sérii k zdroju elektrickej energie. Sériové spojenie vinutia statora a rotora je vytvorené trecími kontaktmi komutátora na rotore a dvoch uhlíkov.

Na rozdiel od jednosmerného motora s cudzím budením, univerzálny motor napájaný konštantným napätím nemá stabilnú rýchlosť. Pri konštantnom napätí (AC alebo DC) motor beží tak rýchlo, ako to dovoľí jeho zaťaženie a krútiaci moment motora klesá s rýchlosťou. Avšak univerzálne motory majú veľmi vysoký pomer krútiaceho momentu k hmotnosti zo všetkých typov elektromotorov.

Hlavné vlastnosti, ktoré sú typické pre univerzálne motory sú nasledovné:

- vysoká rýchlosť, vysoká účinnosť, relatívne nízka životnosť (neodporúča sa nepretržitá a aj dlhá doba prevádzky),
- medzi komutátorom a uhlíkmi je iskrenie, vytvára sa ozón a generuje EMI,
- prevádzka je buď na jednosmerné alebo jednofázové striedavé napätie, pričom prevádzkový výkon univerzálného motora je 50 až 1000 W a jeho rýchlosť je 10000 - 20000 otáčok za minútu.

Univerzálny motor sa využíva prevažne v aplikáciách, ktoré vyžadujú veľký rozbehový moment a malú zmenu momentu za chodu, vysokú rýchlosť a krátky čas prevádzky s dlhšou prestávkou. Niektoré z typických aplikácií sú nasledovné:

- domáce a kancelárske využitie: práčka, mixér, odšťavovač, ventilátor, brúska, kuchynský robot, vysávač,
- ručné elektrické náradie, otváranie garážovej brány, vodné čerpadlo, kompresor, stolové obrábacie stroje,
- osobná starostlivosť (masážne strojčeky, sušič vlasov),
- kancelárske potreby: skartovač, strúhadlo a pod.

II. MERANIE NA UNIVERZÁLNO M OTORE

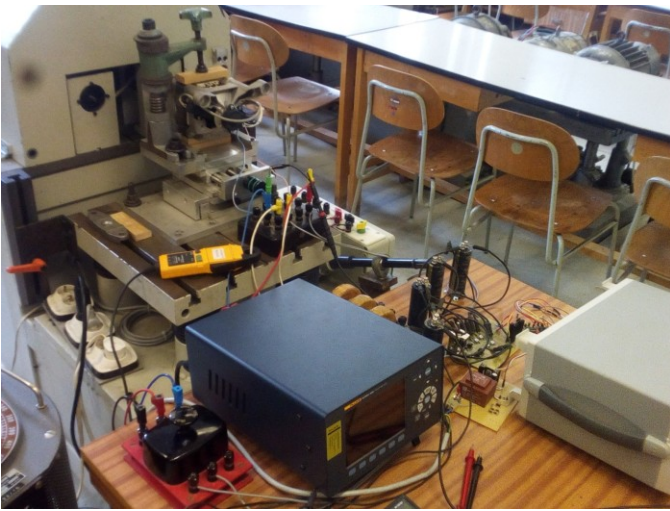
Keďže univerzálny motor je možné napájať striedavým aj jednosmerným napätím, úlohou tejto práce je zistiť, aký vplyv má na prevádzkové charakteristiky motora jeho napájanie. Výsledky merania na univerzálnom motore by mali dať odpoveď na otázku, aké napätie (jednosmerné alebo striedavé) je výhodnejšie použiť pre napájanie takéhoto motora. Na meranie bol použitý univerzálny motor z práčky Indesit s nasledujúcimi parametrami:

$$U_N=220-240V, I_N=3A, P_N=300W$$

Na obr. 2 je zobrazené meracie pracovisko pre meranie na univerzálnom motore.



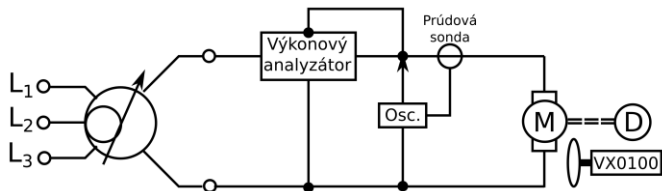
Obr. 1. Univerzálny motor



Obr. 2. Meracie pracovisko pre univerzálny motor

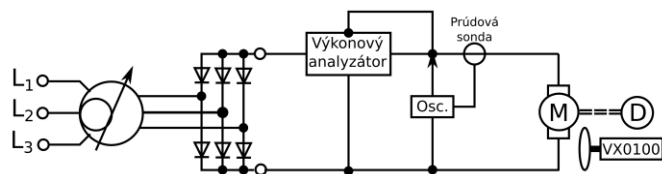
Univerzálny motor bol počas merania pripojený k dynamometru, pomocou ktorého bol motor zaťažovaný a zároveň slúžil na meranie momentu a otáčok motora. Napätie a prúd odoberaný zo zdroja ako aj harmonická analýza napätia odoberaného zo siete sa vyhodnocovala výkonovým analyzátorom elektrickej energie Fluke Norma 4000. Vyžarovaná intenzita elektromagnetického poľa sa merala prístrojom značky Matrix typ VX0100 s externou anténou 62mm.

Pri napájaní striedavým napätím bol univerzálny motor napájaný z autotransfómátora. Schéma zapojenia pri napájaní striedavým napätím je zobrazená na obr. 3.



Obr. 3. Meracie pracovisko pre univerzálny motor

Pri napájaní jednosmerným napätím bol univerzálny motor napájaný z trojfázového autotransfómátora pričom jeho výstupné napätie bolo usmernené trojfázovým neriadeným mostíkovým usmerňovačom. Schéma zapojenia pri napájaní jednosmerným napätím je zobrazená na obr. 4.



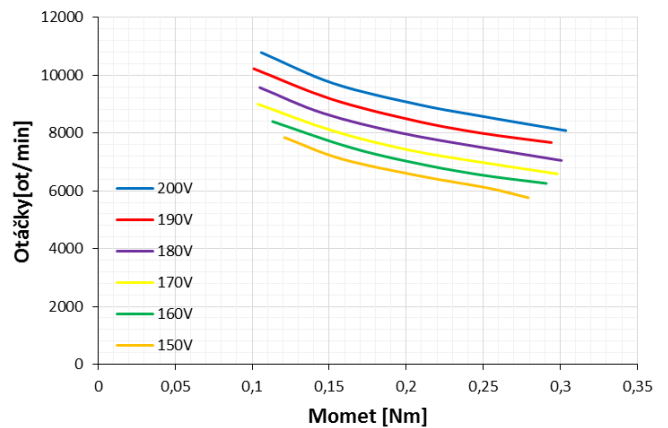
Obr. 4. Meracie pracovisko pre univerzálny motor

III. DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

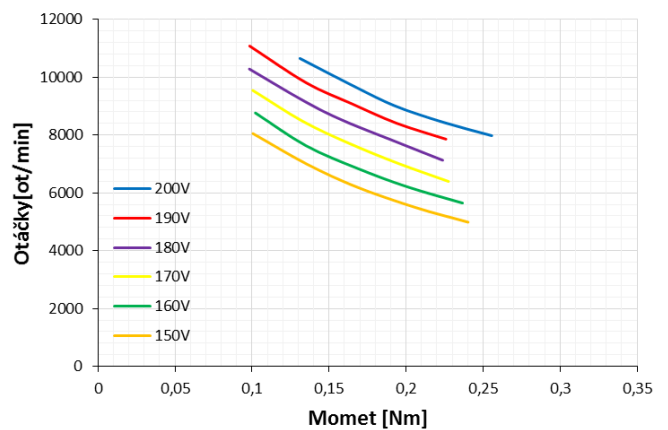
Pri jednotlivých typoch napájania sa sledovali hodnoty potrebné pre zostrojenie rýchlostnej a mechanickej charakteristiky, t. j. moment, prúd a otáčky motora pri rôznych napájacích napätíach. Ďalej sa sledovala účinnosť motora, elektromagnetické vyžarovanie a pri striedavom napájaní aj vyššie harmonické. Výsledky jednotlivých meraní sú zobrazené na nasledujúcich priebehoch.

A. Rýchlostné charakteristiky univerzálného motora

Na obr. 5 a obr. 6 sú zobrazené rýchlostné charakteristiky univerzálného motora pri jednosmernom a striedavom napájaní napätím.



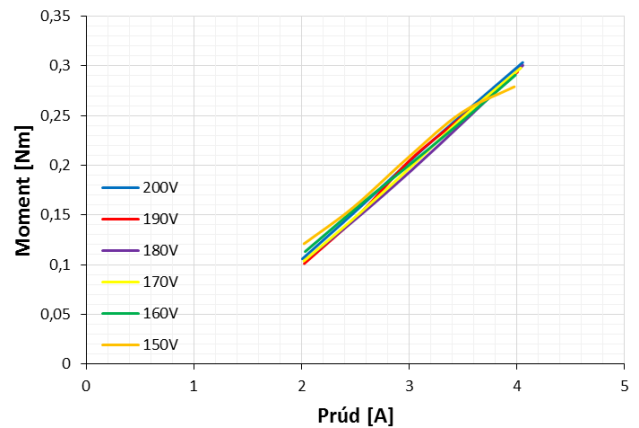
Obr. 5. Priebeh rýchlostnej charakteristiky pre jednosmerné napájanie univerzálného motora



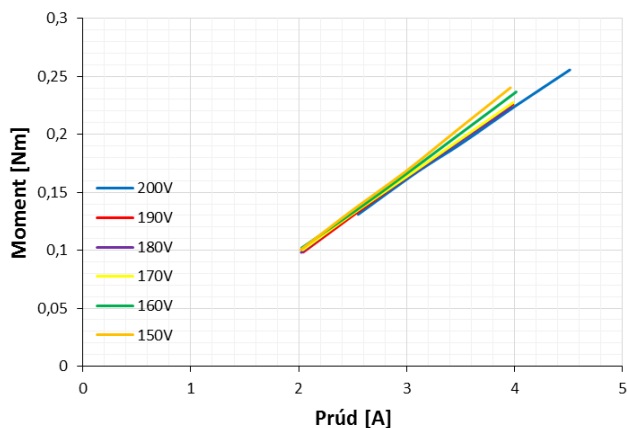
Obr. 6. Priebeh rýchlostnej charakteristiky pre striedavé napájanie univerzálného motora

Ako vidno z jednotlivých priebehoch, univerzálny motor pri napájaní jednosmerným napätím má „tvrdšiu“ rýchlostnú charakteristiku ako keď je napájaný striedavým napätím.

B. Momentové charakteristiky univerzálného motora



Obr. 7. Priebeh momentovej charakteristiky pre jednosmerné napájanie univerzálného motora



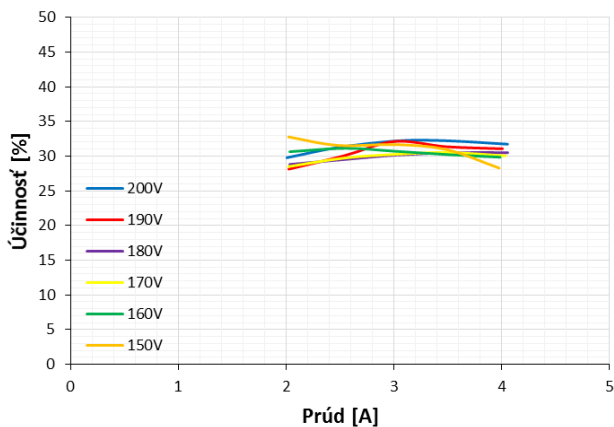
Obr. 8. Priebehy momentovej charakteristiky pre striedavé napájanie univerzálneho motora

Na obr. 7 a obr. 8 sú zobrazené momentové charakteristiky univerzálneho motora pri jednosmernom a striedavom napájanom napätí.

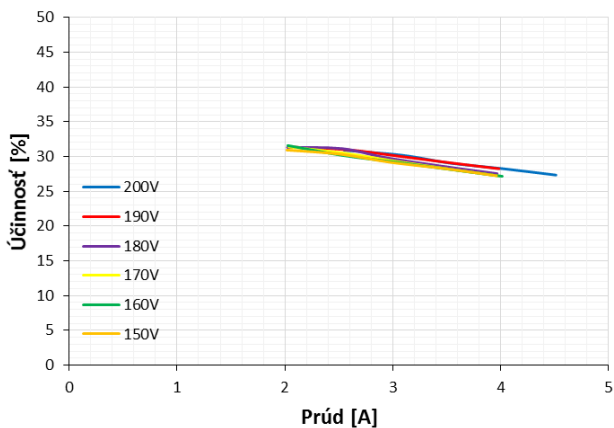
Ako vidno z jednotlivých priebehoch, univerzálny motor pri napájaní jednosmerným napätím má lepšie momentové charakteristiky ako pri napájaní striedavým napätím.

C. Charakteristiky účinnosti univerzálneho motora

Na obr. 9 a obr. 10 sú zobrazené priebehy účinnosti univerzálneho motora pri jednosmernom a striedavom



Obr. 9. Priebehy účinnosti pre jednosmerné napájanie univerzálneho motora



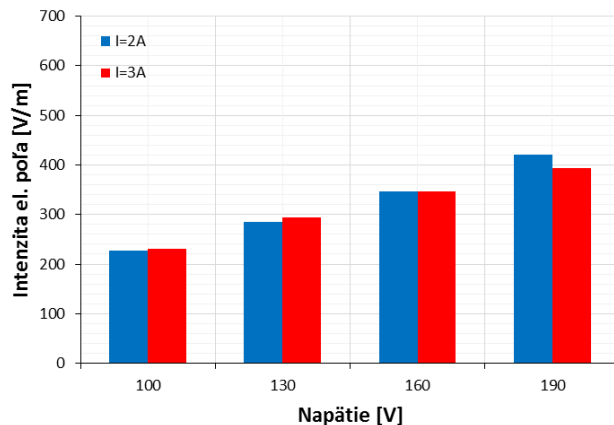
Obr. 10. Priebehy účinnosti pre striedavé napájanie univerzálneho motora

napájanom napätí. Z uvedených priebehov možno vidieť, že účinnosť univerzálneho motora napájaného striedavým napätím pri zaťažení mierne klesá, pričom pri napájaní jednosmerným napätím sa drží približne na rovnakej hodnote.

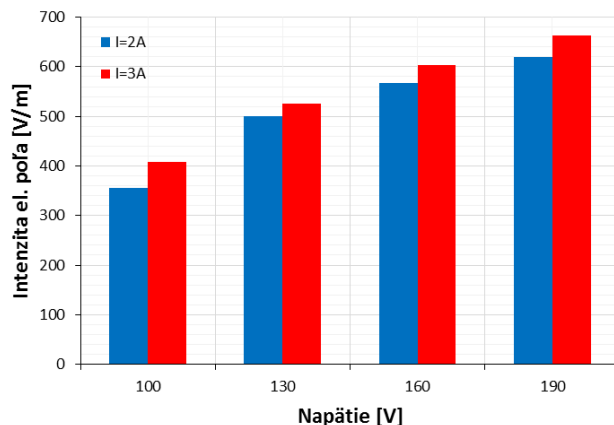
D. Elektromagnetické vyžarovanie a vyššie harmonické

Na obr. 11 a obr. 12 sú zobrazené intenzity elektromagnetického poľa v okolí univerzálneho motora pri jednosmernom a striedavom napájanom napätí, ktorý bol zaťažený prúdom 2A resp. 3A.

Intenzita elektromagnetického poľa bola odmeraná Matrix typ VX0100 s externou anténou 62mm, pričom prístroj bol umiestnený v tesnej blízkosti komutátora univerzálneho motora.



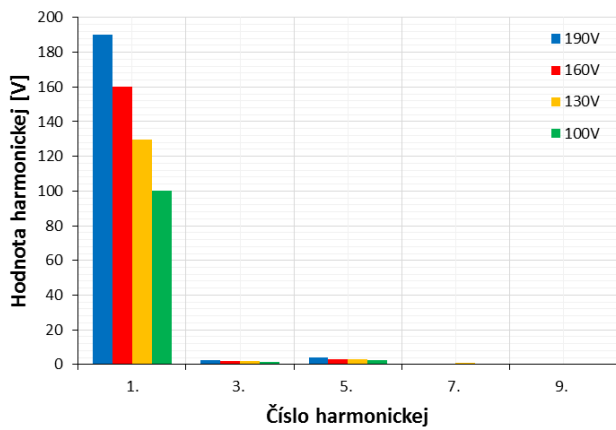
Obr. 11. Intenzity elektromagnetického poľa v okolí univerzálneho motora pri jednosmernom napájaní



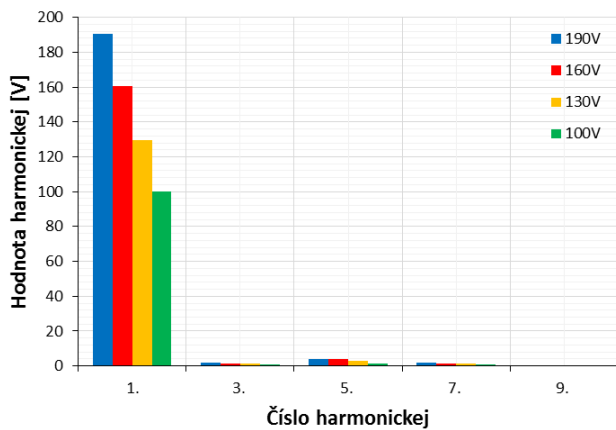
Obr. 12. Intenzity elektromagnetického poľa v okolí univerzálneho motora pri striedavom napájaní

Ako vidno z prezentovaných výsledkov intenzity elektromagnetického poľa, rušenie v okolí univerzálneho motora, ktorý bol napájaný jednosmerným napätím je nižšie, ako u univerzálneho motora napájaného striedavým napätím.

Na obr. 13 a obr. 14 sú zobrazené zložky vyšších harmonických pri striedavom napájaní pri prúde 3A a 2A odmerané pomocou výkonového analyzátoru Fluke Norma 4000.



Obr. 13. Vyššie harmonické napätia pri striedavom napájaní univerzálneho motora pri prúde 3A



Obr. 14. Vyššie harmonické napätia pri striedavom napájaní univerzálneho motora pri prúde 2A

IV. ZÁVER

V tomto článku sme chceli prezentovať aký vplyv má typ napájacieho napätia (jednosmerné resp. striedavé) na vlastnosti univerzálneho motora a jeho vplyv na elektromagnetické rušenie do okolia. Meranie prebiehalo na univerzálnom motore, ktorý bol pôvodne použitý v pračke značky Indesit a počas merania pripojený k dynamometru, pomocou ktorého bol motor zaťažovaný a zároveň slúžil na meranie momentu a otáčok motora. Napätie a prúd odoberaný zo zdroja ako aj harmonická analýza napätia odoberaného zo siete sa vyhodnocovala výko-

novým analyzátorom elektrickej energie Fluke Norma 4000. Vyžarovaná intenzita elektromagnetického poľa sa merala prístrojom značky Matrix typ VX0100. Dosiiahnuté výsledky z jednotlivých meraní boli prezentované na obrázkoch 5 až 14. Z výsledkov merania vyplýva, že lepšie vlastnosti a zároveň nižšie elektromagnetické rušenie do okolia mal univerzálny motor pri jednosmernom napájaní.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0750.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0206.

Táto práca vznikla s podporou grantu VEGA 1/0187/18.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Kaňuch, J., Vinyi, P.: „DC drive for universal motor“, In: Maszyny elektryczne : Zeszyty problemowe. no. 84 (2009), p. 7-11, 2009.
- [2] Tímko, J.; Žilková, J., Dudrik, J.; Girovský, P.: Elektrické akčné členy a pohony. Technická univerzita v Košiciach, 2009. ISBN 978-80-553-0168-6
- [3] Hrabovcová V., Rafajdus P., Franko M.: Measuring and modeling of the electrical machines; University of Žilina press, 2004, Slovakia.
- [4] Klug, L., Duč-Anci, M., Bachratý, B.: Contribution to the design of an ac. universal motor. XII. International Symposium on Electric Machinery in Prague, ISEM 2004.

P. Girovský sa narodil v roku 1979 vo Vranove nad Topľou. V roku 2003 získal titul Ing. a v roku 2009 získal titul PhD. na Fakulte elektrotechniky a informatiky TU v Košiciach v odbore Silnoprúdové inžinierstvo. V súčasnosti pracuje ako odborný asistent na Katedre elektrotechniky a mechatroniky FEI TU v Košiciach.

J. Kaňuch - je absolvent Vysokej školy technickej v Košiciach, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektrických pohonov v odbore Silnoprúdová elektrotechnika so zameraním na elektrické stroje a prístroje (Ing. 1986). Odvtedy pracuje na danej katedre (v súčasnosti Katedra elektrotechniky a mechatroniky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej Univerzity v Košiciach) ako odborný asistent. V roku 2006 získal titul PhD. v odbore Silnoprúdová elektrotechnika.

Oblasti profesijného a odborného záujmu: Elektrické stroje a prístroje, Grafické CAD systémy, Elektrické pohony, Automobilová elektrotechnika a mechatronika, EMC, Priemyselná elektronika a Technická dokumentácia.