

Tiesiaeigių mechatroninių sistemų modeliai

R. Rinkevičienė, S. Lisauskas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aušros vartų g. 7a, LT-2600 Vilnius

Technologiniam procesui valdyti naudojami tokie pagrindiniai elementai: elektros pavaros ir vykdykliai, galios elektronikos įtaisai, jutikliai, regulatoriai, duomenų surinkimo sistemos, sprendimų priėmimo ir analizės sistemos. Mechatronika - tai daugiašakė konceptuali struktūra, pagrįsta integravimo koncepcija ir naudojama šiuolaikinėms elektromechaninėms sistemoms analizuoti ir projektuoti, optimizuoti ir valdyti. Mechatronika jungia į bendrą visumą elektrotechniką, mechaniką, kompiuterių inžineriją ir programinės įrangos inžineriją plačiam labai svarbių problemų spektrui analizuoti ir spręsti.

Mechatroninės sistemos elektromechaninis energijos keitiklis gali būti bet kurio tipo elektros variklis. Daugelyje pramonės įrenginių mechatroninės sistemos su tiesiaeigiais asinchroniniais varikliais (TAV) veikia ekonomiškiau negu hidraulinės arba elektromechaninės, todėl, ištyrus racionalias taikymo sritis, jas tikslinga kurti ir tirti.

Šiuo metu tiesiaeigiai varikliai sėkmingai naudojami liftų durų bei kėlimo pavarose [1,2], pašto rūšiavimo įrenginiuose [3], tekstilės pramonės mechanizmuose [4] ir tiksliose pozicionavimo sistemose: mikroskopo stalo pastūmai [4], staklių stalo padėčiai nustatyti [5], jungtuvų, sklendžių, stūmiklių pavarose [6].

Konstruktinė tiesiaeigio asinchroninio variklio ypatybė – didesnis oro tarpas negu sukijų lemia didesnę variklio tuščiosios veikos srovę. Dėl to padidėja nuostoliai ir sumažėja naudingumo koeficientas. Darbo metu srovė mažai priklauso nuo slydimo [7]. Todėl TAV plačiausiai naudojami mechanizmuose, veikiančiuose trumpalaikiu ar trumpalaikiu kartotiniu režimu. Tai įvairių komutacinių aparatų, technologinių bei greitaveikių sklendžių, transportavimo įrenginių, stūmiklių pavaros.

Veikiant pavarai trumpalaikiu ar trumpalaikiu kartotiniu režimu, judamosios dalies greitis paprastai nepasiekia nusistovėjusios vertės, todėl ir statoriaus apvijų srovės nepasiekia nusistovėjusių verčių. Pavara veikia dinamiu režimu. Tiriant tokių elektros pavarų charakteristikas, būtina įvertinti elektromagnetinius pereinamuosius procesus elektros variklyje.

Tyrimai rodo, kad elektromagnetiniai pereinamieji procesai vyksta pačioje paleidimo pradžioje, o didžiausia jėga sukuriama antrąjį tinklo įtampos pusperiodį, kol antrinio elemento greitis yra dar visai mažas. Todėl į išilginį kraštų efektą galima neatsižvelgti, nes jo poveikis turi tuo didesnę įtaką variklio charakteristikoms, kuo didesnis variklio greitis.

Tiesiaeigės pavaros dinaminėms charakteristikoms tirti naudojama TAV, kaip elektromechaninio keitiklio, lygčių sistema.

Pagal tradiciją sukieji bei tiesiaeigiai asinchroniniai varikliai modeliuojami trijose koordinačių sistemose.

α, β yra koordinačių sistema, standžiai susieta su statoriumi; d, q – sistema, standžiai susieta su rotoriumi; u, v – koordinačių sistema, besisukanti greičiu ω_k (ar judanti greičiu v_k). Jei ω_k (v_k) yra lygus elektrinio lauko greičiui ω_{0el} (v_{0el}), tai tokios koordinačių sistemos ašys vadinamos x, y .

[6, 8, 9, 10] nagrinėjama elektros pavarų su tiesiaeigiais varikliais, kurių judrusis elementas neišeina už induktoriaus ribų, dinamika. Tyrimo pagrindu imamos TAV, kaip elektromechaninio energijos keitiklio, dinaminės mechaninės charakteristikos diferencialinės lygtys, užrašytos x, y koordinačių sistemoje, judančioje sinchroniniu greičiu v_0 [8]:

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_{x1}}{dt} = U_{1m} \cos \gamma - \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_s \Psi_{x1} + \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_s K_r \Psi_{x2} + \frac{\pi}{\tau} v_0 \Psi_{y1}; \\ \frac{d\Psi_{y1}}{dt} = U_{1m} \sin \gamma - \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_s \Psi_{x1} + \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_s K_r \Psi_{y2} - \frac{\pi}{\tau} v_0 \Psi_{x1}; \\ \frac{d\Psi_{x2}}{dt} = -\frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_r \Psi_{x2} + \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_r K_s \Psi_{x1} - \frac{\pi}{\tau} (v_0 - v) \Psi_{y2}; \\ \frac{d\Psi_{y2}}{dt} = -\frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_r \Psi_{y2} + \frac{\pi}{\tau} v_0 \alpha'_r K_s \Psi_{x1} - \frac{\pi}{\tau} (v_0 - v) \Psi_{x2}; \\ F = \frac{3}{2} \frac{\pi \omega_0 K_r}{\tau \alpha_s} (\Psi_{x2} \Psi_{y1} - \Psi_{x1} \Psi_{y2}) \end{cases} \quad (1)$$

Pagrindinė pavaros judesio lygtis

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} (F - F_s), \quad (2)$$

o lygtis nueitam keliui rasti:

$$\frac{dx}{dt} = v. \quad (3)$$

Čia Ψ_{x1}, Ψ_{y1} - pilnutinio statoriaus srauto projekcijos į x, y ašis; Ψ_{x2}, Ψ_{y2} - pilnutinio rotoriaus srauto projekcijos į x, y ašis; U_{1m} - tinklo fazinės įtampos amplitudinė vertė; γ - tinklo įtampos fazė įjungimo metu; τ - polių žingsnis; v_0

- variklio tuščiosios veikos greitis; v - variklio greitis; F - variklio sukuriama jėga; F_s - statinė pasipriešinimo jėga;

koeficientai: $\alpha_s = \frac{r_1}{x_s}$; $\alpha_r = \frac{r_2}{x_s}$; $\sigma = 1 - \frac{x_p^2}{x_r x_p}$;

$$K_s = \frac{x_p}{x_s}; K_r = \frac{x_p}{x_r}; \alpha_r' = \frac{\alpha_r}{\sigma}; \alpha_s' = \frac{\alpha_s}{\sigma}.$$

Kiti vartojami žymėjimai: x_p - pagrindinė įmagnetinimo kontūro induktyvioji varža; $x_s = x_p + x_1$ - statoriaus apvijos pilnutinė induktyvioji varža; $x_r = x_p + x_2$ - rotoriaus apvijos pilnutinė induktyvioji varža; r_1 - aktyvioji statoriaus varža; r_2 - rotoriaus (judriojo elemento) apvijos redukuota aktyvioji varža; x_1, x_2 - statoriaus ir rotoriaus (judriojo elemento) induktyviosios sklaidos varžos.

Tiriant elektromagnetinius pereinamuosius procesus, laikoma, kad variklio įjungimo metu įtampos fazės kampas lygus nuliui. Asinchroninių variklių tyrimai bei mūsų atlikti skaičiavimai rodo, kad variklio sukuriamas momentas (jėga) ir greitis nepriklauso nuo prijungiamos įtampos fazės.

Statoriaus srovės dedamosios apskaičiuojamos pagal formules [9]:

$$\begin{cases} I_{x1} = \alpha_s' (\psi_{x1} - \psi_{x2} K_r) \frac{U_1}{r_1}; \\ I_{y1} = \alpha_s' (\psi_{y1} - \psi_{y2} K_r) \frac{U_1}{r_1}, \end{cases} \quad (4)$$

o A fazės srovė randama taip:

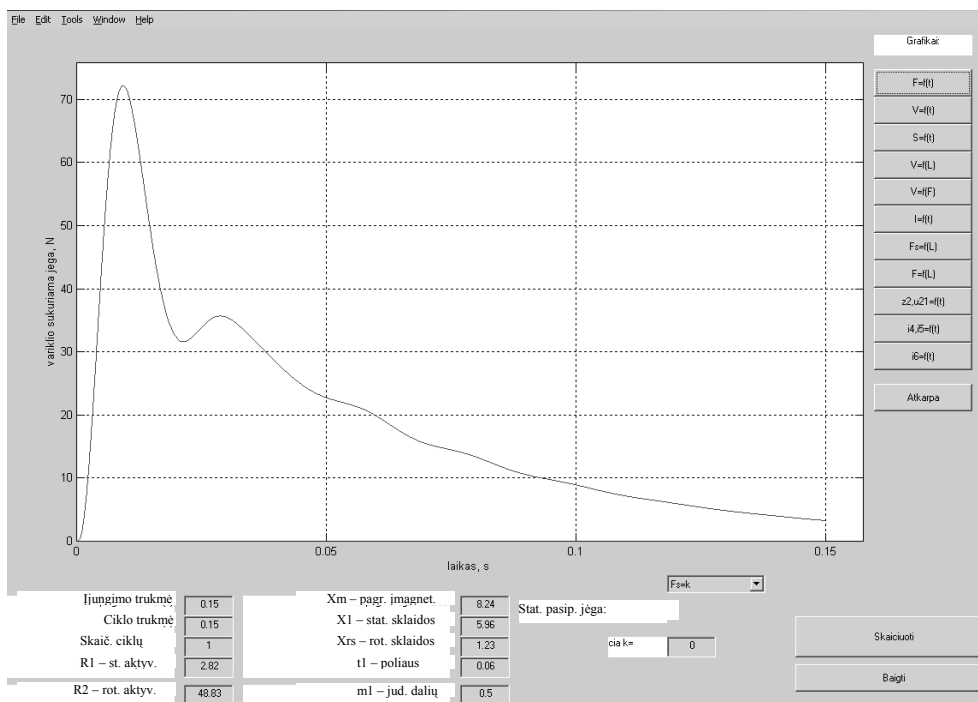
$$I_A = I_{x1} \cos \omega_0 t - I_{y1} \sin \omega_0 t. \quad (5)$$

Pagal analogiškas formules, pateiktas [4], apskaičiuojamos ir antrinės srovės.

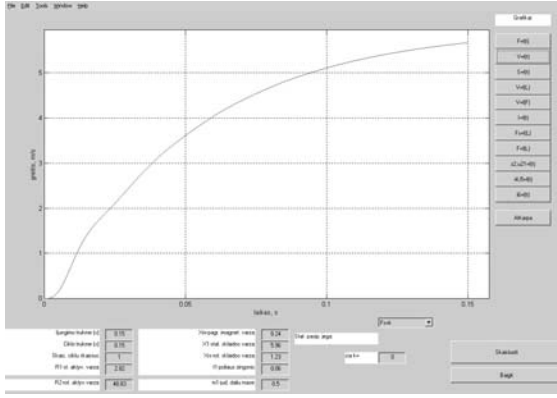
Naudojant (1) lygčių sistemą, užrašytą santykiniais vienetais, pasiūlytais literatūroje [6, 8], ir (2), (3), (4) bei (5) lygtis, sudaryta programa tiesiaeigės asinchroninės pavaros pereinamiesiems procesams apskaičiuoti.

Projektuojant naujas ir tiriant esamas pavaras, svarbu turėti patogią naudoti programą. Remiantis šiuo matematiniu modeliu, buvo sudarytas algoritmas ir sukurta vaizdi ir patogi naudoti programa Matlabe. 1 pav. parodytas programos aktyvusis langas ir jame variklio sukuriamos jėgos laikinė charakteristika. Naudojantis šia programa, lango apačioje įvedami tiriamosios pavaros parametrai. Paspaudus vieną iš dešinėje pusėje esančių mygtukų, ekrane atsiranda norima laikinė charakteristika. Mygtukas „Atkarpa“ leidžia padidinti ir analizuoti norimą charakteristikos atkarpą. 1, 2, 3, 4 pav. pateiktos dažniu valdomos pavaros variklio, kurio parametrai yra tokie: $r_1=2,82 \Omega$; $x_p=8,24 \Omega$; $x_1=5,96 \Omega$; $r_2=48,83 \Omega$; $x_2=1,23 \Omega$ ir judančių dalių masė $m=0,5$ kg, dinaminės charakteristikos, prijungiant neapkrautą variklį prie 127 V įtampos tinklo. Skaičiavimo rezultatai gana gerai atitinka eksperimento rezultatus. Eksperimentinė efektinė nusistovėjusios srovės vertė yra 8,4 A [12], o jos amplitudė - 11,84 A. 4 pav. apskaičiuota nusistovėjusios induktooriaus srovės amplitudė yra 14,8 A. Eksperimento ir skaičiavimo rezultatai skiriasi 10 %. Sudaryta programa leidžia tirti pavaros impulsinį režimą. Tuomet nustatoma variklio įjungimo trukmė ir ciklo trukmė.

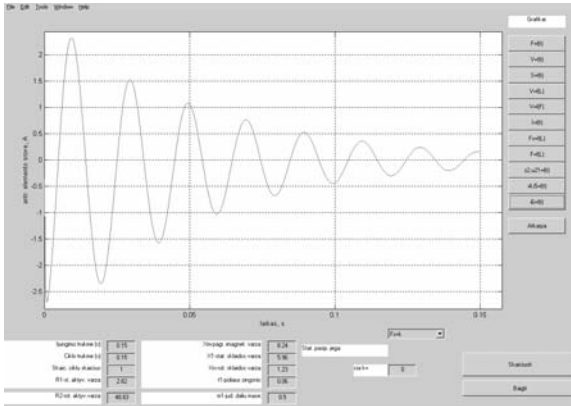
Skaičiavimo rezultatų analizė rodo, kad, valdant nedidelės masės vykdymo mechanizmus, pavara veikia žingsniniu režimu. Antrinė srovė nuslopsta per dešimtis milisekundžių, todėl kiekvieno įjungimo metu skaičiavimus galima atlikti esant pradinėms nulinėms sąlygoms. Pereinamojo proceso srovės amplitudė iki 15% viršija nusistovėjusią vertę, todėl impulsinio valdymo sistemoje nereikia jokių srovės ribojimo įtaisų.



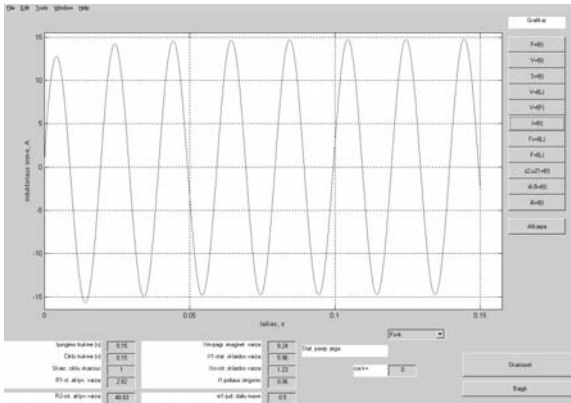
1 pav. Programos aktyvusis langas ir dinaminės jėgos charakteristika



2 pav. Variklio greičio laikinė charakteristika



3 pav. Antrinio elemento srovės laikinė charakteristika



4 pav. Induktoriaus srovės kitimo laikui bėgant grafikas variklio paleidimo metu

Tiesiaeigio variklio modeliui sudaryti nejudančioje koordinatinių sistemoje α, β imamos dvifazės asinchroninės mašinos lygtys [11] ir, išrašant $\omega = \frac{\pi}{\tau}v$, jos pertvarkomos tiesiaeigiam varikliui:

$$\begin{cases} u_{1\alpha} = i_{1\alpha}R_1 + \frac{d\Psi_{1\alpha}}{dt}; \\ u_{1\beta} = i_{1\beta}R_1 + \frac{d\Psi_{1\beta}}{dt}; \\ u'_{2\alpha} = i'_{2\alpha}R'_2 + \frac{d\Psi_{2\alpha}}{dt} + \frac{\pi}{\tau}v \cdot \Psi_{2\beta}; \\ u'_{2\beta} = i'_{2\beta}R'_2 + \frac{d\Psi_{2\beta}}{dt} - \frac{\pi}{\tau}v \cdot \Psi_{2\alpha}; \end{cases} \quad (6)$$

čia $\Psi_{1\alpha}, \Psi_{1\beta}, \Psi_{2\alpha}, \Psi_{2\beta}, i_{1\alpha}, i_{1\beta}, i_{2\alpha}, i_{2\beta}$ – statoriaus ir rotoriaus surišėtų srautų projekcijos ir srovių projekcijos į α, β ašis; R_1 ir R'_2 – statoriaus ir redukuotoji rotoriaus aktyviosios varžos; v – antrinio elemento greitis; $u_{1\alpha}, u_{1\beta}, u'_{2\alpha}, u'_{2\beta}$ – statoriaus ir rotoriaus įtampas; τ – poliaus žingsnis. Nejudančioje koordinatinių sistemoje $u_{1\alpha} = U_{1\max} \cos \omega_0 t$ ir $u_{1\beta} = U_{1\max} \sin \omega_0 t$, o $\omega_0 = 2\pi f$ – kampinis įtampas dažnis.

Lygčių sistema (1) tinka lėtaeigiems tiesiaeigiams varikliams, kurių išilginis kraštų efektas nedidelis ir jo galima nepaisyti.

Modeliui sudaryti (1) lygtyse sroves reikia išreikšti srautais. Kadangi [16]

$$i'_{2\alpha} = \frac{1}{L_2''}(\Psi_{2\alpha} - k_1\Psi_{1\alpha}) \quad (7)$$

ir

$$i'_{2\beta} = \frac{1}{L_2''}(\Psi_{2\beta} - k_1\Psi_{1\beta}), \quad (8)$$

tai į lygtis

$$\Psi_{1\alpha} = i_{1\alpha}L_1 + i'_{2\alpha}L_m \quad (9)$$

ir

$$\Psi_{1\beta} = i_{1\beta}L_1 + i'_{2\beta}L_m, \quad (10)$$

įrašę (7) ir (8) lygtis, išreiškiame sroves $i_{1\alpha}$ ir $i_{1\beta}$:

$$i_{1\alpha} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{L_mk_1}{L_1L_2''} \right) \Psi_{1\alpha} - \frac{L_m}{L_1L_2''} \Psi_{2\alpha}, \quad (11)$$

$$i_{1\beta} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{L_mk_1}{L_1L_2''} \right) \Psi_{1\beta} - \frac{L_m}{L_1L_2''} \Psi_{2\beta}; \quad (12)$$

čia $k_1 = L_m/L_1$, $L''_2 = L_{1\sigma} + L'_{2\sigma} = L'_2 - \frac{L_m^2}{L_1}$.

Lygtyse vartojami žymėjimai $L_1 = L_{1\sigma} + L_m$ ir $L'_2 = L'_{2\sigma} + L_m$ – pilnutiniai ekvivalentiniai statoriaus bei rotoriaus fazių induktyvumai, susidedantys iš sklaidos induktyvumų $L_{1\sigma}$ bei $L'_{2\sigma}$ ir įmagnetinimo induktyvumo $L_m = \frac{3}{2}L_{12}$; čia L_{12} – didžiausias induktyvumas tarp bet kurios statoriaus ir bet kurios rotoriaus apvijos, kai jų ašys sutampa.

Variklio parametrai apskaičiuojami pagal katalogų arba eksperimentais gautas atstojamosios schemos varžų vertes taip:

$$\begin{cases} L_1 = (x_1 + x_\mu) / \omega_{0el}; \\ L_2 = (x'_2 + x_\mu) / \omega_{0el}; \\ L_{12} = x_\mu / \omega_{0el}. \end{cases} \quad (12a)$$

Taikant (6), (7), (8), (11), (12) sudarytas tiesiaeigio variklio matematinis modelis nejudančioje koordinatinių sistemoje α, β [12]:

$$\begin{cases} u_{1\alpha} = \left[\left(\frac{1}{L_1} + \frac{L_m k_1}{L_1 L_2''} \right) \Psi_{1\alpha} - \frac{L_m}{L_1 L_2''} \Psi_{2\alpha} \right] R_1 + \frac{d\Psi_{1\alpha}}{dt}; \\ u_{1\beta} = \left[\left(\frac{1}{L_1} + \frac{L_m k_1}{L_1 L_2''} \right) \Psi_{1\beta} - \frac{L_m}{L_1 L_2''} \Psi_{2\beta} \right] R_1 + \frac{d\Psi_{1\beta}}{dt}; \\ u'_{2\alpha} = \left[\frac{1}{L_2''} (\Psi_{2\alpha} - k_1 \Psi_{1\alpha}) \right] R'_2 + \frac{d\Psi_{2\alpha}}{dt} + \frac{\pi}{\tau} v \cdot \Psi_{2\beta}; \\ u'_{2\beta} = \left[\frac{1}{L_2''} (\Psi_{2\beta} - k_1 \Psi_{1\beta}) \right] R'_2 + \frac{d\Psi_{2\beta}}{dt} - \frac{\pi}{\tau} v \cdot \Psi_{2\alpha}. \end{cases} \quad (13)$$

Sukiojo asinchroninio variklio momentas randamas iš lygčių [11]

$$M = \frac{3}{2} p (\Psi_{1\alpha} i_{1\beta} - \Psi_{1\beta} i_{1\alpha}) \quad (14)$$

arba

$$M = \frac{3}{2} p (\Psi_{2\beta} i_{2\alpha} - \Psi_{2\alpha} i_{2\beta}). \quad (15)$$

Tiesiaeigio variklio jėga apskaičiuojama taikant galių balanso sąlygą [13]

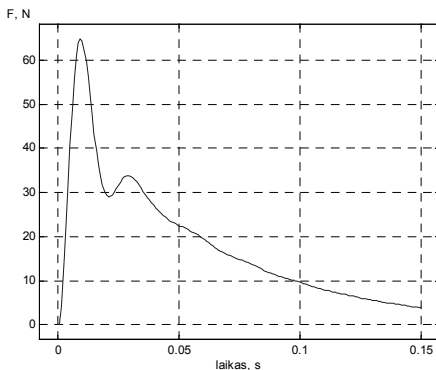
$$F = M \cdot \frac{\pi}{\tau p}$$

ir gaunama:

$$F = \frac{3}{2} \frac{\pi}{\tau} (\Psi_{2\beta} i_{2\alpha} - \Psi_{2\alpha} i_{2\beta}). \quad (16)$$

Šios lygtys papildomos (16) lygtimi ir pavaros judesio lygtimi (2).

Pagal (13), (16), (2) ir (3) lygtis sudarytas tiesiaeigės pavaros modelis pateiktas [17]. Modelį, be indikacijos bloką, sudaro 37 bloka. A fazės srovė yra lygi jos projekcijai į α ašį. 5 pav. pateiktas dinaminės jėgos kitimas laikui bėgant, paleidžiant variklį, 6 pav. – variklio greičio kitimas laikui bėgant.

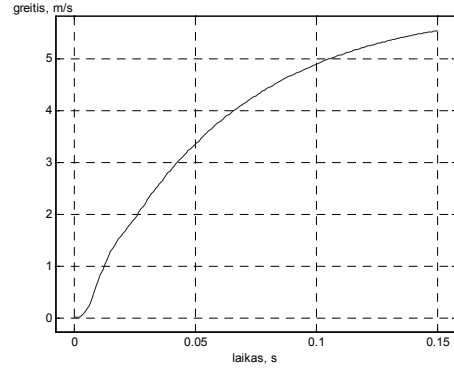


5 pav. Variklio jėgos dinaminė charakteristika, gauta modeliuojant variklį α, β koordinatių sistemoje

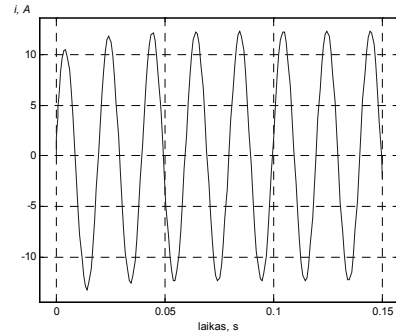
7 pav. pateikta variklio A fazės srovės dinaminė charakteristika. Palyginus su atitinkamomis charakteristikomis, pateiktomis 1, 2 ir 4 pav., matyti, kad rezultatai yra analogiški gautiems modeliuojant pavarą x, y koordinatių sistemoje.

8 pav. pateikta variklio dinaminės jėgos charakteristika, sustabdytą variklį prijungiant prie tinklo. Nusistovėjusi trumpojo jungimo jėgos vertė 13% mažesnė

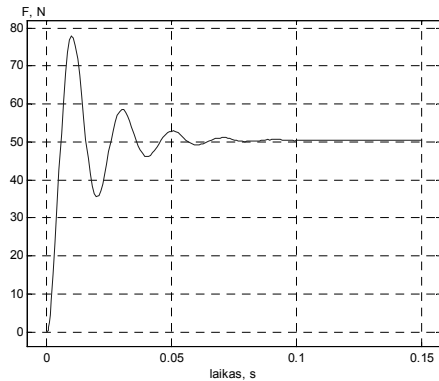
už didžiausią jėgos vertę, paleidžiant neapkrautą variklį (1pav.).



6 pav. Variklio greičio dinaminė charakteristika (α, β - koordinatių sistema)



7 pav. Induktoriaus srovės dinaminė charakteristika α, β koordinatių sistemoje



8 pav. Sustabdyto variklio jėgos dinaminė charakteristika (α, β koordinatių sistema)

Modeliuojant gautos pagrindinių variklio koordinačių (jėgos, greičio, kelio, srovės) laikinės priklausomybės. Jos yra analogiškos priklausomybėms, gautoms modeliuojant tiesiaeigę pavarą sinchroniniu greičiu judančioje koordinatių sistemoje x, y . Šiuo atveju modelis yra paprastesnis. Variklio modelio srovės ir srantai yra sinusiniai, todėl nereikia papildomų bloką fazinei srovei apskaičiuoti. Modelis veikia stabiliai.

Išvados

1. Naudojant gautas tiesiaeigės pavaros dinaminio modelio lygtis galima sudaryti pavaros modelį α, β koordinatių sistemoje, tvirtai susijusiu su statoriumi.

2. Modelis veikia stabiliai. Gautos pavaros koordinacių laikinės priklausomybės analogiškos gautoms modeliuojant pavarą sinchroniniu greičiu judančioje koordinacių sistemoje.

3. Didžiausia variklio sukuriama jėga, paleidžiant neapkrautą variklį yra 13 % didesnė už nusistovėjusią trumpojo jungimo jėgą.

Literatūra

1. **Gieras J.F., Hartzenberg P.D., Magura I.J., Wing M.** Control of an elevator drive with a single-sided linear induction motor // Fifth European Conference on Power Electronics and Applications. – 1993. - Vol. 4. - P. 353-358.
2. **Morizane T., Masada E.** Study on the Feasibility of Application of Linear induction motor for Vertical movement // IEEE transactions on magnetics. - 1993. - Vol.29, No 6. - P. 2938-2940.
3. **Yuynue Y.** Application of the linear induction motors in the Postal Mechanical System // Proceedings of the International Conference on Electrical Machines and Systems. - 2001. ICEMS 2001. - Vol.23. - P. 964-967.
4. **Budig P.-K.** The Application of Linear motors // The third International Power Electronics and motion Control conference. - 2000. - Vol.3. - P. 1336-1341.
5. **Spicer F. D., Sackett J.N., Black C. T.** Precision X-Y positioning system using linear induction motors // Iee Colloquium on Limited motion Electrical Actuation Systems. (Digest No1998/494). – 1998. - P. 6/1-6/3.
6. **Соколов М. М., Ринкевичене Р. В.** Электро - механические процессы в линейном электроприводе толкателя // Электричество. - 1990. - № 3. - С. 75 - 78.
7. **Poška A., Teišerskas Č.** Automatinės sistemos su tiesiaieigėmis elektros pavaromis. – Vilnius: Technika, 1993. – 176 p.
8. **Poška A., Rinkevičienė R., Teišerskas Č.** Tiesiaieigės asinchroninės pavaros skaitmeniniai dinaminiai modeliai // Elektronika ir elektrotechnika. – 1997. - P. 50-54.
9. **Poška A., Rinkevičienė R., Savickienė Z.** Tiesiaieigės impulsinės elektros pavaros modeliavimas // Automatika ir valdymo technologijos - 97. Konferencijos pranešimų medžiaga. - Kaunas: Technologija, 1997. - P.79 - 85.
10. **Poška A., Rinkevičienė R.** Tiesiaieigių elektros pavarų skaičiavimo ir valdymo algoritmai.- Vilnius: Technika, 1997.– 232 p.
11. **Ключев В. И.** Теория электропривода: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
12. **Poška A., Rinkevičienė R., Savickienė Z.** Vykdyto sistemų tiesiaieigių asinchroninių elektros pavarų savybės // Elektronika ir elektrotechnika. ISSN 1392-1215. - Kaunas: Technologija, 1998. - Nr. 4(17). - P. 31-34.
13. **Соколов М. М., Сорокин Л. К.** Электропривод с линейными асинхронными двигателями. - Москва: Энергия, 1974.–136 с.
14. **Ямамура С.** Теория линейных асинхронных двигателей: Пер. с англ. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983. -180 с.
15. **Smilgevičius A., Rinkevičienė R., Poška A.** Special systems with low speed linear induction motors // Proceedings of International conference of Robotics, Vision and Parallel Processing for Automation. July 16-18, July 16-18. - Ipoh, Perak, Malaysia. 1999. - Vol. 2. - P. 673-679.
16. **Башарин А. В. , Новиков В. А. , Соколовский Г. Г.** Управление электроприводами. - Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 392 с.
17. **Rinkevičienė R.** Mechatronic Systems with linear induction motors. Summary of the research report presented for habilitation. – Vilnius: Technika, 2003. – 28 p.

Pateikta spaudai 2003 02 19

R. Rinkevičienė, S. Lisauskas. Tiesiaieigių mechatroninių sistemų modeliai // Elektronika ir elektrotechnika.– Kaunas: Technologija, 2003. – Nr. 4(46). – P. 69-73.

Tiesiaieigės pavaros dinamikai tirti ir palyginti yra sudaryti skaitmeniniai dinaminiai modeliai judančioje sinchroniniu greičiu ir susietoje su statoriumi koordinacių sistemose. Pateiktas programos aktyvusis langas leidžia pagal atstojamosios schemos parametrus tirti pavaros dinamines charakteristikas pavarą paleidžiant ar valdant impulsiniu būdu. Skaičiavimo rezultatų analizė rodo, kad, valdant nedidelės masės vykdyto mechanizmus, pavara veikia žingsniu režimu. Antrinė srovė nuslopsta per dešimtis milisekundžių, todėl kiekvieno įjungimo metu skaičiavimus galima atlikti esant pradinėms nulinėms sąlygoms. Pereinamojo proceso srovės amplitudė iki 15% viršija nusistovėjusią vertę, todėl impulsinio valdymo sistemoje nereikia jokių srovės ribojimo įtaisų. Sudarytas tiesiaieigės pavaros modelis nejudančioje koordinacių sistemoje ir palyginti modeliavimo rezultatai. Abu modeliai duoda vienodus rezultatus. Eksperimentinė srovės vertė 10% skiriasi nuo apskaičiuotos vertės. Didžiausia variklio sukuriama jėga, paleidžiant neapkrautą variklį, yra 13 % didesnė už nusistovėjusią trumpojo jungimo jėgą. Il. 8, bibl. 17 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

R. Rinkevičienė, S. Lisauskas. Modelling of Mechatronic System with Linear Induction Motors // Electronics and Electrical engineering. – Kaunas: Technologija, 2003. – No. 4(46). – P. 69-73.

Mechatronic systems with linear induction motors are applied for short time duty type. During this operation speed of the secondary element and currents f inductor do not reach steady state values. To investigate dynamics of linear induction drive it was carried out two types of dynamic models: one in synchronous reference frame, other in fixed reference frame. Elaborated algorithm and program with command window facilitates investigation of dynamic characteristics when are known parameters of equivalent circuit. Carried out model of linear electric drive gives the same results . Ill. 8, bibl. 17 (in Lithuanian, summaries in Lithuanian, English and Russian).

Р. Ринкевичене, С. Лисаускас. Моделирование линейной мехатронной системы // Электроника и электротехника. – Kaunas: Technologija, 2003. – № 4(46). - С. 69-73.

Мехатронные системы с линейными асинхронными двигателями применяются в тех областях промышленности, где они работают в кратковременном или кратковременно-повторном режиме. При кратковременном режиме скорость вторичного элемента и токи индуктора не достигают установившихся значений. Для исследования динамики линейного электропривода разработаны динамические модели в движущейся с синхронной скоростью и жестко связанной со статором системах координат. Разработан алгоритм и программа, активное окно которой позволяет ввести параметры схемы замещения электропривода. Разработана модель линейного электропривода в неподвижной системе координат. Обе модели дают одинаковые результаты, но второй из них проще. Ил. 8, библи. 17 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).