Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

Pneumatikus lineáris hajtások energetikai optimalizálása

Toman Péter László

Témavezetők:

Dr. Csizmazia Zoltán, professor emeritus,CSc

Dr. Véha Antal, egyetemi tanár,CSc



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Növénytermesztési, Kertészeti és Regionális Tudományok Doktori Iskola

Debrecen

2017.

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

Az energetikai optimalizálás ma számos területen, így a mozgások, mozgatások területén is alapvető kérdés. Ebben a tekintetben a lineáris mozgások jelentős részarányt ölelnek fel. Megvalósításuknak számos módja van. Elég, ha csupán az élelmiszeripari csomagolástechnikára, ipari sorozatgyártás számos területére vagy az egyre terjedő robotikára gondolunk.

A különböző mozgatások megvalósítására, kedvező áruk miatt, leginkább a lineáris munkahengereket (aktuátorokat) alkalmazzák, amelyek működési elvük szerint hidraulikus-, pneumatikus- és elektromechanikus működésűek lehetnek. Ezek előnyeit és hátrányait elemezve egyre nő az érdeklődés a pneumatikus mozgatás iránt. Ezt az is motiválja, hogy a pneumatikus munkahengereket, mint fontos munkavégző elemeket, számos előnyös tulajdonságuk miatt széles körben alkalmazzák az ipari automatizálás területén. A pneumatikus munkahenger dugattyúját hagyományos alkalmazásoknál, általában a két véghelyzetben állítják meg.

A pneumatikus munkahengerek rendkívüli előnye, hogy egyszerűek, tiszták, olcsók, megbízhatóak, nagy sebességre képesek, nagy a teljesítmény-tömeg viszonyuk, könnyű a karbantartásuk, eredendően rugalmasak, robbanás- és tűzbiztonságuk megfelelő, üzemvitelük egyszerű, üzembiztonságuk jó.

Az elmúlt évtizedekben a pneumatikus hajtások fejlődése jelentős volt, ami elsősorban a szervopneumatikus rendszerek modellezésének intenzív fejlesztésével, valamint a szabályozáselmélet fejlődése eredményeinek alkalmazásával indokolható. Javultak a pozicionálási és pályakövetési tulajdonságok és a pneumatikus aktuátorok robottechnikai alkalmazásokra is

alkalmassá váltak. A téma gyors fejlődése, jövőbeli reményteli alkalmazása célszerűvé teszi a téma alaposabb elemzését.

Célkitűzések

A fentiek alapján kutatómunkám célja:

- a pneumatikus lineáris hajtások elemzése;
- a pneumatikus lineáris hajtások alkalmazásának kiszélesítése;
- a pneumatikus lineáris hajtások energetikai optimalizálása;
- a pneumatikus lineáris hajtások pozicionálásának elemzése, energetikai értékelése.

Figyelembe véve a pneumatikus lineáris hajtások általános elterjedtségét, a munka eredményes megvalósítása jelentős új eredményt és előrelépést jelenthet a vizsgált területen.

Kutatási munkámmal kapcsolatos kísérletek megalapozása érdekében további célként tűztem ki olyan laboratóriumi kísérleti berendezés tervezését és megvalósítását, mely alkalmas a fentiekben meghatározott feladatok megvalósításához szükséges mérések elvégzéséhez.

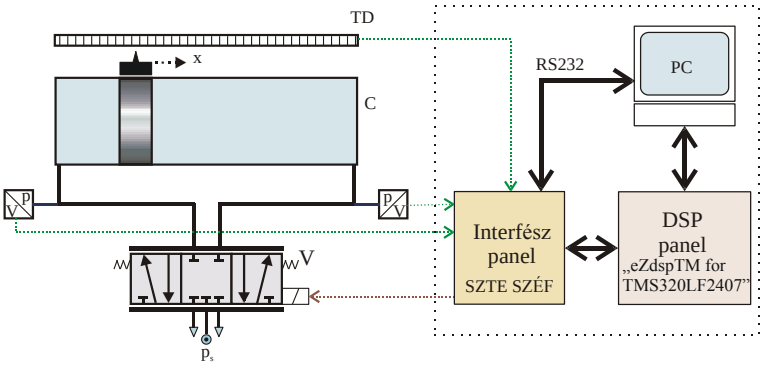
A kutatómunka során, a szabadon pozicionálható pneumatikus hajtást olyan módon alakítottam ki, hogy a rendszerbe bevezetett energia hasznosulása - azaz a hatásfok – a korábbi alkalmazásokhoz képest megtöbbszöröződjön. Ez a hajtás energetikai optimalizálása, a meglévő matamatikai modellek továbbfellesztése, új matematikai modellek megalkotása révén valósítható meg.

2. A kutatás módszerei

A fentiekben körvonalazott kísérleti berendezéssel szemben támasztott követelmények:

- a berendezés kereskedelmi forgalomban beszerezhető alkatrészekből épüljön fel;
- a berendezés tegyen eleget a kutatási program során felmerült követelményeknek;
- a berendezés legyen univerzális és könnyen kezelhető.

A kísérleti berendezés felépítése:



1. **ábra**. A kísérleti berendezés működési vázlata

Az **1. ábrán** látható kísérleti berendezés fő része, egy MECMAN 170 (Rexroth RMC-BV) típusú 32 mm átmérőjű, 500 mm löketű siklóhenger, amely egy FESTO MPYE-5-1/8 HF-010B típusú arányos szeleppel

vezérelhető. A dugattyú pozíciója egy LINIMIK MSA 320 típusú inkrementális útadóval mérhető. A sebesség és a gyorsulás számítható. A kamrák nyomásának mérése Motorola MPX5999D nyomásérzékelőkkel történik.

3. Az értekezés eredményei

Vizsgálataim során a penumatikus hajtások elemzésére koncentráltam. Mivel a pneumatikus hajtások legfőbb előnye az egyszerű felépítés és az ebből következő nagy üzembiztonság, a hajtások tervezésénél az egyszerűségre törekedtem, nem tartottam célszerűnek túlbonyolítani a rendszert, az egyik vagy másik előny elérése érdekében.

A pneumatikus hajtások alkalmazásának határt szabnak a fékezési és pozicionálhatósági kérdések. Munkámmal ezeknek a határoknak a kiterjesztését céloztam meg, ezen belül olyan hajtásrendszerek fejlesztését, amelyek optimálisan alkalmazkodnak az elvégzendő feladatokhoz, hatásfokuk lényegesen meghaladja az eddig megismerteket.

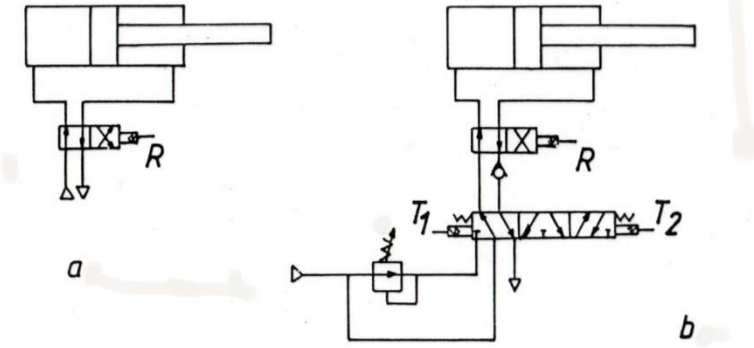
Elsősorban nagy tömegek mozgatásakor, illetve alacsony működési sebességek mellett tapasztalható, hogy a munkahenger sebességét nem lehet pontosan beállítani. Ilyenkor a mozgás darabossá válik, különböző lengések, rezgések lépnek fel. Ezeket a lengéseket a megszokott módon, a fojtások állításával már nem lehet kiküszöbölni.

Gondot okoz az is, hogy a relatíve nagy tömegek mozgatásakor a véghelyzetben - a rövid fékút miatt - nagy inerciális erők keletkeznek. Ez a gond mérsékelhető a működési sebesség csökkentésével, ezzel azonban romlik a berendezés kihasználhatósága és hatásfoka.

A pneumatikus hajtások további hátránya a kedvezőtlen hatásfok, ami a fojtásos sebességszabályozásból és a levegő expanziós energiájának kihasználatlanságából ered.

A legnagyobb gond azonban a munkahengerek ütközés nélküli pozicionálási megoldásból adódik. Sokan vélik úgy, hogy ez a probléma a levegő összenyomhatósága miatt nem oldható meg. Én azonban úgy vélem, hogy van megoldás. Ennek bizonyítáasára, a téma elemzéséhez az alábbi fékezési rendszert alakítottam ki (**2. ábra**).

A **2. ábrán** bemutatott alapkapcsolás a biztonságos fékezés mellett nagy működési gyorsaságot biztosít, ezért széles körben alkalmazható közepes és nagy inerciális terhelés mellett.



2. **ábra**. Fékezési felépítések

3.1. A különböző hajtások dinamikai és energetikai jellemzőinek elemzése

A különböző felépítésű hajtások dinamikai és energetikai jellemzőinek összehasonlító elemzéséhez azok dimenzió nélküli *matemetikai modelljét* alkalmaztam:

$$\frac{d\sigma_1}{d_2} = \frac{K}{\gamma_{01}+\gamma}\left[A_1 Z_1 sign(\sigma_{M1}-\sigma_1)\varphi(I_1) - \sigma_1 \frac{d\gamma}{d\tau}\right] \quad (1)$$

$$\frac{d\sigma_2}{d\tau} = \frac{K}{\gamma_{02}+1-\gamma}\left[A_2 Z_2 sign(\sigma_2-\sigma_{M2})\frac{\varphi(I_2)}{\prod_{21}^{F}} - \sigma_2 \frac{d\gamma}{d\tau}\right] \quad (2)$$

$$\frac{d\theta_1}{d\tau} = \frac{\theta_1}{\sigma_1}\frac{d\sigma_1}{d\tau} + \frac{\theta_1}{\gamma_{01}+\gamma}\frac{d\gamma}{d\tau} - sign(\sigma_{M1}-\sigma_1)A_1 Z_1 \frac{\varphi(I_1)}{\gamma_{01}+\gamma} \quad (3)$$

$$\frac{d\theta_2}{d\tau} = \frac{\theta_2}{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{d\tau} - \frac{\theta_2}{\gamma_{02}+1-\gamma}\frac{d\gamma}{d\tau} - sign(\sigma_2-\sigma_{M2})\frac{A_2' Z_2 \varphi(I_2)}{\prod_{21}^{F}(\gamma_{02}+1-\gamma)} \quad (4)$$

$$\frac{d\gamma}{d\tau} = \dot{\gamma} \quad (5)$$

$$\frac{d\gamma}{d\tau} = B(\sigma_1 - \sigma_2 \prod_{21}^{F} - \chi) \quad (6)$$

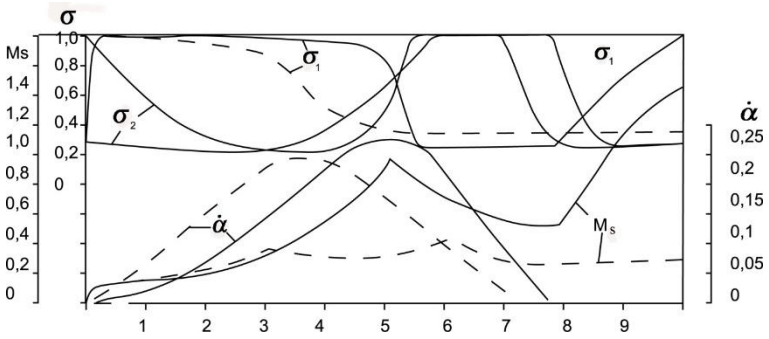
$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{\dot{\gamma}^2}{2B} \quad (7)$$

$$\frac{dM_S}{d\tau} = \bar{R} Z_1 \varphi(I_1) + R\left[Z_2 \varphi(I_2)\frac{1+sign(1-\sigma_2)}{1+|sign(1-\sigma_2)|} - Z_2 \varphi(I_2)\frac{1+sign(\sigma_2-1)}{1+|sign(\sigma_2-1)|}\right] \quad (8)$$

$$\frac{dM_S}{d\tau} = Z_1 T_1 \varphi(I_1) + T_2\left[Z_1 \varphi(I_1)\frac{1+sign(\sigma_K-\sigma_1)}{1+|sign(\sigma_K-\sigma_1)|} - Z_2 \varphi(I_2)\frac{1+sign(\sigma_2-1)}{1+|sign(\sigma_2-1)|}\right] \quad (9)$$

Az *egyenletrendszer numerikus integrálásának eredményei*t, az alapstruktúra esetén χ = 0,1, $\gamma_{01} = \gamma_{02}$ = 0,15, $\prod_{21}^{F} = 1$, σ_a = 0,2, B = 0,1 értékekkel a **3. ábra**

szemlélteti, ahol σ, θ, γ, η, M_s, a relatív nyomás, hőmérséklet, elmozdulás, idő, felhasznált levegőtömeg értékek, a χ a statikus terhelés mutatója, φ(3), a hozamfüggvény, A , A' modellezési állandók, B az inerciális mutató, Z az áteresztőképességet értékelő korrektor.



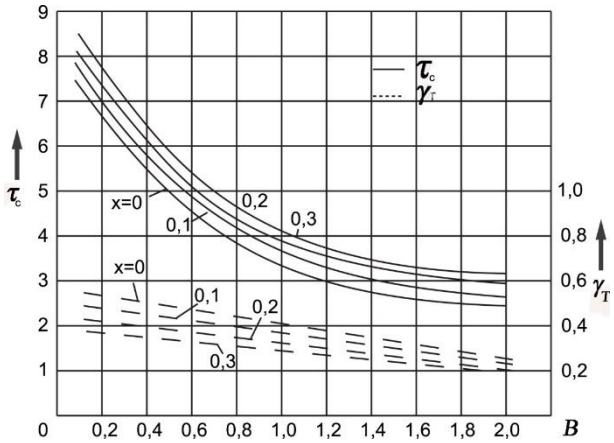
3. ábra. A numerikus integrálás eredményei

A **3. ábra** alapján követhető, hogy a kialakított kapcsolás nagy működési gyorsaság mellett egyenletes fékezést biztosít. Az egy ciklus alatt felhasznált sűrített levegő relatív tömege: M_s = 1,41. A fent felsorolt paraméterek egy inerciálisan erősen terhelt hajtásnak felelnek meg.

A pneumatikus *hajtás energetikei jósági fokát* fajlagos munkaképességgel, azzal a legnagyobb külső munkával mérjük, amelyet a hálózatból a hajtásba jutó egységnyi tömegű sűrített levegő végez.

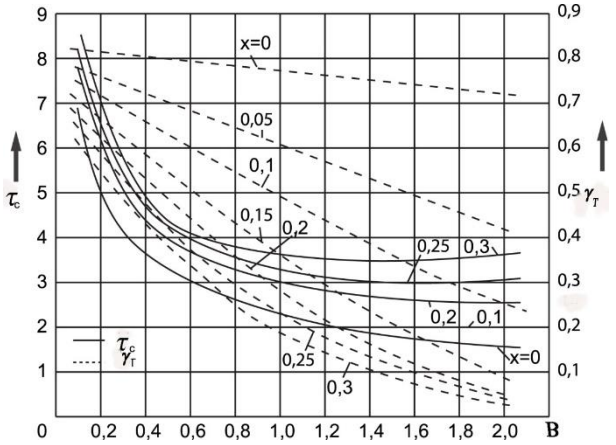
A klasszikus hajtásrendszerek megfelelő vezérlésével elérhető a lágy, ütésmentes megállás, sajnos azonban a hatásfok ezzel az alprendszerrel nem javítható (15-20%).

Az inproduktív energiafogyasztás ugrásszerű csökkentéséhez olyan rendszert kellett létrehozni, amely a hajtás különböző munkafázisaihoz optimális módon igazodik.

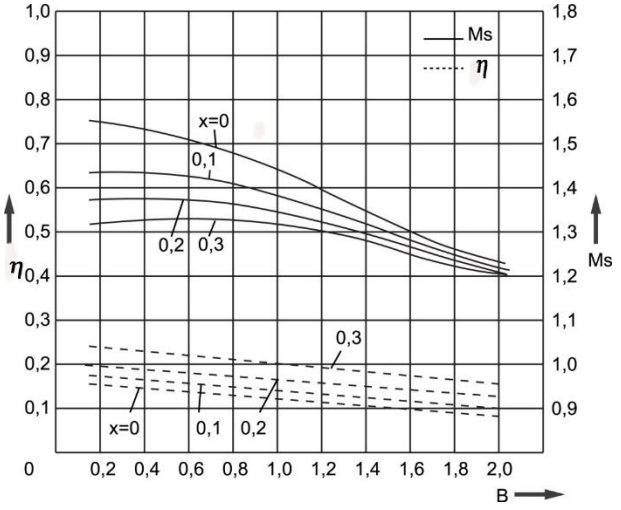


4. **ábra, a.** A számítógépes elemzés eredményei

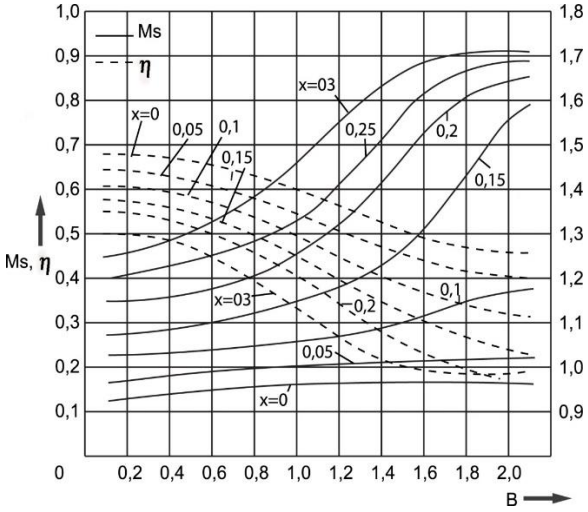
A pneumatikus hajtások energiatakarékos struktúráinak és racionális üzemeltetési területeinek meghatározásához a két megvizsgált fékezési módban teljesen eltérő hajtástípusnál meghatároztam az egyenletrendszer (1-9) által leírt átmeneti folyamatokat, különböző statikus terhelések és inerciális mutatók mellett. Az így kapott értékeket a **4. ábrán (a, b, c d)** mutatom be.



4. ábra, b. A számítógépes elemzés eredményei



4. ábra, c. A számítógépes elemzés eredményei



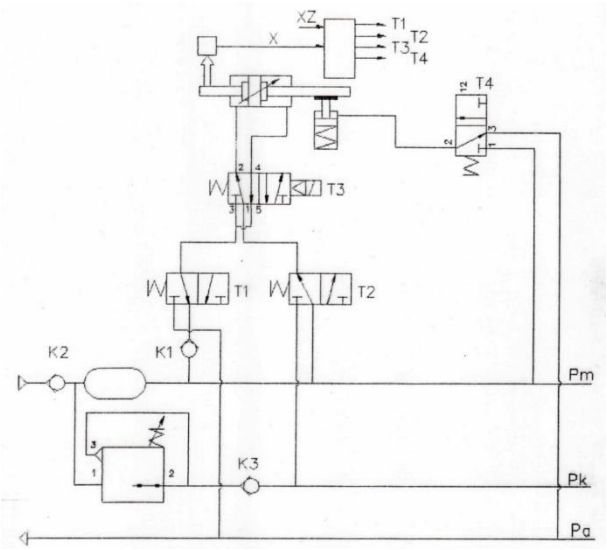
4. ábra, d. A számítógépes elemzés eredményei

A fenti diagramok elemzése megmutatta, hogy a 2. ábra szerinti kialakítás gyakorlatilag a teljes vizsgálati területen nagyobb működési gyorsaságot biztosít. Az energiafelhasználásban a legjelentősebb megtakarítás χ = 0-0,1 között jelentkezik. A χ növekedésével az energiafelhasználás a módosított kapcsolással, csak nagy inerciális terhelésnél (B = 0,1-0,5) csökken. Nagy statikus (χ > 0,3) és kis inerciális terhelésnél (B > 1,5) az energiatakarékos struktúra alkalmazása nem célszerű. A B növelésével nő a dugattyú mozgásának sebessége és csökken a fékút. Ezzel együtt a fojtási veszteségek nőnek. Például χ = 0,1-nél, B = 0,1-ről B = 2-re történő emelésnél a fojtási

veszteségek hasonló mértékben, szintén közel 20-szorosára emelkednek, elérve a sűrített levegő összes munkaképességének 1/3-át (4.d ábra).

Ugyanakkor a fékút csökkenésével - a nem teljes expanzió következtében - az ezzel kapcsolatos veszteségek (ΔE_{np}) 3,7-szeresére nőnek. Mindebből egyértelműen következik a hatásfok jelentős csökkenésének ténye kis inerciális terhelés mellett.

Figyelembevéve az energia egyre növekvő, valamint a pneumatikus berendezések egyre csökkenő árát, az energiatakarékos rendszerek alkalmazása egyre gazdaságosabbá és célszerűbbé válik.



5. ábra. A fejlesztett szabadon pozicionálható hajtás vázlata

A **5. ábrán** az általam fejlesztett szabadon pozicionálható pneumatikus hajtás vázlatát mutatom be, amely működése közben az előzőekben ismertetett fékrendszert használja. A modult a kívánt pozicióban rögzítőfék stabilizálja. A levegő rugalmasságából, a tápnyomás a terhelés változásából adódó pozicionálási hibákat a helyzetérzékelés segítségével korrigálni tudja és egyben pontosítja az optimális fékutat, így a rendszer „öntanulóvá" válik.

4. Új tudományos eredmények

1. A lineáris hajtások energetikai optimalizálásának vizsgálatához új működési felépítést terveztem és valósítottam meg, és a releváns matematikai modellt továbbfejlesztettem:

$$\frac{dM_S}{d\tau} = \bar{R}Z_1\varphi(I_1) + R\left[Z_2\varphi(I_2)\frac{1+sign(1-\sigma_2)}{1+|sign(1-\sigma_2)|} - Z_2\varphi(I_2)\frac{1+sign(\sigma_2-1)}{1+|sign(\sigma_2-1)|}\right]$$

$$\frac{dM_S}{d\tau} = Z_1T_1\varphi(I_1) + T_2\left[Z_1\varphi(I_1)\frac{1+sign(\sigma_K-\sigma_1)}{1+|sign(\sigma_K-\sigma_1)|} - Z_2\varphi(I_2)\frac{1+sign(\sigma_2-1)}{1+|sign(\sigma_2-1)|}\right]$$

2. Megállapítottam, hogy a klasszikus lineáris hajtásrendszerekkel – megfelelő vezérlés esetén– elérhető a lágy, ütközésmentes megállás, azonban, az alaprendszernek megfelelő kiépítéssel a hatásfok nem javítható.

3. Mérésekkel igazoltam, hogy a hagyományos hajtásrendszerbe bevezetett egységnyi energia legfeljebb 21,8 %-kal hasznosul, míg az

általam továbbfejlesztett modell esetén, ugyanezen egységnyi energia hasznosulása 59,5%. Ez több min 2,5-szeres energiahasznosulás-növekmény.

4. Megállapítottam, hogy az elméleti hatásfok az általam meghatározott paraméterekkel 85-90 % is lehet, de a gyakorlatban, a munkahengerek rezonanciája korlátozza a 60% feletti hatásfok elérését.

5. Megállapítottam, hogy a közel kétszeres inerciális terhelés és az általam javasolt pozicionálási rendszer alkalmazásával, a pneumatikus hajtásrendszer hatásfoka 60-65% között tartható, az eddigi gyakorlat során elért 15-20% helyett.

5. Az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága

Munkámban a pneumatikus lineáris hajtás energetikai kérdéseit elemezetem. A gyakorlat számára is átadható eredmények születtek a hajtások hatásfokának javításával, a felhasznált energia csökkentésével kapcsolatban. Tekintettel arra hogy a pneumatikus lineáris hajtásokat egyre szélesebb körben aklalmazzák, az élelmiszerfeldolgozás, a szerszámgépek vezérlése, a járműipar, a robotika számos területén, az általam kidolgozott energiatakarékos, kedvező hatásfokú hajtások alkalmazása számtalan előnnyel jár a felhasználó számára.

Az alábbi fejlesztett új hajtásrendszerek, a meghatározott optimális paraméterek ajánlhatók a felhasználók számára:

1. Hajtásrendszerek fejlesztését végeztem el, amelyekkel a lineáris hajtások energiatakarékos alkalmazásának korlátozó tényezői kezelhetők, az itt fellépő káros hatások mérsékelhetők. A tervezett

hajtásrendszerek optimálisan alkalmazkodnak az elvégzendő feladatokhoz.

2. A gyakorlat számára hasznosítható, egyszerű fékezési rendszereket terveztem. Ezek a fékezési rendszerek a biztonságos fékezés mellett nagy működési gyorsaságot biztosítanak, ezért széles körben alkalmazhatók közepes és nagy inerciális terhelés mellett.

3. Ellenáramú fékezési rendszert terveztem, amelynél a fékezést az expanziós oldal túltöltésével és az abban kialakuló túlnyomás segítségével valósítottam meg. Az ilyen rendszerek jól alkalmazhatók folyamatos alternáló mozgást teljesítő rendszerekben. A felhalmozott fékezési energiát nagy százalékban fel lehet használni az ellenkező irányú mozgás megkezdésekor. Az ilyen rendszerek a hálózatból csak az expanzió után igényelnek energiát, tehát jelentős energiamegtakarítást tesznek lehetővé.

4. Magasabb műszaki szintet igénylő felhasználók részére összetettebb megoldást alakítottam ki, ahol beállítható a fékezés nyomásszintje és megvalósítható a csökkentett nyomással történő rögzítés. Ez a kapcsolás csökkenti a rögzítés energiaszükségletét, megvalósítható vele az ellenáramú fékezés és az állandó nyomáskülönbség melleti lassítás is. Ezért széles körben használható a hagyományos léghengeres mozgatások alternatívájaként lényegesen kevesebb energiafelhasználás mellett.

5. Alacsony nyomású pozicionálást terveztem, amely további lehetőség a pneumatikus rendszerek energetikai javítására és a pozicionálás megvalósítására. Ennél a rendszernél jelentősen növelni kell a berendezés „inteligenciáját” így szükség van a hajtás paramétereinek folyamatos feldolgozására. Ennek megfelelően iterációs módon meg tudják határozni a szükséges nyomásviszonyokat és gyakorlatilag csak a terhelés legyőzésére elegendő minimálisan szükséges energiát alkalmazzák a rendszerbe és kihasználják az expanziós munkát is. A pozícióba érkezéskor a fékezés végén ez a rendszer mechnikus rögzítőféket alkalmaz így alacsonyabb pontossági igények esetén szabadon pozicionálható rendszernek tekinthető.

6. Kialakítottam egy szabályozható ütközős pozicionálási rendszert, amely átmenet az energiatakarékosság és a pozicionálás között. Megvalósítja az ellenáramú fékezést, ezért hatásfoka lényegesen jobb a hagyományos rendszereknél, de lehetőséget ad közbenső pozíciók elérésére, kapcsolható ütközők, vagy ütköződob alkalmazásával. A véghelyzeti csillapítást az ütközőrendszerbe integrált csillapító hengerek végzik. Ez a rendszer kiválóan alkalmazható fix pozíciók biztos elérésére és a teher bármelyik közbenső pozícióban történő rögzítésére. Ebben az esetben a pozicionálási pontosság lehet nagyon nagy, csak a mechanikai megvalósítás szab határt.

7. Kialakítottam egy szabadon pozicionálható, energiatakarékos pneumatikus hajtásrendszert, amely működése közben az előzőekben ismertetett fékrendszert használja. A modult a kívánt pozícióban

rögzítőfék stabilizálja. Ez a fejlesztett hajtásrendszer az uralkodó nyomásviszonyok és dinamikai jellemzők elemzését teszi lehetővé.

6. Publikációk az értekezés témaköréből

DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR

Nyilvántartási szám: DEENK/148/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Toman Péter
Neptun kód: DC3TLR
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10048921

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. Gyeviki, J., Sárosi, J., Véha, A., **Toman, P.**: Experimental Investigation of Characteristic of Pneumatic Artific Musclesaal.
   Jelenkori társad. gazd. foly. 5 (1-2), 244-248, 2010. ISSN: 1788-7593.
2. Gyeviki, J., Sárosi, J., Véha, A., **Toman, P.**: Sliding-mode Control of PAM Actuatorin LabVIEW Enviroment.
   Jelenkori társad. gazd. foly. 5 (1-2), 249-253, 2010. ISSN: 1788-7593.
3. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Véha, A., Csizmazia, Z.: Pneumatic Positioning System Controlled by On-Off Valves.
   Rev. fac. eng. analecta tech. Szeged. 2008, 100-106, 2008. ISSN: 1788-6392.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

4. Gyeviki, J., Sárosi, J., Endrődy, T., Forgács, E., **Toman, P.**: LabVIEW Based Position Control for a Pneumatic Cylinder.
   Annals fact. engineer. hunedoara. 8 (1), 2532, 2010. ISSN: 1584-2665.
5. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Endrődy, T., Sárosi, J., Véha, A.: Design and fabrication of a test-bed Aimed for experiment with pneumatic artifical muscle.
   Annals fact. engineer. hunedoara. 7 (4), 91-94, 2009. ISSN: 1584-2665.
6. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Endrődy, T., Sárosi, J., Véha, A., Szabó, Z.: Sliding mode of a robot arm driven by pneumatic muscle actuators.
   Annals fact. engineer. hunedoara. 7 (4), 95-100, 2009. ISSN: 1584-2665.
7. Krutikov, G. A., **Toman, P.**, Tóth, I. T.: Ulučšenie ènergetičeskih harakteristik diskretnyh pnevmoprivodov za sčet vybora raciolnal'noj shemy tormoženia.
   Izv. vyssh. uchebn. zaved. Mashinostr. 11, 47-51, 1988. ISSN: 0536-1044.

Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. ▫ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. ▫ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu ▫ Honlap: www.lib.unideb.hu

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

8. **Toman, P.**, Krutikov, G. A., Szabó, G., Forgács, E.: Fékezés és pozicionálás nagy inerciális terhelésű pneumatikus hajtásoknál.
In: VII. Nemzetközi Pneumatika-Hidraulika Konferencia és Kiállítás : Előadások összefoglalói, Gépipari Tudományos Egyesület, Miskolc, 169-175, 1990.

Idegen nyelvű konferencia közlemények (5)

9. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Véha, A.: Position Control Of Pneumatic Actuators with PLC.
In: ICoSTAF 2010 : International Scientific Conference : November 3-4, 2010, Szeged, [Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar], [Szeged], 97-106, 2010.

10. Sárosi, J., Gyeviki, J., Véha, A., **Toman, P.**: Accurate position control of PAM actuator in Lab VIEW enviroment.
In: Proceedings of the IEEE SISY 2009: 7 th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, IEEE, Subotica, 301-305, 2009.

11. Endrődy, T., Gyeviki, J., Sárosi, J., Véha, A., **Toman, P.**: Automatic and Learning Model ofa Planar Humanoid Robot Controlled by 2 Pairs to Antagonistic PAMs Moving to Target.
In: Tudomány és technika az agrár- és élelmiszergazdaságban = International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business : ICoSTAF 2008 : November 5-6, 2008, Szeged : summaries of lectures and posters / [főszerk. Hodúr Cecília], Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Szeged, 367-375, 2008. ISBN: 9634826768

12. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Endrődy, T., Sárosi, J., Véha, A.: Design and fabrication of a test-bed Aimed for experiment with pneumatic artifical muscle.
In: Tudomány és technika az agrár- és élelmiszergazdaságban = International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business : ICoSTAF 2008 : November 5-6, 2008, Szeged : summaries of lectures and posters / [főszerk. Hodúr Cecília], SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged, 361-367, 2008. ISBN: 9634826768

13. **Toman, P.**, Gyeviki, J., Véha, A., Szabó, Z.: Simulation of Pneumatic Sytems Using LabVIEW.
In: Tudomány és technika az agrár- és élelmiszergazdaságban = International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business : ICoSTAF 2008 : November 5-6, 2008, Szeged : summaries of lectures and posters / [főszerk. Hodúr Cecília], Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Szeged, 353-360, 2008. ISBN: 9364826768

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.05.23.

Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. ¤ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. ¤ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu ¤ Honlap: www.lib.unideb.hu