

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Voldemaras Vilkas

DVIRAČIŲ RĖMŲ BANDYMO STATINĖMIS IR
DINAMINĖMIS APKROVOMIS STENDAS
Magistro darbas

Vadovas

KTU elektrotechnikos ir
automatikos fakulteto
valdymo technologijų katedros
habil. dr. prof.
V.A. Geleževičius

ŠIAULIAI, 2004

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2004 06

Voldemaras Vilkas

DVIRAČIŲ RĖMŲ BANDYMO STATINĖMIS IR
DINAMINĖMIS APKROVOMIS STENDAS

Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. T. Šimkevičius

2004 06

Vadovas

KTU elektrotechnikos ir
automatikos fakulteto
valdymo technologijų katedros
habil. dr. prof.
V.A. Geleževičius

2004 06

Atliko

EM2 gr.stud.
V.Vilkas

2004 06 07

ŠIAULIAI, 2004

Vilkas V. Stand for bicycle frame tests using statics and dynamics loads: Master thesis of Energetics engineer/research advisor Ph. Prof. Dr. V. A. Geleževičius; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department.- Šiauliai, 2004.- 56p.

SUMMARY

The theme of Master project of Energetics engineering is actual because in nowadays it is important not only design and functionality of bicycle, but also safety and technological tests of bicycle frame, fork and other part corresponding to international standards. In Master project was created system for dynamic changing force applying on dynamic pedal and wheel strength tests. Results of practical pedal pushing research and computations of modeled pedaling system were similar. Analysis of pneumatic cylinder and proportional pressure regulator (using Centaurus Plus modeling program) showed that it is necessary to reduce cylinder working cell volume to enable system to repeat 3 Hz set signals. Using algorithms models was created program for data input, processing and visualizing of testing stand. This program was kindly evaluated by specialists of Technological Test center of Faculty of Technology.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	5
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	6
ĮŽANGA	8
1. DVIRAČIŲ RĖMŲ IŠBANDYMO STANDARTINIŲ TESTŲ IR JŲ AUTOMATIZAVIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ	9
2. ARTIMŲ EKSPLOATACINIAMS STATINIŲ IR DINAMINIŲ POVEIKIŲ IMITAVIMO BŪDŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS	19
3. TESTUOJAMŲ RĖMŲ PARAMETRŲ ANALIZĖ IR JŲ MATAVIMO PRIEMONIŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS	24
4. DINAMINIŲ POVEIKIŲ FORMAVIMO SISTEMOS SUKŪRIMAS IR PAGRINDIMAS	26
5. DVIRAČIO RĖMO BANDYMO, MATAVIMO REZULTATŲ ĮVEDIMO, APDOROJIMO IR ATVAIZDAVIMO ALGORITMŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS	42
6. AUTOMATO VALDYMO ALGORITMO SUDARYMAS IR MODELIAVIMAS	44
7. BANDOMOSIOS TESTAVIMO REZULTATŲ APDOROJIMO PROGRAMOS SUDARYMAS, DERINIMAS IR IŠBANDYMAS	45
8. IŠVADOS IR SIŪLYMAI	54
9. LITERATŪRA	55
10. PRIEDAI	56

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1. 2.1 lentelė. Pagrindinių pramoninių energetinių sistemų charakteristikų palyginimas	19
2. 4.1 lentelės fragmentas. Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α	30

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1. 1.1 pav. Rėmo – šakės detalės statinio tvirtumo tikrinimo įranga	9
2. 1.2 pav. Dinaminio šakės ir rėmo bandymo tikrinimo įranga	10
3. 1.3 pav. Dinaminio rėmo bandymo tikrinimo įranga	11
4. 1.4 pav. Vairo konstrukcijos statinio bandymo tikrinimo įranga	12
5. 1.5 pav. Dinaminio vairo konstrukcijos stiprumo bandymo veikiant 250 N jėga tikrinimo įranga	13
6. 1.6 pav. Dinaminio vairo konstrukcijos stiprumo bandymo veikiant 200 N jėga tikrinimo įranga	14
7. 1.7 pav. Dinaminio pedalų veikimo tikrinimo įranga	15
8. 1.8 pav. Šakės statinio bandymo tikrinimo įranga	16
9. 3.1 pav. SIEMENS bekontaktinis optinis analoginis jutiklis	24
10. 4.1 pav. Sukimo momentas T , kai kojos spaudžiančios pedalą jėga nukreipta statmenai į pedalą	27
11. 4.2 pav. Pedalo padėtis ir pedalą spaudžianti jėga mynimo proceso metu	28
12. 4.3 pav. Sukimo momentas T ant myniklio veleno, kai spaudžianti pedalą jėga F veikia kampu į vertikale	28
13. 4.4 pav. Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α	31
14. 4.5 pav. Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α pavaizduota grafiškai	31
15. 4.6 pav. Iš valdiklio į pirmąjį proporcinį slėgio reguliatorių paduodama įtampą u_{n2}	33
16. 4.7 pav. Iš valdiklio į antrąjį proporcinį slėgio reguliatorių paduodama įtampą u_{n2}	33
17. 4.8 pav. Dianamiškai kintanti į abu proporcingius slėgio reguliatorius paduodama įtampa	34
18. 4.9 pav. Modeliuojama pneumatinio cilindro ir slėgio reguliatoriaus sistema	35
19. 4.10 pav. Slėgio reguliavimo sistemos reakcija į šuolinį nustatymo signalą, kai darbo kamos tūris $V=0,1$ l	37
20. 4.11 pav. Reakcijų šeima, gauta didinant darbo tūrį nuo 0,1 l iki 0,5 l lygiais intervalais	38
21. 4.12 pav. Darbo kameros tūris 0,2 litro ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dėsnis	39
22. 4.13 pav. Darbo kameros tūris 0,1 litro, ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dėsnis	40
23. 4.14 pav. Darbo kameros tūris 0,1 litro ir nustatytas 3 Hz slėgio kitimo dėsnis	41
24. 7.1 pav. Vizualizacijos programoje WIN CC pasirenkamas valdiklis	45
25. 7.2 pav. WINCCexplorer programos pagrindinis langas	46
26. 7.3 pav. „Tag management“ paprogramėje aprašomi programos kintamieji	46

27. 7.4 pav. Su „Graphics Designer“ kuriame grafinį programos apipavidalinimą	47
28. 7.5 pav. Programos „Graphics designer“ pagrindinis langas	48
29. 7.6 pav. „Tag logging“ duomenų archyvavimo programa	49
30. 7.7 pav. Įspėjamųjų pranešimų sistemą kuriama su „Alarm logging“	49
31. 7.8 pav. Grafikų brėžimas panaudojant valdymo funkciją „WinCC Online Trend control“	50
32. 7.9 pav. Norimo tipo ataskaitos šablonas gali būti sukurtas su „Report Designer“	51
33. 7.10 pav. Kintamųjų reikšmes formuoja imitacijos programėlė „Tag simulation for WinCC“	51
34. 7.11 pav. Bandomosios testavimo rezultatų apdorojimo ir vizualizavimo programos pagrindinis puslapis	52
35. 7.12 pav. Sukurtos bandomosios testavimo rezultatų apdorojimo ir vizualizavimo programos testo Nr.1 langas	53

IŽANGA

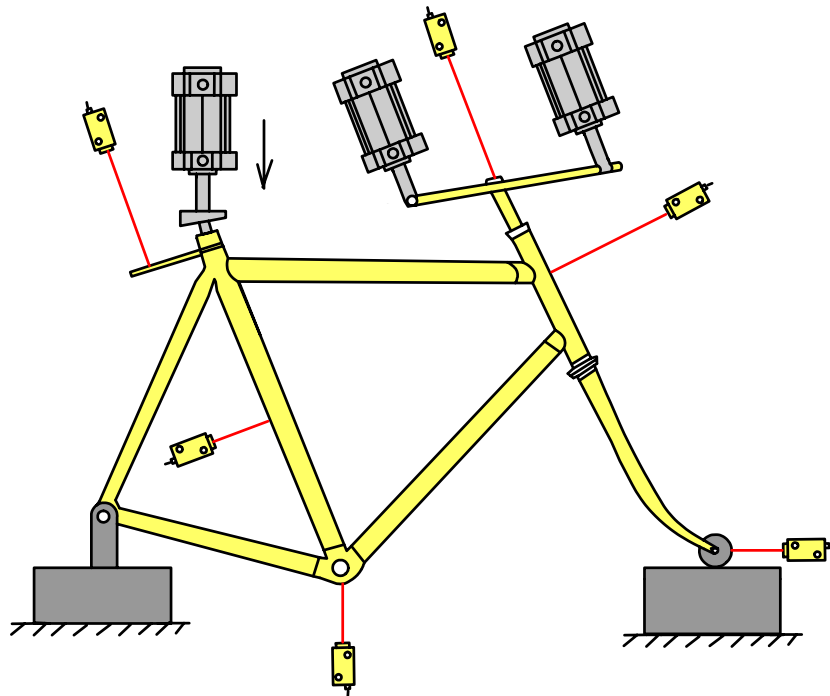
Šiais laikais greitai keičiantis gaminamų dviračių rėmo formai, didėjant dviračio funkcionalumui, atsirandant sudėtingiems naujiems dviračio mazgams ir detalėms, didėjant vartotojų imlumui naujovėms dar didesnis dėmesys skiriamas ne tik gaminamo dviračio dizainui bei konstrukcijos ypatumams, bet ir saugiam jo eksploatavimui, ilgam tarnavimo laikui, įvairiems technologiniams dviračių, jų mazgų ir detalių bandymas ir matavimams, gamybos atitikimui tarptautiniams standartams. Bendra Lietuvos ir Vokietijos įmonė akcinė bendrovė „Baltik Vairas“ yra pasirašiusi sutartį su Šiaulių Universitete Technologijos fakultete veikiančiu Technologinių bandymų centru, kuris šiai bendrovei vykdo technologinius dviračių bandymus, detalių bei mazgų linijinius ir kampinius matavimus, medžiagų mechaninius bandymus, nustato cheminę sudėtį [1]. Centre siekiant įkurti akredituotą dviračių bei vaikų žaislų bandymo laboratoriją reikalinga naudojamuose dviračių, jų mazgų ir detalių technologinių bandymų stenduose atlikti standartinių testų automatizavimo galimybių analizę.

Darbo tyrimai ir automatizavimo galimybių analizė atlikta naudojant kaip modelį italų „BIKE MACHINERY“ stendą „Halley“. Šiame stende bandomi dviračių rėmai ir šakės statinėmis ir dinaminėmis apkrovomis. Stendas anksčiau buvo eksploatuojamas Vokietijos Panterwerke dviračių gamykloje, todėl dabar statinius ir dinaminis poveikius formuojantys stendo mazgai, matavimo priemonės, matavimo rezultatų apdorojimo ir atvaizdavimo programa yra senstelėję. Technologinių bandymų centro darbuotojai padėjo įsisavinti stendo veikimo ypatybes, konsultavo iškilusiais klausimais. Darbe išanalizuoti standartiniai dviračių rėmų ir šakės bandymai, surasti šiems bandymams tobulesni statinius ir dinaminis poveikius formuojantys įrenginiai. Taip pat parinktos tikslesnės ir saugesnį matavimo būdą užtikrinančias matavimo priemonės, sumodeliuota dviračių pedalų dinaminį mynimą formuojanti sistema. Sukurta šiuolaikinė duomenų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo programą, kuri palengvins Technologinių bandymų centro darbuotojų darbą.

1. DVIRAČIŲ RĖMŲ IŠBANDYMO STANDARTINIŲ TESTŲ IR JŲ AUTOMATIZAVIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ

Dviračių rėmų bandymo testai atliekami remiantis standartu DIN 79100-2:2000-04 "DVIRAČIAI. 2 DALIS: Saugumo technikos reikalavimai. Tikrinimas. [2]. Šiuo stendu galima atlikti tokius standartinius dviračių rėmų ir šakės statinius ir dinامينius testus:

1 testas. Rėmo – šakės detalės statinis tvirtumas

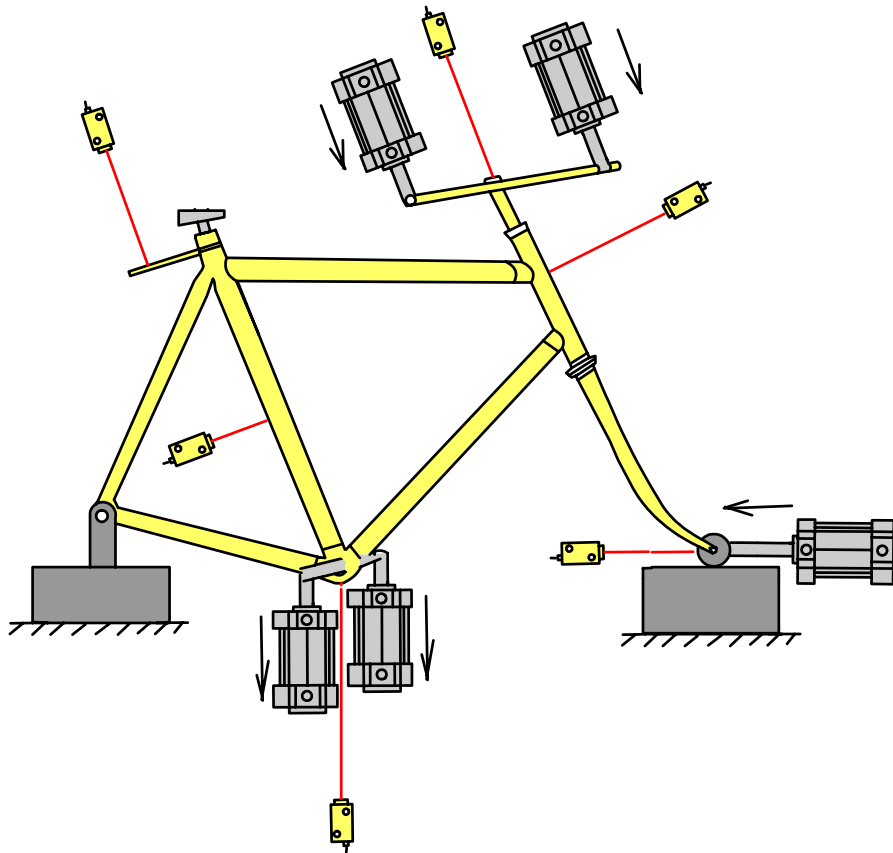


1.1 pav. Rėmo – šakės detalės statinio tvirtumo tikrinimo įranga

Rėmas paimamas po galutinio gamybinio paviršiaus apdirbimo, primontuojami priekinio rato šakė, myniklio velenas ir vairo imitacija. Į priekinio rato šakę įmontuojamas 50 mm skersmens tikrinimo ratukas. Tikrinimo įrengimas susideda iš įrangos, kuria paruoštas rėmas tvirtinamas prie užpakalinio rato laikiklių, o 50 mm skersmens ratukas padedamas ant plokštumos. Prie vairo imitacijos tvirtinasi 2 pneumatini cilindrai. Vietoj sėdynės tvirtinama standi jos imitacija, kurią veikia pneumatinis cilindras. Tada ši imitacija apkraunama 3000 N jėga (vaikiškiems dviračiams 1800 N jėga) 2 minutes, po to jėga atleidžiama. Jėgos prispaudimas ir atleidimas atliekamas per 3 sekundes pneumatiniais cilindrais. Prieš ir po statinio testo pozicionavimo įrenginiai išmatuoja pradinę ir galinę dviračio rėmo taškų padėtį.

Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti pagal sekančius punktus. Rėmo-šakės detalės statinio tvirtumo testo reikalavimai laikomi atliktais, jei po tikrinimo nenustatomi lūžiai, įbrėžimai arba sujungimo trūkumai. Maksimalus išliekantis 10 mm persiformavimas bet kuria kryptimi neleidžiamas. Rėmas turi atlaikyti masimalią spaudžiamą jėgą. (Skyriai pagal DIN 4.3.1 ir 5.3.1) [2, p.5-6];

2 testas. Dinaminis šakės ir rėmo bandymas



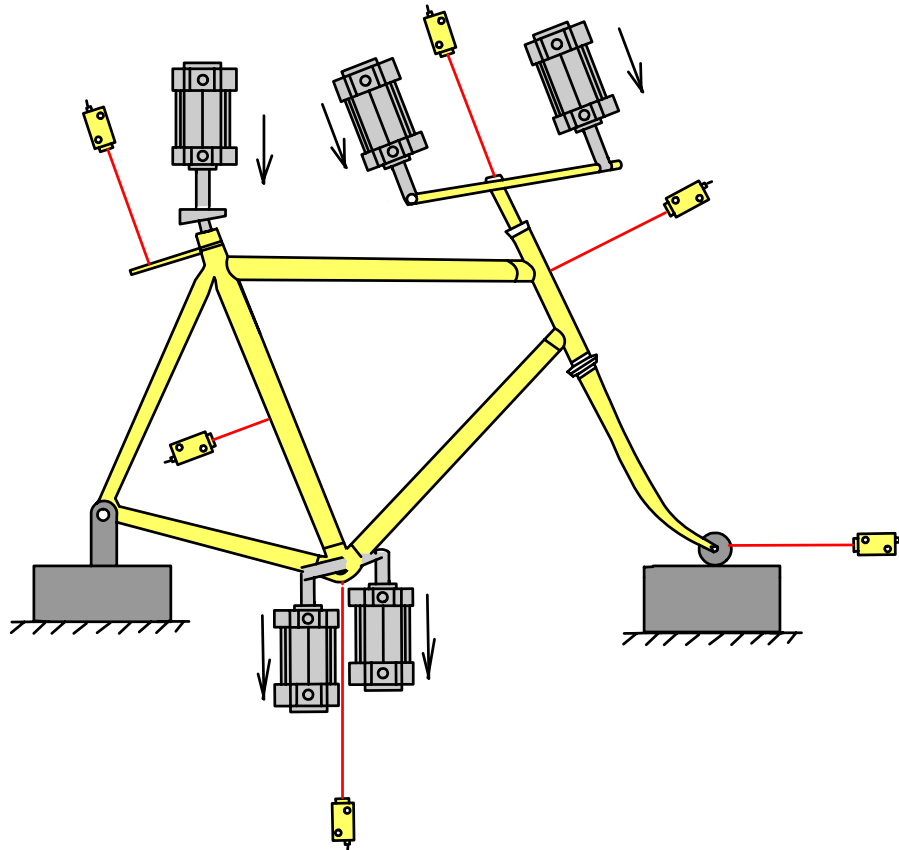
1.2 pav. Dinaminio šakės ir rėmo bandymo tikrinimo įranga

Šiame teste naudojama tikrinimo įranga panaši kaip ir pirmame bandyme. Rėmas paimamas po galutinio gamybinio paviršiaus apdirbimo, primontuojami priekinio rato šakė, myniklio velenas ir vairo imitacija. Į priekinio rato šakę įmontuojamas 50 mm skersmens tikrinimo ratukas. Tikrinimo įrengimas susideda iš įrangos, kuria paruoštas rėmas tvirtinamas prie užpakalinio rato laikiklių, o 50 mm skersmens ratukas padedamas ant plokštumos. Prie vairo imitacijos tvirtinasi 2 pneumatinei cilindrai.

Šakę apkrauname 650 N jėga, pedalus 1000 N jėga, vairą 300 N jėga. Dažnis 2 Hz, atliekama 100 000 ciklų (13 valandų 54 minutės). Pakaitomis apkraunamos kairė ir dešinė pedalo ašys.

Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti pagal sekančius punktus. Dinaminio šakės ir rėmo bandymo reikalavimai laikomi atliktais, jei po tikrinimo nenustatomi lūžiai, įbrėžimai arba sujungimo trūkumai. (Skyriai pagal DIN 4.3.2 ir 5.3.2) [2, p.6-7];

3 testas. Dinaminis rėmo bandymas



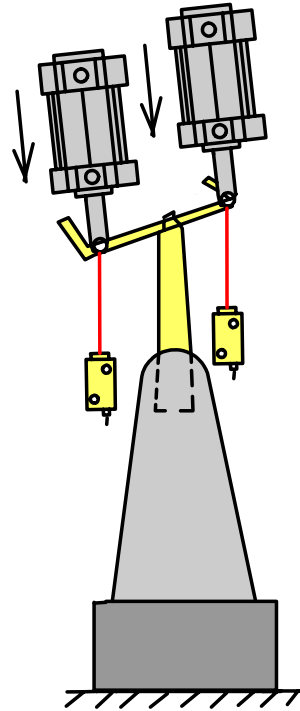
1.3 pav. Dinaminio rėmo bandymo tikrinimo įranga

Rėmas paaimamas po galutinio gamybinio paviršiaus apdirbimo, primontuojami priekinio rato šakė, myniklio velenas ir vairo imitacija. Į priekinio rato šakę įmontuojamas 50 mm skersmens tikrinimo ratukas. Tikrinimo įrengimas susideda iš įrangos, kuria paruoštas rėmas tvirtinamas prie užpakalinio rato laikiklių, o 50 mm skersmens ratukas padedamas ant plokštumos. Prie vairo imitacijos tvirtinasi 2 pneumatinei cilindrai. Vietoj sėdynės tvirtinama standi jos imitacija, kurią veikia pneumatinis cilindras. Į sėdynę veikiame 650 N jėga, į vairą 300 N jėga, į pedalus 1000 N jėga. Veikiama 2 Hz, atliekama 100 000 ciklų. Jėga prispaudžiama ir atleidžiama per 3 sekundes.

Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti pagal sekančius punktus. Dinaminio rėmo bandymo reikalavimai laikomi atliktais, jei po tikrinimo nenustatomi lūžiai, įbrėžimai arba sujungimo trūkumai.

4 testas. Vairo konstrukcijos statinis bandymas

Tikrinama dar nenaudota vairo konstrukcija. Vairas ir jo konstrukcija po paviršiaus apdirbimo sumontuojami kartu, kad rankenos būtų vertikaliaje padėtyje su vairo ašimi. Vairas ir jo konstrukcija įkišama į specialų laikiklį iki pažymėtos vietos ir pritvirtinama. Vairo viena pusė apkraunama 600 N jėga lygiagrečiai vairo ir vairo konstrukcijos ašiai ir laikoma 2 minutes. Po to bandoma antra pusė. Jėga prispaudžiama ir atleidžiama per 3 sekundes.



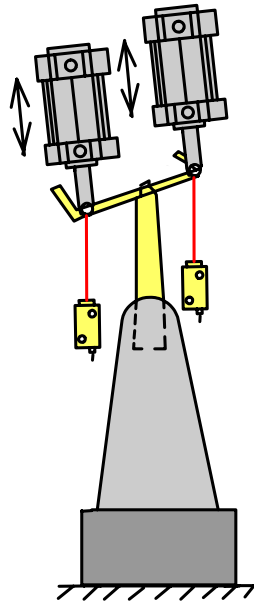
1.4 pav. Vairo konstrukcijos statinio bandymo tikrinimo įranga

Jeigu vaire yra keletas rankenos pozicijų, tikrinimo jėgą reikia pridėti taip, kad gautume maksimalius lenkimo ir sukimo momentus. Po svorių nuėmimo matuojama ir nustatoma ar reikalavimai atlikti, taip pat išmatuojami atsiradę persiformavimai.

Vairo konstrukcijos statinio bandymo reikalavimai laikomi atliktais, jeigu tikrinimo metu išlaikoma statinė tikrinimo jėga 600N su maksimaliu 20 mm išliekamu jėgos panaudojimo taško išlenkimu. (Pagal DIN skyrius 4.5.2 ir 5.5.2.) [2, p.10];

5 testas. Dinaminis vairo konstrukcijos stiprumo bandymas veikiant 250 N jėga

Tikrinama dar nenaudota vairo konstrukcija. Vairas ir jo konstrukcija po paviršiaus apdirbimo sumontuojami kartu, kad rankenos būtų vertikalioje padėtyje su vairo ašimi. Vairas ir jo konstrukcija įkišama į specialų laikiklį iki pažymėtos vietos ir pritvirtinama. Vairo konstrukcija apkraunama 250 N jėga, abi vairo pusės veikiamos sinchroniškai. Naudojamas dažnis 3 Hz, ir 100 000 ciklų skaičius. Jei vairas turi keletą rankenos pozicijų, tada tikrinimo jėga pridedama taip, kad didžiausi momentai atsitrenktų į vairo konstrukciją.

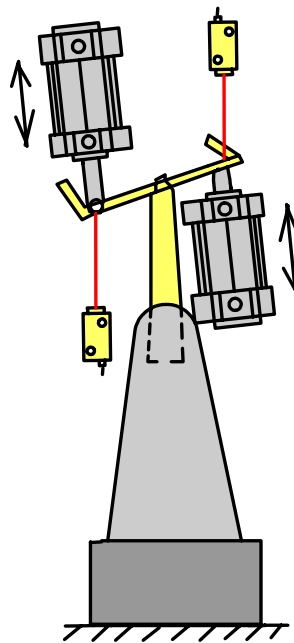


1.5 pav. Dinaminio vairo konstrukcijos stiprumo bandymo veikiant 250N jėga tikrinimo įranga

Sinchroniško tikrinimo metu naudojamos jėgos pridėjimo kampas nuo vertikalės gali nukrypti iki 25° . Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti. Jėga yra naudojama ant abiejų galų bei ta pačia kryptimi, kryptis yra keičiama į viršų bei į apačią. Vairo ir konstrukcijos reikalavimai laikomi atliktais, jeigu tikrinimo metu išlaikomas reikalaujamas judesių skaičius, neįvertinant naudojamų tikrinimo jėgų sukeltų lūžių arba įdrėskimų. (Skyriai pagal DIN 4.5.3 ir 5.5.3.) [2, p.10-11];

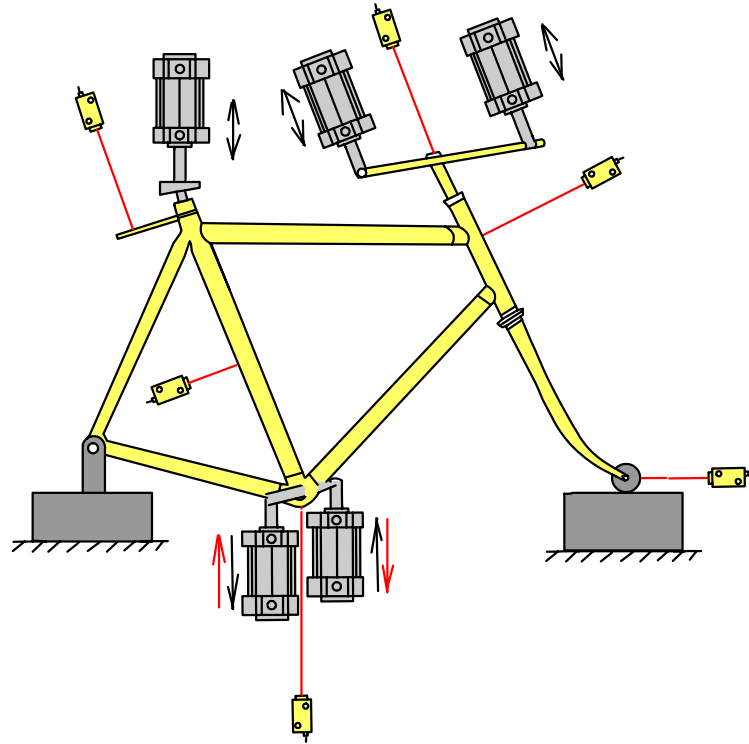
6 testas. Dinaminis vairo konstrukcijos stiprumo bandymas veikiant 200 N jėga

Tikrinama dar nenaudota vairo konstrukcija. Vairas ir jo konstrukcija po paviršiaus apdirbimo sumontuojami kartu, kad rankenos būtų vertikalioje padėtyje su vairo ašimi. Vairas ir jo konstrukcija įkišama į specialų laikiklį iki pažymėtos vietos ir pritvirtinama. Vairo konstrukcija apkraunama 200 N jėga, kai vairo abi pusės veikiamos nesinchroniškai (yra naudojama priešpriešinė jėga, kad būtų galima sudaryti sąlygas sukimosi momentui, kuris veikimo metu keičia kryptį). Naudojamas dažnis 3 Hz, ir atliekama 100 000 ciklų. Jei vairas turi keletą rankenos pozicijų, tada tikrinimo jėga pridedama taip, kad didžiausi momentai atsitrenktų į vairo konstrukciją. Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti. Vairo ir konstrukcijos reikalavimai laikomi atliktais, jeigu tikrinimo metu išlaikomas reikalaujamas judesių skaičius, neįvertinant naudojamų tikrinimo jėgų sukeltų lūžių arba įdrėskimų. (Skyriai pagal DIN 4.5.3 ir 5.5.3.) [2, p.10-11];



1.6 pav. Dinaminio vairo konstrukcijos stiprumo veikiant 200 N jėga tikrinimo įranga

7 testas. Dinaminis pedalų tikrinimas



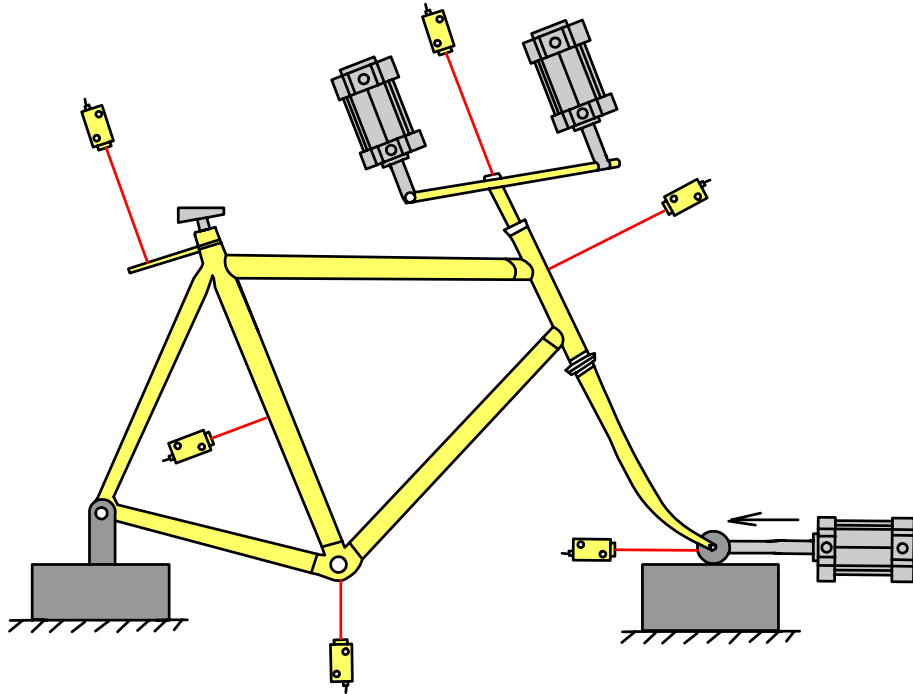
1.7 pav. Dinaminio pedalų veikimo tikrinimo įranga

Rėmas paimamas po galutinio gamybinio paviršiaus apdirbimo, primontuojami priekinio rato šakė, myniklio velenas ir vairo imitacija. Į priekinio rato šakę įmontuojamas 50 mm skersmens tikrinimo ratukas. Tikrinimo įrengimas susideda iš įrangos, kuria paruoštas rėmas tvirtinamas prie užpakalinio rato laikiklių, o 50 mm skersmens ratukas padedamas ant plokštumos. Prie vairo imitacijos tvirtinasi 2 pneumatinei cilindrai. Vietoj sėdynės tvirtinama standi jos imitacija, kurią veikia pneumatinis cilindras. Į sėdynę veikiame 650 N jėga, į vairą 300 N jėga, į pedalus 1000 N jėga veikiant pakaitomis. Bendras dažnis 2 Hz, atliekama 100 000 ciklų. Jėga prispaudžiama ir atleidžiama per 3 sekundes. Pedalų apkrova yra dinamiška. Kai apkrova pereina į kairę pusę, dešinioji lieka be apkrovos. Testo pradžioje ir pabaigoje pozicionavimo įrenginiu nuskaityme duomenis apie rėmo poziciją.

Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti pagal sekančius punktus. Dinaminio pedalų bandymo reikalavimai laikomi atliktais, jei po tikrinimo nenustatomi lūžiai, įbrėžimai arba sujungimo trūkumai.

8 testas. Šakės statinis bandymas

Rėmas paimamas po galutinio gamybinio paviršiaus apdirbimo, primontuojami priekinio rato šakė, myniklio velenas ir vairo imitacija. Į priekinio rato šakę įmontuojamas 50 mm skersmens tikrinimo ratukas. Tikrinimo įrengimas susideda iš įrangos, kuria paruoštas rėmas tvirtinamas prie užpakalinio rato laikiklių, o 50 mm skersmens ratukas padedamas ant plokštumos. Prie vairo imitacijos tvirtinasi 2 pneumatini cilindrai. Šakė veikiama 1000 N jėga.



1.8 pav. Šakės statinio bandymo tikrinimo įranga

Jėga spaudžianti šakę išlaikoma 2 minutes. Šakė jėgos prispaudžiama ir atleidžiama per 3 sekundes. Pozicionavimo įrenginys išmatuoja rėmo padėtį prieš testą, po to matuoja jo metu, o testo pabaigoje pateikia informaciją apie išlikusius persiformavimus.

Po tikrinimo nustatoma ar reikalavimai atlikti pagal sekančius punktus. Šakės statinio tvirtumo testo reikalavimai laikomi atliktais, jei po tikrinimo nenustatomi lūžiai, įbrėžimai arba sujungimo trūkumai. Maksimalus išliekantis 10 mm persiformavimas bet kuria kryptimi neleidžiamas.

Automatizavimo galimybių analizė

Dabar naudojamus kontaktinius su dviračio rėmu deformacijų jutiklius reiktų pakeisti nekontaktiniais deformacijų jutikliais, kadangi vykdant ypač statinius rėmo bandymus, jėga deformuoja dviračio rėmą tiek, kad esant kontaktiniam matavimui rėmas besideformuodamas gali sulaužyti kontaktinį deformacijų jutiklį.

Dabar naudojamą jėgos tikrinimo metodą, kai rėmą ar šakę veikianti jėga yra tikrinama tik kontrolinių tikrinimų metu su dinamometru, bet nėra pastovaus jėgos dydžio stebėjimo ir jėgos atitikimo užduotam dydžiui reiktų pakeisti šiuolaikiškesniu metodu. Bandymų metu rėmą ir šakę veikiančias jėgas nesunku išmatuoti matuojant slėgį pneumatinių cilindų darbo kameroje. Tam prie pneumatinių cilindų reiktų prijungti proporcingius slėgio reguliatorius, kurie matuotų slėgį ir pagal užduotą iš valdiklio signalą, sekdami formuojamą slėgį, cilindro darbo kameroje reguliuotų kaupiamo ir išleidžiamo oro tūrį.

Bekontaktiniai deformacijų jutikliai dviejų rūšių rėmo ir šakės testuose išlieka tose pačiose padėtyse, todėl jie turėtų būti tvirtinami prie fiksuotų atramų, kurių pagrindas tvirtintųsi prie bendro stendo rėmo. Pasikeitus bandomo rėmo tipui ar konstrukcijai, truputi būtų pakoreguojama jų tvirtinimo vieta. Toks tvirtinimo būdas sutaupytų bandytojui laiko sureguliuojant deformacijų jutiklius.

Dinamiškai kintanti jėga dinaminiam pedalų tikrinimo arba dinaminiam vairo stiprumo tikrinimo teste turėtų būti formuojama greitaveikių proporcingių slėgio reguliatorių, kurių valdymo įtampą formuotų programuojamas loginis įtaisas – valdiklis, kuris iš senstelėjusio pramoninio kompiuterio turėtų būti pakeistas šiuolaikiniu, galinčiu dideliu tikslumu ir greitaveika formuoti valdymo impulsus.

Pneumatinių cilindų darbo kameros tūris turėtų būti mažesnis. Toks pakeitimas įgalintų greičiau keisti cilindro darbo kameroje kaupiamo ir išleidžiamo oro tūrį, kurį reguliuotų greitaveikiai proporcingiai slėgio reguliatoriai.

Matavimo rezultatų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo programa turėtų būti atnaujinta į artimesnę bandytojui Windows tipo aplinką. Tai suteiktų galimybę perkelti didesnę kiekį grafinės informacijos į monitorių, padarytų programą greitaveikiškesnę ir lankstesnę, lengviau pritaikomą prie besikeičiančių užduočių. Duomenų apdorojimas, archyvavimas, grafikų brėžimas vyktų realiu laiku. Bandytojas galėtų priimti sprendimą nutraukti testą, jei gaunami duomenys rodytų greitai artėjantį rėmo ar šakės lužimą. Nereiktų laukti testo atlikimo pabaigos, kad sužinotum kokia yra momentinė rėmo ar šakės deformacija, besikeičiantys nustatytais laiko tarpais duomenys visada būtų monitoriuje.

Suarchyvuoti duomenys vėliau leistų atlikti tikslius statistinius tyrimus, kurie padėtų nustatyti silpnasias dviračių rėmų ar šakės vietas ir taip lengviau pašalinti tai sukeliančias priežastis.

2. ARTIMŲ EKSPLOATACINIAMS STATINIŲ IR DINAMINIŲ POVEIKIŲ IMITAVIMO BŪDŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS

Renkantis vieną ar kitą energetinę sistemą technologiniams procesams ar mechanizmams automatizuoti būtina atsižvelgti į visą eilę faktorių charakterizuojančių vienos ar kitos sistemos savitumus bei technines charakteristikas [3]. Pirmoje lentelėje pateikiamas svarbiausių pramoninių energetinių sistemų - pneumatinės, hidraulinės ir elektrinės charakteristikų palyginimas, kuris gali padėti tinkamai pasirinkti vieną ar kitą energijos rūšį, priklausomai nuo įrenginiui keliamų reikalavimų.

2.1 lentelė

Pagrindinių pramoninių energetinių sistemų charakteristikų palyginimas

	Pneumatika	Hidraulika	Elektrotechnika
Energijos šaltiniai	Stacionarios ar mobiliosios kompresorinės su elektros ar šiluminiais varikliais. Oro yra visur ir pakankamais kiekiais	Stacionarios ar mobilios siurblių sistemos su elektros ar vidaus degimo varikliais.	Galingos hidro, šiluminės ar atominės elektrinės
Energijos kaupimas	Galima sukaupti dideles suslėgto oro atsargas, kurias nesunku transportuoti.	Galima sukaupti tik labai nedideles energijos atsargas (naudojant hidroakumuliatorius)	Sudėtinga sukaupti didesnes energijos atsargas
Energijos perdavimas	Naudojant vamzdynus, nesudėtinga perduoti energiją atstumais iki 1000 m	Galima perduoti energiją iki 100 m atstumu	Energijos perdavimo atstumai praktiškai neriboti
Energijos nuotėkis	Energijos nuotėkiai nesukelia kokių nors problemų. Suslėgtas oras išsisklaido atmosferoje	Energijos (alyvos) nuotėkiai teršia aplinką, gali būti gaisrų priežastimi	Be kontakto su aplinkos objektais, nėra energijos nuotėkių. Prie aukštų įtampų, - pavojinga gyvybei
Energijos kaina	Tinkamai paruošti pneumatiniai energijos resursai yra brangūs, palyginti su elektriniais ir hidrauliniiais energijos resursais		Pigiausi vartojimui tinkami energijos resursai
Aplinkos poveikis	Tinkamai paruošto suslėgto oro kokybei aplinkos temperatūra neturi įtakos. Saugus gaisro ir sprogimų požiūriu. Jei oras drėgnas, galimas apledėjimas.	Jautrūs temperatūros svyravimas. Pavojinga gaisro požiūriu, jei nuteka alyva.	Nejautri temperatūros svyravimams. Reikalingos papildomos apsaugos priemonės sprogimui ir gaisrui pavojingoje aplinkoje
Tiesinio judesio formavimas	Labai patogiu, naudojant cilindrus; eiga iki 2000 mm. Didelis išibėgėjimo ir stabdymo pagreitis. Greitis apie 10 - 1500 mm/s	Labai patogiu, naudojant cilindrus. Puikiai valdomi mažų greičių srityje	Nedidelės eigos, gaunamos naudojant solenoidus ar tiesinius variklius. Dažniau naudojami mechaniniai judesio keitikliai.

2.1 lentelės tęsinys

	Pneumatika	Hidraulika	Elektrotechnika
Pasukamojo judesio formavimas	Naudojami cilindrai su krumpliastiebine sistema. Posūkius iki 360° patogų realizuoti, naudojant švytuojančius cilindrų	Panašiai, kaip pneumatiniėje sistemoje.	Sukamąjį judesį mechaniškai keičiant pasukamuojų
Sukamojo judesio formavimas	Naudojami pneumatiniai plataus greičių diapazono varikliai, pasiekiamas greitis iki 500000 aps/min.	Hidrauliniai įvairių konstrukcijų varikliai; mažesnis greičių diapazonas, tačiau labai patogūs mažų greičių srityje	Elektros varikliai - efektyviausi sukamojo judesio formavimo įtaisai
Spaudimo jėga	Nedidelis jėgų diapazonas (žemas darbo slėgis). Galima apkrauti iki sustabdymo. Sustabdžius cilindrą nebenaudojama energija. Ekonomiškai 1N - 50 000 N diapazone.	Esant dideliame hidraulinės sistemos slėgiui, galima išvystyti labai dideles jėgas. Perkrovimo galimybes riboja apsauginiai vožtuvai. Stovint cilindriui, naudojama energija	Menkas efektyvumas, dėl mechaninių jėgos perdavimo priemonių. Negalima perkrauti. Naudojama palyginti daug energijos įrenginiui veikiant tuščia veika
Sukimo jėga	Nedidelis išvystomas momentas. Galima perkrauti iki sustabdymo. Sustabdytoje būklėje energija nenaudojama	Didelis išvystomas momentas. Galima apkrauti iki apsauginiu vožtuvu nustatyto dydžio. Įrenginiui stovint naudojama energija	Negalima perkrauti.
Valdomumas	Jėgų diapazone 1:10 patogų valdyti redukciniiais slėgio vožtuvais. Greitų patogų valdyti srauto reguliavimo vožtuvais. Mažų greičių srityje reguliavimas netikslus.	Jėga redukciniiais vožtuvais reguliuojama plačiu diapazonu. Galima tiksliai reguliuoti greitį mažų greičių srityje.	Plačios reguliavimo galimybės
Reikalavimai operatoriui	Operatoriui pakanka nedidelio pasirengimo. Pakankamai geri rezultatai pasiekiami nenaudojant grįžtamųjų ryšių.	Sudėtingesnės už pneumatines sistemas. Reikia numatyti apsaugos priemones dirbant su dideliais slėgiais. Reikalingos grįžimo ir nupylimo linijos. Iškyla sandarinimo problemos	Reikia specialaus pasirengimo. Pavojinga trumpųjų jungimų atveju. Neteisingi sujungimai gali būti rimtų įrangos gedimų priežastis
Triukšmas	Išmetamas oras kelia triukšmą	Triukšmo šaltinis -siurblys	Triukšmą kelia ritės ir droseliai

Kuriant automatikos sistemas galimos dvi energetinės alternatyvos:

- homogeninė energetinė sistema - visuose lygiuose (signalų formavimo, jų apdorojimo ir vykdymo) naudojama tos pačios rūšies energija.
- mišri energetinė sistema - įvairiuose lygiuose naudojama skirtingos rūšies energija.

Dažnai sutinkami homogeninės energetinės sistemos pavyzdžiai - elektrinės automatikos sistemos, kai visuose lygiuose naudojama tik elektros energija. Neretai naudojamos ir grynai pneumatinės automatikos sistemos, arba grynai hidraulinės sistemos.

Mišrios energetikos sistemų pavyzdžiai - tai elektropneumatinės, elektrohidraulinės ar pneumohidraulinės automatikos sistemos. Naudojant mišrią energetinę sistemą galima geriausiai

tarpusavyje suderinti elektrinės signalų formavimo ir apdorojimo sistemos greitaveiką ir tikslumą su pneumatinių ar hidraulinių vykdymo įtaisų paprastumu ir patikimumu.

Labai svarbus yra vadinamasis aplinkos kriterijus. Tokioje aplinkoje reikia vengti elektros energijos terpėje formuojamų signalų, priešingai - čia priimtinausi suslėgto oro energijos (pneumatiniai) signalai. Pneumatiniai įtaisai priimtini ir agresyvioje aplinkoje, kadangi signalai formuojami padidinto slėgio, švaraus ir sauso oro aplinkoje, ir išorinės aplinkos sąlygos mažai turės įtakos jų darbo patikimumui. Tokioje aplinkoje gerai tinka ir bekontaktiniai elektroniniai įtaisai, kuriuos paprasta hermetizuoti ir apsaugoti nuo aplinkos poveikio.

Sudėtingumo kriterijus padeda pasirinkti vieną ar kitą realizaciją pagal įėjimų/išėjimų kiekį. Kai įėjimų/išėjimų skaičius nedidelis (keli, keliolika) ir vykdomos nesudėtingos loginės valdymo funkcijos, galima naudoti paprasčiausią relinę techniką. Pneumatiniai signalų formavimo ir apdorojimo įtaisai gali būti naudojami kai įėjimų/išėjimų kiekis neviršija 100.

Esant didesniai įėjimų/išėjimų kiekiui, belieka pasitelkti elektronines “kietos” logikos arba programuojamąsias valdymo priemones.

Homogeniškumo kriterijaus esmė - teisingai apsispręsti, kokią energetinę sprendimą naudoti, kuriant sistemą - monoenergetinę (valdymo ir vykdymo grandinėse naudoti tos pačios energetinės sistemos įtaisus) ar mišrų. Pasirinkimą gali nulemti ir valdymo energijos sąnaudos. Pavyzdžiui, oru valdomi pneumatiniai skirstytuvai, nepriklausomai nuo jų gabarito reikalauja apie 6 W galios signalų, tuo tarpu tokie pat elektropneumatiniai skirstytuvai jau pareikalauja iki 8 W galios. Pneumatinio valdymo grandinės ekonomiškesnės už elektrines ir hidraulines sistemas. Hidrauliniams skirstytuvams pneumatiškai valdyti reikia iki 40 W galios signalų, o elektriškai valdomam - prireikia iki 50W. Laikoma, kad pneumatinio valdymo grandinės naudoja ne daugiau nei 1% bendros įrenginio sunaudojamos energijos. Pneumatinių valdymo sistemų naudai byloja ir jų valdymo paprastumas. Loginės automatikos sistemose, vykdymo įtaisui pasiekus ribinę padėtį nebūtina išjungti valdymo grandines, nes energija tuomet nenaudojama. Elektrinio valdymo sistemose tai daryti būtina.

Palyginus pagrindines pramoninių energetinių sistemų charakteristikas toliau nagrinėjami bandymų standui labiausiai pritaikomi statinius ir dinامينius poveikius imituojančių sistemų būdai.

1. Suspaustą oro paduodant į pneumatinius cilindrų

Šis būdas yra geras tuo, kad jis tinka tiek statiniams tiek dinaminiam dviračio rėmo bandymams atlikti. Suspaustas oras eksploatacijoje yra paprastesnė ir švaresnė technologija lyginant

pavydžiui su hidrauline sistema, kurioje naudojama alyva. Standartiniam dinaminiam testams atlikti reikalingas 14 valandų ciklas, todėl reikalingas pastovus suspausto oro tiekimas į bandymų stende esančius pneumatinius cilindrus; nutrūkus suspausto oro padavimui būtina turėti įsijungti rezervinis kompresorius. Reikalingas geras kompresorių aušinimas atliekant testus ilga laiko tarpą.

2. Pneumatinio raumens panaudojimas.

Festo Fluidic Muscle yra naujos naujos rūšies tempiamasis mechanizmas imituojantis natūralius raumenų judesius. Lyginant su paprastais pneumatiniais cilindrais, juo galima gauti žymiai didesnes pradinio tempimo jėgas. Fluidic Muscle sandara ypatingai paprasta: stiklo pluoštu sustiprinta žarna išlaikoma tokioje padėtyje dviejų sujungimų. Privalumai:

1. Iki 10 kartų pradinė jėga yra didesnė palyginus su tokio pat diametro cilindru.
2. Dinaminiai judesiai
3. Be slydimo
4. Tarpinės padėtyje pasiekiamos reguliuojant slėgį.

Šį tempiamąjį mechanizmą būtų galima panaudoti dinaminuose dviračių rėmų bandymuose formuojant dinامينius judesius. Tūkumas, kad šio pneumatinio raumens sukuriama jėga priklausomybė nuo paduodamo slėgio nėra teisinė, todėl nėra užtikrinamas užduoto dydžio palaikymas.

3. Hidraulinių cilindrų panaudojimas.

Reikalinga prie stendo pastatyti hidraulinę stotį. Sudėtingesnė eksploatacija, nei pneumatinių cilindrų, nes reikia periodiškai keisti alyvą. Statiniams testams imituoti labiausiai tinkantis būdas, kadangi galima iš lėto pasiekti didelę spaudžiamąją jėgą. Skystis nėra spūdis, todėl gauname tikslesnius matavimus. Dinaminiam testams imituoti tokį būdą sunku panaudoti, nes reikalingas testo atlikimo greitaiegiškumas, o ši sistema yra lėto veikimo.

4. Sraigtinė pavara sukama elektros variklio.

Šis imitavimo būdas yra sudėtingo išpildymo, neilgaamžis, lėto veikimo. Kaip ir imituojant hidrauliniiais cilindrais tinka statiniam testui imituoti, bet dėl savo lėtaiegiškumo nepanaudojamas diaminių testų imitavime.

5. Mechaninis poveikis nuo plokščio kumštelio (arba plokščios išcentrinės plokštelės).

Nors konstrukcija sudėtinga, galėtų būti panaudotas tiek dinaminiam, tiek statiniam testui imituoti. Statiniam testui imituoti šiuo būdu reiktų, kad plokščias kumšteliis pasisuktų pusę apsisukimo, o dinaminiam testui panaudojimas yra efektyvesnis, kadangi plokščias kumšteliis galėtų būti sukamas nustatytu greičiu, kad būtų gaunamas reikalingas rėmo paveikimo dažnis ir ciklų skaičius.

6. Elektromagneto panaudojimas.

Elektromagnetą galima būtų panaudoti abiejų rūšių testų imitacijai. Statiniam testui imituoti reikėtų galingo elektromagneto, kad gauti didelę prispaudžiamąją jėgą, tada elektromagnetas būtų didesnių gabaritų. Elektromagneto panaudojimas dinaminio testo imitavimui visiškai realus, kadangi būtų galima gauti reikiamą dažnį greitaveikiškai keičiant srovės padavimą elektromagneto rite. Naudojant elektromagnetą reiktų sumažinti sklaidos srautą, nes padidėja ritės induktyvumas ir užsitiesia pereinamasis procesas, o tai trukdo sistemos greitaveikiškumo principui. Norint gauti didesnę tikslumą, tam reikia panaudoti III tipo elektromagnetą, kad srautas eitų pro oro tarpelius ir būtų naudingas, bet tam reikia naudoti daugiau geležies ir elektromagneto gabaritai padidėja.

Taip pat imanoma panaudoti spyruoklių jėgą, elektronines valdymo sistemas ir kt. variantus abiejų rūšių testams imituoti, bet jie naudos aukščiau išvardintas poveikio perdavimo sistemas.

Išanalizavęs statistinius ir dinامينius poveikio imitavimo būdus pasirinkau pneumatinę sistemą. Ją naudojant galima greitai keisti užduodamą jėgą, su mažo darbo kameros tūrio pneumatiniai cilindrais ir proporciniais slėgio reguliatoriais galima pasiekti didelį greitaveikiškumą. Geriausiai tinka tiek dinaminiam, tiek statiniam dviračių rėmų ir šakės bandymams.

3. TESTUOJAMŲ RĖMŲ PARAMETRŲ ANALIZĖ IR JŲ MATAVIMO PRIEMONIŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS

Atliekant dviračių rėmų testus svarbiausias dėmesys skiriamas rėmą veikiančių jėgų poveikiui tirti. Jėgos dviračio rėme gali suformuoti lūžius, įskėlimus ar persiformavimus. Taip pat daugelyje testų turi būti laikomasi svarbios taisyklės, kad maksimalus išliekantis 10 mm persiformavimas bet kuria kryptimi yra neleidžiamas. Testuojant atviro tipo rėmą, iš praktinių matavimų žinoma, kad testo metu deformacijos gali siekti 20 – 30 mm, o nuėmus veikiančias jėgas liekamoji deformacija sumažėja iki 8 mm, t.y. tokia deformacija dar yra leidžiama. Norint, kad testų metu, ypač statinių, besideformuodamas rėmas nesulaužytų deformacijas matuojančių jutiklių, visų pirma dabar naudojamus kontaktinius deformacijų jutiklius reikia pakeisti nekontaktiniais – optiniais ar lazeriniais jutikliais.

Peržiūrėta užsienio kompanijų MICRO-EPSILON [9], GEFRAN [10], H F JENSEN [11], SIEMENS [12] gaminančių poslinkio ir deformacijų jutiklius siūloma produkcija.

Pasirinktas bekontaktinis optinis analoginis jutiklis SIEMENS OPTO BERO L50 (3RG7056-1CM00) veikimo atstumas 45 – 85 mm, darbo įtampa 18-28V DC, analoginis išėjimas 0-10V, komutacijos dažnis 500Hz, pareikalaujama srovė nesant apkrovos ≤ 35 mA, komutacijos laikas 1 ms, matmenys 50 x 50 x 17 mm, IP 67, darbo diapazonas nuo 0 iki 45 °C, kabelis 6 m ilgio 4 x 0.34 mm².



3.1 pav. SIEMENS bekontaktinis optinis analoginis jutiklis

Kadangi jo veikimo atstumas 45 – 85 mm, testuojamas rėmo vamzdis, jį pamatavus, bus patalpinamas bekontakčio optinio jutiklio veikimo diapazono viduryje, neatmetant ir tokios galimybės,

kad rėmas gali linkti į tiek į vieną, tiek į kitą pusę, taip būtų sukurta tikslesnė matavimo sistema ir išvengta galimų matavimo klaidų. Pasitaikius storesniam rėmo vamzdžiui jutiklis būtų derinamas tik galimam rėmo linkimui į vieną pusę.

Galimas variantas naudoti dviejų tipų bekontaktius deformacijų jutiklius: vieną tikslų induktyvinį, veikiantį mažame atstume nuo rėmo (10-15 mm), antrą ultragarsinį – veikiantį platesniame diapazone (30-80 mm). Ultragarsinis pastoviai matuotų besilenkiantį rėmą, jo matavimai nebūtų tokie tikslūs kaip induktyvinio, tačiau patekus testuojamam rėmui į jo jautrumo zoną, būtų gautas įspėjantis pranešimas, kad rėmas stipriai deformavosi. Taip būtų galima apsaugoti nuo bekontaktinių jutiklių veikiančių mažais atstumais sugadinimo.

Siekiant garantuoti testavimo proceso lankstumą, t.y. norint sudaryti galimybę greitai pereiti nuo vieno testo prie kito tikslinga numatyti visus reikiamus jutiklius ir jų pastatymo bei sujungimo su kompiuteriu būdus bei priemones. Aišku tai gali padaryti sistemą pernelyg sudėtingą. Kiekvienam jutikliui turėtų būti numatyta jo pozicionavimo sistema arba pasiūlyta metodika, kaip tai būtų galima techniškai ir greitai atlikti. Vykdam konkretų testą pagal jo programą pasirenkami ir pozicionuojami reikiami jutikliai, į kuriuos kreipiamasi programiškai. Jei numatoma vykdyti keletą testų, tai tinkamai pozicionavus visus reikiamus (jėgas, deformacijas fiksuojančius) jutiklius galima būtų vykdyti vieną testą po kito be didesnės pertraukos. Galima ir kitas kelias – prieš kiekvieną testą pozicionuoti ir suaktyvinti tik tam testui reikalingus jutiklius. Taip pat galimas variantas pastatyti vaizdą atpažįstančią kamerą, kuri būtų nukreipta į tą rėmo vietą, kuri statistiškai greičiausiai ir dažniausiai lužta.

4. DINAMINIŲ POVEIKIŲ FORMAVIMO SISTEMOS SUKŪRIMAS IR PAGRINDIMAS

Esamame stende jėgos veikiančios pedalų ašį yra pridedamos ir nuimamos pakaitomis veikiančioms pneumatiniams cilindrams. Kai pedalų ašį veikianči apkrova pereina į kairę pusę, dešinioji lieka be apkrovos. Taip sukurama apkrovos dinamika, bet ne pridedamos ar nuimamos jėgos dinaminis poveikis į pedalų ašį. Vykdamas stendo automatizavimo analizę buvo nuspręsta sukurti dinaminį poveikių formavimo sistemą dinaminiam pedalų tikrimo testui. Šią sukurta sistemą taip pat galima panaudoti dinaminio vairo konstrukcijos stiprumo bandyme asinchroniškai veikiančiomis 200 N jėga.

Norint geriau išsiaiškinti veikiančių jėgų dinaminį poveikį į pedalų ašį buvo atliktas praktinis tyrimas. Stebėtas dviračio pedalų mynimo procesas. Aiškintasi, kaip žmogui minant dviračio pedalus, kojos jėga formuoja sukimo momentą T ant myniklio veleno, kokios jėgos veikia šioje sistemoje. Taip pat kaip tai gali būti panaudota formuojant pneumatiniams cilindrams dinamiškai kintančią jėga veikiančią pedalų ašį.

Sukimo momentas – išorinio poveikio dėl kurio kinta besisukančio kūno kampinis greitis, matas. Lygus visų besisukančių kūnų veikiančių jėgų momentų sukimosi ašies atžvilgiu algebrinei sumai [4]. Priimu, kad kampas $\alpha=0^\circ$ ties laikrodžio 12 valanda. Atliekant praktinius stebėjimus nustatyta, kad žmogui minant dviračio pedalus (pagal laikrodžio rodyklę) maksimalų sukimo momentą T ant myniklio veleno (pedalų ašies) pasiekiamo, kai vieno pedalo švaistiklio padėtis pasiekia kampo α reikšmę $55-65^\circ$, tada didžiausia kojos jėga spaudžiame pedalą, minimalų sukimo momentą pasiekiamo prie $180-215^\circ$, tada vienas minamas pedalas yra apatinėje padėtyje, tuo pat metu permetame kojos jėgą ant kito pedalo, kuris yra viršutinėje padėtyje, tada šį pedalą pradedame veikti maksimalia jėga. Pedalas esantis apatinėje padėtyje dėl inercijos, kojos yra traukiamas į viršų ir nėra apkraunamas pilna jėga. Bus nagrinėjami keli variantai: pirmas - teorinis, kai pedalą veikianči jėga visą laiką yra statmena į pedalo ašį ir antras, kai pedalą veikianči jėga yra nukreipta kampu nuo vertikalės.

Nagrinėjame pirmą atvejį. Sukimo momentas T ant myniklio veleno R , kai kojos spaudžiančios pedalą jėga yra nukreipta statmenai į pedalą (4.1 pav.):

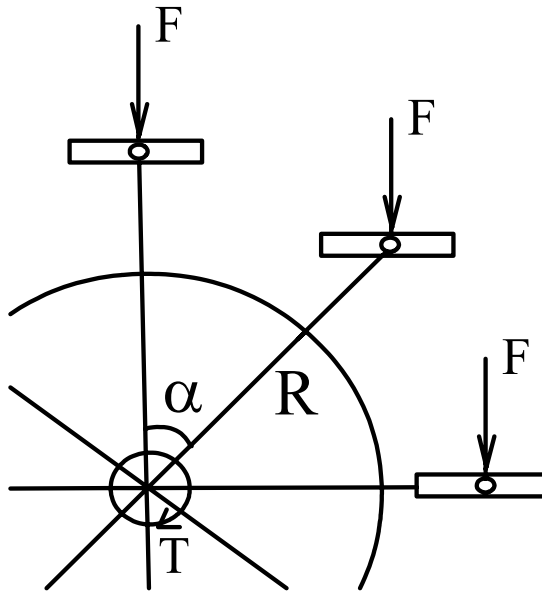
$$T = R \cdot (\sin \alpha) \cdot F ; \quad (4.1)$$

čia T - sukimo momentas ant myniklio veleno, Nm;

F - kojos jėga veikianči pedalą, N;

α – kampas tarp švaistiklio veleno ir vertikalės, laipsniais

R – švaistiklio ilgis, m;



4.1 pav. Sukimo momentas T , kai kojos spaudžiančios pedalą jėga nukreipta statmenai į pedalą

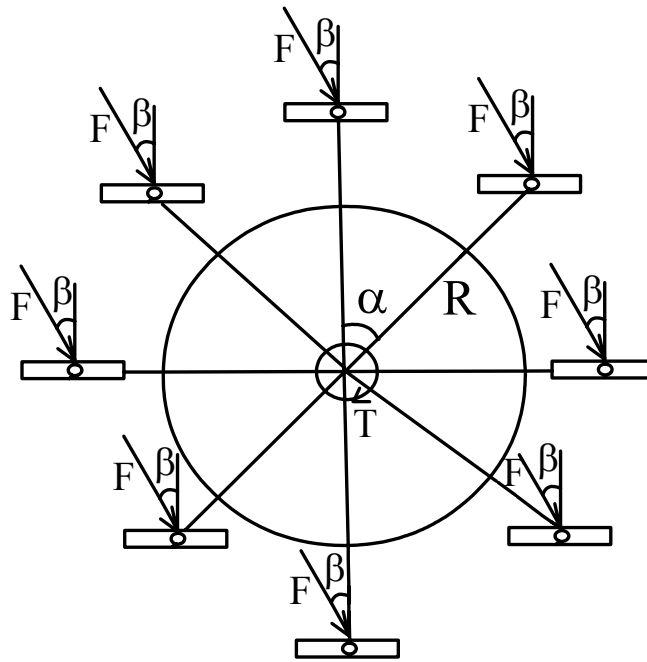
Pagal standarto reikalavimus parenkame tyrimui reikalingus duomenis: $R = 0,22\text{m}$, pridedama jėga $F = 1000\text{N}$, kampas $\alpha = 0\div 360^\circ$. Kadangi kojos negalėtume nulaikyti taip kad minant pedalą kojos veikianti jėga visą laiką būtų nukreipta statmenai į pedalo plokštumą, todėl šis variantas yra atmetamas.

Pateiktas paveikslėlis (4.2 pav.) grafiškai iliustruoja pedalo padėtį ir pedalą spaudžiančią jėgą mynimo proceso metu.

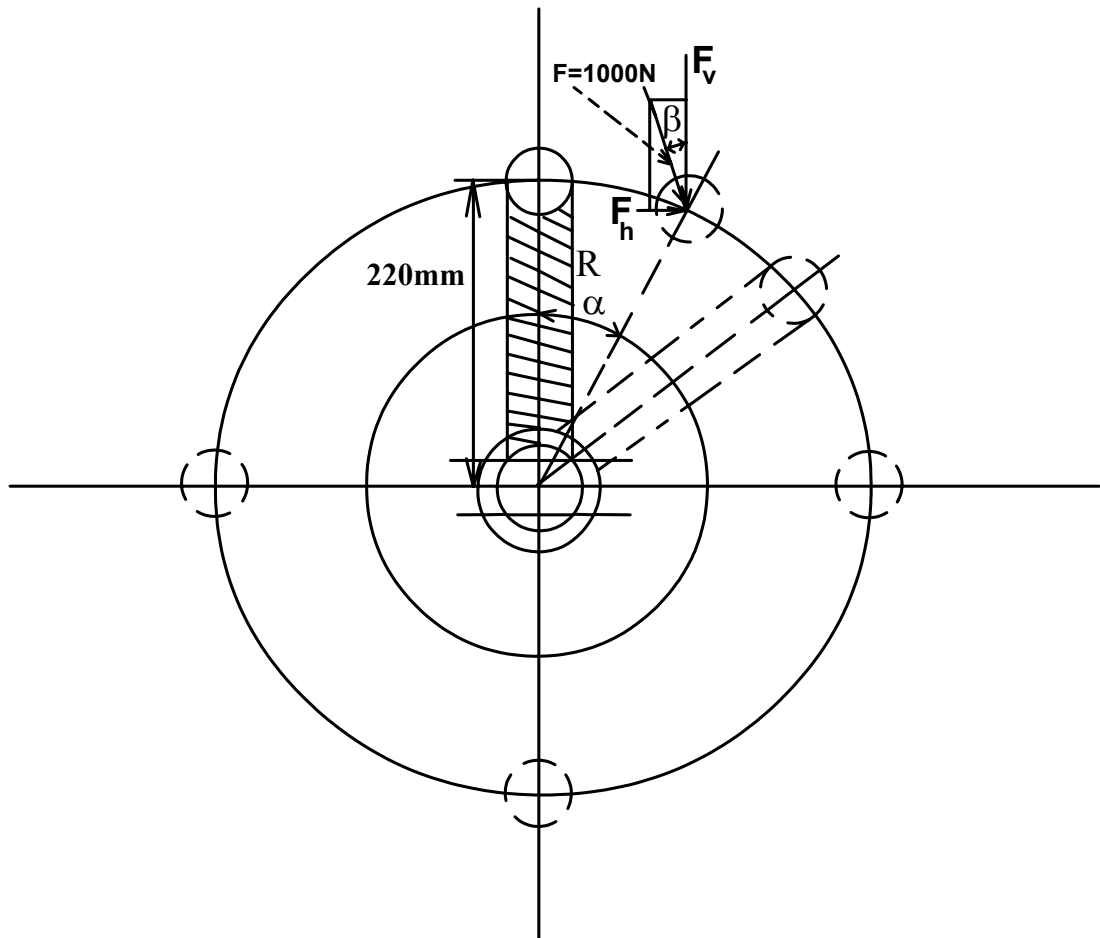
Antruoju atveju nagrinėjamas sukimo momentas T ant myniklio veleno, kai spaudžianti pedalą jėga F nėra vertikali - veikia kampu į vertikalę (4.3 pav.). Kojos spaudžiančios pedalą jėgą išskaidome į dedamasias – vertikaliąją:

$$F_v = F \cdot \cos \beta ; \quad (4.2)$$

- čia F_v – vertikaliąji jėgos spaudžiančios pedalą dedamoji, N;
 F - jėga spaudžianti pedalą, N;
 β – kampas tarp pedalą spaudžiančios jėgos ir vertikalės, N;



4.2 pav. Pedalo padėtis ir pedala spaudžianti jėga mynimo proceso metu



4.3 pav. Sukimo momentas T ant myniklio veleno, kai spaudžianti pedala jėga F veikia kampu į vertikale

ir horizontaliają: $F_H = F \cdot \sin \beta$; (4.3)

čia F_H – horizontalioji jėgos spaudžiančios pedalą dedamoji, N;
 F - jėga spaudžianti pedalą, N;
 β – kampas tarp pedalą spaudžiančios jėgos ir vertikalės, N;

Paskui įstatome šias dvi dedamasias į sukimo momento T formulę:

$$T = F_V \cdot R \cdot \sin \alpha + F_H \cdot R \cdot \cos \beta ; \quad (4.4)$$

čia T – sukimo momentas ant myniklio veleno, Nm;
 F_V – vertikalioji jėgos spaudžiančios pedalą dedamoji, N;
 F_H – horizontalioji jėgos spaudžiančios pedalą dedamoji, N;
 R – švaistiklio ilgis, m;
 α – kampas tarp švaistiklio ir vertikalės, laipsniais;
 β – kampas tarp pedalą spaudžiančios jėgos ir vertikalės, laipsniais;

įstatome F_V ir F_H išraiškas į formulę (4.4), gauname tokią sukimo momento išraišką:

$$T = F \cdot R \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta + F \cdot R \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta ; \quad (4.5)$$

čia T – sukimo momentas ant myniklio veleno, Nm;
 F – pedalą spaudžianti jėga, N;
 R – švaistiklio ilgis, m;
 α – kampas tarp švaistiklio ir vertikalės, laipsniais;
 β – kampas tarp pedalą spaudžiančios jėgos ir vertikalės, laipsniais;

Suprastiname (4.5) išraišką į tokią:

$$T = F \cdot R \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta) = F \cdot R \cdot (\cos \beta \cdot \sin \alpha + \sin \beta \cdot \cos \alpha) = F \cdot R \cdot \sin (\alpha + \beta) \quad (4.6)$$

čia T – sukimo momentas ant myniklio veleno, Nm;

F – pedalą spaudžianti jėga, N;

R – švaistiklio ilgis, m;

α – kampas tarp švaistiklio ir vertikalės, laipsniais;

β – kampas tarp pedalą spaudžiančios jėgos ir vertikalės, laipsniais;

Pagal (4.6) formulę apskaičiuojama, kaip keičiasi sukimo momentas T, kai kampas α keičiasi nuo 0 iki 360°. Priimu, kad kampas $\beta=15^\circ$. Apskaičiuotos reikšmės pateikiamos 2 lentelės fragmente.

2 lentelės fragmentas

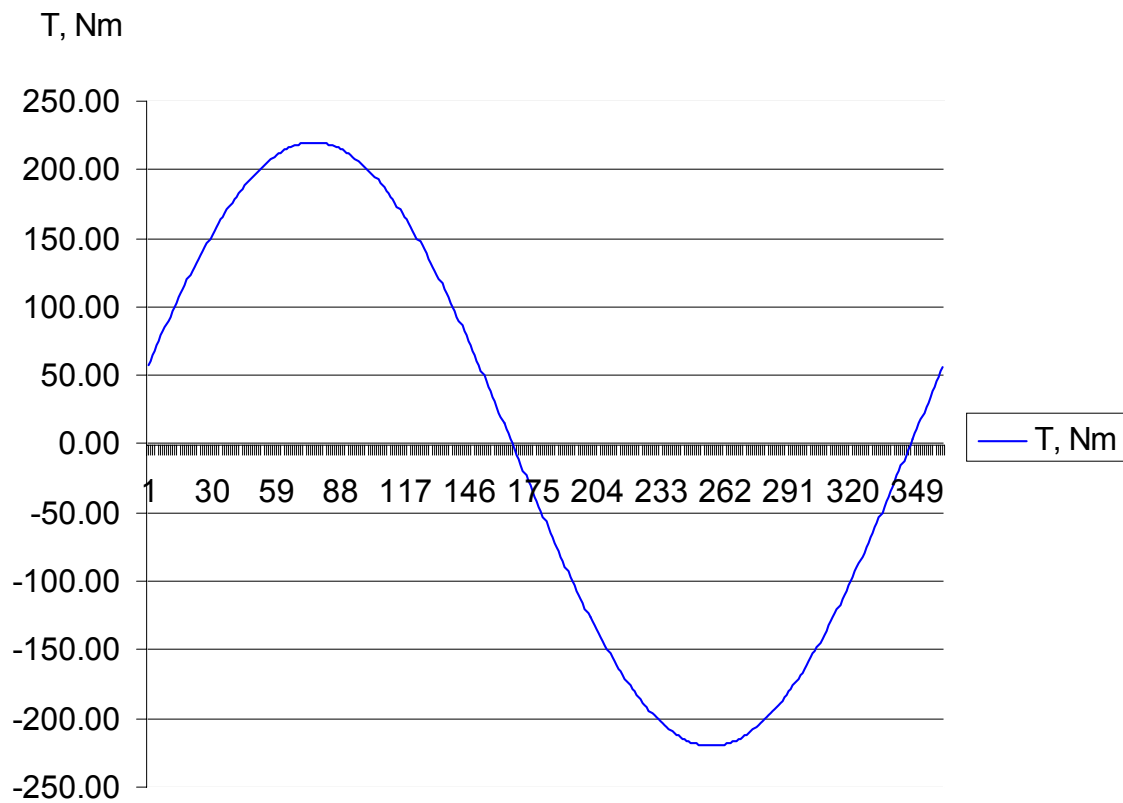
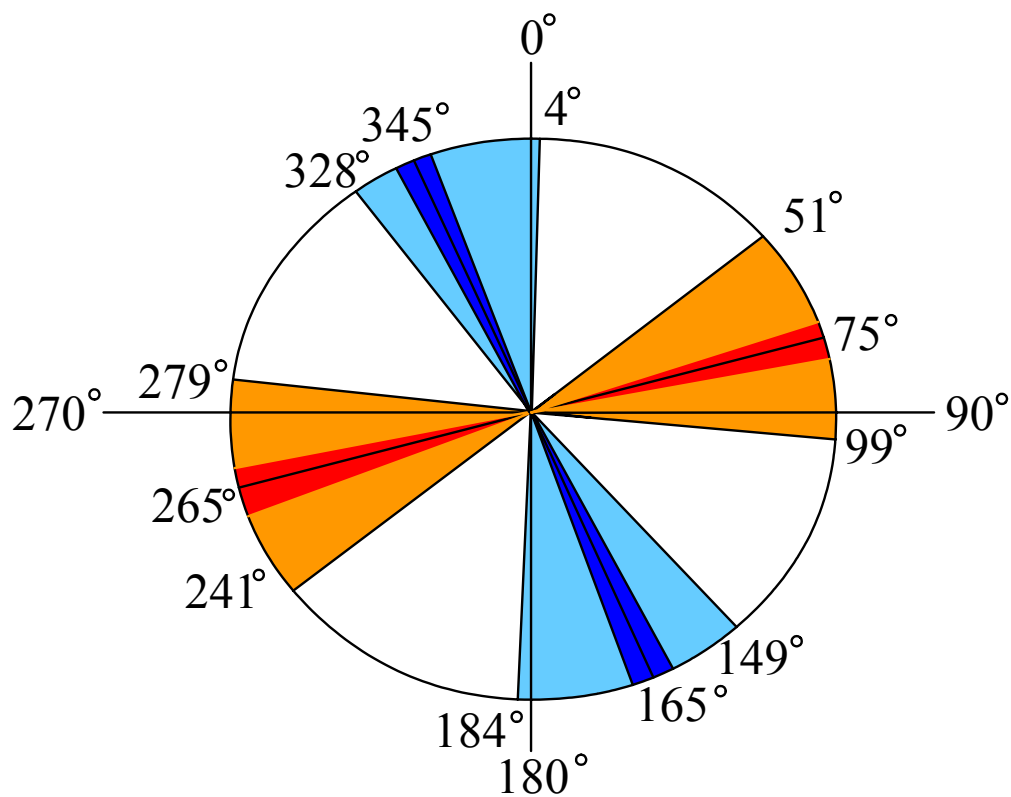
Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α

F, N	R, m	α	β	$\alpha+\beta$	$\sin(\alpha+\beta)$	rad	T, N·m
1000	0.22	0	15	15	0.258771	0.26175	56.93
1000	0.22	1	15	16	0.275587	0.2792	60.63
1000	0.22	2	15	17	0.292318	0.29665	64.31
1000	0.22	3	15	18	0.308961	0.3141	67.97
1000	0.22	4	15	19	0.325509	0.33155	71.61
1000	0.22	5	15	20	0.341958	0.349	75.23
1000	0.22	6	15	21	0.358303	0.36645	78.83
1000	0.22	7	15	22	0.374539	0.3839	82.40
1000	0.22	8	15	23	0.390661	0.40135	85.95
1000	0.22	9	15	24	0.406664	0.4188	89.47
1000	0.22	10	15	25	0.422544	0.43625	92.96
1000	0.22	11	15	26	0.438294	0.4537	96.42
1000	0.22	12	15	27	0.453911	0.47115	99.86
1000	0.22	13	15	28	0.46939	0.4886	103.27
1000	0.22	14	15	29	0.484726	0.50605	106.64
1000	0.22	15	15	30	0.499914	0.5235	109.98
1000	0.22	16	15	31	0.514951	0.54095	113.29
1000	0.22	17	15	32	0.52983	0.5584	116.56
1000	0.22	18	15	33	0.544548	0.57585	119.80
1000	0.22	19	15	34	0.5591	0.5933	123.00
1000	0.22	20	15	35	0.573482	0.61075	126.17
1000	0.22	21	15	36	0.587689	0.6282	129.29
1000	0.22	22	15	37	0.601718	0.64565	132.38

Pagal apskaičiuotus visos lentelės duomenis galima padaryti išvadą, kad pedalą spaudžianti jėga maksimalų sukimo momentą $T_{\max} = 220 \text{ N}\cdot\text{m}$ pasiekia, kai kampas $\alpha_1 = 75^\circ$ ir $\alpha_2 = 255^\circ$, o minimalų $T_{\min 1} = 0,13 \text{ N}\cdot\text{m}$ ir $T_{\min 1} = 0,26 \text{ N}\cdot\text{m}$, prie atitinkamų kampo α reikšmių: $\alpha_3 = 165^\circ$ ir $\alpha_4 = 245^\circ$.

Palyginus apskaičiuotus rezultatus 2 lentelėje su stebėtais vykdant praktinį tyrimą, matome, kad abiejų gautos reikšmės yra artimos vienos kitoms.

Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α pateikta 4.4 paveikslėlyje. 4.5 paveikslėlyje grafiškai perteikta sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α . Raudona sritis žymi didžiausias sukimo momento T reikšmes, mėlyna – mažiausias, melsva ir rausva atitinkamai artimas joms.

4.4 pav. Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α 4.5 pav. Sukimo momento T priklausomybė nuo kampo α pavaizduota grafiškai

Praktiškai išnagrinėję dviračio pedalų mynimo procesą, galime toliau kurti dinaminio poveikio formavimo sistemą modeliuodami pneumatinių cilindrų kuriamą jėgą, kuri dinamiškai veikia pedalų ašį dinaminiame pedalų tikrinimo teste.

Reikia suformuoti dinamiškai kintančią jėgą pagal sinuso dėsnį. Tam tikslui bus naudojami greitaveikiai proporciniai slėgio reguliatoriai MPPE-3 tipo. MPPE-3 reguliatorius yra pakankamai greitas: jo reakcijos greitis į šuolinį nustatymo signalą yra maždaug 3-4 kartus didesnis nei ketvirčio mynimo periodo, per kurį reikia užkelti slėgį iki 6 bar. MPPE tipo skirstytuvai yra greiti, be to jie praktiškai neturi histerezes, todėl juos naudojant daug paprasčiau sumodeliuoti pusę slėgio sinusoidės. Kitą pusę sinusoidės turės modeliuoti kitas slėgio reguliatorius valdantis kitą cilindrą, spaudžiantį pedalo ašį iš kitos pusės. Dinaminiame pedalų tikrinimo teste pagal standartą cilindrai pedalų ašį veikia 2Hz dažniu.

Formuoti sinusoidę galima visai paprastai. Tai turi atlikti programinis valdymo įtaisas - valdiklis diskretiškai, vienodais laiko intervalais, atitinkančiais, pavyzdžiui, 0,1 pusperiodžio trukmės intervalus (kas 0,025 s), suformuojantis slėgio reguliatoriaus įtampą taip, kad per šiuos taškus išvesta gaubtinė atitiktų dėsnį:

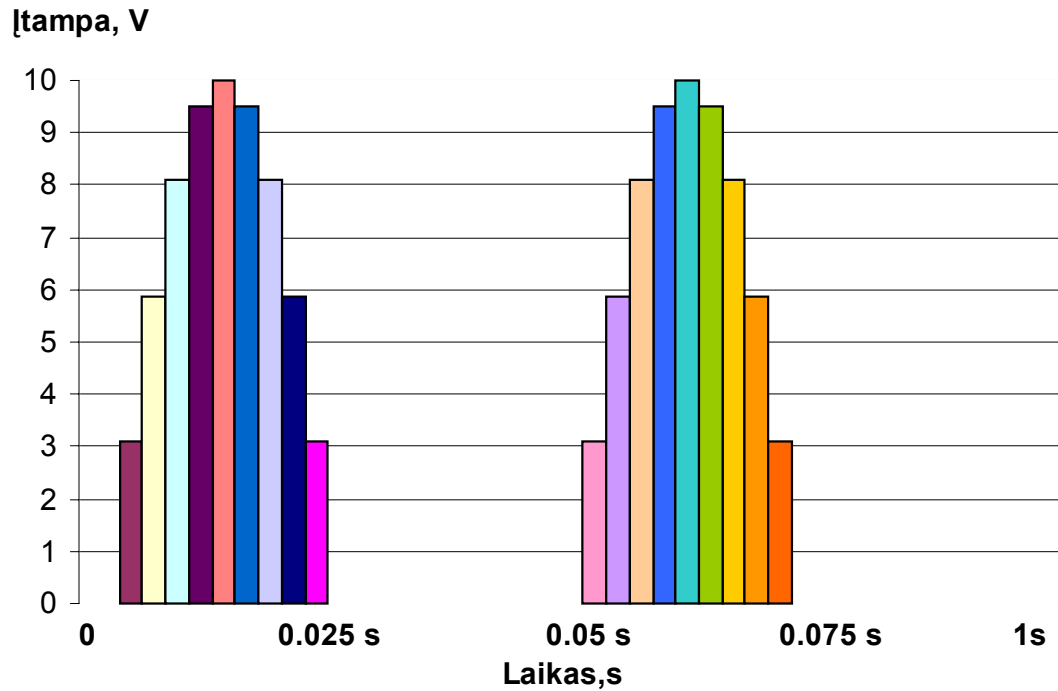
$$u_n = U_m \sin 0,1\pi n ; \quad (4.7)$$

čia n - natūrinių skaičių seka nuo 1 iki 10.

u_n - valdiklio formuojama įtampa proporciniam slėgio reguliatoriui, V

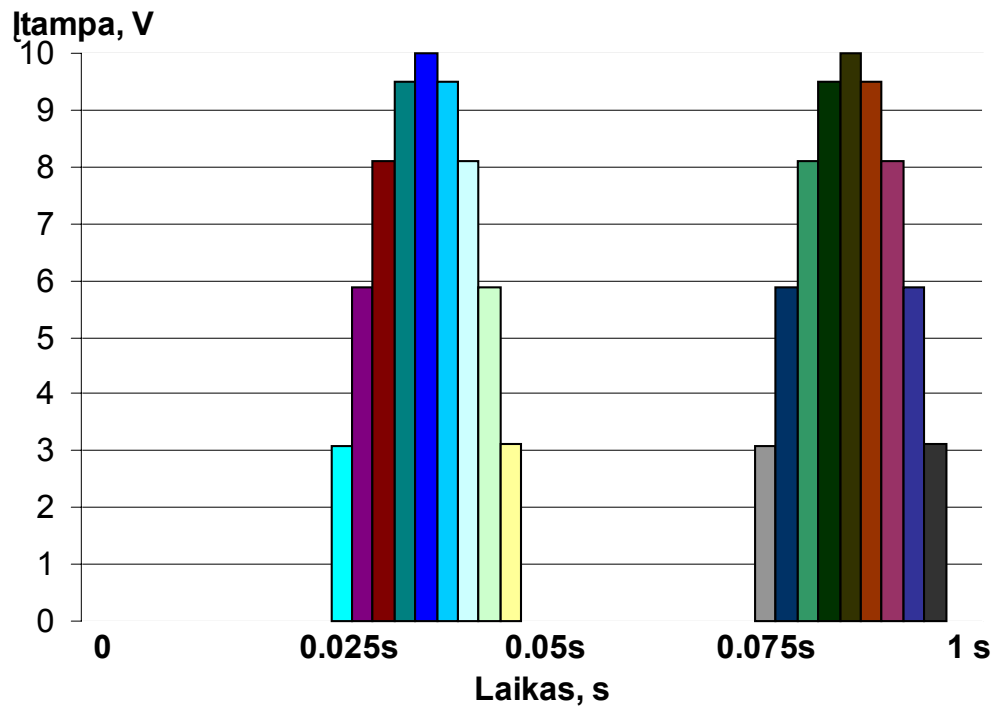
U_m – maksimali nustatymo signalo vertė, V

Pagal (4.7) formulę sudaromi valdiklio formuojamos ir į proporcinis slėgio reguliatorius paduodamos įtampos grafikai (4.6 pav.) ir (4.7 pav.) primant, kad $U_m = 10V$. Valdiklis diskretiniais impulsais formuoja įtampą u_{n1} pirmajam proporciniam slėgio reguliatoriui :



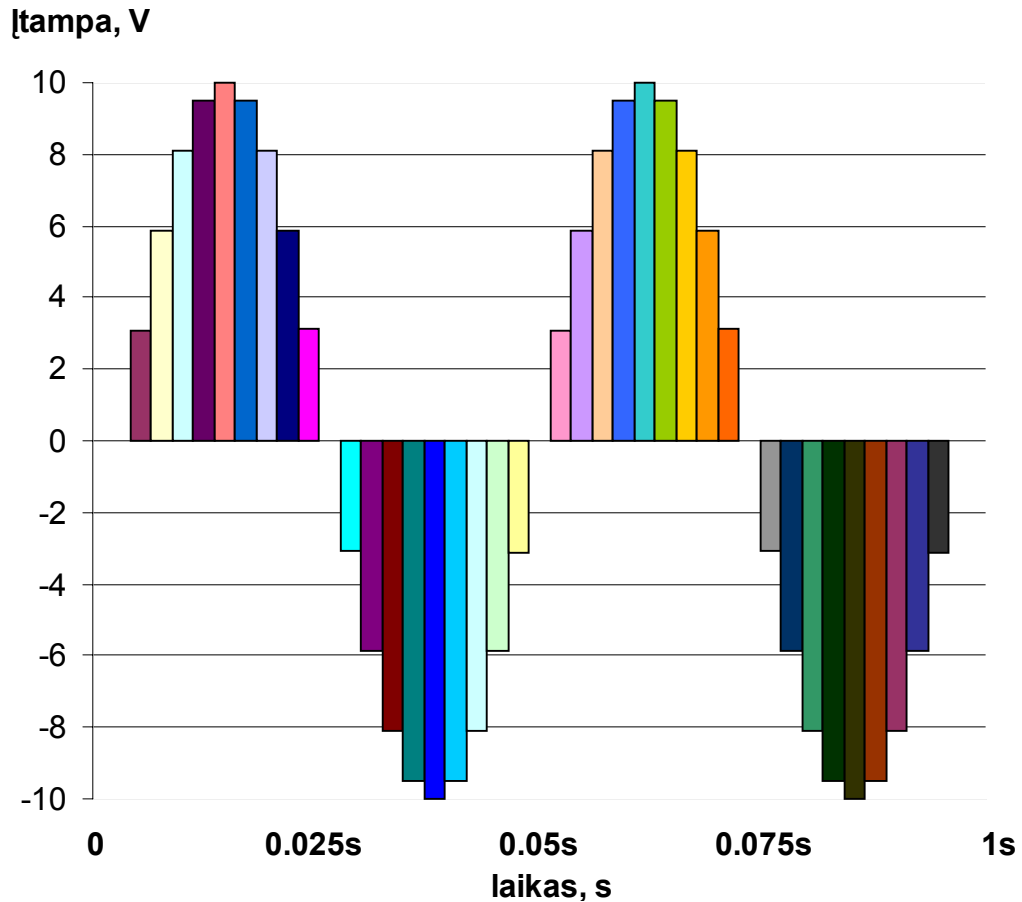
4.6 pav. Iš valdiklio į pirmą proporcinį slėgio reguliatorių paduodama įtampą u_{n1}

įtampą u_{n2} antrajam proporciniam slėgio reguliatoriui:



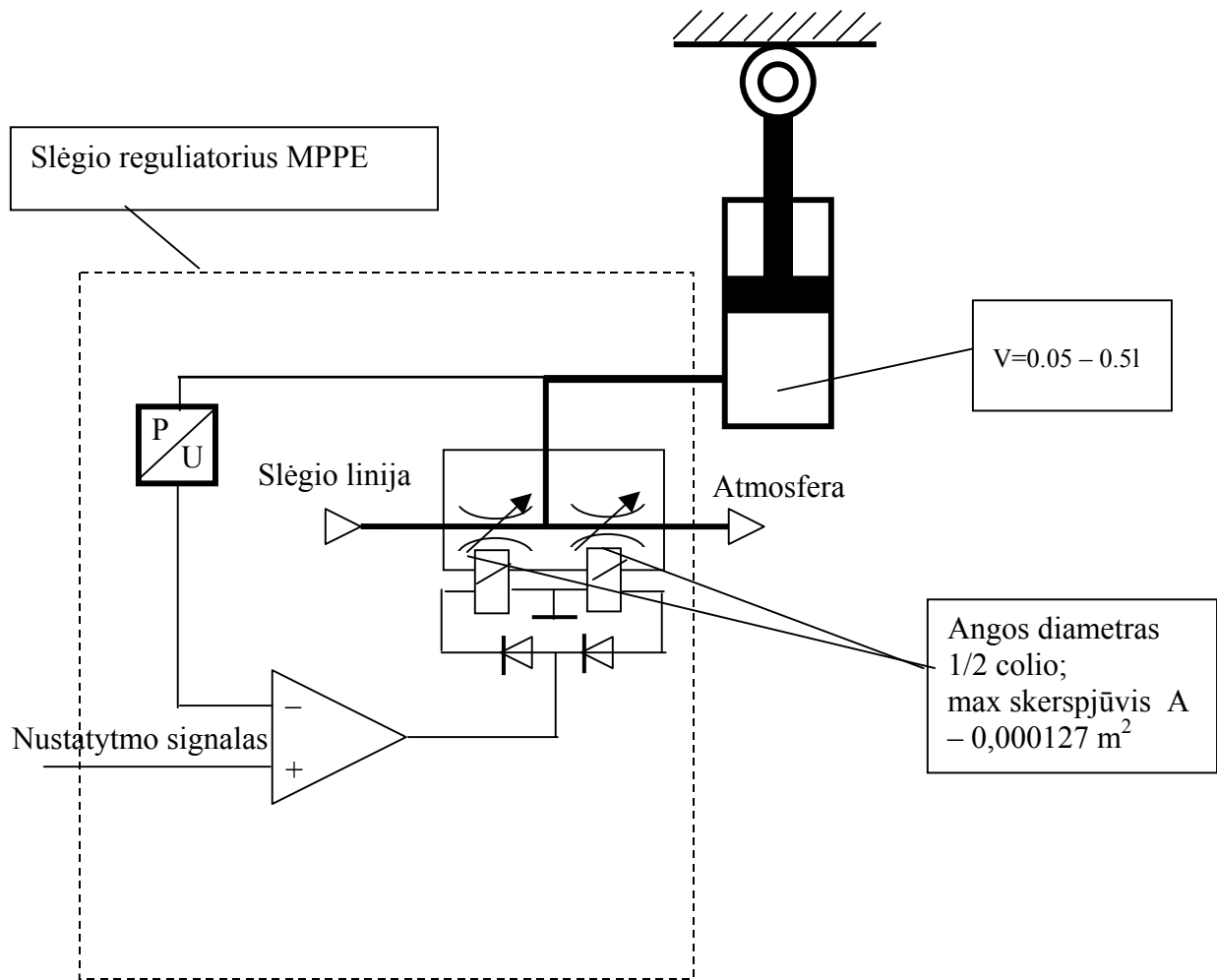
4.7 pav. Iš valdiklio į antrąjį proporcinį slėgio reguliatorių paduodama įtampą u_{n2}

Valdikliui formuojant įtampą abiemis proporciniais slėgio reguliatoriams gaunamas dinamiškas įtampos kitimas laike, kuris pavaizduotas 4.8 paveikslėlyje. Antrajam proporciniam slėgio reguliatoriui suformuota įtampa sąlyginai parodyta su minuso ženklu, kadangi norėta tame pačiame grafike parodyti dinaminį abiejų reguliatorių įtampos kitimą.



4.8 pav. Dinamiškai kintanti į abu proporcingius slėgio reguliatorius paduodama įtampa

Norint modeliuoti tiksliau, reikia naudotis žemiau pateikta struktūra ir priklausomybėmis. Modeliuojamą sistemą sudaro: pneumatinis cilindras PC, ir slėgio reguliatorius MPPE. Siekiant garantuoti pakankamai aukštą slėgio kitimo darbo kameroje dažnį – (2 ar net 3 Hz) reikia parinkti didelio našumo slėgio reguliatorių ir cilindrą į sistemą įmontuoti taip, kad darbo kameros tūris būtų nedidelis. Modeliuojant priimta, kad naudojamas MPPE –3 – ½ - 6 skirstytuvas, kurio angų diametras ½ colio, o cilindro darbo kameros tūris – 0,05 - 0,5 litro.



4.9 pav. Modeliuojama pneumatinio cilindro ir slėgio regulatoriaus sistema

Sistema modeliuojama remiantis šiomis lygtimis:

Idealių dujų būvio lygtis :

$$P = \frac{nRT\gamma}{V} ; \quad (4.8)$$

čia P- slėgis, bar (atmosferomis);

n - dujų kiekis duotoje aplinkoje, mol;

R - universalioji dujų konstanta, $R = 8,31 \frac{Nm}{mol \cdot laipsn}$;

T – aplinkos temperatūra, laipsniais Kelvinų;

γ – oro šiluminių konstantų C_p ir C_v santykis, $\gamma = C_p/C_v = 1,4$.

Modeliuojant laikoma, kad aplinkos temperatūra yra pastovi ir lygi $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dujų kiekinio debito priklausomybe nuo slėgių santykio už ir prieš droselį, angos atidarymo laipsnio, tiekiamo dujų slėgio ir nuo dujų tekėjimo sąlygų koeficientų:

$$dn / dt = A \cdot C_q \cdot C_m \frac{P_{in}}{\sqrt{T_{in}}}, \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}; \quad (4.9)$$

čia A - angos skerspjūvis, m^2 ;

C_q - koeficientas priklausantis nuo išėjimo ir įėjimo slėgių santykio ir nuo droselio tipo; neturint konkrečių duomenų priimta $C_q = 0,7$;

C_m - debito parametras, nustatomas pagal formulę:

$$C_m = 0,1562 \sqrt{\left(\frac{P_{iš}}{P_{in}}\right)^{\frac{2}{\gamma}} - \left(\frac{P_{iš}}{P_{in}}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}}; \quad (4.10)$$

čia P_{ij} - slėgis droseliuojančio įtaiso įėjime, Pa;

P_{is} - slėgis droseliuojančio įtaiso išėjime, Pa;

γ - oro šiluminių konstantų C_p ir C_v santykis, $\gamma = C_p/C_v = 1,4$.

kai $\frac{P_{iš}}{P_{in}} > 0,528$; (orui $\gamma=1,4$ - specifinių šilumų santykis)

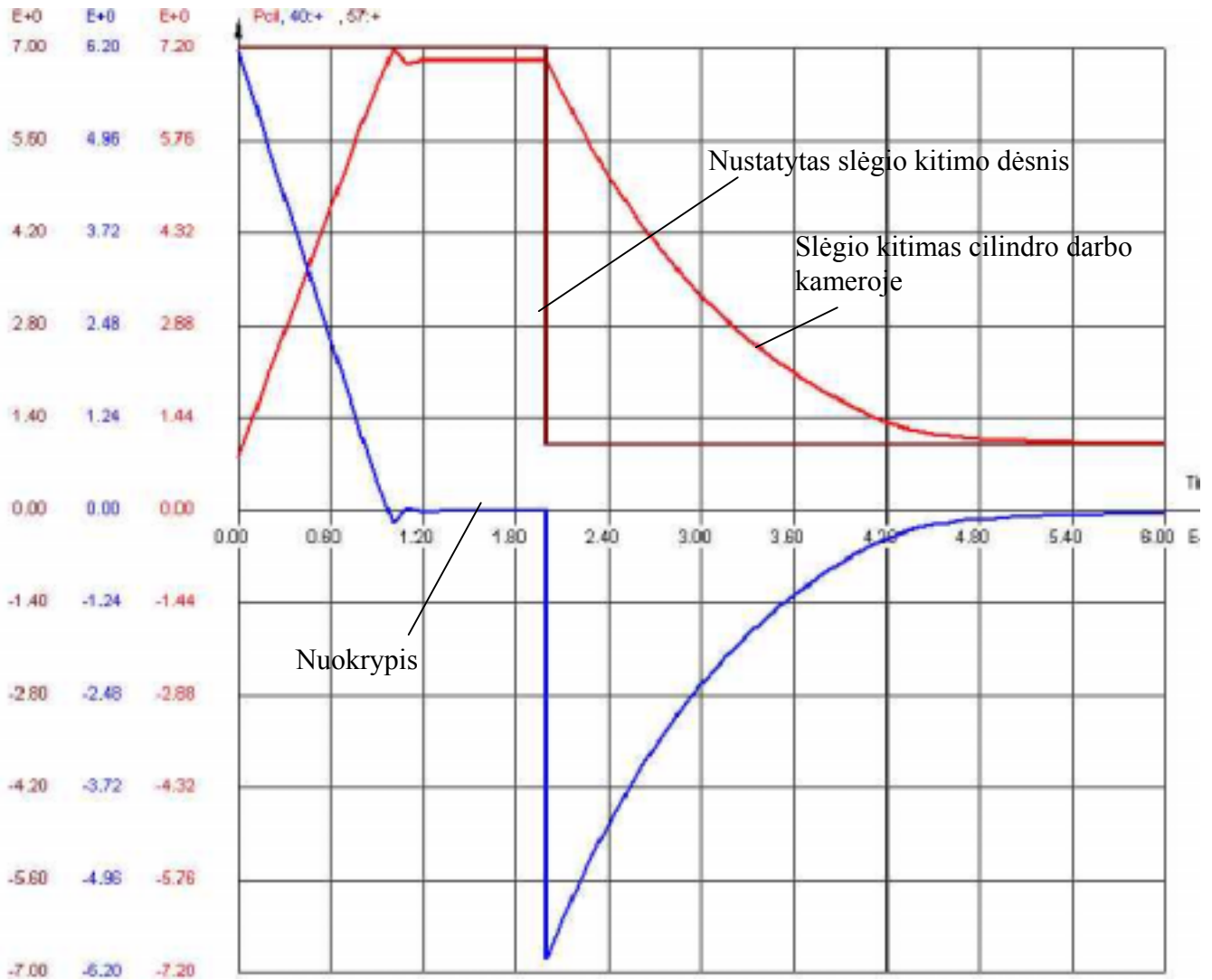
$C_m = 0,04042$, kai $\frac{P_{iš}}{P_{in}} < 0,528$.

Modelį sudaro du kontūrai – oro tiekimo į cilindro kamerą kanalas, veikiantis, kai slėgis darbo kameroje yra mažesnis nei nustatytas, ir oro išleidimo iš cilindro kameros kanalas, veikiantis, kai slėgis darbo kameroje didesnis nei nustatytas.

Modeliavimui panaudotas KTU sukurtas modeliavimo paketas Centaurus Plus.

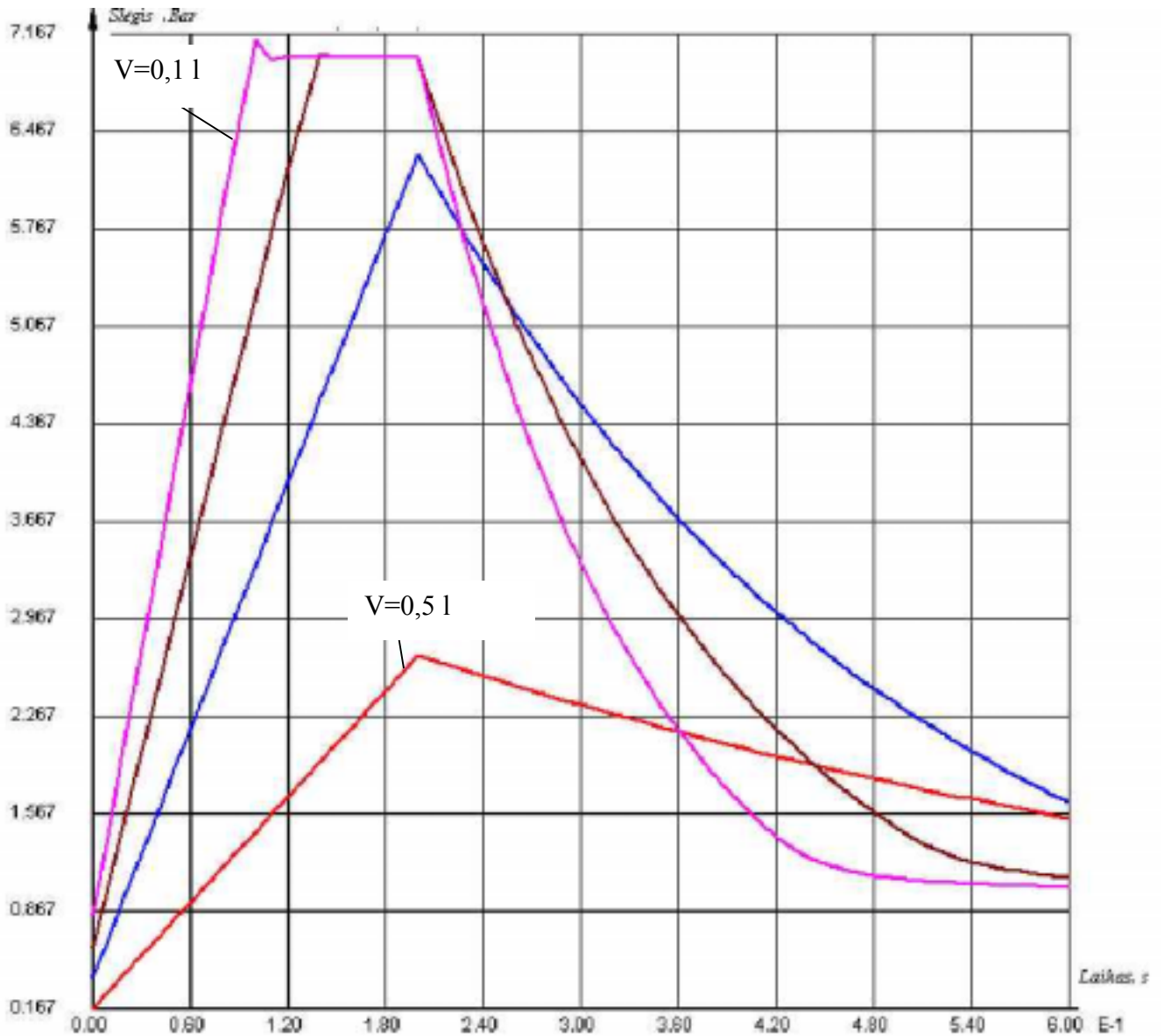
Pateikiama keletas modeliavimo rezultatų:

1) Slėgio reguliavimo sistemos reakcija į šuolinį nustatymo signalą, kai darbo kameros tūris $V=0,1$ l



4.10 pav. Slėgio reguliavimo sistemos reakcija į šuolinį nustatymo signalą, kai darbo kameros tūris $V=0,1$ l

2) Didinant darbo kameros tūrį, slėgio kitimo kameroje reakcija sparčiai lėtėja.

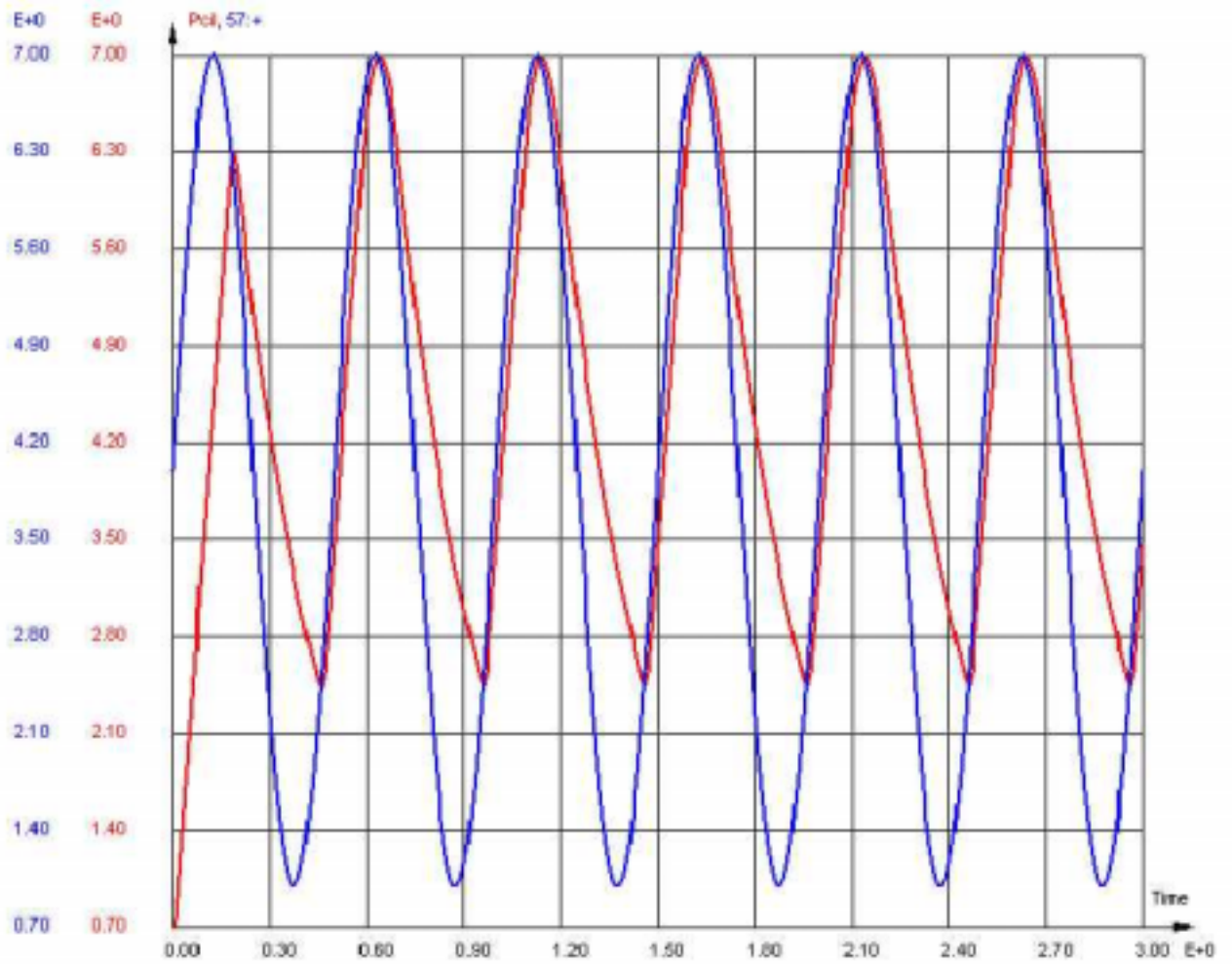


4.11 pav. Reakcijų šeima, gauta didinant darbo tūrį nuo 0,1 l iki 0,5 l lygiais intervalais

Išvada: reikia cilindrą parinkti ir įrengti taip, kad darbo kameros (kameros, kurioje reguliuojamas slėgis) tūris būtų, kaip įmanoma mažesnis.

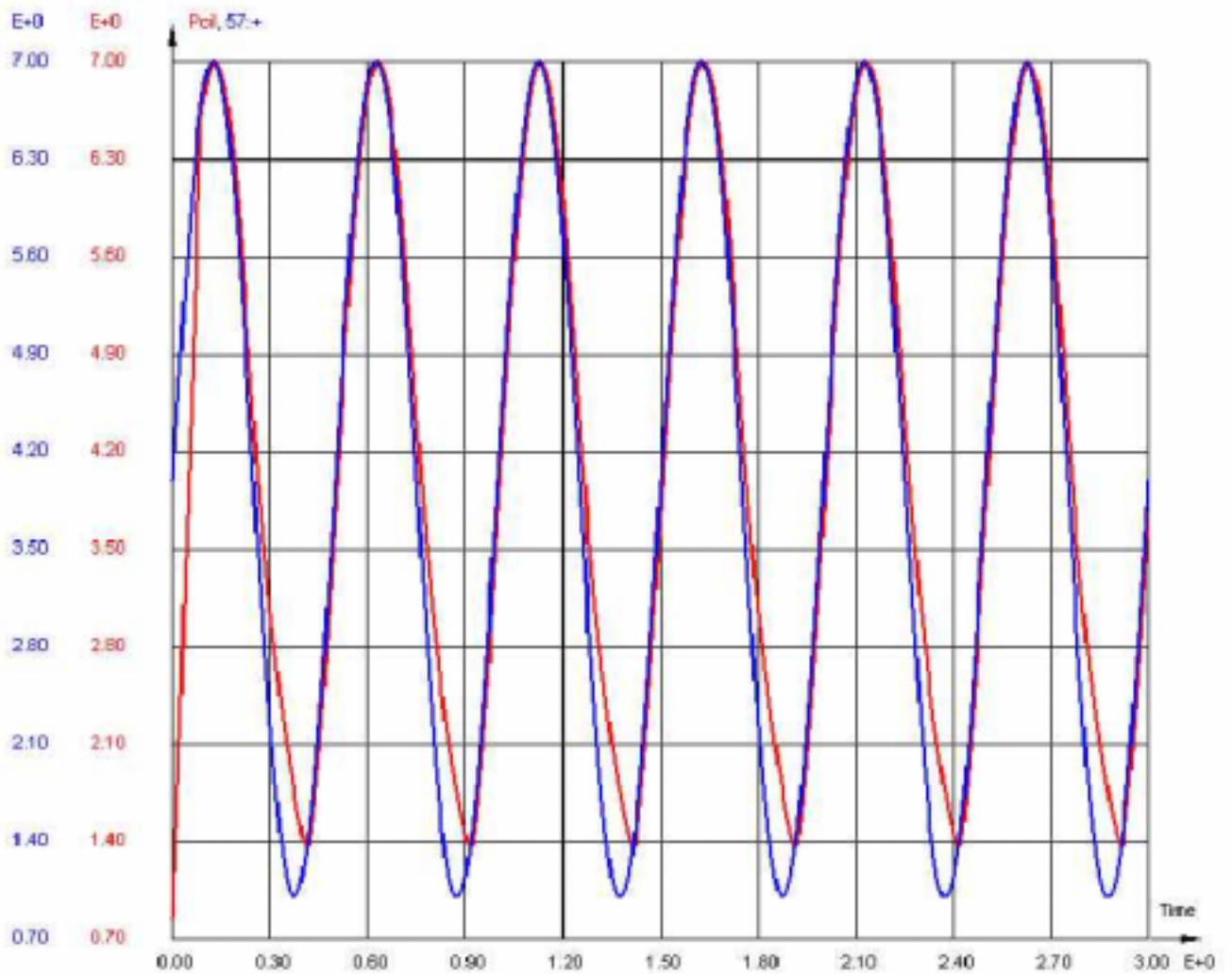
Toliau pateikti harmoninio signalo realizavimo modeliuojant rezultatai:

3) kai darbo kameros tūris 0,2 litro, ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dažnis:



4.12 pav. Darbo kameros tūris 0,2 litro ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dažnis

4) kai darbo kameros tūris 0,1 litro, ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dėsnis:

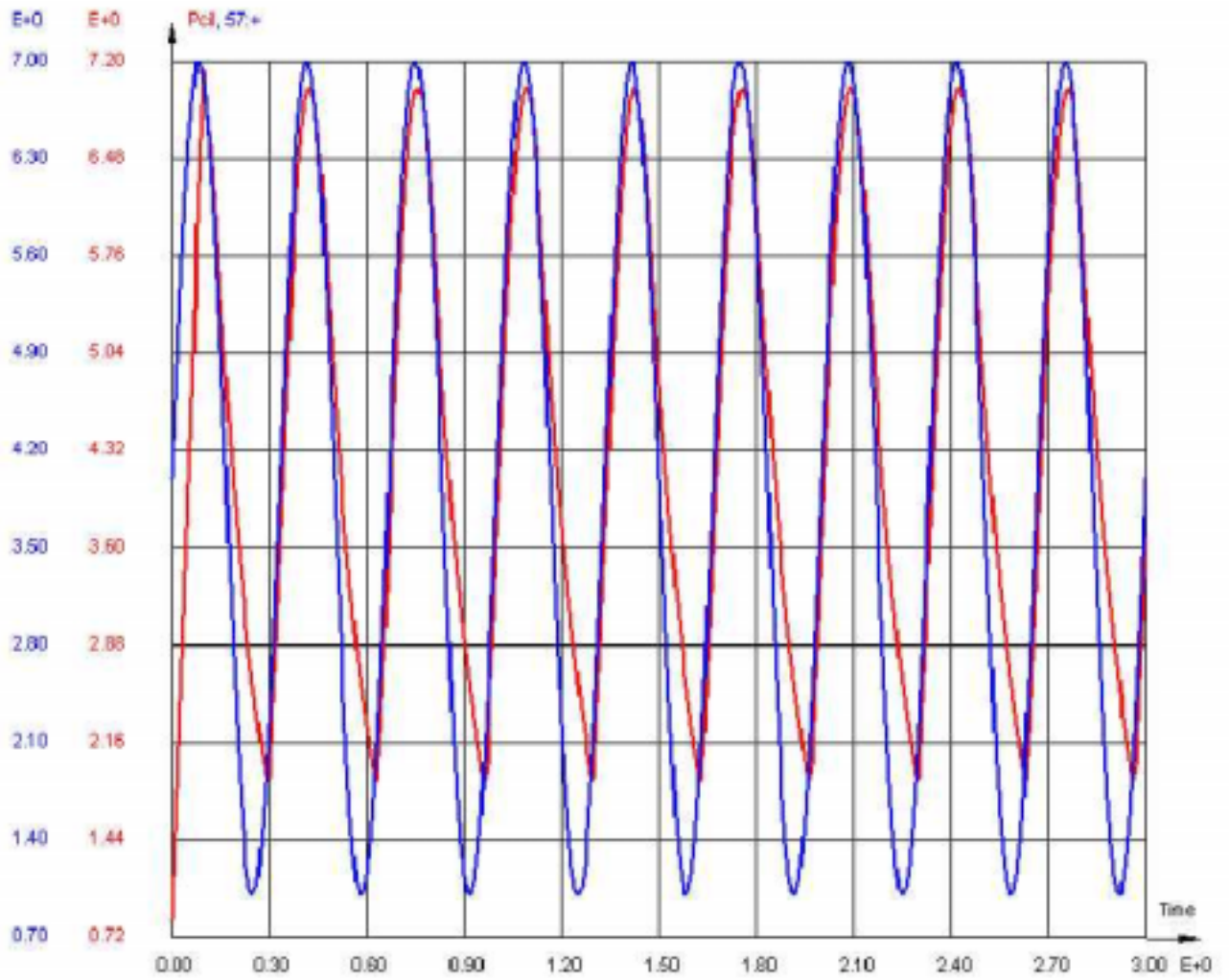


4.13 pav. Darbo kameros tūris 0,1 litro, ir nustatytas 2 Hz slėgio kitimo dėsnis

Matyti, kad padidinus darbo kameros tūrį du kartus pasirinktasis slėgio regulatorius nebepajėgus realizuoti 2 Hz slėgio kitimo dėsnio.

Kadangi didesnio našumo slėgio regulatorių nėra, tai reikalingą slėgio kitimo dėsnį galima pasiekti tik tuomet, kai pneumatinio cilindro darbo kameros tūris yra ne didesnis nei 0,1 litro.

Žemiau pateikiama cilindro su 0,1 l darbo kameros tūriu 3 Hz realizavimo modeliavimo rezultatai.

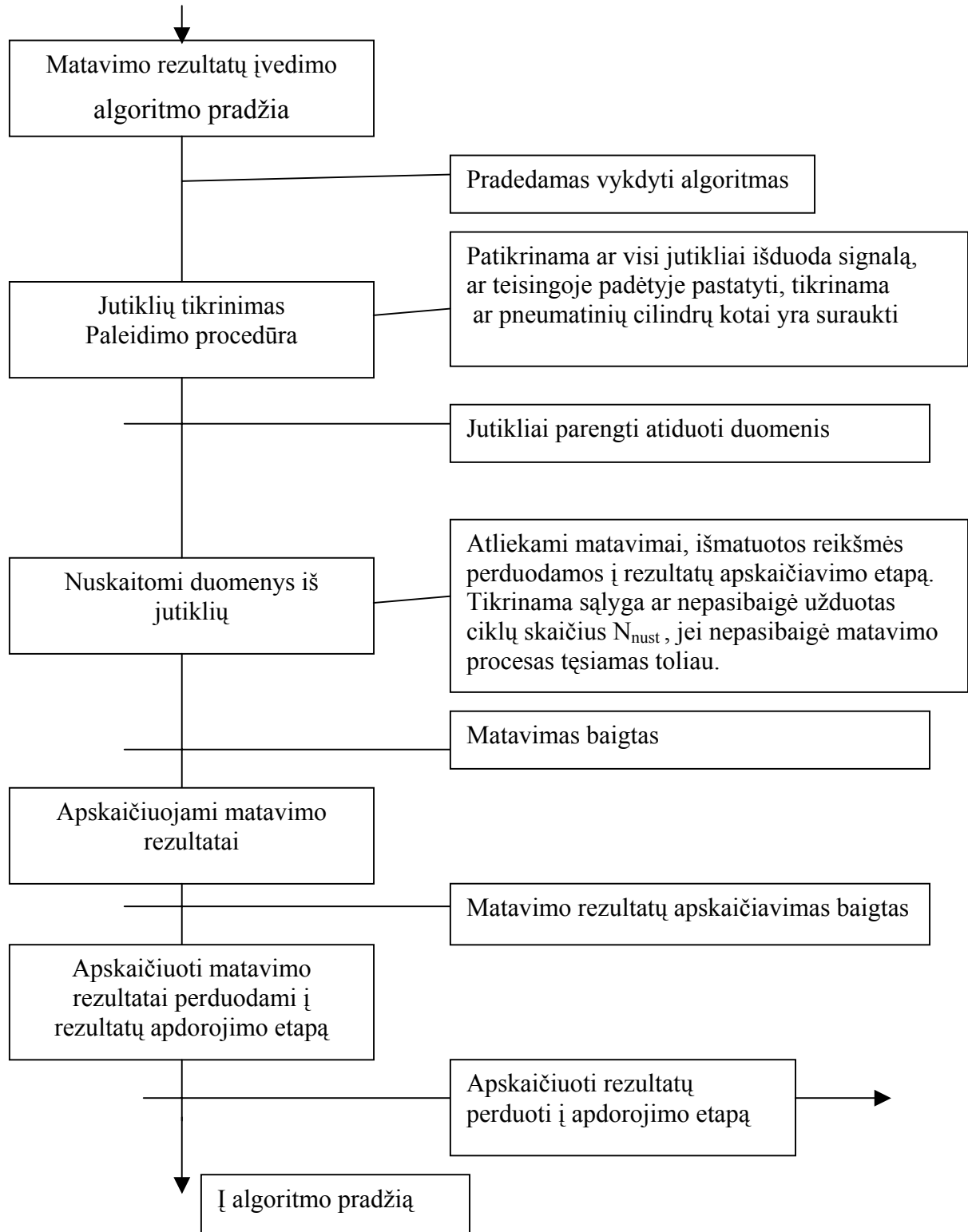


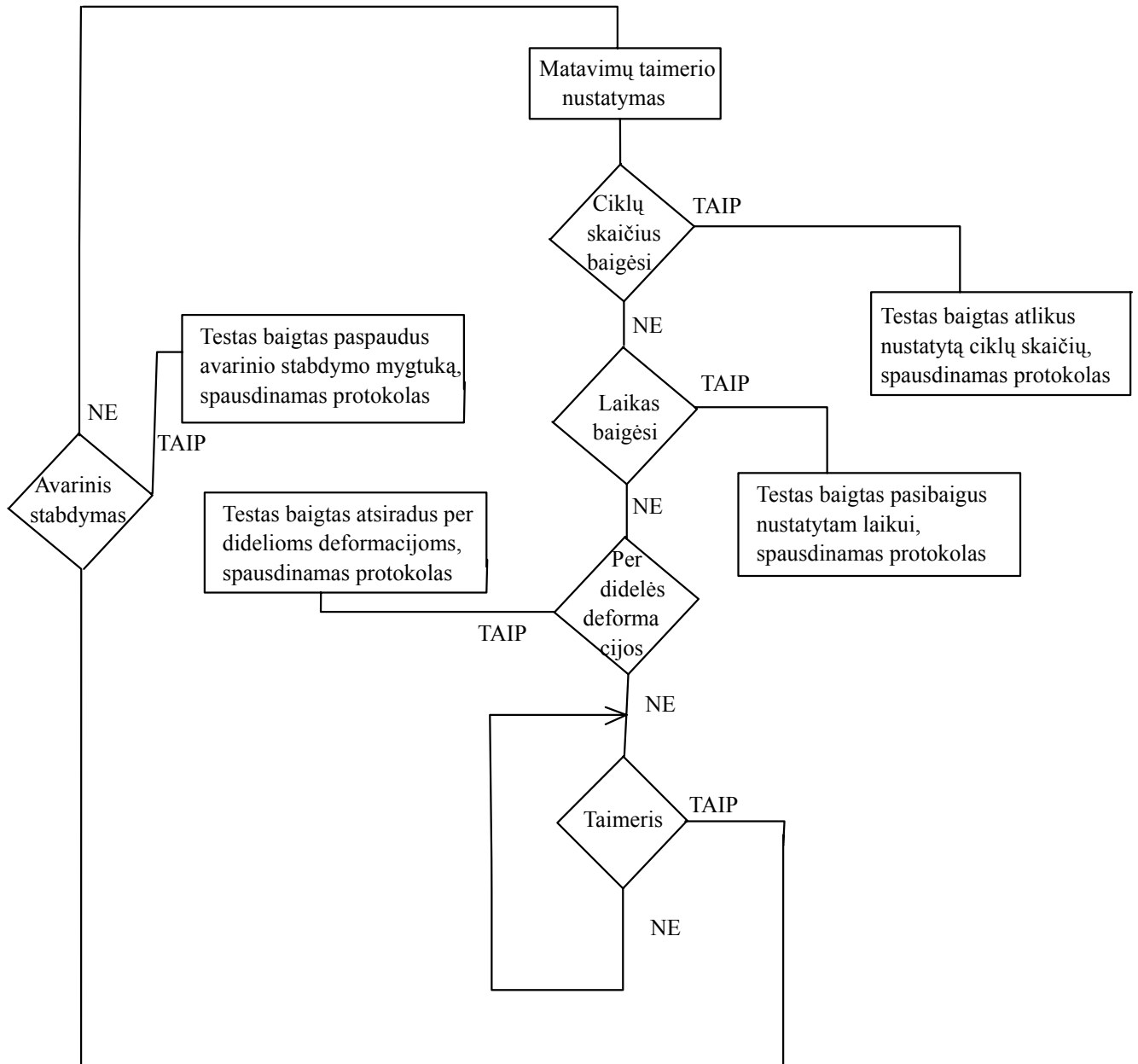
4.14 pav. Darbo kameros tūris 0,1 litro ir nustatytas 3 Hz slėgio kitimo dėsnis

Aiškliai matyti, kad reikia mažinti darbo kameros tūrį, nes sistema nebespėja atgaminti 3 Hz harmoninio signalo. Problema ta, kad lėtai vyksta oro pašalinimo iš darbo kameros procesas ir nėra priemonių jam pagreitinti.

5. DVIRAČIO RĖMO BANDYMO, MATAVIMO REZULTATŲ ĮVEDIMO, APDOROJIMO IR ATVAIZDAVIMO ALGORITMŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS

Norint sukurti dviračio rėmo bandymo, matavimo rezultatų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo algoritmus buvo naudotas nuosekliųjų funkcinių diagramų (SFC) metodas [8].

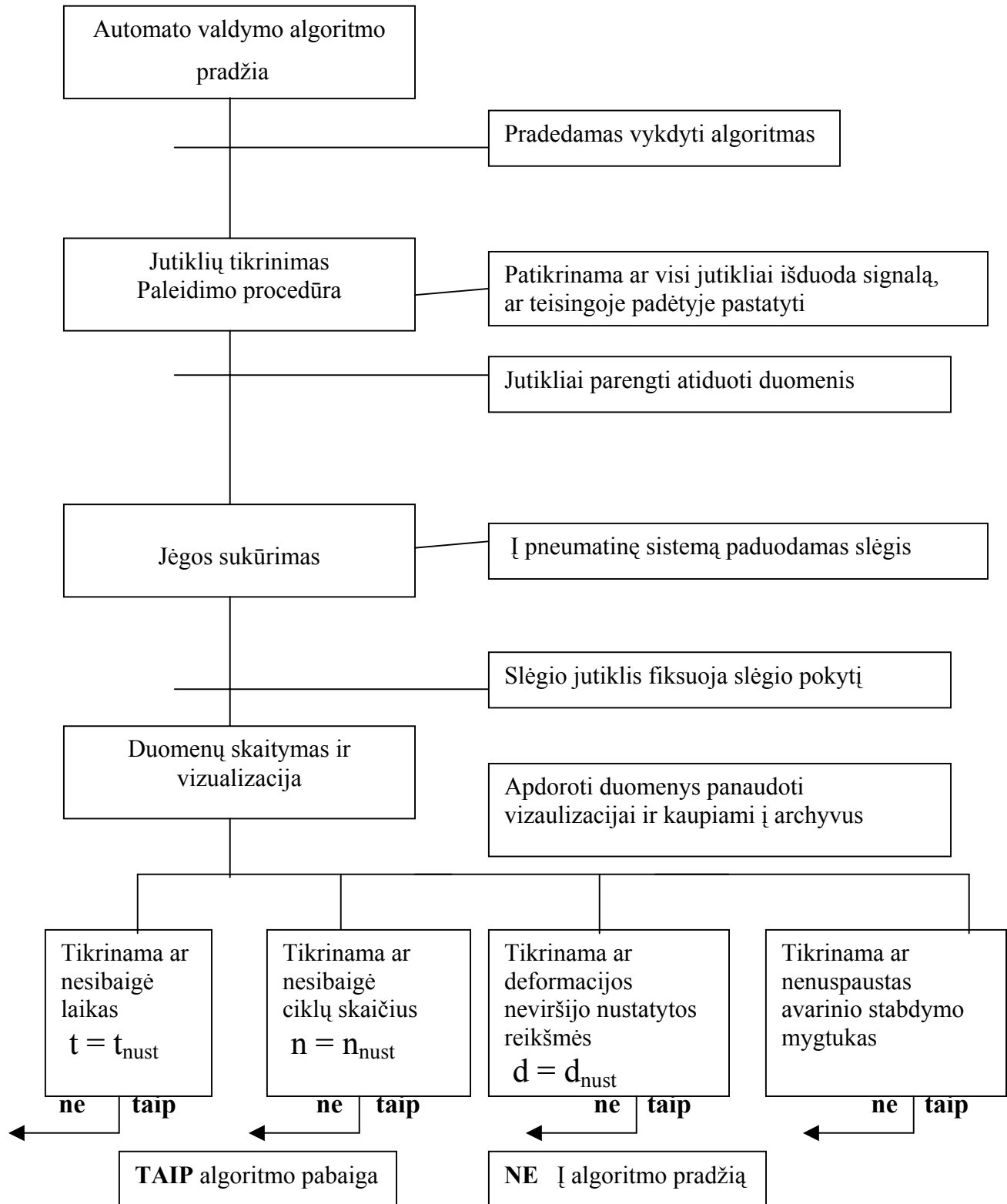




Pagal jau sukurtą algoritmą panaudojant programą First Isagraf v. 3.3, sumodeliuojama dviračio remo bandymo, matavimo rezultatų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo sistema.

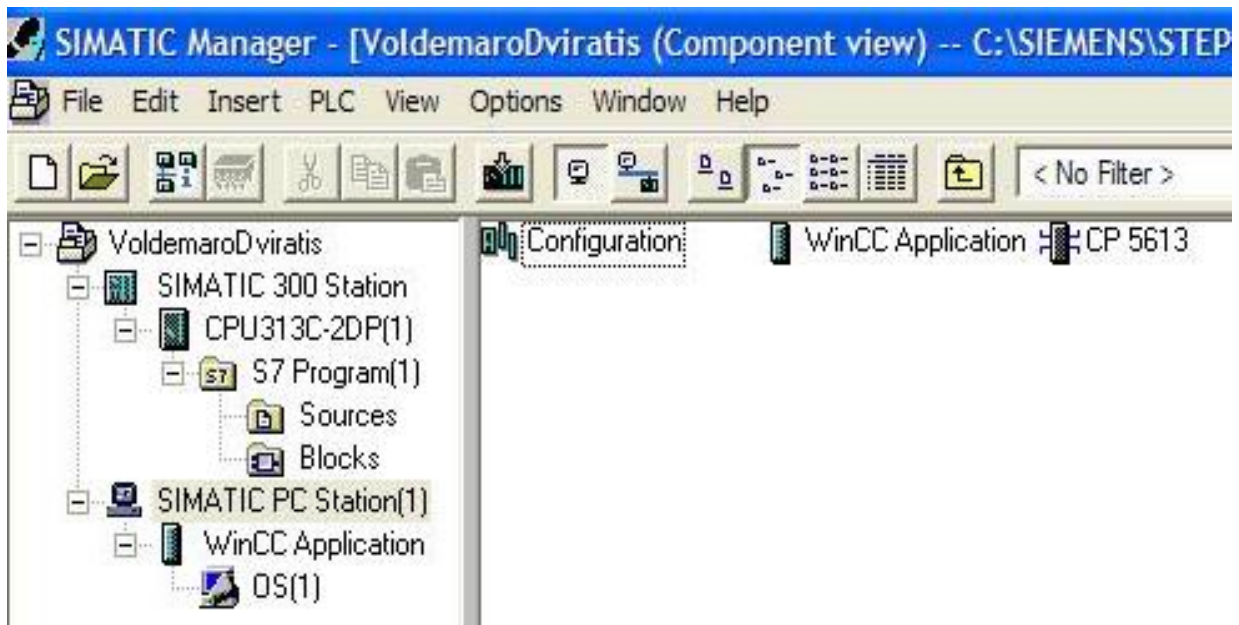
6. AUTOMATO VALDYMO ALGORITMO SUDARYMAS IR MODELIAVIMAS

Automato valdymo algoritmui sudaryti taip pat pasinaudosime nuosekliųjų funkcinių diagramų (SFC) metoda [8]. Panaudojus programą First Isagraf v. 3.3, sumodeliuojama automato valdymo sistema.



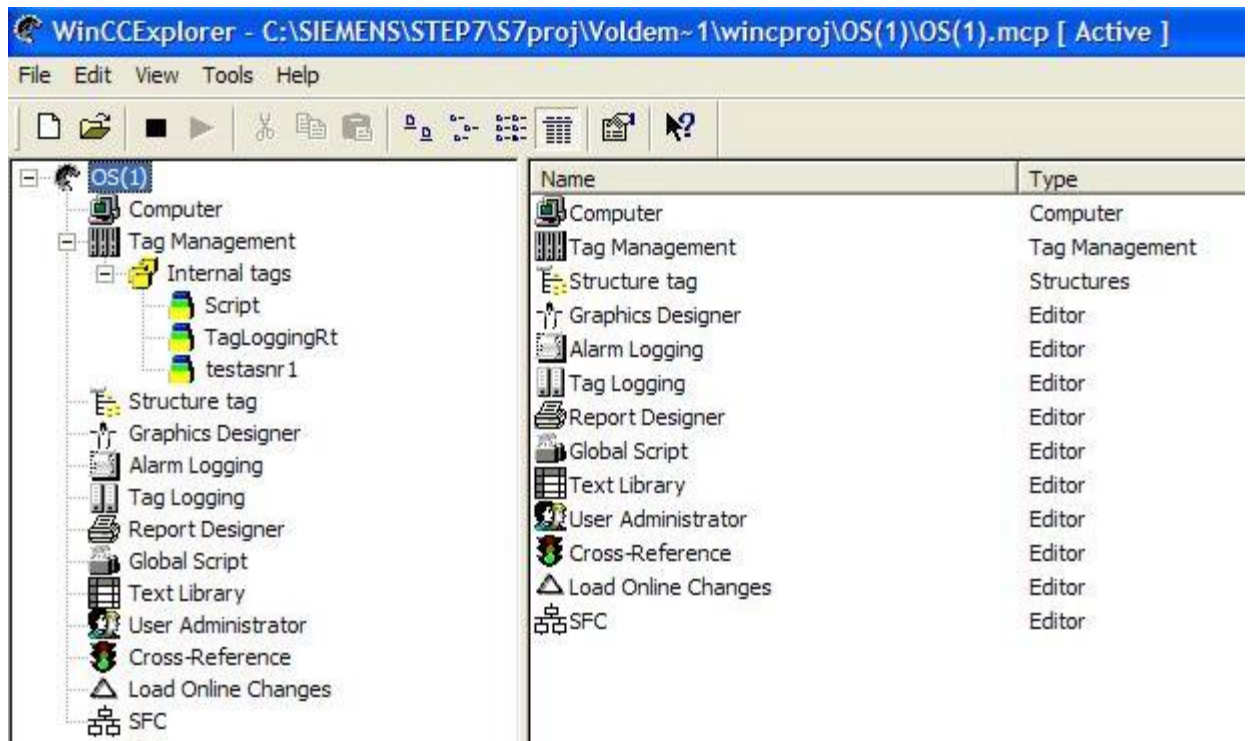
7. BANDOMOSIOS TESTAVIMO REZULTATŲ APDOROJIMO PROGRAMOS SUDARYMAS, DERINIMAS IR IŠBANDYMAS

Pagal sudarytus dviračio rėmo bandymo, matavimo rezultatų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo ir automato valdymo algoritmus kuriama bandomoji testavimo rezultatų apdorojimo programa. Šiai programai sukurti panaudotas SIEMENS SIMATIC WinCC v.6.0 procesų vizualizacijos paketas [5], [6]. Pagal numatytą standui reikalingų jutiklių skaičių (6 deformacijų ir 5 slėgio) pasirinktas SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 313C-2DP valdiklis su 16 analoginių įėjimų, jutiklių duomenims į valdiklį įvesti, taip pat turintis SIMATIC PROFIBUS DP pramoninio tinklo sąsaja, kuria panaudojus būtų galima sujungti bandymų standus turinčius tokią sąsają į vieną tinklą.



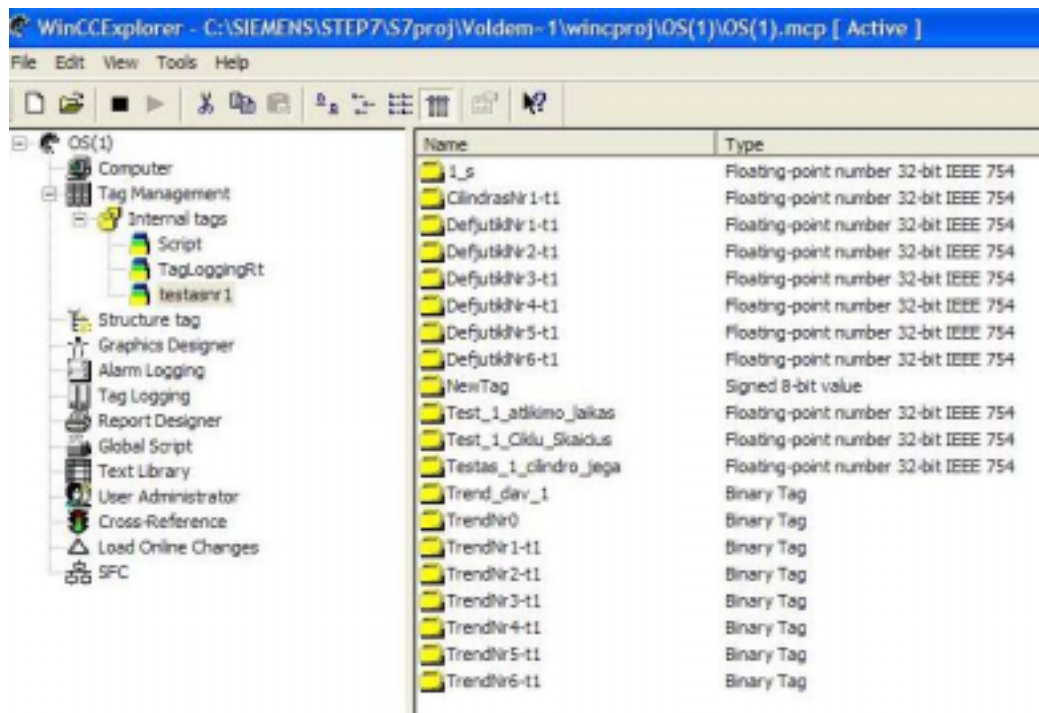
7.1 pav. Vizualizacijos programoje WIN CC pasirenkamas valdiklis

Pasirinkus valdiklį, viename iš vizualizacijos programos „WIN CC v.6.0“ paketų „SIMATIC Manager“ jam priskiriami standartiniai blokai, prijungiami analoginių įėjimų blokai, po to sukuriamas naujas projektas. Jis atidaromas „WINCCexplorer“ programoje. Tai pagrindinė programa, kurios sudedamųjų paprogramių pagalba bus kuriama grafinė išvaizda („Graphics Designer“), išpėjamieji pranešimai („Alarm logging“), priskiriami kintamieji („Tag management“), kaupiama iš jutiklių informaciją archyvuose („Tag logging“), parengiamas informatyvus ataskaitų spausdinimo šablonas („Report designer“).



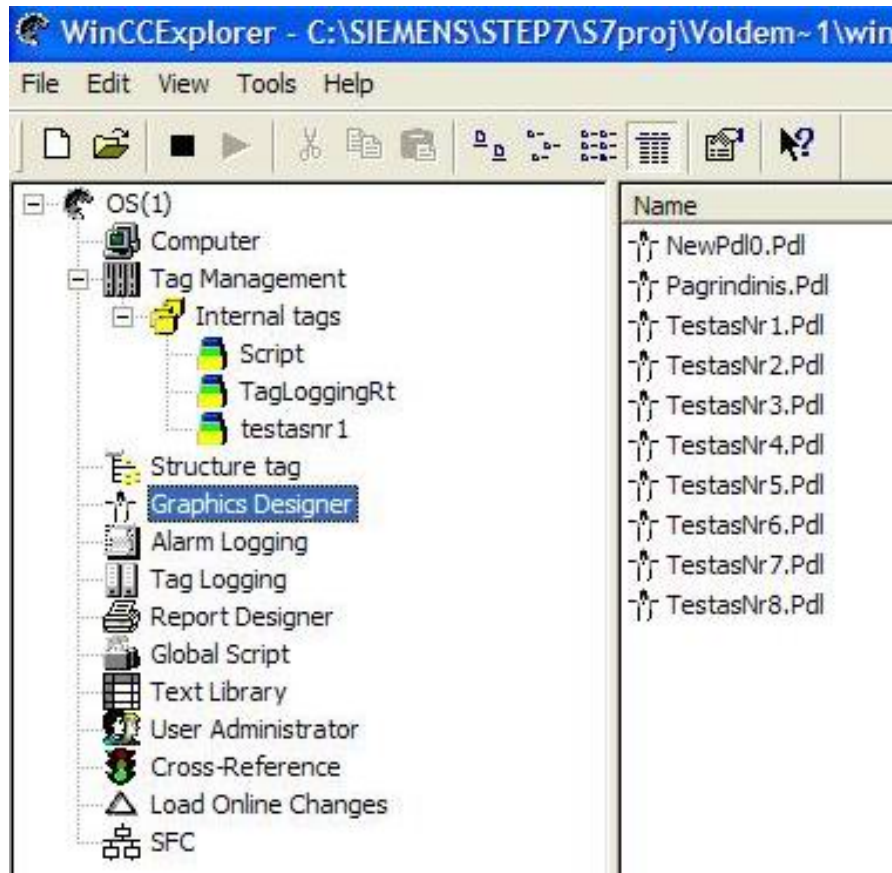
7.2 pav. WINCCExplorer programos pagrindinis langas

Pradžioje kiekvienam jutikliui priskiriamas kintamasis („tag“) pasirinkus „Tag management“ paprogramę. Kintamiesiems suteikiami skirtingi pavadinimai ir pagal atliekamas funkcijas priskiriamas duomenų tipas.



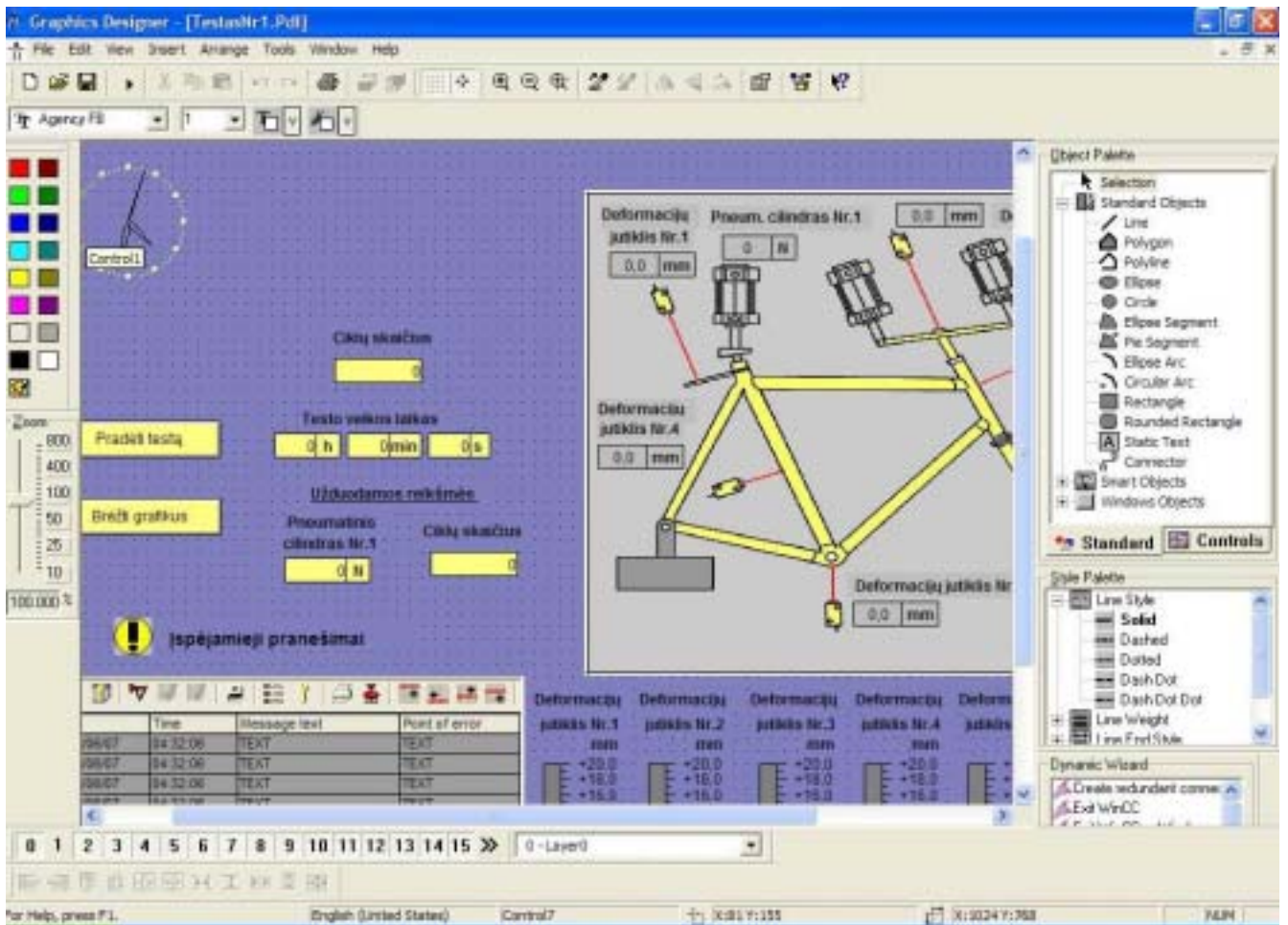
7.3 pav. „Tag management“ paprogramėje aprašomi programos kintamieji

Aprašius visus programoje naudojamus kintamuosius pradedamas grafinio programos apvalkalo kūrimas su „Graphics Designer“. Kiekvienam testui sukuriama po atskirą langą ir vienas titulinis (pagrindinis) langas, kuriame bandytojas vykdys testų pasirinkimą.



7.4 pav. Su „Graphics Designer“ kuriame grafinį programos apipavidalinimą

Pagrindiniame „Graphics Designer“ lange kuriant grafinę programos aplinką galima pasirinkti standartinius objektus (įvairias linijas, apskritimus, kvadratus, statinį tekstą), sudėtingesnius objektus (paveikslėlio įterpimo langą, duomenų įvedimo/išvedimo laukelį), įprastus programos grafinei daliai elementus (mygtukus, pasirinkimo laukelius), taip pat objektų valdymą (laikrodžių, lentelių, brėžiamų grafikų, išpėjimų pranešimų). Iš didelės paveikslėlių duomenų bazės galima išsirinkti užduoties reikalavimus tenkinantį paveikslėlį. Sluoksnių valdymas įgalina sukurti sudėtingą grafinę sistemą, kurioje, pavyzdžiui išpėjimieji pranešimai arba grafikai gali būti sukurti kitame sluoksnyje nei pagrindinė grafinė aplinka, tai įgalina juos didinti, mažinti, perkėlinėti iš vienos vetos į kitą, taip neužimant vietos pagrindinėje grafineje aplinkoje.



7.5 pav. Programos „Graphics designer“ pagrindinis langas

Sukūrus grafinę programos aplinką ir pasirinkus kokioje formoje gaunama iš jutiklių informacija bus pateikiama bandytojui monitoriuje, gaunamus iš jutiklių duomenis galime archyvuoti su „Tag logging“ programa. Joje suregistruojame kintamuosius, pasirenkame duomenų kaupimo dažnumą.

Įspėjamųjų pranešimų sistemą galime sukurti su „Alarm logging“. Pasirinkus kintamuosius (pavyzdžiui, deformacijų jutiklius) priskiriame jiems ribą, kurią viršijus būtų suformuotas įspėjantis pranešimas. Dažnai patogu sukurti įspėjamųjų pranešimų patvirtinimo sistemą. Pavyzdžiui, įspėjamųjų pranešimų laukelyje suformuojamas pranešimas apie viršytą ribą yra raudonos spalvos, išnykus poveikiui, sukėlusiam šios ribos viršijimą, pranešimo spalva pasikeičia į geltoną, o jei patys anksčiau pastebėjome raudonos spalvos pranešimą, jį patvirtinus, spalva pasikeičia į mėlyną. Taip grafiškai palengvinama bandytojui įsisavinti kintantį informacijos srautą.

Archive name	Archive mode	Last change
DaviklioArchyvas	Process Value Archive	5/28/2004 6:3

Tag name	Process tag	Tag type	Comments	Last change	Acquisition
CilindrasNr 1	CilindrasNr 1-t1	Analog		6/1/2004 10:05:24	Cyclic-con
DefjutiklNr 1	DefjutiklNr 1-t1	Analog		6/7/2004 2:52:20	AN Cyclic-con
DefjutiklNr 2	DefjutiklNr 2-t1	Analog		6/7/2004 2:52:48	AN Cyclic-con
DefjutiklNr 3	DefjutiklNr 3-t1	Analog		6/7/2004 2:53:13	AN Cyclic-con
DefjutiklNr 4	DefjutiklNr 4-t1	Analog		6/7/2004 2:53:35	AN Cyclic-con
DefjutiklNr 5	DefjutiklNr 5-t1	Analog		6/7/2004 2:54:03	AN Cyclic-con
DefjutiklNr 6	DefjutiklNr 6-t1	Analog		6/7/2004 3:48:33	AN Cyclic-con

7.6 pav. „Tag logging“ duomenų archyvavimo programa

Status tag	Status bit	Message text	Point of error	Help text	Parameters	Acknowledgment
	0			Not set	Set	
	0	Pneum. cilindr Nr.1	Virsyta 3200N riba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.1	Virsyta 10 mm riba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.2	Virsyta 10 mm riba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.3	Virsyta 10 mm rba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.4	Virsyta 10 mm riba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.5	Virsyta 10 mm riba	Not set	Set	
	0	Def jutiklis Nr.6	Virsyta 10 mm riba	Not set	Set	

7.7 pav. Įspėjamųjų pranešimų sistemą kuriama su „Alarm logging“

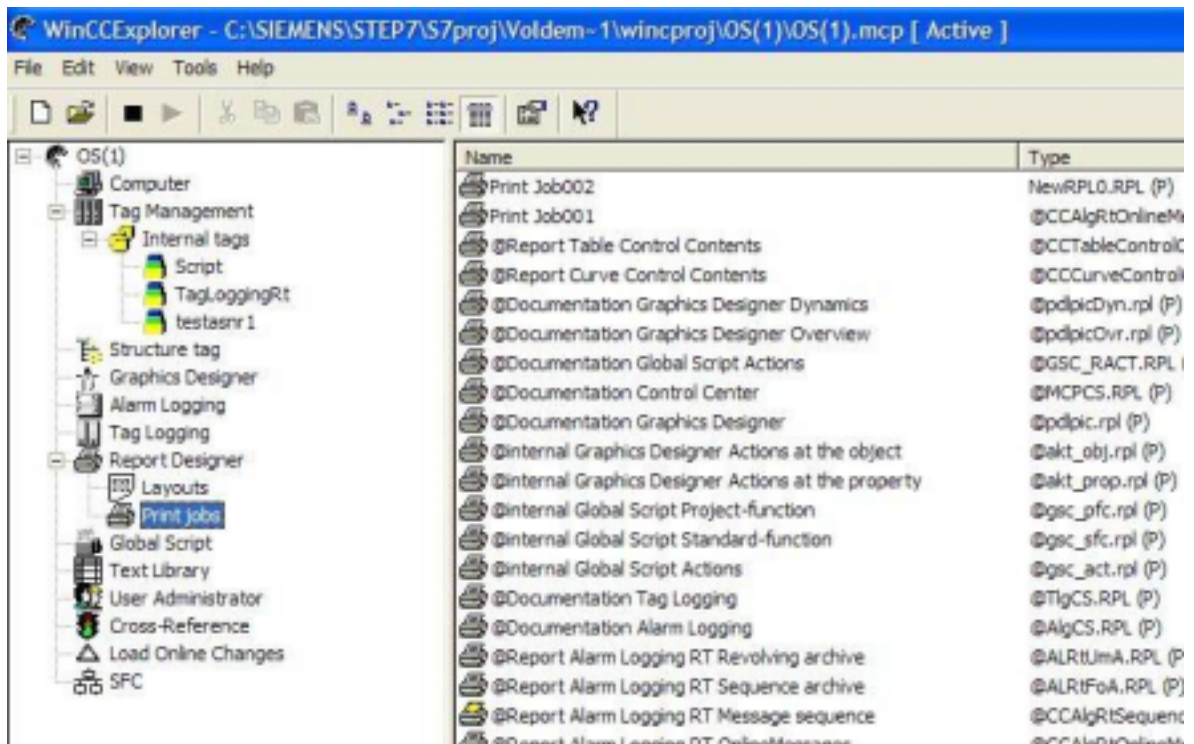
Pasirinkus grafikų valdymo funkciją „WinCC Online Trend control“ pasirenkame pagal kurių jutiklių duomenis bus brėžiami grafikai ir sukuriami atitinkami kintamieji. Norint peržiūrėti ankstesnius duomenis galima susistabdyti grafikų brėžimą; vedant vertikalią liniją per grafikus, nuskaitomos visų grafikų esančių ant tos vertikalės reikšmės ir parodomos monitoriuje. Galima taip pat pasirinkti kokių jutiklių grafikus norime matyti, kurie tuo momentu nereikalingi, pažymint varnelę - išjungiami.



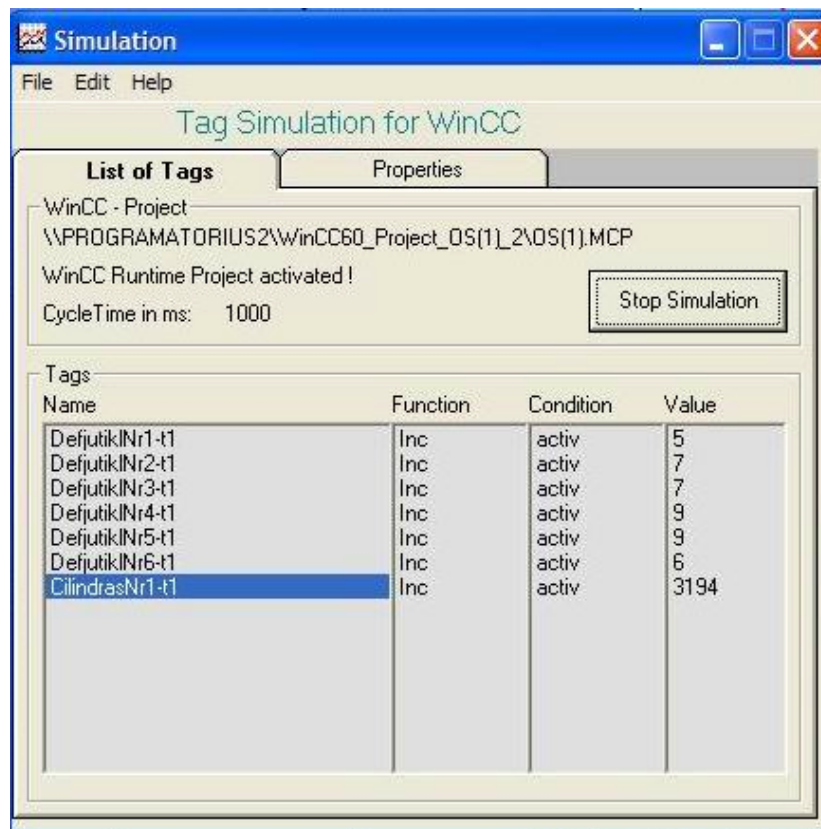
7.8 pav. Grafikų brėžimas panaudojant valdymo funkciją „WinCC Online Trend control“

Baigus dviračių rėmo tikrinimo testą ar jo metu reikalinga spausdinti ataskaitas. Norimo tipo ataskaitos šabloną galima susikurti su „Report Designer“. Programoje yra jau paruoštų spaudinimo šablonų, juos reikia tik peržiūrėti ir susirasti sau tinkamą. Galima susikurti ir pagal savo poreikius.

Neturint valdiklio ar prijungtų veikiančių jutiklių, jų reikšmes galima imituoti naudojant kintamųjų simuliacijos programėlę „Tag simulation for WinCC“. Joje pasirenkami kintamieji, priskiriamos reikšmės kitimo viršutinė ir apatinė ribos, parenkamas reikšmės kitimo metodas (pavyzdžiui, didėjantis, atsitiktinis ar sinusinio signalo formos).

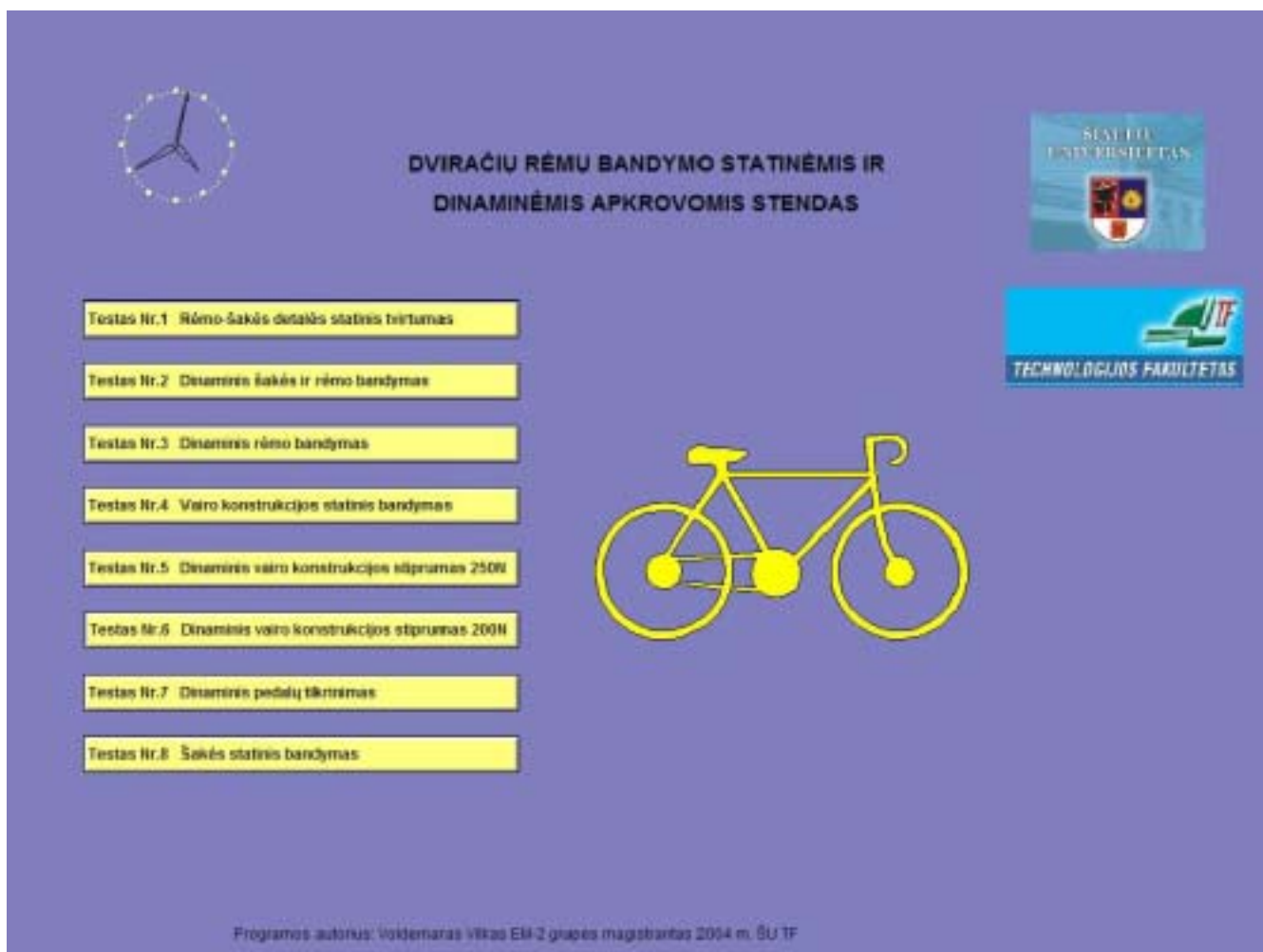


7.9 pav. Norimo tipo ataskaitos šablonas gali būti sukurtas su „Report Designer“



7.10 pav. Kintamųjų reikšmes formuoja imitacijos programėlė „Tag simulation for WinCC“

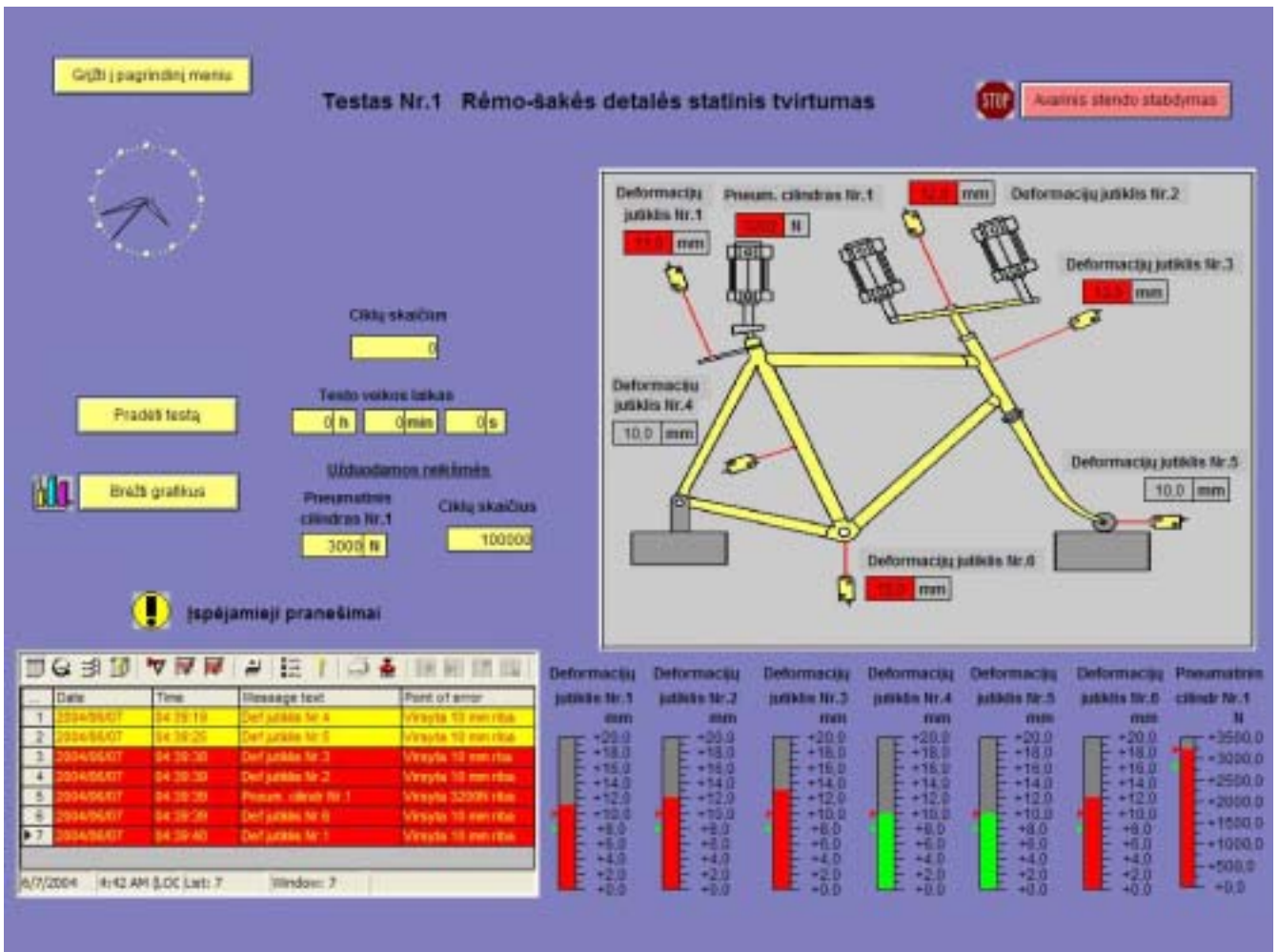
Panaudojus valdymo algoritmus ir visas aukščiau paminėtas programas sukuriama bandomoji testavimo rezultatų apdorojimo ir vizualizavimo programa.



7.11 pav. Bandomosios testavimo rezultatų apdorojimo ir vizualizavimo programos pagrindinis puslapis

Pagrindiniame puslapyje galime pasirinkti kurią testą atlikinėsim. Paspaudus pasirinkto atlikti testo mygtuką pereiname į testo langą. Toliau bus aptariamas pirmojo dviračių rėmo bandymo: „Rėmo – šakės detalės statinio tvirtumo tikrinimas“ sukurtas grafinis programos apipavidalinimas.

Mygtukas „Grįžti į pagrindinį langą“ jį paspaudus gražina į pagrindinį langą. „Avarinis rėmo stabdymo“ mygtukas sustabdo testo vykdymą iškilus pavojingai situacijai arba pagal jutiklių parodymus prognozuojant artėjančią rėmo lūžimą. Testo pradžioje užduodamos pneumatinio cilindro Nr.1 ir ciklų skaičiaus reikšmės. Jutiklių matuojamos reikšmės pateikiamos prie dviračio maketo esančiuose duomenų laukeliuose, apačioje esančiuose indikacinėse juostose. Paspaudus mygtuką „Brėžti grafiką“ iškviečiamas galimų kintamųjų, pagal kurių reikšmės galės būti brėžiami grafikai, langas.



7.12 pav. Sukurtos bandomosios testavimo rezultatų apdorojimo ir vizualizavimo programos testo Nr.1 langas

Šiame lange taip pat galima pasirinkti ant suformuoto spausdinimui šablono išspausdinti pasirinkto periodo grafiką. Įspėjamųjų pranešimų laukelyje atsirandantys pranešimai informuoja apie viršytą nustatyto dyžio reikšmę. Laukelių esančių šalia dviračio maketo spalva pasikeičia į raudoną, užduotai reikšmei viršijus leistiną ribą, tada ir signalinės juostos esančios apatinėje ekrano dalyje spalva pasikeičia į raudoną, taip informuodama bandytoją. Pagal sukurtą šabloną galima išspausdinti įspėjančiųjų pranešimo pasirodymo istoriją, arba tam tikrus kriterijus atitinkančių pranešimų istoriją. Kiti testai sukurti analogiškai, todėl plačiau nėra aptarinėjami.

Sukurtoji programa išpildė visus reikalavimus, kurie buvo užduoti modeliuojant automato valdymo sistemą algoritmų ir nuosekliųjų funkcinių diagramų metodu, išbandyta panaudojant simuliacinę programą „Tag simulation for WinCC“.

Programa buvo pademonstruota Technologinių bandymų centro darbuotojams. Atsižvelgiant į jų siūlymus šiek tiek pakoreguota ir dabar tenkina šių specialistų keliamamus reikalavimus.

8. IŠVADOS IR SIŪLYMAI

1. Atlikta dviračių bandymo stendo automatizavimo galimybių analizė parodė, kad stendo pneumatinė sistema yra senstelėjusi, todėl sudėtinga būtų formuoti greitai kintančias dinamines jėgas.
2. Atlikti praktiniai žmogaus minančio dviračio pedalus stebėjimai ir tyrimai. Praktiniai stebėjimo rezultatai ir rezultatai apskaičiuoti programa, modeliuojant tą patį mynimo procesą, buvo artimi vieni kitiems, kai kurie tikslūs.
3. Panaudojus modeliavimo paketą Centaurus Plus kuriant pneumatinio cilindro ir proporcinio slėgio reguliatoriaus sistemą, pagal modeliavimo rezultatus padarytos kelios išvados:
 - 1) didinant darbo kameros tūrį, slėgio kitimo kameroje reakcija sparčiai lėtėja, todėl siūloma cilindrą parinkti ir įrengti taip, kad darbo kameros tūris būtų, kaip įmanoma mažesnis.
 - 2) panaudojus pneumatinį cilindrą su 0.1 litro darbo kameros tūriu, sistema nebespėja atgaminti 3Hz harmoninio signalo, dėl per lėto oro pašalinimo iš darbo kameros, todėl reikia mažinti darbo kameros tūrį.
4. Pagal sumodeliuotą automato valdymo algoritmą sukurta duomenų įvedimo, apdorojimo ir atvaizdavimo programa (panaudojus SIEMENS SIMATIC WinCC v.6.0 procesų vizualizacijos kūrimo programą), įvykdė jai keltus reikalavimus, palankiai buvo įvertinta Technologinių bandymų centro specialistų.
5. Panaudojant greitaveikius proporcingus slėgio reguliatorius ir mažo darbo kameros tūrio cilindrų galima sukurti dinamiškai kintančią jėgą, panaudojant ją dviračių rėmų bandymo stendo dinaminiame pedalo tikrinimo teste ar dviračio vairo dinaminio tvirtumo teste, kai vairą jėgos veikia asinchroniškai.
6. Dabar dviračių rėmų bandymų stende naudojama jėgos tikrinimo metoda, kai rėmą ar šakę veikianti jėga yra tikrinama tik kontrolinių tikrinimų metu su dinamometru, bet nėra pastovaus jėgos dydžio stebėjimo reiktų pakeisti šiuolaikiškesniu metodu.. Prie pneumatinių cilindrų reiktų prijungti proporcingus slėgio reguliatorius, kurie matuotą slėgį ir pagal užduotą iš valdiklio signalą, sekdami formuojamą slėgį, cilindro darbo kameroje reguliuotą kaupiamo ir išleidžiamo oro tūrį.
7. Siūloma dabar bandymų stende naudojamus kontaktinius su dviračio rėmu deformacijų jutiklius pakeisti nekontaktiniais (optiniais, lazeriniais) deformacijų jutikliais, kadangi vykdant ypač statinius rėmo bandymus, jėga deformuoja dviračio rėmą tiek, kad matuojant deformacijas kontaktiniu būdu rėmas besideformuodamas gali sulaužyti kontaktinį deformacijų jutiklį.
8. Pateikti siūlymai ir patobulinimai gali būti pritaikyti ne vien Šiaulių Universiteto Technologinių bandymų centre, bet ir panašaus profilio pramonės įmonių veikiančiuose įrengimuose.

9. LITERATŪRA

1. Šiaulių universiteto tinklapis. <http://www.su.lt/> [žiūrėta 2004-02-24].
2. DIN 79100-2:2000-04 "DVIRAČIAI. 2 DALIS: Saugumo technikos reikalavimai. Tikrinimas". 2000. 36p. Galioja nuo 2000 m. balandžio mėn.
3. V.A.Geleževičius. Peumatikos konspektai. 2000. 4p.
4. Lietuviškoji tarybinė enciklopedija. Vilnius, 1983. T.10, 462p.
5. Elektroninė knyga. SIEMENS SIMATIC HMI. WinCC V6, Основная документация. Описание системы. http://www.automation-drives.ru/as/download/doc/simatic_hmi/wincc/WinCC_V6_r.pdf [žiūrėta 2004-03-16].
6. Elektroninė knyga. SIEMENS WinCC. Оптимальная визуализация процессов. Версия 6 http://www.automation-drives.ru/as/download/doc/simatic_hmi/wincc/Sb%20WinCC%20V6_Chapter1_1209_r.pdf [žiūrėta 2004-03-16].
7. Elektroninis katalogas. SIEMENS Opto-BERO 3RG7. Бесконтактные оптические датчики. Обзор программы. 47p.
8. V.A.Geleževičius. Loginė automatika. Kaunas, 2001. 134p.
9. MICRO-EPSILON tinklapis. www.micro-epsilon.com [žiūrėta 2004-01-16].
10. GEFRAN tinklapis. www.gefran.com [žiūrėta 2004-01-16].
11. H F JENSEN tinklapis. www.hfjensen.dk [žiūrėta 2004-01-16].
12. SIEMENS tinklapis. www.siemens.de [žiūrėta 2004-01-16].

10. PRIEDAI