

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/PXLE1275>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/CDOD9523>

**Л. Н. Есмаханова¹, Ж. Е. Шукманов², Ә. Б. Сағындық³,
Б. Б. Исабекова⁴, *Ж. Б. Исабеков⁵**

^{1,2}М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

^{3,4,5}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3308-9676>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3017-7133>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0376-2150>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5044-3211>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3980-1617>

*e-mail: Zh_is@mail.ru

PLC НЕГІЗІНДЕГІ ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛҒАН РОТОРЫ БАР АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

Мақалада электр кешендерін басқару жүйелерінің негізгі түрлерін, олардың сипаттамаларын және қолдану салаларын зерттеуге мүмкіндік беретін стенд талқыланады. Зертханалық стенд релейлік тізбектер тілінде контроллерлерді бағдарламалауды тиімді оқытуға арналған. Стендте зертханалық жұмысты орындағаннан кейін студенттер бағдарламалық-логикалық контроллер негізінде басқару жүйелерін, соның ішінде бағдарламалық жасақтаманы құруды өз бетінше жасай алады. Зертханалық стендте FX3U48MR бағдарлама логикалық контроллері қолданылады. Зертханалық жұмыста бағдарлама логикалық контроллерін бағдарламалау үшін Mitsubishi Electric компаниясы өз өнімдерімен бірге жеткізілетін GX Developer пакеті қолданылады. Студентке қойылған міндет – зертханалық стендте құрылған бағдарламалық құралдың жұмысын тексере отырып, бақылау бағдарламасын және оның алгоритмінің диаграммасын жасау. Мақаланың ғылыми жаңалығы – стендте электр кешендерін басқарудың типтік жүйелерінің қасиеттері, өндірістік желілерді басқару жүйелерінің типтік функциялары, автоматтандырылған электр жетегі жүйесін жобалау негіздері оқытылады. Ғылыми мақаланың мақсаты – контроллерлерді

Ladder Diagram (LD) тілінде бағдарламалауы және JET-075GT жиілік түрлендіргіші бар PLC негізіндегі тиін торлы роторы бар асинхронды қозғалтқышты басқару жүйесін жасау болып табылады. Ұсынылып отырған стенд – заманауи қуатты жартылай өткізгіш түрлендіргіштерді пайдалана отырып реттелетін асинхронды электр жетектерін зерттеу және практикалық қолдану электромеханикалық кешендердің жоғары тиімділігі мен сенімділігін қамтамасыз ету мүмкіндігін көрсетеді.

Кілтті сөздер: басқару жүйелері, зертханалық стенд, бағдарлама логикалық контроллері, датчик, басқару түймелері.

Кіріспе

Қазақстандағы өндіріс тиімділігінің артуы өнеркәсіпте электр энергиясының негізгі тұтынушысы – электромеханикалық жүйелердің (электр жетектерінің) дамуымен және жетілдірілуімен байланысты. Қазіргі уақытта бұл елде өндірілетін барлық электр энергиясының шамамен 60 % құрайды.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйесіндегі электр энергиясының жалпы ысыраптарының негізгі бөлігін электр жетектері құрайды, сондықтан электр жетектерін тиімді пайдаланудың халық шаруашылығында маңызы зор. Қазіргі уақытта электр жетегі тұтынылатын барлық электр энергиясының шамамен 80 % ең қарапайым массалық реттелмейтін электр жетегінен және 20 % басқарудан келеді [1;2].

Стенд электр кешендерін басқару жүйелерінің негізгі түрлерін, олардың сипаттамаларын және қолдану аймақтарын зерттеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ электр кешендерін басқарудың типтік жүйелерінің қасиеттерін, олардың құрылымдарын, жұмыс істеу принциптерін; электр жетектерін логикалық басқару; басқару жүйелерін құрудың математикалық сипаттамасы және принциптері; электр жетек координаттарын басқару принциптерін; технологиялық желіні басқару жүйелерінің типтік функциялары; электр жетегінің басқару элементтерін бағдарламалық қамтамасыз ету; автоматтандырылған электр жетек жүйесін жобалау негіздерін игеруге үйретеді.

«Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» зертханалық стенді студенттерге FX3U 48MR заманауи өнеркәсіптік контроллері негізіндегі тітіркендіргіш роторы бар асинхронды қозғалтқышты оның жұмысын Ladder Diagram (LD) тілінде бағдарламалаумен басқару жүйесін әзірлеуді үйретуге арналған және JET-075GT жиілік түрлендіргіші. Стенд айналымы ток электр жетегінің басқару жүйелерін құрастыру және баптау дағдыларын, электр кешендерін басқару жүйелерін оңтайландыру дағдыларын, нақты басқару

жүйелерімен жұмыс істеу дағдылары мен дағдыларын меңгеруге, сондай-ақ өз бетінше жалпылау және қорытындылар жасауға мүмкіндік береді.

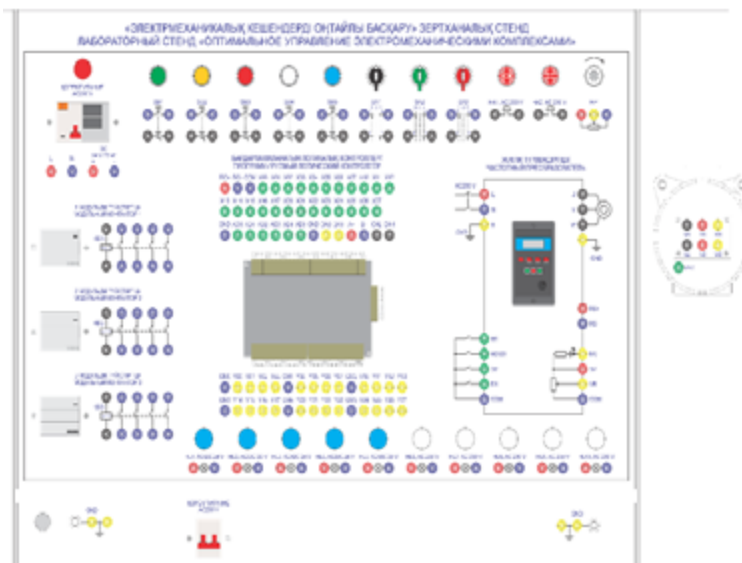
Материалдар мен әдістері

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зертханалық жұмыста ПЛК бағдарламалау үшін GX Developer пакеті қолданылады, оны Mitsubishi Electric өз өнімдерімен бірге жеткізеді. 1-суретте «Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» стендінің жалпы көрінісі көрсетілген.

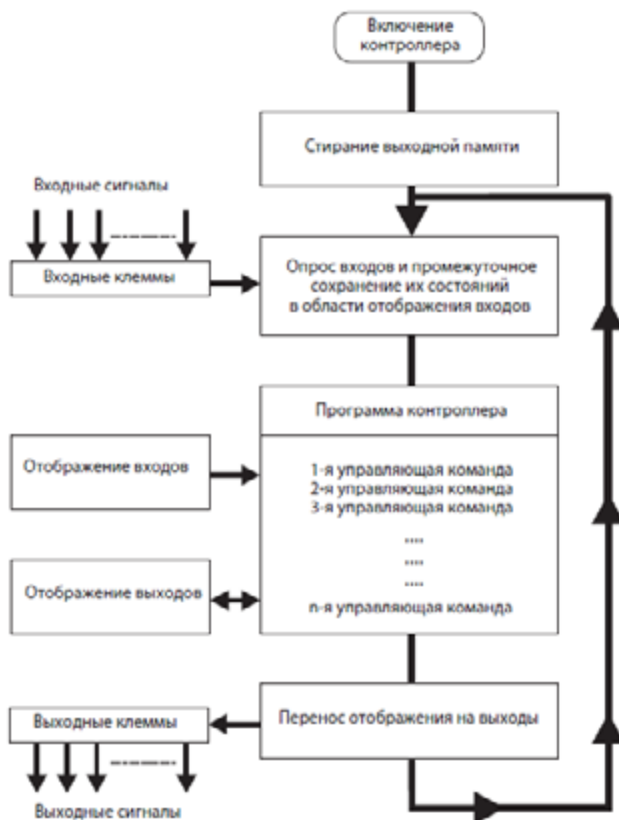
Жаттығу стендінің алдыңғы панелі мен корпусы келесі элементтерден тұрады:

– екі полюсті ажыратқышты, қалдық тоқты ажыратқышты және төмен кернеуден, асқын кернеуден және асқын токтан қорғау релесін қамтитын айнымалы ток көзі; – тұрақты ток көзі 24DC/72W; – қалыпты ашық және жабық контактілері бар түймелер; – үш позициялы басқару кілті; – 230В айнымалы токта жарық және дыбыс сигнализациясы; – 24В айнымалы ток және 230 В айнымалы ток үшін сигналдық шамдар; – 10 кОм потенциометрді орнату; – 3 модульдік контакторлар 63 А, төрт қуатты қалыпты ашық контактілер (СТ1-63, 4Р, 63 А, 230 В, ~ 50/60 Гц, Din-rail, 4NO); – бағдарламаланатын логикалық контроллер FX3U 48MR Mitsubishi; – жиілік түрлендіргіші JET-075GT, қуаты 0,75 кВт бір фазалы кірісі 230 ВАС және үш фазалы шығысы 0 - 230 В, жиілігі 1,0 – 99,0 Гц; – контактілі розеткалар.

2-суретте TOMZN TOVPD1-40-EC ток бақылауымен кернеу релесі схемасы келтірілген.



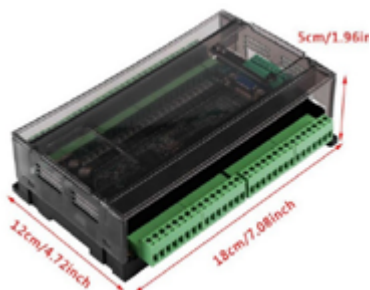
1 – сурет «Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» стендінің жалпы көрінісі



3 – сурет Бағдарланатын логикалық контроллерде (ПЛК) бағдарламаның орындалуының құрылымдық схемасы

Mitsubishi FX3U-48MR бағдарламаланатын контроллері 48 кіріс/шығыстан тұратын Melsec FX сериялы модулі болып табылады. Жалпы, FX3U PLC сериясы 16-128 кіріс/шығыс нүктесі бар контроллерлерді пайдалануға мүмкіндік береді. Шығу сигналының әртүрлі типтері (реле немесе транзистор) және әртүрлі кернеулер (100...240 VAC немесе 24 VDC) үшін опциялар бар [7, 201-б.].

4-суретте бағдарланатын логикалық контроллердің FX3U-48MR сыртқы көрінісі келтірілген.



4 – сурет Бағдарланатын логикалық контроллер FX3U-48MR



5 – сурет «Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» зертханалық стендінің JET-075GT жиілік түрлендіргішінің жалпы көрінісі

«Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» зертханалық стендінде JET-075GT бір фазалы жиілік түрлендіргіші орнатылған. Жиілік түрлендіргіштің кірісіне бір фазалы 230 В қуат беріледі, ал жиілік түрлендіргішінің шығысында 3x230 В үш фазалы қуат алынады, ол шуурлы торлы роторы бар асинхронды қозғалтқыш үшін қорек көзі ретінде пайдаланылады. Бұл жағдайда, мысалы, үшбұрышты/жұлдызды қосылымға Δ/Y 230/400 В мүмкіндік беретін қозғалтқышты үшбұрышты конфигурацияда қосуға болады.

JET-075GT жиілік түрлендіргіші - қуаты 750 Вт аспайтын асинхронды үш фазалы электр қозғалтқышының жұмыс параметрлерін реттеуге және визуалды бақылауға арналған функционалды толық электрондық құрылғы [8, 103-6.].

Жиілік түрлендіргіші панель түріндегі бекіткіші бар пластикалық корпуста орнатылған электронды компоненттері бар тақта түрінде жасалған.

Жылдамдықты басқару тұрақты V/F қатынасын сақтауға негізделген скалярлық басқару әдісін пайдаланып қоректену кернеуінің жиілігін өзгерту арқылы жүзеге асады.

5-суретте «Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» зертханалық стендінің JET-075GT жиілік түрлендіргішінің жалпы көрінісі келтірілген.

Корпустың алдыңғы жағында басқару элементтері бар:

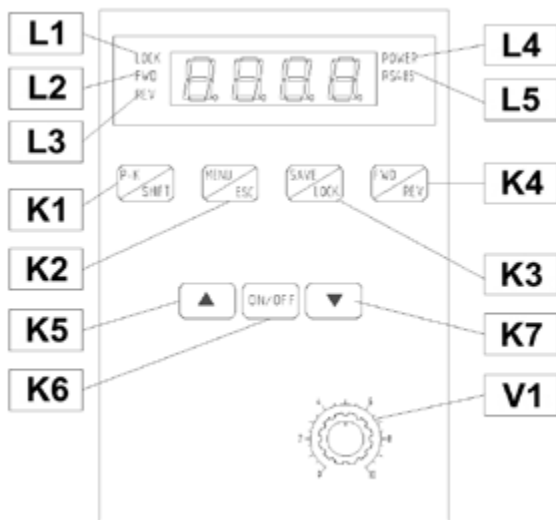
- ағымдағы күйді көрсетуге арналған элементтер (қозғалтқыштың айналу және тоқтау бағытының жарық диодты индикаторлары (FWD, REV, STOP), сондай-ақ жылдамдықты көрсетуге және жұмыс параметрлерін орнатуға арналған цифрлық дисплей;

- P-K/SHIFT, MENU/ESC, SAVE/LOCK, FWD/REV, ▲ және ▼ түймелері (параметрлерді тандау түймелері), ON/OFF (START/STOP);

- жылдамдықты реттеуге арналған потенциометр;

Корпустың артқы жағында электр қозғалтқышын, коректендіру кернеуін, кіріс және шығыс сигналдарын қосу үшін екі терминалдық блок бар.

6-суретте барлық маңызды элементтері бар жиілік түрлендіргішінің басқару панелінің сыртқы түрі келтірілген.



6 – сурет Барлық маңызды элементтері бар жиілік түрлендіргішінің басқару панелінің сыртқы түрі:

L1 – индикатор LOCK; L2 – индикатор FWD (ВПЕРЁД); L3 – индикатор REV (НАЗАД); L4 – индикатор POWER (ПИТАНИЕ); L5 – индикатор RS485; K1 – P-K/SHIFT батырмасы (ВЫБОР/СДВИГ); K2 – MENU/ESC батырмасы (МЕНЮ/ВЫХОД); K3 – SAVE/LOCK батырмасы (ВВОД/БЛОК); K4 – FWD/REV батырмасы (ВПЕРЁД/НАЗАД); K5, K7 – ▲ және ▼ батырмалары (параметрлерді тандау үшін); K6 – ON/OFF батырмасы (ПУСК/СТОП); V1 – кіріктірілген потенциометр.

L1-L4 индикаторларының және K1-K7 батырмаларының жұмысы:

– L1 LOCK индикаторы K1, K2 және K4 түймелері құлыпталған кезде жыпылықтайды;

- L2 Электр қозғалтқышы алға бағытта қозғалған кезде FWD индикаторы үздіксіз жанады. Алға бағытта қозғалғаннан кейін тоқтаған кезде FWD индикаторы жыпылықтайды;

- L3 Электр қозғалтқышы қарама-қарсы бағытта қозғалған кезде REV индикаторы үздіксіз жанады. REV индикаторы кері қозғалыстан кейін тоқтаған кезде жыпылықтайды;

- L4 POWER индикаторы жиілік түрлендіргішінің қуат терминалдарына қоректену кернеуі берілгенде үздіксіз жанады;

- L5 Байланыс RS485 интерфейсі арқылы жүзеге асырылған кезде RS485 индикаторы жыпылықтайды;

- K1 P-K/SHIFT (ВЫБОР/СДВИГ) түймесі дисплейде көрсетілген қозғалтқыштың ағымдағы жұмыс параметрін (жұмыс жиілігі, жылдамдық және т.б.) таңдау үшін қолданылады;

- K2 MENU/ESC түймесі операция параметрлерін орнату мәзіріне кіру және шығу үшін пайдаланылады;

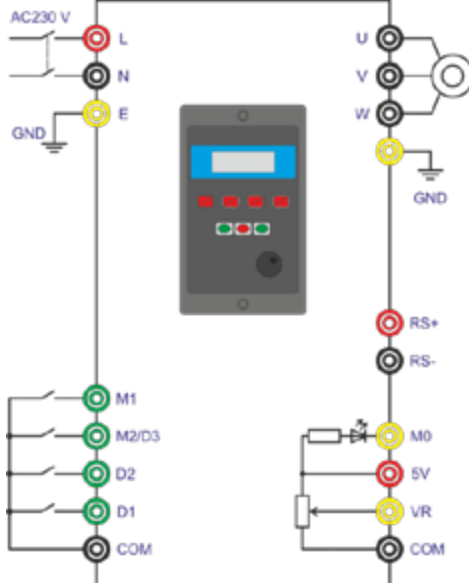
- K3 SAVE/LOCK (ВВОД/БЛОК) түймесі жұмыс параметрлерін орнату кезінде параметр мәнін сақтау және басқару панелінің K1, K2 және K4 түймелерін құлыптау/құлып ашу үшін пайдаланылады. Құлыптау/құлып ашу K3 түймесін 3 секунд ұстап тұру арқылы жүзеге асырылады. K1, K2 және K4 түймелері электр қозғалтқышы жұмысын тоқтатқаннан кейін үш минуттан кейін автоматты түрде құлыпталады, бұл ретте RS485 интерфейсі арқылы деректер алмасу жоқ;

- K4 FWD/REV (ВПЕРЁД/НАЗАД) түймесі қозғалтқыштың айналу бағытын ауыстыру үшін пайдаланылады;

- K5, K7 ▲ және ▼ түймелері жылдамдық мәнін өзгерту үшін, сондай-ақ параметр опциясын таңдау үшін пайдаланылады;

- K6 ON/OFF (ҚОСУ/ӨШІРУ) түймесі қозғалтқышты іске қосу және тоқтату үшін қолданылады.

7-суретте JET-075GT жиілік түрлендіргішіне қосылу схемасы көрсетілген.

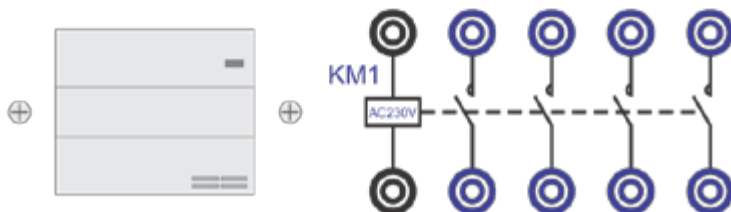


7 – сурет JET-075GT жиілік түрлендіргішіне қосылу схемасы

Жиілік түрлендіргіші 230 В бір фазалы кернеуден жұмыс істеуге арналған.

Жиілік түрлендіргіші үш фазалы электр қозғалтқышымен жұмыс істеуге арналған, орамдар тек «Үшбұрышпен» қосылады – 230 В.

Оқу стендінде СТ1–63, 4P, 63 А, 230 В, ~ 50/60 Гц, Din-рейка, 4NO 3 модульдік контакторлары бар. Контакттор контактордың А1 және А2 терминалдарына 230 Вольт кернеуді қолдану арқылы басқарылады.



Сурет 8 – Зертханалық стендтің модульдік контакторы

Модульдік контактор қалыпты режимде токтарды ауыстыруға арналған. Яғни, бұл электр құрылғысы тізбекті төтенше жағдайлардан - шамадан

тыс жүктемеден және қысқа тұйықталудан қорғамайды [9;10;11;12]. Сондықтан, қорғағыштары бар тізбектерді жасаған кезде, тізбекті авариялық жұмыс жағдайларынан қорғайтын автоматты ажыратқыштар немесе сақтандырғыштарды қамтамасыз ету қажет. Электр қозғалтқыштарын іске қосу үшін контакторлар пайдаланылса, олардың тізбегіне қозғалтқышты шамадан тыс жүктемеден қорғайтын жылу релесі қосылуы керек.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Инфрақызыл және индуктивті датчиктер, ПЛК және АД көмегімен жылжымалы есікті автоматты басқару схемасының релелік диаграммасы 9-суретте көрсетілген.

Берілген схемада:

X000 – инфрақызыл датчиктен контроллер кірісі;

X001 – индуктивті датчиктен контроллер кірісі;

M0 – ішкі реле;

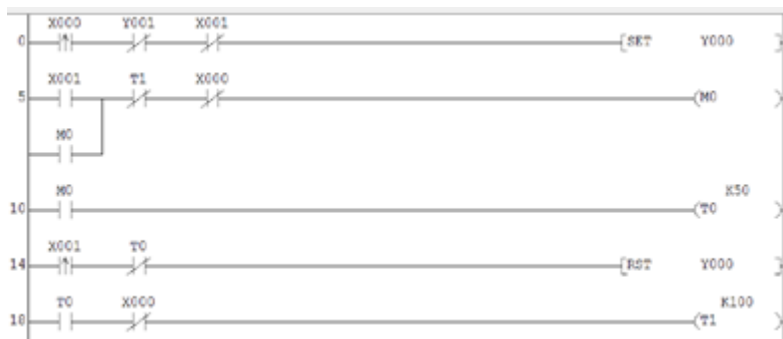
Y000 – бірінші модульдік контактордың катушкасына контроллердің шығысы KM1 (ұяшық A2);

Y001 – контроллердің екінші модульдік контактордың катушкасына шығуы KM2 (ұяшық A2);

Y002 – есіктің ашылуы немесе жабылуы туралы сигнал беретін HL6 дабылына контроллердің шығысы;

T0 – есікті ашу таймері (уақытты 30 секунд етіп орнатуға болады).

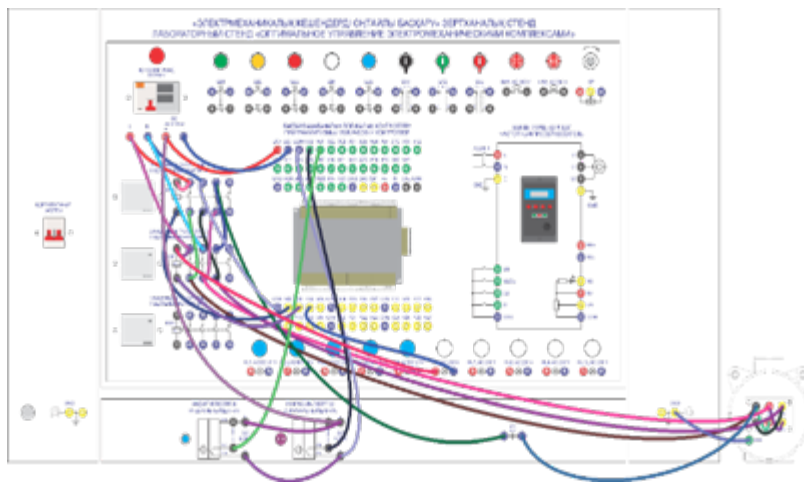
T1 – есікті жабу таймері (уақытты 10 секундқа орнатуға болады).





Сурет 9 – Жылжымалы есікті автоматты басқару бағдарламасының релелік диаграммасы

Содан кейін стендте келесі диаграмманы жинау керек:



10 – сурет ПЛК және модульдік контакторлары бар жылжымалы автоматты есікті басқару схемасы

Әзірленген «Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» стенді «Электр механикалық кешендерді оңтайлы басқару», «Автоматтандырылған электр жетектерін жобалаудың типтік технологиялық процестері» пәндері бойынша зертханалық сабақтарды, сонымен қатар өнеркәсіптік логикалық контроллермен айналымы жиілікті жетектің жұмысын зерттеуге арналған.

«Электромеханикалық кешендерді оңтайлы басқару» зертханалық стенді студенттерге JET-075GT, Ladder Diagram (LD) тілінде контроллерлерді

бағдарламалауы бар ПЛК негізіндегі торлы роторы бар асинхронды қозғалтқышты басқару жүйесін әзірлеуді үйретуге арналған. жиілікті түрлендіргіш, оның жұмысын бағдарламалаумен.

Зертханалық стенд релелік тізбектер тілінде контроллерлерді бағдарламалауды тиімді оқытуға арналған. Стендте зертханалық жұмысты орындағаннан кейін студенттер PLC негізіндегі басқару жүйелерін, соның ішінде бағдарламалық қамтамасыз етуді жасауды өз бетінше жасай алады. Зертханалық стенд FX3U48MR бағдарланатын логикалық контроллерін пайдаланады. Зертханалық жұмыста ПЛК бағдарламалау үшін GX Developer пакеті қолданылады, оны Mitsubishi Electric өз өнімдерімен бірге жеткізеді. Студенттің міндеті – бақылау бағдарламасын және оның алгоритмінің сызбасын құрастыру және жасалған бағдарламалық құралдың жұмысын зертханалық стендте тексеру.

Осылайша, зертханалық жұмыстар ПЛК бағдарламалау және олардың негізінде басқару жүйелерін құру саласындағы теориялық ақпаратты тәжірибеде бекітуге мүмкіндік береді.

Бұл зертханалық кешенді пайдалану оны болашақта емтихан стенді симуляторы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді, сонымен қатар зертханалық жабдықтың дәстүрлі мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді.

Қорытынды

Зертханалық стенд заманауи электржетектерді басқару жүйелерін зерттеуге және сынауға мүмкіндік береді. Оның көмегімен асинхронды қозғалтқыштың бағдарламаланатын логикалық контроллер арқылы қалай жұмыс істейтінін түсініп, мұндай жүйелердің негізгі қасиеттерін зерттеуге және талдауға болады. Бұл электротехникалық кешендердің жұмыс тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін өте маңызды, әсіресе өнеркәсіптік автоматтандыруда.

Стенд әртүрлі басқару алгоритмдерін әзірлеуге және тексеруге мүмкіндік береді. Бұл технологиялық процестерді басқарудың оңтайлы шешімдерін табуға және оларды шынайы жағдайларға барынша жақын ортада сынауға мүмкіндік береді. Мұндай эксперименттер электржетектердің жұмысын жақсартуға және олардың энергия тұтынуын азайтуға көмектеседі, бұл ғылым мен өнеркәсіп үшін пайдалы.

Сонымен қатар, стенд студенттерді оқыту және мамандар даярлау үшін маңызды құрал болып табылады. Онда ПЛК бағдарламалауда тәжірибе жинақтап, автоматтандырылған жүйелерді жобалау негіздерін үйренуге және өз шешімдерін әзірлеуге болады. Бұл заманауи басқару технологияларын теориялық және практикалық тұрғыдан игеруге ықпал етеді.

Осылайша, зертханалық стендті пайдалану автоматтандыру саласындағы өзекті мәселелерді шешуге, электржетектерді басқарудың жаңа тәсілдерін

дамытуға және заманауи электротехникалық жүйелермен жұмыс істеуге қажетті білікті кадрларды дайындауға көмектеседі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Анучин, А. С.** Системы управления электроприводов: учебник для вузов [Текст]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – С. 373.
- 2 **Воскобойник, В. Э.** Основы электропривода производственных машин и комплексов: учебное пособие [Текст]. – Д. : Государственный ВУЗ «НГУ», 2015. – С. 121.
- 3 **Красовский, А. Б.** Основы электропривода: учебное пособие [Текст]. – Москва: Издательство МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2015. – С. 405.
- 4 **Arshed A. Saher, Jawad R. Mahmood.** PLC based Multi Three-Phase Induction Motors Motion Controller. // International Journal of Computer Applications. – 2017. – Vol. 175(1). – P. 37–44.
- 5 **Ayman Seksak Elsaid, Wael A. Mohamed, Salah Ghazy Ramadan.** Speed Control of Induction Motor Using PLC and SCADA System // Ayman Seksak Elsaid et al. Int. Journal of Engineering Research and Applications. – 2016. – Vol. 6 (1). – P. 98–104.
- 6 **Кацман, М. М.** Электр жетек: Оқулық. – М. : «Академия» баспа орталығы, 2014. – Б. 387.
- 7 **Фролов, Ю. М., Шелякин, В. П.** Проектирование электропривода промышленных механизмов: Учебное пособие [Текст] – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – С. 448.
- 8 **Кангин, В. В.** Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры [Текст]. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. – С. 424.
- 9 **Медведев, М. Ю.** Программирование промышленных контроллеров [Текст]. – М.: Лань, 2011. – С. 288.
- 10 **Петров, И. В.** Програмируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования [Текст]. – М. : «СОЛОН-Пресс», 2010. – С. 256.
- 11 **Максимычев, О.И.** Программирование логических контроллеров (PLC): учеб. пособие [Текст]. – М. : МАДИ, 2016. – С. 188.
- 12 **Парр, Э.** Програмируемые контроллеры. Руководство для инженера [Текст]. – М. : БИНОМ Библиотека знаний, 2009. – С. 516.

REFERENCES

- 1 **Anuchin, A. S.** Sistemy` upravleniya e`lektroprivodov: uchebnik dlya vuzov [Electric drive control systems: a textbook for universities] [Text]. – M.: MPEI Publishing House, 2015. – P. 373.
- 2 **Voskoboinik, V. E.** Osnovy` e`lektroprivoda proizvodstvenny`x mashin i kompleksov: uchebnoe posobie [Fundamentals of electric drive of production machines and complexes: textbook] [Text]. – D. : State University «NSU», 2015. – P. 121.
- 3 **Krasovsky, A. B.** Osnovy` e`lektroprivoda: uchebnoe posobie [Basics of electric drive: textbook] [Text]. – Moscow: Publishing house of MSTU im. N. E. Bauman, 2015. – P. 405.
- 4 **Arshed A. Saher, Jawad R. Mahmood.** PLC based Multi Three-Phase Induction Motors Motion Controller. // International Journal of Computer Applications. – 2017. – Vol. 175(1). – P. 37–44.
- 5 **Ayman Seksak Elsaid, Wael A. Mohamed, Salah Ghazy Ramadan.** Speed Control of Induction Motor Using PLC and SCADA System // Ayman Seksak Elsaid et al. Int. Journal of Engineering Research and Applications. – 2016. – Vol. 6(1). – P. 98–104.
- 6 **Katsman, M. M.** E`lektz zhetek: Okuly`k [Electric drive: tutorial]. – M.: «Academy» Baspа Ortalygy, 2014. – B. 387.
- 7 Frolov, Yu. M., Shelyakin, V. P. Proektirovanie e`lektroprivoda promy`shlenny`x mexanizmov: Uchebnoe posobie [Design of electric drives of industrial mechanisms: Textbook] [Text] – St. Petersburg: Lan Publishing House, 2014. – P. 448.
- 8 **Kangin, V.V.** Apparatny`e i programmy`e sredstva sistem upravleniya. Promy`shlenny`e seti i kontrolyery` [Hardware and software of control systems. Industrial networks and controllers] [Text]. – M. : Binom. Knowledge Laboratory, 2010. – P. 424.
- 9 **Medvedev, M. Yu.** Programmirovaniye promy`shlenny`x kontrollerov [Programming of industrial controllers] [Text]. – M.: Lan, 2011. – P. 288.
- 10 **Petrov, I. V.** Programmiruemy`e kontrolyery`. Standartny`e yazy`ki i priemy` prikladnogo proektirovaniya [Programmable controllers. Standard languages and techniques for applied design] [Text]. – M. : SOLON-Press», 2010. – P. 256.
- 11 **Maksimychyev, O.I.** Programmirovaniye logicheskix kontrollerov (PLC): ucheb. posobie [Programming logic controllers (PLC): textbook.] [Text]. – M. : MADI, 2016. – P. 188.

12 **Parr, E.** Programmiruemy'e kontrollery'. Rukovodstvo dlya inzhenera [Programmable controllers. Engineer's Guide] [Text]. – М. : BINOM Library of Knowledge, 2009. – Р. 516.

20.09.24 ж. баспаға түсті.

10.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

10.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

Л. Н. Есмаханова¹, Ж. Е. Шукаманов², Ә. Б. Сағындық³,

*Б. Б. Исабекова⁴, *Ж. Б. Исабеков⁵*

^{1,2}Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати,

Республика Казахстан, г. Тараз

^{3,4,5}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 20.09.24

Поступило с исправлениями 10.01.25

Принято в печать 10.03.25

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ НА БАЗЕ ПЛК

В статье рассматривается стенд, который позволяет изучать основные типы систем управления электротехническими комплексами, их характеристики и области применения. Лабораторный стенд разработан для эффективного обучения программированию контроллеров на языке релейно-контактных схем. После выполнения лабораторных работ на стенде, студенты смогут самостоятельно разработать системы управления на базе программно-логического контроллера, включая создание программного обеспечения. На лабораторном стенде задействован программно-логический контроллер FX3U48MR. В лабораторных работах для программирования ПЛК используется пакет GX Developer, который поставляется фирмой Mitsubishi Electric совместно со своей продукцией. Обязательной задачей студента является разработка управляющей программы и схемы ее алгоритма, проверка работы созданного программного обеспечения на лабораторном стенде. На стенде изучаются свойства типовых систем управления электротехническими комплексами, типовые функции систем управления технологическими линиями, основы проектирования системы автоматизированного электропривода. Цель научной работы – разработать систему управления асинхронным двигателем

с короткозамкнутым ротором на базе ПЛК с программированием контроллеров на языке релейно-контактных схем Ladder Diagram (LD), частотного преобразователя JET-075GT, с программированием его работы. Применение данного лабораторного стенда позволит использовать его в перспективе как экзаменационный стенд-тренажер, а также значительно расширить традиционные возможности лабораторного оборудования. Исследование и практическое использование регулируемых асинхронных электроприводов с использованием современных силовых полупроводниковых преобразователей показывают возможность обеспечения высокой эффективности и надежности электромеханических комплексов.

Ключевые слова: системы управления, лабораторный стенд, программно-логический контроллер, датчик, кнопки управления.

L. Yesmakhanova¹, Zh. Shukamanov², A. B. Sagyndyk³,

B. B. Issabekova⁴, *J. B. Issabekov⁵

^{1,2}M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Republic of Kazakhstan, Taraz

^{3,4,5}Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 20.09.24

Received in revised form 10.01.25

Accepted for publication 10.03.25

PLC-BASED ASYNCHRONOUS MOTOR CONTROL SYSTEMS WITH A CLOSED-LOOP ROTOR

The article discusses a stand that allows you to study the main types of control systems for electrical complexes, their characteristics and areas of application. The laboratory stand is designed for effective training in programming controllers in the language of relay circuits. After completing laboratory work at the stand, students will be able to independently develop control systems based on a program-logical controller, including the creation of software. The laboratory bench uses a program logic controller FX3U48MR. In laboratory work, for programming the program logic controller, the GX Developer package is used, which is supplied by Mitsubishi Electric together with its products. The obligatory task of the student is to develop a control program and a diagram of its algorithm, testing the operation of the created software on a laboratory bench. At the stand, the properties of standard control systems for electrical complexes, standard functions of control systems for production lines, and the basics

of designing an automated electric drive system are studied. The purpose of the scientific work is to develop a control system for an asynchronous motor with a squirrel-cage rotor based on a PLC with programming of controllers in the Ladder Diagram (LD) language, a JET-075GT frequency converter; with programming of its operation. The use of this laboratory stand will allow it to be used in the future as an examination bench simulator; as well as significantly expand the traditional capabilities of laboratory equipment. Research and practical use of adjustable asynchronous electric drives using modern power semiconductor converters show the possibility of ensuring high efficiency and reliability of electromechanical complexes.

Keywords: control systems, laboratory stand, program logic controller, sensor, control buttons.

Теруге 10.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 28.03.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4358

Сдано в набор 10.03.2025 г. Подписано в печать 28.03.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4358

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz