

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Алгуатова Айгерім Арманқызы

Тақырыбы: «Симисторлық қуат реттегішін жобалау»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200–«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Физ-мат. ғыл. канд.

қауымдастырылған профессоры

Н.У. Алдияров

«16» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Симисторлық қуат реттегішін жобалау»

Мамандығы: 5B070200 – «Автоматтандыру және басқару»

Орындаған:

Рецензент:

Доцент Ф.А. Мансурова М.Е.

Мансурова М.Е.

2022 ж.



Алгуатова А.А.

Ғылыми жетекші:

Физ-мат. ғыл. канд.

Қауымдастырылған профессоры

Н.У. Алдияров

« » 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы



БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

физ-мат. ғыл. канд.

қауымдастырылған профессоры

Н.У.Алдияров

«16» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жобаны дайындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Алгуатова Айгерім Арманқызы

Тақырыбы «Симисторлі қуат реттегішін жобалау»

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № «489-П/Ө» "24"
желтоқсан 2021ж.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім «17» мамыр 2022 ж.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) Кіріспе;

б) Технологиялық бөлім, арнайы бөлім,




в) Активті/индуктивті жүктемелері бар тізбектердегі оптикалық олақтауы бар бірфазалық симисторлық қуат реттегішін әзірлеу және зерттеу Симисторды қолдану арқылы электр шамдарының жарық ағынын реттеуге арналған қуат реттегішінің сұлбасын құру, өндіруші көрсеткен техникалық сипаттамалар негізінде берілген жұмыс режимі үшін симистор түрін дұрыс таңдауға мүмкіндік беретін шамадан тыс жүктеме тогын есептеу.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 1. Нәдіров Е.Ф. Электротехника және электроника негіздері/ С.Б. Балабатыров, К.О.Ғали, А.А. Абдыкадыров, Р. Дағдарбек, Алматы: “Бастау”, 2012, 2. Ю.А. Евсеев Симисторы и их применение в бытовой электроаппаратуре / С. С. Крыпов, М. 1990.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	15.01-25.03.2022	
Арнайы бөлім	26.03-05.05.2022	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма
бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Алдияров Н.У. физ-мат.ғыл.канд қауымдастырылған профессор	25.03.2022	
Арнайы бөлім	Алдияров Н.У. физ-мат.ғыл.канд қауымдастырылған профессор	05.05.2022	
Нормалық бақылаушы	Сарсенбаев Н.С. техн.ғыл.канд., ассистент-профессор	06.05.22	

Ғылыми жетекшісі _____  Алдияров Н.У.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы _____  Алгуатова А.А.

Күні «24» желтоқсан 2021

АҢДАТПА

Бұл жобада симметриялы тиристорды (симистор немесе триак) қолдану арқылы қуат реттегішінің сұлбасы құрастырылды. Белсенді/индуктивті жүктемесі бар тізбектердегі оптикалық оқшаулауы бар бір фазалы симистор қуат реттегішінің үлгісін зерттелді. Термиялық процесті жаңғырту мысалында реле аналогтары ретінде симисторлық құрылғылардың кейбір мүмкіндіктері қарастырылды. Микроконтроллердің басқаруындағы типтік симисторлық тізбек және мұндай жүйенің жалпы жұмыс принципі қарастырылды. Айнымалы ток кернеуінің реттегіштері жүктеме мен тұрақты кернеудің айнымалы ток көзінің арасына тиристорды енгізу арқылы жүктеме тізбегіне берілетін айнымалы ток кернеуінің орташа квадраттық мәнін өзгерту үшін қолданылды.

Сонымен қатар өндіруші көрсеткен техникалық сипаттамалар негізінде берілген жұмыс режимі үшін триак түрін дұрыс таңдауға мүмкіндік беретін жұмыс шамадан тыс жүктеме тогын есептеу әдістемесі ұсынылған. Эксперименталды түрде жиналған сұлба мысалы көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В данном проекте была разработана схема регулятора мощности с использованием симметричного тиристора (триака или симистора). Представлено исследование модели однофазного симисторного регулятора мощности с оптической развязкой в цепях с активной/индуктивной нагрузкой. Были рассмотрены некоторые возможности симисторных приборов как аналогов реле на примере модернизации термических процессов. Рассмотрена типовая симисторная схема под управлением микроконтроллера и общий принцип работы такой системы. Регуляторы переменного напряжения использовались для изменения квадрата переменного напряжения, подаваемого в цепь нагрузки, путем включения тиристора между нагрузкой и источником постоянного напряжения.

Также предоставлен метод расчета тока перегрузки, позволяющий правильно подобрать тип симистора для заданного режима работы, исходя из технических характеристик, указанных производителем. Показан пример экспериментально собранной схемы.

ANNOTATION

In this project, a power regulator circuit was developed using a symmetrical thyristor (triac or simistor). A study of a model of a single-phase triac power controller with optical isolation in circuits with an active/inductive load is presented. Some possibilities of triac devices as analogues of relays were considered on the example of modernization of thermal processes. A typical triac circuit under the control of a microcontroller and the general principle of operation of such a system are considered. AC voltage regulators were used to change the square of the AC voltage supplied to the load circuit by including a thyristor between the load and the DC voltage source.

A method for calculating the overload current is also provided, which allows you to correctly select the type of triac for a given operating mode, based on the technical characteristics specified by the manufacturer. An example of an experimentally assembled circuit is shown.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	10
1.1 Тиристорлар тобының қысқаша мазмұны	10
1.2 Тұрмыстық электр жабдықтарында симисторды қолдану	11
1.3 Симисторлардың көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу	11
2. АРНАЙЫ БӨЛІМ	14
2.1 Активті/индуктивті жүктемелері бар тізбектердегі оптикалық олақтауы бар бірфазалық симисторлық қуат реттегішін әзірлеу және зерттеу	14
2.2 Симисторлық басқаруы бар жоғары температуралық жылытқыш	16
2.3 Технологиялық тапсырманың анализі	21
2.4 Сұлбаны құрастыру және элементтерді таңдау	21
2.5 Айнамалы ток тізбектеріндегі симисторлық қуат реттегіштерінің жұмыс принципі	21
2.6 Элементтердің техникалық сипаттамалары	23
3 ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БӨЛІМ	28
3.1 Симистордың жұмыстық шамадан тыс жүктеме тогын шамамен есептеу	28
3.2 Эксперименталды түрде жүзеге асырылуы	30
ҚОРЫТЫНДЫ	35
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	36
ҚОСЫМША	37

КІРІСПЕ

Жобаның мақсаты: Симистор көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу.

Жобалау нысаны: Электр шамдарының жарық ағынын реттеуге арналған симисторлі қуат реттегіші.

Тақырыптың өзектілігі: Әр үйде айнымалы токтың электр желісінен қуат алатын тұрмыстық электр аспаптары бар. Осы құрылғылардың көпшілігінің мүмкіндіктері мен ыңғайлылығын олар тұтынатын қуатты реттеу арқылы кеңейтуге болады. Айнымалы ток желілеріндегі қуатты реттеудің ең көп таралған принциптерінің бірі-фазалық. Фазалық реттеу әдісі кезінде қоректендіру кернеуінің жартылай кезеңінің басталуына және құрылғы тұтынатын қуатқа қатысты реттеу элементінің ашылу сәті (фазасы) арасындағы байланыс пайдаланылады. Қуатты реттеу үшін негізгі элемент қолданылады, ол үшін симисторды пайдалану ыңғайлы. Желілік қоректендіру кернеуінің жартылай толқынының басталуына қатысты симистордың ашылу уақытының кідірісін (фазасын) өзгерту арқылы жүктеме тұтынатын қуатты шамамен 0~ - ден 100% - ға дейін реттеуге болады.

Кернеудің төмендеуі және ұзартылған төмен кернеулер бүгінгі күні өнеркәсіптің басты мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл кернеудің төмендеуі өнімділікке теріс әсер етуі мүмкін, бұл, әрине, өнеркәсіптік және коммерциялық қолданбаларда жағымсыз аспект. Тарату жүйелерінде қолданылатын ток ауыстыратын трансформаторлар желіні реттеуге қатысты осы мәселелерді шешуде жеткіліксіз екені дәлелденді. Бұл мәселелердің шешімі негізінен кернеудің төмендеуін түзету үшін әзірленген айнымалы кернеу реттегішін орнату болып табылады. Бұл жүйе кремниймен басқарылатын түзеткіш коммутация технологиясын қамтиды және өнеркәсіптік тұтынушылар талап ететін жылдамдық пен тиімділікті қамтамасыз ету үшін жасалған.

Тапсырмалар мен міндеттер: Активті/индуктивті жүктемелері бар тізбектердегі оптикалық олақтауы бар бірфазалық симисторлық қуат реттегішін әзірлеу және зерттеу Симисторды қолдану арқылы электр шамдарының жарық ағынын реттеуге арналған қуат реттегішінің сұлбасын құру, өндіруші көрсеткен техникалық сипаттамалар негізінде берілген жұмыс режимі үшін симистор түрін дұрыс таңдауға мүмкіндік беретін шамадан тыс жүктеме тогын есептеу.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Тиристорлар тобының қысқаша мазмұны

Тиристор термині төрт немесе одан да көп қабаты бар жартылай өткізгішті қосқыштың жалпы атауы болып табылады және мәні бойынша p-n-p-п өткізгіші болып табылады. Тиристорлар үлкен отбасын құрайды және кез келген тиристордың түрін анықтайтын құрамдас бөліктерді қарастыру пайдалы. Егер бірінші p аймағына және соңғы n аймағына омдық қосылым жасалса және басқа қосылым жасалмаса, құрылғы диодты тиристор болып табылады. Егер аралық n аймаққа (n қақпа түрі) немесе аралық p аймағына (p қақпа түрі) қосымша омикалық қосылым жасалса, құрылғы триодты тиристор болып табылады. Егер екі аралық аймаққа да омдық қосылым жасалса, құрылғы тетродты тиристор болып табылады.

Тиристордың кері сипаттамасының үш түрі бар: блоктау (қалыпты диодтардағы сияқты), өткізгіш (төмен кері кернеулердегі үлкен кері токтар) және тура сипаттаманың шамамен айнадағы кескіні (екі бағытты тиристорлар). Кері блоктаушы құрылғылар әдетте төрт немесе одан аз қабаттан тұрады, бұл ретте кері өткізгіш және айна кескіні құрылғыларында әдетте бес болады. қабаттар. Ең қарапайым тиристорлық құрылым және ең кең таралғаны кері блоктаушы триодты тиристор болып табылады (әдетте жай «тиристор» немесе SCR «кремниймен басқарылатын түзеткіш» деп аталады)[1].

Ең күрделі тиристорлық құрылым екі бағытты триодты тиристор немесе симистор (триак) болып табылады. Симистор токты екі жақты өткізе алады, сондықтан айнымалы ток қуатын басқару құрылғысы болып табылады. Оның өнімділігі - бір қақпа терминалы бар антипараллельді жұп тиристорлар.

Симисторға бір ғана радиатор қажет, бірақ ол екі жақты ток ағынынан туындаған жылуды кетіру үшін жеткілікті үлкен болуы керек. Симистор қақпасының іске қосу схемалары қажетсіз өткізгіштікке кепілдік беру үшін мұқият жобалануы керек, т. басқаруды жоғалту, іске қосу тым ұзаққа созылған кезде пайда болмайды[4].

Тиристорлар мен симисторлар екеуі де биполярлы құрылғылар. Олардың күйдегі кернеулері өте төмен, бірақ құрылғылардағы аз заряд тасымалдаушылар қолданылған кернеуді блоктамас бұрын жойылуы керек болғандықтан, коммутация уақыттары салыстырмалы түрде ұзақ. Бұл тиристорды ауыстыру тізбектерін төмен жиілікті қолданбаларға шектейді. Симисторлар тек 50 немесе 60 Гц желілік жиіліктерде қолданылады, ал кейбір қолданбаларда бұл ұшақтарда қолданылатын 400 Гц жеткізу жиілігіне дейін созылады. Тиристорлар мен симисторлардың кернеуді блоктау мүмкіндіктері айтарлықтай жоғары: Philips диапазоны үшін ең жоғары кернеу көрсеткіші 800 В, ал токтар 0,8А-дан 25А-ге дейін ауытқиды. Құрылғылар үстінгі орнату компоненттері ретінде немесе құрылғы рейтингіне байланысты оқшауланбаған немесе оқшауланған дискретті құрылғылар[1].

1.2 Тұрмыстық электр жабдықтарында симисторды қолдану

Симисторлар (АҚШ терминологиясындағы триактар) екі бағытта ток өткізетін негізгі жартылай өткізгіш элементтер болып табылады. Қазіргі уақытта олар технологияның әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Бұл құрылғылардың өндірісі мен тұтынуының өсуі айтарлықтай жылдам болды және олардың бүкіл әлем бойынша өндірісі ондаған миллион данаға жетті. Ең алдымен негізгі айнымалы ток реттегіші болып табылатын симистор кейбір жағдайларда екі антипараллель тиристордан тұратын бұрын осы мақсаттар үшін пайдаланылған құрылғыларды ауыстырды. Симисторларды тұтынудың өсуі, негізінен, олардың тұрмыстық техникада пайдалану үшін өте ыңғайлы және үнемді (тиристорларға қарағанда) болып шыққандығына байланысты. Бұл өте түсінікті, өйткені тұрмыстық техникадағы энергияны беру және тұтыну негізінен айнымалы электр тогымен байланысты. Ажыратқышсыз және айнымалы ток реттегіші жоқ және жартылай өткізгіш құрылғыларға тән барлық артықшылықтар жиынтығына ие әмбебап жартылай өткізгішті құрылғыны құру - жоғары тиімділік, өте кішкентай габариттік өлшемдер, қозғалатын бөліктердің болмауы, жоғары сенімділік және т.б. - тұрмыстық техникада симисторларды қолдану үшін кең мүмкіндіктер берді[1].

Шындығында, симисторлардың тұрмыстық техникада қолдану тұрғысынан артықшылықтарына қоса, кемшіліктері де бар. Бұл дәстүрлі электромеханикалық қосқыштармен салыстырғанда кернеудің сәл жоғары төмендеуі, 1 В-қа жетеді және қосымша қуат жоғалуына әкеледі. сондай-ақ симистор құрылғыларының жоғары құны. Бұл екі кемшілік тұрмыстық техникадағы симисторлардың жолын толығымен жабуы керек сияқты, бірақ бұл болмады. Неліктен? Бұл сұраққа қыздыру шамдары үшін негізгі және ток реттегіші ретінде әрекет ететін симисторға негізделген диммерлерді пайдалану тәжірибесі арқылы жауап беруге болады. Кәдімгі қосқыштармен салыстырғанда қымбатырақ және энергияны жоғалтуға қарамастан, олар үнемді. Үнемдеу негізінен сыртқы жағдайларға байланысты жарықтандыру дәрежесін реттеу мүмкіндігінің арқасында қол жеткізіледі: тәулік уақыты, ауа-райы, маусым, жұмыс орнында немесе демалыс орнында шамдардың болуы және т.б. Осы ерекшеліктерді ескере отырып, электрлік жарықтандыру құрылғылары уақыттың айтарлықтай бөлігінде толық қуатта жұмыс істемейді, сондықтан энергияны тұтыну азаяды, ал олардың қызмет ету мерзімі ұзарады[1].

1.3 Симисторлардың көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу

Р кедергісі бар өткізгіштен өтетін I электр тогы ондағы $P = I^2 R$ қуатын шығарады, оның энергиясы оны жылытуға жұмсалады, ал өткізгіш белгілі бір температураға жеткенде ол жарқырай бастайды. Әр материал үшін жарқыраудың өзіндік температурасы бар. Бұл жағдайда энергияның бір бөлігі

жылу түрінде, ал бір бөлігі жарық түрінде шығарылады. Вакуумға немесе инертті газ ортасына орналастырылған кедергі жібі болып табылатын кез келген қыздыру шамының негізгі параметрлері номиналды электр қуаты P , номиналды жарық ағыны Φ және номиналды жарық қайтарымы η болып табылады.

Бұл параметрлер келесі қатынаспен байланысты:

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

Жарықтың қайтарылуы шамның үнемділігін сипаттайды, өйткені шам 1 Вт қуатта неғұрлым көп жарық шығарса, соғұрлым тиімді болады.

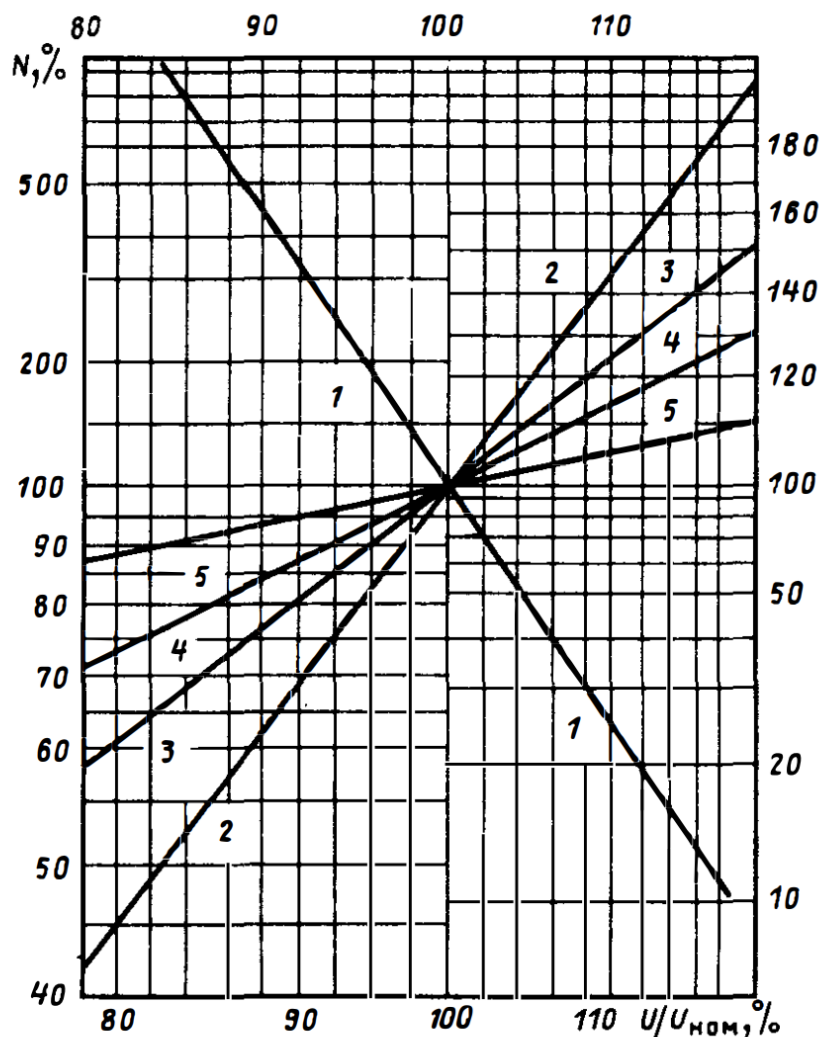
Жарық ағыны Φ шамның қуатына пропорционалды, яғни қолданылатын кернеуді және токты өзгерту арқылы тұтынылатын қуатты өзгерту арқылы жарық ағынын өзгертуге болады. Ток пен кернеуді жүктеме тізбектеріне орнатылған симистормен өзгерту оңай.

1.1 суретте қыздыру шамының параметрлерінің негізгі тәуелділігі олардың номиналды пайызында көрсетілген. Бұл ретте жарық ағыны 42 - ден 200% - ға дейін (тәуелділік 2), жарық қайтарымы-58-ден 150% - ға дейін (тәуелділік 3), тұтынылатын қуат-72-ден 130% - ға дейін өзгереді (тәуелділік 4) және тұтынылатын ток 88 - ден 110% - ға дейін (тәуелділік 5).

Егер кернеу 80% - дан төмен деңгейге дейін төмендетілсе, онда жарық ағынын нөлге дейін төмендетуге болады. Басқаша айтқанда, қолданылатын кернеуді кең ауқымда өзгерту арқылы жарық ағынын (нөлден) кең ауқымда да өзгертуге болады. Қыздыру шамының маңызды сипаттамасы оның қызмет ету мерзімі болып табылады. J тәуелділігі. 66 Шамдағы кернеуді 15% төмендету арқылы қызмет мерзімін 10 есе арттыруға болатындығын көрсетеді, ал керісінше, кернеудің 15% жоғарылауы оның қызмет ету мерзімінің күрт төмендеуіне және тез жануға әкеледі. Осылайша, симистор көмегімен кернеуді біркелкі реттеуді қолдана отырып, сіз жарық ағынын қажетті мәндерге дейін төмендетіп қана қоймай, сонымен қатар тұрмыстық жарықтандыру құрылғылары үшін маңызды электр шамының қызмет ету мерзімін едәуір арттыра аласыз. Қазіргі уақытта симисторлардың көмегімен жарық ағынын реттеу жүйелері ойын-сауық кәсіпорындарын, қалалардың көшелері мен алаңдарын жарықтандыру, өнеркәсіптік кәсіпорындарды жарықтандыру жүйелерінде кеңінен қолданылады. Олар тұрғын үйлерді жарықтандыру үшін көбірек қолданылады.

Түрлі тұрмыстық механизмдерде жетектердің айналу жылдамдығы мен бағытын реттеу қажет. Ол үшін тұрақты токтың, айнымалы токтың, коллекторлы немесе тиін торлы роторы бар электр қозғалтқыштары қолданылады. Бұл электр қозғалтқыштарының әрқайсысының өзіндік сипаттамалары мен реттеу заңдары бар, ал триактарды пайдалану оларды пайдаланудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Электр қозғалтқыштарының айналу жиілігі мен бағытын реттеу желдеткіштердің, сорғылардың және басқа да тұрмыстық механизмдердің жеткізілуін бақылау үшін жиі қолданылады[1].



1.1 Сурет - Қыздыру шамдары параметрлерінің қуат кернеуіне тәуелділігі

Тұрмыстық техникада - желдеткіштерде, жылытқыштарда және басқаларында - айнымалы ток қозғалтқыштары, негізінен асинхронды, кеңінен қолданылады [3, 5, 8], сонымен қатар коллекторлық қозғалтқыштар да қолданылады.

Бұл қозғалтқыштар тұрақты ток қозғалтқыштарына қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие: техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы, салыстырмалы түрде төмен құны және т.б.

Қарапайымдылығымен және сенімділігімен кеңінен қолданылатын роторлы асинхронды электр қозғалтқыштары (АҚ) статорда үш фазалы орамға ие, ал ротордың орамасы сақиналармен жалғанған металл шыбықтар түрінде жасалады. және дизайнының сыртқы ұқсастығына байланысты «тиін торы» деп аталды.

2 Арнайы бөлім

2.1 Активті/индуктивті жүктемелері бар тізбектердегі оптикалық олақтауы бар бірфазалық симисторлық қуат реттегішін әзірлеу және зерттеу

Тиристорлардың көмегімен қуатты басқару үшін екі әдіс қолданылады: фазалық реттеу және жартылай толқынды беру әдісімен реттеу[1].

Фазалық реттеу тиристордың басқару бұрышын өзгертуден тұрады, бұл тиристорлық түзеткіш блогымен қамтамасыз етілген трансформатор кернеуінің жүктеме бөлігіне өзгеруіне әкеледі.

Т ашық уақыт ішінде жарты толқындарды өту арқылы реттеу кезінде тиристорларға бақылау сигналы беріледі, олар ашық, ал жүктемеге U_n кернеуі беріледі. Т жабық уақыт ішінде басқару сигналы жоқ және тиристорлар ток өткізбейтін күйде болады.

Тиристорларды басқарудың бұл әдісінің кемшілігі үлкен мерзімділік жүктемесінде толқындардың пайда болуы және нәтижесінде салыстырмалы тұрақты токты қажет ететін электр қозғалтқыштарын және басқа жүктеме түрлерін басқару мүмкін еместігі болып табылады.

Фазалық реттеудің негізгі кемшілігі қоректендіру тізбегінде электромагниттік кедергілердің пайда болуы, іске асырудың үлкен техникалық күрделілігі болып табылады.

Тиристорлар мен триактар екі тұрақты күйдің бірінде болуы мүмкін негізгі жартылай өткізгіш элементтер болып табылады - өткізгіш (ашық) және өткізбейтін (жабық). Өткізбейтін күйден өткізгіш күйге өту салыстырмалы түрде әлсіз тұрақты немесе импульстік сигнал арқылы жүзеге асады.

Бұл қасиеттер тиристорлар мен триактардың негізгі мақсатын жүкте тоқты ауыстырудың негізгі элементтері ретінде анықтайды. Контактілі ажыратқыштардан – электромеханикалық релелерден, стартерлерден және контакторлардан – тиристорлар мен триактардан айырмашылығы барлық пайда болатын оң салдарлармен жүктемедегі токтың контактісіз ауысуын жүзеге асырады[2].

Ашық күйдегі тиристорлар токты тек бір бағытта, триактар - екі бағытта өткізеді. Осылайша, бір триак екі кері тиристорды алмастыра алады. Сондықтан триактарға негізделген шешімдер үнемді болып көрінеді[3].

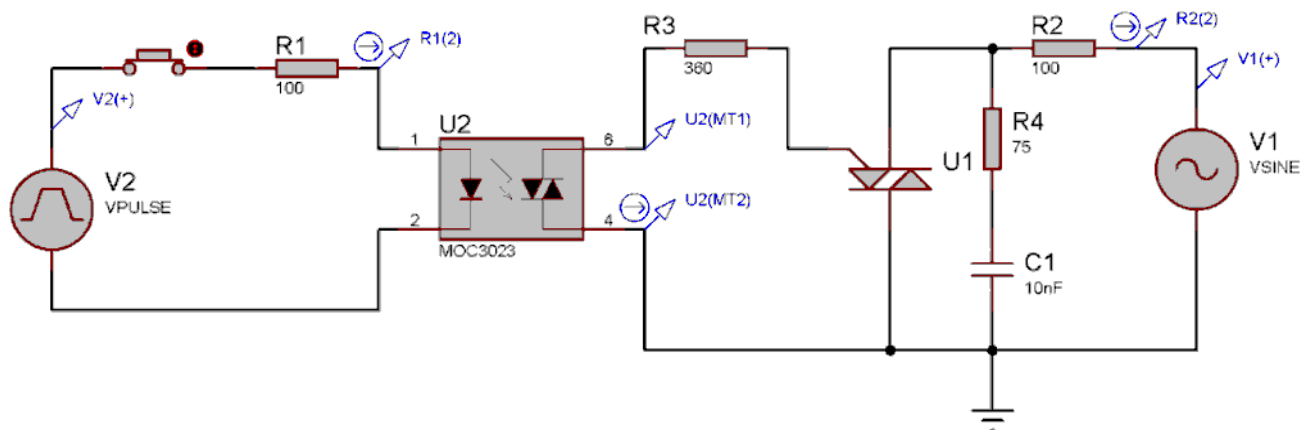
Триактың кемшілігі тиристормен салыстырғанда кернеудің жоғары төмендеуі болып табылады, сондықтан тиристорлар әдетте жоғары токты ауыстырып-қосқыш құрылғыларда қолданылады, бұл оларды кішірек радиаторлармен салқындатуға мүмкіндік береді.

Тиристорлар мен триактарды басқару үшін жиі басқару тізбегінен гальваникалық оқшаулауды қамтамасыз ету қажет. Бұл үш фазалы қозғалтқыштар, дәнекерлеу түрлендіргіштері және т.б. сияқты бірнеше

фазалардағы жүктеме тогын басқару мүмкіндігін қамтамасыз ету және пайдаланушының қауіпсіздігін қамтамасыз ету[9].

Гальваникалық оқшаулау не трансформатордың, не оптокөптердің көмегімен қамтамасыз етіледі. Екі әдістің де артықшылықтары да, кемшіліктері де бар, дегенмен оптикалық қондырғышты оқшаулау қуаттылығы төмен құрылғылар үшін оңтайлы болып табылады, өйткені оптопайдаланғыш трансформаторға қарағанда арзанырақ және үлкен жинақтылықты қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта оптотриактар 1 А-ге дейінгі жүктеме сыйымдылығы бар ықшам пакетте шығарылады. Олардың кейбіреулері желілік кернеудің нөлдік қиылысуын бақылайды, бұл импульстің енін басқару режимінде желіге импульстік шуды енгізбей ауысуға мүмкіндік береді. желілік кернеудің нөлдік қиылысу сәтін бақылау , бұл басқару схемасын осындай реттеумен жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Триақтың схемадағы жұмысы Proteus электрондық схемасын модельдеу бағдарламасы арқылы зерттелді (2.1 Сурет).

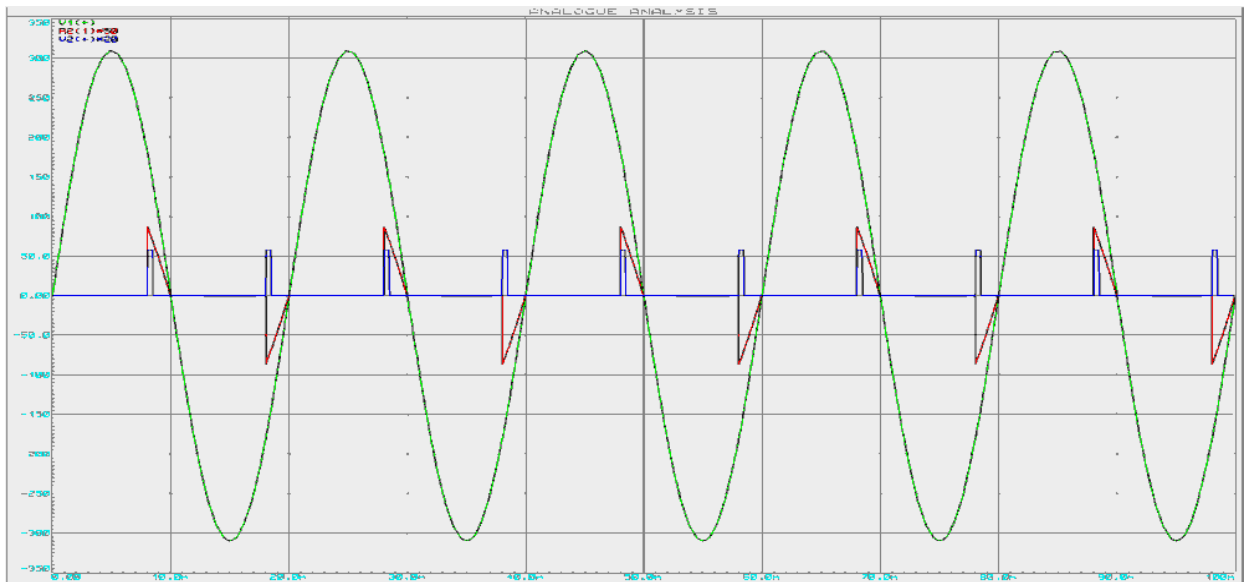


2.1 Сурет - Оптосимисторлік гальваникалық оқшаулауы бар симисторлық қуат реттегішінің үлгісі

Мұнда VSINE 220 В айнымалы ток көзінің үлгісі болып табылады, ал VPULSE басқару импульстерін жасайды, осылайша микроконтроллердің жұмысын имитациялайды (2.2 Сурет).

Бір фазалы жүктемедегі қуатты реттеу үшін оптоэлемент арқылы гальваникалық оқшауланатын симисторлық қуат реттегіші әзірленді (2.3 Сурет).

Басқару схемасының функциялары PIC12F683 микроконтроллерінде жүзеге асырылады [3]. Оларды микроконтроллерде жүзеге асыру үшін R3 реттегішінен кернеуді өлшеу үшін АЦП модульдері, ал кернеудің нөлден өту сәті мен басқару импульсінің көрсетілген сәті арасындағы уақытты санау үшін таймер пайдаланылды.



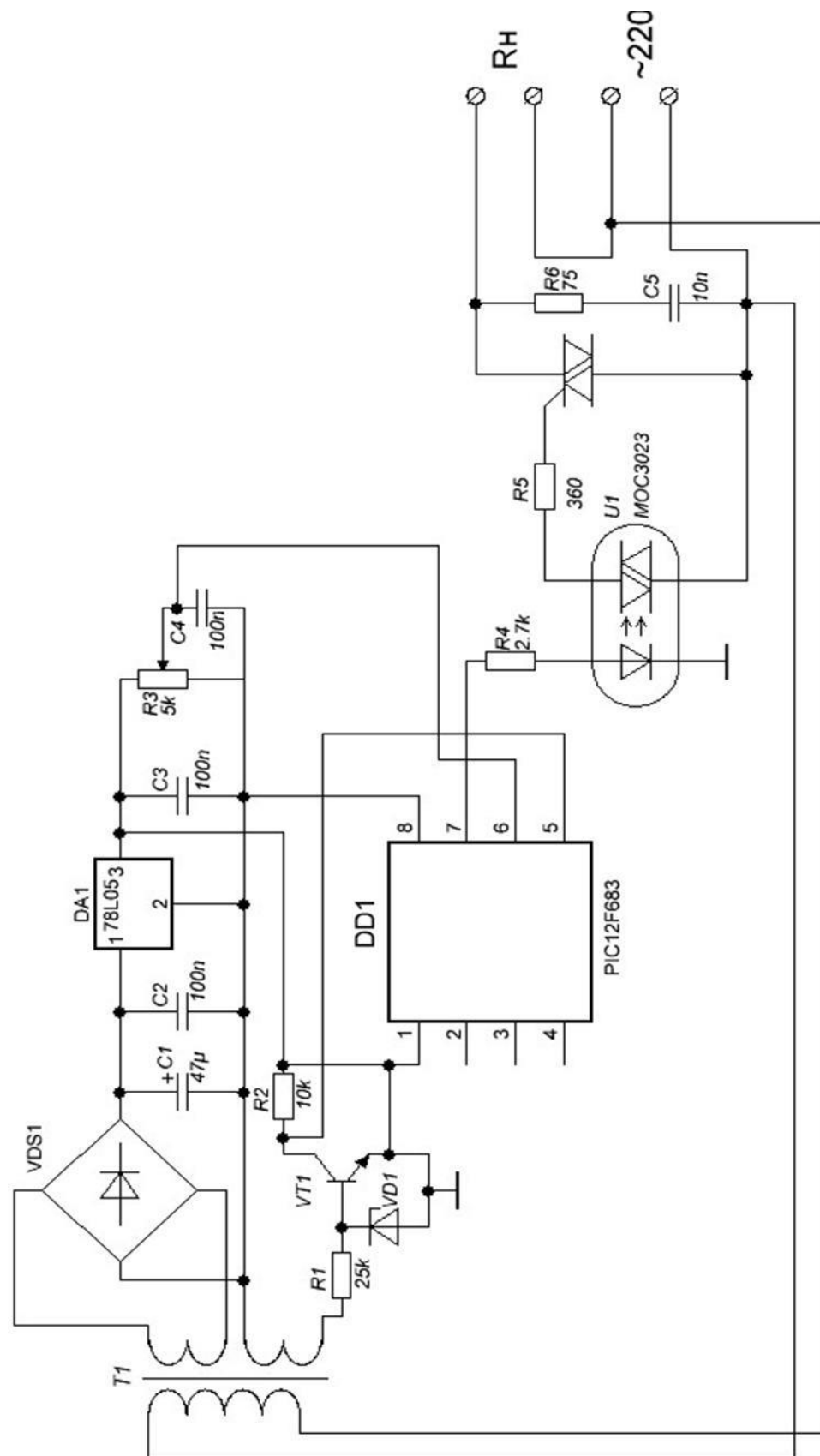
2.2 Сурет - Басқару импульсінің кідірісі 8 мс болатын сигналдардың графиктері.

2.2 Симисторлық басқаруы бар жоғары температуралық жылытқыш

Симистормен басқарылатын жоғары температуралы қыздырғыш - бұл дәнекерленген шыны қыздыру процесін автоматтандыру дәрежесін арттыру үшін резистивті жүктеме элементі арқылы бөлінетін қуатты басқаратын құрылғы. Жұмыс аймағындағы қыздыру температурасы 450°C жетуі мүмкін. Сондай-ақ құрылғы уақыт бойынша икемді автоматтандырылған температураны басқару алгоритмін пайдалану мүмкіндігін қарастырады, осылайша қыздыру режимдерін компьютерден де, құрылғының жадында бұрын жазылған режимдерді де орнатуға болады.

Термостаттарда, термостаттарда, хронотермостаттарда, жылытқыштарда жүргізілген іздестіру жұмыстарының нәтижесінде жоғарыда аталған талаптарға сәйкес келетін өнім табылмады, сондықтан бұл құрылғыны әзірлеу қолға алынды: триакпен басқарылатын жоғары температуралы жылытқыш. Өнімді әзірлеудің негізгі шешімдері:

1. Құрылғы компьютерден орнатылған жұмыс режимін пайдалана алады. USB интерфейсі компьютермен деректер алмасу үшін пайдаланылады. Осыған сүйене отырып, құрылғыны кірістірілген USB интерфейсі бар AT90USB162 микроконтроллерінің негізінде жасау туралы шешім қабылданды.



2.3 Сурет - Симисторлық қуат реттегішінің принциналды сұлбасы

2. Қыздыруды басқару хромель-алюмельді термопардан (К-типті термопара) алынған мәліметтерге негізделген.

3. Жылыту резистивті қыздырғышқа энергияны бөлу арқылы жүзеге асырылады, ол арқылы өтетін айтарлықтай электр тогын білдіреді, сондықтан қажетті және жеткілікті ток алу үшін 220 вольттық желі қолданылады, интегралды электр тогы шектеумен шектеледі. триак тізбегі, ол берілген алгоритмге сәйкес алдыңғы жиегі бойымен кіріс тогын азайтады[7].

Қорытындылай келе, құрылғы екі бөлікті біріктіруі керек - сандық және аналогтық.

Сандық компонент келесі функцияларды орындайды:

- дербес компьютермен мәліметтер алмасу;
- жүктемені басқару алгоритмін орындау;
- термопардан алынған мәліметтерді цифрлау және өңдеу.

Өз кезегінде, аналогтық бөлік басқару алгоритміне сәйкес жүктеме элементіне тікелей қуат береді.

Құрылғының жұмысының неғұрлым көрнекі көрінісі құрылғының функционалдық диаграммасында берілген (2.4 Сурет).

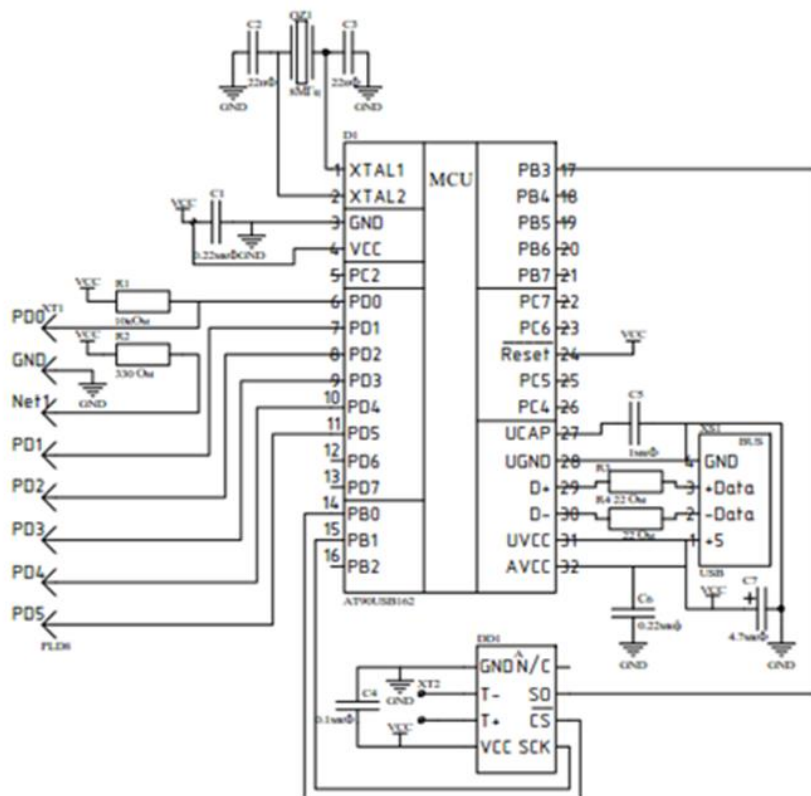
Күшті аналогтық құрамдас бөліктен ықтимал пикаптарды ескере отырып, сандық және аналогтық бөліктер құрылғыдағы бөлек ұшықтарға бөлінген.



2.4 Сурет – Құрылғының функционалдық сұлбасы

2.5 Суретте цифрлық басқару модулінің схемасы көрсетілген. МК AT90USB (D1) микросұлба [1] құжаттамасындағы әдеттегі электр схемасына сәйкес +5V USB интерфейсінен қуат алады. Кварц резонаторы (Qz1 қараңыз) микросұлбаға арналған құжаттамадағы типтік коммутациялық схемаға сәйкес МК-ның дұрыс тактілігін қамтамасыз етеді. MAX31855 чипі (DD1) термопардан сигналды цифрлау үшін жауап береді[2]. Термопардан сигнал XT2 қосқышынан алынады, SO, HE-CS, SCK желілері бір жақты SPI интерфейсін құрайды және микроконтроллердің сәйкес түйреуіштеріне қосылады. PD0, GND, Net1, PD1 қуат жүктемесін басқару модуліне PLS-8 қосқышы арқылы

қосылады (XT1). PD2, PD3, PD4, PD5 PLS-8 қосқышының екінші жартысына қосылған, микроконтроллердің бұл түйреуіштері қыздырғыштың жұмыс режимін таңдауға жауап береді, сәйкесінше PLS-8 бұл түйреуіштерді режимді таңдау түймелеріне қосу үшін қажет. , ол қажет болған жағдайда жүйе корпусында орнатылады[10].

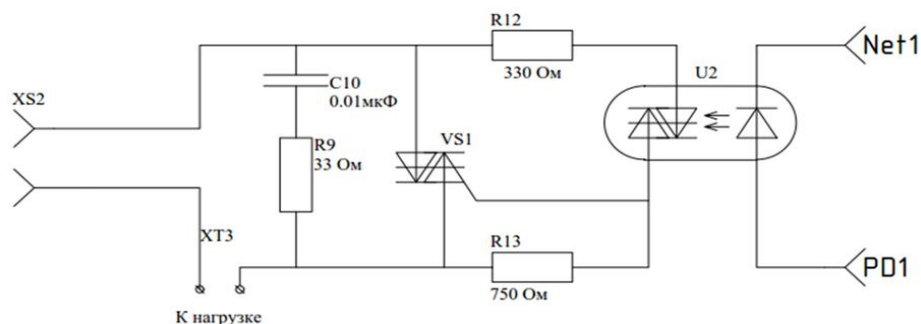


2.5 Сурет – Басқарудың цифрлық модулі

Қыздыру элементін басқару әдісін әзірлеу кезінде алдыңғы жиек бойымен айнымалы тоқты күңгірттеу үшін триак тізбегіне негізделген әдіс (2.6 Сурет) таңдалды. Триак схемалары ауысу үшін ауыспалы ток тізбектерінде қолданылады және релелік басқару тізбектерін ауыстыру ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Релемен салыстырғанда триактар арзанырақ, салмағы мен өлшемді сипаттамалары аз, механикалық контактілердің болмауына байланысты сенімдірек, қосымша күшейткіш транзисторларды қажет етпейді (микроконтроллердің өткізу қабілеттілігі арқылы өтетін электр тогының жеткілікті мөлшерін қамтамасыз ету үшін жеткілікті жарық диоды).

Екі триак (VS1, U2), резисторлармен және сүзгімен бірге жүктемедегі кернеудің төмендеуін басқарудың негізгі бөлігін құрайды, жүктеме XT3-ге қосылады.



2.6 Сурет - Симистор жүктемесін басқару тізбегі

Схема қалай жұмыс істейді:

1. Net1 үнемі VCC деңгейінде беріледі. PD1 микроконтроллерінің басқару түйреуішіндегі VCC деңгейінде жарық диоды арқылы ток өтпейді, сондықтан оптотриак жабылады, триак жабылады, бұл жүктеме арқылы ток өтпейтінін білдіреді.

2. Микроконтроллердің басқару түйреуішіндегі GND деңгейінде ток жарық диодты арқылы өтеді, сондықтан оптотриак ашылады және ол арқылы ток өтеді. Бұл ток триактың басқару электродына таралады, оны ашады, негізгі ток ашық триак арқылы өтеді.

3. AT90USB162 басқару аяғындағы кернеу қайтадан VCC деңгейіне көтерілсе, жарық диодты шам жарқылын тоқтатады, бірақ тізбек бірден өшпейді: триактар олар арқылы электр тогы өткенше ашық қалады және тек өшеді. осы кезде айнымалы ток нөлден өтеді.

Резонанстық жиіліктер баспа платасын сипаттайтын негізгі дизайн параметрлерінің бірі болып табылады. Олар иілу тербелістерінің табиғи жиіліктерін білдіреді. Егер алаңдататын күштің тербеліс жиілігі тақтаның резонанстық жиілігімен сәйкес келсе, онда сыртқы күштен бірнеше есе үлкен резонанстық жүктемелер пайда болады[8].

Нәтижесінде прототип өніміне келесі талаптар мен шектеулер қойылады:

- қыздырғыш элемент 2200 Вт-тан көп емес тұтынатын кезде өнім қыздырғыштың температурасын 450°C-қа дейін ұстап тұруы керек;
- жүйеде өтетін максималды ток: 10А;
- Компоненттердің басып шығарылған ауысуы қолданылады. Өткізгіш жолдардың қалыңдығы: 35 мкм;
- 10А дейін ток өтетін өткізгіш жолдардың ені кемінде 1,15 мм;
- құрылғы 220В желіден жұмыс істейді, қауіпсіздіктің сәйкес деңгейін қамтамасыз ету үшін өткізгіштерді оқшаулауға бағытталған шараларды қабылдау қажет;
- өнімнің жұмыс температурасының диапазоны: минус 20-дан плюс 75°C-қа дейін;
- істен шығуға дейінгі жұмыс уақыты: кемінде 2 жыл (17520 сағат);
- құрылғы жылытылатын бөлмеде стационарлық пайдалануға арналған.

2.3 Технологиялық тапсырманың анализі

Әзірленіп жатқан симисторлық қуат реттегіш жиілігі 50 Гц 220 вольт айнымалы ток желісінен қоректенетін, қуаты 100 Вт аспайтын қыздыру шамының жарықтығын басқаруға арналған. Бұл құрылғыны дәнекерлеу үтігінің температурасын реттеу үшін пайдалануға да болады. Бұл құрылғы кішкентай, оны тасымалдау оңай және оны пайдалану оңай.

Құрылғының негізгі бөлігі тақтада жасалады, ал элементтерді бір-бірінен, байланысуға болмайтын аймақтар арасында толық оқшаулау қамтамасыз етіледі. Барлық құрылғы диэлектрлік материалдың корпусына орналастырылған. Әзірленген құрылғының жалпы өлшемдері 170x150x140 мм құрайды, бұл оны қолдануға ыңғайлы етеді.

Пайдалану шарттары ГОСТ 15150-69 бойынша анықталады. Бұл жағдайлар қалыпты климаттық өнімділікке және жұмыс жағдайларының төртінші санатына (климатты жасанды реттейтін бөлмелерде) сәйкес келеді.

2.4 Сұлбаны құрастыру және элементтерді таңдау

Қуат реттегішінің тізбегінің негізгі элементтерінің бірі - симистор. Бұл схема үшін мен ВТА 12-800В симисторын таңдадым. ВТА/ВТВ12 және Т12 сериялы симисторлары тесігі арқылы немесе үстіңгі қондыру пакеттерінде қолжетімді, жалпы мақсаттағы айнымалы токты ауыстыру үшін жарамды. Оларды статикалық реле, жылуды басқару, асинхронды қозғалтқышты іске қосу тізбектері сияқты қолданбаларда ҚОСУ/ӨШПРУ функциясы ретінде пайдалануға болады немесе диммерлерде, қозғалтқыш жылдамдығын реттегіштерінде фазалық бақылау үшін демпфері жоқ нұсқаларда жоғары коммутациялық өнімділікке байланысты индуктивті жүктемелермен пайдалану үшін әсіресе ұсынылады. Сонымен қатар DV3 динисторы, потенциометр, резистор және конденсатор қолданылды.

2.5 Айнамалы ток тізбектеріндегі симисторлық қуат реттегіштерінің жұмыс принципі

Симистордың ерекшелігі - оның басқару электродына ток (кернеу) берілген кезде, құрылғы жүктемені жауып, өткізгіш күйге өтеді және кернеу жүктемесіне қолданылатын полярлыққа қарамастан ток өткізеді.

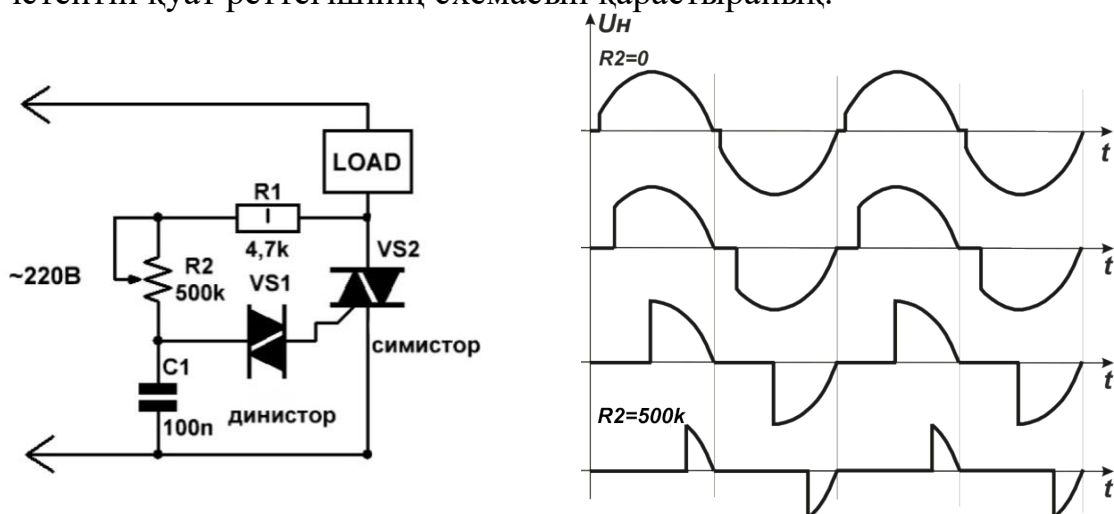
Ашылатын кернеудің полярлығы шартты анодтағы кернеудің екі полярлығы үшін де теріс болуы керек немесе "анод" кернеуінің полярлығымен сәйкес келуі керек (яғни оң жарты толқынның өту сәтінде оң және теріс толқынның өту кезінде минус болуы керек).

Сонымен, айнамалы ток тізбектеріндегі симистор тізбектерінің маңызды артықшылығы - түзеткіш құрылғылардың болмауы және жүктемедегі кернеудің

биполяциясы, бұл оларды трансформаторларға да, айнымалы электр қозғалтқыштарына да қосуға мүмкіндік береді[7].

Симисторлық реттегіштердің жалпы схемасын қарастырайық.

Бастау үшін фазалық-импульсті басқаруы бар қарапайым, бірақ толықтай жұмыс істейтін қуат реттегішінің схемасын қарастырайық.



2.7 Сурет – Симисторлық қуат реттегішінің схемасы

Симисторды рұқсат етілген токтың үлкен мөлшерімен басқасына ауыстырған кезде жүктеме қуатын шексіз арттыруға болады.

Ал енді-мұның бәрі қалай жұмыс істейді? Оң жарты кезеңнің басында симистор жабық. Желілік кернеу жоғарылаған сайын $C1$ конденсаторы $R1$ және $R2$ сериялы қосылған резисторлар арқылы зарядталады. Әрі ұлғайту кернеу конденсатордағы $C1$ қалып (жылжытылады фаза бойынша) және желілік шамаға жылғы жиынтық резисторлары және номинал сыйымдылық $C1$. Резисторлар мен конденсатордың мәні неғұрлым жоғары болса, фазалық ығысу соғұрлым жоғары болады. Конденсатордың заряды ондағы кернеу динистордың бұзылу шегіне жеткенше жалғасады (шамамен 35 В). Динистор ашылғаннан кейін (демек, симистор да ашылады), ашық симистор мен жүктеменің жалпы кедергісімен анықталған ток жүктеме арқылы ағып кетеді. Бұл жағдайда симистор жарты циклдің соңына дейін ашық қалады, яғни. желілік кернеудің жарты толқыны нөлдік деңгейге жақындаған кезде. $R2$ айнымалы резисторы динистор мен симистор ашылу сәтін орнатады, осылайша жүктемеге берілген қуатты реттейді. Теріс жарты толқынның әсерінен құрылғының жұмыс принципі ұқсас. Айнымалы резистордың әртүрлі мәндері бар жүктемедегі кернеу диаграммалары суретте көрсетілген. 1 оң жақта.

Индуктивті жүктемелердегі (мысалы, электр қозғалтқыштары мен трансформатор орамаларындағы) өтпелі процестерден туындаған триактардың жалған іске қосылуының алдын алу үшін симисторларда қосымша қорғаныс компоненттері болуы тиіс. Бұл, әдетте, кернеудің өзгеру жылдамдығын шектеу үшін қолданылатын триак электр электродтары арасындағы демпферлік RC тізбегі (жабдықтау тізбегі).

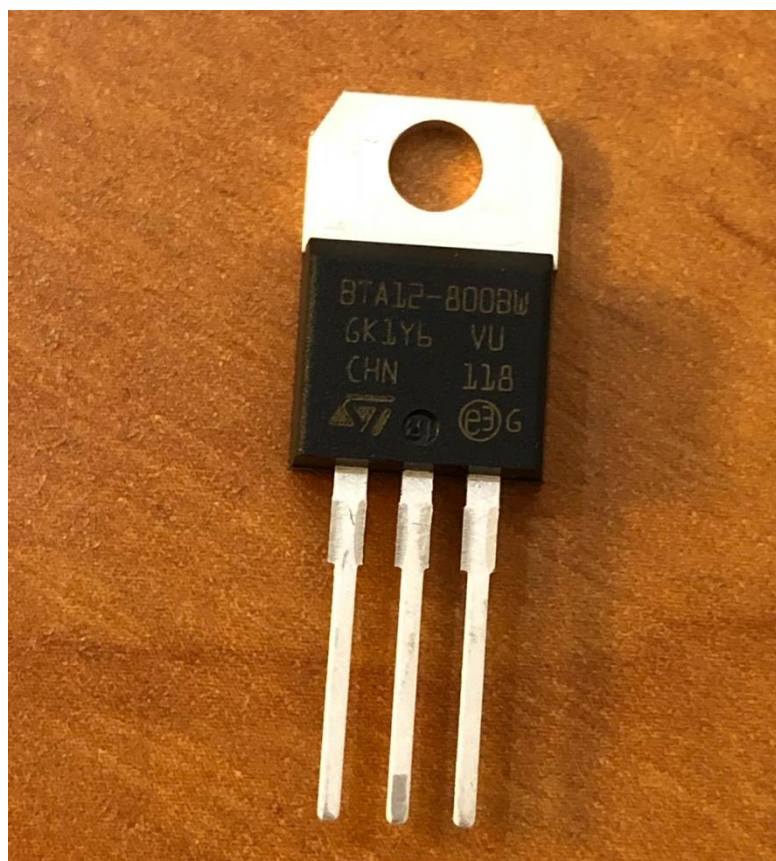
Кейбір жағдайларда, жүктеме айқын сыйымдылық сипатына ие болған кезде, коммутация кезінде токтың өзгеру жылдамдығын шектеу үшін электр электродтары арасында индуктивтілік қажет.

2.6 Элементтердің техникалық сипаттамалары

Сыртқы желінің параметрлеріне, негізінен оның кернеуіне және жүктеме кедергісіне байланысты әртүрлі қуаттылықтағы симисторлар қолданылады.

2.1 Кесте - Симистордың техникалық сипаттамасы

Максималды кері кернеу, $U_{обр.}$, В	800
Макс. қайталанатын импульс мысалы. жабық күйде, $U_{зс.повт.макс.}$, В	800
Ашық күйдегі токтың максималды орташа мәні, $I_{ос.ср.макс.}$, А	12
Макс. ашық күйдегі қысқа мерзімді импульстік ток, $I_{кр.макс.}$, А	120
Макс. ашық күйде кернеу, $U_{ос.макс.}$, В	1.5
Тиристорды қосу үшін қажет ең аз тұрақты басқару тогы, $I_{у.от.мин.}$, А	0.05
Минималды тұрақты тоқтауға сәйкес келетін басқару кернеуі, $U_{у.от.}$, В	1.3
Жабық күйдегі кернеудің жоғарылауының критикалық жылдамдығы, $dU_{зс.}/dt$, В/мкс	5
Ашық күйдегі токтың критикалық өсу жылдамдығы, dI/dt , А/мкс	5
Қосу уақыты, $t_{вкл.}$, мкс	2
Жұмыс температурасы, С	-40...125
Корпус	ТО-220АВ
Конфигурация	Single
Симистор түрі	Standard
Жабық күйдегі максималды кернеу, В	800
Ашық күйдегі максималды рұқсат етілген ток, А	12
Тұрақты басқару кернеуін босату, В	1.3
Ашық күйдегі соққы тогы, А	120
Тұрақты ток басқару босату, мА	50
Ұстап қалу тогы, мА	50
Салмағы, г	2.5



2.8 Сурет - Симистордың бейнесі

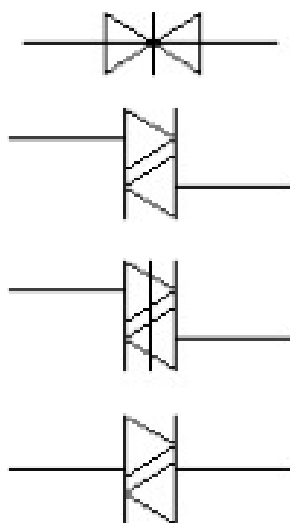
Симисторлардың негізгі қолданбаларының бірі - контактісіз қосқыштар (айнымалы ток қосқыштары). Бұл құрылғылардың жұмысының тән ерекшелігі - шамасы мен ұзақтығы жүктеменің сипатымен анықталатын шамадан тыс токтың әр қосылған сайын симисторға әсері болып табылады.

Динисторды(диак) таңдау

Динистор тізбегінің элементі DV 3-тен импортталған жоғарыда аталған симметриялық динистор (диак) болып табылады. Оның өлшемі өте кішкентай, бұл оны орнатуды өте ыңғайлы етеді, мысалы, кейбір жағдайларда оны симистордың басқару шығысына тікелей дәнекерлейді.

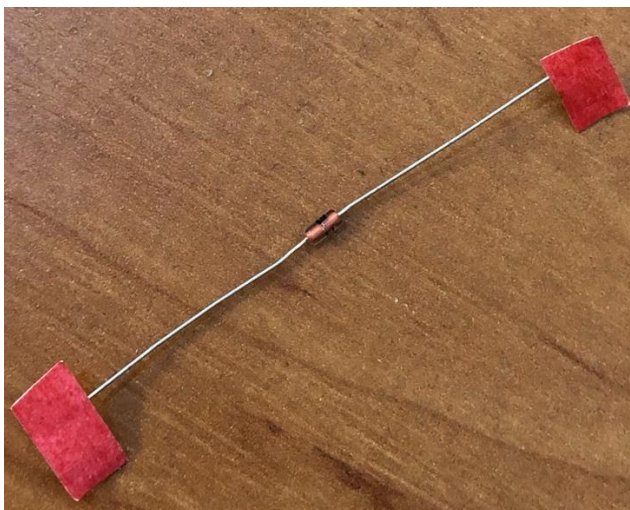
2.2 Кесте – Динистордың(диак) техникалық сипаттамасы

Ашық күйдегі кернеу (Іоткр 0.2 А), В	5
Ашық күйдегі максималды рұқсат етілген орташа ток, А	0.3
Ашық күйдегі импульстік ток ($t_i < 10\text{ms}$), А	0.2
Жабық күйдегі максималды кернеу, В	32
Жабық күйдегі тұрақты ток, мкА	10
Максималды импульсті өткізбейтін кернеу ($t_{\text{имп}} < 2\text{мкс}$), В	5
Ашық күйдегі кернеу (Іоткр 0.2 А), В	5



2.9 Сурет - Схемада симметриялық динистордың мүмкін белгіленуі

Айта кету керек, бұл динистор симметриялы және оны негізге сәйкес келмейтін схемаға дәнекерлеуге болады. Ол кез-келген жағдайда жұмыс істейді, тек қосу кернеуі (бұзылу) сәл өзгеше болуы мүмкін (3 вольтқа дейін).



2.10 Сурет - Симметриялы динистордың бейнесі

DB3 динисторының ВАС-да оның симметриялы екендігі айқын көрінеді. Жоғарғы және төменгі сипаттамалардың екі тармағы да бірдей. Бұл DB3 динисторының жұмысы қолданылатын кернеудің полярлығына тәуелді емес екенін көрсетеді.

Конденсатор таңдау

Динистордың ашылу кернеуі-32в. Мұндай кернеу мәніне жету үшін біз В32923 0.1 мкФ пленкалы шығыс конденсаторын қолданамыз.

Сипаттамасы. В32923 конденсаторлары тұрақты, айнымалы ток тізбектерінде және импульстік режимдерде жұмыс істеуге арналған. В32923-дұрыс пішінді, барлық климаттық дизайндағы оқшауланған пленка конденсаторлары.

2.3 Кесте – Конденсатордың техникалық сипаттамасы

Түрі	В32923
Жұмыс кернеуі, В	50
Номиналды сыйымдылығы	0.1
Өлшем бірлігі	мкФ
Номиналдың рұқсаты, %	50 ... -20
Жұмыс температурасы, С	-60...125
Дене ұзындығы L, мм	6.8
Корпус ені W, мм	5.6

Резисторды таңдау

Резистор 470 кОм 0,1 мкФ конденсаторындағы максималды кернеуді шектейді, яғни айнымалы резистордың қозғалтқышы 0 күйіне қойылса Ом, содан кейін тізбектің кедергісі әлі де 470 болады.



2.11 Сурет – 470 кОм-дық резистордың бейнесі

Айнымалы резистор таңдау

СПЗ-4АМ, 0.25 Вт, 470 кОм, 3-20, 30%. Сипаттамасы. Жылжымалы жүйенің айналмалы қозғалысы бар бір айналымды реттейтін резисторлар тұрақты, айнымалы және импульстік токтың электр тізбектерінде жұмыс істеуге арналған. Конструкция мен монтаждау тәсіліне байланысты резисторлар: СПЗ-4АМ, СПЗ-4вм - дара, аспалы монтаждау үшін; СПЗ-4бм, СПЗ-4гм - дара, баспа монтаждау үшін; СПЗ-4дм - қосарланған, аспалы монтаждау үшін дайындалады. Номиналды кедергілердің аралық мәндері $\pm 20\%$ (220x103 Ом дейін); $\pm 30\%$ (220x103 Ом Жоғары) рұқсаттары бар Е6 қатарына сәйкес келеді.

2.4 Кесте – Айнымалы резистордың техникалық сипаттамасы

Түрі	айнымалы
Моделі	SP3-4AM
Түрі	дирижер ауглерод
Номин. кедергісі	470
Өлшем бірлігі	кОм
Дәлдігі, %	30
Функционалдық сипаттамасы	A
Номин. қуаты, Вт	0.25
Макс. жұмыс кернеуі, В	150
Жұмыс температурасы, С	-45...65
Айналым саны	1-ден кем
Қозғалтқыштың айналу бұрышы	270
Құрастыру тәсілі	аспалы



2.12 Сурет – Айнымалы резистор бейнесі

3 Құрылымдық бөлім

3.1 Симистордың жұмыстық шамадан тыс жүктеме тогын шамамен есептеу

Жұмыс шамадан тыс жүктеме тогын есептеудің ұсынылатын әдістері, өкінішке орай, жалпы сипатқа ие және симисторлардың ақпараттық каталогтарында берілген деректер негізінде ғана есептеуге мүмкіндік бермейді. Жұмыстық шамадан тыс жүктеме тогы I - бұл үздіксіз ағып тұрған жағдайда, максималды рұқсат етілген тиімді қосылыс температурасының асып кетуіне әкелетін, бірақ уақыт бойынша шектеулі, бұл температурадан аспайтын күйдегі ток [6].

Симистордың шығыны мына формуламен анықталады:

$$P_m = \frac{U_{T(TO)}}{k_\phi} I_{TRMS+r_t} I_{TRMS}^2 \quad (2.1)$$

Бұл жерде $U_{T(TO)}$ - шекті кернеу, r_t - динамикалық кедергі, I_{TRMS} - синусоидалы токтың тиімді мәні.

(1) формуладан:

$$I_{TRMS} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{T(TO)}}{k_\phi}\right)^2 + 4r_t P_m - \frac{U_{T(TO)}}{k_\phi}}}{2r_t} \quad (2.2)$$

Токтың амплитудалық мәні:

$$I_m = \sqrt{2} I_{TRMS} \quad (2.3)$$

Мұны жұмыс шамадан тыс жүктеме тогы деп белгілейік, яғни $I_m = I_{T(OV)}$.

Симистормен бөлінетін максималды рұқсат етілген қуат симистордың максималды рұқсат етілген қосылу температурасына, симистордың алдыңғы жүктемесіне, қоршаған орта температурасына және симистор мен салқындатқыштың жылу кедергісіне байланысты:

$$P_m = \Delta T_{jm} / Z(th) t_{ja}(t) \quad (2.4)$$

мұндағы ΔT_{jm} - асқын жүктеме тогы ағынынан түйіспенің максималды қызып кетуі; t - шамадан тыс жүктеме тогының өту уақыты; $Z(th) t_{ja}(t)$ -

шамадан тыс жүктеме ұзақтығына сәйкес келетін t уақытындағы салқындатқышы бар симистордың жылу кедергісі[2].

$$U_{in(RMS)}=220 \text{ В}, \quad U_m = \sqrt{2} * 220 \text{ В} = 311.126 \text{ В}, \quad U_m = 311.126 \text{ В},$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Гц}} \text{ с} = 0.02 \text{ сек}, \quad T = 20 \text{ мс}$$

n = контроллер ҚОСУ болатын кіріс циклдерінің саны; $n = 30$.

m = контроллер ӨШІРУ кезінде кіріс циклдарының саны; $m = 40$.

$$t_{ON} = n \times T = 30 \times 20 \text{ мс} = 600 \text{ мс} = 0.6 \text{ с}$$

$t_{ON} = n \times T = 0.6 \text{ с}$ = контроллер ҚОСУ уақыты.

$$t_{OFF} = m \times T = 40 \times 20 \text{ мс} = 800 \text{ мс} = 0.8 \text{ с}$$

$t_{OFF} = m \times T = 0.8 \text{ с}$ = контроллер ӨШІРУ уақыты.

RMS шығыс кернеуі:

$$U_{O(RMS)} = U_{i(RMS)} * \sqrt{\frac{n}{m+n}} \text{ В} \quad (2.5)$$

$$U_{O(RMS)} = 220 * \sqrt{\frac{30}{30+40}} = 220 * \sqrt{\frac{3}{7}} \text{ В}$$

$$U_{O(RMS)} = 150.570 \text{ В}$$

$$I_{O(RMS)} = \frac{U_{O(RMS)}}{Z} = \frac{U_{O(RMS)}}{R_1} = 3.0114 \text{ А} \quad (2.6)$$

$$P_o = I_{O(RMS)}^2 * Z = 453.426 \text{ Вт} \quad (2.7)$$

Кіріс қуат коэффициенті (Input Power Factor):

$$PF = \sqrt{k} = 0.654653 \quad (2.8)$$

Орташа симисторлық номинальді ток (Average Thyristor Current Rating):

$$I_{T(Avg)} = \frac{I_m}{\pi} \times \left(\frac{n}{m+n} \right) = \frac{k \times I_m}{\pi} \quad (2.9)$$

$$I_m = \frac{U_m}{Z} = 6.505 \text{ A} \quad (2.10)$$

$$I_{T(Avg)} = \frac{6.505}{\pi} * \left(\frac{3}{7}\right) \text{ A}$$

$$I_{T(Avg)} = 0.887 \text{ A}$$

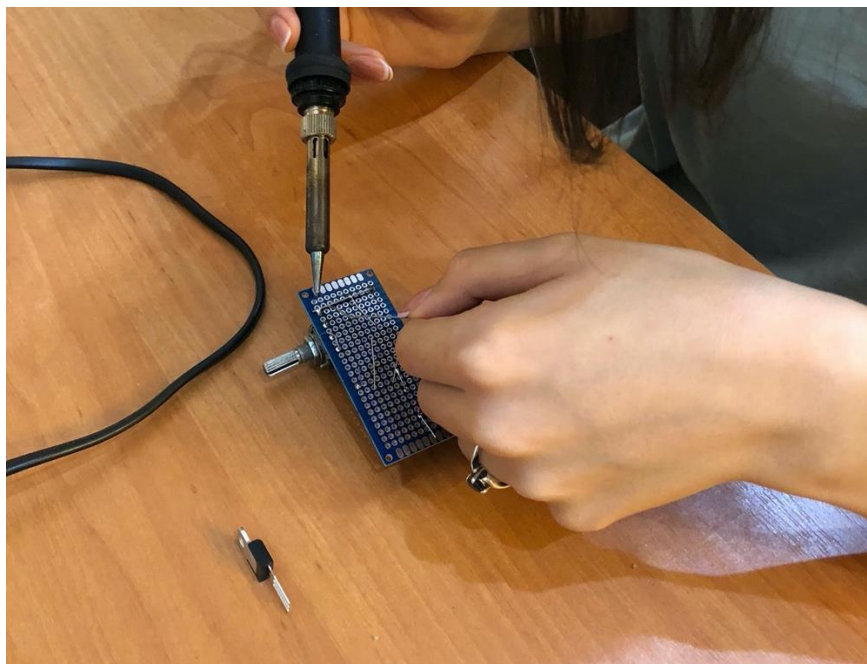
$$I_{T(RMS)} = \frac{I_m}{2} \sqrt{\frac{n}{(m+n)}} = \frac{I_m}{2} \sqrt{k} = \frac{6.505}{2} * \sqrt{\frac{3}{7}} \quad (2.11)$$

$$I_{T(RMS)} = 2.129 \text{ A}$$

3.2 Эксперименталды түрде жүзеге асыру

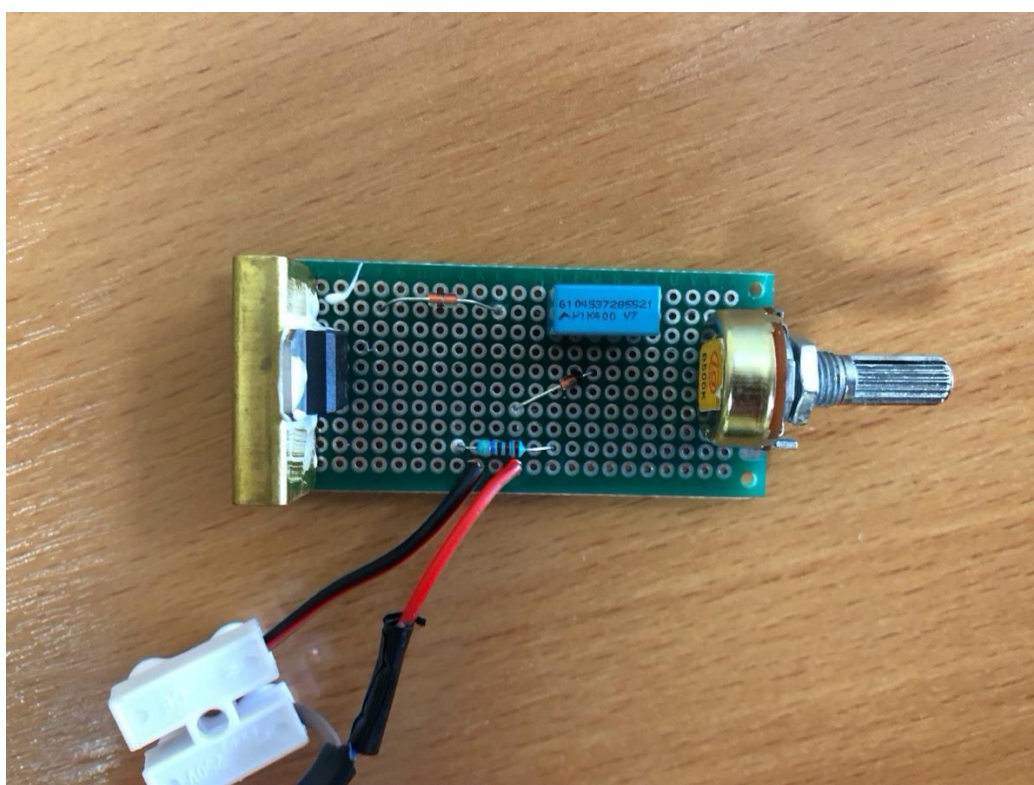
Әзірленіп жатқан симисторлық қуат реттегіш жиілігі 50 Гц 220 вольт айнымалы ток желісінен қоректенетін, қуаты 100 Вт аспайтын қыздыру шамының жарықтығын басқаруға арналған. Бұл құрылғыны дәнекерлеу үтігінің температурасын реттеу үшін пайдалануға да болады. Бұл құрылғы кішкентай, оны тасымалдау оңай және оны пайдалану оңай.

Құрылғының негізгі бөлігі тақтада жасалады, ал элементтерді бір-бірінен, байланысуға болмайтын аймақтар арасында толық оқшаулау қамтамасыз етіледі. Барлық құрылғы диэлектрлік материалдың корпусына орналастырылған. Әзірленген құрылғының жалпы өлшемдері 80x40x30 мм құрайды, бұл оны қолдануға ыңғайлы етеді.



3.1 Сурет - Потенциометрді платаға дәнекерлеу процессі

Құрылғыны жинауды ең алдымен айнымалы резисторды (потенциометр) платаға дәнекерлеуден бастадым. Содан кейін симисторды дәнекерледім. Симистордың оң жақ шетіндегі шығысына динисторды (диак) жалғадым. Динистордың полярлығы қай жағынан жалғаса да маңызды емес, сондықтан кез келген жерінен дәнекерлей беруге болады. Содан кейін динистордың екінші жағына конденсаторды жалғадым. Конденсатор динистор сияқты полярлығы қалай жалғанса да бәрібір. Конденсатордың екінші жағын симистордың сол жақ шетіндегі шығысына жалғадым. Келесі, резисторды симистордың ортаңғы қалған шығысына дәнекерледім. Симисторымыз толықтай дәнекерленді. Енді резистордың шығысын айнымалы резистордың оң жақ шетіндегі шығысына дәнекерледім. Потенциометрдің ортаңғы шығысын динистор мен конденсатордың байланысқан нүктесіне жалғадым. Жүктемені симистор мен резистор байланысқан нүктесіне жалғадым.

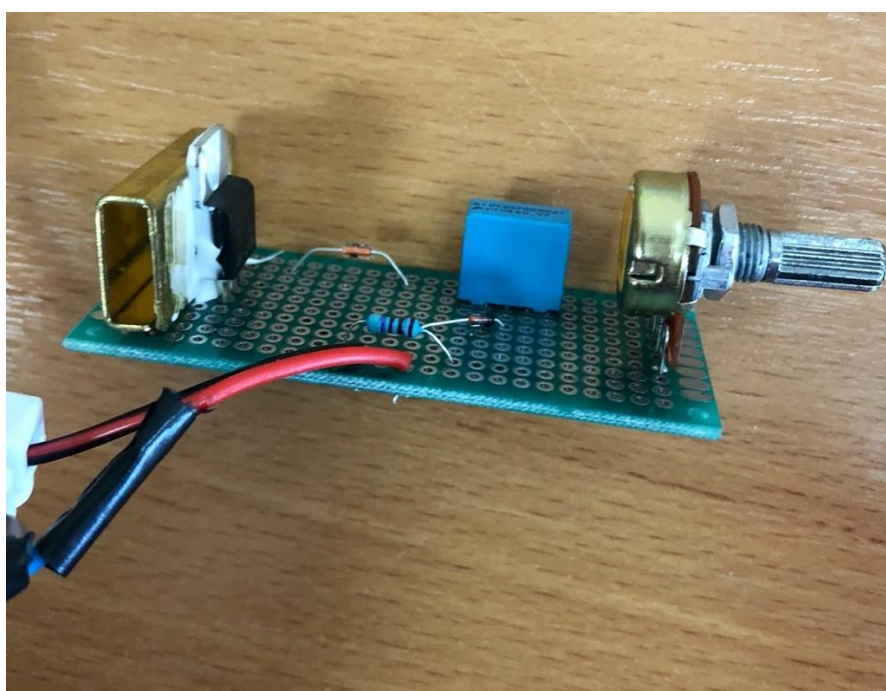


3.2 Сурет – Симисторлық қуат реттегіш



3.3 Сурет - Қыздыру шамының қуатын реттеуге арналған симисторлық қуат реттегіші

Жүктеме ретінде электр лампасын қолдандым. Бұл құрылғы арқылы тұрмыста қолданылатын техникалардың қуатын басқаруға да болады, мысалы, пылесос, паяльник.

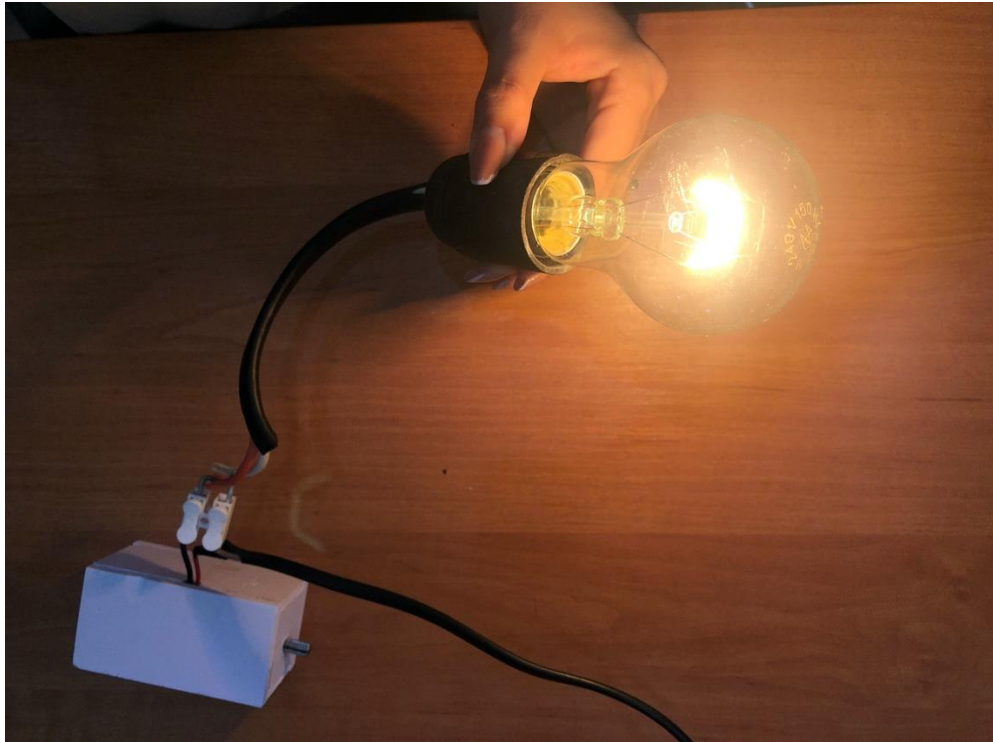


3.4 Сурет - Платаға орнатылған элементтер (жақыннан көрініс)



3.5 Сурет – Тасымалдауға ыңғайлы және қауіпсіздік үшін ПВХ-мен қапталған қуат реттегіші

Симистордың кемшілігі – өте қатты қызуында. Сол тараптан құрылғыдағы элементтердің күйіп кету қатері бар. Сондықтан симисторға радиатор жалғадым, ол қызу температурасының біркелкі таралуына септігін тигізеді. Сондай ақ, бұл құрылғы 220 В айнымалы токтан жұмыс жасайтын болғандықтан өте қауіпті, құрылғыны токтан шығарғаннан кейін де конденсаторда зарядтар сақталып қалады. Сондықтан өмірге қауіп төндірмеу үшін және тасымалдауға да ыңғайлы болуы үшін құрылғыны ПВХ-мен қаптадым.



3.6 Сурет – 50 % қуатта электр шам жарығы



3.7 Сурет – 100% қуатта электр шам жарығы

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада симисторды қолдану арқылы электр шамдарының жарық ағынын реттеуге арналған қуат реттегішінің сұлбасы құрастырылды, өндіруші көрсеткен техникалық сипаттамалар негізінде берілген жұмыс режимі үшін симистор түрін дұрыс таңдауға мүмкіндік беретін шамадан тыс жүктеме тогы есептелді. Эксперименталды түрде сұлба жиналды. Сонымен қатар термиялық процесті жаңғырту мысалында реле аналогтары ретінде симистор құрылғыларының кейбір мүмкіндіктері қарастырылады. Микроконтроллердің басқаруындағы типтік симистор тізбегі және мұндай жүйенің жалпы жұмыс принципі қарастырылды.

Бірінші технологиялық бөлімде жалпы тиристорлар туралы қысқаша ақпарат көрсетілді, тұрмыстық электр жабдықтарында симисторлардың қолданылуы және симисторлардың көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу туралы ақпарат көрсетілді.

Екінші арнайы бөлімде техникалық тапсырмаға талдау жасалды, симисторлық қуат реттегішінің құрылымдық сұлбасы құрастырылды, жұмыс принципі түсіндірілді, қажетті элементтердің техникалық параметрлері көрсетілді. Proteus автоматтандырылған жобалау жүйесінде белсенді/индуктивті жүктемесі бар тізбектердегі оптикалық оқшаулауы бар бір фазалы симистор қуат реттегішінің үлгісін зерттеу ұсынылды. Модельдеу кезінде схема моделінің жұмысқа қабілеттілігін растайтын уақыт диаграммалары алынды. Зерттеу және модельдеу нәтижелері бойынша қуат реттегішінің электрлік схемасы ұсынылды.

Бұл құрылғыны қолдану туралы мәселе назарға алынды. Техникалық сипаттамаларына байланысты ол жоғары пайдалану спектріне ие. Бұл ретте кеңінен қолданылатын, құрастырудың қарапайымдылығы, ең төменгі құны және т.б. элементтер пайдаланылды, барлық элементтер 2-бөлімде баяндалған есептеулер негізінде таңдалды.

Негізгі міндеттердің бірі құрылғының жұмысын тексеру болды. Құрылғы оған қойылатын талаптарды толығымен қанағаттандырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Евсеев Ю. А., Крылов С. С. Симисторы и их применение в бытовой электроаппаратуре, М. 1990, 121 с.
- 2 Журнал “Силовая электроника”, выпуск No 4’2006.
- 3 Кулакова С.В., Беглецов В.Г., Бузаров М.М. Разработка и исследование однофазных симисторных регуляторов мощности с оптической развязкой в цепях с активной/индуктивной нагрузкой, М., 2015, 11 с.
- 4 Нәдіров Е.Ғ. Электротехника және электроника негіздері/ С.Б. Балабатыров, К.О.Ғали, А.А. Абдыкадыров, Р. Дағдарбек, Алматы: “Бастау”, 2012, 126 б.
- 5 Достанко, А.П., Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства А, .П. Достанко, В.П. Панин, М. 2002, 156 б.
- 6 Ганс С., Власов Ю.Н., Оценка выходной мощности симисторного регулятора в зависимости от времени открытия, М., 2018, 12 с.
- 7 Баранов Д.С., Савельева Е.Л., Якименков Л.И., Симисторный регулятор мощности, М., 2014, 32 с.
- 8 Исрагаков А. К., Березуева С.С., Высокотемпературный нагреватель с симисторным управлением, М., 2016, 5 с.
- 9 Наумов В.В., Гребенщиков О.А., Микропроцессорный регулятор мощности в цепях переменного тока, М., 2006, 43 с.
- 10 Новаков А.В., Применение симисторных регуляторов для пуска двигателей постоянного тока с независимым возбуждением электроприводов производственных комплексов, М., 2018, 5 с.

ҚОСЫМША

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жоба

Алгуатова Айгерім Арманқызы

5В070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Тақырыбы: Симисторлық қуат реттегішін жобалау
Орындалды: түсініктеме жазбасы 37 бет.

ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Берілген дипломдық жоба симисторлық қуат реттегішін жобалауға негізделген. Технологиялық бөлімде тұрмыстық электр жабдықтарында симисторлардың қолданылуы және симисторлардың көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу туралы ақпарат көрсетілген.

Арнайы бөлімде белсенді/индуктивті жүктемесі бар тізбектердегі оптикалық окшаулауы бар бір фазалы симистор қуат реттегішінің үлгісін зерттеу көрсетілген, техникалық тапсырмаға талдау жасалған, симисторлық қуат реттегішінің құрылымдық сұлбасы құрастырылған, жұмыс принципі түсіндірілген, қажетті элементтердің техникалық параметрлері көрсетілген.

Ал құрылымдық бөлімде эксперименталды түрде жүзеге асырылып, жасалған жобаға сипаттама жазылған.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жобада бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, «85/В+/жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Алгуатова Айгерім «5В070200 – Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Сын-пікір беруші:

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ

Ақпараттық технологиялар факультеті.

Жасанды интеллект және Big Data

кафедрасының меңгерушісі



Мансурова М.Е.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

дипломдық жобаға

Алгуатова Айгерім Арманқызы

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Тақырыбы: Симисторлық қуат реттегішін жобалау

Аталған дипломдық жобада симисторлық қуат реттегішін жобалау қарастырылған.

Дипломдық жобаның технологиялық бөлімінде жалпы тиристорлар туралы қысқаша ақпарат көрсетілген, тұрмыстық электр жабдықтарында симисторлардың қолданылуы және симисторлардың көмегімен электр шамдарының жарық ағынын реттеу туралы ақпарат көрсетілген.

Арнайы бөлімде техникалық тапсырмаға талдау жасалған, симисторлық қуат реттегішінің құрылымдық сұлбасы құрастырылған, жұмыс принципі түсіндірілген. Proteus автоматтандырылған жобалау жүйесінде белсенді/индуктивті жүктемесі бар тізбектердегі оптикалық оқшаулауы бар бір фазалы симистор қуат реттегішінің үлгісін зерттеу ұсынылған. Модельдеу кезінде схема моделінің жұмысқа қабілеттілігін растайтын уақыт диаграммалары алынған. Зерттеу және модельдеу нәтижелері бойынша қуат реттегішінің электрлік схемасы ұсынылған.

Құрылымдық бөлімде эксперименталды түрде жүзеге асырылып, жасалған жобаға сипаттама жазылған.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Алгуатова Айгерім алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатындығын көрсетті.


Дипломдық жоба "90/А/өте жақсы" деген бағаға, ал студент Алгуатова Айгерім 5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

Кафедра меңгерушісі

физ-мат. ғыл. канд. қауымдастырылған профессоры

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

 Алдияров Н.У.

« 16 » ^(жылы) мамыр 2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Алгуатова А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Семесторлық куат реттегішін жобалау

Научный руководитель: Нахыпбек Алдияров

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 14

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

13.05.2022

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Алгуатова А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Семисторлық куат реттегішін жобалау

Научный руководитель: Нахыпбек Алдияров

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 2

Знаки из здругих алфавитов: 14

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

13.05.2022

проверяющий эксперт