UNICHECK

Власник документу:
Бевза Олег Миколайович

ID перевірки:
1004017886

Дата перевірки:
13.06.2020 14:41:37 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
13.06.2020 15:46:22 EEST

ID користувача:
90740

Назва документу: 2020-bachelor-EDS_Didkovskyy_Dzherelo_zhyvlennya_fch

ID файлу: 1004030974 **Кількість сторінок:** 19 **Кількість слів:** 8490 **Кількість символів:** 61807 **Розмір файлу:** 83.45 KB

3.92% Схожість

Найбільша схожість: 0.87% **з джерело** https://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65625b3bd79b4d43b89521316c27_0.html

3.02% Схожість з Інтернет джерелами	22	Page 21
1.85% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту	66	Page 21

0.51% Цитат

Цитати	5	Page 22

Вилучення переліку посилань вимкнено

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів	60

Дідковський Єгор Вячеславович

Джерело живлення на основі трифазного випрямляча

АНОТАЦІЯ

Робота містить 53 сторінок, 14 рисунків, 1 таблицю. Було використано 11 джерел.

Мета роботи: розглянути: принципи побудови тиристорних регуляторів постійної напруги і систем управління випрямлячами; принцип дії трифазного випрямляча з мікропроцесорною системою управління по структурній і принциповій схемах. Розробити трифазний керований випрямляч з мікропроцесорною системою управління.

У даній бакалаврській роботі приведений варіант використання однокристального мікроконтролера (ОМК) фірми «ATMEL» ATmega8 для побудови мікропроцесорної системи управління трифазним мостовим випрямлячем.

Для розширення функціональних можливостей розробленого пристрою і підвищення його споживчих властивостей в систему управління введений мікропроцесорний блок з елементами завдання і вимірювання необхідних параметрів та їх індикації.

Проведений розрахунок і вибір елементів силової частини випрямляча, розроблені алгоритми роботи і програмне забезпечення для мікроконтролера системи управління.

Пристрій може знайти застосування в системах управління двигунами постійного струму і іншими виконавчими механізмами з регулюванням рівня вихідної напруги, а також в лабораторних умовах як спеціалізований блок живлення.

Ключові слова: тиристорний регулятор, трифазний випрямляч, мікроконтролер, «ATMEL» ATmega8, ОМК, МПСУ, алгоритм.

ANNOTATION

The work contains 53 pages, 14 figures, 1 table. 11 sources were used.

Objective: to consider: the principles of construction of thyristor DC voltage regulators and rectifier control systems; the principle of operation of a three-phase rectifier with a microprocessor control system according to structural and circuit diagrams. Develop a three-phase controlled rectifier with a microprocessor control system.

In this bachelor's work is given an option for using a single-chip microcontroller (SCM) of the «ATMEL» company ATmega8 for building a microprocessor control system for a three-phase bridge rectifier.

To expand the functionality of the developed device and increase its consumer properties, a microprocessor unit with the elements of the task and measuring the necessary parameters and their indication has been introduced into the control system.

Were performed calculation and selection of the elements of the power part of the rectifier, were developed work algorithms and software for the microcontroller of the control system.

The device can be used in control systems for DC motors and other actuators with adjustable output voltage level, also in laboratory conditions as a specialized power supply.

Keywords: thyristor regulator, three-phase rectifier, microcontroller, ATMEL ATmega8, SCM, MCS, algorithm.

ВСТУП

Швидкий розвиток обчислювальної і мікропроцесорної техніки створив передумови для розробки пристроїв автоматики з використанням сучасних мікросхем з високими показниками по швидкодії, селективності, чутливості і надійності. Це, у свою чергу, дозволяє істотно зменшити вагу і габарити пристроїв і споживану ними потужність.

При розробці сучасних систем управління різноманітними пристроями все більше застосування знаходять однокристальні мікроконтролери (ОМК). ОМК є пристроями, які конструктивно виконані в одному корпусі великої інтегральної схеми (ВІС), та містять всі компоненти мікропроцесорної системи: процесор, пам'ять даних, пам'ять програм, програмовані інтерфейси.

Для ОМК характерні такі риси [1]:

– система команд, орієнтована на виконання завдань управління і регулювання;

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 9

– алгоритми, які реалізуються на ОМК, мають багато розгалужень залежно від зовнішніх сигналів;
– схемна реалізація систем управління на базі ОМК порівняно проста і має невисоку вартість.

Однокристальні мікроконтролери є зручним інструментом для створення сучасних вбудованих пристроїв управління різноманітним устаткуванням.

Останніми роками спостерігається широке впровадження мікропроцесорів в системи управління пристроїв силової електроніки.

У даній бакалаврській роботі приведений варіант використання ОМК фірми «ATMEL» ATmega8 для побудови мікропроцесорної системи управління трифазним мостовим випрямлячем.

Випрямлячі знаходять широке застосування в кольоровій металургії (виробництво алюмінію і інших металів), хімічній промисловості (крекінг метану і ін.) на залізничному і міському транспорті (мережа живлення постійного струму), електрозварюванні, гальванотехніці. Випрямлячі використовуються також для заряду акумуляторів, електроерозійної обробки металів, в джерелах вторинного електроживлення радіоелектронної апаратури, ЕОМ, засобів автоматики, вимірювальній техніці і ін. Крім того, випрямлячі є складовою частиною в перетворювачах частоти з ланкою постійного струму.

Основні технічні характеристики керованого випрямляча з мікропроцесорною системою управління:

– вхідна напруга мережі;
– частота мережі;
– вихідна напруга;
– максимальний струм навантаження;
– температура навколишнього середовища.

Система управління повинна забезпечувати формування сигналів управління тиристорним випрямлячем, а також можливість введення з клавіатури рівня вихідної напруги, вимірювання і вивід на індикацію рівня вхідної і вихідної напруги, захист від перевищення максимального значення вихідної напруги і індикацію про спрацьовування захисту.

1. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КЕРОВАНИХ ТИРИСТОРНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ

1.1. Основні схеми тиристорних регуляторів

На рис.1.1 основні приведені структурні схеми тиристорних регуляторів постійної напруги [6].

Рис.1.1. Структурні схеми тиристорних регуляторів постійної напруги

Загальними елементами для обох схем є: трансформатор живлення Т, згладжувальний фільтр ЗФ, датчик напруги ДН, джерело опорної напруги ДОН, підсилювач сигналу помилки ПСП і пристрій управління тиристорами ПУТ, який служить для управління кутом відкриття тиристорів.

Тиристори, як керовані вентилі, можуть бути включені на виході трансформатора (рис.1.1,а) або на його вході (рис.1.1,б). Найбільш поширеними є стабілізатори з включенням тиристорів в ланцюг вторинної обмотки трансформатора (рис.1.1,а). При цьому тиристори керованого випрямляча КВ одночасно виконують функції випрямляння змінної напруги і регулювання його рівня. Це дозволяє отримати виграш в габаритах і масі тиристорного стабілізатора.

У ряді випадків раціональним є включення тиристорів в ланцюг первинної обмотки трансформатора (рис.1.1,б), наприклад, в низьковольтних стабілізаторах з великими струмами навантаження. Оскільки падіння напруги на тиристорах більше падіння напруги на некерованих діодах, то з метою підвищення коефіцієнта корисної дії низьковольтного стабілізатора доцільно розташовувати тиристори регулятора змінної напруги ТРЗН на

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 9-10, 16, 18, 20

стороні первинної обмотки трансформатора. При цьому на стороні вторинної обмотки трансформатора включається некерований випрямляч В.
З огляду на те, що вхідна напруга тиристорного регулятора, що розробляється, складає 100 В, за основу приймаємо структурну схему регулятора, приведену на рис (рис.1.1,а).
Розглянемо основні схеми тиристорних регуляторів ТР. Оскільки вхідна напруга живлення є трифазною, то розглядатимемо лише трифазні схеми регуляторів. Найбільш поширені схеми трифазних регуляторів показані на рис.1.2.

Рис.1.2. Трифазні тиристорні регулятори

Схеми на рис.1.2 відрізняються кількістю тиристорів, а відповідно і кількістю керованих фаз випрямленої напруги.
Схема на рис.1.2, а містить три керовані вентилі $VS1-VS3$ і три некеровані вентилі $VD1-VD3$. Така схема називається несиметричною трифазною схемою. Вона здебільшого знаходить застосування в регуляторах порівняно невеликої потужності (до 5 кВт). Особливістю роботи такої схеми є те, що при активно-індуктивному навантаженні в діапазоні регулювання кута $\frac{\pi}{3} \le \alpha \le \pi$ при знятті імпульсів управління не можна забезпечити виключення всіх тиристорів. Два тиристори закриваються, а третій залишається відкритим за рахунок ЕРС самоіндукції і через нього проходить струм навантаження. Для підвищення ефективності схеми до неї вводять нульовий діод, який шунтує навантаження. За наявності діода $V D_0$ індуктивність навантаження розряджається через нього, і не перешкоджає перемиканню тиристорів. Це дозволяє використовувати весь діапазон управління вихідної напруги. Якщо кут управління менший $\alpha \le \frac{\pi}{3}$, нульовий діод $V D_0$ весь час закритий, і потреба в ньому відпадає.
Основна гармоніка пульсацій випрямленої напруги в несиметричній схемі дорівнює лише потрійній частоті мережі, що є істотним недоліком цієї схеми порівняно з симетричною. Коефіцієнт потужності несиметричної схеми вищий, ніж в симетричних схемах, що є її перевагою. Це пояснюється тим, що енергія накопичена в індуктивності навантаження, розсіюється в опорі навантаження через вентилі однієї фази і не проходить через вхідні ланцюги випрямляча.
Симетрична схема тиристорного регулятора приведена на рис.1.2, б. Ця схема знаходить застосування лише при великих потужностях навантаження. Для неї характерна більш складна система управління. Крім того, неминуча асиметрія фаз напруги живлення, нерівність спадів напруги на тиристорах і асиметрія імпульсів управління виключають можливість розраховувати згладжувальний фільтр на подвоєну частоту, і тим самим втрачається основна перевага цієї схеми порівняно з несиметричною.
Зважаючи на викладене вище, можна зробити вивід, що найдоцільніше буде використовувати несиметричну схему тиристорного регулятора.

1.2. Системи імпульсно-фазового управління тиристорними регуляторами

Системи імпульсно-фазового управління тиристорними регуляторами розрізняють по наступних ознаках [1]:
– одноканальні і багатоканальні;
– синхронні і асинхронні;
– вертикальні і горизонтальні;
– аналогові, аналогово-цифрові і цифрові.

Розглянемо їх основні принципи побудови, переваги і недоліки.
Залежно від того, в одному або декількох каналах формуються імпульси управління для кожного тиристора, системи управління розділяють на одно- і багатоканальні. Залежно від принципу зміни фази імпульсів управління розрізняють вертикальні, горизонтальні, дискретні і цифрові.
Крім того системи управління можуть бути синхронними і асинхронними. При синхронному способі імпульсно-фазового управління відлік кута управління бере початок

від певної фази напруги мережі. При асинхронному способі відлік кута управління здійснюється від моменту формування попереднього імпульсу. Регулятор з асинхронною системою управління може працювати лише в замкненій системі. Асинхронні системи переважно виконуються як одноканальні. В даний час синхронний спосіб формування імпульсів управління тиристорними регуляторами є найбільш поширеним.

Основним недоліком багатоканальних систем управління є можлива асиметрія імпульсів управління окремих каналів. Ця асиметрія обумовлена складністю отримання ідентичних характеристик фазозсувних пристроїв. Тому одноканальні системи в цьому відношенні мають певні переваги.

При горизонтальному способі формування імпульсів управління здійснюється в моменти переходу через нуль синусоїдальної напруги. Зміна фазового положення імпульсів забезпечується зміною фази синусоїдальної напруги, тобто зміщенням по горизонталі. Цей метод не знайшов широкого застосування.

При вертикальному способі формування імпульсів управління виконується порівнянням на нелінійному елементі змінної і постійної напруги. Імпульси управління формуються в моменти порівняння цих напруг, коли їх різниця змінює знак. Фазу імпульсів управління можна змінювати шляхом регулювання величини постійної напруги. Таким чином, фазозсувний пристрій при вертикальному способі управління складається з генератора змінної напруги і компаратора. На рис.1.3 приведена структурна схема одноканальної системи управління однофазним мостовим випрямлячем.

Рис. 1.3. Одноканальна система управління однофазним мостовим випрямлячем.

Схема працює наступним чином. Синхронізатор (С) формує сигнали в моменти переходу напруги мережі живлення через нуль, тобто в моменти природної комутації вентилів.

Сигнали з виходу синхронізатора запускають генератор пилкоподібної напруги (ГПН). Напруга з виходу ГПН поступає на один з входів компаратора (К). На другий вхід компаратора поступає сигнал управління U_y .

При рівності сигналів на входах К формуються імпульси управління, фазове положення яких залежатиме від величини сигналу управління U_y . Імпульси управління через розподільник імпульсів (РІ) попадаються на формувачі імпульсів (ФІ) і далі через буферні підсилювачі (БП) - на тиристори випрямляча.

Одноканальна система управління може бути реалізована і для трифазних випрямлячів. При цьому до складу системи потрібно ввести селектори імпульсів, які розподілятимуть імпульси по потрібних фазах випрямляча.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити вивід, що для побудови системи управління тиристорним регулятором, що розробляється, доцільно прийняти за основу структурну схему одноканальної синхронної системи управління.

З погляду забезпечення мінімальної асиметрії кутів управління доцільно використовувати цифрову систему, яка має лише одну складову джерела апаратної погрішності.

Будувати цифрову систему управління доцільно на базі сучасного мікроконтролера.

1.3. Обґрунтування вибору мікроконтролера

У наш час найбільш поширені однокристальні мікроконтролери (ОМК) з CISC-архітектурою і RISC-архітектурою [2-3].

CISC-мікроконтролери характеризуються розвиненою системою команд. Для RISC-мікроконтролерів кількість команд істотно скорочена і має єдиний формат, який відрізняється тим, що всі команди виконуються за один - три такти, тоді як в CISC-мікроконтролерах вони займають один - три машинні цикли, кожен з яких складається з декількох тактів (наприклад, для і80х51-12 тактів). Тому RISC-мікроконтролери мають значно більшу швидкодію. Але повніша система команд CISC-мікроконтролерів в деяких випадках економить час виконання окремих фрагментів програми і пам'ять програм. Враховуючи те, що в пристрої, що розробляється, ОМК виконуватиме порівняно нескладні операції вимірювання і управління, доцільно використовувати ОМК з серії RISC-мікроконтролерів.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 6-7, 14, 19

RISC-мікроконтролери діляться на PIC-мікроконтролери і AVR-мікроконтролери. PIC-мікроконтролери знаходять застосування в системах високошвидкісного управління автомобільними і електричними двигунами, приладах побутової електроніки, телефонних приставках з АВН, системах охорони із сповіщенням по телефонній лінії, МІНІ-АТС і ін.
AVR-мікроконтролери є 8-розрядними високопродуктивними ОМК загального призначення. Особливістю AVR-мікроконтролерів є їх широка номенклатура, яка дозволяє користувачеві вибрати ОМК з мінімальною апаратною надмірністю, а, отже, і найменшої вартості. В даний час в серійному виробництві знаходяться три сімейства AVR-мікроконтролерів: Tiny, Classic і Mega. Мікроконтролери Tiny - найбільш дешеві і прості, Mega - найбільш могутні, а Classic займають проміжне між ними місце.
Виходячи з технічного завдання на пристрій, що розробляється, доцільно вибрати в якості керуючого мікроконтролера AVR-мікроконтролер серії Mega.
В нашому випадку найбільше підходитиме ОМК фірми «ATMEL» ATmega8 з такими основними характеристиками:
- напруга живлення;
- тактова частота .
- кількість ліній введення/виводу (I/0).23;
- пам'ять програм (Flash). 8 К;
- пам'ять даних (EEPROM).0,512 К;
- пам'ять даних ОЗУ (SRAM).1 К;
- кількість аналогових входів . 6;
- розрядність вбудованого АЦП.10

Враховуючи те, що тиристорний випрямляч, що розробляється, має виконувати функції регулятора вихідної напруги, при побудові системи управління треба передбачити можливість введення з клавіатури необхідного рівня вихідної напруги.
Для вимірювання рівнів вхідної і вихідної напруги до складу системи управління треба ввести датчики вхідної і вихідної напруги.
Для відображення інформації про рівні вхідної і вихідної напруги та режимів роботи випрямляча потрібно передбачити відповідні індикатори.
Крім того, для живлення функціональних вузлів системи управління потрібне джерело живлення.
Таким чином, до складу системи управління тиристорним випрямлячем, що розробляється, повинні входити:
– пристрій синхронізації
– однокристальний мікроконтролер
– датчики напруги
– буферні каскади для підсилення імпульсів управління тиристорами
– пристрої гальванічної розв'язки, які забезпечать електричну ізоляцію силової частини випрямляча від системи управління.
Узагальнена структурна схема мікропроцесорної системи управління тиристорного випрямляча приведена на рис.2.1.

2. ПРИНЦИП ДІЇ ВИПРЯМЛЯЧА ТИРИСТОРА З МПСУ

2.1. Робота пристрою за структурною схемою

Структурна схема тиристорного випрямляча з мікропроцесорною системою управління приведена на рис.2.1.

Рис.2.1. Структурна схема тиристорного випрямляча з мікропроцесорною системою управління

До складу пристрою входять наступні блоки: нуль-орган НО; блоки опторозв'язки БОР1-БОР2; мікропроцесор МП; постійна пам'ять мікроконтролера ПЗП; аналого-цифровий перетворювач АЦП; 8-ми бітові таймери мікроконтролера Т0,Т2; 16-ти бітовий таймер мікроконтролера Т1; датчики напруги ДН1-ДН2; блок індикації БІ; блок клавіатури БК; буферні підсилювачі БП; тиристорний випрямляч ТВ та блок живлення БЖ.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 8, 15, 22

Пристрій працює таким чином. Вхідна лінійна напруга мережі U_{AB} поступає на нуль-орган НО, який формує послідовність прямокутних імпульсів. Передні фронти цих імпульсів відповідають початку позитивного півперіоду лінійної напруги мережі. Відносно цих сигналів формуються імпульси управління тиристорним випрямлячем, тобто забезпечується синхронізація роботи тиристорного регулятора з напругою мережі живлення. З виходу нуль-органу через блок опторозв'язки БОР1 імпульси синхронізації поступають на вхід мікропроцесора МП однокристального мікроконтролера. МП у момент появи цих імпульсів обчислює необхідний кут управління, завантажує і 16-запускає розрядний таймер Т1, який виконує відлік кута управління. По перериванню від таймера Т1, МП вимикає його і коректує роботу таймера Т0, який формує імпульси управління трифазним регулятором тиристора. Таймер Т0 запрограмований на переривання через кожних 120 ел. градусів щодо кута управління сформованого таймером Т1. По перериванню від таймера Т0 здійснюється формування імпульсу управління для включення наступного тиристора, відповідно поточному інтервалу роботи випрямляча. Імпульси управління тиристорами випрямляча посилюються буферними підсилювачами БП і через блок опторозв'язки БОР2 надходять на тиристори випрямляча ТВ. Так здійснюється фазове управління кутом відкриття тиристорів і відповідна зміна рівня вихідної напруги.

Час, за який вихідна напруга змінюватиметься від початкового значення до максимального (час пуску) задано рівним 1 с. Для відліку часу плавного пуску використовується 8-розрядний таймер Т2. По перериванню від цього таймера здійснюється зміна рівня вихідної напруги з кроком, що задається МП.

Блок клавіатури БК призначений для занесення в пам'ять мікроконтролера потрібної інформації про рівень напруги, і вибору величини, яка відображатиметься на індикаторі ($U_{вх}$ або $U_{вих}$). Завдання необхідного рівня вихідної напруги виконується за допомогою кнопок «ЗМЕНШ» і «ЗБІЛЬШ». Заданий рівень вихідної напруги запам'ятовується в пристрої ПЗП мікропроцесора, і при наступному включенні МП автоматично встановлює відповідний кут імпульсів управління.

Для вимірювання рівнів вхідної і вихідної напруги використовуються датчики напруги ДН1 і ДН2. З датчиків напруги сигнали поступають на вбудований в ОМК аналого-цифровий перетворювач АЦП, який проводить оцифровування аналогових сигналів і передає інформацію в МП. МП проводить обробку отриманої інформації і формує сигнали для виводу на індикацію. Вибір параметра (або), який буде виведений на індикацію проводиться за допомогою блоку клавіатури.

Блок індикації БІ складається з трьох семисегментних індикаторів, на яких в режимі установки відображається заданий рівень вихідної напруги. У режимі роботи на індикатори виводиться інформація про поточне значення вихідної напруги, а при натисненні кнопки « $U_{вх}$ » - вхідної напруги. При перевищенні максимального значення вихідної напруги спрацьовує захист. При цьому МП знімає імпульси управління і засвічується світлодіод «АВАРІЯ».

Блок живлення БЖ побудований по схемі лінійного компенсаційного стабілізатора з вхідним трансформатором. Він виробляє з змінної напруги мережі стабілізовану постійну напругу рівня +5 В і вихідним струмом 0,5 А. БЖ забезпечує живлення всіх функціональних вузлів МПСУ.

2.2. Призначення елементів і принцип дії пристрою за принциповою схемою

Принципова електрична схема керованого тиристорного випрямляча з мікропроцесорною системою керування наведена на рис. 2.2.

Вхідна лінійна напруга живлення U_{AB} поступає на діодно-транзисторну оптопару ($DA1.1$), на якій побудований нуль-орган НО і блок опторозв'язки БОР1 ($DA1.2$). Резистори $R4, R6$ обмежують відповідно вихідний і вхідний струми оптопари. На виході оптопари $DA1$ формуються імпульси синхронізації прямокутної форми.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

По передньому фронту синхроімпульсів відбувається зовнішнє переривання 16-ти розрядного таймера лічильника Т1 ОМК ($DD1$) і його запуск. Залежно від заданого рівня вихідної напруги в таймер лічильник Т1 заноситься певна константа, від якої залежить поява на виводах PC0 PC2 ОМК імпульсів управління тиристорами випрямляча. Так реалізується фазове управління і зміна рівня вихідної напруги випрямляча. Таймер лічильник Т1 формує кут управління для тиристора фази «А». Імпульси управління для фаз «В» і «С» формуються таймером лічильником Т0. Таймер Т0 запрограмований на переривання через кожних 120 ел. градусів щодо кута управління сформованого таймером Т1. По перериванню від таймера Т0 здійснюється формування імпульсу управління для включення наступного по порядку роботи тиристора.

Часові діаграми формування імпульсів управління тиристорами випрямляча наведені на рис.2.3.

Рис.2.3. Часові діаграми формування імпульсів управління тиристорами випрямляча

При появі на виводах PC0 - PC2 мікроконтролера сигналів рівня логічного «0» відкриваються відповідні транзистори VT3-VT5 буферних підсилювачів та включаються світлодіоди оптотиристорів $VS1.2 \div VS3.2$, які виконують функції опторозв'язки. При включенні світлодіодів $VS1.2 \div VS3.2$ відкриваються і відповідні силові тиристори $VS1.1 \div VS3.1$. При перевищенні максимального значення вихідної напруги спрацьовує захист. При цьому МП знімає імпульси управління і засвічується світлодіод VD8 «АВАРІЯ». Резистори R22-R25 обмежують струм, що протікає через світлодіоди.

У пам'яті ОМК записана таблиця значень кутів управління α для різних співвідношень $U_{вих}/U_{вх}$. При регулюванні вихідної напруги з таблиці значень кутів α вибирається відповідне значення залежно від заданого рівня вихідної напруги.

Введення інформації про потрібний рівень вихідної напруги здійснюється за допомогою двох кнопок: $S1$ і $S2$. Для усунення «брязкоту» контактів використані RC ланцюжки $R1-R3$ і $C4-C6$.

Для індикації інформації про рівень вхідної і вихідної напруги використаний строєний семисегментний індикатор $H1$. Вибір величини для виводу на індикацію відбувається при натисненні кнопки $S3$. Якщо кнопка $S3$ не натиснута, то на індикацію виводиться рівень вихідної напруги $U_{вых}$. При натисненні кнопки $S3$ на індикацію виводиться рівень вхідної напруги $U_{вх}$. Використана схема динамічної індикації на транзисторах $VT1, VT2$, ОМК $DD1$ і резисторах $R11-R21$.

Задавальний генератор для ОМК побудований на кварцовому резонаторі $BQ1$. RC ланцюжок $R7, C8$ призначений для початкової установки ОМК при включенні напруги живлення. Конденсатор С11 придушує завади по шинах живлення.

Датчик вхідної напруги реалізований на елементах $VD5, C7, R5$, а датчик вихідної напруги – на елементах $R8-R10, C13$.

Джерело живлення включає знижувальний трансформатор, мостовий випрямляч $VD6$ з ємкісним фільтром С1 і інтегральний лінійний стабілізатор $DA2$ з фільтрувальними ємностями С2-С3. Джерело живлення формує із змінної напруги мережі постійну стабілізовану напругу +5В для живлення всіх функціональних вузлів системи управління.

2.3. Опис роботи силової частини схеми

У даній роботі розробляється керований тиристорний випрямляч, силова частина якого виконана за несиметричною мостовою схемою із з'єднанням обмоток трансформатора Δ/Y . Схема силової частини випрямляча приведена на рис.2.4.

Рис.2.4. Схема силової частини випрямляча

На первинну обмотку w_1 трансформатора TV подається вхідна напруга мережі. Трансформатор TV служить для перетворення величини напруги на вторинній обмотці w_2 до необхідного рівня, а також для гальванічної розв'язки живлячої мережі і ланцюгів навантаження.

При допущенні, що комутація тиристорів і діодів здійснюється миттєво, у будь-який момент часу струм пропускає тільки один тиристор, анод якого має найбільш високий

потенціал і один діод, катод якого має найбільш низький потенціал. Нульовий діод $VD0$ введений в схему для підвищення ефективності роботи при кутах управління $\alpha > \frac{\pi}{3}$. У такому режимі роботи нульовий діод шунтує навантаження. При цьому струм індуктивності протікає через діод $VD0$, обминувши ланцюги тиристорів, і не перешкоджає їх перемиканню. При кутах управління $\alpha < \pi/3$ нульовий діод $VD0$ весь час замкнений, і потреба в ньому відпадає.

При кутах управління схема працює таким чином. У інтервалі $[0, \vartheta_1]$ найбільш позитивною є напруга фази «С», а найбільш негативною - фази «В». При цьому відкриті тиристор $VS3$ і діод. Струм протікає по колу: «+»обмотки w_{2c} - $VS3$ - $LC-$ фільтр - навантаження –- «-»обмотки w_{2b}. У момент ϑ_1 напруга фази «А» стає найбільш позитивною, але тиристор $VS1$ в роботу не вступає, оскільки на нього ще не поданий імпульс управління.

У момент часу ϑ_2 поступає імпульс управління, і тиристор відкривається. Тиристор $VS3$ закривається, оскільки до нього прикладається напруга зворотної полярності. Струм протікає по колу: «+»обмотки w_{2a} - - фільтр - навантаження –- «-»обмотки w_{2b}.

У момент ϑ_3 найбільш негативною стає напруга фази «С», що приводить до відкривання діода $VD3$ і закривання діода $VD2$. Струм протікає по колу: «+» обмотки w_{2a} - $VS1$ - $LC-$ фільтр - навантаження – $VD3$ - «-»обмотки w_{2c}.

При подачі імпульсу управління у момент часу ϑ_4 в роботу вступає тиристор $VS2$, а тиристор $VS1$ - закривається. Струм протікає по колу: «+» обмотки w_{2b} - $VS2$ - $LC-$ фільтр - навантаження –- «-»обмотки w_{2c}.

У точці природної комутації вентилів ϑ_5 закривається діод $VD3$ і відкривається діод $VD1$. Струм протікає по колу: «+» обмотки - $VS2$ - $LC-$ фільтр - навантаження – $VD1$ - «-» обмотки w_{2a}. Потім процеси періодично повторюються.

Часові діаграми струмів і напруг в тиристорах і діодах випрямляча, обмотках трансформатора і навантаженні в режимі безперервного струму дроселя ($L = L_d = \infty$; $I_d = const$) приведені на рис.2.5.

Рис.2.5. Часові діаграми струмів і напруг кутах при управління та безперервному струмі дроселя $I_d = const$

Шляхом зміни кута управління, який відлічується від моментів природної комутації тиристорів, проводиться регулювання рівня вихідної напруги.

При збільшенні кута керування $\alpha > \pi/3$ в кривій випрямленої напруги з'являються паузи від моменту переходу позитивної півхвилі живлячої напруги через нуль до вступу до роботи чергового тиристора.

Це пояснюється тим, що під час переходу позитивної півхвилі напруги працюючого тиристора через нуль, наприклад $VS1$, він продовжує проводити струм зі вступаючим в роботу діодом $VD1$ тієї ж фази.

Таке можливо за рахунок властивості вентилів пропускати струм при негативній робочій напрузі за рахунок енергії накопиченої в магнітному полі згладжу вального дроселя L. При цьому коло навантаження виявляється зашунтованим одночасно відкритими вентилями $VS1$ і $VD1$, а напруга на навантаженні буде рівна нулю.

За наявності нульового діода $VD0$ під час переходу позитивної півхвилі напруги працюючого тиристора через нуль струм навантаження замикається через цей діод, обминувши ланцюги тиристорів, а пара тиристор - діод, що працювала до цього моменту часу, вимикається. Черговий по порядку роботи тиристор відкриється при надходженні відповідного імпульсу управління.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 3
Цитат на сторінці: 1-5

Часові діаграми струмів і напруг у вентилях, обмотках трансформатора і навантаженні при кутах керування $\alpha > \pi/3$ в режимі безперервних струмів дроселя ($L = L_d = \infty$; $I_d = const$) приведені на рис.2.6.

Рис.2.6. Часові діаграми струмів і напруг кутах при управління $\alpha > \pi/3$ та безперервному струмі дроселя $I_d = const$

3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок та вибір елементів силової частини випрямляча

Розрахунок силової частини випрямляча виконуємо відповідно до методик, що викладені в [4-6].

1. Визначаємо коефіцієнти зміни напруги живлення. Відповідно до технічного завдання напруга живлення $U_м = 220 B^{+10\%}_{-15\%}$. Тоді матимемо:

2. Визначаємо (орієнтовно) активний опір і індуктивність розсіяння фази трансформатора, приведені до вторинної обмотки:

де k_r, k_L – коефіцієнти, що залежать от схеми випрямляча, характеру навантаження та схеми з'єднання обмоток трансформатора. Для трифазного мостового випрямляча при роботі на активно-індуктивне навантаження та з'єднанні обмоток трансформатора Y/Y и Δ/Y ці коефіцієнти дорівнюють;; – число стержнів трансформатора, на яких розташовані обмотки; B_m – максимальна індукція в осерді трансформатора. При частоті мережі живлення $f_м = 50$ Гц рекомендовано використовувати для осердя трансформатора електротехнічну сталь марки 3412(Э320) с товщиною стрічки 0,35 мм и обрати $B_m = 1{,}6$ Тл .

3. Визначаємо падіння напруги на активному опорі навантаження трансформатора при максимальному і мінімальному струмах навантаження:

4. Визначаємо втрати випрямленої напруги, обумовлені комутацією, при мінімальному і максимальному струмі навантаження:

5. Визначаємо (орієнтовно) падіння напруги на активному опорі дроселя фільтру при мінімальному і максимальному струмі навантаження:

де $r_{др}$ – активний опір обмотки дроселя. В діапазоні потужностей навантаження від 100 до 1000 Вт в ході попередніх розрахунків можна прийняти при, де – активний опір навантаження випрямляча. Менші значення $r_{др}$ треба брати при більших потужностях навантажень. З урахуванням вищевикладеного, приймаємо.

6. Максимальне середнє значення випрямленої напруги на вході фільтру (з урахуванням втрат на елементах)

де $\Delta U_т, \Delta U_д - ¿$ середнє значення прямого падіння напруги відповідно на тиристорі і діоді випрямляча. В ході попереднього розрахунку падіння напруги на тиристорі і діоді можна прийняти. Після вибору вентилів значення $\Delta U_т, \Delta U_д$ уточнюватимуться.

7. Мінімальна фазна напруга вторинної обмотки трансформатора при мінімальній напрузі мережі:

де α_{min} – мінімальний кут регулювання, що забезпечує роботу випрямляча на крутій ділянці регулювальної характеристики.

8. Номінальна і максимальна фазна напруга вторинної обмотки трансформатора

9. Мінімальне середнє значення випрямленої напруги на вході фільтру (з урахуванням втрат на елементах)

10. Максимальний кут регулювання

11. Середнє значення напруги на вході фільтру і кут регулювання в номінальному режимі роботи

12. Середнє значення випрямленої напруги на вході фільтру і кут регулювання в режимі, що відповідає максимальному струмовому навантаженню нульового вентиля

13. Середній струм тиристорів і діодів випрямляча в режимі максимального струмового навантаження при кутах управління:

При кутах управління і наявності нульового діода

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 1-3

14. Значення струму тиристорів і діодів випрямляча, що діє, в режимі максимального струмового навантаження при кутах управління:
15. Середнє і діюче значення струму нульового діода в режимі максимального струмового навантаження $(U_{d_{max}}, I_{d_{max}}, E_{2_{min}})$ при кутах управління $0<\alpha\leq\pi/3$:
16. Зворотна напруга на вентилях випрямляча:
На підставі розрахункових даних по довідниках [7-8] вибираємо:
а) тиристори типу ТО125-12,5 другого класу з наступними основними параметрами: допустима напруга, що повторюється, $U_{п_{доп}}=200$ В ; рекомендована робоча напруга; гранично допустимий струм; допустиме діюче значення струму $I_{д}=19{,}6\,A$; напруга на відкритому тиристорі; струм управління, що відкриває, $I_{у_0}=0{,}1$ А ; напруга управління, що відкриває,; максимально допустима температура переходу $T_{п_{доп}}=110^{\circ}C$; усталений тепловий опір перехід-корпус;
b) діоди типу Д112-10-2 з наступними основними параметрами: допустима напруга, що повторюється,; гранично допустимий струм; імпульсна пряма напруга $U_{пр_1}=1{,}35\,B$; порогова напруга; динамічний опір; діапазон робочих температур; максимально допустима температура переходу; усталений тепловий опір перехід-корпус;
17. Потужність статичних втрат в тиристорі
18. Потужність статичних втрат в діоді
19. Потужність статичних втрат в нульовому діоді
По набутих значеннях потужності втрат у вентилях і заданій максимальній температурі навколишнього середовища $T^{\circ}_{с_{max}}=40\,^{\circ}C$ проводимо розрахунок площі тепловідвідних радіаторів. Для охолоджування використовуємо ребристі односторонні чорнені радіатори при природній конвекції.
20. Необхідна площа тепловідвідного радіатора для тиристора
де $K_T-ċ$ коефіцієнт тепловіддачі, який залежить від конструкції, матеріалу та степені чорненя тепловідводу. Для чорненого ребристого алюмінієвого тепловідводу. – максимальна робоча температура переходу, яка для надійності обирається на $10.20^{\circ}C$ менше. – тепловий опір поміж корпусом и тепловідводом, величина якого звичайно обирається з діапазону $0{,}1.1^{\circ}C/Вт$ в залежності від чистоти обробки поверхні, наявності змазок, прокладок та зусилля, що притискає тиристор до тепловідводу. Приймаємо.
Для зменшення теплового контактного опору поверхні корпусу тиристора і радіатора в місцях контакту змащуємо радіатор теплопровідною пастою КТП-8.
21. Необхідна площа тепловідвідного радіатора для діода
22. Необхідна площа тепловідвідного радіатора для нульового діода
23. Уточнюємо величини прямого падіння напруги на тиристорі і діоді:
24. Проводимо розрахунок згладжувального фільтру. Коефіцієнт пульсацій $K_{п}^{'}$ по основній гармоніці на вході фільтру максимальний в режимі, тобто при. З графіка рис.3.1 при знаходимо.

Рic.3.1. Графік залежності коефіцієнту пульсацій від кута керування

25. Необхідний коефіцієнт згладжування фільтру
де – коефіцієнт пульсації вихідної напруги.
26. Визначаємо добуток, вважаючи, що коефіцієнт передачі постійної складової фільтру $\lambda=1$:
де $m_п=3$ – число пульсацій за період; – кругова частота живлячої мережі.
27. Визначаємо індуктивність дроселя фільтру за умови отримання індуктивної реакції фільтру в заданому діапазоні зміни струму навантаження:
С урахуванням знайденого значення L и максимального струму навантаження $I_{d_{max}}=16\,A$ обираємо стандартний двохобмоточний дросель типу Д176. Цей дросель при послідовному з'єднанні обмоток має наступні основні параметри[9]: індуктивність

$L=1{,}2\cdot10^{-3}$ Гн ; струм підмагнічування; активний опір обмотки; діапазон робочих частот 50…5000 Гц.

Для отримання потрібної індуктивності треба включити послідовно чотири таких дроселя. Тоді для дроселя фільтра отримаємо;

28. Розрахункове значення ємності фільтру

29. Робоча напруга конденсатора з урахуванням можливих перенапружень при включенні випрямляча в мережу і скиданні навантаження

При виборі конденсатора потрібно враховувати: необхідну ємність і робочу напругу; діапазон температур; допустиму амплітуду змінної складової; діапазон робочих частот конденсатора; технологічний і температурний розкид ємності.

З довідника [10] вибираємо алюмінієвий електролітичний конденсатор типу К50-37 ємністю 4 700 мкФ з робочою напругою 250 В.

Для забезпечення необхідної ємності конденсатора згладжувального фільтру включаємо чотири конденсатори паралельно. Тоді ємність конденсатора фільтру складе $C=4\cdot4700=18800$ мкФ.

Відповідно до технічних умов ОЖО.464.147ТУ даний конденсатор має такі основні параметри: діапазон робочих температур $-25\div+70^{\circ}C$; робоча напруга у вказаному діапазоні 250 В; межі відхилення ємності у відсотках від номінального значення $+50\div-20\%$; допустима амплітуда пульсацій при частоті 50 Гц складає.

У діапазоні частот від 50 Гц до 50 кГц допустима амплітуда змінної складової напруги на конденсаторі визначається по формулі

де k, n – коефіцієнти, залежні відповідно від частоти пульсацій і температури навколишнього середовища. При $T^{\circ}_{c_{max}}$ згідно ТУ $n=0{,}8$; при частоті пульсацій коефіцієнт. Тоді отримуємо:

Оскільки відповідно до технічного завдання максимальна амплітуда пульсацій вихідної напруги може досягати $U_{(1)_m}=0{,}8\,B$, то нерівність виконується.

Визначаємо встановлену ємність фільтру з урахуванням можливого її відхилення від номінального значення на -20% :

Унаслідок можливого відхилення на -20% ємність конденсатора може стати рівною

Таким чином, в заданому діапазоні температур розрахункове значення ємності $C_{ф}=15080$ мкФ буде забезпечено із запасом.

30. Перевіряємо параметри фільтру на відсутність резонансу на частоті основної гармоніки пульсації. Резонансну частоту фільтру знаходимо по формулі:

Оскільки, то резонанс відсутній.

31. Уточнюємо мінімальну, номінальну і максимальну напругу фази вторинної обмотки трансформатора:

32. Діюче значення струму у фазі вторинної обмотки трансформатора в режимі максимального струмового навантаження

при

при

33. Розрахункова потужність вторинних обмоток трансформатора

34. Розрахункове значення струму первинної обмотки (без урахування струму х.х. трансформатора) з урахуванням того, що первинні обмотки трансформатора з'єднані трикутником

35. Розрахункова потужність первинних обмоток трансформатора

36. Типова потужність трансформатора

Величини, а також максимальне значення індукції $B_m=1{,}6$ Тл використовуються як початкові дані для розрахунку трансформатора. Розрахунок виконується по методиці, викладеній в [6].

В якості осердя трансформатора використовуємо стрічковий магнітопровід з електротехнічної сталі Э320 товщиною 0.35 мм типу ТЛ для трифазних трансформаторів.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 1-3, 17

При $S_T=2500\,В\cdot А$, частоті $f_м=50\,Гц$ і обраній марки сталі приймаємо: максимальна індукція в осерді (при максимальній напрузі мережі) $B_m=1.6\,Тл$.
У відповідності до рекомендацій [6] при $S_T=2500\,В\cdot А$ до $3000\,В\cdot А$ приймаємо: ККД трансформатора рівним $\eta_{тр}=0.96$; щільність струму в обмотках $\delta=1{,}5\,А/мм^2$; коефіцієнт заповнення вікна міддю $k_м=0.3$; коефіцієнт заповнення осердя сталлю $k_{ст}=0.93$. Коефіцієнт форми $k_ф=1.11$ для синусоїдальної форми напруги. Відносне падіння напруги відповідно на первинній та вторинній обмотках, $\Delta U_2=2{,}0\%$.
Визначаємо добуток $S_{ст}\times S_o$ площі перетину магнітопроводу $S_{ст}$ на площу вікна осердя S_o :
де – типова потужність трансформатора на одну фазу.
З табл. П2.9 [6] вибираємо магнитопровід ТЛ 40×80-110, у якого. Осердя має наступні основні параметри:;;; середня довжина магнітної лінії см; маса магнітопроводу $G_{ст}=17{,}8\,кг$
37. Кількість витків первинної обмотки трансформатора:
38. Число витків вторинної обмотки:
39. Визначимо потужність втрат в сталі осердя:
де $P_{ст_{пит}}$ – питома потужність втрат; $G_{ст}$ – маса магнітопроводу. Для сталі Е320 товщиною 0.35 мм при частоті Гц і індукції питома потужність втрат становить. Тоді будемо мати
40. Активна складова струму х.х. трансформатора при максимальній напрузі мережі:
36. Реактивна складова струму х.х. трансформатора при максимальній напрузі мережі:
де H_m – напруженість магнітного поля в осерді. По графіках [6] при і знаходимо.
37. Струм х.х. трансформатора при максимальній напрузі мережі:
38. Струм первинної обмотки трансформатора при максимальній напрузі мережі знаходимо по формулі:
Відносна величина струму х.х. при максимальній напрузі мережі з урахуванням струму х.х.:
що допустимо, оскільки відносна величина струму х.х. при частоті мережі 50 Гц повинна лежати в межах 30…50%.
Струм первинної обмотки трансформатора при номінальній напрузі мережі:
39. Знаходимо необхідну площу перетину проводу обмоток:
Вибираємо для первинної обмотки провід марки ПЕВ-2, для вторинної - ПВД. По таблицях [6] визначаємо основні параметри проводів обмоток:
а) первинної - діаметр; площа перетину; діаметр проводу в ізоляції;
б) вторинної – діаметр $d_2=3.28\,мм$; площа перетину; діаметр проводу в ізоляції.
40. Знаходимо фактичну щільність струмів в обмотках трансформатора:
Проводимо конструктивний розрахунок трансформатора.
41. Визначаємо допустиму осьову довжину намотування обмоток на каркасі:
де – рекомендована товщина щічок каркаса, що обрана залежно від діаметру проводу обмотки. Для вибраного осердя висота вікна $h=110\,мм$; приймаємо. Тоді отримаємо:
42. Знаходимо число витків в одному шарі обмоток по формулі:
де k_y – коефіцієнт укладання проводу, який залежить від діаметру проводу обмотки. При коефіцієнт $k_y=1{,}15$. Підставляючи чисельні значення, до формули (3.64), знаходимо:
43. Знаходимо число шарів обмоток:
44. Визначаємо радіальні розміри котушки. Радіальні розміри обмоток знаходимо по формулі:
де $\Delta_{із}$ – товщина між шарової ізоляційної прокладки.
При робочій напрузі до 300 В і діаметрах проводу рекомендується використовувати лакотканину ЛЩС-2, завтовшки 0,11 мм в один шар. Тоді отримуємо:

Визначаємо розміри всієї котушки:
де Δ_2 – зазор між осердям і каркасом. Приймаємо. – товщина ізоляції між каркасом і обмоткою, товщина ізоляції обмоток і товщина ізоляції всієї котушки. Для ізоляції використовуємо лакотканину ЛЩС-2, завтовшки 0.11 мм в один шар. Тоді отримуємо:
45. Визначаємо зазор між котушкою і осердям трансформатора по формулі:
де $c=64\,мм$ – ширина вікна осердя; – рекомендоване значення коефіцієнта випучування обмоток для проводів з діаметром.
46. Знаходимо середню довжину витка обмоток:
47. Знаходимо активні опори обмоток трансформатора:
де – питомий опір міді при.
48. Знаходимо відносне значення падіння напруги на обмотках трансформатора:
49. Визначаємо втрати в обмотках трансформатора.
Сумарні втрати в котушці трансформатора
50. Визначаємо ККД трансформатора:
52. Визначаємо коефіцієнт потужності схеми при мінімальному і максимальному кутах регулювання. Оскільки при, то
при $\alpha_{min}=25°$
При

4. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ РОБОТИ ОМК. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРИФАЗНОГО КЕРОВАНОГО ВИПРЯМЛЯЧА

4.1. Розробка основного циклу роботи ОМК

Мікроконтролер працює на тактовій частоті 11.0592 МГц, яка задається кварцовим резонатором. Вибір такої тактової частоти обумовлений зручністю розрахунку констант для таймерів T0, T1, T2 і кращою точністю роботи цих таймерів.
Після включення ОМК необхідно виконати конфігурацію портів PD і PC як вихід (використовуються для динамічної індикації і управління відповідно). Для цього в регістр DDRD управління портом D і DDRC управління портом C записуємо всі 1, тобто в регістр заноситься $0\,xFF$. Виводи порту PB конфігуруємо як входи (використовуються для опитування кнопок і синхронізації з мережею), тобто в регістр управління портом B записуються нулі $DDRB=0\,b\,00000000$, а в PORTB відповідно $0\,xFF$.
Для підвищення надійності роботи схеми конфігуруємо сторожовий таймер: дозволяємо роботу сторожового таймера з інтервалом скидання приблизно 2 с. Сторожовий таймер тактується від окремого генератора. При переповнюванні сторожового таймера відбувається скидання ОМК і його подальша робота починається з вектора скидання.
Таймер T0 використовується для розподілу по фазах імпульсів управління (зсуву на 120 ел. градусів. Розглянемо регістр TCCR0, який керує роботою 8-ми бітового таймера T0:
Розрахуємо коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера і константу лічильника оптимальні для таймера. Щоб отримувати переривання по переповнюванню через кожних 120 ел. градусів напруги мережі частотою 50 Гц тривалість рахунку таймера повинна дорівнювати:
де T_0 – тривалість рахунку таймера T0, α – електричний кут, $f_м$ – частота мережі.
Підставивши чисельні значення до формули (4.1) будемо мати:
Розрахуємо коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера:
де – константа лічильника таймера T0, – коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера, – тактова частота мікроконтролера.
Оскільки максимальна ємність 8-ми розрядного таймера складає 256, то максимальне значення константи рахунку лічильника таймера T0 також складатиме. Тоді коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера буде дорівнювати:
Вибираємо найближчий можливий більший коефіцієнт ділення. Тоді константа рахунку:
В залежності від комбінації біт таймер T0 працює наступним чином:
16-ти розрядний таймер T1 використовується для відліку кута управління.
Залежність вихідної напруги від кута керування α має наступний вигляд

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

Джерел на сторінці: 3

де α – кут управління силовим ключем; E_{2_m} – діюче значення напруги на вторинній обмотці трансформатора.

В пам'яті ОМК записана таблиця значень кутів α для різних значень відношення вихідної напруги до вхідної.

При регулюванні вихідної напруги з таблиці значень кутів α обирається відповідне значення в залежності від заданого рівня вихідної напруги.

Кількість проміжних рівнів напруги - 100. Тривалість одного рівня напруги при плавному запуску складає 1 мс.

Оскільки максимальна ємність 16-ти розрядного регістра таймера складає 65536, то коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера складатиме $k_{T_1}=8$.

Розглянемо регістр TCCR1A, який управляє роботою 16-ти бітового таймера T1:

Для нормального режиму роботи з перериванням по переповнюванню, цей регістр необхідно залишити без змін.

Розглянемо регістр TCCR1B - регістр що керує роботою 16-ти бітового таймера T1:

Для того, щоби коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера складав 8, потрібно встановити наступну комбінацію:

Розглянемо регістр TCCR2, який управляє роботою 8-ми бітового таймера T2:

Для того, щоб таймер відлічував 0.001с, необхідно встановити коефіцієнт ділення частоти де n_{T_2} – константа лічильника таймера T0; k_{T_2} – коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера; f_{CLK} – тактова частота мікроконтролера.

Вибираємо найближчий можливий коефіцієнт ділення $k_{T_2}=64$. Тоді константа рахунку:

Для того, щоб коефіцієнт ділення тактової частоти мікроконтролера складав 64, потрібно встановити наступну комбінацію:

Після проведення ініціалізації ОМК треба завантажити з пам'яті потрібне значення початкового рівня вихідної напруги. Зміна кута управління відбувається досить плавно – через 100 проміжних рівнів, яке забезпечує відповідну плавну зміну рівня вихідної напруги.

Окрім цього йде опитування стану кнопок вводу. За допомогою кнопок «ЗМЕНШ» чи «ЗБІЛЬШ» можна встановити необхідний рівень вихідної напруги.

У режимі «робота» на індикацію виводиться поточне значення вихідної напруги, а при натисненні кнопки « $U_{вх}$ » – на індикатор виводиться значення вхідної напруги.

Алгоритм головної програми приведений на рис.4.1.

Рис.4.1. Алгоритм головної програми

4.2. Розробка алгоритму читання клавіатури

Головною проблемою при зчитуванні мікроконтролером стану клавіатури є ефект брязкоту контактів. Оскільки контакт кнопки не відразу замикається, а до надійної фіксації проходить кілька разів через стан «розімкнено-замкнено», то контролер може зафіксувати декілька натиснень кнопки замість одного. З метою усунення цього недоліку був розроблений наступний алгоритм.

При виклику підпрограми читання клавіатури перше зчитане значення стану клавіатури зберігається в пам'яті контролера. Потім вводиться затримка на 1 мс. Далі проводиться повторне читання клавіатури, і набуте значення також зберігається, і знову вводиться затримка на 1мс. Проводиться зчитування клавіатури утретє, і результат знову зберігається. Після закінчення третього читання клавіатури мікропроцесор порівнює між собою результати читання клавіатури: перший з другим, перший з третім і другий з третім. У разі однакових результатів в одній з пар, відповідний стан кнопок вважається ліченим вірно і зберігається в регістр "Knop1", в якому зберігається результат стану клавіатури.

Алгоритм читання клавіатури приведений на рис 4.2.

Рис.4.2. Алгоритм читання клавіатури

4.3. Розробка алгоритму динамічної індикації

В основу реалізації динамічної індикації покладена інерційність сприйняття зображення оком людини.

Для того, щоб мигання зображення не було помітним, частота перемикання повинна бути не менше 25 Гц.

Алгоритм динамічної індикації побудований з використанням таймера T0, і викликається по кожному 6-у перериванню цього таймера, що відповідає частоті 300 Гц.

Оскільки на індикацію виводяться три цифри, то весь рядок відтворюватиметься з частотою повторення 100 Гц, тобто з 4-кратним запасом по відношенню до мінімальної частоти мигання.

Розроблений алгоритм динамічної індикації приведений на рис.4.3.

Рис.4.3. Алгоритм динамічної індикації

4.4. Алгоритм BCD перетворення

Для роботи схеми динамічної індикації необхідно сформувати циклічну послідовність кодів одиниць і десятків числа, яке потрібно вивести на індикатор. Для визначення кодів звернемося до схеми виводів семисегментного індикатора, яка приведена на рис 4.4.

Сегменти, які відповідають катодам світлодіодів, позначені латинськими буквами від A до H. Ланцюги схеми, які підключають катоди світлодіодів через резистори (обмежувачі струму) до відповідних ліній порту ОМК, пронумеровані від Pd0 до Pd7.

У табл.4.1 приведені коди, які необхідно сформувати для індикації відповідних цифрових значень на семисегментному індикаторі.

Таблиця 4.1

Алгоритм виконання BCD перетворення полягає в наступному. Нехай необхідно вивести на індикацію число *DIG* . Тоді визначаємо:

1) кількість сотень, як цілу частину відношення;
2) з масиву кодів обираємо код числа TMP;
3) кількість десятків, як цілу частину відношення;
4) з масиву кодів обираємо код числа TMP1;
5) визначаємо число одиниць;
6) з таблиці кодів обираємо код, який відповідає цьому числу.

Алгоритм виконання BCD перетворення приведений на рис.4.5.

Рис.4.5.Алгоритм виконання BCD перетворення

Тексти програм, які реалізують розроблені алгоритми, приведені в додатках.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У даній бакалаврській роботі розроблений трифазний керований випрямляч з мікропроцесорною системою управління.

В ході виконання бакалаврської роботи були розглянуті основні принципи побудови тиристорних регуляторів постійної напруги і систем управління випрямлячами. Описаний принцип дії трифазного випрямляча з мікропроцесорною системою управління по структурній і принциповій схемах.

Для розширення функціональних можливостей розробленого пристрою і підвищення його споживчих властивостей в систему управління введений мікропроцесорний блок з елементами завдання і вимірювання необхідних параметрів та їх індикації.

Проведений розрахунок і вибір елементів силової частини випрямляча, розроблені алгоритми роботи і програмне забезпечення для мікроконтролера системи управління.

Пристрій може знайти застосування в системах управління двигунами постійного струму і іншими виконавчими механізмами з регулюванням рівня вихідної напруги, а також в лабораторних умовах як спеціалізований блок живлення.

ДОДАТОК В

S U M M A R Y

Power supply based on three-phase rectifier

The diploma project of first educational level "Bachelor" by specialty 171 Electronics, specialization Electronic Systems Didkovskyi Yehor Vyacheslavovich. National Technical

University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». Faculty of Electronics, Department of Electronic Devices and Systems. Academic group DS-61. - Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020. - 54 p., Ill. 14, tables 1.
Keywords: thyristor regulator, three-phase rectifier, microcontroller, ATMEL ATmega8, SCM, MCS, algorithm.
Summary of the project: 9 pages

INTRODUCTION

The rapid development of computing and microprocessor technology has created the prerequisites for the development of automation devices using modern microcircuits with high rates of speed, selectivity, sensitivity, and reliability. This, in turn, can significantly reduce the weight and dimensions of the devices and the power consumed by them.
When developing modern control systems for various devices, single-chip microcontrollers (SCM) are increasingly used. SCM are devices that are structurally made in one large integrated circuit (LIC) package and contain all the components of a microprocessor system: processor, data memory, program memory, programmable interfaces.

- SCM is characterized by the following features:
- a system of teams focused on the implementation of management and regulation tasks;
- algorithms that are implemented at SCM have many branches depending on external signals;
- the circuit implementation of control systems based on SCM is relatively simple and has a low cost.

Single-chip microcontrollers are a convenient tool for creating modern embedded control devices for a variety of equipment.
In recent years, there has been widespread adoption of microprocessors in the control systems of power electronics devices.
In this bachelor's work, a variant of using SCM manufactured by “ATMEL” ATmega8 for the construction of a microprocessor control system for a three-phase bridge rectifier is given.
Rectifiers are widely used in non-ferrous metallurgy (production of aluminum and other metals), the chemical industry (methane cracking, etc.) in railway and public transport (DC power network), electric welding, and electroplating. Rectifiers are also used for charging batteries, electromotive processing of metals, in sources of secondary power supply of electronic equipment, computers, automation equipment, measuring equipment, etc. In addition, rectifiers are an integral part of frequency converters with a DC link.
The main technical characteristics of a controlled rectifier with a microprocessor control system:

- mains input voltage;
- network frequency;
- output voltage;
- maximum load current;
- ambient temperature.

The control system should provide the formation of thyristor rectifier control signals, as well as the ability to enter the output voltage level from the keyboard, measure and display the input and output voltage levels, protect against exceeding the maximum output voltage value and indicate protection operation.

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF CONTROLLED THYRISTOR RECTIFIERS

The main circuits of thyristor regulators

Since the input voltage is three-phase, we will consider only three-phase circuits of regulators.
The most common three-phase regulator circuits are shown in Figure 1.2.

Figure 1.2. Three Phase Thyristor Regulators

The circuits in Fig.1.2 differ in the number of thyristors, and, accordingly, in the number of controlled phases of the rectified voltage.
The circuit in Fig. 1.2, a) contains three controlled valves VS1-VS3 and three uncontrolled valves VD1-VD3. Such a circuit is called an asymmetric three-phase circuit. It mainly finds

application in regulators of relatively low power (up to 5 kW). A feature of the operation of such a circuit is that with an active-inductive load in the range of regulation of the angle $\frac{\pi}{3} \leq \alpha \leq \pi$ when removing the control pulses, it is impossible to ensure the exclusion of all thyristors. Two thyristors are closed, and the third remains open due to the self-induction EMF and the load current passes through it. To increase the efficiency of the circuit, a zero diode is introduced to it, which shunts the load. In the presence of the diode VD_0, the inductance of the load is discharged through it and does not prevent the switching of thyristors. This allows you to use the entire control range of the output voltage. If the control angle is less than $\alpha \leq \frac{\pi}{3}$, the zero diode VD_0 is closed all the time, and there is no need for it.

The main harmonic of the ripple of the rectified voltage in an asymmetric circuit is equal only to the triple frequency of the network, which is a significant drawback of this circuit compared to the symmetric one. The power factor of an asymmetric circuit is higher than in symmetric circuits, which is its advantage. This is because the energy stored in the load inductance is dissipated in the load resistance through the valves of one phase and does not pass through the input circuits of the rectifier.

Given the above, you can to conclude that it would be most appropriate to use an asymmetric thyristor regulator circuit.

Systems of pulse-phase control of thyristor regulators

Systems of pulse-phase control of thyristor regulators are distinguished by the following features:

- single-channel and multi-channel;
- synchronous and asynchronous;
- vertical and horizontal;
- analog, analog-digital, and digital.

Depending on whether control pulses are formed in one or several channels for each thyristor, control systems are divided into single and multi-channel. Depending on the principle of changing the phase of the control pulses, there are vertical, horizontal, discrete, and digital. Besides, control systems can be synchronous and asynchronous. In the synchronous method of pulse-phase control, the countdown of the control angle originates from a certain phase of the mains voltage. In the asynchronous method, the angle is counted from the moment the previous pulse is generated. A controller with an asynchronous control system can only work in a closed system. Asynchronous systems are predominantly performed as single-channel. Currently, the synchronous method of generating pulses for controlling thyristor regulators is the most common.

The main disadvantage of multichannel control systems is the possible asymmetry of control pulses of individual channels. This asymmetry is due to the difficulty of obtaining identical characteristics of phase-shifting devices. Therefore, single-channel systems in this regard have certain advantages.

A single-channel control system can be implemented for three-phase rectifiers. In this case, pulse selectors must be introduced into the system, which will distribute the pulses along with the desired phases of the rectifier.

Based on the foregoing, we can conclude that to build a control system for the thyristor regulator under development it is advisable to take as a basis the structural diagram of a single-channel synchronous control system.

From ensuring minimal asymmetry of control angles, it is advisable to use a digital system that has only one component source of hardware error.

It is advisable to build a digital control system based on a modern microcontroller.

Justification for choosing a microcontroller.

AVR-microcontrollers are general-purpose 8-bit high-performance SCMs. A feature of AVR-microcontrollers is their wide range, which allows the user to select SCM with minimal hardware

redundancy, and, consequently, the lowest cost. Currently, there are three families of AVR-microcontrollers in serial production: Tiny, Classic, and Mega. Tiny-microcontrollers are the cheapest and simplest, Mega-microcontrollers are the most powerful, and Classic takes an intermediate place between them.
Based on the technical specifications for the device being developed, it is advisable to choose the Mega series AVR-microcontroller as the control microcontroller.
In our case, the SCM company ATMEL “ATmega8” is more suitable for the following main characteristics:

- supply voltage . 4.5 - 5.5 V;
- clock frequency . 0 - 16 MHz;
- number of input/output lines (I / 0) . 23;
- program memory (Flash) . 8 K;
- data memory (EEPROM) . 0.512 K;
- RAM data memory (SRAM) . 1 K;
- number of analog inputs . 6;
- bit capacity of the built-in ADC . 10.

The structure of the thyristor rectifier control system to be developed should include:

- sync device
- single-chip microcontroller
- voltage sensors
- buffer stages for amplifying thyristor control pulses
- galvanic isolation devices that will provide electrical isolation of the power part of the rectifier from the control system.

DEVELOPMENT OF SCM WORK ALGORITHMS.

The microcontroller operates at a clock frequency of 11.0592 MHz, which is set by a quartz resonator. The choice of such a clock frequency is due to the convenience of calculating the constants for the timers T0, T1, T2, and the best accuracy of these timers.

Keyboard reading algorithm development

When calling the keyboard reading routine, the first read value of the keyboard state is stored in the controller memory. Then a delay of 1 ms is entered. Next, the keyboard is read again, and the obtained value is also saved, and again a delay of 1 ms is introduced. The keyboard is read for the third time, and the result is saved again. After the third reading of the keyboard, the microprocessor compares the results of reading the keyboard: first with second, first with third, and second with the third.

Development of a dynamic indication algorithm

The inertia of the perception of the image by the human eye is based on the implementation of dynamic indications.
For the image to not to blink, the switching frequency should be at least 25 Hz.
Since three digits are displayed, the entire line will be played with a repetition rate of 100 Hz, that is, with a 4-fold margin to the minimum flashing frequency.

BCD Conversion Algorithm

For the dynamic indication circuit to work, it is necessary to form a cyclic sequence of unit codes and tens of numbers, which must be displayed on the indicator. To determine the codes, we turn to the output circuit of the seven-segment indicator.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this bachelor's work, a three-phase controlled rectifier with a microprocessor control system is developed.
In the course of bachelor's work, the basic principles of constructing thyristor DC voltage regulators and rectifier control systems were considered. The described principle of operation of a three-phase rectifier with a microprocessor control system according to structural and circuit diagrams.

Схожість Цитати Посилання Коментар Підміна символів

To expand the functionality of the developed device and increase its consumer properties, a microprocessor unit with the elements of the task and measuring the necessary parameters and their indication has been introduced into the control system.
The calculation and selection of the elements of the power part of the rectifier, the developed work algorithms and software for the microcontroller of the control system.
The device can be used in control systems for DC motors and other actuators with adjustable output voltage levels, as well as in laboratory conditions as a specialized power supply.

Схожість

Схожість із джерелами з Інтернету 22

1	https://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65625b3bd79b4d43b89521316c27_0.html	3 Джерело	0.87%
2	http://www.8ref.com/15/referat_159457.html		0.77%
6	https://en.ppt-online.org/59062		0.26%
8	https://otherreferats.allbest.ru/programming/00337080_1.html		0.24%
9	https://otherreferats.allbest.ru/physics/00013383_0.html		0.24%
10	https://ua-referat.com/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%	3 Джерело	0.21%
11	http://5fan.ru/wievjob.php?id=31281		0.18%
12	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28342/1/Petrenko_bakalavr.pdf		0.15%
14	https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65625b3bd68a5d53a89521216d27_0.html	8 Джерело	0.14%
15	https://ua-referat.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D...		0.13%
21	https://www.hindawi.com/archive/2016/4705709		0.11%

Схожість по Бібліотеці акаунту 66

3	**Курсова Електроніка Кришньов**	ID файлу: 1003767142	Institution: National Technical University of Ukraine "Ky...		0.58%
4	**2020-bachelor-EDS_Kopysov_Prohnozuvannya_elektroheneratsiyi_**	ID файлу: 1004030961	Institution: Natio	20 Джерело	0.39%
5	**2020-bachelor-EDS_Kyvhylo_n-p_prystroyiï_fch**	ID файлу: 1004030973	Institution: National Technical Univers	5 Джерело	0.35%
7	**Студентська робота**	ID файлу: 5944710	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.26%
13	**Диплом Стрижеус А.І**	ID файлу: 1000032450	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv P	30 Джерело	0.15%
16	**Студентська робота**	ID файлу: 996913	Institution: National University of Life and Environmental Sciences of Ukr...		0.12%
17	**диплом Татарченко**	ID файлу: 1000084263	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic...		0.12%
18	**Студентська робота**	ID файлу: 1000100727	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.12%

19	**Високоточні 07.05.2020джерела змінного магнітного поля.Надія**	ID **файлу**: **1002857481**	Institution: **National T..**		**0.12%**
20	**2020_КР_Колесник_ППТ-2**	ID **файлу**: **1003629115**	Institution: **National Technical University of Ukraine "Kyiv Polyte...**		**0.12%**
22	**Студентська робота**	ID **файлу**: **2066034**	Institution: **National University of Water Management and Natu**	4 Джерело	**0.09%**

Цитати

Цитати 5

1 «+»**обмотки** w2c - VS3 - LC–¿ **фільтр** - **навантаження** –- «

2 «+»**обмотки** w2a - - **фільтр** - **навантаження** –- «

3 «+» **обмотки** w2a - VS1 - LC–¿ **фільтр** - **навантаження** – VD3 - «

4 «+» **обмотки** w2b - VS2 - LC–¿ **фільтр** - **навантаження** –- «

5 «+» **обмотки** - VS2 - LC–¿ **фільтр** - **навантаження** – VD1 - «