

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Системи електричної тяги»

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТИРИСТОРНИМ
ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ
МОДУЛЯЦІЄЮ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи
з дисципліни

«МІКРОСХЕМОТЕХНІКА ТА МПЦ ПРИСТРОЇ»

Харків - 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри СЕТ 28 березня 2011 р., протокол №10.

Рекомендуються для студентів спеціальностей 6.05070202
“Електричні системи і комплекси транспортних засобів” і 6.05070203
“Електричний транспорт” денної та заочної форм навчання.

Укладачі:

проф. Я.В. Щербак,
старш. викл. В.В. Панченко,
асист. В.П. Нерубацький

Рецензент

доц. Ю.М. Кутовий (НТУ “ХП”)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТИРИСТОРНИМ
ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ
МОДУЛЯЦІЄЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи

з дисципліни

«МІКРОСХЕМОТЕХНІКА ТА МПЦ ПРИСТРОЇ»

Відповідальний за випуск Панченко В.В.
Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 12.05.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра “Системи електричної тяги”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи

з дисципліни

“МІКРОСХЕМОТЕХНІКА ТА МПЦ ПРИСТРОЇ”

**Розробка системи керування тиристорним перетворювачем з
широотно-імпульсною модуляцією**

Харків 2011

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри СЕТ 28 березня 2011 р., протокол №10.

Рекомендуються для студентів спеціальностей 6.05070202 “Електричні системи і комплекси транспортних засобів” і 6.05070203 “Електричний транспорт” денної та заочної форм навчання.

Укладачі:

проф. Я.В. Щербак,
старш. викл. В.В. Панченко,
асист. В.П. Нерубацький

Рецензент

доц. Ю.М. Кутовий (НТУ “ХП”)

ЗМІСТ

1 Загальні вказівки до виконання курсової роботи.....	4
2 Методичні вказівки до виконання роботи.....	5
2.1 Загальні відомості.....	5
2.2 Імпульсні перетворювачі електричної енергії.....	5
2.3 Електрична принципова схема керування ТЕД.....	7
2.4 Структура системи керування імпульсним перетворювачем для ТЕД.....	8
2.5 Електрична принципова схема випрямляча тягової підстанції.....	10
2.6 Структура системи керування імпульсним перетворювачем для випрямляча тягової підстанції.....	10
3 Вихідні дані.....	13
Список літератури.....	15

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

При виконанні курсової роботи необхідно дотримуватися нижченаведених положень.

1 Пояснювальна записка до курсової роботи пишеться чорнилом на стандартних аркушах розміром 210×297 мм; на обкладинці пояснювальної записки необхідно зазначити дисципліну, шифр роботи, спеціальність, прізвище, ініціали і шифр групи студента.

2 Пояснювальна записка повинна бути написана охайно, зрозумілим почерком, без скорочення слів або набрана на комп'ютері.

3 Розрахунки потрібно супроводжувати поясненнями. Розрахункові формули наводяться спочатку у загальному вигляді з застосуванням прийнятих літерних позначень, після чого слід підставити у формулу числові величини, а потім проставити результат.

Необхідно навести пояснення величин, що входять у формулу, обов'язково проставляючи для отриманих величин їх розмірності. При виборі необхідних розрахункових величин і параметрів, використанні таблиць, формул, довідкових матеріалів необхідно робити посилання на джерела; використану літературу (автор, назва книги, рік видання) слід навести в кінці пояснювальної записки. Матеріал слід наводити з дотриманням прийнятої в технічній літературі термінології.

4 Графічна частина роботи (ескізи, рисунки, креслення) виконується з використанням креслярського інструменту і відповідно до прийнятих стандартів.

5 Сторінки пояснювальної записки, ілюстрації, таблиці і графіки повинні бути пронумеровані. Таблиці повинні мати назву, ілюстрації та графіки – підписані підписом.

6 Курсова робота обов'язково підписується студентом і ставиться дата її виконання.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Загальні відомості

Курсова робота повинна містити такі розділи:

- вступна частина;
- вихідні дані;
- опис роботи електричної принципової схеми тиристорного перетворювача;
- огляд структурної схеми системи керування;
- розрахунок функціональних вузлів (окремим підпунктом виконується розрахунок кожного вузла, що входить до її складу);
- моделювання функціонального вузла;
- висновки;
- список використаних джерел;
- креслення (формат А3) електричної принципової схеми системи керування тиристорним перетворювачем.

2.2 Імпульсні перетворювачі електричної енергії

Призначенням імпульсного (тиристорного) перетворювача є керування потоком енергії за допомогою вмикання та вимикання напівпровідникових електронних елементів, що введені до основних електричних схем, або завдяки циклічній передачі струму від одного такого елемента до іншого (цей процес називають комутацією).

У залежності від виду комутації розрізняють перетворювачі з природною та штучною комутацією. У перетворювачах з природною комутацією циклічна комутація діодів відбувається під впливом змінної напруги джерела живлення або мережі. Штучна комутація в перетворювачах здійснюється за допомогою додаткових комутуючих контурів.

За своїм призначенням перетворювачі поділяються:

- на перетворювачі з природною комутацією, що пов'язують коло змінного струму з колом постійного струму або навпаки. Ці перетворювачі також забезпечують передачу електроенергії в

обох напрямках. У залежності від напрямку потоку енергії розрізняють випрямний та інверторний режими їх роботи;

- перетворювачі з примусовою комутацією, що пов'язують коло постійного струму з колом змінного струму. Ці перетворювачі також забезпечують передачу енергії в обох напрямках, але, як правило, вони використовуються в інверторному режимі;

- перетворювачі з примусовою комутацією, що розділяють два кола постійного струму та називаються переривачами постійного струму;

- перетворювачі з природною або примусовою комутацією, що розділяють два кола змінного струму однакової частоти та називаються переривачами змінного струму;

- перетворювачі з природною або примусовою комутацією, що пов'язують два кола змінного струму різних частот та називаються перетворювачами частоти;

- спеціальні види перетворювачів, що являють собою комбінації перетворювачів, перелічених вище (перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму).

При цьому невід'ємною рисою перетворювачів є різні схеми керування, регулювання та захисту.

Одним з найбільш розповсюджених методів регулювання напруги на навантаженні є метод широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).

Широтно-імпульсна модуляція – це зміна тривалості часу або ширини імпульсів при постійному періоді їх прямування.

Принцип широтно-імпульсної модуляції полягає у періодичному увімкненні і вимкненні навантаження від джерела живлення. Цей процес проходить з високою частотою.

Метою курсової роботи є розроблення системи керування перетворювачем з широтно-імпульсною модуляцією для тягового електродвигуна (виконують студенти спеціальності “Електричний транспорт”) або випрямляча тягової підстанції (виконують студенти спеціальності “Електричні системи і комплекси транспортних засобів”).

2.3 Електрична принципова схема керування ТЕД

Для примусового закриття тиристора, увімкненого в коло постійного струму, застосовуються такі заходи:

- зменшення прямого струму нижче значення струму утримання (у цьому випадку час закриття тиристора буде відносно великим);

- прикладання до нього зворотної напруги (мінімальний час закриття тиристора).

У результаті пропускання зворотного струму через тиристор його анодний струм зменшується до значення струму вимикання. Зворотний струм і напруга можуть бути отримані зі спеціального джерела постійного струму, але у більшості випадків цим джерелом є попередньо заряджений конденсатор.

У наведеній схемі (рисунок 2.1) закриття силового тиристора $VS1$, увімкненого в коло ТЕД (M), здійснюється комутуючим $L2C2$ -контуром, що підключається до тиристора $VS1$, комутуючим тиристором $VS2$ малої потужності.

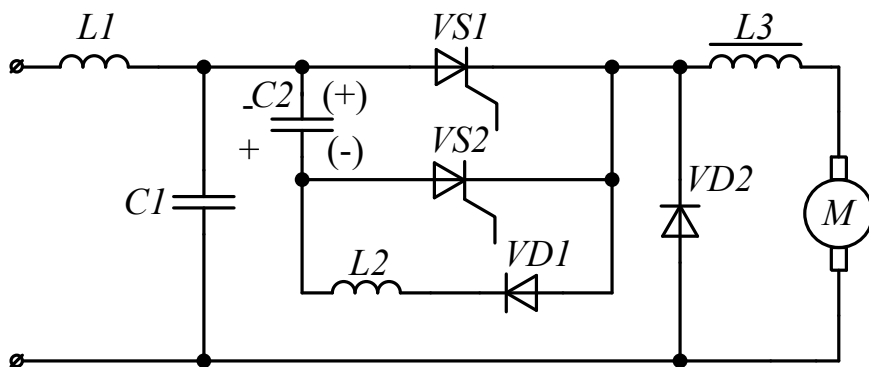


Рисунок 2.1 – Схема комутації тиристорів тягового електродвигуна

Перезарядка комутуючого конденсатора $C2$ відбувається через коло, що містить індуктивність $L2$ і діод $VD1$.

Попередньо при відкритті комутуючого тиристора $VS2$ конденсатор $C2$ заряджається через коло навантаження до полярності, вказаної в дужках. Далі відкривається силовий

тиристор VSI і відбувається перезарядка конденсатора через резонансний контур.

Діод $VD1$ необхідний для попередження безперервного процесу зарядки та розрядки конденсатора і зміни значення і напрямку струму. Тому відбувається лише однократна перезарядка конденсатора $C2$ до полярності, вказаної на схемі без дужок.

Окремо у схемі можна виділити вхідний Γ -подібний $L1C1$ -фільтр, зворотний діод $VD2$ (для усунення проти-ЕРС двигуна в момент вимкнення тиристора VSI) та дросель $L2$ (для згладження пульсацій напруги, що подається на двигун M).

2.4 Структура системи керування імпульсним перетворювачем для ТЕД

За способом обробки сигналів системи керування поділяються на аналогові та цифрові.

Метою системи керування тиристорним перетворювачем є створення та переміщення за часом рядів послідовностей перемикаючих імпульсів з метою регулювання параметрів перетворювача у відповідності до керуючого сигналу.

У залежності від способу зміни фази керуючого імпульсу системи керування поділяються на горизонтальні, вертикальні, дискретні та цифрові.

При горизонтальному методі керування (рисунок 2.2) формування керуючого імпульсу відбувається в момент переходу синусоїдальної напруги через θ , а зміна його фази забезпечується зміною фази синусоїдальної напруги (її зміщенням по горизонталі).

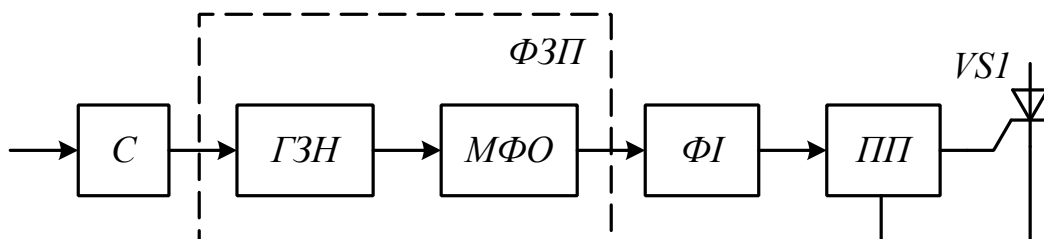


Рисунок 2.2 – Структурна схема каналу багатоканальної СІФК з горизонтальним керуванням:

C – синхронізатор;
 $ГЗН$ – генератор змінної напруги;
 $МФО$ – мостовий фазообертач (забезпечує регулювання фази вхідної напруги від 0 до π);
 $\PhiЗП$ – фазозсувний пристрій;
 ΦI – формувач імпульсів (виробляє прямокутні імпульси напруги при проходженні вхідної напруги через 0);
 $ПП$ – підсилювач потужності (підсилює потужність керуючого імпульсу до рівня, необхідного для надійного вмикання тиристора);
 $VS1$ – силовий тиристор

При вертикальному методі керування (рисунок 2.3) формування керуючого імпульсу відбувається в результаті порівняння на нелінійному елементі величин змінної (синусоїдальної, пилкоподібної, трикутної) і прямокутної напруг. Фаза імпульсу можна регулювати змінюючи величину.

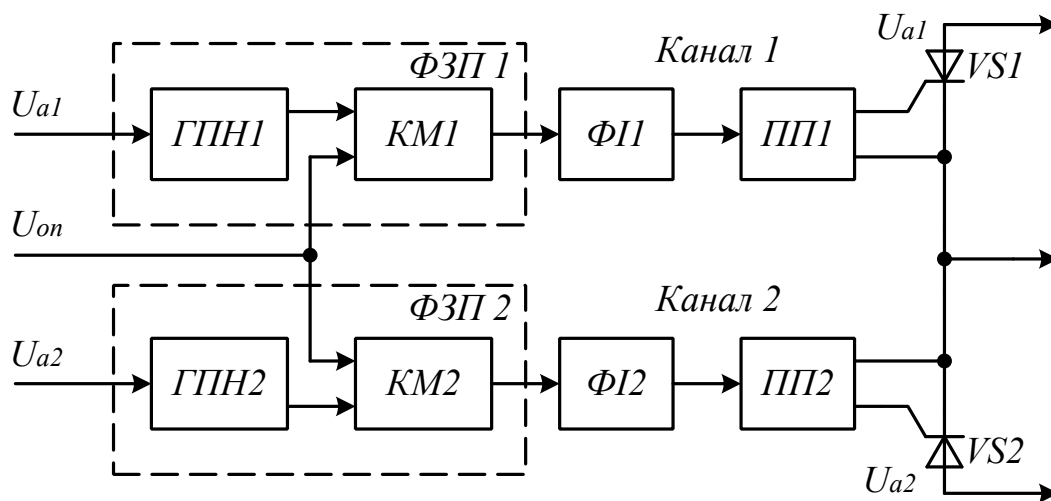


Рисунок 2.3 – Структурна схема двоканальної СІФК з вертикальним керуванням:

$ГПН1$, $ГПН2$ – генератори пилкоподібної напруги першого та другого каналів відповідно;

$КМ1$, $КМ2$ – компаратори першого та другого каналів відповідно;

$\Phi I1$, $\Phi I2$ – формувачі імпульсів першого та другого каналів відповідно;

ПП1, ПП2 – підсилювальні пристрої першого та другого каналів відповідно;

$VS1, VS2$ – силові тиристори

Схема, зображена на рисунку 2.3, може бути використана, наприклад, для керування тиристорами однофазного двопівперіодного випрямляча з нульовим виводом.

2.5 Електрична принципова схема випрямляча тягової підстанції

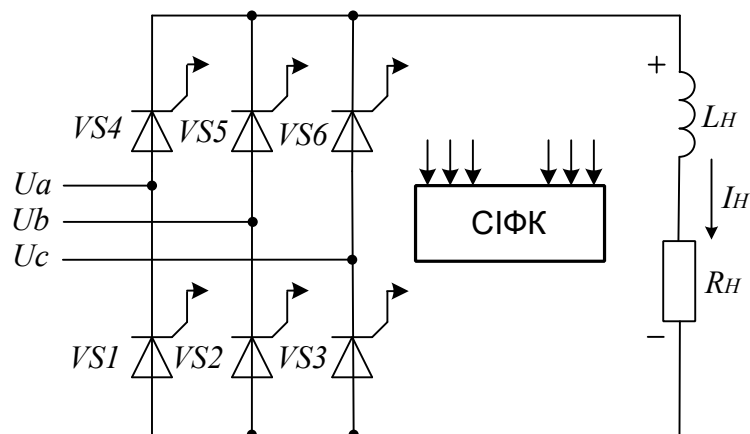


Рисунок 2.4 – Схема комутації тиристорів випрямляча тягової підстанції

Особливість роботи керованого випрямляча (рисунок 2.4) полягає у затримці на кут α моментів відкривання чергових тиристорів відносно точок природного відкривання. Це обумовлено затримкою на кут α моментів подачі відкриваючих імпульсів на тиристори від системи імпульсно-фазового керування (СІФК).

Дана обставина дозволяє виконувати плавне регулювання середнього значення випрямленої напруги U_d .

2.6 Структура системи керування імпульсним перетворювачем для випрямляча тягової підстанції

Для покращення роботи системи як змінну напругу використовують напругу пилкоподібної та трикутної форм.

При дискретному методі керування необхідну послідовність керуючих імпульсів із заданою частотою виробляють за допомогою автономного імпульсного генератора, а потім розподіляють на відповідні тиристори.

При цифровому методі виробляються коди фаз керуючих імпульсів для подальшого перетворення у фази імпульсів.

Найбільше поширення отримали системи керування, побудовані за вертикальним принципом керування.

Вирішення поставленого завдання потребує розроблення багатоканальної системи керування (рисунок 2.5), у якій існує декілька незалежно працюючих каналів керування, кожен з яких містить пристрій для зсуву фаз і вихідний формувач (ВФ).

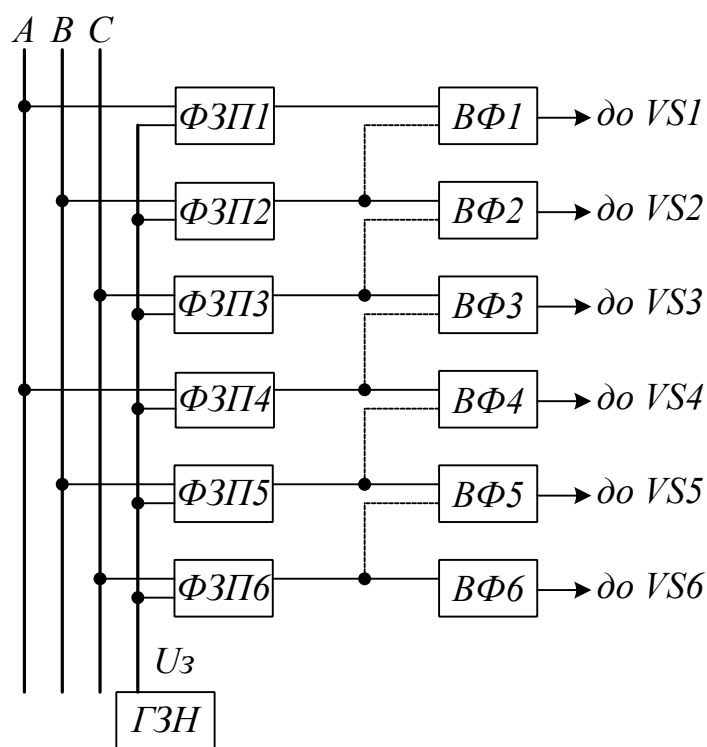


Рисунок 2.5 – Структурна схема багатоканальної СІФК з вертикальним керуванням для випрямляча тягової підстанції

Перевагою багатоканальної системи керування є максимальна простота схеми ФЗП та ВФ кожного каналу. При використанні вертикального принципу керування досягається максимальна швидкодія (канали виробляють керуючі імпульси

почергово, відстежуючи зміну напруги завдання, що виробляється генератором задаючої напруги (ГЗН)).

Однак багатоканальні системи мають і ряд недоліків. Будь-яка асиметрія каналів керування приводить до асиметрії керуючих імпульсів, що подаються на силові тиристори, і веде до появи у вихідній напрузі додаткових гармонік з досить низькими частотами, що погано піддаються фільтрації і впливають на роботу багатьох споживачів електроенергії. Гармонічний аналіз вихідної напруги випрямляча показує, що найменший вміст низькочастотних складових спектра вихідної напруги, викликаних асиметрією мережі, забезпечується при рівномірному прямуванні керуючих імпульсів з інтервалом $2\pi/m$ між ними.

Реалізація такого принципу керування можлива лише при використанні одноканальних систем керування (рисунок 2.6).

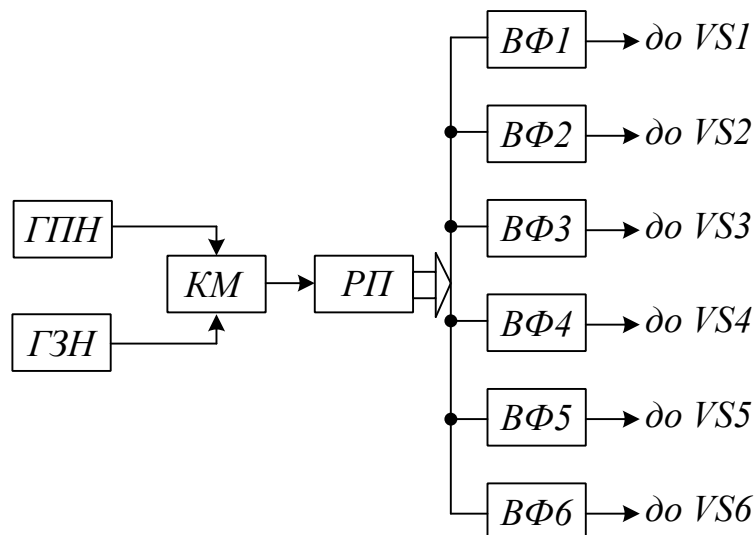


Рисунок 2.6 – Структурна схема одноканальної СІФК з вертикальним керуванням для випрямляча тягової підстанції

При побудові одноканальних пристроїв керування моменти увімкнення всіх тиристорів визначаються одним загальним фазозсувним пристроєм. Імпульси з виходу ФЗП надходять на розподільвач імпульсів, який виконує розподілення імпульсів за каналами керування. До виходів розподільвача підключають вихідні формувачі каналів.

У таких системах формується єдина для всіх каналів опорна напруга, що являє собою сукупність відрізків пилкоподібної форми тривалістю $2\pi/m$ (де m – пульсність випрямляча).

3 ВИХІДНІ ДАНІ

Студенти спеціальності ЕСК виконують розроблення системи керування тиристорним випрямлячем з широтно-імпульсною модуляцією для тягової підстанції постійного струму.

Студенти спеціальності ЕТ виконують розроблення системи керування силової частини імпульсного перетворювача з широтно-імпульсною модуляцією для тягового електродвигуна.

Студентам пропонується самостійно обрати структуру системи керування тиристорним перетворювачем, базуючись на вихідних даних (таблиця 3.1), а також електричні принципи схеми функціональних вузлів, користуючись наведеною літературою.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до курсової роботи

№ п/п	Вид модуляції	Опорна напруга $U_{оп}$, В	Задаюча напруга U_z , В	Напруга джерела живлення $U_{ж}$, В	Частота ШІМ f , Гц
1	2	3	4	5	6
1	Одностороння ШІМ	5	0÷5	±15	100
2		6	0÷6	±15	150
3		7	0÷7	±15	200
4		8	0÷8	±15	250
5		9	0÷9	±15	300
6		10	0÷10	±15	350
7	Двостороння ШІМ	5	0÷5	±15	100
8		6	0÷6	±15	150
9		7	0÷7	±15	200
10		8	0÷8	±15	250
11		9	0÷9	±15	300

12		10	0÷10	±15	350
13	Одностороння ШІМ	5	0÷5	±15	100
14		6	0÷6	±15	150
15		7	0÷7	±15	200
16		8	0÷8	±15	250
17		9	0÷9	±15	300
18		10	0÷10	±15	350

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
19	Двостороння ШІМ	5	0÷5	±15	100
20		6	0÷6	±15	150
21		7	0÷7	±15	200
22		8	0÷8	±15	250
23		9	0÷9	±15	300
24		10	0÷10	±15	350

За допомогою відомих систем імітаційного моделювання (MATLAB/Simulink, MULTISIM/Electronic Workbench) синтезувати модель будь-якого функціонального вузла, що входить до складу системи керування, і навести осцилограми вхідної та вихідної напруг.

Виконати креслення (формат А3) електричної принципової схеми спроектованої системи керування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
- 2 Горошков Б.И. Элементы радиоэлектронных устройств. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
- 3 Грищенко А.В. Электрические машины и преобразователи подвижного состава. – М.: Академия, 2005. – 320с.
- 4 Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
- 5 Ковалев Ф.И., Мосткова Г.П. Полупроводниковые выпрямители. – М.: Энергия, 1967. – 480 с.
- 6 Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка. – К.: Каравела, 2006. – 384 с.

7 Ленк Д. 500 практических схем на популярных ИС: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 448 с.

8 Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. – 379 с.

9 Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 296 с.

10. Скаржепа В.А., Сенько В.И. Электроника и микро-схемотехника. – К.: Вища шк., 1989. – 232 с.