

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

М.І. Шпіка

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

"СИЛОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ"

*(для студентів 4, 5 курсів усіх форм навчання напряму підготовки
0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності
«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Силові перетворювачі для автоматизованого електроприводу" (для студентів 4, 5 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод») / Укл.: Шпіка М.І. – Х.: ХНАМГ, 2009. - 32 с.

Укладач: М.І. Шпіка

Рецензент: В.П. Андрійченко

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 2
від 09.09.2009 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Загальні положення про виконання лабораторних робіт.....	6
Правила техніки безпеки й протипожежні заходи.....	7
Лабораторна робота № 1.....	8
Лабораторна робота № 2.....	12
Лабораторна робота № 3.....	16
Лабораторна робота № 4.....	20
Лабораторна робота № 5.....	28
Список літератури.....	31

ВСТУП

У даний час частотно-регульовані асинхронні електроприводи потужністю від одиниць до сотень кіловат широко застосовуються в різних галузях виробництва, житлового комунального господарства й на електричному транспорті. Сучасний етап розвитку даного виду техніки характеризується підвищенням техніко-економічних показників перетворювачів частоти за рахунок використання нових напівпровідникових приладів – запираючих GTO-тиристорів і силових IGBT-транзисторів, мікропроцесорних систем керування, прогресивних конструкторських і схемо-технічних рішень. Створюються також спеціальні асинхронні двигуни, призначені для роботи в режимі регулювання швидкості від перетворювачів частоти. Провідні закордонні електротехнічні фірми вже освоїли виробництво транзисторних і тиристорних перетворювачів частоти для електроприводу.

Основою таких перетворювачів є трифазні автономні інвертори напруги з різного роду широтно-імпульсним керуванням.

Розробка їх проводиться за наступними напрямками:

- розробка GTO-тиристорів і швидковідновлюючих діодів;
- розробка IGBT-транзисторів у вигляді модулів;
- розробка спеціальних малоіндуктивних конденсаторів для захисту інверторів;
- розробка спеціальних фільтрових конденсаторів великої одиничної місткості для вхідних ланцюгів інверторів;
- розробка нових рішень схемотехніки в частині силової схеми і системи керування перетворювача;
- розробка оптимальних алгоритмів керування і регулювання перетворювача і електроприводу;
- розробка мікропроцесорних систем керування і їх програмного забезпечення.

Створювані на базі перелічених вище елементів і технічних рішень перетворювачі частоти і електроприводи повинні відрізнятися від перетворювачів частоти і електроприводів, що тепер випускаються, більш високими ККД, коефіцієнтом потужності, кращими масо-габаритними показниками, регульовальними характеристиками, підвищеною надійністю.

Для підготовки кваліфікованих спеціалістів із спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» необхідно мати сучасні лабораторні стенди частотно-регульованих асинхронних електроприводів з інверторами напруги та тиристорних електроприводів. Це дозволить студентам при проведенні лабораторних і науково-дослідних робіт поглибити свої знання з силових перетворювачів, навчитися налагоджувати й досліджувати їх, аналізувати одержані результати у вигляді осцилограм, робити відповідні висновки.

При проведенні лабораторних робіт необхідно спиратися на загальні положення про їх виконання.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Викладачі, які проводять заняття, розподіляють студентів на бригади по 4-5 чоловік й призначають в кожній бригаді одного студента старшим.

Перед проведенням лабораторних робіт викладачі проводять перевірку теоретичних знань студентів з теми лабораторної роботи, яку бригада буде виконувати. Студенти повинні вдома готуватися до лабораторної роботи, знати мету й завдання її проведення, ознайомитись з літературою. Якщо студенти прийшли на заняття не підготовленими або не склали звіт про попередню роботу, то до виконання наступної роботи вони не допускаються.

Тривалість проведення однієї лабораторної роботи – 2-4 години.

Після виконання лабораторної роботи викладач перевіряє результати експериментів й робить відмітку в журналі про виконання роботи, а студенти оформляють звіт.

Звіт про виконану роботу повинен містити:

- найменування і мета роботи;
- найменування лабораторного стенда, на якому проводилась робота;
- схеми лабораторного стенда або його складових, які вивчались та досліджувались;
- опис лабораторного стенда або його складових, які вивчались та досліджувались;
- опис режимів роботи стенда та його складових;
- осцилограми з параметрами досліджень;
- висновки.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ Й ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Перед виконанням лабораторних робіт для групи студентів проводять інструктаж з правил техніки безпеки і протипожежних заходів, після чого робляться відповідні записи в журналі з техніки безпеки й протипожежних заходів і студенти розписуються в ньому.

Перед проведенням кожної роботи викладачі нагадують студентам про необхідність виконання правил техніки безпеки та протипожежних заходів, а також проводять додатково інструктаж на робочому місці, під час якого звертають увагу на особливості охорони праці при виконанні конкретної лабораторної роботи.

Студенти повинні засвоїти порядок подачі напруги на стенд, місця розташування силового електрообладнання, апаратури захисту та сигналізації.

Подавати напругу на стенд й проводити роботу можна тільки з дозволу викладача.

Дії студентів однієї бригади повинні бути строго узгоджені.

Дозволяється включати електрообладнання тільки на одному лабораторному стенді.

Перед подачею напруги на стенд необхідно переконатися, що всі органи керування вимкнуті або знаходяться в нульовому положенні.

При виконанні лабораторних робіт не дозволяється працювати на несправному обладнанні або використовувати несправні прилади й інструмент.

Забороняється залишати увімкненим електричне обладнання стенда навіть на короткий час і проводити будь-які роботи під час встановлених перерв.

При проведенні діагностики лабораторного стенда з увімкненими джерелами живлення необхідно дотримуватись запобіжних заходів.

У приміщенні лабораторії категорично забороняється використовувати відкритий вогонь і палити. У разі виникнення пожежі необхідно загасити вогонь за допомогою вогнегасника, що знаходиться в лабораторії. При загорянні елементів стенду, які знаходяться під напругою, потрібно спочатку вимкнути живлення, а потім гасити вогонь.

Місцеве живлення лабораторних стендів вимикається на кожному стенді автоматичними вимикачами, розетки й загальне живлення лабораторних стендів – автоматичними вимикачами, які розташовані на розподільному пристрої при вході в лабораторію.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОДНОФАЗНОГО ВИПРЯМЛЯЧА БЕЗ ФІЛЬТРА НА АКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

МЕТА РОБОТИ: отримати практичні навички й засвоїти принцип роботи однофазного випрямляча без фільтра на активне навантаження.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ: стенд для дослідження електроприводу постійного струму з перетворювачами напруги.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОФАЗНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ.

Випрямлячі знайшли широке використання в керованих електроприводах постійного струму і в складі перетворювачів частоти електроприводів змінного струму.

Випрямляч – це пристрій, призначений для перетворення змінної напруги в постійну. Випрямляч складається з керованих або некерованих вентилів, включених за визначеною схемою для забезпечення протікання струму в ланці навантаження та перетворення змінної напруги в пульсуючу.

На вході випрямляча, в більшості випадків, стоїть трансформатор, щоб одержати необхідну величину вхідної напруги.

Для зменшення пульсацій випрямленої напруги на виході випрямляча ставлять електричний фільтр.

Залежно від числа фаз напруги живлення випрямлячі поділяються на однофазні й трифазні. Крім того, випрямлячі поділяються на однокатні й двокатні.

Якщо струм у вторинній обмотці трансформатора не змінює свій напрямок за період, то такий випрямляч називається однокатним.

У двокатних випрямлячах струм у вторинній обмотці трансформатора змінює свій напрямок за період два рази.

На рис. 1.1 наведено однофазні однокатний і двокатний випрямлячі. Однокатний випрямляч виконано за схемою з середньою точкою, а двокатний – за схемою мостового.

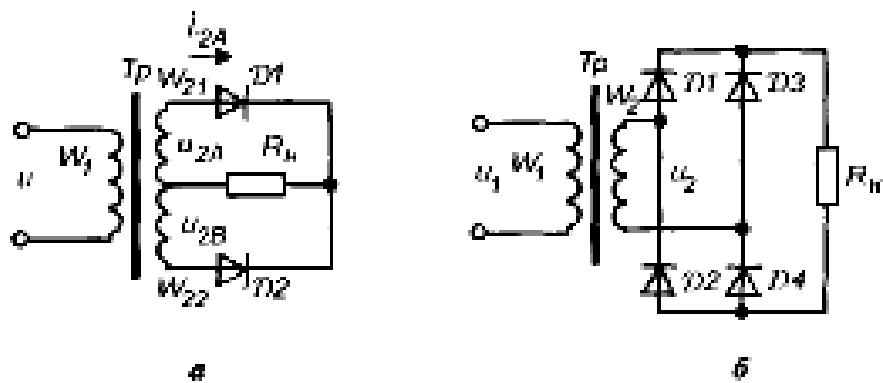


Рис. 1.1 – Схеми однофазних випрямлячів
а – з середньою точкою; б – мостового.

Часові діаграми процесів в однофазних випрямлячах з середньою точкою та мостового наведені на рис. 1.2.

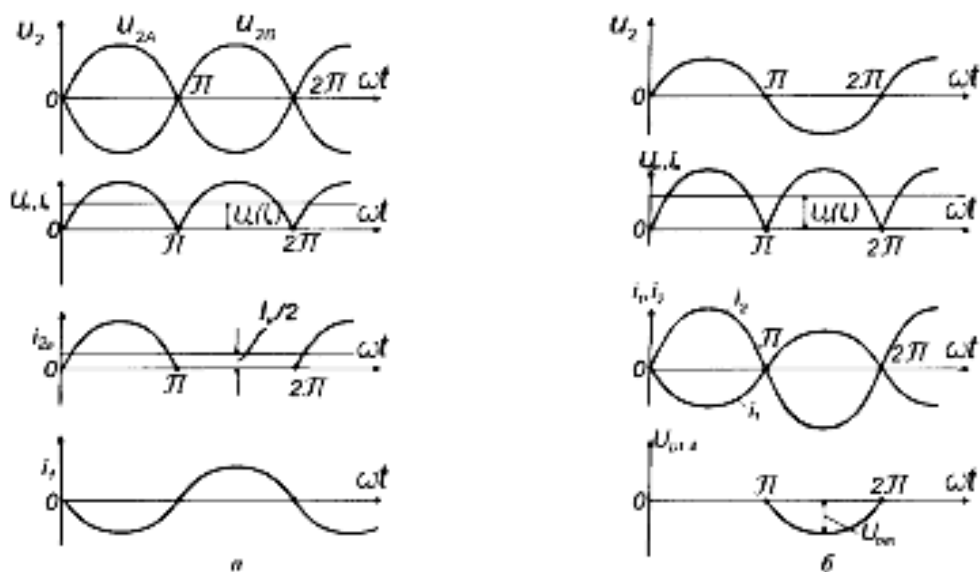


Рис. 1.2 – Часові діаграми процесів в однофазних випрямлячах
а – з середньою точкою; б – мостового.

На схемах (рис. 1.1) і часових діаграмах (рис.1.2) прийняті наступні позначення:

U_2, I_2 – напруга на вторинній обмотці трансформатора і струм в ній;

U_d, I_d – випрямлені напруга і струм;

ω – кругова частота мережі.

Слід зазначити, що при використанні схеми однофазного випрямляча з середньою точкою наявність трансформатора обов'язкова. Втрати на вентилях в такій схемі приблизно в два рази менші, але напруга на вентилях в два рази більша, тому при високій випрямленій напрузі використовують мостову схему.

У даній лабораторній роботі дослідженню підлягають однофазний випрямляч, виконаний за мостовою схемою, і однофазний випрямляч з середньою точкою.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Перевірити, що перша схема для досліджень виконана відповідно до рис.1.1а.

2. Включити електронний осцилограф й дати йому прогрітись.

3. Включити автоматичний вимикач 1 і переконатися за вольтметром на стенді, що напруга 220В 50 Гц подана на стенд.

4. Підключити за допомогою автоматичного вимикача 2 схему для досліджень до напруги 220В 50Гц й перевірити за амперметром на стенді, що в навантаженні протікає струм.

5. За допомогою електронного осцилографа провести дослідження напруги й струму в контрольних точках схеми і перевірити їх на відповідність часовим діаграмам, що наведені на рис. 1.2а.

6. Виключити автоматичний вимикач 2 і автоматичний вимикач 1. **Переконатися за вольтметром і амперметром на стенді, що напруга 220В 50 Гц на стенді відсутня і струм в навантаженні не протікає.**

7. Перевірити, що друга схема для досліджень виконана відповідно до рис.1.1б.

8. Включити автоматичний вимикач 1 і переконатися по вольтметру на стенді, що напруга 220В 50 Гц подана на стенд.

9. Підключити за допомогою автоматичного вимикача 3 схему для досліджень до напруги 220В 50Гц й перевірити за амперметром на стенді, що в навантаженні протікає струм.

10. За допомогою електронного осцилографа провести дослідження напруги й струму в контрольних точках схеми і перевірити їх на відповідність часовим діаграмам, що наведені на рис. 1.2б.

11. Виключити автоматичний вимикач 3 і автоматичний вимикач 1. **Переконатися за вольтметром і амперметром, що напруга 220В 50 Гц на стенді відсутня і струм в навантаженні не протікає.**

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити назву лабораторної роботи, мету роботи, місце проведення роботи, короткі загальні положення, схеми для досліджень, часові діаграми напруги та струму, висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що являє собою випрямляч?
2. Де знайшли використання випрямлячі?
3. З чого складається випрямляч?
4. Що стоїть в більшості випадків на вході випрямляча?
5. Який випрямляч називається однотактним?
6. Який випрямляч називається двотактним?
7. Чи обов'язкова наявність трансформатора в схемі з середньою точкою?
8. Чи співпадають за фазою напруга і струм при використанні активного навантаження випрямляча?
9. Які пульсації напруги й струму в навантаженні випрямляча без фільтра?
10. Вказати недоліки схеми з середньою точкою і мостової?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОДНОФАЗНОГО ВИПРЯМЛЯЧА З ФІЛЬТРОМ НА АКТИВНО-ІНДУКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

МЕТА РОБОТИ: отримати практичні навички й засвоїти принцип роботи однофазного випрямляча з фільтром на активно-індуктивне навантаження.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ: стенд для дослідження електроприводу постійного струму з перетворювачами напруги.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОФАЗНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ З ФІЛЬТРОМ.

Електричний фільтр на виході випрямляча використовують для зменшення пульсацій випрямленої напруги до заданого рівня. Електричний фільтр може бути виконаний як на пасивних RLC-елементах, так і електронним.

Щоб суттєво не погіршився режим роботи випрямляча в стаціонарних і перехідних режимах, необхідно правильно вибрати схему й параметри фільтра. Для потужних випрямлячів не рекомендується використовувати фільтри з ємнісною вхідною ланкою, так як вони погіршують форму струмів у вентиліях та обмотках трансформатора. У той же час для випрямлячів малої потужності, які мають значний внутрішній опір, ємнісні фільтри широко використовуються. Схема однофазного мостового випрямляча з ємнісним фільтром наведена на рис. 2.1.

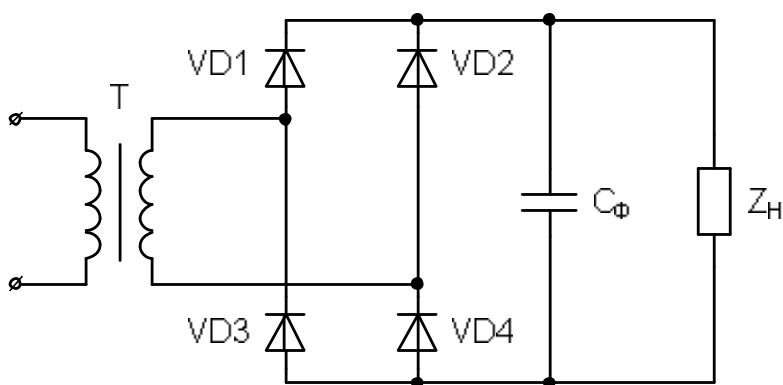


Рис. 2.1 – Схема однофазного мостового випрямляча з ємнісним фільтром.

Часові діаграми процесів в однофазному мостовому випрямлячі з ємнісним фільтром наведені на рис. 2.2.

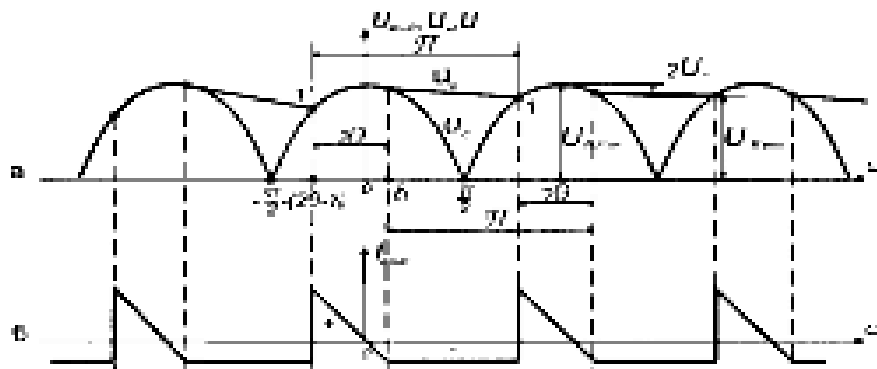


Рис. 2.2 – Часові діаграми процесів в однофазному мостовому випрямлячі з ємнісним фільтром.

Як видно з часових діаграм, після зарядження ємногого фільтра струм через вентиля не проходить, оскільки напруга на фільтрі вища за напругу випрямляча. У цей час ємність фільтра поступово розряжається на навантаження і відсутній провал напруги на навантаженні до нульового значення. Після перевищення напругою випрямляча напруги на фільтрі останній знову заряджається.

Індуктивний фільтр використовують у тих випадках, коли треба забезпечити безперебійність протікання струму в ланці навантаження й сприятливі умови для роботи випрямляча. Як правило, індуктивний фільтр використовують, коли потрібно суттєво зменшити пульсації струму в ланці навантаження, яке має малу індуктивність.

У цій лабораторній роботі дослідженню підлягає однофазний випрямляч, виконаний за мостовою схемою з фільтром, причому однофазний випрямляч включений на активно-індуктивне навантаження. Схема для досліджень наведена на рис.2.3. В якості індуктивного фільтра використовують дросель.

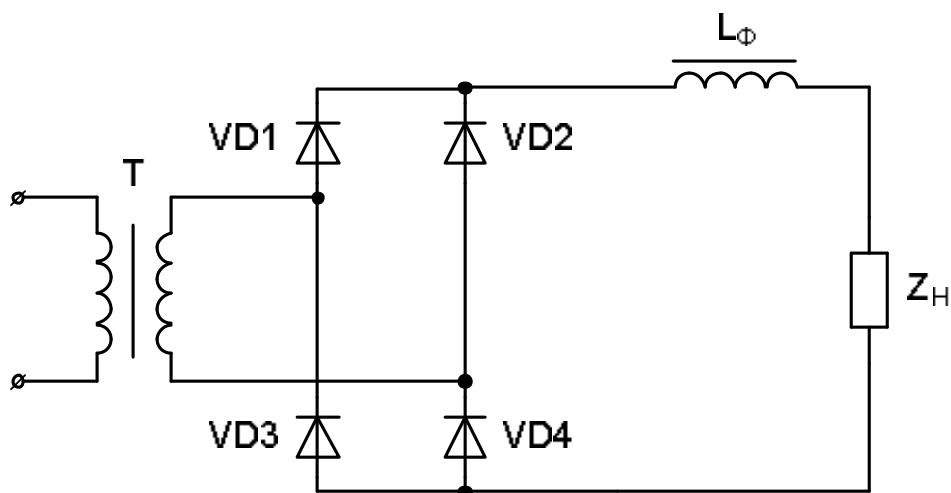


Рис.2.3 – Схема для дослідження роботи однофазного випрямляча з індуктивним фільтром на активно-індуктивне навантаження.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Перевірити, що схема для дослідження роботи однофазного випрямляча з індуктивним фільтром на активно-індуктивне навантаження виконана відповідно до рис.2.3.
2. Включити електронний осцилограф і дати йому прогрітисся.
3. Включити автоматичний вимикач 1 і переконатися за вольтметром на стенді, що напруга 220В 50 Гц подана на стенд.
4. Підключити за допомогою автоматичного вимикача 2 схему для досліджень до напруги 220В 50Гц й перевірити за амперметром на стенді, що в навантаженні протікає струм.
5. За допомогою електронного осцилографа провести дослідження напруги й струму в контрольних точках схеми.
6. Виключити автоматичний вимикач 2 і автоматичний вимикач 1. **Переконатися за вольтметром і амперметром, що напруга 220В 50 Гц на стенді відсутня і струм в навантаженні не протікає.**
7. Перевірити, що друга схема для досліджень виконана відповідно до рис. 2.1.
8. Включити автоматичний вимикач 1 і переконатися за вольтметром, що напруга 220В 50 Гц подана на стенд.
9. Підключити за допомогою автоматичного вимикача 3 схему для досліджень до напруги 220В 50Гц й перевірити за амперметром, що в навантаженні протікає струм.
10. За допомогою електронного осцилографа провести дослідження напруги й струму в контрольних точках схеми.
11. Виключити автоматичний вимикач 3 і автоматичний вимикач 1. **Переконатися за вольтметром і амперметром, що напруга 220В 50 Гц на стенді відсутня і струм в навантаженні не протікає.**

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити назву лабораторної роботи, мету роботи, місце проведення роботи, короткі загальні положення, схеми для досліджень, часові діаграми напруги й струму, висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Для чого використовують електричний фільтр на виході випрямляча?
2. Які пульсації напруги й струму в навантаженні випрямляча без фільтра?
3. Чи співпадають за фазою напруга і струм при використанні активно-індуктивного навантаження випрямляча?
4. Де знайшли використання ємнісні фільтри?
5. Чи рекомендується використовувати для потужних випрямлячів фільтри з ємнісною вхідною ланкою?
6. При використанні ємнісних фільтрів які провали напруги на навантаженні?
7. Де знайшли використання індуктивні фільтри?

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТИРИСТОРНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА
В СИСТЕМІ: ОДНОФАЗНИЙ КЕРОВАННИЙ МІСТ – ДВИГУН
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

МЕТА РОБОТИ: отримати практичні навички й засвоїти принцип роботи тиристорного перетворювача в системі: однофазний керований міст – двигун постійного струму.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ: стенд для дослідження електропривода постійного струму з перетворювачами напруги.

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОФАЗНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ
З ФІЛЬТРОМ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА НАВАНТАЖЕННЯ З ПРОТИ-ЕРС.**

При практичному використанні випрямлячів часто зустрічаються схеми, в яких в якості навантаження використовують двигуни постійного струму, акумулятори та ін. У таких випадках говорять, що випрямляч працює на навантаження з проти-ЕРС.

Поява проти-ЕРС в навантаженні однофазного випрямляча суттєво змінює режим роботи вентилів у порівнянні з активним навантаженням. У цьому випадку струм в навантаженні і вентилях протікає лише в ті моменти часу, коли ЕРС вторинної обмотки трансформатора перевищує значення проти-ЕРС (рис. 3.1).

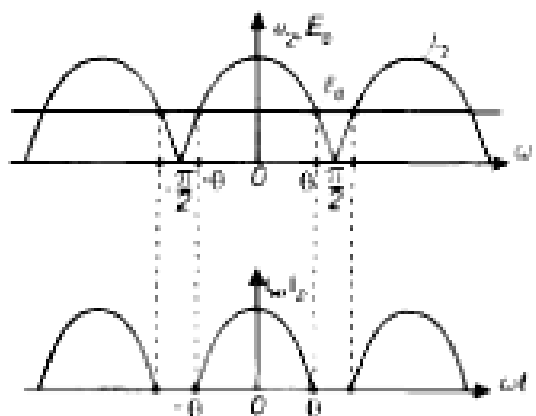


Рис. 3.1 – Часові діаграми процесів в однофазному випрямлячі при роботі на проти-ЕРС.

З метою зменшення пульсацій струму в схемах з двигунами постійного струму доцільно ставити в ланку навантаження індуктивний фільтр (дросель). Коли прийняти допущення, що індуктивність дроселя безкінечно велика, то можна вважати, що однофазний випрямляч працює з активно-індуктивним навантаженням при ідеальній фільтрації струму в ланці навантаження. Це пов'язано з тим, що в ланці з постійним струмом активний опір, на якому буде постійне падіння напруги, згідно з теоремою про компенсацію можна замінити постійною проти-ЕРС і навпаки.

Якщо ж індуктивність дроселя є реальною величиною, то в навантаженні будемо мати пульсуючу форму струму.

На рис. 3.2 наведено схему для дослідження роботи однофазного випрямляча з індуктивним фільтром на проти-ЕРС.

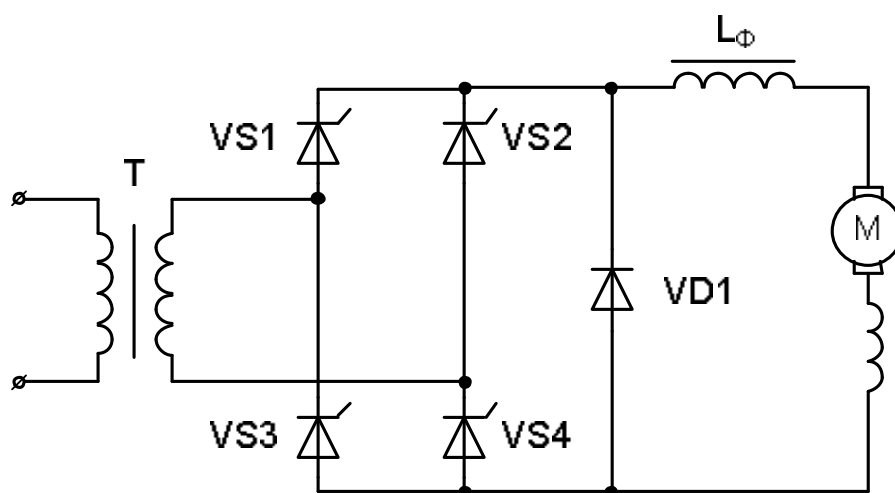


Рис.3.2 – Схема для досліджень роботи однофазного випрямляча з індуктивним фільтром на проти-ЕРС.

Для забезпечення можливості змінювати оберти електродвигуна постійного струму і тим самим регулювати проти-ЕРС, однофазний випрямляч виконано керованим.

Вентиль $VD1$ необхідний для одержання контуру протікання струму в навантаженні в моменти часу, коли тиристори однофазного випрямляча закриті.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Перевірити, що схема для досліджень роботи однофазного випрямляча з індуктивним фільтром на проти-ЕРС виконана відповідно до рис.3.2.
2. Включити електронний осцилограф і дати йому прогрітись.
3. Включити автоматичний вимикач 1 і переконавшись по вольтметру на стенді, що напруга 220В 50 Гц подана на стенд.
4. Підключити за допомогою автоматичного вимикача 2 схему для дослідження до напруги 220В 50Гц.
5. Змінюючи плавно завдання для системи імпульсно-фазового керування однофазного випрямляча за допомогою потєціометра, добитися обертання електродвигуна постійного струму й перевірити за амперметром на стенді, що в навантаженні протікає струм.
6. За допомогою електронного осцилографа провести дослідження напруги та струму в контрольних точках схеми.
7. Повторити дослід при інших обертах електродвигуна постійного струму.
8. Зменшити завдання для системи імпульсно-фазового керування однофазного випрямляча за допомогою потєціометра до нуля.
9. Після зупинки електродвигуна постійного струму виключити автоматичний вимикач 2 і автоматичний вимикач 1.

Переконатися за вольтметром і амперметром, що напруга 220В 50 Гц на стенді відсутня і струм в навантаженні не протікає.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити назву лабораторної роботи, мету роботи, місце проведення роботи, короткі загальні положення, схему для досліджень, часові діаграми напруги та струму, висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. В яких випадках говорять, що випрямляч працює на навантаження з проти-ЕРС?
2. До чого призводить поява проти-ЕРС в навантаженні однофазного випрямляча в порівнянні з активним навантаженням?
3. Який електричний фільтр використовують на виході випрямляча з метою зменшення пульсацій струму?
4. Які пульсації напруги та струму в навантаженні випрямляча без фільтра?
5. Якщо індуктивність дроселя є реальною величиною, то в навантаженні будемо мати яку форму струму?
6. Для чого однофазний випрямляч в схемі для досліджень виконано керованим?
7. Для чого в схемі для досліджень необхідний вентиль VD1?

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ В СКЛАДІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

МЕТА РОБОТИ: отримати практичні навички й засвоїти принцип роботи автономного інвертора напруги в складі асинхронного електропривода з мікропроцесорною системою керування.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ: універсальний стенд для дослідження асинхронного електропривода з мікропроцесорною системою керування.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ ТА ЙОГО РОБОТИ В СКЛАДІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Автономні інвертори – це пристрої, що перетворюють постійний струм у змінний з постійною чи регульованою частотою і мають автономне навантаження.

Автономні інвертори напруги (АІН) формують у навантаженні напругу, форма і фаза якої залежать від характеру навантаження. АІН живляться від джерел напруги. Якщо АІН живиться від випрямляча, то на його вході ставлять конденсатор достатньо великої ємності для забезпечення провідності джерела постійної напруги в зворотньому напрямку. Автономний інвертор напруги може працювати в режимі холостого ходу. Робота АІН в режимі, близькому до короткого замикання, визначається комутаційними властивостями повністю керованих вентилів чи прийнятим способом комутації та параметрами комутації елементів звичайних тиристорів. АІН мають малі зміни форми кривої й величини вихідної напруги при зміні вихідної частоти в широких межах. Комутаційні процеси в АІН мало впливають на форму кривої вихідної напруги, а встановлена потужність комутуючих елементів порівняно невелика. Зовнішня характеристика інвертора жорстка.

Найбільшого застосування знайшли трифазні АІН з широтно – імпульсною модуляцією (ШІМ). Автономні інвертори з ШІМ є найбільш перспективним перетворювачем енергії для асинхронного електроприводу. В автономних інверторах напруги частота перемикання ключів набагато більша за частоту вихідної

напруги. Завдяки цьому виникає можливість шляхом плавної зміни шпаруватості протягом періоду вихідної напруги не тільки регулювати рівень цієї напруги, а й забезпечити практично синусоїдальну форму вихідного струму.

На рис.4.1 наведена схема трифазного мостового автономного інвертора напруги.

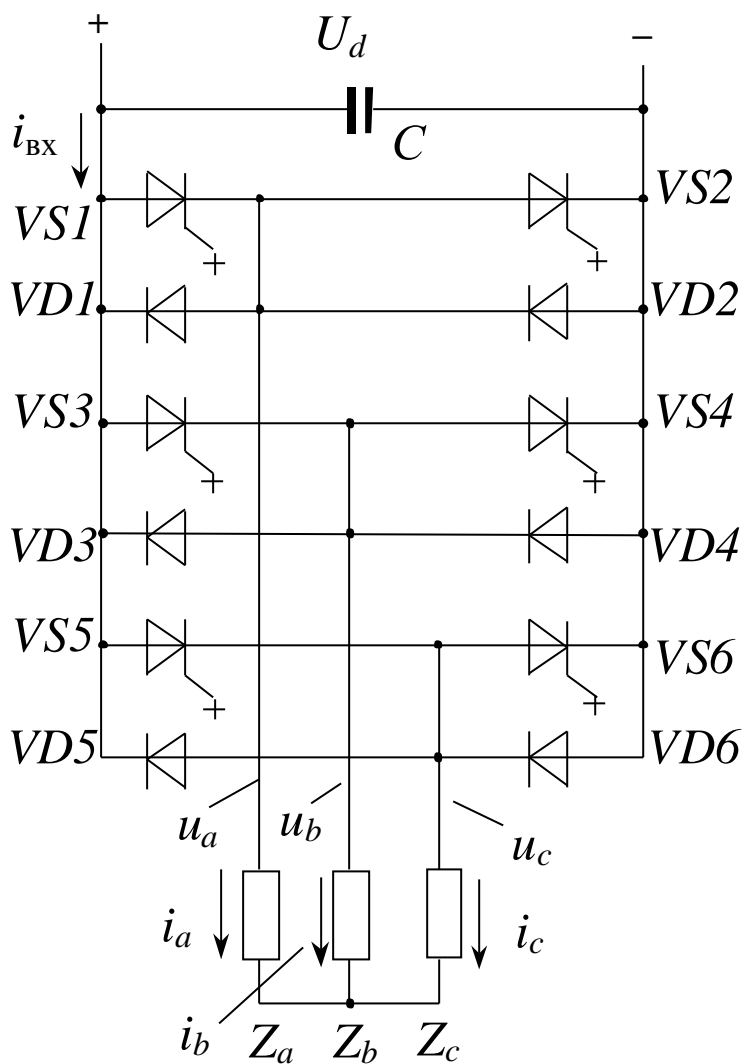


Рис. 4.1 – Схема трифазного мостового автономного інвертора напруги

Часові діаграми роботи трифазного АІН з ШІМ на активно-індуктивне навантаженням наведені на рис. 4.2.

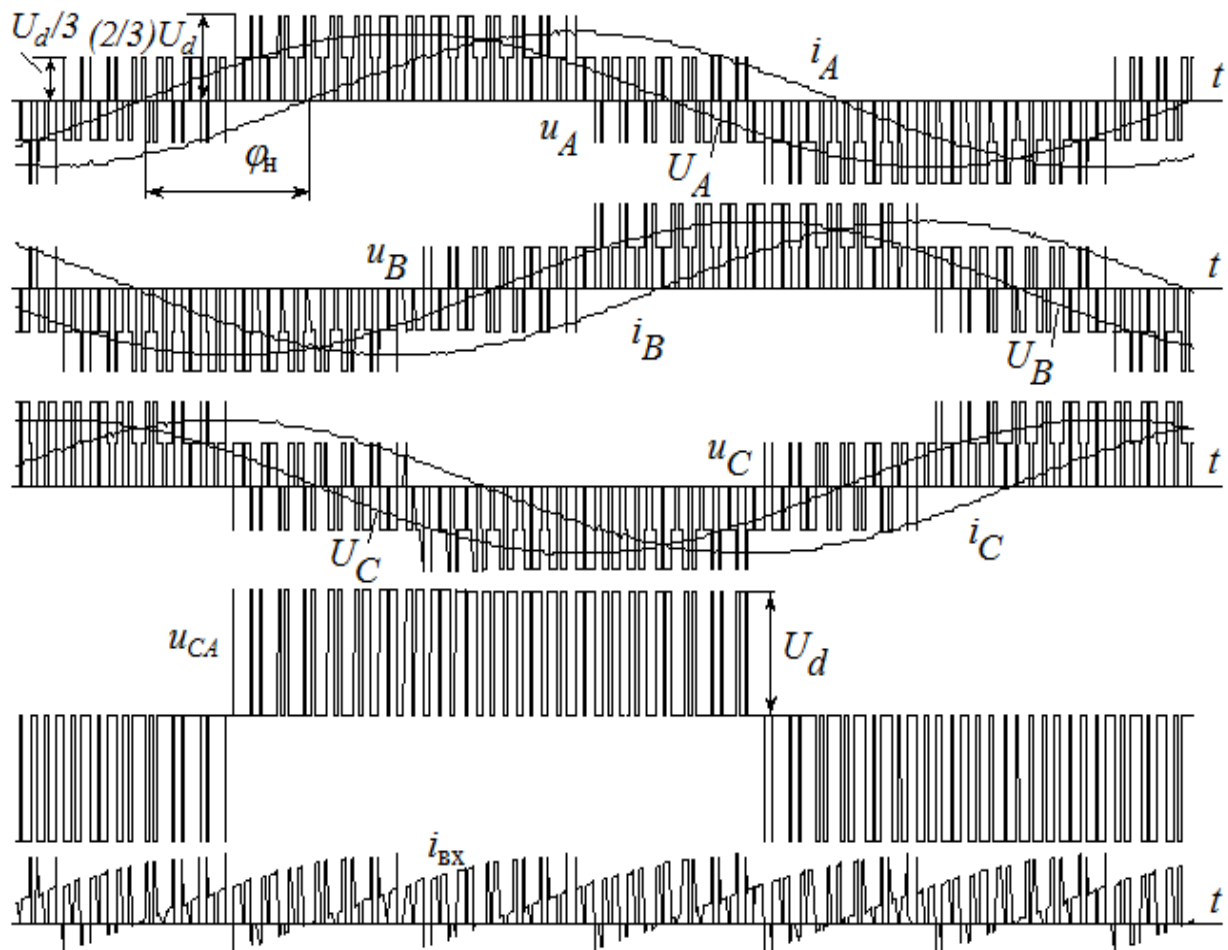


Рис. 4.2 – Часові діаграми трифазного АІН з ШІМ і активно-індуктивним навантаженням.

В універсальному стенді використовують перетворювач частоти з ланкою постійного струму.

Структурна схема універсального стенду наведена на рис. 4.3

До складу перетворювача частоти входить трифазний АІН з ШІМ на IGBT- транзисторах, тому є можливість досліджувати роботу автономного інвертора напруги в складі асинхронного електроприводу. Навантаженням трифазного АІН служить асинхронний електродвигун з короткозамкнутим ротором (АД). Живиться АІН від трифазного напівкерованого випрямляча. У ланці постійного струму стоїть ємнісний фільтр.

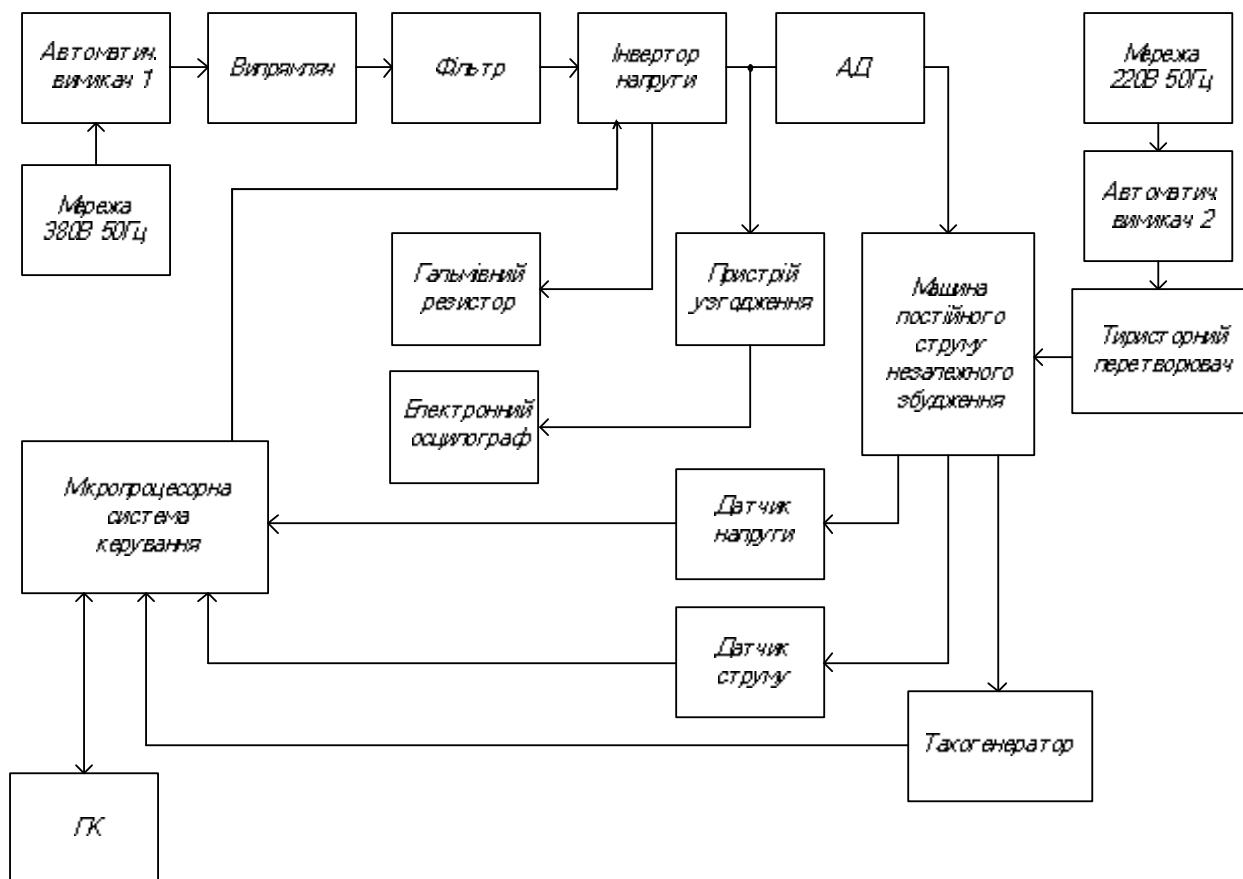


Рис.4.3 – Структурна схема універсального стенду.

Напруга на випрямляч подається від мережі живлення 380В 50Гц через автоматичний вимикач 1. В якості навантажувальної машини для асинхронного електродвигуна використовують машину постійного струму незалежного збудження. Машина постійного струму живиться від мережі живлення 220В 50Гц через автоматичний вимикач 2 і тиристорний перетворювач.

У стенді встановлено також пристрій узгодження для підключення електронного осцилографа. Це дозволяє спостерігати процеси в силовій схемі електропривода, в тому числі напругу на виході АІН й фазний струм АД.

Для виміру частоти обертання АД використовують тахогенератор. Датчики напруги, струму й тахогенератор підключені до мікропроцесорної системи керування (МПСК), яка виконана на базі контролера TMS320. МПСК має зв'язок з інформаційно-керуючою системою (ІКС), встановленою на персональному комп'ютері.

ІКС виконана у вигляді програмного пакету для персонального комп'ютера й призначена для задання режиму роботи електропривода, збору, реєстрації й обробки даних, а також контролю перехідних процесів, що протікають у силовій схемі та системі керування електроприводу.

Вид основного вікна програми ІКС (IS-AK) поданий на рис. 4.4

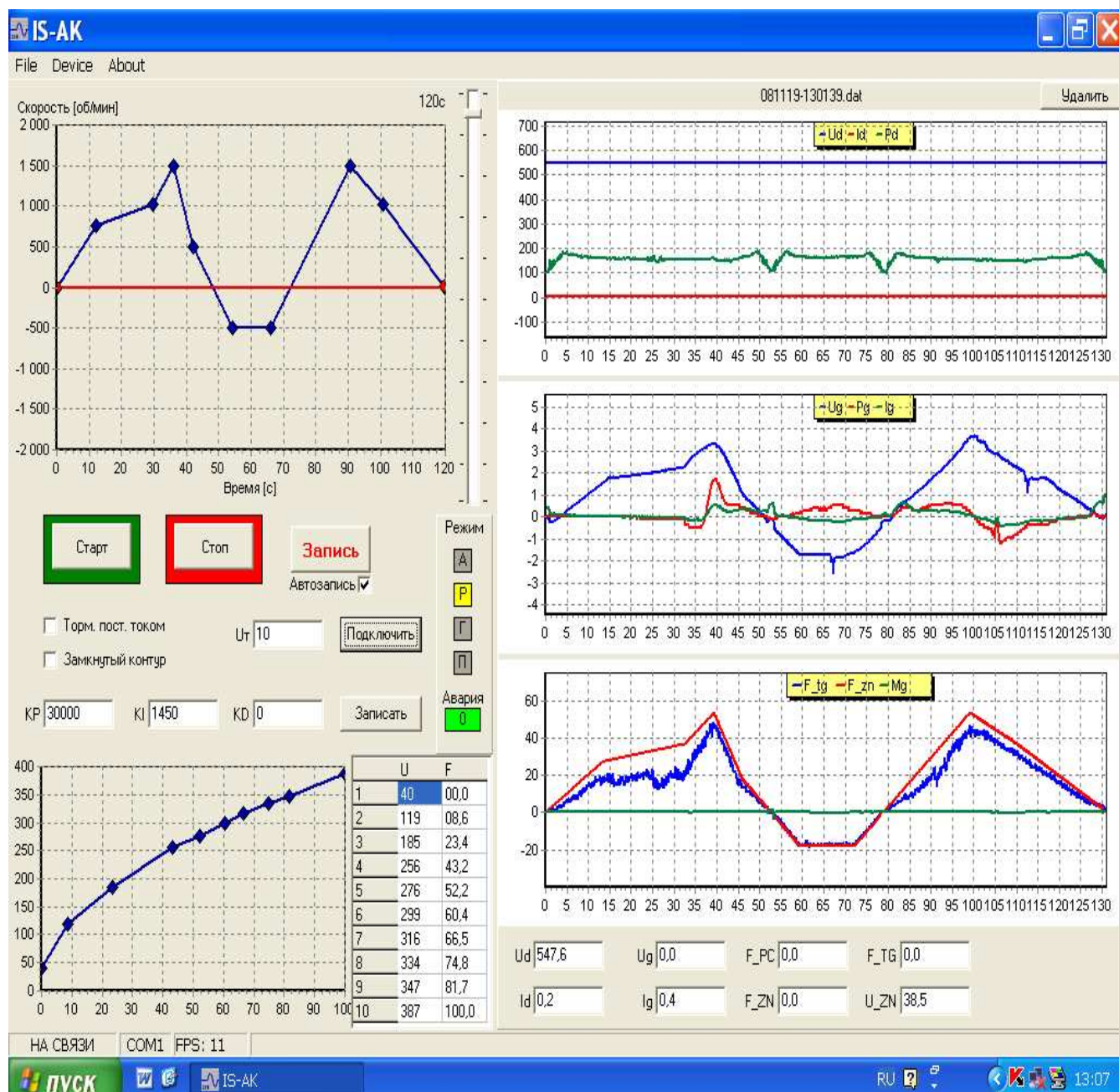


Рис. 4.4 – Вид основного вікна програми ІКС

Для дослідження роботи автономного інвертора напруги в складі асинхронного електроприводу необхідно задати режим роботи електропривода. Задання керування формується ІКС в області задання швидкості електропривода (рис. 4.5).

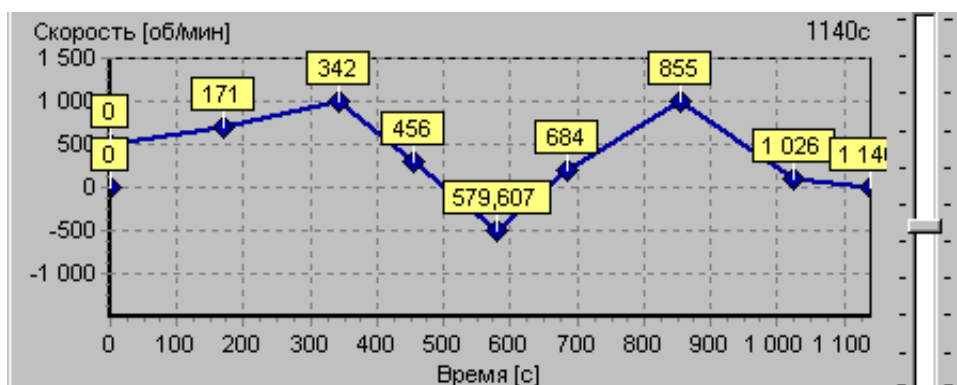


Рис. 3.1 – Графік зміни швидкості в часі

Графік зміни швидкості дозволяє поточечно задати траєкторію зміни швидкості електропривода в часі. Загальний час розгону і гальмування електропривода в секундах задається у вигляді повзункового регулятора, розташованого праворуч від графіка зміни швидкості. Швидкість може змінюватися в діапазоні від -1500 до +1500 об/хв. Знак визначає напрям обертання ротора електродвигуна електропривода. Негативні значення відповідають обертанню ротора проти годинникової стрілки. При редагуванні графіка зміни швидкості автоматично відображаються поточні значення ключових точок траєкторії.

Слід зазначити, що під час роботи регулятора в активному режимі (керування швидкістю електроприводу) не можлива зміна графіка швидкості керування.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Включити автоматичний вимикач 1. Переконавшись, що 3-фазна напруга 380В 50 Гц подана на універсальний стенд і мікропроцесорна система керування працює (на корпусі перетворювача частоти світиться світлодіод зеленим кольором).
2. Включити електронний осцилограф.
3. Включити ПК. Заактивувати програму ІКС.
4. На основному вікні ІКС за допомогою маніпулятора «миша» натиснути на кнопку «Подключить». При цьому ІКС підключиться до мікропроцесорної системи керування стенда.
5. За допомогою маніпулятора «миша» заактивувати вікно «Автозапуск».
6. Повзунковим регулятором виставити час проведення досліду – 40 с.
7. За вказівкою викладача виставити за допомогою маніпулятора «миша» необхідний графік розгону й зупинки електропривода.
8. У першій області відображення сигналів виставити сигнали: U_d та I_d .
9. У другій області відображення сигналів виставити сигнал F_{pc} та P_d .
10. У третій області відображення сигналів виставити сигнал: F_{zn} та F_{tg} .
11. За допомогою маніпулятора «миша» натиснути кнопку «Старт».
12. На екрані електронного осцилографа спостерігати напругу на виході автономного інвертора напруги при режимі ШІМ й фазний струм.
13. Для зупинки електропривода натисніть кнопку «Стоп».
14. Після зупинки електропривода в області відображення сигналів з'являться три графіки, які потрібно навести в звіті.
15. Повторити дослід при більш пологому графіку розгону й зупинки електропривода. Одержані графіки навести в звіті.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити назву лабораторної роботи, мету роботи, місце проведення роботи, короткі загальні положення, схему автономного інвертора напруги, характеристики розгону й зупинки електропривода при заданих умовах, часові діаграми напруги на виході автономного інвертора напруги при роботі його в режимі ШІМ й фазного струму АД, висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Від яких джерел живляться АІН?
2. Який фільтр ставлять на вході АІН?
3. Чи може працювати АІН в режимі холостого ходу?
4. Чи може працювати АІН в режимі, близькому до короткого замикання?
5. Як впливають комутаційні процеси в АІН на форму кривої вихідної напруги?
6. Де використовують трифазні АІН з широтно – імпульсною модуляцією?
7. Поясніть принцип ШІМ.
8. Поясніть роботу автономного інвертора напруги в режимі ШІМ.
9. Як визначити частоту вихідного струму автономного інвертора напруги?
10. Як змінюються імпульси ШІМ автономного інвертора напруги при розгоні електродвигуна?
11. Як змінюються імпульси ШІМ автономного інвертора напруги при сповільненні електродвигуна?
12. Як визначити період вихідного струму АІН на екрані електронного осцилографа?

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ В СКЛАДІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА В РЕЖИМІ ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

МЕТА РОБОТИ: отримати практичні навички й засвоїти принцип роботи автономного інвертора напруги в режимі динамічного гальмування.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ: універсальний стенд для дослідження асинхронного електропривода з мікропроцесорною системою керування.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМУ ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ НА УНІВЕРСАЛЬНОМУ СТЕНДІ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОНОМНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ

Асинхронний електродвигун в режимі динамічного гальмування являє собою синхронний генератор з неявно вираженими полюсами, що працює при змінній частоті. Його навантаженням є опір ланки ротора.

Для реалізації динамічного гальмування асинхронного електродвигуна необхідно відключити його від мережі живлення змінного струму й підключити дві фази статора до джерела живлення постійного струму. Взаємодія струму ротора й нерухомого поля статора призводить до появи гальмівного моменту. При цьому механічна енергія, що поступає на вал асинхронного електродвигуна, перетворюється в електричну, а остання розсіюється у вигляді тепла в опорах ротора.

В універсальному стенді для реалізації режиму динамічного гальмування використовують автономний інвертор напруги, який працює як імпульсний перетворювач з ШІМ. При цьому на дві фази асинхронного електродвигуна подається напруга, середнє значення якої залежить від ширини однополярних імпульсів.

Для здійснення режиму динамічного гальмування необхідно на основному вікні програми ІКС в області керування регулятором заактивувати вікно «Торм. пост. током» і в області керування коефіцієнтами регулятора ввести відповідне значення коефіцієнта U_t .

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Включити автоматичний вимикач 1. Переконавшись, що 3-фазна напруга 380В 50 Гц подана на універсальний стенд і мікропроцесорна система керування працює (на корпусі перетворювача частоти світиться світлодіод зеленим кольором).
2. Включити електронний осцилограф.
3. Включити ПК. Заактивувати програму ІКС.
4. На основному вікні ІКС за допомогою маніпулятора «миша» натиснути на кнопку «Подключить». При цьому ІКС підключиться до мікропроцесорної системи керування стенду.
5. Повзунковим регулятором виставити час проведення досліду – 20 с.
6. За вказівкою викладача виставити за допомогою маніпулятора «миша» необхідний графік розгону й зупинки електроприводу.
7. В області керування коефіцієнтами регулятора ввести значення коефіцієнта U_t рівним 5, а потім натиснути кнопку «Записать» для запису коефіцієнта в пам'ять регулятора.
8. В області керування регулятором заактивувати вікно «Торм. пост. током».
9. У першій області відображення сигналів виставити сигнали: U_d та I_d .
10. У другій області відображення сигналів виставити сигнал F_{pc} та P_d .
11. У третій області відображення сигналів виставити сигнал: F_{zn} та F_{tg} .
12. За допомогою маніпулятора «миша» натиснути кнопку «Запись».
13. За допомогою маніпулятора «миша» натиснути кнопку «Старт».
14. Для переведення електроприводу в режим гальмування натисніть кнопку «Стоп».
15. Після зупинки електропривода в області відображення сигналів з'являться три графіки, які потрібно навести в звіті.
16. Повторити дослід при збільшенні коефіцієнта U_t до 10. Одержані графіки навести в звіті.
17. **Увага! Не тримайте зупинений асинхронний електродвигун під напругою більше 20 с, щоб виключити його перегрів.**

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити назву лабораторної роботи, мету роботи, місце проведення роботи, короткі загальні положення, характеристики розгону та зупинки електропривода при заданих умовах, часові діаграми напруги на виході автономного інвертора напруги при роботі його в режимі ШІМ та фазного струму АД, висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що являє собою асинхронний електродвигун в режимі динамічного гальмування?
2. Що є навантаженням асинхронного електродвигуна?
3. Що необхідно для реалізації динамічного гальмування асинхронного електродвигуна?
4. Взаємодія яких параметрів створює гальмівний момент на валу асинхронного електродвигуна?
5. Який режим гальмування передбачено в універсальному стенді?
6. Що необхідно зробити для реалізації гальмівного режиму в універсальному стенді?
7. Чому при реалізації динамічного гальмування необхідно відключити асинхронний електродвигун від джерела живлення після його зупинки ?
8. Як працює автономний інвертор напруги в режимі динамічного гальмування асинхронного електроприводу.
9. У режимі динамічного гальмування асинхронного електропривода напруга на виході АІН однополярна чи двополярна?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов.- М.: Высш. школа, 1980. - 434 с.
2. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Преобразовательная техника.- К.: Вища школа, 1978. - 424 с.
3. Справочник по преобразовательной технике / Под ред. И.М. Чиженко – К.: Техніка, 1978. - 447 с.
4. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника.- М.: Техносфера, 2005. - 632с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Силові перетворювачі для автоматизованого електроприводу" (для студентів 4, 5 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»)

Укладач: Микола Іванович Шпіка

Редактор М.З. Аляб'єв

Верстка: Ю.П. Степась

План 2009, поз. 237М

Підп. до друку 28.12.09 р.	Формат 60 x 84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк. 1,5	Обл.-вид. арк. 1,6
Зам. №	Тираж 50 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, Харків, вул. Революції, 12