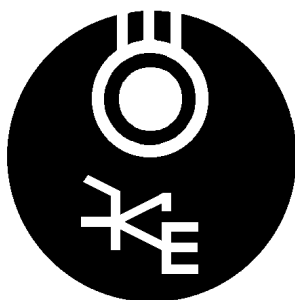


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Державний ВНЗ “НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

Кафедра електропривода



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи СПАЕ-5

“Дослідження СІФК однофазного мостового випрямляча”

з дисципліни

“Силові перетворювачі в автоматизованому електроприводі”

для студентів спеціальності 7.05070204

“Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”

Склав проф. М.М.Казачковський

Дніпропетровськ

2011

1. МЕТА РОБОТИ

Вивчити структуру та принцип дії системи імпульсно-фазового керування (СІФК) однофазного мостового випрямляча.

2. ПРОГРАМА РОБОТИ

2.1. Вивчення загальної структури СІФК та призначення її основних функціональних вузлів.

2.2. Дослідження пристрою синхронізації (ПС):

- вивчення принципу дії ПС;
- дослідження впливу напруг U_{01} , U_{02} на фазовий зсув вихідних напруг u_1 , u_2 відносно напруги синхронізації, а також на положення та ширину спускового імпульсу.

2.3. Дослідження генератора пилкоподібної напруги (ГПН):

- вивчення принципу дії ГПН;
- дослідження способів зміни амплітуди опорної напруги.

2.4. Дослідження способів зміни форми вихідної напруги формувача імпульсів.

2.5. Дослідження впливу напруги зміщення на кут початкового фазування при нульовій керуючій напрузі.

2.6. Дослідження впливу керуючої напруги на кут керування.

2.7. Дослідження впливу амплітуди опорної напруги на кут керування при незмінній керуючій напрузі.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Структура СІФК та принцип вертикального керування

Оскільки принцип регулювання вихідної напруги в керованих випрямлячах - фазовий, а для відкриття тиристора досить короткого імпульсу, системи керування випрямлячами звуть системами імпульсно-фазового керування.

СІФК призначена для:

- визначення кута керування залежно від подаваної ззовні керуючої напруги;
- формування керуючих імпульсів, які подаються до керуючих електродів тиристорів у момент часу, відповідний до визначеного кута керування;
- обмеження (якщо потрібно) кутів керування.

Структура СІФК однофазного мостового випрямляча наведена на рис.1.

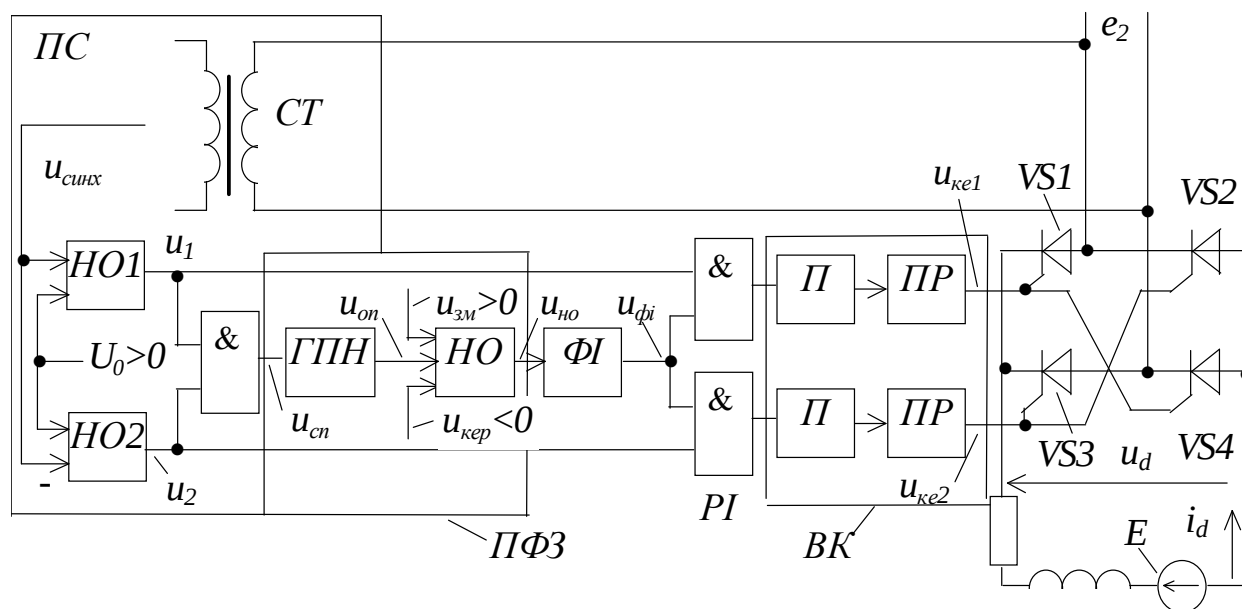


Рис.1. Загальна структура СІФК

До складу СІФК входять:

- пристрій фазозміщення ПФЗ (складається з генератора пилоподібної напруги ГПН та нуль-органа НО);

- пристрій синхронізації (складається з синхронізуючого трансформатора СТ, двох нуль-органів НО1 та НО2, елемента І);
- формувач імпульсів ФІ;
- розподільник імпульсів РІ;
- вихідні каскади ВК (складаються з потенційних розв'язок ПР та підсилювачів П).

Пристрій фазозміщення призначений для виконання першої задачі СІФК: визначення фази α керуючого імпульсу виходячи з напруги керування $U_{кер}$, яка в електроприводі найчастіше надходить від регулятора системи автоматичного керування. Тобто ПФЗ є перетворювачем «напруга-фаза».

Оскільки випрямляч - перетворювач, ведений мережею, керуючі імпульси повинні бути сфазовані відносно напруги живильної мережі. Щоб синхронізувати роботу ПФЗ з мережею, до складу СІФК входить пристрій синхронізації ПС, який своїм спусковим імпульсом $U_{сп}$ задає цикл роботи ГПН.

Діаграма роботи СІФК наведена на рис.2.

Напруга синхронізації $U_{синх}$ на виході синхронізуючого трансформатора СТ пропорційна напрузі живильної мережі e_2 . Вона подається до входів нуль-органів (компараторів) НО1 та НО2, причому на вході НО1 вона складається з напругою U_0 , а на вході НО2 - віднімається від неї. Напруга на виході нуль-органа міняє свій знак тоді, коли міняє знак алгебраїчна сума сигналів на його входах. Тому, хоча у цілому вихідні напруги нуль-орга-

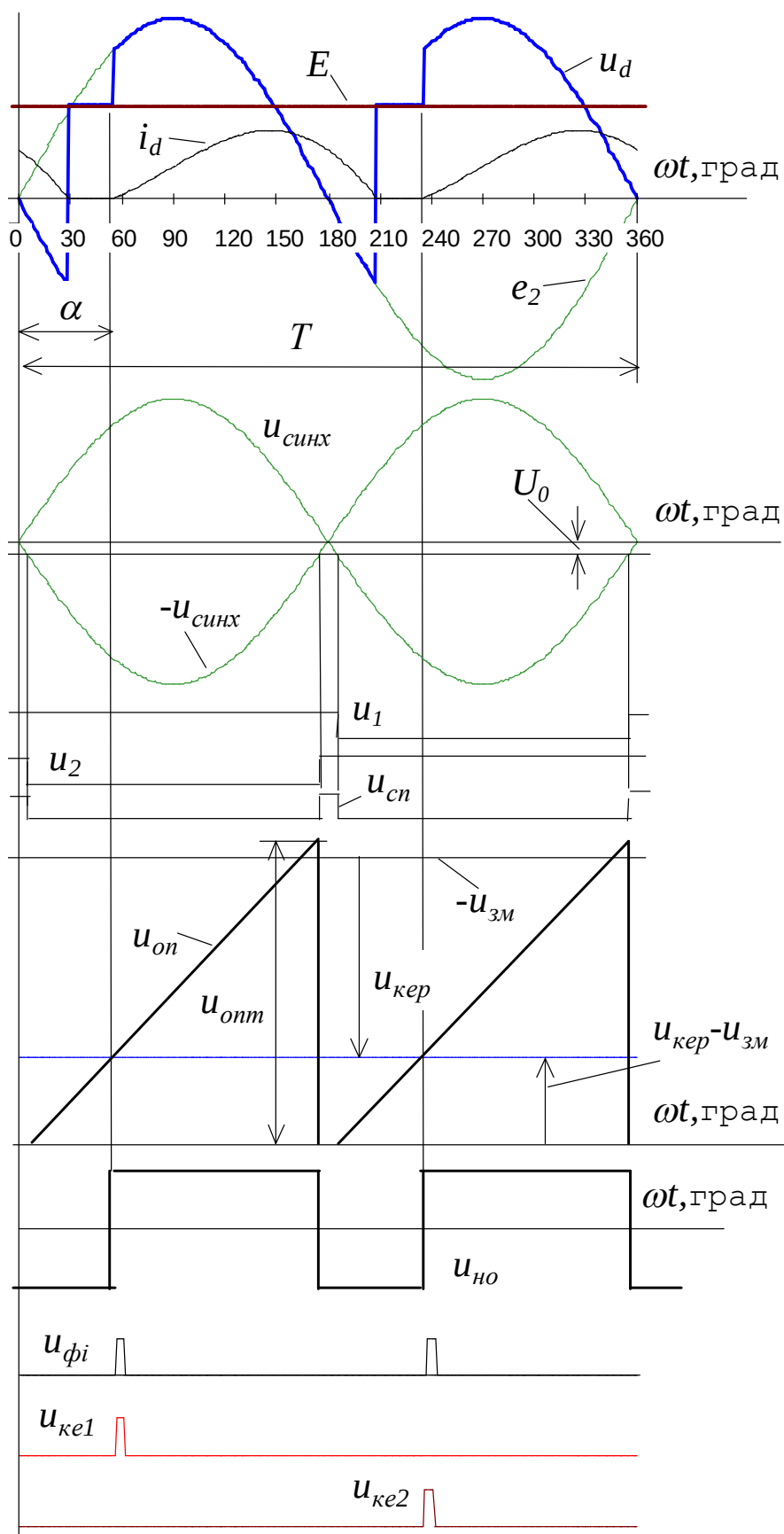


Рис.2. Процеси в СІФК та у випрямлячі

нів u_1 та u_2 протифазні, їх фронти у часі не збігаються. Коли обидві вихідні напруги дорівнюють нулю, на ви-

ході логічного елемента І формується логічна одиниця ($u_{cn} > 0$).

Позитивний потенціал, поданий до входу генератора пилкоподібної напруги ГПН, забороняє його роботу, і напруга на виході генератора відсутня. Після зникнення позитивного потенціалу починається лінійне зростання негативної опорної напруги u_{on} на виході ГПН. Поява через півперіод $T/2$ спускової напруги $u_{cn} > 0$ знову призводить до зникнення опорної напруги.

Таким чином, на виході ГПН формується пилкоподібна опорна напруга з періодом, удвічі більшим за період живильної напруги, причому початок зростання опорної напруги синхронізований з моментом переходу живильної напруги через нуль.

До входу нуль-органа НО подано три сигнали: негативна опорна напруга, негативна керуюча напруга та позитивна напруга зміщення $u_{зм}$. Коли абсолютне значення опорної напруги стає більшим від суми двох інших вхідних напруг, на виході НО з'являється негативний потенціал, інакше - позитивний.

Формувач імпульсів ФІ формує вузький позитивний імпульс у момент зміни напругою $u_{но}$ знаку з позитивного на негативний, тобто два рази за період.

Оскільки у мостовому випрямлячі пари тиристорів працюють по черзі, сформовані імпульси слід розподілити між ними. Цю функцію виконує розподільник імпульсів РІ, який складається з двох елементів І. У силовому колі складаються сприятливі умови для відкриття відповідних тиристорів тільки тоді, коли з'являються позитивні потенціали на їх анодах. Інформація про знак живильної напруги закладена у напругах нуль-органів НО1 та НО2.

Тому проходження керуючого імпульсу дозволяється тільки через той елемент І, на іншому вході якого присутній позитивний потенціал. Таким чином, керуючий імпульс по черзі (один раз за період) надходить до тієї чи іншої пари тиристорів.

Підсилювачі П призначені для підсилення сформованих імпульсів до рівня, придатного до відкриття тиристорів. Потенційні розв'язки ПР забезпечують гальванічну розв'язку силового кола та системи керування, що запобігає проходженню високих потенціалів до СІФК. Це підвищує надійність системи та забезпечує безпечні умови для проведення налагоджувальних робіт. Потенційними розв'язками найчастіше є імпульсні трансформатори. При використанні у випрямлячі оптотиристорів потенційні розв'язки не потрібні.

Якщо зменшувати керуючу напругу, збільшується різниця $U_{3M} - U_{кер}$, задній фронт напруги U_{HO} зміщується праворуч, керуючий імпульс формується пізніше, кут керування збільшується і середня випрямлена напруга зменшується (рис.3). Таким чином, завдяки вертикальному переміщенню лінії керуючої напруги відносно опорної напруги змінюється кут керування. Такий спосіб формування кута керування називають принципом вертикального керування.

Напруга зміщення U_{3M} подається до входу нуля-органа НО, щоб забезпечити нульову випрямлену напругу при нульовій напрузі керування (при активно-індуктивному навантаженні). На рис.4 наведені діаграми для випадку $U_{кер} = 0$. Кут керування, який відповідає такій напрузі керування, називають кутом початкового фазування ($\alpha_{ноч}$). Для однофазного мостового випрямляча при настроюванні встановлюють $\alpha_{ноч} \approx 170-175^\circ$.

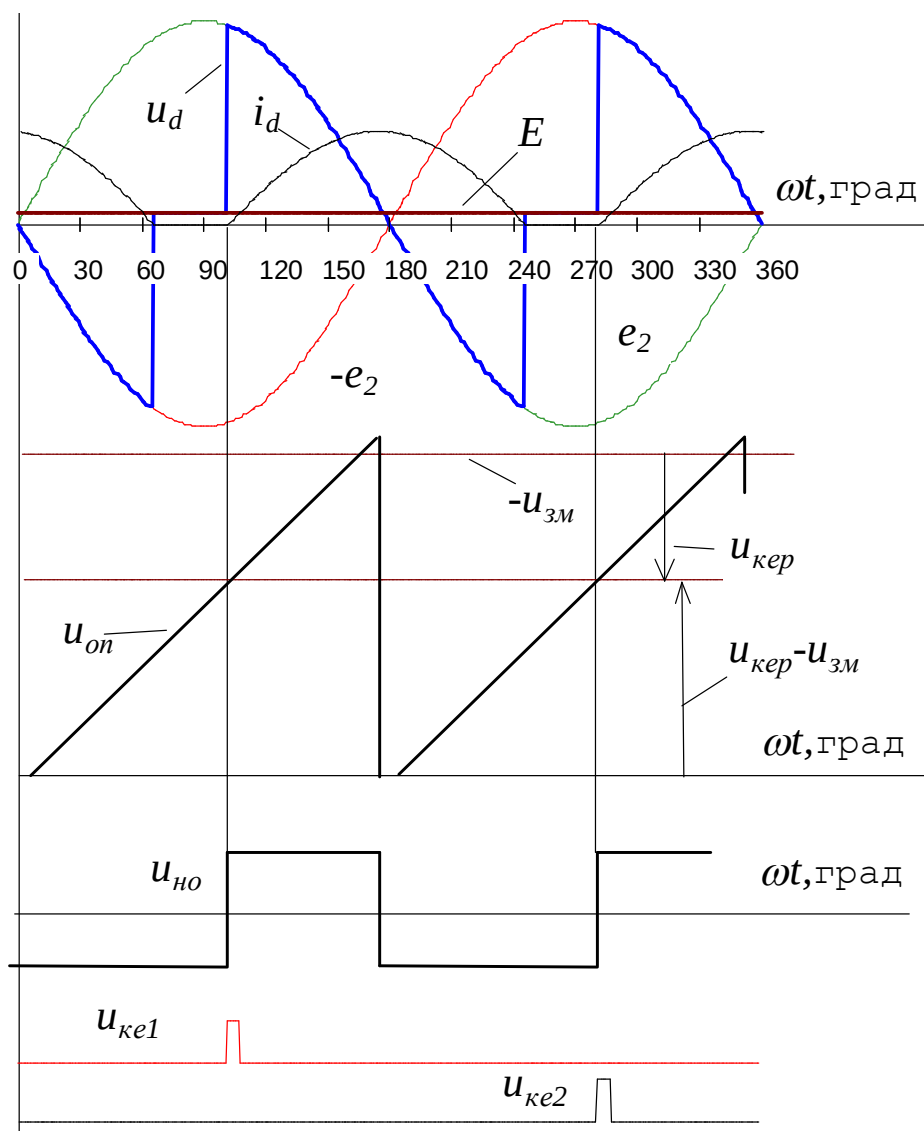


Рис.3. Процеси в СІФК та у випрямлячі при збільшеному куті керування

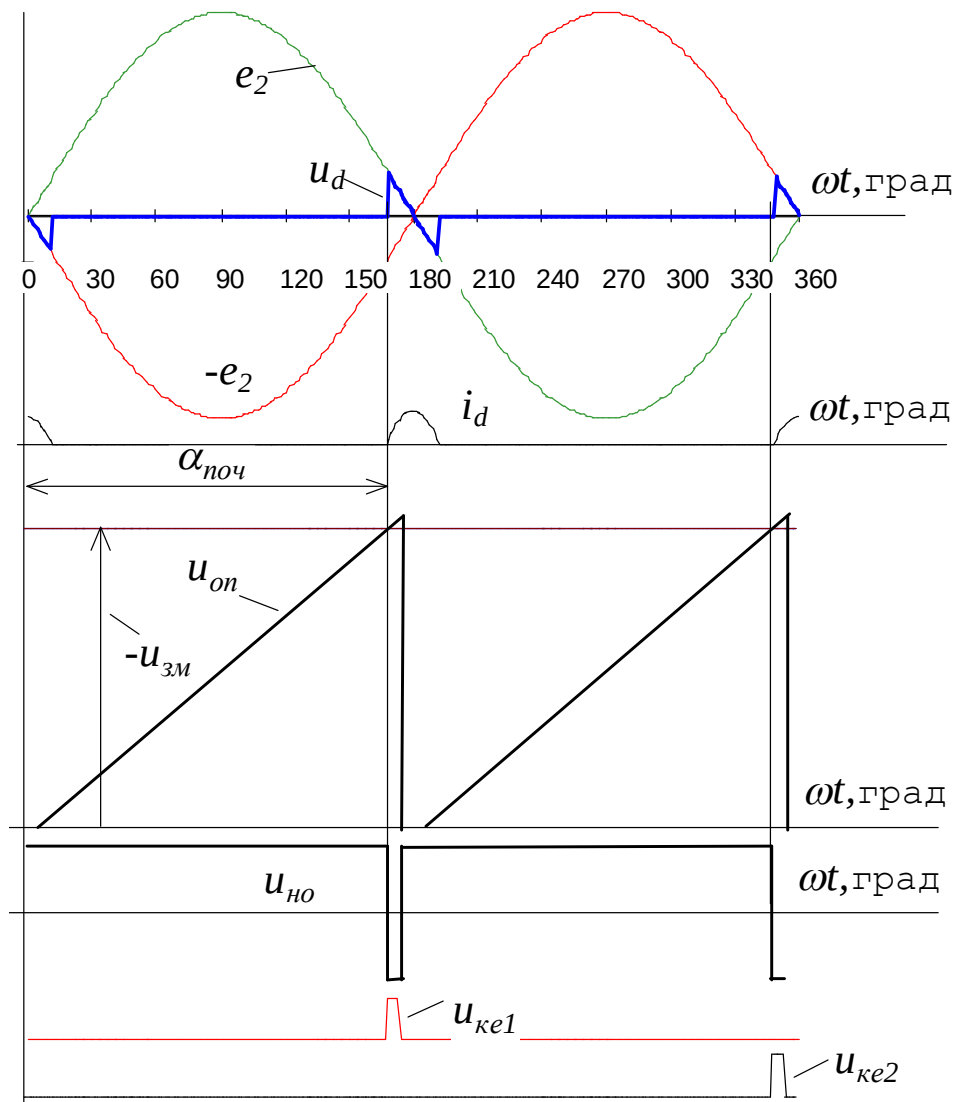


Рис.4. Процеси в СІФК та у випрямлячі при нульовій керуючій напрузі

3.2. Принципові схеми вузлів СІФК

Принципова схема ПС зображена на рис.5. Операційні підсилювачі А1, А2 є нуль-органами, до входів яких подані напруга синхронізації $u_{\text{синх}}$ та напруги U_{01} , U_{02} . Рівень напруг U_{01} , U_{02} визначає моменти

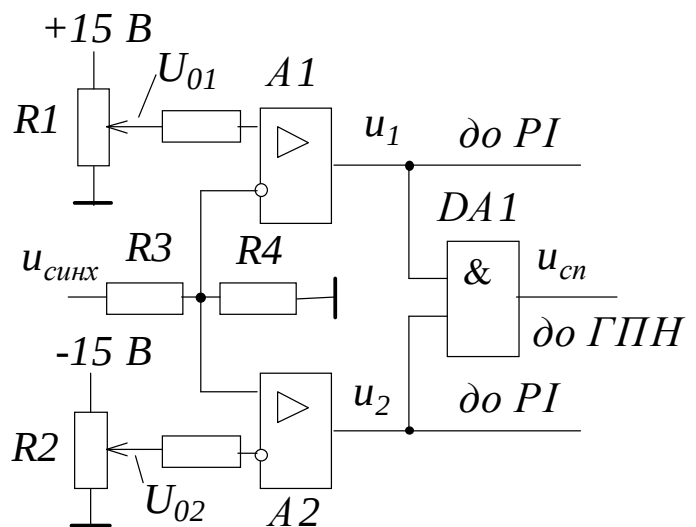


Рис.5. Пристрій синхронізації

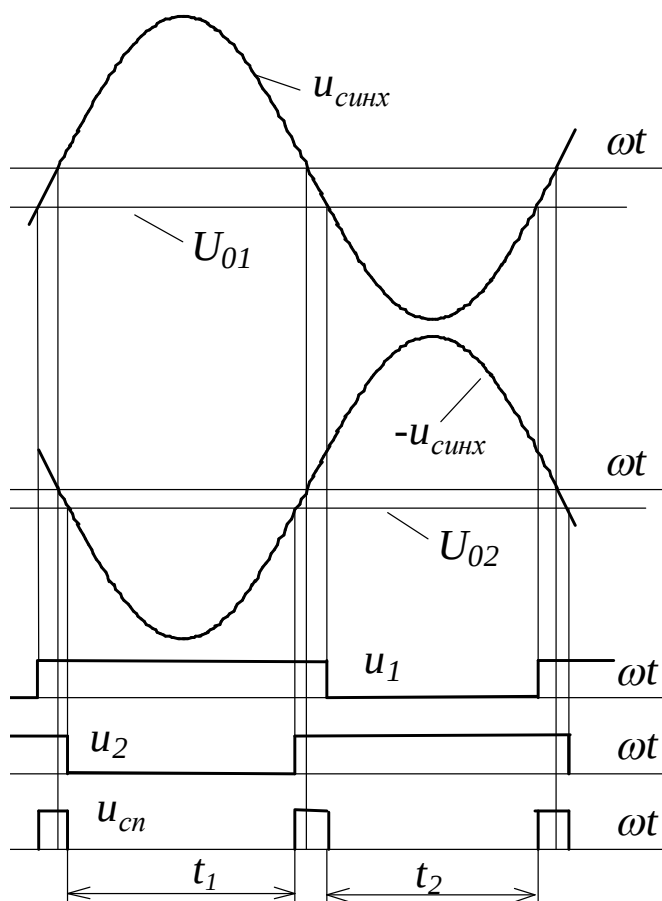


Рис.6. Часові діаграми ПС
зміщення наведена на рис.7.

зміни стану нуль-органів (рис.6). За допомогою подільників $R1$ та $R2$ при налагодженні СІФК забезпечується:

- * потрібна тривалість спускових імпульсів;
- * їх симетричність відносно точок природної комутації;
- * однаковість інтервалів часу $t_1 = t_2$ (рис.6).

Це забезпечує зрештою симетрію опорної напруги.

Схема пристрою фазо-

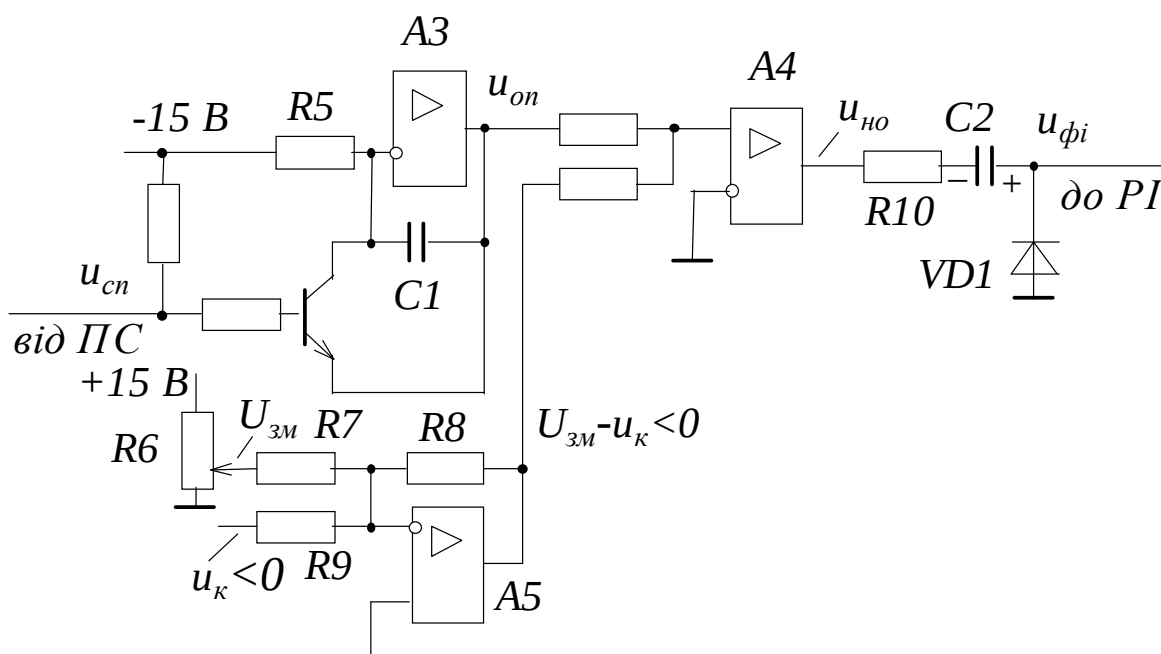


Рис.7. Пристрій фазозміщення

Генератор опорної напруги реалізований на підсилювачі А3. За відсутності спускового імпульсу транзистор закритий негативним зміщенням від джерела -15 В , а

підсилювач працює, як інтегратор, лінійно збільшуючи свою вихідну напругу. Темп зростання опорної напруги пропорційний напрузі на інверсному вході та зворотно-пропорційний сталій часу $T = R5 \cdot C1$. З надходженням позитивного спускового імпульсу від ПС відкривається транзистор, швидко розряджається конденсатор, і опорна напруга зникає. Внаслідок періодичного надходження спускових імпульсів формується періодична пилкоподібна опорна напруга, сфазована відносно напруги живлення випрямляча.

До нуля-органа А4 надходять опорна напруга від ГПН та різниця $U_{зм} - u_k$ від суматора А5. Напруга зміщення змінюється за допомогою подільника R6.

Формувач імпульсів складається з резистора R10, конденсатора C2, діода VD1. Струм через конденсатор пропорційний похідній вихідної напруги нуля-органа. Коли $u_{но}$ стрибком зростає (рис.2), конденсатор заряджається з полярністю, позначеною на рис.7, і до входів розподільника імпульсів надходить вузький позитивний імпульс. При зменшенні $u_{но}$ полярність заряду конденсатора протилежна, відкривається діод, і імпульс до входів РІ не надходить.

4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

4.1. Робота виконується на математичній моделі СІФК, реалізованій за допомогою пакету *Electronics WorkBench* (рис.8). Вхідні напруги моделі змінюються за допомогою подільників та контролюються за допомогою вольтметрів. Змінні у часі напруги конт-

ролюються за допомогою осцилографа та логічного аналізатора.

- 4.2. Змістом роботи є дослідження процесів у СІФК на готових моделях шляхом зміни вхідних даних (керуючої напруги та напруги зміщення, напруг U_{01} , U_{02} пристрою синхронізації, амплітуди опорної напруги тощо).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Писарев А.Л., Деткин Л.П. Управление тиристорными преобразователями. -М.:Энергия, 1975.-264 с.
2. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. -М.:Энергоатомиздат, 1988.-320 с.
3. Казачковський М.М. Керовані випрямлячі.-Дніпропетровськ: НГА України, 1999.-229 с.