

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З НАВЧАЛЬНОЇ
ДИСЦИПЛІНИ
«ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ»
(ЧАСТИНА 2)
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ ЗІ
СПЕЦІАЛЬНОСТІ:
8.092204 – «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ
ВИРОБНИЦТВ»

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Проектування електромеханічних систем» (частина 2) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 8.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Укладач: старш. викл. М.Ю. Юхименко

Рецензент: доц. А.І. Гладир

Кафедра САУЕ

Затверджено методичною радою КНУ імені Михайла Остроградського

Протокол № _____ від _____ 2011 р.

Заступник голови методичної ради _____ доц. С.А. Сергієнко

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Перелік лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота № 5 Вивчення навчального лабораторного стенда НЛС ПЛІС фірми ALTERA.....	5
Лабораторна робота № 6 Програмування лабораторного стенда НЛС ПЛІС.....	12
Лабораторна робота № 7 Розробка проекту складного цифрового пристрою на базі НЛС ПЛІС.....	15
Лабораторна робота № 8 Розробка системи керування ЕП на базі прогамованих логічних інтегральних схем фірми «ALTERA».....	24
Список літератури.....	42
Додаток А Опис деяких параметричних елементів САПР MAX+PLUS II.....	43

ВСТУП

Одним з напрямків прискорення розвитку науково-технічного прогресу є широке застосування при розробці нових машин, систем управління та пристроїв засобів автоматизації проектування. Для автоматизації проектування необхідно використовувати комплекс технічних засобів і математичного забезпечення їх роботи, що працює як єдина складна система автоматизованого проектування (САПР).

Пропоновані методичні вказівки щодо лабораторних робіт з дисципліни «Проектування електромеханічних систем» орієнтовані на студентів, що вивчили основи схемотехніки систем управління, ознайомилися з лабораторними стендами і виконали на них лабораторні роботи з використанням типових систем управління електроприводом промислових механізмів, і призначені для оволодіння практичною методикою самостійної постановки, підготовки і вирішення інженерних задач на ПЕОМ з використанням засобів САПР.

Лабораторні роботи, що виконуються в умовах навчальної лабораторії, мають на меті полегшити вивчення студентами процесів у складних динамічних системах шляхом експериментального спостереження процесів і їх аналізу. Одночасно з цим здобуваються практичні навички роботи з системами керування ЕП і вимірювальною апаратурою. Особлива увага приділяється використанню САПР для розробки, реалізації і налагодження альтернативних систем керування. У ході виконання лабораторних робіт з розробки систем керування на базі ПЛІС студенти здобувають навички роботи із САПР і реалізації систем керування на сучасній елементній базі, підключення й узгодження їх із силовими колами стенда, керування режимами роботи двигуна.

Запропоновані методичні вказівки складаються з чотирьох лабораторних робіт, в яких розглядається процес проектування, конструювання та реалізації систем управління електроприводом на базі ПЛІС з використанням системи автоматизованого проектування MAX+Plus II фірми ALTERA.

ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 5

Тема Моделювання цифрових схем з використанням параметричних елементів

Мета: Надбання навичок використання параметричних елементів (LPM function) у САПР MAX+PLUS II, експериментальне дослідження лічильників і регістрів, побудованих на їх основі.

Короткі теоретичні відомості

Регістри та лічильники належать до розряду цифрових пристроїв і є одними з найпоширеніших елементів обчислювальної техніки. Вони широко використовуються для побудови пристроїв введення, виведення й збереження інформації, а також для виконання деяких арифметичних і логічних операцій.

Для побудови лічильників і регістрів використовуються синхронні тригери, перемикання яких відбувається тільки при наявності синхронізуючого сигналу (синхроімпульсу) на вході С. Найбільш часто для побудови регістрів і лічильників використовується універсальний D-тригер, що має спеціальний інформаційний вхід D, і динамічний вхід С (рис.5.1).

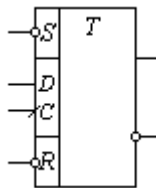


Рисунок 5.1 – D - тригер

Пристрій, називаний лічильником, призначений для підрахунку числа сигналів (імпульсів), що надходять на його вхід у довільній системі числення. Двійкові лічильники будуються на основі тригерів, які працюють у рахунковому режимі (Т-тригер або рахунковий тригер).

Рахунковий тригер може бути отриманий з універсального D-тригера шляхом з'єднання його інверсного виходу Q із входом D.

Рахунковий тригер і епюри сигналів, що пояснюють його роботу,

представлені на рис.5.2.

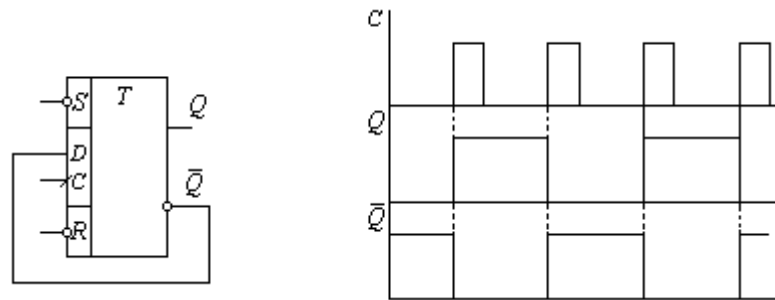


Рисунок 5.2 – Рахунковий тригер і часові діаграми його роботи

У рахункового тригера стан виходу змінюється на протилежний при надходженні на вхід С кожного чергового рахункового імпульсу.

Функціональна схема та умовне графічне позначення двійкового лічильника з коефіцієнтом перерахування 2^3 представлена на рис. 5.3.

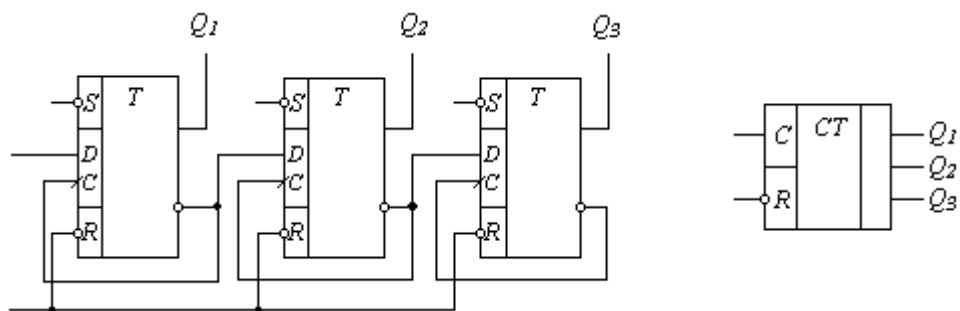


Рисунок 5.3 – Двійковий лічильник

Кожний імпульс, що надходить на вхід лічильника, перемикає перший тригер у протилежний стан (рис. 5.4). Сигнал з інверсного виходу попереднього тригера є вхідним сигналом для наступного і, таким чином, комбінація сигналів на виходах Q_1 , Q_2 , Q_3 буде відповідати числу імпульсів, що надійшли на вхід лічильника, представленому у двійковому коді. Лічильник такого типу називається асинхронним лічильником.

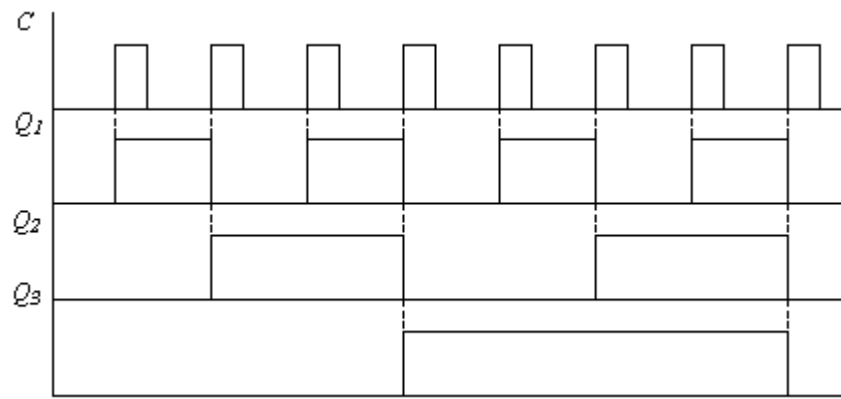


Рисунок 5.4 – Часові діаграми роботи двійкового лічильника

Якщо на рахунковий вхід кожного наступного тригера лічильника подавати сигнал з прямого виходу попереднього тригера, то лічильник буде виконувати операцію віднімання. Лічильники, здатні виконувати функції додавання й віднімання, називаються реверсивними.

Для побудови лічильника з необхідним коефіцієнтом перерахування K_c , що відрізняється від величини 2^N (N - число двійкових розрядів лічильника), використовується примусове скидання лічильника у вихідний стан при досягненні лічильником числа K_c .

Пристрій, що називається регістром, слугує в основному для зберігання чисел у двійковому коді при виконанні над ними різних арифметичних і логічних операцій. За допомогою регістрів виконуються такі дії над числами, як передача їх з одного пристрою в інший, арифметичний та логічний зсув убік молодших або старших розрядів, перетворення коду з послідовного на паралельний і навпаки тощо.

Функціональна схема та умовно-графічне позначення регістра зсуву представлені на рис. 5.5.

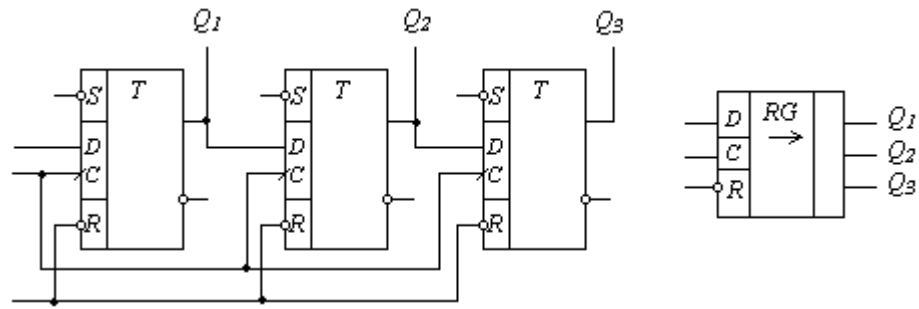


Рисунок 5.5 – Регістр зсуву

Послідовний інформаційний код надходить на вхід D регістра. Імпульс команди зсуву C подається одночасно на синхронізуючі входи всіх тригерів регістра й переводить кожний тригер у стан, у якому перебував тригер попереднього розряду. Таким чином, кожний імпульс команди зсуву «просуває» записуване число на один розряд вправо.

При введенні зворотного зв'язку в регістр зсуву, останній перетворюється на замкнуте кільце, в якому під впливом тактових імпульсів циркулює введена до регістру інформація. Такі регістри називають кільцевими лічильниками. Кодова одиниця, введена до першого тригера, циркулює протягом всього часу існування тактових імпульсів, що подаються на входи C усіх тригерів лічильника. Тактовий імпульс перемикає тригер зі стану «1», на стан «0». Оскільки вихід Q цього тригера пов'язаний із входом D наступного тригера, то останній встановлюється в стан «1» і т. д. Кількість станів такого лічильника дорівнює кількості тригерів.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити правила побудови та принципи роботи тригерів і побудови на їх основі логічних схем.
2. Створити проект логічної схеми за вказівкою викладача засобами графічного редактора САПР MAX+PLUS II.
3. Виконати симуляцію роботи схеми, намалювати діаграми роботи та за її результатами заповнити таблицю істинності модельованої схеми.
4. Спроекувати цю саму електричну схему, але з використанням

параметричних елементів САПР MAX+PLUS II, перевірити її роботу в сигнальному редакторі та оцінити кількісні значення часових затримок у схемі.

5. Відповісти на контрольні запитання, оформити звіт з виконаної роботи.

Реалізація проекту на параметричних елементах

Застосування параметричних елементів САПР MAX+PLUS II у розробці проектів цифрових схем розглянемо на прикладі реалізації реверсивного лічильника з розрядністю 4.

Створимо новий файл графічного редактора й збережемо його під певним ім'ям (наприклад: lab_5) у попередньо створеному каталозі ..\max2work\lab_5. Подвійним клацанням правої кнопки миші відкриваємо меню введення символів (Enter Symbol), обираємо бібліотеку mega_lpm і в ній знаходимо елемент lpm_counter. Після натискання кнопки «Ok» з'являється вікно (Edit Ports/Parameters) редагування параметрів і входів/виходів лічильника (рис. 5.6). Вибравши необхідні входи/виходи лічильника в полі Ports і задавши розрядність LPM_WIDTH і напрямком рахунку LPM_DIRECTION (у даному прикладі: віднімання) у полі Parameters, натискаємо кнопку «Ok».

Далі розподіляємо вхідні та вихідні виводи схеми проекту. Після того, як схема створена, виконуємо перевірку на предмет наявності помилок введення схеми, для чого запускаємо додаток компілятор.

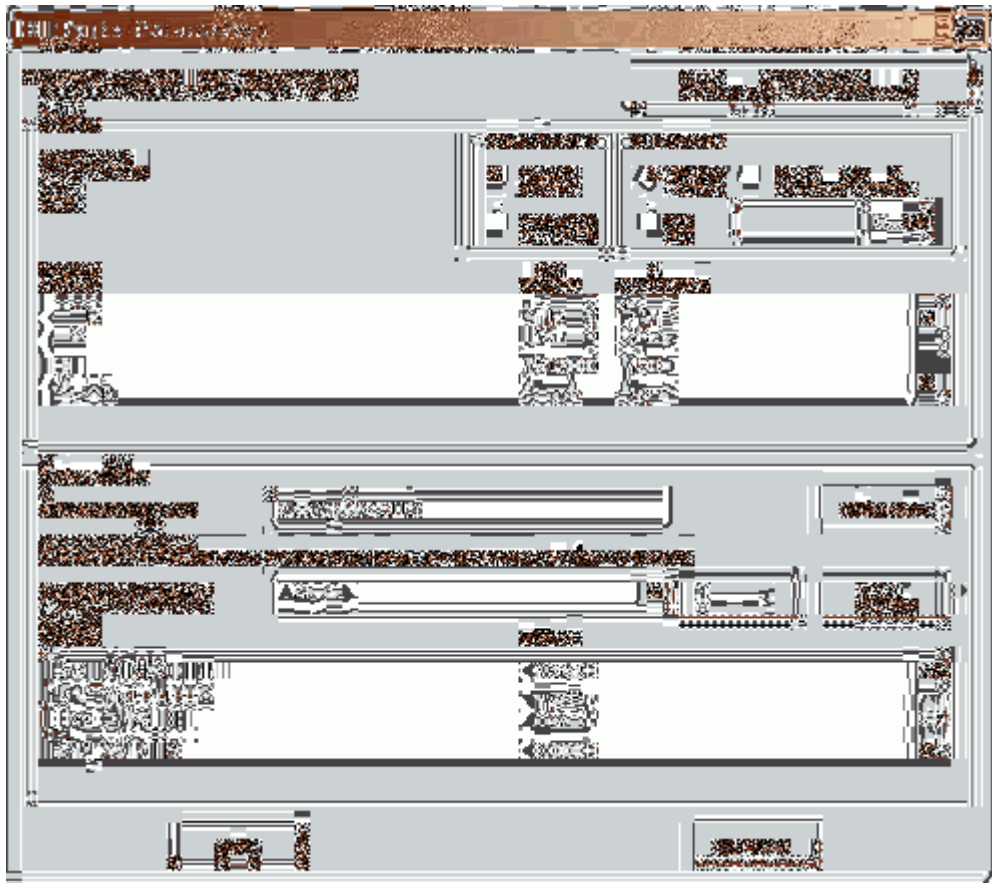


Рисунок 5.6 – Вікно редагування параметрів лічильника

У разі, якщо компіляція пройшла успішно, створюємо файл симулятора для аналізу роботи лічильника. У створеному файлі задаємо вхідний (in) періодичний сигнал з періодом проходження імпульсів у 20 нс. Зберігаємо файл і запускаємо симулятор. Результатом симуляції будуть діаграми роботи лічильника, наведені на рис. 5.7.

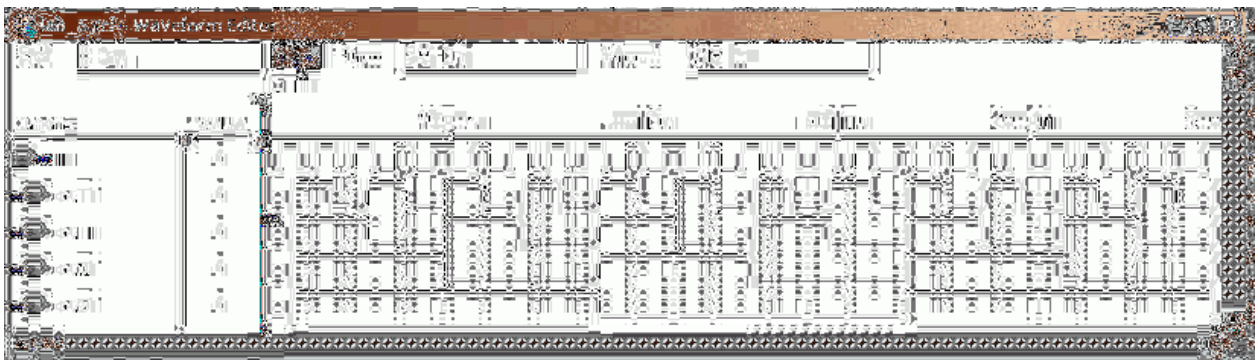


Рисунок 5.7 – Результат моделювання роботи лічильника

Для аналізу часових затримок запускаємо часовий аналізатор (Timing Analyzer) і натискаємо кнопку START. Результати часового аналізу представлені на рис. 5.8.

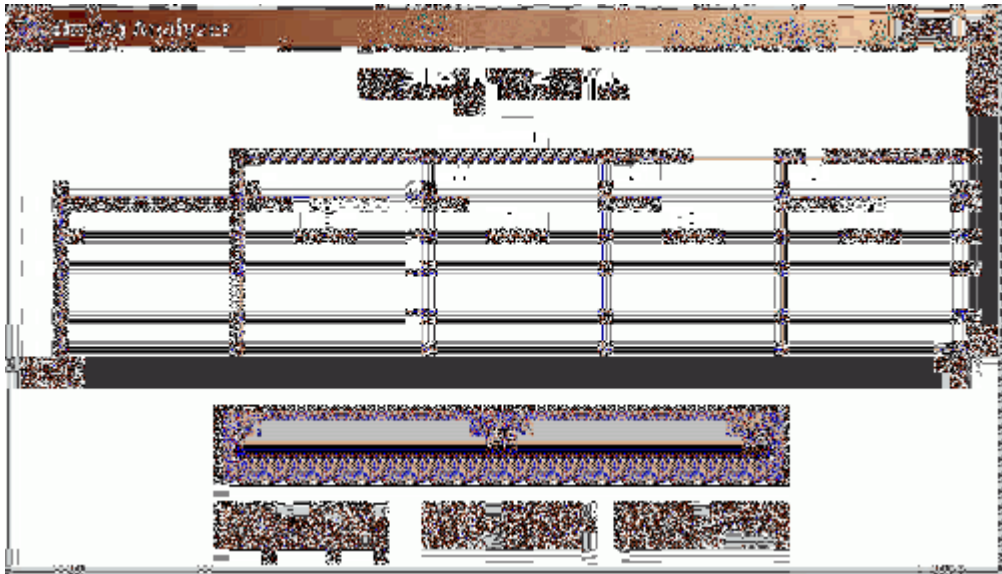


Рисунок 5.8 – Таблиця часових затримок досліджуваного лічильника

З рис. 5.8 видно, що затримка проходження сигналу від входу до кожного з виходів лічильника становить близько 6,5 нс. Такі результати отримані при призначенні ПЛІС типу EP610PLC-10. Якщо для реалізації проекту вибрати ПЛІС сімейства MAX7000S, то часові затримки в роботі лічильника складуть 3 нс. Опис деяких параметричних елементів САПР MAX+PLUS II представлено в додатку А.

Зміст звіту

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Рисунок логічної схеми, що проектувалася в ході лабораторної роботи.
3. Короткі відомості щодо призначення параметричних елементів САПР MAX+PLUS.
4. Висновки з роботи.

Контрольні питання

1. Поясніть поняття «параметричний елемент». Які параметричні елементи доступні в САПР MAX+PLUS II?

2. Поясніть принцип роботи лічильника побудованого на тригерах.
3. Які типи лічильників існують?
4. Поясніть призначення пунктів меню Edit Ports/Parameters.
5. Чим обмежується максимальна швидкість роботи лічильника?
6. Яка максимальна частота роботи лічильника, розробленого в ході виконання лабораторної роботи?

Література: [1, с. 104-110; 2, с. 87-95; 3, с. 145-156; 4, с. 32-39].

Лабораторна робота №6

Тема. Програмування лабораторного стенда НЛС ПЛІС

Мета: отримати навички програмування ПЛІС з використанням програматора ByteBlaster і дослідити роботу схеми за допомогою лабораторного стенда НЛС ПЛІС.

Короткі теоретичні відомості

Таблиця 6.1 – Характеристика апаратних засобів фірми ALTERA

\	Зовнішні апаратні засоби програмування ¹	BitBlaster™ - послідовний кабель завантаження	ByteBlaster™ - паралельний кабель завантаження
Стандартний пристрій програмування	Так	-	-
Програмування у системі	-	Так	Так
Реконфігурування в схемі	-	Так	Так

¹Зовнішні апаратні засоби програмування містять у собі логічну програмуючу плату (LP6) та основний програмуючий модуль (MPU).

Master Programmer Unit (MPU) – апаратний модуль, що використовується разом з відповідним адаптером для програмування ПЛІС. MPU з'єднується з LP6 за допомогою шлейфа через 25-контактне рознімання. Стан процесу

програмування відбивається на світлодіодних індикаторах MPU. ALTERA пропонує три типи адаптерів для програмування ПЛІС: PLM-prefix адаптери, PLE-prefix адаптери, і PLAD 3-12 сумісні адаптери. Кожний адаптер містить одне з наступних рознімань: DIP, PLCC/JLCC, PGA, SOIC або QFP. Ці адаптери підключаються безпосередньо до MPU. Кожний адаптер забезпечує підтримку програмування для певного класу пристроїв. Крім того PLM-prefix адаптери (крім PLMJ1213 і PLMT1064) підтримують функціональне тестування запрограмованих пристроїв. PLMJ 1213 і PLMT1064 адаптери можуть програмувати конфігураційний ПЗП. Кожний PLE-prefix адаптер забезпечує підтримку програмування для певного класичного (Classic) пристрою.

BitBlaster – послідовний кабель завантаження – апаратний інтерфейс на стандартний персональний комп'ютер або UNIX робочу станцію з портом RS-232, що забезпечує конфігурування пристроїв FLEX10K, FLEX8000, FLEX6000 і програмування пристроїв сімейств MAX9000, MAX7000S і MAX7000A. Рознімання з 25 виводами на кабелі завантаження BitBlaster з'єднується з портом RS-232 стандартним послідовним кабелем. Рознімання з 10 контактами на кабелі завантаження BitBlaster з'єднується з пристроєм на платі проектного виробу. Кабель BitBlaster містить індикатори стану, які вказують стан конфігурації пристрою або програмування.

ByteBlaster – паралельний кабель завантаження – апаратний інтерфейс для стандартного паралельного порта (LPT-порт). Цей кабель дозволяє конфігурувати пристрої FLEX10K, FLEX8000 і FLEX6000, а також програмувати пристрої MAX9000, MAX7000S і MAX7000A. Кабель завантаження ByteBlaster має 25-вивідне рознімання, що з'єднується з паралельним портом ПЕОМ, та 10-контактне рознімання, що з'єднується із платою пристрою, що програмується.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із принципами програмування ПЛІС ALTERA за допомогою пристрою ByteBlaster.

2. Запрограмувати лабораторний стенд для виконання функцій схеми розроблювальної в одній з лабораторних робіт.
3. Дослідити роботу схеми, порівняти практичні та теоретичні результати досліджень.
4. Відповісти на контрольні питання, оформити звіт з виконаної роботи.

Зміст звіту

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Схема логічного пристрою, створеного засобами графічного редактора САПР MAX+PLUS II.
3. Коротка характеристика пристрою ByteBlaster і опис послідовності дій при програмуванні ПЛІС.
4. Висновки з роботи.

Контрольні питання

1. Поясніть призначення і дайте стисло характеристику апаратних засобів для програмування ПЛІС Altera.
2. Назвіть основні особливості використання ПЛІС порівняно з пристроями на «жорсткій» логіці.
3. Які основні характеристики програмувальних логічних інтегральних схем фірми Altera?
4. Опишіть процедуру програмування ПЛІС створюваного нового проекту логічної схеми в середовищі САПР MAX+PLUS II.
5. Дайте стисло характеристику додатків середовища САПР MAX+PLUS II, що забезпечують створення проекту логічного пристрою.
6. Опишіть процес симуляції роботи проекрованої схеми в САПР MAX+PLUS II.
7. Поясніть основні принципи створення програми в редакторі середовища САПР MAX+PLUS II.
8. Дайте характеристику процедури програмування ПЛІС, розміщеної на платі кінцевого виробу.

Література: [1, с. 164-180; 2, с. 79-85; 3, с. 125-136; 7, с. 20-41].

Лабораторна робота №7

Тема Розробка проекту складного цифрового пристрою на базі НЛС ПЛІС

Мета: спроектувати складний цифровий пристрій за допомогою САПР MAX+PLUS II. Дослідити роботу пристрою з використанням редакторів САПР MAX+PLUS II і лабораторного стенда НЛС ПЛІС.

Короткі теоретичні відомості

На першому етапі проектування на підставі аналізу технічного завдання (ТЗ) виявляються специфічні вимоги проекту, що дозволяють зупинити свій вибір на певній фірмі, що випускає великі інтегральні схеми програмованої логіки, і на певному сімействі ПЛІС цієї фірми. Відбір здійснюється на основі аналізу характеристик як самих ВІС – логічних, конструктивних, експлуатаційних, вартісних, так і на аналізі властивостей необхідної або припустимої САПР. Найчастіше вибір визначається вже наявним практичним доробком і досвідом роботи проектувальника із продукцією та САПР певної фірми. У цьому випадку уточнюється сімейство, архітектурні та експлуатаційні характеристики якого задовольняють вимогам ТЗ. Вибір сімейства може істотно залежати від специфічних вимог проекту, наприклад, необхідності відповідності певним інтерфейсним стандартам, вимоги наявності швидкісної вбудованої пам'яті значного обсягу, підвищеної радіаційної стійкості й т. д. На вибір можуть впливати й такі характеристики, як умови поставок, оголошення про розробку перспективних модифікацій сімейства й ряд інших міркувань. Одним із самих неприємних (і затратних за сукупністю наслідків) варіантів є з'ясування в ході виконання проекту неможливості його реалізації на продукції вибраної фірми.

Аналіз комплексу інтерфейсних вимог до проєктованого пристрою дозволяє конкретизувати кількість зовнішніх контактів, необхідних для реалізації проекту, тобто типорозмір корпусу ВІС вибраного сімейства ПЛІС. Складність проекту або певні вимоги до проекту (наприклад, швидкісні характеристики) можуть приводити до доцільності використання на початкових етапах проектування групи САПР сторонніх фірм.

Специфікація проекту

Завдання цього етапу – перехід від технічного завдання до формалізованого опису проектованого пристрою. Як правило, ТЗ є комбінацією словесного та технічного опису, його формалізація призводить до виявлення основних блоків пристрою (або алгоритму) і визначення їх зв'язків і/або взаємодії. По суті, саме в цей момент реалізуються початкові дії другого етапу. Формально ж зміст робіт цього етапу проекту – розбиття завдання на окремі функціонально відособлені підзадачі – етап декомпозиції. Спосіб і засоби розбиття найчастіше визначаються саме функціональної завершеністю та відособленістю окремих фрагментів, хоча в значній мірі тут суттєву роль відіграють просто вподобання проектувальника, і лише іноді розбивка є повністю визначеною. Сама форма ТЗ може провокувати проектувальника на використання тих або інших засобів, хоча не виключено, що більш ефективним міг би бути інший метод опису проекту або його фрагментів. Декомпозиція може зводитися до складання схем алгоритмів функціонування фрагментів або до функціональної схеми пристрою і його частин. Можливим варіантом для досить складних систем буде розумне сполучення і поведінкової, і структурної розбивки проекту. Розбивка здійснюється не тільки в рамках одного рівня ієрархії. Для більшості проектів здійснюється ще й розбивка на ієрархічно-організовані рівні.

Істотним завданням, розв'язуваним на цьому етапі, є уточнення й узгодження із замовником інтерфейсних функцій проектованого пристрою. При цьому уточнюється реалізація протоколів зовнішнього обміну. Саме необхідні часові характеристики та правила взаємодії із зовнішніми приладами визначають припустиму організацію й структуру внутрішніх вузлів проекту.

Використання САПР на цьому етапі проектування поки що явище досить рідке, хоча для реалізації сучасних дуже складних проектів (кілька сотень тисяч вентилів) все частіше використовуються спеціальні блокові редактори, що дозволяють здійснювати декомпозицію проекту без деталізації складових частин. Прикладом може служити САПР Quartus фірми Altera, що має у своєму

складі спеціальний засіб для редагування проекту на рівні блоків (block-level editing).

Розробка загальної структури проекту

Основні завдання цього етапу проектування – вибір припустимих для реалізації кожного рівня ієрархії елементів, визначення зв'язків між ними, і якщо параметри елементів є такими, що потребують настроювання, то й їх настроювання. Ряд моментів є для даного етапу визначальним: з одного боку – це джерело набору припустимих елементів, а з іншого боку – засобів опису з'єднань елементів між собою, а при необхідності, і можливість опису нових (специфічних для конкретного проекту) елементів.

Як вже вказувалося, можливий як лише часовий (поведінковий), так і тільки просторовий (архітектурно-структурний) опис проекту. Однак зазвичай доцільно сполучати обидві можливості. При розробці пристроїв з цифровим поданням інформації буває природною розбивка їх на два блоки: операційний блок і пристрій керування. Операційний блок (ОБ) виконує перетворення даних і будується зі стандартних частин (частин з певною поведінкою), а пристрій керування (пристрій керування, ПК) забезпечує необхідну послідовність операцій, виконуваних у ОБ (одному або декількох). Для цього ПК передає на входи ОБ керуючі сигнали. Послідовність дій і відповідність керуючих сигналів залежить від результатів операцій у ОБ та зовнішніх впливів. Звідси видно, що ПК зручно задавати у формі кінцевого автомата з пам'яттю (АП) того чи іншого типу.

У складних проектах можливий поділ ПК на декілька функціонально слабко пов'язаних пар «ОБ-ПК» на одному рівні ієрархії або створення пари, ієрархічно інтегрованої в ОБ (рідше в ПК).

Приклад реалізації проекту з комбінованим описом

Порядок використання основних додатків системи MAX+PLUS II розглянемо на прикладі розробки проекту секундоміра. Як індикатор використовується чотири семисегментних індикатори із загальним катодом, тобто сигнали керування сегментами повинні мати активні високі рівні для

підсвічування сегментів.

Основними елементами такого пристрою є:

- схема розподілу тактового сигналу генератора;
- рахунковий каскад секунд і хвилин;
- комбінаційні схеми перетворення двійкових кодів у сигнали керування сегментами індикатора.

У розроблювальний проект доцільно включити два рівні ієрархії:

- рівень структурних елементів, у який входить схема розподілу сигналу генератора, схеми лічильників секунд і хвилин, комбінаційні схеми перетворення двійкових кодів у сигнали керування сегментами індикатора;
- рівень проекту в цілому.

Перед початком роботи в системі MAX+PLUS II у робочому каталозі системи, що був створений при інсталяції САПР за замовчуванням, C:\max2work необхідно створити каталог, у якому будуть перебувати файли проекту. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи MAX+PLUS II створює велику кількість допоміжних файлів, що належать тільки до даного проекту. Так само рекомендується видаляти файли, що належать до проекту тільки через меню «File\Delete File...» [2] .

Розробку проекту можна розпочати із проектування двійково-десятькового лічильника в графічному редакторі (Graphic Editor). Двійково-десятьковий лічильник може бути побудований на Т-тригерах за схемою, представленою на рис. 7.1.

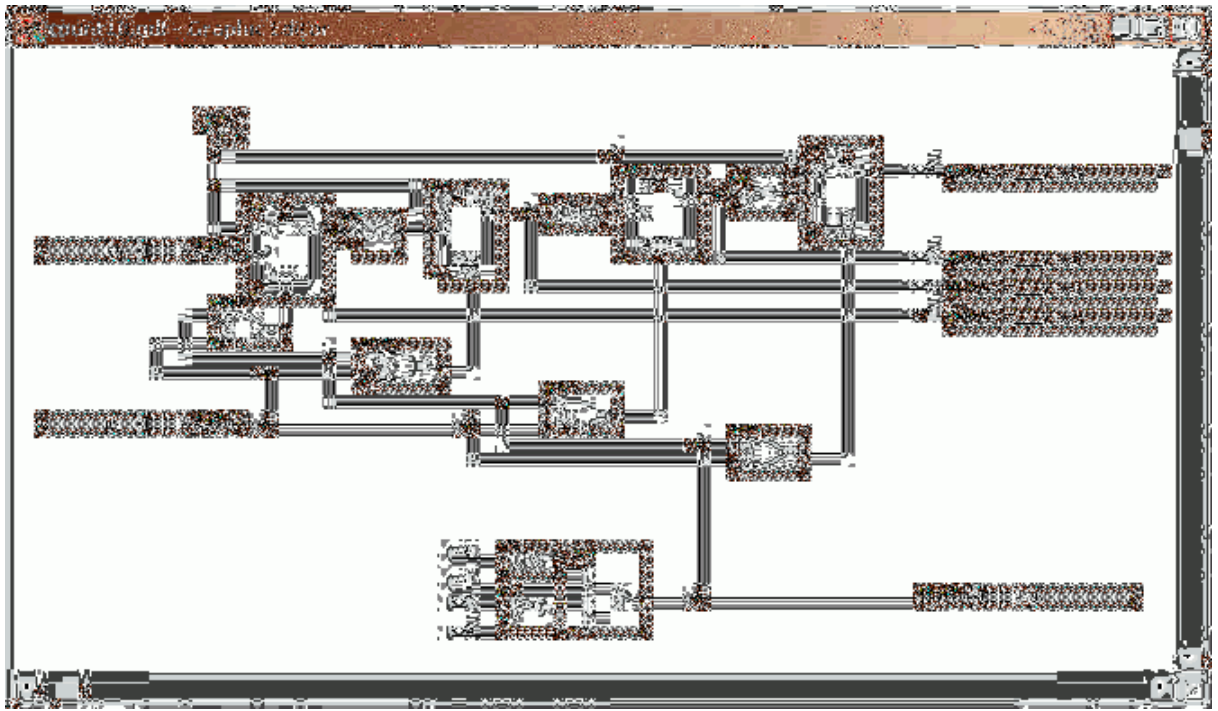



Рисунок 7.1 – Схема двійково-десятькового лічильника, створена в середовищі графічного редактора

У процесі розробки можна користуватися бібліотеками примітивів, макрофункцій, LPM – функцій, які доступні через меню «Symbol\Enter Symbol...», або подвійним клацанням лівої кнопки миші на вільному місці вікна графічного редактора.

Для включення схеми лічильника у файл верхнього рівня ієрархії проекту секундоміра необхідно створити символ проекту лічильника через меню «File\Create Default Symbol», причому перед створенням символу необхідно провести перевірку на предмет наявності можливих помилок через меню «File\Project\Save & Check» або натисканням відповідної кнопки  на панелі інструментів.

Для створення проекту дешифратора вихідного двійкового коду лічильників у сигнали керування елементами семисегментних індикаторів можна скористатися текстовим редактором (Text Editor), у якому алгоритм роботи представлений мовою опису цифрової апаратури, у даному випадку мовою AHDL [3].

Для завдання відповідності двійкових кодів кодам керування

семисегментних індикаторів мовою AHDL використовується оголошення TABLE. На рис. 7.2 наведений текст файлу 7seg.tdf, що описує логіку роботи дешифратора.

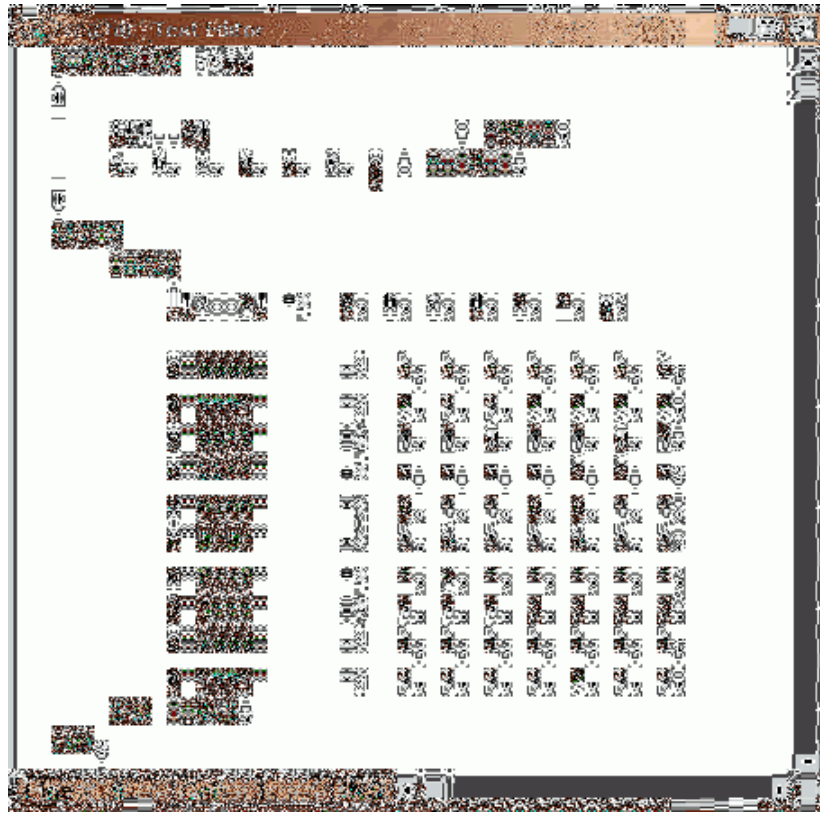


Рисунок 7.2 – Опис логіки дешифратора

Далі, як було описано вище, створюється символ проекту дешифратора, із призначенням файлу 7seg.tdf файлом верхнього рівня ієрархії проекту секундоміра.

Для реалізації секундоміра необхідний подільник вхідних тактових імпульсів генератора з відповідним коефіцієнтом поділу. Наприклад, для поділу частоти генератора лабораторного стенда необхідний подільник з коефіцієнтом поділу $8 \cdot 10^6$, його символ також можна створити в кожному з редакторів САПР MAX+PLUS II.

Після того як всі елементи проєктованого пристрою створені, переходимо до створення файлу верхнього рівня. На рис. 7.3 наведена загальна схема проєкту секундоміра, де елемент DIV являє собою дільник вхідних імпульсів з коефіцієнтом поділу $8 \cdot 10^6$, елемент COUNT6 – двійково-десятковий лічильник з

коефіцієнтом рахунку, що дорівнює 6, COUNTER – двійково-десятковий лічильник з коефіцієнтом рахунку 10, 7SEG – дешифратор.

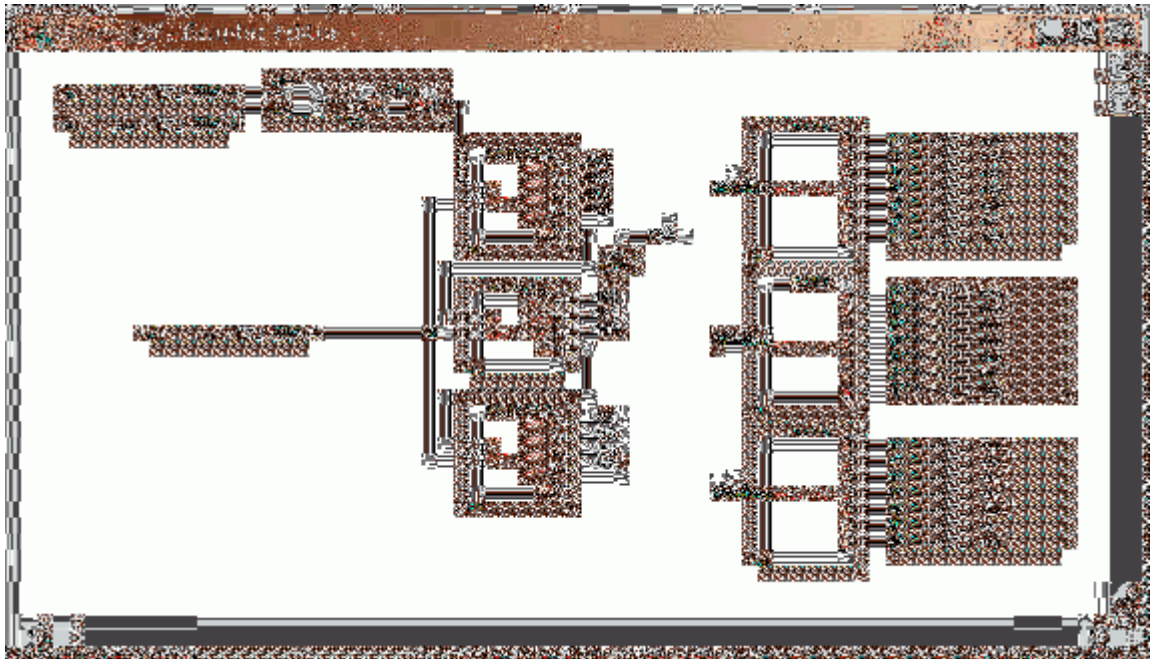


Рисунок 7.3 – Схема проекту секундоміра

Далі відповідно до послідовності розробки проектів на базі ПЛІС виконується призначення типу мікросхеми для реалізації розробленого проекту (меню «Assign\Device...») і призначення виводів ПЛІС (меню «Assign\PinLocationChip...») або за допомогою редактора зв'язків (Floorplan Editor)). Після того як всі призначення проведені, проект необхідно відкомпілювати та виконати симуляцію. На завершення процесу компіляції створюється файл для подальшого конфігурування ПЛІС.

Перевірка правильності функціонування введеної схеми виконується за допомогою сигнального редактора (Waveform Editor). Для цього відкриваємо сигнальний редактор і створюємо в ньому файл із розширенням *.scf. У створеному файлі за допомогою меню File/End Time... задаємо час моделювання, а в меню Options/Grid Size... крок сітки моделювання. Далі подвійним клацанням правої кнопки миші на полі Name викликаємо меню Insert Node (рис. 7.4), за допомогою якого вибираємо входи й виходи схеми. Для вхідних виводів задаємо їх значення протягом необхідного часу моделювання. Після того, як вхідні значення задані, відкриваємо вікно

симулятора (Simulator Window) (рис. 7.5) й запускаємо його, натиснувши кнопку START.

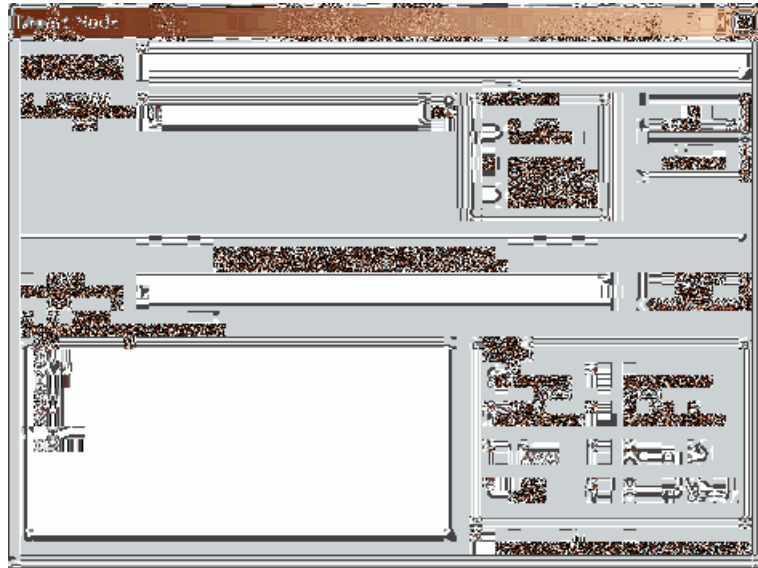


Рисунок 7.4 – Меню Insert Node



Рисунок 7.5 – Вікно симулятора (Simulator Window)

Результати моделювання роботи схеми лабораторної роботи представлені на рис. 7.6.

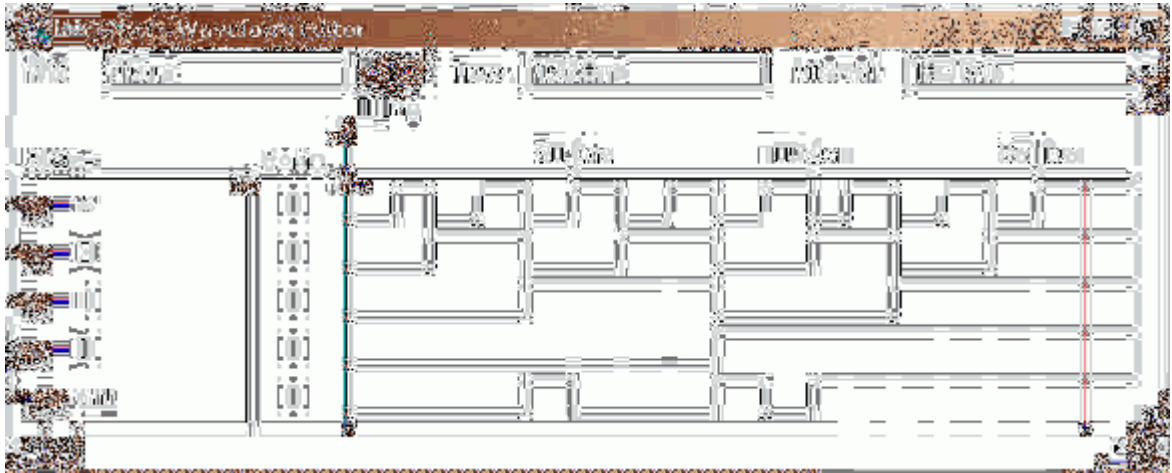


Рисунок 7.6 – Результати моделювання роботи схеми в сигнальному редакторі

Процес конфігурування ПЛІС починається натисканням на кнопку «Configure» вікна програматора САПР MAX+PLUS II.

Після успішного конфігурування НЛС ПЛІС відразу ж готовий до виконання функцій секундоміра. На семисегментних індикаторах відображується відлік часу. Керування роботою пристрою здійснюється за допомогою кнопки пуску/зупинки рахунку та кнопки скидання секундоміра, визначених в процесі призначення виводів ПЛІС.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із принципами розробки складних цифрових пристроїв засобами САПР MAX+PLUS II.
2. Розробити структурну схему проєктованого пристрою.
3. Кожний функціональний блок проєктованого пристрою розробити окремо й об'єднати їх у загальний файл верхнього рівня.
4. Промоделювати роботу схеми в сигнальному редакторі, оцінити часові затримки схеми.
5. Дослідити роботу розробленого пристрою за допомогою лабораторного стенда.
6. Відповісти на контрольні питання, оформити звіт про виконану роботу.

Зміст звіту

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Структурна схему проектованого пристрою.
3. Результати моделювання роботи схеми засобами сигнального редактора, часові діаграми роботи схеми.
4. Висновки з роботи.

Контрольні питання

1. Поясніть принципи роботи розробленого пристрою.
2. Як реалізується лічильник із заданим числом рахунку?
3. Що таке дешифратор? Як реалізовані дешифратори у Вашій роботі?
4. Як призначити виводи ПЛІС в MAX+PLUS II?
5. Чи завжди необхідно прибігати до призначення виводів ПЛІС вручну, обґрунтуйте свою відповідь.

Література: [1, с. 220-232; 2, с. 181-192; 3, с. 201-216; 6, с. 40-49].

Лабораторна робота №8

Тема Розробка системи керування ЕП на базі прогамованих логічних інтегральних схем фірми «ALTERA»

Мета: вивчити можливості використання в системах керування електроприводом ПЛІС фірми ALTERA.

Короткі теоретичні відомості

Система кранового електропривода з магнітним контролером серії П забезпечує автоматичний пуск, реверсування і гальмування двигуна. Остаточне гальмування механізму провадиться механічним гальмом з електромагнітним приводом. Конструктивно типову панель П можна розділити на два блоки: блок управління і силовий блок.

Розгін, регулювання частоти обертання і моменту двигуна здійснюється зміною опору і схеми включення резисторів у ланцюзі якоря силовими контактами наступних контакторів: лінійний КЛ, напрямку обертання КВ і КН,

що забезпечують можливість реверсування, гальмування – КТ2, прискорення – КП і КУ1-КУ3.

Контактор КТ2 призначений для реалізації режиму динамічного гальмування шляхом включення в коло якоря двигуна опору $R_{ш}$.

Цифрова система управління електроприводом лабораторного стенда, призначена для заміни механічного командоконтролера, має забезпечувати виконання алгоритму, представленого на рис. 8.1.

Передбачається, що у якості вхідних буде використовуватися 3 сигнали: сигнал «вперед», «назад» і екстреної зупинки, що призводить до скидання усіх сигналів управління на виході автомата і зупинки привода.

При одноразовому натисканні кнопки «вперед» або «назад» відбувається запуск двигуна з повністю введеними у коло якоря пусковими опорами R1, R2, R3, R4, при цьому спрацювують лінійний контактор КЛ, а також один з контакторів, що відповідають за вибір напрямку обертання: КВ або КН. Двигун працює на першій штучній характеристиці. При повторному натисканні кнопок «вперед» або «назад» повинен спрацювати контактор прискорення КП, що зашунтує пусковий опір R1, і двигун вийде на другу штучну характеристику. Якщо кнопку «вперед» або «назад» натиснути третій раз, має спрацювати контактор прискорення КУ1.

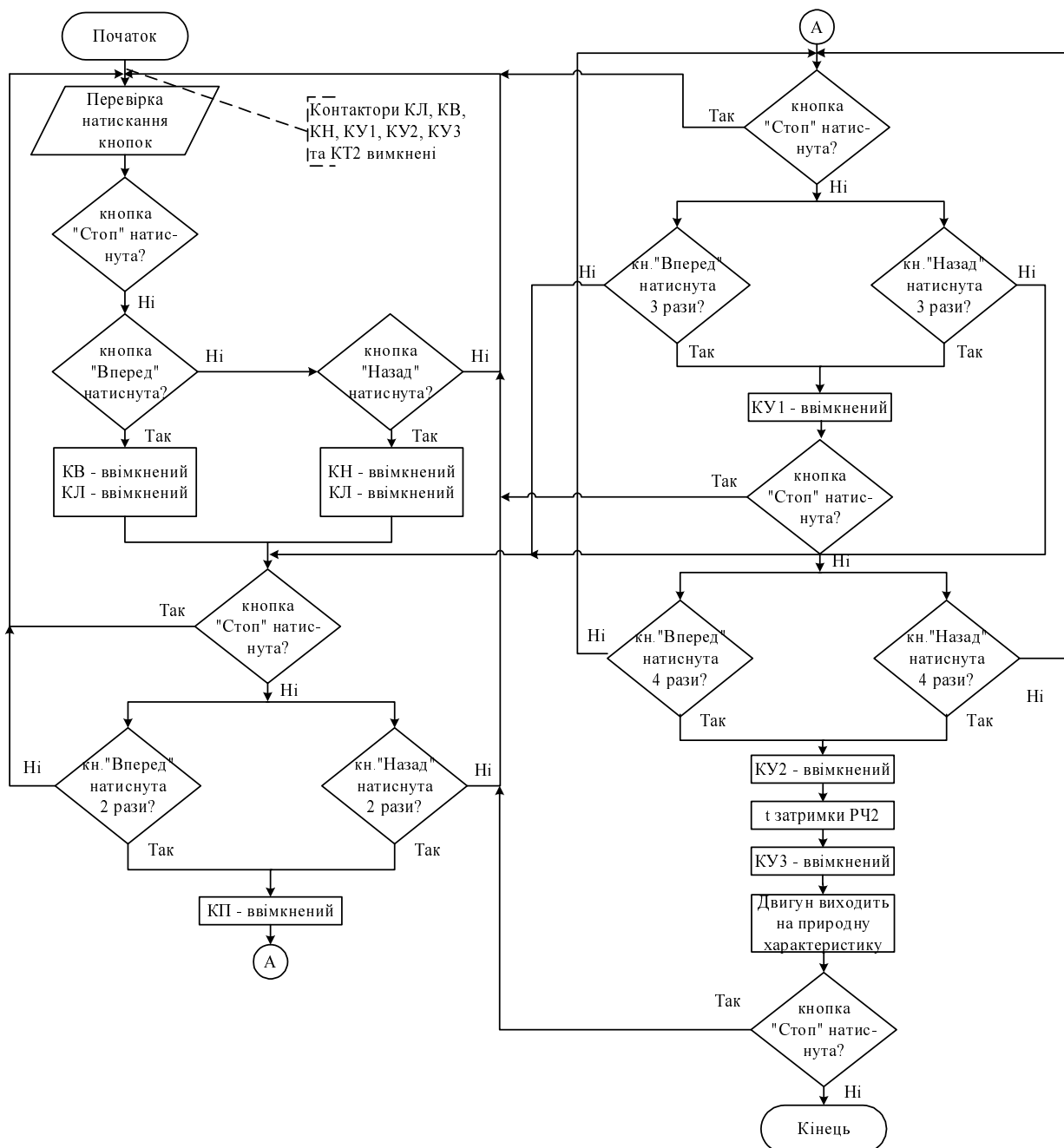


Рисунок 8.1 – Алгоритм функціонування цифрової системи управління електроприводом лабораторного стенда

Опис лабораторної установки

Загальний вигляд лабораторного стенда зображений на рис. 8.2. Експериментальна установка складається з робочого столу з панеллю керування і командоапаратом, електромашинного агрегату «двигун – навантажувальна машина», стійки з релейно-контакторною апаратурою системи керування типової панелі серії «П».

На передній панелі лабораторного стенда знаходиться складальна панель,

призначена для складання кола керування, зображеного на мнемосхемі установки. Складальна панель являє собою блок малогабаритних затискачів, до яких приєднані виводи елементів релейно-контакторної апаратури панелі П: котушки живлення контакторів і реле, блокувальні, нормально-замкнуті і нормально-розімкнуті контакти, контакти командоконтролера.

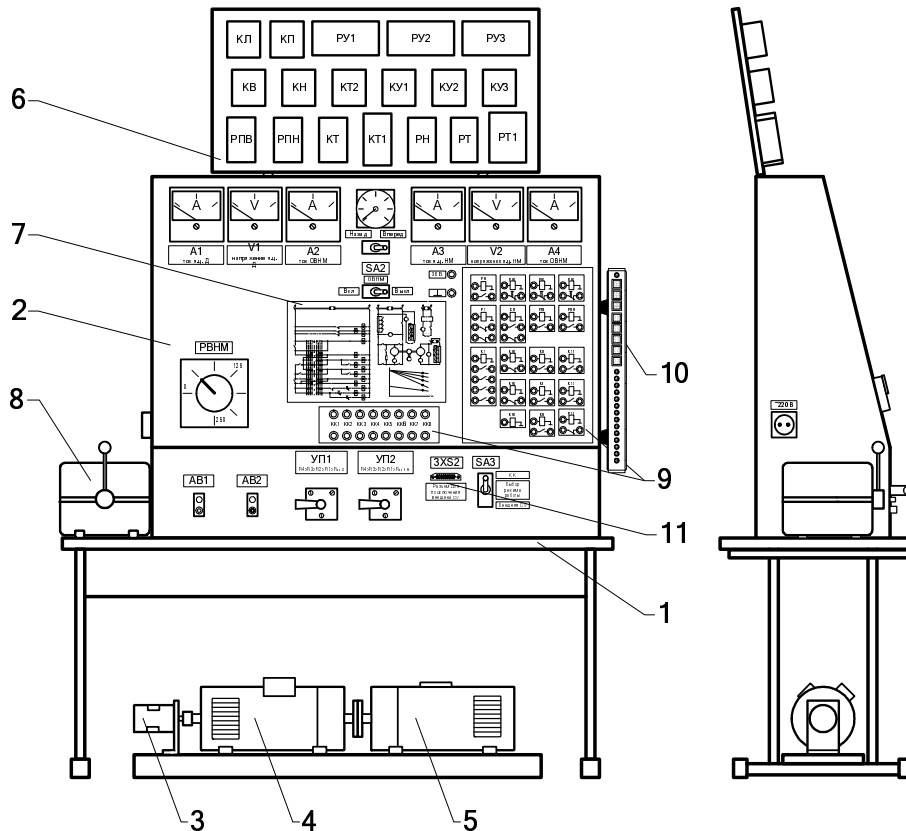


Рисунок 8.2 – Загальний вигляд лабораторного станда

На рис. 8.2 позначені:

- 1 робочий стіл;
- 2 панель керування;
- 3 тахогенератор ТМГ-30-П;
- 4 приводний двигун П-12-У4;
- 5 навантажувальна машина П-12-У4;
- 6 релейно-контакторна апаратура типової панелі П;
- 7 мнемосхема станда;
- 8 командоконтролер КП-1;
- 9 складальна панель;

10 блок СУ на базі ПЛІС;

11 рознімання для підключення зовнішньої СУ.

Таблиця 8.1 – Призначення контрольно-вимірювальних приладів лабораторної установки

Позначення	Прилад	Вимірювана величина
A1	Амперметр	Струм якірного кола двигуна Д на реостатних характеристиках
V1	Вольтметр	Напруга якірного кола двигуна Д
A2	Амперметр	Струм кола обмотки збудження двигуна Д
W	Тахометр	Частота обертання якоря двигуна Д
A3	Амперметр	Струм кола обмотки збудження навантажувальної машини НМ
A1-1	Амперметр	Струм якірного кола двигуна Д при шунтуванні якоря в режимі динамічного гальмування
A4	Амперметр	Струм якірного кола навантажувальної машини НМ
V2	Вольтметр	Напруга якірного кола навантажувальної машини НМ
XS	Рознімання	Підключення альтернативної системи керування

На мнемосхемі (рис. 8.3) представлена принципова електрична схема панелі П, наведений загальний вигляд електромеханічних характеристик. На стенді передбачена світлова індикація, що дозволяє контролювати хід вмикання релейно-контакторної апаратури панелі П і режими роботи двигуна у відповідності до положень ручки перемикача командоконтролера КК.

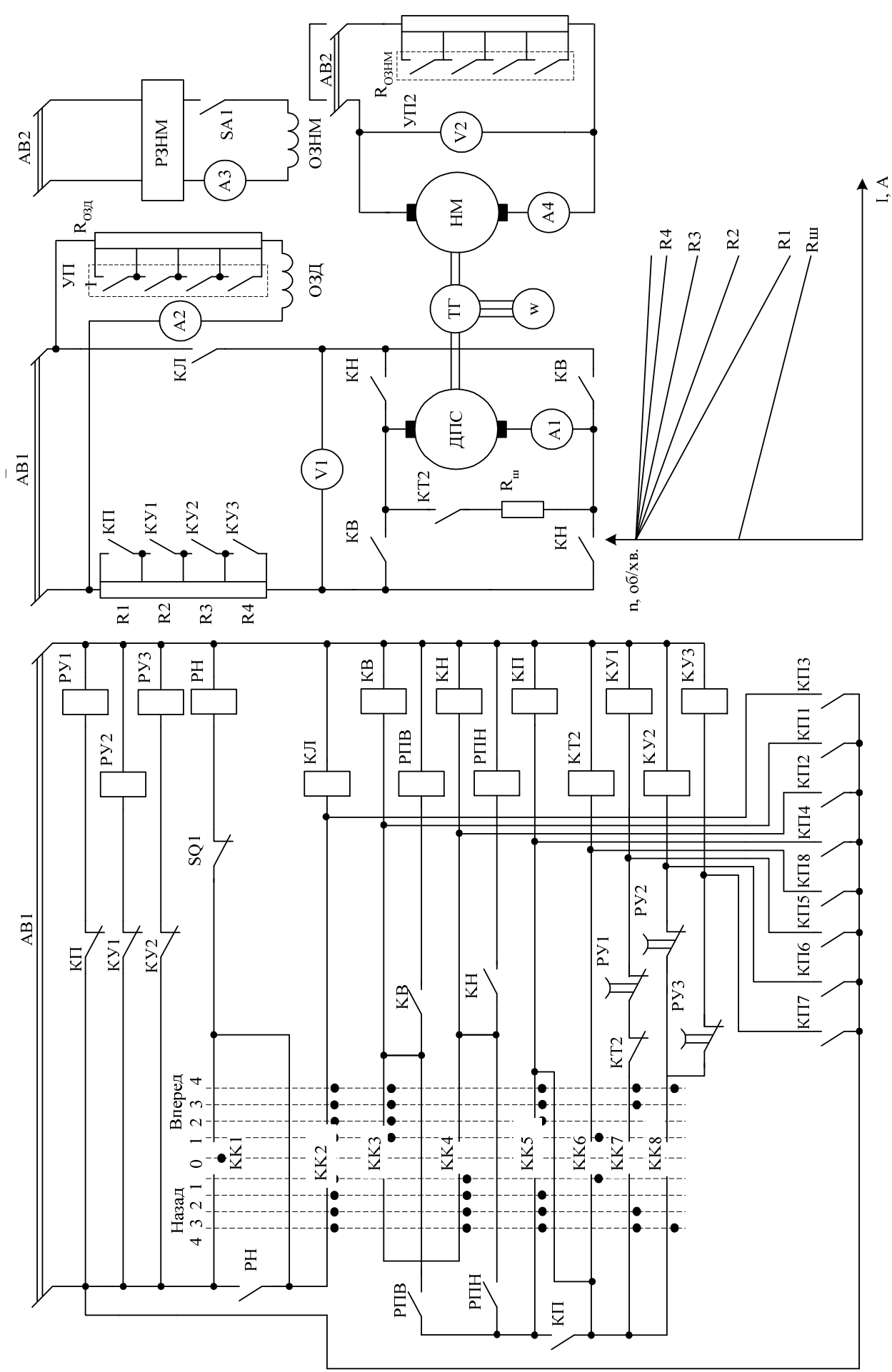


Рисунок 8.3 – Мнемосхема лабораторного стенду

Керуючий вплив на об'єкт управління (панель П), (як показано на рис. 8.3) формується або механічним командоконтролером КК, або альтернативною системою управління, реалізованою на базі ПЛІС. Цифрова система управління передає сигнали управління через пристрій узгодження.

На рис. 8.3 приведена схема кіл управління лабораторної установки з магнітним контролером, що має нульове й по чотири фіксованих положення на підйом і на спуск. Контроль прискорення при пуску, реверсуванні і гальмуванні двигуна здійснюється у функції часу.

При ввімкненні автоматичного вимикача АВ1 подається напруга живлення в силове коло і на схему управління. За допомогою нормально-замкнених контактів КП, КУ1, КУ2 спрацьовують котушки реле часу РУ1, РУ2, РУ3 відповідно. Їх контакти, що виконують розмикання зі сповільненням, які спрацьовують при поверненні важеля командоконтролера, розмикають коло живлення котушок реле прискорення КУ1, КУ2, КУ3, блокуючи тим самим їх вмикання.

Нульовий захист, реалізований реле напруги РН, дозволяє подачу напруги в коло керування та пуск двигуна тільки при нульовому положенні рукоятки командоконтролера.

В нульовому положенні командоконтролера двигун механічно загальмований, при цьому замкнутий контакт КК1, спрацьовує реле РН і своїм замикаючим контактом шунтує контакт КК1 командоконтролера, перемикаючись на саможивлення і забезпечуючи подачу напруги в коло керування. Схема пуску двигуна готова до роботи.

При переведенні в перше положення рукоятки контролера замикаються контакти КК2, КК6, КК3 (у випадку вибору режиму «Підйом») чи КК4 (у випадку режиму «Спуск»). При цьому спрацьовує лінійний контактор КЛ і контактор КВ (у випадку вибору режиму «Підйом») чи КН (у випадку режиму «Спуск»).

Двигун Д працює при цілком введених у якірне коло резисторах R1, R2, R3, R4. У залежності від обраного напрямку обертання двигуна спрацьовує

проміжне реле РПВ чи РПН, подаючи живлення до групи контакторів прискорення.

У другому положенні важеля командоконтролера замикається контакт КК5 і спрацьовує контактор прискорення КП. Його силовий контакт шунтує резистор R1 у ланцюзі якоря. Двигун Д збільшує обороти і працює при введених резисторах R2, R3, R4. Одночасно розмикається контакт КП у схемі керування, знеструмлюючи коло живлення котушки реле часу РУ1. По витіканню часу витримки замикається контакт РУ1, і подається напруга на котушку контактора прискорення КУ1.

При переведенні важеля командоконтролера в третє положення замикається коло живлення котушки КУ1, яке своїм силовим контактом шунтує резистор R2 у ланцюзі якоря. Одночасно з цим розмикається замкнений контакт КУ1 у ланцюзі живлення котушки реле часу РУ2. По витіканні часу витримки реле замикається контакт РУ2 у ланцюзі живлення котушки контактора прискорення КУ2.

У четвертому положенні важеля командоконтролера замикається його контакт КК8 і спрацьовує контактор прискорення КУ2. Його силовий контакт шунтує резистор R3 у ланцюзі якоря і розмикається контакт КУ2 у схемі керування, розриваючи коло живлення котушки реле часу РУ3. Двигун Д збільшує оберти і працює при введеному резисторі R4 у ланцюзі якоря доти, поки з витримкою часу замкнеться розмикаючий контакт реле часу РУ3, після чого спрацює контактор прискорення КУ3. Його силові контакти зашунтують резистор R4. Двигун виходить на природну характеристику.

Контролер забезпечує плавне збільшення моменту в процесі пуску при переміщенні рукоятки командоконтролера з одного положення в наступне, чи автоматично, при швидкому переключенні контролера відразу в останнє, четверте, положення. У цьому випадку контроль розгону здійснюється реле часу РУ1, РУ2, РУ3, починаючи з другого положення КК.

Для одержання плавного гальмування при переведенні рукоятки командоконтролера з четвертого, третього чи другого положення в перше,

передбачено режим шунтування якоря за допомогою контакторів КТ2 і КП. Подальше гальмування до повної зупинки відбувається в режимі противмикання, шляхом переключення командоконтролера в протилежне перше положення. Гальмування в режимі противмикання здійснюється на характеристиці, що відповідає виключеним контакторам КУ1-КУ3, КП.

Для підключення альтернативної системи керування, реалізованої на ПЛІС чи програмувальних мікроконтролерах, у силову частину стенда включені елементи, що здійснюють гальванічну розв'язку між низькорівневим сигналом програмувальних ІС і значними струмами вмикання магнітних пускачів. Рознімання 3XS2, розташований на лицьовій панелі стенда, дозволяє підключати зовнішню систему керування. Розподілення і призначення контактів рознімання 3XS2 наведено у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Розподілення контактів рознімання 3XS2

Номер контакту	Проміжне реле	Найменування контактору керування	Рівень сигналу включення	Рівень сигналу відключення
1	КП 1	КВ	5 В 200 мА	0 В 200 мА
2	КП 2	КН	5 В 200 мА	0 В 200 мА
3	КП 3	КЛ	5 В 200 мА	0 В 200 мА
4	КП 4	КП	5 В 200 мА	0 В 200 мА
5	КП 5	КУ1	5 В 200 мА	0 В 200 мА
6	КП 6	КУ2	5 В 200 мА	0 В 200 мА
7	КП 7	КУ3	5 В 200 мА	0 В 200 мА
8	КП 8	КТ2	5 В 200 мА	0 В 200 мА
9	КП 9	-	5 В 200 мА	0 В 200 мА

На рис. 8.3 наведено також узагальнений вигляд електромеханічних характеристик, що відповідають певним положенням командоконтролера КК.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з описом лабораторної установки.
2. Вивчити та зібрати на набірній панелі схему з'єднань релейно-контакторної апаратури силових кіл лабораторного стенда.
3. Ознайомитися зі схемами систем керування ЕП підймальних кранів на базі ПЛІС Altera.
4. Використовуючи персональну ЕОМ з встановленим програмним пакетом ALTERA MAX+Plus II, засобами графічного редактора створити схему системи керування електроприводом лабораторного стенда, як показано на рис 8.4 і виконати часову симуляцію її роботи стемі проектування MAX+Plus II.
5. Після призначення типу ПЛІС, на якій буде реалізовано проект, та виконання компіляції проекту, приступають до розведення виводів мікросхеми (Рис. 8.5). Виводи ПЛІС за замовченням також призначаються автоматично. Після завершення роботи над проектом необхідно закріпити або перепризначити виводи ПЛІС, для того щоб при можливій подальшій доробці (відлагоджуванні) проекту у складі всього виробу компілятор не міг змінити їх призначення. Для цього використовується редактор Floorplan Editor, що запускається або через меню MAX+Plus II основного меню, або за допомогою піктограми на панелі інструментів. Розташування кожного з виводів, що відповідають входам і виходам проектованої схеми, обумовлено розпайкою плати блока керування, на якій розміщено ПЛІС.

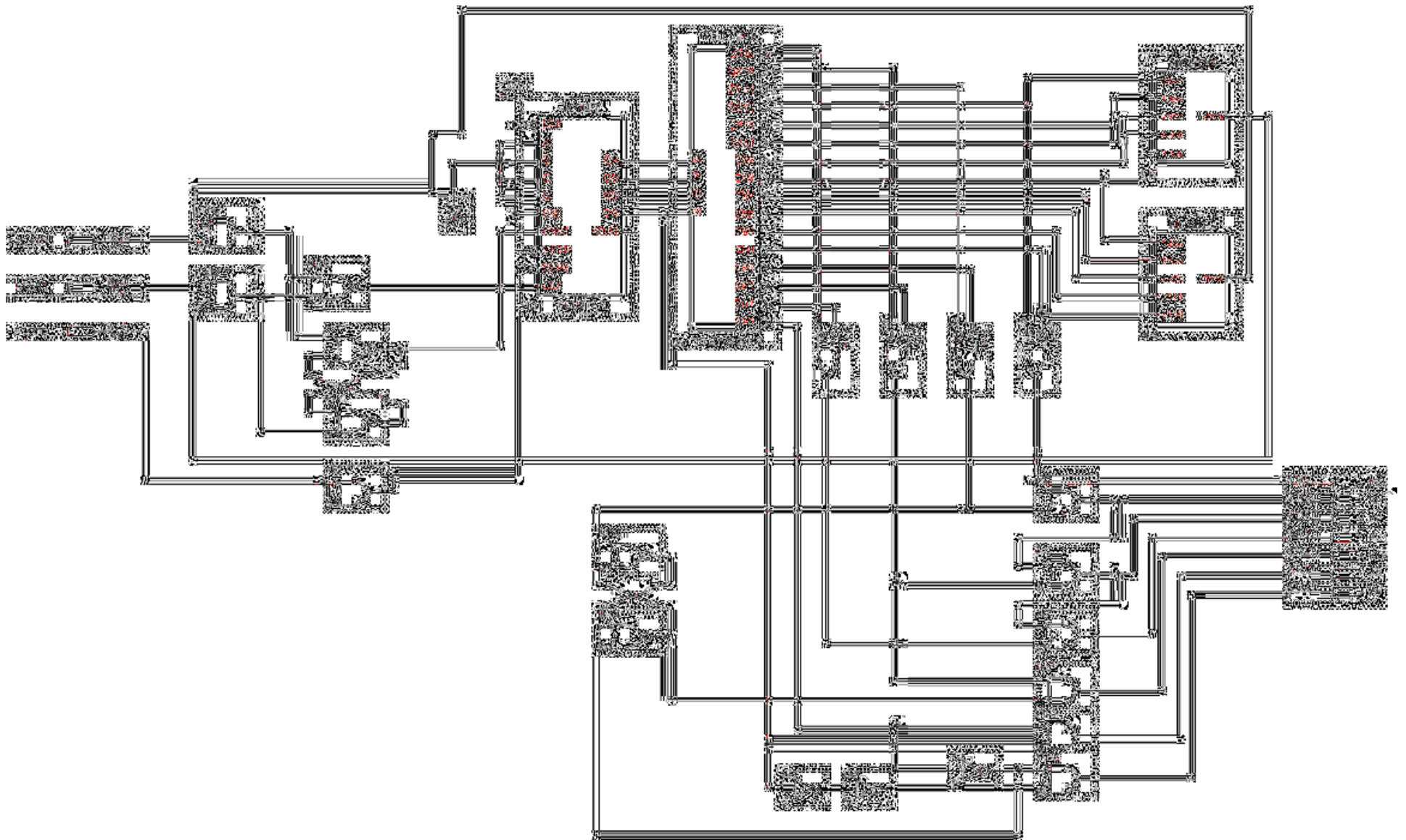


Рисунок 8.4 – Схема графічного файлу проекту системи керування електроприводом лабораторного стенда

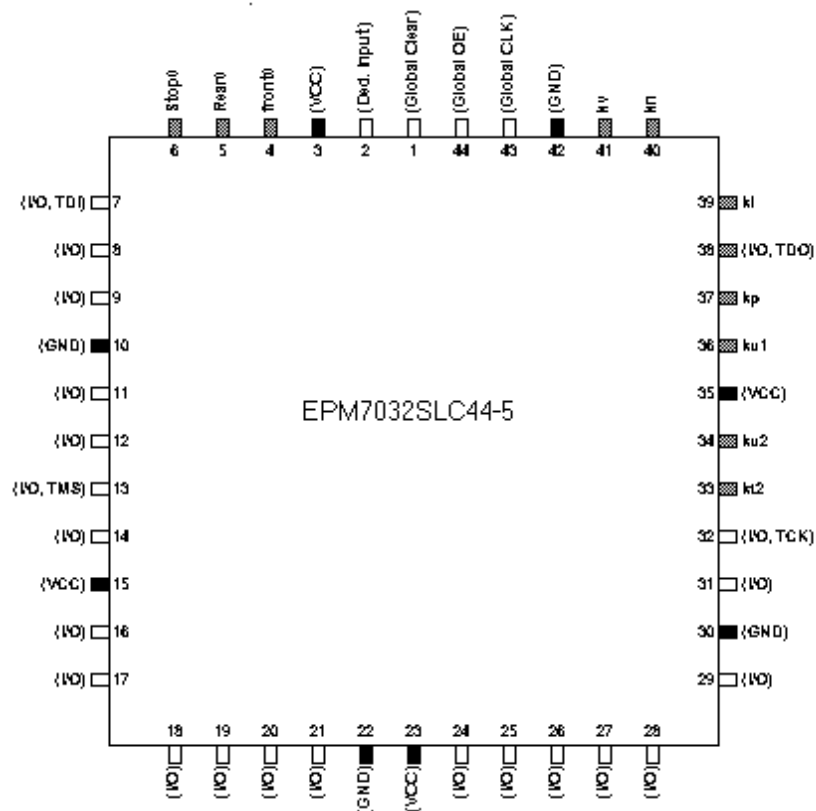

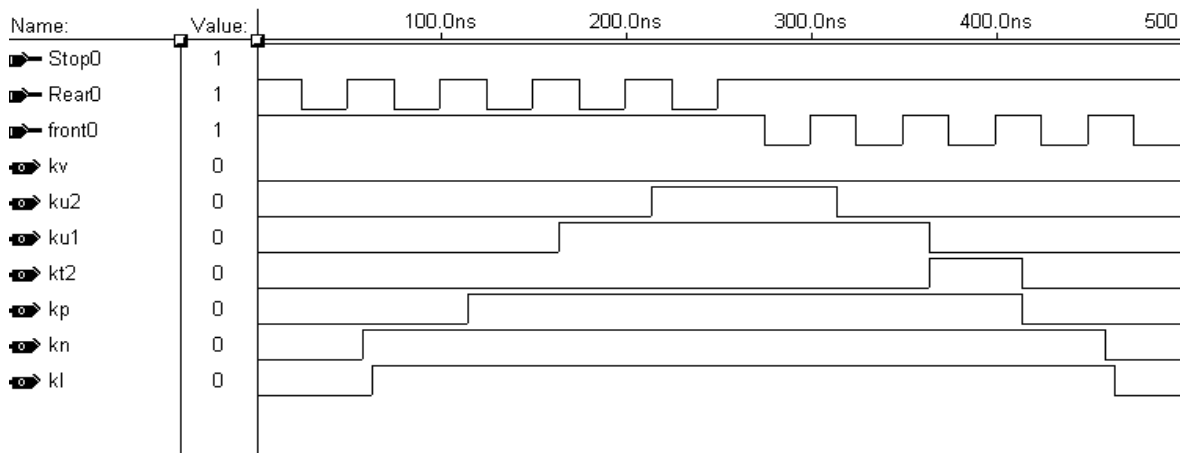


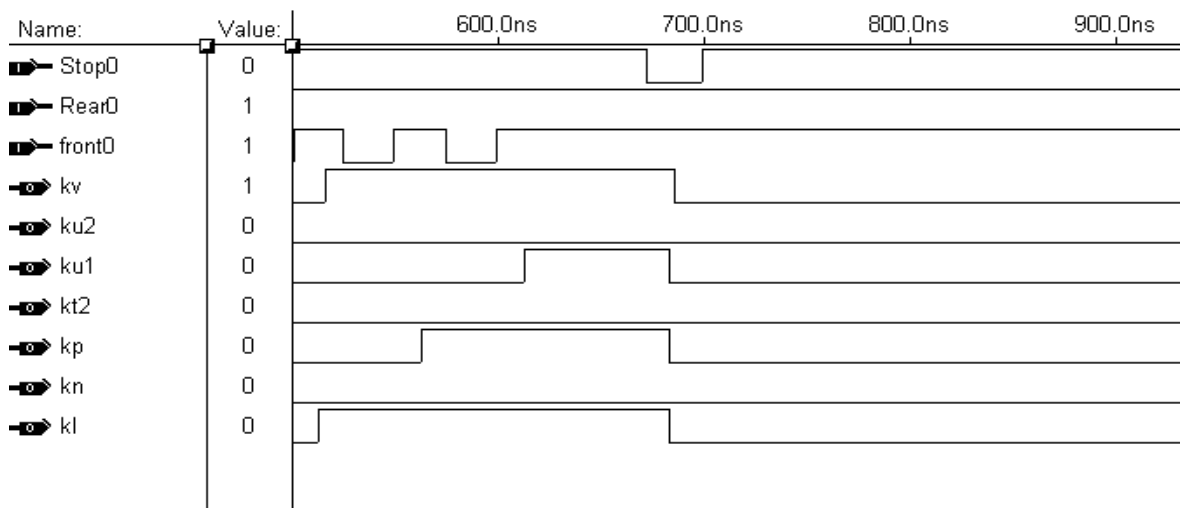
Рисунок 8.5 – Розміщення виводів мікросхеми

6. На завершення роботи з проектом слід виконати функціональне моделювання. З цією метою необхідно створити вихідний файл для моделювання з розширенням *.scf, задати тестові (еталонні) стани входів, вибрати виходи, що перевіряються (тестуються) і запустити Simulator. Під симуляцією розуміють оброблення системою Max+Plus II робочого проекту. При цьому перевіряється правильність логіки функціонування створеної схеми. Для створення вихідного файла необхідно відкрити новий файл, в діалоговому вікні «New» помітити параметр «Waveform Editor file», встановити в сусідньому полі розширення *.scf і натиснути кнопку «Ok», а потім зберегти створений файл через меню «File» основного меню. Після цього створений файл слід зв'язати з проектом. Для цього потрібно увійти в меню «Node» і вибрати пункт «Enter Nodes from SNF». Після натискання кнопки «List» у лівій панелі з'явиться список доступних вузлів «Available Nodes & Groups», виділений синім кольором, котрий необхідно

перенести на праву панель «Selected Nodes & Groups», для чого слід натиснути кнопку зі стрілкою, розташовану поміж панелями. Для введення вхідних сигналів відповідно часовим діаграмам, показаним на рис. 8.6 (а) та (б). (При цьому період прямокутних імпульсів на входах схеми «Rear0» та «front0» дорівнює 50 нс). Щоб отримати довільний крок виділення на діаграмі, слід використовувати піктограму  «нефіксований крок виділення» на панелі інструментів редактора «Waveform Editor».



а)



б)

Рисунок 8.6 – Часові діаграми роботи схеми

Підключити блок із запрограмованою ПЛІС до стенда. Усі підключення повинні проводитися при вимкнених автоматичних

вимикачах АВ1 і АВ2. Підключення ПЛІС до лабораторного стенда здійснюється через рознімання 3XS2, що розташоване на лицьовому боці панелі управління. Для цього слід приєднати 15-контактне рознімання кабелю 1 до рознімання 3XS2 лабораторного стенда, а 9-контактне рознімання стандарту RS-232 С до відповідного рознімання на задній стінці блоку управління, як це зображено на рис. 8.7. Перемикач SA4 тестування ланцюга управління панелі П необхідно встановити в положення «Вимкнено». Важіль командоконтролера зафіксувати в положенні «0» для забезпечення правильного порядку спрацьовування релейно-контакторної апаратури відповідно до програми, закладеної у ПЛІС.

Підготувати лабораторну установку до виконання досліджень. З'єднати за допомогою гнучких провідників виводи апаратури ланцюга управління панелі П на складальній панелі відповідно до мнемосхеми.

Ввімкнути автоматичний вимикач АВ1, що подає напругу живлення на лабораторну установку, а також автоматичний вимикач АВ2, що спрацьовує в ланцюзі обмотки збудження та у ланцюзі якоря навантажувальної машини. Перемикач SA3, розташований поруч з розніманням XS3, необхідно встановити в положення «1» – режим роботи стенда від зовнішньої системи управління, при цьому на передній панелі блоку ПЛІС повинен світитися червоний світлодіод, що є індикатором надходження живлення від стенду до блоку управління. Лабораторна установка підготована до роботи.

Для керування режимами роботи привода використовуються 3 кнопки, розташовані на фронтальній панелі блоку ПЛІС: «Вперед», «Назад» і «Стоп». Вихід на природну характеристику двигуна Д здійснюється 4-ма повторними натисканнями кнопки «Вперед» або «Назад». Кожне натискання кнопки призводить до виходу двигуна на нову пускову ступінь, які відповідає пусковим характеристикам.

Натиснути кнопку «Вперед» на блоці ПЛІС. При цьому лічильник фіксує сигнал логічної «1», що з'являється на його вході і передає відповідний імпульс на дешифратор. На виводах ПЛІС №39 та №41 з'явиться високий логічний рівень +5 В, що призведе до появи току на світлодіодах відповідної оптопари і відкриття оптотранзисторів та спрацювання проміжних реле КП1 і КП3, що подають напругу живлення на котушки контакторів КЛ, КВ, які спрацюють у силовому колі і відбудеться запуск двигуна Д у прямому напрямку обертання. Навантаження на валу двигуна залежатиме від величини струму в обмотці збудження навантажувальної машини НМ. Обертанням ручки регулятора струму збудження навантажувальної машини РЗНМ встановити номінальний струм двигуна Д. Двигун Д працює при цілком введених у якірний ланцюг резисторах R1, R2, R3, R4. Установка приведена в робочий стан.

Повторними натисканнями кнопки «Вперед» східчасто вивести двигун Д на природну характеристику. Порядок спрацювання силових контакторів при цьому буде аналогічним як і у випадку управління від механічного командоконтролера. При другому натисканні на кнопку «Вперед» з'являється високий логічний рівень +5 В на виводі № 37 мікросхеми, що призведе до спрацювання проміжного реле КП4, яке, в свою чергу, замкне коло живлення контактора прискорення КП, силовий контакт якого шунтує резистор R1 у ланцюзі якоря. Двигун Д збільшує оберти і працює при введених резисторах R2, R3, R4. Одночасно розмикається контакт КП у схемі керування, знеструмлюючи ланцюг живлення котушки реле часу РУ1. Протягом часу витримки замикається контакт РУ1, і подається напруга на котушку контактора прискорення КУ1. При третьому натисканні на кнопку «Вперед» з'являється високий логічний рівень на контакті 36 ПЛІС, спрацьовує проміжне реле КП5, замикається ланцюг живлення котушки контактора прискорення КУ1, що своїм силовим контактом

шунтує резистор R2 у ланцюзі якоря. Одночасно з цим розмикається замкнений контакт КУ1 у ланцюзі живлення котушки реле часу РУ2. Протягом часу витримки реле замикається контакт РУ2 у ланцюзі живлення котушки контактора прискорення КУ2. При четвертому натисканні кнопки «Вперед» з'являється високий логічний рівень на контакті 34, спрацьовує реле КР6 і подає живлення на контактор прискорення КУ2. Його силовий контакт шунтує резистор R3 у ланцюзі якоря і розмикає контакт КУ2 у схемі керування, розриваючи ланцюг живлення котушки реле часу РУ3. Двигун Д збільшує обороти і працює при введеному резисторі R4 у ланцюзі якоря доти, доки з витримкою часу замкнеться розмикаючий контакт реле часу РУ3, після чого спрацює контактор прискорення КУ3. Його силові контакти зашунтують резистор R4. Двигун виходить на природну характеристику. В процесі виконання роботи слід контролювати порядок спрацювання контакторно-релейної апаратури панелі П, перевіряючи тим самим правильність алгоритму роботи ПЛІС.

Повторними натисканнями кнопки «Назад» перевести двигун з режиму роботи на четвертому ступені (природна характеристика) у нульове положення, спостерігаючи режим шунтування якоря при переході з четвертого, третього чи другого ступеня до першого, при цьому будуть засвічуватись червоні світлодіоди на панелі із мнемосхемою, що відповідають різним механічним характеристикам ЕП.

7. За допомогою пристрою ByteBlaster (MV), приєднаного до паралельного порту ПЕОМ, запрограмувати НВІС ПЛ.
8. Досягти правильної роботи системи керування і налагодити схему.
9. Оформити звіт лабораторної роботи.

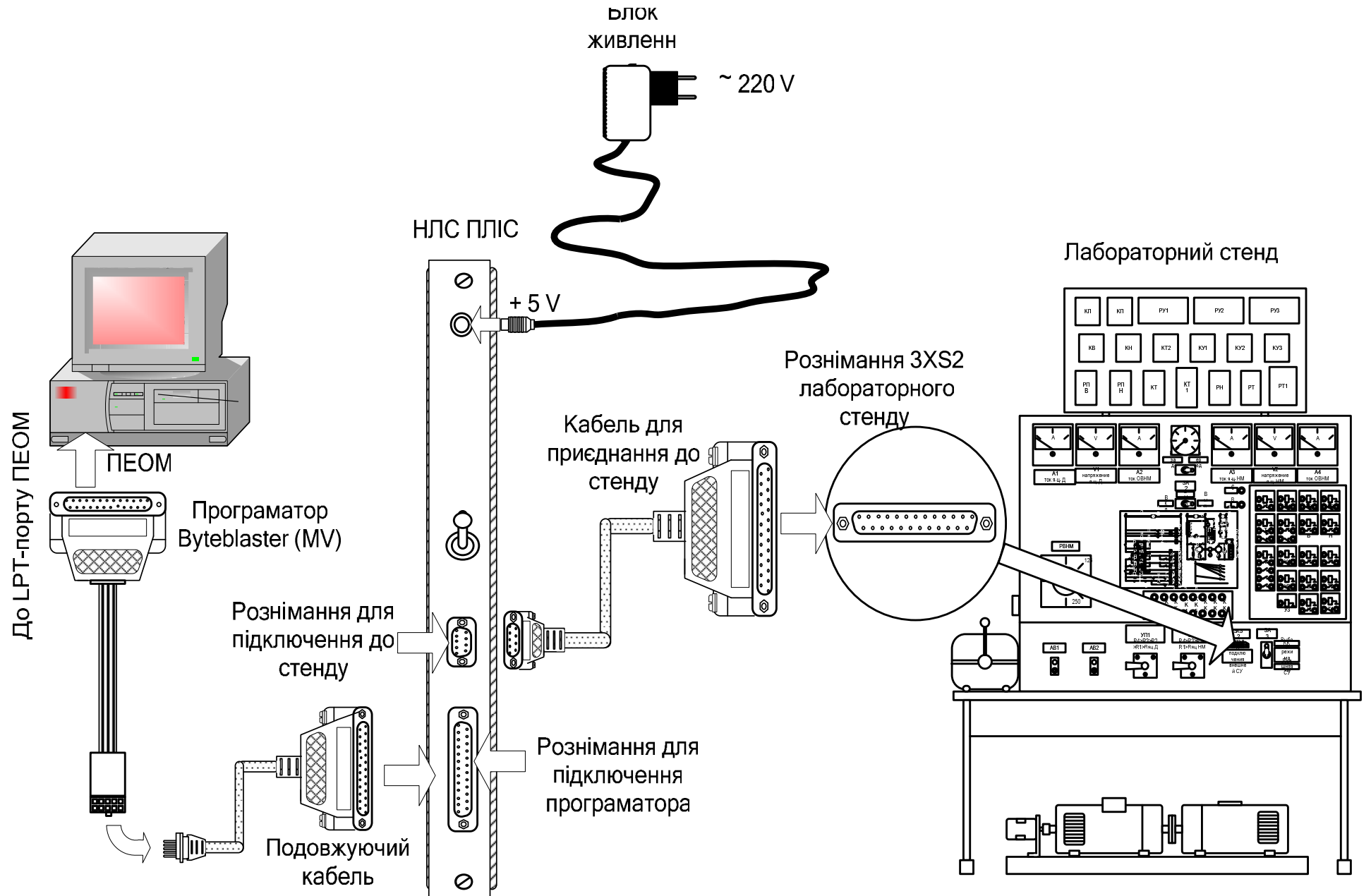


Рисунок 8.7 – Схема підключення НЛС ПЛІС до лабораторного станда і програмера

Зміст звіту

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Схема лабораторної установки.
3. Короткі відомості щодо призначення елементів лабораторного стенда.
4. Висновки з роботи.

Контрольні питання

1. Назвіть основні етапи створення проекту в системі Max+Plus II.
2. Запропонуйте власну схему управління електроприводом стенда для реалізації засобами графічного редактора Max+Plus II, яка б забезпечувала виведення двигуна на першу штучну характеристику.
3. Поясніть призначення редактора часових діаграм «WaveForm Editor».
4. Поясніть, яким чином здійснюється введення символів елементів у графічному редакторі Max+Plus II.
5. Поясніть, яким чином можна призначати виводи мікросхеми відповідно до потреб проектувальника, використовуючи редактор «Floorplan Editor».
6. Опишіть порядок програмування ПЛІС.
7. Поясніть яким чином провадиться підключення блока ПЛІС до лабораторного стенда. Яка послідовність дій при роботі зі стендом.

Література: [1, с. 98-109; 2, с. 187-195].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Антонов А.П. Язык описания цифровых устройств AlteraHDL: Практический курс. – М.: ИП «Радиософт», 2001. – 224 с.
2. Соловьёв В. В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 636 с.
3. Стешенко В.С. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов – М.: Додека, 2000. – 128 с.
4. ALTERA® ACEX 1K Programmable Logic Family Data Sheet.
5. ALTERA® APEX 20K Programmable Logic Device Family Data Sheet.
6. ALTERA® APEX 20KC Programmable Logic Device Family Data Sheet.
7. ALTERA® Altera Programming Hardware Data Sheet.

Таблиця А.1 – Опис деяких параметричних елементів САПР MAX+PLUS
II Counter

Вхідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
data []	Паралельний вхід даних лічильника
clock	Вхід рахункових імпульсів
clk_en	Дозвіл синхронізації
cnt_en	Дозвіл рахунку
updown	Керування напрямком рахунку (1 = додавання, 0 = віднімання)
aclr	Асинхронне скидання входів
aset	Асинхронна установка входів
aload	Асинхронне завантаження входів. Установка лічильника в значення data []
sclr	Синхронне скидання входів. Скидання лічильника наступним тактовим імпульсом
sset	Синхронна установка входів. Установка рахунку наступним тактовим імпульсом
sload	Синхронне завантаження входів. Завантаження в лічильник значення data [] наступним тактовим імпульсом

Вихідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
q []	Вихід лічильника. Декодований вихід лічильника
eq [15..0]	Високий активний рівень з'являється в момент коли лічильник досягає заданого значення
cout	Перенос у старший розряд

Параметри	
Параметр	Опис
LPM_WIDTH	Розрядність лічильника або вхідних значень data [] і вихідних q []
LPM_DIRECTION	Може приймати значення «UP», «DOWN» або «UNUSED». Якщо цей параметр використовується, то вхід updown не повинен бути підключений. Якщо вхід updown не підключений, то значення LPM_DIRECTION за замовчуванням - «UP»
LPM_MODULUS	Максимальний рахунок, плюс один. Число унікальних станів у циклі лічильника. Якщо уведене значення більше, ніж LPM_MODULUS параметр, поводження лічильника не визначене
LPM_AVALUE <modulus>	Постійне значення, що завантажується, коли aset високий. Якщо уведене значення більше, ніж поводження лічильника – невизначений (X) логічний рівень, де <modulus> - LPM_MODULUS. Параметр обмежений значенням в 32 біта
LPM_SVALUE	Постійне значення, що завантажується по передньому фронті тактових імпульсів, коли sset або sconst високий. Використовується поряд з використанням sconst
LPM_HINT	Дозволяє визначати специфічні Altera-Параметри у файлах проекту VHDL
LPM_TYPE	Ідентифікує «LPM» - ім'я у файлах проекту VHDL

Divider

Вхідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
numer[]	Чисельник
denom[]	Знаменник
clock	Вхід тактових імпульсів
clken	Дозвіл використання тактового входу
aclr	Асинхронне скидання

Вихідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
quotient[]	Частка
remain[]	Залишок

Параметри	
Параметр	Опис
LPM_WIDTHN	Розрядність numer [] і quotient []
LPM_WIDTHD	Розрядність denom [] і remain []
LPM_NREPRESENTATION	Визначає параметр чисельника «SIGNED» або «UNSIGNED». Зараз підтримується тільки «UNSIGNED»
LPM_DREPRESENTATION	Визначає параметр знаменника «SIGNED» або «UNSIGNED». Зараз підтримується тільки «UNSIGNED»
LPM_HINT	Дозволяє визначати специфічні Altera-Параметри у файлах проекту VHDL
LPM_TYPE	Ідентифікує LPM – ім'я файлах проекту VHDL

Multiplier

Вхідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
dataa []	Множене
datab []	Множник
sum[]	Часткова сума
clock	Вхід тактових імпульсів
clken	Дозвіл використання тактового входу
aclr	Асинхронне скидання

Вихідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
result[]	$result = dataa[] * datab[] + sum$. The product LSB is aligned with the sum LSB

Параметри	
Параметр	Опис
LPM_WIDTHA	Розрядність dataa []
LPM_WIDTHB	Розрядність datab []
LPM_WIDTHP	Розрядність result []
LPM_WIDTHS	Розрядність sum []. Обов'язковий, навіть якщо порт суми не використовується
LPM_REPRESENTATION	Тип виконуваного порівняння «SIGNED», «UNSIGNED», «UNUSED». Якщо значення не вказане, те за замовчуванням встановлюється «UNSIGNED»
LPM_HINT	Дозволяє визначати специфічні Altera – параметри у файлах проекту VHDL
LPM_TYPE	Ідентифікує LPM ім'я файлах проекту VHDL
INPUT_A_IS_CONS	Altera – параметр. Приймає значення «YES», «NO», і

TANT	«UNUSED». Якщо dataa [] пов'язаний з постійним значенням, встановлюючи "YES" оптимізує multiplier по використанню ресурсів і швидкості. Якщо опущено, значення за замовчуванням – «NO»
INPUT_B_IS_CONS TANT	Altera – параметр. Приймає значення «YES», «NO», і «UNUSED». Якщо datab [] пов'язаний з постійним значенням, «YES» оптимізує multiplier щодо використання ресурсів і швидкості. Значення за замовчуванням – «NO»
USE_EAB	Altera – параметр. Приймає значення «ON», «OFF», і «UNUSED». Встановлюючи параметр USE_EAB «ON» дозволяє MAX+PLUS II використовувати блоки додаткових атрибутів, щоб використовувати 4 × 4 або (8x значення константи) стандартні блоки в ACEX1K та FLEX10K пристроях
LATENCY	Altera – параметр. Те саме, що й LPM_PIPELINE. Параметр забезпечує сумісність з MAX+PLUS II проектами версій нижче 7.0. Для всіх нових проектів використовується параметр LPM_PIPELINE
MAXIMIZE_SPEED	Altera – параметр. Можливі значення від 0 до 10. Якщо параметр використовується, то MAX+PLUS II намагається оптимізувати дану функцію lpm_mult для швидкості, а не для зменшення зайнятої області, та відмінняє встановлення опції Optimize в діалоговому вікні Global Project Logic Synthesis (меню Assign). Якщо MAXIMIZE_SPEED не використаний, значення опції Optimize використовується замість нього. Якщо встановлено MAXIMIZE_SPEED – 6 або вище, компілятор оптимізує мегафункції lpm_mult для більш

	високої швидкості; якщо встановлено - 5 або менше, компілятор оптимізує для зменшення зайнятої області
--	--

Comparator

Вхідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
dataa[]	datab [] порівнюється з цим значенням
datab[]	Значення з яким порівнюється dataa []
clock	Вхід тактових імпульсів
clken	Дозвіл використання тактового входу
aclr	Асинхронне скидання

Вихідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
alb	«High» (1) якщо dataa[] < datab[]
aeb	«High» (1) якщо dataa[] == datab[]
agb	«High» (1) якщо dataa[] > datab[]
ageb	«High» (1) якщо dataa[] >= datab[]
aneb	«High» (1) якщо dataa[] != datab[]
aleb	«High» (1) якщо dataa[] <= datab[]

Параметри	
Параметр	Опис
LPM_WIDTH	Розрядність входів dataa [] і datab []
LPM_REPRESENTATION	Тип виконуваного порівняння «SIGNED», «UNSIGNED», «UNUSED». Якщо значення не вказане, то за замовчуванням встановлюється «UNSIGNED»
LPM_PIPELINE	

LPM_HINT	Дозволяє визначати специфічні Altera-параметри у файлах проекту мовою VHDL
LPM_TYPE	Ідентифікує LPM – ім'я файлах проекту VHDL
CHAIN_SIZE	
ONE_INPUT_IS_CONSTANT	Специфічний Altera - параметр. Приймає значення «YES», «NO», або «UNUSED». Забезпечує більшу оптимізацію, якщо один із входів постійний. За замовчуванням – «NO»

Adder Subtractor

Вхідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
dataa[]	Перший доданок / зменшуване
datab[]	Доданок / від'ємник
add_sub +cin.	Якщо «1» (high), операція = dataa []+datab [] Якщо «0» (low), операція = dataa []- datab [] + cin-1
clock	Вхід тактових імпульсів
clken	Дозвіл використання тактового входу
aclr	Асинхронне скидання

Вихідні виводи	
Ім'я виводу	Опис
result[]	Dataa [] +datab [] +cin або dataa [] –datab [] + cin-1
cout	Виявляє переповнення в операціях «UNSIGNED»
overflow	Результат перевищує доступну точність

Параметри	
Параметр	Опис
LPM_WIDTH	Розрядність dataa [], datab [], result []

LPM_DIRECTION	Значення – «ADD», «SUB», і «UNUSED». Якщо не зазначено, значення за замовчуванням «DEFAULT», у цьому випадку використовується значення add_sub порту. Add_sub порт не може використовуватися, якщо використовується LPM_DIRECTION
LPM_REPRESENTATION	Тип виконуваного порівняння «SIGNED», «UNSIGNED», «UNUSED». Якщо значення не вказане, то за замовчуванням встановлюється «UNSIGNED»
LPM_HINT	Дозволяє визначати специфічні Altera-параметри у файлах проекту VHDL
LPM_TYPE	Ідентифікує LPM ім'я файлах проекту VHDL
ONE_INPUT_IS_CONSTANT	Altera - параметр. Приймає значення «YES», «NO», і «UNUSED». Забезпечує більшу оптимізацію, якщо один вхід постійний. Якщо не зазначене, значення за замовчуванням – «NO»
MAXIMIZE_SPEED	Altera - параметр. Можливі значення від 0 до 10. Якщо параметр використовується то MAX+PLUS II намагається оптимізувати дану функцію lpm_mult для швидкості, а не для зменшення займаної ділянки, і скасовує встановлення опції Optimize у діалоговому вікні Global Project Logic Synthesis (меню Assign). Якщо MAXIMIZE_SPEED не використаний, значення опції Optimize використовується замість нього. Якщо встановлено MAXIMIZE_SPEED – 6 або вище, компілятор оптимізує мегафункції lpm_mult для більш високої швидкості; якщо встановлено – 5 або менше, компілятор оптимізує для зменшення займаної ділянки

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Проектування електромеханічних систем» (частина 2) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 8.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Укладач: старш. викл. М.Ю. Юхименко

Відповідальний за випуск зав. кафедри САУЕ Д.Й. Родькін

Підп. до др. _____ . Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____ . Наклад ___ прим. Зам. № _____ Безкоштовно.