

ДВНЗ УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

До захисту «ДОПУЩЕНО»
Завідувач кафедри
к.ф.-м.н., Т.М. Заяць

" 15 " 06 2021 р.

Кваліфікаційна бакалаврська робота
з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації,
напряму підготовки 171 «Електроніка»

на тему "МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ ЧПУ НА ОСНОВІ КРОКОВОГО
ДВИГУНА ДШИ-200-3"

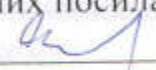
Виконав: студент IV курсу, групи ЕС
Оленчин Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я, по-батькові)


(підпис)

Керівник к.ф.-м. н., доц. Спесивих Олександр Олександрович
(вчене звання, посада, ПІБ)


(підпис)

Засвідчую, що у цієї роботи немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент 

Ужгородський національний університет

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

Спеціальність: Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою,
доц. Т. М. Заяць (Заяць Т. М.)
“15” 06 2021 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
студенту Оленчин Олександр Олександровичу

1. Тема роботи: Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3. Затверджена на засіданні кафедри (протокол № 3 від «6» жовтня 2020 р.)
2. Термін закінчення роботи: 10 червня 2021 року.
3. Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів модулів керування крокових двигунів призначених для використання пристроїв з ЧПУ. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту проектування. Забезпечити слідуючи характеристики модуля:

- | | |
|---|---------|
| 1. Напруга живлення, | 12.0 В; |
| 2. Вихідна потужність, не менше | 50 Вт; |
| 3. Навантаження на виході, не менше | 3,0 Ом; |
| 4. Максимальна частота прийомистності, Гц, не менше | 1000 |

Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ.

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування.
2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень поставленого завдання.

3. Проектно-конструкторський розділ.

3.1 Розробка структурної схеми;

3.2 Розробка електричної принципової схеми;

3.3. Розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми, вибір елементів

Висновки.

Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Структурна (функціональна) електрична схема

Електрична принципова схема.

Перелік елементів.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
		доц. Спесивих О.О.	
Нормоконтроль	доц. Спесивих О.О.		

Дата видачі завдання 12.10. 2021 року.

Керівник роботи _____ (доц. Спесивих О.О.)
(підпис)

Завдання прийняв на виконання _____ (Оленчин О.О.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 28.03.2021 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 28.03.2021 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 3.04.2021 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2021 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2021 року	
6.	Оформлення бакалаврської кваліфікаційної роботи.	до 10.06.2021 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент _____ (Оленчин О.О.)
(підпис)

Керівник роботи _____ (доц. Спесивих О.О.)
(підпис)

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

на тему:

МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ ЧПУ НА ОСНОВІ КРОКОВОГО

ДВИГУНА ДШИ-200-3

Студента групи ЕС: Оленчин Олександр Олександрович

Керівник проекту: доц. Спесивих Олександр Олександрович

()
()

Ужгород – 2021

					КБР.ЕС.162340.001.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3 Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Оленчин О.О.					У	4	40
Перевірив	Спесивих О.О.					УжНУ, ІТФ, 4 курс група ЕС		
Т. контр.								
Н.Контр.	Спесивих О.О.							
Затв.	Ваяць Т.М.							

Реферат

Бакалаврська кваліфікаційна робота: сторінок – 41, рисунків – 19, формул – 20; джерел літератури – 14

Об'єкт розробки – модуль керування.

Мета роботи: розробка структурної та принципової схеми модуля керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3.

Метод дослідження – аналіз прототипу та аналогів, синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми.

При виконанні даної роботи було проведено пошук та аналіз аналогів і загальні принципи їх побудови. На основі цих даних і вимог технічного завдання розроблено структурну та принципову схему. Проектно конструкторський розділ містить синтез структурної та принципової схеми, опис дії пристрою і розрахунки.

МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ ЧПУ НА ОСНОВІ КРОКОВОГО ДВИГУНА

ДШИ-200-3

CNC CONTROL MODULE BASED ON STEPPER ENGINE DSHI-200-3

Зміст

Вступ	5
1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень	6
2. Проектно – конструкторський розділ	28
2.1. Опис структурної та принципової схем пристрою.....	28
2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою	30
Висновки	40
Список літератури	41

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Крокові двигуни вже давно і успішно застосовуються в найрізноманітніших пристроях. Їх можна зустріти в дисководах, принтерах, плотерах, сканерах, факсах, а також у промисловому і спеціальному . В даний час випускається безліч різних типів крокових двигунів здатних задовольнити будь-які запити. Крокові двигуни застосовуються в приводах машин і механізмів, що працюють в стартозупному режимі, або в приводах безперервного руху.

Головна перевага крокових двигунів – економічна, ціна, в середньому в 1,5-2 рази дешевше за асинхронні аналоги. Кроковий двигун, як недорога альтернатива сервоприводу. щонайкраще личить для автоматизації окремих вузлів і систем, де не потрібна висока динаміка, точність позиціонування, велика потужність і швидкість обертання, а також для заміни (модернізації) крокових приводів, що виробили встановлений ресурс. Саме на розрахунок такого типу системи, спрямований даний курсовий проект.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

X1-5 GND; X3-1 GND;
X3-2 Напруга живлення КД V_m 24В;
X4-1,2 A1, A2 обмотка КД;
X4-3,4 B1, B2 обмотка КД.

Опис перемичок.

JP1 - Установка моменту обертання (струму фази):

Перемички не встановлені 100%;
Встановлена 3-4 (TQ1) 75%;
Встановлена 1-2 (TQ2) 50%;
Встановлені 1-2 і 3-4 (TQ1 і TQ2) 20%.

JP2 - Установка режиму спаду струму і дроблення кроку:

Режими дроблення кроку (ТВ6560А);
Не встановлені 1-2, 3-4 1/1;
Встановлена 3-4 (M1) 1/2;
Встановлена 1-2 (M2) 1/16 (Для ТВ6560 1/4);
Встановлені 1-2 і 3-4 (M1 і M2) 1/8;
Режими дроблення кроку (ТВ6560);
Не встановлені 1-2, 3-4 1/1;
Встановлена 3-4 (M1) 1/2;
Встановлена 1-2 (M2) 1/8;
Встановлені 1-2 і 3-4 (M1 і M2) 1/4;

Режими спаду струму:

Не встановлені 5-6, 7-8 0% (nominal);
Встановлена 7-8 (DS1) 25% (mixed decay);
Встановлена 5-6 (DS2) 50% (mixed decay);
Встановлені 5-6, 7-8 (DS1 і DS2) 100% (fast decay);

Драйвер розраховано на робочу напругу 24В і струм 3А.

Контролер крокового двигуна на мікросхемі РСІ16F84[2]

Виконання кроків контролюється за допомогою зворотного зв'язку, який реалізований на датчиках струму і компараторах.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Датчики струмів включаються в ланцюг польових транзисторів. Сигнали, зняті з датчиків струму, на входи компараторів, на другі входи компараторів подається опорна напруга, що сформована мікроконтролером яка і визначає піковий струм в обмотках крокового двигуна. Виходи компараторів підключаються до входів переривань мікроконтролера.

Основою пристрою є мікроконтроллер DD1. Сигнали управління обмотками двигуна формуються на портах PB4 – PB7. Для комутації обмоток використовуються польові транзистори КП 505А (VT1 – VT4). Щоб транзистори залишалися закритими під час дії сигналу «скидання» мікроконтролера (порти в цей час знаходяться у високоімпедансним стані), між затворами і витоками включені резистори R11, R14, R17, R18. Для обмеження струму перезарядки ємкості затворів встановлені резистори R3, R6, R7, R8. У даному контролері реалізований повільний спад струму фаз, який забезпечується шунтуванням обмоток двигуна діодами VD1, – VD4. Для підключення крокового двигуна є восьми контактний роз'єм Хр1, який дозволяє підключити двигун, що має два окремі виводи від кожної обмотки

Стабілізація струму здійснюється за допомогою контролером ШИМ, яка реалізована програмно. Для цього використовуються два датчики струму R15 і R16. Сигнали, зняті з датчиків струму, через ФНЧ R12 С5 і R13 С6 поступають на входи компараторів DA1.1 і DA1.2. ФНЧ запобігають помилковим спрацьовуванням компараторів в слідстві дії завад. На другий вхід кожного компаратора подається опорна напруга, яка і визначає піковий струм в обмотках двигуна. Ця напруга формується мікроконтролером. Для фільтрації сигналу ШИМ використовуються ФНЧ R1C1R4C3 і R2C2R5C4. Одночасно резистори R1, R4, R9 і R2, R5, R10 утворюють подільники, які задають масштаб регулювання струмів фаз. Виходи компараторів підключені до виходів переривань мікроконтролера INT0 і INT1.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

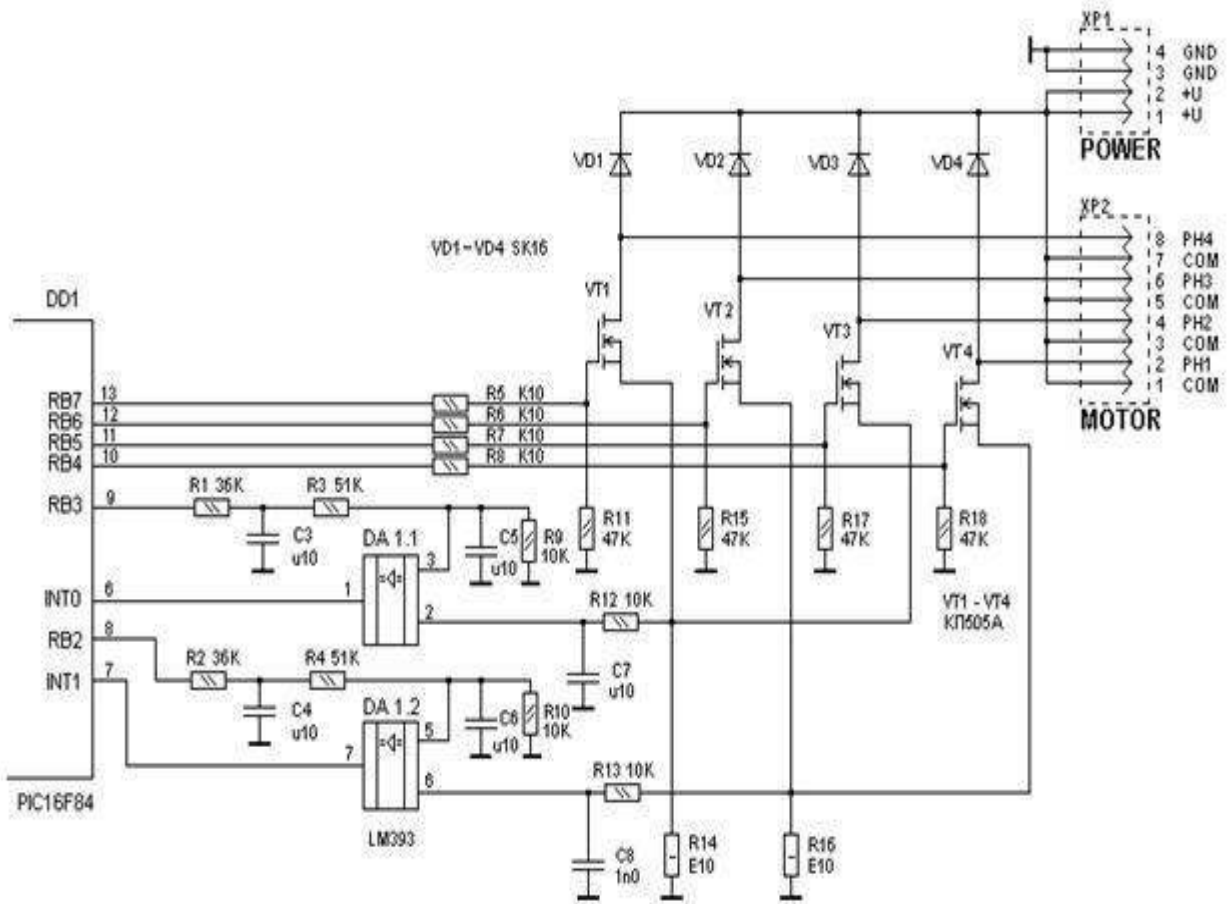


Рис. 1.2. Принципова схема контролера [2]

При переході в мікро кроковий режим підпрограма виконується безпосередньо після перевірки позиції двигуна. Таким чином, при перевірці позиції відбувається перевірка всієї системи в цілому, у тому числі і крокового двигуна. При переході в мікро кроковий режим проводиться контроль мікро кроків, наявності втрачених кроків, при втраті кроку напруга на вході компаратора не відповідає еталонному і підпрограма дає команду на повтор кроку. Якщо виконання мікрокрока сталося відповідно до програми, то виконується наступний крок, якщо наступного разу стається втрата кроку та видається команда STOP. У кроковий і напівкроковий режимах підпрограма не використовується.

Дана методика пропонує варіант вирішення проблеми втрати кроків при роботі мікроконтролерній системи на крокових двигунах без використання дорогих датчиків положення.

Автономний контролер крокового двигуна [3]

Пропонований в роботі варіант [3] автономного контролера крокового двигуна виконаний на мікроконтролері (МК) ATTINY2313 і транзисторах KT972 призначений для автономної перевірки крокового двигуна і контролерів управління кроковими двигунами.

Можливості автономного контролера (АВК):

1. управління кроковим двигуном в 2 сторони (реверсивне обертання;
2. 9 швидкостей обертання двигуна;
3. вихід для перевірки контролера на мікросхемах Тm7, що працює програмою VRI-CNC;
4. вихід для перевірки контролера керуючих сигналів СТЕП-ДІР;
5. Інверсія сигналу СТЕП;
6. Кроковий режим роботи для всіх виходів;
7. Півкроків для всіх окрім режиму СТЕП-ДІР;
8. Покроковий режим роботи.

Контролер має 5 кнопок управління:

1. вліво;
2. ;
3. крок-півкрок;
4. швидкість;
5. інверсія СТЕП.

У режимі КРОК - працюють режими СТЕП-ДІР - VRI-CNC – зміна швидкості і напрями для цих режимів відбувається одночасно.

У режимі ПІВКРОК працює ще режим VRI-CNC, всі зміни роботи для цих режимів відбувається одночасно.

Схема, МК працює на частоті 1 МГц від внутрішнього генератора.

При зміні швидкості двигун не зупиняється. Рівнів регулювання - 9 (швидкостей). Знаходячись на низьких швидкостях при утриманні кнопки швидкості більше 3-4 секунди і відпуску включається максимальна швидкість.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

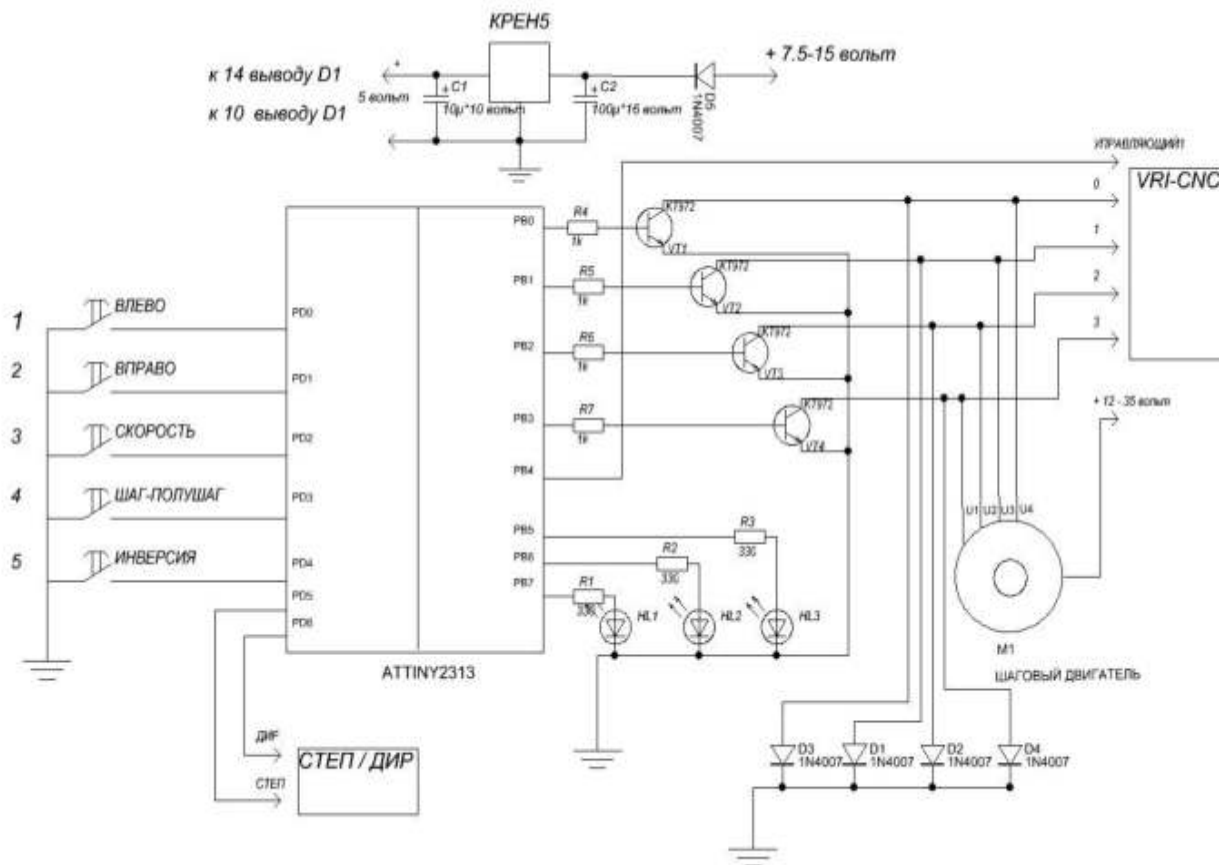


Рис. 1.3. Принципова схема автономного контролера крокового двигуна [3]

Режим покрокового тестування крокового двигуна - необхідно для перевірки правильності фазування движків:

Після подачі живлення на мікроконтролер і натисканні будь-якої кнопки спалахнуть 3 світлодіоди - це індикація входу в покроковий режим. Тепер при натисненні будь-якої кнопки буде покрокове управління двигуном - поворот валу рівно на 1 крок при кожному натисненні будь-якої кнопки. Для входу в основні режими потрібно вимкнути і включити живлення на мікроконтролер і чекати доки не спалахне світлодіод крокового режиму роботи контролера.

Контролер крокового двигуна на базі мікросхеми ATmega16 [4]

У даній схемі використовуються імпульсні діоди накопиченням заряду ВУ397 (схема на рис. 1.4).

S1 – Reset;

S2 – лівий кінцевик 1 двигуна;

S3 – правий кінцевик 1 двигуна;

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

- S4 – лівий кінцевик 2 двигуни;
- S5 – правий кінцевик 2 двигуни;
- S6 – кнопка «Вправо» ;
- S7 – кнопка «Вліво».

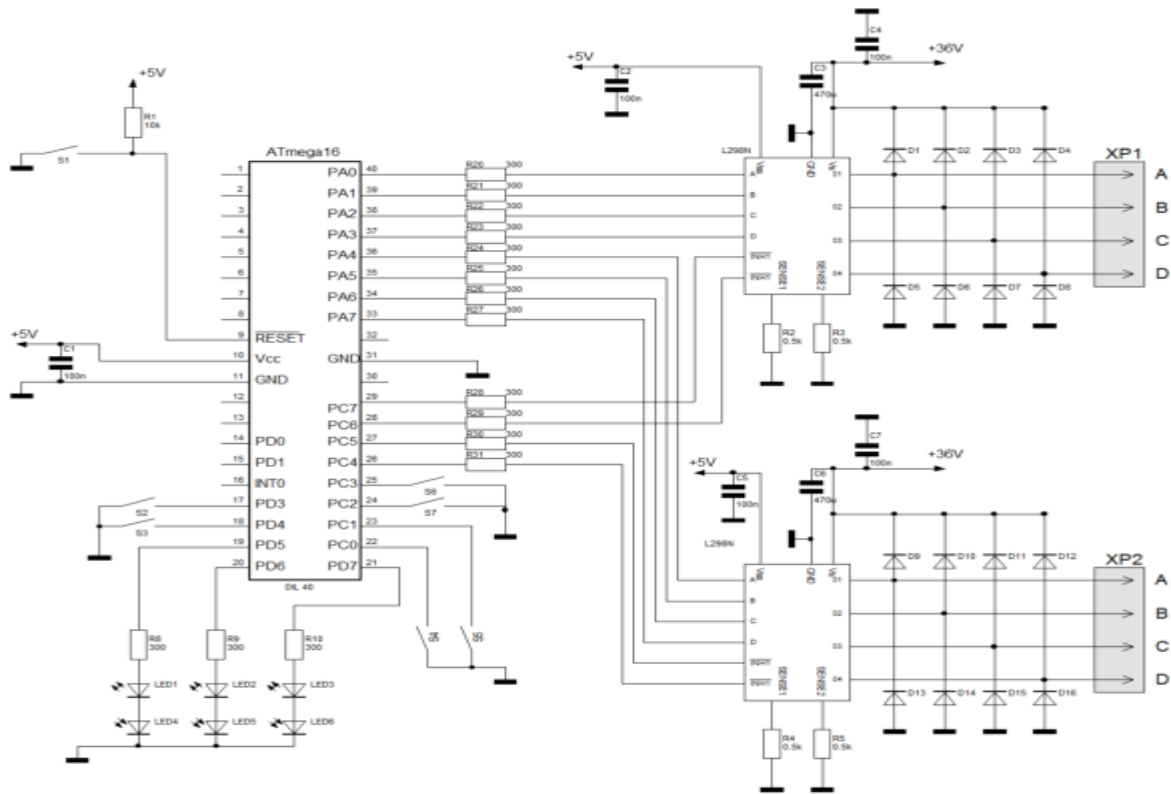


Рис. 1.4. Принципова схема контролера крокового двигуна на базі мікросхеми ATmega16 [4]

Двигун 1 – ведучий («втікає») – підключається до роз'єму XP1

Двигун 2 – ведений («ловить») – підключається до роз'єму XP2

Фотоприймачі зліва направо – Led1, Led2, Led3, підключені відповідно до PD5, PD7. PA7-PA0 – вихід, PC7-PC4 – вихід, PC3-PC0, PD7-PD2 – входи з внутрішньою підтяжкою, останні зарезервовані під RS-232 і LCD.

Використовується внутрішній RC-генератор, на 1МГц.

Сигнали від датчиків і кнопок: Кнопка натиснута – на вході низький рівень; Кнопка не натиснута – на вході високий рівень; Фотоприймач освітлений – на вході низький рівень; Фотоприймач не освітлений – на вході високий рівень.

Схема побудована на базі мікроконтролера ATmega16. Він дозволяє реалізувати всі необхідні функції.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Як випромінювач використаний ІЧ-світлодіод TSAL4400 ($d = 3\text{мм}$, 940нм , 30мВт), а фотоприймач – фотодіоди BPW34 PIN (3 шт., 600.1050нм). Світлодіоди Led4, Led5 і Led6 використовуються для сигналізації приймача, що спрацював. Обмеження струму задається резисторами R8, R10.

Для керування біполярними кроковими двигунами з 4 виводами використовують драйвер на мікросхемі L298N. Це високовольтний точний двонапівперіодний мостовий драйвер, призначений для прийняття стандартної транзисторно-транзисторної логіки і управління індуктивним навантаженням, – реле, соленоїдами, електродвигунами постійного струму і кроковими електродвигунами. Для відведення тепла необхідний радіатор.

Двонапівперіодний мостовий драйвер L298:

Номінальна напруга живлення до 46 В;

Сумарний постійний струм до 4 А;

Мала напруга насичення;

Захист від перегріву;

Вхідна напруга логічного нуля до 1,5В.

Резистори R20R31 обмежують струм МК. Діоди D1D16 підключають обмотки двигунів до відповідних виводів L298. Відмічено, що необхідно використовувати діоди з накопиченням заряду, що захистить мікросхему від наведеної високої напруги, що виникає в мить, коли яка-небудь обмоток вимкнена. У даній схемі використовані імпульсні діоди з накопиченням заряду ВУ397.

Напруга живлення двигунів 36 В, мікросхем 5 В.

Алгоритм управління. Існує декілька способів управління фазами крокового двигуна: кроковий режим, включена одна фаза; кроковий режим, включено дві фази.

Другий спосіб – управління фазами перекриттям: дві фази включено в один і той же час. Його називають «Two-phase-on full step» або просто «full step mode». При цьому способі управління ротор фіксується в проміжних позиціях між полюсами статора і забезпечується приблизно на 40% більший момент, чим в разі

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

однієї включеної фази. Цей спосіб управління забезпечує такий же кут кроку, як і перший спосіб, але положення точок рівноваги ротора зміщене на пів-кроку.

У режимі півкроку і в однофазному режимі цілого кроку генеруються додаткові сигнали INH1 і INH2. Це два заборонні сигнали, пов'язані з входами включення на L298N і струму, що служать для збільшення швидкості, при виключенні обмотки. Оскільки в двофазному режимі цілого кроку, обидві обмотки включено постійно і не відключаються. При натисненні кнопки «Вліво» або «Вправо» провідний двигун рухається у відповідну сторону. Якщо він активує лівий або правий кінцевик, то відповідна кнопка деактивується, і кнопка знову стане доступною.

Ведений двигун ловить ведучий по наступному алгоритму. При активації лівого або правого оптичного датчика, ведений починає рухатися у відповідну сторону, при активації середнього оптичного датчика ведений двигун зупиняється. Коли ведений двигун активує лівий або правий кінцевик, то він починає рухатися в протилежну сторону.

Весь алгоритм знаходиться в безкінченному циклі. Спочатку опитуються підключені датчики і кнопки, по результату записуються необхідні індикатори, які в подальшому аналізуються і у відповідності їм посилаються сигнали, що управляють КД.

Контроллер біполярного крокового двигуна на основі мікросхеми PIC18F2320 [5]

Контроллер підтримує сигнали керування STEP, DIR і ENABLE.

У контроллері реалізований мікрокроковий режим і режим утримання пониженням струму фаз.

Апаратне ШИМ регулювання обмеження струму фаз: Режим утримання за відсутності сигналу STEP більш за 2-і секунди (при вказаних номіналах ~ 50% від номінала); Реалізований режим “fixed time off”.

Великий діапазон напруги і струму фаз (залежить від силової частини контроллера)

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Робота в режимах «повний крок», «півкрок» і «мікрокрок» (FULL STEP/ HALF STEP/MICRO STEP).

Регулювання струму фаз здійснюється за допомогою резисторів R24 і R26. При вказаних номіналах на схемі струм дорівнює 2 А. Перемичками JP2-JP4 на платі перемикають режими роботи «крок», «півкрок» і «мікрокрок»:

Режими роботи:	JP2	JP3	JP4
1	off	off	off
1/2	off	off	on
1/4	off	on	off

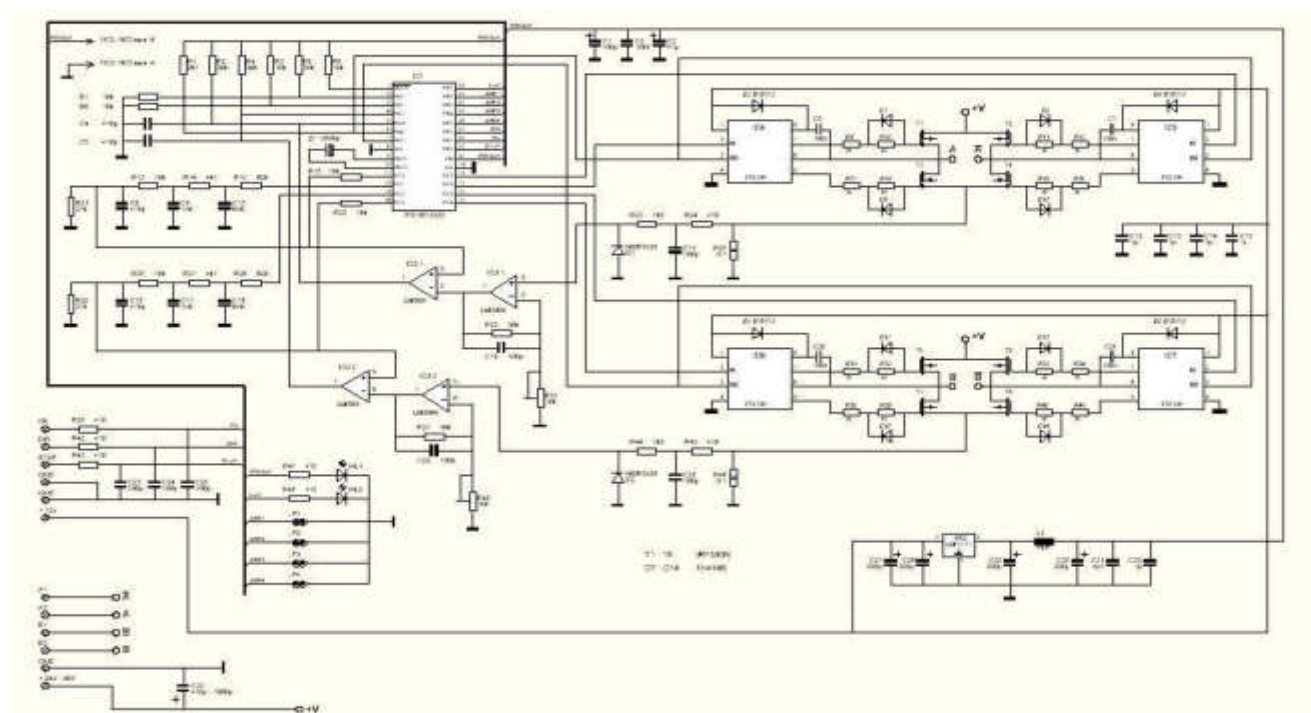


Рис. 1.5. Контролер крокового двигуна на основі мікросхеми PIC18F2320 [5]

Режим утримання з пониженням струму фаз працюватиме при встановленій перемичці JP1. Струм утримання залежить від номіналів R21 і R22, із зменшенням їх номіналів зменшиться і струм утримання. Будь-яка зміна в конфігурації перемичок, вимагає перезапуск контролера.

Вхідний роз'єм - * +12v * GND * GND * STEP * DIR * ENABLE *

Вихідний роз'єм - * обмотка A1 * обмотка A2 * обмотка B1 * обмотка B2 * GND * +48v *

Налаштування зводиться в основному до розрахунку резисторів R24 і R26 від яких залежить струм КД.

$$R24 = R26 = 27000 / (3,175 / (R * I) - 1), \quad (1.1)$$

де R = R30 і R32,

I = необхідний струм фази.

Частота ШИМ залежить від індуктивності обмоток двигуна і номіналів R13, C1 і R14, C2 які визначають час Toff.

$$Toff = - \ln (0,5) * R * C, \quad \text{де } R = R13 = R14 \quad (1.2)$$

C1 = C2.

При даних номіналах Toff = 16,6 мкСек. Моделі КД, що рекомендуються, для даного драйвера: FL42, FL57, FL86.

Плата драйвера крокового двигуна L9110s [6]

Модуль управління моторами на мікросхемі L9110S. Застосування: контроль обертання двох незалежних моторів (DC) або одного 4-х проводового 2-х фазного крокового двигуна.

Режими роботи

в режимі А - управління напрямком обертання кожного двигуна окремо

в режимі В - управління швидкістю обертання двигунів за допомогою ШИМ

Принцип роботи: Н-міст для зміни полярності і живлення двигуна.

Драйвер має два інтерфейси для підключення живлення, мікроконтролера і керованих пристроїв:

інтерфейс для підключення керованих пристроїв складається з двох елементів, кожен з них має 2 контакту-затиску. На платі модуля ці інтерфейси позначені MOTOR А, MOTOR В

Інтерфейс для підключення живлення і керуючих сигналів має 6 штирьових контактів. Контакти живлення модуля позначені VCC і GND. Контакти для підключення керуючих сигналів від мікроконтролера позначені А - ІА, А - ІВ (для виходу MOTOR А); В - ІА, В - ІВ (для виходу MOTOR В)

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

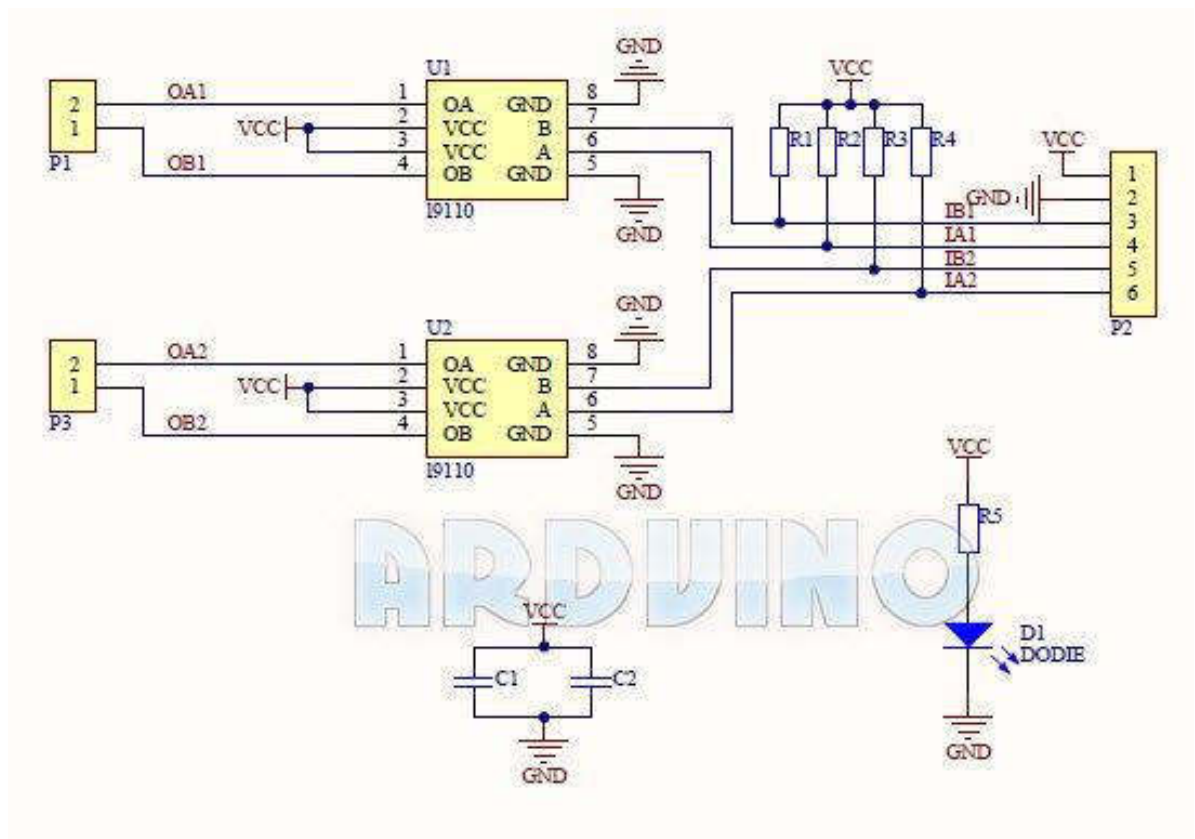


Рис. 1.6. Плата драйвера крокового двигуна L9110s [6]

Характеристики драйвера крокового двигуна L9110s:

чіп мікросхема L9110S;

мікросхеми L9110S працюють за принципом Н-моста;

можливість управління двома двигунами постійного струму або чотирьох провідним двофазним кроковим двигуном, а також обмотками реле;

напруга живлення модуля: 2,5 - 12 В;

споживання струму: до 800 мА на кожен канал;

розміри (Д x Ш x В): 30 x 24 x 15 мм.

Драйвер крокового двигуна ТВ6560 [7]

Драйвер крокового двигуна ТВ6560 V2.0 3,5 А- призначення для керування Кроковим двигуном типу NEMA17-NEMA23. Драйвер Створений на спеціалізованій мікросхемі Toshiba ТВ6560АНQ. Напруги живлення драйвера 10В-35В, максимальний струм 3,5 А. Для живлення драйвера рекомендовано використовуват блок живлення 24В. Драйвер можна зафіксувати в корпус, з

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

помощью болтов або шурупів, для цього на пристрої передумотрена 4 відчини, что спрощує его ЕКСПЛУАТАЦІЇ и зміну в разі виходом з ладу. Застосовується системи числового програмного управління (ЧПУ) и 3D принтерах.

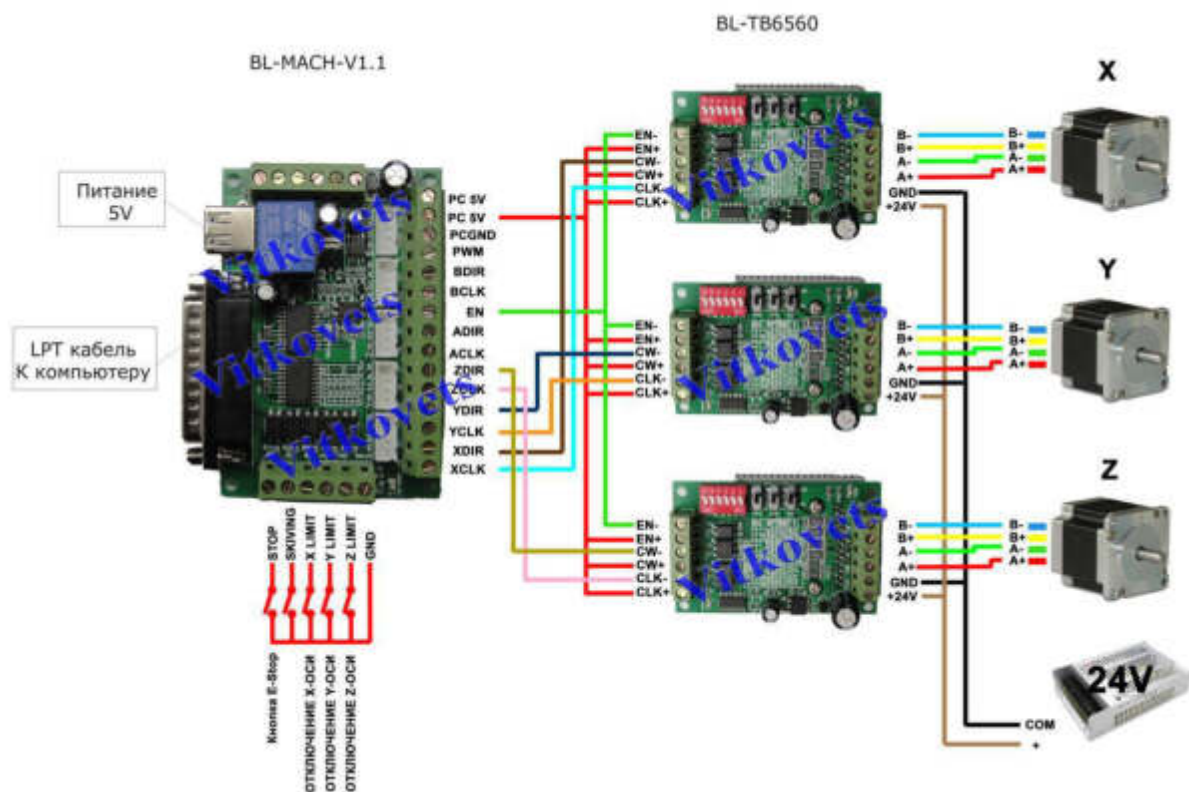


Рис. 1.7. Драйвер крокового двигуна ТВ6560 [7]

Характеристики:

- Підходить для 2-х або 4-х двигунів з 4 або 6 проводами і розміром фланця 42 або 57 мм
- Напруга живлення: 10-35В
- Розроблено на мікросхемі Toshiba TB6560AHQ, що забезпечить максимальну продуктивність
- Використання високошвидкісної оптопари 6N137
- Струм: номінальний 3 А, (піковий 3.5А)
- Мікрошаг: від 1 до 1/16
- Наявність захист від перенапруги; перевантаження по струму і перегріву
- Робоча температура: від -10С до + 45С;
- Розміри драйвера: 7,5 × 5 × 3,5 см
- Вага: 73 г

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підключення:

Підключення драйвера при виконанні порту контролера на NPN ключах з відкритим колектором

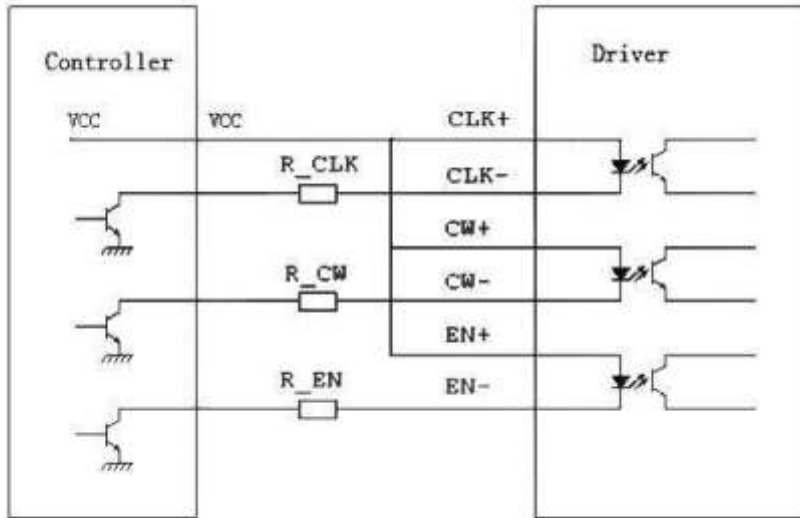


Рис. 1.8. Підключення драйвера при виконанні порту контролера на NPN [7]

Приклад підключення драйвера при виконанні порту контролера на PNP ключах з відкритим колектором.

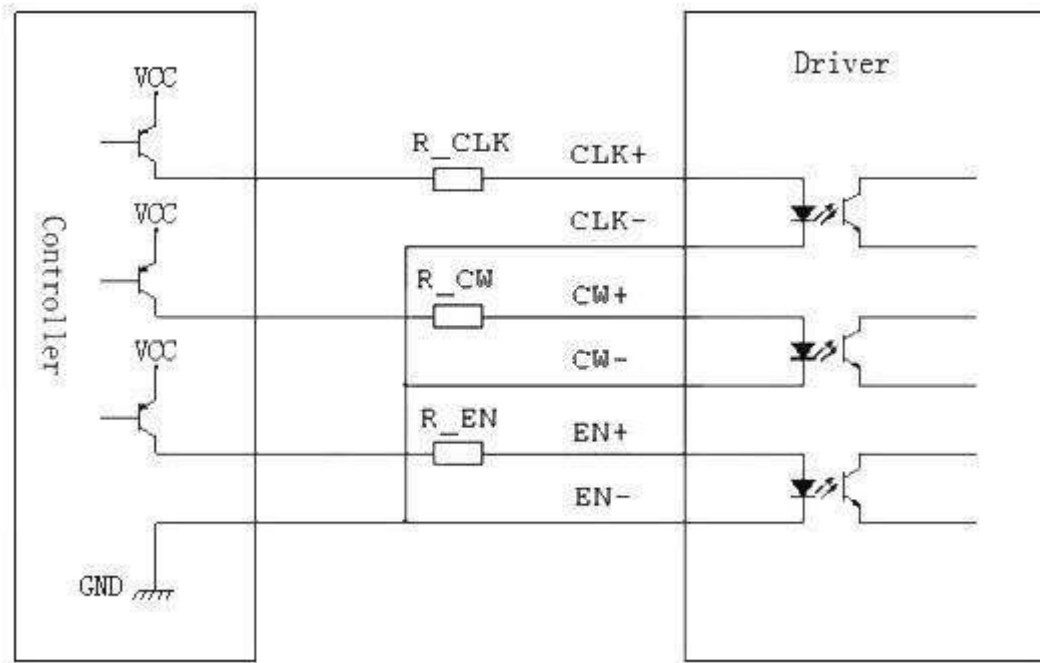


Рис. 1.9. Підключення драйвера при виконанні порту контролера на PNP [7]

Примітка:

Значення опорів R_{CLK} , R_{CW} , R_{EN} залежать від напруги живлення VCC :

- При $VCC = 5В$, $R_{CLK} = R_{CW} = R_{EN} = 0$
- При $VCC = 12В$, $R_{CLK} = R_{CW} = 1кОм$, $R_{EN} = 1.5 кОм$
- При $VCC = 24В$, $R_{CLK} = R_{CW} = 2кОм$, $R_{EN} = 3кОм$

Мікросхема L298N [8]

Мікросхема L298N користується великою популярністю, так як при невеликих габаритах і простому управлінні дозволяє управляти двома електродвигунами постійного струму з максимальним навантаженням до 2А на кожен канал (при паралельному включенні каналів - одним двигуном з максимальним навантаженням до 4А).

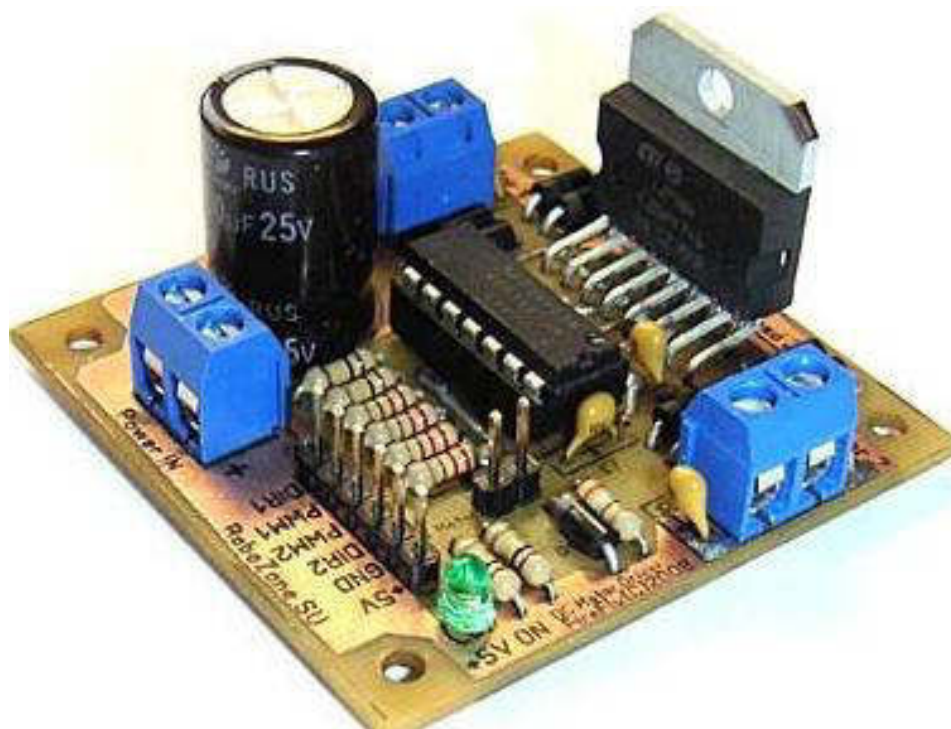


Рис. 1.10. Модуль на мікросхемі L298N [8]

Управління L298N повністю аналогічно L293х. Поточна схема відрізняється відсутністю додаткового стабілізатора, так як лінійні стабілізатори серії L78xx (LM2940) не розраховані на навантаження більш 1-1,5А і тому живлення двигунів подається окремо від основної лінії живлення (на схемі передбачена подача живлення від основної лінії - перемичка, але її використання рекомендується

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

тільки при загальному споживанні двигунів не більше 1А або з метою налагодження) Так само в схемі, на лінію живлення двигунів, доданий електролітичний конденсатор великої ємності. Він призначений для усунення провалів напруги при управлінні двигунами.

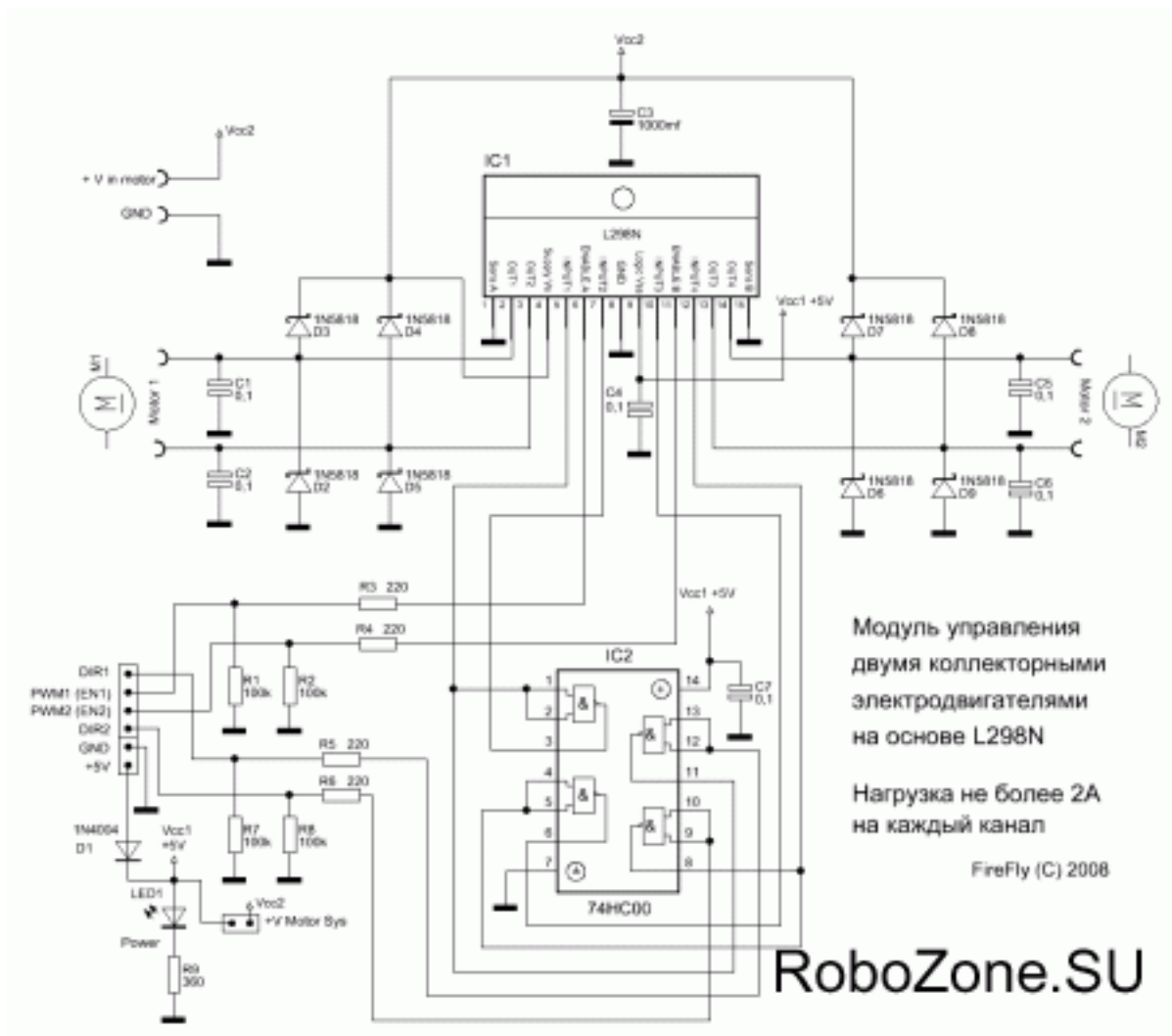


Рис. 1.11. Принципова схема включення L298N [8]

Управління двигунами на основі L298N дуже просте - напрямок обертання електродвигунів задається зміною логічних рівнів на входах кожного з каналів, що вимагає для управління двома двигунами чотирьох висновків порту мікроконтролера і додатково ще двох для подачі ШІМ на кожен канал ENABLE (якщо ви не використовуєте ШІМ, то достатньо подати на дані висновки живлення або високий лог. рівень з МК). У представленій схемі повне управління двигунами здійснюється замість шести висновків контролера - чотирма.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Це стало можливо при використанні мікросхеми стандартної логіки 74НС00. У схемі зміна напрямку обертання кожного з двигунів здійснюється шляхом зміни логічних рівнів на DIR1 і DIR2. За замовчуванням на цих входах встановлено низький лог. рівень. Досить змінити його на високий лог. рівень і двигуни будуть крутитися в інший бік. ШІМ подається відповідно на PWM1 і PWM2.

Приклад контролера крокового двигуна на основі мікроконтролера сімейства AVR [9]

Незважаючи на те, що в даний час існує велика кількість спеціалізованих мікросхем для керування кроковими двигунами, в окремих випадках можна обійтися і без них. Коли не пред'являється занадто жорстких вимог, контролер можна реалізувати повністю програмно. При цьому вартість такого контролера виходить дуже низькою. Принципова схема контролера крокового двигуна приведена на рис.1.12.

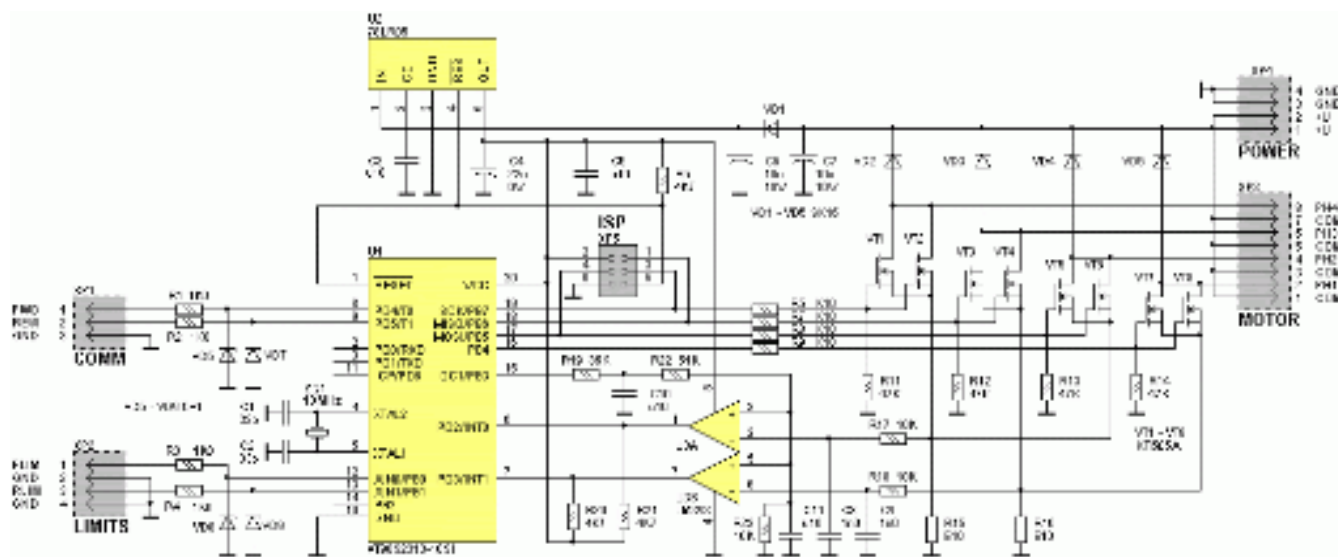


Рис. 1.12. Принципова схема контролера крокового двигуна [9]

Пропонований контролер призначений для керування уніполярним кроковим двигуном із середнім струмом кожної обмотки до 2.5А. Контролер може використовуватися з поширеними кроковими двигунами типу ДШМ-200-1, -2, -3. Його також можна використовувати і для управління менш потужними двигунами, наприклад тими, що застосовувалися для позиціювання головок в 5-

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

двигунових дисководах. При цьому схему можна спростити, відмовившись від паралельного включення ключових транзисторів і від ключової стабілізації струму, так як для малопотужних двигунів досить простого L/R-живлення.

Основою пристрою (рис. 1.12) є мікроконтролер U1 типу AT90S2313 фірми Atmel. Сигнали управління обмотками двигуна формуються на портах PB4 - PB7 програмно. Для комутації обмоток використовуються по два включених паралельно польових транзистора типу КП505А, всього 8 транзисторів (VT1 - VT8). Ці транзистори мають корпус ТО-92 і можуть комутувати струм до 1.4 А, опір каналу становить близько 0.3 Ом. Для того, щоб транзистори залишалися закритими під час дії сигналу «скидання» мікроконтролера (порти в цей час знаходяться в високоімпедансних станах), між затворами і витоками включені резистори R11 - R14. Для обмеження струму перезарядки ємності затворів встановлені резистори R6 - R9. Даний контролер не претендує на високі швидкісні характеристики, тому цілком влаштовує повільний спад струму обмоток, який забезпечується шунтуванням обмоток двигуна діодами VD2 - VD5. Для підключення крокової двигуна є 8-контактний роз'єм ХР3, який дозволяє підключити двигун, який має два окремих виведення від кожної обмотки (як, наприклад, ДШМ-200). Для двигунів з внутрішнім з'єднанням обмоток один або два загальних контакту роз'єму залишаються вільними.

Необхідно відзначити, що контролер може бути використаний для управління двигуном з великим середнім струмом обмоток. Для цього тільки потрібно замінити транзистори VT1 - VT8 і діоди VD2 - VD5 більш потужними. Причому в цьому випадку паралельне включення транзисторів можна не використовувати. Найбільш придатними є МОП-транзистори, керовані логічним рівнем. Наприклад, це КП723Г, КП727В і інші.

Стабілізація струму здійснюється за допомогою ШІМ, яка теж реалізована програмно. Для цього використовуються два датчика струму R15 і R16. Сигнали, зняті з датчиків струму, через ФНЧ R17C8 і R18C9 надходять на входи компараторів U3А і U3В. ФНЧ запобігають помилковій спрацьовування компараторів внаслідок дії перешкод. На другий вхід кожного компаратора має бути подано опорне напруга, яке і визначає піковий струм в обмотках двигуна. Ця

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

напруга формується мікро контролером за допомогою вбудованого таймера, що працює в режимі 8-бітної ШІМ. Для фільтрації сигналу ШІМ використовується дволанковий ФНЧ R19C10R22C11. Одночасно резистори R19, R22 і R23 утворюють дільник, який задає масштаб регулювання струмів обмоток. В даному випадку максимальний піковий струм, відповідний коду 255, обраний 5.11А, що відповідає напрузі 0.511В на датчиках струму. З огляду на той факт, що постійна складова на виході ШІМ змінюється від 0 до 5В, необхідний коефіцієнт розподілу дорівнює приблизно 9.7. Виходи компараторів підключені до входів переривань мікроконтролера INT0 і INT1.

Для управління роботою двигуна є два логічних входу: FWD (вперед) і REW (назад), підключених до гнізда XP1. При подачі НИЗЬКОЇ логічного рівня на один з цих входів, двигун починає обертатися на заданій мінімальній швидкості, поступово розганяється з заданим постійним прискоренням. Розгін завершується, коли двигун досягає заданої робочої швидкості. Якщо подається команда зміни напрямку обертання, двигун з тим же прискоренням гальмується, потім реверсують і знову розганяється.

Крім командних входів, є два входи для кінцевих вимикачів, підключених до гнізда XP2. Кінцевий вимикач вважається спрацювали, якщо на відповідному вході присутній НИЗЬКИЙ логічний рівень. При цьому обертання в даному напрямку заборонено. При спрацьовуванні кінцевого вимикача під час обертання двигуна він переходить до гальмування з заданим прискоренням, а потім зупиняється.

Командні входи і входи кінцевих вимикачів захищені від перенапруг ланцюжками R1VD6, R2VD7, R3VD8 і R4VD9, що складаються з резистора і стабілітрона.

Живлення мікроконтролера формується за допомогою мікросхеми стабілізатора 78LR05, яка одночасно виконує функції монітора живлення. При зниженні напруги живлення нижче встановленого порога ця мікросхема формує для мікроконтролера сигнал «скидання». Живлення на стабілізатор подається через діод VD1, який разом з конденсатором С6 зменшує пульсації, викликані

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

комутаціями щодо потужної навантаження, якої є кроковий двигун. Живлення на плату подається через 4-контактний роз'єм ХР4, контакти якого з дубльовані.

Для верстата з ЧПУ [10]

Для верстата з ЧПУ потрібно всього кілька електронних компонентів:

Блок живлення

драйвер

Arduino Uno

Потім потрібно підключити три крокових драйвера до Arduino, слідуючи з фотографій.

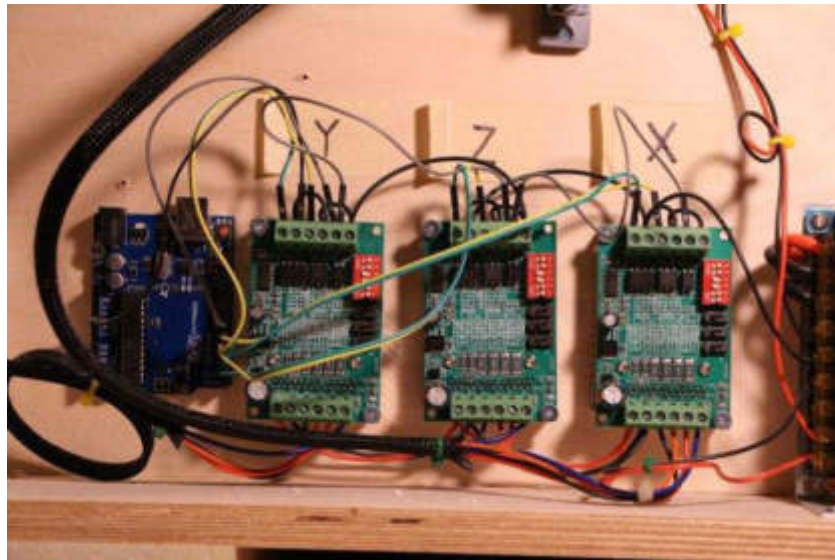


Рис. 1.13. Підключення три крокових драйвера до Arduino [10]

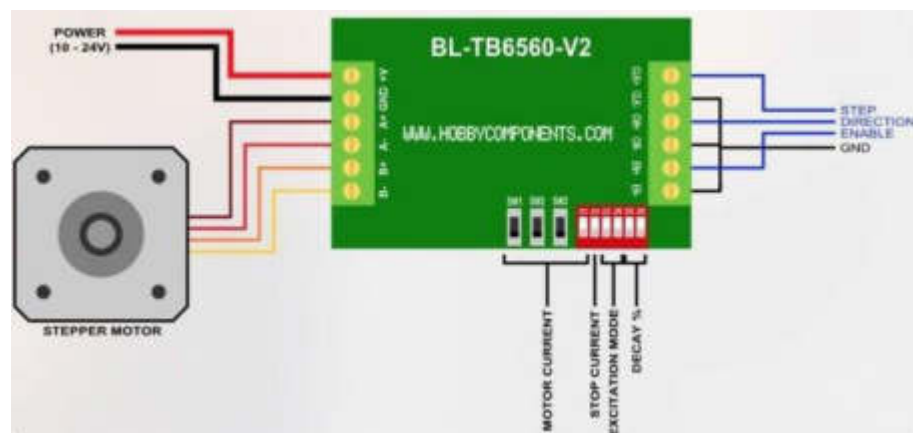


Рис. 1.14. Схема окремого модуля ЧПУ [10]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Драйвер крокового двигуна ЧПУ CNC ТВ6600 [11]

Нова модель готового драйвера крокових двигунів на базі мікросхеми ТВ6600 придатна для побудови професійних і аматорських систем ЧПУ на крокових двигунах високої потужності. Зовнішній вигляд приведено на рис. 1.15.



Рис. 1.15. Схема окремого модуля ЧПУ [11]

Порівняно з попереднім поколінням драйвера ТВ6560 вихідна потужність в ТВ6600 збільшилася в два рази (до 200Вт), в даній моделі збільшений робочий струм до 4А, збільшено робочу напругу до 42В (номінальна 36В), збільшена максимальна робоча частота і додані схеми захисту, а саме:

- Захист від перегріву
- Захист від перевищення напруги живлення
- Захист від перевищення струму навантаження

Завдяки використанню PWM модуляції та інтелектуального управління струмом, до драйвера можна підключити крокові двигуни будь-якої напруги живлення і струму, мікросхема сама обмежить максимальний струм на встановленому рівні. Наприклад можна спокійно використовувати кроковий двигун з робочим напругою 5в при живленні силової частини більш 40в, досить встановити вихідний струм відповідно робочому струму для даного двигуна.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Масивний алюмінієвий радіатор з можливістю кріплення на підставу для додаткового тепловідведення.

Характеристики:

- Напруга живлення схеми управління: 4.5-5.5 В.
- Напруга живлення силової частини: 9-42 В.
- Максимальний робочий струм: 4 А.
- Максимальна частота PWM: 20кГц.
- Режими мікрокроку: 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32
- Розміри: 96 x 56 x 35 мм

Управління крокового двигуна на MAX620 [12]

На рис 1.16 наведено приклад використання інтегральної мікросхеми MAX620 як схеми керування кроковим двигуном. Сигнали логічних ТТЛ / КМОП схем перетворюються в сигнали з підвищеним напругою, які управляють чотирма силовими N-канальними МДП транзисторами, які задають струм в кожній з чотирьох обмоток крокової двигуна. Діоди забезпечують шлях для розряду обмоток двигуна.

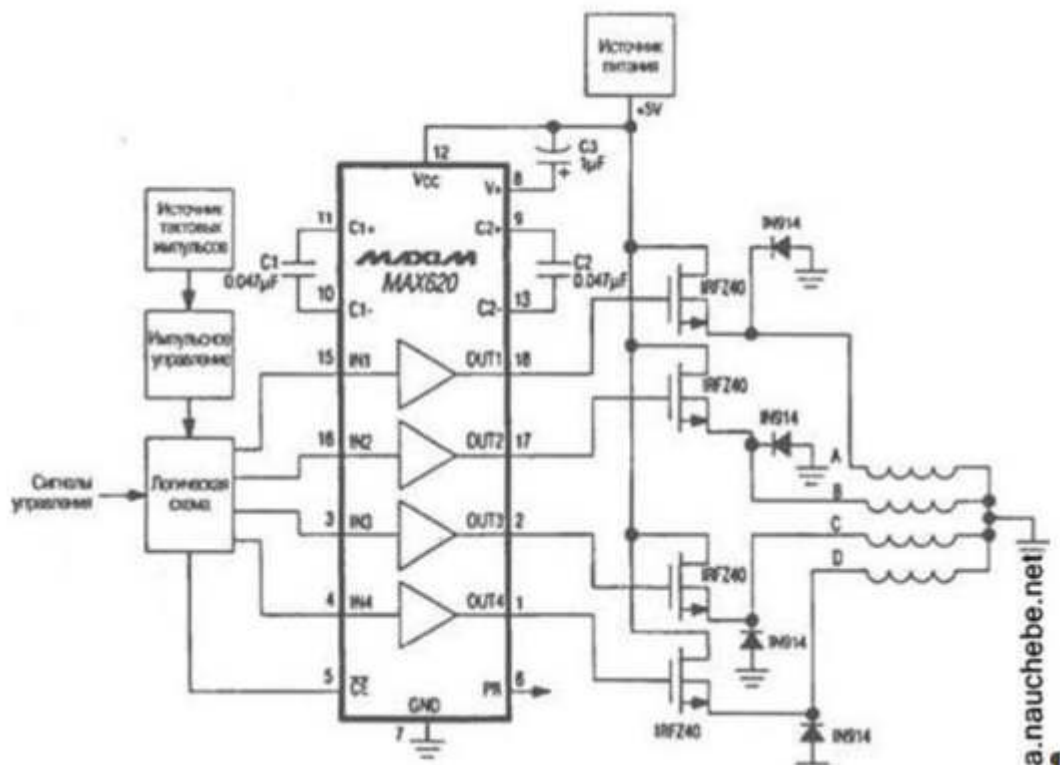


Рис. 1.16 Система управління чотирьохфазним кроковим двигуном [12]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2. Проектно - конструкторський розділ

2.1. Опис структурної та принципової схем пристрою

При розгляді аналогів контролера крокових двигунів було проведено їх аналіз: проаналізовано принципові та структурні схеми, розглянуто принципи побудови, подано їх основні параметри та характеристики. Таким чином, за прототип об'єкту проектування обрано контролер КД побудований на програмованій мікросхемі з підтримкою широтно-імпульсної модуляції, яка керується трьома універсальними сигналами STEP, DIR, ENABLE..

При відсутності сигналу управління STEP програма контролера переходить в режим утримування і через обмотки КД тече струм утримування, який в даному контролері може регулюватися.

У пристрої реалізовано режим роботи крок і на півкрок, є можливість апаратно керувати струмами фаз обмоток КД в робочому стані.

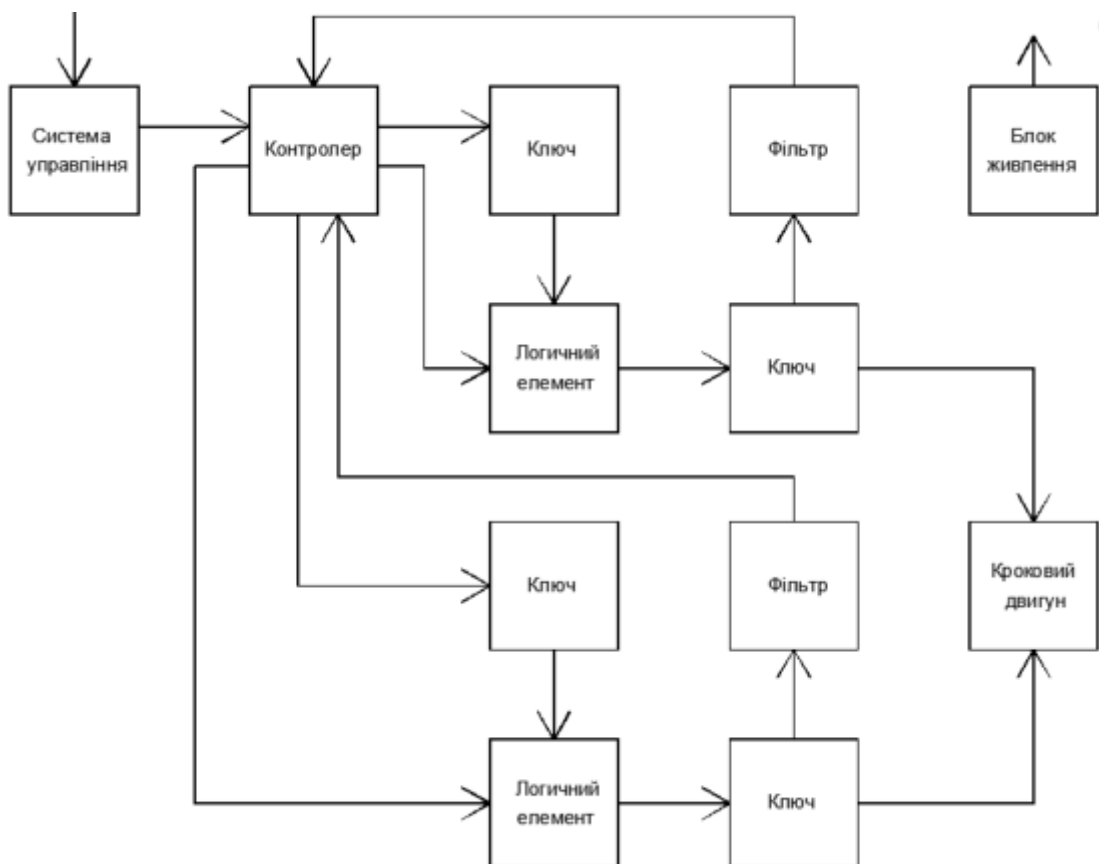


Рис. 2.1. Структурна схема контролера крокового двигуна

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Опис роботи контролера крокового двигуна.

Принципова схема приведена в додатках. Керування його роботою проводиться з допомогою трьох вхідних сигналів та перемикача, позиція якого визначає кроковий або напів-кроковий режим роботи пристрою. З цілю обмеження струмів на керуючих входах в схему було введено опори R1-R3, а для забезпечення швидкого стікання заряду при зміні вхідного сигналу – опори R5-R7.

Особливістю даного контролера є можливість апаратного ШІМ регулювання струму фаз з допомогою змінного резистору R14, а також регулювання струму обмоток крокового двигуна в режимі утримування з використовуючи змінного резистору R9.

В пристрої для роботи ШІМ введено ланку зворотного зв'язку побудовану з резистора R29, Г- подібного RC фільтру та обмежуючого струм ланки опору R24. Також в ланку включено діод VD1, яки повинен забезпечити захист від від'ємних стрибків напруги.

Силова частина пристрою виконана на польових резисторах марки

IRL5NJ, що мають значний запас за напругою та потужністю. Їх керування виконано на мікросхемі 74HC08, яка містить в собі 4 логічні елементи І. Для забезпечення усунення завад при перехідних процесах в транзисторах, на вхід затвору було включено опори R21, R22.

Щоб реалізувати напів-кроковий режим роботи контролера в схеми було введено резистори R15 - R18 та вимикач JAMP 1, який дає можливість відключати їх від схеми пристрою.

Також в контролері побудовано транзисторний ключ на транзисторі VT1, VT2 опори R13, R20 які обмежують струм у відкритому стані транзисторів та конденсаторі C2, що визначає час затримки подачі сигналу на вхід логічного елементу.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою

Для розрахунку ємнісного фільтру використаємо формулу:

$$C1 = \frac{Kc}{\omega * Rн} \quad (2.1)$$

де $\omega = 2\pi f$, а коефіцієнт згладження вхідного сигналу рівний 2,
тоді:

$$C1 = \frac{2}{628 * 25} = 1,3 * 10^{-4} \Phi$$

Оберемо конденсатор C1 типу К10-176 на напругу 16В ємністю 130 мкФ.

Розрахунок транзисторів у схемі мостового перетворювача

Тут можуть бути використано транзистори, що відповідають наступним вимогам:

$$U_{св \max} = 12 \text{ В}$$

$$I_{в \max} = 4 \text{ А}$$

$$f \max = 1000 \text{ Гц}$$

$$U_3 = 5 \text{ В}$$

Виконання всіх параметрів забезпечує польовий транзистор з ізольованим затвором типу IRL5NJ. Номінальна напруга сток-виток такого типу транзисторів складає 55 В, а номінальні струми 17А (імпульсний 68А). Опір у відкритому стані близько 0,06 Ом, максимальна потужність розсіювання на переході сток-виток 35 Вт.

1. Обрахуємо потужність, яка розсіюється на транзисторах у даній схемі:

$$P_{\max} = \frac{U_{ж}^2}{4 * (Rн + Rсв)}, \quad (2.2)$$

або

$$P = I^2 * R = (2)^2 * 0.06 = 0,24 \text{ Вт} \quad (2.3)$$

Отже, використання даного типу транзисторів є допустимим.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

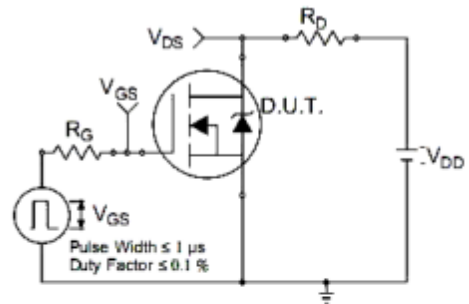
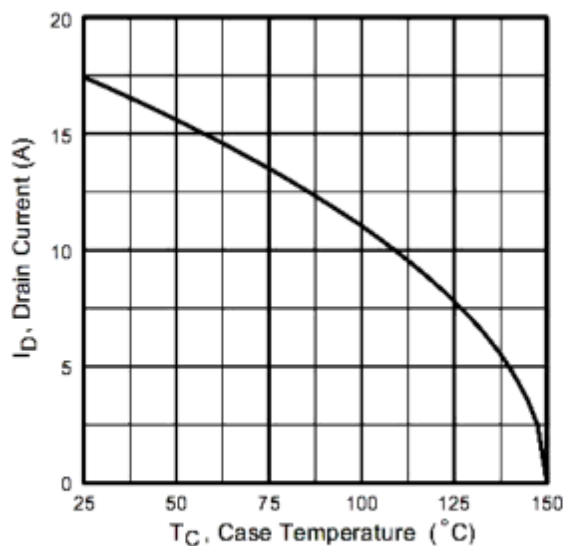


Fig 10a. Switching Time Test Circuit

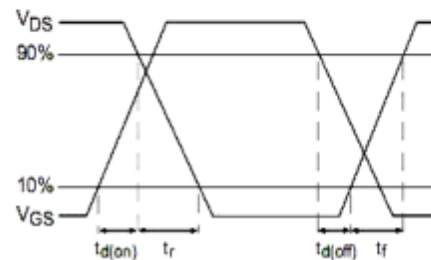


Рис. 2.2 Схема включення, ВАХ та графіки роботи транзисторного ключа

2.Обрахуємо час затримки включення транзистора, якщо у коло затвору включено обмежувач опір R22 номіналом 15 Ом:

$$t_{з \text{ вкл}} = R_b * (C_{зв} + C_{зс}) * \ln \frac{U_{вх м}}{U_{вх м} - U_0} \quad (2.4)$$

$$t_{з \text{ вкл}} = 27 * (10^{-9} + 4 * 10^{-12}) * \ln \left(\frac{10}{5} \right) = 19,7 * 10^{-9} \text{ с}$$

$$t_{з \text{ вкл}} = 20 \text{ нс}$$

3. Визначимо час включення:

$$t_{вкл} = 0.8 * C_{зс} * \frac{R_b * (U_{ж} - U_{св \text{ вкл}})}{U_{вх м} - U_0 - \frac{(U_{ж} - U_{св \text{ вкл}})}{2 * R_n * S_o}} \quad (2.5)$$

$$\text{де, } U_{св} = \frac{U_{ж} * R_{св}}{R_n + R_{св}} = 0,5 \text{ В}$$

$$t_{вкл} = 0.8 * 4 * 10^{-12} * \frac{27 * (27 - 0,5)}{10 - 5 - \frac{(27 - 0,5)}{2 * 3,3 * 1}} = 22,4 * 10^{-9} \text{ с}$$

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$t_{\text{вкл}} = 23 \text{ нс}$$

4. Час установки включення, виключення:

$$t_{\text{у вкл}} = 2R_{\text{б}} * (C_{\text{зв}} + C_{\text{зс}}) \quad (2.6)$$

$$t_{\text{у вкл}} = 2 * 27 * (10^{-9} + 4 * 10^{-12}) = 85 * 10^{-9} \text{ с}$$

$$t_{\text{у вкл}} = 85 \text{ нс}$$

5. Час затримки вимикання:

$$t_{\text{з вкл}} = R_{\text{б}} * (C_{\text{зв}} + C_{\text{зс}}) * \ln \frac{U_{\text{вх м}}}{U_{\text{зв кр}}} \quad (2.7)$$

$$\text{де, } U_{\text{зв кр}} = U_0 + \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{св вкл}}}{R_{\text{н}} * S_0} = 2.47$$

$$t_{\text{з вкл}} = 27 * (10^{-9} + 4 * 10^{-12}) * \ln \frac{10}{2,47} = 37 * 10^{-9} \text{ с}$$

$$t_{\text{з вкл}} = 37 \text{ нс}$$

6. Визначимо час виключення транзистора:

$$t_{\text{викл}} = 0.8 * C_{\text{зс}} * \frac{R_{\text{б}} * (U_{\text{ж}} - U_{\text{св вкл}})}{U_0 + (U_{\text{ж}} - U_{\text{св вкл}})} \quad (2.8)$$

$$t_{\text{викл}} = 0.8 * 4 * 10^{-12} * \frac{27 * (27 - 0,5)}{\frac{5 + (27 - 0,5)}{2 * 5 * 1}} = 70 * 10^{-9} \text{ с}$$

$$t_{\text{викл}} = 70 \text{ нс}$$

Тоді, з розрахунків видно, що вибраний тип транзисторів при включенні в коло затвору резистору R21 опором 15 Ом, має хороші часові характеристики і може використовуватись у нашому пристрої. Обираємо в якості резистора R21- R22, R24-R25 резистор марки МЛТ –0.125 Вт.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Розрахунок транзисторного ключа VT1, VT2.

Вибираємо транзистор VT1, VT2 типу 1Т101 з наступними параметрами:

$$I_{к\ max} = 10\ \text{мА};$$

$$U_{ке\ max} = 15\ \text{В};$$

$$U_{ке\ нас} = 0,1\ \text{В};$$

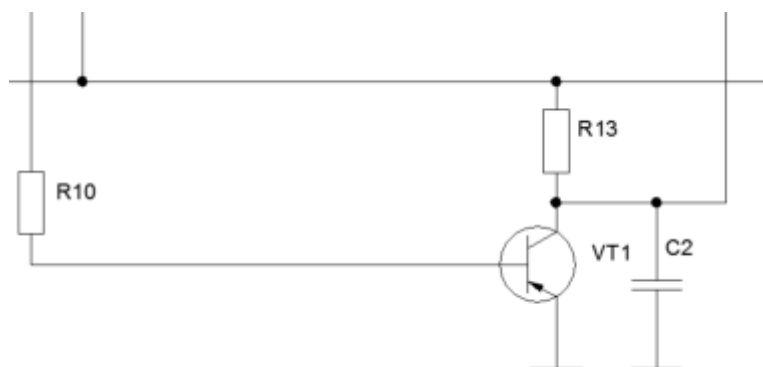
$$U_{еб\ max} = 6\ \text{В};$$

$$I_{кб0\ max} = 10\ \text{мкА};$$

$$\beta = 50 \dots 300.$$

Розрахунок цього ключа зводиться до визначення номіналів опорів у колі емітера і бази [13].

Для обмеження струму через транзистор в коло колектора введемо гасячий резистор :



1. Задамося струмом переходу колектор-емітер у відкритому стані транзистора в 10 мА.

Тоді:

$$R = U_1 / I, \quad (2.9)$$

$$U_1 = U_{ж} - U_{ке}, \quad (2.10)$$

$$U_1 = 12 - 0,1 = 11,9\ \text{В}; R_{14} = 11,9 / 0,01 = 1190\ \text{Ом}.$$

2. Визначимо потужність, яка розсіюється на опорі:

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$P=11,9*0,01=0,1 \text{ Вт}$$

Оберемо опір R13, R20 1,2 кОм – 0,125Вт

2. Для надійного закривання транзистора необхідне виконання умови:

$$U_{\text{вх0}} + I_{\text{кб0 max}} * R_{\text{б}} < U_{\text{бе відс}} \quad (2.11)$$

$$R_{\text{б}} < \frac{U_{\text{бе відс}} - U_{\text{вх0 max}}}{I_{\text{кб0 max}}} \quad (2.12)$$

Знаходимо $U_{\text{бе відс}}$ з рис. 7, враховуючи, що струм $I_{\text{б}} = 0,1 \text{ мА}$.

$$R_{\text{б}} < \frac{0,5 - 0,3}{0,0001} = 20 \text{ кОм.}$$

Враховуючи згадані вище умови, вибираємо резистори R10, R19 типу МЛТ номіналом 20 кОм $\pm 5\%$ на потужність 0,125 Вт.

3. Умову насичення можна записати так:

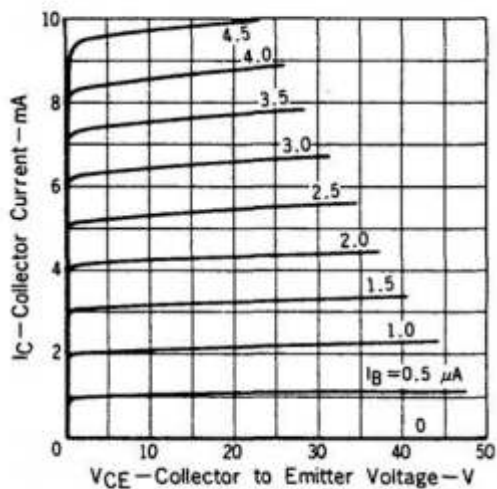
$$U_{\text{вх1}} > U_{\text{бе відс}} + I_{\text{кб0}} * R_{\text{б}}. \quad (2.13)$$

Враховуючи, що $\beta = 80$, вибираємо:

$$I_{\text{б}} > \frac{I_{\text{к}}}{\beta}, \quad (2.14)$$

звідси $I_{\text{б}} > 0,01 \text{ мА}$, враховуючи коефіцієнт запасу (2...5), $I_{\text{б}} = 0,1 \text{ мА}$.

COLLECTOR CURRENT
vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



COLLECTOR CURRENT
vs. BASE TO EMITTER VOLTAGE

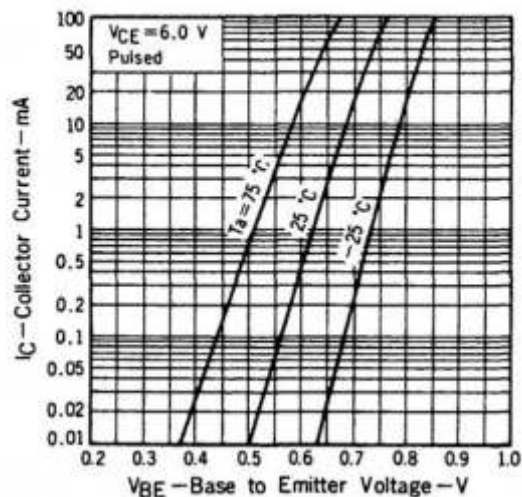


Рис. 2.3 Характеристики деяких транзисторів типу 1Т101 при різних температурах довколишнього середовища

На виході ключа введено конденсатор С2, С3 ємністю 330 пФ, що повинен забезпечувати стабільну роботу схеми та згладжувати пульсації сигналу при переході ключа з одного стану в інший.

Розрахунок ланки зворотного зв'язку.

Для роботи схеми на резисторі R29 падіння напруги повинно коливатися в межах 0,2 – 0,8 В. Надалі у розрахунках будемо керуватися значенням 0,5 В

1. Знайдемо стум, що тече через резистор:

$$P=I \times U, \quad (2.15)$$

де P – потужність яку споживає КД, U- напруга живлення двигуна.

$$I=12/16,7=0,7 \text{ A}$$

2. Знайдемо опір обмотки за допомогою формули (2.3): $P=I^2 \times R$

$$R_{\text{обм}}=16,7/0,49=25 \text{ Ом}$$

3. Знайдемо номінал опору R30; $R=U/I$;

$$R=0,5/0,7=0,74 \text{ Ом}$$

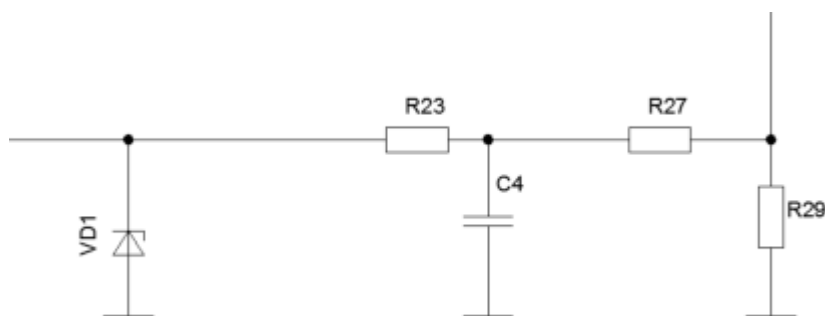
тоді, на ньому буде розсіюватися потужність:

$$P_{R29}=0,49 \times 0,74=0,36 \text{ Вт}$$

Був обраний резистор R29, R30 номіналом 0,75 Ом МЛТ 0,5 Вт

Розрахунок фільтра низьких частот.

Напруга сигнального входу мікросхеми повинна складати 0,5 В, а струм бути близьким 10 мкА. Отже в ланцюг нам потрібно ввести резистор.



1. Визначимо номінал резисторів:

$$R27, R28= U/I;$$

$$R27, R28= 0,05/0,0001= 500 \text{ Ом}$$

2. Визначимо потужність, яка розсіюється на опорі:

$$P_{R27}=I^2 \times R;$$

$$P_{R27}=(0,0001)^2 \times 500=5 \times 10^{-6} \text{ Вт}$$

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3. Визначимо добуток $R_1 \times C_1$ для одної ланки Г-подібного типу ФНЧ:

$$R_1 \times C_1 = 1,5 \times 10^6 \times q/m \times F \quad (2.16)$$

де m – число фаз випрямляча; F - частота завад; q - коефіцієнт згладження.

Для даного типу фільтрів q коливається в межах 0,0005-0,001 %

4. При виборі величини опору R_1 будемо керуватися наступною формулою:

$$0,25R_n \leq R_{23} \leq 0,65 R_n, \quad (2.17)$$

$$117,5 \leq R_{23} \leq 305,5$$

Виходячи з цього діапазону значень, оберемо опір 207 Ом .

5. Знайдемо ємність конденсатора C_1 (мкФ) в ланці фільтру:

$$C_4 = (1,5 \times 10^6 \times q/m \times F) / R_1, \quad (2.18)$$

$$C_4 = (1,5 \times 10^6 \times (0,001/1 \times 20\,000)) / 207 = 360 \text{ мкФ}$$

Оберемо конденсатор К53-1 з номінальною напругою 6 В та ємністю 360 мкФ.

6. Для визначення типу резисторів R_{23} , R_{26} необхідно обрахувати потужність яка розсіюється на ньому:

$$P_{R_{23}} = I^2 \times R;$$

$$P_{R_{23}} = (0,0001)^2 \times 207 = 2 \times 10^{-6} \text{ Вт}$$

Оберемо опір R_{23} , R_{26} 0,125 Вт 207 Ом

7. Для захисту схеми від від'ємних пульсацій напруги, введемо діоди VD1, VD2 1N4148 з такими характеристиками:

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$U_{\max} = 10 \text{ В};$$

$$I_i = 0,4 \text{ А};$$

$$t_{\text{rr}} = 4 \text{ нс}.$$

Опис роботи блоку управління

Роботою контролера керують три вхідні сигнали Eneble, Slep, Dep в залежності від рівнів напруги на яких контролер змінює свій режим роботи. Для обмеження струмів керуючих сигналів у схему було введено опори R1-R3 номіналом 470 Ом. потужністю 0,125 Вт.

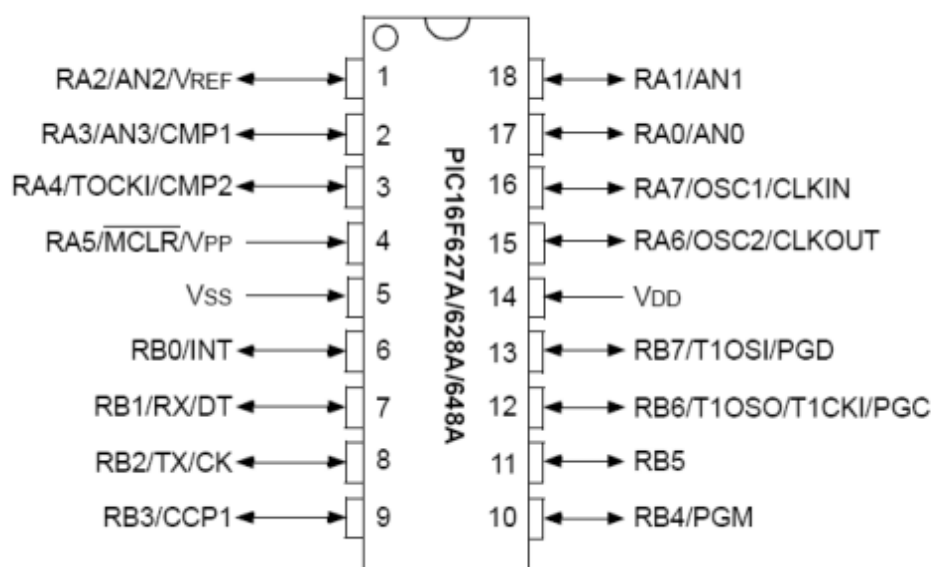


Рис. 2.4 Схема входів мікро контролера [14]

Та опори R5 – R7 номіналом 47 кОм 0,125Вт, які повинні забезпечувати швидке усікання напруги з керуючого входу при зміні сигналу управління.

Обраний мікроконтролер дає змогу керувати струмами в обмотках крокового двигуна при зміні рівня напруги на вході RB3 мікросхеми. Використовуючи цю функцію введемо в схему змінний опір R14 номіналом 1 кОм

Також в мікроконтролері реалізована можливість керувати струмами утримування, що протікають в обмотках крокового двигуна при відсутності зміни вхідних керуючих сигналів. Для управління струмами в схему було введено змінний опір R9 номіналом 2 кОм.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для обмеження струмів при роботі схеми в режимі напів-крок були введені опори R12 номіналом 37 кОм та R15-R18 номіналом 10 кОм 0,125 Вт.

В схему також введені опори R4, R11 номіналом 10 кОм для обмеження струму на вході мікроконтролера та забезпечення його стабільної роботи.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи " Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3" виходячи із поставлених у технічному завданні вимог і виходячи із огляду існуючих аналогів, розроблено структурну і принципову електричну схему. Проведені базові розрахунки режимів роботи компонентів електронної схеми.

Запропонований модуль має наступні характеристики:

Напруга живлення, 12.0 В;

Вихідна потужність не менше 50 Вт;

Навантаження на виході не менше 3,0 Ом;

Максимальна частота прийомистості не менше 1000 Гц

Розроблений модуль відповідає умовам технічного завдання. Різноманіття схемних рішень у розглянутих аналогах підтверджують актуальність теми.

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://forum.modelka.com.ua/index.php?showtopic=10984> Контроллер шагового двигателя на ТВ6560А. Ридико Леонид Иванович.
2. <http://forum.modelka.com.ua/index.php?showtopic=10986> Контроллер шагового двигателя на микросхеме РС116F84. Сиров Л. И.
3. <http://microsin.ru/content/view/826/44/>. С. В. Кухтецкий. AVR-USB-MEGA16: Управление шаговым двигателем.
4. <http://folorama.com/?vt=111378>
5. <http://robozone.su/2009/01/07/mikroshagovyjj-kontroller-shagovogo-dvigatelja-na.html>.
6. <https://arduinka.biz.ua/uk/plata-drayvera-krokovogo-dviguna-l9110s-p337c76.html>
7. <https://prom.ua/ua/p420752309-drajver-shagovogo-dvigatelya.html>
8. <http://robozone.su/mrc28/21-modul-upravlenija-jelektrodvigateljami.html>
9. <https://meandr.org/uk/archives/17747/3>
10. <https://usamodelkina.ru/17300-chpu-stanok-plany-shemy-chertezhi.html>
11. <https://diylab.com.ua/p198362300-drajver-krokovogo-dviguna.html>
12. <http://ua.nauchebe.net/2014/06/sistema-upravlinnya-krokovim-dvigunom/>
13. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Електроніка та мікросхемотехніка» / Укладачі Воробйова О.М., Савицька М.П., Флейта Ю.В., Альошина Л.О. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2016. – 72 с.
14. http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/P/I/C/1/PIC16F628A.shtml

					КБР.ЕС.162340.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

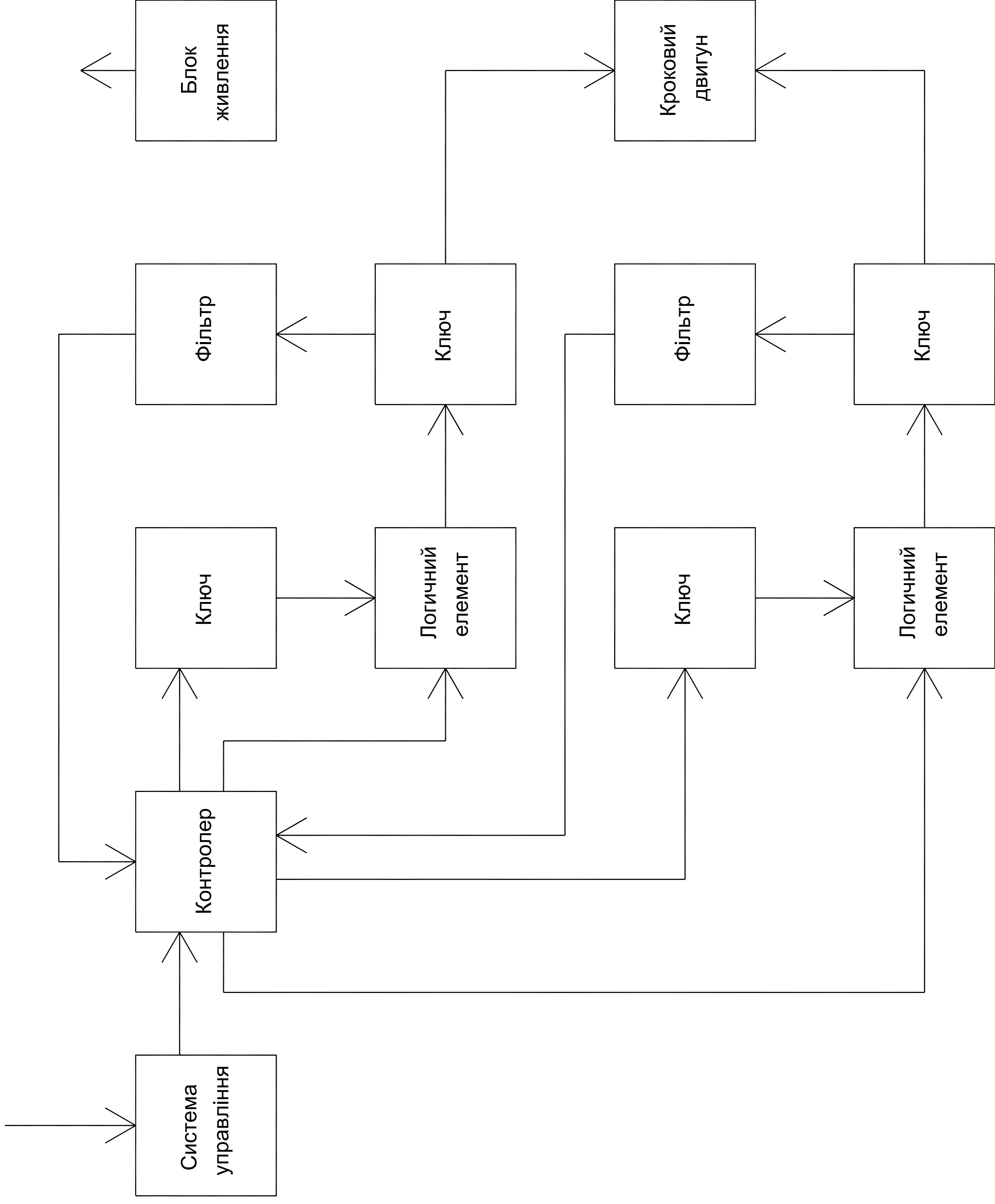
ДОДАТКИ

Додаток А — схема електрична структурна

Додаток Б — схема електрична принципова

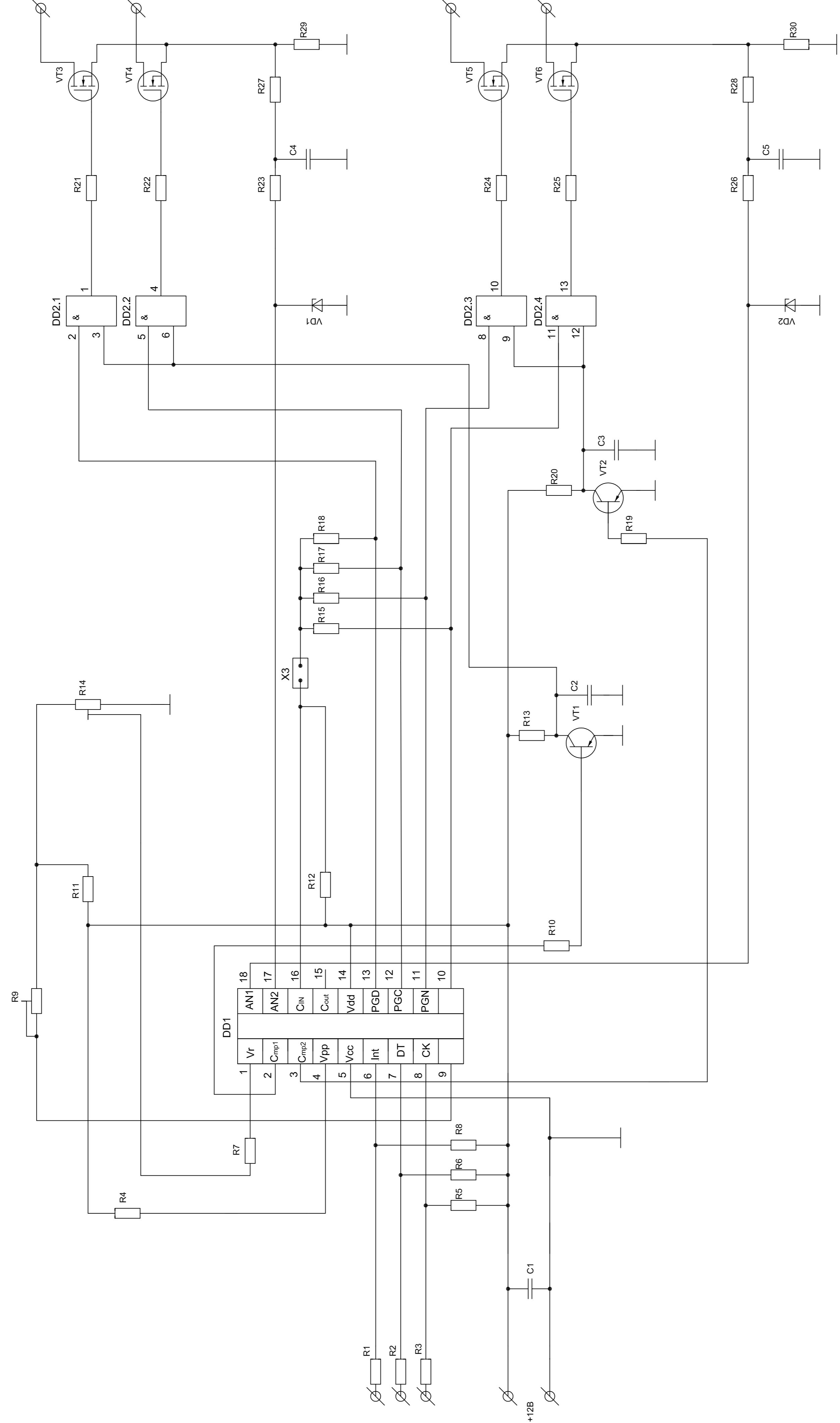
Додаток В — перелік елементів

					КБР.ЕС.	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Літера	Маса	Маштаб
У	У	4:1
Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3		
Схема електрична структура		
Зм. Док. № документа	Цілість	Дата
Розробив: Євген С.О.		
Керував: Євген С.О.		
Т.Контр.		
Н.Контр.		
Затвер.	Зачь Т.М.	
	УжНУ, ПФ	
	курс 4,	
	Група ЕС	

12B



Зм. Док.	№ документа	Підпис	Дата	Літера	Масштаб
Розробив	Виконав	Перевірив		У	1:1
Т. Кондр.	С. Савчук	Н. Кондр.		А	УжНУ, ПФ
					Група ЕС

Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3
Схема електрична принципова

УжНУ, ПФ
Група ЕС

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
	Конденсатори		
	<u>ОЖО.460.172ТУ</u>		
C1	K10-176-130мкФ 16В	1	
C2, C3	K10-176-330пФ 10В	2	
C4, C5	K10-176-360мкФ 6В	2	
	Мікросхеми		
DD1	РСІ16F628А	1	
DD2	74НС08	1	
	Резистори		
	<u>МЛТ-0,125 ОЖО.467.180ТУ</u>		
	<u>СПЗ-4 ОЖО.467.180 ТУ</u>		
R1...R3	МЛТ-0,125 470Ом±5%	3	
R4	МЛТ-0,125 10кОм±5%	1	
R5... R7	МЛТ-0,125 47кОм±5%	3	
R8	МЛТ-0,125 1кОм±5%	1	
R9	СПЗ-4- 2 кОм±5%	1	
R10	МЛТ-0,125 20кОм±5%	1	
R11	МЛТ-0,125 10кОм±5%	1	
R12	МЛТ-0,125 37кОм±5%	1	
R13	МЛТ-0,125 1,2 кОм±5%	1	
R14	СПЗ-4- 1 кОм±5%	1	
R15...R18	МЛТ-0,125 10кОм±5%	4	
R19	МЛТ-0,125 20кОм±5%	1	
R20	МЛТ-0,125 1,2 кОм±5%	1	

КБР.ЕС.18051012.002.000.ПЕ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Оленчин О.О.		11.06.21
Перевірив		Спесивих О.О.		11.06.21
Т/Контр.				
Н/Контр		Спесивих О.О.		11.06.21
Затвердив		Ваяць Т.М.		11.06.21

Модуль керування ЧПУ на основі крокового двигуна ДШИ-200-3
Перелік елементів

Літера	Аркуш	Аркушів
У	1	2

УжНУ, ІТФ
група ЕС 4 курс

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Заяць Тарасу Михайловичу

Студента (-ки) 4 курсу
спеціальності Електроніка
Оленчин О.О

(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

**щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти**

Я, Оленчин Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денної форми навчання, інженерно-технічного факультету 2-ст курсу
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Модуль керування ЧПУ на основі
крокового двигуна ДШИ-200-3

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

15.06.2021
Дата


Підпис

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Оленчин Олександр Олександрович
Назва роботи	Модуль керування ЧПУ на основі крокового
	двигуна ДШИ-200-3
Спеціальність	Електроніка
Курс	4
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	Електронні системи
Керівник роботи	Спесивих Олександр Олександрович
Роботу перевірено в програмі	Unichack
Додано до бази даних	18.06.2021
Ідентифікаційний номер роботи	
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	100%
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	—

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

17.06.2021.
Дата

Спесивих О.О.
(прізвище, ініціали)

Підпис

Залишилось 436 сторінок

Перевірити на схожість

Зати	Схожість	Власник	ID файлу	Дата додавання
1	0.0%	МІВ АЗУНТ скарифаїфиттвм аьіааа	1008399346	06/18/2021 12:28 годин (UTC+00)
1	0.0%	МІВ АЗУНТ скарифаїфиттвм аьіааа	1008399347	06/18/2021 12:28 годин (UTC+00)
1	0.0%	МІВ АЗУНТ скарифаїфиттвм аьіааа	1008399346	06/18/2021 12:28 годин (UTC+00)

