Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності
Назва теми

КвРАКІТ.2018025.01.01.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Назва

Виконав:
студент IV курсу, група АКІТ-18-1 _____ Руслан АРТЕМЧУК
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник _____ Валерій МАРТИНЮК
Підпис, дата Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер _____ Людмила КОРЕЦЬКА
Підпис, дата Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій _____ Валерій МАРТИНЮК
Підпис, дата Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«14» червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТ

Мартинюк В.В.

02 березня 2022р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Руслан Васильович АРТЕМЧУК

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності

Керівник роботи МАРТИНЮК Валерій Володимирович

доктор тенх. наук, професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 01.06.2022р.

3. Вихідні дані до проекту завдання на виконная кваліфікаційної роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Огляд методів розв'язання поставленої задачі, Розробка схемотехнічних рішень, Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 12-15 презентаційних слайдів

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Микола ФЕДУЛА к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Людмила КОРЕЦЬКА к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 02 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	15.02.2022	
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2022	
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2022	
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2022	
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2022	
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2022	
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат), нормоконтроль	30.05.2022	
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	10.06.2022	

Студент _____ Підпис Р.В. Артемчук Ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ Підпис В.В. Мартинюк Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності».

Автор роботи: Артемчук Руслан Васильович.

Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

Пояснювальна записка: 56 с., 29 рис., 2 табл., 1 дод., 10 джерел.

Графічна частина: 8 презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ, КОТУШКА ІНДУКТИВНОСТІ, МІКРОКОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ.

Метою роботи є розробка автоматизований пристрій намотування котушок індуктивності.

Досліджено конструкції станків для намотування котушок індуктивності. Запропонована технологічна схема станка. Проведено розробку схеми електричної структурної. Розроблено схему електричну принципову. Проведено розробку основних блоків програмного забезпечення станка по намотуванню котушок індуктивності. Розроблено граф переходів функціонування оптичного давача обертання валу станка із забезпеченням визначенням напряму обертання. На основі розробленого графу переходів, розроблено підпрограму обробки переривань за двома входами мікроконтролера, які дозволяють підраховувати кількість обертів із врахуванням напряму обертання валу.

Підпис студента

14.06.22

Дата

ЗМІСТ

ЗМІСТ 2
ВСТУП 3
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ СТАНКІВ НАМОТУВАННЯ КОТУШОК ІНДУКТИВНОСТІ 5
1.1 Конструкції котушок індуктивності 5
1.2 Станки намотки котушок індуктивності 7
1.3 Розробка технічного завдання на розробку автоматизованого станка намотування котушок індуктивності 16
1.4 Опис технологічної схеми станка намотування котушок індуктивності 22
1.5 Висновки до першого розділу 24
2 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ СТАНКА НАМОТУВАННЯ КОТУШОК ІНДУКТИВНОСТІ . 25
2.1 Розробка структурної схеми блоку керування станка 25
2.2 Розробка схемотехнічних рішень блоку керування 27
2.3 Висновки до другого розділу 37
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ 38
3.1 Розробка програмного забезпечення 38
3.2 Програмне забезпечення 51
3.3 Висновки до третього розділу 54
ВИСНОВКИ 56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 58
ДОДАТОК А. Лістинг коду 59

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КвРАКІТ.2018025.01.01.ПЗ		
Розроб.		Артемчук Р.В.		14.06.22	Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності	Літ.	Лист 2 / Листів
Перевір.		Мартинюк В.В.		14.06.22			
Н. Контр.		Корецька Л.О.		14.06.22		гр. АКІТ-18, ХНУ	
Затв.		Мартинюк В.В.		14.06.22 р.			

ВСТУП

Котушка індуктивності є пасивним компонентом електронних схем, основне призначення якої є збереження енергії у вигляді магнітного поля. Властивість котушки індуктивності чимось схоже на конденсатор, який зберігає енергію у вигляді електричного поля.

Індуктивність (вимірюється у Генрі) - це ефект виникнення магнітного поля навколо провідника зі струмом. Струм, що протікає через котушку індуктивності, створює магнітне поле, яке має зв'язок з електрорушійною силою (ЕРС), що надає протидію прикладеної напруги.

Виникаюча протидіюча сила (ЕРС) протистоїть зміні змінної напруги та силі струму в котушці індуктивності. Ця властивість індуктивної котушки називається індуктивним опором. Слід зазначити, що індуктивний опір знаходиться в протифазі до реактивного ємнісного опору конденсатора в ланцюги змінного струму. Шляхом збільшення числа витків можна підвищити індуктивність самої котушки.

Деякі важливі частини електротехнічних та електронних схем, такі як дроселі, всілякі трансформатори та інші багатовиткові елементи електромагнітної дії неможливо виготовити без спеціального обладнання — верстатів для намотування дроту на котушки. Ці пристрої виконують обмотки ізольованими проводами на феримагнітні та феритові сердечники, а вже за їх допомогою виготовляються статори електродвигунів, будь-які трансформатори та просто котушки індуктивності. У наш час потреба в намотувальних верстатах лише збільшується, оскільки перебіг технічного прогресу людського суспільства неухильно прискорюється. Конструкції цих пристроїв здебільшого досить прості у роботі, вони необхідні у багатьох галузях промислової діяльності.

Розробка нових пристроїв намотування котушок індуктивності із застосуванням сучасних схемотехнічних та конструкційних рішень є актуальною задачею.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ СТАНКІВ НАМОТУВАННЯ КОТУШОК ІНДУКТИВНОСТІ

1.1 Конструкції котушок індуктивності

Котушка індуктивності є обмоткою з провідного матеріалу, як правило, мідного дроту, намотаного навколо або залізовмісного сердечника, або взагалі без сердечника.

Застосування як осердя матеріалів з високою магнітною проникністю, вищою ніж повітря, сприяє утриманню магнітного поля поблизу котушки, тим самим збільшуючи її індуктивність. Індуктивні котушки бувають різних форм та розмірів.

Більшість виготовляються шляхом намотування емальованого мідного дроту поверх феритового сердечника.

а) б)

Рисунок 1.1 – Тороідальна котушка індуктивності (а) багатошарова циліндрична котушка індуктивності (б)

Деякі індуктивні котушки мають регульований сердечник, за допомогою якого забезпечується зміна індуктивності.

Мініатюрні котушки можуть бути витравлені безпосередньо на друкованій платі у вигляді спіралі. Індуктивності з малим значенням можуть бути розташовані в мікросхемах з використанням тих самих технологічних процесів, що використовуються при створенні транзисторів.

Застосування котушок індуктивності

Індуктивності широко використовуються в аналогових схемах та схемах обробки сигналів. Вони у поєднанні з конденсаторами та іншими радіокомпонентами утворюють спеціальні схеми, які можуть посилити або фільтрувати сигнали певної частоти.

Котушки індуктивності отримали широке застосування, починаючи від великих котушок індуктивності, таких як дроселі в джерелах живлення, які у поєднанні з конденсаторами фільтра усувають залишкові перешкоди та інші коливання на виході джерела живлення, і до таких малих індуктивностей, які розташовуються всередині інтегральних мікросхем.

Дві (або більше) котушки індуктивності, які з'єднані єдиним магнітним потоком, утворюють трансформатор, що є основним компонентом схем, що працюють з електричною мережею електропостачання. Ефективність трансформатора зростає із збільшенням частоти напруги.

З цієї причини, в літаках використовується змінна напруга з частотою 400 герц замість звичайних 50 або 60 герц, що дозволяє значно заощадити на масі використовуваних трансформаторів в електропостачанні літака.

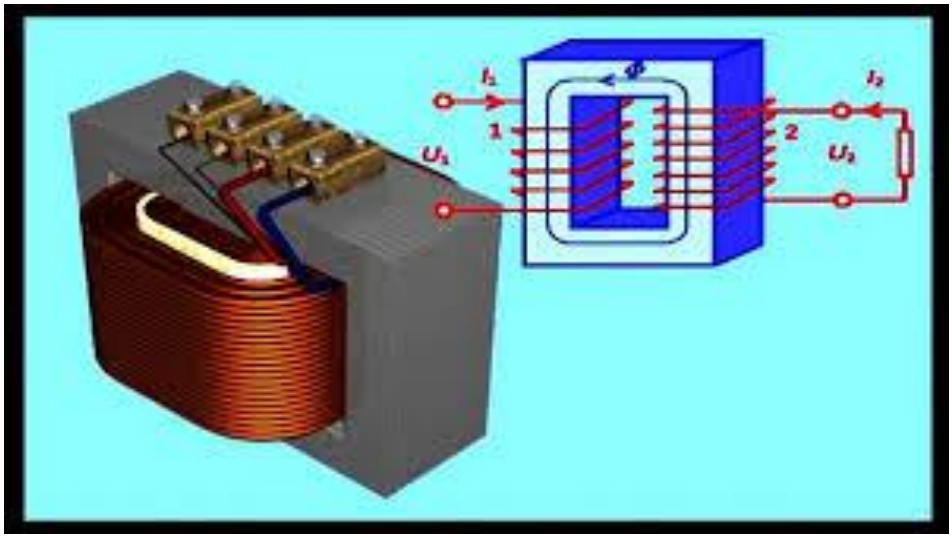


Рисунок 1.2 – Конструкція трансформатора

Так само індуктивності використовуються як пристрій для зберігання енергії в імпульсних стабілізаторах напруги, високовольтних електричних системах передачі електроенергії для навмисного зниження системної напруги або обмеження струм короткого замикання. [1]

1.2 Станки намотки котушок індуктивності

Настільний намотувальний верстат з ручним приводом NZ-1

Двошвидкісний намотувальний верстат з ручним приводом та механічним лічильником витків NZ-1 для радіоаматорів, майстерень та дрібносерійного виробництва. Призначений для намотування трансформаторів, дроселів, котушок, перемотування електродвигунів на каркаси та оправлення. Може мотати мідний та алюмінієвий обмотувальні дроти, шини, стрічки, нитки.

Рисунок 1.3 – Станок для ручного намотування котушок індуктивності NZ-1

Технічні характеристики моделі NZ-1:

- станіна виконана з литого чавуну та пофарбована у чорний колір;
- максимальний діаметр, який може намотувати: 150 мм;
- максимальна ширина, на яку він може намотувати: 100 мм;
- діапазон відліку: 0-99999 Круговий;
- коефіцієнт передачі: 1: 8 (швидкий); 1: 1 (повільно);
- швидкість обертання: 0-2000 об/хв;
- вага нетто: 2,660 кг.

Як працювати зі верстатом NZ-1:

1. Намотувальний пристрій має бути встановлений на міцному робочому столі. На верстаті є отвори для кріплення до робочого столу.

2. Намотувальний верстат може рухатися як вручну, так і електричним мотором. При роботі від електродвигуна рукоятка має бути знята, а шпиндель верстата повинен обертатися зі швидкістю не вище 2000 об/хв.

3. Регулярно заливайте трохи мастила в отвори масляного фільтра на шпинделі.

4. Поверніть ручку скидання лічильника і поверніть її в положення "00000", перш ніж верстат почне працювати. Потрібно двічі повернути рукоятку скидання, щоб вся рахункова передача прийшла в стан скидання (інакше можливе прослизання передачі, що призведе до неточності рахунку. Будь ласка, не повертайте ручку скидання, коли верстат працює. [2]

efox.prom.ua

Рисунок 1.4 – Станок для ручного намотування котушок індуктивності FY-130

Ручний настільний намотувальний верстат FY-130

Двошвидкісний намотувальний верстат з ручним приводом та електронним лічильником витків FY-130 для радіоаматорів, майстерень та дрібносерійного виробництва. Призначений для намотування трансформаторів, дроселів, котушок, перемотування електродвигунів на каркаси та намотувальні шаблони. На ньому можна мотати мідний та алюмінієвий обмотувальні дроти, а також стрічки та шини.

Технічні характеристики моделі FY-130:

- станіна виконана з литого чавуну та пофарбована у чорний колір;
- максимальний діаметр, який може намотувати: 150 мм;
- максимальна ширина, на яку він може намотувати: 120 мм;
- діапазон відліку: 0-99999 Круговий;
- ціна розподілу лічильника: 1/10 обороту;
- коефіцієнт передачі: 1: 6 (швидкий); 1: 1 (повільно);
- швидкість обертання: 0-2000 об/хв;
- вага нетто: 3,950 кг.

Як працювати зі верстатом FY-130:

1. Намотувальний пристрій має бути встановлений на міцному робочому столі. На верстаті є отвори для кріплення до робочого столу.

2. Намотувальний верстат може рухатися як вручну, так і електричним мотором. При роботі від електродвигуна рукоятка має бути знята, а шпиндель верстата повинен обертатися зі швидкістю не вище 2000 об/хв.

3. Регулярно заливайте трохи мастила в отвори масляного фільтра на шпинделі.

4. Натисніть кнопку скидання лічильника і поверніть її в положення "00000,0", перш ніж верстат почне працювати. [3,4]

Рисунок 1.5 – Станок для автоматичного намотування котушок індуктивності FY-740

Намотувальний верстат FY-740 з оперативним програмним керуванням

Професійний намотувальний верстат FY-740 оснащений потужним електричним приводом, програмованим лічильником обертів та плавним регулюванням швидкості обертання. FY-740 призначений для оперативного намотування котушок та трансформаторів проводами різних діаметрів від 0,03 до 0,8 мм на оправки діаметром до 120 мм. Живлення намотувального верстата FY740 здійснюється від мережі 220 вольт, що уможливлює його застосування на малих виробництвах і в домашніх умовах. При роботі зі верстатом оператор на клавіатурі встановлює необхідну кількість витків, по досягненню якого верстат автоматично зупиняється. Управління верстатом здійснюється за допомогою педалі, а також ручки регулювання швидкості обертання верстата.

1. Технічні характеристики намотувального верстата FY-740:

– Максимальний діаметр намотування – 120мм;
– Максимальна ширина намотування – 100 мм;
– Кількість програм у пам'яті – 10
– Діаметр дроту – від 0,03 до 0,8 мм;
– Лічильник оборотів – електронний від 0 до 9999,9 (круговий);
– Електропривод – 220 Вольт, 300W;
– Габаритні розміри – 200×185×290 мм
– Вага верстата – 16 кг.

2. Комплект поставки намотувального верстата FY-740:

– верстат намотувальний FY-740 – 1 шт.;
– подовжувальний вал із конусами для затиску оправок – 1 шт.;
– мережевий шнур із педаллю управління – 1 шт.;
– педаль управління;
– інструкція [5].

СУН-1,8М Універсальний намотувальний верстат з діалоговим програмуванням параметрів намотування.

Компактний настільний одношпиндельний верстат СУН-1,8М виробляє рядову намотування всіх видів відкритих котушок, у тому числі секційних, пірамідальних та інших електричних котушок дротом 0,02...1,8 мм (приклади). За бажанням замовника верстат СУН-1,8М додатково комплектується різноманітним оснащенням (широка гама натяжних пристроїв, смотчики, проводовкладальники, оправки).

Верстат СУН-1,8М - модернізований варіант СУН-1,8 (знятий з виробництва), що відрізняється конструкцією розкладника (на основі зубчастого ременя замість зубчастої рейки) та системою управління - на основі нової версії контролера.

Верстат підтримує оновлення програмного забезпечення через порт COM, останні версії якого можна завантажити. Там же можна отримати технічну документацію, що постачається зі верстатом.

Крім того, наші спеціалісти, за вашим завданням, можуть розробити технологію та програми намотування для виготовлення найскладніших намотувальних виробів, а також нові модифікації справжнього верстата (див. рис. нижче) або додаткові допоміжні пристрої, такі як намотувальний пристрій СУ. [6]

Рисунок 1.6 – Станок для автоматичного намотування котушок індуктивності СУН-1,8М - базове виконання

У таблиці 1.1 наведено технічні характеристики станка для автоматичного намотування котушок.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики станка для автоматичного намотування котушок

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Діапазон дротів намотувальних	мм	0,02...1,8
Максимальна ширина намотки	мм	220
Максимальний діаметр намотки	мм	240
Максимальній статичний крутний момент	Нм	6
Максимальна швидкість обертання	об/хв	6000
Регулювання швидкості обертання		програмно і педальним регулятором
Дискрета відліку положення шпінделя	виток	1/16
Максимальний крок раскладки	мм	9,99
Максимальне число індукуємих витків	шт.	99 999
Кількість програм намотки, що зберігається в енергонезалежній пам’яті	шт.	999
Максимальна кількість рядків (елементарних котушок), в одній програмі намотки	шт.	99
Споживаєма потужність	Вт	1000
Напруга живлення	В	220
Габаритні разміри станка	мм	720 х 440 х 390
Маса	кг	59

Основні переваги станка для автоматичного намотування котушок:

– автономний привід розкладача, на базі крокового двигуна, що дозволяє здійснювати незалежні від шпинделя переміщення, наприклад переклад проводу між секціями;

– електромагнітне гальмо;

– обертання шпинделя, як проти, так і за годинниковою стрілкою;

– висока точність зупинки шпинделя;

– можливість намотування як простих котушок ("від упору - до упору"), так і найскладніших із застосуванням практично необмежених можливостей системи діалогового програмування, коли можна встановити широкий ряд додаткових параметрів, що дозволяють, наприклад, робити закріплення висновків на радіальний штир;

– зручні та функціональні дисплей та клавіатура;

– застосування сучасних контролерів, частотних перетворювачів значно спростило електричну схему і підвищило надійність.

– інтерфейс для запису/читання програм намотування на комп'ютер PC за допомогою COM-порту;

– програмне забезпечення для PC, що дозволяє програмувати параметри котушок та емулювати процес їх намотування на комп'ютері;

– можливість завдання одного циклу намотування до 4 швидкостей обертання, і навіть інтенсивності розгону-гальмування шпинделя;

– введення (з клавіатури, комп'ютера) та редагування до 999 програм намотування, які зберігаються у пам'яті навіть при відключенні напруги живлення;

– функція "електронна лінійка" є незамінною для вимірювання реальних координат розкладача;

– оперативне меню - функція збереження всіх параметрів намотування з можливістю відновлення намотування виробу після вимкнення верстата;

– вбудована система самодіагностики аварійних та некоректних ситуацій;

– простота та надійність у роботі, програмуванні та обслуговуванні;

– гарантійне та сервісне обслуговування підприємством-виробником.

1.3 Розробка технічного завдання на розробку автоматизованого станка намотування котушок індуктивності

1.3.1 Найменування та сфера застосування

Пристрій керування станком намотування котушок індуктивності застосовується для автоматичного намотування котушок індуктивності під час одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва радіоелектронних пристроїв в наукових лабораторіях та дослідно-конструкторських бюро, виробничих фірмах, промислових підприємствах. Пристрій може бути застосовано і для намотування обмоток трансформаторів.

1.3.2 Основи для розробки та її джерела

Завдання на бакалаврську роботу видано кафедрою АКІТ Хмельницького національного університету. Вихідним документом на конструювання приладу є завдання на виконання бакалаврської роботи із вказанням переліку основних частин пояснювальної записки та графічного матеріалу.

1.3.3 Мета та призначення розробки

Основною метою розробки є створення промислового приладу з підвищеними експлуатаційними характеристиками для керування станком автоматичного намотування котушок індуктивності.

1.3.4 Технічні вимоги

1.3.4.1 Склад виробу та вимоги до загальної конструкції виробу

Прилад повинен бути виконаний у вигляді моноблочної конструкції, що підключається до блоку живлення постійного струму.

Габаритні розміри приладу:

Висота	– 130 мм
Ширина	– 200 мм
Глибина	– 230 мм
Маса приладу не більше	– 3 кг.

1.3.4.2 Спосіб встановлення на об’єкті використання

Прилад встановлюється автономно на лабораторному столі або в іншому подібному місці. Компонування лабораторного та допоміжного обладнання може бути довільним. У складі промислового пристрою входить блок живлення постійного струму.

1.3.4.3 Зовнішні з’єднання

Прилад у складі вимірювальної системи під’єднується до промислового однофазного джерела електроструму напругою 220 В та частотою 50 Гц, наявність заземлення кінцевого устаткування обов’язкова.

Зовнішній інтерфейс повинен відповідати ДЕСТ 948.328-88.

Сигнальні “вхід” та “вихід” повинні бути на ВЧ-розняттях типу СР-50-2.

1.3.4.4 Технічні вимоги

У таблиці 1.2 наведено технічні вимоги до автоматизованого станка намотування котушок індуктивності

Таблиця 1.2 – Технічні вимоги до автоматизованого станка намотування котушок індуктивності

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Діапазон дротів, які намотуються	мм	0,02...1,8
Максимальна ширина намотки	мм	220
Максимальний діаметр намотки	мм	240
Максимальній статичний крутний момент	Нм	6
Максимальна швидкість обертання	об/хв	2000
Дискрета відліку положення шпінделя	виток	1/16
Максимальний крок раскладки	мм	9,99
Максимальне число індицируємих витків	шт.	99 999
Кількість програм намотки, що зберігається в	шт.	999

енергонезалежній пам’яті		
Максимальна кількість рядків (елементарних котушок), в одній програмі намотки	шт.	99
Споживана потужність	Вт	1000
Напруга живлення	В	220

1.3.4.5 Конструкторські вимоги

Клас використання ЕЗ – наземна.

Група використання ЕЗ – стаціонарна.

Кліматичний варіант виготовлення – ПХЛ – 3.1.

1.3.4.6 Загальні норми кліматичних впливів на РЕА

Вплив температури, С робочі:

$T_{верх}$ $+ 40^0$ С

$T_{ниж}$ -10^0 С

понижений атмосферний тиск, кПа не менше 60

Відносна вологість повітря: – до 85%.

1.3.4.7 Вимоги до надійності

Основні вимоги до надійності в відповідності з ГОСТ 27.002.83, ГОСТ 16325-7, пристрій , який розробляється, повинен задовольняти вимоги:

Середнє напрацювання на відмову – не менше 10 000 год.

Термін зберігання – не менше 5р.

Гамма-відсоткове напрацювання на відмову T_γ, год 90% за $15*10^3$

1.3.5 Технологічні вимоги

Конструкція пристрою повинна відповідати умовам серійного виробництва.

Використані показники ефективності, технологічності, повинні складати:

1 Коефіцієнт щільності $k_{пл}$, 4

2 Коефіцієнт заповнення $k_{зп}$ 0,7

3 Коефіцієнт складальності $k_{сб}$ 0,15

4 Коефіцієнт складності складання $k_{сл.сб}$ 0,6

5 Коефіцієнт точності обробки $k_{тч}$ 0,9

6 Коефіцієнт використання ІС та МСБ $k_{вик}$ 0,5

7 Показник патентної захищеності $П_{п.з}$ 0,3

8 Показник патентної чистоти $П_{п.ч}$ 0,8

9 Коефіцієнт використання типових технологічних процесів $k_{т.п}$ 0,8

10 Коефіцієнт автоматизації і механізації технологічних процесів $k_{м.а}$ 0,6

11 Коефіцієнт використання друкованого монтажу $k_{п}$ 0,8

12 Відносна трудомісткість окремих видів робіт $k_{о.і}$ 0,6

13 Коефіцієнт використання матеріалу для виготовлення деталей $k_{м}$ 0,8

14 Коефіцієнт прогресивного формоутворення $k_{ф}$ 0,6

1.3.6 Вимоги до безпеки

На приладі повинна бути написана інформація: вид живлення, номінальна напруга живлення, частота мережі, попереджуючі надписи.

Попередження небезпеки ураження електричним струмом включає ряд заходів:

Доступні частини приладу не повинні знаходитись під небезпечною напругою;

Ізоляція деталей, що знаходяться під напругою виготовляється з негігроскопічних матеріалів;

Конструкція приладу повинна виключати небезпеку ураження електричним струмом зі сторони доступних деталей або тих, що є доступними при знятому корпусі;

Захист від ураження електричним струмом повинна забезпечуватись в умовах несправності.

Виріб повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.2.006-87.ССТБ “Апаратура радіоелектронна побутова. Вимоги безпеки та методи досліджень”. – Введ.01.01.89.

1.3.7 Економічні вимоги

Ціна реалізації виробу не повинна перевищувати 1400 грн, без урахування програмного забезпечення процесу вимірювання. При необхідності забезпечити патентний захист виробу.

1.3.8 Естетичні та ергономічні вимоги

Загальне оформлення виробу повинно підтримувати стандарти вимірювальної апаратури. Умовні функціональні позначення повинні задовольнити стандарти ГОСТ 25874-83. Пристрій повинен мати інформаційну виразність, раціональну форму, повинен мати цілісність композиції, тобто взаємозв’язок елементів форми виробу з ансамблем інших

виробів. На прикладі повинні бути надписи, що пояснюють призначення органів керування та роз'ємів.

1.3.9 Вимоги до технічного обслуговування та ремонту

Прилад повинен відповідати вимогам, які вказані в ТЗ.

Прилад не вимагатиме періодичного технічного обслуговування під час експлуатації.

Вимоги до електромагнітної сумісності і індустріальним радіозавадам.

1 Напруженість електричного поля не більше 50 В/М.

2 Напруженість магнітного поля не більше 5 В/М.

1.4 Опис технологічної схеми станка намотування котушок індуктивності

О основі технологічної схеми роботи станка по намотуванню котушок індуктивності полягає використання крокового електричного двигуна для обертання шпинделя намотування котушки, а також давача кількості обертів. Таким чином, технологічна схема може бути представлена як на рисунку. 1.7. На запропонованій технологічній схемі позначені наступні елементи:

1. Каркас котушки індуктивності;
2. Вал станка намотки котушок індуктивності;
3. Станина станка;
4. Ремінна передача;
5. Електродвигун;
6. Давач обертів;
7. Блок керування;
8. Шторка давача обертів.

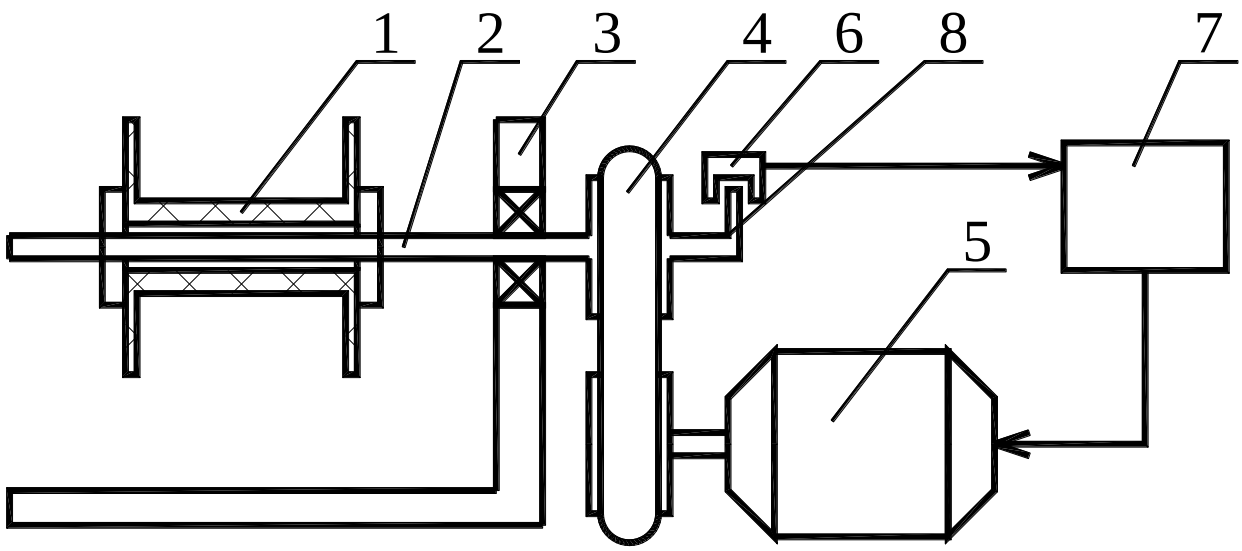


Рисунок 1.7 – Технологічна схема станка намотування котушок індуктивності

Відповідно до цієї технологічної схеми робота станка полягає у наступному. За допомогою блока керування (7) встановлюється кількість витків яку необхідно намотати на каркас котушки (1). Після встановлення кількості витків і натискання кнопки «Пуск», подаються сигнали обертання електродвигуна (5). Для більш точного обертання, доцільним є застосування крокового двигуна. Цей двигун через ремінну передачу (4) обертається вал станка (2). Вал через підшипник має рухоме з'єднання із станиною (3). На цьому валу (3) нерухомо закріплено каркас котушки індуктивності (1). З іншого боку валу на валу закріплено шторку (8), яка перериває світловий потік між давачем обертів (6). Конструкція давача обертів (6) є такою, що дозволяє визначати напрямок обертання. Це зроблено для того щоб була можливість відмотувати витки з котушки.

1.5 Висновки до першого розділу

У даному розділі проведено дослідження відомих конструкцій котушок індуктивності та потреби у їх застосуванні при проектуванні радіоелектронних та електротехнічних виробів. Показано що даний виріб є найменш технологічним тому потрібне застосування спеціальних станків для їх намотування.

Досліджено різні конструкції станків для намотування котушок індуктивності. До таких станків відносяться: станки іх ручним намотуванням, напівавтоматичні та автоматичні. Автоматичні та напівавтоматичні станки характеризуються застосуванням електричних двигунів для обертання котушки індуктивності та підрахунку із індикацією кількості намотаних витків.

Розроблено технічне завдання на проектування станка намотування котушки індуктивності. Визначені основні технічні, конструкційні, кліматичні, ергономічні, економічні та інші параметри станка.

Запропонована технологічна схема станка. До схеми входять наступні елементи: каркас котушки індуктивності; вал станка намотки котушок індуктивності; станина станка; ремінна передача; електродвигун; давач обертів; блок керування; шторка давача обертів.

2 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ СТАНКА НАМОТУВАННЯ КОТУШОК ІНДУКТИВНОСТІ

2.1 Розробка структурної схеми блоку керування станка

Проведений у попередньому розділі аналіз станків намотки котушок індуктивності дозволив запропонувати технологічну схеми виконання станка. В даній схемі основними елементами є електричний двигун якій обертає кал на якому закріплено каркас котушки, давач обертання валу, якій забезпечує утворення сигналів кожного оберту із визначенням напрямку обертання та блок керування, який визначає кількість намотаних витків і їх індикацію.

З урахуванням запропонованої технологічної схеми необхідно розробити структурну схему блока керування станка намотування котушки індуктивності. Запропонована схема наведена на рисунку 2.1. В схемі використано наступні блоки:

1. MCU – мікроконтролер;
2. Блок кнопок;
3. Два оптичних давачі;
4. Контролер крокового двигуна;
5. Інтерфейс крокового двигуна;
6. Кроковий двигун;
7. Індикатор;
8. Блок живлення.

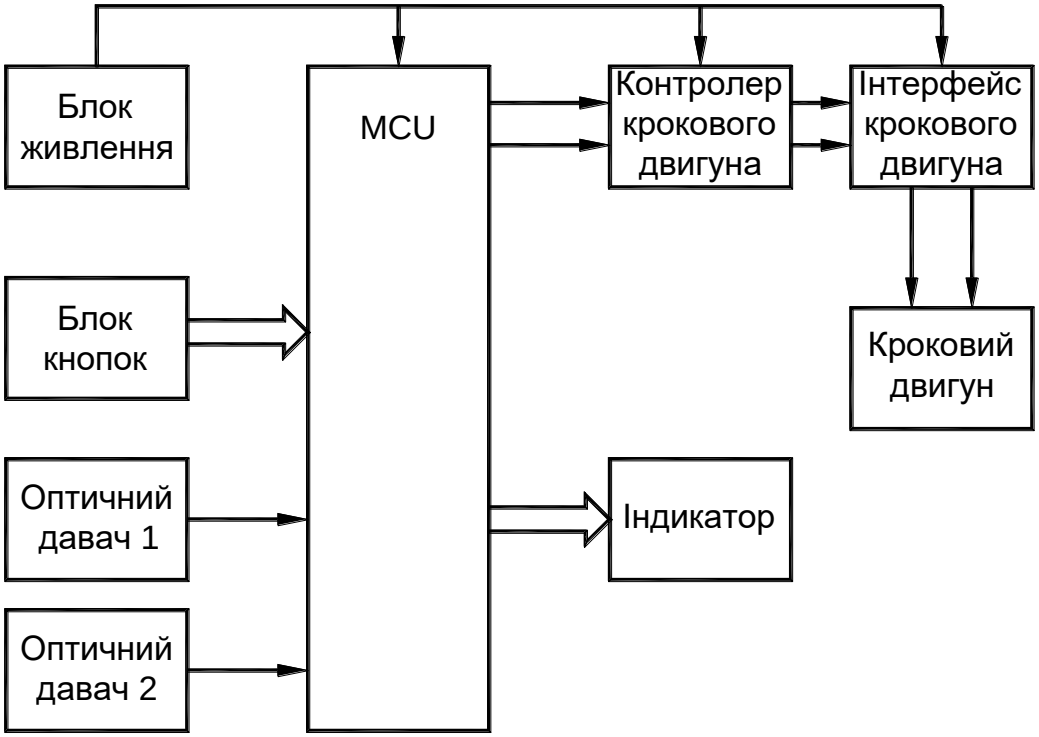


Рисунок 2.1 – Структурна схема керування станка намотування котушки індуктивності

Відповідно до розробленої схеми електричної структурної робота пристрою полягає у наступному. Мікроконтролер MCU, після ввімкнення живлення, аналізує стан оптичних давачів та кнопок. У разі натискання будь-якої із кнопок аналізується яка із кнопок натиснута, та відбувається перехід на обробку дій по виконанню відповідних підпрограм. Серед основних підпрограм є: обробка кнопок за допомогою вводиться кількість витків які повинні бути намотані та підпрограма намотки котушки індуктивності.

Виконання підпрограм введення кількості витків намотки котушки полягає у обробці кнопок стрілок, які дозволяють переходити між розрядами (стрілки вправо і вліво), зміна цифр у розрядах (стрілки вверх і вниз). Підпрограма намотки починається після натискання кнопки «Старт». Після натискання кнопки «Старт» мікроконтролер MCU формує сигнали для Контролеру крокового двигуна якій вже самостійно формує сигнали обертання двигуна. Для узгодження за потужністю із двигуном,

використовується Інтерфейс крокового двигуна, який підвищує потужність керуючих сигналів. Підчас обертання, за сигналами від оптичних давачів формуються сигнали переривання по яких обраховується кількість обертів із врахуванням напряму обертання, для цього застосовано два оптичних давачі. Після досягнення заданої кількості намотаних витків, обертання двигуна закінчується і формується напис на індикаторі «End».

Відповідно до розробленої схеми електричної структурної необхідно розробити схему електричну принципову, яка буде реалізувати основні функції станка. Цьому завданню буде присвячено наступний пункт даного розділу.

2.2 Розробка схемотехнічних рішень блоку керування

Відповідно до розробленої схеми електричної структурної необхідно розробити схему електричну принципову. Для цього потрібно вибрати елементи на яких буде побудована схема, та запропонувати схемні рішення окремих блоків схеми.

Основним елементом керування схеми є мікроконтролер. Для керування схемою пропонується використати мікроконтролер ATmega328P.

ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P - це 8-розрядний CMOS мікроконтролер з низьким енергоспоживанням на основі розширеної архітектури RISC AVR. Виконуючи потужні інструкції в один тактовий цикл, ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P досягає пропускної здатності наближається до 1 MIPS на МГц, що дозволяє розробнику системи оптимізувати споживання енергії порівняно зі швидкістю обробки.

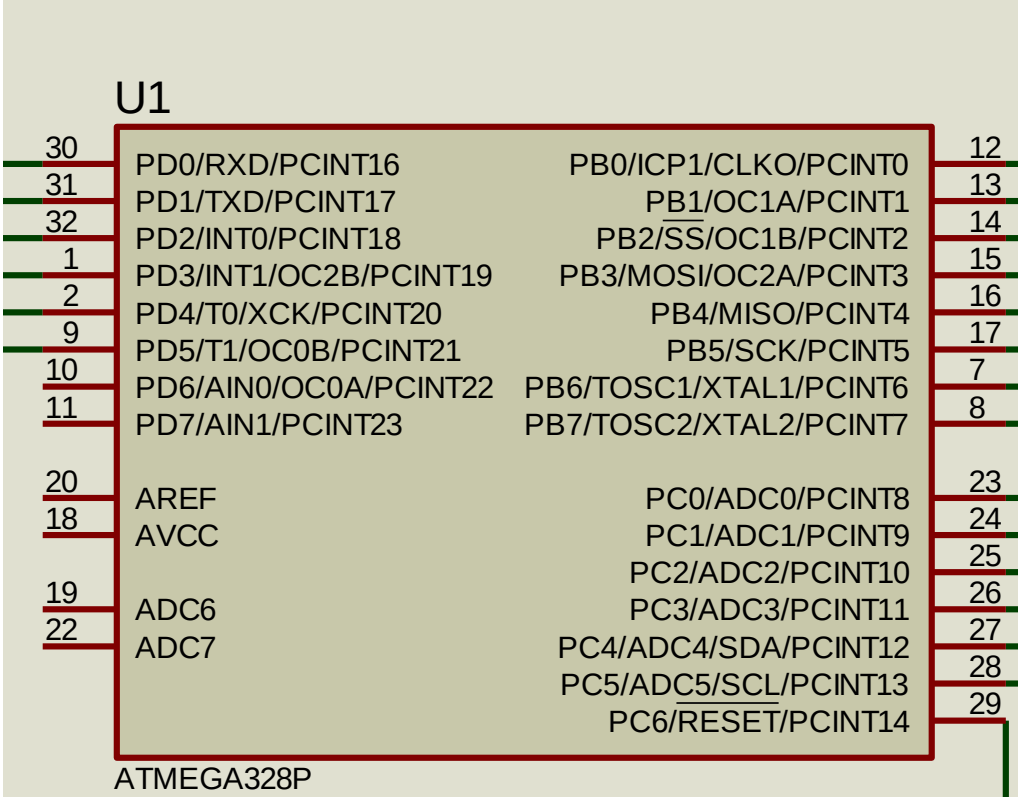


Рисунок 2.2 – Мікроконтролер ATmega328P

Ядро AVR поєднує в собі багатий набір інструкцій з 32 робочими регістрами загального призначення. Усі 32 регістри безпосередньо підключені до арифметичного логічного блоку (ALU), що дозволяє отримати доступ до двох незалежних регістрів в одній команді, що виконується за один такт. Отримана в результаті архітектура є більш ефективною для коду, досягаючи пропускної здатності в десять разів швидше, ніж звичайні мікроконтролери CISC.

ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P надає такі функції: 4K/8K байт внутрішньосистемного програмованого флеш-пам’яті з можливостями читання-під час-запис, 256/512/512/1K байт EEPROM, 5 байт EEPROM /1K/1K/2K байтів SRAM, 23 лінії вводу/виводу загального призначення, 32 робочих регістра загального призначення, три гнучкі таймери/лічильники з режимами порівняння, внутрішні та зовнішні

переривання, послідовний програмований USART, байто-орієнтований 2-провідний послідовний порт Інтерфейс, послідовний порт SPI, 6-канальний 10-розрядний АЦП (8 каналів у пакетах TQFP і QFN/MLF), програмований сторожовий таймер з внутрішнім осцилятором і п’ять програмно вибираються режимів енергозбереження. Режим очікування зупиняє процесор, дозволяючи SRAM, таймерам/лічильникам, USART, 2-провідному послідовному інтерфейсу, порту SPI та системі переривань продовжувати функціонувати. Режим вимкнення живлення зберігає вміст регістра, але зупиняє осцилятор, вимикаючи всі інші функції мікросхеми до наступного переривання або апаратного скидання. У режимі енергозбереження асинхронний таймер продовжує працювати, дозволяючи користувачеві підтримувати базу таймера, поки решта пристрою спить. Режим шумозаглушення АЦП зупиняє ЦП і всі модулі вводу/виводу, крім асинхронного таймера та АЦП, щоб мінімізувати шум перемикання під час перетворення АЦП. У режимі очікування осцилятор кристала/резонатора працює, поки решта пристрою спить. Це забезпечує дуже швидкий запуск у поєднанні з низьким споживанням енергії.

Пристрій виготовлено з використанням технології енергонезалежної пам’яті Atmel високої щільності. Вбудований ISP Flash дозволяє перепрограмувати пам’ять програм у системі через послідовний інтерфейс SPI, звичайний програматор енергонезалежної пам’яті або програму завантаження на чіпі, що працює на ядрі AVR. Програма завантаження може використовувати будь-який інтерфейс для завантаження прикладної програми у флеш-пам'ять програми. Програмне забезпечення в розділі Boot Flash продовжуватиме працювати, поки оновлюється розділ Application Flash, забезпечуючи справжню операцію Read-While-Write. Завдяки поєднанню 8-розрядного RISC-процесора з внутрішньосистемною самопрограмованою флеш-пам’яттю на монолітному чіпі, Atmel ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P є потужним

мікроконтролером, який забезпечує високоефективний гнучкий і економічний мікроконтролер. рішення для багатьох вбудованих програм керування. ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P AVR підтримується повним набором інструментів розробки програм і системи, включаючи: компілятори C, асемблери макросів, налагоджувач програм/симулятори, внутрішньосхемні емулятори та комплекти оцінки. .

Мікроконтролер формує керуючі сигнали обертання крокового. Ці сигнали поступають на контролер обертання крокового двигуна L297/A/D.

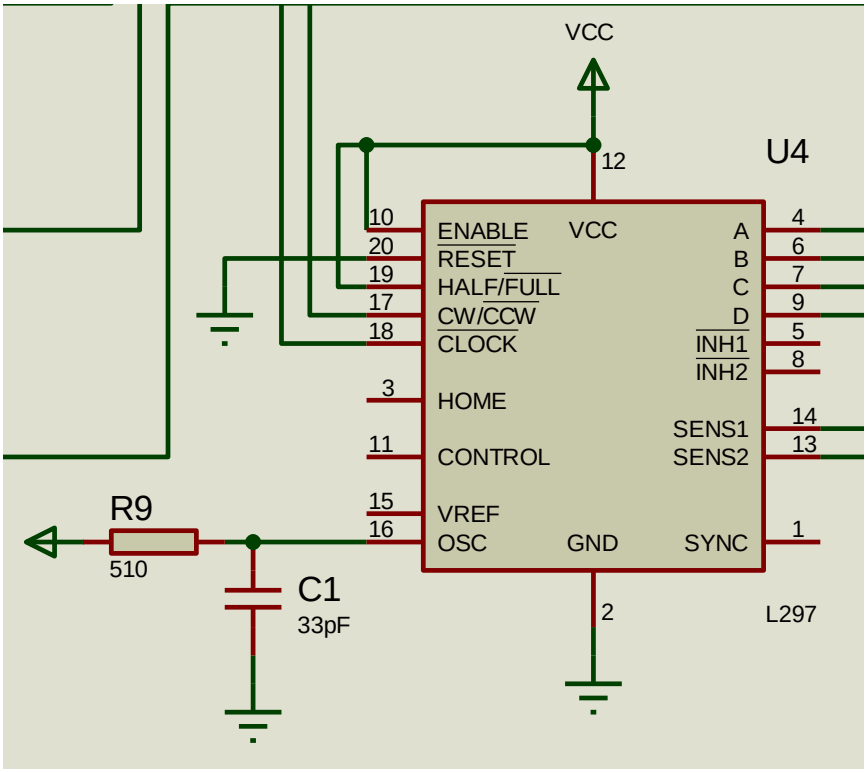


Рисунок 2.3 – Контролер крокового двигуна L297/A/D

Мікросхема контролера крокового двигуна L297/A/D генерує чотирифазні сигнали приводу для двофазних біполярних і чотирифазні однополярні крокові двигуни в мікрокомп'ютері-контрольовані програми. Мотор може керується в півкроку, звичайний і режими приводу і вбудовані схеми ШІМ-переривника дозволяють перемикатися в режимі контроль струму

в обмотках. Особливістю цього пристрою є те, що йому потрібні тільки годинник, напрямок і режим вхідних сигналів. Починаючи з фази створюють внутрішнє навантаження на мікропроцесор, і програміст, значно зменшується.

Змонтований в корпусах DIP20 і SO20, L297 можна використовувати з монолітними мостовими приводами, такими як L298N або L293E, або з дискретними транзисторами і Дарлінгтони.

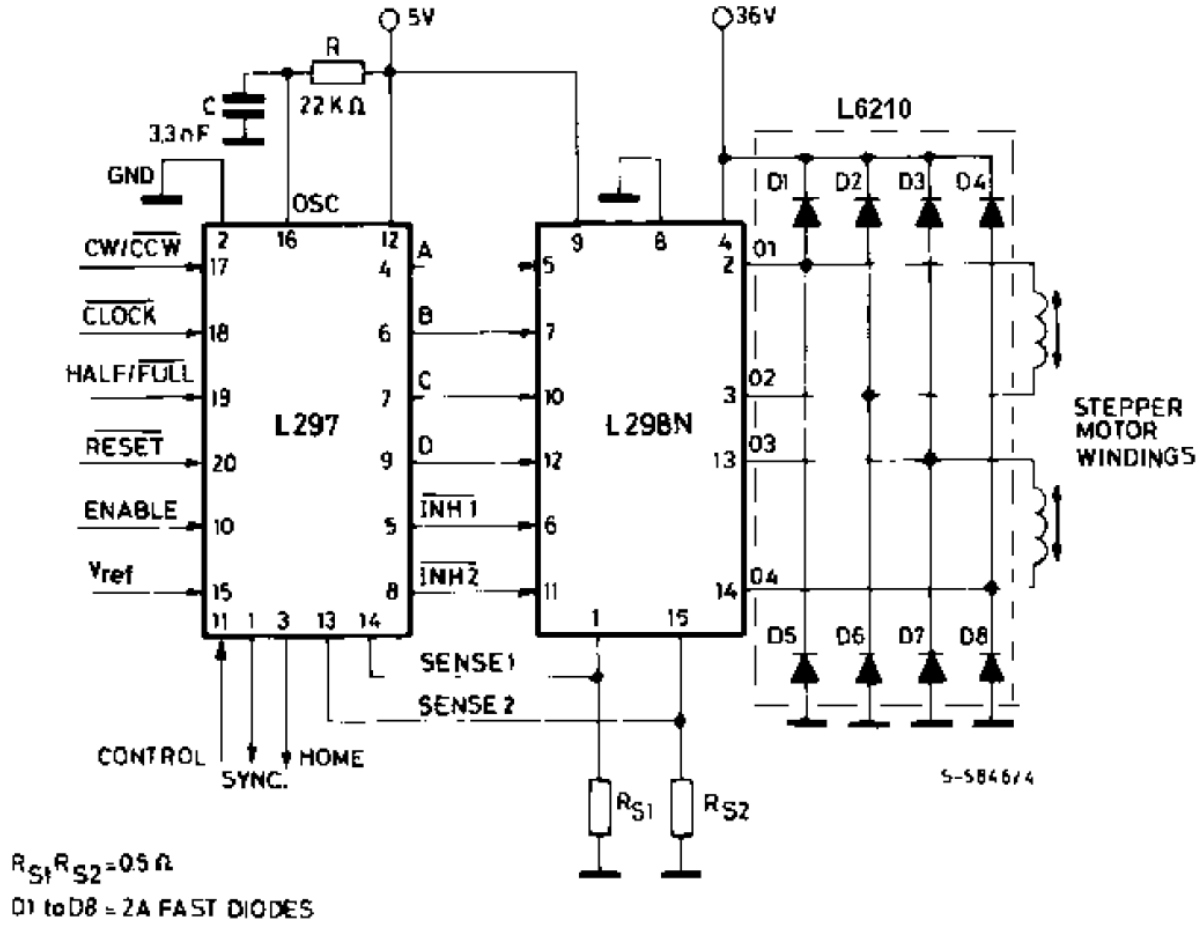


Рисунок 2.4 – Схема підключення L297 та L298

L297 призначений для використання з подвійним мостом драйвер, чотирьохядерний масив Дарлінгтона або дискретне живлення пристроїв у програмах керування кроковим двигуном. Воно отримує кроковий годинник, напрямок і сигнали режиму від системний контролер (зазвичай

мікрокомп'ютер чіп) і генерує керуючі сигнали для живлення етап. Основними функціями є перекладач, який генерує Послідовність фаз двигуна та подвійна

Схема PWMchopper, яка регулює струм обмотки двигуна. Перекладач формує три різні послідовності, вибрані ПОЛОВИНОМ/ПОВНОМ введення. Це нормальні (під напругою дві фази), хвильовий привід (одна фаза під напругою) і напівкроковий (по черзі одна фаза під напругою/дві фази). Також генеруються два сигнали гальмування L297 в режимах половинного кроку та хвильового приводу сигнали, які підключаються безпосередньо до L298'senable входи, призначені для прискорення спаду струму, коли обмотка знеструмлена. Коли використовується L297 для приводу однополюсного двигуна на них діє подрібнювач лінії.

Вхід під назвою CONTROL визначає, чи подрібнювач буде діяти на фазових лініях ABCD або на гальмують лінії INH1 і INH2. Коли фазові лінії обривається неактивна фазова лінія кожної пари (AB або CD) активовано (а не переривати рядок, потім активний).У конфігурації L297 + L298 це технологія зменшує розсіювання струму навантаження чутливі резистори. Звичайний вбудований генератор управляє подвійним подрібнювачем. Він подає імпульси із заданою швидкістю подрібнювача два тригери FF1 і FF2. Коли струм входить обмотка досягає запрограмованого пікового значення напруга на чутливому резисторе (підключений до один із сенсорних входів SENS1 або SENS2) дорівнює Vref і відповідний компаратор скидає його тригер, перериваючи струм приводу до наступного надходить імпульс осцилятора. Піковий струм для обох обмотка програмується за допомогою подільника напруги Вхід Vref.

Проблеми із заземленим шумом у кількох конфігураціях можна уникнути, синхронізуючи осцилятори подрібнювача. Це робиться шляхом підключення всіх SYNC контакти разом, монтуючи генератор RC мережі лише на одному пристрої та заземлення контакту OSC всі інші пристрої.[7]

Мікросхема L297 має низьку навантажувальну спроможність. Тому для керуванням кроковим двигуном застосовують мікросхему інтерфейсу L298. Схема підключення інтерфейсної мікросхеми наведено на рисунку 2.5.

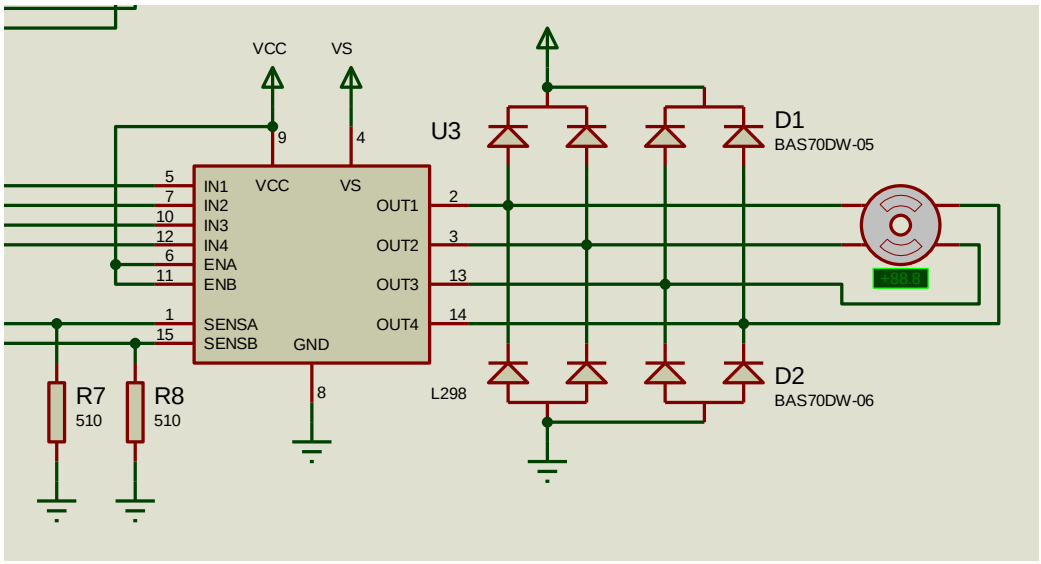


Рисунок 2.5 – Схема підключення L298N із кроковим двигуном

Характеристики драйвера моторів на мікросхемі L298N:

- мікросхема драйвера: L298N (з радіатором охолодження);
- можливість живлення зовнішньої логіки (Vss): +5V ~ +7V (внутрішній стабілізатор +5В);
- вхідна напруга логічної частини (Vd): від 6V до 12V
- вхідна напруга керованої частини (Vs): від +5V до +35V
- робочий струм зовнішньої логічної частини (Iss): 0 ~ 36mA
- струм навантаження кожної керованої частини (Io): 2A
- піковий струм навантаження кожної керованої частини (Io): 3A
- максимальна споживана потужність: 20Вт (при температурі = 75 ° C)
- високий рівень вхідного сигналу керування (High): 2.3В = Vin = Vss
- низький рівень вхідного сигналу керування (Low): -0.3В = Vin = 1.5В
- робоча температура навколишнього середовища: від -25 до +130 ° C

- розміри модуля зі стійками кріплення та радіатором L298: 53 х 47 х 27 мм.

Для підключення двигунів постійного струму (DC-моторів) служать порти:

– OUT1 та OUT2 - мотор A

– OUT3 та OUT4 – мотор B

(Управління електромоторами повністю незалежно один від одного)

При подачі живлення від +6V до +12V та одягненого джампера JP1, харчування подається і на стабілізатор, який видає +5V для живлення логіки дайвера. Подавати окремо харчування +5V для логіки не потрібно.

При подачі живлення вище +12V джампер JP1 повинен бути знятий. Живлення на логіку подається окремо через клему "+5V".

- Використовує чіп ST L298N, може безпосередньо управляти двома двигунами від постійного струму 3-30В, а також забезпечити інтерфейс виходу 5В, живлення 5В для однокристальних схем, підтримку управління 3.3В MCU - Можна легко керувати швидкістю двигуна постійного струмом та напрямком, а також контролювати 2-фазний кроковий двигун - Драйвер: L298N Dual H Bridge DC Motor Driver IC - Ведені частини терміналу, напруга живлення: VMS 5 ~ 35В - Ведені частини, піковий струм Io: 2А на мосту - Логічна частина напруги живлення термінала: 4,5 ~ 7В - Логічна частина робочого струму, діапазон: 0 ~ 36мА - Управляючий сигнал діапазону вхідної напруги: 4,5 ~ 5,5 В (високий) / 0В (низький) - Максимальна споживана потужність: 20 Вт.

Драйвер крокового двигуна випускається у вигляді окремому модулі. Вигляд модулю наведено на рис. 2.6.

Для реалізації оптичного давача обертів використано схему наведену на рисунку 2.7.

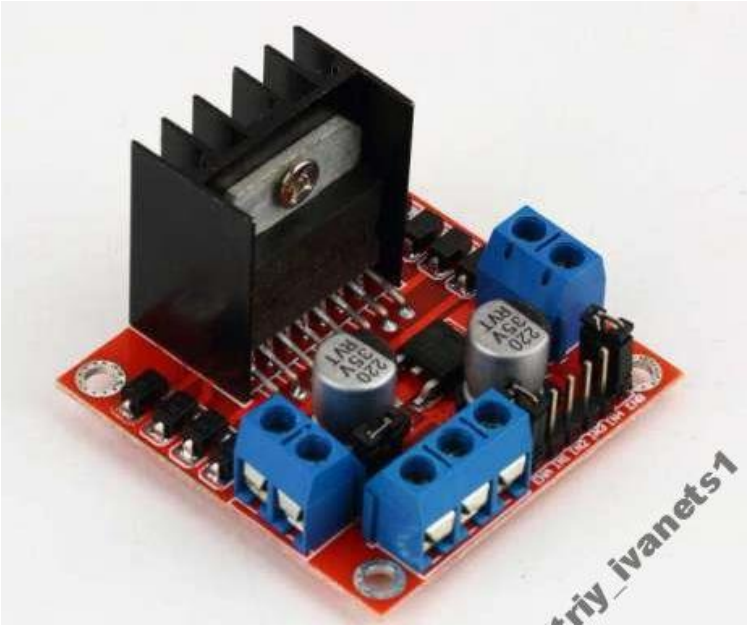


Рисунок 2.6 – Вигляд драйвера крокового двигуна

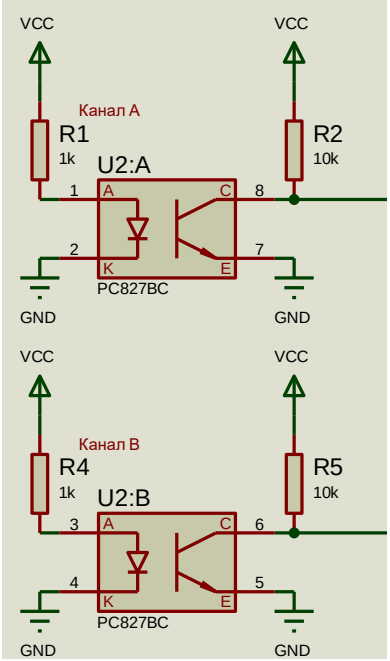


Рисунок 2.7 – Підключення оптичних давачів

В схемі застосовано оптопари з відкритим оптичним каналом PC27BC. Після механічного переривання оптичного потоку, формується вихідний сигнал, який обробляється програмою мікроконтролера. [8]

Для введення параметрів намотування і запуску та зупинці станка застосовано клавіатуру. Схема ввімкнення кнопок у схему клавіатури наведено на рисунку 2.8.

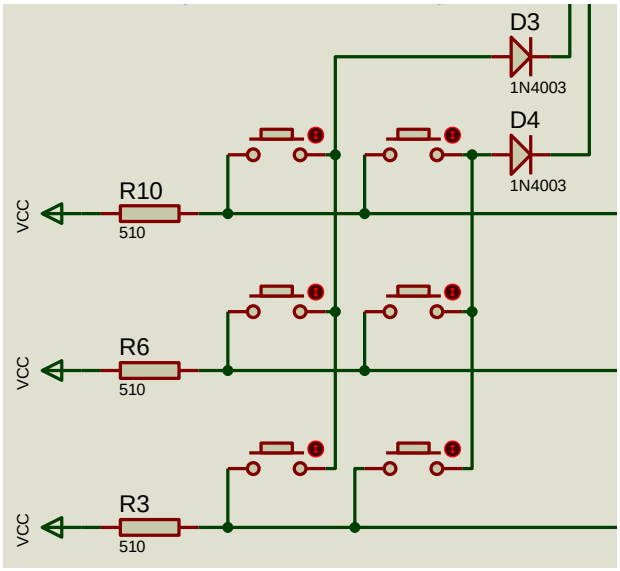


Рисунок 2.8 – Підключення кнопок в клавіатуру

Для обробки натискання клавіатури застосовується принцип опитування ліній клавіатури із виходів мікроконтролеру. Якщо кнопка натиснута, то буде з’являтись сигнал в відповідному вході клавіатури. [9]

2.3 Висновки до другого розділу

В даному розділі проведено розробку схеми електричної структурної. Основними елементами схеми є: MCU – мікроконтролер; Блок кнопок; Два оптичних давачі; Контролер крокового двигуна; Інтерфейс крокового двигуна; Кроковий двигун; Індикатор; Блок живлення.

Розроблено схему електричну принципову. Схема електрична принципова відповідає розробленій схемі електричній структурній. Для реалізації схеми застосовано основні мікросхеми: ATmega328P, L297, L298.

Для реалізації оптичних давачів обертів та клавіатури застосовано широко поширені схемні рішення.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ

3.1 Розробка програмного забезпечення

Щоб перетворити вихідний текст програми на файл прошивки мікроконтролера, застосовують компілятори. Фірма Atmel постачає потужний компілятор асемблера, який входить до середовища розробки AVR Studio, що працює під Windows. Поряд із компілятором, середовище розробки містить відладник та емулятор.

AVR Studio абсолютно безкоштовна та доступна на сайті Atmel. В даний час представлено багато компіляторів Сі для AVR. Найпотужнішим із них вважається компілятор фірми IAR Systems. Саме її співробітники в середині 90-х брали участь у розробці системи команд AVR. IAR C Compiler має широкі можливості з оптимізації коду і поставляється у складі інтегрованого середовища розробки IAR Embedded Workbench (EWB), що включає також компілятор асемблера, лінкер, менеджер проектів і бібліотек, а також відладчик.

Фірмою Image Craft випускається компілятор мови Сі, який здобув досить широку популярність. Image Craft C Compiler має непоганий рівень оптимізації коду. Не меншу популярність завоював Code Vision AVR C Compiler. Компілятор поставляється разом з інтегрованим середовищем розробки, в яке, крім стандартних можливостей, включено досить цікаву функцію - CodeWizardAVR Automatic Program Generator. Наявність у середовищі розробки послідовного терміналу дозволяє проводити налагодження програм з використанням послідовного порту мікроконтролера.

Воістину культовою стала інтегрована середовище розробки WinAVR. Вона включає потужні компілятори Сі та асемблера, програматор AVRDUDE, відладчик, симулятор та безліч інших допоміжних програм та утиліт.

WinAVR чудово інтегрується із середовищем розробки AVR Studio від Atmel. Асемблер ідентичний за вхідним кодом асемблеру AVR Studio. Компілятори Сі та асемблера мають можливість створення налагоджувальних файлів у форматі COFF, що дозволяє застосовувати не тільки вбудовані засоби, а й використовувати потужний симулятор AVR Studio. Ще одним важливим плюсом є те, що WinAVR розповсюджується вільно без обмежень (виробники підтримують GNU General Public License).

Моїм вибором стало середовище програмування AVR Studio з інтегрованою в неї WinAVR, що дає змогу компілювати програми мовою Сі.

Вивчення основних методів роботи в AVR Studio.

Крок 1 – Запуск програми AVR Studio

Запустіть програму AVR Studio. Після запуску на екрані з'явиться вікно, подібне до того, що зображено на рис. 3.1.

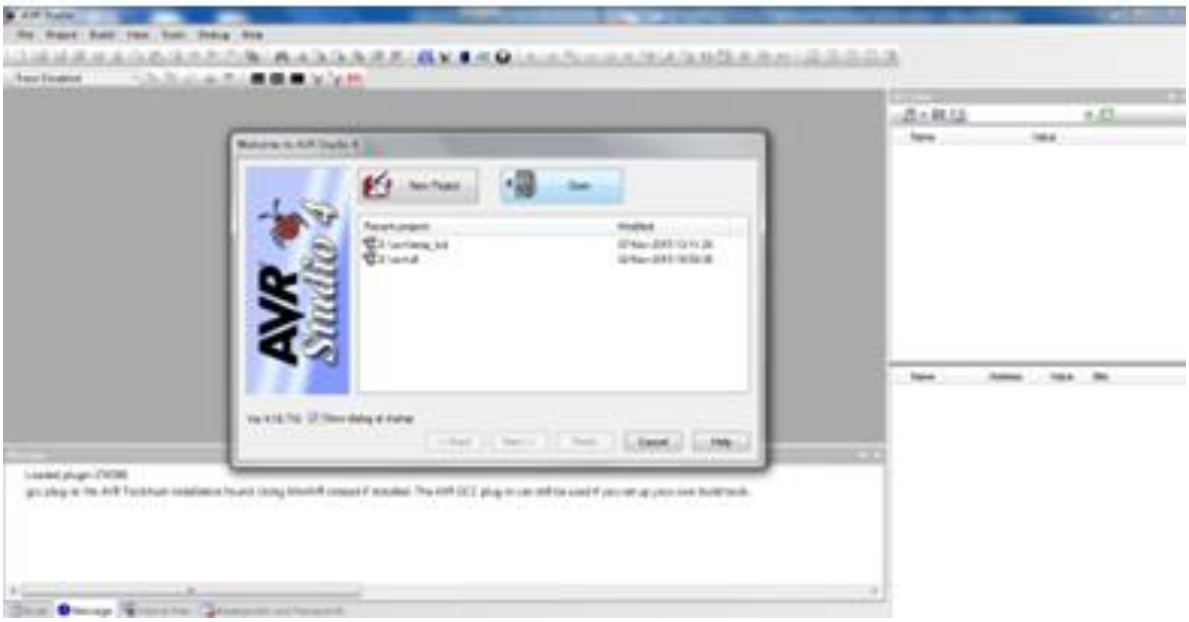


Рисунок 3.1 - Вікно програми AVR Studio на початку роботи над проектом

Крок 2 - Створення нового проекту

Щоб створити новий проект, виберіть опцію «New Project» у діалоговому вікні «Welcome to AVR Studio 4» або виберіть пункти «Project» та «New Project» у відповідному розділі головного меню програми.

У діалоговому вікні потрібно вибрати тип проекту: Atmel AVR Assembler або AVR GCC відповідно до того, якою мовою буде написаний вихідний файл коду програми:

– AVR Assembler. У цьому випадку AVR Studio використовує для компіляції проекту програму Асемблер. Жодних додаткових дій користувача більше не потрібно. Цей варіант використовується у цьому прикладі.

– AVR GCC. У цьому випадку передбачається, що текст програми буде написано мовою С.

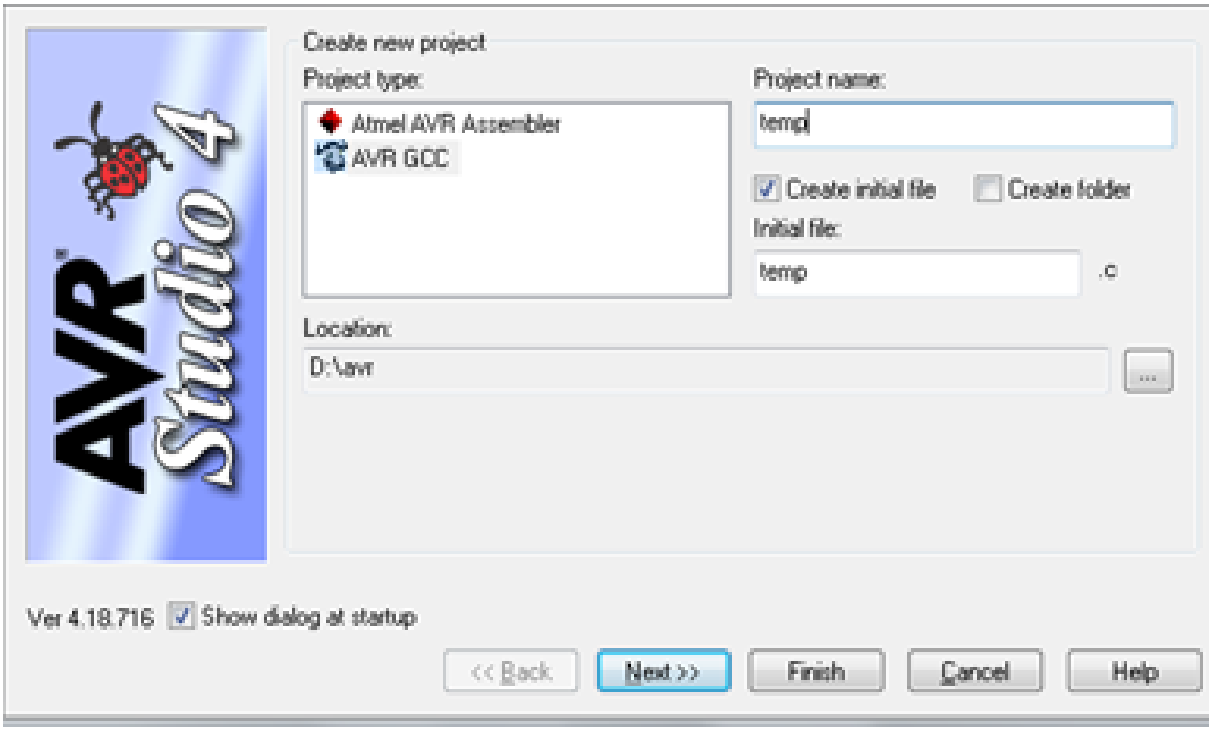


Рисунок 3.2 - Вкладка AVR Studio для визначення імені проекту та вихідного файлу з кодом програми

Щоб продовжити роботу, натисніть {Finish}. Диспетчер проекту видасть нове вікно проекту (рис. 3.3). У ньому будуть показані всі файли, пов'язані з цим проектом, і буде відкрито вікно редагування коду програми.

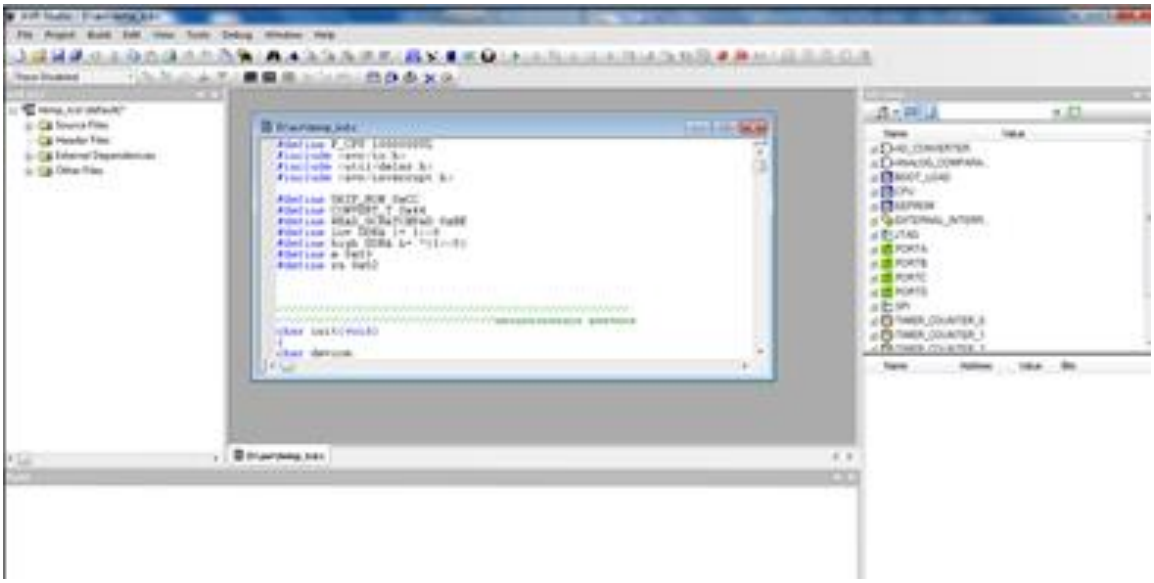


Рисунок 3.3 – Приклад інтерфейсу користувача середовища розробки AVR Studio 4

Крок 3 - Створення файлу з кодом програми на асемблері

Включити файл з асемблерним кодом можна, редагуючи вже існуючий файл або створюючи новий, як це показано на рис. 3.4. Поточний вхідний файл позначений у відповідному вікні піктограмою з червоною стрілкою, спрямованою вниз.

Передбачається, що файл із текстом коду спочатку порожній, і слід ввести до нього програмний код, скориставшись звичайними прийомами редагування. Нагадаємо, що при редагуванні зручно використовувати процедури копіювання та вставки з буфера (кнопки {Ctrl+C} та {Ctrl+V}).

Управління доступом та конфігурування портів введення/виводу МК сімейства AVR здійснюється через три регістри МК:

1) DDRx – регістр, який конфігурує напрям передачі. Зміна реалізується

бітно. Наприклад, запис числа 11110000 у регістр DDRB означає, що чотири молодших виведення 8-ми розрядного порту B сконфігуровані як вхідні, тобто. їх дані читатимуться, а чотири старших виведення порту B працюватимуть вихід, тобто. будуть передавати дані.

2) PORTx – це регістр передачі чи прийому даних порту x. Якщо якісь біти цього порту були налаштовані як вихідні, то біти цього регістру слід записати ті значення, які потрібно задати на виходах МК. Якщо ці біти налаштовані на прийом даних, запис одиниці в них означає, що даний вхід через резистор 150 Ом підключений до виведення живлення (вхід «підтягнутий до одиниці» прямої логіки). Таким чином, за відсутності сигналу на цьому висновку забезпечується перешкодозахищеність і гарантується, що лічені значення відповідатиме логічній одиниці.

3) PINx – доступний лише читання регістр для зберігання даних, зчитаних з порту x. Біти цього регістру містить значення логічних рівнів сигналів, які у момент виконання операції звернення щодо нього присутні відповідних висновках порту x.

Крок 4 – асемблювання вихідного коду програми

Наступний крок полягає у створенні машинного коду із вихідного тексту програми. Для виконання цієї процедури слід вибрати в меню "Build" опцію "Build" або натиснути {F7}. Після компіляції програми у вікні "Build" буде виведено інформацію про результати. На рис. 3.4 у вікні виведення результатів компіляції показано, що асемблер виявив помилку в 16 рядку коду: код містить невизначений ідентифікатор «tnp1». Як видно з рисунку, там же перераховані й такі помилки, що виникли внаслідок невизначеності ідентифікатора.

Після виправлення помилок слід зберегти файл із кодом та знову запустити компіляцію. Тепер все підготовлено до того, щоб перейти до наступного етапу проектування, на якому проводиться налагодження

програми в режимі симулятора.

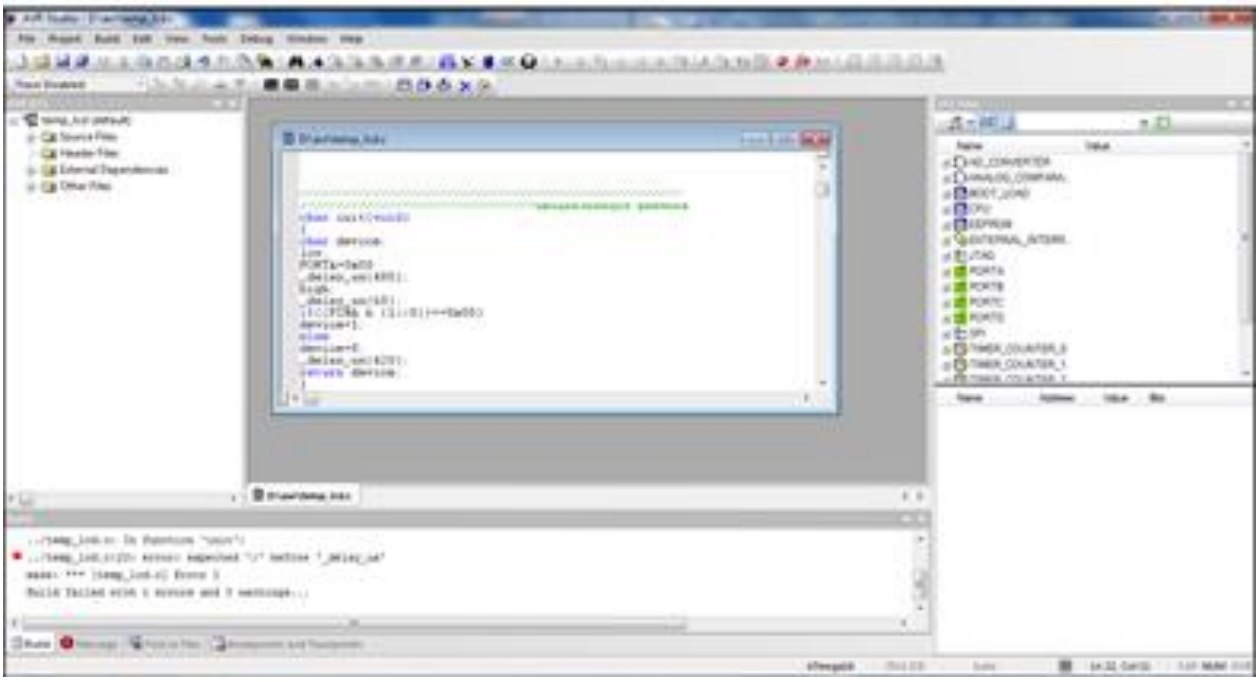


Рисунок 3.4 - Вікна з кодом програми та результатами компіляції із зазначенням помилок

Крок 5 - Вибір пристрою

Потрібно простежити, щоб симуляція коду проводилася для обраного типу процесора. Вибір типу МК для симуляції здійснюється з меню Debug (пункт "Select Platform and Device ..."). При цьому у вкладці (див. рис. 3.5) слід вибрати тип МК і програму для симуляції його роботи.

Крок 6 - Налагодження коду програми

Якщо файл з програмним кодом підготовлений, його можна запустити в режимі симулятора-наладчика, вибравши в меню "Debug" пункт "Start Debugging" (поєднання клавіш {Ctrl+Sift+Alt+F5}). Про перехід у цей режим роботи свідчить поява жовтої стрілки ліворуч від тексту з кодом команд, що вказує на інструкцію, яка виконуватиметься на наступному кроці відповідно до вмісту лічильника команд PC (див. рис. 3.5).

Повний перелік режимів роботи симулятора доступний з функції головного меню Debug, що ілюструється рисунком 3.6. Деякі функції продубльовані піктограмами, відповідними інструментами, які можна вивести на екран з меню View-Toolbars.

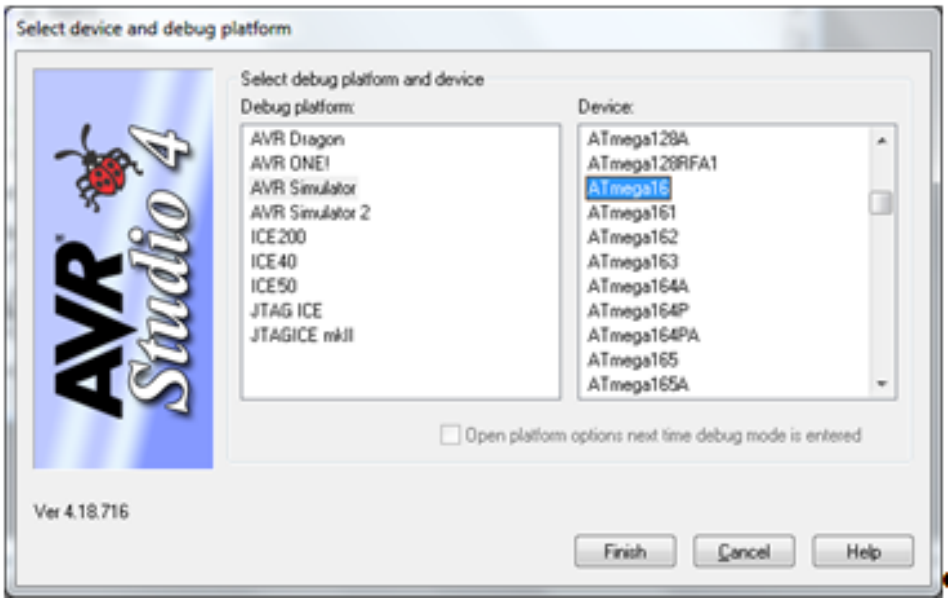


Рисунок 3.5 – Вікно призначення параметрів симуляції

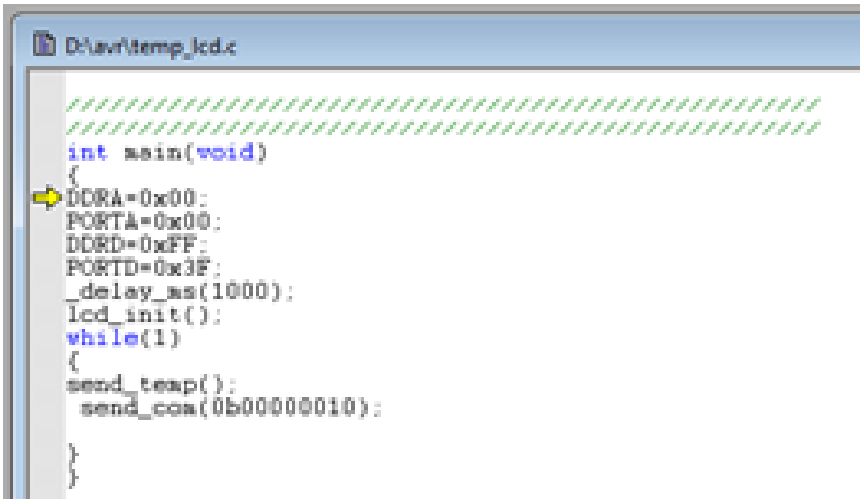


Рисунок 3.6 - Покажчик лічильника команд у вікні з кодом програми в режимі налагодження-симуляції

Процес налагодження полягає у відстеженні ходу виконання програми та управління даними в регістрах за допомогою вікна з текстом коду, вікна

консолі виведення поточних повідомлень (Message) та спеціальних вікон, що показують стани регістрів вводу/виводу (I/O View), що дозволяють вести контроль значень змін (Watch), відстежувати стан процесора (Processor). Виведення на екран панелей цих інструментів симулятора також налаштовується у головному меню (див. рисунок 3.7).

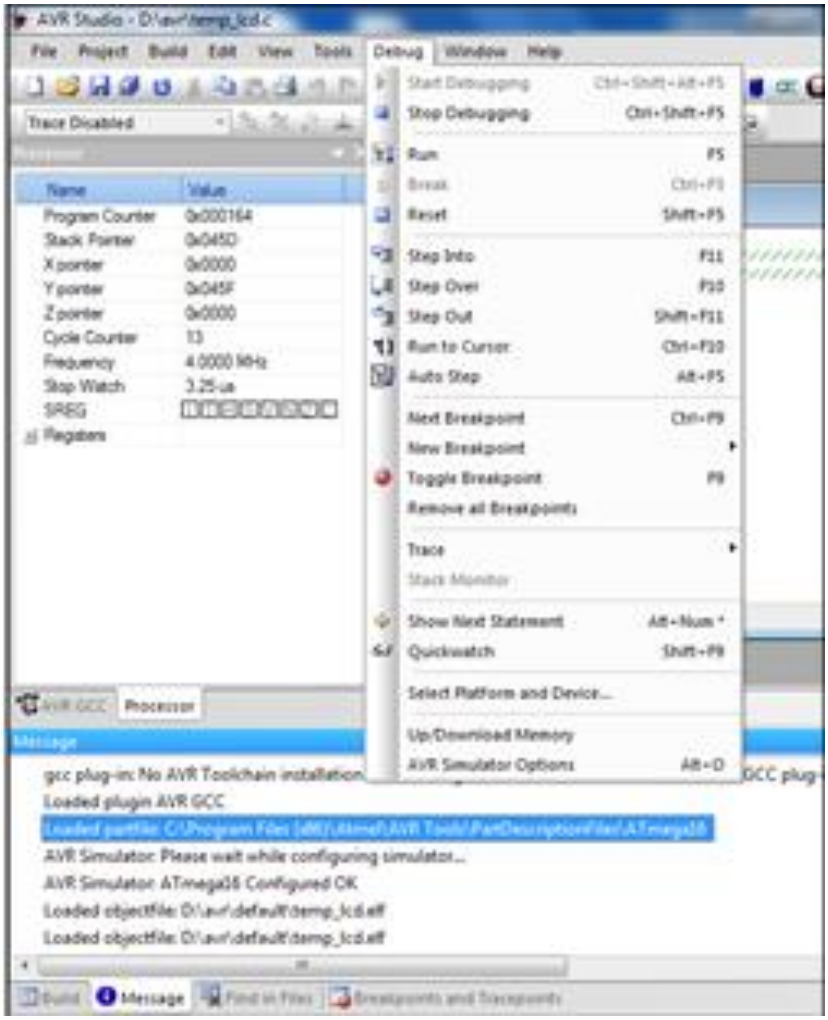


Рисунок 3.7 – Інструменти та функції AVR Studio у режимі налагодження

Рисунок 3.8 – Випадаючі списки панелей інструментів та виклику вікон для відображення станів мікроконтролера в режимі симуляції-налагодження програми

Налаштування вікна вводу-виводу

Відкрийте вікно "IO View", вибравши відповідний пункт меню "View" - "Toolbar" (кнопки {Alt+5}). Оскільки симулятор вже налаштований для роботи з типом мікроконтролера AT mega 16, відповідні елементи його архітектури відобразяться у цьому вікні автоматично (див. рис. 3.9).

Клацніть на значку «+» у рядка з написом PORTB відкриває вміст регістрів, пов'язаних з портом введення-виводу B (див. рис. 3.6: регістр даних порту PORTB (Port B Data Register), регістр управління напрямом передачі порту DDRB (Port B Data Direction) та регістр драйверів порту PINB (Port B Input Pins). Стан кожного біта цих регістрів відображається у відповідній позиції вікна: логічному нулю ("0") відповідає порожня позиція, а логічна одиниця ("1") відображається позиція, пофарбована сірим. Ці позиції можуть змінюватися під час виконання програми, показуючи поточний стан кожного біта. У ході виконання програми ви можете самі встановити або скинути ці

біти, клацаючи лівою кнопкою миші на відповідному полі.

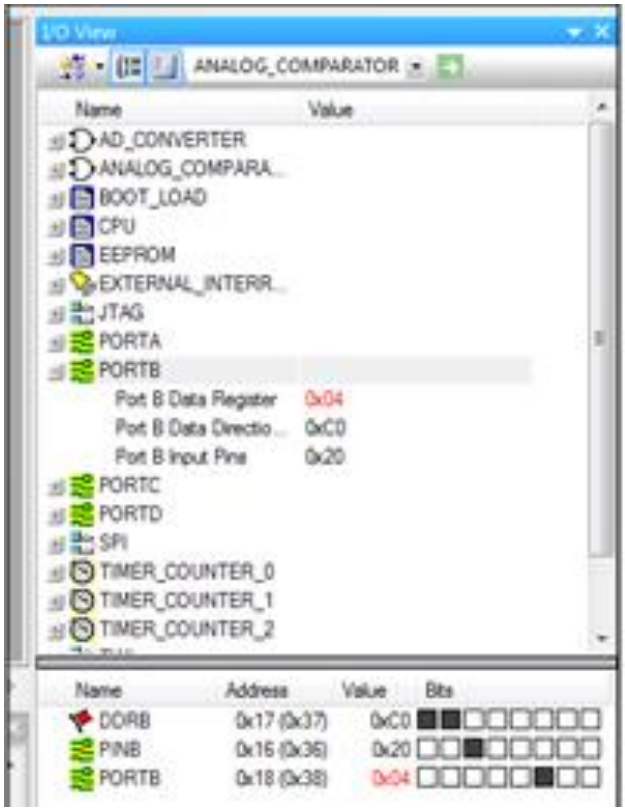


Рисунок 3.9. Вікно пристроїв введення/виводу мікроконтролера AT mega 16

Виконання програми у режимі симуляції

Режими виконання програми при симуляції роботи МК доступні при відкритті списку функції “Debug” (див. рис. 3.9).

Опис використовуваних функцій:

- char init(void) – функція ініціалізації датчика. Алгоритм роботи наведено на рис. 3.10;

- char read _ bit (void) - функція читання біта з датчика. Алгоритм роботи наведено на рис. 3.11;

- void send _ data (unsigned char data) – функція надсилання даних на дисплей. Алгоритм роботи наведено на рис. 3.12;

- void lcd _ init (void) - функція ініціалізації дисплея. Алгоритм роботи наведено на рис. 3.13;

- void send _ temp (void) – функція відправки значень температури на дисплей. Алгоритм роботи наведено на рис. 3.14;

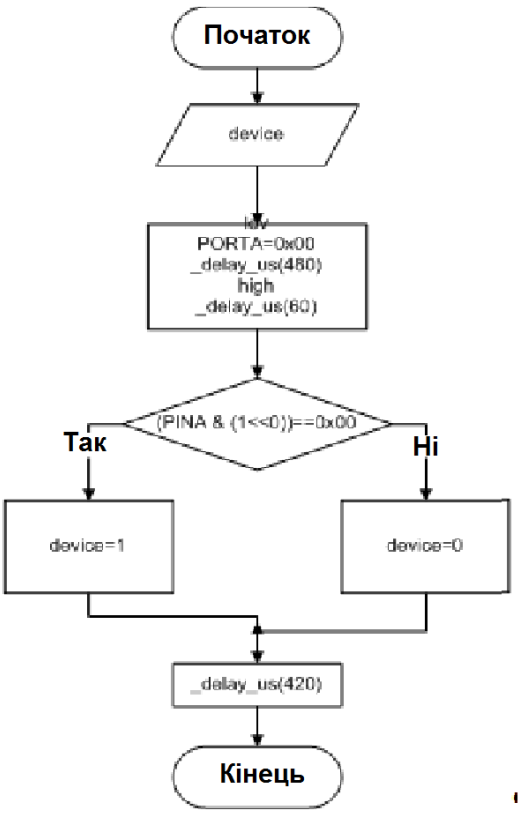


Рисунок 3.10 – Алгоритм роботи функції ініціалізації датчика

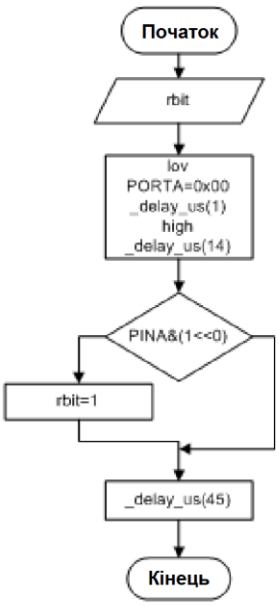


Рисунок 3.11 – Алгоритм роботи функції читання біта з датчика

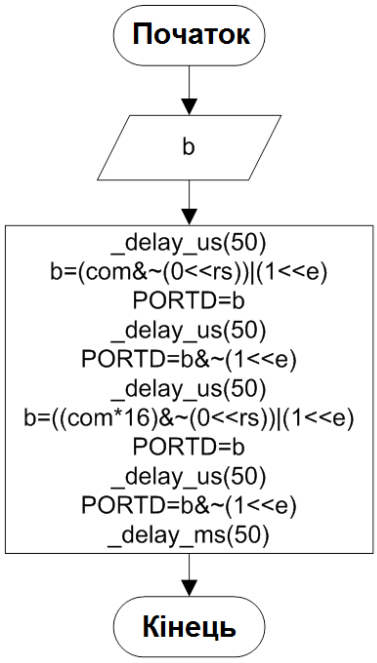


Рисунок 3.12 – Алгоритм роботи функції надсилання даних на дисплей

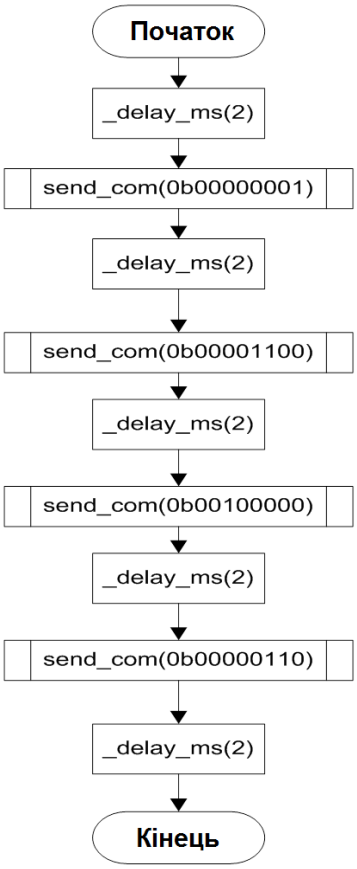


Рисунок 3.13 – Алгоритм роботи функції ініціалізації дисплея

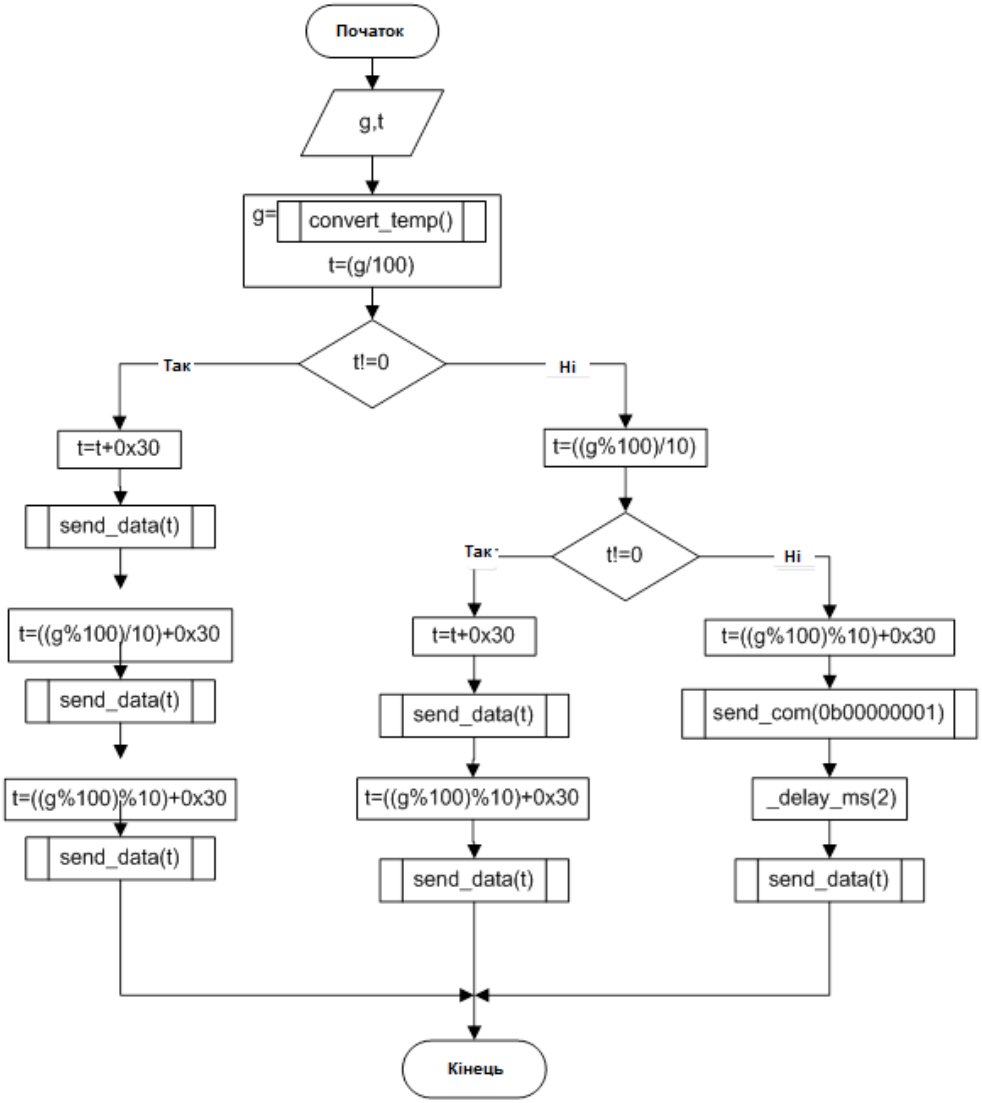


Рисунок 3.13 – Алгоритм роботи функції функція відправки значень температури на дисплей

Алгоритм роботи представлено блок-схемою програми (рис. 3.14)

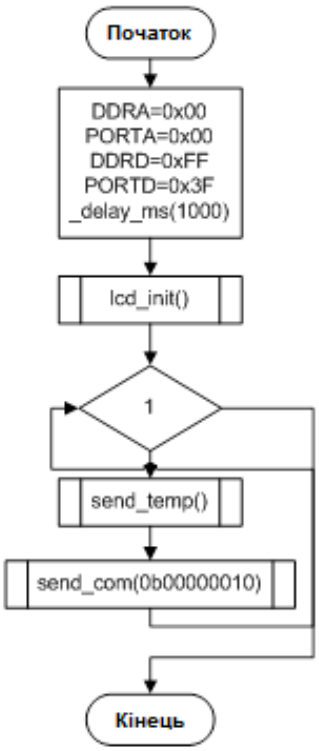


Рисунок 3.14 – Блок-схема програми

3.2 Програмне забезпечення

Для забезпечення роботи станка по намотуванню котушок індуктивності, потрібно розробити програмне забезпечення яке б керувало роботою станка. Дане програмне забезпечення повинно опитувати кнопки клавіатури, обробляти їх сигнали і вводити відповідні змінні, що визначають параметри намотки, а саме кількість витків. Також дана програма повинна забезпечити обертання двигуна та підрахунок кількості намотаних витків. По досягненні заданої кількості намотаних витків, обертання двигуна повинно припинитись. Підрахунок кількості обертів повинен проводитись з урахуванням напрямку руху. Причому, для унеможливлення пропуску сигналів давачів, обробка цих сигналів повинна проводитись за перериванням.

Від контролера подається прямокутний сигнал відомої частоти на вхід STEP драйвера, який відповідає за запуск кроків. При цьому вхід DIR, який

відповідає за напрям обертання ротора, підключений до загального дроту – він не знадобиться. Також у конкретного драйвера необхідно подати харчування логіки (для деяких драйверів це не потрібно). А так само необхідно подати сигнали, що дозволяють обертання, такі як RESET, SLEEP, ENABLE. Для драйвера L297 можна просто поставити перемичку між RESET та SLEEP – це переведе драйвер у робочий режим. Також підключаємо дроти живлення двигуна до джерела 12В. А самі котушки двигуна намагаємося за наявними схемами та документаціями підключити хоча б до своїх пар виходів драйвера.

Щодо програми, яка написана для завантаження в мікроконтролер. Обрано стандартна підпрограма, яка перемикає вихідним станом контролера раз на дві секунди та призначаю свій вихід номер 2, до якого підключено вхід STEP. А також ставлю затримку в 1 мілісекунду. Це означає, що на вхід STEP драйвера піде прямокутний сигнал з періодом 2 мілісекунди або 500 Гц, що для 200-крокового двигуна відповідає 2,5 об/сек або 150 об/хв. Ця швидкість і не велика і не маленька і як на мене добре підходить для намотування проводів на котушку.

Приклад програми наведено нижче:

```
void setup() {
  pinMode(2, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(2, HIGH);
  delay(1);
  digitalWrite(2, LOW);
  delay(1);
}
```

Отже, після підключення у нас вийде одна з чотирьох ситуацій: у першій ми правильно вгадали початки обох котушок; у другому випадку одна з котушок буде підключена початком у зворотний бік; у третьому випадку ми

вгадали початки котушок, але переплутаєте пари виходів драйвера; і в четвертому випадку буде переплутано максимально. Тепер спробуємо усі ці випадки на практиці.

У першому ідеальному випадку ротор двигуна обертається з очікуваною швидкістю в очікуваному напрямку.

У другому випадку спостерігаємо звичайну швидкість обертання та нормальний режим роботи двигуна. Тільки обертання спрямоване в інший бік. Найчастіше нам підійде і так.

У третьому випадку у нас переплутані пари виходів драйвера і вони не співпадають із висновками своєї котушки. Обертання непередбачуване, а точніше сіпання ротора вперед і назад.

У четвертому випадку все повторюється із третього досліду. Часто таке підключення заплутує своєю роботою наполовину і здається, що все підключено правильно, тільки напрямок однієї обмотки потрібно поміняти і все. Насправді воно так і є, але треба міняти підключення не однієї обмотки, а двох проводів з різних обмоток.

І, щоб швидко поміняти напрямок обертання ротора за допомогою проводів, ми перевертаємо дзеркально всі 4 дроти від двигуна. [10]

Другою важливою задачею є організація роботи давача обертання валу із вказанням напряму руху. Розв’язати цю задачу можна за допомогою двох оптопар з відкритими оптичними каналами. Для розробки програми розробимо граф переходів, що буде описувати усі можливі стани. Цей граф наведено на рисунку 3.15.

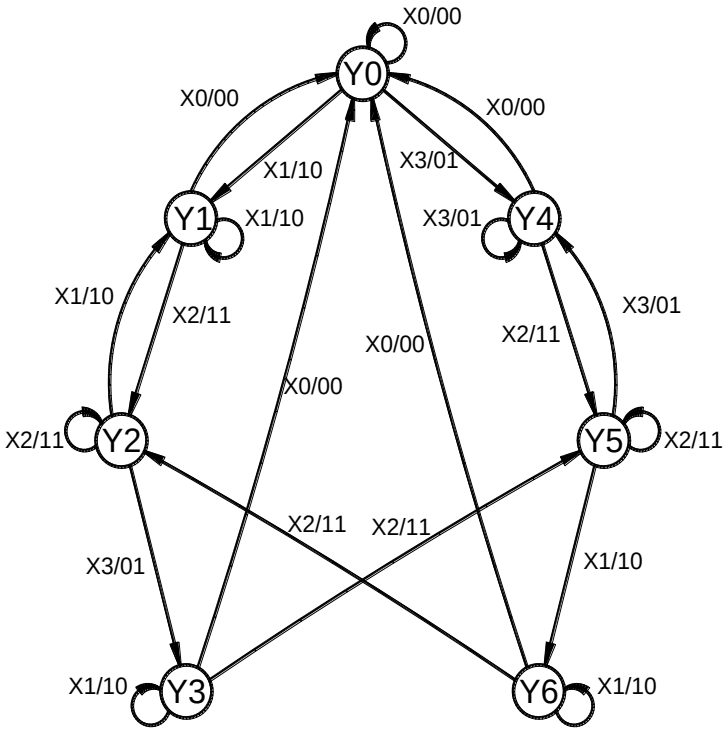


Рисунок 3.14 – Граф переходів оптичного давача обертів

У відповідності до цього графу розроблено програму підпрограму обробки переривань для визначення напряму руху і кількості обертів.

Також у цій підпрограмі наведено програму виведення на чотирьох розрядний семи сегментний індикатор поточного значення кількості намотаних витків.

3.3 Висновки до третього розділу

В розділі проведено розробку основних блоків програмного забезпечення станка по намотуванню котушок індуктивності.

Показано, що для обертання крокового двигуна потрібно виконання елементарних дій по встановленню відповідних вихідних сигналів на виходах мікроконтролера. А подальші дії по обертанню двигуна виконує спеціалізована мікросхема.

Розроблено граф переходів функціонування оптичного давача обертання валу станка із забезпеченням визначенням напряму обертання. Встановлено усі вхідні сигнали від двох відкритих оптопар, внутрішні стани і вихідні сигнали, які для автомати Мілі є внутрішніми станами.

На основі розробленого графу переходів, розроблено підпрограму обробки переривань за двома входами мікроконтролера, які дозволяють підраховувати кількість обертів із врахуванням напряму обертання валу.

ВИСНОВКИ

Проведено дослідження відомих конструкцій котушок індуктивності та потреби у їх застосуванні при проектуванні радіоелектронних та електротехнічних виробів.

Досліджено різні конструкції станків для намотування котушок індуктивності. До таких станків відносяться: станки іх ручним намотуванням, напівавтоматичні та автоматичні. Автоматичні та напівавтоматичні станки характеризуються застосуванням електричних двигунів для обертання котушки індуктивності та підрахунку із індикацією кількості намотаних витків.

Розроблено технічне завдання на проектування станка намотування котушки індуктивності. Визначені основні технічні, конструкційні, кліматичні, ергономічні, економічні та інші параметри станка.

Запропонована технологічна схема станка. До схеми входять наступні елементи: каркас котушки індуктивності; вал станка намотки котушок індуктивності; станина станка; ремінна передача; електродвигун; давач обертів; блок керування; шторка давача обертів.

Проведено розробку схеми електричної структурної. Основними елементами схеми є: MCU – мікроконтролер; Блок кнопок; Два оптичних давачі; Контролер крокового двигуна; Інтерфейс крокового двигуна; Кроковий двигун; Індикатор; Блок живлення.

Розроблено схему електричну принципову. Схема електрична принципова відповідає розробленій схемі електричній структурній. Для реалізації схеми застосовано основні мікросхеми: ATmega328P, L297, L298.

Для реалізації оптичних давачів обертів та клавіатури застосовано широко поширені схемні рішення.

Проведено розробку основних блоків програмного забезпечення станка по намотуванню котушок індуктивності.

Показано, що для обертання крокового двигуна потрібно виконання елементарних дій по встановленню відповідних вихідних сигналів на виходах мікроконтролера. А подальші дії по обертанню двигуна виконує спеціалізована мікросхема.

Розроблено граф переходів функціонування оптичного давача обертання валу станка із забезпеченням визначенням напряму обертання. Встановлено усі вхідні сигнали від двох відкритих оптопар, внутрішні стани і вихідні сигнали, які для автомати Мілі є внутрішніми станами.

На основі розробленого графу переходів, розроблено підпрограму обробки переривань за двома входами мікроконтролера, які дозволяють підраховувати кількість обертів із врахуванням напряму обертання валу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.

2 Офіційний сайт: https://klmaster.com/catalog/namotochnyy-stanok-nz-1-223/. Дата: 12.05.2022р.

3 Офіційний сайт: https://klmaster.com/catalog/namotochnyy-stanok-fy-130-224/ Дата: 12.05.2022р.

4 Офіційний сайт: https://prom.ua/p1429495892-stanok-namotochnyj-130.html?utm_source=google_pla&utm_medium=cpc&utm_content=pla&utm_campaign=cpa_war_kontrolno_izmeritelnye_pribory&utm_term=%7Bkeyword%7D&gclid=Cj0KCQjw0umSBhDrARIsAH7FCoedzZnkm30OkbgLPBqzbHXa0cRVZQsigp4aDfMgV8wqdQbrcgG-87gaAsD6EALw_wcB&gclsrc=aw.ds Дата: 12.05.2022р.

5 Офіційний сайт: https://klmaster.com/catalog/namotochnyy-stanok-fy-740-226/ Дата: 12.05.2022р.

6 Офіційний сайт: https://www.eltech.com.ua/sun1_8_r.html Дата: 12.05.2022р.

7 Офіційний сайт: https://all-audio.pro/c36/opisaniya/l297-opisanie.php Дата: 12.05.2022р.

8 Офіційний сайт: https://all-audio.pro/c37/opisaniya/l298-opisanie.php Дата: 12.05.2022р.

9 Офіційний сайт: https://cxem.net/comp/comp164.php Дата: 12.05.2022р.

10 Офіційний сайт: http://geekmatic.in.ua/podkluchenie_shagovogo_dvigatelia Дата: 12.05.2022р.

Додаток А

Лінстинг коду

```
#include <avr/io.h>
	#include <avr/interrupt.h>
	#include <util/delay.h>
//=======================================
	#define	SEG_PORT
PORTB
	#define	SEG_DDR				DDRB
	#define	DIG_PORT
PORTC
	#define	DIG_DDR				DDRC

	#define	Digit1				PC0
	#define	Digit2				PC1
	#define	Digit3				PC2
	#define	Digit4				PC3
	#define DISPLAY_DELAY			4

	volatile int pwm_flag_A=0;
	volatile int pwm_flag_B=0;

	volatile int D0=0;
	volatile int D1=0;
	volatile int D2=0;
	volatile int D3=0;

//===========================================
```

```
        // Масив для декодування цифри в код числа для 7-сегментного індикатора
        uint8_t digits[10] = {
            //hgfedcba
            0b00111111,
            0b00000110,
            0b01011011,
            0b01001111,
            0b01100110,
            0b01101101,
            0b01111101,
            0b00000111,
            0b01111111,
            0b01101111,
        };
    //================================================
    int main (void)
    {
        // Налаштування портів вводу-виводу
        SEG_DDR = 0xFF;
        SEG_PORT = 0x00;
        DIG_DDR = (1 << Digit1)|(1 << Digit2)|(1 << Digit3)|(1 << Digit4);
        DIG_PORT &= ~((1 << Digit1)|(1 << Digit2)|(1 << Digit3)|(1 << Digit4));
        PORTD = 0x00;
        DDRD = 0x00;
    DDRD &= ~(1 << DDD2);     // Clear the PD2 pin
    // PD2 (PCINT0 pin) is now an input

    PORTD |= (1 << PORTD2);    // turn On the Pull-up
    // PD2 is now an input with pull-up enabled
```

```
	EICRA |= (0 << ISC00)|(0 << ISC10)|(0 << ISC01)|(0 << ISC11);    // set INT0 to trigger on       Rising     edge
	EIMSK |= (1 << INT0)|(1 << INT1);     // Turns on INT0
                  // turn on interrupts
	DDRB = 0xFF;
	PORTB = 0x00;
	sei();
		while (1)
		{

			DIG_PORT = (1 << Digit1);
			SEG_PORT = ~digits[D3];
			_delay_ms(DISPLAY_DELAY);
			DIG_PORT = (1 << Digit2);
			SEG_PORT = ~digits[D2];
			_delay_ms(DISPLAY_DELAY);
			DIG_PORT = (1 << Digit3);
			SEG_PORT = ~digits[D1];
			_delay_ms(DISPLAY_DELAY);
			DIG_PORT = (1 << Digit4);
			SEG_PORT = ~digits[D0];
			_delay_ms(DISPLAY_DELAY);
		}
	}
	ISR (INT0_vect)
	 {
	 /* interrupt code here */
		if (pwm_flag_B == 1)
			{
			pwm_flag_A = 0;
```

```
                pwm_flag_B = 0;

                        if (D0 == 0)
                        {D0 = 9;
                                        if (D1 == 0)
                                        {D1 = 9;
                                                if (D2 == 0)
                                                {D2 = 9;
                                                        if (D3 == 0) D3 = 9;
                                                        else D3 = D3 - 1;
                                                }
                                                else D2 = D2 - 1;
                                        }
                                        else D1 = D1 - 1;
                        }
                        else D0 = D0 - 1;
                }
                else pwm_flag_A = 1;//raise flag
  }

ISR (INT1_vect)
 {
 /* interrupt code here */

       if (pwm_flag_A == 1)
                {
                pwm_flag_A = 0;
                pwm_flag_B = 0;

                        if (D0 == 9)
                        {D0 = 0;
```

```
                        if (D1 == 9)
                        {D1 = 0;
                            if (D2 == 9)
                            {D2 = 0;
                                if (D3 == 9) D3 = 0;
                                else D3 = D3 + 1;
                            }
                            else D2 = D2 + 1;
                        }
                        else D1 = D1 + 1;
                }
                else D0 = D0 + 1;
            }
            else pwm_flag_B = 1;//raise flag
}
```

Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності

Студент: Руслан АРТЕМЧУК
Керівник: ¬Валерій МАРТИНЮК, д.т.н, проф.

ОГЛЯД ПРИСТРОЇВ НАМОТУВАННЯ КОТУШООК ІНДУКТИВНОСТІ

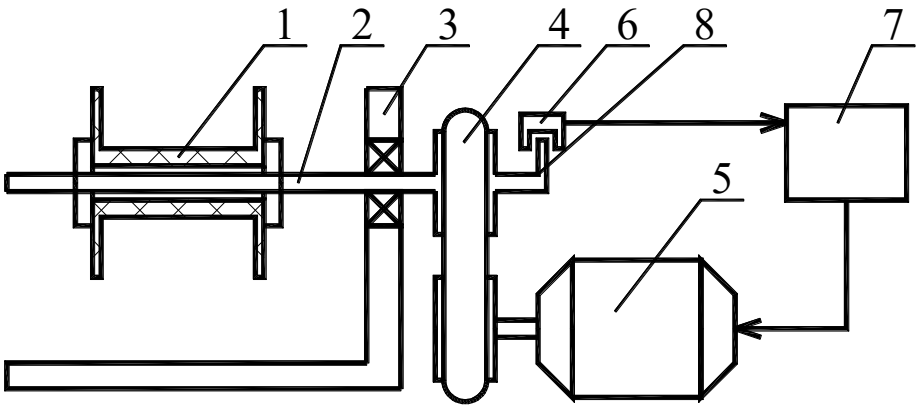
Котушка індуктивності

Станок для ручного намотування котушок індуктивності FY-130

Станок для ручного намотування котушок індуктивності NZ-1

Станок для автоматичного намотування котушок індуктивності FY-740

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА



1. Каркас котушки індуктивності;
2. Вал станка намотки котушок індуктивності;
3. Станина станка;
4. Ремінна передача;
5. Електродвигун;
6. Давач обертів;
7. Блок керування;

СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА СТРУКТУРНА

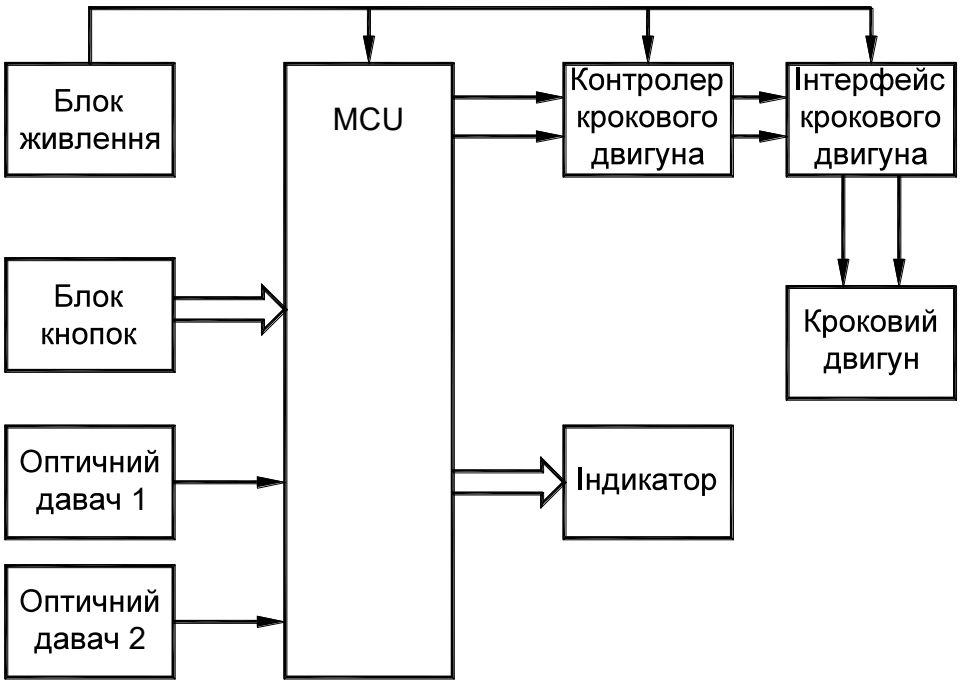
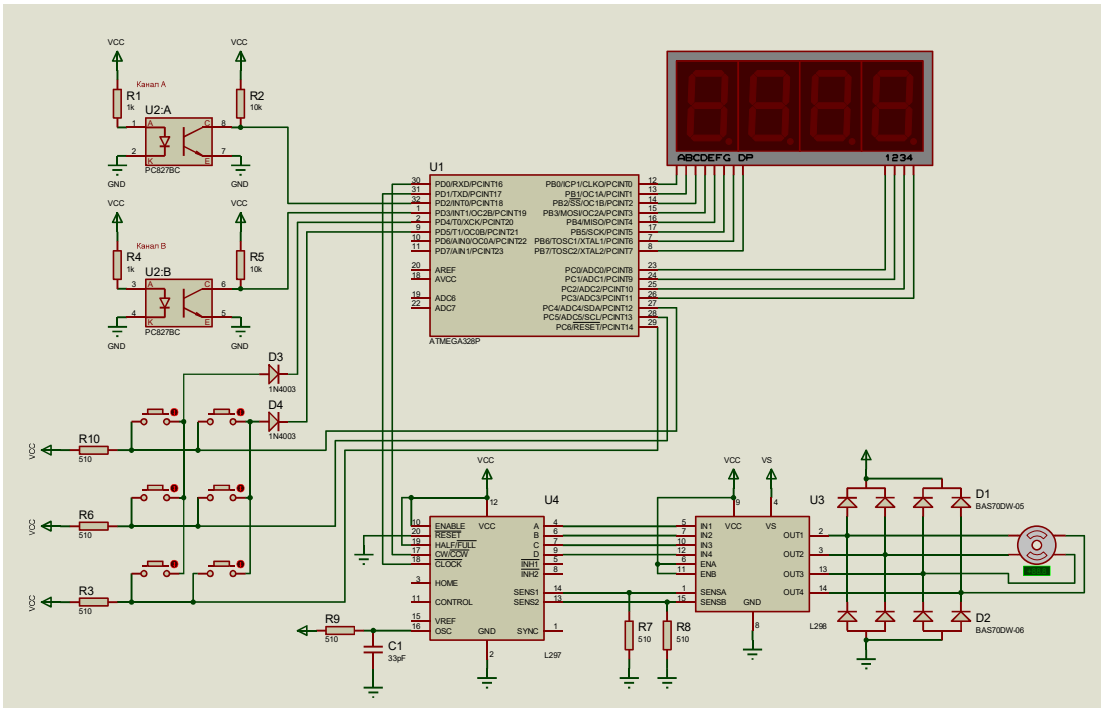
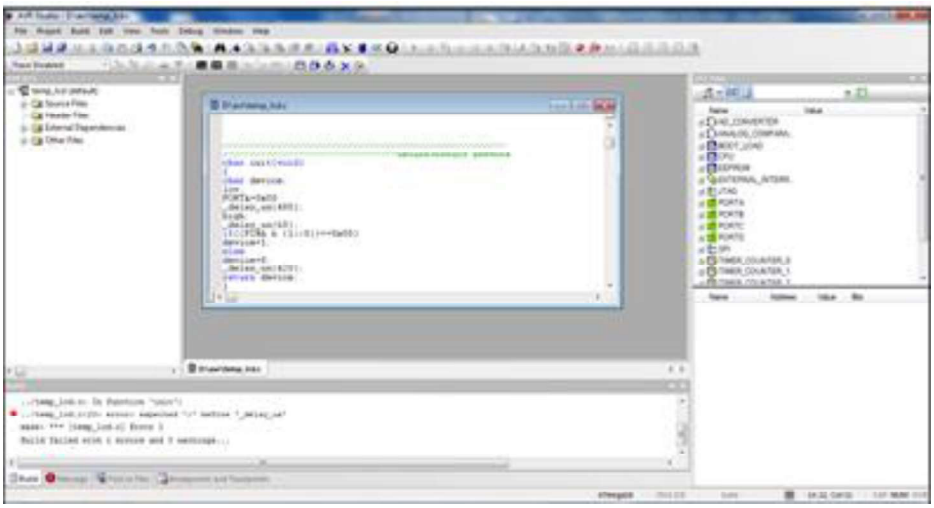


СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА

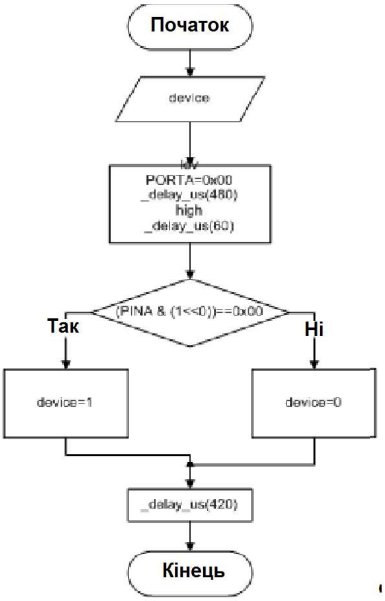


АЛГОРИТМ РОБОТИ СХЕМИ

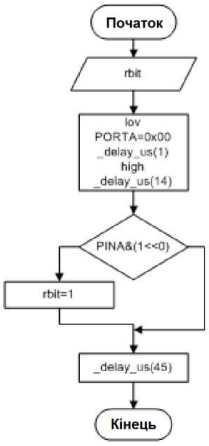


Вікна з кодом програми та результатами
компіляції із зазначенням помилок

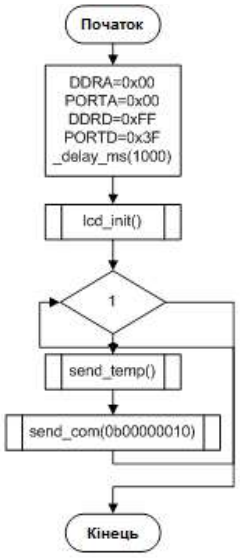
АЛГОРИТМ РОБОТИ СХЕМИ



Ініціалізації датчика



Читання біта з датчика



Блок-схема програми

• ВИСНОВКИ

•

Досліджено конструкції станків для намотування котушок індуктивності. Запропонована технологічна схема станка. Проведено розробку схеми електричної структурної. Розроблено схему електричну принципову. Проведено розробку основних блоків програмного забезпечення станка по намотуванню котушок індуктивності. Розроблено граф переходів функціонування оптичного давача обертання валу станка із забезпеченням визначенням напряму обертання. На основі розробленого графу переходів, розроблено підпрограму обробки переривань за двома входами мікроконтролера, які дозволяють підраховувати кількість обертів із врахуванням напряму обертання валу.

UNICHECK

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТіТК

ID перевірки:
1011570271

Дата перевірки:
14.06.2022 07:01:49 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
14.06.2022 07:05:25 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: **Бакалаврс_ка_01_2022_рамка Артемчук в1**

Кількість сторінок: **57** Кількість слів: **9318** Кількість символів: **64083** Розмір файлу: **1.65 MB** ID файлу: **1011441174**

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

21.5%
Схожість

Найбільша схожість: **4.61%** з Інтернет-джерелом (http://kazus.ru/forums/attachment.php?attachmentid=48572&d=1372..

21.5% Джерела з Інтернету	52	..... Сторінка 59

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи	13

Підозріле форматування	12 сторінок

Tue Jun 14 13:38:35 EEST 2022, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA.

Помилок в документах: 11%

ID: 105257 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-14 Автора: Артемчук Р. Керівники: Мартинюк В.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	50094	448	3136 (6%)	43 (10%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник Артемчук Руслан Васильович

Тема Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок індуктивності

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Обсяг дипломного проекту:

кількість листів креслень _____ ; кількість сторінок записки 56

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В кваліфікаційній роботі розроблено автоматизований пристрій намотування котушок індуктивності

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даної роботи

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження відомих конструкцій котушок індуктивності та потреби у їх застосуванні при проектуванні радіоелектронних та електротехнічних виробів. Розроблено технічне завдання на проектування станка намотування котушки індуктивності. Визначені основні технічні, конструкційні, кліматичні, ергономічні, економічні та інші параметри станка. Для реалізації схеми застосовано основні мікросхеми: ATmega328P, L297, L298.B третьому розділі проведено розробку основних блоків програмного забезпечення станка по намотуванню котушок індуктивності. Розроблено граф переходів функціонування оптичного давача обертання валу станка із забезпеченням визначенням напряму обертання. На основі розробленого графу переходів, розроблено підпрограму обробки переривань за двома входами мікроконтролера

4. Позитивні сторони роботи: під час написання роботи використано сучасне програмне забезпечення, робота має вагоме практичне значення

5. Негативні сторони проекту Надмірна кількість теоретичного матеріалу, наявні граматичні та стилістичні помилки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту

7. Відгук про проект в цілому Робота виконана на достатньому рівні

8. Інші зауваження

9. Оцінка дипломного проекту Розглянувши позитивні та негативні сторони представленого дипломного проекту, можна зробити висновок, що він заслуговує оцінку «добре» 4,00/С

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) к.т.н., доцент, доцент кафедри КІІС Мічпорук Л.О.

«13» 06 2022 р. _____ (підпис)

ХНУ. Зам. 54, тир. 6000, 2007.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система керування устаткуванням намотування котушок

Автор: Руслан АРТЕМЧУК

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

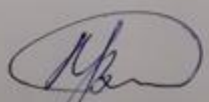
Науковий керівник д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	**відповідає**
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 21,5%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

14.06.2022р.

Науковий керівник роботи:  Валерій МАРТИНЮК

Зав. каф. АКІТ Валерій МАРТИНЮК