

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОПП «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема:

«Система керування вузлами верстату з числовим програмним управлінням»

Виконавець

студент групи ЕС-404Б

_____ Панов Андрій Анатолійович

Керівник

ст. викладач

_____ Бідний Микола Семенович

Нормоконтролер

_____ Сініцин Рустем Борисович

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий факультет: аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра: електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей
Напрямок (спеціальність, спеціалізація): 171 «Електроніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.М. Шутко

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Панов Андрій Анатолійович

(П.І.Б., випускника)

1. Тема дипломної роботи:

« Система керування вузлами верстату з числовим програмним управлінням »

затверджена наказом ректора від «01» квітня 2021 р. № 526 / од

2. Термін виконання роботи: з 1 квітня 2021 р. по 20 червня 2021 р.

3. Вихідні дані роботи: розробка стабільної системи контролю з використанням високоточних оптичних датчиків.

4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел з тематики диплому. Огляд технічної та довідкової літератури за темою

проекту, загальні положення, стан та перспективи, розрахунково – проектувальний, висновки, список використаної літератури.

5. Перелік обов’язкового ілюстративного матеріалу: структурна, функціональна та принципова схема; презентація результатів роботи в практичному вигляді.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вступ. Обробка матеріалів за темою роботи: підручники, інтернет-ресурси.	17.05.2021 – 20.05.2021	
2.	Огляд сучасних ЧПУ. Принцип дії систем контролю подачі клею.	21.05.2021 – 26.05.2021	
3.	Порівняння характеристик мікроконтролерів AVR.	27.05.2021 – 31.05.2021	
4.	Налагодження та опис роботи приладу.	01.06.2021 – 05.06.2021	
5.	Конструктивний розрахунок.	06.06.2021 – 11.06.2021	
6.	Подання на кафедру. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки.	12.06.2021 – 15.06.2021	
7.	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді.	16.06.2021 – 20.06.2021	

7. Дата видачі завдання: «01» квітня 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____ Бідний М.С.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Панов А.А.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Система керування вузлами верстату з числовим програмним управлінням» містить: 60 сторінок, 20 рисунків, 24 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – Клейовий вузол ЧПУ Biesse «Stream A5.0»

Мета дипломної роботи – розробити покращення системи керування подачі клею з використанням мікроконтролера.

Предмет дослідження – контроль елементів системи за допомогою мікроконтролера.

Розроблена компактна система керування.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності при викладанні дисциплін.

Ключові слова: ЧПУ, ВУЗЛИ ВЕРСТАТА, ОПТИЧНІ ДАТЧИКИ,
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ЧПУ** – числове програмне управління
- CNC** - Computer Numerical Control
- СУ** – система управління
- САУ** – система автоматичного управління
- ПК** – персональний комп'ютер
- ГП** – гвинтова передача
- КД** – кроковий двигун
- ДКД** – драйвер крокового двигуна
- ШИМ(PWM)** – широтно-імпульсна модуляція
- ПЗ** – програмне забезпечення
- МД** – модель деталі
- КП** – керуюча програма
- ЗП** – зчитуючий пристрій
- СПП** – систему підготовки програми
- СТП** – систему технологічної підготовки
- Д** – деталь
- ВО** – виконавчого органу
- РМ** – робочий механізми
- ПЧПУ** – пристрій з числове програмне управління
- ПР** – порівнюючий пристрій
- ККД** – коефіцієнт корисної дії

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	11
1.1 Кромкооблицювальний верстат SCM «Olimpic S1000»	
1.2 Кромкооблицювальний верстат SCM «Stefani KD»	
1.3 Кромкооблицювальний верстат BIESSE «Roxyl 4.5»	
1.4 Кромкооблицювальний верстат BIESSE «Stream A 5.0»	
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	24
2.1 Структурна схема пристрою	
2.2 Вибір мікроконтролера	
- Arduino Uno	
- Arduino Mega	
- Arduino Nano	
2.3 Вибір оптичного датчика	
- Sick DT-2, DS-60	
- Balluff BOS027N, BOS0083	
2.4 Вибір модуля реального часу	
- Модуль DS3231SN	
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА ПРОГРАМ	39
3.1 Завдання числового програмного управління верстатами	
3.2 Керування процесами в операційній системі ЧПУ	
3.3 Склад інформаційної моделі	
3.4 Взаємодія мікроконтролера з датчиками	
3.5 Підключення модуля реального часу до мікроконтролера	
ЗАКЛЮЧЕННЯ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Машинобудування є основою успішного розвитку всіх галузей економіки. Ефективність машинобудівного виробництва та якість продукції значною мірою визначаються рівнем її автоматизації. Основний напрямок автоматизації машинобудівного виробництва в даний час заснований на широкому впровадженні цифрових обчислювальних пристроїв і машин.

Системи числового програмного управління (ЧПУ) використовуються для управління універсальними верстатами та іншим технологічним обладнанням.

ЧПУ контролюють рух робочих органів машин та обладнання, їх швидкість у формуванні деталей, монтажні рухи, а також послідовність режимів обробки та допоміжних функцій.

Програми управління ЧПУ містять два типи інформації, необхідної для автоматичної роботи машин (обладнання): геометричну та технологічну. Геометрична інформація включає дані про форму, розміри деталей та інструментів, а також їх взаємне розташування в просторі.

Технологічна інформація - це інструкції щодо послідовності введення в експлуатацію інструментів, зміни режимів різання, зміни інструментів, включення теплоносія тощо.

Технологічна інформація використовується для управління в інших програмних пристроях, таких як циклічні системи управління програмами (ЦП). Геометрична інформація в центральному процесорі реалізується за допомогою регульованих упорів, розміщених безпосередньо на машині (обладнанні). Перевагами центральних процесорів є їх велика універсальність, можливість швидкого переналаштування, налаштування програми та включення до складніших інтегрованих систем автоматизованого виробництва. ЧПУ є складним зовнішнім виглядом привидного САУ, оскільки вони одночасно контролюють кілька незалежних або пов'язаних параметрів об'єкта (координати). Відповідно в структурі ЧПУ є кілька схем управління (каналів). Так, наприклад, у металорізальних верстатах ЧПУ одночасно керує основним рухом формовки, рухом

подавальних та допоміжних рухів: транспортуванням, фіксацією, зняттям та подачею, зміною інструменту тощо.

Застосування верстатів з ЧПУ дозволило отримати значний економічний ефект і випустити велику кількість універсального обладнання.

Ефективність верстатів з ЧПУ, за вітчизняними та закордонними даними,

Характеризується:

- зростання продуктивності праці;
- кількість змінних універсальних верстатів;
- скорочення термінів підготовки виробничого та технологічного обладнання;
- забезпечення взаємозамінності деталей;
- зменшення або повне виключення розмітки та слюсарних робіт;
- впровадження з початку випуску нового продукту конструкторсько-технічних норм та забезпечення тим самим істотного зниження трудомісткості та підвищення продуктивності праці.

Існують різні методи управління верстатами з ЧПУ, вибираючи найкращий

метод повинен здійснюватися на основі багатьох факторів. Так, спочатку

переглядати ті самі умови, якщо опустити деякі фактори, можна отримати

неправильний висновок, і це не розкриє максимум машини з ЧПУ.

Для робіт різного ступеня важкості - найкращий метод відрізняються. На вибір оптимального методу впливають такі фактори, як: фінансові можливості підприємства, кваліфікація працівників, тип машини та тощо

Класифікація архітектурних рішень дозволяє простежити еволюцію ЧПУ, а також зрозуміти зміст їх структурних перетворень. Системи з ЧПУ, які зараз доступні, можна розділити на дві групи:

1. Програмно-апаратні системи з ЧПУ (англ. Computer numerical control). Ці класичні системи виробляються лише компаніями, які мають досвід розробка власного високоякісного мікроелектронного обладнання. В цей час фірма запропонувати модифікацію класичної системи з персональним комп'ютером, який використовується як термінал для задоволення потреб користувачів, які хочете мати гнучкий інтерфейс оператора.

2. Однокомп'ютерні та двокомп'ютерні системи PCNC.

Чисельний контроль персонального комп'ютера). Ці системи містять два компоненти -

термінал (ПК) та додаток (NC). Кожен із компонентів реалізований або включений

на окремому комп'ютері (версія з двома комп'ютерами) або на одному комп'ютері, в якому ядро операційної системи в режимі реального часу (версія для одного комп'ютера) реалізовано на окремій платі.

Варіанти реалізації відображають спільний досвід розробників системи ЧПУ та перспективні тенденції. Далі докладніше про ці системи.

Система ЧПУ. Системи цього сімейства побудовані за принципом багатопроцесорності, які включають процесор з ЧПУ, процесор програмованого контролера автоматизації та графічний процесор. Система також може бути оснащена пасивним терміналом або промисловим комп'ютером з операційною системою Windows 98, наприклад системою

NUM (Франція), блок-схема якої зображена на рисунку

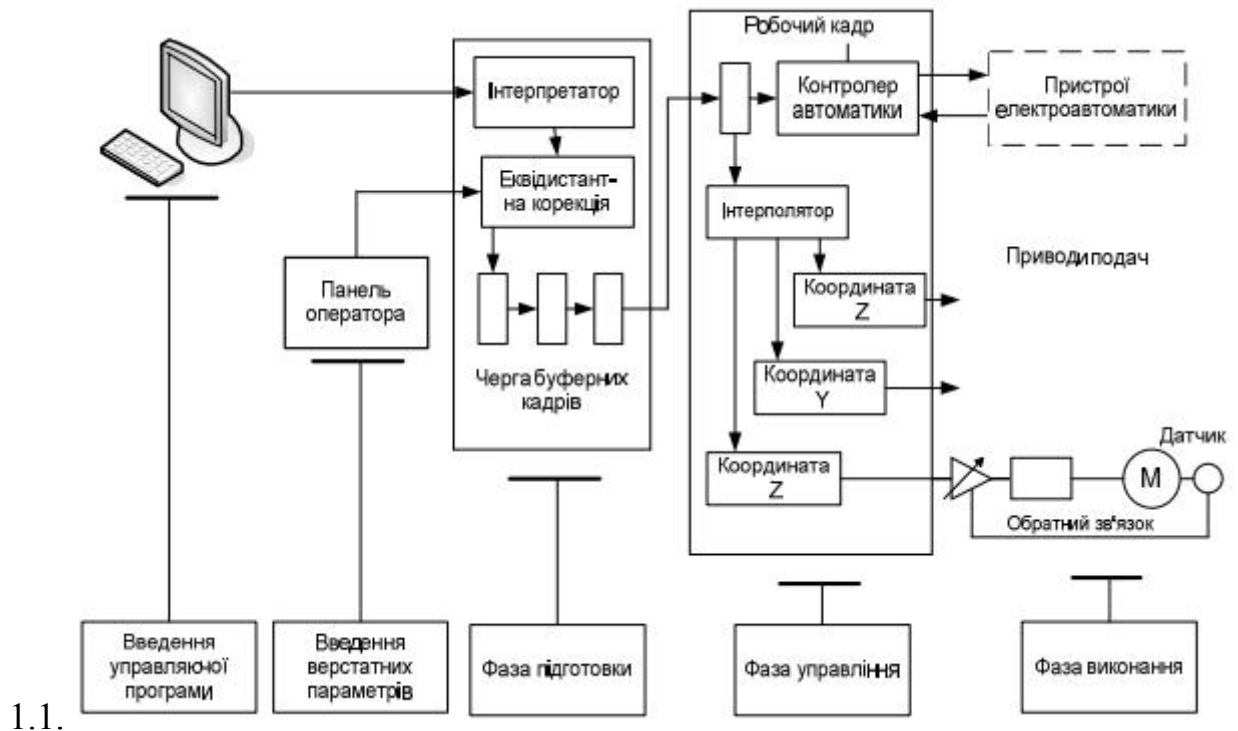


Рисунок 1.1 – Архітектура системи ЧПУ класу CNC фірми NUM.

Оскільки технологічний процес автоматизований, тобто машиною керує програма, що вводиться в систему, точність обробки матеріалу зростає. Як результат, верстати з ЧПУ можуть значно зменшити відсоток відходів. Крім того, автоматизація процесу обробки з ЧПУ сприяє збільшенню продуктивності.

Структурна схема системи

Розглянемо загальну блок-схему системи ЧПУ. Структурна схема системи ЧПУ представлена на малюнку 1.2.

Модель деталі (МД), що обробляється на верстаті з ЧПУ, одночасно входить в систему підготовки програми (СПП) та систему технологічної підготовки (СТП). NGN - це програма САМ, в якій створюється програма управління. STP надає системі дані про режими різання, робочі інструменти, матеріал для обробки.

На основі цих даних розробляється програма управління (КП), що представляє собою набір команд для управління робочими органами машини. Оператор встановлює на верстат заготовку, ріжучий інструмент відповідно

до документації, розробленої в системі технологічного навчання. Встановлення заготовки та видалення готової деталі здійснюється оператором.

Зчитувач (PS) зчитує інформацію, що зберігається в програмі управління. Це програмне забезпечення для зчитування G-коду посібника та передачі його на пристрій з ЧПУ. РСНРУ видає команди управління робочим механізмам (RM) верстата, які виконують основні рухи циклу обробки.

У цьому випадку ZP і РСНРУ - це програмне забезпечення Mach3, яке зчитує G-код і передає інформацію на RM машини.

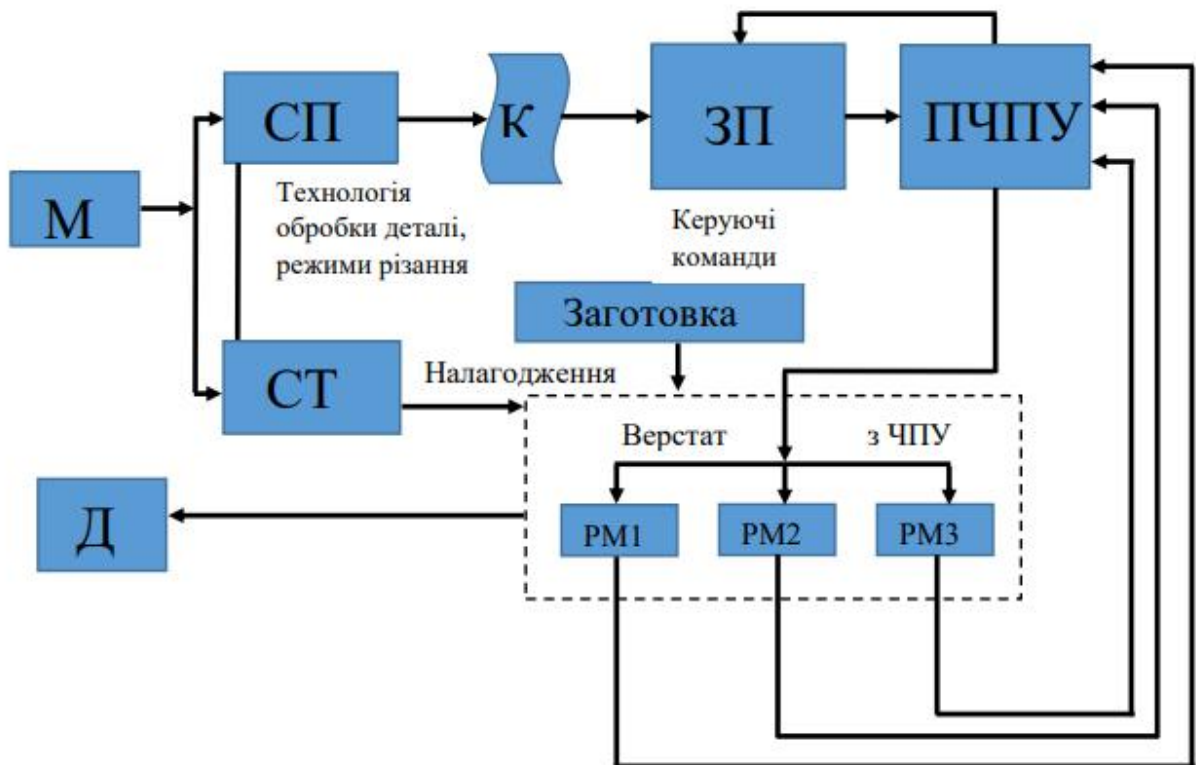


Рисунок 1.2 – Структурна схема системи ЧПУ.

Машина містить кілька робочих механізмів, кожен з яких включає себе

(рис. 1.3):

- 1) Кроковий двигун (CD), який є джерелом енергії;
- 2) Гвинтова передача (ГП), яка використовується для перетворення енергії та її передачі від двигуна до виконавчого органу (ВО).

3) Виконавчий орган (лазер, шпиндель тощо), який виявляє координацію руху за тим самим обробним

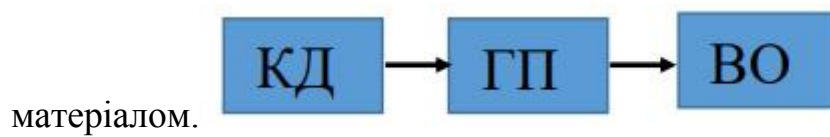


Рисунок 1.3 – Структурна схема цільового механізму.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Комп'ютерне числове управління (ЧПУ) - це комп'ютеризована система управління, яка зчитує командні інструкції спеціалізованої мови програмування (наприклад, G-код) і керує приводами металевих, дерев'яних або пластикових верстатів та верстатів.

Обрізний верстат (обрізний верстат, обрізний верстат) - це верстат, який дозволяє приклеювати матеріал до країв різних виробів та заготовок, використовуючи спеціальний клей.

1.1 Кромкооблицювальний верстат SCM «Olimpic S1000»

Компанія SCM Group випустила новий кромкооблицювальний верстат Olimpic S1000, що дозволяє наносити кромку на щитові деталі на швидкості 22 м / хв.

Верстат призначений для невеликих фабрик і середніх за розміром підприємств, у яких немає великих поточних ліній і масового виробництва. У той же час Olimpic S1000 дозволяє вести роботу в важкому промисловому режимі на рекордній в своєму класі швидкості - 22 м / хв., що наближає його до високошвидкісних індустріальним верстатів і ліній SCM Stefani, які працюють на швидкостях 25-60 м / хв.

У минулому кромкооблицювальні машини в цьому ціновому діапазоні мали швидкість подачі не більше 18-20 м / хв., А при повному циклі кромкооблицювання (з операцією заокруглення кутів) швидкість падала аж до 12 м / хв. Модель же Olimpic S1000 демонструє безпрецедентну швидкість при заокруглення кутів - 22 м / хв., що стало можливим завдяки групі обкатки кутів Round 4M промислового класу.

Крім цього, верстат забезпечений безліччю вузлів і систем, які не тільки підвищують автоматизацію робочого процесу, а й відкривають доступ

до нових можливостей, роблячи виробництво більш гнучким. Відзначимо найбільш важливі з застосовуваних на верстаті Olympic S1000 рішень:



Рисунок 1.1.1 – «Olympic S1000»

- Система MultiEdge с електронним регулюванням по шести осях для роботи з трьома варіантами радіусу і товщини кромки. Дозволяє працювати з плитами, покритими захисною плівкою або мають не зовсім рівну поверхню.
- Запатентована система 3 Edge для заокруглення кутів при роботі з трьома типами кромки. Вузол забезпечений подвійним інструментом для автоматичної зміни радіуса.
- Поворотний транспортер (конвеєр) Spin 20 здійснює автоматичне повернення деталей в зону їх завантаження. Система дозволяє всього лише одному оператору виконувати і контролювати весь процес кромкооблицювання. Модель Spin 20 виробляється на заводі SCM Mahros (Марос), що випускає конвеєрні транспортери і системи автоматизації вже кілька десятиліть.
- Вузол попереднього фрезерування RT-E формує ідеальну лінію стику кромки і плити завдяки переднім копірам, що гарантує сталість і точність знімання по всій довжині деталі, зберігаючи її геометрію.
- Безсумнівно, сучасний верстат SCM Olympic S1000 задає новий, більш високий стандарт продуктивності в кромкооблицюванні, дозволяючи працювати на досить високих швидкостях - до 22 м / хв. Це дозволить невеликим фабрикам підвищувати свою продуктивність при невеликих інвестиціях в устаткування.

Робочі вузли:

- вузол прифуговки
- клейовий вузол
- торцовочний вузол
- нахилиється вузол фрезерування звисів
- вузол обкатки кутів
- 2 циклювальних вузла (радіусна і плоска цикля),
- полірувальний вузол
- Суцільнозварна станина високої міцності з сталевих профілів і листів забезпечує відсутність вібрації. Отвори зі скатом стружки, яка не була відведена аспірацією, до підлоги.
- Верхня притискна балка зроблена з зварних вигнутих профілів і підтримується чавунними колонами. Конструкція, з розташованими на ній робочими групами, забезпечує відсутність вібрацій.
- Два ряди притисних обрешинених роликів (на підшипниках) з високим коефіцієнтом зчеплення. Ролики закриті кожухом.
- Ручна настройка притискної балки з боку входу в верстат з механічним цифровим індикатором (лічильником).
- Верхні обробні вузли механічно кріпляться до притискної балки, що забезпечує їх автоматичне позиціонування в залежності від товщини деталі за допомогою регулювання притискної балки. Нижні вузли кріпляться до горизонтальної балки і забезпечують високу точність позиціонування щодо оброблюваної деталі.
- Всі високочастотні електродвигуни забезпечені статичним інвертором.
- Верстат закритий кожухом по всій довжині і має вікна з полікарбонату для візуального відстеження процесу обробки. 3 дверцята для доступу до робочих вузлів: перша дверцята з електромеханічної блокуванням для вузла прифуговки і клейової групи, друга і третя дверцята з електромеханічної блокуванням інших робочих груп.
- Патрубки аспірації для обробних груп розташовані зверху верстата.

- Рухомий пульт управління з боку входу в верстат для зручності оператора.
- Електрошафа розташований всередині станини і має дверцята для легкого доступу при здійсненні сервісних робіт. Електрошафа відповідає сучасним нормам безпеки.

Характеристики:

Швидкість подачі, м/хв	12 - 18
Товщина деталей (заготовок), мм	8 - 60
Товщина кромки в рулонах, мм	0,4 - 3
Діаметр дискового утримувача кромки, мм	780
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 12 м/хв, мм	700
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 18 м/хв, мм	800
Мин. довжина для кромки в рулонах, мм	170
Мин. довжина деталі для смужкової кромки, мм	250

1.2 Кромкооблицювальний верстат SCM «Stefani KD»

Автоматичний односторонній кромкооблицювальний верстат для приклеювання кромки за допомогою гарячого клею-розплаву на прямолінійні щитові деталі з чотирьох сторін з подальшою фінішною обробкою і скругленням кутів.

Безперервне і різноманітне використання із застосуванням технічних рішень з метою якісної обробки - це відмінна характеристика stefani kd. Він об'єднує все те, що очікується від кромкооблицювального верстата: наприклад, можливість використання клею ЕВА і ПУ завдяки ванні SGP і групам з електронними осями, які дозволяють виробляти автоматичну

перенастроювання на 2 різних радіуса, а також на будь-яку товщину тонкої кромки і масиву товщиною до 12 мм.

Це ідеальний крайколичкувальний верстат для всіх підприємств, яким необхідно виробляти велику кількість панелей, в тому числі різних між собою.

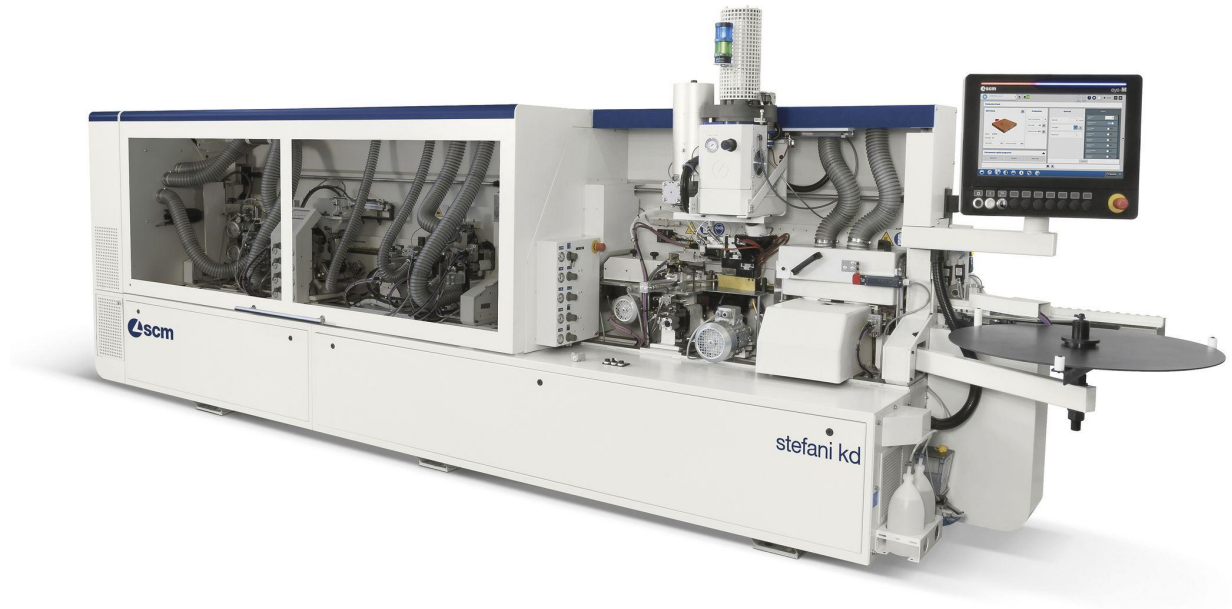


Рисунок 1.1.2 – «Stefani KD»

Переваги:

- Кромкооблицювання масиву товщиною до 12 мм. Вільний доступ до зони наклеювання дозволяє здійснювати просте і функціональне використання кромки з масиву великих розмірів.
- Кромка з 2 різними радіусами. Використання повністю автоматичних багаторадіусних робочих груп, які дозволяють виробляти швидко і безпомилково настройку при переходах від однієї обробки до іншого.
- Прекрасний клейовий шов із застосуванням клейової ванночки "SGP" завдяки оптимальному дозуванню та спеціальному клеєнанесного ролик. Використання клеїв ЕВА і ПУ можливо внаслідок антиадгезійної обробки внутрішньої поверхні ванночки і легкому переходу від одного клею до іншого.

- Ідеальна якість кромкооблицювання панелей з делікатним покриттям або захисною плівкою завдяки новому поліуретановому притискному ременю.
- Продуктивність та якість з робочою швидкістю до 20 м / хв, а 2 моторний вузол заокруглення кромки (патент SCM), який дозволяє здійснювати обробку при заокругленні до 18 м / хв а так само одночасно обрізанням звисів.
- Універсальний та автоматичний з автоматичним настроюванням робочих вузлів і обробкою 2 різних радіусів і масивної рейкою з товщиною 12 мм.
- Ідеальний клейовий шов з клейової ванною "SGP" завдяки оптимальному дозуванні і спеціальному наносить ролику.
- Використовувати КЛЕЙ EVA і ПОЛІУРЕТАНОВИЙ стало можливим завдяки антипригарним покриттям ванночки і простий і швидкої зміни клею. Багатогранність «з можливістю установки 2 попередніх плавитель клею:« PU BOX L »для поліуретанового клею і QMS-P для EVA клею.

Особливості

- Станина і лонжерон подає гусениці реалізовані у вигляді суцільнозварний конструкції високої міцності з сталевих профілів і листів забезпечує відсутність вібрації. Отвори зі скатом стружки, яка не була відведена аспірацією, до підлоги.
- Верхня притискна балка зроблена з зварних вигнутих профілів і підтримується чавунними колонами. Конструкція, з розташованими на ній робочими групами, забезпечує відсутність вібрацій.
- Два ряду притискних обрешинених роликів (на підшипниках) з високим коефіцієнтом зчеплення. Ролики закриті кожухом.
- Електронне позиціонування притискної балки.
- Верхні обробні вузли механічно кріпляться до притискної балки, що забезпечує їх автоматичне позиціонування в залежності від товщини деталі за допомогою регулювання притискної балки. Нижні вузли

кріпляться до станини або лонжерону гусениці і забезпечують високу точність позиціонування щодо оброблюваної деталі. Всі високочастотні електродвигуни забезпечені статичним інвертором.

- Верстат закритий кожухом по всій довжині і має вікна з полікарбонату для візуального відстеження процесу обробки. Дверцята з великими вікнами для доступу до робочих вузлів.
- Лампи підсвічування кабіни.
- Кабіна зсередини облицьована звукопоглинальним матеріалом для зменшення шуму під час обробки.
- Роздільник заготовок на вхідній напрямної лінійки, Дозволяє дотримуватися правильне відстань між деталями при їх подачі. Відстань автоматично визначається в залежності від обраної швидкості подачі.
- Патрубки аспірації для обробних груп розташовані зверху верстата.
- Рухомий пульт управління з боку входу в верстат для зручності оператора.
- Електрошафа розташований всередині станини і має дверцята для легкого доступу при здійсненні сервісних робіт. Електрошафа відповідає сучасним нормам безпеки.
- Подавальний транспортер з пластинами, покритими гумою з високим коефіцієнтом тертя, закріпленими на 1-1 / 4" - дюймового промислової ланцюга.
- Переміщення пластин транспортера відбувається по двом шліфованим загартованим направляють, однією - круглого перетину, інший - плоского, що забезпечує прямолінійність переміщення і стійкість до бічних навантажень.
- Автоматичне мастило, що подає з системою оптимізації відповідно до оброблюваності деталей.
- Супорт з підтримуючими роликами розташований паралельно подає стрічці.

- Супорт має довжину на весь верстат і може висуватися завдяки телескопічною системою розкриття. Підтримуючі пластикові ролики мають сталеві шарніри.
- Верстат виконаний відповідно до норм безпеки ISO 18217.

Характеристики:

Швидкість подачі, м/хв	10 - 20
Товщина деталей (заготовок), мм	8 - 60
Товщина кромки в рулонах, мм	0,4 - 3
Діаметр дискового утримувача кромки, мм	780
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 10 м/хв, мм	550
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 20 м/хв, мм	700
Мин. довжина для кромки в рулонах, мм	170
Мин. довжина деталі для смужкової кромки, мм	250

1.3 Кромкооблицювальний верстат BIESSE «Roxyl 4.5»

Roxyl - це ряд автоматичних, промислових фрезерні верстати, призначені для створення новий стандарт автоматичного кромкооблицювання. Інноваційний, сучасний, ергономічний дизайн поєднується з продуктивністю, ефективністю та гнучкістю застосування всіх видів кромкооблицювального матеріалу. Система управління використовує або високий система рівня ЧПУ або персональний комп'ютер.

Промисловий кромкооблицювальний верстат Biesse Roxyl 4.5 з гарним агрегатним оснащенням - (фугування, торцювання, фрезерування, фрезерно-пазувальний агрегат, плоска цикля і полірування).



Рисунок 1.1.3 – «Roxyl 4.5»

Переваги

- BiesseEdge використовує стандартно для кожної машини електрошпинделі ексклюзивної серія ROTAX. Це високоякісні електрошпинделі, які дозволяють мати високу потужність, компактний дизайн і найвищий стандарт обробки. ROTAX створені лише для BiesseEdge компанією HSD, та є світовим лідером з виробництва електрошпинделів.
- Інтерфейсне програмне забезпечення SINTRA просте і одночасно потужне. Кожна машина має власну конфігурацію на основі піктограм, що відображається на екрані. Натискаючи на піктограми, можна отримати доступ до функцій пристрою. Також можна пов'язати загальну графічну або буквено-цифрову інформацію з певною програмою. Графікою можуть бути цифрові зображення JPG, BMP тощо.
- Модуль статистичного програмного забезпечення надає повний спектр інформації стосовно машинного виробництва та використання машини. Кожна подія записується протягом усього терміну служби машини.

Список подій можна експортувати у XLS файл для індивідуального опрацювання замовником. Будь-які файли можуть бути передані через мережу з машинного ПК.

Особливості

- **Панельний конвеєр.** Міцний, безпечний та надійний для оптимальної підтримки панелей будь-яких розмірів
- завдяки надзвичайно великому промислового ланцюгу (1 "1/4).
- Стрічковий прес для оптимального очищення панелі. (опт.)
- Цифрове управління з 10-дюймовим сенсорним екраном.
- Пристрій автоматичного налаштування забезпечує оптимальне розташування млина відповідно до товщини панелі, що обробляється.
- Числово керована вісь.
- Пневматичне нахилення з попереднім вибором кута різання від 0 до 15 градусів від плати управління.

Характеристики:

Швидкість подачі, м/хв	10 - 20
Товщина деталей (заготовок), мм	10 - 65
Товщина кромки в рулонах, мм	0,4 - 3
Діаметр дискового утримувача кромки, мм	780
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 10 м/хв, мм	550
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 20 м/хв, мм	700
Мин. довжина для кромки в рулонах, мм	170
Мин. довжина деталі для смужкової кромки, мм	250

1.4 Кромкооблицювальний верстат BIESSE «Stream A 5.0»

Stream A - це новий асортимент автоматизованих односторонніх кромкооблицювальних верстатів, орієнтованих на середні компанії, які бажають збільшити їх виробничі потужності. Це дозволяє користувачам нарощувати виробництво до 2 робочих змін. Він легко адаптується до будь-яких обробних потреб завдяки його можливості до конфігурації.



Рисунок 1.1.4 – «Stream A»

Переваги:

- Надійність і точність за рахунок жорсткої конструкції.
- Велика кількість вузлів відповідно до вимог обробки.
- Високотехнологічні рішення для забезпечення найвищого рівня виробництва продукції.
- Оптимальна точність обробки за рахунок торцевої групи.
- Передові рішення для скорочення часу при обробці та налаштуванні.
- Автоматична дводвигальна шліфувальна група для наклеювання.
- Smart Touch 21: зручне та просте програмування завдяки сенсорній панелі.

Особливості

- Притискач ременя, який є стандартним для Stream A, дозволяє панелі працювати на ремені гарантуючи рівномірний тиск, який ідеально підходить навіть для більш делікатних покриттів.

- Міцні 25-міліметрові колони, закріплені безпосередньо на основі, повністю поглинають всі вібрації генеруються під час механічної обробки.
- Прозорий полікарбонатний посилений захист дверей розроблений для забезпечення максимальної видимості для оператора. Оснащений 5 кольоровими світлодіодами, що вказують стан машини, це гарантує що фази обробки можна легко і безпечно контролювати.
- 2-моторний попередньо-фрезерний агрегат з автоматичним втручанням гарантує ідеальну основу для склеювання. Нова оптимізація системи всмоктування гарантує оптимальне очищення. З його подвійною
- копіювальною системою, він може обробити профіль панелі, не втрачаючи квадратури.
- Клейовий горщик оснащений системою попереднього копіювання для запобігання прямому контакту між валиком і панеллю, зберігаючи якість поверхні обробленої панелі, одночасно досягаючи рівного і рівномірного нанесення клею, без зношування вузла.
- Система AirForce розвивається і стає дедалі більше ефективною при зниженому споживанні енергії та шумі рівнів. AFS, доступний на верстатах для кромки Biesse, є заснований на фізичному принципі конвекції. З допомогою системи стисненого гарячого повітря, край ідеально склеюється з панеллю, що гарантує стійкість до води та тепла, а також відмінну довговічну якісну обробку.

Характеристики:

Швидкість подачі, м/хв	10 - 25
Товщина деталей (заготовок), мм	10 - 65
Товщина кромки в рулонах, мм	0,4 - 3
Діаметр дискового утримувача кромки, мм	800
Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 10 м/хв, мм	450

Відстань між двома послідовними деталями при швидкості подачі 20 м/хв, мм	600
Мин. довжина для кромки в рулонах, мм	150
Мин. довжина деталі для смужкової кромки, мм	200

Висновки

Розглянувши наявні на ринку варіанти кромкооблицювальних верстатів можна зробити висновок, що тотожні вузли сильно відрізняються рівнем автоматизації. У деяких моделях відсутній контроль за клейовим вузлом, і всі спостереження відбуваються шляхом перевірки верстату оператором. Ті з моделей, котрі мають блок попереднього плавлення поступаються надійністю та точністю «Системі керування вузлами верстату з числово програмним управлінням», а також не мають шляхів взаємодії з ПК оператора верстату.

Тому актуальною є задача розробки системи керування на базі мікроконтролера, яка врахує всі недоліки попередніх аналогів.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

2.1 Структурна схема пристрою

Згідно з технічним завданням була створена структурна схема пристрою керування блоку попереднього плавлення, клейового вузла кромкооблицювального верстату. Схему зображено на рисунку 2.1.1.

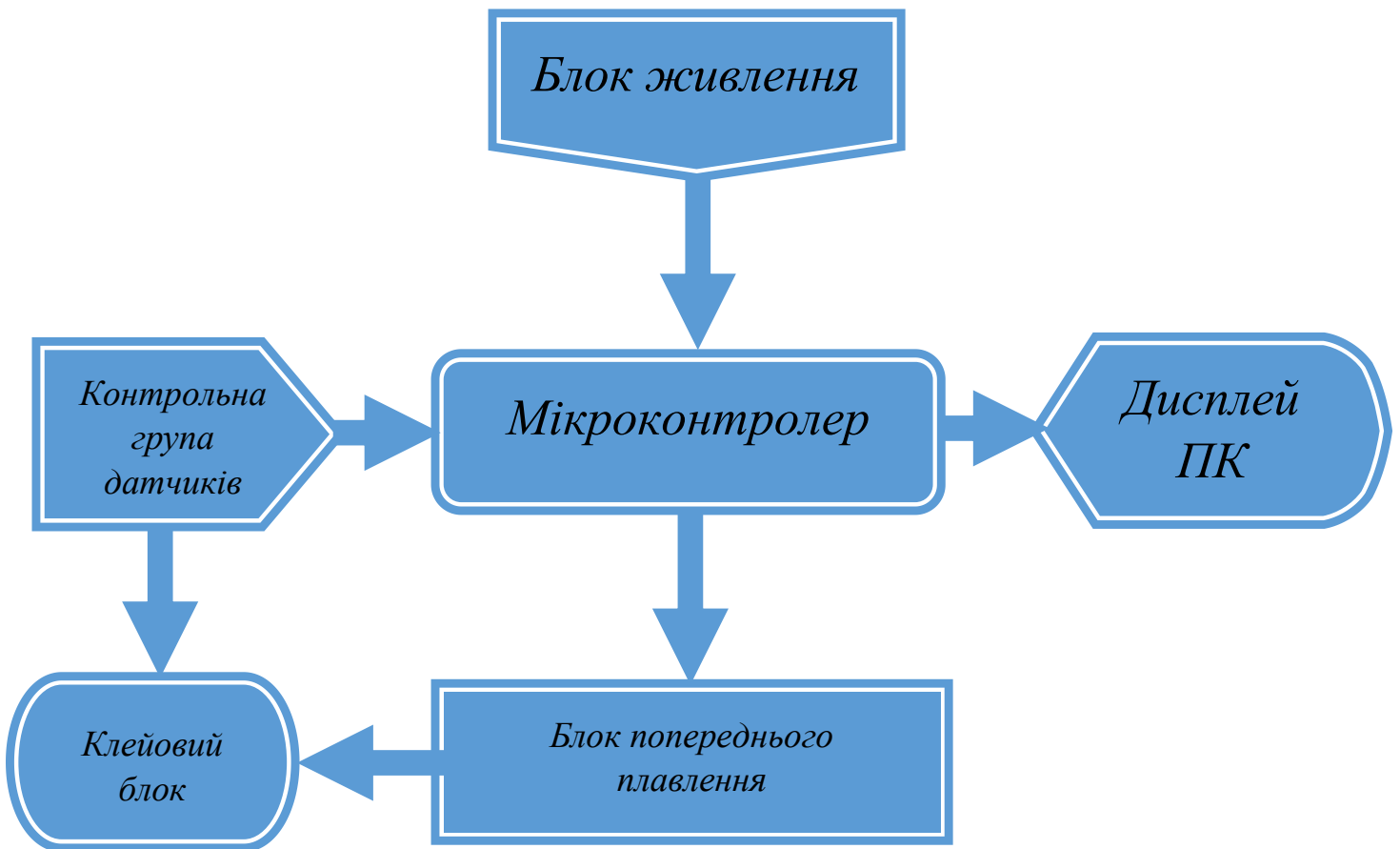


Рисунок 2.1.1 – Структурна схема пристрою.

На схемі зображено взаємодію верстата з інтегрованою в нього розробкою. Контрольна група датчиків складається з двох оптичних давачів

рівня ємності, і була створена задля підвищення надійності системи шляхом перевірки вірності зчитуваних величин. Результат роботи та актуальний стан блоків передається та відображається на екрані ПК оператора верстата.

Принцип дії розробленого пристрою полягає в керуванні подачею клею з блоку попереднього плавлення в клейовий блок. Увімкнений від блоку живлення мікроконтролер отримує дані стану клейового блоку від датчиків та порівнює їх. Якщо результати відповідають допустимим значенням – система продовжує подачу клею. У разі перевищення верхньої допустимої границі, контролер автоматично припиняє подачу клею. У випадку коли подача клею не відбувається більше двох циклів – контролер видає на сигнал монітору повідомлення про відсутність клею у резервуарі.

2.2 Вибір мікроконтролера

При виборі елементної бази необхідно враховувати наступні критерії:

- елементи бази даних повинні відповідати заданим характеристикам;
- елементна база повинна нормально працювати в заданих умовах експлуатації;
- елементи основи повинні бути недорогими порівняно з аналогами, при цьому не поступаючись за якістю.

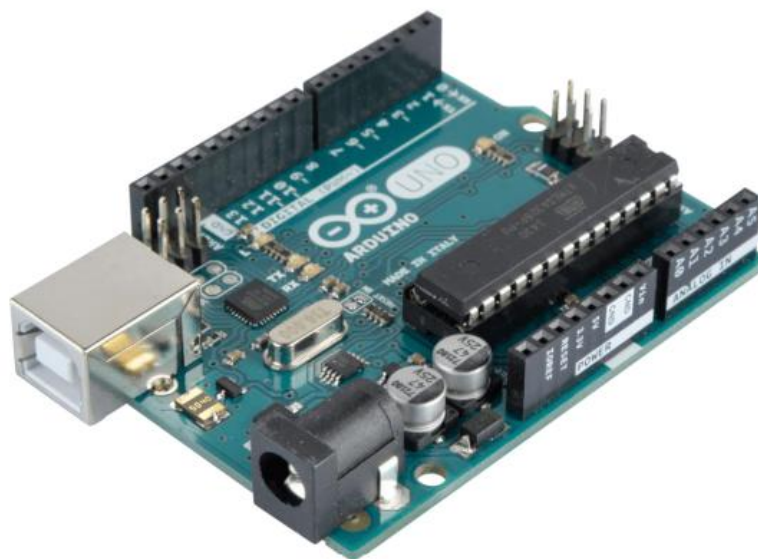
Щоб керувати пристроєм, відображайте та обчислюйте дані використовувати мікропроцесорну систему управління на основі мікроконтролера.

Мікроконтролер - це комп'ютер, присутній в єдиній інтегральній схемі, який призначений для виконання одного завдання та виконання одного конкретна програма. Він містить пам'ять, програмований вхід і вихід периферія та процесор.

Для реалізації портативної метеостанції на базі мікроконтролера ми будемо використовувати готові модулі на базі Arduino. Робота з великими обсягами

дані, висока швидкість і відносно низька вартість - головні переваги сімейства контролерів даних.

Контролер Arduino Uno базується на мікроконтролері Atmega328. Зовнішній вигляд дошки показано на рис.



2.2.1.

Рисунок 2.2.1 – Arduino Uno.

Характеристики:

Мікроконтролер	Atmega328
Робоча напруга	5 В
Напруга живлення	7 – 12 В
Цифрові входи	14
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виводу	40 мА
Flash-пам'ять	32 КБ
Тактова частота	16 МГц

Для роботи плати необхідно підключити її до комп'ютера або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї.

Arduino Mega контролер побудований на базі мікроконтролера Atmega2560. Зовнішній вигляд плати зображений на рис. 2.2.2.



Рисунок 2.2.2 – Arduino Mega.

Характеристики:

Мікроконтролер	Atmega2560
Робоча напруга	5 В
Напруга живлення	7 – 12 В
Цифрові входи	54
Аналогові входи	16
Максимальний струм одного виводу	40 мА
Flash-пам'ять	256 КБ
Тактова частота	16 МГц

Плата Arduino Mega призначена для роботи з великими проектами, в яких не вистачає стандартних можливостей Arduino Uno.

Arduino Nano контролер побудований на базі мікроконтролера Atmega328 та має таку ж саму функціональність як і Arduino Uno при невеликих розмірах. Зовнішній вигляд плати зображений на рис. 2.2.3.

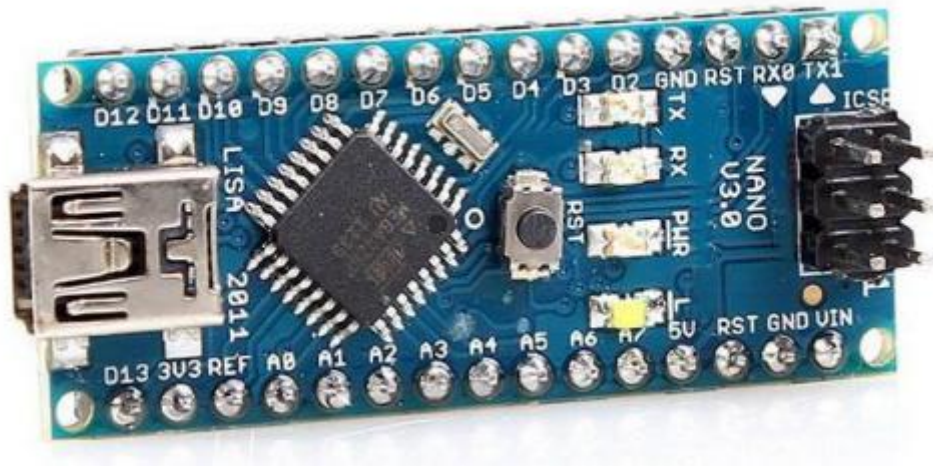


Рисунок 2.2.3 – Arduino Nano.

Характеристики:

Мікроконтролер	Atmega2560
Робоча напруга	5 В
Напруга живлення	7 – 12 В
Цифрові входи	14
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного виводу	40 мА
Flash-пам'ять	32 КБ
Тактова частота	16 МГц

Розпіновка плати наведена на рис. 2.2.4.

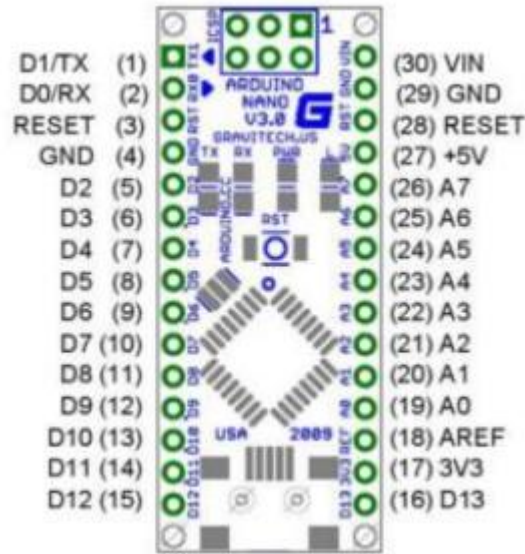


Рисунок 2.2.4 – Розпіновка Arduino Nano.

Живлення плати не представляє особливих труднощів, вона схожа на звичайну плату Arduino Uno.

Завдяки своїй функціональності та компактним розмірам Arduino Nano відповідає вимогам технічного завдання.

2.3 Вибір оптичного датчика

Оптичні датчики - електронні пристрої, здатні під впливом електромагнітного випромінювання у видимому, інфрачервоному та ультрафіолетовому діапазонах подавати одиничний сигнал або комбінацію сигналів на вхід реєстру або системи управління. Оптичні датчики реагують на непрозорі та напівпрозорі предмети, водяну пару, дим, аерозолі.

Оптичні датчики - це тип безконтактних датчиків, оскільки механічний контакт між чутливою зоною датчика (датчика) та ураженим об'єктом відсутній. Ця властивість оптичних датчиків обумовлює їх широке використання в автоматизованих системах управління.

Діапазон оптичних датчиків зазвичай набагато довший, ніж інші типи безконтактних датчиків.

Оптичні датчики ще називають оптичними безконтактними перемикачами, фотодетекторами, фотоелектричними датчиками.

За типом пристрою оптичні датчики поділяються на моноблочні та двоблочні. У моноблоку випромінювач і приймач знаходяться в одному корпусі. У двоблочних датчиках джерело випромінювання та приймач оптичного сигналу розташовані в окремих корпусах і при їх використанні віддалені в просторі.

Відповідно до принципу дії, існує три групи оптичних датчиків:

- тип Т - датчики бар'єрного типу (приймають пучок світла від самостійного випромінювача);
- тип R - датчики рефлекторного типу (прийом променя, що відбивається на об'єкті, або відбивачем, закріпленим на об'єкті);
- тип D - датчики дифузійного типу (прийом пучка неухважно відбитого предметом).

У датчиках бар'єрного типу випромінювач і приймач знаходяться в окремих корпусах, які встановлені один навпроти одного на одній осі світлового променя. Відстань між випромінювачем і приймачем може досягати 100 метрів. Предмет, що потрапив у серцевину оптичного датчика, перериває проходження променя. Зміна світлового потоку реєструється приймачем, сигнал після обробки надходить на керований пристрій.

Рефлекторні датчики містять в одному корпусі передавач оптичного сигналу та його приймач. Для відбивання променя використовується відбивач (наприклад, відбивач).

Датчики цього типу часто використовуються на конвеєрі для підрахунку одиниць продукції.

Для виявлення предметів за допомогою дзеркала, відображає металеву поверхню в датчиках рефлекторного типу за допомогою поляризаційного фільтра. Діапазон датчиків рефлекторного типу може досягати 8 метрів.

У дифузійних датчиках джерело оптичного сигналу та його приймач знаходяться в одному корпусі. Приймач враховує інтенсивність променя, відбитого керованим об'єктом. Для точності роботи в датчиках цього типу можна активувати придушення зовнішнього освітлення. Дальність дії залежить від відбивних властивостей об'єкта, може бути визначена за

допомогою поправочного коефіцієнта, а при використанні стандартного відбивача може досягати 2 метрів.

Оптичні датчики зазвичай мають індикатор робочого стану і, як правило, регулятор чутливості, для регулювання роботи об'єкта, що знаходиться на несприятливому, наприклад, яскравому фоні.

Сучасні оптичні датчики мають режими роботи:

- ТЕМНО УВІМКНЕНО;
- УВІМКНЕНО СВІТЛО.

Ці режими були спеціально введені для оптичних датчиків, щоб краще зрозуміти, як поводить ся вихідний сигнал датчика за наявності або відсутності світлового променя.

Режим "DARK ON" означає - перемикання комутаційних вихідних елементів за відсутності або переривання променя світла.

Режим "LIGHT ON" означає - перемикання перемикаючих вихідних елементів за наявності світлового променя.

Джерелом випромінювання в сучасних оптичних датчиках є світлодіоди.

Оптичні датчики Sick (Оптичні датчики з фоновим ослабленням)

Принцип дії заснований на геометричному співвідношенні приймача і передавача. Датчик налаштований на об'єкти, які знаходяться в діапазоні сканування. Предмети за межами цієї зони не стріляють. Блискучі предмети у фоновому режимі, такі як бите скло, полірований метал тощо, заважають роботі датчиків, що пригнічує фон. За відсутності фонового визначення в межах встановленого діапазону сканування ці негативні ефекти можуть посилитися. Ви можете усунути такі явища, захистивши пристрій від світла або встановивши його під кутом. Вбудовані інтелектуальні функції дозволяють виявляти навіть чорні предмети зі ступенем відбиття лише 1%, навіть у мініатюрних футлярах.

WT2S, WTB4S, WTV4, WTB4S, WTB4S, WTB8, WTB8L, WTB15, WT9, WT9L, WTB11, WTB12, WTB12C, WT12L, WT14, WT18, WTB23, WT23L, WTB18, WTB18, WTB18, WTB18, WTB18

Ослаблення фону може бути здійснено оптичним методом шляхом зміни геометричного співвідношення між передавачем і приймачем або електронним методом. В оптичному розчині при встановленні відстані змінюється кут між променями світла, що надходять від передавача до приймача. Об'єкти в точці перетину двох променів будуть розпізнані. Об'єкти за межами перетину не спрацьовують на датчик, оскільки в систему потрапляє недостатньо світла. В електронному методі використовуються елементи PSD (пристрій позиціонування). Випромінюваний промінь світла відбивається від об'єкта і потрапляє на елемент PSD приймача. Залежно від розташування світлового променя, сигнал визначається як вихідний від фонового об'єкта і пригнічується в електронному вигляді.

Датчик Sick DT-2

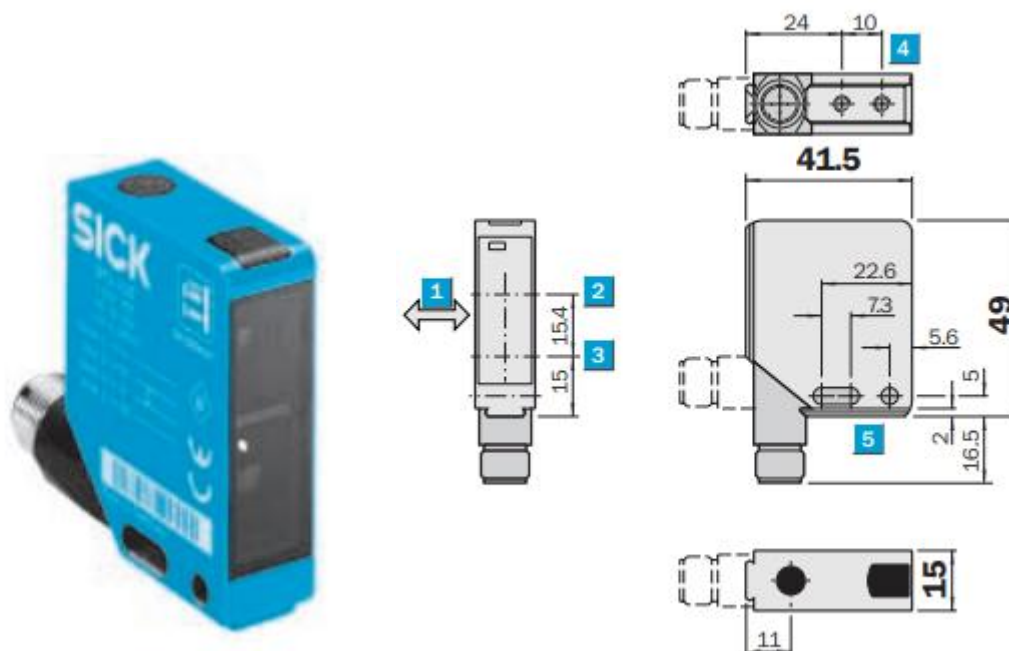


Рисунок 2.3.1 – Sick DT-2.

Застосування датчиків для вимірювання відстані або навіть висоти об'єктів стає все більш популярним у галузі автоматизації виробництва. Крім того, зростає споживчий попит на високопродуктивні пристрої в портативних корпусах. Слідуючи таким ринковим тенденціям, SICK випустив датчики DT2.

DT2 - датчики відстані з аналоговим виходом, які випускаються в популярних випадках, подібні до W12-2 - металеві і прості. Пристрої пропонують користувачам можливість вимірювати відстань або висоту з роздільною здатністю 1 мм в діапазоні від 50 до 300 мм за дуже привабливою ціною.

Проста технологія plug & play означає, що датчик може бути встановлений відразу після доставки споживачеві, оскільки всі необхідні налаштування можна зробити на заводі.

Крім того, роз'єм M12 має шарнірне кріплення, яке дозволяє встановлювати датчики в будь-якій площині. Датчики DT2 можна використовувати, наприклад, для контролю кондитерських виробів перед упаковкою або для вимірювання товщини котушки обгорткового паперу.

Характеристики:

Діапазон вимірювання	5 – 300 мм
Точність	± 8 %
Повторюваність	3 – 5 %
Джерело випромінювання	ІЧ світлодіод, 880 нм
Напруга живлення	18 – 30 В
Споживаний струм	до 100 мА
Час відгуку	200 мс
Розширення	1 мм

Датчик Sick DS-60

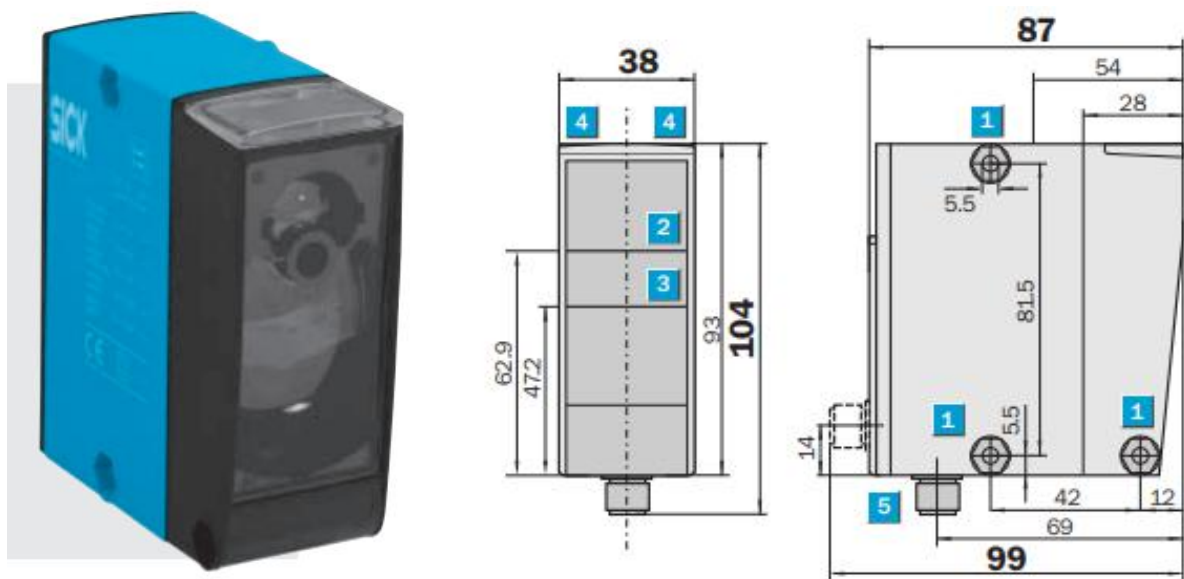


Рисунок 2.3.2 – Sick DS-60.

24 датчики відстані DS60 контролюють наявність та правильне розміщення штампованих деталей при складанні BMW 7 серії. Датчики використовуються в зоні складання, де на корпусі BMW встановлено 18 різних блоків та ще 7 блоків для моделі iL. Важливість перевірки штампованих деталей полягає в тому, що ці агрегати будуть недоступні, поки автомобіль не буде повністю зібраний. Тому налагодження є надто складним, якщо це взагалі можливо.

На виробництві автомобілів попередніх поколінь перевірку проводили співробітники, зараз цю функцію виконують оптоелектронні датчики відстані, які визначають правильне розташування даху, крил, внутрішніх деталей і порогів дверей. Щодня з конвеєра сходять більше кількох сотень автомобілів, якість яких оцінюється не лише об'єктивно, а й задокументовано. Крім того, датчики надійно виявляють дрібні чорні предмети розміром не більше 10 мм. Для цього діаметр точки лазерного прицілювання повинен бути досить малим, чого важко досягти на великих відстанях вимірювання. Відстань вимірювання датчиків DS60 становить від 0,2 до 6 м.

Таким чином, датчики відстані DS60 виявляють найдрібніші предмети будь-якої форми (похилі, рельєфні тощо), розташовані на яскравому блискучому фоні (оцинковані сталеві пластини, віконні рами тощо) на великі відстані.

Датчики доступні в декількох конфігураціях:

- Датчики з ІЧ-промінням та сигнальним світлом для точного прицілювання в об'єкт (DS60 DtO IR)
- лазерний промінь малого діаметру для виявлення малих предметів на великій відстані (DS60 DtO R);
- датчики для визначення присутності та підрахунку об'єктів у даній площині променя на визначеній користувачем відстані (DS60 ObSB IR), зазначеним параметром є відстань від датчика до стіни або підлоги, між якими необхідно визначити об'єкти, що трапляються;
- датчики зі світловідбиваючою пластиною (DS60 DtR IR), яка встановлюється на рухомих частинах конвеєра і запобігає їх зіткненню; датчики мають три вимірювальні точки: відстань до пластини та дві контрольні точки, пристрій спрацьовує, коли пластина перетинає першу або другу контрольну точку.

Характеристики:

Діапазон вимірювання	0,2 – 6 м
Точність	± 8 %
Повторюваність	3 – 5 %

Джерело випромінювання	ІЧ лазерний діод
Напруга живлення	18 – 30 В
Споживаний струм	100 мА
Час відгуку	200 мс
Розширення	1 мм

Оптичні датчики Balluff

Оптоелектронні датчики Balluff надійно розпізнають наявність об'єктів і перевіряють їх форму, колір, товщину і відстань. І все це з високою точністю. Так як в порівнянні з датчиками наближення, виконаними по індуктивної або ємнісної технології, вони мають значно більший робочий діапазон.

Основні переваги

- будь-які типи світла, будь-які принципи дії;
- різна дальність дії (від ближньої до дальньої зони);
- адаптація до вимог систем автоматизації і роботизованих систем, умов монтажу та експлуатації;
- міцність і надійність навіть в несприятливих навколишніх умовах;
- гнучкість при плануванні і монтажі завдяки оптимальним технічним характеристикам.

Датчик Balluff BOS027N

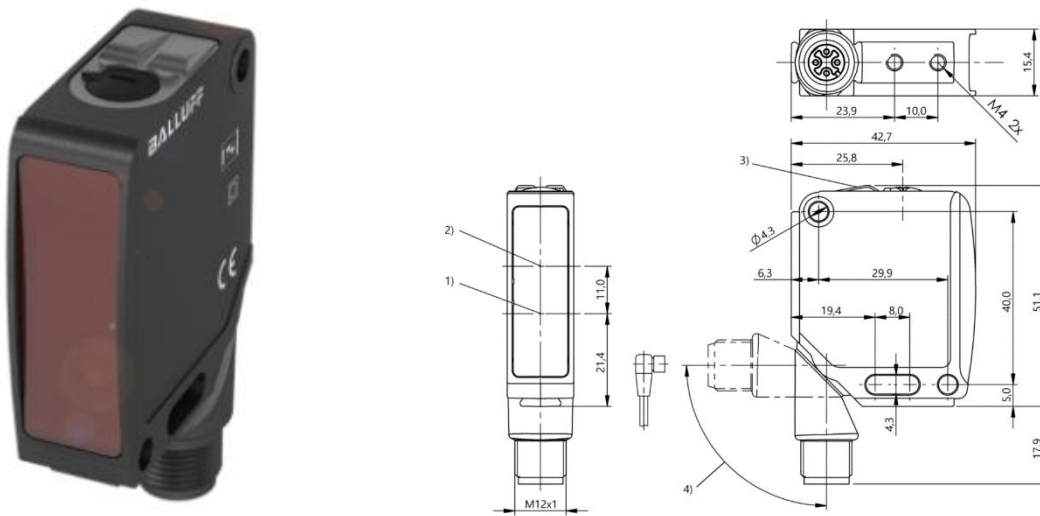


Рисунок 2.3.3 – Balluff BOS027N.

Передавач і приймач розміщені в одному корпусі, що робить оптичний зонд простим в установці та налаштуванні на добре видимий промінь світла. Відповідний тип світла вибирається залежно від програми. Залежно від типу, наші оптичні зонди працюють з добре видимим червоним світлом, невидимим інфрачервоним світлом або високоточним лазером, оптимально придатним для розпізнавання дрібних деталей.

Оптичні зонди з придушенням фону рекомендуються для розпізнавання незалежно від кольору та природи поверхні. Вони працюють з червоним світлом або червоним лазером, оптимальним для розпізнавання дрібних деталей. Діапазон їх зчитування залишається практично незмінним навіть при різних коефіцієнтах яскравості.

Особливості:

- Ідеально підходить для розпізнавання відмінностей у контрасті - залежно від кольору, матеріалу та природи поверхні
- низька ціна, проста установка та вирівнювання завдяки добре видимому променю світла;
- менший діапазон порівняно з односпрямованими та відбиваючими світловими затворами;
- встановлення лише одного електроприладу.

Характеристики:

Діапазон вимірювання	10 – 1000 мм
Точність	$\pm 10 \%$
Повторюваність	2 – 5 %
Джерело випромінювання	ІЧ світлодіод
Напруга живлення	10 – 30 В
Споживаний струм	100 мА
Час відгуку	300 мс
Розширення	1 мм

Датчик Balluff BOS0083

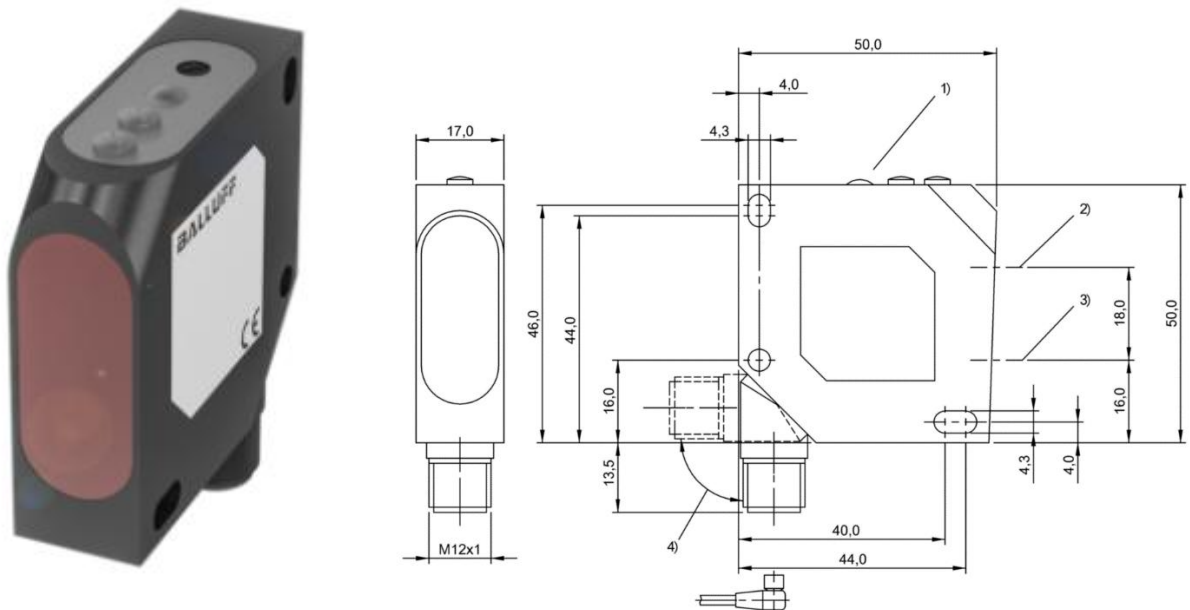


Рисунок 2.3.4 – Balluff BOS0083.

Оптичні зонди з придушенням фону розпізнають об'єкти в межах заданого діапазону, не відчуваючи перешкод відбиваючого фону. У цьому випадку вони майже не залежать від кольору та природи поверхні об'єкта. Об'єкт і

фон розпізнаються з гарантією, тим більше, що ці оптичні зонди мають низький зсув шкали сірого та гістерезис.

Оскільки передавач і приймач компактно розміщені в одному корпусі, наші оптичні зонди легко встановлюються і швидко встановлюються. У той же час добре видно червоне світіння або лазерний промінь. Функція навчання або потенціометр спрощує налаштування.

Специфіка

- надійне розпізнавання предметів на різній відстані, незалежно від характеру поверхні, кольору та матеріалу;
- розпізнає предмети, близькі до фону - навіть якщо це дуже темні предмети на світлому фоні;
- майже постійний діапазон зчитування навіть при різних факторах яскравості;
- лише один прилад без відбивача або окремого приймача;
- з червоним світінням або червоним лазером, оптимальним для розпізнавання дрібних деталей.

Характеристики:

Діапазон вимірювання	150 – 600 мм
Точність	$\pm 7 \%$
Повторюваність	3 – 4 %
Джерело випромінювання	ГЧ лазер
Напруга живлення	10 – 30 В
Споживаний струм	100 мА
Час відгуку	150 мс
Розширення	1 мм

2.4 Вибір модуля реального часу

Модуль DS3231SN показує точний час та може зберігати його навіть при відключенні основного живлення.

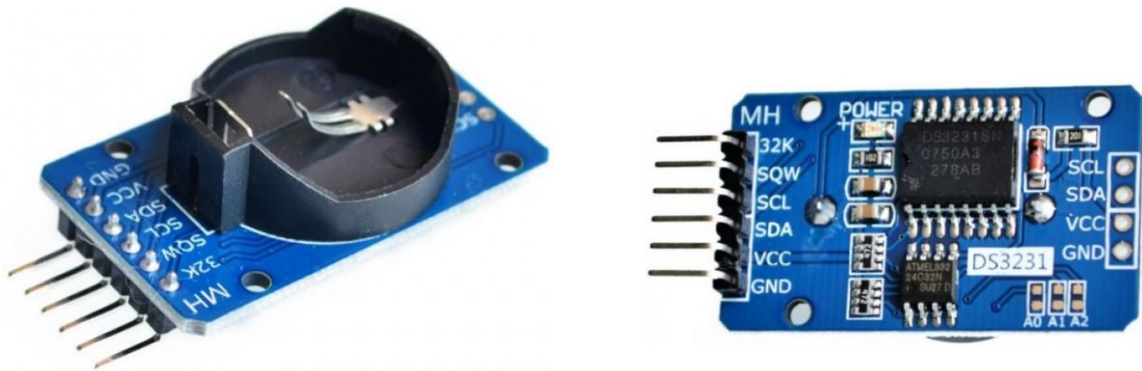


Рисунок 2.4.1 – Модуль годинника реального часу DS3231SN.

DS3231 - це годинник реального часу з досить точним ходом, завдяки вбудованому кварцовому резонатору з компенсацією температури. Інтерфейс передачі даних - I2C. Цей мікросхем також має вхід для резервної напруги акумулятора, при відключенні основного живлення мікросхема автоматично перемикається на роботу від резервної батареї, точність не порушується. Підтримується підрахунок секунд, хвилин, годин, днів місяця (дати), днів тижня, місяців та років (включаючи високосні місяці). Підтримується робота у 12 та 24-годинному форматі. Є 2 будильники з можливістю встановлення та контролю стану. Регулювання точності температурної компенсації. А також два виходи - 32 кГц (вихід - 32 768 кГц) і програмований вихід від 1 Гц до 8 192 кГц.

Характеристики:

Робочий температурний діапазон	-20 ° C до + 70 ° C
Робоча напруга	3 – 5,5 В
Інтерфейс підключення	I2C
Габарити	33 x 20 x 3 мм

Ціна	3\$
------	-----

Висновки

В даному розділі було розроблено структурну схему розробки, кінцевий варіант на рисунку 2.1.1, проведено вибір елементної бази, а саме: мікроконтролера, оптичних датчиків рівня, модуля реального часу, та проведено детальний аналіз характеристик елементів.

Всі з розглянутих плат Arduino мають достатній функціонал для виконання завдання. Було обрано плату Arduino Nano через маленькі габарити.

Серед оптичних датчиків було обрано пару Balluff BOS027N + Balluff BOS0083 через високу точність давачів, а також значно нижчу ціну від датчиків Sick.

Було вирішено обрати модуль реального часу для захисту та відновлення системи у разі збою. Обрано найновіший модуль DS3231SN через його розширений функціонал та малу ціну.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА ПРОГРАМ

3.1 Завдання числового програмного управління верстатами

Завдання управління програмним забезпеченням визначають специфікацію функцій,

який повинен виконувати система управління.

У загальному випадку перелік цих функцій може бути сотнями позиції, однак більшість функцій формуються як би автоматично, відповідно до

сформувалися ідеї та досвід проектування систем ЧПУ щодо відносно невеликого переліку основних вимог.

Залежно від складності технологічних процесів і завдань управління систему ЧПУ можна розділити на чотири групи:

- прості системи з мінімальним набором функцій, що використовуються для управління автоматизацією в маніпуляторах, пилах, підйомниках, штампувальних молотках тощо;
- системи зі стандартним набором функцій, наприклад, пристрої з ЧПУ для токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних верстатів, які забезпечують стандартне програмне та апаратне забезпечення, що відповідає більшості вимог споживача;
- системи з гнучкими можливостями для унікального обладнання, які дозволяють управляти десятками координат, створювати оптимальну конфігурацію системи управління і відрізнитися широким спектром функцій;
- системи, інтегровані в локальні мережі з декількома операційними системами, призначені для вирішення проблем складної автоматизації сайту або магазину.

При розробці системи управління програмним забезпеченням необхідно, перш за все, вивчити технологічні процеси, проаналізувати їх особливості та недоліки, які слід усунути, сформулювати вимоги до апаратного та програмного забезпечення.

На основі підготовлених вимог сформульована структура завдань ЧПУ, що в загальному випадку зводиться до наступного.

1. Термінальне завдання. Він містить ряд функцій:

- впровадження програм управління, аналіз їх правильності, редагування та зберігання програм;
- діалог з оператором, встановлення необхідних режимів роботи;
- тестування та діагностика;
- забезпечення зв'язку та взаємодії з іншими системами.

2. Логічне завдання. Це завдання включає такі функції:

- контроль автоматики (кількість пристроїв автоматики на обладнанні середньої складності досягає декількох сотень одиниць);
- збір та обробка інформації від датчиків про стан об'єкта;
- читання пульта дистанційного керування, виведення повідомлень на пульт дистанційного керування.

3. Геометрична задача. Це завдання включає програмні функції

контроль координатних рухів, регулювання параметрів технологічної системи, компенсація нелінійностей тощо.

Рішення кожної задачі має деякі особливості для систем з ЧПУ різних варіантів архітектурної організації.

Мови вирішення програмних проблем

У системах ЧПУ використовуються три мови:

- мова завдань - кнопки, перемикачі та регулятори панелі оператора;
- мова завдань - це стандартна система кодування програми управління, яка називається G-код, за радянських часів - ISO-7-бітний код.
- мова відображення - повідомлення, що видаються оператору (тексти, графіки, цифри, символи тощо).

Мова завдань панелі оператора та мова відображення (інтерфейс людина-машина) повинні забезпечувати запуск і зупинку системи, вибір режиму роботи, оперативне управління, відображення стану процесу. Усі ключі повинні мати прямий або умовний знак, а також вказівку на включення.

Мови завдань - це побудовані з них символи та фрази, які використовуються для автоматичного управління програмою. Символи мають певне значення (стандарт ISO 6983-1: 2009), програма повинна мати назву, а також містити початок і кінець. Структурно він розділений на глави (:) та кадри (N). Функції ЧПУ поділяються на стандартні, технологічні, геометричні та знакові функції.

Символи, літери та цифри, що складають певну функцію, називаються мовними терміналами. Всі термінали поділяються на шість класів:

1. Стандартні функції: G (основна), M (допоміжна для управління автоматикою).

2. Числа: 0... 9.

3. Технологічні функції: N - номер кадру, F - функція подачі, S - функція швидкості головного приводу, T - функція положення інструменту, % - початок програми, LF - кінець кадру).

4. Геометричні функції: [X, Y, Z] - первинні координати, [I, J, K] координати початку руху, [P, Q] - вторинні координати, [U, V, W] - третинні координати, [A, B, C] - кутові координати.

5. Функції знака: + (плюс), - (мінус).

6. Функція параметра R, яка використовується для спрощення обчислень при програмуванні.

Основним інформаційним блоком програми управління ЧПУ є каркас. Структура кадру визначається форматом UE.

Формат UE - це умовний запис кадру з максимальним обсягом інформації, який визначає набір використаних слів, порядок їх розташування та обсяг інформації кожного слова.

Існує зручний формалізм, який дозволяє описати формат кадру програми управління, прийнятий для конкретного пристрою з ЧПУ. Цей формалізм, по-перше, вводить перелік використовуваних символів, а по-друге, вказує, як має бути побудована числова частина кожного слова.

Щоб пояснити правила, розгляньте наступний офіційний запис, який розкриває структуру та формат деяких програм контролю:

% : / N3 G2 X+053 Z+053 F031 S04 T04 M2

З цього прикладу випливає, що пристрій з ЧПУ сприймає символ (%)

початок програми, символ (:) основного кадру та символ (/) пропускають кадр, і

також має таке кодування інформації:

N3 - тризначний номер кадру з провідними нулями в слові;

G2 - двоцифрова підготовча функція з провідними нулями в слові;

X + 053 - восьмизначний рух по осі X зі знаком, п'ять цифр

до десяткової коми і до трьох після, початкові нулі дозволяється пропускати;

F031 - швидкість подачі з трьох цифр до десяткової коми, одна

після і початкові нулі дозволяється опускати;

T04 - чотиризначна функція інструменту, провідні нулі можуть бути опущені;

M2 - неоднозначна допоміжна функція.

У посібнику до конкретного пристрою з ЧПУ, прикріпленого до машини,

формат кадру та UE завжди описуються. Умовний запис формату UE показує, як його потрібно формувати для конкретного програмування для цієї машини.

Документація до машини також містить такі дані: список та

призначення всіх реалізованих підготовчих та допоміжних функцій; таблиці

швидкість подачі та основні коди руху; таблиці кодів позицій

інструмент; перелік коректорських номерів із зазначенням їх призначення та

особливостей застосування; межі зміщення розмірів по всіх координатних

осях; список усіх сприйнятих та реалізованих символів набору кодів; списки

та номери кодів усіх процедур, що зберігаються в пам'яті пристрою з ЧПУ.

Зміст кадру UE також регулюється. Кожен кадр повинен містити:

слово "Номер кадру", інформаційні слова, символ "Кінець кадру". Залежно від конструкції машини, вміст кадру може відрізнятися, але послідовність написання символів повинна відповідати стандарту для формату кадру. При використанні символів табуляції вони розміщуються перед кожним інформаційним словом (за винятком "Номер кадру") у кадрі UE.

Інформаційні слова у фреймі записуються в такій послідовності:

1. Підготовча функція (G).
2. Зміщення розмірів (X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C).
3. Параметр інтерполяції або крок різьби (I, J, K).
4. Функція подачі (F).
5. Функція основного руху (S).
6. Функція інструменту (T).
7. Допоміжна функція (M).

У пристроях з ЧПУ нового покоління десятковий код функції тризначний. Слід мати на увазі, що підготовчі функції поділяються на групи. Ви можете вказати лише одну функцію з кожної групи в кадрі. Підготовчі функції записуються в кадр одна за одною у порядку зростання їх кодових номерів. З цього прикладу випливає, що пристрій з ЧПУ сприймає символ (%)

початок програми, символ (:) основного кадру та символ (/) пропускають кадр, і

також має таке кодування інформації:

N3 - тризначний номер кадру з провідними нулями в слові;

G2 - двоцифрова підготовча функція з провідними нулями в слові;

X + 053 - восьмизначний рух по осі X зі знаком, п'ять цифр

до десяткової коми і до трьох після, початкові нулі дозволяється пропускати;

F031 - швидкість подачі з трьох цифр до десяткової коми, одна

після і початкові нулі дозволяється опускати;

T04 - чотиризначна функція інструменту, провідні нулі можуть бути опущені;

M2 - неоднозначна допоміжна функція.

У посібнику до конкретного пристрою з ЧПУ, прикріпленого до машини, формат кадру та UE завжди описуються. Умовний запис формату UE показує, як його потрібно формувати для конкретного програмування для цієї машини.

Документація до машини також містить такі дані: список та

призначення всіх реалізованих підготовчих та допоміжних функцій; таблиці

швидкості подачі та основні коди руху; таблиці кодів позицій

інструмент; перелік коректорських номерів із зазначенням їх призначення та

особливостей застосування; межі зміщення розмірів по всіх координатних

осях; список усіх сприйнятих та реалізованих символів набору кодів; списки

та номери кодів усіх процедур, що зберігаються в пам'яті пристрою з ЧПУ.

Зміст кадру UE також регулюється. Кожен кадр повинен містити:

слово "Номер кадру", інформаційні слова, символ "Кінець кадру". Залежно від конструкції машини, зміст кадру може відрізнятися, але послідовність написання символів повинна відповідати стандарту для формату кадру. При використанні символів табуляції вони розміщуються перед кожним інформаційним словом (за винятком "Номер кадру") у кадрі UE.

Інформаційні слова у фреймі записуються в такій послідовності:

1. Підготовча функція (G).
2. Зміщення розмірів (X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C).
3. Параметр інтерполяції або крок різьби (I, J, K).
4. Функція подачі (F).
5. Функція основного руху (S).
6. Функція інструменту (T).

7. Допоміжна функція (M).

У пристроях з ЧПУ нового покоління десятковий код функції тризначний. Слід мати на увазі, що підготовчі функції поділяються на групи. Ви можете вказати лише одну функцію з кожної групи в кадрі. Підготовчі функції записуються в кадр одна за одною у порядку зростання їх кодових номерів.

3.2 Керування процесами в операційній системі ЧПУ

Стани процесів

Найважливішою частиною операційної системи є підсистема управління процесів. Процес (або іншим чином завдання) - це описова абстракція запущена програма. Для операційної системи процес є одиниця роботи, заявка на споживання системних ресурсів. Підсистема управління процесами планує виконання процесів, тобто розподіляє час процесора між кількома одночасно існуючими процесами в системі, а також створює та руйнує процеси, забезпечує процеси необхідними системними ресурсами, підтримує взаємодію між процесами.

У багатозадачній (багатопроесорній) системі процес може бути один з трьох основних станів:

ВИКОНАННЯ - активний стан процесу, під час якого процес має все необхідні ресурси і безпосередньо виконується процесором;

ОЧІКУВАННЯ - пасивний стан процесу, процес заблокований, він ні може виконуватися з внутрішніх причин, він чекає реалізації якоїсь події, наприклад, завершення операції вводу-виводу, отримання повідомлення від іншого процесу, випуск будь-якого необхідного ресурсу;

ГОТОВИЙ - це також пасивний стан процесу, але в цьому випадку процес блокується через зовнішні обставини:

процес має всі необхідні ресурси, однак він готовий до запуску процесор зайнятий виконанням іншого процесу.

Протягом життєвого циклу кожен процес переходить з одного стану в інший відповідно до алгоритму планування процесу, реалізованого в цьому

операційна система. Типовий графік станів процесу показаний на малюнку

3.2.1.

У стані ВИКОНАННЯ в однопроцесорній системі може бути лише один процес, а в кожному зі станів ОЧІКУВАННЯ і ГОТОВОСТІ - кілька процесів. Ці процеси утворюють черги готових процесів. Життєвий цикл процесу починається зі стану ГОТОВОСТІ, коли процес готовий до виконання та чекає своєї черги. При активації процес переходить у ВИКОНАВЧИЙ стан і залишається в ньому до тих пір, поки він або не звільнить сам процесор, переходячи в стан ОЧІКУВАННЯ події, або не буде примусово «витиснутий» з процесора, наприклад, через вичерпання виділеного квантовий час процесора. В останньому випадку процес повертається до стану ГОТОВОСТІ. У тому ж стані процес переходить із стану STANDBY після настання очікуваної події.

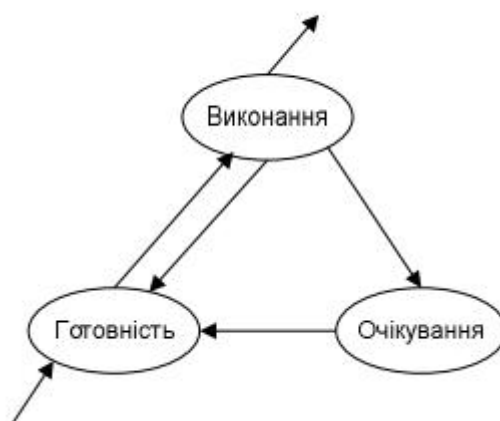


Рисунок 3.2.1 – Граф станів процесу у багатозадачному середовищі.

Контекст і дескриптор процесу

Протягом існування процесу його здійснення можна повторити перервав і продовжив. Для відновлення процесу необхідно відновити стан робочого середовища. Стан робочого середовища відображається станом реєстрів та лічильника програм, режимом роботи процесора, вказівниками на відкриті файли, інформацією про неповні операції вводу-виводу, кодами помилок системних викликів тощо. Ця інформація називається контекстом процесу.

Крім того, операційна система потребує додаткової інформації для реалізації планування процесу: ідентифікатор процесу, стан процесу, дані привілеїв процесу, розташування сегмента коду та інша інформація. У деяких операційних системах (наприклад, в операційній системі UNIX) інформація така

Тип, який використовується ОС для планування процесів, називається дескриптор процесу.

Дескриптор процесу, порівняно з контекстом, містить більше оперативної інформації, яка повинна бути легко доступною для підсистеми планування процесу. Контекст процесу містить менш релевантну інформацію і використовується операційною системою лише після прийняття рішення про відновлення перерваного процесу.

Черги процесів є дескрипторами окремих процесів, згрупованих у списки. Таким чином, кожен дескриптор, крім усього іншого, містить принаймні один вказівник на інший дескриптор, що примикає до нього в черзі.

Така організація черг дозволяє їх легко переставляти, включати та виключати процеси, переносити процеси з одного стану в інший.

Код програми запускатиметься лише тоді, коли для нього процес буде створений операційною системою. Створення процесу означає:

- створювати інформаційні структури, що описують цей процес, тобто його дескриптор та контекст;
- включити дескриптор нового процесу в чергу готових процесів;
- завантажувати сегмент коду процесу в оперативну пам'ять або в область обміну для обміну.

Алгоритми планування процесів

Планування процесу включає вирішення таких завдань:

- визначення часу зміни процесу;
- вибір процесу для виконання з черги готових процесів.

У системах ЧПУ для зміни процесів найчастіше використовують два типи алгоритмів - алгоритми на основі квантування та алгоритми на основі пріоритетів.

Відповідно до алгоритмів, заснованих на квантуванні, зміна активна процес відбувається, якщо:

- процес закінчився і вийшов із системи,
- Сталася помилка;
- процес перейшов у режим очікування;
- вичерпаний квант процесорного часу, виділений на цей процес.

Процес, який вичерпав свій квант, переводиться в стан ГОТОВОГО і чекає, коли йому буде надано новий квант процесорного часу, і з черги готових для запуску за певним правилом вибирається новий процес. Таким чином, жоден процес не займає багато часу для обробки, тому квантування широко використовується в системах поділу часу. Графік стану процесу, показаний на рисунку 3.2.1, відповідає алгоритму планування на основі квантування.

Кванти, виділені процесам, можуть бути однаковими для всіх процесів або різними. Кванти, виділені одному процесу, можуть мати фіксований розмір або змінюватися в різні періоди життя процесу.

Процеси, які не повністю використовують виділений їм квант (наприклад, через припинення операцій вводу-виводу), можуть або не отримувати компенсацію у вигляді привілеїв під час подальшого обслуговування. Черга готових процесів може бути організована по-різному: циклічно, згідно з правилом «перший прийшов - перший обслужений» (правило FIFO) або за правилом «останній прийшов - перший отриманий» (правило LIFO).

Інша група алгоритмів використовує поняття "пріоритет" процесу.

Пріоритет - це число, яке характеризує ступінь привілеїв процесу при використанні ресурсів комп'ютера, зокрема, час процесора: чим вищий пріоритет, тим вищі привілеї.

Проблема синхронізації процесів

Процесам часто потрібно взаємодіяти один з одним, наприклад, один процес може передавати дані в інший процес, або кілька процесів обробляти дані із спільного файлу. У всіх цих випадках є проблема синхронізація процесів, яку можна вирішити шляхом зупинки та активації процесів, організації черг, блокування та звільнення ресурсів. Отже, операційна система виконує наступні основні функції, пов'язані з управління процесами та завданнями:

- створення та видалення завдань;
- планування процесу та планування завдань;
- синхронізація завдань, забезпечення їх засобами зв'язку.

Створення завдання пов'язане з формуванням відповідної інформаційної структури (дескриптора), а її вилучення - з розформуванням.

Завдання створюються та видаляються відповідно до запитів користувачів або із самих завдань. Одне завдання може породити інше нове завдання. При цьому між завданнями виникають "сімейні" відносини. генеруюче завдання називається "батьком", а генероване завдання - "нащадком". Батько може призупинити або скасувати завдання своєї дочки, тоді як нащадок не може контролювати батька.

Процесор є одним з найбільш необхідних ресурсів для виконання розрахунків. Тому методи розподілу процесорного часу між завданнями сильно впливають на швидкість окремих обчислень та загальну ефективність комп'ютерної системи. Основним підходом в організації методу управління процесами, що забезпечує ефективне завантаження ресурсів або реалізацію будь-яких інших цілей, є організація черг процесів і ресурсів. Механізм черги також використовується для розподілу часу процесора між завданнями.

Вирішення питань, пов'язаних з тим, на яке завдання в даний момент повинен бути наданий час процесора, покладено на спеціальний модуль оперативного управління

система під назвою диспетчер завдань. Питання вибору обчислювальних процесів, які не тільки можливо, але й доцільно вирішити паралельно, залишається за планувальником процесів.

Найпростіша модель процесу може бути побудована, виходячи з того, що в будь-який момент часу процес або працює, або не працює, тобто має лише дві держави. Якщо всі процеси завжди були готові до запуску, тоді

черга за цією схемою може працювати досить ефективно. Ця черга працює за принципом обробки в порядку введення, а процесор обслуговує наявність кругового методу (Round-robin). Кожному процесу надається певний проміжок часу, після чого він повертається в чергу.

Однак у такому простому прикладі така реалізація не є адекватною: деякі процеси готові до виконання, а деякі заблоковані, наприклад, через очікування вводу-виводу. Отже, якщо є одна черга, менеджер не може просто вибрати перший процес із черги для виконання. До цього йому доведеться переглянути весь список, шукаючи розблокований процес, який знаходиться в черзі далі від інших. Отже, видається цілком природним поділити процеси, які не виконуються, на два типи: готові до виконання та заблоковані. Виходячи з цього, корисно додати ще два стани.

3.3 Склад інформаційної моделі

При розробці інформаційної моделі важливо чітко представити: як формується інформація, як вона трансформується і в якій формі вона використовується.

Одним із джерел інформації системи ЧПУ є панель оператора. Він містить клавіатуру та інструменти введення для драйвера.

Зображення клавіатури зберігається в пам'яті у вигляді таблиці. Інформація в такій таблиці повинна містити адреси пам'яті, що містять інструкції щодо подальших дій.

Програма управління вводиться в пристрій ЧПУ з носія програмного забезпечення, наприклад, з флеш-накопичувача або через канал зв'язку. Введена програма аналізується на наявність помилок і зберігається в пам'яті.

Джерелами вхідної інформації є також датчики стану об'єкта.

Вхідна інформація з панелі оператора та датчиків формує першу

масив - масив джерел.

Процес перетворення інформації з панелі оператора та датчиків повинен закінчуватися підготовкою системи управління до роботи в зазначеному

режимі. Для цього створюється образ режиму. Зображення режиму роботи машини

відображається як другий масив - об'єкт.

При роботі в автоматичному режимі інформація про параметри процесу обробки повинна постійно оновлюватися. Щоб усунути затримки в контролі координатних рухів у процесі відпрацювання поточного кадру, слід ввести наступний кадр і підготувати його до роботи. У зв'язку з цим необхідно надати завантажувальний масив.

У процесі програмного управління виконуються розрахунки інтерполяції та обчислюються завдання на керованих накопичувачах.

Інформація про цей процес

представляє основний масив.

І, нарешті, всі контрольні сигнали на автоматиці, електроприводах, засобах

візуалізації утворюють масив споживача.

Тому інформаційна модель повинна містити: масив джерел, об'єкт масив, завантажувальний масив, основний масив та споживчий масив.

Розділивши масиви на окремі інформаційні компоненти, можливо скласти схему їх зв'язків (рис. 3.3.1).

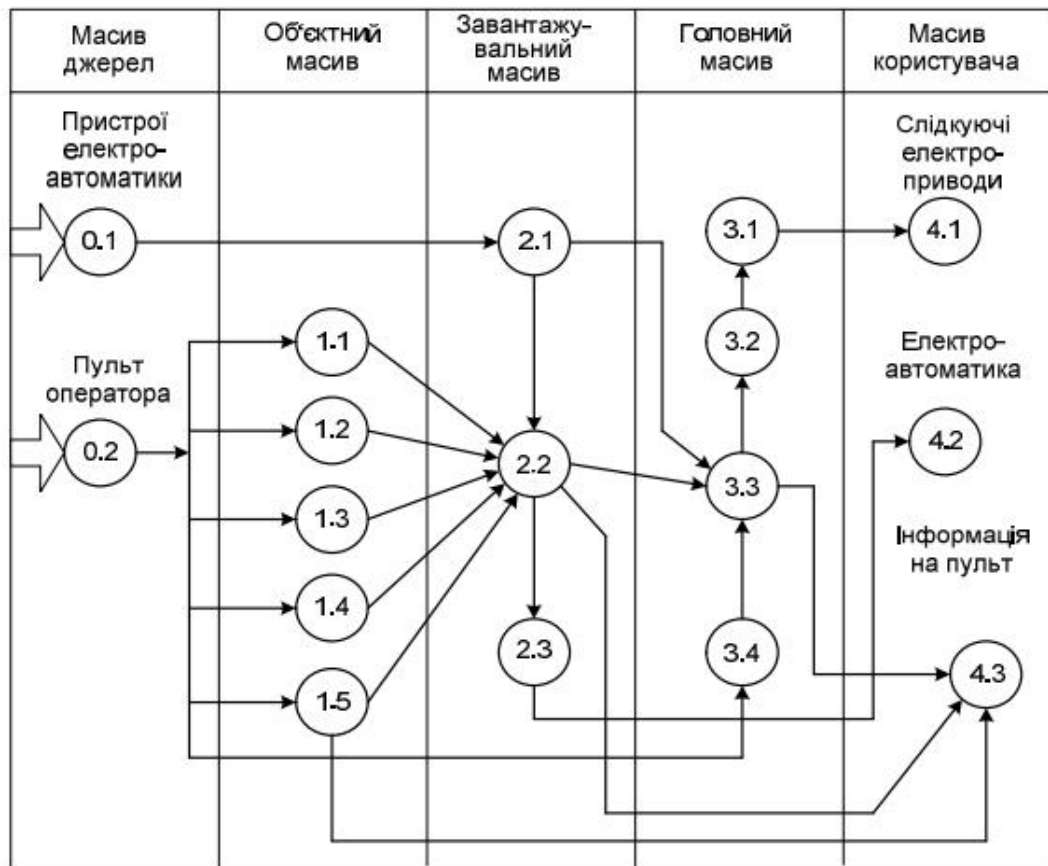


Рисунок 3.3.1 – Структура інформаційної моделі верстата із ЧПУ.

У складеній інформаційній моделі верстата з ЧПУ процеси перетворення одних векторів в інші описані наступним чином.

Вектор вхідної інформації (01) від пристроїв електричної автоматики (перемикачі руху та кінцеві вимикачі, датчики) бере участь у формуванні вектора стану системи (2.1), який використовується для формування вектора робочої рамки (3.3) та для обліку для замків і огорожень.

Вхідний інформаційний вектор (02) з панелі оператора використовується для формування вектора режиму (1.1), вектора завдання (1.2), вектора кадру (1.3), вектора корекції положення інструменту (1.4), вектора візуалізації (1.5), а вектор корекції режиму 3.4).

Вхідна інформація також потрібна для формування буферного вектора кадр (2.2), вектори управління автоматикою (2.3, 4.2) та засоби індикації (4.3), а також введення корекції координат у вектор робочого кадру (3.3).

Вектор буферного кадру (2.2) разом з вектором стану автоматизації (2.1) утворює вектор вказівок робочого кадру (3.3), згідно з яким виконуються інтерполяційні розрахунки та встановлюються швидкості (вектор 3.2), а потім формуються контрольні ефекти на приводи (3.1, 4.1). .

Перетворення масиву здійснюється двома способами:

- асинхронний автомат, коли перехід на новий масив здійснюється при досягненні необхідних умов;
- система таймерних переривань, коли контроль процесів перетворення інформації здійснюється в режимі реального часу.

У системі переривань вищий рівень пріоритету надається завданням, які вимагають швидкої реакції - це обслуговування сигналізації, управління автоматикою і приводами. Далі пріоритети поділяються на завдання обслуговування панелі оператора, формування буферного кадру, обмін даними з верхнім рівнем тощо.

Після створення інформаційної моделі розробляються концептуальні (математичні) моделі процесів перетворення інформації одного вектора в інформацію іншого.

3.4 Взаємодія мікроконтролера з датчиками

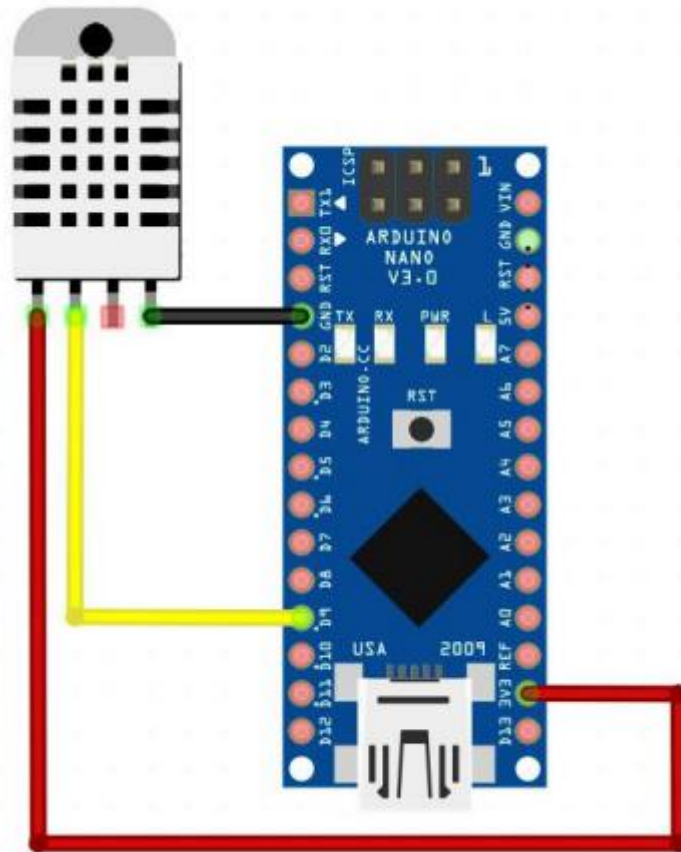


Рисунок 3.4.1 – Схема підключення оптичного датчика.

8-бітний чіп використовується для перетворення даних всередині датчика, який перетворює аналоговий сигнал від датчиків у цифровий. Датчик містить однопровідний послідовний інтерфейс, що дозволяє швидко інтегруватися в пристрій. Обмін даними відбувається за допомогою однієї ноги.

Розділіть формат обміну даними на три етапи:

- Ініціалізація.
- Преамбула.
- Передача даних.

Зчитування даних починається з імпульсу ініціалізації, який утворює мікроконтролер. Після формування ініціалізації імпульс потрібен негайно переключіть порт у режим читання (режим прийому даних). Якщо датчик готовий до передачі даних, він відповість, сформувавши преамбулу. Дані - це 5 байт даних, які мікроконтролер зчитує побітно, тобто лише 40 біт.

Програма 1. Оптичний датчик рівня в ємності.

```
#include "B27N.h"

#define B27NPIN 2 // Номер піна, до якого приєднаний датчик

// Ініціюємо давач

B27N b27n(B27NPIN, B27N);

void setup() {

    Serial.begin(9600);
    dht.begin();

}

void loop() {

    // Затримка 2 секунди між вимірами
    delay(2000);

    // Зчитуємо рівень
    float h = b27n.readLevel();

    // Перевірки чи вдало пройшло зчитування
    if (isnan(h) || isnan(t))
    {
        Serial.println("Не вдається зчитати показання");
        return;
    }

    Serial.print("Рівень: "+h*C ");

}
```

Програма 2. Зчитування даних відбувається за допомогою наступного коду:

```
#include " B27N.h"

#define B27NPIN

#define B27N TYPE B27N
B27N dht(B27NPIN, B27NTYPE);

void loop() {

    delay(2000);

    float h = b27n.readLevel ();

    if (isnan(L)){

        Serial.println("Read error DHT22");

        return;

    }

    float hic = b27n.computeHeatIndex(L, false);

    Serial.print("Level: ");

    Serial.print(L);

    Serial.println(" *C ");

}
```

Спочатку датчик та його бібліотеки ініціалізуються. Після

Після успішної ініціалізації датчик зчитує значення рівня речовини із затримкою у дві секунди. Далі перевірте, чи можна читати дані. Якщо тест не вдається виконати, мікроконтролер відобразить повідомлення про помилку. В кінці виконується розрахунок і обробка, після чого відображаються дані.

3.5 Підключення модуля реального часу до мікроконтролера

Модуль реального часу DS3231SN. Призначений для запису хронометричних даних (поточний час, дата, день тижня тощо) і являє собою систему з автономним джерелом живлення. Модуль має компактні розміри і може працювати в діапазоні робочих температур від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Напруга живлення становить від 3 до 5,5 В.

Модуль реального часу забезпечує зворотний відлік днів місяця, року, дня тижня, годин, хвилин, секунд. Кінцева дата місяця визначається автоматично з урахуванням кожного високосного року. Модуль працює у двох часових форматах: 12 або 24 години.

Програма 3. Модуль реального часу

```
#include <Time.h>

#include <Wire.h>

#include <DS3231SNRTC.h>

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    while (!Serial) ; // wait until Arduino Serial Monitor opens

    setSyncProvider(RTC.get); // the function to get the time from the RTC

    if(timeStatus() != timeSet)

        Serial.println("Unable to sync with the RTC");

    else

        Serial.println("RTC has set the system time");

}

void loop(){
```

```
    if (timeStatus() == timeSet) {  
        digitalClockDisplay();  
    }  
  
    else {  
        Serial.println("The time has not been set. Please run the Time");  
  
        Serial.println("TimeRTCSet example, or DS1307RTC SetTime example.");  
  
        Serial.println();  
  
        delay(4000);  
    }  
  
    delay(1000);  
}  
  
void digitalClockDisplay() { // digital clock display of the time  
  
    Serial.print(hour());  
  
    printDigits(minute());  
  
    printDigits(second());  
  
    Serial.print(" ");  
  
    Serial.print(day());  
  
    Serial.print(" ");  
  
    Serial.print(month());  
  
    Serial.print(" ");  
  
    Serial.print(year());  
  
    Serial.println();
```

```
}  
void printDigits(int digits){  
// utility function for digital clock display: prints preceding colon and leading  
  
0Serial.print(":");  
  
if(digits < 10)  
  
Serial.print('0');  
  
Serial.print(digits);  
  
}
```

Висновки

В даному розділі детально розглянуто особливості розробки та побудови системи керування вузлами та процесами верстата, завдання та програмна реалізація. Розглянуті алгоритми планування та синхронізації. Створено інформаційну модель ЧПУ верстата.

Розглянуто способи підключення датчиків та модулів до мікроконтролера. Розроблено програми взаємодії, обміну даними.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

У першому розділі проведено аналіз аналогів рішень верстатів на ринку. Пристрої мають різні характеристики, але розглянуті прилади поступаються «Системі керування вузлами верстату з числовим програмним управлінням» значеннями точності, надійності й наявністю взагалі, та мають велику різницю у вартості, що є великим недоліком.

У другому розділі розроблено структурну схему пристрою, проведено вибір елементної бази, а саме: мікроконтролера, оптичних датчиків рівня, модуля реального часу. Проведено детальний аналіз характеристик бази. Розглянуті плати Arduino Uno, Arduino Mega мають більш ніж достатній функціонал для розробки пристрою, але була обрана плата Arduino Nano через маленькі габарити.

У третьому розділі детально розглянуто алгоритми роботи систем керування ЧПУ, а також оптичних датчиків рівня, модуля реального часу. Розроблено програмне забезпечення для коректної роботи і відображення даних на пристрою. Також наведені схеми підключення датчиків. Елементна база складається з простих та зрозумілих конструкцій, що значно мінімізує виникнення проблем розробки пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Числове програмне управління - основні характеристики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://sitelab-15.dssbi.com.ua/index.php/statti/4-chyslove-prohramne-upravlinnia-osnovni-kharakterystyky>.
2. Історія числового програмного управління [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://sitelab-15.dss-bi.com.ua/index.php/statti/6-istoriia-chyslovohoprohramnohoupavlinnia>.
3. Переваги та недоліки верстатів з ЧПУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://um.co.ua/11/11-8/11-88721.html>.
4. Мікроконтролер [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер>
5. Arduino Uno [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/#_Arduino_Uno-2
6. Характеристики Arduino Uno [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>
7. Arduino Mega [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560>
8. Характеристики Arduino Mega [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-mega2560/#_Arduino_Mega_2560
9. Arduino Nano [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano>
10. Характеристики Arduino Nano [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/>
11. Датчик [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/Датчик>

12. Загальні відомості про системи управління і верстатах з ЧПУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://studfiles.net/preview/2688655/page:2/>.
13. Датчики Sick [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://www.sensorica.ru/s2-1.shtml>.
14. Датчики Balluff [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.balluff.com/local/by/products/productoverview/sensors/photoelectric-sensors/>
15. Розміщення контактів DS3231 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://duino.ru/chasy-realnogo-vremeni-ds3231.html>
16. Характеристики DS3231 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://edurobots.ru/2017/05/arduino-real-time-clock-ds3231/>
17. Основи мікропроцесорної техніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vozum.ho.ua/MP/index.html>
18. Olimpic S1000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2886>
19. Stefani KD [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.scmgroup.com/ru/scmwood/products/avtomaticheskie-odnostoronnie-kromkooblicovochnye-stanki.865/stefani-kd.42159>
20. Roxyl 4.5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://wtp.hoehsmann.com/ru/lexikon/30273/biesse_edge_roxyl_45
21. Stream A [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.biesse.com/ww/wood/edgebanding-machines/stream-a>
22. Сосонкин, В. Л. Системы числового программного управления: Учеб. пособие / В. Л. Сосонкин, Г. М Мартинов – М.: Логос, 2005. – 296 с.
23. Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ-системы / А.А. Ловыгин, А.В. Васильев, С.Ю. Кривцов. – М. : «Эльф ИПР», 2006. – 286 с.
24. Сосонкин, В. Л. Методика программирования станков с ЧПУ / В. Л. Сосонкин, Г. М Мартинов : [Электронный ресурс] Режим доступа:
<http://www.ncsystems.ru/ru/education/lectures/posu>