

ДОДАТОК А
Висвітлення результатів у публікаціях

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2025

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



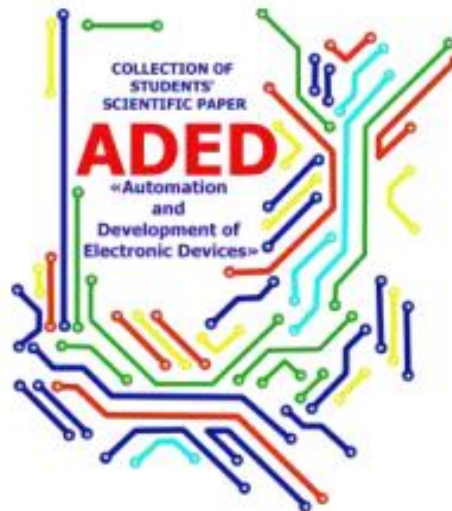
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2025

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2025

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2025

Рисунок А.1 – Титульний аркуш

ЗМІСТ

<i>Карпович Б.О.</i> Імпульсно-доплерівська селекція в системах автоматичного керування та робототехніці	7
<i>Рожко А.Р., Бондаренко С.В.</i> Підвищення точності систем автоматичного регулювання шляхом корекції динаміки спостерігача стану	12
<i>Бондаренко С.В., Рожко А.Р.</i> Аналіз методів синтезу оптимальних регуляторів для систем із параметричними збуреннями	17
<i>Кобець Д.С., Кравченко С.О.</i> Синтез адаптивних систем із прогнозуючим законом керування	21
<i>Кравченко С.О., Кобець Д.С.</i> Застосування принципу інваріантності для компенсації зовнішніх збурень у системах автоматичного регулювання	25
<i>Коваленко О.А., Бондаренко С.В.</i> Вплив нелінійних характеристик виконавчих механізмів на динамічні властивості систем автоматичного регулювання та методи їх компенсації	29
<i>Lisovskyi A.</i> Comparative Analysis of the Vulnerability of Large Language Models to Prompt Injections <i>Шевченко О.</i>	34
Аналіз методів визначення положення безпілотного наземного мобільного робота на карті місцевості	41
<i>Андреев А. С.</i> Особливості використання LLM в аналізі даних	46
<i>Гайдук І.М.</i> Система управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки	53
<i>Єчевський А. Д.</i> Дослідження ефективності систем навігації SLAM, VSLAM та LDS для автономних мобільних роботів у складських приміщеннях	56
<i>Колбаса О. Р.</i> CRM-система як інструмент інтеграції відділу продажів та виробництва: від зменшення циклу замовлення до підвищення лояльності клієнтів	63
<i>Конєва А. І.</i> Особливості обробки зображень на виробництві	69
<i>Котенко В.А.</i> Аналіз технологій та перспектив розвитку гібридних мобільних роботів	76
<i>Кривчун Р.В.</i> Комп'ютерне моделювання та його роль у сучасному роботизованому виробництві	81
<i>Левченко К.О.</i> Методи кольорового сортування за допомогою контурного виділення звичайною оптичною камерою у видимому спектрі сировини на конвєсрних виробництвах	87
<i>Мамін В.А.</i> Інтелектуальні системи керування квадрокоптерами: аналіз функціональних аспектів та перспективи розвитку	92
<i>Маруніч Р.В.</i>	95

Аналіз сучасних систем контролю доступу та перспективи їх розвитку	
<i>Маслов І.В.</i>	
Вплив структури заповнення на термостійкість виробів FFF/FDM-друку	101
<i>Мироненко Н.М.</i>	
Аналіз систем автоматизації виявлення дефектів литих пластикових виробів з використанням технології комп'ютерного зору	109
<i>Проценко Д.Є.</i>	
Аналіз роботи з штучними інтелектами	106
<i>Рябовол Д.А.</i>	
Мінімізація людського фактору в промисловій автоматизації засобами інтелектуальних систем підтримки рішень	120
<i>Пара І.І.</i>	
Аналіз систем керування FPV дронів з використанням нейронних мереж	126
<i>Гайдук І.М.</i>	
Аналіз особливостей розробки системи управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки	130
<i>Коваленко І.С.</i>	
Вдосконалення системи керування безпілотним мобільним роботом з використанням резервування та дублювання основних функцій	135
<i>Мороз М.В.</i>	
Аналіз сучасних систем моніторингу виробничих параметрів	142
<i>Головчанський М.О.</i>	
Роль штучного інтелекту у віртуальних симуляціях для автономного управління дронами	147
<i>Сухомлінова Д. А.</i>	
Дрони та метавесвіт: віртуальні середовища як полігон для безпілотних технологій ...	155
<i>Фесенко А. О.</i>	
Аналіз характеристик параметрів навколишнього середовища у виробничих приміщеннях	164
<i>Чередніченко Т.О.</i>	
Захист даних у системах автоматичного відстеження робочого часу	171
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Використання інтелектуальної аналітики даних у системах моніторингу вентиляційних процесів литейних установок	177
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Застосування візуальних середовищ Node-Red та Grafana для побудови панелей моніторингу технологічних процесів	182
<i>Шевченко А. Д.</i>	
Штучний інтелект та машинне навчання в робототехніці	188
<i>Воловік А.В.</i>	
Калібрування камери модуля визначення положення виконавчого елемента робота	194
<i>Ярош-Іванов М.В.</i>	
Пошук об'єкта за кольором в системі технічного зору	201

Системи керування резервами дозволяють автоматично активувати резервні ресурси при виявленні відмови. Механізми відновлення використовуються для швидкого відновлення роботи мережі після відмов, забезпечуючи стійкість та неперервність обслуговування.

Діаграми блоків надійності (Reliability Block Diagrams, RBD, рис 1.1) – це графічний метод, який дозволяє моделювати і оцінювати відмовостійкість системи, розбиваючи її на окремі блоки (компоненти) і аналізуючи ймовірність збереження працездатності при відмові одного або більше блоків.

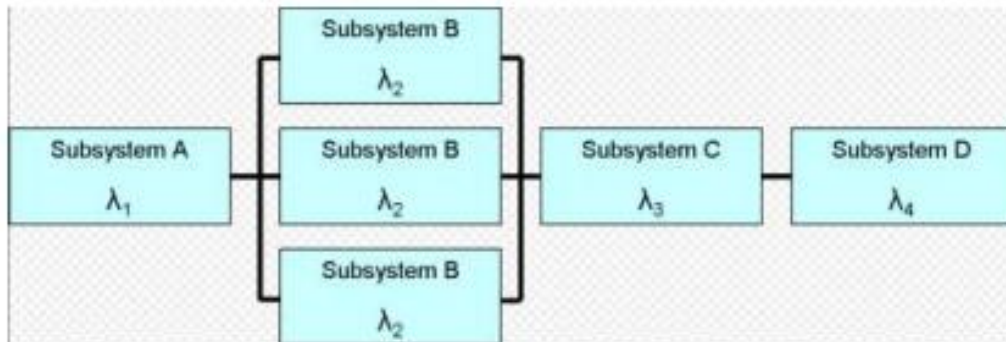


Рисунок 1.1 – Діаграма блоків надійності

Аналіз дерева відмов (fault tree analysis, fta). Метод FTA (рис. 1.2) дає змогу моделювати можливі відмови системи і оцінювати їхній вплив на загальну працездатність. Цей метод корисний для виявлення вузьких місць у системі та розробки стратегій для підвищення відмовостійкості.



Рисунок 1.2 – Приклад методу дерева відмов

Марковські моделі (Markov Models). Марковські моделі (рис. 1.3) використовуються для моделювання систем з кількома станами, де ймовірність переходу між станами залежить від поточного стану. Це дає змогу оцінити ймовірність збереження працездатності системи після відмови певного компонента.

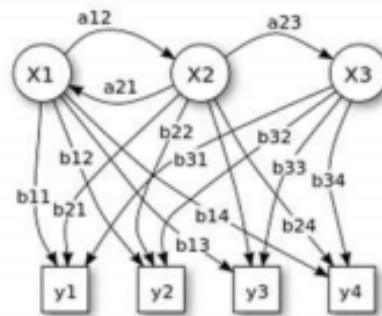


Рисунок 1.3 – Приклад Марковської моделі

Суть методів активного резервування полягає в управлінні структурним резервом, тобто в структурній реконфігурації обчислювальної системи. До цих методів належать дублювання, гібридне резервування і т.д. Питанням управління структурним резервом в процесі функціонування обчислювальної системи присвячені численні дослідження. При такому підході підсистема контролю функціонування вирішує питання про виключення блоків, що відмовили з процесу функціонування, підключення замість них працездатних блоків з відновленням стану, що передувало відмові, і відновлення процесу функціонування обчислювальної системи. Наприклад, наявність кількох технологій передавання команд дозволяє легко замінити один канал іншим у випадку перешкод чи втрати сигналу — це резервування каналу керування [3].

Дублювання основних функцій — це принцип проєктування технічних систем, що передбачає створення резервних компонентів або підсистем, які дублюють функції критично важливих елементів. У випадку відмови основного компонента резервна система або підсистема автоматично виконує ту саму функцію, забезпечуючи безперервність роботи системи в цілому. Це підхід широко застосовується для підвищення надійності в системах, де збої можуть мати серйозні наслідки.

Приклади впровадження функцій резервування та дублювання:

- рятувальні роботи, які працюють у зонах стихійного лиха, можуть стикатися з відмовами сенсорів через дим, пил чи механічні пошкодження. Дублювання сенсорів дозволяє продовжити роботу та успішно знаходити постраждалих;

- сільськогосподарські роботи для моніторингу врожаїв оснащуються резервними камерами та GPS-системами, що забезпечує їх точність і стійкість навіть у складних погодних умовах;

- промислові роботи для обслуговування обладнання на заводах мають резервні обчислювальні модулі для підтримки безперервної роботи. Наприклад, в роботі використовуються реле в електронній частині модуля, що дублюють функціональність механічного перемикача в кабіні транспортного засобу. У випадку використання двох реле для критичних функцій, це гарантує, що навіть при виході одного реле з ладу система може виконати необхідну дію

- роботи, призначені для розмінування, під час роботи постійно і багаторазово піддаються великим фізичним навантаженням. Тому, доцільно дублювати не тільки важливі модулі і вузли, а й всю електропроводку, так як постійні струси можуть вивести її з ладу. Також важливим аспектом є надійність самого безпілотного транспортного засобу, в якому також використовуються датчики (тиску оливи, температури охолоджуючої рідини, бортової напруги, тощо). Тому їх також слід дублювати для надійної роботи даного безпілотного транспортного засобу [4,5].

Розглянемо структурну схему системи дистанційного керування гусеничним транспортним засобом (рис. 1.4). Вона складається з пульта керування, приймача, який отримує сигнал, контролера програмного модуля, контролера мехатронного модуля, датчика положення джойстика керування поворотом, двох драйверів двигунів та двох моторів. Керування здійснюється через пульт, який відправляє сигнал на приймач, а звідти на контролер програмного модуля. Транспортний засіб може рухатися вперед/назад, вліво/вправо.

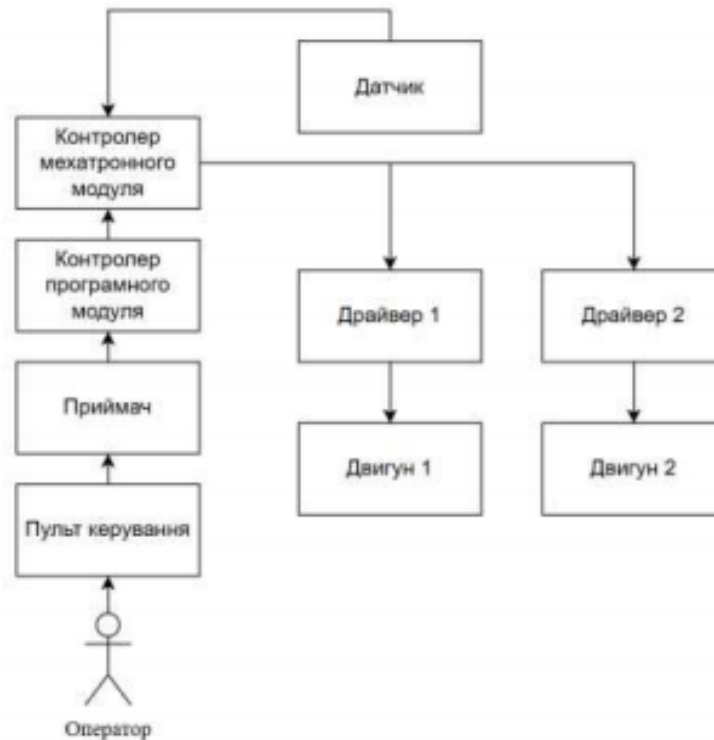


Рисунок 1.4 - Структурна схема системи дистанційного керування гусеничним транспортним засобом

Розглянемо один з можливих варіантів резервування вузлів системи. Продублюємо датчик положення джойстика та драйвери електродвигунів. Оскільки датчик виконано у вигляді двох звичайних кінцевих вимикачів, для їх дублювання буде достатньо паралельно встановити ще по одному вимикачу з кожної сторони. Якщо один з пари вимикачів вийде з ладу, роботоздатність цієї ланки не порушиться. Для двигунів застосуємо резервні драйвери, що вмикатимуться автоматично у разі відмови основних. Структурна схема системи дистанційного керування гусеничним транспортним засобом з елементами дублювання зображена на рис. 1.5.

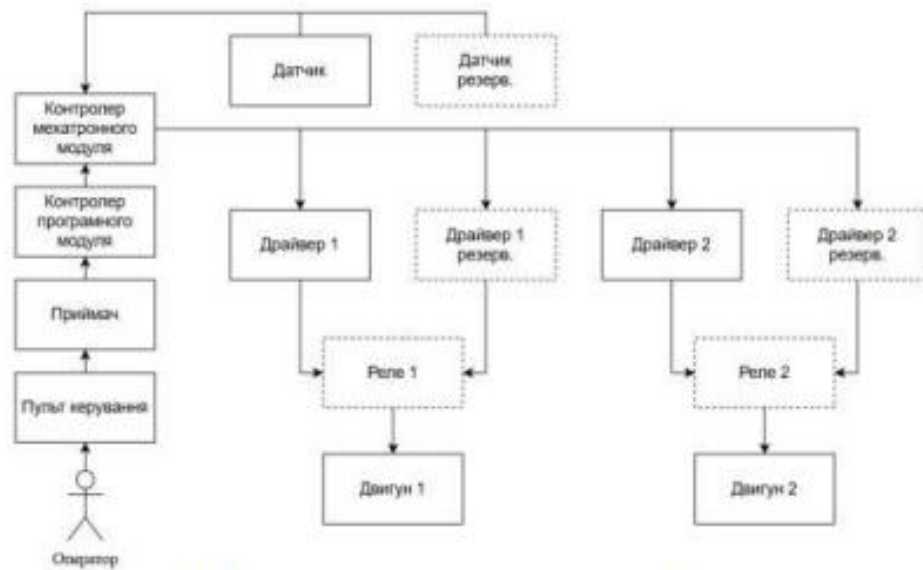


Рисунок 1.5 - Структурна схема з елементами дублювання

Далі розглянемо функціональну схему роботи перемикання модуля руху (драйвера двигуна) транспортного засобу з основного на резервний (рис. 1.6). Контролер мехатронного модуля має постійний зв'язок з основним і резервним драйверами через шину Modbus та безперервно опитує їх. Якщо в якийсь момент часу контролер не отримає сигналу-відповіді від основного драйвера, він активує вихід, який вмикає електромагнітне реле або інший ключ, який перемикає двигун з основного драйвера на резервний. Алгоритм роботи зображено на рисунку 1.7.

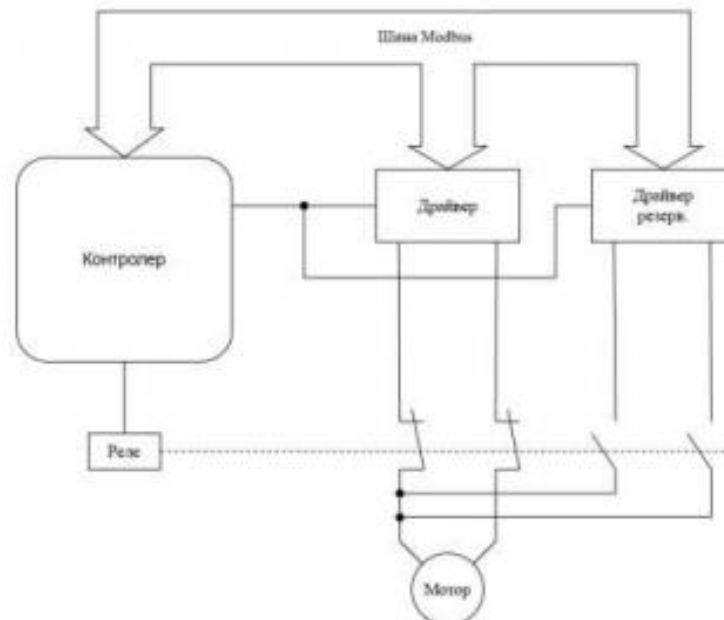


Рисунок 1.6 – Функціональна схема включення резервного драйвера

Опитування резервного драйвера нарівні з основним може бути використане для отримання сигналу аварії у разі відмови обох драйверів.

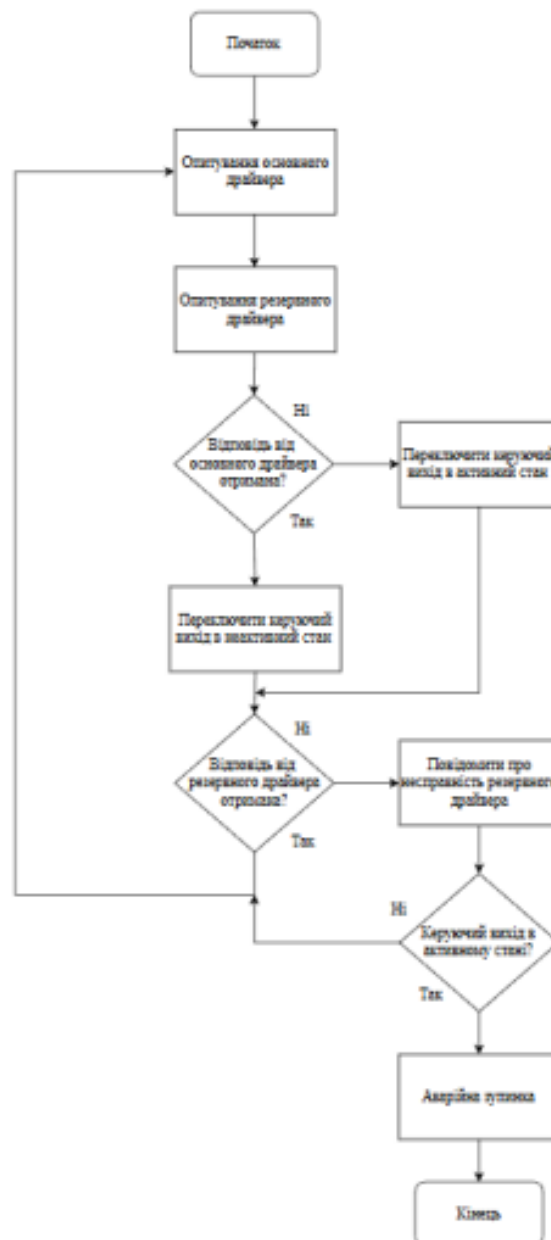


Рисунок 1.7 – Алгоритм перемикання модуля руху

Використання методів резервування та дублювання основних функцій доводить свою ефективність у забезпеченні відмовостійкості систем. Такі підходи, як холодне, тепле та гаряче резервування, дублювання компонентів, а також структурна реконфігурація системи, дозволяють зменшити ризики, пов'язані з виходом з ладу окремих елементів, і забезпечують безперебійну роботу. Впровадження цих підходів знаходить широке застосування у різних сферах — від рятувальних операцій до промислових та сільськогосподарських робіт.

Таким чином, використання резервування та дублювання не лише підвищує надійність і безпеку систем, але й сприяє адаптивності та ефективності їхньої роботи, відкриваючи нові можливості для впровадження робототехнічних систем у різних галузях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цирульник С.М., Бородай Я.О. Програмне резервування мікропроцесорних систем, 2021, Article ID 30912.
2. Маркін М. В. Методи забезпечення функціональної стійкості розподілених програмних систем : пояснювальна записка до атестаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія / М. В. Маркін ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2020. – 67 с.
3. Єременко О. С., А. Мерсні. Підвищення відмовостійкості елементів сучасних інфокомунікаційних мереж із застосуванням протоколів резервування шлюзу за замовчуванням, № 2(27) (2020), <https://doi.org/10.30837/pt.2020.2.06>.
4. Алексін В.В. Дослідження та аналіз процесів відмовостійковості в програмно-конфігурованих системах. ЕМС радіоелектронних засобів телекомунікації, 2020.
5. Солом'яний М. В. Дослідження моделей маршрутизації із забезпеченням міжкінцевої якості обслуговування та відмовостійкості в інфокомунікаційних мережах : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка / М. В. Солом'яний ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2024. – 63 с.

Науковий керівник: Новоселов Сергій Павлович, к.т.н., професор кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки

ДОДАТОК Б

Лістинг програми для роботи системи

```
int SW_START = A2;
int SW_M1_MAIN = 11;
int SW_M1_RES = 10;
int SW_M2_MAIN = 9;
int SW_M2_RES = 8;

int RELAY_M1 = 13;
int RELAY_M2 = 12;

int M1_MAIN_IN1 = 7;
int M1_MAIN_IN2 = 6;
int M1_RES_IN1 = 5;
int M1_RES_IN2 = 4;

int M2_MAIN_IN1 = 3;
int M2_MAIN_IN2 = 2;
int M2_RES_IN1 = A0;
int M2_RES_IN2 = A1;

int LED_STOP = A3;

void motorStop(int in1, int in2) {
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, LOW);
}

void motorForward(int in1, int in2) {
    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, LOW);
}

void motorForwardInverted(int in1, int in2) {
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
}

void setup() {
    pinMode(SW_START, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SW_M1_MAIN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SW_M1_RES, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SW_M2_MAIN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SW_M2_RES, INPUT_PULLUP);

    pinMode(RELAY_M1, OUTPUT);
```

```

pinMode(RELAY_M2, OUTPUT);

pinMode(M1_MAIN_IN1, OUTPUT);
pinMode(M1_MAIN_IN2, OUTPUT);
pinMode(M1_RES_IN1, OUTPUT);
pinMode(M1_RES_IN2, OUTPUT);

pinMode(M2_MAIN_IN1, OUTPUT);
pinMode(M2_MAIN_IN2, OUTPUT);
pinMode(M2_RES_IN1, OUTPUT);
pinMode(M2_RES_IN2, OUTPUT);

pinMode(LED_STOP, OUTPUT);

motorStop(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
motorStop(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
motorStop(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
motorStop(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);

digitalWrite(RELAY_M1, LOW);
digitalWrite(RELAY_M2, LOW);
digitalWrite(LED_STOP, LOW);
}

void loop() {

if (digitalRead(SW_START) == HIGH) {
  motorStop(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
  motorStop(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
  motorStop(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
  motorStop(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);
  digitalWrite(LED_STOP, LOW);
  return;
}

bool swM1Main = digitalRead(SW_M1_MAIN) == LOW;
bool swM1Res = digitalRead(SW_M1_RES) == LOW;
bool m1Stopped = false;

if (swM1Main && swM1Res) {
  motorStop(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
  motorStop(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
  delay(20);
  digitalWrite(RELAY_M1, LOW);
  m1Stopped = true;
}
else if (swM1Main && !swM1Res) {
  motorStop(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
  delay(20);
  digitalWrite(RELAY_M1, HIGH);
}
}

```

```

    delay(50);
    motorStop(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
    delay(10);
    motorForward(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
}
else if (!swM1Main) {
    motorStop(M1_RES_IN1, M1_RES_IN2);
    delay(20);
    digitalWrite(RELAY_M1, LOW);
    delay(50);
    motorStop(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
    delay(10);
    motorForward(M1_MAIN_IN1, M1_MAIN_IN2);
}

bool swM2Main = digitalRead(SW_M2_MAIN) == LOW;
bool swM2Res = digitalRead(SW_M2_RES) == LOW;
bool m2Stopped = false;

if (swM2Main && swM2Res) {
    motorStop(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
    motorStop(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);
    delay(20);
    digitalWrite(RELAY_M2, LOW);
    m2Stopped = true;
}
else if (swM2Main && !swM2Res) {
    motorStop(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
    delay(20);
    digitalWrite(RELAY_M2, HIGH);
    delay(50);
    motorStop(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);
    delay(10);
    motorForward(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);
}
else if (!swM2Main) {
    motorStop(M2_RES_IN1, M2_RES_IN2);
    delay(20);
    digitalWrite(RELAY_M2, LOW);
    delay(50);
    motorStop(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
    delay(10);
    motorForward(M2_MAIN_IN1, M2_MAIN_IN2);
}

if (m1Stopped || m2Stopped) {
    digitalWrite(LED_STOP, HIGH);
} else {
    digitalWrite(LED_STOP, LOW);
}
}

```

```
    delay(20);  
}
```

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

