

Корисна модель належить до галузі електроніки, а саме систем електронного керування доступом, зокрема до контролерів, призначених для відкривання та моніторингу стану електромеханічних замків у поштоматах, шафах самообслуговування та інших пристроях зберігання з віддаленим автоматизованим керуванням замками.

Автоматизовані пристрої для прийому, зберігання та видачі предметів отримують все більшого поширення в сферах торгівлі, доставки або послуг із зберігання. Зокрема, найбільш інтенсивно розвивається галузь розробки та вдосконалення рішень пов'язаних із роботою поштоматів, які є засобом інтернет-торгівлі та покращення поштового сервісу в Україні та закордоном. Поштомат представляє собою автоматизований пристрій, що містить принаймні один стек із множиною чарунок, кожна з яких містить щонайменше один електромеханічний замок, що керується віддалено через систему електронних пристроїв та засобів дротового та бездротового зв'язку. Надійність роботи замків таких чарунок забезпечує безпеку роботи поштомату, як пристрою для безконтактного обміну товарами. Тому, вдосконалення рішень керування замками пристроїв зберігання, подібних поштомату, є основоположним завданням розвитку цієї галузі.

З рівня технік відомий контролер для віддаленого керування замками електроживлення низьких струмів [UA150982, МПК G08B 13/00; G08B 13/14, опубл. 18.05.2022, бюл. № 20] містить друковану плату, на якій сформовані електропровідні ланцюги електронної системи, та встановлений мікропроцесор, який зв'язаний з блоками живлення та перетворювачем живлення, роз'єми, які виконані з можливістю підключення в розрив дротів живлення замків, роз'єм USB, роз'єм для Uart-з'єднання та роз'єм для підключення програматора. Контролер додатково містить Bluetooth модуль, виводи для підключення Led-індикатора та мікрофона, роз'єми для підключення розширювальних плат з можливістю збільшення кількості замків, що підключаються, в загальний ланцюг.

Наведений аналог не вирішує завдання підвищення стійкості контролера до коротких замикань, неправильного підключення та імпульсних перевантажень та уніфікації управління замками різних типів через єдиний інтерфейс. Крім цього, він не забезпечує автономності роботи каналу кожного із замків, що негативно впливає на надійність роботи пристрою (поштомату) в цілому.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки контролера електромеханічних замків, який забезпечить:

- підвищення стійкості до коротких замикань, неправильного підключення та імпульсних перевантажень;
- уніфікацію управління замками різних типів через єдиний інтерфейс, мінімізацію вартості виробництва шляхом уніфікації схеми для всіх типів замків;
- зручність ремонту та монтажу виробу;
- підвищення надійності роботи виробу, до якого буде встановлений цей контролер замків.

Поставлена задача вирішується тим, що контролер електромеханічних замків, який містить друковану плату, на якій сформовані електропровідні ланцюги електронної системи, встановлений мікропроцесор, джерело живлення та роз'єми для дротового під'єднання електромеханічних замків, згідно з корисною моделлю, містить інтегровану систему живлення і захисту, гальванічно розв'язаний інтерфейс комунікації стандарту RS-485, а також множину незалежних керуючих каналів, кожен з яких оснащений каскадом керування замком, що включає оптопару, польовий транзистор, запобіжник та зворотній захисний діод, при цьому для всіх типів замків використовується уніфікована розпіновка конектора GND-Status-Control-VCC.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, мікропроцесор містить окремі лінії керування для кожного автономного каналу.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, інтерфейс комунікації виконаний з гальванічною розв'язкою за допомогою інтегрованого драйвера ADM2587 або його еквівалента.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, у кожному автономному каналі для подачі силового сигналу використовується N-канальний або P-канальний MOSFET, розташований у верхньому плечі силового каскаду.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, для гальванічної розв'язки між мікропроцесором і силовим каскадом використовується оптопара типу TLP185 або еквівалентний елемент оптоізоляції.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, запобіжник автономного каналу у ланцюзі живлення електромеханічного замка виконаний самовідновлювальним.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, захисний діод автономного каналу з'єднаний у зворотній полярності відносно живлення для придушення зворотних струмів.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, багатоканальні роз'єми живлення та інтерфейсу комунікацій, розташовані на протилежних сторонах плати для забезпечення симетрії та зручності монтажу.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, гальванічна розв'язка реалізована у комунікаційному інтерфейсі та між мікропроцесором та силовими каскадами керування.

Аналіз рівня техніки, який включає пошук по патентним та науково-технічним джерелам інформації, виявлення джерел, які містять відомості про аналоги заявленої корисної моделі, дозволив встановити, що заявник не виявив аналог, який характеризується ознаками, ідентичними істотним ознакам заявленої корисної моделі.

Заявлена корисна модель ілюструється кресленнями:

на фіг. - наведена структурна схема запропонованого контролера.

На кресленнях позначено:

- 1 - друкована плата контролера (Main PCB);
- 2 - вхідний комбінований конектор (XP1);
- 3 - захисна схема входу живлення (Input Protection);
- 4 - DC-DC-перетворювач;
- 5 - мікропроцесор (STM32);
- 6 - ізольований RS-485 трансивер (ADM2587 / ADM2582 або еквівалент);
- 7 - каскад керування замками (12 каналів Lock Drivers) - кожен канал містить:
 - оптопару (TLP185 або еквівалент) для гальванічної розв'язки керуючого сигналу;
 - польовий транзистор (P-channel MOSFET у верхній схемі або інша еквівалентна комутаційна топологія для подачі живлення на замок);
 - самовідновлювальний запобіжник (PTC);
 - захисний зворотний діод для гасіння ЕРС при індуктивному відключенні (для соленоїдів).
- 8 - роз'єми замків X1...X12;
- 9 - LED індикація (Status LED);
- 10 - роз'єм програмування/налагодження (Prog, SWD);
- 11 - вихідний комбінований конектор XP2;
- 12 - електромеханічні замки (Lock 1...12).

Контролер електромеханічних замків включає друковану плату 1 (Main PCB), по ширині якої з одного боку розміщено вхідний комбінований конектор 2 (XP1) захисну схему вводу живлення 3 (Input Protection), що складається з запобіжника (самовідновлювальний або звичайний), діода від зворотної полярності, TVS-елемента для гасіння імпульсних перенапруг, та розташована до DC-DC-перетворювача 4. Далі розміщено мікропроцесор 5, що з'єднаний з ізольованим RS-485 трансивером 6 (ADM2587 / ADM2582 або еквівалент), що представляє собою гальванічно розв'язаний інтерфейс шини RS-485, та каскадом керування 7 (12 каналів Lock Drivers), що включає оптопару (TLP185 або еквівалент) для гальванічної розв'язки керуючого сигналу, польовий транзистор (P-channel MOSFET у верхній схемі або інша еквівалентна комутаційна топологія для подачі живлення на замок), самовідновлювальний запобіжник (PTC); та захисний зворотний діод для гасіння ЕРС при індуктивному відключенні (для соленоїдів) - на кресленні не позначені. По довжині друкованої плати 1 з обох сторін розміщені роз'єми замків 8 X1...X12, що представляють собою чотириконтактні конектори з уніфікованою розпіновкою GND-Status-Control-VCC; через ці роз'єми подається живлення замків і передаються сигнали Status/Control. При цьому мікропроцесор 5 з'єднаний із LED індикацією 9 (Status LED) - що представляє собою багатофункціональний індикатор стану та із роз'ємом програмування/налагодження 10 (Prog, SWD), для програмування та діагностики. По ширині друкованої плати 1 з боку протилежного до розміщення комбінованого конектора 2 (XP1) розміщено вихідний комбінований конектор 11 XP2 - (шина RS-485 (A, B, GND) та живлення) призначений для наскрізного з'єднання кількох контролерів. Мікропроцесор 5 через каскади керування 7 та роз'єми 8, з'єднаний із електромеханічними замками 12 - зовнішні виконавчі пристрої, підключені до J1...J12.

Контролер електромеханічних замків працює наступним чином.

На комбінований конектор XP1 2 лінії RS-485 надходить живлення (наприклад 12 В). Напруга проходить через захисну схему 3 (зворотна полярність, TVS, запобіжник) та забезпечує перший апаратний захисний рівень. Далі шина живлення надходить на DC-DC-перетворювач 4, який формує необхідні напруги: 3.3 В для логіки (мікроконтролер та ADM) та оптопар або допоміжних вузлів. Одночасно первинна 12 В шина доступна на виході до роз'ємів X1...X12 9 для живлення замків.

Мікропроцесор 5 керує каналами керування замків 12 через GPIO, подаючи логічні сигнали на оптопари в кожному роз'ємі 8. Оптопари забезпечують гальванічну розв'язку між логікою і силовою частиною.

Сигнал з оптопари керує польовим транзистором MOSFET що входить до каскаду керування 7 замками 12, який комутує 12 В на відповідний замок через відповідний роз'єм Xx.

Лінії Status від замків 12 повертають стан (механічний контакт) до входів мікропроцесора 5, чим забезпечують моніторинг та формування таблиці станів замків 12.

UART-зв'язок між STM32 і ADM передає пакети ModBus RTU (або інший протокол) у гальванічно розв'язаний RS-485 6. Лінії A/B шини RS-485 виведені через XP2 для з'єднання з наступним контролером (каскадування до 254 пристроїв).

LED індикація (Status LED) 9 відображає статус роботи, помилки або режим програмування, а роз'єм програмування / налагодження 10 (Prog, SWD) використовується при налагодженні/оновленні

програмного забезпечення, за допомогою якого здійснюється управління роботою замків 12. Вихідний комбінований конектор 11 XP2 (шина RS-485 (A, B, GND) та живлення) використовується для наскрізного з'єднання кількох контролерів, що відбувається при формуванні забудови поштомату, який включає більше ніж одну колону із чарунками, замки якої управляються контролером.

Взаємозв'язок заявленої корисної моделі із досягненням технічного результату.

Кожен канал керується окремою лінією мікропроцесорі і може вмикатися незалежно від інших. У разі короткого замикання або некоректного підключення пошкоджується лише один MOSFET, без втрати працездатності інших каналів. Що забезпечує надійність роботи пристрою (поштомату) в цілому. При виході з ладу одного замка, інші залишаються закритими, чим підвищується рівень безпеки та надійності пристрою.

Використання в каскаді керування замками Р-канального MOSFET, який виконує роль електронного ключа, дозволяє подавати живлення на навантаження лише за потреби. Така конфігурація забезпечує низькі втрати енергії, високу швидкість перемикання та мінімальне тепловиділення. Оптопара TLP185 здійснює оптичну ізоляцію між логічною та силовою частиною, що виключає можливість переносу перешкод або перенапруг з боку навантаження.

Основним контролером є STM32F030C8T6. Зв'язок із зовнішніми системами відбувається через інтерфейс RS-485 (ModBus RTU). У сплячому режимі контролер очікує команду на відкриття одного або кількох замків. При отриманні команди STM32 активує відповідну лінію керування, що вмикає оптопару й, відповідно, силовий MOSFET. Тривалість імпульсу визначається 4 старшими бітами команди. Після спливу таймера канал автоматично вимикається. Можливе одночасне відкриття кількох замків, однак програмно обмежено, щоб уникнути перевантаження живлення. Максимальна тривалість імпульсу - до 8 с. Це забезпечує надійність роботи замків у різних умовах експлуатації.

Для кожного замка передбачено лінію Status, що підключена до мікроперемикача у замку. У закритому стані контакт розімкнений, у відкритому - замкнений. У зворотному зв'язку зміна статусу замка відображається кратно частоті опитування терміналом, та відображає поточний стан по всіх замках одночасно.

Завдяки наявності окремих ліній статусу можливо здійснювати моніторинг не лише факту подачі сигналу, а й реального стану механічного вузла замка. Це підвищує рівень контролю системи та дозволяє виявляти несправності у режимі реального часу.

Для кожного замка використовується чотириконтактний роз'єм із фіксованою розпіновкою: GND-Status-Control-VCC. Така конфігурація уніфікує підключення замків з електронним сигналом керування. У разі використання соленоїдних замків два контакти GND з'єднуються через подвійну гільзу, а контакт соленоїда підключається до піна Control утворюючи живлення соленоїда.

Такий підхід забезпечує повну взаємозамінність замків різних типів, що спрощує технічне обслуговування та скорочує час монтажу. Уніфікована розпіновка виключає помилки підключення та дозволяє використовувати один тип кабельного джгута для всієї системи.

У корисній моделі застосовано мікросхему ADM2587 (ADM2582), яка забезпечує гальванічну розв'язку ліній RS-485 і власне ізольоване живлення. Передбачене наскрізне підключення шин A, B, GND для можливості послідовного з'єднання до 254 пристроїв. Адресація контролера здійснюється через команду ModBus.

Використання ізольованого трансивера ADM2587 не лише розриває гальванічний зв'язок між мікропроцесором і шиною, але й знижує рівень наведень і потенційних замикань у лінії, що особливо важливо при роботі в зашумлених умовах або на великих відстанях.

RS-485 використовується як фізичний рівень передачі даних, тоді як ModBus - це програмний протокол, що забезпечує стандартизований обмін командами між пристроями. Такий поділ дозволяє гнучко адаптувати систему до різних промислових мереж без зміни апаратної частини.

Один світлодіод багатофункціональної індикації забезпечує відображення стану контролера:

- часте мерехтіння - нормальний режим і активна комунікація;
- повільне мерехтіння (1-2 с) - нормальний режим роботи без комунікації;
- постійне світіння - програмна помилка, або boot loader mode;
- вимкнений - відсутнє живлення.

Таке рішення зменшує кількість компонентів без втрати інформативності, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілий зворотний зв'язок навіть без зовнішніх інструментів діагностики. Єдина схема індикації спрощує виробництво та уніфікує поведінку пристроїв у різних системах.

Контролер живиться від джерела постійної напруги 9-26 В. Живлення замків здійснюється безпосередньо від цієї шини. Споживання в черговому режимі визначається лише струмом мікросхеми ADM2587(ADM2582). DC-DC-перетворювач автоматично адаптує живлення до необхідного рівня.

Такий широкий діапазон напруги живлення дозволяє використовувати контролер у різних системах (від автономних джерел до промислових БЖ), зберігаючи стабільність роботи при коливаннях мережевої напруги. Використання DC-DC-перетворювача з високим ККД знижує тепловиділення та підвищує надійність плати при безперервній роботі.

Друкована плата прямокутна (приблизно 108,5×61,5 мм), з монтажними отворами по кутах. На довгих сторонах розміщено по 6 конекторів замків, на короткій - два багатоконтактні роз'єми живлення та інтерфейсу комунікації (RS-485). Таке компонування оптимізовано для вбудовування у шафи поштоматів і забезпечує компактність при збереженні доступу до всіх з'єднань.

Розміщення елементів продумане з урахуванням симетрії та мінімізації довжини силових трас, що зменшує втрати і електромагнітні перешкоди. Компонування забезпечує візуальну впізнаваність контролера, а симетрія рядів конекторів спрощує монтаж у тісних нішах і підключення кабельних збірок.

У корисній моделі усі критичні з'єднання мають апаратну гальванічну розв'язку, що підвищує рівень електробезпеки та виключає пошкодження мікроконтролера у разі зворотної полярності або кидків напруги. Крім цього, реалізовано єдину логіку керування для замків різних типів, завдяки чому плата універсальна та не потребує варіантів під конкретний механізм. Таким чином, корисна модель забезпечує одночасно уніфікацію, захист і масштабованість.

Таким чином, корисна модель забезпечує: надійність роботи контролера замків та пристрою, в якому він встановлений; підвищення стійкості до коротких замикань, неправильного підключення та імпульсних перевантажень; універсальність підключення замків різного типу, просте масштабування до 254 пристроїв у шині; надійну роботу у промислових умовах (-20 ... +80 °C), раціональне енергоспоживання та зручність монтажу і обслуговування.

