

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ РЕЛЕ БЕЗПЕКИ ESR5

*Каиштанов С. Ф., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Олійник А. П., керівник техн. відділу (ДП «Ітон Електрик»)*

Для забезпечення необхідного рівня безпеки, особливо на потенційно небезпечних об'єктах (ПНО), необхідне застосування відповідних систем управління безпекою промислового обладнання. До складу таких систем, повинні входити пристрої безпеки для управління налаштуваннями промислового обладнання, захисні огорожі, світлові бар'єри, пристрої аварійної зупинки тощо. При цьому, виконання всіх технологічних операцій на будь-якому обладнанні, в обов'язковому порядку повинно постійно контролюватися, а саме обладнання, у разі необхідності (аварійна ситуація, відмова, відключення електропостачання тощо) повинно гарантовано приводитися у безпечний стан та періодично тестуватися.

Саме для підвищення ефективності та надійності роботи проєктованих систем управління безпекою промислового обладнання електротехнічна Група «EATON» і розробила за інноваційними технологіями захисні реле серії ESR5, що відповідають всім існуючим вимогам Директив та Технічних регламентів, а також стандартам Європейського Союзу та України [1-6], в тому числі EN ISO 13849-1/-2 (ДСТУ EN ISO 13849-1) та IEC 62061.

Метою даної роботи є визначення основних особливостей функціонування та застосування в системах управління безпекою промислового обладнання виконаних за новими інноваційними технологіями електротехнічної Групи «EATON» захисних реле серії ESR5.

Основні функції безпеки, які можуть бути реалізовані за допомогою захисних реле серії ESR5 в системах управління виробничого обладнання, в тому числі і на потенційно небезпечних об'єктах, це:

- контроль відкритих зон небезпеки;
- аварійне відключення обладнання;
- запобігання непередбаченого запуску обладнання (повторних перезапусків);
- контроль світлових бар'єрів;
- контроль рухомих (з'ємних) захисних огорожень (без блокування або з блокуванням);
- контроль двопозиційного управління (типу I, II або III) тощо.

У разі аварійного відключення та контролю рухомих захисних огорож, внутрішня логіка захисних реле контролює ланцюг забезпечення безпеки (аварійна зупинка, захисне блокування) і запускає алгоритм розблокування лише тільки після усунення існуючих несправностей. При цьому, ланцюг управління розблокуванням відключається, як у випадку приведення в дію захисних пристроїв, так і у разі наявності несправності обладнання. Також слід зазначити, що несправності, які можуть мати місце в ланцюгах управління обладнанням, включаючи коротке замикання на землю, коротке замикання між

проводами або обриви в ланцюгах управління, надійно і швидко виявляються. Крім того, і це дуже важливо, приведення в дію алгоритму розблокування, в разі несправності обладнання, повністю виключено.

Також в окремих типах захисних реле серії ESR5 передбачена можливість застосування відповідної затримки їх спрацювання, наприклад для ESR5-VE3-42 діапазон регулювання затримки складає від 0,3 сек. до 3 сек., для ESR5-NV-30 це діапазон від 0,1 сек. до 30 сек., а для ESR5-NV-300 можливий діапазон регулювання затримки спрацювання захисного реле складає вже від 0,2 сек. до 300 сек., що безумовно, надає можливість ще більше підвищити рівень безпеки промислового обладнання.

При використанні захисних реле серії ESR5 в системах управління безпекою обладнання, позиція рухомих (з'ємних) захисних огорожень визначається завдяки використанню позиційних перемикачів і безконтактних датчиків, стан яких постійно контролюється і оцінюється логічними елементами захисних реле, що і надає можливість забезпечити необхідний ступінь зниження ризику.

У разі використання світлових бар'єрів, всі випадкові або несанкціоновані проникнення в небезпечні зони також миттєво і надійно визначаються і оцінюються логічними елементами захисними реле серії ESR5.

Для контролю двопозиційного (дворучного) управління розроблено спеціалізоване захисне реле ESR5-NZ-21-24VAC-DC, а також дворучний пульт керування - «Two-hand control panel», які забезпечують:

- дворучне управління з контролем одночасності (синхронізму) $<0,5$ с, що згідно з EN 574 відповідає типу ІІІС, і також надають можливість отримання максимальної 4-ої категорії безпеки;
- доручне управління з контролем одночасності (синхронізму) $<0,5$ с і контролем кількості контактів, що згідно з EN 574 відповідає типу ІІІС, і також надають можливість отримання максимальної 4-ої категорії безпеки;
- контроль керуючих та захисних пристроїв у відповідності до вимог EN 1088 з контролем одночасності (синхронізму) $<0,5$ с, і також надають можливість отримання максимальної 4-ої категорії безпеки.

Необхідно також зазначити, що контроль імпульсної послідовності може здійснюватися в ESR5-NZ-21-24VAC-DC як у разі живлення від джерела змінного, так і постійного струму.

Що стосується запобігання непередбаченого запуску обладнання (повторних перезапусків, непередбачуваних запусків), то захисні реле ESR5 практично повністю виключають можливість автоматичного перезапуску обладнання при відновленні напруги, оскільки це може привести до виникнення дуже небезпечних ситуацій. Також завдяки алгоритму роботи логіки захисних реле ESR5, у разі відновлення напруги в електромережі, обладнання може бути запущено лише за допомогою примусової команди «Пуск».

Захисні реле серії ESR5, в залежності від їх типу, забезпечують різні категорії безпеки, а також мають різні структури щодо можливості



забезпечення контролю за безпекою систем управління із заданими характеристиками (EN 954-1 та EN ISO 13849-1). Існуючі на даний час захисні реле серії ESR5 забезпечують наступні категорії безпеки та мають наступні структури згідно цих категорій.

• **Категорія 2** (відповідна цій категорії структура представлена на рис. 1).

Функції елементів системи управління, які пов'язані з безпекою, повинні періодично контролюватися (тестування, діагностика) з відповідними часовими інтервалами. Як правило, тестування (діагностика) здійснюється періодично під час роботи з урахуванням аналізу існуючих ризиків. Тестування (діагностика) може здійснюватися автоматично або вручну, але обов'язково при кожному запуску і, бажано, перед виникненням можливої небезпечної ситуації.

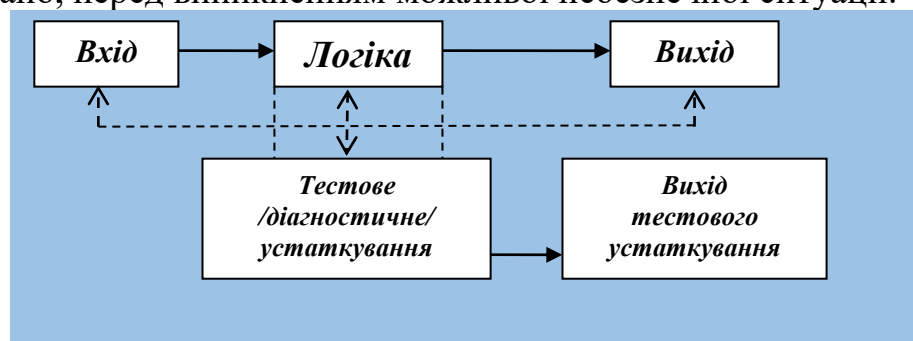


Рис.1.Одноканальна контрольована структура (категорія 2)

• **Категорія 3** (відповідна цій категорії структура представлена на рис. 2).

Одна помилка у частинах системи управління, що пов'язані з безпекою, не призводить до втрати функції безпеки всієї системи. В той же час, оскільки в системі управління не використовується функція самоконтролю і тому не всі несправності можуть бути виявлені, то накопичення таких невиявлених несправностей все ж таки може з часом викликати небезпечну ситуацію.

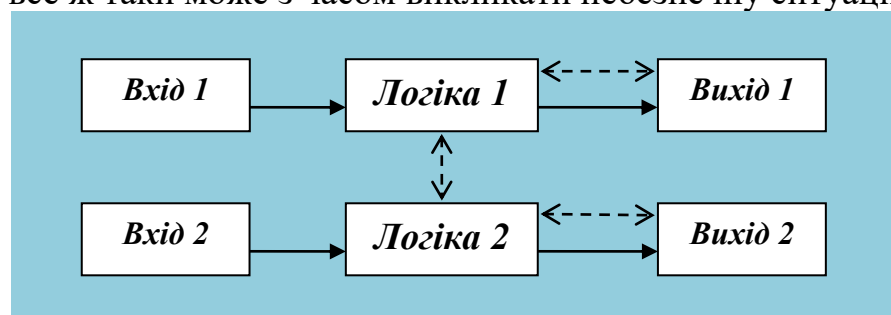


Рис.2. Двоканальна структура без функції самоконтролю (категорія 3)

• **Категорія 4** (відповідна цій категорії структура представлена на рис. 3).

Одна помилка у частинах системи управління, що пов'язані з безпекою, не призводить до втрати функції безпеки всієї системи. При використанні функції самоконтролю ця помилка повинна бути виявлена негайно або до виникнення наступної потенційної небезпеки. Якщо це неможливо, то повинні

бути забезпечені умови, при яких накопичення несправностей не повинно призводити до втрати функції безпеки всієї системи управління.

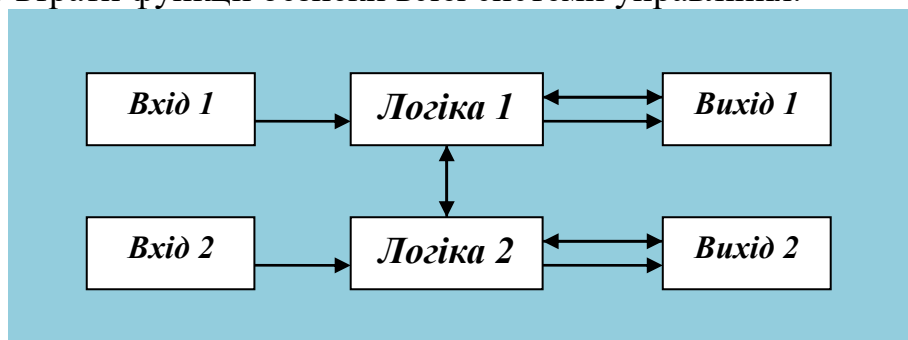


Рис.3. Двоканальна структура із функцією самоконтролю (категорія 4)

Перелік всіх існуючих типів захисних реле серії ESR5 та їх основних показників щодо категорії безпеки **Cat**, структури та рівнів експлуатаційної безпеки **PL** (EN ISO 13849) і повноти безпеки **SIL CL** (IEC 62061) наведений у таблиці 1.

Таблиця 1.

Тип захисного реле серії ESR5	Категорія безпеки Cat	Структура	Рівень експлуатаційної безпеки	Рівень повноти безпеки
ESR5-NO-21-24VAC-DC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NO-31-24VAC-DC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NO-31-230VAC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NO-31-AC-DC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NV-30	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NV-300	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NO-41-24VAC-DC	2	Одноканальна контрольована	PLd	SIL 3
ESR5-NO-51-24VAC-DC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-NZ-21_24VAC-DC	4	Двоканальна із функцією самоконтролю	PLe	SIL 3
ESR5-VE3-42	3	Двоканальна без функції самоконтролю	PLd	SIL 2

Приведені матеріали свідчать про те, що застосування захисних реле серії ESR5 електротехнічної Групи «EATON» при виконанні відповідних рекомендацій спеціалістів «Eaton/Moeller» [7], дозволяє гарантовано

забезпечити максимально високий рівень безпеки виробничого обладнання в процесі його експлуатації та високу надійність роботи систем управління, а також в повній мірі забезпечити виконання всіх існуючих вимог EN ISO 13849 (ДСТУ EN ISO 13849) та IEC 62061.

Література

1. IEC 62061 «Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems».
2. Постанова КМ України від 30 січня 2013 р. № 62 про затвердження Технічного регламенту безпеки машин (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 632 від 28.08. 2013 року).
3. EN ISO 12100-1/2 «Safety of machinery General principles for design and risk evaluation. Basic concepts.».
4. ДСТУ EN 954-1:2003 «Безпечність машин. Елементи безпечності систем керування. Частина 1. Загальні принципи проектування».
5. ДСТУ EN ISO 13849-1:2016 «Безпечність машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування».
6. Machinery Directive: Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006. / Official Journal of the European Union — 09.06.2006. — L157. — pp. 24-86.
7. Safety Manual: «Safety technology for machines and systems in accordance with the international standards EN ISO 13849-1 and IEC 62061».