

що дасть змогу обійтися без використання датчика швидкості. У разі виникнення аварійної ситуації можна передбачити запис вхідних і вихідних параметри перетворювача в енергонезалежну пам'ять у вигляді осцилограм з фіксацією події в хронологічному порядку в текстовому протоколі. Згодом, ці осцилограми і протоколи можуть бути передані до ftp-серверу для подальшої діагностики неполадок [4] або безпосередньо записані на зовнішній носій.

Список використаних джерел

1. Rui Rong, YaoHua He. "An 820A compact IGBT module with new chip technology for automotive inverter application" in PCIM Asia International Exhibition and Conference for Power Electronics, August 2017.
2. Остриров В. Рациональные схемы преобразователей частоты для мощных синхронных индукторных электроприводов. / В. Остриров, К. Мильский // Электронные компоненты. – 2008. – №11. – С. 26-31.
3. Филатов В. Двух- и трёхуровневые инверторы на IGBT. Перспективные решения / В. Филатов // Силовая электроника. – 2012. – №4. – С. 38-41.
4. Kurashkin S.F. Mathematical model of asynchronous motor diagnosis / S.F. Kurashkin, I.A. Popova, V.S. Popryaduhin, O.V. Kovalov // Science progress in European countries: new concepts and modern solutions. Proceedings of the 6th International conference. ORT Publishing. Stuttgart, Germany. 2019. Pp. 361-366.

Науковий керівник: *Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В.В. Овчарова, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОБМЕЖЕННЯ КОМУТАЦІЙНИХ ПЕРЕНАПРУГ

Сідельников Б. Ю., E-mail: bogdansidelnikov@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Від перенапружень в мережі залежить стан ізоляції електроустаткування, що визначає надійність роботи і безпеку його обслуговування. Окрім атмосферних перенапружень і перенапружень, обумовлених однофазними замиканнями на землю в мережах з ізольованою нейтраллю, вагомий вплив на ізоляцію електроустаткування роблять комутаційні перенапруження, особливо в установках з частими комутаціями (рис. 1).

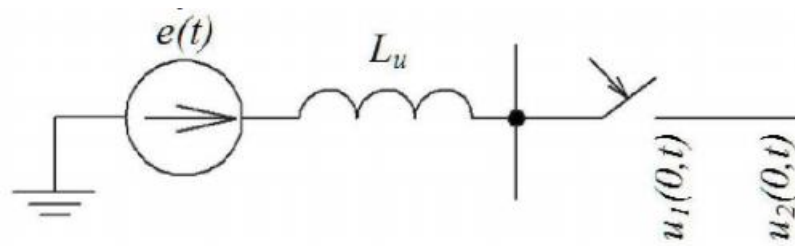


Рисунок 1 – Підключення розімкненої лінії до джерела $e(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi)$

Комутаційна перенапряга (КП) виникає при зміні режиму роботи електроустановки, наприклад, при вимкненні короткого замикання, вимиканні і вмиканні навантаження, раптовій значній зміні навантаження. Така перенапряга виникає в результаті виділення в перехідному процесі накопиченої в електроустановці енергії, яка визначає кратність перенапряги по відношенню до номінальної [3].

Головними причинами перенапружень на ізоляції окремого приєднання при комутації навантаження являються зріз струму і повторні запалення дуги. Зріз струму характерний для вимикачів будь-якого типу (масляних, електромагнітних, повітряних, вакуумних, елегазових), що застосовується сьогодні. У вакуумних вимикачах причиною зрізу струму є нестійкість дуги при малих струмах, оскільки вона горить в парах металу контактів. Окрім величини струму, на перенапруження при зрізі, впливають індуктивність навантаження і ємність приєднання. Дослідження показали, що із зростанням номінальної потужності електродвигунів, що відключаються, середні і максимальні КП зменшуються. Це пояснюється, в основному, зниженням хвильового опору обмоток [1].

Збільшення ємності системи кабель - електродвигун і активно-індуктивного опору кабелю призводить до зменшення амплітуди, крутизни і числа імпульсів КП при повторних запаленнях дуги у вимикачі.

Прийнято вважати, що при значній довжині приєднання, перенапружень із-за зрізу струму у вимикачі взагалі не виникає. Наявність навіть невеликого активного навантаження на вторинній стороні силового трансформатора, що відключається, також викликає виникнення перенапружень внаслідок зрізу.

Першим досвідченим засобом обмеження КП стали вентиляльні розрядники, але, маючи великі габарити, вентиляльні розрядники (РВМГ, РВМК, РВМКГ, РВРД) не змогли забезпечити надійне обмеження комутаційних перенапружень. Останніми роками, як в Україні, так і за кордоном в електричні мережі активно впроваджують нелінійні обмежувачі перенапружень (ОПН) [2].

ОПН є нелінійним резистором на основі ZnO з високим коефіцієнтом нелінійності, завдяки чому при номінальній фазній напрузі він пропускає досить малий по величині струм - 1 мА. При збільшенні напруги опір ОПН різко зменшується, а струм, що протікає через нього, зростає. За даними каталогів продукції ряду найбільших фірм, працюючих в області виробництва електротехнічних продуктів, рівень обмеження перенапружень нелінійними

обмежувачами типу ОПН КР/TEL і ОПН РТ/TEL складає (2,8 - 3,6) Уф. Але в ОПНів є певні недоліки так, наприклад, при захисті від КП електродвигунів великої потужності при їхній комутації вакуумним вимикачем викликає появу «зони завмирання» у роботі ОПН, тобто на певному проміжку часу ОПН не реагує на КП, отже, не обмежує їх, що сприяє виникненню електричного пробою ізоляції обмоток електродвигунів. Подібний ефект спостерігається якщо частота комутаційного імпульсу перевищує 45 кГц (рис.2).

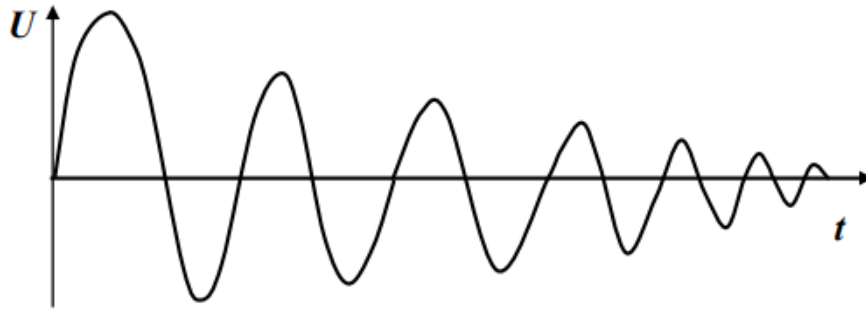


Рисунок 2 – Форма імпульсу комутаційної перенапруги

Поширеним засобом захисту двигунів і трансформаторів від КП, являється під'єднання RC-ланцюжків між комутаційним апаратом (КА) і навантаженням. RC-ланцюжок складається з конденсаторів 0,1 - 0,5 мкФ і резисторів 25 - 100 Ом з'єднаних послідовно. Конденсатори зменшують хвильовий опір ланцюга навантаження, знижуючи тим самим перенапруження, викликані зрізом струму, а резистори сприяють загасанню високочастотного струму, регулюють дію на інші фази і разом з конденсаторами зменшують імовірність повторного запалення дуги в комутаційному апараті. Рівень обмеження перенапружень RC-ланцюжками складає (1,8 - 2,4) Уф. Таким чином, для глибокого обмеження перенапруг, найбільш ефективним способом захисту є застосування RC-ланцюжків, але при цьому слід чітко визначити, в яких випадках необхідно глибоке обмеження перенапруг. Так, наприклад, електродвигуни з індивідуальною компенсацією не вимагають подібних заходів захисту [1].

Для обмеження КП зараз використовуються ОПН, RC-обмежувачі і RC-гасителі. Вибір пристроїв захисту від КП і місця їх встановлення без урахування параметрів, об'єкта, що захищається, типу комутаційного апарата і кабельної лінії, наявності вищих гармонік у мережах 6 – 10 кВ, частоти комутаційного імпульсу приводить до низької ефективності пристроїв, а в певних випадках до їхнього термічного руйнування. Визначальними чинниками вибору засобів захисту від комутаційних перенапружень являються допустимий рівень перенапружень для кожного типу устаткування і умови електробезпеки.

Список використаних джерел.

1. Основи електропостачання сільського господарства : Навчальний посібник / Коваленко О. І., Коваленко Л. Р., Мунтян В. О., Радько І. П. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011. 462 с.

2. Технічна політика НЕК “Укренерго” у сфері розвитку та експлуатації магістральних та міждержавних електричних мереж URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/10/Tehpolityka-redaktsiya-2019-dlya-rozmishhennya-na-sajti>. (дата звернення: 28.10.2021).

3. Василець С. В., Василець К. С. Техніка високих напруг: навчальний посібник [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2018. 187 с.

Науковій керівник: *Постнікова М.В., к.т.н., доцент кафедри ЕТЕМ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

Смуригін М. В., miha.smurygin@gmail.com

ВСП «Мелітопольський фаховий коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Людино-машинний інтерфейс (англ. Human machine interface, HMI) — термін, що охоплює інженерні рішення, котрі забезпечують взаємодію оператора з керованими ним машинами.

Під «машиною» в цьому випадку розуміється система з усіх технічних засобів, що бере участь у процесі вимірювання, контролю, сигналізації та керуванні, а під «людиною» – оператор-технолог, який бере безпосередню участь в процесі керування.

Сучасний стан розвитку технологічних процесів відрізняється великою кількістю параметрів контролю і керування. Звичайно, таке зростання і ускладнення систем керування викликане необхідністю покращення якості продукції, зменшення її собівартості, попередження та уникнення аварійних ситуацій, що ускладнює або унеможлиблює керування системою безпосередньо оператором - людиною. Кількість і швидкість зміни параметрів технологічних процесів останнім часом настільки зросла, що виникає необхідність переводу систем керування на інший рівень.

У більшості випадків, виникає необхідність переходу систем керування з «автоматизованих» до «автоматичних». Великий обсяг інформації вимагає від оператора виконання складних оперативних дій, прискорення реакції, необхідності одночасного контролю різнопланових ситуацій. Частина оперативного контролю приймає на себе «машина», тому гостро постає проблема створення людино-машинного інтерфейсу, як засобу взаємодії.

Створення систем людино-машинного інтерфейсу тісно пов'язане з ергономікою, охоплює створення робочого місця (крісла, столу, або пульта