

МОЖЛИВІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ АКТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ПЕРЕШКОД ТЯГОВОГО СТРУМУ У КОЛАХ СЦБ ТА ЗВ'ЯЗКУ ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ

Представив д.ф.-м.н., професор Гаверилук В.І.

Вступ

Пристрої автоматики та телемеханіки є найважливішими елементами технічного озброєння залізничного транспорту. Ці пристрої дозволяють ефективно вирішувати завдання перевізного процесу, сприяючи збільшенню пропускної здатності залізничних ліній, забезпечуючи безпеку руху поїздів, безперервний зв'язок між всіма підрозділами залізничного транспорту. Але водночас їх нормальне функціонування пов'язане з якістю сигналу сигнальних кіл.

Мета роботи

Мета роботи полягає у підвищенні надійності роботи останніх шляхом зниження впливу тягового струму використанням принципово нової системи фільтрації сигналу.

Матеріал і результати дослідження

Пристрої сигналізації, централізації, блокування (СЦБ) та зв'язку, що використовуються на залізничному транспорті, включають в себе широкий спектр обладнання, що різняться за своїм функціональним призначенням, але в сукупності виконує всі вказані вище завдання. До них відносяться засоби автоматики й телемеханіки, що регулюють рух поїздів на перегонах (електрожезлова система, напівавтоматичне блокування, автоблокування); пристрої станційного блокування, що виконують керування стрілками й сигналами на станції (електрична й механічна централізація стрілок); диспетчерська централізація, що поєднує систему автоблокування і централізацію стрілок; телефонний, телеграфний й інші види провідникового зв'язку, радіозв'язок; пасажирська автоматика тощо.

Для живлення кіл СЦБ, використовують так звані рейкові кола (РК), які постійно знаходяться під впливом різноманітних факторів, що впливають на нормальне функціонування систем сигналізації, централізації та блокування. Основою цих факторів є електричні явища, дія яких може призводити до тимчасового відключення або хибного спрацювання апаратури СЦБ. Під цим розуміється, в основному, інду-

кування в рейкові кола вищих гармонійних складових тягового струму [1].

Основою захисту або ліквідації негативного впливу такого явища на роботу пристроїв СЦБ, на сьогоднішній день, є використання різноманітних фільтруючих елементів. Їх призначення, як відомо - виділення серед значного числа параметрів (сигналів, числових значень тощо) того значення або діапазону, що відповідає конкретним потребам. Такі елементи, як і будь-яке інше обладнання, класифікуються за своїми параметричними ознаками, конструкцією, призначенням тощо. Але на сьогоднішній день до цих головних ознак додається ще й та елементна база на основі якої створений даний конкретний фільтр.

Виходячи з цього фільтри класифікуються на пасивні, такі, що складаються з резисторів, конденсаторів і котушок індуктивності, і активні, що містять у своєму складі окрім пасивних елементів ще й активні, такі як транзистори або мікросхеми.

На даний час, на залізницях України у широкому загалі використовуються саме пристрої на базі пасивних елементів. Але використання такого обладнання не завжди призводить до досягнення бажаного результату. Справа в тому, що таким фільтром досить важко виділити серед всього спектру частот ту, що дозволить безперешкодно працювати пристроям сигналізації, централізації та блокування. Тому головною ідеєю, що постає в даний час, є створення фільтру, який дозволить більш точно відокремити сигнальну частоту від частоти перешкоди і таким чином покращити умови роботи пристроїв СЦБ.

Застосування підсилювальних елементів вигідно відрізняє активні фільтри від фільтрів на пасивних елементах. Такі пристрої характеризуються значною кількістю переваг у порівнянні з пасивними аналогами[2]:

- здатність підсилювати сигнал, що лежить у смузі їхнього пропускання;
- легкість налаштування;

- відносно невеликі габарити і маса, з майже відсутньою залежністю від смуги пропускання, що особливо важливо при розробці пристроїв, що працюють у низькочастотній області;
- простота каскадного включення при побудові фільтрів високих порядків.

Однією з таких є наявність у структурі фільтру декількох кіл зворотнього зв'язку, що дають можливість контролювати сигнал зі зміною характеристик фільтру безпосередньо під час роботи системи.

Таким чином, все вище вказане дозволяє припускати, що реалізація фільтру СЦБ на сучасній елементній базі передбачає передусім використання принципу активної фільтрації сигналу.

Для перевірки працездатності таких фільтруючих елементів, а також можливості їх широкого використання у колах СЦБ необхідно

провести моделювання системи впливу тягового струму.

Дослідження роботи будь якого електричного, механічного та іншого обладнання неможливе без візуального спостереження та аналізу реальних процесів, що протікають під час його експлуатації. Проведення таких дій дозволяє точно оцінити поведінку того чи іншого пристрою за наявності впливу на нього різноманітних явищ, як фізичного так і електромагнітного характеру, а також виявити його недоліки та переваги.

Як вже вказувалось вище головною причиною нестабільної роботи пристроїв СЦБ є індуктування в сигнальні кола апаратури останніх вищих гармонійних складових тягового струму. Тому з урахуванням цього була створена фізична модель, що якраз і імітує поведінку тягового струму (рис.1).

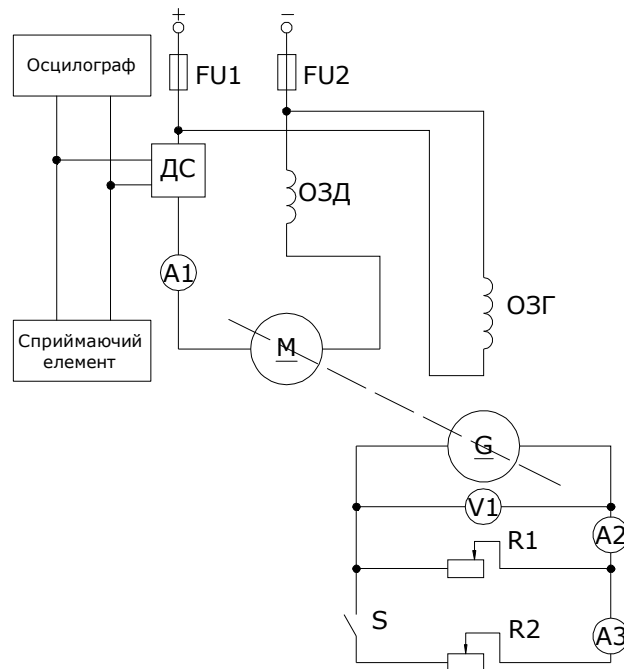


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки

Як видно з рис. 1 фізична модель представляє собою двигун постійного струму послідовного збудження, на валу якого в якості навантаження розміщений генератор постійного струму незалежного збудження, в якості навантаження якого виступають два водяні реостати R1 та R2. При цьому сприймаючий елемент, що входить до складу фізичної моделі використовується у якості приймача сигналу та містить у своєму складі фільтруючий елемент на базі мікроконтролера (рис. 2).

В даному випадку мікроконтролер виступає основою активного фільтруючого елементу, що

безпосередньо приймає та оброблює сигнал. Це пов'язано, в першу чергу, з його високою точністю та швидкістю обробки сигналу. Саме цей елемент пропонується використовувати у якості основи створення принципово нового активного фільтру сигналів кіл СЦБ.

Результатом роботи даної фізичної моделі є отримання та аналіз осцилограм досліджуваного сигналу – сигналу зміни струму, а також перевірка реакції сприймаючого елементу на цю зміну. Одна з таких осцилограм зображена на рис. 3.

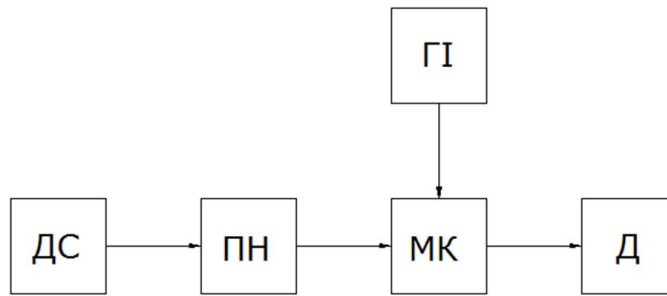


Рис. 2. Структурна схема сприймаючого елементу:

ГІ – генератор імпульсів; ДС – датчик струму; ПН – подільник напруги; МК – мікроконтролер; Д – світлодіод

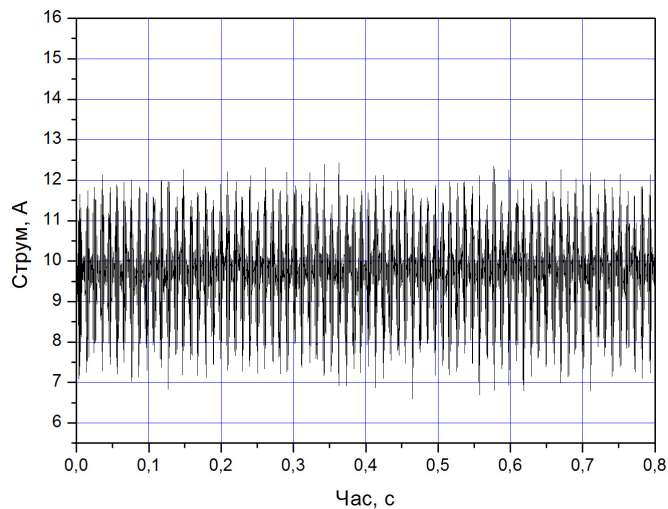


Рис. 3. Осцилограма зміни струму від часу в силовому колі двигуна фізичної моделі

З отриманого результату видно, що поруч з основною складовою силового струму в системі в широкому спектрі мають місце широкочастотні гармонійні складові, що можуть вносити значні негативні впливи на роботу тих чи інших пристроїв. В нашому випадку таким пристроєм є рейкове реле, робота якого безпосередньо пов'язана з забезпеченням безпеки руху поїздів.

Детальний розгляд отриманої осцилограми дійсно підтверджує те, що характер зміни сиг-

налів-перешкод є періодичним з різними частотними та амплітудними параметрами (рис. 4).

Як відомо нормальна робота пристроїв СЦБ та зв'язку обумовлена в першу чергу не лише надійністю їх структурних елементів, а й допустимими рівнями гармонійних складових мережевого струму [3]. Саме тому аналіз отриманих перешкод слід проводити з урахуванням вказаних вище факторів.

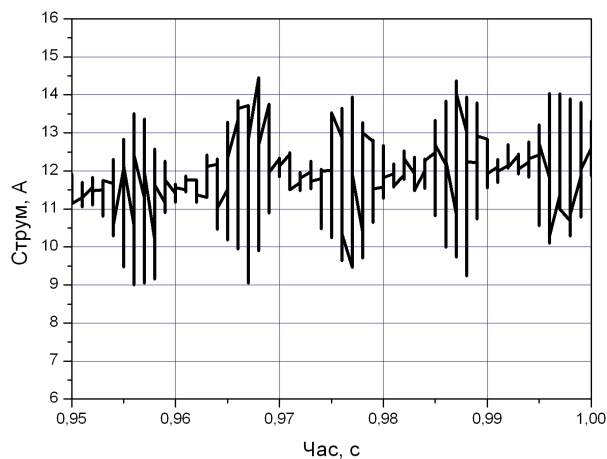


Рис. 4. Осцилограма зміни струму від часу в силовому колі двигуна фізичної моделі

Для оцінки гармонійного складу отриманого сигналу скористаємося відомим методом перетворення Фур'є. Цей метод дозволяє не тільки проілюструвати весь спектр вищих гармонійних сигналів, що містяться в даній осцилограмі, а й проаналізувати вплив останніх з урахуванням їх амплітуди та частоти.

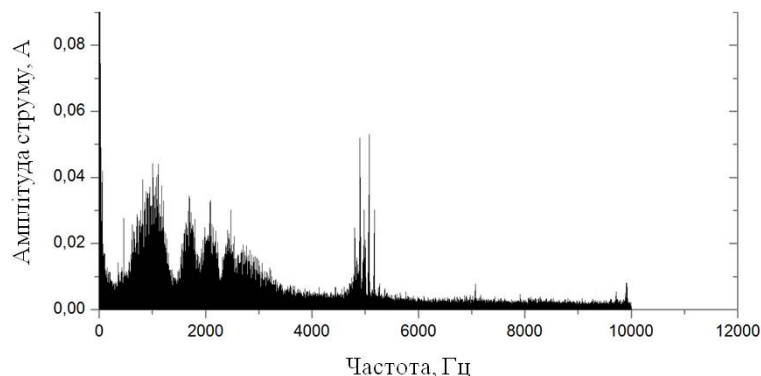


Рис. 5. Розподіл вищих гармонійних складових в силовому колі двигуна постійного струму

З отриманих результатів видно, що основними вищими гармонійними складовими, що можуть вносити значний вплив на ті чи інші пристрої є гармоніки з частотами 1072 Гц, 1765 Гц та 4980 Гц.

При цьому слід відмітити той факт, що серед вказаних частота 4980 Гц знаходиться у межах смуги частот 4963 – 5038 Гц, яка відноситься до частоти сигнального струму ліній СЦБ 5000 Гц [3].

Для перевірки працездатності фільтруючого елемента шляхом визначення реакції сприймаючого елемента необхідно задатися деяким опорним сигналом.

Сьогодні на залізничних станціях та перегонах на електричній тязі, що є переважаючою на залізницях України, широко застосовування знаходять реле типу ДСШ (двоелементне секторне штепсельне реле). Особливістю роботи такого обладнання є те, що його спрацювання відбувається лише за визначеної частоти сигнального струму [4]. При цьому вплив на котушку керування даного реле струму іншої частоти призводить до його відпускання.

Такі характерні особливості даного типу сприймаючого елемента дозволяють провести фізичну реалізацію принципів його роботи, та найголовніше, перевірити відповідність існуючих фільтруючих елементів своїм характеристикам.

Відомо, що будь які сигнали, які змінюються за періодичним законом у часі, в залежності від своєї частоти характеризуються різними значеннями крутизни фронту наростання. Так сиг-

Така обробка отриманої в результаті фізичного моделювання осцилограми дозволила отримати наступну картину розподілення вищих гармонійних складових відносно постійної складової струму в силовому колі двигуна постійного струму, що входить до складу моделі (рис. 5).

нали що мають меншу частоту зміни характеризуються значно меншою величиною останньої, в той час як більше значення частоти відповідає і більшій крутизни. Останнє твердження і було покладено в основу моделювання принципу роботи рейкового реле типу ДСШ.

Все вище вказане власне і дозволить перевірити можливість використання принципу активної фільтрації сигналів і, як наслідок, активних фільтрів на базі мікропроцесорної техніки у колах СЦБ та зв'язку.

Суть даного моделювання заключається у налаштуванні даного сприймаючого пристрою, що входить до складу фізичної моделі, на обрану частоту сигнального струму, а якщо точніше – на обрану крутизну фронту наростання. При цьому для зміни крутизни фронту наростання струму використовується другий реостат R2, що виконує функцію накидання навантаження і власне формує криву зміни струму у силовому колі двигуна.

В результаті проведеного моделювання були отримані осцилограми, що чітко пояснюють характер зміни струму та відповідну реакцію сприймаючого елемента (Рис. 6). З них видно, що незважаючи на наявність струму перешкоди, що накладається на основний сигнал, фільтр чітко виконує свою роботу. При цьому слід відмітити, що проведення аналогічного моделювання для пасивних фільтруючих елементів характеризувалось відсутністю належної фільтрації перешкоди.

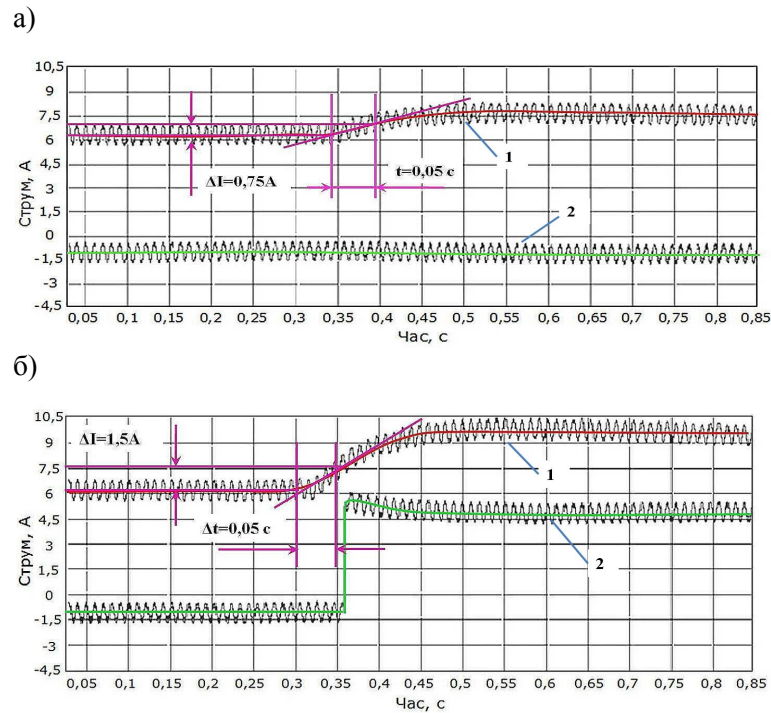


Рис. 6. Отримані результати моделювання: а) не спрацьовує; б) спрацьовує

Висновки

Загалом проведені дослідження дозволили отримати реальну картину гармонійного розподілу вищих гармонійних складових та вказати на наявність у струмі силового кола частот, що можуть здійснювати вплив на сигнальні кола залізниць. І що найголовніше, такий аналіз дозволив вказати на можливість та доцільність використання активних фільтрів у якості фільтруючих елементів у колах СЦБ та зв'язку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кондратьева Л. А. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: учебник для техникумов ж/д тр-та / Л. А. Кондратьева. – М.: Транспорт, 1983. – 232 с.
2. Хоровиц П. Искусство схемотехники [Текст]: в 2 т. / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. М. В. Гальперина. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 1986. – 593 с.
3. Поплаухин Э. Н. Пособие по ознакомлению с основными принципами работы и систе-

мами электроснабжения устройств СЦБ [Электронный ресурс] / Э. Н. Поплаухин, Н. В. Ожиганов. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2001. – Режим доступа: <http://пгупс.рф/index.php?PHPSESSID=hf16jkbej4r8ql>.

4. Казаков А. А. Станционные устройства автоматики и телемеханики [Текст]: учебник для техникумов ж/д тр-та / А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков. – М.: Транспорт, 1990. – 431 с.

Ключові слова: тяговий струм, перешкоди, пристрої залізничної автоматики, активна фільтрація.

Ключевые слова: тяговый ток, помехи, устройства железнодорожной автоматики, активная фильтрация.

Keywords: traction current, disturbance, railway traffic control devices, active filtration.