

іншому вузлу мережі здійснюється тільки на підставі її. За рахунок цього можливе створення наскрізного віртуального каналу, незалежного від середовища передачі і використовує будь-який протокол передачі даних.

MPLS як протокол некоректно порівнювати з протоколом IP, оскільки MPLS працює спільно з IP і протоколами маршрутизації (IGP). Основними перевагами технології IP / MPLS: більш висока швидкість просування IP-пакетів по мережі за рахунок скорочення часу обробки маршрутною інформації; технологія MPLS підтримує показники якості обслуговування QoS, надаючи різні класи обслуговування; дозволяє збалансувати навантаження в мережі за рахунок оптимізації використання смуги пропускання на недостатньо завантажених маршрутах, здійснюючи перерозподіл потоків (інжиніринг трафіку); повне відокремлення один від одного віртуальних корпоративних мереж VPN (Virtual Private Network) за рахунок створення для кожної з них своєрідних тунелів; прозорий пропуск через ядро IP / MPLS трафіку протоколів Ethernet, Frame relay або ATM, що дозволяє підключати користувачів, що використовують всі ці різноманітні протоколи; швидка ремаршрутизація при відмовах в каналах зв'язку.

Незважаючи на те, що перехід на MPLS дає переваги управління потоками даних (поліпшення надійності і підвищення продуктивності мережі), існує проблема втрати контролю потоків даних, що проходять через мережу MPLS, з боку звичайних IP-додатків.

Список використаних джерел

1. Гольдштейн Ф.Б., Гольдштейн Б.С. Технологія і протоколи MPLS. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 304с.
2. Оливейн В. Структура і реалізація сучасної технології MPLS. М.: Вільямс, 2004. 480с.

Чехунов Д. М., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 656.2

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖОПОТОКІВ ІЗ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВАНТАЖАМИ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ

План формування поїздів (ПФП) є основою системи організації вантажних залізничних перевезень в Україні. ПФП є стратегічним планом, який будується на річний період із можливістю сезонного корегування. Основним критерієм для побудови ПФП є витрати вагоно-годин на накопичення призначень і на їх переробку на шляху прямування.

Масові перевезення небезпечних вантажів (НВ) таких як, наприклад, нафта та нафтопродукти, є

традиційними для Української залізниці. Однак на протязі останніх років спостерігається тенденція не лише до збільшення обсягів перевезень, але й до значного розширення номенклатури НВ, які перевозяться залізницею на регулярній основі, зокрема й вибухонебезпечні, радіоактивні та отруйні матеріали.

За таких умов впровадження заходів, що спрямовані на зменшення ризиків при перевезенні НВ лише на тактичному й оперативному рівнях, шляхом формування систем управління ризиками на крупних сортувальних станціях, є недостатнім. Необхідними є також реалізація заходів управління ризиками на стратегічному рівні. Найбільш доцільним шляхом реалізації таких заходів є оптимізація плану формування поїздів з урахуванням мінімізації ризиків при організації вагонопотоків із НВ.

Запропоновано здійснити оптимізацію ПФП з метою мінімізації ризиків при організації вагонопотоків із НВ за допомогою введення в цільову функцію моделі штрафних функцій, які будуть мати вибірковий вплив на процеси накопичення і обробки вагонопотоків, що включають вагонопотоки із НВ. Такий підхід надасть можливість мінімізувати ризики при здійсненні перевезень НВ завдяки зменшенню часу накопичення составів, які включають до свого складу вагони із НВ, зменшення часу їх простою на окремих сортувальних станціях та зменшення кількості переробок поїздів, що містять вагони з НВ завдяки пошуку найбільш раціональних варіантів об'єднання струменів вагонопотоків та включення струменів вагонів з НВ до струменів, що прямують без переробки на більш далекі відстані. Для оцінки ризиків також доцільно використовувати поняття експозиції ризику.

Список використаних джерел

1. Verma, M. A Tactical planning model for railroad transportation of dangerous goods [Text] / M. Verma, V. Verter, M. Gendreau // Transportation Science. 2011, Vol. 45 № 2, p. 163–174.

*Семененко О. І., Супрун О. Д., Семененко Ю. О.
(УкрДУЗТ)*

УДК 621.331

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА АКТИВНОГО ФІЛЬТРА-СТАБІЛІЗАТОРА ПРИ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Вступ. Активний фільтр-стабілізатор (АФС) призначений для застосування в перетворювальних агрегатах тягових підстанцій постійного струму для активної фільтрації та стабілізації вихідної напруги [1]. Виконаємо дослідження динамічних характеристик

перетворювача АФС при несиметрії трифазної напруги живлення перетворювального агрегату.

Основна частина дослідження. Розглянемо еквівалентну схему [2] перетворювача АФС з двобічною ШІМ в режимі безперервного струму (рис. 1).

Часові діаграми напруг, які наведені на рис. 2, дозволяють проаналізувати динамічні процеси в перетворювачі напруги АФС з двобічною ШІМ.

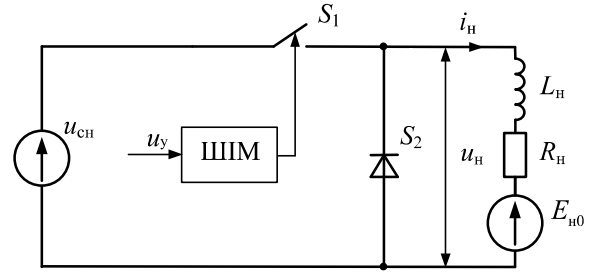


Рис. 1. Еквівалентна схема перетворювача напруги АФС з ШІМ

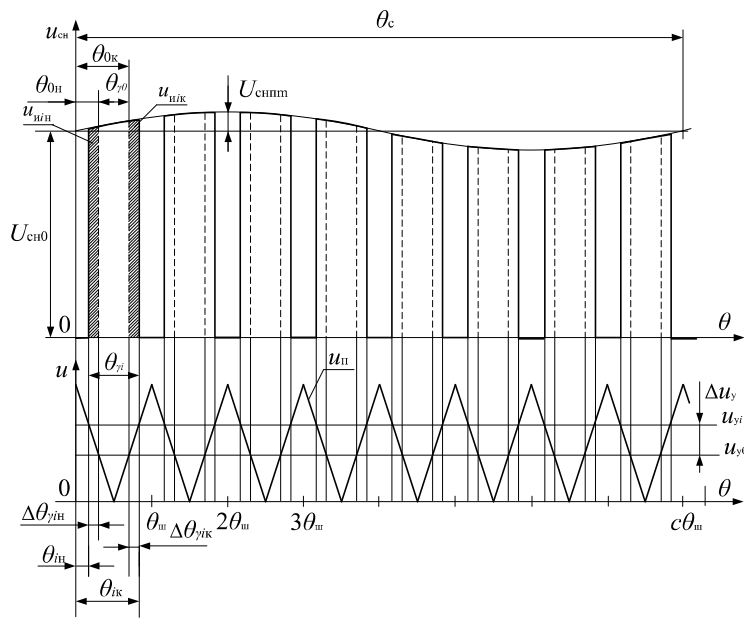


Рис. 2. Діаграми напруг перетворювача АФС з двобічною ШІМ

Розклавши рівняння, що встановлює зв'язок між прирощеннями вхідного Δu_y та вихідного Δu_n сигналів системи

$\Delta u_n[\Delta u_y(\theta_{in}; \theta_{ik})] = u_n(u_{y0} + \Delta u_y) - u_n(u_{y0})$, в узагальнений ряд Тейлора, обмежимося лінійними членами. Після ряду перетворень отримаємо:

$$\Delta u_n = \Delta u_y(\theta_{in}) \theta_{in} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{i=1}^c K_{nin} F_{in} \delta(\theta_{yi} - \theta_{in}) + \Delta u_y(\theta_{ik}) \theta_{ik} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{i=1}^c K_{nik} F_{ik} \delta(\theta_{yi} - \theta_{ik}), \quad (1)$$

де статичні коефіцієнти передачі САР для двох точок зустрічі визначаються як:

$$K_{nin} = \frac{d\theta_{in}}{du_n(\theta_{in})} \left[U_{сн0} + \sum_{v=2}^{\infty} U_{снvm} \sin(v\theta_{in} + \varphi_v) + \sum_{k=m}^{\infty} U_{снkm} \sin(k\theta_{in} + \varphi_k) \right]; \quad (2)$$

$$K_{nik} = \frac{d\theta_{ik}}{du_n(\theta_{ik})} \left[U_{сн0} + \sum_{v=2}^{\infty} U_{снvm} \sin(v\theta_{ik} + \varphi_v) + \sum_{k=m}^{\infty} U_{снkm} \sin(k\theta_{ik} + \varphi_k) \right], \quad (3)$$

динамічні коефіцієнти передачі (фактори пульсацій) відповідно:

$$F_{in}^{-1} = 1 - \frac{K_n T}{2T_1} \left(1 - b_1 \frac{\left(\frac{1 - e^{-\xi\gamma\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}} \right) e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}} + b_2 \frac{\left(\frac{1 - e^{-\xi\gamma\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}} \right) e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}} \right);$$

$$F_{ik}^{-1} = 1 + \frac{K_n T}{2T_1} \left(-b_1 \frac{e^{-\xi\gamma\frac{T}{T_\phi}} - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}} + b_2 \frac{e^{-\xi\gamma\frac{T}{T_\phi}} - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}}}{1 - e^{-\xi\frac{T}{T_\phi}} \right) \quad (4)$$

В результаті аналізу встановлено, що перетворювач АФС з двобічною ШІМ для малих значень прирощення сигналу керування являє собою амплітудно-імпульсний модулятор другого роду, у якому передача інформації здійснюється двома каналами (рис. 3).

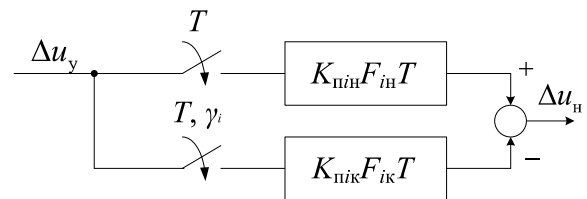


Рис. 3. Імпульсна модель перетворювача напруги АФС

Два ідеальних імпульсних елементи моделі мають період квантування, який дорівнює періоду ШІМ T перетворювача напруги АФС. Виконаємо модифіковане Z -перетворення передавальної функції приведеної неперервної частини САР і отримаємо умови процесу кінцевої тривалості:

$$T_1 = K_n K_1 T F_{in};$$

$$T_2^2 = T_\phi^2 \left(1 + K_n K_1 F_{ik} \frac{T}{T_1} \right);$$

$$\mu = a(T_2^2 - T_\phi^2) T_\phi \frac{\frac{F_{in}}{F_{ik}} - 1 + e^{a\gamma T} \left(\frac{T_2^2}{T_\phi^2} + 1 \right) \left[\cos \gamma \beta T + \frac{\xi}{a} \cdot \frac{T_2^2 + T_\phi^2}{T_2^2 - T_\phi^2} \sin \gamma \beta T \right]}{2T_2(T_2^2 + T_\phi^2) \cdot \sin \gamma \beta T} \left(1 + K_n K_1 F_{ik} \frac{T}{T_1} \right). \quad (5)$$

Висновки. Аналіз рівняння (1) та імпульсної моделі (рис. 3) показує, що динамічний зв'язок між прирощеннями вхідного Δu_y та вихідного Δu_n сигналів системи на кожному інтервалі дискретності ШІМ носить змінний характер. Така властивість перетворювача напруги АФС викликається змінами статичних K_{pin} , K_{pik} і динамічних F_{in} , F_{ik} коефіцієнтів передачі, що необхідно враховувати при описі процесів у замкненій САР.

Список використаних джерел

1. Семененко О.І. Активний фільтр-стабілізатор для випрямної установки тягової підстанції / О.І. Семененко, Ю.О. Семененко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – Харків:УкрДАЗТ. – 2016. – №4(119). – С. 29-33.
2. Shcherbak Ya. Analysis of dynamic characteristics of the active filter-stabilizer / Ya. Shcherbak, Yu. Semenenko, O. Semenenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, №2/8 (86). – 2017. – P. 10-15.