

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ  
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА  
INSTITUTE OF RAILWAY TRANSPORT, POLAND  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS (CNAM)  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



le cnam



## МАТЕРІАЛИ

**78 Міжнародної науково-практичної конференції  
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

## МАТЕРИАЛЫ

**78 Международной научно-практической конференции  
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»**

## PROCEEDINGS

**of the 78 International Scientific & Practical Conference  
«THE PROBLEMS AND PROSPECTS  
OF RAILWAY TRANSPORT DEVELOPMENT»**

**17.05 – 18.05.2018 г.**

Днепр  
2018

## НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### Голова наукового комітету:

Пшінько О. М. – д.т.н., професор, ректор Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)

### Заступники голови:

Радкевич А. В. – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної, економічної роботи, перспективного та інноваційного розвитку ДНУЗТ;

Мямлін С. В. – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних наукових зв'язків ДНУЗТ.

### Члени наукового комітету:

Zurkowski A. – PhD (Director of Institute of Railway Transport, Poland);

Massel A. – PhD (Deputy Director of Institute of Railway Transport, Poland);

Bialon A. – PhD (Head of the laboratory, Institute of Railway Transport, Poland);

Gilles Maléfan – Directeur Coordinateur Cnam Normandie, Directeur Cnam TCF;

Otto Plášek – Assoc. Prof., MSc., Ph.D. (BUT, Czech Republic);

Tomáš Apeltauer – Assoc. Prof., MSc., Ph.D. (BUT, Czech Republic);

Бобровський В. І. – д.т.н., професор, головний науковий керівник Гіркововипробувальної ГНДЛ;

Бубнов В. М. – д.т.н., професор, Генеральний конструктор-директор ТОВ «ГСКБВ» (за згодою);

Булат А. Ф. – д.т.н., академік, директор Інституту геотехнічної механіки НАН України (за згодою);

Вайчюнас Гедимінас – д.т.н., Вільнюський технічний університет ім. Гедимінеса (Литва) (за згодою);

Вакуленко І. О. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Гаврилюк В. І. – д.ф.-м.н., професор ДНУЗТ;

Гетьман Г. К. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Довганюк С. С. – д.і.н., професор ДНУЗТ;

Зеленько Ю. В. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Капіца М. І. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Калівода Я. – професор Празького технічного університету (Чехія) (за згодою);

Кангожин Б. Р. – д.т.н., професор, виконавчий директор з наукової роботи КазАТК (Республіка Казахстан) (за згодою);

Костенко А. М. – головний інженер, заступник директора ДП «Науково-дослідний та проектно-вишукувальний інститут транспортного будівництва КИЇВДІПРОТРАНС» (за згодою);

Кривчик Г. Г. – д.і.н., професор ДНУЗТ;

Курган М. Б. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Ломотько Д. В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Транспортні системи та логістика» Української державної академії залізничного транспорту (за згодою);

Манашкін Л. А. – д.т.н., професор Технологічного університету Нью-Джерсі (США) (за згодою);

Муха А. М. – д.т.н., професор ДНУЗТ;

Науменко Н. Ю. – к.т.н., старший науковий співробітник, завідувач відділу динаміки багатовимірних механічних систем Інституту технічної механіки НАН України (за згодою);

Негрей В. Я. – д.т.н., професор, перший проректор Білоруського державного університету транспорту (за згодою);

Приходько В. І. – к.т.н., професор, голова наглядової ради ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (за згодою);

Радченко М. О. – д.т.н., старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту транспортних систем і технологій «Трансмаг» НАН України (за згодою);

Сладковскі А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри логістики і промислового транспорту Сілезького технічного університету (Польща);

Тараненко С. Д. – к.т.н., генеральний директор ПАТ «Дніпропетровський стрілочний завод» (за згодою);

Тютюкін О. Л. – д.т.н., доцент ДНУЗТ;

Урсуляк Л. В. – к.т.н., доцент ДНУЗТ;

Хачапурідзе М. М. – к.т.н., старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Інституту транспортних систем і технологій «Трансмаг» НАН України (за згодою).

### **ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Мямлін С. В. – д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних наукових зв'язків ДНУЗТ – голова;

Кузнецов В. Г. – д.т.н., професор, начальник відділу ВУП – заступник голови;

Руденко Д. В. – докторант, завідувач відділом АСУ НДР НДЧ – відповідальний секретар.

Вострокнута І. В. – зав. відділом інтелектуальної власності;

Іліч К. П. – технік 3 категорії НДЧ.

## СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТРИФАЗНОГО ЧОТИРИКВАДРАНТНОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА З ПОСТІЙНОЮ ЧАСТОТОЮ КОМУТАЦІЇ СИЛОВИХ КЛЮЧІВ

Нерубацький В. П., Плахтій О. А.

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна, м. Харків

V. Nerubatskyi, O. Plakhtiy. Control system of a three-phase four-quadrant active rectifier with a constant switching frequency of power switches.

The thesis describes the control system of an active four-quadrant rectifier based on pulse width modulation. Its advantage is the possibility of reducing the switching frequency of AVN keys from tens to kilohertz, which facilitates the physical realizability of the converter, and also causes a decrease in dynamic losses in the keys and an increase in efficiency.

Однією з найбільш добре зарекомендувавших себе схем активних трифазних випрямлячів з корекцією коефіцієнта потужності є схема активного трифазного підвищуючого випрямляча напруги (далі АВН) на базі схеми автономного інвертора напруги (рис. 1).

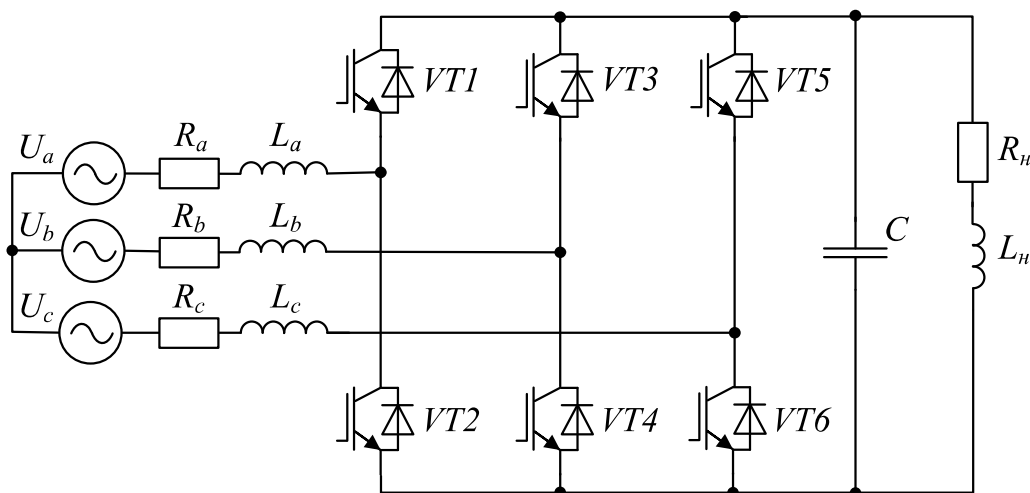


Рис. 1. Активний підвищуючий випрямляч з корекцією коефіцієнта потужності

До складу даного перетворювача входить шість керованих ключів з паралельними діодами ( $VT1-VT6$ ); три вхідних дроселів  $L_a, L_b, L_c$ ; три вхідних опори  $R_a, R_b, R_c$ , що враховують активні опори вхідних дроселів, вихідний конденсатор  $C$  і  $RL$ -навантаження.

Наявність повністю керованих ключів дозволяє досягати максимального ефекту в керуванні випрямлячем. Такі ключі можуть бути реалізовані на IGBT, MOSFET або GTO приладах. Це дозволяє виконувати комутацію ключів з частотою кілька кілогерц.

Основними перевагами активного підвищуючого випрямляча є низький вміст вищих гармонік вхідного струму, близький до одиниці  $\cos\varphi$ , реалізація двобічної передачі енергії, регулювання коефіцієнта потужності, можливість регулювання і стабілізації вихідної напруги. На відміну від активного трифазного понижуючого випрямляча, АВН підвищуючого типу дозволяє реалізувати двонаправлену передачу потужності без зміни полярності вихідної напруги, що є суттєвою перевагою даного типу перетворювача.

В активному трифазному чотириквadrантному випрямлячі значною перевагою широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) перед гістерезисною модуляцією є можливість зниження частоти комутації ключів АВН з десятків до одиниць кілогерц, що полегшує

фізичну реалізованість перетворювача, а також обумовлює зниження динамічних втрат в ключах і підвищення ККД. Запропонована структурна схема системи керування АВН з широтно-імпульсною модуляцією представлена на рис. 2.

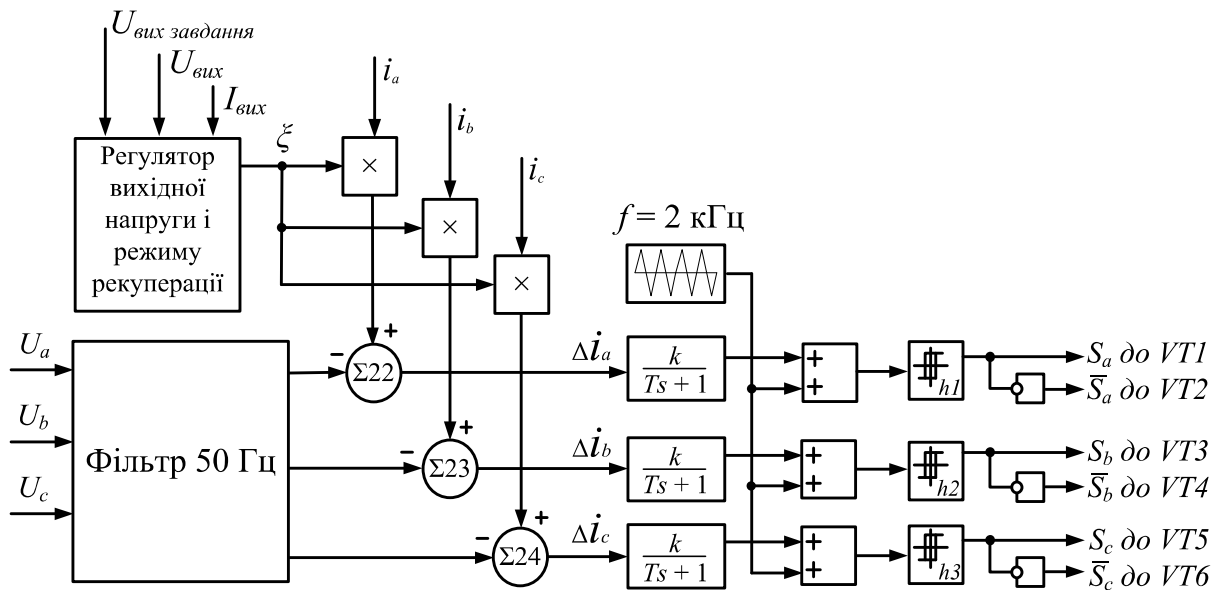


Рис. 2. Система керування активного трифазного випрямляча з ШІМ

На рис. 2 прийняті наступні позначення:  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  – сигнали миттєвих значень фазних напруг;  $i_a$ ,  $i_b$ ,  $i_c$  – сигнали миттєвих значень фазних струмів;  $U_{\text{вих завдання}}$  – сигнал завдання величини вихідної напруги;  $U_{\text{вих}}$  – сигнал датчика вихідної напруги,  $I_{\text{вих}}$  – сигнал датчика струму навантаження.

Представлена на рис. 2 система керування АВН має сигнал неузгодженості миттєвих значень фазних струмів і сигналу завдання, що через аперіодичну ланку подається на широтно-імпульсний модулятор.

Сигнал завдання в системі керування формується безпосередньо в системі  $abc$ -координат шляхом виділення перших гармонік фазних напруг, або шляхом застосування перетворень систем координат  $abc$  в інші системи координат:  $\alpha\beta 0$ ,  $pqr$ ,  $dq 0$ .

В системі керування АВН з ШІМ відбувається порівняння сигналу неузгодженості  $\Delta i$ , отриманого між сигналом завдання фазного струму і фазної напруги мережі, з пилкоподібним сигналом ШІМ, частота якого перевищує частоту мережі на кілька порядків. Пилкоподібний сигнал має постійну амплітуду і частоту, що призводить до роботи ключів на фіксованій частоті комутації.

Вибір величини індуктивності вхідних дроселів АВН в режимі широтно-імпульсної модуляції є важливим питанням при проектуванні. За умови вибору меншого значення індуктивності вхідних дроселів АВН, наростання і спад струму може відбуватися швидше наростання і спаду опорного сигналу ШІМ, що є причиною виникнення хибних перемикачів. Для запобігання помилкових спрацьовувань всистемі керування введено аперіодичну ланку, яке виконує функцію фільтру низьких частот. Цією ланкою з сигналу неузгодженості виділяється перша гармоніка. В результаті цього наявність в системі керування АВН з ШІМ аперіодичної ланки дозволяє поліпшити гармонічний склад вхідного струму і зменшити індуктивності вхідних дроселів перетворювача, що покращує його масогабаритні показники і вартість.

ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМ ГОЛІКС.М., ІВАНОВ О.П.....	
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТРИФАЗНОГО ЧОТИРИКВАДРАНТНОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА З ПОСТІЙНОЮ ЧАСТОТОЮ КОМУТАЦІЇ СИЛОВИХ КЛЮЧІВ НЕРУБАЦЬКИЙ В.П., ПЛАХТІЙ О.А.....	108
ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КАР'ЄРНИМ ТРАНСПОРТОМ ГЕТЬМАН Г.К., ВАСИЛЬЄВ В.Є.....	110
ВИЗНАЧЕННЯ СФЕРИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ В ПАСАЖИРСЬКОМУ РУСІ ЕЛЕКТРОВОЗА ДСЗ АРПУЛЬ С. В., ДЕМЧУК Р. М.,ТУРОВЕЦЬ Д. А.,БОНДАРЕНКО І. В.....	111
УТРИМАННЯ СУЧАСНОГО НАУКОЄМНОГО ТЯГОВОГО ТА МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ МИХАЙЛЕНКО Ю.В.....	112
METHODS OF INTELLECTUAL COMPUTER NETWORKS CYBERSECURITY EVALUATION GONCHAROVA L. L.....	112
THE INTELLIGENT COMPUTER NETWORKS OF POWER SUPPLY MANAGEMENT ORGANIZATION METHODS STASIUK O. I.....	113
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ БОРТОВОГО ЄМНІСНОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ ПРИ ВІДОМИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТРОПОЛІТЕНУ СУЛИМ А. О., МЕЛЬНИК О. О., ХОЗЯ П. О., ШМАКОВ С. В.....	114
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ВЛ11М «БУРАН» БОЙЧЕНКО А. Н., МАКСИМОВ И. Ю., ТРИМБАЧ Я. В., ЧЕРЕВКО В. Л.....	116
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ВЗАЄМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО ТА ПУЛЬСУЮЧОГО СТРУМУ АФАНАСОВ А. М., ДРУБЕЦЬКИЙ А. Ю.....	117
ЗАЛІЗНИЧНИЙ КОРИДОР БАКУ – ТБІЛІСІ – КАРС ГЕТЬМАН Г. К., ГОЛІК С. М., ІВАНОВ О. П.....	119
<b>СЕКЦІЯ 7 «ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ».....</b>	<b>120</b>
РОЗРОБКА І ВИПРОБУВАННЯ КОНТАКТНИХ ВСТАВОК ДЛЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ БАБ'ЯК М. О.....	120
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ КОНТАКТНИХ ПЛАСТИН СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ БАБ'ЯК М.О.,ГОРОБЕЦЬ В.Л.....	121
ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ ГРКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТОЧКОВИХ ВАГОННИХ УПОВІЛЬНЮВАЧІВ БАНДРІВСЬКИЙ П.П., ГЕРА Б.В...	122
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДСП БАРДАСЬ О. О.....	124
ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ СТАНЦІЙ БАРДАСЬ О. О.....	125
УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ	126