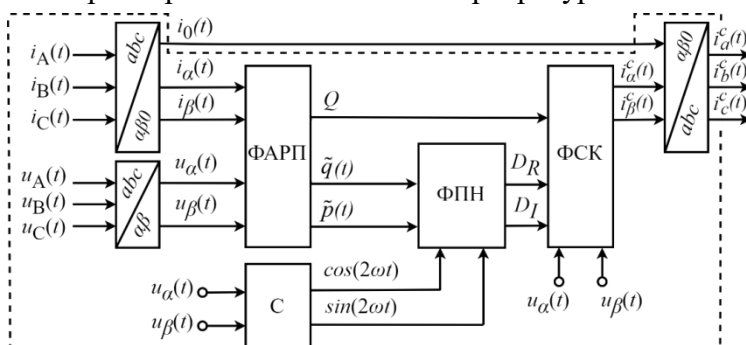


Розроблено метод керування гібридними перетворювачами електроенергії відновлюваних джерел потужністю до 5 кВт, що забезпечує роботу в мережевому й автономному режимах з вхідною напругою 32–300 В та вихідною 220 В 50 Гц. Метод дає змогу оптимізувати відбір енергії, заряд і розряд акумуляторів, а також передачу надлишкової енергії в мережу, що підвищує надійність і знижує вартість пристроїв. Ефективність запропонованого методу підтверджено патентом України та результатами практичної експлуатації гібридних електростанцій малої потужності (до 5 кВт), які функціонують на основі дослідних зразків розроблених перетворювачів. (чл.-кор. НАН України В.М. Михальський, В.О. Войтех).

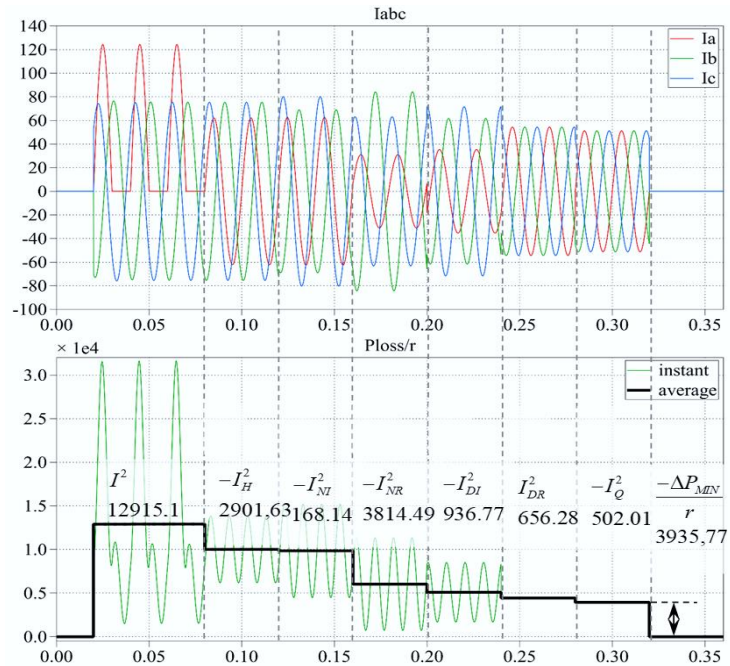
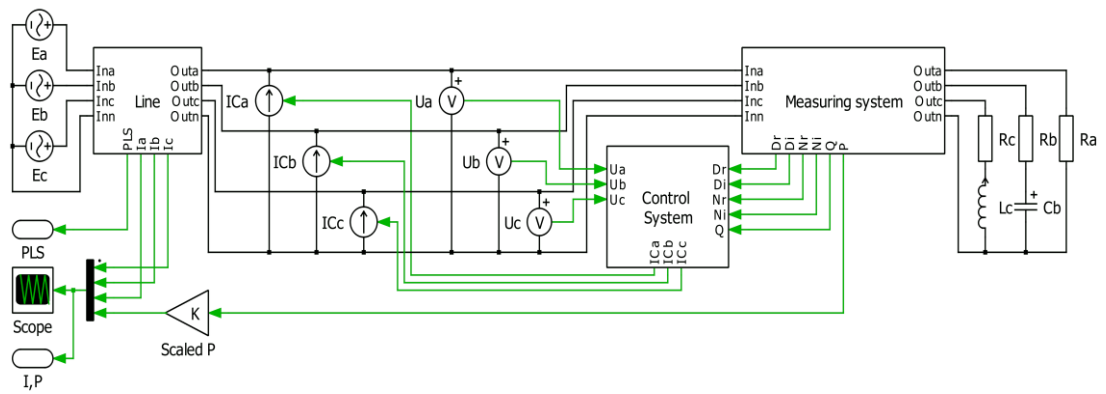


Новий метод керування дозволяє працювати як на загальну мережу, так і в автономному режимі із можливістю живлення від відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та (або) акумуляторів із вхідною напругою від 32 до 300 В та вихідною 220 В, 50 Гц (параметрами загальної мережі) із THD вихідного струму у мережевому та автономному режимі не більше 5% та автоматичним переходом з мережевого на автономний режим та навпаки. Алгоритм забезпечує максимально можливий відбір енергії від відновлюваних джерел, заряд та розряд накопичуючих акумуляторів, а також віддачу зайвої електричної енергії у загальну мережу, за її наявності.

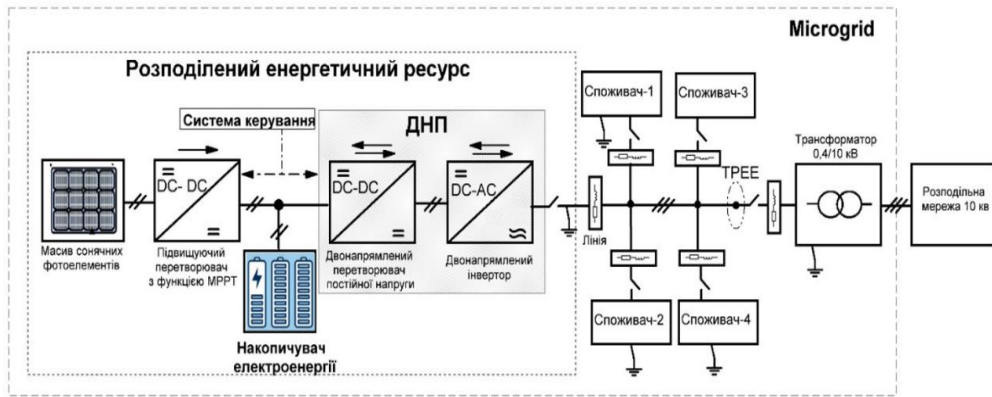
Запропоновано стратегію миттєвої активної фільтрації, яка формує активний струм в лінії передачі для мінімізації потужності миттєвих втрат краще, ніж інші відомі стратегії за великих опорів нейтралі. Розроблено систему керування паралельним активним фільтром чотириввідної трифазної мережі, що реалізує багатоваріантне пропорційно-векторне формування миттєвих струмів джерела з можливістю вибору одного з двадцяти алгоритмів керування. Запропоновані підходи забезпечують підвищення якості електроенергії та економії енергоресурсів та можуть бути застосовані в системах



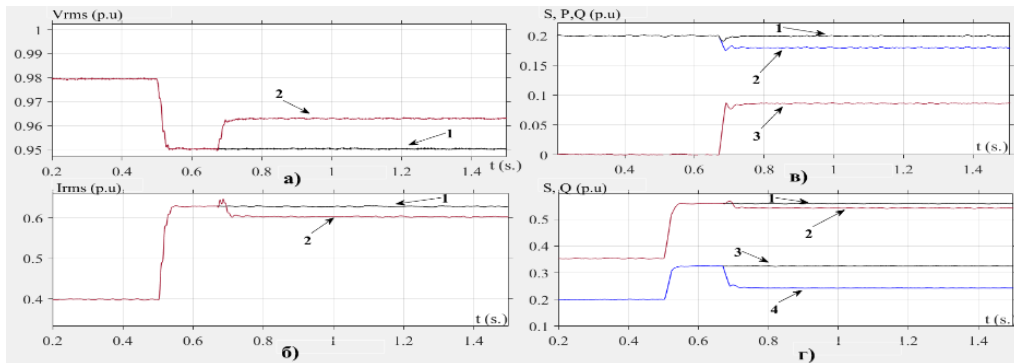
розосередженої генерації для зниження втрат, покращення енергоефективності та забезпечення стабільної якості електроенергії в промислових та енергетичних мережах. (чл.-кор. НАН України В.М. Михальський, І.А. Шаповал, В.В. Чопик).



Розроблено нову імітаційну модель двонапрявленого напівпровідникового перетворювача для установок зберігання енергії (УЗЕ), які можуть бути підключені до електричних мереж систем розподілу зі значною часткою нелінійних навантажень та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). В розробці враховано вимоги стандартів ДСТУ EN 50549-1:2022 та STD IEEE 1547-2018 щодо регулювання рівня активної і реактивної потужностей та якості мережевого струму. Запропонована імітаційна модель дозволяє проводити комплекс розрахунків для визначення параметрів впливу роботи вказаного обладнання на показники якості електропостачання в мережі. Вперше запропоновано методику визначення граничних рівнів емісії завад (гармонік та інтергармонік струму, флікеру та коливань напруги) від такого генеруючого обладнання потужністю більше 50 кВА, як УЗЕ та ВДЕ, що приєднується до мереж низької та середньої напруги, і яке не підпадає під дію гармонізованих стандартів щодо емісії гармонік струму в мережу. Положення методики засновані на рекомендаціях технічних звітів МЕК по забезпеченню електромагнітної сумісності. Отримані результати буде передано в НЕК «Укренерго» для використання при розробленні типових технічних умов на приєднання згаданих генеруючих пристроїв для Кодексу системи передачі України. (акад. НАН України А.Ф. Жаркін, Д.О. Малахатка, А.Г. Пазеєв, С.О. Палачов)

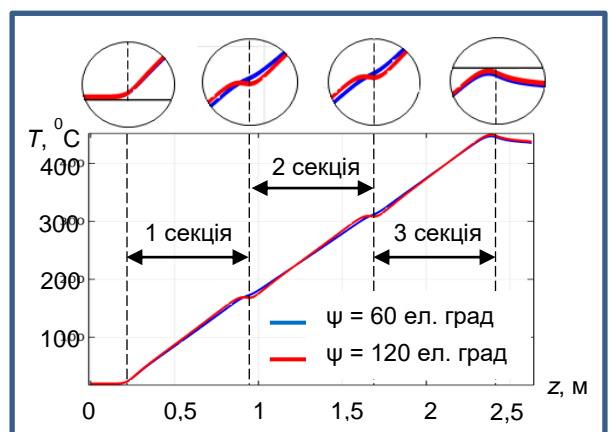


Структурна схема мережі. ТРЕЕ – точка розподілу електроенергії



Розраховані значення напруги, струмів, повної потужності та її складових в ТРЕЕ

Розроблено нову комп'ютерну модель електротеплових процесів при електроіндукційній термообробці циліндричних алюмінієвих заготовок для виробництва силових кабелів. Визначено шляхи підвищення ефективності індукційної установки при пресуванні катанки для струмопровідних жил кабелю. Обґрунтована доцільність та рекомендовано до використання трифазний індуктор з тришаровою намоткою, що дозволяє на 23 % збільшити ККД наявних індукційних установок. (акад. НАН України А.К. Шидловський, Ю.М. Гориславець).



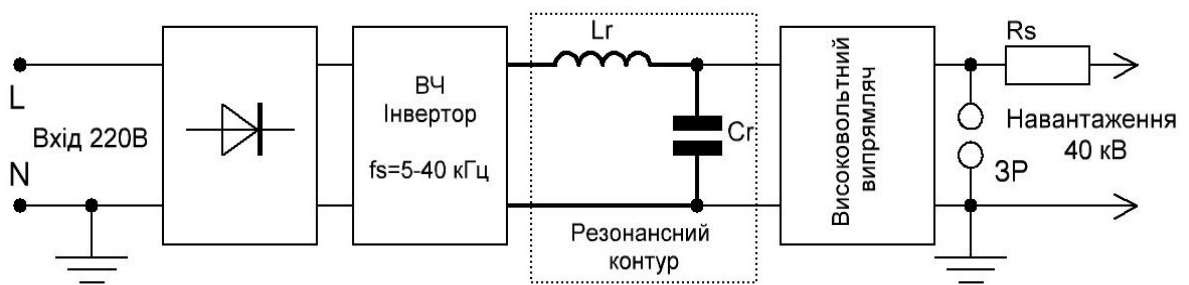
Індукційна установка для градієнтного нагрівання алюмінієвих заготовок перед пресуванням

Розподіл температури по довжині заготовок при трифазному живленні індуктора

Використовуючи методи багатомасштабного моделювання мультифізичних процесів, обґрунтовано нове електрофізичне явище – недопустиме синергетичне збурення електричного поля близько розташованими мікрodefектами в ізоляції сучасних кабелів і самоутримних ізольованих проводів (СПП), яке може викликати руйнацію ізоляції без появи

критичних усереднених напруженостей поля. Розробка методик, які урахують нове руйнівне явище в ізоляції кабелів і СП, та впровадження цих методик на Харківському заводі "Південкабель", забезпечили підвищення якості кабельно-провідникової продукції для вітчизняних АЕС, теплових станцій, ВПК, металургійних підприємств та інших енергоспоживачів України. (акад. НАН України Щерба А.А.).

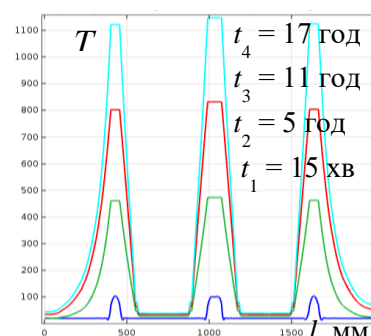
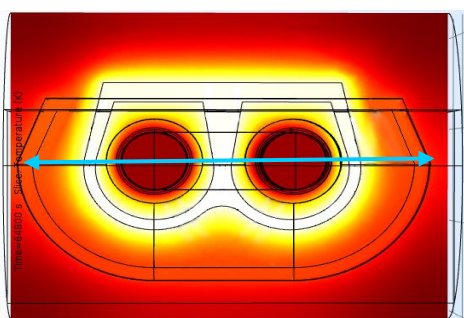
Розроблено нові принципи побудови мобільних високовольтних безтрансформаторних електротехнічних систем резонансного типу на основі послідовного високодобротного індуктивно-ємнісного контуру та регульованого високочастотного резонансного струму, що викликає багатократне підвищення напруги на навантаженні – високовольтній ізоляції турбогенераторів, силових кабелів та інших енергооб'єктів критичної інфраструктури України. (акад. НАН України Щерба А.А., к.т.н. Вінниченко Д.В.).



Структурна схема високовольтного ЕТС резонансного типу

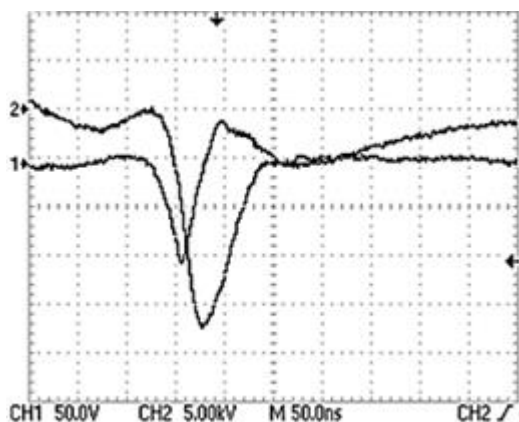
Розроблено методики, технологічні й конструктивні рішення з виготовлення надгнучких малоіндуктивних електропроводів, стійких до високочастотних вібрацій, агресивних середовищ, температур і тисків, які виникають в мережах авіаційної і наземної техніки спеціального призначення. Результати впроваджено в лініях виробництва інноваційної електротехнічної продукції для бортових мереж літаків, гелікоптерів, танків, бронетранспортерів, залізничного і автотранспорту. Це вирішило стратегічну проблему України з імпортозаміщення наукоємної електротехнічної продукції з високою доданою вартістю. (акад. НАН України Щерба А.А., д.т.н. Подольцев О.Д.)

Розроблено нову тривимірну математичну модель аналізу електромагнітних і теплових процесів у мідному розплаві та багат шаровій ізоляції промислових електроіндукційних установок виробництва катанки з вмістом міді 99,99% і метод неруйнівного контролю технічного стану цих установок з урахуванням умов змінення температури на їх поверхні та впливу деградації ізоляції на якість катанки. Модель і метод впроваджено в установці URCAST заводу "Південкабель" для виготовлення мідної катанки найвищої якості для спеціалізованої кабельно-провідникової продукції за п.3. (д.т.н. Щерба М.А.)



Зміна температури T : а – в поперечному перерізі індуктора; б – по лінії перерізу індуктора і шаблону

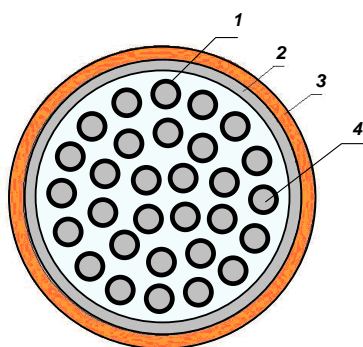
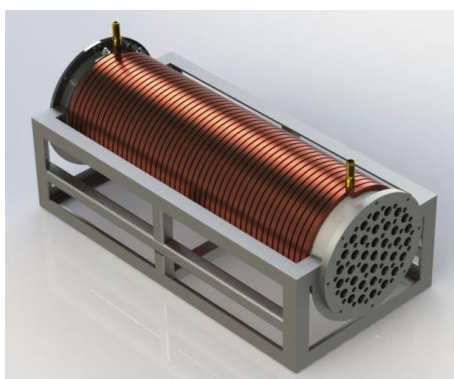
На підставі експериментальних та теоретичних досліджень визначено умови існування гомогенного імпульсного бар'єрного розряду в повітрі атмосферного тиску за якого інтенсивність генерації хімічно активних сполук в плазмі виявляється найбільшою у порівнянні з іншими видами розрядів за мінімальними витратами електричної енергії (до 40 г/кВт*год при розкладанні стійких хімічних сполук розчинених у воді). (чл.-кор. НАН України, проф. І.П. Кондратенко, І.В. Божко, В.О.Берека)



Характерні для ІБР при амплітудній напрузі $U_m \approx 22,5$ кВ осцилограми струму $i(t)$ (крива 1) та напруги $u(t)$ (канал 2) на електродній системі. (Амплітудна густина струму ~ 10 А/см²)

Встановлено, що цей розряд представляє собою сукупність електронних лавин з поверхневою густиною на електродах ($10^3 - 10^5$) см⁻². Головними чинниками, що впливають на однорідність розряду, є крутизна фронту імпульсу напруги на газовому проміжку та величина проміжку. Доведено, що стійкий однорідний розряд при крутизні фронту імпульсу $\sim 0,3$ кВ/нс можливий лише в проміжках довжиною 0,25–0,5 мм. При зростанні крутизни до $\approx 1,5$ кВ/нс цей діапазон розширюється до ≥ 4 мм. Збільшення частоти повторення імпульсів напруги понад ≈ 200 Гц підвищує стійкість та однорідність розряду. Отримані наукові результати використовуються для створення електротехнічного обладнання в системах очищення та знезараження води та виробництва озону.

На основі методу вторинних джерел удосконалено математичну модель для аналізу квазістаціонарного електромагнітного процесу в трифазній індукційній установці з розгалуженим завантаженням з урахуванням нелінійних властивостей феромагнітних елементів. Шляхом порівняння розрахункових і експериментальних результатів по визначенню енергетичних характеристик індукційної установки доведено доцільність використання ефективної кривої намагнічування, яка визначається на базі основної кривої намагнічування для стаціонарного магнітного поля. Метод розрахунку у вигляді програмного продукту використовується для визначення енергетичних характеристик циліндричних одно- та трифазних індукційних установок широкого спектру застосування. (чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Кондратенко І.П., д.т.н., проф. Жильцов А.В.)



Циліндричний індуктор із завантаженням у вигляді пучка труб:
1 – завантаження індуктора;
2 – теплоізоляція;
3 – індуктор;
4 – теплоносій.

ПЕРЕВАГИ:

- точно враховується магнітне поле розсіювання;
- максимально враховується симетрія магнітної системи;

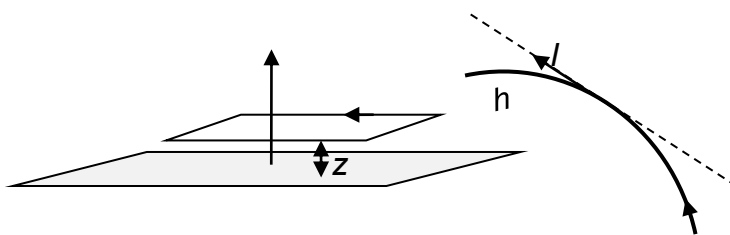
- мінімальна розрахункова область;
- раціонально використовуються обчислювальні ресурси;
- дозволяє провести аналіз впливу вихрових струмів у завантаженні на додаткові втрати в обмотці індуктора;
- розраховується як потужність теплових втрат в цілому так і рівномірність їх розподілу у завантаженні.

На базі точного аналітичного розв'язку задачі дифузії тривимірного електромагнітного поля в електропровідне середовище розроблено наблизені математичні моделі для стандартних джерел зовнішнього імпульсного поля з можливістю застосування принципу суперпозиції: прямолінійного струму і магнітного моменту, що довільно орієнтований відносно поверхні. У розроблених наблизених математичних моделях неоднорідного поля застосована встановлена при сильному скін-ефекті особливість, яка полягає у тому, що розподіл поля в електропровідному середовищі повністю визначаються загальним полем на поверхні тіла. (чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Кондратенко І.П., д.т.н., проф. Васецький Ю.М.).

Електромагнітне поле в електропровідному тілі

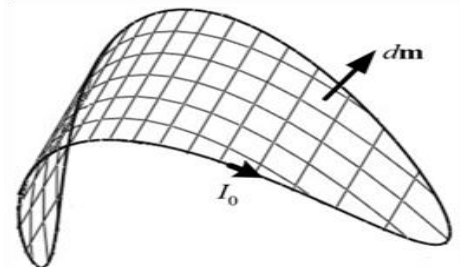
$$E=(iz/d)E(z=0); H=(iz/d)H(z=0)$$

Прямолінійний струм



$$\delta=[2/(\omega\mu_0\gamma)]^{1/2}$$

Магнітний момент



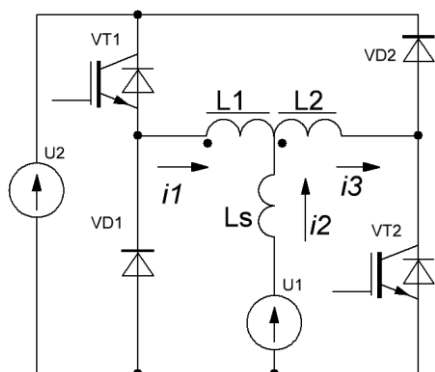
Застосування отриманих виразів дозволило значно спростити розрахунок тривимірного імпульсного поля, густину струму та поверхневого механічного тиску при магніто-імпульсній обробці металевих виробів за рахунок досягнення магнітопластичного ефекту. Передбачається використання розробленого методу розрахунку для визначення режимів обробки зварних швів тонколистових виробів (1-3 мм) після зварювання та в процесі зварювання.

Виконано комплекс досліджень щодо узагальнення основних положень декомпозиції трансформаторно-ключових виконавчих структур перетворювачів ТКВС (multi-level converters) напруги з позицій забезпечення високої ефективності використання задіяних у них N силових напівпровідникових приладів НПП (діодів Д та тиристорів Т). Визначено, що орієнтовані на живлення електротехнічного та електротехнологічного обладнання перетворювачі напруги на основі ефективних ТКВС з дискретно-разовим керуванням (discrete time control) забезпечують необхідну зміну вихідної напруги у заданому діапазоні без генерування завад у мережу та навантаження (д.т.н., проф. Липківський К.О., к.т.н. Можаровський А.Г.).

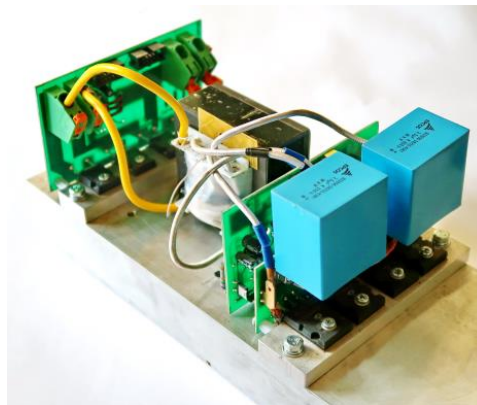
Розроблено та обґрунтовано концепцію вдосконалення структури асиметричного інвертора з двохобмотковим дроселем для модульної системи живлення потужністю до 20 кВт для електротехнологічного обладнання з використанням додаткового індуктора. Розроблено нові математичні моделі та методику аналізу даного інвертора, що спрощує та уточнює розрахунок на стадії проектування. Використання розробленої концепції дозволяє зменшити статичні та динамічні втрати енергії в системі живлення та підвищити тим самим її енергоефективність. Розроблено та створено експериментальні макетні

зразки перетворювачів для електротехнологічного обладнання потужністю 3 кВт 100 кГц та 20 кВт 29 кГц з метою подальшого опрацювання схемотехнічних рішень. (Мартинів В.В., Руденко Ю.В.)

Структурна схема інвертора



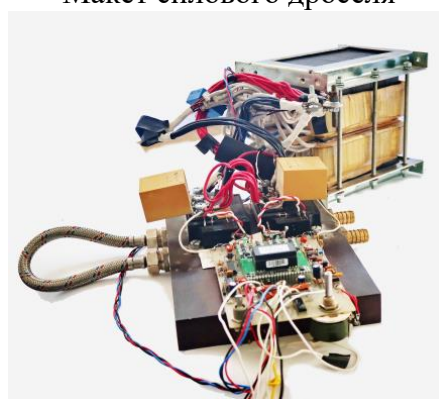
Макет силового модуля



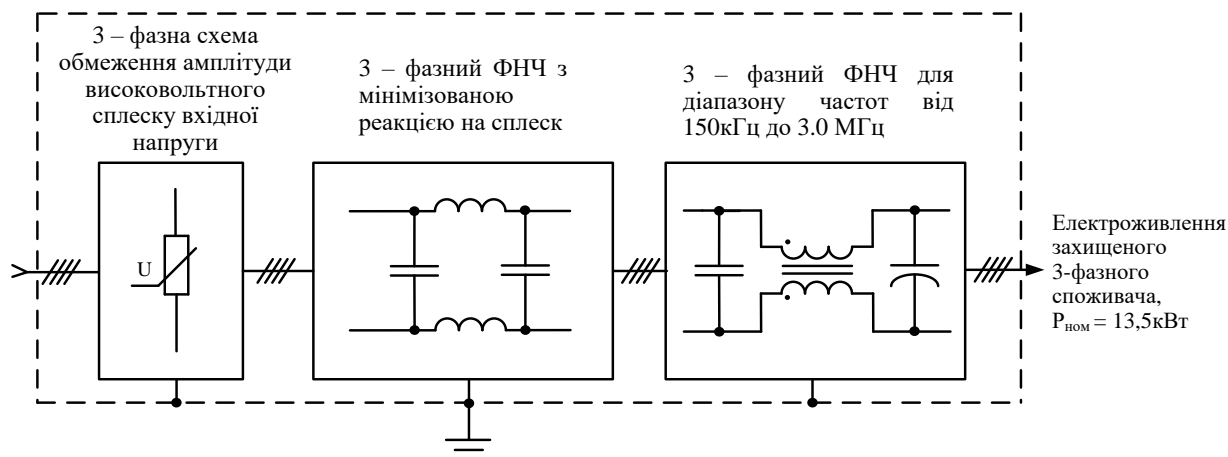
Макет плати керування



Макет силового дроселя



Запропоновано схему для ефективного захисту засобів обробки інформації з обмеженим доступом від короткочасних високовольтних імпульсних завад великої енергії з амплітудою до 4-х кВ з мережі електроживлення та захисту інформації від витоків колами електроживлення на частотах від 150 кГц до 1000 МГц і вище, що є актуальним для сучасних засобів обробки такої інформації. Крім того, дана схема дає змогу зменшити струм витоків у колі «фаза-корпус-заземлення», що підвищує електробезпеку запропонованого пристрою. (Павловський В.О., Юрченко О.М., Гурін В.К., Герасименко П.Ю.) (Грант НФДУ).



Пристрій для ефективного захисту кіберінфраструктури від кіберрозвідки та кібердій противника

Переваги протизавадного пристрою

1. Має високий ступінь захисту від імпульсних перенапруг в електромережі.
2. Забезпечує безперебійну роботу захищеного пристрою, навіть в режимі дії інтенсивних завад в електромережі.