

## Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу Витяганця Андрія Івановича «Магніторезистивний перетворювач активної потужності в радіотехнічних системах», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 «радіотехнічні та телевізійні системи» та - електроніка та телекомунікації.

1 Актуальність теми та зв'язок з науковими програмами.

Вимірювання потужності, яка є основною енергетичною характеристикою радіотехнічних пристроїв та систем, має важливе значення в техніці.

Для керування потужністю окремих систем використовують різні нелінійні елементи, які спотворюють показники вихідного сигналу, що погіршує показники систем та інших процесів.

Вдосконалення радіосистем, які використовуються в техніці, потребує підвищення чутливості, точності та розширення частотного діапазону вимірювання активної потужності.

Цифрові вимірювачі потужності характеризуються низькою швидкістю, дороговизною, необхідністю при вимірюванні розривати лінію передачі. Вимірювання прохідної активної потужності представляє собою важливу науково-технічну задачу для вимірювання в області низьких і середніх частот та в широкому динамічному діапазоні, тому ця робота є актуальною.

Тема дисертаційної роботи пов'язана з програмою наукових досліджень кафедри КріВРа в рамках держбюджетних НДР НТУ КІП ім. І. Сікорського.

2 Наукова новизна результатів дисертації.

В роботі отримано такі наукові результати:

– розроблена математична модель, яка описує фізичні процеси в магніторезистивному перетворювачі, що враховує фазовий зсув між прикладеним магнітним полем і намагніченістю плівки, що дозволило дослідити гальвамагнітні ефекти в смузі частот;

– визначений спосіб інвертування досліджуваних сигналів, завдяки якому усуваються паразитні електрорушійні сили квадратичних складових магнітного і електричного полів;

– на основі моделювання магніторезистивного перетворювача активної потужності визначено розподіл та напрямок струму і тангенціального електричного поля, що дозволило отримати аналітичний вираз для його вхідного опору;

– розроблено модульований режим роботи перетворювача активної потужності.

3 Практичне значення отриманих у дисертації результатів.

Розроблений магніторезистивний перетворювач може бути застосованим у різних галузях, де використовується електромагнітна енергія в технологічних процесах для контролю за енергетичними параметрами прохідної потужності, наприклад в радіотехніці, медицині і тому подібне.

4 Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях, їх апробація на конференціях та семінарах.

Основні результати досліджень відображені у значній кількості наукових публікацій та в повній мірі висвітлюють науково-практичну цінність наукових здобутків автора.

За темою дисертаційної роботи було опубліковано 12 статей у наукових журналах та 8 тез доповідей у збірниках наукових праць конференцій..

Положення, результати, висновки і рекомендації досліджень є особистим внеском автора в спільні наукові роботи, які показані у переліку опублікованих робіт за темою дисертації.

5 Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.

Всі основні наукові положення і висновки, які виносяться на захист, є достатньо обґрунтованими, що забезпечується коректністю постановки задачі, адекватним вибором відповідного математичного апарату, коректним застосуванням, реалізацією відповідних моделей і методів.

Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів дисертації базується на апараті математичної фізики, на моделюванні перетворювача, системі рівнянь Максвелла.

Автором було здійснено значний обсяг досліджень. При розв'язанні поставлених завдань застосовані різні методи, як: чисельні методи аналізу, ряди Фур'є, елементи теорії ймовірності, математична статистика при обробці експериментальних результатів, тощо.

Оптимані автором результати є логічними, які однозначно інтерпретовані.

6 Достовірність результатів дисертації.

Достовірність отриманих результатів впливає з несуперечливості даних проведених досліджень відповідним даним, отриманим іншими дослідниками, апробацією на міжнародних і вітчизняних наукових конференціях, а також успішним використанням результатів про розв'язанні практичних задач.

Висновки відповідають поставленим завданням відповідають отримані результати досліджень.

Аналіз основних положень дисертації підтверджує досягнення мета і вирішення завдань досліджень.

Зміст роботи відповідає поставленій меті і завданням, досліджень та відображає їх логіку.

7 Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому та відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертацій.

Структура та оформлення дисертації і автореферату відповідають вимогам ДАК МОН України. Робота викладена українською мовою на 180 сторінках машинописного тексту і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу і роботи в цілому, списку використаних джерел та одного додатка.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження, сформульовано мету і задачі роботи, визначено наукову новизну і практичне значення роботи, наведено дані про особистий внесок здобувача, впровадження результатів, їх апробацію та публікації.

У першому розділі розглянуто аналіз принципів вимірювання активної

потужності гальваномагнітними перетворювачами, розглянуті джерела, де приводяться рішення інших авторів по вимірюванню потужності за допомогою перетворювачів на основі магніорезистивного і ефекту Холла.

На основі перетворювачів Холла створені ватметри з похибкою  $0.2 \div 0.5 \%$  у частотному діапазоні від постійного струму до кількох гігагерц. Основні переваги таких приладів простота зміни діапазонів вимірювання та використання при великих струмах.

Щоб вимірювати активну потужність в широкому діапазоні частот і з високою точністю потрібно використовувати сигнал в лінії передачі без додаткового перетворення, як показано в роботі, що забезпечується магніорезистивним перетворювачем на феромагнітних плівках.

Подібні перетворювачі мають високу чутливість та швидкодію

Розроблені та досліджені магніорезистивні на феритомагнітних плівках мають на два порядки вищу чутливість, чим напівпровідникові, що надає їм перевагу по співвідношенню сигнал/завада на п'ять порядків.

У другому розділі автором розглянуто вплив параметрів тонкоплівкових магнітних структур на характеристики магніорезистивних перетворювачів. Описана математична модель такого перетворювача, яка враховує частотні та фазові похибки, пов'язані з рухом вектору намагніченості у феромагнетик. Математична модель перетворювача складається з систем рівнянь, які описують зміну тензора питомого опору в залежності від намагніченості від різних параметрів постійного магнітного поля зміщення

При побудові математичної моделі параметричного середовища у програмі MATLAB, автором враховано аномальний ефект Холла і анізотропію магнітопроводу феромагнітних плівок в довільно намагніченому до насичення магнітному середовищі з урахуванням загасання.

У третьому розділі розроблена схема інваріантного магніорезистивного вимірювального перетворювача активної потужності

При створенні прохідного ватметра, чутливі елементи перетворювача підключають до електричної мережі і розміщують у магнітному полі провідника зі струмом.

Знайдено розподіл та напрямок струму і тангенціального електричного поля при аналізі структури чутливого елемента перетворювача, що дозволило зменшити паразитні складові струму.

Отримано вираз для вхідного опору вимірювального перетворювача, необхідний для розрахунку струму в плівці.

Для захисту схеми від зовнішнього магнітного поля потрібно комутувати струм, який тече у навантаженні незалежно від напрямку. Тому за рахунок модуляції меандром синусоїди, ця комутація повністю зневелює зовнішній магнітний вплив, так як детектується ВЧ сигнал, а не НЧ.

У четвертому розділі присвячено експериментальним дослідженням магніорезистивного вимірювального перетворювача активної потужності.

У висновках перераховані найбільш важливі результати і рекомендації. Таким чином, дисертація побудована за класичною схемою, містить всі необхідні розділи, в цілому є завершеною науковою працею.

Зміст автореферату ідентичний з основним положенням дисертації і повністю відображає основний зміст роботи.

8 Зауваження до дисертаційної роботи.

1) Перший розділ роботи можна скоротити в 2-3 рази, так як приведені там формули є класичними, і є в багатьох джерелах.

2) У другому розділі (ст. 55) координатна система на графіку не відповідає позначенням у формулах.

3) Не зрозуміло походження формули (ст. 78) та її розмірність, чому врахований зсув фаз між напругою, прикладеною до перетворювача та струмом в лінії передавання, а не між складовими поля у лінії.

4) Яка розмірність формули на сторінці 82 та 83?

5) Не зрозуміло, як впливає імпульсний режим роботи модулятора на власне навантаження лінії передавання (ст. 89).

6) Не наведено аналізу динамічного та частотного діапазонів запропонованого автором перетворювача.

7) При виконанні експериментальної частини доцільно було б показати, як впливає на точність роботи перетворювача зміна навантаження лінії.

Зважаючи на вищезазначене та враховуючи відповіді Автора на запитання вважаю, що робота "Вимірювальний перетворювач активної потужності середніх частот" може бути оцінена позитивно і за результатами захисту автору Витяганцю Андрію Івановичу може бути присвоєно ступінь кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 - "Радіотехнічні та телевізійні системи".

Таким чином, як випливає з автореферату і дисертації подана до захисту дисертаційна робота Витяганця Андрія Івановича за своєю науковою новизною, обґрунтованістю основних положень, викладених у необхідній кількості публікацій, фаховим аналізом обраного матеріалу повністю відповідає всім вимогам п.11, п.12 та п.13 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567, які висувуються до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 - "Радіотехнічні та телевізійні системи".

професор кафедри біомедичної інженерії та телекомунікацій

Житомирського державного технологічного університету,

доктор технічних наук

В.П.Манойлов

Вірність підпису засвідчую  
Начальник загального відділу  
Маркова І.В.



Handwritten signature of the official.