

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Вінницький національний технічний університет

БАРАБАН МАРІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 621.314

**ОДНОПЕРЕХІДНІ УЗАГАЛЬНЕНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ІММІТАНСУ ДЛЯ ДАВАЧІВ  
ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН ТА КОМПОНЕНТІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

Спеціальність 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Вінниця – 2012

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,  
**Філінюк Микола Антонович**,  
Вінницький національний технічний університет,  
завідувач кафедри проектування комп'ютерної  
та телекомунікаційної апаратури.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,  
**Азаров Олексій Дмитрович**,  
Вінницький національний технічний університет,  
директор інституту інформаційних технологій  
та комп'ютерної інженерії

доктор технічних наук, професор,  
**Шарапов Валерій Михайлович**,  
Черкаський державний технологічний університет,  
завідувач кафедри комп'ютеризованих та  
інформаційних технологій в приладобудуванні.

Захист відбудеться «22» грудня 2012 р. о 12<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК, ауд. 210.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК.

Автореферат розісланий «14» листопада 2012 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

С. М. Захарченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Стрімкий розвиток сучасних технологій та елементної бази призвів до широкого різноманіття пристроїв обчислювальної та інформаційно-вимірювальної техніки. Проте часто отримання високих технічних характеристик досягається за рахунок збільшення їх складності, габаритів, маси та вартості. Необхідність вдосконалення пристроїв обчислювальної та інформаційно-вимірювальної техніки обумовлює подальшу розробку теорії побудови та пошук нових принципів їх фізичної реалізації. На сучасному етапі розвитку елементної бази до перспективних слід віднести пристрої з від'ємним диференціальним опором, що пояснюється цілим рядом їх переваг.

Елементи та пристрої, розроблені на основі пристроїв з від'ємним диференціальним опором, дозволяють реалізувати технічні параметри, які не завжди досягаються на класичній елементній базі. Пристрої з від'ємним диференціальним опором також привертають увагу виробників своєю багатofункціональністю.

Напрямок електроніки, пов'язаний з теорією та практикою створення і використання пристроїв з від'ємним опором отримав назву “Негатроніка”. Використання досягнень негатроніки вже в даний час дало результати, які визначають розвиток ряду електронних систем. Тільки напівпровідникових негатронів створено більше двох десятків різновидів. Серед них надвисокочастотні потужні генераторні лавинно-пробитні діоди, надшвидкодійні ключі на лавинних транзисторах, надпотужні напівпровідникові струмові перемикачі на динисторах і тиристорах, тощо.

Значний вклад у розвиток цього напрямку внесли І. Д. Абезгауз, Ф. Бенінг, Д. Ганн, С. А. Гаряїнов, В. П. Дьяконов, Л. Есакі, Ф. Д. Касімов, В. М. Кичак, П. А. Молчанов, О. В. Осадчук, В. С. Осадчук, В. Рід, В. І. Стафеев, Л. Н. Степанова, А. С. Тагер, М. А. Філінюк, У. Шоклі та інші. В публікаціях цих вчених узагальнено результати як теоретичних так і практичних досліджень різноманітних видів пристроїв з від'ємним опором і їх застосування. Поява нових напівпровідникових структур відкриває нові можливості створення пристроїв з покращеними параметрами. Однією із таких структур є одноперехідний транзистор. Однак аналіз публікацій з його застосуванням показав, що він в основному використовуються в “класичному” режимі аналогового ключа, а дослідження потенційної нестійкості в різних схемах включення – відсутні. Дослідження одноперехідного транзистора як узагальненого перетворювача іммітансу відкриває нові можливості для реалізації пристроїв інформаційно-вимірювальної та обчислювальної техніки з покращеними параметрами.

Давачі фізичних величин та компоненти обчислювальних пристроїв знаходять застосування в інформаційно-вимірювальній та обчислювальній техніці. До них висуваються вимоги технологічності, надійності, добротності та стабільності. Проте, досягнення високих експлуатаційних параметрів найчастіше призводить до збільшення енергоспоживання, підвищення вартості, зниження завадостійкості. Покращити технічні параметри давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв можна шляхом використання узагальнених перетворювачів іммітансу на основі одноперехідних транзисторних структур, що обумовлює актуальність даної теми.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана на кафедрі проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури Вінницького національного технічного університету згідно з планом наукових досліджень Вінницького національного технічного університету та Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України в рамках держбюджетних тем, де автор приймала участь як виконавець: “Аналіз і синтез RLC-негатронів на базі інжекційно-польових ефектів в багатоелектродних напівпровідникових структурах Шотткі та створення на їх основі високоефективних інформаційних пристроїв” (номер державної реєстрації 0108U000660); “Розробка теоретичних основ побудови та створення енергозберігаючих інформаційних пристроїв на базі багатопараметричних узагальнених перетворювачів іммітанса” (номер державної реєстрації 0111U001112).

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є покращення технічних характеристик (підвищення добротності, завадостійкості, температурної стабільності, зменшення енергоспоживання) давачів фізичних величин та компонентів обчислювальних пристроїв за рахунок використання одноперехідних узагальнених перетворювачів іммітансу.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі розв'язуються такі задачі:

1. Розробка та дослідження математичної моделі узагальненого перетворювача іммітансу на основі фізичних процесів, що протікають в одноперехідному транзисторі на високих частотах, яка використовується для розробки базових вузлів давачів фізичних величин з підвищеною добротністю та температурною стабільністю.

2. Формування таблиць перетворення іммітансу узагальнених перетворювачів іммітансу на основі одноперехідної транзисторної структури, що забезпечує вдосконалення методу схемно-функціональної побудови давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв.

3. Розробка та дослідження завадостійких компонентів обчислювальних пристроїв на основі одноперехідних транзисторних структур.

4. Розробка та дослідження давачів фізичних величин, які мають зменшене енергоспоживання і підвищену завадостійкість.

**Об'єктом дослідження** є процес перетворення інформаційних сигналів у спеціалізованих засобах обробки інформації з частотним представленням.

**Предметом дослідження** є давачі фізичних величин та компоненти обчислювальних пристроїв на основі одноперехідних узагальнених перетворювачів іммітансу.

**Методи дослідження** базуються на використанні: теорії матриць для розробки математичної моделі одноперехідної транзисторної структури; теорії комфорних відображень для дослідження іммітансних характеристик; теорії перетворювачів іммітансу для дослідження робочих параметрів чотириполюсників; теорії аналізу електричних схем для визначення основних параметрів елементів та пристроїв обчислювальної техніки на основі напівпровідникових структур; теорії планування експерименту та комп'ютерного моделювання для експериментальної перевірки отриманих результатів.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Вперше отримано математичну модель фізичних процесів, що протікають в одноперехідному транзисторі на високих частотах, що дозволило отримати аналітичні вирази іммітансних параметрів узагальнених перетворювачів іммітансу на його основі, які використовуються для розробки базових вузлів давачів фізичних величин з підвищеною добротністю та температурною стабільністю.

2. Вдосконалено метод схемно-функціональної побудови давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв, який на відміну від існуючих, використовує одноперехідні узагальнені перетворювачі іммітансу, що забезпечує спрощення технічної реалізації та підвищення завадостійкості давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв.

3. Одержала подальший розвиток математична модель оцінки ефективності комбінованих керованих елементів з використанням одноперехідного узагальненого перетворювача іммітансу, яка на відміну від існуючих, враховує параметри узагальненого перетворювача іммітансу та двоелектродного керованого елемента, що дозволяє здійснювати порівняльну оцінку та визначати найкращий варіант комбінованого керованого елемента для підвищення ефективності пристроїв інформаційно-вимірювальних систем.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Отримано практичні дані, що підтверджують достовірність аналітичних виразів перетвореного іммітансу двопараметричних узагальнених перетворювачів іммітансу на основі одноперехідної транзисторної структури.

2. Запропоновано методики розрахунку параметрів давачів фізичних величин, реактивних елементів та коливальних контурів, які можуть бути використані для їх інженерного розрахунку.

3. Розроблено та впроваджено електричні принципові схеми та топології давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв, що є основою для виготовлення даних пристроїв.

4. Розроблено та досліджено давачі фізичних величин, які на відміну від існуючих, не мають вбудованого джерела живлення, що забезпечує зменшення енергоспоживання в 1,5-2 рази.

5. Розроблено програмне забезпечення з розрахунку ефективності комбінованих керованих елементів, що дає можливість визначення найкращого комбінованого елементу.

Основні результати впроваджено на державному підприємстві науково-дослідного інституту "Гелій" (м. Вінниця, акт від 13.06.2012 р.) та в навчальний процес кафедри проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури, Вінницького національного технічного університету при вивченні дисципліни "Основи негatronіки" (м. Вінниця, акт від 12.06.2012 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Основні положення і результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно у Вінницькому національному технічному університеті. Особистий внесок у роботах, опублікованих у співавторстві: запропоновано нові схеми індуктивних сенсорів [1]; промодельовані коливальний контур та аналоги індуктивностей [2]; отримано математичну модель одноперехідного транзистора, промодельовані узагальнені перетворювачі іммітансу на основі отриманої математичної моделі [3]; проведено дослідження похибок конверторів іммітансу [4, 14]; промодельовані температурні залежності еквівалента індуктивності [5, 23]; отримано та досліджено математичну модель оцінки ефективності комбінованих керованих елементів з використанням одноперехідного узагальненого перетворювача іммітансу [6, 22]; сформовано таблиці перетворення іммітансу двопараметричних та однопараметричних узагальнених перетворювачів іммітансу на основі одноперехідного транзистора [7, 15, 18]; досліджено радіочастотний датчик витрат електричної енергії та розроблено його топологію [8]; досліджено генераторний датчик, розроблено його плату [9]; проведено аналіз інформаційних пристроїв на основі ОТС [10]; досліджено іммітансні параметри польового транзистора при зміні полярності напруги на затворі [11]; досліджено параметри ПТШ2 при включенні його по схемі (3132) [12]; розроблено схеми радіочастотних датчиків [16, 20]; досліджено концептуальну схему оптикоелектронного 2-х параметричного перетворювача іммітансу [17]; досліджено схеми іммітансних логічних елементів [21, 24]; розроблено програмне забезпечення з розрахунку ефективності комбінованих керованих елементів [25]; розроблено схеми транзисторного еквівалента котушки індуктивності та напівпровідникової індуктивності [26, 31]; вдосконалено схему активного коливального контуру шляхом введення додаткового транзистора [27]; досліджено схеми реактивного елемента, генераторного сенсора [28, 29]; розроблено схеми радіочастотних логічних елементів [32-34]; покращено параметри логічних схем [30, 35, 36]; досліджено електричні принципові схеми іммітансних RS-тригерів, дистанційного лічильника витрат електричної енергії, керованого імпедансного елемента та радіочастотного сенсора температури [37-41].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних та регіональних конференціях, а саме: V Міжнародна науково-технічна конференція "Датчики, приборы и системы – 2009" (м. Ялта, 2009 р.); IV, V Міжнародні науково-практичні конференції "Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування-2009, 2011" (м. Вінниця, 2009 р., 2011 р.); Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія (ІТКІ-2010, 2011)" (м. Вінниця, 2010 р., 2011 р.); X Міжнародна конференція "Контроль і управління в складних системах (КУСС-2010)" (м. Вінниця, 2010 р.); VII Міжнародна науково-практична конференція "Інтернет, освіта, наука-2010 (ІОН-2010)" (м. Вінниця, 2009 р.); 20-а та 21-а Міжнародні конференції "СВЧ техника и телекоммуникационные технологии -2010 (Крымико 2010, 2011)" (м. Севастополь, 2010 р., 2011 р.); V Міжнародна конференція з оптикоелектронних інформаційних технологій "Photonics-

ODS 2010" (м. Вінниця, 28-30 вересня 2010 р.); VI Міжнародна науково-практична конференція "Новости научной мысли-2010" (м. Прага, 2010 р.); II Всеукраїнська науково-практична конференція "Системный анализ. Информатика. Управление" (м. Запоріжжя, 2011 р.); 12 Міжнародна науково-практична конференція "Современные информационные и электронные технологии-2011" (м. Одеса, 2011 р.); III Міжнародна науково-практична конференція "Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації" (м. Вінниця, 2011 р.); 16-й Міжнародний молодіжний форум "Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке" (м. Харків, 2012), а також на звітних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету в 2007-2012 рр.

**Публікації.** Основний зміст роботи опубліковано у 41-й науковій праці, в тому числі: 12 статей (10 статей опубліковано у виданнях, що входять до переліку фахових видань), 16 – патентів України на корисну модель, 12 – тез доповідей на науково-технічних конференціях різного рівня, 1 – свідоцтво на комп'ютерну програму.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 4-х розділів, основних висновків по роботі, переліку використаних джерел (177 бібліографічних посилань, 21 сторінка) та додатків (19 сторінок). Загальний обсяг роботи, в якому викладено основний зміст, складає 149 сторінок і містить 103 рисунки, 13 таблиць. Повний обсяг дисертації – 196 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, зазначено її зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету та напрямок досліджень, відзначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано інформацію про їх впровадження, апробацію та публікації.

**У першому розділі** проведено огляд стану створення давачів та компонентів обчислювальних пристроїв з використанням одноперехідних транзисторних структур (ОТС). Схеми на основі одноперехідного транзистора (ОТ) характеризуються простотою, надійністю, низьким рівнем завад, широким діапазоном робочих температур, високою стабільністю частоти та низькою вартістю. При цьому основним недоліком ОТ є низьке значення граничної частоти, що призводить до обмеження функціональних можливостей пристроїв на його основі. Подолати цей недолік можна шляхом використання ОТС, які мають низькоомну область бази та працюють на високих частотах, що характерно для польового транзистора (ПТ), який працює при прямому зміщенні затвору. В результаті огляду літератури виявлено відсутність досліджень властивостей ОТ як узагальненого перетворювача іммітансу (УПІ), а ці властивості відкривають нові можливості для реалізації давачів і компонентів обчислювальних пристроїв з підвищеною добротністю, температурною стабільністю, завадостійкістю та зменшеним енергоспоживанням.

**У другому розділі** отримано математичну модель УПІ на основі фізичних процесів, що протікають в ОТ на високих частотах. Для трьох схем включення УПІ із застосуванням ОТС розроблено математичні моделі: (1) – для схеми із загальною першою базою, (2) – для схеми із загальним емітером, (3) – для схеми із загальною другою базою.

$$[W_{B1}] = \begin{bmatrix} \frac{Z_{\delta 1} + R_{\delta 2}}{\Delta} & \frac{-Z_{\delta 1}}{\Delta} \\ \frac{-Z_{\delta 1}(1 - \beta_0)}{\Delta} & \frac{Z_{\delta 1}(1 - \beta_0) - Z_e}{\Delta} \end{bmatrix}, \quad (1) \quad [W_E] = \begin{bmatrix} \frac{Z_e + Z_{\delta 1}(1 - \beta_0)}{\Delta} & \frac{-Z_e}{\Delta} \\ \frac{Z_{\delta 1}\beta - Z_e}{\Delta} & \frac{Z_e + R_{\delta 2}}{\Delta} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$[W_{B2}] = \begin{bmatrix} \frac{Z_{\delta 1} + R_{\delta 2}}{\Delta} & \frac{-R_{\delta 2}}{\Delta} \\ \frac{-R_{\delta 2} - Z_{\delta 1}\beta_0}{\Delta} & \frac{R_{\delta 2} + Z_e}{\Delta} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де  $Z_{\delta 1} = 1/j\omega C_{\delta 1}$  – опір першої бази, коли  $R_{\delta 1} \ll |1/\omega C_{\delta 1}|$ ,  $R_{\delta 2}$  – опір другої бази,  $Z_e$  – опір емітерного переходу,  $\Delta = Z_e R_{\delta 2} + Z_{\delta 1} Z_e + Z_{\delta 1} R_{\delta 2} (1 - \beta_0)$ .

На основі розроблених математичних моделей узагальненого перетворювача імпедансу ОТС досліджено діапазон частот в якому схеми можуть мати від'ємний диференційний опір та залежність перетвореного імпедансу від параметрів фізичної еквівалентної схеми. Проведене дослідження виявило чутливість перетвореного імпедансу ОТ до зміни параметрів його фізичної еквівалентної схеми. Це свідчить про можливість керування величиною імпедансу транзистора при прямому та зворотному перетворенні імпедансу шляхом зміни  $R_{\delta 1}$ ,  $R_{\delta 2}$  та  $\beta_0$ . Для вхідного імпедансу дійсна складова має найбільш від'ємний характер, а уявна найбільш індуктивний характер при таких значеннях:  $R_{\delta 1} = 10$  Ом,  $\beta_0 = 4$ ,  $R_{\delta 2} = 250$  Ом (рис. 1).

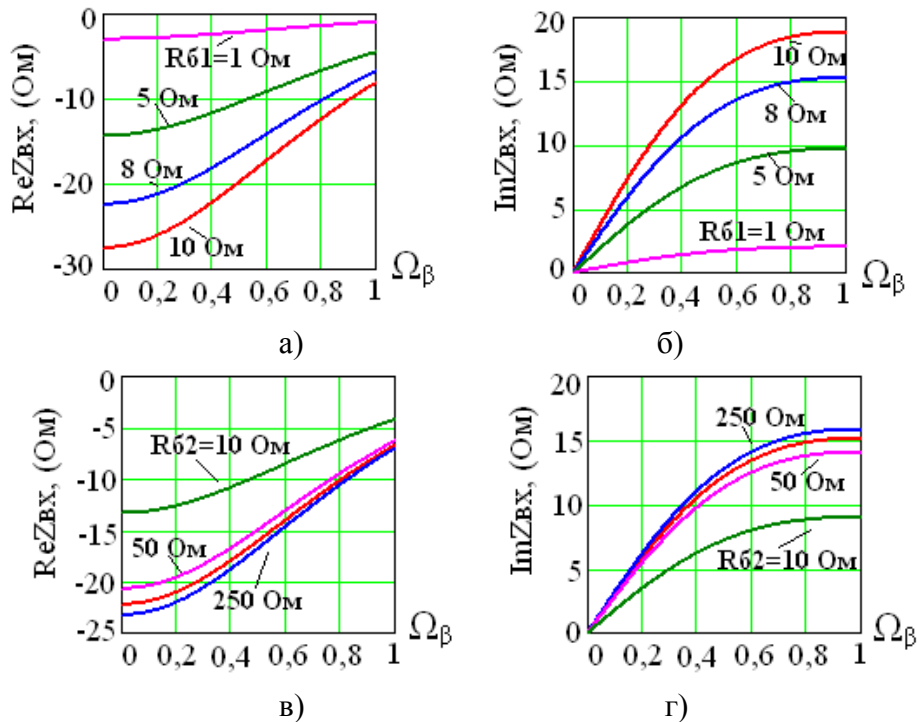


Рисунок 1 – Залежність дійсної (а, в) та уявної (б, г) складових вхідного опору від приведеної частоти  $\Omega_{\beta} = f/f_{\beta}$  при різних значеннях опору першої та другої бази ОТС

Для вихідного опору дійсна частина є найбільш додатною, а уявна – найбільш індуктивною при  $R_{\delta 1} = 5$  Ом,  $\beta_0 = 3$ ,  $R_{\delta 2} = 10$  Ом (рис. 2).

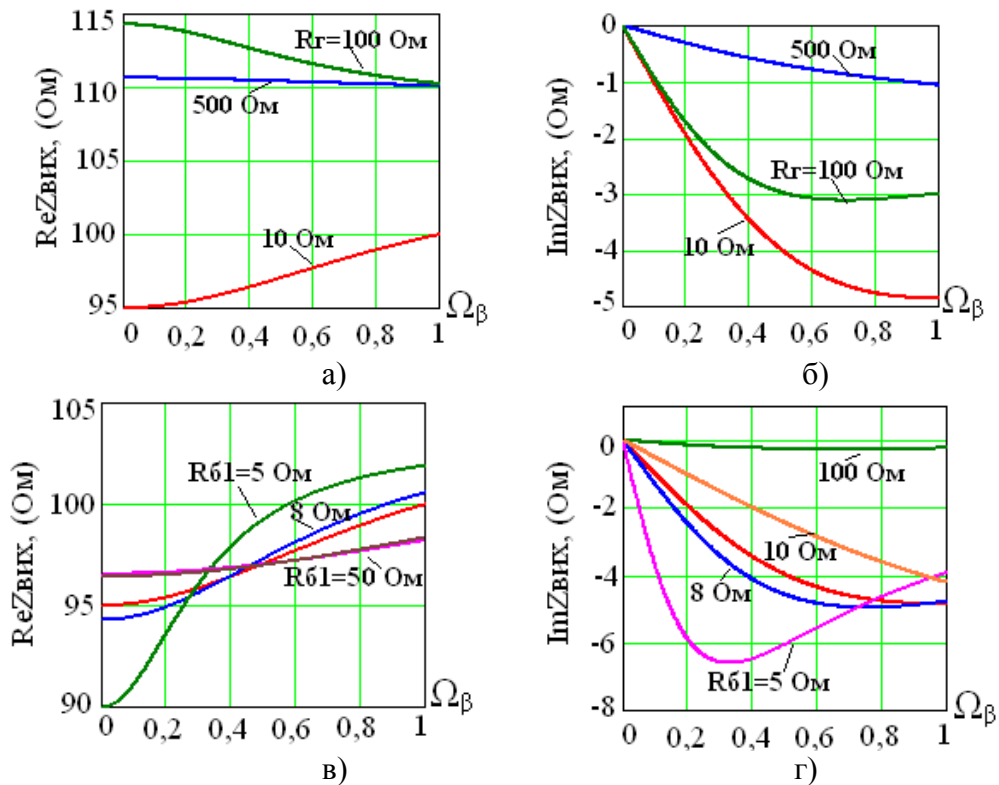


Рисунок 2 – Залежність дійсної (а, в) та уявної (б, г) складових вихідного опору від приведеної частоти  $\Omega_{\beta}=f/f_{\beta}$  при різних значеннях опорів генератора та другої бази ОТС

У результаті дослідження узагальненого перетворювача іммітансу на ПТ з керованим р-п-переходом при зміні полярності напруги на затворі виявлено подібність структури ПТ з р-п-переходом до структур ОТ, що дозволяє в певних режимах описувати їх подібними малосигнальними фізичними еквівалентними схемами. Основна різниця полягає в довжині та опорі каналу (бази), що значною мірою впливає на характер фізичних процесів у них. Аналіз отриманих іммітансних кіл (рис. 3) показав, що при  $U_3 < 0$  узагальнений перетворювач іммітансу на основі ПТ володіє властивостями інвертора іммітансу при  $\text{Re}Z_H = \text{Re}Z_{\Gamma} = 0$ , коли реактивна складова іммітансу змінюється в діапазоні від  $\text{Im}W_{11}$  до  $\text{Im}W_H = 0$ . При  $U_3 > 0$  УПІ на основі ПТ володіє властивостями конвертора та інвертора іммітансу при зміні  $\text{Im}Z_H$  в діапазоні  $(0, 15-10) \text{Im}W_H$ .

Отримано аналітичні вирази для перетвореного іммітансу двопараметричних УПІ на основі ОТС, з допомогою яких сформовано таблицю перетворення іммітансу.



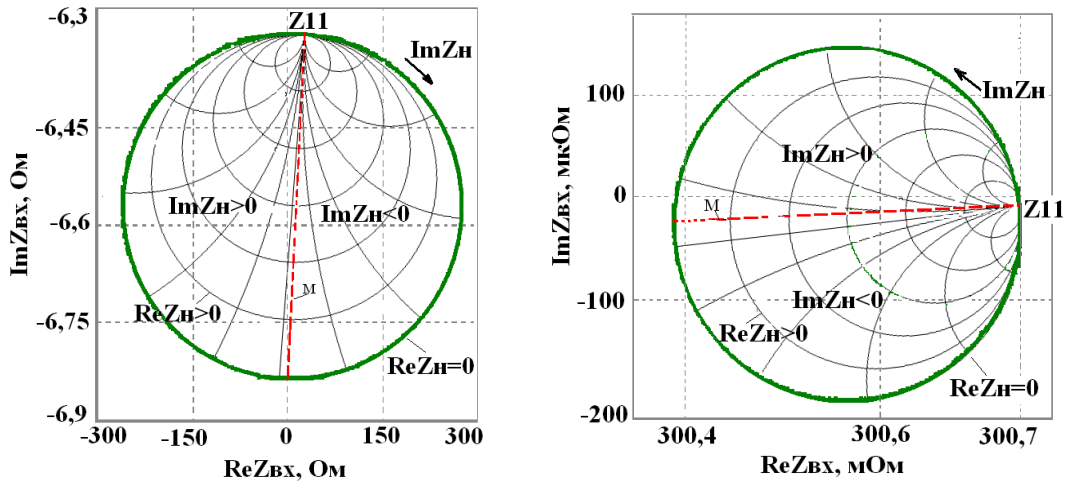


Рисунок 3 – Іммітансні кола УПІ в режимі інвертора та конвертора іммітансу у випадку зворотного перетворення опору  $Z_H$  ( $M$  – медіана)

Проведено дослідження двопараметричних УПІ на основі ОТС в діапазоні частот та від значень іммітансу навантаження (рис. 4), які виявили неоднозначність характеру перетворюючого іммітансу, яка на етапі параметричного синтезу пристроїв інформаційно-виміральної та обчислювальної техніки повинна вилучатись шляхом чисельних досліджень, трьохвимірного моделювання і частотного аналізу перетвореного іммітансу.

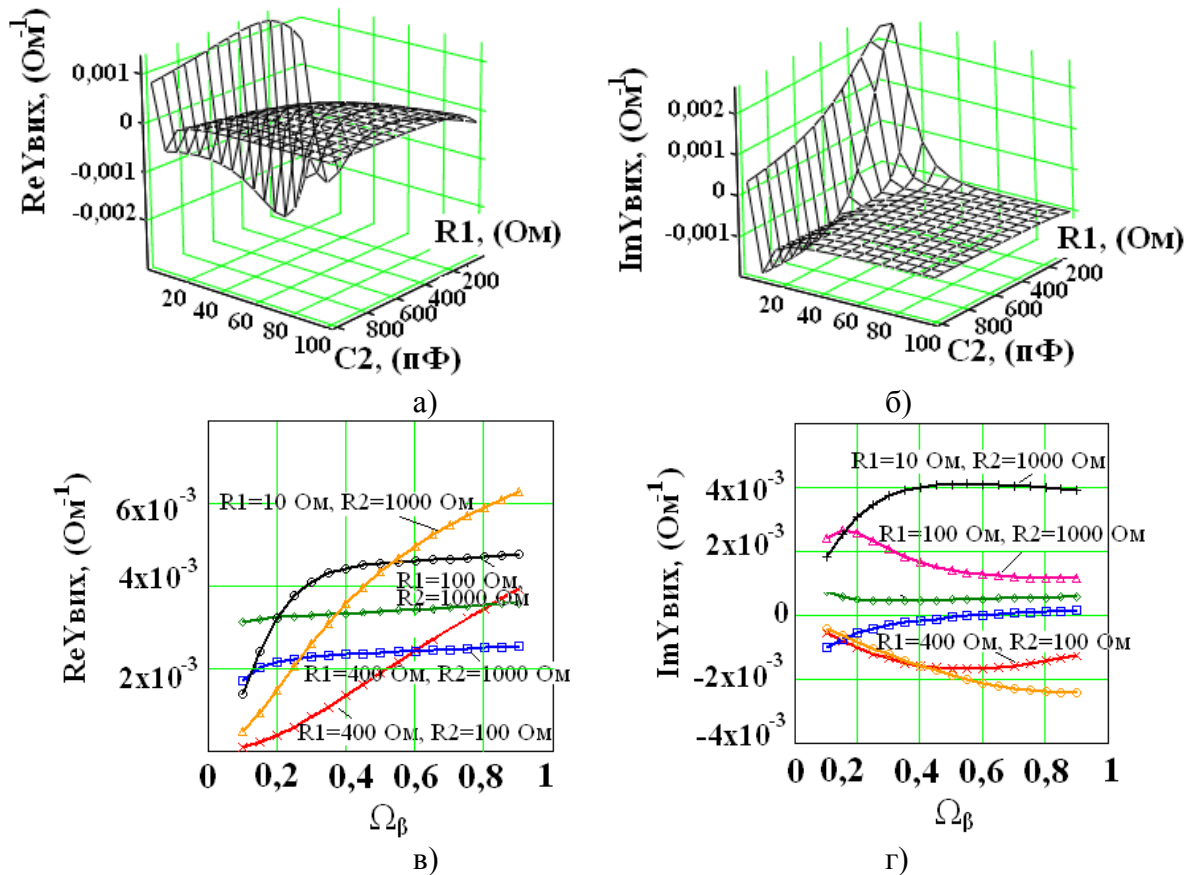
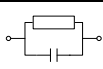
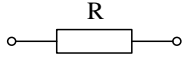
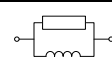
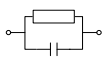
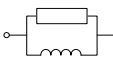
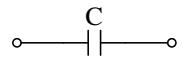
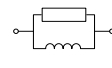
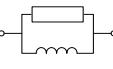
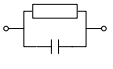

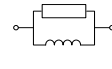


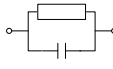
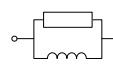
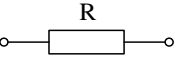
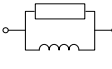
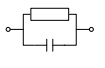
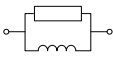
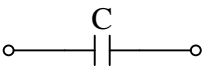
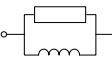



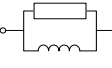
Рисунок 4 – Залежність дійсної (а, в) та уявної (б, г) складових вихідної провідності двопараметричного узагальненого перетворювача іммітансу на основі ОТС від іммітансу навантаження та приведенної частоти  $\Omega_\beta$

У третьому розділі розроблено та досліджено завадостійкі компоненти обчислювальних пристроїв на основі ОТС. Запропоновано класифікацію логічних елементів на основі ОТС для визначення місця іммітансних логічних елементів серед інших типів логічних елементів. Сформовано таблиці перетворення іммітансу одноперехідних узагальнених перетворювачів іммітансу (табл. 1-3), що забезпечило вдосконалення методу схемно-функціональної побудови давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв, спрощення їх технічної реалізації та підвищення завадостійкості. З використанням таблиць перетворення іммітансу розроблено іммітансні логічні елементи та іммітансні тригери.

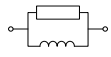
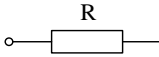

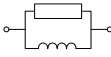
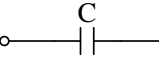
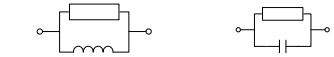
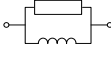
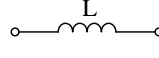
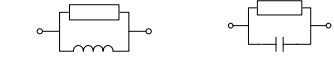
Таблиця 1 – Перетворення іммітансу УПІ із загальною першою базою

Перетворений іммітанс $W_{\text{вух}}$	Перетворюючий іммітанс $W_{\Gamma}, W_H$	Перетворений іммітанс $W_{\text{ex}}$
 $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} > 0$	 $R$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} < 0$
  $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} > 0$	 $C$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} > 0$
  $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} > 0$	 $L$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} < 0$

Таблиця 2 – Перетворення іммітансу УПІ із загальною другою базою

Перетворений іммітанс $W_{\text{вух}}$	Перетворюючий іммітанс $W_{\Gamma}, W_H$	Перетворений іммітанс $W_{\text{ex}}$
  $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} > 0$	 $R$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} < 0$
  $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} < 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} < 0$	 $C$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} < 0$
  $\beta_0 < 1, R_{\text{вух}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{вух}} > 0$	 $L$	 $\beta_0 < 1, R_{\text{ex}} > 0, \beta_0 > 1, R_{\text{ex}} < 0$

Таблиця 3 – Перетворення іммітансу УПІ із загальним емітером

Перетворений іммітанс $W_{вих}$	Перетворюючий іммітанс $W_{Г}, W_{H}$	Перетворений іммітанс $W_{ex}$
 $\beta_0 < 1, R_{вих} > 0, \beta_0 > 1, R_{вих} < 0$		 $\beta_0 < 1, R_{ex} < 0, \beta_0 > 1, R_{ex} < 0$
 $\beta_0 < 1, R_{вих} > 0, \beta_0 > 1, R_{вих} < 0$		 $\beta_0 < 1, R_{ex} > 0, \beta_0 > 1, R_{ex} < 0$
 $\beta_0 < 1, R_{вих} > 0, \beta_0 > 1, R_{вих} < 0$		 $\beta_0 < 1, R_{ex} < 0, \beta_0 > 1, R_{ex} < 0$

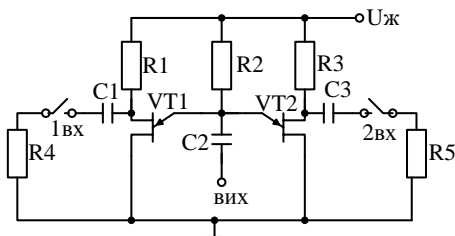


Рисунок 5 – Іммітансний логічний елемент АБО

Розроблено та досліджено іммітансні логічні елементи, які на відміну від відеоімпульсних логічних елементів мають покращену завадостійкість. Приклад іммітансного логічного елемента АБО наведено на рис. 5. Завадостійкість іммітансних логічних елементів обумовлена тим, що як інформаційний параметр використовується не кількісне значення іммітансу, а його якісні характеристики (додатній чи від'ємний іммітанс).

Зміна напруги живлення в діапазоні 2–12 В приводить до зміни активної складової на виході УПІ, проте не змінює знак цієї складової, що забезпечує високу завадостійкість в колі живлення (рис. 6).

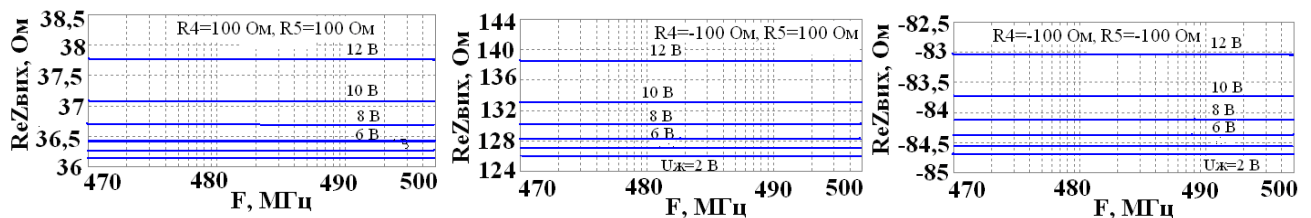


Рисунок 6 – Частотні залежності дійсної складової вихідного опору логічного елемента АБО при зміні напруги живлення та різних логічних рівнях

**У четвертому розділі** розроблено та досліджено завадостійкі давачі фізичних величин на основі ОТС зі зменшеним енергоспоживанням і їх базові елементи з підвищеною добротністю та температурною стабільністю.

Обґрунтовано структуру та вимоги до дистанційних давачів. При побудові дистанційних давачів доцільно використовувати ЧМ та повітряний канал зв'язку. Суттєвими перевагами володіють пасивні та напівпасивні давачі на основі динамічних негатронів, які здатні працювати в діапазоні НВЧ.

Розроблені та досліджені дистанційні давачі витрат електричної енергії і температури, які мають зменшене енергоспоживання за рахунок відсутності вбудованого джерела живлення та підвищену завадостійкість. Необхідна напруга живлення створюється за рахунок перетворення високочастотного сигналу частотою 125 кГц, який за допомогою зчитувача опромінює давач. Після закінчення перехідного процесу на виході давача з'являється

високочастотний сигнал, значення якого пропорційно вимірюваному параметру. Споживана потужність дистанційних давачів в 1,5-2 рази менше за споживану потужність аналогів.

Дистанційний давач температури (рис. 7) працює в діапазоні частот 254 - 274,9 МГц, чутливість складає 267кГц / °С, режимна нестабільність лежить в межах 0–0,05 %В<sup>-1</sup>.

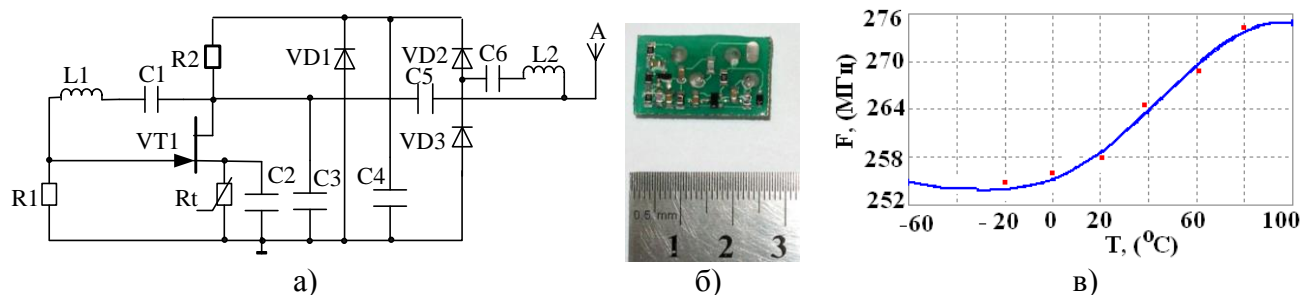


Рисунок 7 – Дистанційний давач температури (а) та його фото (б), залежність частоти генерації від температури (в)

Дистанційний давач витрати електроенергії працює в діапазоні частот 390,3 - 467,8 МГц, чутливість складає 876 кГц / кВт·год (рис. 8). Температурний коефіцієнт частоти лежить в межах 0–0,034 %град<sup>-1</sup>, режимна нестабільність – 0,18–0,45 %В<sup>-1</sup>.

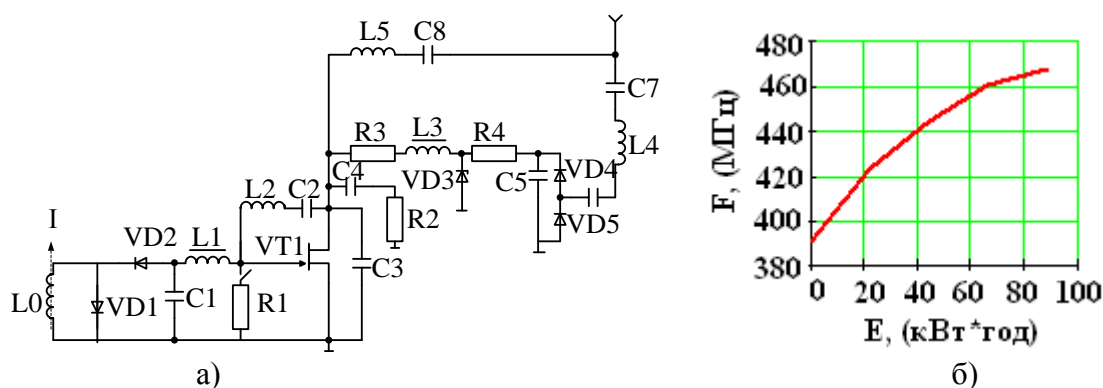


Рисунок 8 – Дистанційний давач витрат електроенергії (а) залежність частоти генерації від кількості споживаної електроенергії за годину (б)

Індуктивний генераторний давач (рис. 9 а, б) в діапазоні частот до 100 МГц забезпечує перетворення зміни індуктивності первинного вимірювального перетворювача (ПВП) в діапазоні (1-10) мкГн з чутливістю (1-40) МГц/мкГн (рис. 9 г) при температурній нестабільності частоти генерації (0,01-0,5) %/град<sup>-1</sup>.

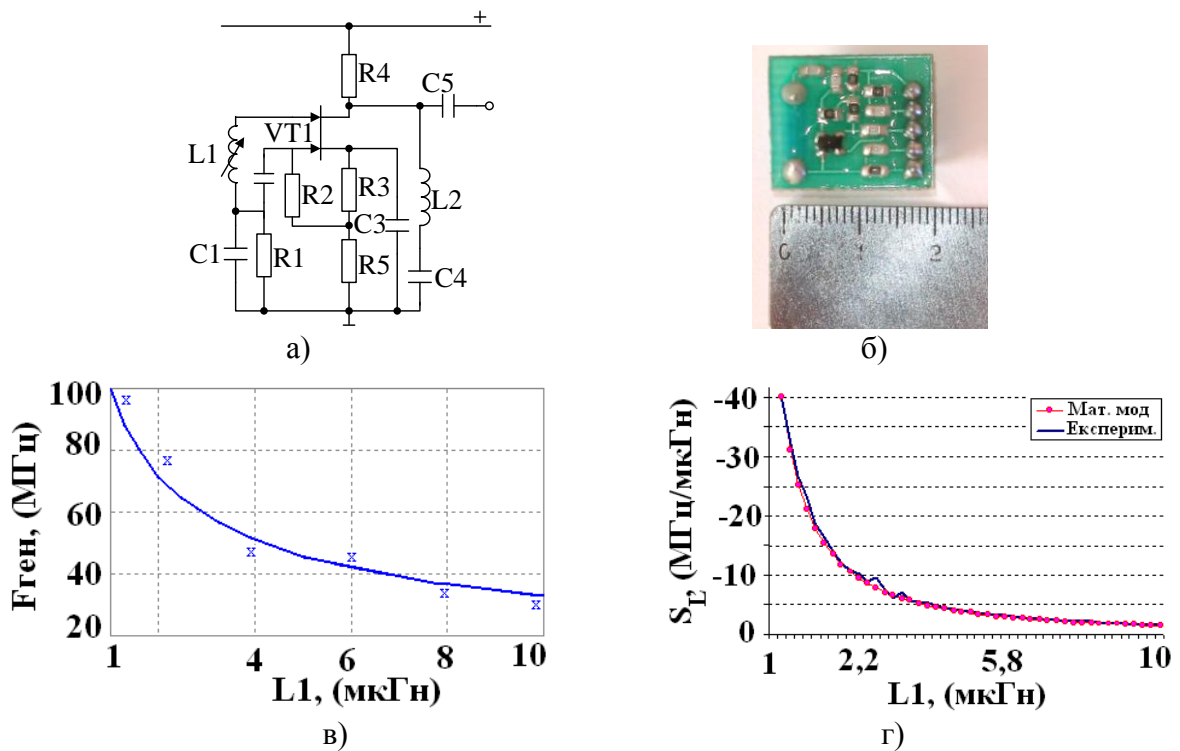


Рисунок 9 – Електрична принципова схема індуктивного генераторного давача (а), його фото (б), залежність частоти генерації (в) та чутливості (г) від величини індуктивності ПВПІ (х – результати експерименту)

Розроблено та досліджено реактивні елементи і коливальні контури на ОТС, які на відміну від існуючих мають підвищену добротність та температурну стабільність. Транзисторний еквівалент індуктивності в порівнянні з індуктивностями на основі лавинного або складеного транзисторах має удвічі більшу температурну стабільність (рис. 10).

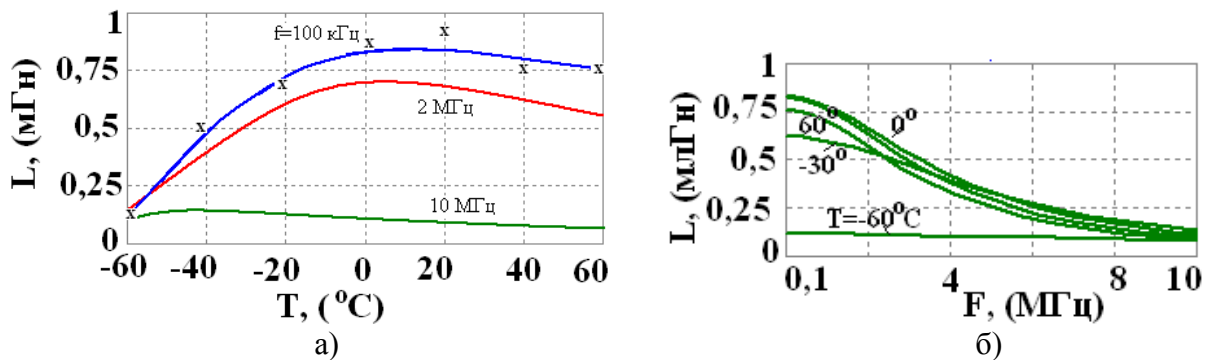


Рисунок 10 – Температурна (а) та частотна (б) залежність еквівалентної індуктивності (х – результати експерименту)

Активний коливальний контур має добротність більше 190 одиниць, що в 2-6 раз перевищує добротність пасивних радіочастотних коливальних контурів (рис. 11). При цьому забезпечується електронне керування резонансною частотою контуру.

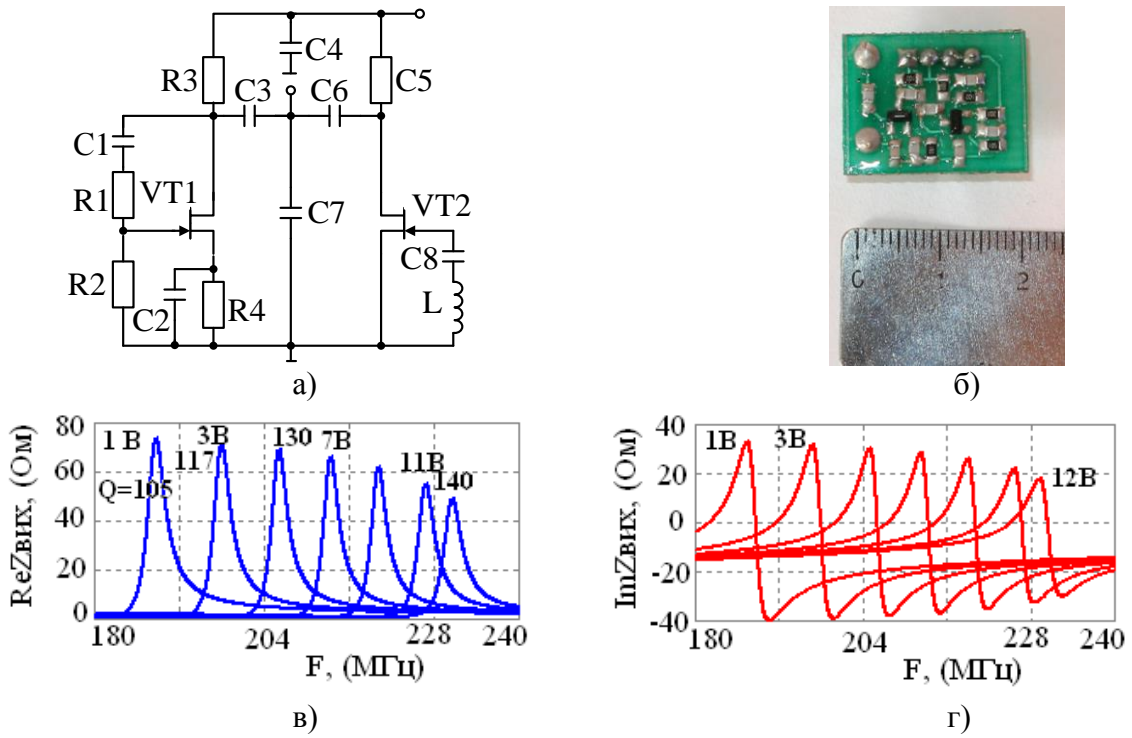


Рисунок 11 – Електрична принципова схема активного коливального контуру (а) та його фото (б), частотні залежності (в, г) вихідного опору коливального контуру

Одержала подальший розвиток математична модель оцінки ефективності комбінованих керованих елементів з використанням одноперехідного узагальненого перетворювача іммітансу. На основі комбінації варикапа і УПІ, який використовує ОТС реалізовано шість видів комбінованих керованих елементів (рис. 12).

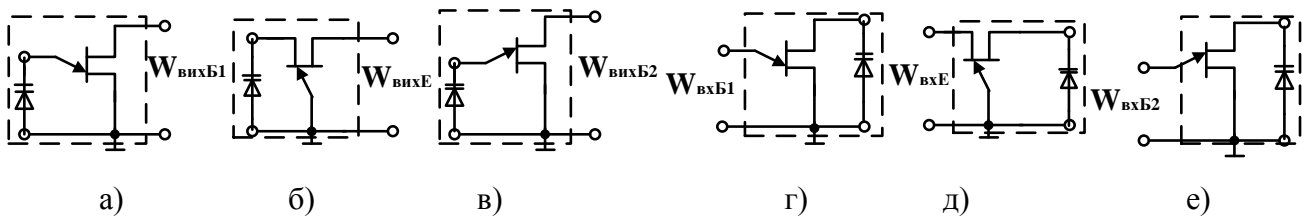


Рисунок 12 – Високочастотні схеми комбінованих керованих елементів на основі ОТС і варикапа

Числові значення коефіцієнтів ефективності для шести схем включення при значенні коефіцієнтів підсилення за струмом  $\beta_0=0,9$  та  $\beta_0=4$  занесенні до таблиць 4, 5.

Таблиця 4 – Значення коефіцієнтів ефективності комбінованих керованих елементів на основі ОТС і варикапа при  $\beta_0=0,9$

Параметри	ОЕ <sub>вих</sub>	ОЕ <sub>вх</sub>	ОБ2 <sub>вих</sub>	ОБ2 <sub>вх</sub>	ОБ1 <sub>вих</sub>	ОБ1 <sub>вх</sub>
$E_R$	0,046	0,193	0,042	0,311	0,039	0,188
$E_X$	0,06	0,175	0,04	0,276	0,062	0,244

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів ефективності комбінованих керованих елементів на основі ОТС і варикапа при  $\beta_0=4$

Параметри	ОЕ <sub>вих</sub>	ОЕ <sub>вх</sub>	ОБ2 <sub>вих</sub>	ОБ2 <sub>вх</sub>	ОБ1 <sub>вих</sub>	ОБ1 <sub>вх</sub>
$E_R$	$6,343 \cdot 10^{-3}$	0,34	0,155	0,472	0,167	0,072
$E_X$	$4,152 \cdot 10^{-3}$	0,172	0,178	0,407	0,304	0,147

В таблицях:  $E_R$ ,  $E_X$  – критерії ефективності по дійсній та уявній складових перетвореного іммітансу, які визначаються через формули:

$$E_R = (K1 \times K2 \times K4 \times K8 \times K6)^{1/5}, E_X = (K1 \times K3 \times K5 \times K9 \times K7)^{1/5},$$

де  $K1$  – коефіцієнт ефективності, який визначає зміщення іммітансного кола від центру координат;  $K2$ ,  $K3$  – коефіцієнти оптимальної ефективності положення осі іммітансного кола по дійсній та уявній складовій, відповідно;  $K4$ ,  $K5$  – нормовані коефіцієнти перекриття керованого елемента по дійсній та уявній складовій, відповідно;  $K6$ ,  $K7$ ,  $K8$ ,  $K9$  – коефіцієнти ефективності за крутизною.

Дослідження ефективності показало, що найбільше значення ефективності керування дійсною та уявною складовими перетвореного іммітансу складає 0,311 та 0,276 для схеми включення по входу із загальною другою базою, що перевищує мінімальні значення в 7 разів. Як результат найкращою ефективністю володіє схема включення ОТС із загальною другою базою по входу. Схема включення ОТС із загальною першою базою по входу також є ефективною. Найменша ефективність схеми включення ОТС із загальною другою базою по виходу.

З використанням математичної моделі оцінки ефективності комбінованих керованих елементів розроблено комп'ютерну програму для автоматичного розрахунку коефіцієнтів ефективності керованих елементів на основі одноперехідних УПІ.

**У додатках** наведено: акти впровадження результатів досліджень, графічні залежності вихідної провідності двопараметричних перетворювачів іммітансу від значень іммітансу навантаження, таблиця порівняння параметрів розробленого дистанційного давача температури з існуючими аналогами, лістинг комп'ютерної програми “Ефективність комбінованих керованих елементів на основі однокристалного узагальненого перетворювача іммітансу”.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ**

1. Вперше отримано математичну модель фізичних процесів, що протікають в одноперехідному транзисторі на високих частотах, що дозволило отримати аналітичні вирази іммітансних параметрів узагальнених перетворювачів іммітансу на його основі, які використовуються для розробки базових вузлів давачів фізичних величин з підвищеною добротністю та температурною стабільністю.

2. Вдосконалено метод схемно-функціональної побудови давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв, який на відміну від існуючих, використовує одноперехідні узагальнені перетворювачі іммітансу, що забезпечує спрощення технічної реалізації та підвищення завадостійкості давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв.

3. Одержала подальший розвиток математична модель оцінки ефективності комбінованих керованих елементів з використанням одноперехідного узагальненого перетворювача іммітансу, яка на відміну від існуючих, враховує параметри узагальненого перетворювача іммітансу та двоелектродного керованого елемента, що дозволяє здійснювати порівняльну оцінку та визначати найкращий варіант комбінованого керованого елемента для підвищення ефективності пристроїв інформаційно-вимірювальних систем. Розроблено програмне забезпечення з розрахунку ефективності комбінованих керованих елементів.

4. Отримано практичні дані, що підтверджують достовірність аналітичних виразів перетвореного іммітансу двопараметричних узагальнених перетворювачів іммітансу на основі одноперехідної транзисторної структури. Запропоновано методики розрахунку параметрів давачів фізичних величин, реактивних елементів та коливальних контурів.

5. Розроблено та досліджено базові елементи давачів фізичних величин на основі ОТС з покращеними технічними параметрами. Транзисторний еквівалент індуктивності, напівпровідникова індуктивність порівняно з аналогами індуктивностей на лавинному та складеному транзисторах мають удвічі більшу температурну стабільність і підвищену добротність за рахунок компенсації втрат від'ємним опором. Активний коливальний контур порівняно з пасивними радіочастотними коливальними контурами має в 2-6 раз підвищену добротність та забезпечує електронне керування резонансною частотою.

6. Розроблено та досліджено дистанційні давачі, які на відміну від існуючих, не мають вбудованого джерела живлення, що забезпечує в 1,5-2 рази зменшене енергоспоживання. Дистанційні давачі мають високу завадостійкість за рахунок слабкої залежності частотного сигналу до завад.

7. Розроблено та впроваджено електричні принципові схеми і топології давачів фізичних величин та компонентів обчислювальних пристроїв, що є основою для виготовлення даних пристроїв з покращеними параметрами.

8. Розроблено та досліджено компоненти обчислювальних пристроїв, які на відміну від існуючих мають підвищену завадостійкість.

9. Результати дисертаційної роботи впроваджено на державному підприємстві науково-дослідного інституту "Гелій" (м. Вінниця, акт від 13.06.2012 р.) та в навчальний процес кафедри проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури, Вінницького національного технічного університету при вивченні дисципліни "Основи негatronіки" (м. Вінниця, акт від 12.06.2012 р.).

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Negatron-based inductive sensors / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, С. В. Мірошникова, М. А. Філінюк // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Спецвипуск. – 2009. – С. 60–62.
2. Барабан М. В. Інформаційні пристрої на основі одноперехідної транзисторної структури [Електронний ресурс] / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська // Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 1. – С. 1–5. – Режим доступу до журналу: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1040/87>.
3. Барабан М. В. Дослідження узагальненого перетворювача іммітансу на базі одноперехідного транзистора від параметрів його фізичної еквівалентної схеми [Електронний ресурс] / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова // Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 2. – С. 1–6. – Режим доступу до журналу: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1257/603>.
4. Барабан М. В. Порівняльна оцінка похибок перетворення однокристальних конверторів іммітансу / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 6. – С. 87–92. – ISSN 1997-9266.
5. Дослідження температурної стабільності еквівалента індуктивності на основі одноперехідної транзисторної структури / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, Р. Ю. Чехмestрук, М. А. Філінюк // Вісник національного технічного університету "ХПІ". – 2011. – № 11 – С. 94–99. – ISSN 2079-083x.
6. Барабан М. В. Ефективність комбінованих керованих елементів на основі однокристального узагальненого перетворювача іммітансу / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2011. – № 1. – С. 69–75.
7. Барабан М. В. Синтез таблиць перетворення іммітансу двопараметричних УПІ на основі одноперехідної транзисторної структури / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська // Вісник Сумського державного університету. Технічні науки. – 2011. – № 2. – С. 94–100. – ISSN 1817-9215.



8. Полуактивный радиочастотный датчик контроля расхода электроэнергии / М. В. Барабан, Л. Б. Лищинская, А. А. Лазарев, М. А. Филинюк // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2012. – № 2. – С. 3–7. – ISSN 2225-5818.
9. Індуктивний генераторний датчик на основі комбінованого динамічного негatrona / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, О. О. Лазарєв, М. А. Філінюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 1. – С. 116–120.
10. Барабан М. В. Аналіз сучасних досягнень створення інформаційних пристроїв на основі одноперехідних транзисторних структур [Електронний ресурс] / Барабан М. В., Філінюк М. А. // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – № 2. – С. 1–10. – Режим доступу до журналу: [http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/vntu/2012\\_2/2012-2.files/uk/12mafuts\\_ua.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/vntu/2012_2/2012-2.files/uk/12mafuts_ua.pdf).
11. Барабан М. Дослідження узагальненого перетворювача іммітансу на польовому транзисторі при зміні полярності напруги на затворі / Барабан М., Ліщинська Л., Філінюк М. // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2012. – № 2 (66). – С. 174–180. – ISSN 1727-7108.
12. Барабан М. В. Узагальнена модель ПТШ2 при включенні його по схемі (3132) / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – № 2. – С. 60–63.
13. Барабан М. Інформаційні пристрої на реактивних властивостях польових транзисторів / Марія Барабан // IV Міжнародна науково-технічна конференція “Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування”. Частина 1, 8–10 жовтня 2009 р. : тези доповідей. – Вінниця, 2009. – С. 69.
14. Порівняльна оцінка похибок перетворення однокристальних конверторів іммітансу [Електронний ресурс] / М. В. Барабан, М. А. Філінюк, Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова // X Міжнародна конференція контроль та управління в складних системах, 19–21 жовтня 2010 р. : тези доповідей – 2010. – С. 159. – Режим доступу до статті: [http://mccs.vntu.edu.ua/mccs2010/materials/subsection\\_2.3.pdf](http://mccs.vntu.edu.ua/mccs2010/materials/subsection_2.3.pdf).
15. Застосування концепції “нечіткого іммітансу” на етапі функціонального синтезу інформаційних пристроїв / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова, М. А. Філінюк // VII Міжнародна науково-практична конференція Інтернет освіта наука, 28 вересня – 3 жовтня 2010 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – С. 368–371. – ISBN 978-966-641-377-5.
16. Радиочастотные датчики на базе обобщенных преобразователей иммитанса / М. В. Барабан, Л. Б. Лищинская, Я. С. Рожкова, Н. А. Филинюк // 20-я Международная конференция “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”, 13-17 сентября 2010 г. : тезисы докладов. – Севастополь, 2010. – С. 971–972.
17. Барабан М. Оптикоелектронні 2-х параметричні перетворювачі іммітансу / М. Барабан, Л. Ліщинська // Фотоніка-ODS 2010 : V Міжнародна конференція з оптико електронних інформаційних технологій, 28–30 вересня 2010 р. : тези доповідей. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – С. 194. – ISBN 978-966-641-378-2.
18. Барабан М. В. Функциональный синтез информационных устройств на базе однокристальных ОПИ / М. В. Барабан, Л. Б. Лищинская, Я. С. Рожкова // VI Международная научно-практическая конференция “Новости научной мысли”, 27 октября – 5 ноября 2010 г. : тезисы докладов. – Прага : Наука и образование, 2010. – С. 10–14. – ISBN 978-966-8736-05-06.
19. Барабан М. Автономный радиочастотный датчик температуры / Мария Барабан // 16-й Международный молодежный форум “Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке”. Том 1, 17–19 апреля 2012 г. : тезисы докладов. – Харьков, 2012. – С. 51–52.
20. Многопараметрические радиочастотные датчики / М. В. Барабан, Л. Б. Лищинская, Е. В. Войцеховская [и др.] // 12-я Международная научно-практическая конференция “Современные информационные и электронные технологии”, 23-27 мая 2011 г. : тезисы докладов. – Одесса, 2011. – С. 306.

21. Іммітансні логічні схеми підвищеної заводо захищеності / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, О. В. Войцеховська [та ін.] // III Міжнародна науково-практична конференція “Методи та засоби кодування, захисту та й ущільнення інформації”, 20-22 квітня 2011 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – С. 200–201. – ISBN 978-966-641-406-2.
22. Критеріальна оцінка ефективності управляючих елементів на базі ОПИ<sub>N</sub> / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова [и др.] // V Міжнародна науково-технічна конференція “Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування”, 19-21 травня 2011 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – С. 76–77. – ISBN 978-966-641-411-6.
23. Дослідження режимної стабільності еквівалента індуктивності на основі ОТС / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, Р. Ю. Чехмєструк, М. А. Філінюк // II Міжнародна науково-практична конференція “Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія”, 26-27 травня 2011 р. : тези доповідей. – Харків : ХНЕУ, 2011. – С. 37–38.
24. Иммитансные логические схемы для сигнальных процессоров / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, А. А. Лазарев, Н. А. Філінюк // 21-я Международная конференція “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”, 12-16 септембля 2011 г. : тезиси докладов. – Севастополь, 2011. – С. 797–798. – ISBN 978-966-335-356-2.
25. Комп’ютерна програма “Ефективність керованих комбінованих елементів на основі однокристалного узагальненого перетворювача іммітансу” / М. В. Барабан, О. В. Войцеховська, Л. Б. Ліщинська [та ін.] // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 42792. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 19.03.2012 р.
26. Патент України на корисну модель № 23904, (51) МПК (2006) G01R 27/28. Транзисторний еквівалент котушки індуктивності / М. В. Барабан, М. А. Філінюк, І. В. Булига, С. В. Мірошникова; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200701171; заявл. 05.02.2007; опубл. 11.06.2007, Бюл. № 8.
27. Патент України на корисну модель № 38679, (51) МПК (2006) H03H 11/00. Активний коливальний контур / М. В. Барабан, М. А. Філінюк, Л. Б. Ліщинська; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200808335; заявл. 20.06.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.
28. Патент України на корисну модель № 42867, (51) МПК (2009) H03H 3/00. Реактивний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200901538; заявл. 23.02.2009; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.
29. Патент України на корисну модель № 50131, (51) МПК (2009) G01R 27/00. Генераторний сенсор / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200912677; заявл. 07.12.2009; опубл. 25.05.2009, Бюл. № 10.
30. Патент України на корисну модель № 50267, (51) МПК (2009) H03K 19/20. Логічний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000021; заявл. 11.01.2010; Опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.
31. Патент України на корисну модель № 49747, (51) МПК G01R 27/28 (2006.01). Напівпровідникова індуктивність / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200911676; заявл. 16.11.2009; Опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.
32. Патент України на корисну модель № 50278, (51) МПК (2009) H03K 19/20. Радіочастотний логічний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000346; заявл. 15.01.2010; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.

33. Патент України на корисну модель № 51961, (51) МПК (2009) H03K 19/00. Радіочастотний логічний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000919; заявл. 29.01.2010; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15.
34. Патент України на корисну модель № 52662, (51) МПК (2009) H03K 19/20. Радіочастотний логічний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000005; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.
35. Патент України на корисну модель № 51011, (51) МПК (2009) H03K 19/20. Логічний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000921; заявл. 29.01.2010; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.
36. Патент України на корисну модель № 51012, (51) МПК (2009) H03K 19/20. Іммітансний логічний елемент “АБО” / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201000922; заявл. 29.01.2010; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.
37. Патент України на корисну модель № 51410, (51) МПК H03K 3/42 (2006.01). Іммітансний RS-тригер / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201001814; заявл. 19.02.2010; опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.
38. Патент України на корисну модель № 51409, (51) МПК H03K 3/42 (2006.01). Іммітансний RS-тригер / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201001810; заявл. 19.02.2010; опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.
39. Патент України на корисну модель № 54733, (51) МПК G01R 11/02 (2006.01). Дистанційний лічильник витрат електричної енергії / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, О. О. Лазарев, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201004696; заявл. 20.04.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. № 22.
40. Патент України на корисну модель № 64354, (51) МПК (2011.01) H03K 11/00. Керований імпедансний елемент / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201102999; заявл. 14.03.2011; Опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
41. Патент України на корисну модель № 68886, (51) МПК (2012.01) G01R 27/00. Радіочастотний сенсор температури / М. В. Барабан, Л. Б. Ліщинська, О. О. Лазарев, М. А. Філінюк; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201112879; заявл. 02.11.2011; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7.

## АНОТАЦІЯ

Барабан М. В. Одноперехідні узагальнені перетворювачі іммітансу для давачів фізичних величин та компонентів обчислювальних пристроїв. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2012.

Дисертаційна робота присвячена покращенню технічних параметрів давачів фізичних величин та компонентів обчислювальних пристроїв за рахунок використання одноперехідних узагальнених перетворювачів іммітансу. Отримано математичну модель фізичних процесів, що протікають в одноперехідному транзисторі на високих частотах, що дозволило отримати аналітичні вирази іммітансних параметрів узагальнених перетворювачів іммітансу на його основі, які використовуються для розробки базових вузлів давачів фізичних величин з підвищеною добротністю та температурною стабільністю. Вдосконалено метод схемно-функціональної побудови давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв,

який на відміну від існуючих використовує одноперехідні узагальнені перетворювачі іммітансу, що забезпечує спрощення технічної реалізації та підвищення заводостійкості давачів фізичних величин і компонентів обчислювальних пристроїв. Розроблено давачі фізичних величин, які не мають вбудованого джерела живлення, що забезпечує зменшення енергоспоживання в 1,5-2 рази.

Ключові слова: узагальнений перетворювач іммітансу, одноперехідна транзисторна структура, давач, компоненти обчислювальних пристроїв, логічні елементи.

## АННОТАЦІЯ

Барабан М. В. Однопереходные обобщенные преобразователи иммитанса для датчиков физических величин и компонентов вычислительных устройств. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – компьютерные системы и компоненты. Винницкий национальный технический университет, Винница, 2012.

Диссертационная работа посвящена разработке и исследованию датчиков физических величин и компонентов вычислительных устройств на основе однопереходных обобщенных преобразователей иммитанса. Объектом исследования является процесс преобразования информационных сигналов в специализированных средствах обработки информации с частотным представлением. Общий научный результат работы – решение научно-технической задачи улучшения технических параметров (повышение добротности, температурной стабильности, помехоустойчивости и уменьшение энергопотребление) датчиков физических величин и компонентов вычислительных устройств за счет использования однопереходных обобщенных преобразователей иммитанса.

Получена математическая модель физических процессов, протекающих в однопереходном транзисторе на высоких частотах, что позволило получить аналитические выражения иммитансных параметров обобщенных преобразователей иммитанса на его основе, которые используются для разработки базовых узлов датчиков физических величин с повышенной добротностью и температурной стабильностью. Усовершенствован метод схемно-функционального построения датчиков физических величин и компонентов вычислительных устройств. Предложенный схемно-функциональный метод использует однопереходные обобщенные преобразователи иммитанса, что обеспечивает упрощение технической реализации и повышения помехоустойчивости датчиков физических величин и компонентов вычислительных устройств.

Предложено технические решения по конструированию дистанционных датчиков физических величин без встроенного источника питания, что позволяет уменьшить их энергопотребление в 1,5–2 раза. Необходимое напряжение питания создается за счет преобразования высокочастотного сигнала частотой 125 кГц, который с помощью считывателя облучает датчик. После окончания переходного процесса на выходе датчика появляется высокочастотный сигнал, значение которого пропорционально измеряемому параметру. Дистанционные датчики имеют высокую помехоустойчивость за счет слабой зависимости частотного сигнала к помехам.

Разработаны и исследованы иммитансные логические элементы, которые в отличие от видеоимпульсных логических элементов имеют улучшенную помехоустойчивость. Помехоустойчивость иммитансных логических элементов обусловлена тем, что в качестве информационного параметра используется не количественное значение иммитанса, а его качественные характеристики (положительный или отрицательный иммитанс), что обеспечивает высокую помехоустойчивость в цепи питания. Изменение напряжения питания в диапазоне 2-12 В приводит к изменению активной составляющей на выходе обобщенного преобразователя иммитанса, однако не меняет знак этой составляющей, что обеспечивает высокую помехоустойчивость в цепи питания

Получены практические данные, подтверждающие достоверность аналитических выражений преобразованного иммитанса двухпараметрических обобщенных преобразователей иммитанса на основе однопереходной транзисторной структуры.

Предложены методики расчета параметров датчиков физических величин, реактивных элементов и колебательных контуров, которые могут быть использованы для их инженерного расчета.

Получила развитие математическая модель оценки эффективности комбинированных управляемых элементов с использованием однопереходного обобщенного преобразователя иммитанса. Разработанная математическая модель оценки эффективности учитывает параметры обобщенного преобразователя иммитанса и двухэлектродного управляемого элемента, что позволяет осуществлять сравнительную оценку и определять лучший вариант комбинированного управляемого элемента. И может использоваться для повышения эффективности устройств информационно-измерительных систем.

С использованием математической модели оценки эффективности комбинированных управляемых элементов разработана компьютерная программа для автоматического расчета коэффициентов эффективности управляемых элементов на основе однопереходного обобщенного преобразователя иммитанса, что дает возможность определения наилучшего комбинированного управляемого элемента.

Ключевые слова: обобщенный преобразователь иммитанса, однопереходная транзисторная структура, датчик, компоненты вычислительных устройств, логические элементы.

## ABSTRACT

Baraban M. V. Unijunction generalized immittance converters for sensors of physical quantities and components of computing devices. – Manuscript.

The dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.05 - computer systems and components. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2012.

The thesis is dedicated to improving technical parameters of the sensors of physical quantities and components of computing devices by using unijunction generalized immittance converters. A mathematical model of the physical processes occurring in the unijunction transistor at high frequencies is received. Analytical expressions of immittance parameters of generalized immittance converters that are used to develop the basic units of sensors of physical quantities with high quality factor and temperature stability is received. Method of circuit-functional building of sensors of physical quantities and components of computing devices is improved. The method differs from existing using unijunction generalized immittance converters that provides simplify of technical design and increase noise immunity of sensors of physical quantities and components of computing devices. The sensors of physical quantities that doesn't have built-in power supply is developed. It would reduce energy consumption of the sensors by 1,5 – 2 times.

Keywords: generalized immittance converters, unijunction transistor structure, sensor, components of computing devices, logic elements.

Підписано до друку 09.11.2012 р. Формат 29.7×42 ¼  
Наклад 100 прим. Зам. № 2012-173  
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі  
Вінницького національного технічного університету  
м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59-81-59