



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44323 (13) C2

(51) 6 A61B5/053

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВИМІРУ ЗМІН В ОПОРІ ЗАРЯДЖЕНОГО ТІЛА

1

2

(21) 97126428

(22) 24 03 1997

(24) 15 02 2002

(86) PCT/US97/04954, 24 03 1997

(31) 08/647 414

(32) 09 05 1996

(33) US

(46) 15 02 2002, Бюл. № 2, 2002 р.

(72) Хаббард Лафайет Рональд, US, Маккормік Джон, US, Ставропоулос Джеймс, US, Стіннетт Річард, US

(73) ЧЕРЧ ОФ СПІРІЧУЕЛ ТЕКНОЛОДЖІ, US

(56) US, 47002259, 27 10 87

US, 4459995, 17 07 84

US, 3290589, 06 12 66

US, 5203344, 20 04 93

(57) 1 Пристрій для індикації змін в опорі живого тіла, який містить схему вимірювання відносно низьких змінних опорів в першому діапазоні та відносно високих змінних опорів в другому діапазоні для отримання виміряного сигналу, причому згадана схема вимірювання має зовнішні виводи, схему підсилення виміряного сигналу до сприймального рівня, підключену до схеми вимірювання опорів, індикаторну схему виміряного сигналу в сприймальному вигляді, підключену до схеми підсилення, який відрізняється тим, що містить схемний засіб регулювання чутливості, підключений до схеми підсилення, підключеної до індикаторної схеми для автоматичного підвищення чутливості індикаторної схеми для високого змінного опорів в другому діапазоні, виміряного в схемі вимірювання опорів

2 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що схемний засіб регулювання чутливості виконано з можливістю автоматичного регулювання чутливості індикаторної схеми для низького змінного опорів в першому діапазоні, виміряного в схемі вимірювання опорів

3 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що згаданий схемний засіб регулювання чутливості включає в себе схему керування

4 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що згаданий схемний засіб регулювання чутливості включає в себе керований напругою операційний підсилювач

5 Пристрій для індикації змін в опорі живого тіла, який містить схему вимірювання опорів, яка має зо-

внішні виводи, схему підсилення, підключену до схеми вимірювання опорів, індикаторну схему, підключену до схеми підсилення, схему регулювання чутливості, підключену до схеми підсилення, причому індикаторна схема виконана з можливістю автоматичного підвищення чутливості індикаторної схеми для встановлення високого змінного опорів в схемі вимірювання опорів, який відрізняється тим, що схема регулювання чутливості включає в себе спарений потенціометр

6 Пристрій для індикації змін в опорі живого тіла, який містить схему вимірювання опорів, яка має зовнішні виводи та регульований вручну потенціометр,

схему підсилення, підключену до схеми вимірювання опорів,

індикаторну схему, підключену до згаданої схеми підсилення, який відрізняється тим, що

згадана схема підсилення включає в себе схему калібровки для автоматичного регулювання коефіцієнта підсилення згаданої схеми підсилення у відповідь на переміщення згаданого регульованого потенціометра

7 Пристрій за п. 6, який відрізняється тим, що додатково включає в себе комп'ютерний інтерфейс для подачі модульованого виміряного сигналу

8 Пристрій за п. 6, який відрізняється тим, що згадана схема підсилення включає в себе операційний підсилювач, який має конденсатор, підключений в схемі між позитивним та негативним входами в згаданий операційний підсилювач

9 Пристрій за п. 6, який відрізняється тим, що включає в себе мікропроцесорний пристрій керування в згаданій схемі калібрування,

програмне забезпечення для конфігурування згаданої схеми калібровки при неперервному виявленні змін в регульованому вручну потенціометрі і для визначення та встановлення режиму розділення на основі множини заданих режимів розділення

10 Пристрій за п. 6, який відрізняється тим, що згадана схема калібровки містить

схему зворотного зв'язку виміряного входного сигналу, підключену до схеми вимірювання опорів, схему керування параметром компенсації, підключену до схеми зворотного зв'язку, та схему компенсації сталої амплітудної характеристики, підключену до схеми керування

(13) C2

(11) 44323

(19) UA

11 Пристрій за п 10, який відрізняється тим, що згадана схема керування додатково включає в себе

мікропроцесорний пристрій керування, підключений до згаданої схеми зворотного зв'язку, та аналого-цифровий перетворювач, підключений до згаданої схеми зворотного зв'язку

12 Пристрій за п 10, який відрізняється тим, що згадана схема керування додатково включає в себе

схему активації згаданої схеми керування після переміщення згаданого регульованого вручну потенціометра

13 Пристрій за п 10, який відрізняється тим, що додатково включає в себе мікропроцесорний пристрій керування, який знаходиться в згаданій схемі керування та підключений до згаданої схеми зворотного зв'язку, і

і програмне забезпечення, яке оперативно керує згаданим мікропроцесорним пристроєм керування

14 Пристрій за п 13, який відрізняється тим, що додатково включає в себе схему компенсації та цифровий потенціометр, підключений до згаданої схеми підсилення

15 Пристрій за п 6, який відрізняється тим, що згадана схема калібровки включає в себе схему зворотного зв'язку для прийому сигналів, які характеризують опір живого тіла

16 Пристрій за п 15, який відрізняється тим, що додатково включає в себе схему керування, підключену до схеми зворотного зв'язку для визначення по згаданому входному сигналу компенсаційного сигналу який відповідає зміні коефіцієнта підсилення схеми підсилення

17 Пристрій за п 16, який відрізняється тим, що додатково включає в себе схему компенсації для прийому згаданого компенсаційного сигналу та для регулювання згаданої схеми підсилення для підтримання, в основному, сталої амплітудної характеристики

18 Пристрій для індикації змін в опорі живого тіла, який містить

схему вимірювання опору, яка має виводи, що виходять з неї,

схему підсилення, підключену до схеми вимірювання опору, яка має зовнішні виводи,

індикаторну схему, підключену до схеми підсилення, яка має зовнішні виводи, множину вручну керованих пристроїв, які мають зовнішні виводи,

щонайменше, один вивід, який виходить з кожної із згаданих схем та з кожного із згаданих вручну керованих пристроїв, який з'єднує кожну із згаданих схем одну з одною та зі згаданими вручну керованими пристроями, який відрізняється тим, що містить щонайменше, одну котушку індуктивності, включену в склад схеми вимірювання опору та в склад схеми підсилення,

за рахунок чого зменшується радіозавада, яка проходить через згадані схеми

19 Пристрій для індикації змін в опорі живого тіла, який містить схему вимірювання опору, схему підсилення, підключену до схеми вимірювання опору,

індикаторну схему, підключену до схеми підсилення,

який відрізняється тим, що містить корпус, який оточує схему вимірювання опору, схему підсилення та індикаторну схему,

та ізолюючу радіочастоти фарбу, яка покриває корпус

20 Спосіб підтримання, в основному, сталої амплітудної характеристики для заданого вимірюного входного сигналу в пристрої для вимірювання змін в опорі живого тіла, яким має схему вимірювання опору, схему підсилення та індикаторну схему, який відрізняється тим, що

ініціалізують згадану схему вимірювання опору та згадану схему підсилення,

під'єднують живе тіло до згаданої схеми вимірювання опору,

встановлюють загальний опір живого тіла, та регулюють коефіцієнт підсилення згаданої схеми підсилення згідно із заданим відношенням, так що для вимірюної зміни в опорі забезпечується, в основному, стала амплітудна характеристика

21 Спосіб за п 20, який відрізняється тим, що додатково здійснюють ручне регулювання потенціометра як частини встановлення загального опору і встановлення режиму розділення на один із множини заданих режимів розділення для встановлення загального опору живого тіла

22 Спосіб за п 21, який відрізняється тим, що додатково здійснюють регулювання коефіцієнта підсилення згаданої схеми підсилення шляхом узгодження сигналів заданого коефіцієнта компенсації із заданими значеннями змін опору, які відповідають змінам в загальному опорі живого тіла

Цей винахід відноситься до вдосконаленого пристрою індикації вимірювання змін в опорі живого тіла

З появою пристрою Хабарда для вимірювання та індикації змін в живому тілі з'явилась можливість розрізнення невеликих змін в опорі живого тіла шляхом здійснення електромеханічного вимірювання. Цей пристрій звичайно містить схему вимірювання опору, схему підсилення та індикаторну схему. Хоч цей пристрій і є адекватно прийнятним для досягнення поставленої мети виявлення змін в опорі живого тіла, він виявився нездатним точно відображувати виміряні зміни. Під час спроби вирішення цієї проблеми були здійснені різні вдосконалення, які описано та проілюстровано в патентах США № 3290589 та № 4459995. Такі пристрої слугують для генерування сигналу, який відображує результати вимірювання малих змін в опорі живого тіла. Після цього він підсилюється з видачею сигналу, який є різним і придатним для відтворення на індикаторі, який сприймається людиною, такому як дисплей. Єдиним недоліком цих пристроїв є те, що небажані характеристики в сигналі можуть маскувати або помилково відтворювати результати малих вимірів. Ці небажані характеристики можуть бути викликані зовнішньою радіоперешкодою та/або внутрішніми нелінійностями в самому пристрої. Таким чином існує потреба в пристрої, який може більш точно відтворювати зміни в опорі живого тіла.

Суть винаходу

Загальною метою даного винаходу є точна індикація малих змін в опорі живого тіла.

Частковою метою даного винаходу є усування небажаних характеристик в сигналі, який відображує опір живого тіла.

Особливістю даного винаходу є вмикання активної калібровки для забезпечення практично сталої амплітудної характеристики для даного вимірюваного входного сигналу.

Перевагою даного винаходу є те, що чутливість пристрою підтримується на сталому рівні.

У відповідності до задач, особливостей та переваг даного винаходу розроблено вдосконалений вимірюючий електричний опір або індикаторний пристрій, який містить схему вимірювання опору, яка має входні виводи, які приєднуються до живого тіла для одержання сигналів вимірювання, які відображують опір живого тіла. Схема підсилення приймає сигнали вимірювання та підсилює їх до розрізняльного рівня. Індикаторна схема приймає підсилені сигнали та видає сигнали вимірювання в сприйнятній формі. Даний винахід вигідно містить пасивні та активні пристрої, які слугують для усунення небажаних характеристик в сигналі вимірювання.

Однією особливістю даного винаходу є активна схема калібровки. Схема калібровки слугує для забезпечення практично сталої амплітудної характеристики для даного сигналу вимірювання зміни в опорі від схеми вимірювання опору. В найкращому втіленні схеми калібровки частина схеми зворотного зв'язку та частина схеми управління сумісно контролюють роботу пристрою та передбачають зміни амплітудної характеристики в індикаторній схемі. Також передбачено компенсатор, який слугує для пристосування або калібровки схеми підсилення для обліку передбачуваних змін амплітуди.

Інші задачі та переваги винаходу стануть очевидними із наступного його опису за кресленнями, на яких

Короткий опис креслень

Фіг. 1 зображує функціональну блок-схему звичайного пристрою для вимірювання опору живого тіла,

фіг. 2 зображує функціональну блок-схему пропонуваного пристрою,

фіг. 3 зображує функціональну блок-схему найкращої схеми вимірювання опору пропонуваного пристрою,

фіг. 4А зображує функціональну блок-схему найкращої схеми підсилення пропонуваного пристрою,

фіг. 4В зображує функціональну блок-схему

схеми зі змінним опором і схеми перемикання підсилення,

фіг. 4С зображує функціональну блок-схему схеми зворотного зв'язку і управління,

фіг. 5А-5 зображують блок-схему ведучої програми,

фіг. 6 зображує блок-схему програми затримки,

фіг. 7 зображує блок-схему програми вибору вимірюючого приладу,

фіг. 8 зображує блок-схему програми аналого-цифрового перетворення низького розрізнення,

фіг. 9 зображує блок-схему програми аналого-цифрового перетворення високого розрізнення,

фіг. 10 зображує блок-схему програми аналого-цифрового перетворення,

фіг. 11 зображує блок-схему програми переривання аналого-цифрового перетворення,

фіг. 12 зображує блок-схему програми встановлення програмованого підсилення,

фіг. 13 зображує блок-схему програми встановлення режиму розрізнення,

фіг. 14 зображує блок-схему програми знаходження потенціалу низької напруги,

фіг. 15 зображує блок-схему програми вибору цифрового значення опорю,

фіг. 16 зображує блок-схему програми зміни цифрового значення опорю

Промислове застосування

Звертаючись до креслень, які наводяться для ілюстрації, даний винахід може бути використано в сполученні з будь-якими звичайними трикаскадними схемами для вимірювання та індикації змін опорю живого тіла. Звертаючись до фіг. 1, такі пристрої звичайно використовують схему вимірювання опорю 20 для перетворення вимірних опорів на живому тілі в сигнал вимірювання. Схему вимірювання опорю підключено до схеми підсилення 22, яка підсилює вимірний сигнал до розрізняльного рівня. Індикаторна схема 24, підключена до схеми підсилення 22, видає вимірний сигнал у сприйнятному вигляді. Схему вимірювання опорю 20 може виконувати такі вимірювання з використанням мостової схеми або схеми подільника напруги звичайно використовуваного типу для вимірювання опорю живого тіла. Трикаскадну схему, яка містить придатну для цієї мети мостову схему, описано в патентах США № 4702259, № 4459995 та № 3290589, кожний з яких міститься в даному описі як посилення. Трикаскадна схема, яка містить придатну для цієї мети схему подільника напруги, входить у склад пристрою "Hubbard" Professional Mark SUPER YII, виробником і продавцем якого є фірма Hubbard Electrometer Manufacturing of Los Angeles, Ca.

На основі вищезгаданих відомих комбінацій було зрозумілим, що схема потребує засобу для автоматичного збільшення чутливості до високих рівнів опорю та автоматичного регулювання для низьких рівнів опорю. Це вдосконалення забезпечує сталу амплітудну характеристику індикаторної схеми 24.

Найкращий спосіб здійснення винаходу

Найкраще втілення винаходу, проілюстроване у вигляді функціональної блок-схеми на фіг. 2, містить патентноздатні ознаки всередині звичайної

схеми "Super YII". Така схема додатково використовує регулятор напруги 26 для встановлення стабільних рівнів напруги постійного струму в усій електричній схемі. Цифрова схема 28 під управлінням мікропроцесора /ці звичайні компоненти не показано/ використовується для відстеження сигналів, які забезпечуються на виводах 31 схеми вимірювання опорю 20, підтримки дисплею, який відтворює дату і час, та підтримки звичайних функцій перемикання. Виводи дисплею 32 забезпечують сигнали для звичайного годинника з табло на рідких кристалах та сигнал, який слідує за дисплеями, розташованими в індикаторній схемі 24. Цифрова схема може бути типу, описаного в патенті США № 4702259. Інші виводи 33 виходять з схеми регулятора напруги 26, схеми вимірювання опорю 20 та схеми підсилення 30 і підключаються звичайно до різних звичайних ручних регуляторів /не показано/. Ці виводи можуть перехоплювати радіосигнали і викликати тим самим зовнішню перешкоду. В найкращому втіленні даного винаходу монтажна плата містить котушки індуктивності 35, які відходять від виводів 37 ковзаючого контакту /повзуна/ ручних регуляторів. Такі ручні регулятори можуть містити перемикач функцій, низьковольтний потенціометр, низьковольтний потенціометр дистанційного управління, змінний резистор підстроювання та регулятор чутливості.

У відповідності з даним винаходом схема підсилення 30 звичайно містить два каскади підсилення. Перша схема підсилення 34 слугує для прийому та логарифмічного підсилення вимірюного сигналу. Друга схема підсилення 36, яку підключено до виходу першої схеми підсилення 34, слугує для задоволення потреб замовника та збільшення коефіцієнту підсилення вимірюного сигналу. Комп'ютерний інтерфейс 40 доволно забезпечує вхідний сигнал для схеми перетворювача напруга-струм 38 для використання, де бажано мати імітований вимірний сигнал. Схему перетворювача напруга-струм 38, яку підключено до виходу другої схеми підсилення, модифікує вимірний сигнал, доводячи його до форми, прийнятної для індикаторної схеми 24. Схему перетворювача напруга-струм 38 також забезпечує зворотний зв'язок до другої схеми підсилення та комп'ютерного інтерфейсу 40. До другої схеми підсилення 36 підключено схему зі змінним опором 42, яка забезпечує сигнал зворотного зв'язку для підсилення вимірюного сигналу від схеми вимірювання опорю 20. Схему зі змінним опором 42 містить сегменти 46 та 44 високого і низького програмованих підсилень. Для ручного регулювання підсилення до схеми зі змінним опором 42 підключено ізольовану схему перемикання підсилення. До схеми зі змінним опором 42 також підключено схему калібровки 50. Схему калібровки 50 функціонує як калібровочний засіб для регулювання вихідного сигналу схеми підсилення. В даному найкращому втіленні схема калібровки 50 містить схему зворотного зв'язку 52, схему управління 54 та схему компенсації 55.

Схему вимірювання опорю найкращого втілення винаходу /фіг. 3/ є схемою типу подільника напруги. В схемі подільника напруги високовольтний вивід 56 послідовно з'єднано з першим резистором 58, який поділяє напругу. В першому опорі мо-

же бути використано змінний резистор 60 для підстроювання або зсуву величини першого опору. Звичайний перемикач перевірки вимірювального приладу 62, який вибирається вручну або під управлінням цифрової схеми 28, довільно перемикає ланцюг схеми подільника напруги між парою, яка складається з зовнішнього виводу 66 та виводу 64 для під'єднання до живого тіла, та резистором 68 на 5кОм, який працює як контрольний опір замість живого тіла. Звичайні електроди, які призначено для під'єднання до живого тіла, прикріплюються через вилку електричного з'єднувача /не показано/. Під час фізичної вставки вилки зовнішні виводи 64 та 66 призначені для під'єднання до живого тіла. Коли вилку видалено, другий перемикач 70 під'єднує вивід з високим потенціалом 66 до резистора 68 на 5кОм. Окрім того, між зовнішніми виводами 64 та 66 послідовно з котушкою індуктивності 86 підключено конденсатор 72. Котушка індуктивності 86 та конденсатор 72 сплугують для зменшення перешкод. Між перемикачем перевірки вимірювального приладу та вихідним виводом 88 формується другий опір, який поділяє напругу. Третій опір 74, який поділяє напругу, підключено послідовно між вихідним виводом 88 та низьковольтним виводом 76.

Величина низьковольтного потенціалу в виводі 76 може регулюватись вручну з використанням ручного регулятора 78. В найкращому варіанті ручний регулятор 78 містить вивід ковзаючого контакту 80 від потенціометру 82, який підключено між високовольтним та низьковольтним виводами. Ланцюг виводу ковзаючого контакту 80 містить котушку індуктивності 87, яка звичайно підключається послідовно через аналогову схему перемикання 90 до виводу 91 та заземленого конденсатора 92 для мінімізації перешкод. Ручний регулятор може бути звичайно вбудованим потенціометром 82 або зовнішнім потенціометром 94. Зовнішній потенціометр 94 також підключає паралельно високовольтний та низьковольтний виводи 96 і 98 та вивід ковзаючого контакту 100 до аналогової схеми перемикання. Зовнішній змінний резистор 94 також містить віддалений вивід сигналу 102 та земляний вивід 104. Аналогову схему перемикання 90, яка може звичайно містити ручний перемикач або подільник напруги та тригери-защипки, підключено до аналогового перемикача /не показано/, який селективно приводить в дію внутрішній або зовнішній потенціометр. В другому випадку вибір потенціометру здійснюється відповідно до рівня напруги на виводі сигналу 102. Сигнал підтримується "високим" - при використанні внутрішнього потенціометра 82 і поєднується до землі 104 виводом 106 у зовнішньому потенціометрі. Величини напруги від ковзаючого контакту 91, висока та низька величини напруг від використовуваного потенціометра надсилаються до цифрової схеми 28 /фиг. 2/ для обчислення значень сигналу цифрового потенціометра. Сигнал з вихідного виводу ковзаючого контакту 91 - надсилається через буферну схему 112, яка містить повторювач напруги, для запобігання втрати струму в низьковольтному виводі 76.

Посилаючись на фиг. 4А, 4В та 4С, перша схема підсилення 34 приймає вимірний сигнал, забезпечений вихідним виводом схеми вимірювання

опору. Перша схема підсилення 34 містить операційний підсилювач (op-amp) 124, який має позитивний вхід 126, який підключено до вихідного виводу 88 сигналу від схеми вимірювання опору - 20 /фиг. 1/. Операційний підсилювач 124 конфігурується у вигляді повторювача напруги з виводом зворотного зв'язку 128, що йде від вихідного - виводу 130 операційного підсилювача до негативного входу 132. Між позитивним та негативним входами 126 та 132 підключено конденсатор 134 для послаблення зовнішньої радіоперешкоди у вимірному сигналі. Вихідний вивід операційного підсилювача 130 паралельно з ланцюгом зворотного зв'язку 136 забезпечує негативний вхід для операційного підсилювача 138, який - функціонує як підсилювач першого каскаду. Послідовно до вихідного виводу 130 повторювача напруги підключено резистор 140. Резистор 140 підключено до попередньо встановленого потенціометра 142 та вихідного виводу 144 підсилювача першого каскаду через дві паралельні резистивні гілки. Перша гілка містить резистор 146, який підключено між потенціометром 142 та першим резистором 140. Друга гілка містить звичайний регульований користувачем потенціометр, який - підключено на електродах 148, послідовно з'єднаних з резистором 150 та попередньо встановленим змінним резистором 142. Регульований користувачем потенціометр /не показано/ функціонує як потенціометричний регулятор чутливості. Електроди регулятора чутливості 148 містять вивід ковзаючого контакту 152, який підключено до негативного вхідного виводу 154 підсилювача першого каскаду через котушку індуктивності 156. На позитивний вхідний вивід 158 операційного підсилювача першого каскаду надходить опорний сигнал 160 від регулятора напруги 26, який забезпечує стабільний опорний сигнал 5,25В. Вивід для опорного сигналу 160 також з'єднано з резистивною гілкою зворотного зв'язку, яка містить другий попередньо встановлюваний змінний резистор - 162 та постійний резистор 164, з'єднаний з вихідним виводом 166 першої схеми підсилення. Вихід 144 підсилювача першого каскаду також з'єднано з вихідним виводом 168 через постійний резистор 170. Фахівці в даній галузі техніки /можуть оцінити, що конфігурація цієї схеми підсилення - першого каскаду забезпечує ослаблений сумуючий підсилювач, який сумує величину сигналу на вихідному виводі 88 від схеми вимірювання опору 20, підсиленого за рахунок коефіцієнту підсилення операційного підсилювача 138, та величину напруги опорного сигналу 160. Операційні підсилювачі 124 та 138 схеми підсилення першого каскаду є підсилювачами типу моделі OP420, які - виробляються американською фірмою Analog Devices Inc. Вихідний вивід 166 цього сумарного підсиленого сигналу підключається до схеми підсилення другого каскаду 36. Перша схема підсилення також змінює коефіцієнт підсилення приладу з 1 до 10 логарифмічне під час зміни змінного резистора 142 з низької величини опору на високу.

В схемі підсилення другого каскаду 36 операційний підсилювач 172 типу моделі OP90, - який виробляється фірмою Analog Devices, Inc, включається з гілкою зворотного зв'язку зі змінним

опором. Цей окремий тип підсилювача вимагає корекції зсуву з використанням змінного резистора - 179, з'єднаного з землею 176 через ковзаючий контакт 178. Для інших типів придатних для цієї мети підсилювачів такий ланцюг може не бути необхідним. Вихідний вивід 166 схеми підсилення першого каскаду 34 підключено до позитивного вхідного виводу 180 операційного підсилювача другого каскаду 172. Ланцюг 42 зі змінним опором забезпечує зворотний зв'язок по підсиленню до негативного вхідного виводу 182 другого підсилювача 172. Вихідний вивід 184 другого підсилювача 172 підключено до одного логічного елементу 186 з множини вентилів тригер-защіпок 186-187. Ці вентиля тригер-защіпок вибірково підключають перетворювач напруга-струм 38 до схеми підсилення другого каскаду 36 та комп'ютерного інтерфейсу 40. Перемикання виконується за допомогою цифрової схеми 28 у відповідь на вибір оператора звичайним способом.

Комп'ютерний інтерфейс 40 підключено через вентиля тригер-защіпок 188 та 189 до перетворювача напруга-струм 38. Комп'ютерний інтерфейс 40 містить підсилювач 190, аналогічний до схеми другого каскаду з виводом сигналу E-JN 192, який проходить від шини сигналу і з'єднується з позитивним вхідним виводом 194 підсилювача. Перший конденсатор 196 забезпечує фільтрований зворотний зв'язок і його підключено між негативним вхідним виводом та виходом підсилювача 190. Окрім того, негативний вхідний вивід підключено до схеми зворотного зв'язку з подільником напруги, яка містить вивід 201 для опорного сигналу, два підвищуючих резистори 202 та 203, вентиль тригер-защіпки 188 та третій резистор 204, який з'єднано з землею.

E-JN вивід 192 комп'ютерного інтерфейсу приймає сигнал відтворення або емульований сигнал відтворення раніше записаного сеансу зв'язку та дублює вихід на індикаторній схемі з використанням підсилювача 190 комп'ютерного інтерфейсу. Сигнальний вивід E-OUT 206 приймає сигнали, які індикують зміни в опорі живого тіла, від індикаторної схеми 24 та передає виміряні сигнали на комп'ютерний інтерфейс 40.

Схема перетворювача напруга-струм 38 містить транзистор 208 з емітерним виводом 210, який з'єднано з виводом напруги "високого" рівня 201 через резистор зсуву 202 та вентиля тригерів-защіпок 187 та 188. Базовий вивід 212 підключено до виводу "високої" напруги через резистор 214 і два послідовно з'єднаних діоди 216 - 217, обернено зміщених відносно базового виводу 212. Діоди 216 - 217 підключено через вентиля тригер-защіпок 186 та 189 до виходу підсилювача другого каскаду 172 та вихідного виводу підсилювача комп'ютерного інтерфейсу відповідно. Колекторний вивід транзистора створює вихідний вивід 221, який підключається до індикаторної схеми 24.

Схема зі змінним опором 42 (фіг. 4B) містить схему програмованого низького підсилення 44 та схему програмованого високого підсилення 46. Зміни в потенціалі низьковольтного виводу 76 від схеми вимірювання опору (фіг. 3) здійснюють вибір використання однієї із схем зі змінним опором для забезпечення змінного коефіцієнту підсилення, як

буде описано далі. Схему зі змінним опором 42 підключено через виводи 226 та 228 (фіг. 4A та фіг. 4B) між негативним вхідним виводом 182 операційного підсилювача 172 та через вентиль тригер-защіпки 187 до перетворювача напруга-струм 38 та джерела опорної напруги 201 через резистор 202. Конденсатор 223, який підключено між позитивним та негативним вхідними виводами 180 та 182, забезпечує подальше ослаблення зовнішніх радіочастотних перешкод. Схема програмованого високого підсилення 46 містить чотири сегменти схеми, які підключено паралельно між двома виводами 226 і 228 схеми зі змінним опором.

Перший сегмент містить конденсатор 230. Другий сегмент містить вентиль тригер-защіпки 232 та резистор 24, третій сегмент містить вентиль тригер-защіпки 236 та резистор 238. Четвертий сегмент містить три послідовно з'єднані резистори 240-242. Два вентиля тригер-защіпок 232 і 236 управляються ізольованими перемикаючими схемами підсилення 48. Схема програмованого низького підсилення 44 містить окремий вентиль тригер-защіпки 244, який підключено до схеми калібровки 50 і який містить три паралельно з'єднані пілки, - детальний її опис наводиться далі. Кожна пілка містить окремий вентиль тригер-защіпок 246, 248 та 250, який послідовно з'єднано з відповідним резистором 252, 253 та 254 і який вибірково підключається до схеми в залежності від встановлення схеми перемикання підсилення 48.

Схема перемикання підсилення 48 містить перемикач 256 з ковзаючим контактом 258, який має здатність встановлюватись в три окремі положення: низьке 260, нормальне 262, високе 264. Всі виводи 260, 262 та 264 з'єднано з землею через знижуючі резистори 268, 267 та 266 відповідно. Вентилі, до яких підключено кожний з цих відповідних виводів, замикаються під час детектування напруги землі. Ковзаючий контакт 258 перемикача 256 має позитивний або високовольтний рівень. Коли ковзаючий контакт з'єднується з високим 264, нормальним 262 або низьким виводом 260 схеми, з'єднаний вивід набуває високовольтного рівня. Вентиль тригер-защіпки, який приєднано до відповідного виводу, буде розмикати тригерну схему після виявлення високої напруги. Схему програмованого високого підсилення завжди ввімкнено, навіть в режимі програмованого низького підсилення. Вхідний сигнал від підсилювача першого каскаду далі підсилюється відповідно до встановленого низького, нормального чи високого положень перемикача підсилення, який змінює коефіцієнт підсилення операційного підсилювача лінійно в 10 разів. Операційний підсилювач другого каскаду забезпечує додаткове підсилення шляхом перемикання підсилення таким чином, що коефіцієнт підсилення помножується на 1 в нижньому положенні перемикача, на 10 - в нормальному положенні перемикача і на 100 - в високому положенні перемикача. Окрім цього, операційний підсилювач другого каскаду забезпечує коефіцієнт підсилення, який знаходиться в межах від 0,7х до 50х і який повністю управляється мікропроцесорним пристроєм управління. Оскільки коефіцієнт підсилення, який управляється мікропроцесорним пристроєм, є незалежним від чутливості перемикача підсилення, він може роз-

глядатись як коефіцієнт підсилення третього каскаду. Кожний з цих трьох каскадів веде до загального коефіцієнту підсилення схеми таким чином, що вихідний коефіцієнт підсилення є добутком коефіцієнтів підсилення трьох каскадів. Самий низький можливий коефіцієнт підсилення дорівнює $1,0 \times 1,0 \times 0,7 = 0,7$, і самий високий можливий коефіцієнт підсилення дорівнює $10 \times 100 \times 50 = 50000$.

Схема управління і зворотного зв'язку 50 /фиг. 4С/ забезпечує активну калібровку підсилювача у відповідь на зміни або рух в ручному регуляторі 78 схеми вимірювання опору 20. Схема управління і зворотного зв'язку 50 підключається до схеми зі змінним опором в негативному входному виводі 182 операційного підсилювача, що ілюструється виводом 56 /фиг. 4СД/ який послідовно з'єднано з виводом 226 /фиг. 4В/ і негативним входним виводом 182 операційного підсилювача 172, та схема управління і зворотного зв'язку 50 підключається в управляючому виводі 272 /фиг. 4В та 4С/ вентиля тригер-защипки 244 низького/високого рівня з програмованим підсиленням. Схема 50 може використовуватись для забезпечення активної калібровки у відповідь на будь-які зміни в схемі, які можуть викликати небажану характеристику у вимірюваному сигналі. В наведеному тут найкращому втіленні схема управління і зворотного зв'язку контролює та реагує на зміни в ручному регуляторі 78. Звертаючись до фиг. 3 та схеми вимірювання опору, можна побачити, що ручний регулятор 78 управляє потенціалом низьковольтного виводу 76 подільника напруги. Фахівці в даній галузі техніки можуть оцінити, що зміни низьковольтного потенціалу обернено-пропорційно змінюють падіння напруги на подільнику напруги. Під час змін напруги на подільнику напруги робочий діапазон, який визначає максимальні значення вимірюваного сигналу в виводі 88, також змінюється обернено-пропорційно значенню напруги на низьковольтному виводі 76. Ця зміна в робочому діапазоні впливає на індикаторний діапазон, який визначає максимальні величини, які забезпечуються на індикаторній схемі 24. Для підтримання індикаторного діапазону на каліброваному сталому рівні в індикаторній схемі 24 схема управління і зворотного зв'язку регулює коефіцієнт підсилення зворотного зв'язку схеми підсилення другого каскаду для компенсації змін в робочому діапазоні вимірюваного сигналу 88. Окрім того, необхідно оцінити те, що коли низьковольтний потенціал на виводі 76 регулюється для близького узгодження з верхнім рівнем напруги 56, діапазон напруг, в яких може бути виміряно різницю в опорі, є дуже малим. Для таких малих діапазонів необхідна схема програмованого високого підсилення. По всьому діапазону значень низьковольтного потенціалу схема управління та зворотного зв'язку регулює вихідний сигнал операційного підсилювача шляхом регулювання коефіцієнту підсилення на негативному входному виводі операційного підсилювача. Для здійснення регулювання коефіцієнту підсилення на негативному входному виводі операційного підсилювача і перемикання між режимом програмованого високого підсилення та режимом програмованого низького підсилення схема управління та зворотного зв'язку містить схему зворотного зв'язку 52, схему управління 54 та схему ком-

пенсації 55.

Схема зворотного зв'язку 52 схеми управління та зворотного зв'язку містить вивід, який приєднано до виводу низьковольтного потенціалу 76, який приєднано через резистор 306 до входного виводу 308 низького розрізнення мікропроцесорного пристрою управління, і містить заземлений конденсатор 310 для фільтрації сигналу. Вихід резистора 306 також підключено до позитивного входного виводу 312 операційного підсилювача 314. Негативний вивід 316 операційного підсилювача з'єднано з ланцюгом підсилення, який містить резистивну гілку зворотного зв'язку 318, яку послідовно з'єднано з потенціометром 324, та ємністну гілку 320, яку підключено паралельно між негативним входним виводом 316 та вихідним виводом 322. Потенціометр 324 балансується за допомогою пари постійних резисторів 326 і 328 та змінного резистора 330 для здійснення бажаного зсуву підсилення. До виходу операційного підсилювача високого розрізнення 314 через резистор 331 підключено вхідний вивід високого розрізнення 332.

Схема управління 54 містить мікропроцесорний пристрій управління /MCU/ 334 типу моделі ST62T10B8/SWD, який виробляється американською фірмою SGS Thompson Electronics of Carrolton, Texas. В цьому окремому випадку мікропроцесорний пристрій управління 334, який також звичайно називають центральним процесором /CPU/, містить перший восьмибітовий порт, який конфігурується за допомогою програмного забезпечення для прийому двох вихідних сигналів 308 та 332 схеми зворотного зв'язку через контактні штирки 14 та 15 відповідно. Ці штирки підключаються в схему до внутрішнього аналого-цифрового перетворювача, який входить в склад мікропроцесорного пристрою управління і який масштабовано для розрізнення дискретних змін входного сигналу в діапазоні від 0 до 255 кроків нарощування. Вхід низького розрізнення змінюється безперервно під час панорамування ручного регулятора 78 в діапазоні 0,5 - 6,5, що відповідає діапазону змін напруги в межах приблизно 1,4 - 5,2В. Вхід високого розрізнення є активним, але напруга фактично не змінюється доти, доки ручний регулятор 78 не встановлено на величину більше приблизно 4,8В. Нижче цього рівня вхід високого розрізнення залишається на величині приблизно 0,7В /один приріст падіння напруги вище землі/. Діапазон входу високого розрізнення калібрується для досягнення величини 1В після досягнення ручним регулятором 78 величини 5,0В, і напруга продовжує збільшуватись лінійно до приблизно 5,2В при підвищенні величини ручного регулятора 78 до 6,5В.

Схема управління 54 /фиг. 4С/ також містить тригерну схему активації 336. Схема 54 необхідна тільки на протязі проміжку часу, коли ручний регулятор 78 знаходиться в переході. Оскільки ця активність є уриваною, схема 54 включає енергозберігаючий тригер 338 в режимі очікування. Тригер 338 є тригером з роздільною установкою 1 та 0 типу моделі 4013В, який виробляється фірмою Motorola. Вивід 340 від цифрової схеми 28 /фиг. 2/ запускає вентиль тригера-защипки, який звичайно встановлено на "високу" напругу 341. Коли цифрова схема 28 виявляє зміни в низьковольтному вихід-

дному виводі 91 ковзаючого контакту /фіг 3/, це викликає зміну сигналу з "високого" на "низький", що передається в виводі 340 до індикаторної схеми 24. Цей вивід 340 також підключено до схеми активації 336. Коли рівень сигналу на виводі 340 знижується до потенціалу землі або "низького", тригер 338 змінює вихідний сигнал 342 і надсилає сигнал переривання до мікропроцесорного пристрою управління, який в дійсності "будить" цей пристрій.

Схема управління 54 містить виводи джерела живлення та землі 344 і 346, які підключено в контактних штирках 1, 2, 5, 6 і 20 звичайним чином. До штирка 7 мікропроцесорного пристрою управління підключено схему ліквідації переривання 348 цього пристрою. Перемикач повертання хроновано для того, щоб викликати появу на штирку 7 сигналу відновлення за умови різкого зниження напруги джерела живлення. Повертання з вмиканням/відключенням передбачається здійснювати під час проходження значення напруги 4,5В. При підвищенні напруги від нуля і наближенні її до 4,5В повертання залишається вимкненим. При підвищенні напруги вище 4,5В вмикається повертання і залишається вимкненим доти, доки рівень напруги дорівнює 4,5В або приблизно 4,5В. Повертання вимикається якщо рівень напруги падає нижче 4,5В і залишається вимкненим доти, доки рівень напруги залишається нижче 4,5В. Годинник 350, який працює на частоті 4МГц, підключається до штирків 3 і 4 та є годинником типу моделі PX400, який виробляється під торговою маркою Panasonic.

Схема управління 54 у відповідь на схему зворотного зв'язку 52 і під управлінням програмного забезпечення працює для генерування калібровочного сигналу. Калібровочний сигнал надсилається через вивід 356 та штирки 18 і 19 мікропроцесорного пристрою управління до схеми компенсації 55.

Схема компенсації 55 найкращого втілення винаходу містить змінний резистор 354 з цифровим управлінням або цифровий потенціометр /DP/. Цифровий потенціометр 354 типу моделі X9C103, який виробляється фірмою Xicor of Milpitas, California. Цифровий потенціометр 354 приймає на вході опорну напругу TA Ref 160, яка є входним сигналом. Вихідний вивід 357 схеми зі змінним опором, сигнал з якого фільтрується для видалення зовнішньої радіоперешкоди за допомогою заземленого конденсатора 358, підключено до негативного входу 182 другого операційного підсилювача через вивід 226, фіг 4А. Цей вивід також проілюстровано як вивід R+ на фіг 4В і 4С. Опір цифрового потенціометра 354 змінюється у відповідь на калібровочний сигнал від мікропроцесорного пристрою управління 334. Зміни змінного опору слугують для протидії впливу передбачуваних

небажаних характеристик у вимірюваному сигналі.

Посилаючись на фіг 4А, 4В і 4С, мікропроцесорний пристрій управління 334 взаємодіє зі схемою зворотного зв'язку 52 та схемою управління 54 під контролем програмного забезпечення, яке конфігурує звичайний мікропроцесорний пристрій управління 334 для активного контролю схеми для здійснення функції калібровки. Програмне забез-

печення містить ведучу програму та одинадцять підпрограм. Скорочені позначення ТА в блок-схемах програм відповідають ручному регулятору 78. Найкраще втілення кожної програми описано далі.

Ведуча програма 400 /фіг 5А - 5В/ містить ініціуючу програму, яка містить кроки встановлення векторів переривання адреси 401 і конфігурування апаратних засобів мікропроцесорного пристрою управління та портів 402. Потім виконується цикл затримки для забезпечення можливості штиркам-виводам мікропроцесорного пристрою управління стабілізуватись на своїх зазвичайно визначених рівнях. Цей цикл включає ініціацію кроку лічильника 403 і циклу "доки ні" 404, який запитує підпрограму затримки 406 на два цикли. В наступному кроці 408 встановлюється цифровий потенціометр або цифровий змінний резистор. Діапазон цифрового потенціометра масштабується на 100 кроків приросту, і визначаються позитивна та негативна межі. Потім виконується програма конфігурування цифрового потенціометра /Clkdp/ 410 для встановлення початкового значення для цифрового резистора. Наступною виконується підпрограма 412 вибору типу вимірювального приладу /selmeter/. Після завершення підпрограми 412 програма ініціалізації завершується, і починається режим активної калібровки.

Режим активної калібровки є основною підпрограмою, яка виконується мікропроцесорним пристроєм управління 334 /фіг 4С/ і повторюється безперервно на протязі часу перебування цього пристрою в активному стані. Спочатку конфігурується тригер в режимі очікування для виявлення зміни рівня ТА в кроці виявлення вимкненого ТА 414. Потім запитується підпрограма вимірювання ТА потенціометра в режимі низького рівня розрізнення /a 2d low/ 416. Підпрограма встановлення підсилення /setboost/ 418 визначає та конфігурує логічні елементи для високого або низького програмованого коефіцієнту підсилення. Потім підпрограма встановлення режиму /setmode/ 420 внутрішньо визначає та встановлює режим розрізнення на "високе" або "низьке" розрізнення. Потім режим розрізнення перевіряється в кроці перевірки розрізнення 422. Якщо флаговий біт розрізнення є високим, запитується вимірювання ТА в підпрограмі високого розрізнення /a2d high/ 424. Або, в протилежному випадку, вимірювання не виконується. В наступному кроці підпрограма виявлення ТА /TA find/ 426 визначає величину ТА. Потім, у відповідності до показаної на фіг 5С-1 підпрограми встановлення цифрового потенціометра /dpset/ 428, визначається кількість необхідної калібровки. Потім запитується програма clkdp 430 для переконафігурування цифрового потенціометра до бажаного нового калібровочного положення. Після калібровки системи компенсації, перевірки змін ТА рівня виконується крок 432. Якщо трапляється зміна в ТА змінному резисторі, в кроці 434 здійснюється очистка тригера в режимі очікування, і ведуча програма повертається до кроку 414 виявлення вимкненого ТА. В протилежному випадку, ведуча програма продовжується з кроку переконафігурування тригера 436 для забезпечення відповідної конфігурації тригера.

Потім, посилаючись на фіг 5С-1, реєстр лічи-

льника в кроці 438 конфігурується для здійснення циклу з трьох виборок. Як показано на фіг. 5C-2, якщо в кроці 440 під час перевірки на високе розрізнення воно виявляється, в кроці підпрограми високого розрізнення 442 запитується вимірювання ТА. В протилежному випадку запитується в кроці підпрограми 444 вимірювання ТА при низькому розрізненні. В наступному кроці 446 виміряна вибірка запам'ятовується в пристрої запам'ятовування. Декрементний лічильник виборок і перевірка для кінця кроку виборки 448 повертається до кроку перевірки розрізнення, якщо існує менше трьох виборок. В протилежному випадку програма ініціює перевірку вибірових даних. Метою перевірки є визначення завершення оператором регулювання ручного регулятора до нового положення. Мікропроцесорний пристрій управління розпізнає, що оператор закінчив поворот регулятора, і вимірювання тепер є стабільним, коли будь-які дві з трьох виборок даних є рівними. В той час, як можуть виконуватись інші кроки і інші вибірки даних для визначення завершення оператором регулювання ручного регулятора, найкраще втілення містить три кроки стану даних 450 /фіг. 5C-2/, 452 /фіг. 5D-1/ та 454 /фіг. 5D-1/. В першому перевірочному кроці 450 перша вибірка даних порівнюється з другою вибіркою даних. Якщо перша та друга вибірки даних є рівними, перевірка припиняється і програма продовжується до кроку перевірки ТА статусу 458 /фіг. 5D-1/. В протилежному випадку перевірка продовжується з другого кроку перевірки 452, в якому порівнюється перша вибірка даних з третьою вибіркою даних. При рівності першої і третьої виборок даних перевірка припиняється, і програма продовжується до кроку перевірки ТА статусу 456. Або ж перевірка продовжується з допомогою третього кроку перевірки 454, в якому порівнюються друга і третя вибірки даних. При рівності другої та третьої виборок даних програма продовжується до кроку перевірки статусу ТА 456. В протилежному випадку ТА ще регулюється, і програма повертається до початку програми калібровки в кроці виявлення ввімкненого ТА 414 /фіг. 5B/.

Якщо будь-які з виборок даних є рівними, що вказує на те, що ручне регулювання закінчено та існують вірогідні дані, виконується крок перевірки статусу ТА тригера. Якщо тригер було запущено, він очищується і виконується повертання до кроку 458 /фіг. 5D-1/, і програма повертається до кроку виявлення ввімкненого ТА. Або ж схема компенсації калібрується знову в перерахованій послідовності. а2d low підпрограма 416 /фіг. 5B/, setboost підпрограма 460 /фіг. 5D-1/, tafind підпрограма 462 /фіг. 5D-1/, dpset підпрограма 464 /фіг. 5D-2/ та clkdr підпрограма 466 /фіг. 5D-2/. Потім знову перевіряється ТА тригер на рух в кроці 468 /фіг. 5D-2/. Якщо рух мав місце, ТА тригер очищується 470, і програма повертається до кроку виявлення ввімкненого ТА 414. В протилежному випадку програма входить в режим очікування в кроці 472 для збереження енергії та запобігання шуму. Активна частина апаратних засобів мікропроцесорного пристрою управління контролює вихідний сигнал від ТА тригера. Якщо приймається сигнал переривання, мікропроцесорний пристрій управління будиться в кроці 474 і повертається до перевірки для кроку руху ТА

468. Таким чином, ведуча програма підтримує калібровку схеми підсилення.

Було виявлено корисність режиму очікування, оскільки в протилежному випадку мікропроцесорний пристрій управління 334 здійснював би безперервну калібровку схеми підсилення. Це призвело б до періодичних стрибків в вихідному сигналі індикаторної схеми, які були б не зв'язані зі схемою вимірювання опору. Режим очікування усунув випадкові стрибки і стабілізував схему компенсації шляхом введення в бездіяльний стан схеми управління на протязі стабільних періодів.

Як обговорювалось вище у відношенні ведучої програми, підпрограми вирішують специфічні задачі в рамках ведучої програми. Ці підпрограми буде описано в порядку, в якому вони записані в ведучій програмі.

Підпрограма 480 затримки /dly 1/ містить крок сталого навантаження лічильника 482 для формування циклу, крок негативного приросту лічильника 484 і крок перевірки закінчення циклу 486. При завершенні циклу для необхідного числа циклів підпрограма повертається до програми, яка її запитувала.

Підпрограма вибору вимірювального приладу /selmeter/ 490 запитується в ініціалізуючій частині ведучої програми. Дана схема зворотного зв'язку і управління пропонованого пристрою може реалізовуватись на будь-яких існуючих електровимірювальних приладах, які використовують подільник напруги або міст опору типів, описаних раніше і включених в опис для посилання. Схема і програму забезпечення даного винаходу можуть конфігуруватись для роботи зі схемою подільника напруги, як проілюстровано в найкращому втіленні, або схемою з мостом опору. Підпрограма вибору вимірювального приладу перевіряє контактний штирок порту в мікропроцесорному пристрої управління. Цей штирок витягується до "високої" або "низької" напруги в залежності від типу використовуваної схеми вимірювання опору. Підпрограма вибору вимірювального приладу 490 містить крок перевірки штирка 492. Якщо штирок "внесши", виконується крок ініціалізації 494 для схеми подільника напруги. В протилежному випадку виконується крок ініціалізації 496 для схеми моста опору. Після завершення будь-якого кроку ініціалізації програма повертається до ведучої програми.

а2dlow підпрограма 500 вимірює ТА рівень в режимі низького розрізнення. Підпрограма містить крок ініціалізації 502 для встановлення внутрішнього аналого-цифрового перетворювача /АЦП/ мікропроцесорного пристрою управління на режим низького розрізнення. Потім запитується підпрограма аналого-цифрового перетворювача /АЦП/ /a2d/ 504. При повертанні, в кроці 506 АЦП очищується, і підпрограма повертається до програми, яка її запитувала.

а2dhigh підпрограма 510 вимірює ТА рівень в режимі високого розрізнення. Підпрограма містить крок ініціалізації 512 для встановлення внутрішнього АЦП мікропроцесорного пристрою управління на режим високого розрізнення. Потім запитується а2d підпрограма 514. При повертанні, в кроці 516 АЦП очищується, і підпрограма повертається до програми, яка її запитувала.

Використання режимів високого та низького розрізнення дає можливість восьми-бітовому АЦП, по суті, працювати як дванадцяти-бітовий АЦП, який є необхідним для всього діапазону напруги 0 - 5,2В, в якому низьке розрізнення знаходиться в діапазоні 1 - 4,8В, а високе розрізнення знаходиться в діапазоні 4,8 - 5,2В. В режимі низького розрізнення АЦП сприймає напругу ковзаючого контакту ТА безпосередньо, таким чином, що діапазон напруги 1,4 - 5,2В відповідає десятковим числам приблизно від 67 до 255. В режимі високого розрізнення АЦП бачить вихідний діапазон 1,0 - 5,2В, який відповідає приблизно діапазону 4,8 - 5,2 В на ковзаючому контакті ТА, який, в свою чергу, відповідає десятковим числам від 49 до 255.

a2d підпрограма 520 в кроці вимірюваного аналогового сигналу 522 перетворює аналоговий сигнал, вимірюваний на контактному штирку 14 мікропроцесорного пристрою управління, в цифрове значення під час запиту a2dlow підпрограмою 500, і перетворює аналоговий сигнал, вимірюваний на контактному штирку 15 мікропроцесорного пристрою управління, в цифрове значення під час запиту a2dhigh підпрограмою 510. Потім a2d підпрограма 520 входить в режим очікування 522 для забезпечення можливості завершення перетворення АЦП. При завершенні перетворення мікропроцесорний пристрій управління генерує переривання в кроці 524, яке містить вектор адреси до a2dint підпрограми 528. a2dint підпрограма 528 відшукує та запам'ятовує дані аналого-цифрового перетворення і закінчує роботу відповідного апаратного засобу 530 a2dint.

підпрограма повертається до a2d підпрограми, яка, в свою чергу, повертається до підпрограми, яка її запитувала.

Підпрограма встановлення підсилення 540 перемикає підсилюючий резистор в схемі зі змінним опором між частинами високого та низького програмованих коефіцієнтів підсилення схеми зі змінним опором. Підпрограма встановлення підсилення включає перевірку електричного потенціалу для визначення встановлений ТА АЦП в режим високого розрізнення чи в режим низького розрізнення. Якщо встановлено режим високого розрізнення, крок 542, тоді програма здійснює перехід до активного кроку програмованого високого коефіцієнту підсилення 544. В протилежному випадку має місце додаткова перевірка. В цьому випадку при порівнянні ТА рівня з низькою межею програмованого підсилення крок 546 переходить до активного кроку програмованого високого підсилення 544, якщо ТА рівень більше низької межі програмованого підсилення. В протилежному випадку виконується додаткова перевірка. В цьому випадку при порівнянні ТА рівня з високою межею програмованого підсилення крок 548 переходить до активного кроку програмованого низького підсилення 550. Якщо ТА рівень менше високої межі програмованого підсилення. В протилежному випадку програма переходить до активного кроку програмованого високого підсилення 544. Для кроку 544 або кроку 550 підпрограма конфігурує фіксуючий вивід програмованого підсилення 552 до відповідного високого або низького положення встановлення. Потім setboost підпрограма повертається до програми,

яка її запитувала.

В наведеному тут найкращому втіленні граничне значення низького програмованого підсилення менше граничного значення високого програмованого підсилення. Фахівці в даній галузі техніки можуть оцінити, що описана блок-схема програми не повинна була б вимагати в таких випадках порівняння з високим значенням програмованого підсилення, оскільки ТА рівень для цієї перевірки був би завжди меншим високої межі програмованого підсилення. Однак, в альтернативному втіленні висока межа програмованого підсилення менша низької межі програмованого підсилення. Це встановлення викликає появу гістерезисної функції при перемиканні між установленнями.

Це є корисним для запобігання небажаних стрибків у вихідному сигналі індикаторної схеми.

Підпрограма встановлення режиму /setmode/ 560 встановлює режим високого розрізнення або низького розрізнення для АЦП. Підпрограма в кроці 562 включає порівняння ТА рівня з межею високого розрізнення. Програма встановлює в кроці 564 бітовий флаг високого розрізнення на високий або логічну "істину", якщо ТА рівень перевищує межу високого розрізнення. В протилежному випадку в кроці 566 програма встановлює біт високого розрізнення на низький чи "несправжність". Після встановлення бітового флага високого розрізнення програма повертається до програми, яка її запитувала.

tafind підпрограма 570 використовує ТА рівень для визначення калібровки, яка необхідна для усунування будь-яких небажаних характеристик в сигналі на виході схеми вимірювання опорю. В наведеному тут найкращому втіленні активна калібровка сприймає ТА рівень для виявлення змін у встановленні ТА. У випадку подільника напруги програмний діапазон напруги, з якого може вимірюватись зміна в опорі, зменшується в прямій залежності від збільшення в ТА рівні буферизованої напруги. Коли ТА рівень стає більшим, або перевищує найкращий ТА діапазон опорю 5 - 12,5кОм, амплітуда сигналу, який відтворює зміни в опорі живого тіла, відповідно і небажано зменшується, tafind підпрограма долає цю проблему шляхом визначення рівня регулювання в схемі зі змінним опором для компенсації цих змін з використанням довідкових таблиць для відповідного регулювання зворотного зв'язку в схемі підсилення для компенсації змін в ТА напрузі та підтримання калібровки вимірюваного сигналу, tafind підпрограма 570 містить крок встановлення 572, який визначає місцезнаходження правильної довідкової таблиці для будь-якої схеми вимірювання опорю типу подільника напруги або типу моста опорю. Потім, в кроці 574, перевіряється чи знаходиться пристрій в стані високого, чи низького розрізнення. Якщо розрізнення високе, визначається місцеположення частини довідкової таблиці для високого розрізнення в кроці пам'яті 576. Потім мікропроцесорний пристрій управління завантажує ТА рівень та величини довідкової таблиці в пам'ять в підготовчому кроці 578. Потім ТА рівень перевіряється в кроці перевірки ТА 580 шляхом порівняння з ТА індексним значенням. Табличні величини зчитуються мікропроцесорним пристроєм управління за порядком від самого ни-

зького до самого високого. Якщо ТА рівень менше індексу, в кроці 582 завантажується наступне ТА індексне значення, і програма повертається до кроку перевірки 580. В протилежному випадку в довідковому кроці 584 завантажується відповідна величина цифрового потенціометра. Потім у кроці 586 встановлення зміни в цифровому потенціометрі завантажуються величини, необхідні для зміни опору в цифровому потенціометрі. Потім підпрограма повертається до програми, яка її запитувала.

dpset підпрограма 590 конфігурує мікропроцесорний пристрій управління для регулювання цифрового потенціометра. Підпрограма 590 містить крок завантаження реєстра 592, крок обчислення нового місцеположення 594 та крок перевірки 596 для визначення чи є нова величина вищою, чи нижчою. Якщо величина вища, виконується крок 598 флага напрямку встановлення для руху вгору, або ж виконується крок 600 флага напрямку встановлення для руху вниз. Потім завантажуються величини для того, щоб почати калібровку цифрового потенціометра 602. Потім підпрограма повертається до програми, яка її запитувала.

clkdr підпрограма 610 калібрує цифровий потенціометр у відповідь на рівень напруги, вимірний від ТА потенціометра. Підпрограма містить крок флага напрямку перевірки 612. Якщо флаг є високим, на цифровий потенціометр подається сигнал для рахування вгору в кроці 614. Якщо флаг є низьким, на цифровий потенціометр подається сигнал для рахування вниз в кроці 616. Потім в кроці 618 робиться перевірка відсутності руху. Якщо зміна є нульовою, підпрограма повертається до програми, яка її запитувала. В протилежному випадку цифровий потенціометр ініціюється в кроці 620 для того, щоб почати змінювати змінний опір. На цифровий потенціометр подається сигнал для інкрементної зміни на одну одиницю напрямку, який визначено на протязі виконання кроку напрямку перевірки. Інкрементна зміна являє собою 100 Ом з використанням найкращого цифрового потенціометра. Потім запитується підпрограма затримки в кроці 624 для забезпечення можливості прийому і обробки сигналу цифровим потенціометром при негативному прирості та перевірці лічильника в кроці 626. Якщо лічильник не на нулі /рахунок більше нуля/, програма повертається до кроку подачі сигналу 622 і просуває цифровий потенціометр на інший інкрементний крок. Після досягнення лічильником нуля програма закінчується і повертається до кроку програми, в якому її запитували.

З вищенаведеного опису повинно бути зрозумілим, що даний винахід може бути використано для активної калібровки підсилювача до будь-якої відомої заданої небажаної характеристики. Цього можна досягти при ідентифікації характеристики та її відповідності до зміненої зміни у внутрішніх сигналах. Мікропроцесор містить "довідкові таблиці" коефіцієнтів компенсації, які зберігаються в пристрої запам'ятовування і які було виведено емпірично шляхом вимірювання амплітуди зміни даного опору для кожної точки, відібраної з загального вихідного опору. На основі цих коефіцієнтів компенсації можуть бути обчислені необхідні коефіцієнти підсилення та їх відповідні опори зворотного зв'язку, тим самим встановлюючи таблицю відповіднос-

ті низьковольтних /вивід 76/ потенціалів та опорів підсилення, які встановлюються в змінному опорі 42.

В процесі роботи пристрій ініціюється шляхом регулювання підстроєчного змінного резистору 60 /фіг. 3/ схеми перемикання підсилення 48 /фіг. 4В/ і органу управління чутливістю /не показано/ таким чином, що вивід низьковольтного потенціалу 76 /фіг. 3/ балансується для перевірного опору 68 вимірювального приладу в 5кОм. Потім живе тіло поєднується до зовнішніх виводів 64 та 66 схеми вимірювання опору. Для балансування схеми відповідно до загального опору живого тіла ручний регулятор 78 просувають доти, доки в низьковольтному виводі 76 не буде досягнуто балансу з загальним опором живого тіла. На протязі проміжку часу, коли напруга на виводі 76 змінюється для досягнення балансу з загальним опором живого тіла, схема зворотного зв'язку 52 /фіг. 2 та 4С/ забезпечує подачу змін напруги на низьковольтному виводі 76 на схемі управління 54. Схема управління 54, яка звичайно знаходиться в режимі очікування, пробуджується для зміщення ручного регулятора 78 під час подачі сигналу за допомогою цифрової схеми 28. Схема управління 54 контролює рух ручного регулятора 78 до завершення регулювання. Під час завершення регулювання схема управління 54 визначає величину регулювання підсилення з використанням довідкової таблиці і подає сигнал на схему компенсації 55 для регулювання коефіцієнту підсилення схеми підсилення. Коефіцієнт підсилення регулюється для усунення небажаних характеристик зниження чутливості у відповідь на збільшення низьковольтного потенціалу в виводі 76. Коефіцієнт підсилення регулюється автоматично таким чином, що чутливість підтримується на сталому рівні незалежно від змін низьковольтного потенціалу в виводі 76.

В альтернативному втіленні схеми калібровки в схему підсилення включається керований напругою операційний підсилювач /не показано/. В цьому втіленні низьковольтний вивід 76 підключають до входу для управляючої напруги підсилювача. Підсилювач може розміщуватись з послідовним з'єднанням негативного вхідного виводу з вихідним виводом на вихідному виводі, який відповідає виводу 130 /фіг. 4А/ повторювача напруги. Позитивний вхідний вивід повинен був би приєднуватись до джерела постійної високої напруги. Цей операційний підсилювач калібрує коефіцієнт підсилення підсилювача пропорційно змінам потенціалу низької напруги. Операційним підсилювачем, що підходить для цієї мети, є підсилювач типу моделі VCA610, який виробляється фірмою Burr Brown of Tucson, Arizona.

В другому альтернативному втіленні схеми калібровки ручний регулятор 78 може містити звичайний спарений змінний резистор, в якому другий резистор може мати ступінчасто зростаюче регулювання в нелінійному оберненому опорі до величини змінного резистору 82 /фіг. 3/. Другий змінний резистор приєднувався б між виводом опорної напруги /фіг. 4С/ та негативним вхідним виводом схеми другого операційного підсилювача /фіг. 4В/.

Друге втілення, в якому зовнішня радіоперешкода може зменшуватись, додатково містить по-

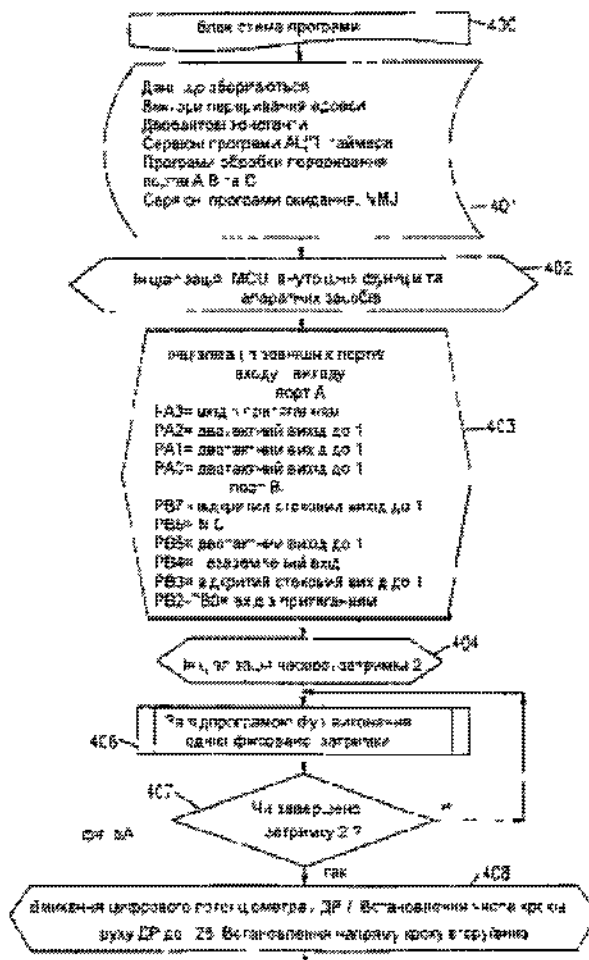
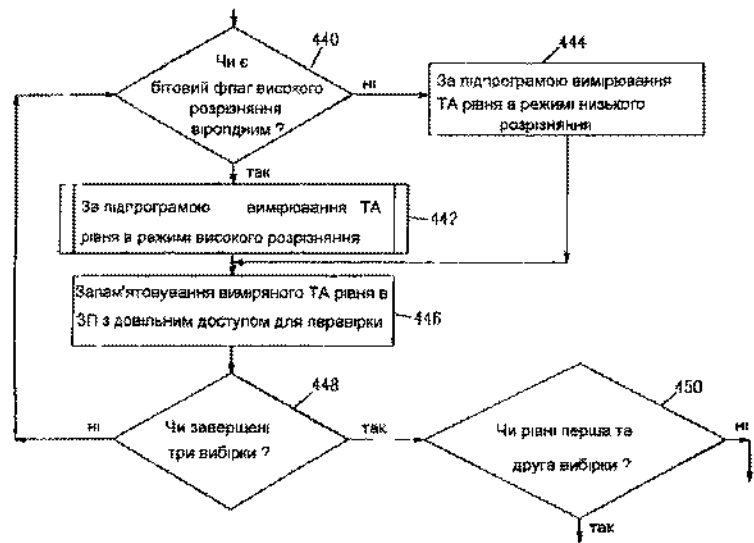
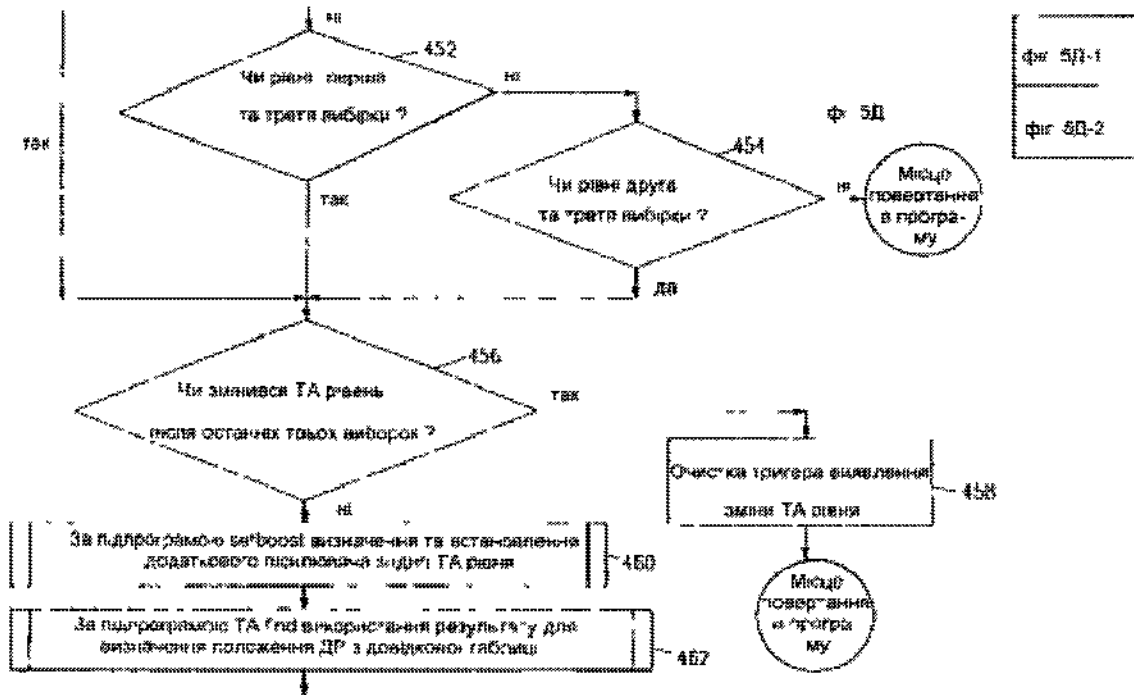


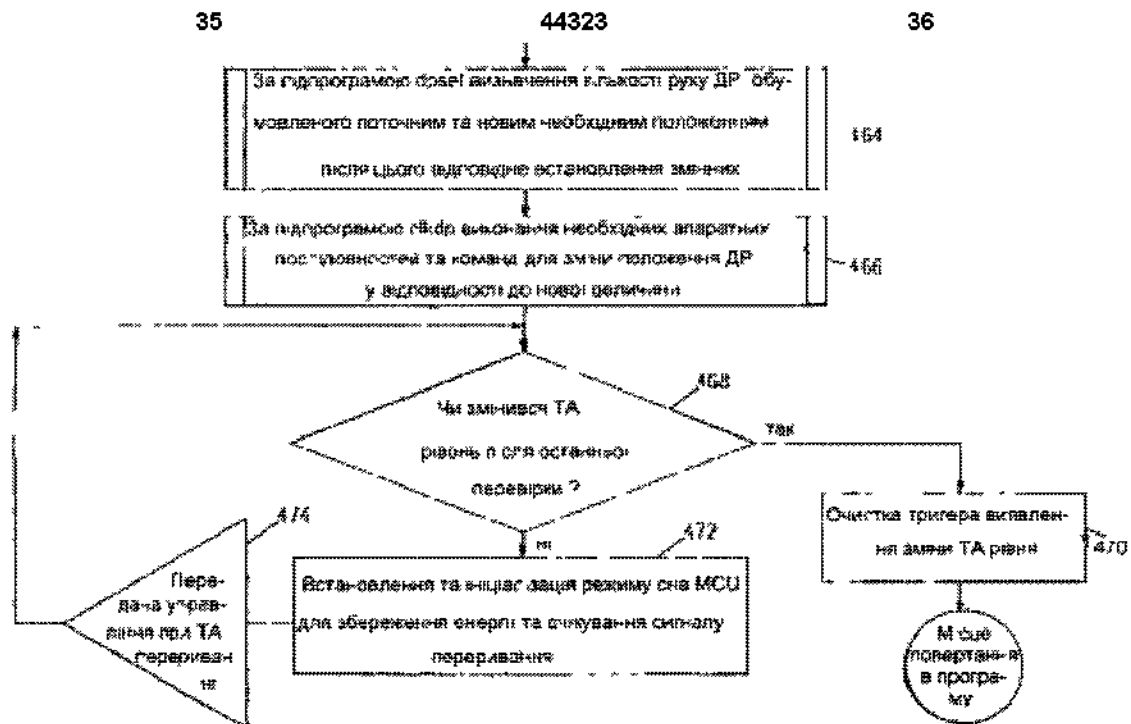
Fig. 5A



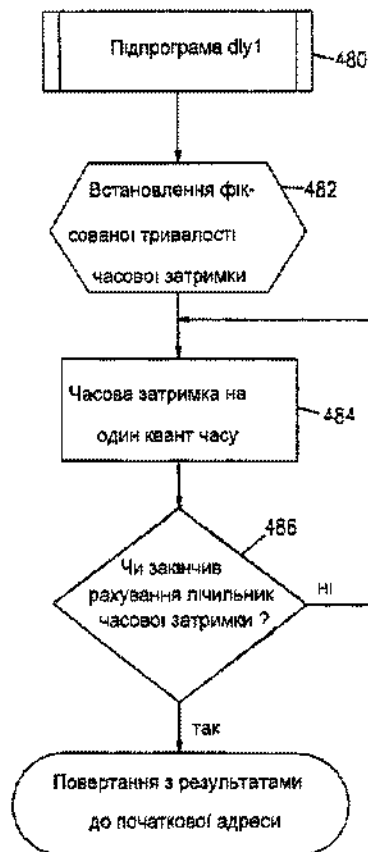
Фіг. 5С-2



Фіг. 5Д-1



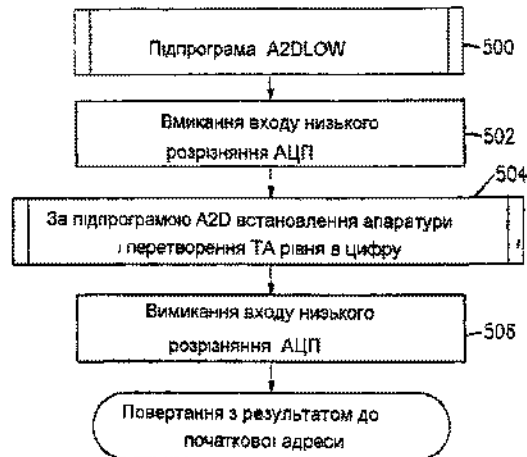
Фіг. 5-Д2



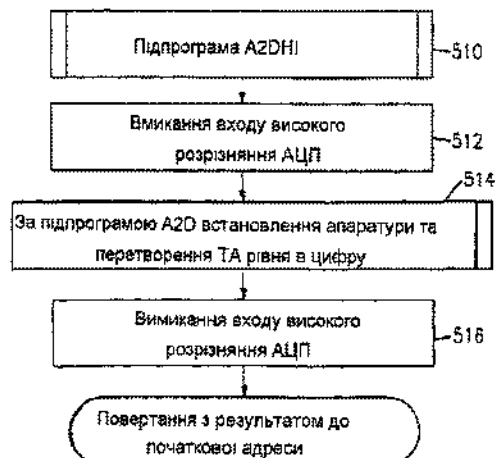
Фіг. 6



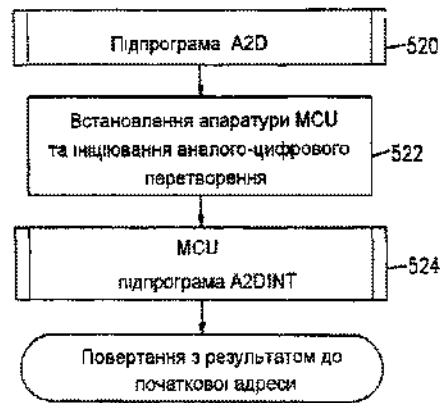
Фіг. 7



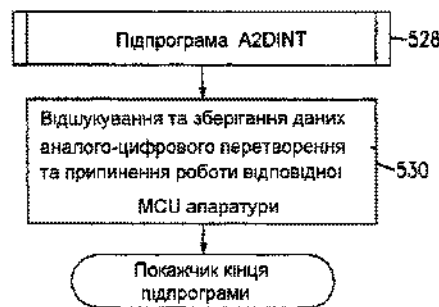
Фіг. 8



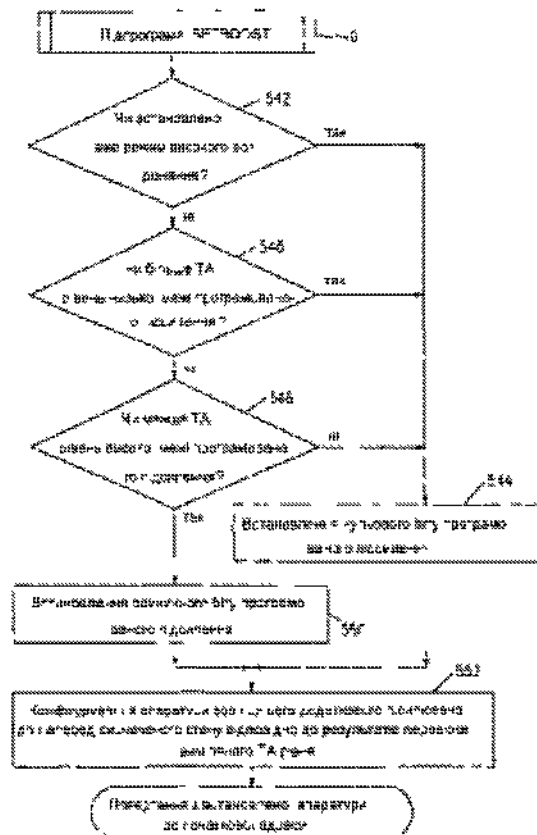
Фіг. 9



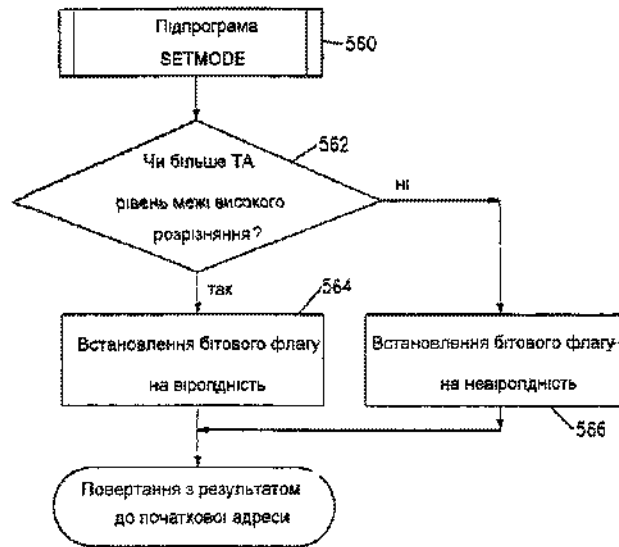
Фіг. 10



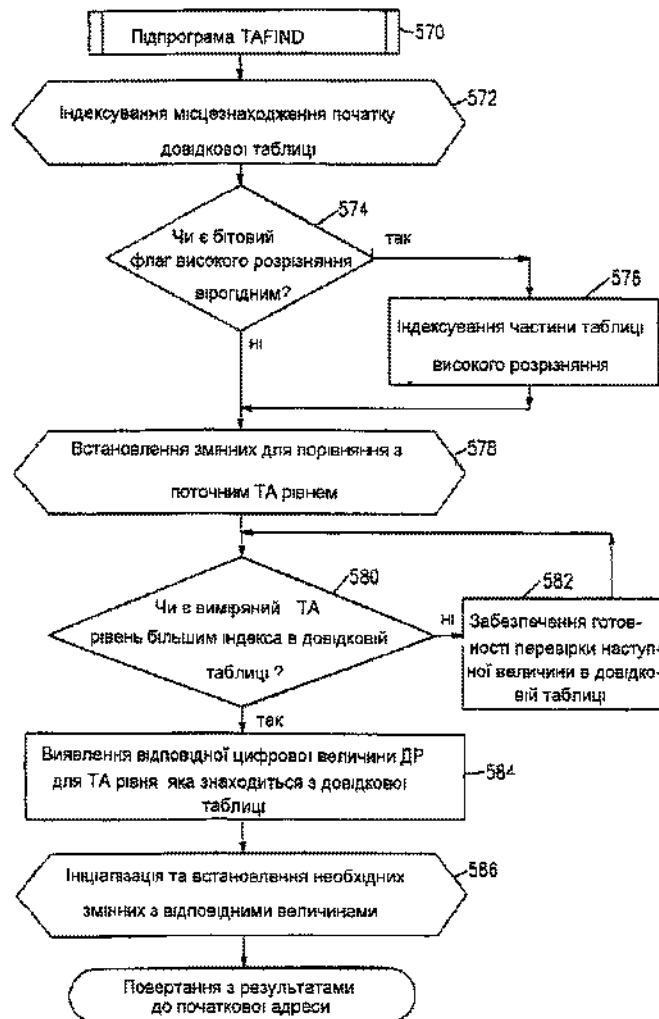
Фіг. 11



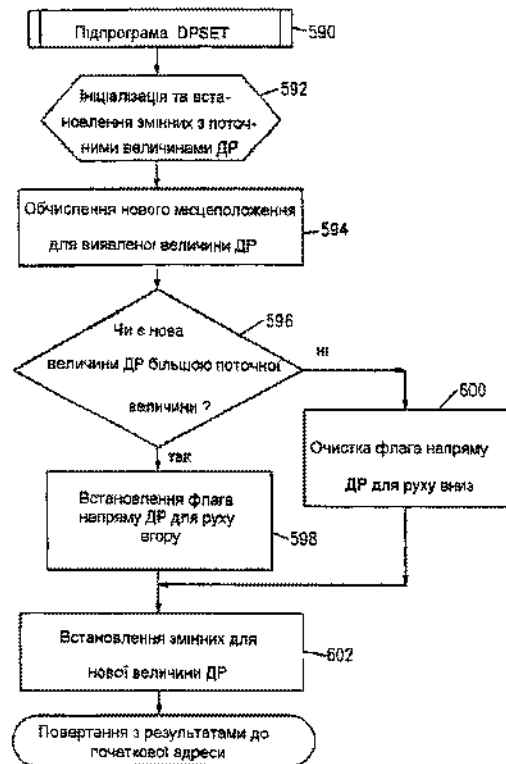
Фіг. 12



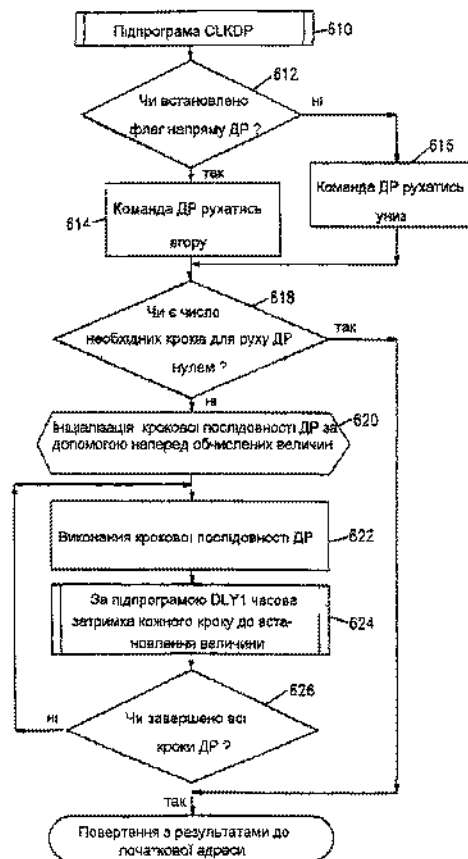
Фіг. 13



Фіг. 14



Фіг. 15



Фіг. 16

