



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 38892

(13) A

(51) 7 A61B5/05

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ІМПЕДАНСУ БІОЛОГІЧНОЇ РІДИНИ

(21) 2000116526

(22) 20.11.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Синскоп Юрій Степанович, Мельник Олександр Степанович, Циганок Борис Архипович

(73) Синскоп Юрій Степанович, Мельник Олександр Степанович, Циганок Борис Архипович

(57) Пристрій для вимірювання імпедансу біологічної рідини, який містить послідовно з'єднані між собою генератор напруги, перетворювач електричних величин, вимірювальну комірку з двома струминними і двома потенціальними електродами, а також блок детекторів та послідовно з'єднані

аналого-цифровий перетворювач і блок виводу інформації, який **відрізняється** тим, що генератор напруги є генератором періодичних сигналів з частотами $(5 \pm 0,5)$ кГц та (500 ± 50) кГц, як перетворювач електричних величин застосований перетворювач імпеданс-напруга, крім того, пристрій додатково містить блок порівняння імпедансів, входи якого з'єднані з виходами блока детекторів та входами аналого-цифрового перетворювача, а вихід - з входом аналого-цифрового перетворювача, а також блок фільтрів, вхід якого з'єднаний з виходом перетворювача імпеданс-напруга, а виходи - з входами блока детекторів, ще два входи якого з'єднані з виходами генератора періодичних сигналів.

Винахід відноситься до медичної техніки, та може застосовуватись, зокрема, для кондуктометричних вимірювань електричної провідності або імпедансу біологічних рідин (плазми, лота, урини, слини тощо).

Відоме "Устройство для измерения электропроводности" (а.с. SU № 1530171, A61 B5/05, A61 H39/02, публ. БИ № 47, 1989), яке містить джерело напруги, перетворювач напруга-струм, блок вимірювання, операційний підсилювач з обмежувальним резистором, коаксіальним електродом, що вміщує електропровідний стрижень, трубку, кільце. Пристрій дозволяє виміряти імпеданс виділень дільниць шкіри шляхом локалізації вимірювального струму в зоні вимірювання.

Однак у відомому рішенні відсутня цифрова обробка результатів вимірювання та не виконуються умови ізотермічності, що призводить до значної похибки.

Відомий "Багаточастотний пристрій для вимірювання біоімпеданса" (п. US № 5063937, A61 B5/05, публ. "ИЗР" № 12, 1993), який містить блок для генерування вихідних сигналів, частота яких може вибірково змінюватись в зазначеному діапазоні. Вказані вихідні сигнали використовуються для одержання випробувальних сигналів постійного струму, які за допомогою електродів прикладаються до досліджуваної дільниці шкіри. Між генератором та електродами є блок для регулювання рівня випробувального сигналу. Пристрій містить процесор, який формує імпедансний сигнал, від-

повідний досліджуваному сигналу. Процесор також генерує імпульсний сигнал, пропорційний імпедансу тканини. Процесор зв'язаний з регулюючим блоком для створення контуру зворотного зв'язку та підтримки на постійному рівні досліджуваного сигналу.

Відомий пристрій працює в певному частотному діапазоні, що не забезпечує високу точність фіксації частоти та вимірювання імпедансу. Пристрій, фактично, виконує функцію регістратора імпедансу в заданому діапазоні частот. Це є недоліками відомого рішення.

За прототип обрано "Пристрій для вимірювання електричного опору біологічної рідини" (п UA № 4060, A61B5/05, публ. "ПВ" № 6-1, 1994), який містить генератор прямокутних імпульсів, вимірювальну комірку з двома потенціальними та двома токовими електродами, перетворювач струм-напруга, аналого-цифровий перетворювач, блок виводу інформації та чотири двопозиційні електронні ключі, які виконують функцію детектора. Блоки певним чином пов'язані між собою. Пристрій дозволяє вимірювати питому електричну провідність розчину електролітів.

Однак пристрій функціонує з генератором прямокутних імпульсів, що не забезпечує фіксованої установки частоти вимірювання. Під впливом прямокутних імпульсів вимірювальні електроди покриваються шаром речовин, які створюються при електролізі. Перетворювач струм-напруга дає значну похибку за рахунок низького рівня дискре-

(19) UA (11) 38892 (13) A

тизації перетворювання. Ці явища суттєво впливають на точність вимірів і, відповідно, на вірогідність діагностування.

В основу винаходу поставлено задачу зниження похибки та, відповідно, підвищення точності вимірів, а також забезпечення вірогідності діагностування.

Задача вирішується тим, що пристрій для вимірювання імпедансу біологічної рідини, який містить послідовно з'єднані між собою генератор напруги, перетворювач електричних величин, вимірювальну комірку з двома струминними і двома потенціальними електродами, а також блок детекторів та послідовно з'єднані аналого-цифровий перетворювач і блок виводу інформації, згідно з винаходом, генератор напруги є генератором періодичних сигналів з частотою $(5 \pm 0,5)$ кГц та (500 ± 50) кГц, як перетворювач електричних величин застосований перетворювач імпеданс-напруга, крім того, пристрій додатково містить блок порівняння імпедансів, входи якого з'єднані з виходами блоку детекторів та входами аналого-цифрового перетворювача, а вихід - з входом аналого-цифрового перетворювача, а також блок фільтрів, вхід якого з'єднаний з виходом перетворювача імпеданс-напруга, а виходи - з входами блоку детекторів, ще два входи якого з'єднані з виходами генератора періодичних сигналів.

Отже, генератор виробляє періодичні сигнали низької частоти $(5 \pm 0,5)$ кГц та високої частоти (500 ± 50) кГц. Наведені частоти - це так звані "вікна прозорості", в яких практично відсутні поляризаційні ефекти, окислення електродів та не спостерігається розігрів біологічних тканин. На цих частотах забезпечується максимальна точність виміру імпедансу біологічної рідини. Наведені частоти відповідають значенням концентрацій іонів $[Cl^-]$ та $[Na^+]$ в межах, які дозволяють з найбільшою вірогідністю діагностувати нормальний та патологічний стани організму.

Вимірювальна комірка з двома струминними і двома потенціальними електродами - це ємність для біологічної рідини, яка досліджується. Попередньо зібрана рідина розташовується у комірці, яка містить два токових та два потенціальних електроди, на яких осаджуються іони $[Cl^-]$ та $[Na^+]$ (наприклад, для поту). За рахунок застосування змінного збуджуючого сигналу (низької та високої частот) вимірювальна комірка забезпечує вимірювання імпедансу біологічної рідини з найменшими паразитними поляризаційними ефектами.

Перетворювач імпеданс-напруга, по-перше, формує сумарний сигнал, який складається з сигналів низької $(5 \pm 0,5)$ кГц та високої (500 ± 50) кГц частот та який подається на струминні електроди вимірювальної комірки і впливає на біологічну рідину, яка в ній знаходиться. По-друге, сигнал з потенціальних електродів перетворювачем підсилюється та формується для передачі на блок фільтрів.

Генератор, перетворювач та комірка послідовно з'єднані між собою і забезпечують процес кондуктометричного аналізу фізичних параметрів, зокрема, імпедансу досліджуваної біологічної рідини.

Блок фільтрів виділяє із суміші сигналів, які поступають з вимірювальної комірки, складові $(5 \pm 0,5)$ кГц та (500 ± 50) кГц.

Блок детекторів детектує низькочастотний $(5 \pm 0,5)$ кГц та високочастотний (500 ± 50) кГц сигнали, які характеризують модулі електричного опору (імпедансу) досліджуваної біологічної рідини. Низькочастотний сигнал відповідає імпедансу на низькій частоті, а високочастотний - імпедансу на високій частоті. Блок детекторів дозволяє уникнути похибки вимірювань, а також слугує для узгодження поточних значень напруги з імпедансом, який вимірюється.

Входи блока детекторів пов'язані з виходами генератора періодичних сигналів. Блок фільтрів, блок детекторів та зв'язки між цими блоками дозволяють виділити точний сигнал, який відповідає вимірюваному імпедансу досліджуваної біологічної рідини.

Блок порівняння імпедансів вимірює відношення напруги, яка відповідає модулю електричного опору (імпедансу) біологічної рідини на низькій $(5 \pm 0,5)$ кГц частоті, до напруги, яка відповідає модулю електричного опору (імпедансу) біологічної рідини на високій (500 ± 50) кГц частоті. Таке порівняння дозволяє забезпечити високу вірогідність діагностування.

Аналого-цифровий перетворювач перетворює аналогові сигнали, які відповідають імпедансам біологічної рідини, яка досліджується, на низькій та високій частотах, а також відношенню цих імпедансів, у цифрову форму.

Аналого-цифровий перетворювач послідовно з'єднаний з блоком виводу інформації. Виходи блоку детекторів з'єднані з входами блока порівняння імпедансів та входами аналого-цифрового перетворювача. Вихід блока порівняння імпедансів пов'язаний із входом аналого-цифрового перетворювача. Це дозволяє візуалізувати у цифровій формі без похибок виміряні значення імпедансів, що зручно під час досліджень.

Саме блок виводу інформації дозволяє візуалізувати цифрову інформацію, одержану в результаті досліджування біологічної рідини.

Таким чином, складові частини пристрою та зв'язки між ними, як суттєві ознаки, дозволяють знизити похибки та, відповідно, підвищити точність пристрою, а також забезпечити вірогідність діагностування.

Ілюстративний матеріал у вигляді блок-схеми пристрою пояснює суть винаходу. Пристрій для вимірювання імпедансу біологічної рідини містить генератор періодичних сигналів з частотою $(5 \pm 0,5)$ кГц та (500 ± 50) кГц 1, виходи якого з'єднані з входами перетворювача імпеданс-напруга 2, виходи якого, в свою чергу, з'єднані з входами вимірювальної комірки з двома струминними та двома потенціальними електродами 3, та з входом блоку фільтрів 4. Виходи блоку фільтрів 4 з'єднані з входами блоку детекторів 5. Виходи генератора 1 також зв'язані з входами блоку детекторів 5, виходи якого зв'язані з входами блоку порівняння імпедансів 6 та входами аналого-цифрового перетворювача 7. Вихід блока порівняння 6 зв'язаний з входом аналого-цифрового перетворювача 7, а його вихід з'єднаний з блоком виводу інформації 8.

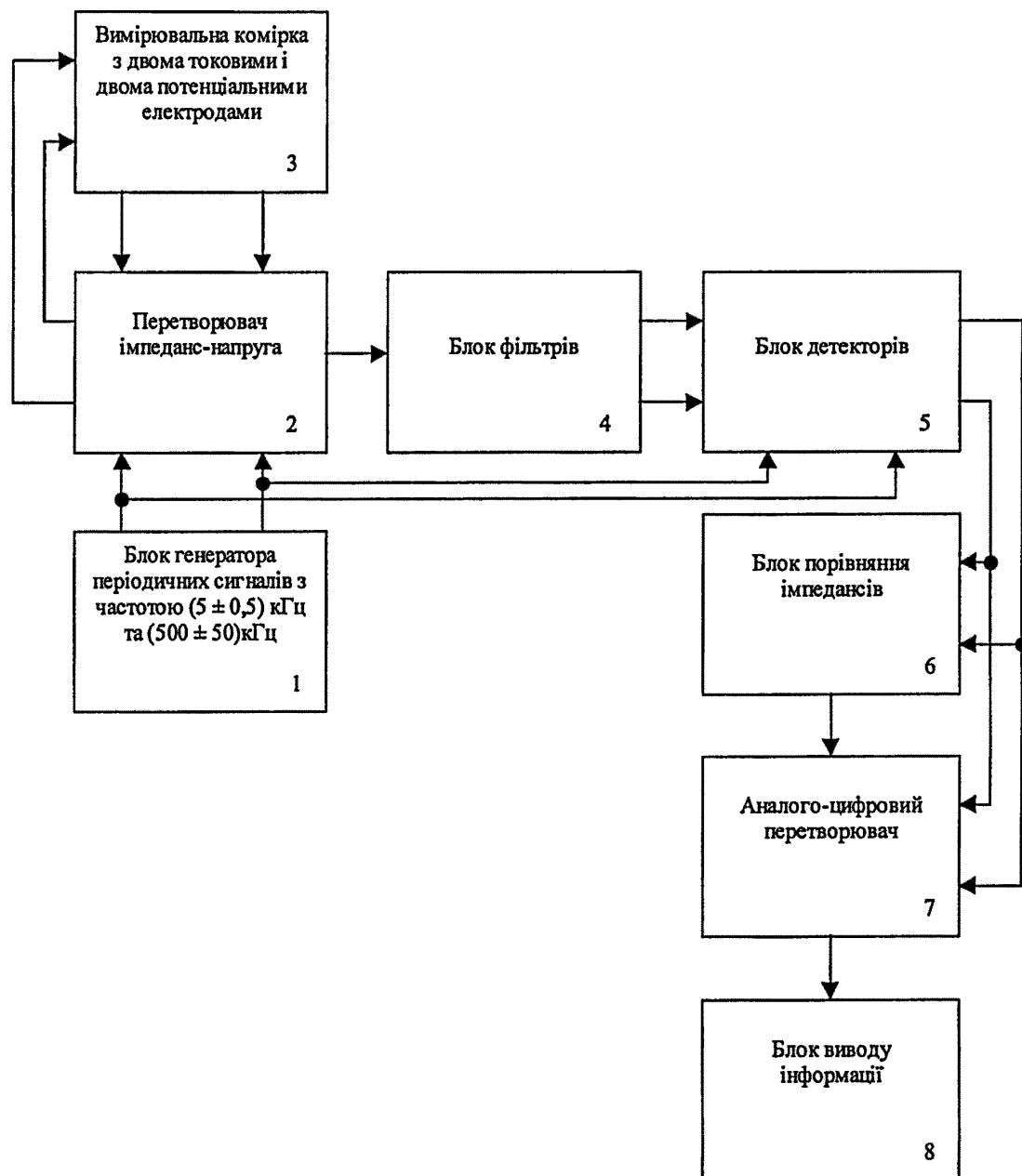
Пристрій працює таким чином. Після включення пристрою генератор 1 подає періодичний сигнал на двох різних частотах: низькій ($5\pm 0,5$) кГц та високій (500 ± 50) кГц. Цей сигнал поступає на перетворювач імпеданс-напруга 2 (який складається з джерела струму та диференційного підсилювача) та блок детекторів 5. На вході перетворювача 2 (тобто на вході джерела струму) сигнал низької частоти ($5\pm 0,5$) кГц та високої частоти (500 ± 50) кГц додаються. Такий періодичний сигнал з перетворювача імпеданс-напруга 2 подається на вимірювальну комірку з електродами 3 (зокрема, на її струминні електроди) та впливає на біологічну рідину, яка досліджується та яка має комплексний опір. Падіння напруги на цьому опорі через потенціальні електроди вимірювальної комірки 3 подається на перетворювач імпеданс-напруга 2 (зокрема, на диференційний підсилювач). Сигнал з виходу перетворювача 2 поступає на блок фільтрів 4, в якому із суміші сигналів виділяються складові ($5\pm 0,5$) кГц та (500 ± 50) кГц. Фільтри зібрані на мікросхемах за схемою активного смугового фільтра із складним зворотним зв'язком. Підсилений та відфільтрований сигнал поступає на блок детекторів 5 височастотного каналу вимірювань та ни-

зкочастотного каналу вимірювань відповідних імпедансів.

З виходів блоку детекторів 5 сигнали, відповідні імпедансам, на низькій та високій частотах подаються на входи блоку порівняння імпедансів 6 та на входи аналого-цифрового перетворювача 7. Аналого-цифровий перетворювач 7 масштабує напругу таким чином, щоб показання блока виводу інформації 8 відповідали поточному імпедансу як на низькій, так і на високій частотах.

Блок порівняння імпедансів 6 вимірює відношення напруги, яка відповідає імпедансу, заміряному на низькій частоті, до напруги, яка відповідає імпедансу, заміряному на високій частоті. Такий сигнал порівняння з блоку порівняння імпедансів 6 подається на аналого-цифровий перетворювач 7, де масштабується для його подальшої індикації блоком виводу інформації 8.

Таким чином, наведене технічне рішення дозволяє з низькою похибкою та, відповідно, високою точністю визначати імпеданс досліджуваної біологічної рідини. Крім того, оскільки такий пристрій дає змогу одержати найточніші показники обстежуваної біологічної рідини, це забезпечує вірогідність діагностування.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22