



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 34541

(13) A

(51) 6 A61B5/05

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальністю  
власника  
патенту

## (54) ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНИХ ВИМІРЮВАНЬ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

(21) 98020632

(22) 05.02.1998

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. №2, 2001 р.

(72) Сташук Вадим Данилович, Таралун Вячеслав  
Анатолійович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ"(57) Генератор для електроімпедансних вимірювань  
біологічних об'єктів, що містить вхідний підсилювач,  
неінвертуючий вхід якого через перший резистор  
зв'язано до керуючого входу генератора, через  
другий резистор приєднано до корпусу, а інвер-туючий вхід через третій резистор приєднано до ви-  
ходу вхідного підсилювача і через четвертий резис-  
тор - до першого виходу генератора, активний і  
вимірювальний електроди, підсилювач вимірювача  
струму, неінвертуючий вхід якого приєднано до ви-  
ходу вхідного підсилювача і до другого виходу гене-  
ратора, а інвертуючий вхід його зв'язано до актив-  
ного електрода і через еталонний резистор - до  
виходу підсилювача і до третього виходу генератора,  
який відрізняється тим, що введено підсилювач  
зворотного зв'язку, інвертуючий вхід якого приєднано  
до його виходу і до першого виходу генератора, а  
неінвертуючий його вхід зв'язано до вимірю-  
вального електрода.

Винахід належить до області діагностичного  
медичного приладобудування, зокрема до прила-  
дів, що використовують електроімпедансні вимі-  
рювання, таких як електроімпедансні томографи і  
термографи.

Відомо, що для електроімпедансних вимірю-  
вань використовують складені електроди, що  
складаються з активного електрода у вигляді зов-  
нішнього кільця та вимірювального внутрішнього  
електрода. До активного електрода вмикається  
генератор струму, а напруга вимірюється на вимі-  
рювальному електроді [див. J. Resell and oth Skin  
Impedance From 1 Hz to 1 MGz. IEEE Trans.  
Biomed. Eng., Vol.35, pp.649-651]. Це дозволяє  
виключити вплив імпедансу шкіри на вимірювання  
імпедансних характеристик підшкірних тканин.  
Однак прецизійні генератори струму складні у ви-  
готовленні та експлуатації.

Відомий генератор [див. Q. Zhu and oth. An  
Adaptive Current Tomograf Using Voltage sources.  
IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol.40, pp. 163-168], який  
дозволяє встановлювати потрібну напругу на елек-  
троді і вимірювати струм електрода, що усуває  
необхідність застосування прецизійних генерато-  
рів струму. Генератор складається з вхідного опе-  
раційного підсилювача, що задає напругу на елек-  
троді, і вимірювача струму електрода на другому  
операційному підсилювачі.

Недоліком цього генератора є те, що він задає  
напругу на активному електроді, тобто на поверхні  
шкіри, а не на ділянці підшкірної тканини, імпеданс-  
ні характеристики якої вимірюються.

Задачею винаходу є створення генератора  
для електроімпедансних вимірювань біооб'єктів,  
що дозволяє задавати напругу безпосередньо на  
досліджуваній біотканині, вимірювати цю напругу,  
а також струм, що проходить через активний елек-  
трод, тобто через ділянку біотканини, що прилягає  
до електрода. Це дозволяє окремо вимірювати як  
імпеданс біотканини, так і імпеданс шкіри.

Поставлена задача досягається тим, що в ге-  
нераторі для електроімпедансних вимірювань біо-  
об'єктів, що містить вхідний підсилювач, неінвер-  
туючий вхід якого через перший резистор  
зв'язано до керуючого входу генератора, через  
другий резистор приєднано до корпусу, а інверту-  
ючий вхід через третій резистор приєднано до ви-  
ходу вхідного підсилювача і через четвертий резис-  
тор - до першого виходу генератора, активний і  
вимірювальний електроди, підсилювач вимірюва-  
ча струму, неінвертуючий вхід якого приєднано до  
виходу вхідного підсилювача і до другого виходу  
генератора, а інвертуючий його вхід зв'язано до  
активного електрода і через еталонний резистор  
зв'язано до виходу підсилювача і до третього  
виходу генератора, новим є те, що введено підси-  
лювач зворотного зв'язку, інвертуючий вхід якого  
приєднано до його виходу і до другого виходу ге-  
нератора, а його неінвертуючий вхід зв'язано до  
вимірювального електрода.

Зв'язання підсилювача зворотного зв'язку  
між вимірювальним електродом і вхідним підсилю-  
вачем забезпечує негативний зворотний зв'язок  
між біотканню, до якої прикладена вимірюваль-

ну напругу, і входом генератора, на який подають керуючу напругу, що дозволяє окремо вимірювати імпеданс шкіри і підшкірної біотканини

На фіг. зображено схему генератора, що пропонується

Генератор містить вхідний підсилювач 1, підсилювач вимірювача струму електрода 2, підсилювач зворотного зв'язку 3, активний електрод 4, вимірювальний електрод 5, перший резистор 6, другий резистор 7, третій резистор 8, четвертий резистор 9, еталонний резистор 10. Опори 11 і 12 моделюють імпеданси шкіри і біотканини відповідно. Неінвертуючий вхід підсилювача 1 через резистор 6 ввімкнено до керуючого входу генератора "Вх", через резистор 7 приєднано до корпусу, а інвертуючий вхід через резистор 8 приєднано до його виходу і через резистор 9 - до першого виходу генератора "Вих.1". Неінвертуючий вхід підсилювача 2 ввімкнено до виходу підсилювача 1 і до другого виходу генератора "Вих.2", а інвертуючий вхід приєднано до активного електрода 4 і через резистор 10 - до його виходу і до третього виходу генератора "Вих.3". Інвертуючий вхід підсилювача 3 приєднано до його виходу і до першого виходу генератора, а неінвертуючий вхід ввімкнено до вимірювального електрода 5.

Керуюча напруга  $U_1$  подається через резистор 6 на неінвертуючий вхід вхідного підсилювача 1, а на інвертуючий його вхід через резистор 9 надходить напруга зворотного зв'язку  $U_2$  з виходу підсилювача зворотного зв'язку 3. Різниця цих напруг підсилюється вхідним підсилювачем 1, і підсилена напруга  $U_3$  подається на неінвертуючий вхід підсилювача вимірювача струму електрода 2, інвертуючий вхід якого ввімкнено до активного електрода 4. Тому на активному електроді встановлюється напруга, що дорівнює  $U_3$ . Ця напруга ділиться між опором шкіри 11 і опором біотканини

12. Оскільки вхідний опір підсилювача зворотного зв'язку 3 набагато більший, ніж опір шкіри, напруга, прикладена до біотканини, передається через вимірювальний електрод 5 на неінвертуючий вхід підсилювача зворотного зв'язку 3, який є повторювачем напруги. Тому напруга  $U_2$  практично дорівнює напрузі, прикладеної до біотканини. Можна показати, що якщо  $R_1 = R_4$  і  $R_2 = R_3$ ,

$$U_2 = \frac{rR_2}{rR_2 + (R+r)R_1} U_1.$$

Якщо  $R_1 \gg R_2$ , напруга  $U_2 \cong U_1$ . Отже, маємо можливість встановлювати напругу безпосередньо на підшкірній біотканині. Струм, що протікає через активний електрод, а отже через досліджувану біотканину, знаходимо як

$$i = \frac{U_4 - U_3}{R_0},$$

де  $R_0$  - еталонний опір,  $U_4$  і  $U_3$  - напруги, що вимірюються на третьому та другому виходах генератора відповідно. Знаючи струм, можна вираховувати опір біотканини

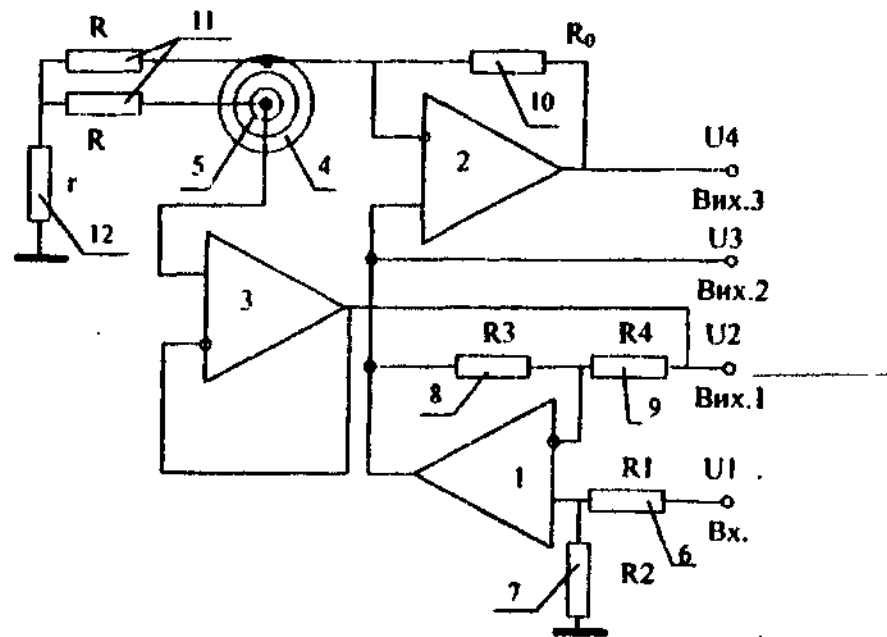
$$r = \frac{U_2}{i} = R_0 \frac{U_2}{U_4 - U_3},$$

а також і опір шкіри

$$R = R_0 \frac{U_3 - U_2}{U_4 - U_3},$$

де  $U_2$  - напруга, що вимірюється на першому виході генератора.

Таким чином, для визначення окремо опорів шкіри і підшкірної біотканини треба виміряти напруги  $U_2$ ,  $U_3$  і  $U_4$ . Ці напруги легко вимірюються на низькоомних виходах генератора.



Фиг. 1

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

