



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28623 (13) U
(51) МПК (2006)
A61N 1/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР

1

(21) u200712424

(22) 08.11.2007

(24) 10.12.2007

(72) ПАНАСЮК АНДРІЙ БОРИСОВИЧ, UA

(73) ПАНАСЮК АНДРІЙ БОРИСОВИЧ, UA

(56)

(57) Багатофункціональний електростимулятор, який містить генератор функцій і взаємозв'язані між собою перетворювачі широтно-імпульсно модульованих сигналів, підсилювачі міцності, трансформатори, оптронні пари, діоди, постійний резистор, один з виводів якого підключений до шини живлення, перемінні резистори, один з виводів яких підключений до шини нульового потенціалу, причому до перших виводів вторинних обмоток кожного з трансформаторів підключені відповідно аноди першого, другого і третього діодів і катоди світлодіодів першої, другої і третьої оптронних пар, другі виводи вторинних обмоток трансформаторів, катоди діодів і аноди світлодіодів першої, другої і третьої оптронних пар є виходами електростимулятора, аноди фотоприймачів першої і третьої оптронних пар підключені до шини нульового потенціалу, який **відрізняється** тим, що додатково введені блок керування, що складається з генератора, програмованого таймера, дешифратора і перемикача ручного режиму роботи, комутаційний пристрій, який складається з двійкового лічильника, дешифратора, двох комутаторів прямого та інверсного сигналів, ідентичні кінцеві формувачі стимуляційних струмів з можливістю збільшення їх кількості до n (де n - кількість каналів електростимулятора, $n=2^a$, $a=1, 2, 3, 4$), кожен з яких містить перетворювач широтно-імпульсно модульованих сигналів, підсилювач потужності у трансформатор, перемінний резистор, діод та оптронну пару, а генератор функцій містить задавальний генератор ритму, формувач прямого та інверсного сигналів, два перетворювачі лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого і інверсного сигналів, при цьому виходи задавального генератора ритму прямого і інверсного сигналів підключені до входів формувача прямого та інверсного трапецеїдальних сигналів, причому вихід прямого сигналу формувача з'єднаний з входом перетворювача лінійно-частотно-імпульсно

2

модульованого прямого сигналу і з першим входом комутатора прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою, вихід формувача інверсного сигналу з'єднаний з входом перетворювача лінійно-частотно-імпульсно модульованого інверсного сигналу і з другим входом комутатора прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою, виходи перетворювачів лінійно-частотно-імпульсно модульованого прямого та інверсного сигналів підключені до входів комутатора лінійно-частотно-імпульсно модульованого прямого та інверсного сигналів, інверсний вихід задавального генератора ритму роботи додатково підключений до синхронізуючого входу двійкового лічильника комутаційного пристрою, причому вихід двійкового лічильника підключений до одного з входів дешифратора комутаційного пристрою, вихід генератора блока керування підключений до першого входу програмованого таймера перемикач режимів роботи блока керування, другий вхід програмованого таймера підключений до перемикача ручного режиму роботи, вихід програмованого таймера перемикач режимів роботи підключений до входу дешифратора блока керування, вихід якого з'єднаний з другим входом дешифратора комутаційного пристрою, до виходу якого підключена шина, що з'єднує його з керуючими входами комутаторів лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого та інверсного сигналів, а також прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів, а виходи комутаторів лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого та інверсного сигналів, а також прямого та інверсного трапецеїдальних сигналів, підключені до входів перетворювачів широтно-імпульсно модульованих сигналів n -канальних кінцевих формувачів стимуляційних струмів, при цьому катоди фотоприймачів оптронних пар підключені до другого виводу постійного резистора і до входу блокування програмованого таймера перемикач режимів роботи блока керування, а другі виводи перемінних резисторів підключені до входів керування величиною стимуляційних струмів перетворювачів широтно-імпульсно модульованих сигналів кожного каналу.

(13) U

(11) 28623

(19) UA

Корисна модель відноситься до області медичного приладобудування, зокрема - до багатоканальних електростимуляторів і призначена для стимулювання нервово-м'язового апарату людини під час лікування сколіозу, захворювань периферійної нервової системи, порушень пересувних функцій та м'язового тону при спастичних паралічах, при відновленні працездатності м'язів після травм, тощо.

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованої корисної моделі є електростимулятор [Патент України №20089, А61N1/36, 1997], у якому, як стимуляційні сигнали використовують купи імпульсів з широтно-імпульсною модуляцією з трапецеїдальним законом зміни амплітуди при лінійній-частотно-імпульсній модуляції їх на дільницях наростання та спаду трапеції.

Електростимулятор вміщує генератор функцій, що виконано у вигляді регульованого генератора задавальних частот із трьома виходами і першого перетворювача сигналів, сигнальний вхід якого з'єднаний з першим виходом регульованого генератора задавальних частот, а синхронізуючий вхід - до другого виходу регульованого генератора задавальних частот; третій вихід регульованого генератора задавальних частот є першим виходом генератора функцій, а вихід першого перетворювача сигналів є другим виходом генератора функцій, підсилювачі міцності, трансформатори, ізольовані оптронні пари, діоди, елементи співпадіння, перший і другий постійні резистори, шини живлення і нульового потенціалу, - причому виходи першого і другого підсилювачів міцності підключені до первинної обмотки першого трансформатора, виходи третього і четвертого підсилювачів міцності підключені до первинної обмотки другого трансформатора, виходи п'ятого і шостого підсилювачів міцності підключені до первинної обмотки третього трансформатора, до перших кінців вторинних обмоток кожного з трансформаторів підключені аноди першого, другого і третього діодів та катоди випромінювачів першої, другої і третьої оптронних пар; другі кінці вторинних обмоток трансформаторів, катоди діодів та аноди випромінювачів оптронних пар є виходами електростимулятора, анод фотоприймача першої оптронної пари підключений до шини нульового потенціалу, катод - до анода фотоприймача другої оптронної пари, катод якого підключено до виходу першого елемента співпадіння і через перший постійний резистор - до шини живлення, анод фотоприймача третьої оптронної пари з'єднаний з шиною нульового потенціалу. А його катод - з виходом другого елемента співпадіння і через другий постійний резистор - з шиною живлення згідно корисної моделі додатково введені другий і третій перетворювачі сигналів, двохвходовий елемент АБО, двохвходовий перемикач, третій і четвертий постійні резистори, перший, другий і третій

перемінні резистори, а підсилювачі міцності зроблено у вигляді регульованих підсилювачів постійного струму, при цьому третій постійний резистор, перший перемінний резистор, двигун якого з'єднаний з шиною нульового потенціалу, і четвертий постійний резистор ввімкнені послідовно між першими керуючими входами другого і третього підсилювачів міцності, синхронізуючі входи другого і третього перетворювачів сигналів з'єднані з першим виходом генератора функцій, а їхні сигнальні входи підключені до другого виходу генератора функцій. Вихід другого перетворювача сигналів з'єднано з сигнальним входом першого, другого, третього і четвертого підсилювачів міцності і до першого входу першого елемента співпадіння, третій перетворювач сигналів виконаний з прямим та інверсним виходами, які підключені через двохвходовий перемикач до сигнальних входів п'ятого і шостого підсилювача міцності та до першого входу другого елемента співпадіння, другі керуючі входи другого і третього підсилювачів міцності підведені до шини нульового потенціалу через другий перемінний резистор, двигун якого підключений до керуючого входу другого перетворювача сигналів, керуючий вхід шостого підсилювача міцності з'єднано з шиною нульового потенціалу через третій перемінний резистор, двигун якого підключений до керуючого входу третього перетворювача сигналів, вихід першого елемента співпадіння підключено до блокуючого входу другого перетворювача сигналів, а вихід другого елемента співпадіння підключений до блокуючого входу третього перетворювача сигналів, виходи, першого і четвертого підсилювачів міцності підключені до першого і другого входів двохвходового елемента АБО, відповідно, вихід якого підключений до другого входу елемента співпадіння, а вихід п'ятого підсилювача міцності підключений до другого входу другого елемента співпадіння.

Недоліком цього електростимулятора є вузьконаправлене його споживання - лікування пацієнтів, що страждають на сколіоз.

Електростимулятор забезпечує лише один режим роботи, що призводить до звикання м'язових тканин до електростимуляційного струму і зниженню ефективності лікування. Окрім цього, невелика кількість каналів стимуляції (3), а також неможливість автономного незалежного регулювання стимуляційних струмів в них роблять прилад неефективним при лікуванні інших захворювань.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити такий багатфункціональний електростимулятор, у якому шляхом введення додаткових елементів і, як наслідок зміни режимів роботи, досягається можливість розширення області використання і підвищення ефективності впливу на м'язові тканини пацієнта, скорочення строків лікування та подовження періоду ремісії.

Для вирішення поставленого завдання запропоновано багатофункціональний електростимулятор, який вміщує генератор функцій і взаємозв'язані між собою перетворювачі широтно-імпульсно модульованих сигналів, підсилювачі міцності, трансформатори, оптронні пари, діоди, постійний резистор, один з виводів якого підключений до шини живлення, перемінні резистори, один з виводів яких підключений до шини нульового потенціалу, причому до перших виводів вторинних обмоток кожного з трансформаторів, підключені відповідно аноди першого, другого і третього діодів і катоди світлодіодів першої, другої і третьої оптронних пар, другі виводи вторинних обмоток трансформаторів, катоди діодів і аноди світлодіодів першої, другої і третьої оптронних пар є виходами електростимулятора, аноди фотоприймачів першої і третьої оптронних пар підключені до шини нульового потенціалу, у якому згідно з корисною моделлю додатково введені блок керування, що складається з генератора, програмованого таймера, дешифратора і перемикача ручного режиму роботи, комутаційний пристрій, який складається з двійкового лічильника, дешифратора, двох комутаторів прямого та інверсного сигналів, ідентичні кінцеві формувачі стимуляційних струмів з можливістю збільшення їх кількості до "n", (де "n" - кількість каналів електростимулятора, $n=2a$, $a=1, 2, 3, 4$), кожен з яких вміщує перетворювач широтно-імпульсно модульованих сигналів, підсилювач міцності, трансформатор, перемінний резистор, діод та оптронну пару, а генератор функцій вміщує задавальний генератор ритму, формувач прямого та інверсного сигналів, два перетворювача лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого і інверсного сигналів, при цьому виходи задавального генератора ритму прямого і інверсного сигналів підключені до входів формувача прямого та інверсного трапецеїдальних сигналів, причому, вихід прямого сигналу формувача з'єднано з входом перетворювача лінійно-частотно-імпульсно модульованого прямого сигналу і з першим входом комутатора прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою, вихід формувача інверсного сигналу з'єднано з входом перетворювача лінійно-частотно-імпульсно модульованого інверсного сигналу і з другим входом комутатора прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою, виходи перетворювачів лінійно-частотно-імпульсно модульованого прямого та інверсного сигналів підключені до входів комутатора лінійно-частотно-імпульсно модульованого прямого та інверсного сигналів, інверсний вихід задавального генератора ритму роботи додатково підключений до синхронізуючого входу двійкового лічильника комутаційного пристрою, причому вихід двійкового лічильника підключено до одного з входів дешифратора комутаційного пристрою, вихід генератора блоку керування підключений до першого входу програмованого таймера перемикачів режимів роботи блока керування, другий вхід

програмованого таймера підключений до перемикача ручного режиму роботи, вихід програмованого таймера перемикачів режимів роботи підключений до входу дешифратора блока керування, вихід якого з'єднаний з другим входом дешифратора комутаційного пристрою, до виходу якого підключена шина, що з'єднує його з управляючими входами комутаторів лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого та інверсного сигналів, а також прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів, а виходи комутаторів лінійно-частотно-імпульсно модульованих прямого та інверсного сигналів, а також прямого та інверсного трапецеїдальних сигналів, підключені до входів перетворювачів широтно-імпульсно модульованих сигналів "n" - каналних кінцевих формувачів стимуляційних струмів, при цьому катоди фотоприймачів оптронних пар підключені до другого виводу постійного резистора і до входу блокування програмованого таймера перемикачів режимів роботи блока керування, а другі виводи перемінних резисторів підключені до входів керування величиною стимуляційних струмів перетворювачів широтно-імпульсно модульованих сигналів кожного каналу.

Суть корисної моделі полягає у підвищенні ефективності впливу електростимуляційного струму на м'язові тканини пацієнта за рахунок періодичної зміни режимів роботи електростимулятора, які виключають звикання м'язової тканини до певного режиму.

Для цього програмований таймер забезпечує періодичну зміну режимів роботи багатофункціонального електростимулятора: одночасна (синфазна) робота усіх каналів; періодичне перемикачів каналів знизу вгору (біжуча хвиля) або зверху донизу (залежить від розміщення електродів); послідовно періодичне перемикачів каналів (біжуча хвиля) знизу вгору - зверху донизу; періодичне перемикачів парних і непарних каналів; періодичне перемикачів груп каналів; періодичне перемикачів каналів від центру до периферії і назад (хвилі, що сходяться і розходяться).

Багатофункціональний електростимулятор дозволяє створювати всілякі режими, які імітують методи ручного масажу м'язових тканин хребта, використовуючи гнучкі алгоритми послідовностей вмикання каналів стимуляції з можливістю вибору фази стимулюючого струму у кожному каналі.

Окрім цього, багатофункціональний електростимулятор забезпечує незалежне регулювання значень стимулюючих струмів у кожному каналі, отже, інтенсивність місцевого впливу. При цьому створюється плавний перехід стимуляційного струму від однієї групи м'язів до другої, завдяки тому, що під час зниження рівня струму стимуляції в одному каналі відбувається підвищення рівня струму стимуляції в другому каналі, тому що керування стимуляційними струмами в каналах забезпечується наростаючою та падаючою ділянками трапецеїдальних сигналів відповідно.

При лікуванні окремих захворювань, де не потрібна велика кількість каналів, електростимулятор переводять в режим ручного

керування і проводять електростимуляцію згідно розроблених і з успіхом використовуваним на практиці медичним методикам.

На кресленні, як приклад, надана структурна схема 4-х-канального багатофункціонального електростимулятора.

Багатофункціональний електростимулятор вміщує генератор функцій 1, виконаний у вигляді задавального генератора 2 ритму роботи електростимулятора з двома виходами прямого та інверсного сигналів, формувача 3 трапецеїдальних прямого та інверсного сигналів, причому виходи задавального генератора 2 прямого та інверсного сигналів, підключені до входів формувача 3. Вихід прямого сигналу формувача 3 з'єднано зі входом перетворювача 4 лінійно-частотно-імпульсно модульованого (ЛЧІМ) прямого сигналу та з одним із входів комутатора 5 прямого та інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою 6. Вихід інверсного сигналу формувача 3 з'єднаний зі входом перетворювача 7 ЛЧІМ інверсного сигналу та з другим зі входів комутатора 5 прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів комутаційного пристрою 6. Виходи перетворювачів 4 і 7 ЛЧІМ прямого і інверсного сигналів підключені до входів комутатора 8 ЛЧІМ прямого і інверсного сигналів. Інверсний вихід задавального генератора 2 додатково підключений до синхронізуючого входу двійкового лічильника 9 комутаційного пристрою 6, причому вихід двійкового лічильника 9 підключено до одного з входів дешифратора 10.

Вихід генератора 11 блока керування 12 підключено до першого входу програмованого таймера 13 переключення режимів роботи. Другий вхід програмованого таймера 13 блока керування 12 підключений до перемикача 14 ручного режиму роботи. Вихід програмованого таймера 13 перемикача режимів роботи підключений до входу дешифратора 15, блока керування 12.

Вихід дешифратора 15 блока керування 12 з'єднаний з другим входом дешифратора 10 комутуючого пристрою 6. Шина 16 виходу дешифратора 10 підключена до керуючих входів комутатора 8 ЛЧІМ прямого і інверсного сигналів та комутатора 5 прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів. Виходи комутатора 5 прямого і інверсного трапецеїдальних сигналів і виходи комутатора 8 ЛЧІМ прямого та інверсного сигналів комутуючого пристрою 6 підключені до входів перетворювачів 17 широтно-імпульсного модульованих (ШІМ) сигналів "n" - каналних кінцевих формувачів 18 стимуляційних струмів. Входи керування глибиною модуляції перетворювачів 17 ШІМ сигналів підключені до одних виводів перемінних резисторів 19 ручного регулювання значення стимуляційних струмів n - каналних кінцевих формувачів 18, а інші виводи перемінних резисторів 19 підключені до шини нульового потенціалу.

Виходи перетворювачів 17 ШІМ сигналів з'єднані зі входами підсилювачів міцності 20, виходи яких підключені до первинних обмоток трансформаторів 21 кінцевих формувачів 18 стимуляційних струмів.

До перших виводів вторинних обмоток трансформаторів 21 підключені аноди діодів 22 і катоди світло діодів оптронних пар 23. Другі кінці трансформаторів 21, катоди діодів 22 та аноди світлодіодів оптронних пар 23 є виходами кінцевих формувачів 18 першого, другого, третього, четвертого каналів багатофункціонального електростимулятора, до яких підключаються електроди. Аноди діодів фотоприймачів оптронних пар 23 підключені до шини нульового потенціалу, а катоди діодів фотоприймачів підключені до одного виводу постійного резистора 24 і до входу блокування програмованого таймеру 13 перемикач режимів роботи. Другий вивід постійного резистора 24 підключено до шини живлення ($E_{ж}$).

Розглянемо роботу багатофункціонального електростимулятора на прикладі стимуляції м'язових тканин. Перед початком процедури розміщують 4 пари електродів на тілі пацієнта, згідно з обраною методикою стимуляції.

Блок керування 12 формує коди команд, які установлюють послідовність перемикач каналів через комутаційний пристрій 6. Кількість команд встановлюється кількістю режимів роботи багатофункціонального електростимулятора, наприклад: одночасна (синфазна) робота усіх каналів; періодичне, перемикач каналів знизу вверх (зверху донизу); періодичне, послідовне перемикач каналів знизу вверх - зверху донизу; періодичне перемикач парних і непарних каналів; періодичне перемикач груп каналів; періодичне перемикач каналів від центру до периферії і навпаки.

Багатофункціональний електростимулятор дозволяє вводити і інші режими шляхом зміни програм, які як розширюють, так і скорочують кількість команд.

Крім того, в режимі ручного вибору послідовності перемикач каналів стимуляції потрібна послідовність встановлюється перемикачем ручного режиму роботи 14, що підключений до одного з входів програмованого таймеру 13, на другий вхід якого поступає цифрова послідовність імпульсів від генератора 11 блока керування 12, з якої програмований таймер формує команди періодичного перемикач режиму роботи електростимулятора. З виходу програмованого таймеру 13 код команди керування через дешифратор 15 подається на один з входів дешифратора 10 комутуючого пристрою 6.

Ритм стимулюючих сигналів встановлюється задавальним генератором 2, на виході якого формується прямий та інверсний прямокутні сигнали. З виходу задавального генератора 2 прямий та інверсний сигнали поступають на входи формувача 3, за допомогою якого формуються трапецеїдальний прямий та інверсний сигнали.

З виходу формувача 3 прямий та інверсний трапецеїдальні сигнали поступають на входи комутатора 5 комутаційного пристрою 6 і перетворювачів 4, 7 ЛЧІМ сигналів, де відбувається модуляція по частоті вихідних імпульсів перетворювачів. Причому, завдяки лінійності перетворювачів 4 і 7 на наростаючій

дільниці модулюючого прямого трапецеїдального сигналу відбувається лінійне збільшення частоти вихідних імпульсів перетворювача 4, яка досягає свого максимального значення на плоскій верхній дільниці прямого трапецеїдального сигналу, і лінійно знижується частота вихідних імпульсів перетворювача 4 на падаючій дільниці трапецеїдального прямого сигналу. Процеси модуляції по частоті вихідних імпульсів перетворювача 7 зворотні процесам модуляції по частоті вихідних імпульсів перетворювача 4. Якщо в перетворювачі 4 відбувається зростання частоти вихідних імпульсів, то в перетворювачі 7 - зниження частоти вихідних імпульсів, тобто перетворювачі працюють у супроти фази.

Вихідні сигнали перетворювачів 4, 7 поступають на вхід комутатора 8. Комутаційний пристрій 6 служить для підключення вихідних сигналів формувача 3 і перетворювачів 4, 7 ЛЧІМ сигналів до входу перетворювачів 17 ШІМ сигналів 4-х каналних кінцевих формувачів 18 стимуляційних струмів.

Двійковий лічильник 9 комутаційного пристрою 6 задає ритм перемикання стимуляційних каналів. На лічильний вхід двійкового лічильника 9 поступають імпульси з інверсного виходу задавального генератора 2, який перемикається як спадаючими так і наростаючими фронтами імпульсів, які надходять, що забезпечує за один цикл стимулюючого сигналу два значення коду на виході двійкового лічильника 9. З виходу лічильника 9 кодова послідовність подається на одні зі входів дешифратора 10, на інші входи якого поступає код команди керування з виходу дешифратора 15 блока керування 12. Дешифратор 10 формує сигнали керування, які через шину 16 подаються на керуючі входи комутаторів 5 та 8. В залежності від коду команди, що подається з блоку керування 12, задається режим переключення каналів стимуляції. По сигналах з виходу двійкового лічильника 9 комутатори 5 і 8 підключають вихідні сигнали формувача 3 та перетворювачів 4 і 7 ЛЧІМ-сигналів до входів перетворювачів 17 ШІМ сигналів 4-х каналних кінцевих формувачів 18 стимуляційних струмів.

Наприклад, в режимі періодичного перемикання "біжуча хвиля" знизу вверху - зверху донизу канали вмикаються з перекриттям в часі на половину періоду ритму стимуляційних сигналів встановленим задавальним генератором 2, причому, входи перетворювачів 17 ШІМ - сигналів 4-х каналних кінцевих формувачів 18 непарних каналів підключаються комутуючим пристроєм 6 до виходу перетворювача 4 ЛЧІМ - сигналу та інверсного виходу формувача 3 трапецеїдального сигналу, а входи перетворювачів 17 парних каналів підключаються комутуючим пристроєм 6 до виходу перетворювача 7 ЛЧІМ - сигналу та прямого виходу формувача 3 трапецеїдального сигналу.

В режимі перемикання парних і непарних каналів двійковий лічильник 9 не робить комутацію каналів, при цьому входи перетворювачів 17 ШІМ сигналів непарних каналів постійно підключені комутаційним пристроєм 6 до входу

перетворювача 4 ЛЧІМ - сигналу та інверсного виходу формувача 3 трапецеїдального сигналу, а входи перетворювачів 17 парних 4-х каналних кінцевих формувачів 18 постійно підключені комутаційним пристроєм 6 до виходу перетворювача 7 ЛЧІМ- сигналу та виходу формувача 3 прямого трапецеїдального сигналу.

В режимі одночасної (синфазної) роботи всіх каналів входи перетворювачів 17 ШІМ- сигналів 4-х каналних кінцевих формувачів 18 підключаються комутуючим пристроєм 6 до виходу перетворювача 4 ЛЧІМ- сигналу та до інверсного виходу формувача 3 трапецеїдального сигналу.

З виходу перетворювачів 17 імпульсні сигнали, модульовані по частоті та ширині імпульсів, подаються на входи підсилювачів міцності 20, навантаженням яких є трансформатори 21 кінцевих формувачів 18, вторинні обмотки яких є виходами електростимулятора. Необхідне значення стимулюючих струмів у кожному каналі встановлюється за допомогою перемінних резисторів 19 шляхом зміни глибини широтно-імпульсної модуляції перетворювачів 17.

Стимулюючий струм, що індуктується у вторинних обмотках трансформаторів 21 4-х каналних кінцевих формувачів 18 тече через лікувальні електроди, м'язові тканини хворого, зустрічне ввімкнені діоди 22 та світлодіоди оптронних пар 23, кожен з яких випромінює світловий потік пропорційно стимуляційному струму у відповідній каналі стимуляції.

Фотоприймаючий діод кожної з оптронних пар 23 формує при цьому на постійному резисторі 24 сигнал, пропорційний стимуляційному струму в кожному каналі, який контролюється на одному з входів програмованого таймера 13 блока керування 12. При відсутності стимуляційного струму в якомусь з каналів, блок керування 12 блокує проходження сигналу у кінцевих формувачах 18 стимуляційного струму, що забезпечує захист пацієнта від різких стрибків струму, при обриві дротів, що ідуть на лікувальні електроди або під час інших пошкоджень в комутуючих елементах.

Таким чином, лікувальний ефект при використанні багатофункціонального електростимулятора досягається за рахунок введення у схему додаткових елементів та зв'язків між ними, які дозволяють періодично змінювати режими його роботи, що виключає звикання м'язової тканини до певного режиму стимуляції.

Крім цього, можливість роздільного регулювання стимуляційного струму в кожному каналі дозволяє створювати різну інтенсивність локального впливу на певні групи м'язів.

