



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

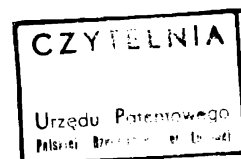
Int. Cl.³ A61N 1/36

Zgłoszono: 82 10 19 (P. 238668)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 83 08 29

Opis patentowy opublikowano: 1986 10 31



Twórcy wynalazku: Roman Pańniczek, Paweł Sobczak

Uprawniony z patentu tymczasowego: Roman Pańniczek, Paweł Sobczak,
Warszawa (Polska)

Układ połączeń elektrycznych stymulatora chodu

Przedmiot wynalazku jest układ połączeń elektrycznego stymulatora chodu do pobudzania w czasie chodu mięśni kończyn dolnych, a w szczególności stymulatora nerwu strzałkowego do wawoływania zgięcia grzbietowego i unoszenia zewnętrznego brzegu stopy u osób z porażeniem połowicznym oraz w przypadkach porażień mózgowych dziecięcych. Znany jest stymulator, składający się z generatora impulsów stymulacyjnych, regulatora czasu trwania serii impulsów i układu wyzwalającego uruchamianego mikrowyłącznikiem umieszczonym pod stopą.

Znane jest stosowanie stymulatora nerwu strzałkowego do wspomagania funkcji chodu hemiplegików, pracującego w układzie z transformatorem podwyższającym napięcie impulsów wyjściowych lub wykorzystujących dławik nasycony do wytworzenia na nim przepięcia w chwili przerywania przepływu prądu w jego uzwojeniu. W układach tych niskonapięciowy impuls sterujący o parametrach elektrycznych odpowiadających impulsowi stymulacji jest przetwarzany do wielkości amplitudy napięcia rzędu kilkudziesięciu, a nawet kilkuset woltów na wyjściu stymulatora i elektrodach. Znane jest również stosowanie przetwornic tranzystorowych do podwyższenia napięcia stałego w układach stymulatorów posiadających stabilizację amplitudy prądu impulsów dostarczanych do elektrod.

Elementem sterującym chwilą załączenia serii impulsów stymulacyjnych w znanych układach jest wyłącznik umieszczony we wkładce do buta, który wyzwala stymulację w momencie rozwarcia kontaktów wyłącznika, następującym w chwili oderwania pięty od podłoża. Mikrowyłącznik lub inny element sterujący, jak np. płaski zestyk dociskowy, jest połączony bezpośrednio za pomocą odrębnych przewodów z układem stymulatora. Elektrody stymulacyjne we wszystkich stosowanych rozwiązaniach stymulatorów chodu są izolowane od układu wyzwalającego.

W znanych dotychczas stymulatorach z układami transformującymi wielkość amplitudy napięcia występuje wiele niedogodności, z których zasadniczą jest to, że nie zapewniają one stałości efektu stymulacji w funkcji czasu, gdyż nie gwarantują stałości amplitudy prądu impulsów wyjściowych.

Podczas stosowania długotrwałej stymulacji następuje zmiana rezystencji elektrodowej, głównie na skutek wahań rezystywności na granicy tkanka-elektroda, jak również samych elektrod. W układach z transformatorem podwyższającym lub dławnikiem każda zmiana rezystencji obciąża-

nia powoduje wahania prądu stymulacji, co wpływa na wielkość siły skurczu mięśni, obniżając lub zwiększając znacznie zamierzony efekty stymulacyjny.

Ponadto układy te są bardzo wrażliwe na zmiany wielkości napięcia zasilającego. W związku z tym wymagają często wymiany baterii zasilającej, względnie doładowywania akumulatorów.

W układzie stymulatorów z przetwornicami tranzystorowymi oraz stabilizacją amplitudy prądu impulsów wyjściowych główną niedogodnością jest to, że są one nieekonomiczne pod względem poboru prądu z baterii zasilającej. Posiadającą więc niską sprawność energetyczną, szczególnie dla małych wartości prądu stymulacji i rezystencji obciążenia. Celem zapewnienia stałości amplitudy prądu impulsów wyjściowych dla dużych wartości prądu i rezystencji obciążenia napięcie wyjściowe przetwornicy musi osiągać wielkość ponad 100, a nawet 150 V. Wówczas dla małych wartości rezystencji i prądu tylko niewielka część mocy pobieranej ze źródła jest wydzielana na obciążeniu. Większość energii wytrąca się na elemencie stabilizacyjnym. Dlatego efektywna sprawność tego typu stymulatorów jest mała. Ponadto znane tego typu układy stymulatorów posiadają jedynie stabilizację od strony wyjścia, natomiast każda zmiana napięcia zasilającego oddziałuje bezpośrednio na wielkość prądu wyjściowego — nie ma stabilizacji od strony zasilania i układów sterujących.

W stosowanych dotychczas stymulatorach z układami transformującymi wielkość amplitudy napięcia, jak również z przetwornicami podwyższającymi napięcie stałe, mikrowyłącznik sterujący i elektrody są połączone z układem elektronicznym za pomocą odrębnych dwu par przewodów elektrycznych, które muszą spełniać wysokie wymagania pod względem elastyczności i wytrzymałości na zerwanie. Konieczne jest więc użycie dwóch, oczywiście różnych, miniaturowych par gniazdo-wtyk, do połączenia osprzętu ze stymulatorem. Ponadto przewody łączące mikrowyłącznik piętowy ze stymulatorem są wyposażone w miniaturowe złącze pośrednie, umożliwiające i ułatwiające zakładanie osprzętu (elementów wyposażenia stymulatora) na porażoną kończynę. Przewody te ulegają bardzo częstym uszkodzeniom w pobliżu złącz i wymagają wymiany na nowe.

Wszystkie omawiane wyżej rozwiązania konstrukcyjne stymulatorów chodu nie zapewniają stałości efektu stymulacji w długim czasie, względnie są mało ekonomiczne z uwagi na stosunkowo niską efektywną sprawność energetyczną transformowania energii dostarczanej ze źródła zasilania — najczęściej baterii 9 V napięcia stałego. Częsta wymiana baterii zasilającej i przewodów łączących elementy wyposażenia ze stymulatorem podnosi koszt eksploatacji urządzenia, a konieczność stosowania specjalnych miniaturowych złącz zatopionych na przewodach — koszt jego wytworzenia.

Zmniejszenie ilości przewodów ułatwia choremu stosowanie stymulatora oraz zwiększa jego niezawodność — urządzenia, które chory otrzymuje jako trwałe zaopatrzenie ortopedyczne. Ta ostatnia wada, w połączeniu z niestalością efektu stymulacji w czasie, jest najczęstszą przyczyną powodującą zaniechanie korzystania ze stymulatora przez chorego.

Celem wynalazku jest usunięcie tych niedogodności, czyli zwiększenie sprawności przetwarzania energii dostarczanej ze źródła zasilania i niezawodność stymulatora, wyeliminowanie konieczności stosowania specjalnych, miniaturowych złącz zatopionych na przewodach, ograniczenie liczby przewodów łączących elementy wyposażenia ze stymulatorem do minimum oraz obniżenie kosztów eksploatacji urządzenia.

Aby ten cel osiągnąć wytyczono sobie zadanie opracowania stymulatora zapewniającego stałość efektu stymulacji w czasie, niezależnie od zmian impedancji elektrodowej oraz wahań napięcia zasilającego i przypadkowych fluktuacji w układzie sterowania. Pobór prądu ze źródła zasilającego powinien mieć miejsce tylko w okresie trwania stymulacji, a wielkość napięcia zasilającego stopień wyjściowy — automatycznie dostosowywana do wielkości prądu stymulacji i utrzymywana na granicy niezbędnego minimum, zapewniającego nastawioną wartość prądu w istniejących warunkach stymulacji. Liczba przewodów łączących elementy wyposażenia ze stymulatorem powinna być zmniejszona do jednej pary, a przewody od wkładki przyłączane bezpośrednio do elektrod.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem stymulator do pobudzania mięśni porażonych kończyn dolnych, według wynalazku, jest wyposażony w układ stabilizacji amplitudy napięcia impulsów sterujących stopień wyjściowy oraz układ sprzężenia zwrotnego zapewniającego stałość amplitudy prądu impulsów stymulacyjnych i regulującego wielkość napięcia wysokiego zasilającego ten stopień. Ponadto stymulator zawiera układ pozwalający na przyłączenie mikrowyłącznika umie-

szczególnego we wkładce do buta, sterującego czasem załączenia stymulacji równolegle do elektrod stymulacyjnych.

Stymulator chodu, według wynalazku, posiada zalety wynikające przede wszystkim z zastosowania układu sprzężenia zwrotnego i układu stabilizacji amplitudy napięcia impulsów sterujących. Dzięki zastosowaniu układu stabilizacji amplitudy napięcia impulsów sterujących, układ wyjściowy stymulatora uzyskuje się niezależność prądu impulsów wyjściowych od zmian napięcia zasilania oraz przypadkowych fluktuacji amplitudy napięcia impulsów dostarczanych z generatora. Włączenie układu sprzężenia zwrotnego sterowanego z obwodu pacjenta do regulacji napięcia wyjściowego przetwornicy daje niezależność sprawności energetycznej stymulatora od wielkości prądu stymulacji. W wyniku oddziaływania układu sprzężenia zwrotnego następuje ograniczenie napięcia wyjściowego przetwornicy do wartości minimalnej, dostosowanej do aktualnych parametrów stymulacji. To poprawia znacznie sprawność energetyczną stymulatora, szczególnie dla małych wielkości prądu.

Połączenie mikrowyłącznika piętowego równolegle do wyjścia stymulatora eliminuje konieczność stosowania dwu par przewodów oraz miniaturowego złącza na przewodach od wkładki do buta, ponieważ w tym rozwiązaniu mikrowyłącznik przyłącza się do elektrod.

Układ połączeń elektrycznych stymulatora, według wynalazku, jest dokładnie wyjaśniony na podstawie jego przykładu wykonania.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy stymulatora.

Jak uwidoczniono na rysunku stopień wyjściowy 3 jest połączony z układem stabilizacji napięcia impulsów sterujących 2, przetwornicą napięcia stałego 9/150 V 4 i układem sprzężenia zwrotnego 5. Generator impulsów 1 zbudowany na tranzystorach przeciwstawnego typu przewodzenia, dla zmniejszenia poboru prądu, dostarcza impulsów prostokątnych o czasie trwania i częstotliwości powtarzania odpowiadających impulsom stymulacji. Impulsy z generatora 1 dostarczane są do układu stabilizacji napięcia impulsów 2, wykonanego na diodzie świecącej. Dioda ta służy jednocześnie jako sygnalizator pracy stymulatora. Ponadto na podstawie kontroli jakości świecenia diody użytkownik może ocenić stan rozładowania baterii zasilającej.

Przycięte amplitudowo w układzie 2 impulsy z generatora wchodzi na potencjometr, a ze ślizgacza potencjometru na wejście stopnia wyjściowego 3.

Stopień wyjściowy 3 jest zbudowany na dwu wysokonapięciowych tranzystorach przeciwstawnego typu. Zapewnia to możliwość uziemnienia jednego bieguna wyjściowego stymulatora. Silne prądowe sprzężenie zwrotne wyjścia z wejścia stopnia 3 poprzez układ 5 zapewnia stałość amplitudy prądu impulsów wyjściowych dostarczanych do elektrod, od impedancji obciążenia 9. Potencjometr umieszczony na wejściu stopnia wyjściowego daje możliwość płynnej regulacji amplitudy prądu impulsów stymulacyjnych.

Przetwornica napięcia stałego 9/150 V 4 jest źródłem wysokiego napięcia do zasilania wyjściowego 3. Zbudowana w układzie generatora samodzielnego wykorzystuje przepięcia na uzwojeniu kolektorowym w chwili przerywania przepływu prądu przez tranzystor. Przetwornica pracuje tylko w czasie trwania stymulacji, w pozostałym okresie jest zablokowana przez układ regulatora czasu trwania serii impulsów 7.

Wielkość napięcia wyjściowego przetwornicy jest sterowana przez układ sprzężenia zwrotnego 5 i ustalana na poziomie odpowiadającym wielkości prądu stymulacji.

Układ regulacji czasu trwania 7 pracuje na zasadzie ładowania kondensatora ze źródła zasilania z określoną stałą czasową w okresie przerwy, a następnie rozładowania w chwili zadziałania mikrowyłącznika 6 umieszczonego we wkładce do buta. Czas trwania stymulacji, czyli wyzwolenia serii impulsów jest wyznaczany przez czas rozładowania kondensatora i może być ustalony na określonej wartości dostosowywanej indywidualnie w zależności od sprawności funkcjonalnej chorego, względnie regulowany automatycznie odpowiednio do szybkości chodu. W przypadku automatycznej regulacji czasu trwania stymulacji długość serii impulsów jest proporcjonalna do czasu trwania fazy podporowej cyklu chodu.

Wyzwolenie układu regulacji czasu trwania serii 7 następuje z układu wyzwalamia regulatora czasu 8, którego wejście jest podłączone równolegle do obciążenia stymulatora 9. Połączenie wejścia układu wyzwalamiającego 8 z wyjściem stymulatora 9 umożliwia odpowiednią konstrukcją stopnia wyjściowego 3. Dzięki temu mikrowyłącznik 6 umieszczony we wkładce do buta może być

przyłączany do elektrod stymulacyjnych. Mikrowyłącznik 6 steruje pracą układu wyzwalającego 8 i wyznacza moment załączenia stymulacji. W przypadku zwarcia kontaktów mikrowyłącznika układ wyzwalający jest zablokowany — rozwarcie kontaktów powoduje wyzwolenie serii impulsów. Możliwe jest także, przy pomocy opisanego układu połączeń, wyzwalanie stymulacji fazą podporową nogi zdrowej w przypadku użycia mikrowyłącznika 6 o przeciwnym działaniu (normalnie zwarty).

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ połączeń elektrycznego stymulatora chodu do pobudzenia podczas chodu mięśni porażonych kończyn dolnych, zawierający generator impulsów stymulacyjnych z regulowanym czasem trwania serii impulsów, regulator czasu serii uruchamiany mikrowyłącznikiem umieszczonym we wkładce do buta, układ wyzwalający i przetwornicę napięcia stałego, **znamienny tym**, że mikrowyłącznik (6) jest przyłączony równolegle do wyjścia stymulatora (3) i układu wyzwalającego (8), a układ wyzwalający (8) posiada konstrukcję zapewniającą wyzwolenie serii impulsów stymulacyjnych w chwili rozwarcia mikrowyłącznika, następującego bezpośrednio po jego przejściu do stanu przeciwnego, przy czym konstrukcja układu wyjściowego (3) zapewnia stałość amplitudy prądu impulsów stymulacyjnych zarówno od zmian napięcia baterii zasilającej jak i obciążenia.

2. Układ połączeń według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wielkość napięcia wyjściowego przetwornicy (4) jest sterowana przez podłączony do niego układ sprzężenia zwrotnego (5) który jest podłączony z drugiej strony do obciążenia stymulatora (9).

