

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y PATENTU TYMCZASOWEGO

72 523

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 14.10.1971 (P. 151013)

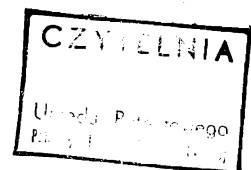
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 25.11.1974

Kl. 42I, 3/05

MKP G01n 27/04



Twórcy wynalazku: Romuald Klekowski, Jerzy Zajdel

Uprawniony z patentu tymczasowego: Polska Akademia Nauk

Instytut Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego,
Warszawa (Polska)

Respirometr elektrolityczny

Przedmiotem wynalazku jest respirometr elektrolityczny służący do pomiaru zużycia tlenu przez żywe ustroje.

Znane są respirometry, w których ubytek tlenu uzupełniany jest drogą elektrolityczną. Tlen jest w nich produkowany w generatorach tlenu z wodnych roztworów NaOH lub H_2SO_4 . Składają się one z komory anodowej połączonej z komorą respiracyjną i manometrem otwartym do atmosfery oraz z komory katodowej połączonej z biuretą pomiarową, w której gromadzi się wodór. Do komory respiracyjnej jest podłączony zamknięty, wymuszony przez pompę powietrzną obieg powietrza poprzez roztwór $Ba(OH)_2$, w którym zostaje pochłonięty CO_2 . Ilość wyprodukowanego tlenu w komorze anodowej jest równa połowie objętości H_2 zebranej w biurecie pomiarowej. Pochłonięty przez $Ba(OH)_2$ dwutlenek węgla oznaczony jest przez miareczkowanie HCL. Dla obliczenia zużytego przez obiekt tlenu O_2 , poza nieuniknionymi poprawkami na temperaturę, ciśnienie barometryczne i ciśnienie pary wodnej, konieczne są poprawki na ewentualne zmiany ciśnienia barometrycznego w czasie doświadczenia oraz ciśnienie hydrostatyczne w biurecie.

Innym znanym respirometrem, w którym tlen otrzymuje się z H_2SO_4 , a ilość H_2 wydzielonego w biurecie pomiarowej mierzy się wolumetrycznie, jest respirometr, którego katoda znajduje się bezpośrednio w biurecie. Istotnym tu ulepszeniem jest wprowadzenie sprzężenia zwrotnego w samoczynnej regulacji czasu elektrolizy przez umieszczenie anody w swego rodzaju manometrze otwartym do atmosfery. Ubytek tlenu w komorze respiracyjnej powoduje kontakt anody z elektrolitem, a po wydzieleniu się kompensującej objętości tlenu kontakt ten się przerywa. Brak komory kompensacyjnej czyni koniecznymi poprawki na zmiany ciśnienia barometrycznego.

Znana jest także odmiana powyższego respirometru, w którym jako elektrolit zastosowano roztwór siarczanu miedzi, przy którym na katodzie nie wydziela się gazowy wodór, ale odkłada się miedź metaliczna. Dalszym ulepszeniem było wprowadzenie dwóch sterujących układów elektrycznych: 1. układ wykrywający zmianę ciśnienia, znajdujący się w manometrze łączącym komory respiracyjną i kompensacyjną z roztworem NaOH jako elektrolitem, w tym obwodzie ma miejsce bardzo mały przepływ prądu zmiennego, którego przerwanie poprzez elektroniczny wzmacniacz triodowy lub pentodowy włącza prąd stały; oraz 2. obwód

generatora tlenu. Mechanizm odmierzający cykle (np. co 10 sek) testuje obwód wykrywający zmianę ciśnienia; jeżeli ten ostatni jest otwarty, to włączony jest prąd generujący tlen na okres jednego cyklu, dając porcję tlenu. Wielkość takiej jednej porcji jest stała dla danego ciągu pomiarów i wcześniej ustalona zależnie od zapotrzebowania tlenu przez dany obiekt. Wielkość porcji oblicza się z natężenia prądu i czasu przepływu. Przyrząd zapisujący zapisuje każdą porcję tlenu; ten zaś przyrząd zapisujący i mechanizm odmierzający obsługuje sześć respirometrów. Dokładność układu zależy od stabilności prądu generacji tlenu i dokładności pomiaru prądu i jego czasu trwania.

Respirometr ten ma system sprzężenia zwrotnego między układem detekcji ubytku tlenu w komorze respiracyjnej i układem sterującym generatorem tlenu, a ponadto ma układ rejestracyjny. Jako detektor ubytku tlenu stosowany jest manometr, w którym jedno ramię połączone jest z komorą respiracyjną na elektrodę działającą jako czujnik poziomu. Źródło napięcia zmiennego jest załączone poprzez elektrodę kontaktową na wejście wzmacniacza lub bardzo czułego przekaznika.

Znany jest także respirometr, w którym zastosowany jest wolumetryczny układ detekcji ubytku tlenu. Ubytek tlenu w komorze respiracyjnej powoduje przesunięcie się kropli cieczy w poziomej kapilarze łączącej komorę respiracyjną z komorą kompensacyjną. Przesuwająca się kropla zabarwionej cieczy przesłania i odsłania fotoelement, w wyniku czego uzyskuje się sygnał przyjmujący dwa wyróżnione powyżej poziomy.

Przedstawione powyżej respirometry miały jako elektrolity stosowane roztwory NaOH , H_2SO_4 , CuSO_4 . Przy zastosowaniu dwóch pierwszych na katodzie wydzielą się wodór, który jest zbierany w biurecie pomiarowej lub wypuszczany do atmosfery. Wydzielanie się wodoru uniemożliwia zastosowanie komory kompensacyjnej z katodowej strony manometru. Ulepszeniem, ale komplikującym posługiwanie się respirometrem jest zastosowanie katody z palladu o dużej powierzchni, na której wodór jest absorbowany. Dopiero wprowadzenie elektrolitu z CuSO_4 , przy którym wydzielą się na katodzie miedź o objętości pomijalnie małej, ułatwiało stosowanie zarówno komory kompensacyjnej jak i oddzielnego generatora tlenu z osobnym układem elektrycznym.

W celu polepszenia własności użytkowych znanych respirometrów, wprowadzono w nich automatyczne sterowanie zwrotne generacją tlenu, przy pomiarze objętości wydzielonego tlenu na drodze nieelektrycznej oraz elektrycznej. Pomiar objętości wydzielonego tlenu na drodze elektrycznej odbywa się metodą obliczenia ładunku elektrycznego jaki został przesunięty przez elektrolit w danym odcinku czasu. Dla takiego ładunku oblicza się ilość wydzielonego tlenu na podstawie prawa Faradaya.

Znane respirometry z elektrycznym pomiarem ilości generowanego tlenu dzielą się na respirometry: 1, o działaniu bezpośrednim, 2. ze stabilizacją prądu elektrolizy, 3. za stabilizację prądu elektrolizy oraz stałej i powtarzalnej długości poszczególnych okresów elektrolizy, a także 4. ze stałością ładunku uzyskiwaną bez stabilizacji natężenia prądu elektrolizy.

Respirometry o działaniu bezpośrednim, czyli takie w których nie ma osobnych obwodów detekcji ubytku i generacji tlenu, a więc ta sama elektroda (anoda) jest równocześnie detekcyjną i generacyjną, zbudowane są tak, że prąd płynie w tych odcinkach czasu, kiedy anoda styka się z elektrolitem. Natężenie prądu elektrolizy zmienia się zależnie od stopnia zużycia baterii, właściwości elektrod i elektrolitu. Pomiar ilości wyprodukowanego tlenu odbywa się drogą rejestracji natężenia prądu w funkcji czasu i integracji ładunku dla wybranych okresów, np. metodą graficzną (możliwa jest też bezpośrednia integracja ładunku za pomocą woltametri, np. srebrowego).

Respirometry ze stabilizacją prądu elektrolizy mają rejestrowany czas elektrolizy, co można zrealizować za pomocą zegara elektrycznego lub chronografu. Jednakże taka stabilizacja natężenia prądu elektrolizy wymaga w zasadzie stosowania układu detekcji niezależnego od układu generacji tlenu. Prąd jest włączony przez przekaznik na pewne (niejednakowe) odcinki czasu, w zależności od sygnału z detektora. Natężenie prądu jest stałe dzięki zastosowaniu źródła napięcia o dużej wartości oraz oporu. Napięcie polaryzacji elektrod jest dużo mniejsze od napięcia baterii, a więc ma mały wpływ na natężenie prądu.

Respirometry ze stabilizowanym prądem elektrolizy oraz stałą i powtarzalną długością poszczególnych okresów elektrolizy, charakteryzują się tym, że porcje ładunku są stałe, a więc i porcje generowanego tlenu są jednakowe. Istotne jest przy tym, że układ sterujący generatorem tlenu ma zapewnić zawsze wygenerowanie całej porcji tlenu odpowiadającej porcji ładunku elektrycznego niezależnie od zmian sygnału, np. wynurzenie się elektrody kontrolnej w czasie trwania impulsu. Krytyczne dla działania takich respirometrów są dostateczna powtarzalność czasu impulsów oraz dobra stabilizacja prądu. To ostatnie nastręcza duże trudności, ze względu na charakter procesu elektrolizy, a szczególnie procesy polaryzacji elektrod.

Celem wynalazku jest opracowanie respirometru o stałym ładunku elektrycznym przeniesionym przez elektrolit w danym odcinku czasu, bez konieczności stabilizacji natężenia prądu elektrolizy, który to respirometr byłby pozbawiony wad znanych dotychczas respirometrów.

Cel ten osiągnięto przez zbudowanie respirometru elektrolitycznego, który zawiera komorę respiracyjną

i komorę kompensacyjną, generator tlenu z roztworu CuSO_4 , detektor ubytku tlenu oraz element sterujący generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu. Komory respiracyjna i kompensacyjna połączone są poziomą kapilarą, do której mają ujście odgałęzienia będące wlotami manometru typu U-rurki jako detektora.

Istota respirometru polega na tym, że w poziomej kapilarze znajdują się ujścia komory stanowiącej generator tlenu, w której znajduje się roztwór nasycony CuSO_4 w 0,5% H_2SO_4 i elektrody platynowe. Rurka manometru w jednym swoim ramieniu połączona jest z poziomą kapilarą poprzez bańkę w której przewężeniu – kapilarze osadzona jest elektroda kontrolna z końcem osadzonym w rurce odchodzącej od kapilary w około jednej trzeciej długości. Do przeciwnej ścianki kapilary przymocowana jest druga kontrolna elektroda, której górny koniec przechodzi przez bańkę. Elektrody kontrolne są różnej długości i są zanurzone w elektrolicie. Stanowią one elektrodę konduktometrycznego układu detekcyjnego będącego początkowym elementem elektronicznego układu sterującego generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu. Elektroniczny układ sterujący składa się z elektrod stanowiących wejście układu detekcyjnego, do którego dołączony jest generator fali trapezowej; a wyjście dołączone jest do wzmacniacza którego sygnał wyjściowy przekazywany jest do układu sterująco-zliczającego. Układ ten połączony jest za pomocą przekaźnika z układem dozującym ładunek oraz z układem rejestrującym połączonym z układem programującym. Układ dozujący ładunek składa się z kondensatora, którego jedna okładzina połączona jest z katodą generatora tlenu, zaś druga z anodą generatora tlenu poprzez opornik oraz styki przekaźnika. Kondensator połączony jest także ze źródłem napięcia poprzez inny styk przekaźnika. Równolegle do kondensatora włączony jest komparator połączony ze źródłem napięcia odniesienia. Komparator współpracuje z układem sterująco-zliczającym. Komparator ten porównuje napięcie na kondensatorze z napięciem odniesienia i przekazuje wynik porównania do układu sterującego.

Przedmiot wynalazku jest poniżej szczegółowo wyjaśniony przy użyciu rysunku, którego fig. 1 przedstawia szkic szklanych części respirometru według wynalazku, fig. 2 – schemat blokowy elektronicznego układu sterującego generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu, fig. 3 – schemat blokowy układu dozującego ładunek, fig. 4 – wykres napięcia na kondensatorze C_1 w funkcji czasu, zaś fig. 5 – schemat logiczny układu elektronicznego.

W skład respirometru według wynalazku wchodzi dwa jednakowe naczynia, z których jedno R-CH spełnia rolę komory respiracyjnej, a drugie C-CH komory kompensacyjnej. Górne części obu naczyń, połączone z dolnymi za pomocą szlifów, pełnią rolę absorberów dwutlenku węgla CO_2 , w każdym z nich w kołowym zagłębieniu 1 znajduje się 25 procentowy roztwór NaOH , który nasycza również zwinięty w cylinder pasek bibuły Watman'a 2. Oba absorbery połączone są na szlify z ramionami respirometru. Ramię połączone z komorą respiracyjną ma dodatkowe odgałęzienie, którym za pomocą szlifu łączy się z generatorem tlenu OG, w którym w roztworze 3 nasyconym siarczanu miedzi CuSO_4 z dodatkiem półprocentowego roztworu kwasu siarkowego H_2SO_4 zanurzone są platynowe anoda A i katoda C.

Zewnętrzne zakończenia elektrod znajdują się w krótkich rurkach, w których są one połączone za pomocą stopu Wooda z kablami. Przed zamoczeniem chronią miejsca łączenia i przewody węże gumowe założone na rurki szklane osłaniające miejsca łączenia elektrod z kablami i wychodzące ponad powierzchnię wody w termostacie. Kable podłączone są do gniazdka wtykowego hermetycznego osadzonego na płycie ze szkła organicznego, do której przytwierdzony jest również sam respirometr. Ramiona respirometru 4, 5 łączą się ze sobą poziomą kapilarą 6. W części środkowej kapilara pozioma może być zamykana kranem 7 specjalnej konstrukcji lub po jego otwarciu łączona z atmosferą. Po obu stronach kranu 7 kapilara pozioma 6 ma odgałęzienia 8, 9 skierowane ku górze.

Odgałęzienie 8, odchodzące od tej części kapilary poziomej 6, która łączy się z komorą kompensacyjną C-CH, zakończone jest u dołu oliwką na której osadzona jest rurka manometru M. Drugie odgałęzienie 9 kapilary poziomej 6 odchodzące od niej między kranem 7 a odgałęzieniem połączonym z generatorem tlenu OG, jest krótkie i kończy się szlifem. U dołu bańki 10 znajduje się kapilara 11. Bańka 10 zakończona jest u góry szlifem osadzonym na odgałęzieniu kapilary poziomej 6. Dolny koniec kapilary 11 zakończony jest otworem, na którym osadzona jest rurka manometru M. W połowie wysokości bańki znajduje się rurka 12 z górnym końcem elektrody kontrolnej 13. Dolny koniec elektrody kontrolnej sięga do – licząc od góry – około jednej trzeciej długości kapilary. Ta jego część, która znajduje się w kapilarze, jest przytopiona do ścianki kapilary. Druga elektroda kontrolna 14 ma jeden koniec w rurce odchodzącej w – licząc od dołu – około jednej trzeciej długości kapilary i jest przytopiona do jej ścianki przeciwległej wobec elektrody kontrolnej 13 i górny koniec elektrody 14 sięga do bańki 10. Kable łączące się z elektrodami za pomocą stopu Wooda i osłonięte rurkami gumowymi dochodzą do hermetycznego gniazdka wtykowego.

Całość respirometru zamontowana jest na płycie 15 ze szkła organicznego, która za pomocą mosiężnych prętów 16 i śrub 17 umocowana jest w termostacie na stalowych suportach 18.

Dolna część odgałęzienia kapilary 11 i rurki manometru M napełnione są 0,5% H_2SO_4 tak, aby dolny koniec elektrody kontrolnej 13 był przy otwartym kranie 7 zanurzony na głębokość 3–5 mm w elektrolicie. Poziom elektrolitu w kapilarze 11 jest ustalony przez dodawanie go za pomocą małego lejka o bardzo cienkiej szyjce wstawionego przez otwór, który później zamykany jest szlifowanym korkiem.

Elektroniczny układ sterujący pracą respirometru przedstawiony na fig. 2 rysunku ma układ detekcyjny DU którego elementami wejściowymi są elektrody 13 i 14 zanurzone w manometrze M. Do układu detekcyjnego dołączony jest generator fali trapezowej SWO. Wyjście układu detekcyjnego DU połączone jest ze wzmacniaczem NDA. Wzmacniacz połączony jest dalej z układem sterująco-zliczającym SCU, który z kolei połączony ma wyjście z układem rejestrującym RU sterowanym z układu programującego PU. Układ sterująco-zliczający SCU połączony jest poprzez przełącznik 1RE z układem dozującym ładunek czyli pompę pojemnościową. Pompa pojemnościowa składa się z kondensatora C_1 którego jedna okładzina połączona jest z katodą C generatora tlenu OG, zaś druga z anodą A tegoż generatora OG za pośrednictwem opornika R_2 i przełącznika 1RE gdy przez cewkę przełącznika płynie prąd. Ta sama okładzina kondensatora C_1 połączona jest z układem zasilającym SPS poprzez opornik R_1 i przełącznik 1RE, gdy przez jego cewkę nie płynie prąd. Równolegle do kondensatora C_1 dołączony jest komparator CO połączony z układem SPS i układem sterująco-zliczającym SCU.

Praca respirometru według wynalazku odbywa się następująco: Zwierzę umieszcza się w komorze respiracyjnej R—CH. Zużycie tlenu przez zwierzę powoduje spadek ciśnienia w komorze respiracyjnej R—CH i zmianę poziomu elektrolitu w manometrze M, co z kolei zwiększa zanurzenie w elektrolicie elektrody 13 i zmniejsza oporność elektrolitu między elektrodami. Ten spadek oporności zostaje wykryty przez układ detekcyjny DU i wzmocniony we wzmacniaczu NDA i jako sygnał ϵ przekazany do układu sterująco-zliczającego SCU. Układ SCU steruje przez przełącznik 1RE ładowaniem i rozładowywaniem kondensatora C_1 . W fazie ładowania, kiedy w przełączniku 1RE połączone są styki 19 i 20, kondensator C_1 ładuje się przez opornik R_1 przez czas tak dobrany, aby napięcie na kondensatorze wzrosło do poziomu U_1 , a wtedy układ jest gotowy do wykonania fazy pracy. Jeżeli sygnał $E = 0$, układ trwa w fazie oczekiwania, utrzymując cały czas kondensator C_1 pod napięciem U_1 . Po pojawieniu się sygnał E następuje faza robocza w czasie której zostają połączone styki 19 i 21 w przełączniku 1RE i przez opornik R_2 i generator tlenu OG płynie prąd i_2 . Kondensator C_1 rozładowuje się pod kontrolą komparatora CO, który porównuje napięcie U_{C1} na kondensatorze z napięciem odniesienia U_2 .

W momencie zrównania się tych napięć ($U_{C1} = U_2$) komparator CO daje sygnał do układu sterująco-zliczającego SCU przełącznik 1RS łączy punkty 20 i 21 i zaczyna się następna faza ładowania kondensatora C_1 , trwająca tak jak poprzednia i podnosząca napięcie na kondensatorze do U_1 .

Raz rozpoczęta faza robocza trwa do końca, również w przypadku kiedy w czasie jej trwania ustaje sygnał E.

Opisany powyżej sposób dozowania ładunku przez pompę pojemnościową zapewnia wydzielanie tlenu w generatorze tlenu w jednakowych porcjach.

Kolejne fazy robocze są zliczane przez licznik impulsów wchodzący w skład SCU. Stan licznika jest rejestrowany przez układ rejestrujący RU, który jest okresowo uruchamiany przez układ programujący PU. W przykładowo wykonanym respirometrze jako licznik impulsów zastosowano liczniki rozmów telefonicznych zestawionych w baterię 15 sztuk.

Praca układu elektronicznego sterującego generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu, bardziej szczegółowo jest następująca. Zmiany poziomu cieczy manometrycznej, którą stanowi wodny, 0,5% roztwór H_2SO_4 , powodują zmianę oporności układu złożonego z dwu elektrod platynowych 13 i 14 różnej długości. Układ elektryczny wykrywający zmiany oporności jest czułym konduktometrem, który wykrywa czy oporność słupka elektrolitu między elektrodami jest wyższa od przyjętej wartości granicznej minimalnej R_m czy jest od niej niższa R_m dobiera się w zależności od przyjętego elektrolitu i układu elektrod.

Układ detekcyjny działa następująco: generator fali trapezowej SWO pracujący w układzie multiwibratora zasila układ detekcyjny DU. Sygnał z układu detekcyjnego podawany jest na wzmacniacz nieliniowy a dalej do układu kształtującego SCH1 (przerzutnik Schmitta). Wzmacniacz łącznie z układem kształtującym oznaczony jest na schemacie blokowym symbolem NDA.

Jeżeli amplituda sygnału wejściowego jest mniejsza od progu wzmacniacza, wzmocnienie wzmacniacza wynosi zero i na wyjściu nie ma sygnału. W momencie gdy amplituda przebiegu wejściowego wzrośnie do wartości przekraczającej wartość progową, co ma miejsce gdy oporność między elektrodami kontrolnymi dostatecznie zmaleje na skutek wzrostu zanurzenia elektrody 13 na wyjściu wzmacniacza pojawia się ciąg impulsów. Impulsy te zostają dalej uformowane w układzie kształtującym czyli w układzie SCH1.

Sygnał błędu jest więc ciągiem impulsów pojawiającym się, gdy na skutek zużycia tlenu przez obiekt

znajdujący się w komorze respiracyjnej, ciśnienie w tym ostatnim zmaleje. Wybiegając nieco naprzód należy podkreślić, że parametry układu detekcyjnego powinny być tak dobrane aby reagował on na zmiany ilości gazu w komorze respiracyjnej mniejsze niż ilość tlenu produkowana przez jeden impuls. Mówiąc inaczej: dobry układ detekcyjny zapewnia dozowanie tlenu po jednym impulsie a nie w seriach oddzielonych dłuższymi przerwami. W opisanym powyżej układzie detekcyjnym zostało to osiągnięte przez oryginalne rozmieszczenie elektrod 13 i 14, dużą czułość względną konduktometru (poniżej 1%) oraz odpowiednio dobraną średnicę kapilary, w której znajdują się elektrody 13 i 14.

Układem dozującym ładunek jest pompa pojemnościowa opisana poprzednio w swojej budowie. Działa ona w dwu taktach. 1. takt przygotowawczy: styk przełącznika 1RE zajmuje takie położenie, że łączy punkty 20 i 21. Następuje ładowanie kondensatora C_1 do napięcia o wartości U_1 . Czas trwania tego taktu jest tak dobrany, aby nastąpiło dostateczne naładowanie kondensatora. Minimalny czas jest zależny od stałej czasu $R_1 C_1$. Po naładowaniu może nastąpić takt roboczy lub okres spoczynku (oczekiwanie), w którym kondensator cały czas połączony jest ze źródłem napięcia U_1 . 2. takt roboczy: może nastąpić po zakończeniu taktu przygotowawczego. W czasie trwania taktu roboczego styk przełącznika 1RE łączy punkty 19 i 21. Następuje rozładowanie kondensatora C_1 przez obwód wyjściowy (przez opór R_2). Rozładowanie przebiega do momentu obniżenia się napięcia na kondensatorze do wartości U_2 . Osiągnięcie tego napięcia jest wykrywane przez układ komparatora CO i sygnalizowane do układu sterująco-zliczającego SCU. Następuje przełączenie przełącznika 1RE i rozpoczyna się takt przygotowawczy. Przełączenie to musi być dostatecznie szybkie, w porównaniu z szybkością zmian napięcia na kondensatorze, dla zapewnienia odpowiednio małego błędu dynamicznego. Ponieważ kondensator rozładowuje się od napięcia U_1 do U_2 , przez obwód wyjściowy zostaje przesunięty ładunek:

$$Q = (U_1 - U_2) \cdot C$$

gdzie: C – pojemność kondensatora C_1 .

Dokładność dozowania porcji ładunku jest zależna od stabilności napięć odniesienia U_1 i U_2 , szybkości przełączenia, dokładności (rozdzielczości) komparatora oraz jakości kondensatora C_1 . Dla uzyskania dostatecznej szybkości przełączenia można stosować jako przełącznik RE, odpowiednio szybkie przełączniki elektromechaniczne (stykowe) lub bezstykowe przełączniki elektroniczne.

W przykładowo wykonanym respirometrze jako elementów przełączających użyto przełączników hermetycznych (kontaktronów) zapewniających w danym wypadku dostateczną szybkość przełączenia.

Układ sterująco-zliczający SCU ma za zadanie realizowanie określonego cyklu pracy czyli kolejności: takt przygotowawczy – oczekiwanie – takt roboczy lub takt przygotowawczy-takt roboczy, zliczenie ilości dawek ładunku oraz odpowiednie, w zależności od sposobu wykorzystywania przyrządu, dozowanie ładunku. Jest możliwa duża elastyczność dozowania ładunku przez zastosowanie układu sterującego o odpowiednim algorytmie działania.

W respirometrze według wynalazku układ sterowania realizuje nadążne dozowanie ładunku przy zmieniającym się w czasie zapotrzebowaniu.

Układ sterujący został zbudowany w oparciu o elementy realizujące funkcję logiczną (negacja sumy). Funktory typu NOR – N_A i N_B tworzą przerzutnik statyczny sterowany sygnałami p i k. Sygnał p jest iloczynem logicznym negacji sygnału E i sygnału gotowości (sygnał d). Iloczyn ten wytworzony jest na elemencie N_D . Ponieważ sygnał E jest ciągiem impulsów „0” w wypadku zapotrzebowania na tlen w R-CH oraz sygnałem „1” w przypadku braku zapotrzebowania, na wyjściu elementu N_D otrzymuje się ciąg impulsów „1” wtedy, gdy istnieje zapotrzebowanie na tlen i równocześnie układ jest w stanie gotowości (kondensator C_1 naładowany). Już pierwszy impuls z tego ciągu ustawia przerzutnik N_A-N_B w taki stan, że $a = „0”$ i $b = „1”$. Sygnał $b = 1$ i pobudza poprzez wzmacniacz AM_B przełącznik RE_B . Styk 1RE_B tego przełącznika zostanie zamknięty i zacznie płynąć prąd rozładowania kondensatora C_1 poprzez opornik R_2 i generator tlenu OG. Ponieważ kondensator C_1 był naładowany, sygnał k w momencie przełączenia przerzutnika N_A-N_B miał wartość „0”. Po przełączeniu przerzutnika N_A-N_B sygnał b przyjmuje wartość „1”, co powoduje, że sygnał c przyjmuje wartość „0” a więc zerem stanie się również sygnał gotowości d. Następstwem zaniku gotowości jest przyjęcie przez sygnał p stanu „0”. Od chwili pojawienia się $b = „1”$ trwa faza dozowania ładunku. W momencie gdy kondensator C_1 rozładowuje się do wartości dolnego progu (napięcie U_2) zostanie to wykryte przez układ komparatora CO i pociągnie za sobą zmianę sygnału k ze stanu „0” w stan „1”. Przerzutnik N_A-N_B zostanie ustawiony w taki stan, że $a = „1”$ i $b = „0”$. Przełącznik RE_B przestanie działać, styk 1RE_B zostanie otwarty, a więc faza dozowania ładunku zostanie zakończona. W chwilę później zadziała przełącznik RE_A pobudzony przez wzmacniacz AM_A , który poprzez styk 1RE_A zamknie obwód ładowania kondensatora. Po chwili sygnał k znów przyjmie wartość „0” gdyż napięcie na kondensatorze osiągnie wartość $U_1 > U_2$. Ponieważ odbywa się

ładowanie, $b = „0”$, a więc na wyjściu elementu N_c pojawi się sygnał $c = „1”$. Po upływie czasu τ pojawi się sygnał gotowości d i dopiero wtedy przerzutnik N_A-N_B będzie mógł być ponownie ustawiony w stanie dozowania ładunku ($a = „0”$, $b = „1”$). Jak już wcześniej wspomniano, czas τ jest tak dobrany aby zapewniał naładowanie kondensatora C_1 do pełnej wartości napięcia U_1 . Miernik poziomu LM został bardziej szczegółowo omówiony przy omawianiu układu detekcyjnego. Jest on częścią tego układu i obok niego, w skład układu detekcyjnego wchodzi manometr M i układ elektrod 13 i 14. Miernik poziomu można podzielić na trzy części: generator fali trapezowej SWO , układ detekcyjny DU i część wzmacniacza progowego NDA . Komparator CO jest zbudowany jako prosty układ jednotranzystorowy. Napięcie odniesienia U_s jest wytworzone na stabilizatorze. Sygnał wyjściowy z komparatora jest formowany przez układ $SCH2$. Układ $SCH2$ dopasowuje sygnał wyjściowy komparatora do wymagań na sygnały w zastosowanych elementach logicznych NOR . Na schemacie blokowym układ formujący został włączony jako część składowa komparatora CO .

Zastrzeżenia patentowe

1. Respirometr elektrolityczny zawierający komorę respiracyjną oraz komorę kompensacyjną, generator tlenu z roztworem H_2SO_4 , detektor ubytku tlenu oraz element sterujący generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu, które to komory kompensacyjna i respiracyjna połączone są ze sobą poziomą kapilarą, do której mają ujście odgałęzienia będące wlotami manometru typu U-rurki jako detektora, znamienny tym, że w poziomej kapilarze (6) znajdują się ujścia komory stanowiącej generator tlenu (OG), w której znajduje się roztwór $CuSO_4$ nasycony w 0,5% H_2SO_4 i elektrody platynowe (A i C) a rurka manometru (M) w jednym swoim ramieniu połączona jest z poziomą kapilarą (6) poprzez bańkę (10) w której przewężeniu – kapilarze (11) osadzona jest elektroda kontrolna (14) z końcem osadzonym w rurce odchodzącej od kapilary (11) w około jednej trzeciej jej długości, a do przeciwnej ścianki kapilary (11) przymocowana jest druga kontrolna elektroda (13), której górny koniec przechodzi przez bańkę (10), które to dwie elektrody kontrolne (13 i 14) różnej długości i zanurzone w elektrolicie stanowią elektrody konduktometrycznego układu detekcyjnego stanowiącego początkowy element elektronicznego układu sterującego generacją i pomiarem ilości wyprodukowanego tlenu.

2. Respirometr elektrolityczny według zastrz. 1, znamienny tym, że jego elektroniczny układ sterujący składa się z elektrod (13 i 14) stanowiących wejście układu detekcyjnego (DU), do którego dołączony jest generator fali trapezowej, a wyjście dołączone jest do wzmacniacza (NDA) którego sygnał wyjściowy (E) przekazywany jest do układu sterująco-zliczającego (SCU) połączonego za pomocą przekaznika (IRE) z układem dozującym ładunek oraz z układem rejestrującym (RU) połączonym z układem programującym (PU).

3. Respirometr elektrolityczny według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że układ dozujący ładunek składa się z kondensatora (C_1), którego jedna okładzina połączona jest z katodą (C) generatora tlenu (OG), zaś druga z anodą (A) generatora tlenu (OG) poprzez opornik (R_2) oraz styk przekaznika (IRE), który to kondensator (C_1) połączony jest także ze źródłem napięcia (SPS) poprzez inny styk przekaznika (IRE), przy czym równolegle do kondensatora (C_1) włączony jest komparator (CO) połączony ze źródłem napięcia odniesienia, który to komparator (CO) współpracuje z układem sterująco-zliczającym (SCU).

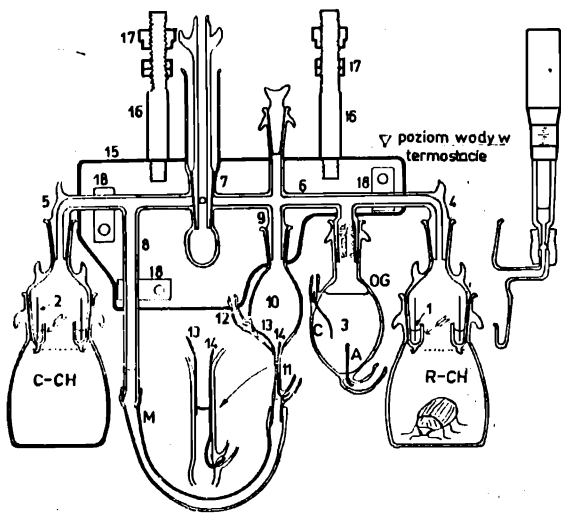


Fig. 1

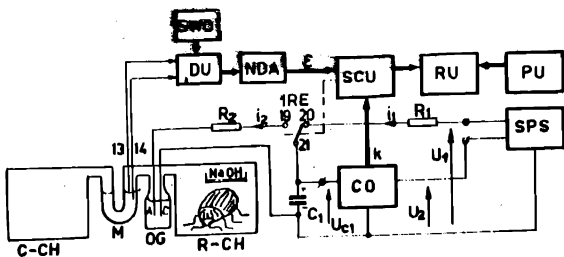


Fig. 2

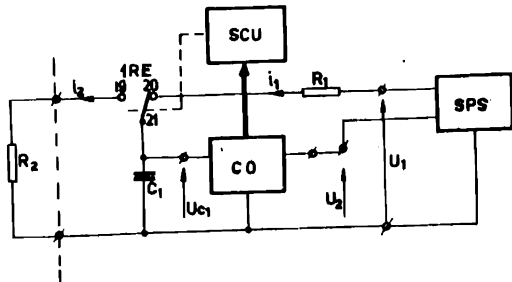


Fig. 3

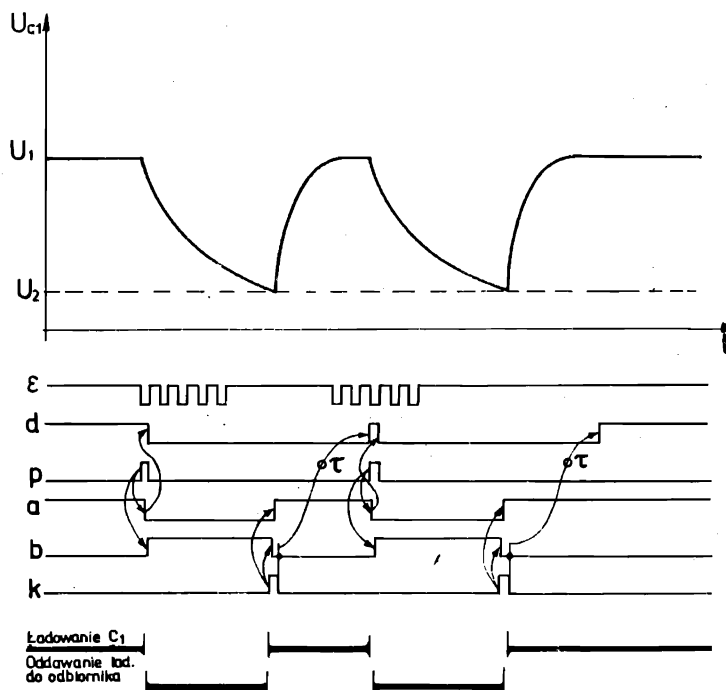


Fig. 4

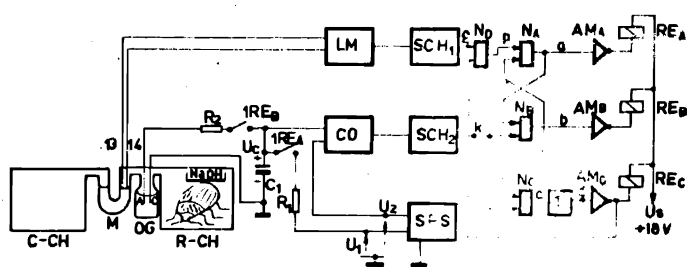


Fig. 5