



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

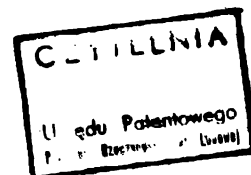
Zgłoszono: 04.02.78 (P. 204441)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 05.11.79

Opis patentowy opublikowano: 31.05.1982

Int. Cl.²
A61M 16/00



Twórcy wynalazku: Marek Darowski, Zbigniew Szurmał, Zbigniew
Wański

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk Instytut Biocybernetyki
i Inżynierii Biomedycznej, Warszawa (Polska)

**Układ sterujący respiratora o cyklu czasowym
ze sterowaną pauzą wdechową**

1

Przedmiotem wynalazku jest układ sterujący respiratora o cyklu czasowym ze sterowaną pauzą wdechową, służący do sterowania procesem sztucznego oddychania w sposób automatyczny w przypadkach niewydolności układu oddechowego, charakteryzujący się w szczególności nierównomierną wentylacją pęcherzyków płucnych.

Sztuczna wentylacja płuc z zastosowaniem pauzy wdechowej polega na realizacji cyklicznie powtarzalnych faz: dostarczania powietrza do płuc, przetrzymywania powietrza w płucach — pauza wdechowa i wypuszczenia powietrza z płuc. Respirator służący do tego celu składa się z podstawowych podzespołów: zaworu wdechowego, zastawki wydechowej i zaworu eżekcji. Otwieraniem i zamykaniem tych elementów w poszczególnych fazach steruje układ sterujący generujący wyjściowe sygnały prostokątne w określony sposób skorelowane ze sobą czasowo.

Znany jest układ sterujący kontrolowaną wentylacją płuc będący przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P. 171261, który umożliwia prowadzenie sztucznej wentylacji płuc z zastosowaniem pauzy wdechowej. Zbudowany jest on z elementów strumieniowych i zawiera układ logiczny połączony z licznikiem dwójkowo-dziesiętnym, zadajnikiem kodu dwójkowego i blokiem pamięci.

Wadą tego układu jest zbyt jego rozbudowanie, co pogarsza jego niezawodność, która jest

2

podstawowym wymaganiem jakie musi spełniać układ sterujący respiratora.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że wyjście wprost jednego bloku pamięci połączone jest z wejściami jedynkującymi drugiego bloku pamięci, a wyjście zanegowane pierwszego bloku pamięci połączone jest z wejściem logicznego elementu koniunkcji. Drugie wejście elementu koniunkcji połączone jest, korzystnie za pośrednictwem członu opóźnienia czasowego z wyjściem układu logicznego. Wyjście logicznego elementu koniunkcji połączone jest z wejściem sterującym drugiego bloku pamięci, przy czym jego wyjście połączone jest z zastawką wydechową i zaworem eżekcji respiratora, a wyjście wprost pierwszego bloku połączone jest z wejściami zaworu wdechowego.

Odmiana rozwiązania układu sterującego respiratora poza wymienionym układem połączeń zawiera także sumator binarny z ograniczeniem, którego wejścia połączone są z wyjściami zadajników kodu binarnego, a wyjścia sumatora połączone są z wejściami układu logicznego.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w oparciu o rysunek, na którym fig. 1 przedstawia schemat połączeń respiratora, fig. 2 wymagane przebiegi ciśnień, fig. 3 schemat układu sterującego a fig. 4 i fig. 5 odmiany rozwiązania tego układu.

Respirator składa się z następujących głównych

podzespołów: układu sterującego, zaworu wdechowego, zastawki wydechowej i zaworu eżekcji. W fazie dostarczania powietrza do płuc zawór wdechowy jest otwarty, a zastawka wydechowa i zawór eżekcji — zamknięty, co umożliwia przepływ powietrza ze źródła nadciśnienia przez nastawnik przepływu R_1 do płuc i narastanie ciśnienia p mierzonego na poziomie jamy ustnej. W fazie przetrzymywania powietrza w płucach (czas pauzy) zawór wdechowy, zawór eżekcji i zastawka wydechowa są zamknięte ($p = \text{const}$). Po czasie pauzy następuje otwarcie zastawki wydechowej i zaworu eżekcji i powietrze wypływa z płuc do atmosfery, przy czym wypływ ten może być dodatkowo przyspieszony eżektorem wytwarzającym źródło podciśnienia. Otwieraniem i zamykaniem zaworów wdechowych i eżekcji, a także zastawki wydechowej steruje układ sterujący za pośrednictwem sygnałów wyjściowych Y_I i Y_{II} , których przebiegi czasowe pokazano na fig. 2b. Jak wynika z tych przebiegów układ sterujący jest układem generującym sygnały prostokątne w określony sposób skorelowane ze sobą czasowo.

Układ sterujący respiratora ze sterowaną pauzą według wynalazku zawiera następujące główne podzespoły i elementy: generator impulsów 1, dzielnik częstotliwości 2, układy logiczne 3 i 6, zadajniki kodu dwójkowego 4 i 7, elementy pamięci 5 i 8, bit licznika dwójkowego 9, człon opóźnienia czasowego 10 i element koniunkcji 11. Generator impulsów 1 połączony jest z wejściem dekady licznika dwójkowo-dziesiętnego 2, którego wyjścia — z poszczególnych stopni — połączone są z wejściami układów logicznych 3 i 6. Wyjścia zadajnika kodu 4 połączone są z wejściami układu logicznego 3, a wyjścia zadajnika kodu 7 — z wejściami układu logicznego 6. Wyjście ostatniego stopnia dekady licznika 2 połączone jest za pośrednictwem bitu licznika dwójkowego 9 z wejściem jedynkującym bloku pamięci 5, a wyjście układu logicznego 3 — z wejściem zerującym tego bloku. Wyjście wprost bloku pamięci 5 połączone jest z wejściem jedynkującym bloku pamięci 8, a wyjście zanegowane bloku pamięci 5 połączone jest z wejściem logicznego elementu koniunkcji 11, którego drugie wejście połączone jest za pośrednictwem członu opóźnienia czasowego z wyjściem układu logicznego 6. Wyjście logicznego elementu koniunkcji 11 połączone jest z wejściem zerującym bloku pamięci 8.

Układ sterujący połączony jest z innymi zespołami respiratora w ten sposób, że wyjście wprost bloku pamięci 5 połączone jest z wejściem zaworu wdechowego ZW_d , a wyjście bloku pamięci 8 — z wejściami zastawki wydechowej ZW , i zaworu eżekcji respiratora ZE . Działanie układu sterującego według wynalazku jest następujące: impulsy X z generatora 1 zaliczone są przez dekadę licznika dwójkowo-dziesiętnego 2 stanowiącego wraz z bitem 9 dzielnik częstotliwości. Na wyjściu poszczególnych stopni licznika 2 otrzymujemy sygnały $X_0 - X_4$. Sygnały $X_1 - X_4$ zmieniają stan wejść układów logicznych 3 i 6 pod-

czas zliczania impulsów X . Stan pozostałych wejść układów logicznych 3 i 6 ustalany jest za pomocą zadajników kodu binarnego 4 i 7, których sygnały wyjściowe $X_5 - X_{12}$ są sygnałami wejściowymi układów logicznych 3 i 6. Układy te realizują następujące funkcje logiczne.

$$Y_2 = (X_1 + X_5) (X_2 + X_6) (X_3 + X_7) (X_4 + X_8) \\ Y_3 = (X_1 + X_9) (X_2 + X_{10}) (X_3 + X_{11}) (X_4 + X_{12})$$

Dla określonych kombinacji binarnych sygnałów $X_5 - X_{12}$ nastawianych za pomocą zadajników kodu 4 i 7 uzyskuje się sygnały Y_2 i Y_3 o wartości binarnej „1” po żądanej ilości impulsów X zliczanych przez dzielnik częstotliwości 2. Sygnały Y_2 i Y_3 zerują bloki pamięci 5 i 8, a sygnał Y_1 otrzymany na wyjściu dzielnika częstotliwości jedynkuje bloki pamięci 5 i 8. Każdorazowe podanie sygnału $Y_1 = „1”$ do bloków pamięci 5 i 8 rozpoczyna fazę wdechu, a pojawienie się sygnału $Y_2 = „1”$ — kończy fazę przepływu powietrza do płuc (sygnał Y_1 przyjmuje wówczas wartość binarną „0” i zawór wdechowy zamyka się), a pojawienie się sygnału $Y_3 = „1”$ — kończy fazę pauzy (sygnał $Y_1 = „0”$ i zastawka wydechowa i zawór eżekcji otwierają się rozpoczynając fazę wydechu). Częstotliwość respiracji zmienia się przez zmianę częstotliwości sygnału X z generatora 1, czas trwania przepływu powietrza do płuc t_Q — zmienia się za pomocą zadajnika kodu 4, a czas wdechu $t_{wd} = t_Q + t'_p$ — za pomocą zadajnika kodu 7. Zastosowanie elementu koniunkcji 11 i członu opóźnienia czasowego 10 zapewnia, że $t_{wd} \geq t_Q$, bez względu na nastawy zadajników kodu 7 i 4.

Odmiana rozwiązania układu sterującego według wynalazku przedstawiona na fig. 4 umożliwia niezależne nastawienie czasu przepływu t_Q i czasu pauzy t_p . Układ ten posiada dodatkowo sumator logiczny 12 z ograniczeniem $t_Q + t_p \leq \leq 50\% T$, który to sumator oblicza wartości binarne sygnałów X_a, X_b, X_c, X_d , na podstawie wartości sygnałów $X_5 - X_{12}$ z zadajników kodu 4 i 7 — ustalające odpowiednio: czas przepływu t_Q i czas pauzy t_p — w ten sposób, że układ logiczny 6 generuje sygnał jak w przypadku rozwiązania przedstawionego na fig. 3.

Inne, uproszczone rozwiązanie układu sterującego według wynalazku uwidocznione na fig. 5 umożliwia niezależne nastawienie czasu przepływu t_a i stałego czasu pauzy t_p . Różni się on od rozwiązania pokazanego na fig. 3 tym, że układ sterujący posiada tylko jeden układ logiczny 3 i jeden zadajnik kodu 4, a sygnał wejściowy Y_1 elementu logicznego koniunkcji jest sygnałem wyjściowym jednego z bitów dekady licznika 2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterujący respiratora o cyklu czasowym ze sterowaną pauzą zawierający generator impulsów, dzielnik częstotliwości, układ logiczny, zadajnik kodu i bloki pamięci, **znamienny tym**, że wyjście wprost bloku pamięci (5) połączone

6

5

10



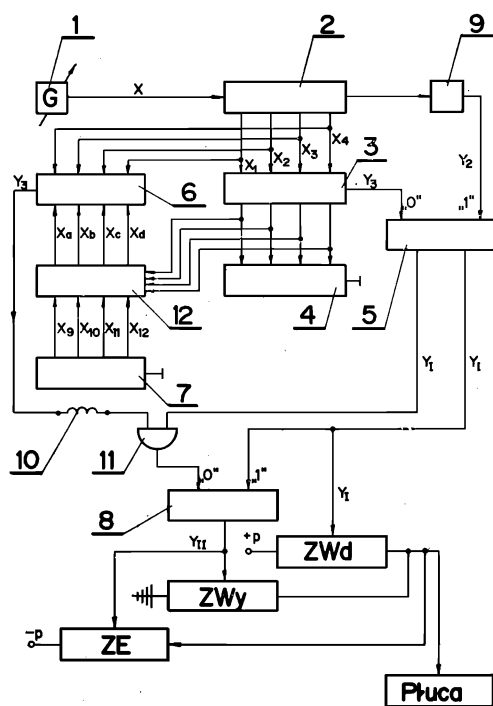


Fig. 4

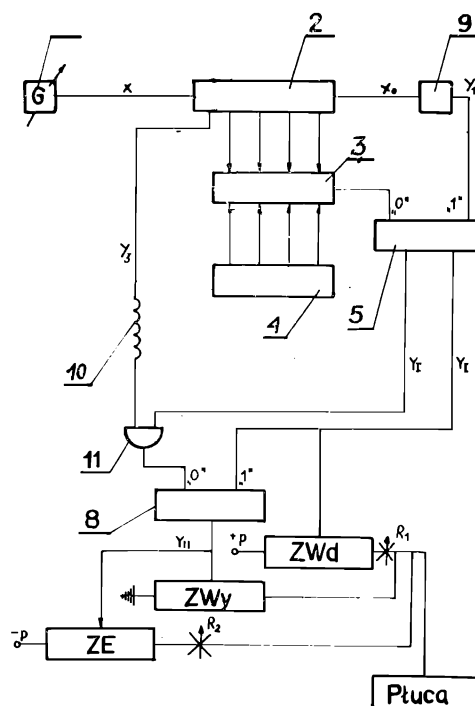


Fig. 5