

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240788**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430022**

(22) Data zgłoszenia: **24.05.2019**

(51) Int.Cl.

G01H 1/00 (2006.01)

G01M 7/02 (2006.01)

G01N 29/48 (2006.01)

(54) **Sposób pomiaru drgań mechanicznych oraz miernik drgań mechanicznych oddziałujących na człowieka**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
30.11.2020 BUP 25/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
06.06.2022 WUP 23/22

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY
PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY, Warszawa, PL
POLITECHNIKA WARSZAWSKA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**LESZEK MORZYŃSKI, Warszawa, PL
GRZEGORZ MAKAREWICZ, Warszawa, PL
PIOTR KOWALSKI, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Adam Pawłowski

PL 240788 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru drgań mechanicznych oraz miernik drgań mechanicznych oddziałujących na człowieka ze szczególnym uwzględnieniem drgań w środowisku pracy.

Drgania mechaniczne nie tylko oddziałują niekorzystnie na konstrukcje inżynierskie, maszyny i urządzenia powodując skrócenie czasu ich bezawaryjnej pracy lub ich uszkodzenie ale przede wszystkim, z uwagi na fakt, że występują powszechnie w środowisku pracy człowieka stanowią one istotny czynnik szkodliwy dla zdrowia (wymieniony w zestawie czynników szkodliwych w środowisku pracy w obowiązujących dokumentach prawnych), gdyż oddziałując na jego organizm mogą prowadzić do powstawania zaburzeń funkcjonalnych i fizjologicznych oraz chorób zawodowych.

Ze względu na sposób oddziaływania na organizm człowieka rozróżnia się drgania przenikające do organizmu człowieka przez nogi, miednicę, plecy i boki (tzw. drgania ogólne) oraz działające na organizm człowieka przez kończyny górne (tzw. drgania miejscowe). Metody pomiaru i oceny drgań mechanicznych w środowisku pracy bazują na pomiarze skutecznych wartości przyspieszeń drgań. Na ich podstawie wyznaczane są dawki drgań odniesione do 8-godzinnego dnia pracy, które pozwalają na obliczenie tzw. dziennej ekspozycji na drgania. Zasady wyznaczania oraz wartości dopuszczalne ekspozycji na drgania ogólne i miejscowe są określone w odpowiednich normach.

Zarówno w warunkach laboratoryjnych na stanowiskach badawczych jak i w warunkach rzeczywistych w środowisku pracy wykonanie pomiarów drgań jest zwykle bardzo uciążliwe i czasochłonne. W jednym i drugim przypadku, a w szczególności na rzeczywistych stanowiskach pracy występują bowiem zakłócenia pomiarowe prowadzące do błędnych wyników oceny dziennej ekspozycji na drgania. Zakłócenia te można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa to zakłócenia pomiarowe, których głównym źródłem są przypadkowe lub zamierzone ruchy pracownika nie związane bezpośrednio z czynnościami pracy (takie jak siadanie i podnoszenie się z siedziska, zmiana pozycji na siedzisku, przypadkowe uderzenie siedziska nogą lub ręką itp.). Ze względu na impulsowy charakter tych ruchów, generują one chwilowe, bardzo wysokie wartości przyspieszenia drgań, które nie powinny być uwzględniane podczas pomiaru. Druga grupa zakłóceń to zaniki sygnału pomiarowego (rozumiane jako spadek wartości sygnału pomiarowego poniżej pewnej przyjętej wartości granicznej), związane z niepożądanym zachowaniem się pracownika podczas pomiaru (na przykład ze wstaniem pracownika z siedziska operatora maszyny) czy też nieprzewidzianym wyłączeniem źródła drgań mechanicznych. Okresy zaniku sygnału również nie powinny być uwzględniane podczas oceny narażenia na drgania. Nieuwzględnianie wpływu czynników zakłócających występujących podczas wykonywania pomiarów może prowadzić do istotnych błędów podczas wyznaczania wartości dziennej ekspozycji na drgania, a tym samym nieprawidłowej oceny narażenia pracownika na drgania.

Podczas wykonywania pomiarów drgań mechanicznych konieczna jest zatem ocena udziału zakłóceń pomiarowych w końcowym wyniku pomiaru. Często nawet jedno zdarzenie generujące zakłócenie (na przykład przypadkowe kopnięcie nogą w siedzisko) dyskwalifikuje cały pomiar, który wówczas należy powtórzyć od początku. Stosowane mierniki drgań mechanicznych uśredniają sygnał pomiarowy, dlatego niekiedy nawet na podstawie pomiarów wstępnych trudno jest dokonać oceny wpływu zakłóceń pomiarowych na wynik pomiaru. Z uwagi na długi czas trwania pojedynczych pomiarów ze względu na przeważnie niestacjonarny charakter sygnału drgań, w wielu przypadkach stwierdzenie, że występujące zakłócenia pomiarowe wprowadziły istotny błąd w ocenie drgań jest trudne, a często wręcz niemożliwe. Jedną z metod eliminacji tego problemu jest rejestracja sygnałów drganiowych w całym okresie trwania pomiaru a następnie żmudna i czasochłonna analiza zarejestrowanych sygnałów, w ramach której – dla wyznaczenia ekspozycji dziennej na drgania – rozpoznawane i pomijane są fragmenty sygnału zawierające zakłócenia pomiarowe. Oczywiście eliminacja fragmentów sygnału musi uwzględnić, podczas wyznaczenia ekspozycji odniesionej do 8-godzinnego dnia pracy, skrócenie czasu trwania sygnału uznanego za prawidłowy.

Mając na uwadze powyższe problemy związane z oceną ekspozycji na drgania celem jest opracowanie sposobu pomiaru drgań mechanicznych oraz miernika drgań mechanicznych występujących w środowisku pracy człowieka, który pozwoli na uzyskanie wyników pomiarów drgań o większej dokładności i jednocześnie zmniejszy czasochłonność procesu oceny narażenia na drgania.

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru drgań mechanicznych, w którym to sposobie za pomocą miernika wyposażonego w czujnik drgań odbiera się sygnały analogowe reprezentujące składowe drgania mechaniczne, konwertuje się je na sygnały cyfrowe i oblicza się w sekcji cyfrowej miernika wartość ekspozycji na drgania, charakteryzujący się tym, że: sprawdza się amplitudę sygnałów

analogowych w analogowych dyskryminatorach okienkowych i po wykryciu nieprawidłowej amplitudy sygnału analogowego blokuje się obliczenia w sekcji cyfrowej miernika; oraz gromadzi się próbki sygnałów cyfrowych w buforach cyklicznych oraz analizuje się wartości próbek sygnałów cyfrowych w cyfrowym dyskryminatorze okienkowym i po wykryciu nieprawidłowej wartości próbki sygnału cyfrowego przeprowadza się obliczenia w celu eliminacji jej wpływu na wartość wyznaczonej ekspozycji na drgania.

Korzystnie, po wykryciu pojedynczej nieprawidłowej wartości próbki zastępuje się wartość nieprawidłowej próbki wartością uśrednioną z próbki poprzedzającej i następującej oraz uaktualnia się zmodyfikowaną wartość próbki w buforze cyklicznym.

Korzystnie, po wykryciu co najmniej dwóch kolejnych nieprawidłowych wartości próbek anuluje się określoną liczbę próbek wykorzystanych do obliczania ekspozycji i odtwarza się wartość ekspozycji na drgania dla prawidłowych próbek zapamiętanych w buforze cyklicznym.

Przedmiotem wynalazku jest ponadto miernik do pomiaru drgań mechanicznych, zawierający czujnik drgań do wyznaczania wartości analogowych sygnałów składowych drgań mechanicznych; bloki pomiarowe do przetwarzania analogowych sygnałów składowych z czujnika drgań, z których każdy zawiera przedwzmacniacz do wzmacniania analogowego sygnału składowego i filtr korekcyjny do filtrowania wzmacnionego analogowego sygnału składowego; moduł obliczania ekspozycji na drgania; generator impulsów taktujących do taktowania sekcji cyfrowej miernika; przy czym każdy blok pomiarowy zawiera analogowo-cyfrowy przetwornik sygnału do przekształcania analogowego sygnału składowego z czujnika drgań na sygnał cyfrowy; charakteryzujący się tym, że: każdy blok pomiarowy zawiera ponadto: analogowy dyskryminator okienkowy do analizowania amplitudy analogowego sygnału składowego; cyfrowy dyskryminator okienkowy do analizowania próbek sygnału cyfrowego; bufor cykliczny do przechowywania określonej ilości próbek zmierzonych sygnałów; a ponadto miernik zawiera: sygnalizator i licznik nieprawidłowych próbek sygnału połączony z cyfrowymi dyskryminatorami okienkowymi poszczególnych bloków pomiarowych oraz z modułem do obliczania ekspozycji na drgania; oraz moduł blokowania obliczeń połączony z analogowymi dyskryminatorami okienkowymi poszczególnych bloków pomiarowych oraz z modułem obliczania ekspozycji na drgania.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia schemat blokowy miernika drgań mechanicznych według wynalazku;

Fig. 2 przedstawia poszczególne kroki sposobu pomiaru drgań mechanicznych według wynalazku;

Fig. 3 przedstawia schemat blokowy procesu walidacji próbek.

Fig. 1 przedstawia schemat blokowy miernika drgań mechanicznych według wynalazku. Miernik zawiera trzy podstawowe bloki pomiarowe: Kanał X, Kanał Y, Kanał Z, które przetwarzają analogowe sygnały z pomiarów składowych drgań mechanicznych S_{1x} , S_{1y} , S_{1z} z czujnika drgań, wykonanych w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach X, Y, Z, sygnalizator i licznik nieprawidłowych próbek sygnału 8, moduł blokowania obliczeń 9, moduł obliczania dziennej ekspozycji na drgania 10 oraz generator impulsów taktujących (niepokazany na rysunku). Czujnikiem drgań zastosowanym w mierniku może być akcelerometr trójosiowy lub trzy akcelerometry jednoosiowe 1 umieszczone we wzajemnie prostopadłych kierunkach. Odpowiednio, w każdym z bloków pomiarowych, sygnały analogowe elektryczne S_{2x} , S_{2y} i S_{2z} z akcelerometru trójosiowego lub trzech akcelerometrów jednoosiowych 1 są przekazywane na wejścia przedwzmacniaczy 2. Przedwzmacniacze 2 pełnią rolę buforów wejściowych oraz wzmacniają amplitudy sygnałów elektrycznych S_{2x} , S_{2y} i S_{2z} do wartości odpowiednio S_{3x} , S_{3y} i S_{3z} . Wzmocnione sygnały S_{3x} , S_{3y} i S_{3z} podawane są na wejścia filtrów korekcyjnych 3, których charakterystyki częstotliwościowe są zgodne z wymaganiami normatywnymi (PN-EN ISO 8041-1:2017-07 Drgania mechaniczne działające na człowieka -- Mierniki -- Część 1: Mierniki drgań do zastosowań ogólnych). Po przefiltrowaniu sygnały wyjściowe filtrów S_{4x} , S_{4y} i S_{4z} podawane są na wejścia przetworników analogowo-cyfrowych 5. Po wykonaniu konwersji na sygnały cyfrowe, próbki mierzonych sygnałów a_x , a_y i a_z gromadzone są w buforach cyklicznych 7 i stanowią źródło danych wykorzystywanych przez moduł wyznaczania ekspozycji dziennej na drgania 10. Bloki pomiarowe X, Y, Z zawierają także dyskryminatory okienkowe 4 znajdujące się w sekcji analogowej bloku. Niezależnie od głównej ścieżki przetwarzania sygnału pomiarowego, sygnały S_{3x} , S_{3y} i S_{3z} z wyjść przedwzmacniaczy 2 są przekazywane na wejścia dyskryminatorów okienkowych 4. Dyskryminatory okienkowe 4 umożliwiają sprawdzenie, czy amplitudy mierzonych sygnałów zawierają się w zadanym przedziale wartości. Wartości minimalne określone są na poziomie szumów własnych przedwzmacniaczy 2, zaś wartości maksymalne na poziomie, powyżej którego następuje przesterowanie wyjść przedwzmacniaczy 2. Sygnały wyjściowe D_x , D_y i D_z detektorów okienkowych 4 są sygnałami analogowymi mogącymi przyjmować dwa stany (niski i wysoki).

Sygnaly te są przekazywane do modułu blokowania obliczeń 9, który na podstawie stanu takiego sygnału blokuje wykonywanie obliczeń przez cyfrową sekcję miernika. Wszystkie elementy składowe sekcji cyfrowej (czyli moduły 6, 7, 8, 9, 10) są synchronizowane sygnałem t_i z generatora impulsów taktujących. Niezależnie od głównej ścieżki przetwarzania, próbki sygnałów cyfrowych a_x , a_y i a_z z przetworników analogowo-cyfrowych 5 podawane są również na wejścia cyfrowych dyskryminatorów okienkowych 6, których zadaniem jest sprawdzenie, czy wartości próbek zawierają się w przedziale zapewniającym poprawność wykonywanego pomiaru. W przypadku, gdy wartość próbki nie mieści się w zadanym przedziale, cyfrowy dyskryminator okienkowy 6 przekazuje informację za pomocą sygnału p_x , p_y lub p_z do sygnalizatora i licznika nieprawidłowych próbek sygnału 8, inkrementując jego zawartość. Sygnalizator i licznik nieprawidłowych próbek sygnału 8 zapamiętuje liczbę nieprawidłowych próbek (M) niezależnie dla każdego kanału pomiarowego X , Y , Z .

Moduł obliczania dziennej ekspozycji na drgania 10 wykorzystuje próbki sygnałów cyfrowych a_{xi} , a_{yi} i a_{zi} z wyjść buforów cyklicznych 7 oraz sygnały analogowe n_x , n_y i n_z i c_n z wyjść sygnalizatora i licznika nieprawidłowych próbek sygnału 8 do wyznaczania wartości dziennej ekspozycji na drgania.

Dzięki buforom cyklicznym 7, w których pamiętanych jest N ostatnio zmierzonych próbek, operacja obliczania dziennej ekspozycji na drgania jest odwracalna. Zastosowany w mierniku algorytm jest w stanie wyznaczyć wstecznie wartość ekspozycji dla N wcześniej pobranych i zapamiętanych w buforach próbek. Dzięki temu, w przypadku, gdy określona liczba próbek nie ma prawidłowych wartości, możliwe jest anulowanie tych próbek, obliczenie wartości ekspozycji do momentu, gdy wykonywany pomiar był prawidłowy i automatyczne wznowienie obliczeń. Taka operacja umożliwia odtworzenie prawidłowej wartości ekspozycji na drgania. Okres czasu odtwarzanej ekspozycji zależy od liczby próbek pobranych i zapamiętanych w buforze.

Dodatkowym elementem uzupełniającym moduł wyznaczania ekspozycji na drgania 10 jest moduł blokowania obliczeń 9 realizujący operację iloczynu logicznego. W przypadku, gdy którykolwiek dyskryminator okienkowy 4 wskaże na brak sygnału pomiarowego lub przesterowanie przedwzmacniacza 2, na wyjściu bramki pojawia się sygnał d_{xyz} blokujący proces akwizycji i przetwarzania sygnału przez cyfrową sekcję (moduły 6, 7, 8, 9, 10) miernika drgań.

Przedstawiony schemat blokowy dotyczy zarówno miernika drgań ogólnych jak i miernika drgań miejscowych. Różnice wynikające z norm dotyczących oceny narażenia na drgania ogólne i miejscowe dotyczą miejsca zamocowania przetworników drgań, charakterystyk częstotliwościowych filtrów korekcyjnych oraz obowiązujących wartości dopuszczalnych ekspozycji na drgania i nie wpływają na budowę (schemat blokowy) miernika, która jest taka sama dla pomiaru obu rodzajów drgań.

Fig. 2 przedstawia poszczególne kroki sposobu pomiaru drgań mechanicznych. W pierwszym kroku 101 składowe S_{1x} , S_{1y} , S_{1z} drgań mechanicznych są odbierane przez czujniki drgań. Następnie, w kroku 102 analogowe sygnały S_{2x} , S_{2y} i S_{2z} z czujników drgań są wzmacniane w przedwzmacniaczach do wartości odpowiednio S_{3x} , S_{3y} i S_{3z} . Następnie w kroku 103 wzmacnione sygnały są filtrowane w filtrach korekcyjnych. W kroku 104, przefiltrowane sygnały analogowe S_{4x} , S_{4y} i S_{4z} są konwertowane na sygnały cyfrowe w przetwornikach analogowo-cyfrowych. W kolejnym kroku 105, próbki sygnałów cyfrowych a_x , a_y i a_z są gromadzone w buforach cyklicznych i są przekazywane do modułu wyznaczania ekspozycji dziennej na drgania. Równoległe do kroku 105, w kroku 107 sprawdza się wartości próbek w cyfrowym dyskryminatorze okienkowym i w przypadku wykrycia nieprawidłowej próbki, w kroku 108 inkrementuje się zawartość licznika nieprawidłowych próbek i modyfikuje się wartości nieprawidłowych próbek. Niezależnie od kroków 103, 104, 105, 107, 108, w kroku 109 w analogowych dyskryminatorach okienkowych sprawdza się czy amplituda sygnałów analogowych mieści się w zadanym zakresie. Na podstawie tego sprawdzenia, w kroku 110 blokuje się obliczenia w części cyfrowej miernika drgań. W kroku 106, na podstawie informacji uzyskanych w krokach 105, 108, oraz 110, oblicza się dzienną ekspozycję na drgania.

Fig. 3 przedstawia schemat blokowy procesu walidacji próbek. Proces walidacji próbek decyduje o eliminacji lub akceptacji poszczególnych próbek pomiaru oraz określa wpływ wadliwych próbek na wynik obliczonej ekspozycji na drgania. W pierwszym kroku 201 analizuje się próbkę. Następnie, w kroku 202 sprawdza się czy próbka jest prawidłowa. Jeśli próbka jest nieprawidłowa, to w kroku 203 zwiększa się licznik nieprawidłowych próbek (czyli takich, które wykraczają poza zadany zakres wartości minimalnych i maksymalnych), po czym proces powraca do kroku pierwszego. Jeśli w kroku 202 stwierdzono, że próbka jest prawidłowa to proces przechodzi do kroku 204, w którym sprawdza się, czy liczba M nieprawidłowych próbek jest równa 1. Jeśli tak, to w kroku 205 kasuje się licznik nieprawidłowych próbek. Następnie w kroku 206 za pomocą sygnałów n_x , n_y lub n_z wysyła się informacje o nieprawidłowej

próbce do bloku obliczania ekspozycji na drgania. W kolejnym kroku 207 uzupełnia się wartości nieprawidłowej próbki wartością uśrednioną z próbek poprzedniej i aktualnej (czyli następnej po nieprawidłowej). Następnie w kroku 208 za pomocą sygnału c_x , c_y lub c_z uaktualnia się tak zmodyfikowaną wartość próbki w buforze cyklicznym, po czym proces powraca do kroku pierwszego. Dzięki temu w przypadku wykrycia pojedynczych nieprawidłowych próbek algorytm obliczania ekspozycji na drgania nie wykonuje czasochłonnych obliczeń wstecznych, a jedynie uzupełnia wartość nieprawidłowej próbki na zasadzie wyznaczenia uśrednionej wartości dwóch próbek, które zostały zmierzone wcześniej. Jeśli w kroku 204 liczba nieprawidłowych próbek M jest różna od 1, to w kroku 209 sprawdza się, czy liczba nieprawidłowych próbek M jest większa od 1. Jeśli nie jest, to proces powraca do kroku pierwszego. W przeciwnym wypadku jeśli M jest większe niż 1, to w kroku 210 kasuje się licznik nieprawidłowych próbek oraz wysyła się sygnał c_n wyzwalający procedurę anulowania M ostatnich próbek wykorzystanych do obliczania ekspozycji. Następnie w kroku 211 wysyła się informacje o M nieprawidłowych próbkach do bloku obliczania ekspozycji na drgania.

Dzięki zastosowaniu sposobu pomiaru drgań mechanicznych oraz miernika drgań mechanicznych według wynalazku możliwe jest automatyczne wyeliminowanie wpływu zakłóceń na wynik pomiaru, poprzez detekcję zakłóceń w mierzonych sygnałach i tymczasowego blokowania wykonywania obliczeń ekspozycji na drgania w przypadku wykrycia tych zakłóceń. W mierniku zastosowany jest system przetwarzania sygnałów pomiarowych, który zawiera układ detekcji zakłóceń w mierzonych sygnałach, bufor cykliczny i wbudowany algorytm obliczeniowy, który na podstawie informacji z układu detekcji zakłóceń blokuje obliczenia ekspozycji na drgania i bazując na właściwości odwracalności operacji obliczania ekspozycji na drgania odtwarza, na podstawie zawartości buforów cyklicznych, w których zapamiętany jest fragment sygnału zawierającego zakłócenie, prawidłową wartość ekspozycji na drgania i tym samym eliminuje wpływ zakłóceń z wyniku pomiaru. Dzięki temu unika się konieczności powtarzania procesu pomiarowego i znacznie skraca czas oceny ekspozycji na drgania mechaniczne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru drgań mechanicznych, w którym to sposobie za pomocą miernika wyposażonego w czujnik drgań odbiera się sygnały analogowe reprezentujące składowe drgania mechanicznych, konwertuje się je na sygnały cyfrowe i oblicza się w sekcji cyfrowej miernika wartość ekspozycji na drgania, **znamienny tym**, że:
 - sprawdza się amplitudę sygnałów analogowych w analogowych dyskryminatorach okienkowych i po wykryciu nieprawidłowej amplitudy sygnału analogowego blokuje się obliczenia w sekcji cyfrowej miernika; oraz
 - gromadzi się próbki sygnałów cyfrowych w buforach cyklicznych oraz analizuje się wartości próbek sygnałów cyfrowych w cyfrowym dyskryminatorze okienkowym i po wykryciu nieprawidłowej wartości próbki sygnału cyfrowego przeprowadza się obliczenia w celu eliminacji jej wpływu na wartość wyznaczonej ekspozycji na drgania.
2. Sposób pomiaru drgań według zastrz. 1, w którym po wykryciu pojedynczej nieprawidłowej wartości próbki zastępuje się wartość nieprawidłowej próbki wartością uśrednioną z próbek poprzedzającej i następującej oraz uaktualnia się zmodyfikowaną wartość próbki w buforze cyklicznym.
3. Sposób pomiaru drgań według zastrz. 1, w którym po wykryciu co najmniej dwóch kolejnych nieprawidłowych wartości próbek anuluje się określoną liczbę (M) próbek wykorzystanych do obliczania ekspozycji i odtwarza się wartość ekspozycji na drgania dla prawidłowych próbek zapamiętanych w buforze cyklicznym.
4. Miernik do pomiaru drgań mechanicznych, zawierający
 - czujnik drgań do wyznaczania wartości analogowych sygnałów składowych drgań mechanicznych;
 - bloki pomiarowe do przetwarzania analogowych sygnałów składowych z czujnika drgań, z których każdy zawiera przedwzmacniacz do wzmacniania analogowego sygnału składowego i filtr korekcyjny do filtrowania wzmocnionego analogowego sygnału składowego;
 - moduł obliczania ekspozycji na drgania;
 - generator impulsów taktujących do taktowania sekcji cyfrowej miernika;

- przy czym każdy blok pomiarowy zawiera analogowo-cyfrowy przetwornik sygnału do przekształcania analogowego sygnału składowego z czujnika drgań na sygnał cyfrowy;

znamienny tym, że:

- każdy blok pomiarowy (Kanał X, Kanał Y, Kanał Z) zawiera ponadto:
 - analogowy dyskryminator okienkowy (4) do analizowania amplitudy analogowego sygnału składowego (S_{2x} , S_{2y} , S_{2z});
 - cyfrowy dyskryminator okienkowy (6) do analizowania próbek sygnału cyfrowego (a_x , a_y , a_z);
 - bufor cykliczny (7) do przechowywania określonej ilości (N) próbek zmierzonych sygnałów (a_x , a_y , a_z);
- a ponadto miernik zawiera:
 - sygnalizator i licznik nieprawidłowych próbek sygnału (8) połączony z cyfrowymi dyskryminatorami okienkowymi (6) poszczególnych bloków pomiarowych (Kanał X, Kanał Y, Kanał Z) oraz z modułem do obliczania ekspozycji na drgania (10); oraz
 - moduł blokowania obliczeń (9) połączony z analogowymi dyskryminatorami okienkowymi (4) poszczególnych bloków pomiarowych (Kanał X, Kanał Y, Kanał Z) oraz z modułem obliczania ekspozycji na drgania (10).

Rysunki

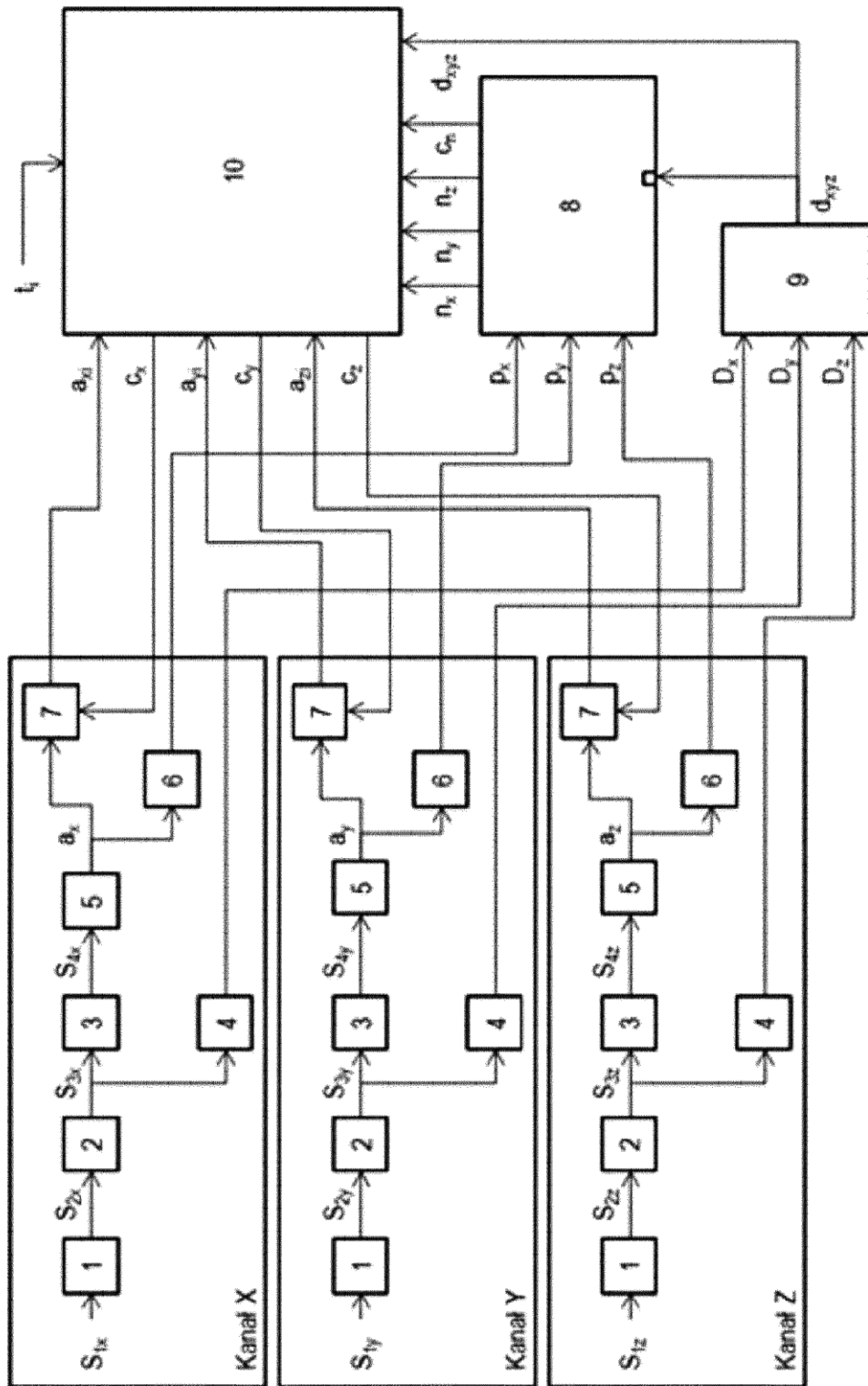


Fig. 1

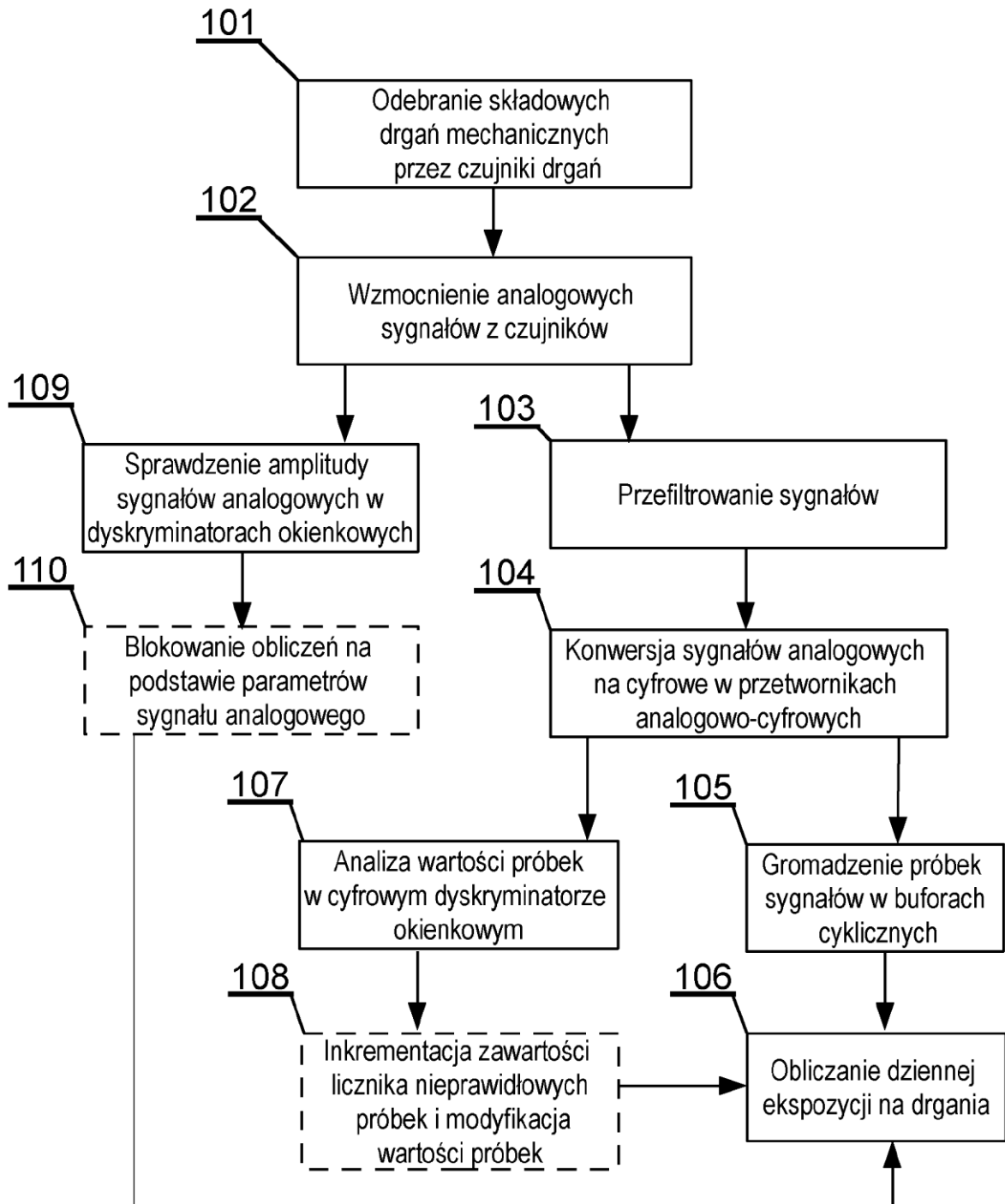


Fig. 2

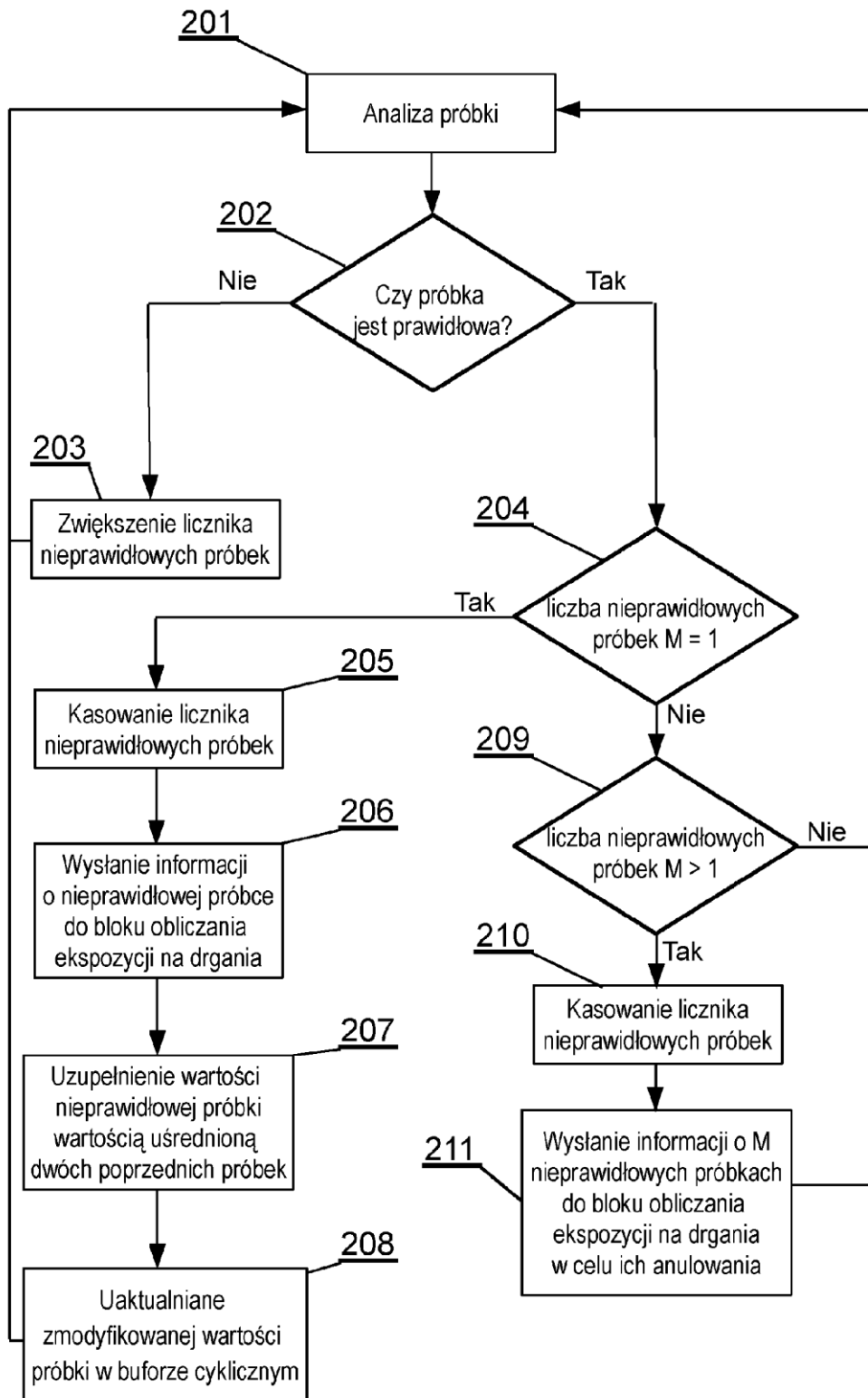


Fig. 3