

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **225368**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **392929**

(51) Int.Cl.

**G05B 23/00 (2006.01)**

**G05B 19/048 (2006.01)**

**G06F 11/00 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **12.11.2010**

---

(54) **Elektroniczny układ nadzoru nad systemem sterowania, zarządzania lub kontroli**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**21.05.2012 BUP 11/12**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.03.2017 WUP 03/17**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WIESŁAW WAJS, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**recz. pat. Małgorzata Geissler**

---

**PL 225368 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest elektroniczny układ nadzoru nad elektronicznym lub nieelektronicznym systemem sterowania, zarządzania lub kontroli zwłaszcza w systemach rozproszonych pracujących nieprzerwanie w długich okresach czasu, w których może wystąpić niesprawność urządzeń. Rozwiązanie znajduje zastosowanie szczególnie w automatyce przemysłowej.

Znanym i stosowanym sposobem nadzoru pracy różnych urządzeń i systemów jest nadzorowanie przez wykwalifikowanych obserwatorów. Zwykle kontrolowane są parametry poszczególnych etapów sterowania. Gorszą sytuacją jest taka, gdy dopiero awaria na wyjściu systemu świadczy o niesprawności urządzenia.

Znany jest z opisu patentowego PL 193143 układ sterujący o wysokim poziomie bezpieczeństwa, zawierający magistralę sygnałów cyfrowych oraz linię blokad, w którym układ detekcji zdarzeń połączony jest z jednej strony z magistralą sygnałów cyfrowych, służących do przesyłania komunikatów logicznych o zaistniałych zdarzeniach, zaś z drugiej połączony jest z układem obsługi linii blokad.

Dokument nr EP2026158A2 ujawnia układ nadzorujący system sterowania, w którym na wejściu nadzorowanego systemu sterowania siłownikiem umieszczony jest przetwornik wejściowy, a na wyjściu systemu sterowania umieszczony jest przetwornik wyjściowy. Przetworniki te połączone są z blokiem nadzorującym zawierającym urządzenie mikroprocesorowe.

Dokument CN201204725Y ujawnia system sterowania z układem nadzoru zawierającym przetwornik wejściowy, który połączony jest z wejściem bloku nadzorującego oraz przetwornik wyjściowy, który połączony jest z wyjściem bloku nadzorującego. Blokiem nadzorującym jest mikroprocesor. Przetwornik wejściowy wskazuje występowanie napięcia, a przetwornik wyjściowy sygnalizuje przepływ prądu.

Idea wynalazku polega na zbudowaniu, niezależnego od istniejącego systemu sterowania, zarządzania lub kontroli, elektronicznego systemu nadzoru, którego zadaniem jest śledzenie funkcjonowania części lub wszystkich urządzeń nadzorowanego systemu.

Istotą rozwiązania elektronicznego układu nadzoru nad systemem sterowania, zarządzania lub kontroli jest to, iż z istniejącym, pracującym nadzorowanym systemem połączony jest równolegle blok nadzorujący zawierający mikroprocesor lub komputer. W nadzorowanym systemie zbiór sygnałów wejściowych według określonej funkcji przetwarzany jest na zbiór sygnałów wyjściowych. W rozwiązaniu, według wynalazku, w torze sygnału wejściowego nadzorowanego systemu włączony jest przetwornik wejściowy a do toru sygnału wyjściowego, przetwornik wyjściowy. Przetworniki połączone są poprzez węzeł formujący z wejściem bloku nadzorującego. Działanie bloku nadzorującego oparte jest na systemie ekspertowym tworzonym dla nadzorowanego systemu. Z wyjściem bloku nadzorującego połączony jest blok alarmowy, który może być połączony z kolejnymi zespołami informacyjnymi.

Korzystne jest gdy blok alarmowy połączony jest z siecią LON lub siecią LAN. Korzystnie jest również jeśli jest to Internet lub jego odmiany, pamięć elektroniczna, komputer, inny system ekspertowego lub blok zawierający algorytm sztucznej inteligencji.

Przetworniki wejściowy i wyjściowy poprzez węzeł formujący przekazują do bloku nadzorującego sygnały będące funkcją sygnałów wejściowego i wyjściowego nadzorowanego systemu. Przetworzone sygnały za przetwornikami określimy jako zbiór  $X$  z wejścia i zbiór  $Y$  z wyjścia. Sygnały te w bloku nadzorującym są analizowane przez system ekspertowy. System ekspertowy dedykowany jest do konkretnego systemu sterowania, zarządzania lub kontroli. Analiza prowadzona jest trzema sposobami opisanymi jako badanie przynależności tych sygnałów do zbiorów  $X$  oraz  $Y$ , badania poprawności przetwarzania sygnału  $X$  w sygnał  $Y$  według zadanej funkcji, badania poprawności przetwarzania sygnałów według zadanego algorytmu w celu wygenerowania sygnału alarmowego gdy spełnione są określone warunki zawarte w systemie ekspertowym. Praca bloku nadzorującego polega na wygenerowaniu sygnału „alarm” i przesłaniu do bloku alarmowego gdy:

1. Sygnał  $x$  nie należy do zbioru sygnałów dopuszczalnych  $x \notin X_1 \subset X$ ,
2. Sygnał  $y$  nie należy do zbioru sygnałów dopuszczalnych  $y \notin Y_1 \subset Y$ ,
3. Kombinacja sygnałów  $x$  i  $y$  jest niedopuszczalna,
4. Sygnał  $y_1$  został wygenerowany przez funkcję  $f_1(x)=y_1$  dla danego sygnału  $x$  pod warunkiem, że  $f(x) \neq 1(x)$ , gdy  $f(x)$  jest funkcją prawidłowej pracy nadzorowanego systemu,
5. Sygnał  $y_1$  został wygenerowany przez algorytm  $A_1(X)=y_1$  dla danego  $X$  pod warunkiem, że  $A(X) \neq A_1(X)$ , gdy  $A(X)$  jest algorytmem prawidłowej pracy nadzorowanego systemu.

Układ, według wynalazku, ma zastosowanie do nadzoru nad elektronicznym lub nieelektronicznym systemem sterowania, zarządzania lub kontroli zwłaszcza w systemach rozproszonych pracujących nieprzerwanie w długich okresach czasu, w których może wystąpić niesprawność urządzeń. Urządzenia takie jak zawory, przekaźniki, czujniki, nastawniki, regulatory, sterowniki i zintegrowane systemy komputerowe ulegają awarii powodowanej czynnikami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Sygnał o niepoprawnym działaniu często nie dociera do obserwatora, ponieważ wskutek uszkodzenia nie przesyłają one odpowiedniego sygnału.

Zaletą urządzenia jest śledzenie funkcjonowania części lub wszystkich urządzeń systemu sterowania, zarządzania lub kontroli w sposób, który nie powoduje ingerencji w pracę tych systemów.

Elektroniczny układ, według wynalazku pokazano w przykładowym rozwiązaniu na rysunku będącym schematem blokowym.

Na wejściu nadzorowanego systemu 1 umieszczony jest przetwornik wejściowy 3. Przetwarza on sygnał wejściowy nadzorowanego systemu 1 w sygnał elektryczny będący funkcją tamtego sygnału. Podobnie na wyjściu nadzorowanego systemu 1 umieszczony jest przetwornik wyjściowy 4 o analogicznej funkcji. Przetwornik wejściowy 3 i przetwornik wyjściowy 4 poprzez węzeł formujący 5, połączone są z wejściem bloku nadzorującego 2. Na wyjściu bloku nadzorującego 2 podłączony jest blok alarmowy 6 wytwarzający sygnał „alarm”. Wyjścia bloku alarmowego 6 połączone może być z kolejnymi zespołami informacyjnymi, z siecią LON lub siecią LAN. Może to być także Internet i jego odmiany, pamięć elektroniczna, komputer lub inny system ekspertowy. Może też być to blok zawierający algorytm sztucznej inteligencji.

Blok nadzorujący 2 działa w oparciu o system ekspertowy. System ekspertowy uwzględni istotne parametry nadzorowanego systemu i dla niego jest tworzony.

Poniżej opisano trzy przykłady zastosowania wynalazku.

#### 1. Przykład niesprawnego sygnalizatora, lampy.

Nadzorowany system 1 ma budowę elektrycznego obwodu zamkniętego składającego się ze źródła napięcia, przełącznika zamykającego obwód oraz lampy. Gdy przełącznik zostanie zamknięty (stan przełącznika  $x=ON$ ), to na obwodzie lampy musi powstać spadek napięcia, sygnalizowany stanem  $y \neq 0$ . Blok nadzorujący 2 w systemie ekspertowym zawiera klauzulę:

IF ( $x=ON$ ) & ( $y=0$ ) THEN „alarm”

Co można opisać jako wygenerowanie sygnału „alarm” gdy przełącznik jest w stanie ON i nie występuje spadek napięcia na obwodzie lampy.

#### 2. Przykład obejmujący zmianę transmitancji

Zmiana transmitancji regulatora reprezentującego nadzorowany system 1 może wystąpić na skutek uszkodzenia pętli sprzężenia zwrotnego. Wskutek tego transmitancja nadzorowanego systemu 1 zmienia się z postaci  $H(s)$  na postać  $G(s)$ . Blok nadzorujący 2 oblicza równoległe do procesu obliczeń w nadzorowanym systemie 1 sygnał w postaci  $y(s)=H(s)*x(s)$ . System ekspertowy znajdujący się w bloku nadzorującym 2 zawiera klauzulę

IF ( $y'(s)=G(s)*x(s) \neq y(s)=H(s)*x(s)$ ) THEN „alarm”.

#### 3. Przykład obejmujący zmianę algorytmu

W sieci systemu sterowania rozproszonego rozpatrujemy dwa węzły. Pierwszy węzeł dokonuje pomiaru temperatury i gdy temperatura zmierzona jest wyższa niż zadany punkt pracy (set point) wtedy w sieci pojawia się sygnał żądający zamknięcia zaworu regulującego strumień energii. Zawór jest sterowany przez drugi węzeł sieci. W następstwie uszkodzenia transceivera w jednym z węzłów sygnał żądający zamknięcia zaworu nie dociera do drugiego węzła. W rezultacie program w mikroprocesorze drugiego węzła nie działa prawidłowo. Blok nadzorujący 2 realizuje algorytm  $A2(x(t))$ , a nadzorowany system 1 realizuje algorytm  $A1(x(t))$ . Blok nadzorujący 2 zawiera w systemie ekspertowym klauzulę

IF ( $y'(t)=A1(x(t)) \neq y(t)=A2(x(t))$ ) THEN „alarm”.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroniczny układ nadzoru nad systemem sterowania, zarządzania lub kontroli, w którym w nadzorowanym systemie sterowania zbiór sygnałów wejściowych przetwarzany jest na zbiór sygnałów wyjściowych, a na wejściu nadzorowanego systemu umieszczony jest przetwornik wejściowy, i na wyjściu nadzorowanego systemu umieszczony jest przetwornik wyjściowy, **znamienny tym**, że te

przetworniki połączone są, poprzez węzeł formujący (5), z wejściem bloku nadzorującego (2), a na wyjściu bloku nadzorującego (2) włączony jest blok alarmowy (6), przy czym blok nadzorujący (2) zawiera mikroprocesor lub komputer działający w oparciu o system ekspertowy tworzony dla nadzorowanego systemu.

2. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z siecią LON.

3. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z siecią LAN.

4. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z Internetem lub jego odmianami.

5. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z pamięcią elektroniczną.

6. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z komputerem.

7. Elektroniczny układ nadzoru, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że blok alarmowy (4) połączony jest z blokiem zawierającym algorytm sztucznej inteligencji.

Rysunek

