



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 08.XII.1965 (P 111 949)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 8.IV.1967

Kl. 21 c, 46/50

MKP G 05 b 11/00



Twórca wynalazku: mgr inż. Wiesław Michałowski

Właściciel patentu: Instytut Elektrotechniki, Warszawa (Polska)

**Sposób budowy elektronicznych układów regulacyjnych
o wysokiej niezawodności działania**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób budowy elektronicznych układów regulacyjnych o wysokiej niezawodności działania, wyposażonych we wzmacniacze operacyjne prądu stałego z elektronicznymi przyrządami wzmacniającymi, pracujących w zakresie sygnału ciągłego w układach zamkniętych.

W szczególności sposób według wynalazku stosuje się do takich układów regulacyjnych, wobec których jednym z podstawowych wymagań eksploatacyjnych jest wysoka niezawodność działania, jak zautomatyzowane napędy stosowane w górnictwie, hutnictwie, papiernictwie itp. przy czym za układy elektroniczne uważa się w rozumieniu opisu układy przetwarzające sygnał elektryczny w dowolny sposób.

Sposób według wynalazku polega na zwielokrotnieniu części elektronicznej układu regulacyjnego, stanowiącego tzw. tor lub tory elektroniczne oraz zastosowaniu szybko działających układów przełączających o czasie przełączenia znacznie mniejszym niż stałe czasowe układu sterowanego, połączonych w ten sposób, że na miejsce uszkodzonego toru zostaje podstawiony tor rezerwowy, bez znaczącej przerwy w ciągłości sygnału.

W szczególności do wykrywania uszkodzeń toru elektronicznego w stanie dynamicznym wykorzystuje się zgodnie z wynalazkiem znane zjawisko, że punkt sumacyjny elektronicznego wzmacniacza operacyjnego prądu stałego o dużym ujemnym

2

sprężeniu zwrotnym, pracującego w zamkniętym układzie regulacji, jest potencjalnie uziemiony we wzmacniaczu pracującym prawidłowo, lecz uzyskuje znaczny potencjał wobec ziemi w wyniku prawie wszystkich możliwych uszkodzeń podzespołów elektronicznych wzmacniacza, przy czym bierze się pod uwagę uszkodzenia prowadzące do niesprawności toru.

Znane dotychczas układy zabezpieczające i sposoby budowy torów elektronicznych o znacznej niezawodności, posiadały zazwyczaj tę wadę, że wymagały stosowania bardzo kosztownych podzespołów o znacznej niezawodności, zaś kontrola działania torów elektronicznych w stanie pracy była możliwa jedynie w bardzo kosztownych i skomplikowanych urządzeniach.

Sposób według wynalazku posiada tę zaletę, że opiera się na zastosowaniu niekosztownych urządzeń i podzespołów o niższej niezawodności dając w efekcie układ regulacyjny o stopniu niezawodności działania niedostępnym dotychczas w układach sterowania analogowego, przy relatywnie niskim koszcie jego budowy. W szczególności szacunkowe zwiększenie kosztów budowy zwielokrotnionego i zabezpieczonego zgodnie z wynalazkiem toru elektronicznego nie przekracza zazwyczaj kosztów budowy pojedynczego i niezabezpieczonego toru o więcej niż 30%, z uwagi na fakt, że decydujący udział w kosztach mają nakłady na rozwiązanie koncepcyjne i wykonanie prototypowego

toru pojedynczego, następnie powielonego. Po-
wyższy stosunek kosztów ma miejsce w przeważa-
jącej liczbie układów zautomatyzowanego napędu,
zwłaszcza dla maszyn ciężkich z uwagi na ich
jednostkowy charakter.

Układy przełączające tory i wykrywające ich
uszkodzenia są zgodnie z wynalazkiem połączone
tak, że przeważająca liczba przypadków możli-
wych uszkodzeń tych układów powoduje taki sam
skutek jak i uszkodzenie pracującego toru tj.
włączenia do pracy układu rezerwowego.

Pojedynczy układ przełączający stanowi przy-
kładowo wzmacniacz elektroniczny prądu stałego
w układzie operacyjnym, z dużym ujemnym sprzę-
żeniem zwrotnym, którego wejście posiada znacz-
ną oporność, zaś do wyjścia dołączono odpowied-
nie przekładnik elektromechaniczny. Przekładnik ten
powinien posiadać taką prędkość działania, że
czas przełączenia jest znikomo mały w porówna-
niu ze stałymi czasowymi układu elektromaszy-
nowego.

Układ przełączający dla toru zawierającego wię-
cej niż jeden wzmacniacz operacyjny można celo-
wo wykonać tak, aby posiadał on liczbę wejść
odpowiednią do liczby wzmacniaczy toru i wyka-
zywał działanie sumujące. W tym przypadku układ
przełączający zadziała i dokona przełączenia w
przypadku uszkodzenia któregośkolwiek ze wzmac-
niaczy toru, jeśli odpowiednio do każdego punktu
sumującego tych wzmacniaczy zostanie przyłą-
czone jedno wejście układu.

Wyjście układu przełączającego stanowią np.
styki przełącznika szybko działającego, które do-
konują niezbędnych przełączeń oraz w przypadku
potrzeby, włączają sygnalizację uszkodzenia.

Przykładowe zastosowanie sposobu budowy
układów elektronicznych według wynalazku przed-
stawiono na rysunku fig. 1 i 2.

Fig. 1 przedstawia uproszczony schemat budowy
potrójnego układu regulacyjnego, zawierającego
tory elektroniczne T_1 , T_2 i T_3 , wyposażone we
wzmacniacze elektroniczne prądu stałego z ujem-
nym sprzężeniem zwrotnym, oznaczone odpowied-
nio W_1 , W_2 i W_3 , układy przełączające S_1 , S_2 i S_3 ,
wyposażone w styki S_{11} — S_{36} do przełączenia to-
rów i zasilania, oraz obiekt sterowany M i zasi-
lacz Z .

Wzmacniacze W_1 , W_2 i W_3 posiadają punkty
sumowania oznaczone na fig. 1 odpowiednio przez
 ϵ_1 , ϵ_2 i ϵ_3 . Punkt sumowania całego układu auto-
matycznej regulacji, oznaczono symbolem ϵ .

Na fig. 1 przedstawiono układ regulacyjny w ta-
kim stanie, że czynny jest tor elektroniczny T_1
i układ przełączający S_1 przygotowany jest do
włączenia w przypadku zaistnienia uszkodzenia
toru T_1 lub układu S_1 , na rezerwowy tor T_2 i re-
zerwowo układ S_2 , zaś drugi rezerwowo tor T_3
i układ S_3 pozostają w stanie spoczynku. Układ
ten przedstawiono przykładowo w wykonaniu
opartym na przyrządach półprzewodnikowych, sta-
nowiących podzespoły aktywne wzmacniaczy i
układów przełączających. W przypadku użycia
lamp elektronowych należy przewidzieć dodatko-
wą liczbę styków układów przełączających do
wcześniejszego załączania zasilania żarzenia lamp

w torach przygotowywanych do awaryjnego podłą-
czenia. Dla przejrzystości na rysunku pominięto
styki układów przełączających, służące do sygna-
lizacji stanów włączenia i awarii.

Na fig. 1 układ przełączający S_1 wyposażony
jest w styki S_{11} — S_{16} , układ S_2 w styki S_{21} — S_{26} ,
oraz układ S_3 w styki S_{31} — S_{36} , przy czym styki
 S_{11} , S_{12} , S_{13} , S_{21} , S_{22} , S_{23} , S_{31} , S_{32} i S_{33} są zwarte
dla niewysterowanego wyjścia układów S_1 — S_3 i
rozwierają się w przypadku zakłócenia tego sta-
nu w odpowiednich układach, zaś styki S_{14} , S_{15} ,
 S_{16} , S_{24} , S_{25} , S_{26} , S_{34} , S_{35} i S_{36} pozostają rozwarte
dla stanu niewysterowania i zwierają się w przy-
padkuysterowania wyjścia odpowiedniego ukła-
du S_1 — S_3 , utrzymując ten stan aż do chwili, gdy
ponownie zadziała prawidłowo tor lub układ
uprzednio uszkodzony i naprawiony.

Niezależnie od tego wybrany zespół styków np.
 S_{34} — S_{36} może być załączony ręcznie za pomocą
urządzenia nie uwidocznionego na rysunku.

Stan przedstawiony na fig. 1 można więc osią-
gnąć w wyniku uprzedniej awarii toru T_3 lub ukła-
du S_3 , lub odpowiedniego zasterowania ręcznego.

Jeśli przy tym stanie nastąpi awaria toru T_1
lub układu S_1 , styki S_{14} — S_{16} zewrą się włączając
do pracy tor T_2 i układ S_2 , równocześnie styki
 S_{11} — S_{13} rozewrą się wyłączając tor T_1 i układ S_1 .

Jeśli z kolei ulegnie awarii tor T_2 lub układ S_2 ,
to zewrą się kolejne styki S_{24} — S_{26} , i rozewrą styki
 S_{21} — S_{23} , w wyniku czego wyłączony zostanie tor
 T_2 i układ S_2 , zaś włączony do pracy tor T_3 i
układ S_3 . Włączenie do pracy toru T_3 i układu S_3
powoduje jednocześnie rozwarcie styków S_{34} — S_{36} ,
dotychczas zwartych. Opisany cykl w przypadku
kolejnych awarii powtarza się. Na fig. 2 przed-
stawiono przykładowo zastosowanie sposobu we-
dług wynalazku dla przypadku toru sterowania T
zawierającego większą liczbę wzmacniaczy ope-
racyjnych W_1 — W_n , dozorowanych przez pojedyn-
czy układ przełączający S .

Dla przejrzystości na fig. 2 przedstawiono tylko
jeden tor T i układ S , z pominięciem torów re-
zerwowych, przy czym układ S jest przyłączony
do wszystkich punktów sumacyjnych ϵ_1 — ϵ_n
wzmacniaczy W_1 — W_n za pośrednictwem układu
logicznego „lub”. W tym przypadku, uszkodzenie
któregokolwiek ze wzmacniaczy powodujące pow-
stanie na jego punkcie sumacyjnym napięcia
przekraczającego maksymalną wielkość sygnału w
tym punkcie (zazwyczaj bardzo małą), powoduje
zadziałanie układu S , który za pomocą nieuwi-
docznionych na rysunku styków lub innych ele-
mentów łączeniowych, np. tyrystorów dokonuje
przełączenia toru rezerwowego na miejsce toru
uszkodzonego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób budowy elektronicznych układów regu-
lacyjnych o wysokiej niezawodności działania
o zamkniętej pętli regulacyjnej, wyposażonych
w elektroniczne wzmacniacze operacyjne prądu
stałego z dużym ujemnym sprzężeniem zwrot-
nym, w których stosuje się dla zwiększenia

niezawodności działania zwielokrotnienie torów elektronicznych, przełączanych sygnałem niesprawności, **znamienny tym**, że jako sygnał niesprawności stosuje się skok napięcia w punkcie sumacyjnym jednego ze wzmacniaczy toru, występujący w przypadku zakłócenia przebiegu sumowania sygnału sterującego i sygnału sprzężenia zwrotnego w tym punkcie.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przełączanie toru rezerwowego na miejsce uszkodzonego dokonuje się za pomocą układu przełączającego, wykonanego tak, że jego własna niesprawność powoduje przełączenie takie jak wynikające z niesprawności toru.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że każdy z wielokrotnych torów elektronicznych układu regulacyjnego wyposaża się w połączony z tym torem układ przełączający, przy czym w przypadku gdy pojedynczy tor zawiera więcej niż jeden wzmacniacz z punktem sumacyjnym, układ przełączający przyłącza się do wszystkich punktów sumacyjnych wzmacniaczy toru za pośrednictwem układu logicznego, który na wyjściu przyłączonym do

układu przełączającego tworzy sygnał niesprawności w przypadku pojawienia się takiego sygnału na choćby jednym z tych punktów sumacyjnych.

- 5 4. Sposób według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że dobór parametrów układu przełączającego wykonuje się tak, aby czas przełączenia był mały w stosunku do znacznych stałych czasowych obiektu regulowanego.
- 10 5. Sposób według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że tory elektroniczne ulegają wyłączeniu kolejno w wyniku awarii toru czynnego poprzedzającego określony tor rezerwowy, przy czym awaria ostatniego w kolejności z torów powoduje załączenia ponowne pierwszego z nich.
- 15 6. Sposób według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że w przypadku torów wyposażonych we wzmacniacze z lampami elektronowymi, lampy kolejnego toru rezerwowego są włączane samoczynnie w obwód żarzenia równocześnie z włączeniem do pracy toru czynnego poprzedzającego w kolejności przełączenie na ten tor rezerwowo.
- 20

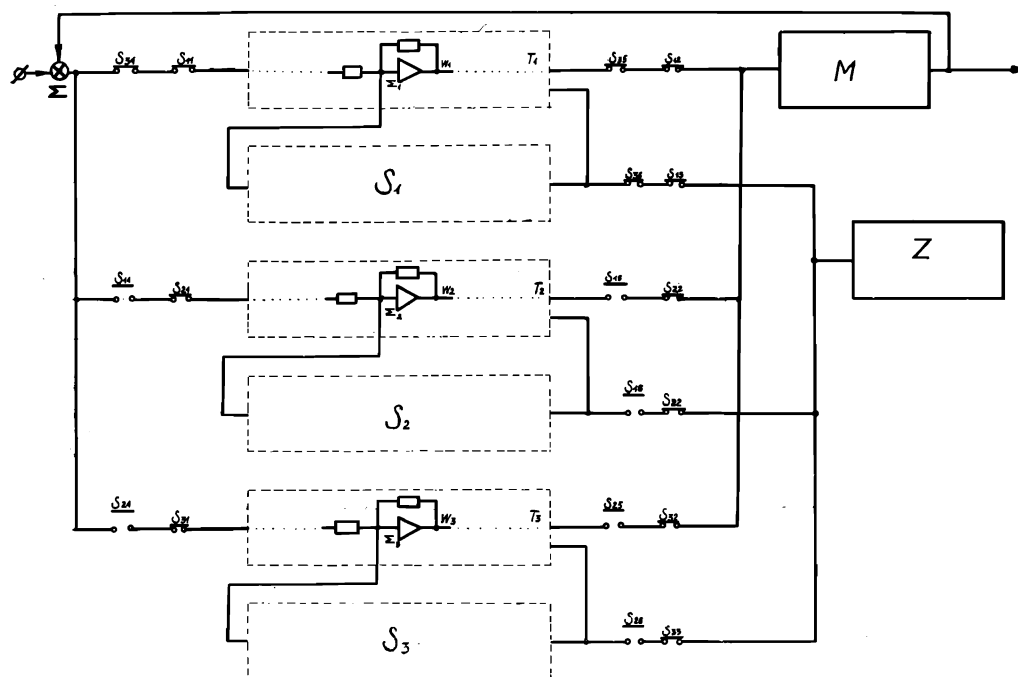


Fig. 1.

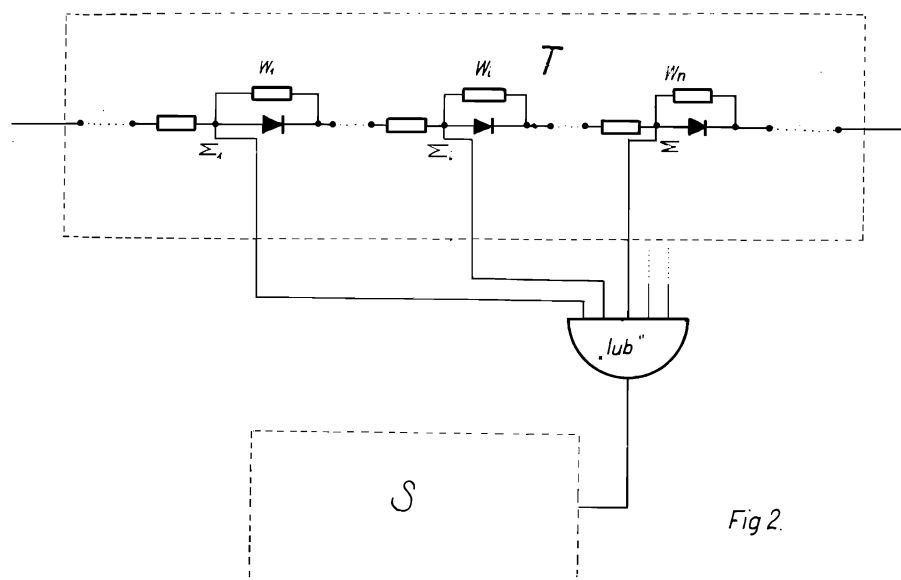


Fig 2.