



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 04.12.1969 (P. 137332)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.03.1974

Opis patentowy opublikowano: 5.02.1976

MKP B65b 37/18

Int.Cl.² B65B 37/18

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Howe-Richardson Scale Company, Cliftown (Stany Zjednoczone Ameryki)

Urządzenie do podawania materiałów ze sterowaną prędkością

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do podawania materiałów ze sterowaną prędkością.

Znane jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 3 329 313, urządzenie do podawania materiałów, w którym prędkość odprowadzania materiału ze zbiornika, na przykład leja zasypowego, jest utrzymywana na stałym poziomie przez elektryczny układ sterujący posiadający obwód całkujący, który reagując na selektywnie ustalone napięcie wytwarza piłokształtne napięcie odniesienia. Napięcie błędu, wytwarzane przez porównywanie napięcia odniesienia z napięciem wejściowym, zmieniającym się w zależności od ciężaru materiału w leju, przyłożone jest do wejścia regulatora, wytwarzającego odpowiedni sygnał korekcyjny. Urządzenie regulujące przepływ materiału, na przykład podajnik wibracyjny, reaguje na sygnał korekcyjny, sterując prędkość odprowadzania materiału z leja.

W odpowiedzi na określony spadek ilości materiału w leju, lej ten jest samoczynnie dopełniany materiałem dostarczonym z zasobnika, a podczas dopełniania obwód całkujący jest zamieniony we wzmacniacz o wzmacnieniu równym jedności a selektywnie ustalone napięcie jest zastąpione napięciem reprezentującym ciężar materiału w leju aby spowodować zmniejszenie mierzonej różnicy porównywanych napięć do zera. Działanie kasujące regulatora następuje gdy mierzona różnica zdążyła do zera, przez co utrzymuje się sygnał wyjściowy re-

2

gulatora na poziomie jaki miał on bezpośrednio przed rozpoczęciem dopełniania leja. Chociaż taki układ sterowania działa zadowalająco, stwierdzono, że istnieją niepożądane odchylenia prędkości podawania materiału do założonej wartości stałej, które są powodowane głównie przez następujące trzy czynniki.

Pierwszy z tych czynników odnosi się do ustalania napięcia sygnału wyjściowego regulatora na poziomie istniejącym w czasie gdy rozpoczyna się dopełnianie zbiornika. Stwierdzono w związku z powyższym, że podczas rozładowywania sygnał reprezentujący ciężar materiału w leju oscyluje w takim zakresie, że pochodna reprezentująca prędkość zmian tego sygnału znacznie odchyła się od głównej wartości prędkości podawania najbardziej zbliżonej do wybranej wartości. Ponieważ rozpoczęcie dopełniania leja zależy jedynie od momentu, w którym nastąpi określony ubytek materiału w leju, pochodną sygnału reprezentującego ciężar może nie być zgodna z żadaną prędkością w momencie przełączenia w celu dopełnienia leja. W wyniku, sygnał wyjściowy regulatora może w tym momencie różnić się od żądanej stałej wartości potrzebnej do zmniejszenia chwilowego odchylenia prędkości podawania od wybranej prędkości podczas dopełniania.

Drugi czynnik warunkujący dokładne sterowanie chwilowej prędkości podawania wynika ze stopniowej zmiany napięcia sygnału przyłożonego do wej-

ścia regulatora gdy obwód całkujący jest zamieniony we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym i przenosi sygnał reprezentujący ciężar. Powoduje to zmianę potencjału na kondensatorze regulatora i wytworzenie skoku napięcia wyjściowego.

Trzeci czynnik powodujący niedokładność działania obwodu opisanego w wymienionym patencie pojawia się, gdy stałe napięcie odniesienia, przyłożone do obwodu całkującego w celu wytworzenia pochylego sygnału zostaje selektywnie i raptownie zmienione. Gdy taka zmiana następuje, odpowiedź obwodu sterującego nie jest natychmiastową i obwód wytwarza odpowiednią zmianę w sygnale wyjściowym regulatora z opóźnieniem, przez co sygnał błędu osiąga wartość odpowiednią do skorygowania regulatora na nowo wybraną prędkość podawania.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji urządzenia do podawania materiałów z regulowaną prędkością, które ma większą dokładność prędkości podawania.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że urządzenie ma regulator uruchamiający przesłone dla dopełnienia zasobnika wówczas gdy zmiana sygnału wagi staje się równa zmianie sygnału odniesienia podczas opróżniania lub po opróżnianiu zasobnika z zadanej ilości materiału. Podczas napełniania zasobnika regulator uruchamiający utrzymuje sygnał błędu na poziomie jaki istnieje w momencie gdy zmiana sygnału wagi jest równa zmianie sygnału odniesienia.

Rozpoczęcie dopełniania wymaga spełnienia dwóch warunków. Pierwszy warunek polega na tym, że sygnał reprezentujący zmniejszający się ciężar materiału w leju lub innym zbiorniku zmniejsza się do określonego poziomu. Drugim warunkiem jest, by pochodna sygnału błędu, czyli różnicy pomiędzy sygnałem reprezentującym ciężar materiału a sygnałem obwodu całkującego, wynosiła zero. Wykonane jest to przez przyłożenie sygnału błędu na wejście obwodu różniczkującego, który wytwarza napięcie wyjściowe odpowiadające wartości pochodnej sygnału błędu.

Jeżeli napięcie sygnału reprezentującego ciężar zostanie zmniejszone do lub poniżej poziomu wymagającego rozpoczęcie dopełniania po przejściu sygnału wyjściowego obwodu różniczkującego przez zero włączony zostaje układ przełączający, który przetwarza integrator we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym, powoduje podanie sygnału reprezentującego ciężar do integratora zamiast stałego sygnału odniesienia i otwarcie przesłony aby umożliwić przekazanie materiału z zasobnika do leja. W wyniku, sygnał wyjściowy regulatora zostaje ustalony na poziomie odpowiadającym wartości sygnału błędu którego pochodna jest równa zeru. W czasie cyklu dopełniania leja uzyskuje się zatem optymalne działanie korygujące prędkość.

Aby uniknąć skoku w sygnale wyjściowym regulatora w czasie przełączania w celu zamiany integratora we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym, drugi wyjściowy stopień wzmacniacza jest automatycznie odłączony od obwodu zerującego regulatora gdy dokonuje się przełączania w celu zmniejszenia sygnału błędu, który jest podawany na wejście regulatora, do zera. Na skutek tego skok

wytworzony przez regulator nie jest przenoszony na drugi stopień wzmacniacza i nie wpływa na napięcie wyjściowe regulatora.

Aby zapobiec występowaniu niepożądanego opóźnienia pomiędzy czasem, gdy napięcie odniesienia jest zmienione w celu zmienienia prędkości podawania a czasem gdy zmiana ta występuje w sygnale wyjściowym regulatora, zastosowano obwód do odłączania drugiego stopnia wzmacniacza regulatora od obwodu zerującego i wejściowego i do przyłączania go bezpośrednio do układu wytwarzającego napięcie odniesienia. Układ taki może zawierać potencjometr a przy przełączaniu, napięcie potencjometru jest przyłożone do wejścia wzmacniacza wyjściowego regulatora zamiast normalnie przyłożonego napięcia z obwodu wstępnego. Na skutek tego, napięcie wyjściowe regulatora reaguje natychmiast na zmianę napięcia odniesienia.

Urządzenie według wynalazku jest szczególnie przydatne do ciągłego mieszania w układach, w których pewna ilość takich podajników podaje równocześnie różne materiały do wspólnego zbiornika w celu wytworzenia mieszaniny o określonych proporcjach poszczególnych materiałów. W układzie takim potrzebne jest sterowanie procesu mieszania.

Urządzenie według wynalazku umożliwia prowadzenie takiego sterowania. Uzyskuje się to przez zastosowanie głównego potencjometru stanowiącego źródło regulowanego napięcia odniesienia. Ten główny potencjometr jest tak połączony z potencjometrami regulacji prędkości poszczególnych podajników układu, że przez regulację potencjometru głównego napięcia poszczególnych potencjometrów są regulowane proporcjonalnie.

Obwód sterowania według wynalazku jest ponadto taki, że jest podzielony na moduły posiadające części składowe, które oprócz tego, że pełnią konieczne funkcje, nadają się do zmontowania na obwodach drukowanych.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia według wynalazku, fig. 2 i 2A — obwód sterowania tego urządzenia przy czym obwód z fig. 2A jest kontynuacją obwodu z fig. 2, fig. 3 — wykres napięcia w funkcji czasu dla sygnału reprezentującego ciężar materiału w leju i sygnału regulującego prędkość, a fig. 4 — schemat układu ciągłego mieszania zawierający pewną ilość podajników z fig. 1.

W urządzeniu przedstawionym na fig. 1 konwencjonalna waga 10 zawiera lej samowyladowczy 16 z otwartym wierzchem i zdennym otworem wyladowczym. Zasobnik 40 ma wylotowy otwór denny usytuowany ponad lejem 16. Wyladowywanie materiału z zasobnika 40 sterowane jest przez konwencjonalną, uruchamianą elektromagnesem przesłone 42.

Materiał z leja 16 odprowadzany jest ciągłym strumieniem przez denny otwór leja za pomocą znanego wibracyjnego zespołu podajnikowego 44. Zespół podajnikowy 44 zawiera zsuwnię 46 usytuowaną pod otworem dennym leja 16, drgającą z dużą częstotliwością pod wpływem uzwojenia 48 silnika elektromagnetycznego 50. Prędkość podawa-

nia przez zespół podajnikowy 44 materiału jest sterowana za pomocą amplitudy drgań zsuwni 46, wytworzonych przez silnik 50 przy czym amplituda tych drgań zależy od wartości prądu płynącego w uzwojeniu 48.

Z lejem 16 połączony jest przetwornik, zawierający co najmniej jeden czujnik obciążenia 58. Ciężar leja 16 i zawartego w nim materiału podane są na czujnik obciążenia 58 a sygnał wyjściowy z czujnika obciążenia 58 może być wytarowany przez odjęcie ciężaru leja w celu wytworzenia sygnału wyjściowego w postaci napięcia stałego, które jest proporcjonalne do wagi materiału w leju, co jest znane w technice. Lej 16 może być podparty na wielu takich czujnikach obciążenia 58.

Czujnik obciążenia 58 jest na przykład czujnikiem naprężenia, lecz można zastosować również inny ze znanych przetworników siły w sygnał elektryczny.

Sygnał wyjściowy czujnika 58 przekazywany jest do obwodu sterowania 60, który w odpowiedzi na stratę wagi materiału w leju steruje amplitudą drgań zespołu podajnikowego 44 przez regulator 56 drgań w celu utrzymania prędkości odprowadzania materiału z leja 16 na stałym poziomie. Obwód sterowania 60 steruje ponadto pracą przesłony 42 tak, że napełnia cyklicznie lej 16 gdy ilość zawartego w nim materiału spadnie poniżej określonej wartości. Przeprowadzane jest to bez przerywania odprowadzania materiału z leja 16.

Jak pokazano na fig. 2, obwód 60 zawiera wzmacniacz 62 sygnału czujnika obciążenia 58. Wejście wzmacniacza 62 jest połączone z wyjściem czujnika 58. Wzmocniony sygnał napięciowy ze wzmacniacza 62 podawany jest poprzez filtr 64 na wejście wzmacniacza sumującego 66. Wzmacniacz sumujący 66, jak również elektroniczny regulator 68, integrator 70 i potencjometr 72 tworzą część obwodu sterującego 60.

Filtr 64 jest przeznaczony do odfiltrowywania składowych przemennych nałożonych na wzmocniony sygnał napięcia stałego z czujnika obciążenia. Filtr ten jest korzystnie filtrem dolnoprzepustowym o dobrej charakterystyce częstotliwościowej i odpowiedzi czasowej, aby zapewnić uzyskanie na wyjściu filtru sygnału napięciowego niezakłóconego składowymi przemennymi. Wzmocniony i przefiltrowany sygnał czujnika obciążenia oznaczony jako E_1 jest podany na wejście wzmacniacza 66 (fig. 2).

Zaciski końcowe potencjometru 72 są przyłączone do źródła napięcia stałego w sposób, który będzie szczegółowo opisany w dalszej części opisu, natomiast suwak 74 potencjometru 72 jest przyłączony do wejścia inwercyjnego napięciowego wtórnika 76. Wyjście wtórnika 76 jest przyłączone do wejścia obwodu całkującego 70, przez co zostaje podany na obwód całkujący sygnał napięcia stałego E_2 . Wtórnik 76 stanowi wejście dopasowujące obwodu integratora 70, odbijając na suwak 74 wysoką impedancję w celu uniemożliwienia błędów niedopasowania. Wszystkie wzmacniacze obwodu 60 są korzystnie wzmacniaczami operacyjnymi.

Integrator 70, jak będzie później szczegółowo opisane, na podstawie podawanego nań sygnału stałego napięcia wytwarza liniowo narastający sygnał E_3 . Nachylenie sygnału E_3 jest określone przez i jest

wprost proporcjonalne do napięcia na suwaku 74 czyli różnicy potencjałów pomiędzy suwakiem 74 a ziemią. Obwód całkujący przetwarza zatem stały sygnał w postaci napięcia potencjometru na sygnał E_3 .

Sygnał E_3 podawany jest na drugie wejście wzmacniacza 66, który porównuje sygnał E_3 z sygnałem E_1 i wytwarza napięciowy sygnał błędu E_4 , będący miarą różnicy sygnałów E_1 i E_3 . Sygnał E_4 podany jest na regulator 68, który wytwarza na tej podstawie odpowiedni wyjściowy napięciowy sygnał E_5 . Sygnał wyjściowy z regulatora 68 podany jest na regulator 56 drgań w celu regulowania prędkości podawania materiału spływającego ze zsuwni 46.

Integrator 70 zawiera wzmacniacz 80, którego nieodwracające fazy wejście jest przyłączone do ziemi. Drugie, odwracające fazę wejście wzmacniacza 80 jest przyłączone do wyjściowego obwodu wtórnika 76 szeregowo przez normalnie zwarty zestyk CR1-1 przełącznika CR1 i opornik 82. Gdy zestyk CR-1- jest zwarty ustalone według wyboru napięcie odniesienia na suwaku 74 zostaje podane na wzmacniacz 80, który za pomocą kondensatora sprzężenia zwrotnego 84 w sposób znany, działa całkująco, przetwarzając stałe napięcie odniesienia w narastający liniowo sygnał E_3 . Sygnał E_3 jest zatem równy — $E_2/R_1 \cdot C_1$, gdzie R_1 i C_1 reprezentują wartość oporności opornika 82 i pojemności kondensatora C_1 a t oznacza czas.

Jak pokazano na fig. 2 regulator 68 zawiera jako pierwszy stopień wzmacniacz sumacyjno-różnicowy 86 i jako drugi stopień wzmacniacz 88. Wyjście wzmacniacza 66 jest połączone przez wyjściowy opornik 90 z jednym wejściem wzmacniacza 86. Drugie wejście wzmacniacza 86 jest zwarte do ziemi. Wzmacniacz 86 ma w obwodzie sprzężenia zwrotnego regulowany opornik 92, na skutek czego wzmocnienie jakiemu podlega sygnał R_4 jest określone przez stosunek oporności opornika 92 w obwodzie sprzężenia zwrotnego do oporności wejściowego opornika 90. Napięciowy sygnał wyjściowy E_6 , reprezentujący błąd, czyli mierzoną różnicę sygnałów E_1 i E_3 (mianowicie $E_1 - E_3$), wzmacniacza 86 jest podany szeregowo przez opornik 94, nastawny opornik 96 i normalnie zwarty zestyk CR1-2 przełącznika CR1 na odwracające fazę wejście wzmacniacza 88. Wynikowy wzmocniony sygnał błędu E_6 jest przyłożony na obwód wejściowy wzmacniacza 88.

Wzmacniacz 88 jest połączony z konwencjonalnym obwodem wyładowywania, który zawiera kondensator 98 sprzężenia zwrotnego wzmacniacza oraz gałąź sprzegającą RC 100. Gałąź 100 jest włączona pomiędzy wyjście wzmacniacza 86 i odwracające fazę wejście wzmacniacza 88 równolegle z opornikami 94 i 96 i zawiera połączone szeregowo opornik 102 i kondensator 104. W wyniku przyłożenia sygnału E_4 na obwód wejściowy regulatora 68 regulator ten wytwarza napięciowy korekcyjny sygnał wyjściowy R_5 , który zależy nie tylko od wielkości sygnału błędu, czyli $E_1 - E_3$ lecz również od czasu trwania tego sygnału, co jest rzeczą znaną w technice. W wyniku, korekcyjny sygnał wyjściowy E_5 jest funkcją czasu i wielkości odchylenia od

sygnału odniesienia wytwarzanego przez integrator 70. Sygnał E_5 reprezentuje zatem sygnał korekcyjny wynikający z dwustopniowego działania regulatora 68.

Działanie przesłony 42' jest sterowane przez prze-
kazańnik **CR2** i przez przeakaźnik **CR3**. Są to korzyst-
nie przeakaźniki obojętne. Obwód sterowania prze-
kazańnika **CR2** zawiera wzmacniacz operacyjny 108
i diodę Zenera 110. Nieodwracające fazy wejście
wzmacniacza 108 jest zwarte do ziemi a odwraca-
jące fazę wejście wzmacniacza 108 jest połączone
poprzez opornik 112 z obwodem wyjściowym filtru
64. Dioda 110 ma swą anodę przyłączoną do odwr-
cającego fazy wejścia wzmacniacza 108 a jej katoda
jest przyłączona na wyjście tego wzmacniacza,
przez co zostaje utworzona pętla sprzężenia zwrot-
nego przeznaczona do regulacji wzmocnienia tego
wzmacniacza. Wyprowadzenia uzwojenia przeakaźni-
ka **CR2** są przyłączone odpowiednio do ziemi i do
wyjścia wzmacniacza 108.

Wzmocniony i przefiltrowany sygnał E_1 z czujni-
ka obciążenia przyłożony jest przez opornik 112 na
odwracające fazę wejście wzmacniacza 108 a war-
tość sygnału jest tak regulowana, że maleje on do
zera gdy ilość materiału w leju 16 zmaleje poniżej
określonej wartości określającej wartość progową
rozpoczęcia dopełniania leja. Zakłada się, że w tym
momencie nieco materiału pozostaje jeszcze w leju
aby zapewnić ciągłe przekazywanie z niego mate-
riału.

Gdy wartość sygnału E_1 jest dodatnia, dioda 110
jest spolaryzowana w kierunku przewodzenia prze-
kazując napięcie z wyjścia wzmacniacza 108 na je-
go wejście odwracające fazę. Dzięki małej oporno-
ści diody Zenera 110 w kierunku przewodzenia
w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza opera-
cyjnego i dzięki niezwykle dużemu wzmocnieniu
wzmacniacza operacyjnego 108 wzmocnienie zam-
kniętej pętli tego obwodu jest bliskie zera. Jak
wiadomo odwracające fazę wejście wzmacniacza
operacyjnego 108 pracującego w tych warunkach
uważa się ze sztuczną ziemią a napięcie wyjściowe
wzmacniacza jest w przybliżeniu równe spadkowi
napięcia na spolaryzowanej w kierunku przewodze-
nia diodzie Zenera 110. Zatem, gdy dioda 110 jest
spolaryzowana w kierunku przewodzenia, spadek
napięcia na uzwojeniu przeakaźnika **CR2** jest za ma-
łe do spowodowania zadziałania tego przeakaźnika.
W takim przypadku przesłona 42 jest zamknięta, co
uniemożliwia dostarczanie materiału do leja 16.

Gdy sygnał E_1 przejdzie przez wartość zerową
i zaczyna być ujemny, co zostało wywołane przez
ciągły ubytek materiału z leja 16 dioda 110 zostaje
spolaryzowana w kierunku zaporowym. Wynika to
z faktu, że dla bardzo małej różnicy pomiędzy na-
pięciem przyłożonym na odwracające fazę wejście
wzmacniacza operacyjnego a napięciem przyłożo-
nym na wejście nie odwracające fazy tego wzmac-
niacza, wzmacniacz ten wytwarza największe na-
pięcie wyjściowe, które jest dodatnie lub ujemne
zależnie od kierunku tej różnicy napięć. Wynika to
z charakterystyk wzmocnienia wzmacniacza opera-
cyjnego przy otwartej pętli i charakterystyk
wzmocnienia obwodu z zamkniętą pętlą. Gdy syg-
nał E_1 zaczyna być ujemny dioda 110 zostaje zatem

spolaryzowana w kierunku zaporowym i nie prze-
wodzi aż do momentu gdy napięcie wyjściowe
wzmacniacza osiągnie wartość napięcia przebicia
lub napięcia punktu Zenera diody. Napięcie punk-
tu Zenera jest dobrane na poziomie wystarczająco
większym od napięcia potrzebnego do zadziałania
przeakaźnika **CR2**, na przykład 10 V.

Ponieważ wzmocnienie wzmacniacza przy rozwar-
tej pętli jest bardzo duże i impedancja diody Zene-
ra jest bardzo duża poniżej punktu Zenera, gdy
dioda jest spolaryzowana zaporowo, napięcie wy-
jściowe narasta gwałtownie do punktu Zenera dla
stosunkowo małej różnicy sygnałów napięciowych
przyłożonych do wejścia wzmacniacza. Po osiągnię-
ciu punktu Zenera impedancja diody Zenera
zmniejsza się i dioda 110 przewodzi ograniczając
napięcie wyjściowe wzmacniacza do 10 V. W rezul-
tacie na uzwojeniu przeakaźnika **CR2** przyłożone jest
napięcie wystarczające do zadziałania przeakaźnika.
Zadziałanie przeakaźnika **CR2** — wraz z zadział-
aniem dalszego przeakaźnika **CR5** i przeakaźnika **CR1**
powoduje otworenie przesłony 42 i napełnienie
leja 16.

Jak pokazano na fig. 2, obwód sterowania prze-
kaźnika **CR3** jest podobny do obwodu sterowania
przeakaźnika **CR2** i zawiera wzmacniacz operacyjny
114 oraz diodę Zenera 116. Nieodwracające fazy
wejście wzmacniacza 114 jest zwarte do ziemi
a wejście tego wzmacniacza odwracające fazę jest
połączone z węzłem sumującym 118. Suwak 122 po-
tencjometru 124 jest połączony przez opornik 126
z węzłem 118. Oporność potencjometru 124 jest włą-
czona pomiędzy ziemią i ujemny zacisk źródła na-
pięcia stałego, na przykład pełnookresowego pro-
stownika regulowanego 130. Prostownik 130 jest
przeznaczony do przetwarzania napięcia zasilające-
go doprowadzanego linią 132 w stosunkowo niskie
napięcie polaryzacyjne. Zasilanie czujnika 58
i wzmacniaczy w obwodzie 60 również doprowa-
dzone jest z prostownika 130.

Katoda i anoda diody 116 są połączone odpowied-
nio z węzłem 118 i z obwodem wyjściowym wzmac-
niacza 114, przez co dioda ta stanowi pętlę sprzę-
żenia zwrotnego, przeznaczoną do sterowania
wzmocnienia tego wzmacniacza. Uzwojenie prze-
kaźnika **CR3** włączone jest pomiędzy ziemią a wy-
jście wzmacniacza 114.

Potencjometr 124 jest regulowany w celu prze-
kazania na suwak 122 ujemnego sygnału napięcio-
wego E_7 , który reprezentuje ilość materiału, który
ma być dostarczony z zasobnika 40 podczas każde-
go dopełniania leja 16. Ponieważ przeakaźnik **CR2**
jest wzbudzany w celu dostarczania materiału do
leja 16 gdy sygnał E_1 spada do zera, algebraiczne
sumowanie sygnałów E_7 i E_1 daje sygnał ujemny
aż do momentu gdy ilość materiału dostarczonego
do leja 16 stanie się równa lub większa od nast-
awionej na potencjometrze 124. W wyniku dioda 116
jest spolaryzowana w kierunku przewodzenia aż do
leja 16 zostanie dostarczona żądana ilość materiału
zgodnie z nastawieniem potencjometru 124.

Gdy dioda 116 jest spolaryzowana w kierunku
przewodzenia, wyjście wzmacniacza operacyjnego
114 z wyżej opisanych powodów jest równe spad-
kowi potencjału na diodzie 116. Przeakaźnik **CR3**

jest zatem w stanie spoczynku aż do czasu gdy dioda 116 zostanie spolaryzowana zaporowo.

Po dostarczeniu wystarczającej ilości materiału do leja 16 suma algebraiczna sygnałów E_1 i E_2 przechodzi przez zero i zaczyna być dodatnia tak, że na wejściu wzmacniacza 114 pojawia się bardzo mała dodatnia różnica tych sygnałów, powodująca zaporowe spolaryzowanie diody 116. Dioda 116 przestaje zatem przewodzić i pozostaje w stanie nieprzewodzenia aż do osiągnięcia punktu Zenera. Napięcie na wyjściu wzmacniacza 114 dla stosunkowo małych różnic napięcia sygnałów przyłożonych do wejścia wzmacniacza gwałtownie wzrasta. Gdy napięcie wyjściowe wzmacniacza osiągnie punkt Zenera diody, na przykład 10 V, dioda 116 zaczyna przewodzić, utrzymując napięcie wyjściowe wzmacniacza na poziomie punktu Zenera. Takie napięcie wyjściowe jest wystarczające do wzbudzenia przekaznika CR3. Pobudzenie przekaznika CR3 powoduje zamknięcie przesłony 42 przerywając dostarczanie materiału do leja 16. Zadziałanie przekaznika CR2 wynika z zadziałania przekaznika CR1. Zadziałanie przekaznika CR1 zamienia integratora 70 we wzmacniacz i zastępuje sygnał E_2 z suwaka 74 sygnałem czujnika obciążenia. Podczas napełniania leja 16 integrator 70 przenosi zatem sygnał E_1 , powodując zmniejszenie różnicy sygnałów E_1 i E_2 do zera. Obwód przeznaczony do spowodowania tej zmiany pokazany jest na fig. 2 i zawiera opornik 132 sprzężenia zwrotnego włączany pomiędzy wyjście wzmacniacza 80 a węzeł 134. Do węzła 134 jest przyłączone również wyjście filtra 64 przez opornik 136 a węzeł 134 jest połączony przez zestyk CR1-3 przekaznika CR1 z odwracającym fazę wejściem wzmacniacza 80. Wejście to jest również połączone z kondensatorem 84 i przez zwykle zwarty zestyk CR1-1 z wyjściem wtórnika 76. Gałąź zawierająca opornik 132 połączony szeregowo z zestykiem CR1-3 jest połączona równolegle z pętlą sprzężenia zwrotnego, zawierającą kondensator 84.

Z powyższego wynika, że zestyk CR1-1 jest rozwarty a zestyk CR1-3 jest zwarty gdy przesłona 42 jest otwarta w celu napełnienia leja 16 materiałem z zasobnika 40. Przez rozwarty zestyk CR1-1 potencjometr 72 jest odłączony od wzmacniacza 80 a przez zwarty zestyk CR1-3 przefiltrowane i wzmocnione napięcie sygnału E_1 jest przyłożone na wejście wzmacniacza 80 zamiast sygnału E_2 . W wyniku zwarcia styku CR1-3 opornik 132 jest połączony również z wejściem wzmacniacza 80 równolegle z kondensatorem 84.

Wartości oporników 132 i 136 są tak dobrane by zamienić wzmacniacz 80 w wzmacniacz o wzmocnieniu równym jedności. Gdy przekaznik CR1 zadziała na wyjściu wzmacniacza 80 pojawia się zatem sygnał $-E_1$. Sygnał błęd E_4 wytwarzany przez porównanie sygnałów E_1 i E_2 we wzmacniaczu 66 maleje do zera gdy przekaznik CR1 zadziała. W ten sposób integrator 70 przenosi sygnał wyjściowy czujnika obciążenia 58 podczas dopełniania leja 16.

Na skutek zwarcia zestyku CR1-3 kondensator 84 zostaje naładowany przez sygnał E_1 a gdy przy końcu napełniania leja 16 zwiiera się zestyk CR1-1 napięcie kondensatora 84 jest równe napięciu sygnału E_1 . Odpowiednio sygnał wytwarzany przez integra-

tor 70 po przyłączeniu ponownie do potencjometru 72 zaczyna wzrastać od napięcia odpowiadającego napięciu sygnału E_1 . Gdy wzmacniacz 80 jest ponownie przyłączony do potencjometru 72 nachylenie wytwarzanego sygnału E_1 jest określone przez sygnał napięciowy E_2 na suwaku 74. W ten sposób działanie integratora 70 jest związane z sygnałem wyjściowym czujnika 58 przez co zapewnione jest dokładne odbicie odchylenia od żądanej prędkości podawania materiału.

Stwierdzono, że w opisanym układzie ubytek ciężaru materiału w leju 16 nie jest wartością całkowicie stałą, lecz zmienia się, powodując zmiany sygnału E_1 , co pokazano krzywą 140 na fig. 3. Krzywa 140 oscyluje powyżej i poniżej wybranego, liniowego sygnału E_2 , którego przebieg jest pokazany linią 142.

Chociaż średnia wartość sygnału E_1 pokazanego krzywą 140 jest bliska wartości sygnału E_2 przedstawionej linią 142 chwilowe nachylenie krzywej 140 w punkcie, w którym sygnał E_1 określa konieczność rozpoczęcia dopełniania leja 16 czyli w punkcie gdzie napięcie sygnału E_1 ma wartość zerową, może zmieniać się w szerokim zakresie wartości, zależnie od tego czy krzywa 140 w tym punkcie rośnie, maleje czy też ma ekstremum względem linii 142, jak na przykład w punktach 141. W wyniku tego obwód sterowania prędkości podawania ujawniony w opisie patentowym USA Nr 3 329 313 w pewnych warunkach nie zapewnia dokładności sterowania prędkości podawania materiału jaka jest potrzebna. Powody są następujące.

Zarówno w przypadku regulatora 68 jak i odpowiadającego mu regulatora wyjściowego sygnał regulatora, oznaczony tu przez E_2 , zależny jest od nachylenia krzywej 140, czyli od napięcia lub odpowiadającego mu ciężaru na jednostkę czasu i jest równy prędkości podawania materiału. Ponadto, zarówno regulator 68 jak i regulator z opisu patentowego USA Nr 3 329 313 wytwarzają sygnał E_2 o wartości określonej nachyleniem krzywej 140 w chwili, gdy dokonywane jest przełączanie w celu rozpoczęcia dostarczania materiału do leja 16 i w celu zmniejszenia zmierzonej różnicy między sygnałami E_1 i E_2 do zera przez zmianę obwodu całkującego w obwód wzmacniający o wzmocnieniu równym jedności, oraz przez spowodowanie przenoszenia sygnału E_1 czujnika obciążenia. Takie warunki są ustalone dla sygnału wyjściowego regulatora gdy sygnał błęd spada do zera. Istotne jest więc utrzymanie sygnału wyjściowego regulatora (odpowiadającego tu sygnałowi E_2) na określonym poziomie w celu kontynuowania korekcyjnego sterowania prędkości dostarczania materiału podczas dopełniania leja.

Jedynym warunkiem wymaganym do utrzymywania sygnału wyjściowego regulatora z opisu patentowego USA Nr 3 329 313 jest jednak czas gdy sygnał reprezentujący ciężar materiału w leju zostaje zmniejszony poniżej określonego poziomu przełączania, na przykład poniżej wartości zerowej w opisywanym przykładzie. W takim przypadku nachylenie krzywej 140 może być różne w szerokich granicach przy przechodzeniu przez poziom przełączania,

Jeżeli krzywa 140 ma na poziomie przełączania jeden ze swych ekstremalnych punktów 141, nachylenie krzywej w tym punkcie jest takie jak nachylenie przebiegu pokazanego na fig. 2 linią 142. W takim przypadku wartość sygnału wyjściowego regulatora daje najdokładniejsze regulowanie prędkości dopełniania leja 16, gdyż pochodna dV/dt różnicy krzywych 140 i 142 jest stała i równa chwilowej prędkości dopełniania.

Jeżeli krzywa 140 w punkcie przełączania wzrasta lub maleje w stosunku do linii 142, nachylenie krzywej 140 jest inne niż żądana prędkość podawania materiału i w wyniku sygnał wyjściowy regulatora ma wartość, która nie daje optymalnego przebiegu korekcji w czasie dopełniania leja 16.

Urządzenie według wynalazku pokonuje tę trudność przez to, że do przełączenia konieczne jest spełnienie dwóch warunków, aby zapewnić utrzymywanie sygnału E_5 na stałym poziomie. Jednym warunkiem jest to, że sygnał E_1 maleje do określonego poziomu. Drugi warunek polega na tym, by pochodna sygnału E_4 czyli dE_4/dt była równa zeru.

Obwód elektryczny do sprawdzania istnienia drugiego warunku zawiera obwód różniczkujący 146. Obwód ten może być dowolnego znanego typu. W przykładowym rozwiązaniu zastosowano wzmacniacz operacyjny 148, którego wejście odwracające fazę jest sprzężone reaktancyjnie przez kondensator 150 z obwodem wyjściowym wzmacniacza 66. Wejście nieodwracające fazy wzmacniacza 148 jest zwarte do ziemi a opornik 152, regulujący wzmocnienie, umieszczony w pętli sprzężenia zwrotnego jest włączony pomiędzy wejście odwracające fazę a wyjście tego wzmacniacza.

Sygnał wyjściowy E_5 obwodu różniczkującego 146 jest równy $R_2 \cdot C_2 \cdot dE_4/dt$, gdzie R_2 i C_2 są wartościami oporności opornika 152 i pojemności kondensatora 150.

Obwód wyjściowy wzmacniacza 148 jest połączony przez opornik 153 z odwracającym fazę wejściem sterującego przekaźnika wzmacniacza operacyjnego 154. Nieodwracające fazy wejście wzmacniacza 154 jest uziemione a opornik 156 sprzężenia zwrotnego jest włączony pomiędzy odwracające fazę wejście a wyjście tego wzmacniacza. Równolegle z opornikiem 156 włączone są szeregowo połączone diody Zenera 158 i 160 są połączone odpowiednio z odwracającym fazę wejściem wzmacniacza 154 i z wyjściem tego wzmacniacza. Przekaźnik CR4, sterowany przez wzmacniacz 154 ma swe uzwojenie włączone pomiędzy ziemię a wyjście wzmacniacza 154.

Gdy ciężar materiału w leju 16 jest większy od dolnej wartości potrzebnej do pobudzenia przekaźnika CR2 i gdy materiał jest odprowadzany z leja na skutek zasilenia uzwojenia 48, przekaźniki CR1, CR2 i CR3 odpadają po zakończeniu cyklu dopełniania leja. W tym stanie zsuwnia 46 drga w celu odprowadzania materiału z leja 16 a przekaźnik CR4 jest lub nie jest przyciągnięty zależnie od wartości sygnału E_5 .

W tych warunkach wejście wzmacniacza 80 jest połączone z potencjometrem 72 i jest odłączone od wyjścia filtra 64. Ponieważ kondensator 84 w po-

przednim cyklu dopełniania został naładowany do wartości sygnału E_1 , sygnał E_3 zaczyna się od wartości równoważnej ciężarowi materiału w leju 16 i zmienia się z prędkością określoną przez nastawienie suwaka 74. Wzmacniacz 66, który w sposób ciągły porównuje sygnały E_1 i E_3 , natychmiast detekuje błąd pomiędzy sygnałem E_1 a sygnałem E_3 i wskazując na przykład, że w leju 16 jest ciężar większy niż przedstawiony przez sygnał E_3 . Sygnał błędny E_4 staje się zatem ujemny o wartości proporcjonalnej do zamierzonej różnicy między sygnałami E_1 i E_3 i ten sygnał błędny jest przyłożony na wejście regulatora 68. Regulator 68 reaguje na ten sygnał błędny, zwiększając korekcyjny sygnał E_5 , który powoduje odpowiednie zwiększenie amplitudy wibracji wytwarzanych przez podajnik 44 w celu odprowadzania materiału z leja 16 ze zwiększoną prędkością.

Prędkość odprowadzania materiału z leja 16 nadal wzrasta wraz ze zmniejszaniem się ciężaru w leju i w rezultacie mierzona różnica sygnałów E_1 i E_3 maleje do zera. W tym etapie prędkość odprowadzania materiału jeszcze wzrasta dzięki działaniu regulatora 68. Na skutek tego wartość sygnału E_3 staje się nieco większa niż sygnału E_1 , powodując zmianę biegunowości sygnału E_4 . Regulator 68 w odpowiedzi na nieco nadmierną prędkość odprowadzania materiału z leja odpowiednio zmniejsza sygnał E_5 . Amplituda wibracji wytwarzanych przez podajnik 44 w wyniku tego maleje, przez co zostaje zmniejszona prędkość podawania materiału przez zsuwnię 46. W ten sposób sygnał E_1 oscyluje wokół sygnału E_3 jak pokazano na fig. 3. Należy jednak pamiętać, że w czasie działania urządzenia odchylenie sygnału E_1 od sygnału E_3 jest bardzo małe a na fig. 3 jest celowo zwiększone dla lepszej czytelności rysunku.

Podajnik 44 odprowadza materiał z leja 16 z kontrolowaną zasadniczo stałą prędkością aż sygnał E_1 przejdzie przez wartość zerową i zaczyna być ujemny. W takim przypadku, pokazując, że nastąpiło określone zmniejszenie ilości materiału w leju 16 dioda 110 przestaje przewodzić i zostaje spolaryzowana zaporowo. Napięcie wyjściowe wzmacniacza 108 gwałtownie narasta do punktu Zenera diody 110 wytwarzając napięcie wystarczające do pobudzenia przekaźnika CR2.

Pobudzenie przekaźnika CR2, jak pokazano na fig. 2a, powoduje zwarcie normalnie rozwartego zestyku CR2-1. W rezultacie, obwód wzbudzenia przekaźnika CR5 jest zestawiony tylko wtedy, gdy normalnie zwarty zestyk CR3-1 przekaźnika CR3 i normalnie zwarty zestyk CR4-1 przekaźnika CR4 są zwarte. Jak pokazano na rysunku przekaźnika CR5 włączony jest szeregowo z zestykami CR3-1, CR2-1 i CR4-1 pomiędzy dodatni zacisk prostownika 130 a ziemię.

Zestyk CR3-1 jest zwarty, gdyż dioda 116 przewodzi. Zestyk CR4-1 jest lub nie jest zwarty w chwili gdy sygnał E_1 maleje do poziomu pobudzenia przekaźnika CR2.

Stan przekaźnika CR4 a zatem i zestyku CR4-1 zależy od sygnału E_5 , który jest pochodną mierzonej różnicy sygnałów E_1 i E_3 i jest zatem miarą nachylenia krzywej 140. Gdy nachylenie krzywej 140 nie

jest równe nachyleniu sygnału E_3 , sygnał E_9 ma wartość dodatnią lub wartość ujemną zależnie od kierunku nachylenia krzywej 140.

Jeżeli sygnał E_9 jest dodatni dioda 158 jest spolaryzowana zaporowo a dioda 160 przewodzi. Powoduje to, że napięcie wyjściowe wzmacniacza ma wartość ujemną, równą sumie napięcia Zenera diody Zenera 158 i spadku napięcia na przewodzącej diodzie Zenera 160. Przekaznik CR4, który jest przekaznikiem niepolaryzowanym prądu stałego w wyniku przyłożenia takiego napięcia, na przykład 10,5 V, zadziała. Gdy przekaznik CR4 jest przyciągnięty, zestyk CR4-1 jest rozarty, uniemożliwiając zadziałanie przekazywnika CR5 nawet jeśli przekaznik CR2 jest przyciągnięty.

Gdy sygnał E_9 jest ujemny, dioda 160 jest spolaryzowana zaporowo a dioda 158 przewodzi. Powoduje to, że napięcie wyjściowe wzmacniacza ma wartość dodatnią i jest równe sumie napięcia Zenera diody Zenera 160 i spadku napięcia na przewodzącej diodzie Zenera 158. W wyniku przyłożenia takiego napięcia, na przykład 10,5 V, przekaznik CR4 zadziała. Zestyk CR4-1 zostaje zatem rozarty uniemożliwiając zadziałanie przekazywnika CR5.

Przekaznik CR5 musi być pobudzony w celu rozpoczęcia dostarczania materiału do lejka 16 i zwarcia regulatora 68 tak, by utrzymywał wartość sygnału E_5 na poziomie istniejącym bezpośrednio przed przełączeniem. Czulość przekazywnika R4 jest ustalona przez opornik 156, włączony w obwód sprzężenia zwrotnego w celu zmniejszenia wzmocnienia zamkniętej pętli wzmacniacza 154, gdy jedna lub obie diody 158, 160 nie przewodzą. Aby pobudzić przekaznik CR4 napięcie wejściowe musi być większe niż wtedy gdy nie ma opornika.

Z powyższego wynika, że gdy nachylenie krzywej 140 nie jest równe nachyleniu linii 142, aby spowodować by sygnał E_9 stał się albo dodatni albo ujemny, przekaznik CR4 zadziała, uniemożliwiając zadziałanie przekazywnika CR5. Jeśli jednak nachylenie krzywej 140 jest równe nachyleniu linii 142 sygnał E_9 dąży do zera. W wyniku sygnał na wyjściu wzmacniacza 154 jest równy zeru i przekaznik CR4 nie zadziała.

Gdy przekaznik CR4 jest w stanie spoczynku zestyk CR4-1 jest zwarty i tworzy obwód wzbudzenia przekazywnika CR5 jeśli przekaznik CR2 jest przyciągnięty i zestyk CR2-1 jest przyciągnięty i zestyk CR2-1 jest zwarty. Wynika stąd, że przekaznik CR5 jest przyciągnięty tylko wtedy gdy sygnał E_1 ma leje do poziomu określającego początek dopełniania i gdy pochodna mierzonej różnicy sygnałów E_1 i E_3 jest równa zeru. Jeśli w chwili gdy sygnał E_1 przekracza próg pobudzenia przekazywnika CR2, krzywa 140 nie ma punktu ekstremalnego pobudzenia przekazywnika CR5 i nastąpi gdy po przejściu sygnału E_1 przez poziom progowy pierwszy punkt ekstremalny przechodzi przez ten poziom.

Pobudzenie przekazywnika CR5 zawiera oba normalnie rozarte zestyki CR5-1 i CR5-2. Zestyk CR5-1 jest równoległy do zestyków CR2-1 i CR4-1, tworząc obwód podtrzymywania przekazywnika CR5 w stanie przyciągniętym nawet gdy zestyki CR2-1 i CR5-1 rozewrą się. Przez zwarcie zestyku CR5-2, obwód zostaje zamknięty przez normalnie zwarty

zestyk T1-1 przekazywnika czasowego T1 o dużym czasie przyciągania w celu pobudzenia przekazywnika CR1-3.

Pobudzenie przekazywnika CR1 powoduje zwarcie zestyku CR1-3, rozwarcie zestyków CR1-1 i CR1-2 i zwarcie dwóch dodatkowych, normalnie rozartych zestyków CR1-4 i CR1-5. Zestyk CR1-4 jest równoległy do zestyku CR5-2 w celu podtrzymania przekazywnika CR1 po rozwarciu zestyku CR5-2. Normalnie zwarty zestyk CR7-3 przekazywnika CR7 i normalnie zwarty zestyk CR8-2 przekazywnika CR8 włączone są w obwód podtrzymania przekazywnika CR1 szeregowo z zestykiem CR1-4. Przekaznik CR7 jest jednak w stanie nieprzyciągniętym z wyjątkiem przypadku, gdy trzeba selektywnie zmienić prędkość podawania materiału.

Po zwarciu zestyku CR1-5, elektromagnes 51 jest zasilany przez normalnie zwarty zestyk CR3-2 przekazywnika CR3, normalnie zwarty zestyk CR8-3 przekazywnika CR8 i normalnie zwarty zestyk CR7-2 przekazywnika CR7. Elektromagnes 51 jest połączony funkcjonalnie z przesłoną 42 i otwiera ją umożliwiając przepływ materiału z zasobnika 40 w lej 16.

Przez rozwarcie zestyku CR1-1 suwak 74 zostaje odłączony od wzmacniacza 80 a przez zwarcie zestyku CR1-3 wzmacniacz 80 zostaje zamieniony we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym i przyłączony do wyjścia filtru 64. W wyniku tego, sygnał E_8 zamieniony zostaje sygnałem E_1 , a wzmacniacz 80, dzięki temu, że został zamieniony we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym, przenosi sygnał E_1 gdy lej 16 jest napełniany materiałem z zasobnika 40.

W wyniku opisanego wyżej przełączenia, sygnał E_4 , przedstawiający mierzoną różnicę między sygnałami E_1 i E_3 staje się równy zeru. Na skutek tego występuje niewielka zmiana napięcia przyłożonego na wejście regulatora 68. Stan ten istnieje również w obwodzie sterowania opisanym w patencie USA Nr 3 329 313 i powoduje w nim niepożądaną, stopniową reakcję napięcia wyjściowego regulatora.

W obwodzie według wynalazku zapobiega się temu przez rozwarcie zestyku CR1-2 gdy przekaznik CR1 puszcza, przełączając układ na przenoszenie sygnału i włączając cykl dopełniania lejka. Przez rozwarcie zestyku CR1-2, obwód wejściowy wzmacniacza 88 zostaje odłączony od oporników 94, 96 i 102, kondensatora 104 i wzmacniacza 86. Gdyby z regulatora 68 usunąć zestyk CR1-2, w sygnale E_5 pojawiłaby się składowa zmienna na skutek różniczkującego działania kondensatora 104.

W obwodzie według wynalazku wzmacniacz 88 zostaje jednak odłączony od kondensatora 104 w czasie dokonywania przełączenia w celu spowodowania by integrator 70 przenosił sygnał E_1 . Napięcie przyłożone na odwracające fazę wejście wzmacniacza 88 pochodzi zatem z kondensatora 98 w momencie pobudzenia przekazywnika CR1. Niezależnie od skokowej zmiany sygnału E_4 w sygnale E_5 nie ma zatem żadnej skokowej zmiany i napięcie tego sygnału jest utrzymywane na wartości, jaką miało w momencie pobudzenia przekazywnika CR1 w celu zmniejszenia napięcia sygnału E_4 do zera.

Z powyższego wynika, że regulator 68 nie może

wytwarzać stałej wartości sygnału E_5 dla cyklu dopełniania chyba, że pochodna mierzonej różnicy sygnałów E_1 i E_3 wynosi zero. Stała wartość sygnału E_5 daje zatem optymalne działanie korekcyjne w czasie cyklu dopełniania, ponieważ jest ona odpowiednikiem sygnału błędu, gdy stwierdzona przez czujniki obciążenia prędkość odprowadzania materiału z leja 16 ma żadaną wartość.

Przy dostarczaniu materiału do leja 16 podczas cyklu dopełniania, sygnał E_1 wzrasta i jak tylko stanie się dodatni, dioda 110 ponownie zostaje spolaryzowana w kierunku przewodzenia aby uzyskać puszczenie przełącznika CR2. Zestyk CR2-1 zostaje zatem rozarty lecz przełącznik CR5 pozostaje przeciągnięty gdyż zestyk CR5-1 jest zwarty.

Gdy ciężar materiału dostarczonego do leja 16 osiąga górny poziom określony przez nastawienie potencjometru 124, algebraiczne sumowanie napięć przyłożonych do węzła 118 daje wynik dodatni. Napięcie to powoduje zaporowe spolaryzowanie diody 116. Na skutek tego przełącznik CR3 zostaje pobudzony i rozwiera normalnie zwarte zestyki CR3-1 i CR3-2 i zwraca normalnie rozarty zestyk CR3-3.

Na skutek rozwarcia zestyku CR3-2, elektromagnes 51 nie działa i przesłona 42 zostaje zamknięta przerywając dostarczanie materiału do leja 16. Na tym kończy się cykl dopełniania leja.

Na skutek rozwarcia zestyku CR3-1, przełącznik CR5 puszcza rozwierając zestyki CR5-1 i CR5-2. W wyniku rozwarcia zestyku CR5-1 zostaje rozłączony obwód podtrzymania przełącznika CR5. Przełącznik CR1 nie puszcza gdy zestyk CR5-2 rozwiera się gdyż w tym etapie obwód wzbudzenia przełącznika CR1 jest zamknięty przez zestyki T-1 i CR1-4.

Na skutek zwarcia zestyku CR3-3 zostaje zamknięty obwód pobudzania przełącznika czasowego T1. Po krótkim opóźnieniu, przeznaczonym na uzyskanie stanu ustalonego, przełącznik czasowy T1 rozwiera zestyk T1-1. W wyniku tego przełącznik CR1 puszcza zwracając zestyki CR1-1 i CR1-2 i rozwierając zestyki CR1-3, CR1-4 i CR1-5.

Na skutek rozwarcia zestyku CR1-3 i zwarcia zestyku CR1-1 na integrator 70 jest przyłożony sygnał odniesienia E_5 zamiast sygnału E_1 i integrator 70 działa całkując wytwarzając sygnał E_5 . Przez rozwarcie zestyku CR1-5 obwód zasilania elektromagnesu 51 nie może być zamknięty na skutek zwarcia zestyku CR3-2. Rozwarcie zestyku CR1-4 rozłącza obwód podtrzymania przełącznika CR1.

Na skutek zwarcia zestyku CR1-2 obwód wejściowy wzmacniacza 88 zostaje ponownie przyłączony do wspólnego punktu opornika 96 i kondensatora 104 a regulator 68 działa w sposób poprzednio opisany. Prędkość odprowadzania materiału z leja 16 jest zatem ponownie pod kontrolą mierzonej różnicy sygnałów E_1 i E_3 a ponieważ materiał nie jest już podawany do leja 16, sygnał E_1 maleje.

Pomiędzy czasem pobudzenia przełącznika CR3, w celu zakończenia cyklu dopełniania, i czasem całkowitego zamknięcia przesłony 42 w celu całkowitego przerwania dostarczania materiału do leja 16, jest niewielkie opóźnienie. Na skutek tego sygnał E_1 wzrasta nieco ponad poziom napięcia, przy którym przełącznik CR3 zostaje przyciągnięty. Kiedy przepływ materiału do leja 16 jest całkowi-

cie zakończony, sygnał E_1 zaczyna maleć w sposób poprzednio opisany.

Początkowy spadek sygnału E_1 powoduje, że algebraiczna suma sygnałów E_1 i E_7 staje się ponownie ujemna na skutek czego dioda 116 jest ponownie spolaryzowana w kierunku przewodzenia w celu uzyskania puszczenia przełącznika CR3. Na skutek puszczenia CR3 rozwiera zestyk CR3-3 wyłączając przełącznik czasowy T1 i zwraca zestyki CR3-1 i CR3-2, przygotowując obwód do następnego cyklu dopełniania. W opisany sposób podczas i pomiędzy cyklami dopełniania utrzymywane jest kontrolowane odprowadzanie materiału z leja 16.

W obwodzie ujawnionym w opisie patentowym USA Nr 3 329 313, regulator nie reaguje natychmiast na nagłą zmianę punktu włączania potencjometru przyłączonego do wejścia obwodu całkującego. Zamiast tego występuje opóźnienie, które może trwać zależnie od wartości elementów obwodu do około 30 sekund zanim sygnał wyjściowy regulatora osiągnie taką wartość aby skorygować prędkość podawania materiału tak by odpowiadała wybranej, nowej prędkości.

Urządzenie według wynalazku zapobiega wystąpieniu takiego błędu w prędkości podawania materiału przez zastosowanie przełącznika 170 (fig. 2a), który jest zwierany gdy trzeba zmienić nastawienie suwaka 74. Na skutek zwarcia przełącznika 170 zamknięty zostaje obwód przez diodę 172 aby pobudzić przełącznik CR1 i drugi obwód przez diodę 174 aby pobudzić przełącznik CR7.

W wyniku przyciągnięcia przełącznika CR1 zestyki CR1-1 i CR1-2 zostają rozwarne a zestyki CR1-3, CR1-4 i CR1-5 zwarte. Na skutek przyciągnięcia przełącznika CR7 normalnie rozarty zestyk CR7-1 (fig. 2) zostaje zwarty a normalnie zwarte zestyki CR7-2 i CR7-3 rozwierają się.

Na skutek rozwarcia zestyku CR1-2 i zwarcia zestyku CR7-1 odwracające fazę wejście wzmacniacza 88 zostaje odłączone od punktu połączenia opornika 96 i kondensatora 104 i przyłączone przez opornik 178 do wyjścia wtórnika 76. Na skutek tego sygnał E_5 zostaje zastąpiony napięciem potencjometru, oznaczonym jako sygnał E_5 .

Jak pokazano na fig. 2, opornik 178 ma swe wyprowadzenie połączone z wyjściem wtórnika 76 i z węzłem 180. Opornik 182 jest włączony pomiędzy węzeł 180 a wyjście wzmacniacza 88. Węzeł 180 jest połączony przez zestyk CR7-1 z odwracającym fazę wejściem wzmacniacza 88 tak, że gałąź zawierająca opornik 182, połączony szeregowo z zestykiem CR7-1 jest połączona równolegle z kondensatorem 98. Wartości oporników 178 i 180 są równe aby móc uzyskać jednostkowe wzmocnienie wzmacniacza 88 gdy zestyk CR7-1 jest zwarty.

Na skutek zwarcia wyłącznika 170, kondensator 98 jest zatem ładowany przez sygnał E_5 i na wyjściu wzmacniacza 88 pojawia się sygnał E_5 dzięki włączeniu opornika 182 w pętlę sprzężenia zwrotnego równolegle z kondensatorem 98. Ustawienie suwaka 74 może zostać teraz zmienione w celu ustawienia nowej prędkości podawania i reakcja sygnału E_5 na taką zmianę będzie natychmiastowa. W konsekwencji, nie ma opóźnień, podczas któ-

rego prędkość podawania nie odzwierciedla nowego ustawienia potencjometru 72.

Oprócz zmiany wzmacniacza 58 we wzmacniacz o jednostkowym wzmocnieniu i spowodowania by przerosł on napięcie suwaka potencjometru 72, zwarcie wyłącznika 170 zamienia również integrator 70 we wzmacniacz o wzmocnieniu jednostkowym i powoduje, że przerosł on sygnał E_1 dzięki zadziałaniu przełącznika CR1 i rozwarciu zestyku CR1-1 oraz zwarcia zestyku CR1-3. Na skutek tego, nowy sygnał E_3 , wytwarzany przez integrator 70 po przyłączeniu go ponownie do potencjometru 72 zaczyna się od napięcia równoważnego napięcia sygnału E_1 .

Na skutek rozwarcia zestyku CR7-2 w wyniku zadziałania przełącznika CR7, elektromagnes 51 nie może zostać zasilony w celu otworzenia przesłony 42 gdy wyłącznik 170 jest zwarty. Na skutek rozwarcia zestyku CR7-3 przełącznik CR1 nie może zadziałać i pozostaje w stanie spoczynku gdy zostaje następnie rozwarci wyłącznik 170.

Po zwarcia wyłącznika 170 regulowany jest potencjometr 72 w celu ustawienia nowej prędkości podawania. Wyłącznik 170 zostaje następnie rozwarci w celu uzyskania puszczenia przełączników CR1 i CR7 i obwód sterowania 60 działa sterując prędkość podawania materiału zgodnie z nowym nastawieniem potencjometru.

Aby zapewnić by sygnał E_3 rozpoczynał się od napięcia równoważnego sygnałowi E_1 , gdy rozpoczyna się działanie podajnika, przewidziany jest obwód pobudzania przełącznika CR1 przez normalnie rozwarci zestyk CR8-1 przełącznika CR8. Przełącznik CR8 jest zasilany przez zestyk 196 dwubiegunowego przełącznika 195. Drugi zestyk (fig. 2) przełącznika 195 po włączeniu powoduje zasilanie uzwojenia 48 przez podłączenie go do prostownika 130. Przy wyłączeniu przełącznika 195, przerywa obwód zasilania uzwojenia 48 i zamyka obwód pobudzenia przełącznika CR8. Po przyciągnięciu przełącznika CR8 ma zestyk CR8-1 zwarty, przez co utworzony jest obwód pobudzenia przełącznika CR1 przez zestyk TI-1. Zestyk CR1-1 zostaje zatem otwarty a zestyk CR1-3 zostaje zwarty. Kondensator 84 jest ładowany napięciem sygnału E_1 po odłączeniu zasilania od podajnika.

Zestyk CR8-2, który jest połączony szeregowo z zestykami CR1-4 i CR7-3, rozwiera się gdy przełącznik CR8 zostaje pobudzony w celu uniemożliwienia zestawienia obwodu podtrzymania przełącznika CR1 przez zestyk CR1-4. Zwykle zwarty zestyk CR8-3, połączony szeregowo z zestykami CR3-2, CR1-5, CR7-2 i elektromagnesem 51 zostaje rozwarci gdy przełącznik CR8 zostaje pobudzony w celu uniemożliwienia działania elektromagnesu 51, gdy zestyk CR1-5 zostaje zwarty na skutek zadziałania przełącznika CR1.

Działanie podajnika zaczyna się w momencie włączenia przełącznika 195, przez co uzwojenie 48 zostaje zasilone przez zestyk 196 a przełącznik CR8 puszcza. Puszczenie przełącznika CR8 powoduje puszczenie przełącznika CR1 i zwarcie zestyku CR1-1 oraz rozwarci zestyku CR1-3. Integrator 70 pracuje z sygnałem E_3 z suwaka potencjometru 72 jako swym sygnałem wejściowym. Ponieważ kondensa-

tor 84 został naładowany gdy podajnik był wyłączony, sygnał E_3 rozpoczyna się od wartości równoważnej lejowi 16 i zmienia prędkość określoną przez ustawienie suwaka 74.

Powyższy obwód sterowania prędkości podawania może być również zastosowany do sterowania mierzonych zmiennych innych niż prędkość podawania materiału, na przykład temperatury. Obwód sterowania według wynalazku może być również zastosowany do sterowania zmiennych warunków, na przykład prędkości przesuwania elektrody lub pieca elektrycznego.

Na fig. 4 przedstawiono typowy układ do ciągłego sprowadzania mieszanki w którym zastosowano podajnik 203 z fig. 1 oraz dwa dodatkowe podajniki 201 i 202 z których każdy jest przeznaczony do dostarczania różnych materiałów do wspólnego zbiornika.

Podajniki 201 i 202 są przy tym takie same jak pokazano na fig. 1 i 2 i wraz z podajnikiem 203 dostarczają swe materiały z dobranymi niezależnie od siebie stałymi prędkościami. Indeksami a i b przy takich samych oznaczeniach cyfrowych zaznaczono takie same elementy podajników 201 i 202.

W układzie ciągłego mieszania powyższego typu trzeba czasami regulować prędkość wytwarzania mieszaniny materiałów bez zmieniania wybranego poprzednio stosunku prędkości dopływu poszczególnych materiałów. Można to wykonać przez oddzielne regulowanie prędkości za pomocą przesławienia potencjometrów w każdym z podajników tak, aby proporcjonalnie zwiększyć lub zmniejszyć prędkość podawania każdego materiału. Takie wielokrotne nastawianie jest jednak czasochłonne i jest stosunkowo dość skomplikowane. Ponadto występuje niedogodność kolejnego wykonywania regulacji prędkości ponieważ w czasie wykonywania regulacji proporcje materiałów w mieszance będą niewłaściwe. W ten sposób uzyskano możliwość łatwej i szybkiej zmiany prędkości wytwarzania mieszaniny.

Jednoczesna zmiana prędkości podawania materiałów potrzebna jest oczywiście w układach, w których wszystkie podajniki układu dostarczają materiały do wspólnego zbiornika w odróżnieniu od układów w których podajniki są na przykład ustawione w rzędzie i dostarczają materiały do różnych miejsc przenośnika taśmowego.

Elementy składowe układu z fig. 2 są tak dobrane, że można łatwo montować układ na płytkach z obwodami drukowanymi. Przykładowo, wzmacniacze 108 i 114 wraz z diodami 110 i 116 opornikami 112, 120 i 126 mogą być połączone na jednej płytce. Filtr 64, wzmacniacz 62, wzmacniacz 214 i wtórnik 76 mogą być wykonane na oddzielnych płytkach. Integrator 70 może być wykonany na jeszcze innej płytce, podobnie jak wzmacniacz 66, regulator 68, i obwód różniczkujący 146. W końcu oddzielną płytkę mogą zajmować wzmacniacz 154, opornik 156 i diody 158, 160.

W urządzeniu według wynalazku uniemożliwiono wystąpienie tej wady przez zastosowanie głównego potencjometru 210 (fig. 2). Skrajne wyprowadzenia potencjometru 210 są połączone jedno z ziemią a drugie przez opornik 212 z ujemnym zacis-

kiem prostownika 130. Suwak potencjometru 210 jest przyłączony do nieodwracającego fazy wejścia wtórника 214.

Jak pokazano na fig. 2 jedno wyprowadzenie skrajne potencjometru 72 połączone jest z obwodem wyjściowym wtórника 214 a drugie wyprowadzenie jest zwarte do ziemi. Odpowiednie potencjometry podajników 201 i 202 są na fig. 2 oznaczone odpowiednio 72a i 72b. Wyprowadzenia skrajne każdego z potencjometrów 72a i 72b są połączone jedno z ziemią a drugie z wyjściem wtórника napięciowego 214, podobnie jak potencjometr 72.

Przez regulację potencjometru 210 zmienia się proporcjonalnie i jednocześnie napięcie na potencjometrach 72, 72a, 72b. W związku z tym jest oczywiste, że napięcia przyłożone na te potencjometry są równe i proporcjonalne do napięcia na suwaku potencjometru 210. Przez przestawienie potencjometru 210 zmieniają się proporcjonalnie nachylenia sygnałów E_s podajników 201—203, przez co wszystkie prędkości podawania materiałów są jednocześnie odpowiednio zmieniane.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do podawania materiałów ze sterowaną prędkością, zawierające zespół podajnikowy, regulator drgań, zasobnik oraz obwód elektryczny sterujący układem, **znamienny tym**, że ma regulator (146, CR4, 108, CR2) uruchamiający przesłone (42) dla dopełnienia zasobnika (16) wówczas

gdy zmiana sygnału wagi staje się równa zmianie sygnału odniesienia podczas opróżniania lub po opróżnianiu zasobnika (16) z zadanej ilości materiału, przy czym podczas uzupełniania zasobnika regulator (146, CR4, 108, CR2) utrzymuje sygnał błędu na poziomie jaki istnieje w momencie gdy zmiana sygnału wagi jest równa zmianie sygnału odniesienia.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że regulator uruchamiający przesłone (42) zawiera obwód różniczkujący (146) zasilany sygnałem sumy algebraicznej sygnału odniesienia i sygnału wagi, przy czym wyjście obwodu połączone jest z przełącznikiem (CR4) uruchamiającym regulator wówczas gdy sygnał wyjścia osiąga wartość 0.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zawiera wzmacniacz (88), którego wyjście połączone jest z podajnikiem a pomiędzy wejściem (66) wzmacniacza a obwodem wytwarzającym sygnał umieszczony jest przełącznik (CR1), który łączy wzmacniacz odłączony od obwodu sterującego w chwili gdy zasobnik zostanie dopełniony.

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ma integrator (70) połączony z wtórnikiem (76), przy czym integrator (70) i czujnik obciążenia (58) są połączone ze wzmacniaczem tak, że sygnał regulacji jest uzależniony od sygnału odniesienia i sygnału wagi a przełączniki (CR7, CR1) włączane niezależnie odłączają wzmacniacz od obwodu i łączą wzmacniacz z wtórnikiem (76).

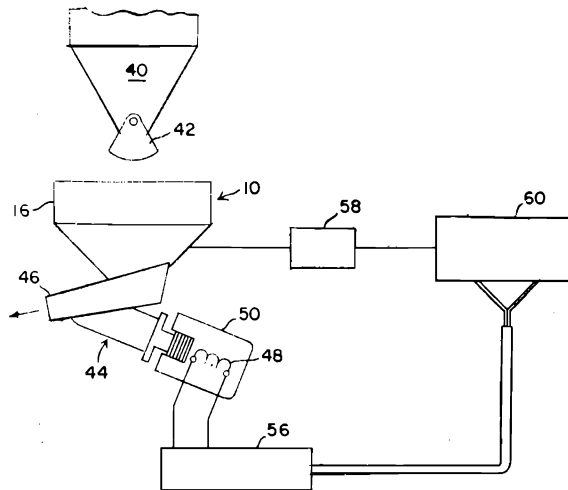


Fig. 1

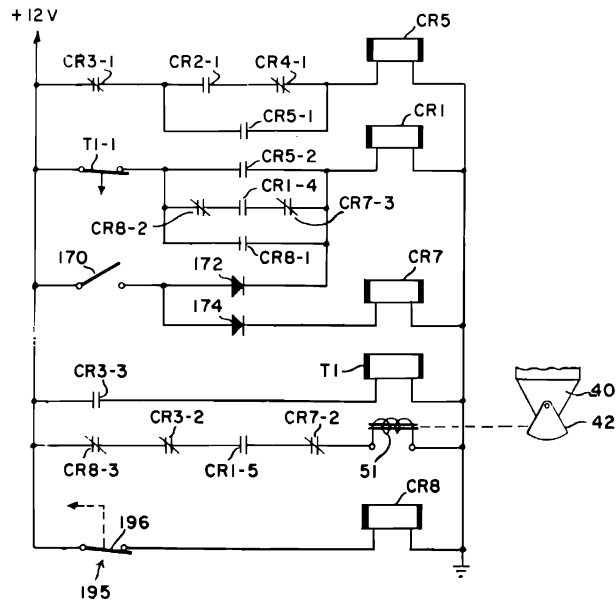


Fig. 2A

