



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 80. 05. 29 (P. 224589)

Pierwszeństwo: 79. 05. 29 Węgry

Zgłoszenie ogłoszono: 81. 02. 27

Opis patentowy opublikowano: 1987 02 25

Int. Cl.<sup>8</sup>

B66C 23/90

B66C 15/00

Twórcy wynalazku: Zoltán Avar, Lajos Salavecz, István Lendvai

Uprawniony z patentu: Epatögepgyárto Vállalat, Budapest (Węgry)

## Sposób i układ zabezpieczania dźwigu przed przeciążeniem

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ zabezpieczania dźwigu przed przeciążeniem.

W przypadku dźwigów, zwłaszcza żurawi normy przewidują stosowanie zabezpieczenia przeciążeniowego, za pomocą którego chce się zapobiegać przeciążeniu maszyn lub wypadkom.

Znanych jest kilka sposobów zabezpieczania przeciążeniowego, z których większość polega na mierzeniu siły w linie dźwigu. Siła w linie zwiększa się przy podnoszeniu w znany sposób stopniowo, w przybliżeniu liniowo, a po oddzieleniu od ziemi siła w linie podlega drganiom tłumionym ze stałą czasu zależną od parametrów sprężystości liny, od konstrukcji dźwigu i od masy podnoszonego ciężaru, przy czym drgania nakładają się na sumę ciężaru podnoszonego ładunku i siły przyspieszenia. Przy zabezpieczeniu przeciążeniowym problem stanowi dokładne określenie granic zabezpieczenia.

Może mianowicie wystąpić przypadek, że szczyty drgań siły przy podnoszeniu dopuszczalnego ładunku wzrosną powyżej 100% obciążenia. W takich przypadkach, jeżeli wyzwolenie zabezpieczenia przeciążeniowego nie nastąpi zbyt wcześnie, aby nie za bardzo zmniejszyć skuteczną wydajność dźwigu w stosunku do zmierzonej mocy, zabezpieczenie przeciążeniowe włącza się nie przy dopuszczalnej sile maksymalnej lecz przy przeciążeniu 110—120%. Rozwiązanie takie nie uniemożliwia jednak podnoszenia ładunków większych niż do-

2

puszczalne, albo działa tylko wtedy, gdy zaistnieje już zwiększone niebezpieczeństwo wypadku lub nadmierne obciążenie konstrukcji.

W nowoczesnych urządzeniach zabezpieczenia przeciążeniowego problem drgań siły w linie próbowano zlikwidować przez to, że zabezpieczenie po osiągnięciu obciążenia nominalnego włącza się z opóźnieniem, jeżeli przeciążenie jeszcze nadal istnieje. Prawidłowe określenie czasu opóźnienia jest tu problematyczne. Czas opóźnienia należy z jednej strony wybierać tak długi, aby podczas tego opóźnienia drgania już wygasły, a z drugiej strony czas opóźnienia powinien być możliwie krótki, aby można było jeszcze uniknąć powstawania niebezpiecznych dla dźwigów przeciążeń przy podnoszeniu nadmiernych ładunków.

Aby móc zlikwidować niebezpieczeństwo wypadku w rozwiązaniach tych drugi obwód alarmowy włącza się przy osiągnięciu przeciążenia około 140%. Obwód ten włącza zabezpieczenie niezależnie od poprzednich warunków. Rozwiązanie takie opisano w węgierskim opisie patentowym nr 170 267. Spełnienie obu tych przeciwstawnych warunków dla czasu opóźnienia możliwe jest tylko przy kompromisie, a więc podnoszenie ładunków z przeciążeniem 100—140% nie jest z całą pewnością uniemożliwione. Ponadto zabezpieczenie działa zbyt późno, co może spowodować nadmierne obciążenie konstrukcji i zwiększone niebezpieczeństwo wypadku.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie sposobu zapobiegania przeciążeniu dźwigu, który zdolny jest do określenia charakteru przeciążenia (nadmierny ciężar lub normalne drgania) i może dawać zabezpieczenie przy przeciążeniach tylko nieznacznie przewyższających obciążenie 100%.

Zadaniem wynalazku jest również opracowanie takiego układu połączeń do przeprowadzania tego sposobu, który by można było łatwo zrealizować przy zastosowaniu zespołu siłomierzy z niewielkimi kosztami układu.

W celu rozwiązania postawionego zadania przyjęto, że oprócz mierzenia siły należy również stale określać pochodną wyrażającą zmianę siły w czasie. Zabezpieczenie powinno być włączane po osiągnięciu zadanego obciążenia nominalnego zależnie od tego jak zachowuje się wartość pochodnej przy osiąganiu zadanego (na przykład 5%) przeciążenia w porównaniu do pochodnej mierzonej przy obciążeniu nominalnym. Jeżeli pochodna przy zadanym przeciążeniu jest mniejsza niż pochodna odpowiadająca korzystnie 95% wartości obciążenia nominalnego, wtedy znaczy to, że obciążenie znajduje się jeszcze w dopuszczalnych granicach i zabezpieczenie nie powinno być wyzwalane. Kiedy pochodna przy osiągnięciu przeciążenia jest większa niż podana wartość progowa, oznacza to przeciążenie i zabezpieczenie powinno zostać wyzwołane.

Według wynalazku opracowano sposób zapobiegania powstawaniu przeciążenia. Według tego sposobu wytwarza się sygnały proporcjonalne do siły w linii, które porównuje się z pierwszą wartością progową odpowiadającą 100% obciążeniu i z drugą wartością progową odpowiadającą zadanemu przeciążeniu. Według wynalazku wytwarza się pochodną elektrycznego sygnału siły w linii względem czasu, pochodną tę zapamiętuje się przy osiągnięciu pierwszej wartości progowej, a kiedy sygnał elektryczny siły w linii osiągnie drugą wartość progową, wtedy pochodną sygnału siły w linii istniejącą w tym momencie czasu porównuje się z zapamiętaną wartością pochodnej i wytwarza się sygnał zabezpieczenia, jeżeli sygnał pochodnej przy osiągnięciu drugiej wartości progowej jest większy niż zadana, korzystnie 95% wartość zapamiętanego sygnału pochodnej.

W korzystnym przykładzie realizacji sposobu według wynalazku pierwszą i drugą wartość progową zmniejsza się o 60% po uzyskaniu sygnału zabezpieczenia. Dzięki temu można osiągnąć to, że ciężar większy niż dopuszczalny nie będzie mógł być podnoszony i dla nowego podnoszenia ciężar musi być najpierw postawiony na ziemi.

Układ połączeń do przeprowadzania sposobu według wynalazku zawiera zespół siłomierza, wzmacniacz dołączony do wyjścia zespołu siłomierza, dwa komparatory dołączone do wyjścia wzmacniacza, przy czym wejścia odniesienia tych komparatorów są dołączone do nastawnika wartości progowej, a według wynalazku wyjście wzmacniacza jest dołączone do wejścia zespołu różniczkującego, a wyjście zespołu różniczkującego jest z jednej strony dołączone do wejścia trzeciego komparatora, a z drugiej strony poprzez sterowaną pamięć, na

przykład tranzystor polowy, jest dołączone do drugiego przyłącza trzeciego komparatora, zaś wejście sterowania sterowanej pamięci jest dołączone do wyjścia pierwszego komparatora; trzeci komparator jest dołączony do wejścia zespołu przełącznika wyzwalającego zabezpieczenie, a wyjście drugiego komparatora jest w celu blokowania działania zabezpieczenia aż do osiągnięcia drugiej wartości progowej połączone z trzecim komparatorem lub z zespołem przełącznika, zaś wejście sterowanej pamięci jest poprzez dzielnik napięcia połączone z wejściem zespołu różniczkującego.

Rozwiązanie według wynalazku odróżnia rzeczywiste przeciążenie od obciążeń jeszcze dopuszczalnych, przy których w szczytach drgań powstaje potencjalne przeciążenie. Rozwiązanie to stwarza znacznie czulsze zabezpieczenie przeciążeniowe w porównaniu do znanych dotychczas rozwiązań, przy czym samo zabezpieczenie w przeciwieństwie do znanych zabezpieczeń przeciążeniowych skutecznych tylko powyżej obciążenia około 140% działa już przy przeciążeniu około 105%, a równocześnie nie uniemożliwia podnoszenia ciężaru nominalnego.

Wynalazek zostanie dokładniej wyjaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia ogólny schemat blokowy układu połączeń według wynalazku, fig. 2 — schemat zasadniczy pierwszego przykładu wykonania układu połączeń z fig. 1, fig. 3 — schemat zasadniczy drugiego przykładu wykonania, a fig. 4 przedstawia wykresy czasowe przebiegów w najważniejszych punktach układu połączeń dla trzech charakterystycznych przypadków.

Na figurze 1 przedstawiony jest schemat blokowy układu połączeń do przeprowadzania sposobu według wynalazku. Zespół siłomierza 1 wytwarza elektryczny sygnał napięciowy, który jest proporcjonalny do siły działającej na urządzenie podnoszące. Zespół siłomierza 1 zbudowany jest korzystnie z czterech połączonych w układ mostkowy elementów pomiaru siły, a jego wyjście dołączone jest do wejścia wzmacniacza 2. Jako wzmacniacz wybrano silnie stabilizowany, scalony wzmacniacz prądu stałego, który na swym wyjściu 21 daje sygnał proporcjonalny do siły na linii. Zespół siłomierza 1 i wzmacniacz 2 są również opisane we wspomnianym już węgierskim opisie patentowym Nr 170 267. Wyjście 21 wzmacniacza 2 jest rozgałęzione w trzech kierunkach. Z jednej strony jest ono połączone z wejściem zespołu różniczkującego 4, a z drugiej strony z wejściami sygnałowymi 51 lub 61 pierwszego komparatora 5 lub drugiego komparatora 6. Wejście odniesienia 52 pierwszego komparatora i wejście odniesienia 62 drugiego komparatora są połączone każde z jednym wyjściem nastawnika wartości progowej 7. Nastawnik wartości progowej 7 daje dla pierwszego komparatora 5 napięcie odniesienia odpowiadające pełnemu obciążeniu, a dla drugiego komparatora 6 napięcie odniesienia o 5% wyższe.

Zespół różniczkujący 4 wytwarza sygnał proporcjonalny do pochodnej siły na linii, a jego wyjście 11 jest dołączone do wejścia sygnałowego 111 trzeciego komparatora 11 oraz do wejścia dzielnika napięciowego 9. Dzielnik napięciowy 9 ma stosunek

podziału korzystnie 0,95, a jego wyjście 8 jest połączone z analogowym wejściem sterowanej pamięci 81. Sterowana pamięć 8 ma konstrukcję analogową i korzystnie wyposażona jest w kondensator pamięci 85 zasilany przez tranzystor polowy 83. Wejście sterujące 82 sterowanej pamięci 8 jest połączone z wyjściem pierwszego komparatora 5, a kondensator pamięci 85 albo nadaje za napięciem podawanym na wejście analogowe 81, albo przechowuje wartość podaną przy sterowaniu, zawsze zależnie od stanu pierwszego komparatora 5. Wyjście sterowanej pamięci 8 jest bezpośrednio lub poprzez obwód skoku napięciowego 10 dołączone do wejścia odniesienia 112 trzeciego komparatora 11. Wyjście trzeciego komparatora 11 jest połączone z zespołem przełącznika 12, który korzystnie składa się ze wzmacniacza i z dołączonego do niego przełącznika. Drugi komparator 6 służy jako bramka pomiędzy trzecim komparatorem 11 a wyjściem zespołu przełącznika 12. Na fig. 1 wyjście to dołączone jest do wejścia wyzwalającego 121 zespołu przełącznika 12, ale można je równie dobrze dołączyć do wejścia wyzwalającego trzeciego komparatora 11 lub dowolnego innego obwodu bramkującego, który może blokować działanie zespołu przełącznika 12.

Wyjście trzeciego komparatora 11 jest dołączone do wejścia nastawczego 71 nastawnika wartości progowej 7. Zadaniem tego wyjścia jest zmienianie napięć odniesienia nastawnika progowego 7 przy przerzucaniu trzeciego komparatora 11. Ponieważ stan zespołu przełącznika 12 nadaje również za zmianą stanu wyjściowego trzeciego komparatora 11, zatem wejścia nastawcze 71 może być również połączone z przewidzianym do tego wyjściem zespołu przełącznika 12.

Na fig. 2 i 3 przedstawiono konkretne przykłady wykonania układu połączeń z fig. 1, przy czym znany zespół siłomierza 1 i wzmacniacz 2 nie zostały zaznaczone, tak że wejście układu utworzone jest przez wyjście 21 wzmacniacza 2. W przykładzie wykonania z fig. 2 wszystkie trzy komparatory i wzmacniacz operacyjny zespołu różniczkującego 4 mogą być wykonane jako scalony wzmacniacz różniczkujący tego samego typu — korzystnie wzmacniacz scalony SN 72741 produkcji Texas Instruments. Z układu podanego na fig. 2 wynika konstrukcja zespołów pokazanych schematycznie na fig. 1. Zespół różniczkujący 4 składa się z kondensatora różniczkującego 41 i wzmacniacza operacyjnego 42 ze sprzężeniem zwrotnym. Dzielnik napięciowy 9 składa się z rezystorów 91 i 92, a nastawnik progowy 7 wykonany jest jako łańcuchy dzielników napięciowych z rezystorów 72, 73 i 74, przy czym jest on włączony pomiędzy masę a ujemny biegun napięcia zasilania  $-U_T$ .

Wejścia pierwszego i drugiego komparatora 5 i 6 są poprzez rezystory sprzęgające dołączone do wyjścia 21 wzmacniacza 2 lub nastawnika progowego 7. Sterowana pamięć 8 jest to tranzystor polowy 83 (korzystnie typu BF 246), którego bramka jest poprzez diodę 84 połączona z wyjściem pierwszego komparatora 5. Kondensator pamięci 85 otrzymuje sygnał wyjściowy dzielnika napięciowego 9 poprzez tranzystor polowy 83, który poprzez

rezystor sprzęgający przekazuje ten sygnał dalej na wejście odniesienia 112 trzeciego komparatora 11. Za pomocą potencjometru 86 o dużej rezystancji można regulować stałą czasu rozładowania kondensatora pamięci 85.

Zespół przełącznika 12 wykonany jest jako sterowany z wyjścia trzeciego komparatora 11 tranzystor wzmacniacza 122 i przełącznik 124. Tranzystor wzmacniacza 122 zabezpieczony jest za pomocą diody.

W przypadku układu z fig. 2 interesujące jest z jednej strony to, że wyjście drugiego komparatora 6 jest poprzez diodę 63 i rezystor 64 dołączone do wejścia sygnałowego 111 trzeciego komparatora 11. Człon ten odpowiada zasadniczo dołączonemu do wejścia wyzwalającego 121 zespołu przełącznika 12 obwodowi z fig. 1. W stanie wyjściowym (aż wejście sygnałowe 61 drugiego komparatora 6 będzie miało potencjał bardziej dodatni niż wejście odniesienia 62) drugi komparator 6 podaje duży potencjał ujemny na wejście sygnałowe 111 trzeciego komparatora 11, a na jego wyjściu można zmierzyć napięcie dodatnie. Stan ten zmienia się przy przerzuceniu drugiego komparatora 6 i od tej chwili stan trzeciego komparatora 11 określony jest przez wielkość zróżniczkowanych sygnałów podawanych na jego wejścia.

Układ ten jest interesujący z drugiej strony ze względu na zastosowanie potencjometru przesunięcia 114, za pomocą którego trzeci komparator 11 można ustawić tak, aby był z pewnością przerzucany, kiedy na obu jego wejściach jest takie samo napięcie lub wtedy, gdy napięcie na wejściu sygnałowym 111 tylko najwyżej z wartością odpowiadającą nastawionemu napięciu przesunięcia jest mniejsze niż napięcie na wejściu odniesienia 112. Napięcie przesunięcia jest rzędu wielkości 100 mV. Z punktu widzenia swego działania potencjometr przesunięcia 114 odpowiada obwodowi skoku napięciowego 10 z fig. 1.

Wyjście trzeciego komparatora 11 jest poprzez diodę 75 i tranzystor 76 połączone z zaczepem rezystora (potencjometr nastawczy) 74 nastawnika progowego 7, na skutek czego wyjściowe wartości napięcia progowego nastawnika progowego 7 zmniejszają się przy przerzuceniu trzeciego komparatora 11.

Układ połączeń z fig. 3 jest zasadniczo równoważny pokazanemu na fig. 2, ale sprzężenie zwrotne od przełącznika 124 do nastawnika progowego 7 poprowadzone jest przez potencjometr 125, a zespół przełącznika 12 przełącza przy swym przerzuceniu (przy puszczaniu przełącznika 124) napięcie wydzielone z dodatniego napięcia zasilania  $+U_T$  na górny koniec nastawnika progowego 7, na skutek czego wartości napięcia progowego na wyjściu nastawnika progowego 7 zmniejszają się przy przerzuceniu trzeciego komparatora 11.

W przypadku tego układu obwód schodka napięciowego 10 zamiast potencjometru przesunięcia 114 wykonany jest jako człon szeregowy utworzony z diody 101 i z rezystora o dużej rezystancji. Człon ten jest włączony pomiędzy wyjście drugiego komparatora 6 a wejście sygnałowe 111 trzeciego komparatora 11. Kiedy zróżniczkowany sygnał ma ma-

łą wartość, wtedy niewielkie napięcie dodatnie po przerzuceniu drugiego komparatora 6 podawane jest na wejście sygnałowe 111 trzeciego komparatora 11, co wystarcza do przerzucenia tego ostatniego komparatora w celu włączenia alarmu.

Sposób według wynalazku wraz z działaniem układu połączeń służącego do przeprowadzania tego sposobu zostaną wspólnie objaśnione bliżej na podstawie wykresów czasowych z fig. 4.

Na wykresie a z fig. 4 przedstawiono sygnał elektryczny na wyjściu 21 wzmacniacza 2 w trzech różnych przypadkach oznaczonych jako przykład I, II i III. Sygnał elektryczny nadaje wiernie za siłą naciągu  $F$  liny, tak, że oś pionową wykresu można wyskalować w jednostkach siły. Na wykresie zaznaczono wartość pełnego obciążenia, która odpowiada napięciu  $U_{52}$  dołączonemu do wejścia odniesienia 52 pierwszego komparatora 5. Zaznaczono również odpowiadające w przybliżeniu obciążeniu 105%-owemu napięcie  $U_{62}$ , które można zmierzyć na wejściu odniesienia 62 drugiego komparatora 6. Zwracamy uwagę na to, że wykres 4a w układach zrealizowanych według fig. 2 i 3 ma przeciwny znak, ale zmiana znaku nie gra żadnej roli dla zrozumienia działania.

Na wykresie b z fig. 4 sygnał mierzony na wyjściu zespołu różniczkującego 4 przedstawiono w trzech przypadkach, a wykres można wyskalować w jednostkach pochodnej siły względem czasu.

Aby móc przedstawić działanie trzeciego komparatora, na wykresie c z fig. 4 przedstawiono linią przerywaną napięcie podawane na wejście sygnałowe 111, a linią ciągłą sygnał podawany na wejście odniesienia 112. Napięcie  $U_{111}$  wejścia sygnałowego 111 równe jest sygnałowi  $dF/dt$ , a napięcie  $U_{112}$  wejścia sygnałowego 112 można również wyprowadzać z sygnału  $dF/dt$  w sposób opisany w dalszej części opisu. Na wykresie d z fig. 4 przedstawiono we wszystkich trzech przypadkach napięcie wyjściowe  $U_{11}$  trzeciego komparatora 11.

W przypadku I narysowano wykres siły dla obciążenia, przy którym ciężar odpowiada dokładnie maksymalnej dopuszczalnej wartości. Jak pokazano na fig. 4a siła  $F$  osiąga maksymalną nastawioną wartość w chwili  $t_0$ . Następnie wzrasta i przekracza w chwili  $t_1$  drugą wartość progową odpowiadającą obciążeniu 105%. Siła  $F$  waha się potem okresowo wokół maksymalnego dopuszczalnego obciążenia i dźwig nie podlega trwałemu przeciążeniu. Zwracamy uwagę na to, że przeciążenie wywołane okresowymi oscylacjami występuje przy każdym dźwigu, a maszyny są tak zwymiarowane, że wytrzymują w przybliżeniu 15%-owe chwilowe szczyty przeciążenia występujące przy podnoszeniu ciężaru nominalnego. Zabezpieczenie przed przeciążeniem musi zareagować wtedy, gdy przeciążenie nie jest chwilowe, względnie gdy chwilowe szczyty przeciążenia przewyższają dopuszczalną wartość, na przykład 15% chwilowego przeciążenia. Na fig. 4a ten poziom  $F_{din\ max}$  zaznaczono linią przerywaną. Na fig. 4b widać przebieg sygnału  $dF/dt$ . Widać tu, że zróżniczkowany sygnał szybko maleje pomiędzy punktami czasowymi  $t_0$  i  $t_1$ .

W nawiązaniu do fig. 1, kiedy schemat porównać z wykresami z fig. 4, wówczas widać, że syg-

nał wyjściowy  $dF/dt$  zespołu różniczkującego 4 przed punktem czasowym  $t_0$  podawany jest na wejście sygnałowe 111 trzeciego komparatora 11, a po przejściu przez dzielnik napięcia 9 o stałej podziału  $k$  (na przykład  $k = 0,95$ ) na wyjściu sterowanej pamięci 8 można mierzyć sygnał  $k \cdot dF/dt$ . Sygnał ten podawany jest na wejście odniesienia 112 trzeciego komparatora 11. Można teraz nie zważać na obwód schodka napięciowego 10, ponieważ zmniejsza on sygnał  $k \cdot dF/dt$  tylko o stosunkowo małą wartość  $\Delta U$ . W przypadku I zapamiętany sygnał  $k \cdot dF/dt$  jest rzędu wielkości 5 V i w porównaniu z tym  $\Delta U = 100$  mV można rzeczywiście pominąć. W chwili  $t = t_0$  przerzuca pierwszy komparator 5, a jego wyjście steruje wejście sterownicze 82 sterowanej pamięci 8. W tej chwili ładowanie kondensatora pamięci 85 zostaje przerwane, a na wyjściu sterowanej pamięci 8 aż do powrotnego przerzutu pierwszego komparatora 5 można mierzyć stałe napięcie o wartości

$$U_{112} = k \cdot \frac{dF [t = t_0]}{dt} - \Delta U$$

jak pokazano linią ciągłą na fig. 4c.

W chwili  $t = t_1$  przerzuca również drugi komparator 6, ponieważ siła przekroczyła również drugi poziom progowy. W tej chwili działa trzeci komparator 11 lub zespół przełącznika 12. Jak pokazano na fig. 4c napięcie sygnałowe  $U_{111}$ , to znaczy zróżniczkowany sygnał  $dF/dt$  jest mniejszy niż napięcie  $U_{112}$ , a więc trzeci komparator 11 pozostaje w swym stanie wyjściowym (wyjście na potencjale dodatnim).

Fizycznie oznacza to, że siła po osiągnięciu maksymalnej dopuszczalnej wartości wzrasta w coraz wolniejszym tempie i osiąga swe maksimum jeszcze przed osiągnięciem poziomu  $F_{din\ max}$ . Matematycznie można wykazać, że siła na linii  $F$  przy odpowiednio wybranych wartościach stałych  $k$  i  $\Delta U$  i przy dowolnym wykresie siły jest zawsze mniejsza niż poziom  $F_{din\ max}$ , jeżeli spełniony jest warunek  $U_{112} > U_{111}$  w chwili przerzutu drugiego komparatora 6.

W układzie połączeń z fig. 2 i 3 w stanie wyjściowym na wyjściu drugiego komparatora 6 znajduje się ujemne napięcie zasilania, które przesuwając napięcie wejścia sygnałowego 111 trzeciego komparatora 11 poprzez diodę 63 i rezystor 64 w kierunku ujemnym, a w takim przypadku trzeci komparator 11 nie może przerzucić. W chwili  $t_1$  wyjście drugiego komparatora 6 staje się dodatnie, a dioda 63 nie pozwala na przejście tego sygnału, tak, że napięcie wejścia sygnałowego 111 określone jest przez napięcie wyjściowe zespołu różniczkującego 4.

Jak pokazano na fig. 2 i 3 pierwszy komparator 5 otwiera w stanie wyjściowym tranzystor polowy 83, przerzuca w chwili  $t_0$  i z odcięciem tranzystora polowego 83 utrzymuje napięcie kondensatora pamięci 85 na wartości z chwili  $t_0$ .

Z powyższego wynika, że trzeci komparator 11 w przypadku I nie przerzucił, a na jego wyjściu można było mierzyć napięcie dodatnie, które przy polaryzacjach z fig. 2 i 3 utrzymywało tranzystor

wzmocniacza 122 w stanie przewodzenia i prze-  
kazywności 124 w stanie zamkniętym.

Jeżeli rozpatruje się przypadek I po chwili  $t_1$ , to pierwszy komparator 5 przerzuca w chwili  $t_2$ , a drugi komparator 6 jeszcze raz w chwili  $t_3$ . Oczywiście zabezpieczenie teraz również nie reaguje, ponieważ przy tłumionym drganiu wartość ilorazu różniczkowego w drugim okresie w chwili  $t_3$  w porównaniu do wartości w chwili  $t_2$  jest mniejsza niż w pierwszym okresie (krzywa jest bardziej płaska). Równowaga następuje w punkcie  $B_2$ , który znajduje się jeszcze przed chwilą  $t_3$ , tak, że stan trzeciego komparatora 11 nie zmienia się.

W przypadku II przedstawiono wykres siły dla podnoszenia ciężaru większego niż dopuszczalny. W chwili  $t_1$  siła  $F$  przewyższa pierwszy poziom progowy i pierwszy komparator 5 przerzuca. Krzywa nie obniża się jeszcze wystarczająco po przekroczeniu drugiego poziomu progowego w chwili  $t_2$  (wartość  $dF/dt$  zmniejsza się dopiero później), tak że w chwili  $t_3$  drugiego porównania linia przerywana z fig. 4c znajduje się nad linią ciągłą, to znaczy napięcie na wejściu sygnałowym 111 trzeciego komparatora 11 w chwili  $t_3$  jest bardziej dodatnie niż napięcie odniesienia 112, a trzeci komparator 11 przerzuca w chwili  $t_5$ , aby zadziałało zabezpieczenie przeciążeniowe. Pod wpływem zabezpieczenia przeciążeniowego siła po chwili  $t_5$  w rzeczywistości nie wzrasta już dalej (podnoszenie zostaje natychmiast zatrzymane), a więc stany przedstawione na wykresie 4 nie mogą zaistnieć. Na wykresach 4a i 4b dla przypadku II przebieg siły po chwili  $t_5$  narysowano linią przerywaną. Jest to przebieg jaki by istniał bez stosowania zabezpieczenia przeciążeniowego. Zabezpieczenie zostaje wyzwolone na długo przed tym zanim szczyt siły osiągnie poziom  $F_{din\ max}$ .

Ponadto dla wynalazku charakterystyczne jest to, że napięcia odniesienia pierwszego i drugiego komparatora 5 i 6 po wyzwoleniu zabezpieczenia przeciążeniowego (po chwili  $t_3$ ) zostają znacznie (na przykład o połowę) zmniejszone za pomocą nastawnika progowego 7. Dzięki temu wyłączenie zabezpieczenia przeciążeniowego zostaje opóźnione aż siła zmniejszy się do nowego drugiego poziomu odniesienia. W tym celu ciężar musi być postawiony na ziemi. W przykładzie wykonania z fig. 2 tranzystor 76 zostaje otwarty przez diodę 75 na skutek pojawienia się ujemnego napięcia wyjściowego na trzecim komparatorze 11, a więc poziom odniesienia zostaje zmniejszony przez działanie bocznikujące napięcia ujemnego na rezystorze 74.

W układzie połączeń z fig. 3 ten sam efekt zapewnia potencjometr 125. Przy zadziałaniu zabezpieczenia przeciążeniowego bieżący potencjometr 125 połączony z przełącznikiem 124 ma mianowicie dodatnie napięcie zasilania  $+U_T$ , a napięcie dodatnie powoduje bardziej dodatnie napięcie na górnym biegunie łańcucha rezystorowego nastawnika progowego 7, na skutek czego napięcia progowe stają się bardziej dodatnie.

W przypadku III według fig. 4 przedstawiono rzadko występujący w praktyce przyrost siły, kiedy siła  $F$  przecina wartość dopuszczalną wzrastając z małym nachyleniem. Przy takim przyroście siły

pochodna  $dF/dt$  ma bardzo małą wartość, a jej wartość w chwili  $t_6$  przy pierwszym porównaniu jest taka sama jak w chwili  $t_7$  drugiego porównania. Również w tym przypadku musi być zapewnione zabezpieczenie przeciążeniowe.

Z uwagi na fakt, że zawsze porównuje się wartość  $dF/dt$  z wartością  $k \cdot dF/dt$ , przy czym  $k < 1$ , z zasady zapewnione jest, że trzeci komparator 11 w przypadku równości wartości  $dF/dt$  w chwilach obu porównań wyłącza się. Komparatory mają jednak w obszarze porównania zerowego niepewność. Kiedy wartość  $dF/dt$  jest bardzo mała, wówczas różnica  $dF/dt - k \cdot dF/dt$  zbliża się bardzo do zera, ponieważ przy  $k = 0,95$  różnica daje wynik 0,05  $dF/dt$ . Aby można było uniknąć wynikającej stąd niepewności, napięcie wejścia odniesienia 112 trzeciego komparatora 11 zmniejsza się o około 100 mV lub zwiększa się napięcie wejścia sygnałowego 111 o około 100 mV. Jak widać z fig. 4c napięcie sygnałowe  $U_{111}$  w chwili  $t_7$  jest bardziej dodatnie niż napięcie odniesienia  $U_{112}$ , a więc trzeci komparator 11 przerzuca i włącza zabezpieczenie.

Jak już wcześniej wspomniano napięcie przesunięcia  $\Delta U$  w układzie z fig. 2 nastawione jest za pomocą potencjometru przesunięcia 114, a w układzie z fig. 3 wejście sygnałowe 111 jest za pomocą napięcia powstającego przy przerzuceniu drugiego komparatora 6 poprzez diodę 101 i rezystor 102 o dużej rezystancji czynione nieco bardziej dodatnim. Ma to oczywiście taki sam efekt, jak gdyby napięcie wejścia odniesienia 112 zostało przesunięte w kierunku ujemnym.

Rozwiązanie według wynalazku dzięki nadzorowaniu pochodnej siły może zapewniać znacznie skuteczniejsze i dokładniejsze zabezpieczenie niż w przypadku znanych rozwiązań. Zabezpieczenie to odróżnia wyraźnie działanie sił należących jeszcze do dopuszczalnego zakresu od działania sił statycznych (przypadki I i III) i zapewnia odpowiednie wcześniejsze zadziałanie, gdy maksymalne obciążenie dynamiczne wzrośnie powyżej dopuszczalnego poziomu granicznego (przypadek II). Jak wynika z fig. 4 zabezpieczenie wyzwala się już przy obciążeniu 105%-owym i ogranicza obciążenie do tego poziomu. Niepewności związane z wcześniejszymi rozwiązaniami, które wynosiły 30–40% pełnego obciążenia, można było zmniejszyć do 1/6.

Oprócz zwiększenia dokładności zabezpieczenia przeciążeniowego według wynalazku ma duże znaczenie dla wymiarów dźwigów. Przy stosowaniu takiego zabezpieczenia przeciążeniowego dźwig można wykonać również z mniejszym przewymiarowaniem, a wraz z wykluczeniem szczytów obciążenia można również zmniejszyć niebezpieczeństwo zmęczenia. Oprócz tego nic nie przeszkadza normalnej pracy dźwigu aż do osiągnięcia nominalnego obciążenia.

Rozwiązanie według wynalazku uniemożliwia ponadto jeszcze we właściwym czasie start z luźną liną, który przy wszystkich obciążeniach dynamicznych jest najniebezpieczniejszy i najbardziej niekorzystny. Dotychczasowe zabezpieczenia zaczynały działać dopiero wtedy, gdy siła przekroczyła już 140%-ową wartość progową. Według wynalazku zabezpieczenie włącza się już przy osiągnięciu pozio-

mu 105%. Przy starcie z luźną liną pochodna jest mianowicie stała lub wzrasta, ale w żadnym przypadku nie ma wartości szybko malejącej.

Na podstawie powyższego dla fachowca jest oczywiste, że podane działanie nie może ograniczać się tylko do przykładowo podanej wartości granicznej (105%,  $k=0,95$ ) lecz wartości graniczne mogą być swobodnie wybierane w zależności od konkretnych wymagań i warunków. Zależności pomiędzy tymi granicami można na podstawie podanych powyżej zasad ustalać dla dowolnego układu.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczenia dźwigu przed przeciążeniem, według którego wytwarzany jest sygnał elektryczny proporcjonalny do obciążenia, który porównuje się z pierwszą wartością progową przyporządkowaną pełnemu obciążeniu i z drugą wartością progową przyporządkowaną zadanemu przeciążeniu, **znamienny tym**, że tworzy się pochodną sygnału proporcjonalnego do obciążenia względem czasu, wartość tej pochodnej zapamiętuje się do chwili osiągnięcia pierwszej wartości progowej obciążenia, a kiedy obciążenie osiągnie drugą wartość progową, wtedy chwilową wartość pochodnej porównuje się z wcześniej zapamiętaną wartością pochodnej i wyzwala się alarm przeciążeniowy, jeżeli chwilowa wartość pochodnej jest przy tym porównaniu większa niż zadany ułamek zapamiętanej wartości pochodnej.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przy osiągnięciu pierwszej wartości progowej zapamiętuje się wartość pochodnej zmniejszoną o zadany ułamek, korzystnie 0,95 wartości pochodnej.

3. Sposób według zastrz. 1, albo 2, **znamienny**

**tym**, że po włączeniu alarmu zmniejsza się zarówno pierwszą jak i drugą wartość progową.

4. Układ zabezpieczania dźwigu przed obciążeniem, który ma zespół siłomierza, wzmacniacz dołączony do wyjścia zespołu siłomierza oraz dwa komparatory dołączone swymi wejściami do wyjścia wzmacniacza, przy czym wejścia odniesienia komparatorów dołączone są każde do jednego wyjścia nastawnika progowego, **znamienny tym**, że wyjście (21) wzmacniacza (2) jest dołączone do wejścia zespołu różniczkującego (4), a wyjście zespołu różniczkującego (4) jest z jednej strony dołączone do wejścia sygnałowego (111) trzeciego komparatora (11), a z drugiej strony do analogowego wejścia sygnałowego (81) pamięci (8) sterowanej przez dzielnik napięcia (9), zaś wyjście sterowanej pamięci (8) jest połączone z wejściem odniesienia (112) trzeciego komparatora (11), wyjście pierwszego komparatora (5) jest połączone z wejściem sterującym (82) sterowanej pamięci (8), wyjście trzeciego komparatora (11) jest dołączone do wejścia zespołu przełącznika (12) oraz wyjście drugiego komparatora (6) jest dołączone do wejścia wyzwalającego (121) w celu bramkowania odcinka pomiędzy wyjściem zespołu różniczkującego (4) a zespołem przełącznika (12).

5. Układ według zastrz. 4, **znamienny tym**, że wyjście trzeciego komparatora (11) lub zespołu przełącznika (12) jest w celu zmieniania wartości progowych pierwszego i drugiego komparatora (5 i 6) dołączone do wejścia nastawczego (71) nastawnika wartości progowej (7).

6. Układ według zastrz. 4, albo 5, **znamienny tym**, że ma obwód skoku napięcia (10) do przesuwania poziomu przerzutu trzeciego komparatora (11).

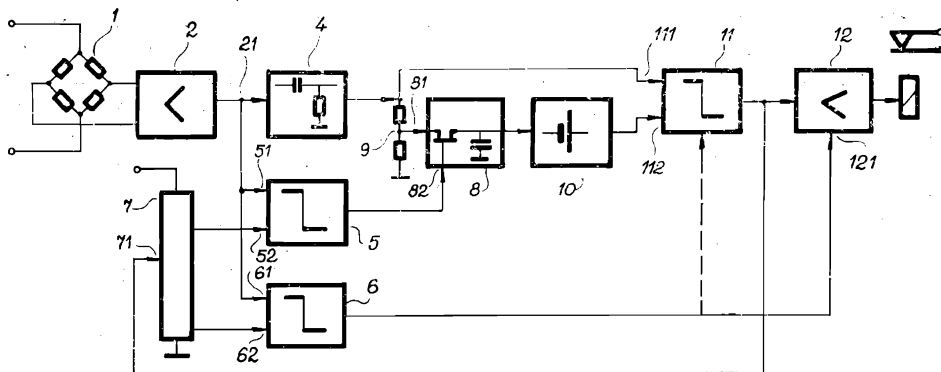


Fig. 1

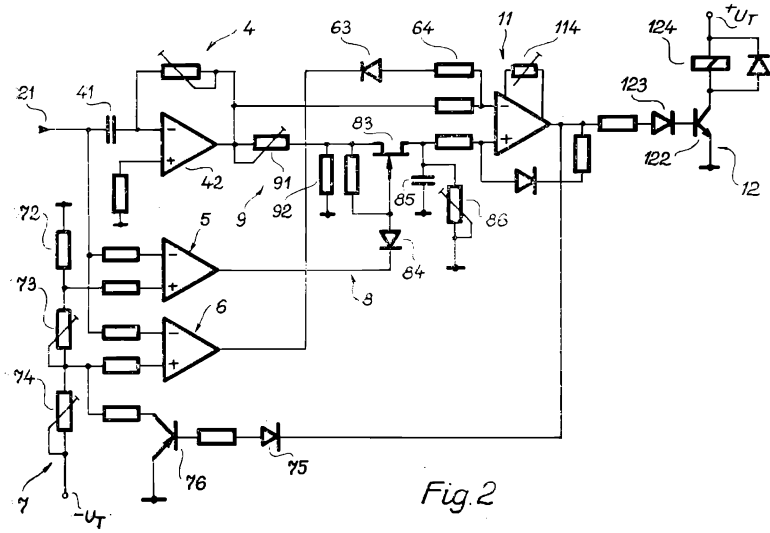


Fig. 2

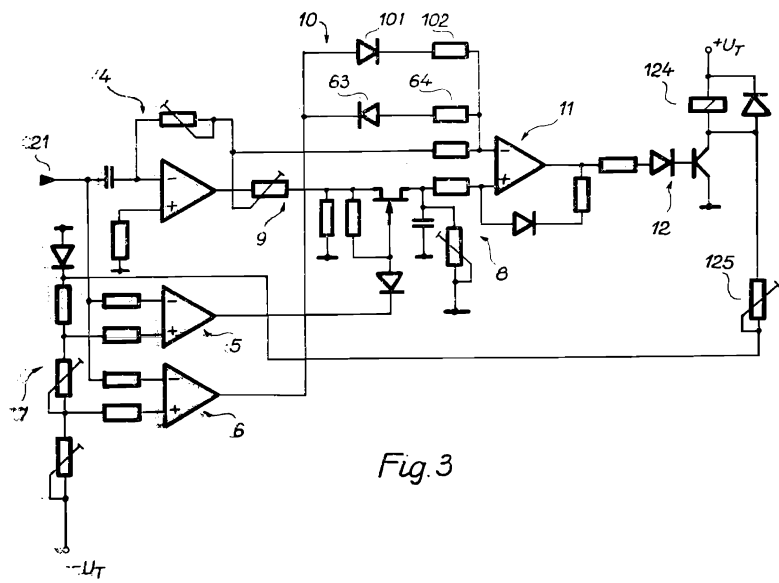


Fig. 3

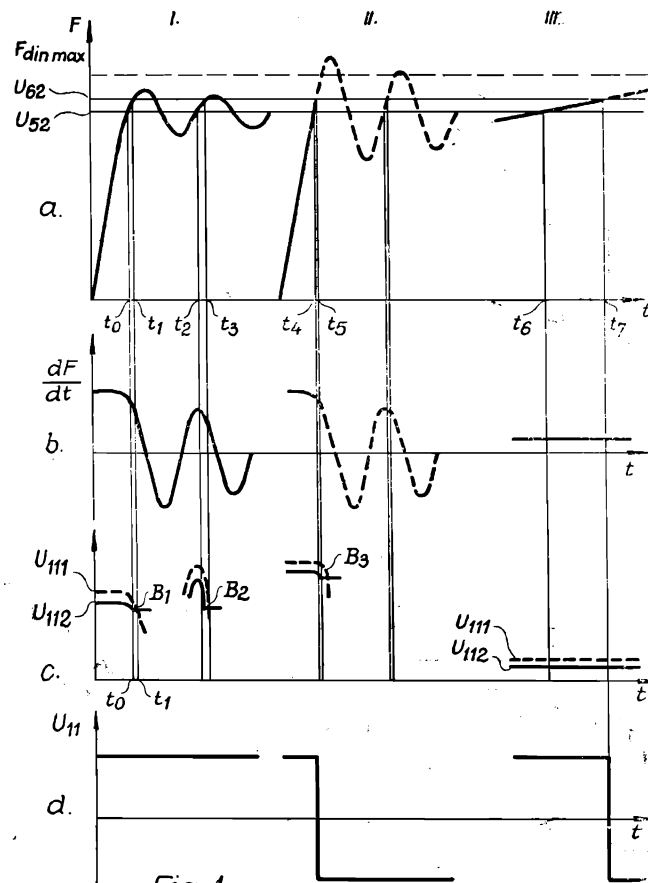


Fig. 4