

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45944

Kl. 35 a, ^{1/06}~~22/01~~**VEB Starkstrom Anlagenebau Erfurt**

Erfurt, Niemiecka Republika Demokratyczna

Urządzenie do sterowania i regulacji napędu elektrycznego górniczych maszyn wyciągowych z generatorem sterującym w układzie Leonarda

Patent trwa od dnia 1 lutego 1958 r.

Pierwszeństwo: 6 marca 1957 r. (Niemiecka Republika Demokratyczna).

Wynalazek ma na celu umożliwienie elektrycznego sterowania i regulacji jazdy górniczych maszyn wyciągowych i tym samym ich automatycznego ruchu.

Znane dotychczas automatyczne urządzenia sterujące do maszyn wyciągowych pracują przy stałym prądzie czynnym podczas procesu przyspieszania i opóźniania, czyli elektryczny moment obrotowy przy rozruchu i opóźnianiu jest stały i niezależny od obciążenia i kierunku ruchu (ładunek opuszczany lub wydobywany). Wartość bezwzględna przyspieszenia lub opóźnienia jest jednak zależna od działającego w danej chwili momentu obciążenia i przyspieszenia lub opóźnienia, a więc wartość ta jest rozmaita i jest przyczyną, że drogi rozruchu lub hamowania są różne. Ponadto za pomocą regulacji liczby obrotów ogranicza się drogę rozruchu i powoduje jazdę ze stałą prędkością.

Punkt rozpoczęcia opóźniania jest różny w zależności od wymaganej długości drogi hamo-

wania. Urządzenie kontrolne przystosowuje drogę opóźniania do odpowiednich warunków obciążenia i wywołuje rozpoczęcie opóźniania odpowiednio wcześniej lub później. Takie urządzenie kontrolne, a poza tym niezbędne urządzenia łącznikowe dla tego rodzaju układów sterowniczych, są skomplikowane i drogie. Urządzenia te sprawiają, że urządzenie sterujące łatwo ulega uszkodzeniom i jest kosztowne. Znane układy sterownicze pracują najczęściej na zasadzie mechanicznego regulatora jazdy, który służy przeważnie do przestawiania zadanej wartości liczby obrotów i może być użyty do rozpoczęcia opóźniania. Jako elementy regulacyjne stosuje się przeważnie wzmacniacze magnetyczne lub regulatory o wyciakach wałcowych.

Według wynalazku maszyna wyciągowa jest sterowana tak, że droga i czas trwania okresów przyspieszenia, jazdy ze stałą prędkością i opóźniania pozostają niezależnie od obciążenia przy

każdym cyklu wyciągania. W przeciwieństwie do znanych układów reguluje się nie prąd czynny przy rozruchu, lecz bezpośrednio przyspieszenie lub opóźnienie. Bezpośrednia regulacja liczby obrotów odbywa się podczas jazdy ze stałą prędkością.

Według wynalazku regulacja liczby obrotów i przyspieszenie rozpoczyna się przy rozruchu w ten sposób, że za pomocą wzbudzenia wstępnego amplitdynowej maszyny wzmacniającej zostaje zadana wartość pełnej liczby obrotów i przyspieszenia. Wzbudzenie wstępne aż do punktu stałego przyspieszenia jest całkowicie kompensowane przez uzwojenie przyspieszania (opóźniania), a w obszarze przejścia do stałej liczby obrotów przez uzwojenie regulacji liczby obrotów. Podczas jazdy ze stałą prędkością wzbudzenie wstępne zostaje całkowicie zniesione przez uzwojenie regulacji liczby obrotów, tak, iż wzbudzenie dla wymaganej w danej chwili liczby obrotów jest otrzymywane od uzwojenia wyrównania liczby obrotów, które jest przyłączone na napięcie generatora napędzanego przez silnik wyciągowy.

Proces hamowania zostaje rozpoczęty bezpośrednio przez element łącznikowy uzależniony od położenia klatki, a stałe opóźnianie osiąga się przez wstępne zadanie wartości wzbudzenia ujemnej względem przyspieszenia, przy jednoczesnym odłączeniu regulacji liczby obrotów, przy czym uzwojenie przyspieszenia (opóźniania) również całkowicie kompensuje wzbudzenie zadane, a uzwojenie wyrównania liczby obrotów zapewnia odpowiednią wartość liczby obrotów.

Gdy przy opóźnianiu osiąga się prędkość minimalną, to liczbę obrotów dojeżdżania (pełzania) reguluje się tak, że w obszarze przejścia na stałą prędkość dojeżdżania uzwojenia tej prędkości staje się czynne i wraz z uzwojeniem przyspieszenia (opóźniania) kompensuje wzbudzenie wstępne, natomiast podczas jazdy ze stałą prędkością dojeżdżania wzbudzenie wstępne zostaje zniesione przez uzwojenie prędkości dojeżdżania, a wymagana liczba obrotów jest regulowana przez uzwojenie wyrównawcze liczby obrotów.

Niezależność od obciążenia osiąga się przez działanie znanego skądinąd urządzenia kompaundowania oraz kompensacji $\frac{dJ}{dt}$.

Cechą znamioną wynalazku jest również to, że może być zaniechane stosowanie mecha-

niczego regulatora jazdy, dzięki temu, że funkcję takiego regulatora przejmują różne łączniki w szybie wyciągowym, współdziałając z różnymi uzwojeniami wzbudzącymi amplitdynowej maszyny wzmacniającej oraz dzięki odpowiedniej kombinacji przekładników.

Na rysunku uwidoczniiony jest przykład wykonania wynalazku, przy czym fig. 1 przedstawia podstawowy schemat układu urządzenia czynnego, fig. 2 — schemat układu sterowania przekładnikowego i fig. 3 — rozmieszczenie łączników szybowych.

Elementem podstawowym urządzenia sterującego według wynalazku jest amplitdynowa maszyna wzmacniająca A, która posiada dziewięć galwanicznie rozdzielonych uzwojeń wzbudzących od W1 do W9, a mianowicie uzwojenie W1, które służy do wzbudzenia wstępnego, W2 — do regulacji liczby obrotów, W3 — do regulacji prędkości dojeżdżania (pełzania), W4 — do stabilizacji, W5 — do regulacji przyspieszenia (opóźniania), W6 — do wyrównania liczby obrotów, W7 — do uspakajania, W8 — do kompensacji $\frac{dJ}{dt}$ i W9 — do

kompaundowania. Taka amplitdynowa maszyna wzmacniająca A zasilą wzbudzenie generatora sterującego G zespołu przetwornicowego w układzie Leonarda, który to zespół dostarcza wymaganego prądu stałego dla silnika wyciągowego M_F. Na wale silnika wyciągowego M_F znajduje się prądnica tachometryczna TG, jako nadajnik istniejącej wartości liczby obrotów. Odpowiedni zespół przekładników wywołuje różne procesy łączenia.

Generator sterujący G jest wzbudzany za pomocą amplitdynowej maszyny wzmacniającej A w ten sposób, że silnik wyciągowy M_F rusza ze stałym przyspieszeniem. Poczynając od określonego nastawianego z góry punktu liczba obrotów przechodzi w ustaloną wartość końcową według funkcji wykładniczej. Po osiągnięciu tego punktu charakterystycznego liczba obrotów jest utrzymywana na stałym poziomie za pomocą urządzenia regulacyjnego, aż do punktu zapoczątkowania opóźnienia, a następnie dąży ze stałym przyspieszeniem do osiągnięcia prędkości dojeżdżania (pełzania). Gdy jest osiągnięta określona minimalna liczba obrotów, to spada ona dalej według funkcji wykładniczej aż do prędkości dojeżdżania (pełzania). Prędkość ta jest utrzymywana na stałym poziomie, dopóki klatka wyciągowa F1 lub F2 nie dojdzie do pomostu i hamulec jazdy nie zostanie włączony.

Szczegóły procesów regulacyjnych i sterujących są opisane poniżej.

Uzwojenia W6 i W9 dostarczają wzbudzenia, które na generatorze wzbudzającym G wytwarza napięcie, jakiego potrzebuje silnik wyciągowy M_F dla posiadanej w danej chwili liczby obrotów i natężenia prądu. Uzwojenie W6 jest przyłączone z tego względu do prądnicy tachometrycznej TG sprzężonej z silnikiem wyciągowym M_F , a prąd który przepływa przez uzwojenie jest proporcjonalny do liczby obrotów, a więc i siły elektromotorycznej silnika. Uzwojenie W9 jest przyłączone do bocznika R_N , włączonego w obwód układu Leonarda, a prąd tego uzwojenia jest proporcjonalny do prądu twornikowego i tym samym do spadku napięcia w obwodzie twornikowym. Uzwojenia W6 i W9 podczas całego cyklu pracy wyciągu są czynne i nie wymagają przełączenia biegunów.

Dla zniesienia wpływu chwilowej zmiany obciążenia jest przewidziane uzwojenie W3, włączone równolegle kompensacji dJ/dt do uzwojenia kompaundowania W9. Obydwa uzwojenia W8 i W9 wywołują wspólnie stałe przyspieszenie i stałą prędkość przy różnych obciążeniach.

Podczas rozruchu jest włączone uzwojenie W1 wzbudzania wstępnego, włączone poprzez dzielnik napięcia P_1 do sieci prądu stałego PN, przy czym to uzwojenie działa w tym samym kierunku co uzwojenie W6. Gdy maszyna ruszy uzwojenie W5 otrzymuje poprzez transformator różnicowy T1, włączony na napięcie prądnicy tachometrycznej TG lub generatora sterującego G i przez wzmacniacz V1 prąd proporcjonalny do przyspieszenia i działa przeciw uzwojeniu W1. Gdy przyspieszenie jest za małe, to między wzbudzeniami od uzwojenia W1 i uzwojenia W5 występuje pewna wartość różnicowa, która zwiększa ogólne wzbudzenie, czyli przyspieszenie staje się większe. Gdy przyspieszenie jest za duże, to różnica między wzbudzeniami od uzwojenia W1 i uzwojenia W5 zmniejsza wzbudzenie ogólne, więc przyspieszenie staje się mniejsze. W ten sposób utrzymuje się stałą wartość przyspieszenia. Po osiągnięciu zadanej wartości przyspieszenia uzwojenia W5 znosi działanie uzwojenia W1.

Przy włączeniu uzwojenia W1 wzbudzenia wstępnego na napięcie UC prądnicy tachometrycznej zostaje jednocześnie przyłączone

uzwojenie W2. Uzwojenie W2 działa przeciw uzwojeniu W1 gdy napięcie UT prądnicy tachometrycznej staje się większe niż napięcie UN_1 , nastawione na dzielniku napięcia P_2 . Gdy napięcie UT prądnicy tachometrycznej jest mniejsze niż napięcie UN_1 to prostowniki GL nie pozwalają na przepływ prądu w kierunku odwrotnym. Uzwojenia W2 i W5 podczas działania uzwojenia W2 znoszą wspólnie wzbudzenie od uzwojenia W1. W tym samym stopniu w jakim wzrasta prąd w uzwojeniu W1 maleje prąd uzwojenia W5 i tym samym przyspieszenie.

Gdy jest osiągnięta końcowa liczba obrotów, to przyspieszenie staje się równe zero i uzwojenie W2 reguluje odpowiednio do wzbudzenia od uzwojenia W1 liczbę obrotów.

Gdy maszyna ma być opóźniona, to bieguny uzwojenia W1 zostają przetłączone, a uzwojenie W2 zostaje odłączone. Wzbudzenie od uzwojenia W1 zmniejsza liczbę obrotów, a wobec również odwrotnego przewłoczenia uzwojenia W5 po zapoczątkowaniu opóźnienia zostaje ono zniesione. Przełączenie uzwojenia W5 odbywa się za pomocą przeciwsobnego układu lampowego, umieszczonego we wzmacniaczu V_1 , który odpowiednio do istniejącego przyspieszenia lub opóźnienia zmienia biegunowość włączonego napięcia. Liczba obrotów spada ze stałym opóźnieniem.

Na początku opóźnienia uzwojenie W3 zostaje przyłączone do napięcia prądnicy tachometrycznej lub generatora sterującego. Uzwojenie W3 działa z chwilą, gdy napięcie UT prądnicy tachometrycznej lub UG generatora sterującego staje się mniejsze niż napięcie UN_3 , nastawione na dzielniku napięcia P_3 . Dopóki napięcie UT jest większe od napięcia UN_3 , to prostownik G2 nie pozwala na przepływ prądu. Po obniżeniu się napięcia UT poniżej wartości UN_3 , opóźnienie zmniejsza się, a liczba obrotów przechodzi na liczbę obrotów dojeżdżania (peizania). Oporniki R1-R9 umożliwiają zmianę wartości prądu w uzwojeniach W1-W9.

Fig. 2 przedstawia schemat obwodowy układu przekazników R10-R20, włączonych równolegle do sieci prądu zmiennego $u-v$.

Na podstawie tego schematu jest poniżej objaśniona kolejność łączenia poszczególnych przekazników oraz łączonych przez nie uzwojeń wzbudzających. Oznaczenia S10 - S20 oznaczają obwody prądowe przekazników.

Przy omawianiu działania układu przyjmuje się, jako położenie wyjściowe stan ruchu przedstawiony na fig. 3. W tym stanie łącznik A2, umieszczony w szybie i włączony do obwodu S10 zostaje zamknięty przez nadjeżdżającą klatkę wyciągową F2. Obwód S10 zostaje wskutek tego zamknięty, a przekaźnik R10 wzbudzony. Styk roboczy 10a przekaźnika R10 zamyka obwód S11, przez co wzbudza się przekaźnik R11, a w obwodzie S11.1 zostaje zamknięty styk roboczy 11a, włączony równolegle do styku roboczego 10a oraz włączony w szereg ze stykiem Y1a łącznika Y1 zapoczątkowującego opóźnienie umieszczonego w szybie. Przekaźnik R11 przygotowuje włączenie wzbudzenia wstępnego W1 dla przyspieszenia ruszającej z miejsca klatki wyciągowej F1. Uzwojenie W1 jest jednak jeszcze nieczynne, gdyż przekaźnik 13 jest jeszcze otwarty. Gdy teraz zostanie uruchomiony przycisk E, to zamyka się obwód S13, a przekaźniki R13 i R13a zostają wzbudzone. Uzwojenie W1 wzbudzenia wstępnego i W6 regulacji liczby obrotów zostają przyłączone na napięcie i następuje rozruch maszyny.

Klatka wyciągowa F2 zjeżdżając w dół otwiera łącznik A2, wskutek czego przekaźnik R10 zwalnia się, styk roboczy 10a otwiera obwód S11 i zamyka się styk spoczynkowy 10b, znajdujący się w obwodzie S13.1. Przekaźnik R11 jest jednak nadal czynny, gdyż pozostaje wzbudzony w obwodzie S11.1 zawierającym styki Y1a i 11a, włączone równolegle do styku 10a.

Gdy przycisk E po uruchomieniu wraca w położenie wyjściowe, to przekaźniki R13 i R13A pozostają wzbudzone w obwodzie S13.1, w którym znajduje się zamknięty teraz styk roboczy 13a i obydwie styki spoczynkowe 17a i 10b. Styk roboczy 13b w obwodzie S15 zostaje jednocześnie zamknięty, tak iż przekaźnik R15 wzbudza się, a uzwojenie W2 regulacji liczby obrotów zostaje przyłączone. Uzwojenie W2 zostaje przyłączone na napięcie UT prądnicy tachometrycznej, a poprzez prostownik G1 – do sieci prądu stałego PN. Oprócz uzwojeń W1, W2 i W6, przyłączonych za pomocą przekaźników, są czynne jeszcze bezpośrednio przyłączone uzwojenia W4, W5, W8 i W9.

Uzwojenie W5 przyspieszenia (opóźnienia) jest włączone poprzez transformator T1 i wzmacniacz V₁. Uzwojenie kompaundowania W9 jest przyłączone do bocznika RN, znajdującego się w obwodzie Leonarda. Rów-

noległe do tego uzwojenia jest przyłączone uzwojenie W8 kompensacji $-\frac{dJ}{dt}$ – poprzez transformator T2 i wzmacniacz V₂.

Omówione wyżej uzwojenia są czynne przy rozruchu. Maszyna przyjmuje więc samoczynnie swą stałą prędkość końcową.

Gdy wyjeżdżająca w górę klatka wyciągowa F1 dojdzie do znajdującego się w szybie łącznika Y1, to obwód utrzymujący S11.1 przekaźnika R11 zostaje przerwany przez otwarcie styku spoczynkowego Y1a, wskutek czego przekaźnik R11 staje się nieczynny. Jednocześnie zostaje zamknięty styk roboczy Y1b, powodujący włączenie przekaźnika R14, gdy styk spoczynkowy 18b jest zamknięty. Przekaźnik R14 włącza za pośrednictwem przekaźnika R13 uzwojenie W1 wzbudzania wstępnego z odwróconymi biegunami do sieci PN prądu stałego. W ten sposób zostaje rozpoczęty proces opóźniania maszyny wyciągowej. Z chwilą wzbudzenia przekaźnika R14 jego styk roboczy 14a przerywa obwód S15, przekaźnik R15 odłącza się i uzwojenie W2 regulacji liczby obrotów zostaje pozabawione prądu. Oznacza to, że uzwojenie W2 podczas procesu opóźniania jest nieczynne. W obwodzie S16 zostaje jednocześnie zamknięty styk roboczy 14b, który powoduje wzbudzenie przekaźnika R16. Oprócz tego styk 14c zamyka obwód S20, wskutek czego przekaźnik R20 odwracający biegunowość napięcia UN, wzbudza się. Uzwojenie szybkości dojeżdżania W2 zostaje teraz przyłączone odwrotnie poprzez przekaźnik R16 na napięcie prądnicy tachometrycznej, lub generatora sterującego, a po tym zostaje przyłączone poprzez przekaźnik R20 i prostownik G20 do sieci prądu stałego PN. Przekaźnik R20 ma za zadanie, aby w zależności od kierunku jazdy klatek wyciągowych F1 i F2 zmieniać biegunowość przyłożonego do przekaźnika R20 napięcia stałego sieci PN.

Gdy klatka wyciągowa F1 dojeżdża do górnego skrajnego położenia, to łącznik szybowy A1 i tym samym obwód S17 zostaje zamknięty, wskutek czego zaczyna działać przekaźnik R17. W ten sposób otwiera się styk spoczynkowy 17a, który przerywa obwód S13.1, powodując odłączenie przekaźników R13 i R13A, a tym samym zostaje odłączone uzwojenie W1 wzbudzania wstępnego. Maszyna wyciągowa zatrzymuje się. Jednocześnie zamyka się styk roboczy 17b w obwodzie S13, powo-

dując włączenie przełącznika R18, który pozostaje nadal wzbudzany poprzez swój własny styk 18a i styk Y2a. W ten sposób jest przygotowane włączenie uzwojenia W1 wzbudzenia wstępnego dla klatki wyciągowej F2, obecnie mającej jechać w górę. Dalsza kolejność łączenia przebiega analogicznie, jak dla klatki wyciągowej F1 z tą jedynie różnicą, że teraz zamiast przełącznika R14 działa przełącznik R19, włączony w obwód S19. Przełącznik R19 włącza się jednak tylko wtedy, gdy przełącznik przyspieszenia R11 drugiej klatki wyciągowej F1 zwalnia się, a jego styk spoczynkowy 11b jest zamknięty.

W zależności od położenia wyłączenia przełącznika R13 przewidziany jest w obwodzie S12 przełącznik R12, który jest uruchamiany poprzez styk roboczy 13c i który włącza i wyłącza tak zwane uzwojenie uspokojenia W7. Uzwojenie W7 jest czynne przy wyłączonym przełączniku R13, a więc przy zatrzymanej maszynie i usuwa wzbudzenie szczytkowe generatora sterującego G i amplidynowej maszyny wzmacniającej A.

Łączniki U1 i U2 znajdujące się w szybie, jak to przedstawiono na fig. 3, służą do kontrolowania prędkości.

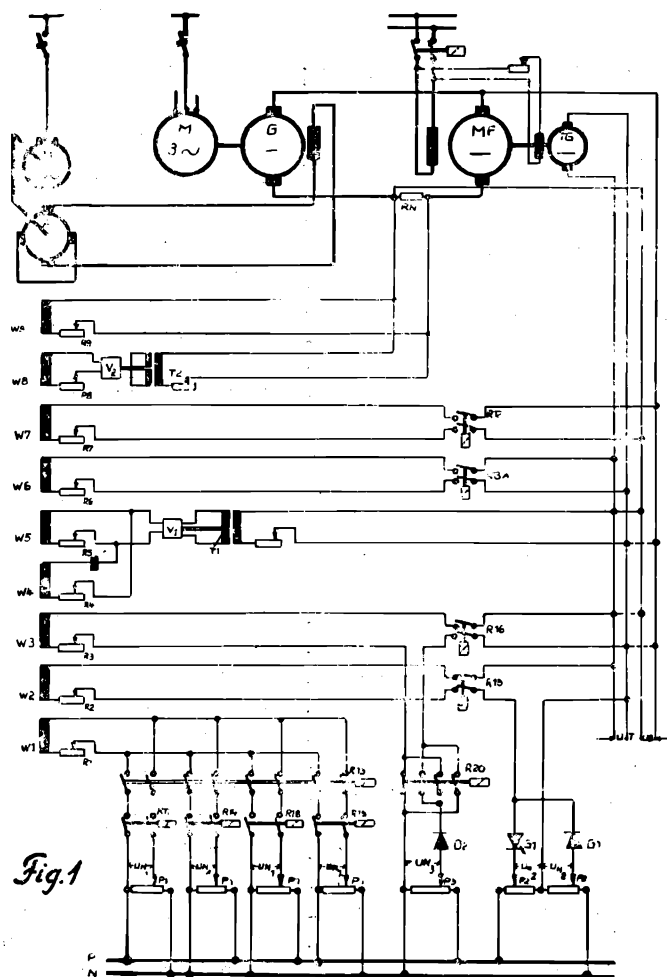
Zastrzeżenie patentowe

Urządzenie do sterowania i regulacji napędu elektrycznego górniczych maszyn wyciągowych z generatorem sterującym w układzie Leonarda, w którym to urządzeniu przyspieszanie, ustalona prędkość jazdy i zwalnianie klatki wyciągowej są regulowane odpowiednio do zadanych wartości za pomocą amplidynowej maszyny wzmacniającej, zasilającej wzbudzenie generatora sterującego, za pomocą obwodu regulacyjnego dla porównywania wartości zadanych i wartości zachodzących, znamienne tym, że amplidynowa maszyna wzmacniająca (A) posiada dzie więć uzwojeń wzbudzających (W1-W9), a mianowicie uzwojenie wzbudzające (W1) wytwarzające wzbudzenie wstępne, odpowiadające pełnym wartościom zadany m liczby obrotów i przyspieszenia, uzwojenie sterujące do regulacji obrotów (W2), uzwojenie do regulacji prędkości dojazdowej (pełzania) (W3), uzwojenie do ustalania prędkości (W4), uzwo-

jenie do przyspieszania i zwalniania (W5), uzwojenie do wyrównywania liczby obrotów (W6), uzwojenie wzbudzające (W7) do usuwania magnetyzmu szczytkowego, uzwojenie (W8) do kompensacji pochodnej prądu $\frac{dI}{dt}$ i uzwojenie kompaundowania (W9), przy czym uzwojenie wzbudzające (W1) wytwarzające wzbudzenie odpowiadające pełnym wartościom zadawanym jest przyłączane na napięciu (UN_1) sieci prądu stałego (PN), uzwojenie (W2) regulacji obrotów — na napięciu (UN_2) sieci prądu stałego (PN) poprzez prostowniki (G1) i obwód prądnicy tachometrycznej (TG), uzwojenie (W3) do regulacji prędkości dojazdowej jest przyłączone bądź do prądnicy tachometrycznej, bądź też do generatora sterującego (G) i poprzez prostownik (G2) na napięcie (UN_3) sieci (PN), uzwojenie stabilizujące (W4) oraz uzwojenie przyspieszania i zwalniania (W5) są przyłączone równolegle poprzez wzmacniacz (V_1) i transformator (T2), bądź do prądnicy tachometrycznej (TG), bądź też do generatora sterującego (TG) uzwojenie zaś (W6) do wyrównywania liczby obrotów jest przyłączone do prądnicy tachometrycznej (TG), uzwojenie natomiast (W7), gdy układ jest nieczynny — jest przyłączone do generatora sterującego (G), uzwojenie kompensacyjne (W8) oraz uzwojenie kompaundowania (W9) przyłączone równolegle do uzwojenia (W8) dołączone są poprzez wzmacniacz (V_2) i transformator (T2) do bocznika (RN), włączonego w obwód prądu twornikowego układu Leonarda (G, MP) przy czym uzwojenia (W1, W2, W3, W6 i W7) są załączane poprzez łączniki (A1, A2, Y1 i Y2), umieszczone w szybie wyciągu i uruchamiane przez klatki wyciągowe (F1 i F2) oraz przez należące do nich przełączniki (R10-R20), odpowiednio do położenia klatek wyciągowych (F1 i F2) tak, iż drogi oraz czas trwania okresów przyspieszania, jazdy ze stałą szybkością i opóźniania pozostają niezależne od obciążenia.

VEB Starkstrom Anlagebau
Erfurt

Zastępca: inż. Józef Felkner
rzecznik patentowy



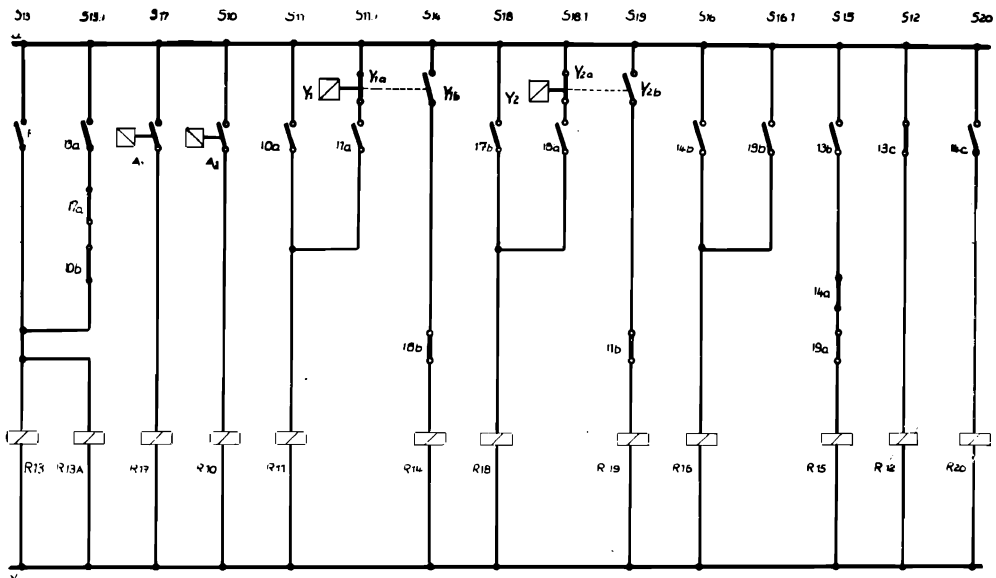


Fig. 2

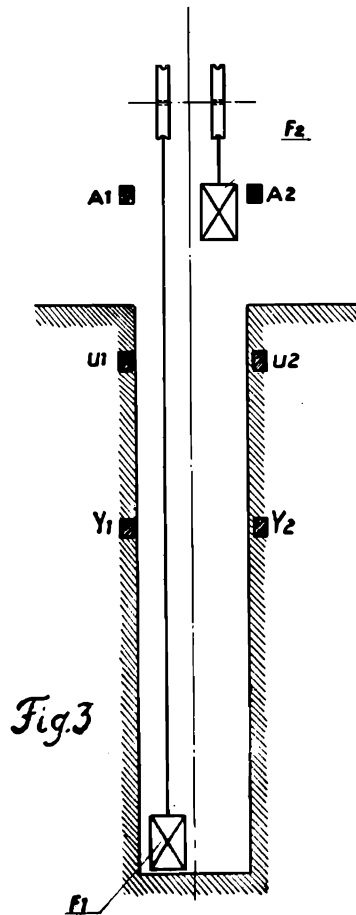


Fig. 3