



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

250073
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
B 60 L 7/04

(22) Přihlášeno 02 05 84
(21) (PV 3228-84)

(40) Zveřejněno 31 08 85

(45) Vydáno 15 05 88

(75)

Autor vynálezu

VYKOUPILO LIBOR ing., BRNO

(54) Zapojení tramvají s odporovým řízením

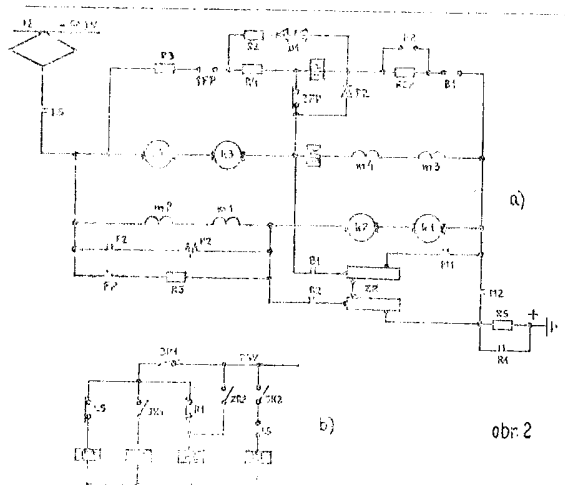
1

Zapojení tramvají se zrychlovačem pro jejich nebrzděný výběh ze setrvačnosti vozidla odstraňuje ztráty kinetické energie vzniklých z působení předbrzdové přípravy, kterou vytváří omezený proud trakčních motorů v generátorickém zapojení.

Podstata zapojení spočívá v tom, že cívka přípravy při doběhu vozidla setrvačností je přepojena na napětí kotev trakčních motorů namísto původního zapojení na napětí magnetů těchto motorů, přičemž je zároveň sníženo generované napětí kotev motorů hlubokým odbuzením magnetů jedné skupiny motorů pomocí odbuzovacího odporu. Přepojení obvodu cívky přípravy se dosahuje pomocnými kontakty stykače, jehož hlavní kontakt zároveň zapojuje odbuzovací odpor. Průběh proudu cívky přípravy je v novém zapojení přizpůsoben původní proudové charakteristice v cívkách pomocí křemíkových diod a odporů.

Cílem zapojení je snížení příbrzdovacího výkonu na energetické minimum dostatečné jak pro předbuzení trakčních motorů před provozním brzděním, tak pro samočinné nastavování hodnot odporu zrychlovače podle okamžité rychlosti vozidla.

2



Vynález se týká zapojení tramvají s odporovým řízením pro nebrzděný výběh vozidla při jízdě setrvačností.

Stávající tramvaje s odporovým řízením jízdního a brzděného proudu pomocí odporníku zrychlovače jsou při výběhu vozidla setrvačností vybaveny předbrzdovou přípravou, kterou vytváří omezený proud trakčních motorů v generátorickém zapojení, přičemž motory pracují se zeslabeným magnetickým polem zhuntováním jejich magnetů.

Tímto proudem vyvolávajícím předbuzení motorů se dosahuje podstatné zkrácení časové prodlevy elektrodynamické brzdy, v níž by jinak probíhalo pomalé samonabuzení motorů ze zbytkového magnetismu. Taková prodleva trávající kolem jedné sekundy by prodlužovala zábrzdňou vzdálenost, neboť například při rychlostech kolem 60 km/h by vozidlo po ovládnutí zařízení elektrodynamické brzdy ujelo ještě nebrzděnou dráhu kolem 17 metrů, což zvláště ve frekventovaném městském provozu by bylo kritické pro bezpečné zastavení vozidla před překážkou. Proud předbrzdové přípravy řídí zároveň pomocí omezovacího relé a pilotmotoru nastavení příslušné hodnoty odporu zrychlovače podle rychlosti vozidla tak, aby při opětovném rozjezdu nebo brzdění výše proudu se přizpůsobila okamžitým otáčkám kotev trakčních motorů a tedy okamžité rychlosti vozidla.

Samočinné nastavování odporu zrychlovače je regulováno cívkou přípravy připojenou na napětí magnetů trakčních motorů a také proudovou cívkou zapojenou v obvodu trakčních motorů, přičemž obě cívky tvoří aktivní součást omezovacího relé. Proud předbuzení dosahuje například u tramvají čtyřnápravových typu T hodnot 40–60 A, u tramvají článkových typu K proud až 100 A při napětí kotev v rozmezí 150–250 V při provozních rychlostech 40–60 km/h. Při výběhu vozidla je trakčními motory generován ztrátový výkon v rozmezí 6–25 kW v oblasti mezizastávkových rychlostí, kterým je vozidlo při doběhu setrvačností přibrzďováno, neboť k poměrně nízkým odporům pojezdu ocelových kol na kolejnici se přidává značná přibrzďovací síla z předbrzdové přípravy. V podmínkách městské hromadné dopravy se pohybují tramvajové jednotky 1/2 až 2/3 dráhy jízdou setrvačností, zatímco 1/3 až 1/2 dráhy připadá na rozjezd s odběrem proudu a na elektrodynamické brzdění.

Ztráta kinetické energie vozidla z titulu předbrzdové přípravy dosahuje až 10 % trakční energie vynaložené na rozjezd. Tato skutečnost prokazují též tramvaje vybavené tyristorovou pulzní regulací, u nichž klasická předbrzdová příprava byla odstraněna, což se velkou měrou podílí na celkové úspoře elektrické energie proti vozům s odporovou regulací.

Výše uvedené nedostatky vozidla při jízdě setrvačností jsou odstraněny zapojením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v připojení odbuzovacího odporu na magnety prvního a druhého trakčního motoru stykačem přípravy a dále v připojení cívky přípravy na vývody kotev třetího a čtvrtého trakčního motoru, přičemž do obvodu cívky přípravy je zapojena dioda, doplňkový odpor, pomocný pracovní kontakt stykače přípravy a omezovací odpor a paralelně k cívce přípravy a doplňkovému odporu je připojena dvojitá dioda s diferenčním odporem, přičemž konec cívky přípravy je přes klidový dotek stykače přípravy připojen na anodu diody a také na vývod třetího trakčního motoru.

Zapojením podle vynálezu se dosáhne hlubokého snížení výkonu proudu přípravy na energetické minimum dostačující jak pro předbuzení trakčních motorů před brzděním, tak pro samočinné nastavování hodnot odporu zrychlovače podle okamžité rychlosti vozidla. Zapojení podle vynálezu umožňuje zároveň přepojení obvodu cívky přípravy do původního spojení v okamžiku rozjezdu vozidla s trakčním proudem a při elektrodynamickém brzdění. Z hlediska energetického dosáhne se zapojením podle vynálezu značných úspor elektrické energie, neboť při ročním ekonomickém průběhu vozidla 60 000 km ujede tramvaj 30 000 až 40 000 km setrvačností doběhem, což představuje až 1 300 hodin jízdy se ztrátou kinetické energie v důsledku původního zapojení předbrzdové přípravy. Tato ztráta ročně v průměru 20 000 kWh musí být nahrazována delší dobou trvání rozjezdového proudu k dosažení vyšší rychlosti potřebné ke krytí ztrát kinetické energie přibrzďováním z důvodů působení předbrzdové přípravy. V celostátním měřítku představuje zapojení podle vynálezu při provozu přes 2 000 tramvají úspory elektrické energie ve výši několika desítek miliónu kWh. Náklady na zapojení podle vynálezu jsou návratné provozními úsporami během krátké doby provozu, ztrátový výkon z nového zapojení klesne z několika desítek kW v průměru na 4 %.

Na připojeném výkresu je v obr. 1a vyznačeno původní zapojení trakčních motorů tramvaje typu T, na obr. 1b je schéma části ovládacího obvodu původního zapojení, na obr. 2a je vyznačeno v trakčních obvodech vozů typu T zapojení podle vynálezu, na obr. 2b je schéma části ovládacího obvodu podle vynálezu.

Podle obr. 1a jsou kotvy **k4** a **k3** čtvrtého a třetího trakčního motoru trvale zapojeny v sérii se svými magnety **m4**, **m3** přes proudovou cívku **OR** a kotvy **k1**, **k2** prvního a druhého trakčního motoru jsou trvale zapojeny v sérii se svými magnety **m1**, **m2**, přičemž obě větve sériově zapojených motorů jsou zapojeny paralelně. V doběho-

vém stavu vozidla je mezi tyto větve na vývody kotev **k3** a **k2** připojen přes stykače **B1**, **B2** regulovatelný odpor zrychlovače **ZR**, přičemž k magnetům **m1**, **m2** je připojen shuntovací odpor **H2** přes stykač **F2** a k magnetům **m3**, **m4** a cívce **OR** je připojena cívka **CP** přípravy přes pomocné doteky stykačů **F2** a **B1**.

V brzdovém stavu je rozpojen stykač **F2** a do obvodu cívky **CP** přípravy je vřazen odpor **RCP**. V rozjezdovém stavu vozidla jsou zapnuty stykače **LS**, **M1**, **R1** případně stykače **M2**, **F2**, přičemž jsou rozpojeny stykače **B1**, **B2**.

Podle obr. 1b je v doběhovém stavu vozidla na pomocné napětí zapojena cívka stykače **F2** přes klidový dotek **BK1** brzdového řadiče a přes klidový dotek stykače **R1**. V brzdovém stavu vozidla je rozpojen obvod cívky stykače **F2** dotekem **BK1** brzdového řadiče.

V rozjezdovém stavu vozidla je zapojena cívka linkového stykače **LS** přes klidový dotek **BK1** a pracovní dotek **JK1** jízdního řadiče, přičemž přes dotek **JK2** jízdního řadiče a pomocný dotek **LS** linkového stykače je uzavřen obvod cívky stykače **R1** a jeho klidovým dotekem je rozpojena cívka stykače **F2**.

Podle obr. 2a je sérioparalelní zapojení trakčních motorů včetně zapojení obvodu zrychlovače **ZR** a obvodu shuntovacího odporu **H2** stejné jako v obr. 1a. V doběhovém stavu vozidla je k obvodu magnetů **m1**, **m2** připojen odbuzovací odpor **R5** přes stykač **FP**, jehož pomocný dotek **1FP** uzavírá obvod složený z doplňkového odporu **R4** a omezovacího odporu **R3** a připojený ke kotvám **k3**, **k4** přes diodu **D2** a cívku **CP**, přičemž dotek **2FP** stykače **FP** je rozpojen a k obvodu složeného z cívky **CP** a **R4** je připojen obvod sestávající z dvojité diody **D1** a diferenciálního odporu **R2**.

Podle obr. 2b je k původním obvodům vyznačeným v obr. 1b v doběhovém stavu vozidla připojena cívka stykače **FP** přes klidový dotek **LS** linkového stykače. Zapojení pro brzdový nebo rozjezdový stav vozidla je stejné jako v obr. 1a, 1b s tím, že cívka stykače **FP** je rozpojena dotekem **BK1** nebo dotekem **LS**.

Při doběhu vozidla setrvačností se vybudí proud přípravy na trakčních obvodech podle obr. 1a zapojením stykačů **B1**, **B2**, čímž jsou zapojeny kotvy **k1**, **k2**, **k3**, **k4** a magnety **m1**, **m2**, **m3**, **m4** trakčních motorů přes odporník zrychlovače do křížového zapojení. Napětí na kotvách motorů indukované z remanentního magnetismu vyvolá postupně narůstající proud přes stykače **B1**, **B2** a zrychlovač **ZR**.

Tento proud přípravy se udržuje téměř na konstantní výši jednak regulací odporu zrychlovače, jednak zeslabením magnetic-

kého pole zapojením shuntovacího odporu **H2** stykačem **F2**. Rovnoměrnost rozdělení proudu přípravy v obvodu kotev **k3**, **k4** a kotev **k1**, **k2** zajišťuje křížové spojení motorů. Automatickou regulaci hodnoty odporu zrychlovače provádí pilotmotor, jehož pohyb je odvozen od funkce omezovacího relé ovládaného magnetomotorickými silami proudové cívky **OR** a cívky **CP** přípravy napájené z napětí na magnetech **m3**, **m4** přes sepnutý dotek stykače **B1** a dotek stykače **F2**. Elektrodynamického brzdění se dosáhne brzdovým pedálem pomocí kontaktu brzdového řadiče **BK1** podle obr. 1b, přičemž se vypne cívka stykače **F2**, jehož hlavní kontakt rozpojí obvod shuntovacího odporu **H2**, čímž dojde k plnému vybuzení trakčních motorů a tím i k nárůstu proudu ze stavu přípravy na mnohonásobný proud brzdový.

Téhož shuntovacího obvodu se stykačem **F2** se využívá k zeslabení magnetického pole trakčních motorů za účelem zvýšení rychlosti vozidla, a to podle obr. 1b zapojením cívky stykače **F2** přes kontakt zrychlovače **ZR2** při rozpojení doteku stykače **R1** ovládaném dotekem jízdního řadiče **JK2** a dotekem linkového stykače **LS**, který je ovládán kontaktem jízdního řadiče **JK1**.

Podle obr. 2a na vývody magnetů **m2**, **m1** druhého a prvního trakčního motoru přes stykače **FP** je připojen odbuzovací odpor **R5**, čímž dojde při jízdě vozidla setrvačností ke hlubokému snížení indukovaného napětí na kotvách trakčních motorů a tím i ke snížení proudu přípravy uzavřeného přes regulovaný odporník zrychlovače. Zároveň je přepojen obvod cívky **CP** přípravy na napětí kotev **k3**, **k4** přes diodu **D2**, doplňkový odpor **R4**, sepnutý dotek **1FP** a omezovací odpor **R3**.

Proud v **CP** je řízen také obvodem sestávajícím z dvojité diody **D1** a diferenciálního odporu **R2**, jímž se charakteristika proudu v **CP** přizpůsobuje vysokým změnám napětí na kotvách **k3**, **k4** za vyšších rychlostí vozidla, přičemž součtový proud v **CP** a v obvodu s dvojitou diodou je omezován omezovacím odporem **R3**. Při sešlápnutí brzdového pedálu dojde k vypojení cívky stykače **FP**, přičemž se v trakčním obvodu přepojí cívka **CP** přípravy do původního spojení a tedy na napětí magnetů **m3**, **m4** přes klidový dotek **2FP**, přičemž dioda **D2** v závěrném směru blokuje zkratování cívky přípravy.

Zapojení vyznačené v obr. 2a je určeno pro trakční napětí s polaritou záporného pólu v trolejovém vodiči, při kladném pólu v trolejovém vodiči jsou diody **D1**, **D2** zapojeny v obrácené propustnosti.

Příklad zapojení podle obr. 2a je využitelný bez změn také pro článkové tramvaje typu K2.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení tramvají s odporovým řízením pro nebrzděný výběh vozidla setrvačností vyznačené tím, že v obvodu trakčních motorů v generátorickém spojení je na magnety (m1, m2) prvního a druhého trakčního motoru přes stykač (FP) připojen odbuzovací odpor (R5) a na vývody kotev (k3, k4) třetího a čtvrtého trakčního motoru je připojen obvod přípravy sestávající ze sériového zapojení diody (D2), cívky (CP) přípravy, doplňkového odporu (R4), pra-

covního kontaktu (1FP) stykače (FP) a omezovacího odporu (R3), přičemž paralelně k začátku cívky (CP) přípravy a ke konci doplňkového odporu (R4) je připojena dvojitá dioda (D1) v sérii s diferenciálním odporem (R2), zatímco konec cívky (CP) přípravy je přes klidový kontakt (2FP) stykače (FP) připojen na anodu diody (D2) a současně na vývod kotvy (k3) třetího trakčního motoru.

1 list výkresů

