

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 665

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

H02M 5/02 (2006.01)

H02M 5/10 (2006.01)

H02M 5/275 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39390**

(22) Přihlášeno: **20.11.2021**

(47) Zapsáno: **14.12.2021**

(73) Majitel:
ELEKTROTECHNIKA, a.s., Praha 9, Vysočany,
CZ

(72) Původce:
Ing. Radim Hauptmann, Praha 10, Petrovice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

(54) Název užitého vzoru:
**Zapojení vysokonapětového měniče pro
symetrizaci napájení drážní troleje**

Zapojení vysokonapětového měniče pro symetrizaci napájení drážní troleje

Oblast techniky

Technické řešení se týká zapojení výkonového obvodu vysokonapětového měniče pro napájení střídavé trakční troleje železnice. Měnič je napájen z trojfázové výkonové soustavy, kterou upravuje na jednofázové střídavé napájecí napětí elektrické trakce.

Dosavadní stav techniky

Český drážní systém sestává ze dvou napájecích soustav. Starší stejnosměrná soustava je napájena stejnosměrným napětím o úrovni 3 kV a je užívána na zhruba polovinu tratí ČR. Novější střídavá soustava je napájena střídavým napětím 25 kV odvozeným z jedné fáze trojfázové vysokonapětové elektrické sítě. Znamená to, že používaná elektrická trakční vozidla musí být vybavena jak stejnosměrným, tak i střídavým pohonem. Kromě toho oba napájecí systémy způsobují významné rušení elektrické sítě. Stejnosměrná soustava dodává svými usměrňovači do napájecí sítě významné nežádoucí harmonické složky, způsobující zkreslení tvaru křivky napájecího napětí sítě. Střídavá trakční soustava také nesymetricky zatěžuje napájecí trojfázovou síť v důsledku jednofázového odběru. V současné době je kvalita odběru příkládán značný význam, a proto harmonické zkreslení i nesymetrie proudu odebíraného elektrickou trakcí významně zvyšují provozní náklady dráhy.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny zapojením vysokonapětového měniče pro symetrizaci napájení drážní troleje, obsahujícím napájecí síťový transformátor a výkonový měnič, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že k sekundární straně napájecího síťového transformátoru je připojen pomocný transformátor, k jehož sekundární straně je připojen výkonový měnič, který sestává ze tří fázových větví sériově zapojených sloupců buněk v sérii s indukčností v třífázovém zapojení do trojúhelníku a každá větev je na vývodu opatřena proudovým čidlem, jejichž výstup je zapojen do řídicí jednotky. Každá výkonová buňka měniče sestává z můstkového zapojení čtyř výkonových tranzistorů, vybavených zpětnými diodami a kondenzátorem ve střední větvi.

Fázové větve sériově zapojených sloupců buněk mohou být opatřeny tlumivkami.

Navržené řešení představuje systém, který převádí trojfázové napájecí napětí sítě na střídavé jednofázové napětí pro napájení trakční troleje. Sestává z napájecího síťového transformátoru, z výkonového měniče a pomocného transformátoru, připojeného k sekundární straně napájecího síťového transformátoru. Měnič sestává ze tří fázových větví sériově zapojených buněk měniče, jejichž počet odpovídá požadované velikosti napájecího napětí troleje. Každá buňka sestává z můstkového zapojení čtyř vysokovýkonových tranzistorů IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), zpětných diod a kondenzátoru. Měnič je připojen k sekundární straně pomocného transformátoru, jehož primární strana je napájena z přírodního síťového transformátoru. Sekundární strana pomocného transformátoru je připojena k fázovým větvím měniče zapojeným do trojúhelníku. Měnič upravuje jednofázový proud odebíraný trolejovým vedením z třífázové napájecí soustavy tak, aby zatížení napájecí třífázové sítě bylo symetrické, odebíraný proud z napájecí sítě neobsahoval vyšší harmonické složky a jalovou složku první harmonické. Tato napájecí sestava měniče je řízena procesorovou řídicí jednotkou, vybavenou softwarem odpovídajících vlastností.

Navržené zapojení měniče umožňuje sjednotit napájení troleje na střídavou trakci a současně zajistit symetrický odběr z trojfázové sítě s minimálním zkreslením odebíraného proudu. Realizace navrženého řešení odpovídá vládnímu záměru na podstatné přesunutí nákladní dopravy ze silnic na koleje dráhy a umožňuje podstatné snížení provozních nákladů dráhy. Současně řeší i otázku rekuperace energie při provozu trakčních vozidel.

Objasnění výkresů

Zapojení vysokonapětového měniče pro symetrizaci napájení drážní troleje podle tohoto technického řešení bude popsáno na příkladech uskutečnění s pomocí příložených výkresů, kde na Obr. 1 je schéma zapojení buňky můstkového měniče. Na Obr. 2 je schéma zapojení můstkového měniče s pomocným transformátorem. Na Obr. 3 je schéma připojení můstkového měniče do trakčního systému a na Obr. 4 je schéma zapojení můstkového měniče s tlumivkami.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladné zapojení vysokonapětového měniče pro symetrizaci napájení drážní troleje, obsahující napájecí síťový transformátor TR1 a výkonový měnič má k sekundární straně napájecího síťového transformátoru TR1 připojen pomocný transformátor TR2 k jehož sekundární straně je připojen výkonový měnič, který sestává ze tří fázových větví sériově zapojených sloupců buněk B11 až B1n, B21 až B2n a B31 až B3n v sérii s indukčností L1, L2 a L3 v třífázovém zapojení do trojúhelníku. Každá větev je na vývodu opatřena proudovým čidlem I1, I2 a I3, jejichž výstup je zapojen do řídicí jednotky ŘJ. Každá výkonová buňka měniče sestává z můstkového zapojení čtyř výkonových tranzistorů T1, T2, T3 a T4, vybavených zpětnými diodami D1, D2, D3 a D4 a kondenzátorem C ve střední větvi.

V dalším provedení zapojení vysokonapětového měniče jsou fázové větve sériově zapojených sloupců buněk B11 až B1n, B21 až B2n a B31 až B3n opatřeny tlumivkami L.

Konkrétní buňka měniče je znázorněna na Obr. 1. Buňka měniče sestává ze čtyř výkonových tranzistorů T1, T2, T3 a T4 se svými zpětnými diodami D1, D2, D3 a D4 v můstkovém zapojení a z kondenzátoru C ve střední větvi. Vývody můstku slouží k připojení buňky do celkového schématu měniče na Obr. 2.

Vlastní měnič sestává ze tří sériově zapojených sloupců buněk B11 až B1n, B21 až B2n, B31 až B3n v sérii s indukčností v třífázovém zapojení do trojúhelníka. Každá větev je na vývodu opatřena proudovým čidlem I1, I2 a I3 umístěným podle Obr. 2, jehož výstup je zapojen do řídicí jednotky ŘJ. Vrcholy trojúhelníka jsou připojeny na sekundární fázové vývody pomocného transformátoru TR2. Primární vinutí pomocného transformátoru TR2 je napájeno z napájecího síťového transformátoru TR1 a ze dvou jeho vývodů je napájena trakční trolej 25 kV.

Řídicí jednotka ŘJ měniče měří prostřednictvím čidel fázové proudy a napětí na vývodech sekundárního vinutí napájecího síťového transformátoru TR1 a proud tekoucí do troleje. Dále dostává signály z proudových čidel I1, I2, I3. Rovněž jsou měřena napětí na všech kondenzátorech tranzistorových buněk. Řídicí jednotka generuje zapínací pulzy pro řízení tranzistorů T1, T2, T3 a T4 všech buněk měniče na základě snímaného napájecího napětí a snímaného průběhu proudu pomocí proudových čidel I1 a I2.

Trakční trolej je přímo napájena z vývodů dvou fází pomocného transformátoru TR2.

Technické řešení bylo realizováno na funkčním modelu měniče, který byl proveden v úplném souboru plánovaných součástí podle Obr. 1 a Obr. 2 s navrženou řídicí jednotkou ŘJ, vybavenou sestaveným funkčním řídicím algoritmem. Na základě výsledků zkoušek byl navržen výkonový

funkční vzor o výkonu 1 MW a provedeny funkční zkoušky. Pro využití na trakčních napájecích jednotkách se předpokládá výkon napájecí soustavy 20 MW, případně vyšší podle požadavků traťového napájení v dané lokalitě.

- 5 Funkční vzor měniče pro navrženou napájecí soustavu sestává z n rozvaděčových rámu a byl instalován na zkušebním pracovišti.

Průmyslová využitelnost

10

Využití technického řešení se předpokládá v trakčních napájecích stanicích (TNS) Správy železnic v souvislosti se schválenou koncepcí přechodu na jednotnou napájecí soustavu. V první fázi zkoušek se předpokládá nasazení TNS příslušného výkonu na méně významné větve tratí a podle výsledků zkoušek se předpokládá postupné nasazení navrženého napájecího systému na další

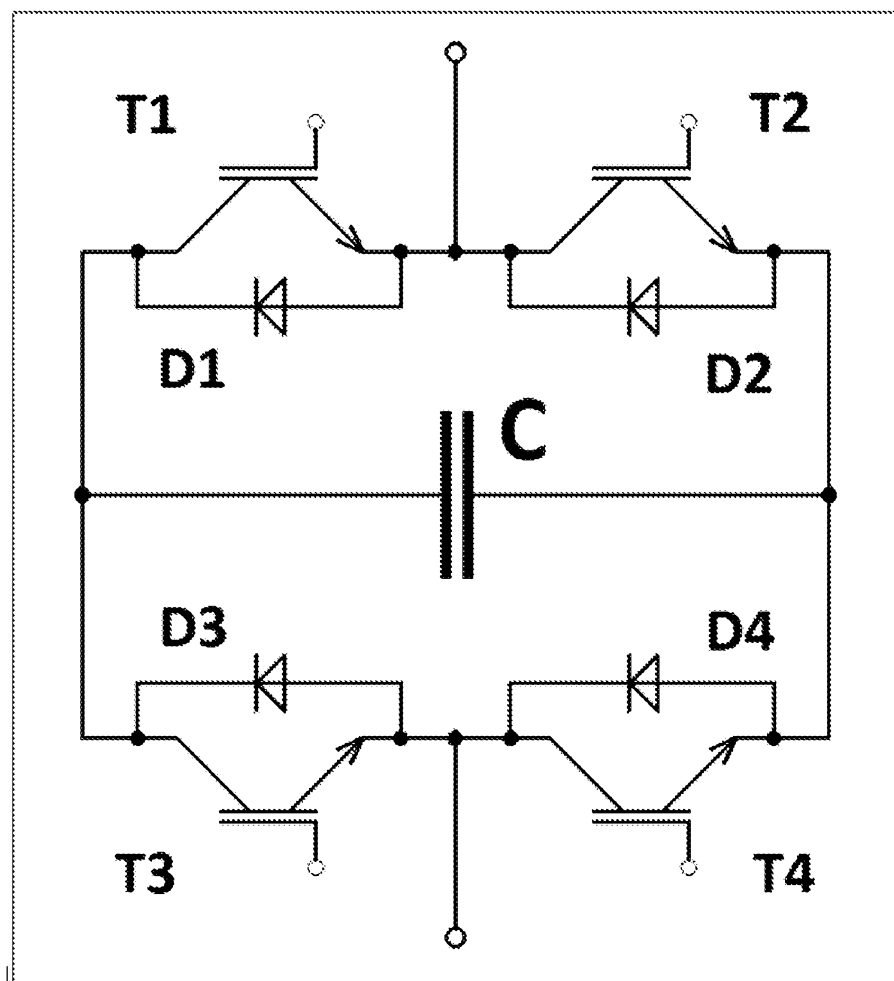
15

současné stejnosměrné napájecí stanice. Optimálním výsledkem řešení by bylo nasazení navrženého napájecího systému na všechny dosud stejnosměrné trakční napájecí stanice ČR.

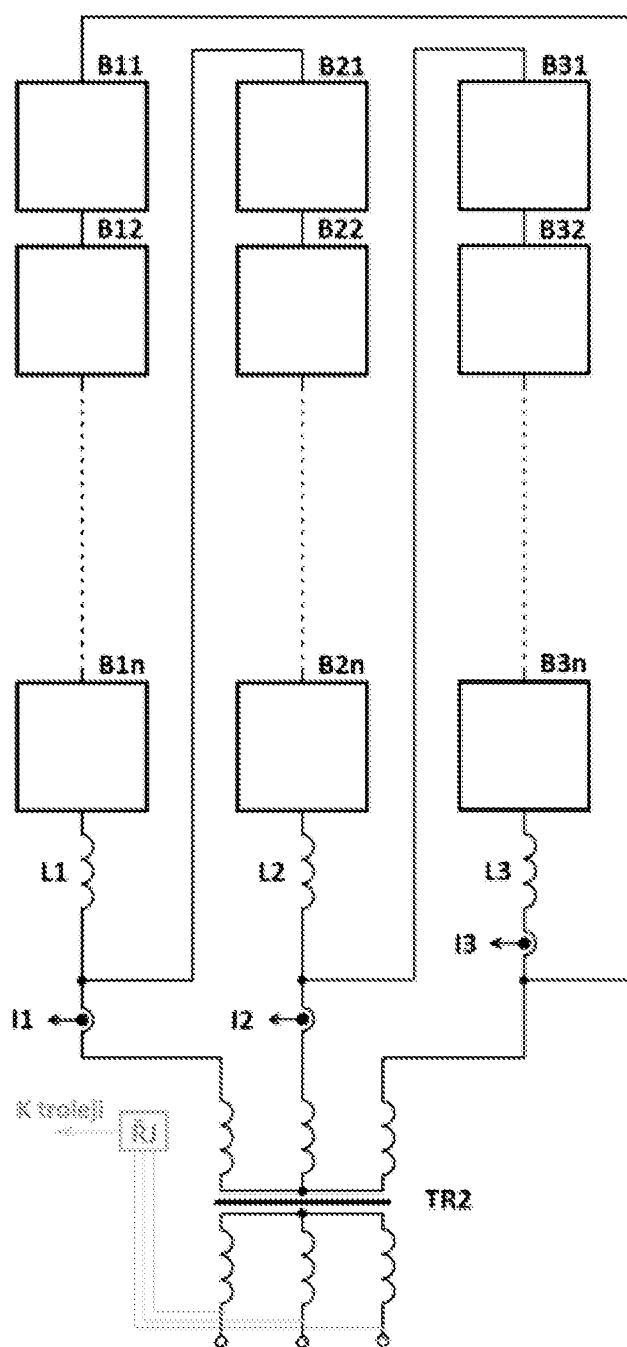
NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Zapojení vysokonapětového měniče pro symetrizaci napájení drážní troleje, obsahující
napájecí síťový transformátor (TR1) a výkonový měnič, **vyznačující se tím**, že k sekundární straně
napájecího síťového transformátoru (TR1) je připojen pomocný transformátor (TR2) k jehož
sekundární straně je připojen výkonový měnič, který sestává ze tří fázových větví sériově
zapojených sloupců buněk (B11 až B1n), (B21 až B2n) a (B31 až B3n) v sérii s indukčností (L1,
10 L2, L3) v třífázovém zapojení do trojúhelníku a každá větev je na vývodu opatřena proudovým
čidlem (I1, I2, I3), jejichž výstup je zapojen do řídicí jednotky (ŘJ), přičemž každá výkonová buňka
měniče sestává z můstkového zapojení čtyř výkonových tranzistorů (T1, T2, T3, T4), vybavených
zpětnými diodami (D1, D2, D3, D4) a kondenzátorem (C) ve střední větvi.
- 15 2. Zapojení vysokonapětového měniče podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že fázové větve
sériově zapojených sloupců buněk (B11 až B1n), (B21 až B2n) a (B31 až B3n) jsou opatřeny
tlumivkami (L).

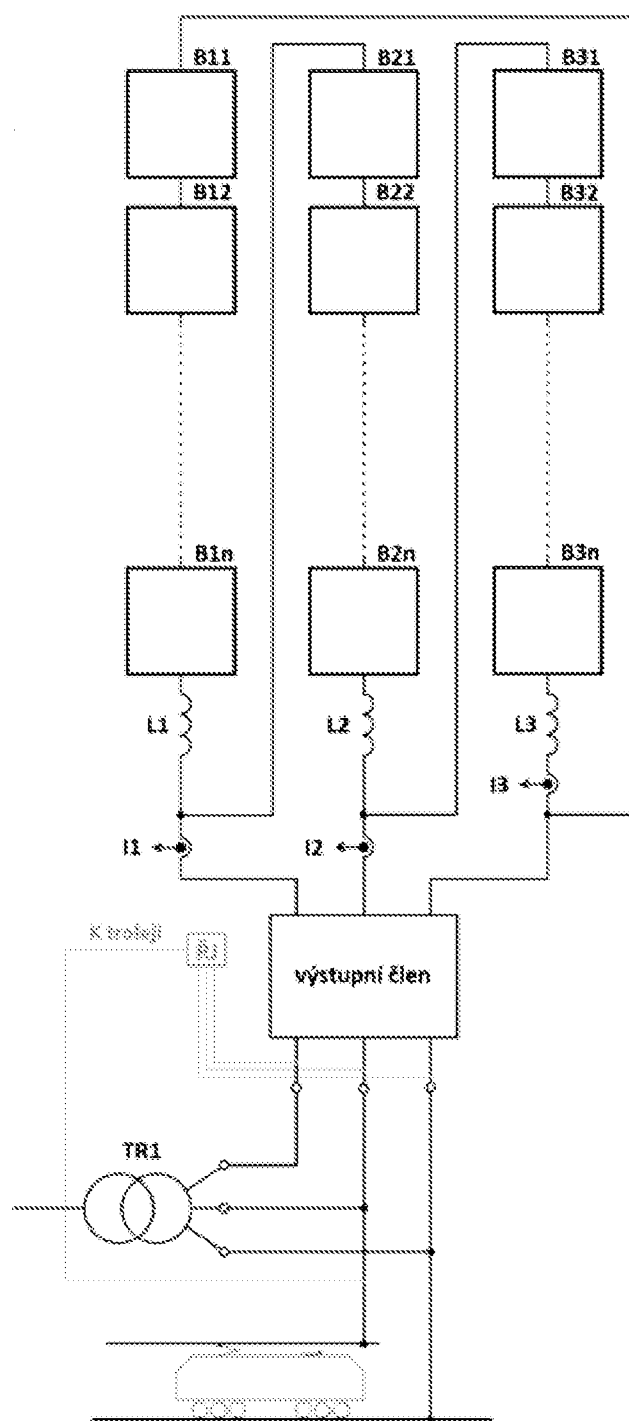
4 výkresy



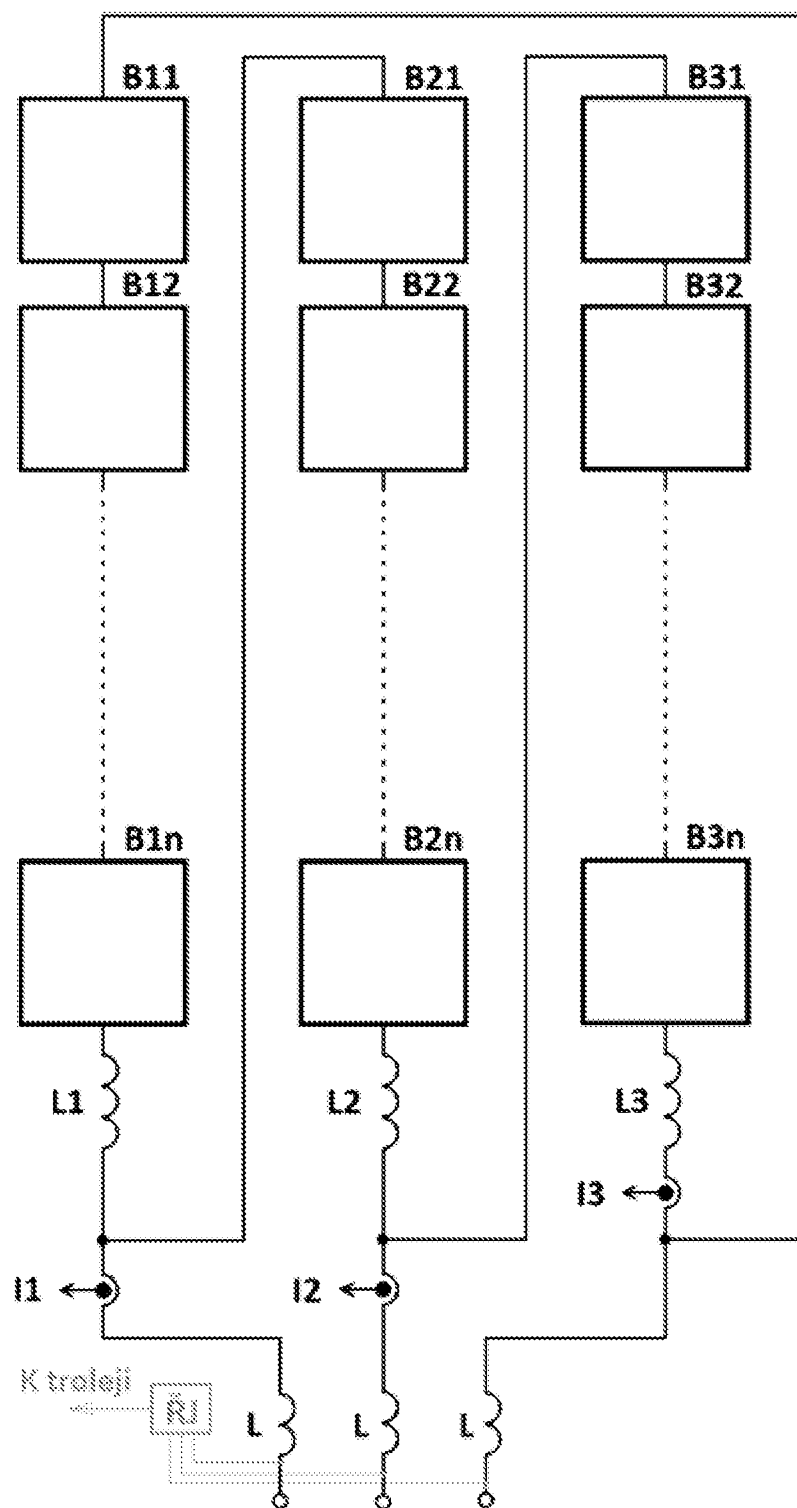
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4