PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:
2001 - 1061

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
B 60 L 15/20
B 60 L 9/28

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.07.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **07.07.1999**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/19131199**

(33) Země priority: **DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.01.2002**
(Věstník č. 1/2002)

(86) PCT číslo: **PCT/EP00/06208**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/03965**

(71) Přihlašovatel:
DAIMLERCHRYSLER AG, Stuttgart, DE;

(72) Původce:
Klose Christian, Brandenburg a. d. H., DE;
Unger-Weber Frank, Berlin, DE;

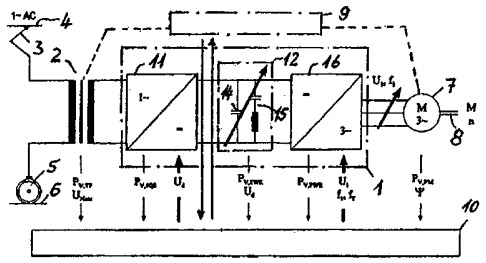
(74) Zástupce:
Řezáč Petr Ing. CSc., Severovýchodní VI č. 629/9, Praha 4, 14100;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob a zařízení k regulaci pohonné soustavy

(57) Anotace:

Za účelem minimalizace energie potřebné k provozu, se v pohonné soustavě, která obsahuje měnič (1) vloženého obvodu (12) a jím napájený hnací motor (7), optimalizuje napětí vloženého obvodu (12) a/nebo magnetické pole hnacího motoru (7) v závislosti na skutečných provozních požadavcích, a přitom se případně zohlední i energetická spotřeba pomocných agregátů (9) k chlazení součástí pohonné soustavy.



CZ 2001 - 1061 A3

č.j. 22686

PV 2001-1061
22.03.01

Způsob a zařízení k regulaci pohonné soustavy

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení k regulaci vysoce výkonné pohonné soustavy s proměnlivými otáčkami, zvláště pro kolejová vozidla napájená energií z elektrického vedení nebo z vlastního dieselelektrického generátoru vozidla, a která obsahuje nejméně jeden třífázový motor dimenzovaný pro konstantní výkon nad stanovenými otáčkami a napájený z měniče vloženého obvodu s proměnlivým napětím vloženého obvodu, přičemž měnič vloženého obvodu je napájen z energetické sítě a napětí vloženého obvodu klesá v rozsahu otáček pod stanovenými otáčkami vůči své maximální hodnotě, takovým způsobem, že napětí vloženého obvodu neklesne pod určené minimální napětí vyskytující se v provozu v energetické síti a v rozsahu otáček nad stanovenými otáčkami, při pokleslém napětí vloženého obvodu, se provádí v závislosti na otáčkách přechod na maximální napětí vloženého obvodu při maximálních otáčkách,

Dosavadní stav techniky

U známých způsobů regulace vysoce výkonných pohonných soustav s regulací otáček (DE 44 22 275 A1) jsou dva třífázové motory napájeny pomocí přiřazeného pulsního invertoru z vloženého stejnosměrného elektrického obvodu, který je sám napájen přes síťový usměrňovač proudu z napájecí sítě. Hnací motory jsou vystaveny klopnému momentu, který musí být vždy větší než hnací kroutící moment. Kromě toho jsou tyto motory dimenzovány na konstantní výkon nad stanovenými otáčkami podle typového štítku. Za účelem vyloučení rušících veličin, jako jsou klopné momenty nebo ztráty z vyšších harmonických frekvencí, zvláště v pulsní oblasti provozního režimu, a tím i za účelem snížení elektrického a mechanického zatížení hnacích motorů, jakož i napěťového zatížení měniče vloženého obvodu, se snižuje stejnosměrné napětí vloženého obvodu v oblasti otáček pod štítkovou hodnotou vzhledem k maximálnímu dosažitelnému napětí vloženého obvodu a toto napětí se zvyšuje v oblasti otáček nad štítkovou hodnotou při sníženém napětí vloženého obvodu, v rámci přechodu, prováděném v závislosti na počtu otáček, na maximální napětí vloženého obvodu při maximálních otáčkách hnacích motorů. Usměrňovače síťového proudu, které mohou být provedeny jako stejnosměrné ovládače nebo čtyř-kvadrantové ovládače, jsou pak v případě, že hnací motory vedle jinak hnacího režimu vozidla produkují v pracovním režimu generátoru brzdný kroutící moment, provedeny jako čtyř-kvadrantové ovládače. V jízdním

režimu stoupají napětí na motorech při relativně konstantním magnetickém toku od nulových otáček až do štítkové hodnoty otáček lineárně s otáčkami. Přitom je dosaženo maximální štítkové hodnoty napětí vodiče. Při otáčkách nad štítkovou hodnotu zůstává pak napětí na motoru při klesajícím magnetickém toku konstantní.

Úlohou vynálezu je vytvořit způsob a zařízení k regulaci vysoce výkonné pohonné soustavy, kterým se dosahuje dalšího zlepšení energetické bilance hnací soustavy.

Podstata vynálezu

Podstata vynálezu způsobu regulace vysoce výkonné pohonné soustavy s proměnlivými otáčkami, zvláště pro kolejová vozidla napájená energií z elektrického vedení nebo z vlastního dieselelektrického generátoru vozidla a která obsahuje nejméně jeden třífázový motor dimenzovaný pro konstantní výkon nad stanovenými otáčkami a napájený z měniče vloženého obvodu s proměnlivým napětím vloženého obvodu, přičemž měnič vloženého obvodu je napájen z energetické sítě a napětí vloženého obvodu klesá v rozsahu otáček pod stanovenými otáčkami vůči své maximální hodnotě, takovým způsobem, že napětí vloženého obvodu neklesne pod určené minimální napětí vyskytující se v provozu v energetické síti a v rozsahu otáček nad stanovenými otáčkami, při pokleslém napětí vloženého obvodu, se provádí v závislosti na otáčkách přechod na maximální napětí vloženého obvodu při maximálních otáčkách, který řeší uvedenou úlohu spočívá v tom, že v pohonné soustavě je napětí vloženého obvodu při otáčkách v oblasti nad stanovenými otáčkami až do maximálních otáček a přitom ve spodní oblasti hnacího a brzdného kroutícího momentu motoru, udržováno nadále alespoň na té své nízké hodnotě, kterou má pod stanovenými otáčkami.

Způsobem podle vynálezu je založen na zjištění, že v oblasti otáček nad štítkovou hodnotou, tudíž v oblasti plného vybuzení invertoru, při jakýchkoli otáčkách ve spodní oblasti příslušného hnacího nebo brzdového kroutícího momentu hnacího motoru, nemusí příslušné napětí vloženého obvodu ještě stoupnout na stanovenou zvýšenou hodnotu podle stavu techniky. Podle vynálezu se dá napětí vloženého obvodu znázornit zlepšeným polem charakteristik ve formě Ud = f(M,n). V tom smyslu se udržuje při malých požadavcích na kroutící moment napětí vloženého obvodu nadále konstantní nebo se zvyšuje pouze o několik málo procent vůči napětí vloženého obvodu pod štítkovou hodnotou napětí, tedy napětí existujícím při pulsním režimu invertoru. Teprve při zvýšeném požadavku na kroutící moment nad štítkovou hodnotu je třeba napětí vloženého obvodu za účelem splnění

požadavků týkajících se kroutícího momentu a otáček zvýšit na hodnotu stanovenou podle stavu techniky v závislosti na stoupajícím požadavku na kroutící moment. Ztrátový výkon pohonné soustavy je pak stále minimální. Provozní režim, ve kterém jsou konstrukční prvky měniče vloženého obvodu vystaveny sníženému napětí, a tím mají také vyšší životnost při sníženém celkovém ztrátovém výkonu, se tak rozšiřuje na oblast otáček nad štítkovou hodnotou.

Následně jsou uvedena další řešení podle vynálezu rozvíjející jeho podstatu nebo charakterizující jeho možné alternativy provedení spolu s příslušnými výhodami.

Hodnotu napětí vloženého obvodu lze v každém pracovním bodě nastavit tak, že se zároveň nastaví minimální celkový ztrátový výkon vozidla.

Doplňkově, nebo také nezávisle, lze analogickým způsobem provádět regulaci magnetického toku v jakémkoli hnacím motoru. V tomto smyslu se magnetický tok ve hnacím motoru při otáčkách nad štítkovou hodnotou směrem k vyšším otáčkám stále snižuje, přičemž výchozí hodnota odpovídá nadále konstantní hodnotě, jak je to dáno polem charakteristik pod štítkovou hodnotou. Přitom se magnetický tok, vždy ve vztahu na volitelné otáčky, udržuje ve spodní oblasti hnacího nebo brzdného kroutícího momentu hnacího motoru nadále jako konstantní a naproti tomu, teprve při vyšších požadavcích na kroutící moment, se regulací zvyšuje. Z toho vyplývá, obdobně jako u pole charakteristik pro napětí vloženého obvodu, žlabovité, zde směrem k nižším hodnotám klesající pole charakteristik nad štítkovou hodnotou. Celkově se přitom snižuje magnetický tok kontinuálně směrem k vyšším otáčkám. Hnací motor je tudíž provozován nad štítkovou hodnotou při nižších požadavcích na kroutící moment ve spodní oblasti s optimálně nízkými hodnotami proudu, které se zvyšují teprve tehdy, když se zvýší požadavek na kroutící moment nad danou hodnotu, směrem k nejvyšší hodnotě. Přitom dosahuje magnetický tok teprve při vyšších požadavcích na kroutící moment hodnotu, která je stanovena podle stavu techniky. Snížení magnetického toku je provázeno rovněž snížením elektrických ztrát a ztrát vířivými proudy, přičemž pokles magnetického toku při nižších požadavcích na kroutící moment smí být proveden pouze tehdy, když není překročen klopný moment hnacího motoru.

Jestliže jsou do pohonné soustavy zapojeny rovněž pomocné agregáty ve formě ventilátorů, čerpadel apod., které slouží ke chlazení jednotlivých součástí, jako například transformátoru, měniče a hnacích motorů, pak je účelné zahrnout jejich spotřebu do energetické bilance a

minimalizovat ji v závislosti na provozních podmínkách. K tomu účelu lze chladící výkon a tím i napájecí výkon, regulovat na libovolnou hodnotu pod maximálním chladícím výkonem až do dosažení předem určené maximální dovolené teploty u alespoň jedné součásti, , pohonné soustavy s vysokou tepelnou časovou konstantou, respektive její části. Naproti tomu, nad předem stanovenou teplotou bude chladící výkon provozován na maximum. Regulace výkonu pomocných agregátů a tím i chlazení jednotlivých součástí, je závislá na teplotě příslušné součásti a počtu navzájem nezávisle regulovatelných chladících součástí. Pokud nejsou chladící součásti navzájem nezávisle regulovatelné, provádí se regulace výběrem podle maximální hodnoty.

Doplňkově nebo alternativně může být rovněž účelné, regulovat chladící výkon v poměru k momentálně se vyskytujícímu ztrátovému výkonu součástí pohonného systému s malou tepelnou časovou konstantou. Tím lze vyloučit možnost částečného přehřátí součástí nebo jejich částí na místech, která nejsou snímatelná nebo jsou těžko snímatelná tepelnými senzory. Intenzivní ventilace tudíž nastane v případech, kdy se v pohonné soustavě objeví nárazové zátěže.

Dodatečná optimalizace energetické bilance se projevuje rovněž tím, že pod stanovenými tepelnými hodnotami a hodnotami ztrátového výkonu pohonné soustavy se chladící výkon zvyšuje teprve v případě, kdy celková dodatková energie použitá pro chlazení je menší, než součet dodatkově se vyskytujících ztrát elektrické energie v pohonné soustavě při absenci chlazení. Za tím účelem se z momentálních provozních dat určí současný ztrátový výkon jednotlivých součástí a srovnáním například s empiricky zjištěnými hodnotami, se stanoví, zdali je při stoupající teplotě nebo zatížení součástí pohonné soustavy a z toho vyplývajícího ohřátí, ve srovnání se současně požadovaným chladícím výkonem z hlediska celkové energetické bilance výhodnější již nyní, nebo později zapojit pomocné agregáty.

Kromě toho se ke zlepšení energetické bilance rovněž navrhuje odbudit magnetický tok ve hnacím motoru při absenci požadavku na kroutící moment, tedy při setrvačném posunu nebo v klidovém stavu kolejového vozidla. Tím se také eliminuje energetická spotřeba při volnoběžném provozu. Doplňkově se redukuje výkon pomocných agregátů přizpůsobením chladících poměrů k sníženému zátěžovému požadavku. To probíhá až do úplného odpojení jednotlivých pomocných agregátů.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že pohonná soustava obsahuje regulaci, kterou se napětí vloženého obvodu při otáčkách hnacího motoru při blokovém provozu invertoru a přitom ve spodní oblasti hnacího a brzdného kroutícího momentu hnacího motoru reguluje alespoň na hodnotu, která odpovídá napětí vloženého obvodu ve vloženém obvodu při stanovených otáčkách hnacího motoru a nastaví se tak, že v celé pohonné soustavě je v každém pracovním bodě minimální ztrátový výkon.

Kolejové vozidlo provozované podle vynálezu a vybavené k tomu účelu potřebnými zařízeními se vyznačuje ztrátově minimální pohonnou soustavou, do které lze začlenit i pomocné agregáty.

Přehled obrázků na výkrese

Vynález je dále blíže vysvětlen pomocí schematických výkresů znázorňujících jeho princip na kterých značí:
obr. 1 - principielní schéma zapojení pro pohonné soustavy s optimalizační regulací; obr. 2 - blokové schéma s popisem jednotlivých operací k optimalizaci spotřeby energie pohonné soustavy; obr. 3 - třírozměrný graf průběhu napětí vloženého obvodu na měniči vloženého obvodu pohonné soustavy; obr. 3a - graf podle obr. 3, který odpovídá stavu techniky; obr. 4 - třírozměrný graf průběhu magnetického toku v závislosti na kroutícím momentu a otáčkách hnacího motoru pohonné soustavy; a obr.5 - graf podle obr. 4, který odpovídá stavu techniky.

Příklady provedení vynálezu

Podle obr. 1 obsahuje zařízení k regulaci provozu při proměnných otáčkách vysoce výkonné pohonné soustavy měnič 1 vloženého obvodu, který je v daném provedení napájen přes transformátor 2 a proudový sběrač 3 z napájecí sítě 4 jednofázového střídavého proudu. Primární vinutí je přitom napojeno přes nejméně jedno kolejové kolo 5 na nejméně jednu kolejnici 6 a tím na uzemněný pól napájecí sítě 4. Sekundární vinutí transformátoru 2 napájí vložený obvod měniče 1, jehož třífázový výstup napájí nejméně jeden třífázový motor 7, který slouží jako hnací motor pro kolejové vozidlo. Hnací motor 7 přenáší hnací kroutící moment buď přímo nebo přes převodovku na kolejové kolo 5 nebo další kola kolejového vozidla.
K měniči 1 vloženého obvodu, transformátoru 2 a hnacímu motoru 7 jsou přiřazeny pomocné agregáty 9, které obsahují větrací ventilátory a/nebo zařízení kapalinových čerpadel

ke chlazení součástí pohonné soustavy složené z hnacího motoru 7, měniče vloženého obvodu 1 a transformátoru 2, případně se zapojením příslušných regulací a podle potřeby chladí tyto součásti.
Kromě toho je zde celkově umístěna optimalizační regulace 10 pro pohonnou soustavu, která shromažďuje provozní údaje součástí pohonné soustavy, včetně pomocných agregátů a po jejich optimalizačním určení dodává tyto optimalizační údaje těmto součástem takovým způsobem, že celková energie je optimalizována v závislosti na daném provozním bodu - režimu pohonné soustavy a zde zvláště ve vztahu k produkovanému hnacímu kroutícímu momentu hnacího motoru 7, a přitom existujícím otáčkám a napájecímu síťovému napětí. Takto vybavené kolejové vozidlo pracuje pak s minimální spotřebou energie.

Měnič 1 vloženého obvodu může být rovněž napájen z dieselelektricky poháněného generátorového systému nebo z jednosměrné sítě.

Měnič 1 vloženého obvodu 12 obsahuje v daném provedení síťový usměrňovač 11, který je proveden jako stejnosměrný ovládač při napájení ze stejnosměrné sítě a zvláště pak při provozu na střídavý proud jako čtyř-kvadratický ovládač, aby při přeřazení na brzdový režim hnacího motoru 7 bylo umožněno vracení zpětně získané elektrické energie do napájecí sítě 4. Síťový usměrňovač 11 napájený ze sekundárního vinutí transformátoru 2 sám napájí ze své sekundární strany vložený obvod 12, který obsahuje elektrický kondenzátor 14 vloženého obvodu 12 a paralelně k němu zapojené zařízení 15 rezonančního obvodu. Na vložený obvod 12 napájený stejnosměrným napětím je napojen pulsní invertor 16, který generuje frekvenčně proměnné střídavé trojfázové napětí k napájení hnacího motoru 7 s proměnlivými otáčkami s potřebnou hnací energií a je vybaven modulací v rozsahu od nuly až do plného vybuzení. Modulace invertoru 16 je charakterizována poměrem maximálně možného výchozího napětí invertoru 16 ke skutečnému napětí, přičemž maximální možné výchozí napětí je dosaženo při plném vybuzení. Při plném vybuzení pracuje invertor 16 v blokovém režimu, ve zbývajícím modulačním rozsahu pracuje invertor 16 v pulsovém režimu.

Síťový usměrňovač 11 je optimalizační regulací 10 řízen tak, že se na vloženém obvodu 12 nastaví optimální napětí vloženého obvodu 12 (obr. 3) určené podle provozních podmínek hnacího motoru 7. Variabilita napětí vloženého obvodu je přitom naznačena šikmou šipkou směřující vzhůru (obr. 1). Pulsní invertor 16 je sám rovněž řízen optimalizační regulací 10 opět v závislosti na provozních požadavcích na hnací motor 7 a na hodnotě napětí vloženého obvodu tak, že změnou třífázového napětí se magnetický tok ve hnacím motoru 7 přizpůsobí

optimálně daným provozním podmínkám, pokud jde o požadovaný kroutící moment a otáčky (obr. 4). Napájecí napětí hnacího motoru 7 je tudíž rovněž variabilní a je symbolizováno šipkou směřující šikmo vzhůru (obr. 1).

Za účelem dosažení minimální celkové spotřeby energie pohonné soustavy, včetně pomocných agregátů, se postupuje podle obr.2 tak, že ze vstupních veličin požadovaného kroutícího momentu M a požadovaného počtu otáček n se zjistí z aktuálního síťového napětí pro odpovídající provozní režim určité minimální napětí Uzkw min na vloženém obvodu 12, přičemž se současně stanoví pro tento provozní bod maximální přípustné napětí vloženého obvodu 12 Uzwk max. Přitom musí být minimální napětí vloženého obvodu 12 menší, nebo se případně musí rovnat stanovenému maximálnímu napětí vloženého obvodu 12. Na základě předem stanoveného, minimálního napětí vloženého obvodu ve vloženém obvodu 12 generovaného síťovým usměrňovačem 11, se provede v optimalizační regulaci 10 výpočet ztráty, ve kterém se zohlední všechny složky pohonné soustavy, pokud jde o očekávané elektrické ztráty v jejím provozním bodu, přičemž při pulsním provozu invertoru 16 se udržuje napětí vloženého obvodu 12 na minimální hodnotě. Takto získané regulační údaje jsou vloženy do výsledkové matrice a poté se na vloženém obvodu 12 nastaví takové napětí vloženého obvodu 12, při jakém vznikají v pohonné soustavě minimální ztráty. Pro jednotlivé stupně jsou pak ukládány výsledky opět do výsledkové matrice ve vztahu k těmto stupňům. Jakmile dosáhne napětí na vloženém obvodu 12 svoji oblast minimálních hodnot, vyčte se z výsledkové matrice srovnáním regulačních dat vložených pro jednotlivé stupně hodnota, pro kterou vyplyne optimální nízká energetická bilance. Výpočty energetické bilance jsou přitom prováděny pro každý možný pracovní bod hnacího motoru 7. Napětí vloženého obvodu 12 se udržuje na nejnižší hodnotě tak dlouho, dokud si požadované napětí na motoru 7 potřebné k vynaložení požadovaného kroutícího momentu hnacího motoru 7 nevyžádá vyšší hodnotu napětí vloženého obvodu 12. V obr. 3 je tato charakteristika znázorněna přibližně jako rovina. Výsledek optimalizačního výpočtu pro napětí vloženého obvodu 12 je znázorněn na obr. 3, přičemž předem stanovený počet otáček podle typového štítku Tp leží u hodnoty, při které se projeví významná změna v poli charakteristik. Ve znázorněném třírozměrném souřadnicovém systému je přitom na ose x vynesen kroutící moment hnacího motoru 7 pro jízdní a brzdný režim, přičemž nulový bod leží ve středu příslušné oblasti osy x. Na ose y , směřující vzhůru, je vyneseno napětí vloženého obvodu 12, zatímco na ose z jsou vyneseny otáčky. V tomto smyslu může být napětí vloženého obvodu ve vloženém obvodu 12 udržováno při otáčkách nad otáčkami stanovenými na typovém štítku až do maximálních otáček a přitom ve spodní oblasti požadovaného hnacího či

brzdného kroutícího momentu hnacího motoru 7 nadále na hodnotě, kterou toto napětí vykazuje pod stanovenými otáčkami, tudíž pod štítkovou hodnotou. Přitom se zvyšujícím se počtem otáček klesá velikost kroutícího momentu až na hodnotu, při které zůstává napětí vloženého obvodu nadále na úrovni, na jaké se vyskytuje při pulsním režimu invertoru. Teprve při požadavku na kroutící moment převyšujícím tuto hodnotu otáček se provede zvýšení napětí vloženého obvodu v závislosti na kroutícím momentu. Pro jízdní a brzdný provoz z toho vyplývá žlabovité čárové pole.

Ve srovnání s obr. 3 je v obr. 3a pole charakteristik a napětí vloženého obvodu 12 znázorněno podle stavu techniky. Zde se ukazuje, že napětí vloženého obvodu 12 stoupá od počtu otáček uvedených na štítku nezávisle na kroutícím momentu hnacího motoru 7 až na jeho maximální hodnotu. Podle vynálezu se naproti tomu napětí vloženého obvodu 12 zvyšuje teprve v oblasti horních požadavků na otáčky; je tedy také závislé na kroutícím momentu.

Po optimalizaci napětí vloženého obvodu podle obr. 2 se rovněž podle obr. 2, při podmínkách daných požadovaným kroutícím momentem a počtem otáček, určuje optimální magnetický tok pro požadovaný hnací výkon hnacího motoru 7. Přitom se vychází z toho, že okamžité napětí vloženého obvodu 12 se nerovná optimálnímu napětí vloženého obvodu 12 a relativní magnetický tok je menší jak 1,a jeho hodnota tedy může být pod maximálním magnetickým tokem. Vycházeje z maximálního magnetického toku, bude tento magnetický tok v počítačovém modelu klesat postupně až na stanovenou hodnotu. Přitom budou zjišťovány ztráty v invertoru 16 a ve hnacím motoru a znázorněny v charakteristice jako funkce magnetického toku. Magnetický tok příslušející k minimální ztrátě bude vyčten jako optimální tok a předán pohonné soustavě jako požadovaná hodnota. Tento postup bude použit pro každý provozní bod pohonné soustavy. Při optimalizaci napětí na vloženém obvodu 12 jakož i magnetického toku, budou přitom v optimalizačním procesu vždy zohledněny ztráty výkonu uvažovaných součástí a příslušné parametry optimalizační regulace 10. Přitom je možné, aby za účelem snížení ztrát v pohonné soustavě, byla provedena pouze optimalizace napětí vloženého obvodu nebo optimalizace magnetického toku pro hnací motor 7, jestliže je z technických nebo nákladových důvodů smysluplné provést pouze jedno z těchto opatření.

V obr. 4 je znázorněno pole charakteristik pro optimální regulaci magnetického toku ve hnacím motoru 7 opět v třírozměrném souřadnicovém poli, přičemž na ose x jsou znázorněny otáčky, na ose y normovaný magnetický tok a na ose z požadovaný hnací a brzdný moment

hnacího motoru 7. Nulový bod pro kroutící moment je přitom opět ve střední oblasti osy z, s pozitivními kroutícími momenty pro hnací energii a negativními kroutícími momenty pro brzdnou energii po stranách tohoto bodu. Z toho vyplývá, že energeticky optimální provoz nastane při plném vybuzení invertoru 16, jestliže směrem k maximálnímu počtu otáček ve spodní oblasti požadavků na kroutící momenty následuje silnější pokles magnetického toku, než v horní oblasti požadavků na kroutící moment. V pulsním režimu invertoru 16 se nastaví podle toho při nižším požadavku na kroutící moment v závislosti na pracovním bodu minimální ztrátový výkon na základě snížení magnetického toku. Při plném vybuzení invertoru 16, tedy v blokovém režimu, již není ovlivňování toku pomocí invertoru 16 možné. Magnetický tok zde vyplývá z již optimalizovaného napětí vloženého obvodu 12 v závislosti na pracovním bodu. V důsledku optimalizace magnetického toku se redukují i ztráty ve stacionárnímu vinutí a ztráty v železe hnacího motoru 7.

V obr. 4a je znázorněno pole charakteristik pro magnetický tok tak, jak tomu je u zařízení známých ze stavu techniky. Podle tohoto stavu techniky je magnetický tok řízen pouze v závislosti na počtu otáček hnacího motoru a nezávisle na požadovaném kroutícím momentu. Naproti tomu se při optimalizačním procesu podle obr. 4 dosáhne snížením magnetického toku ve spodní oblasti zatížení hnacího motoru snížení magnetického toku ve velké části spodního pole charakteristik kroutícího momentu a tím i snížení ztrátových výkonů.

Pomocné agregáty přiřazené k pohonné soustavě k odvodu ztrát výkonu vyskytujících se v součástech pohonné soustavy jsou regulovány tak, že chladící výkon je udržován na značně snížené hodnotě pod maximálním chladícím výkonem až do dosažení předem určené teploty alespoň jedné součásti s vysokou tepelnou časovou konstantou nebo její části. Součástí s vysokou tepelnou časovou konstantou je přitom například olejem chlazený transformátor, nebo hnací motor s velkým podílem železa a další jednotlivé součásti s velikou hmotností. Teprve nad předem určenou teplotou se zvýší v závislosti na momentální teplotě alespoň jedné součásti nebo její části, chladící výkon na jeho maximální hodnotu v závislosti na teplotě. Navíc, nebo vedle toho, může být chladící výkon řízen rovněž proporcionálně k momentálně ztrátovým výkonům v součástech s nízkou tepelnou časovou konstantou. Součástmi s nízkou tepelnou časovou konstantou jsou přitom například vinutí hnacího motoru, stavební části usměrňovače, brzdné odpory a podobně. Při zvažování celkové energie je přitom účelné, aby byl chladící výkon zvyšován v režimu pod předem určenou maximální hodnotou teploty nebo ztrát v hnacím systému pouze tehdy, když energie dodatečně použitá pro chlazení je menší, než součet dodatečně se vyskytujících ztrát

elektrické energie v hnacím systému při chybějícím chlazení. Pokud jsou k jednotlivým součástem pohonné soustavy přiřazeny další systémy, například k olejovému transformátoru systém kapalinového chlazení, k hnacímu motoru a případně dalším součástem ventilační systém, pak je účelné regulovat chladící výkon těchto jednotlivých pomocných agregátů selektivně, v závislosti na teplotě a/nebo zatížení přiřazených součástí a přitom provést jednotlivě optimalizační výpočet a z toho vyplývající regulaci.

Pro energetickou bilanci je rovněž výhodné, jestliže bude magnetický tok v hnacím motoru 7 při chybějícím požadavku na kroutící moment odbuzen, nebo se případně napájecí napětí hnacího motoru 7 nastaví na nulu. Při setrvačném pohybu kolejového vozidla, nebo když toto vozidlo stojí, se pak nespotřebuje při volném otáčení hnacího motoru žádná energie. Dodatečně bude chlazení a s tím i výkon pomocných agregátů přizpůsoben sníženým požadavkům na zatížení, až nakonec dojde k úplnému odpojení jednotlivých chladících agregátů a instalovaných měničů napájecího napětí pro pomocné agregáty.

Průmyslová využitelnost

Způsob a zařízení podle vynálezu lze využít u všech vozidel, zejména kolejových, které jsou vybaveny vysoce výkonnou pohonnou soustavou s třífázovým hnacím motorem s regulací otáček.

č.j. 22686

PV 2001-1061
22.03.01

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob regulace pohonné soustavy s proměnlivými otáčkami, zvláště pro kolejová vozidla napájená energií z elektrického vedení nebo z vlastního dieselelektrického generátoru vozidla a která obsahuje nejméně jeden třífázový motor dimenzovaný pro konstantní výkon nad stanovenými otáčkami a napájený z měniče vloženého obvodu s proměnlivým napětím vloženého obvodu, přičemž měnič vloženého obvodu je napájen z energetické sítě a napětí vloženého obvodu klesá v rozsahu otáček pod stanovenými otáčkami vůči své maximální hodnotě, takovým způsobem, že napětí vloženého obvodu neklesne pod určené minimální napětí vyskytující se v provozu v energetické síti a v rozsahu otáček nad stanovenými otáčkami, při pokleslém napětí vloženého obvodu, se provádí v závislosti na otáčkách přechod na maximální napětí vloženého obvodu při maximálních otáčkách, v y z n a č e n ý t í m, že v pohonné soustavě je napětí vloženého obvodu při otáčkách v oblasti nad stanovenými otáčkami až do maximálních otáček a přitom ve spodní oblasti hnacího a brzdného kroutícího momentu motoru, udržováno alespoň nadále na té své nízké hodnotě, kterou má pod stanovenými otáčkami.

2. Způsob podle nároku 1 v y z n a č e n ý t í m, že hodnota napětí vloženého obvodu se v každém pracovním bodě nastaví tak, že se zároveň nastaví minimální celkový ztrátový výkon vozidla.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2 v y z n a č e n ý t í m, že magnetický tok ve hnacím motoru se při zeslabení magnetického pole stále snižuje směrem k vyšším otáčkám a je závislý na napětí vloženého obvodu (Uzwk), přičemž magnetický tok se v pulsní oblasti invertoru snižuje v závislosti na hnacím nebo brzdném kroutícím momentu hnacího motoru tak, že součet ztrátových výkonů v invertoru a hnacím motoru je minimální.

4. Způsob podle jednoho nároků 1 až 3 v y z n a č e n ý t í m, že hnací systém je chlazen pomocnými agregáty, jako jsou čerpadla a ventilátory, přičemž chladící výkon je regulován až do dosažení stanovené teploty v přinejmenším jedné součásti hnací soustavy s vysokou tepelnou časovou konstantou nebo v části této součásti, na značně sníženou a podstatně pod maximálním chladícím výkonem ležící hodnotu, a nad stanovenou teplotou je v závislosti na momentální teplotě alespoň jedné součásti nebo její části provozován na maximální chladící výkon.

5. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 4 v y z n a č e n ý t í m, že chladící výkon je regulován v poměru k momentálnímu ztrátovému výkonu vyskytujícímu se v pohonné soustavě na součástech s nízkou tepelnou časovou konstantou.

6. Způsob podle nároku 4 nebo 5 v y z n a č e n ý t í m, že pod stanovenými maximálními hodnotami ztrátového výkonu v pohonné soustavě se chladící výkon zvyšuje pouze když celková dodatková energie použitá pro chlazení je menší než součet dodatkově se vyskytujících ztrát elektrické energie v pohonné soustavě při absenci chlazení.

7. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 4 až 6 v y z n a č e n ý t í m, že jednotlivé součásti pohonné soustavy mají přiřazeny vlastní pomocné chladící agregáty a chladící výkon těchto chladících agregátů je regulován selektivně v závislosti na teplotě a/nebo zatížení těchto přiřazených součástí.

8. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 6 v y z n a č e n ý t í m, že při absenci požadavku na kroutící moment se magnetický tok ve hnacím motoru odbudí a usměrňovač síťového proudu a invertor se odpojí.

9. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 6 v y z n a č e n ý t í m, že instalované pomocné chladící agregáty se přizpůsobují změněným požadavkům na zatížení až do jejich úplného odpojení.

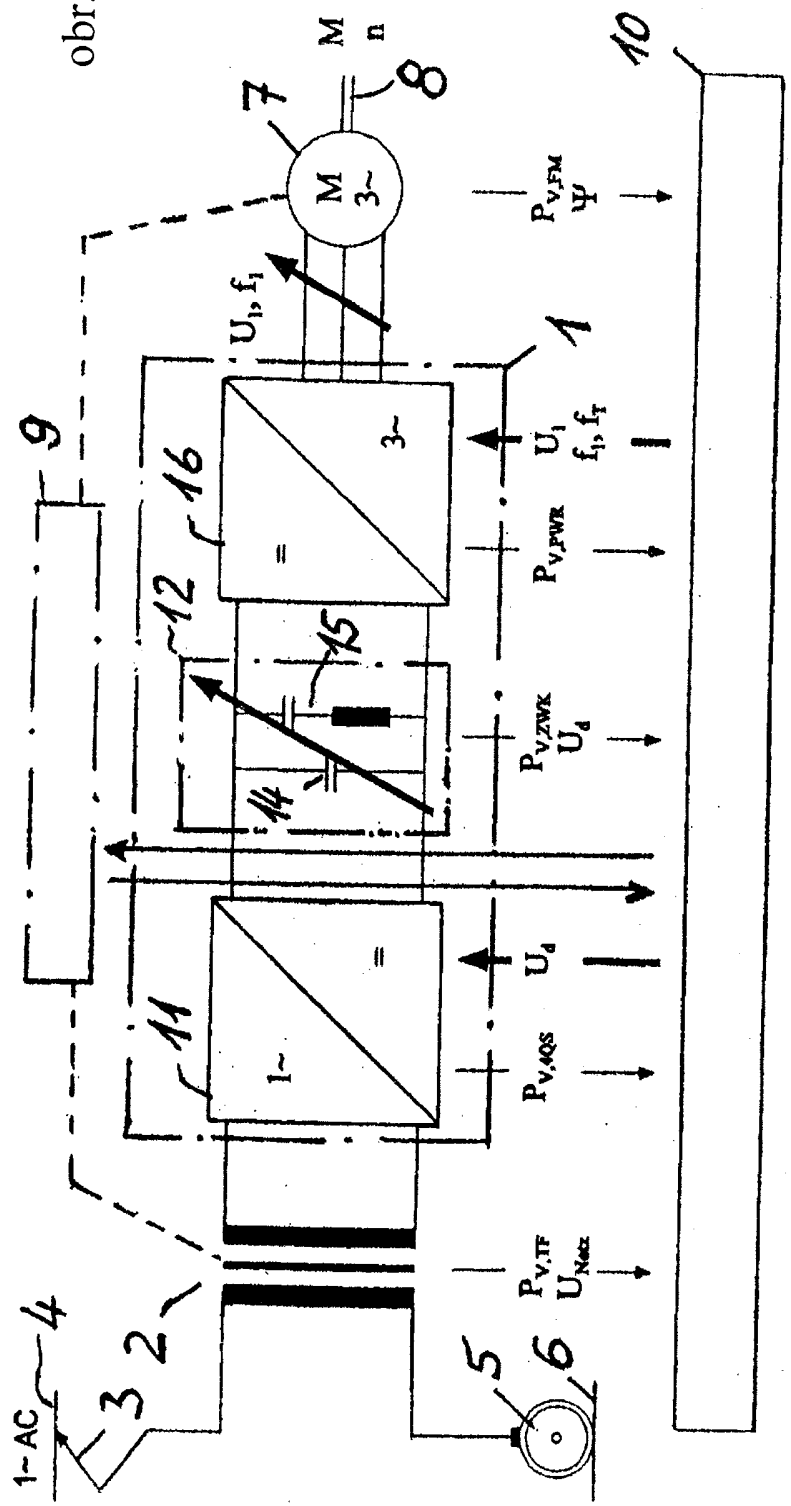
10. Regulační zařízení k regulaci pohonné soustavy s proměnnými otáčkami zvláště pro kolejová vozidla, které obsahuje nejméně jeden trojfázový motor, dimenzovaný pro konstantní výkon nad stanovenými otáčkami a napájený měničem vloženého obvodu s proměnlivým napětím na vloženém obvodu, přičemž napětí vloženého obvodu klesá v oblasti otáček pod stanovenými otáčkami vzhledem ke své maximální hodnotě tak, že napětí vloženého obvodu neklesne pod stanovené provozní minimální napětí napájecí sítě - elektrického vedení, a v oblasti otáček nad stanovenými otáčkami, při pokleslém napětí vloženého obvodu, se provádí přechod na maximální napětí vloženého obvodu při maximálních otáčkách, v y z n a č e n é t í m, že pohonná soustava (1,2,7) obsahuje regulaci, kterou se napětí vloženého obvodu při otáčkách hnacího motoru (7) při blokovém provozu invertoru a přitom ve spodní oblasti hnacího a brzdného kroutícího momentu hnacího motoru (7) reguluje alespoň na hodnotu, která odpovídá napětí vloženého obvodu ve vloženém obvodu (12) při stanovených otáčkách

hnacího motoru (7) a nastaví se tak, že v celé pohonné soustavě je v každém pracovním bodě minimální ztrátový výkon.

č.j. 22686

PV 2001 - 1061
22.09.01

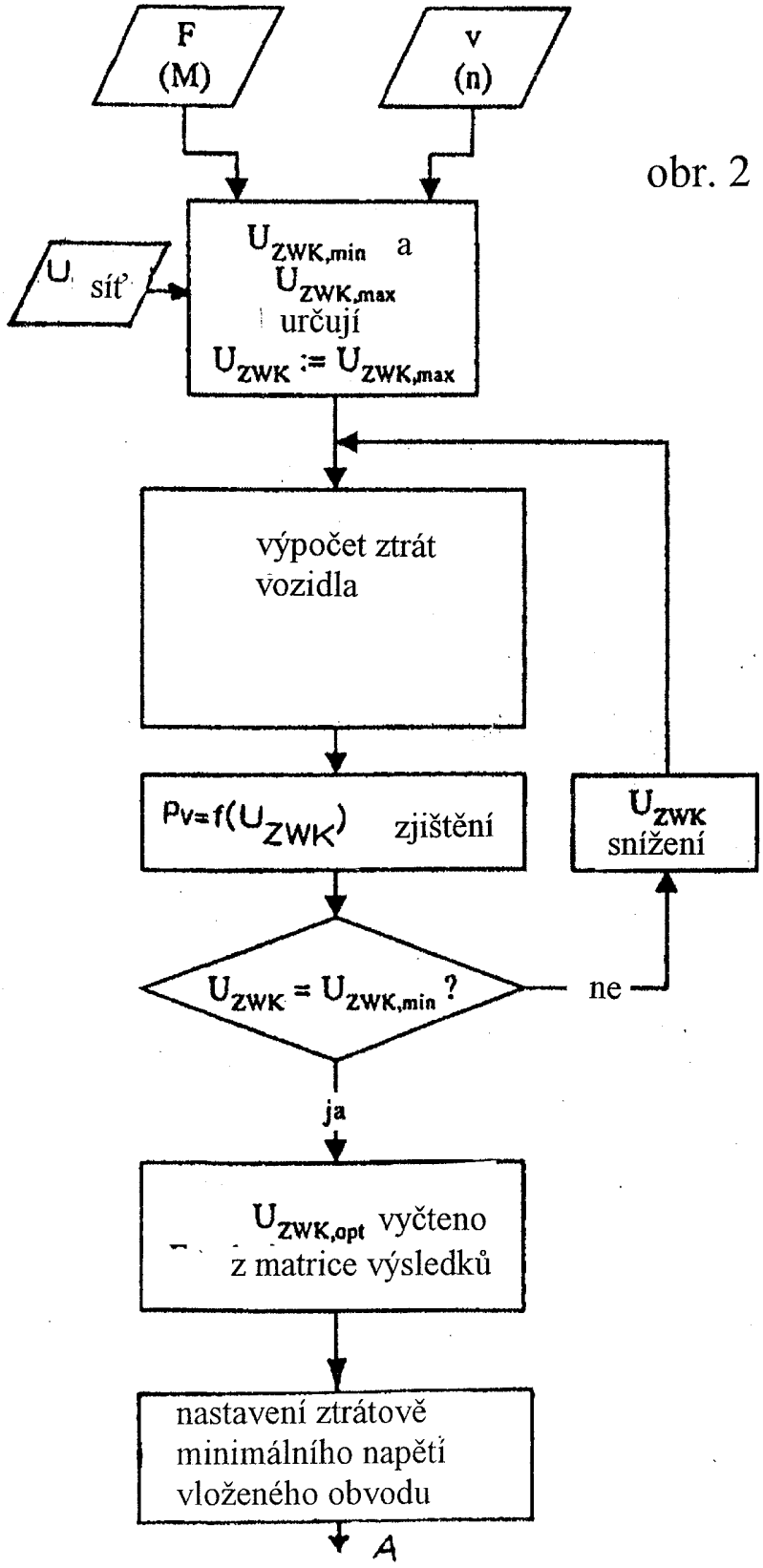
obr. 1



č.j. 22686

PV 2001 - 1061
22.03.01 *

obr. 2

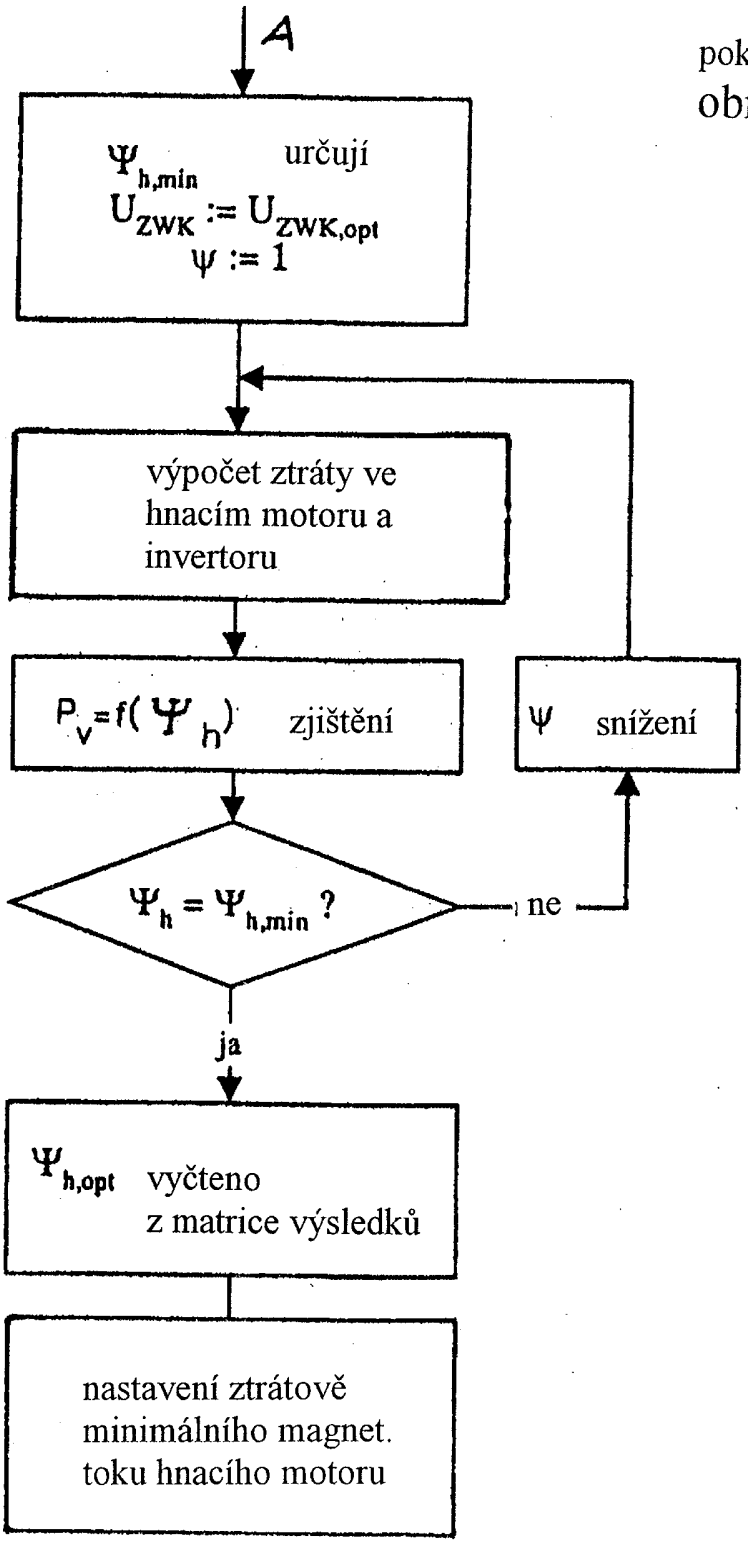


č.j. 22686

PV 2001 - 1061

22.03.01 *

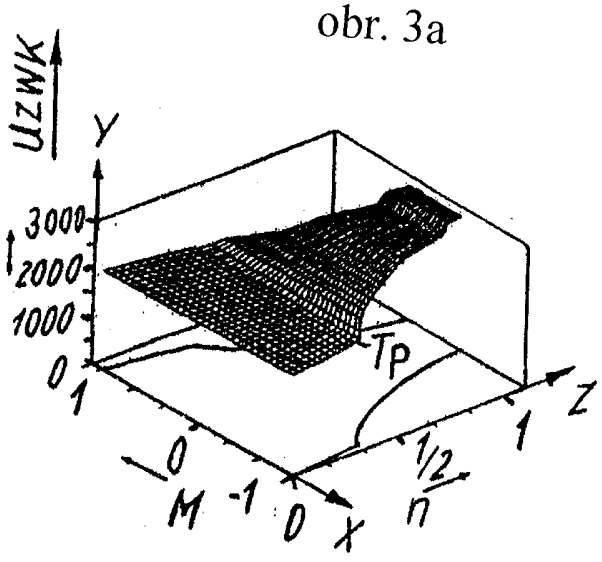
pokračování
obr. 2



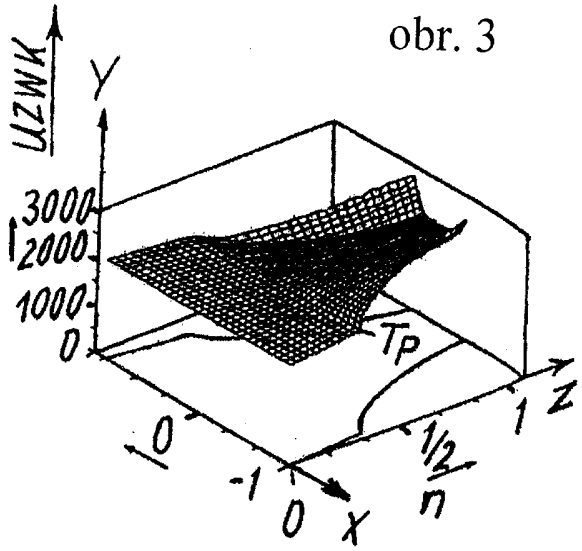
ej. 22686

PV 2001 - 1061
22.03.01 *

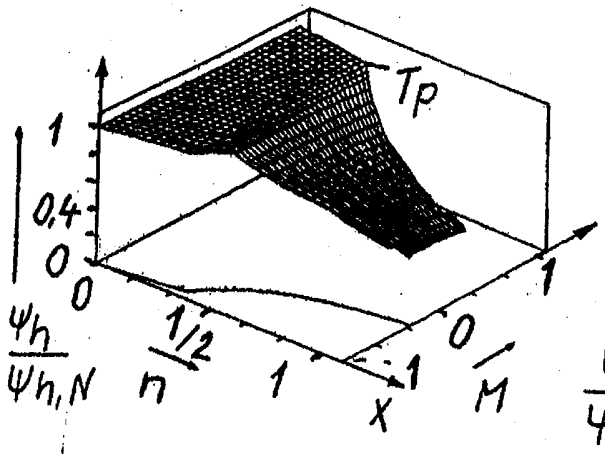
obr. 3a



obr. 3



obr. 4a



obr. 4

