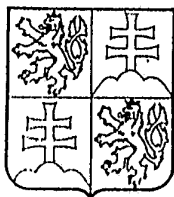


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

273 509

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
H 01 L 23/34

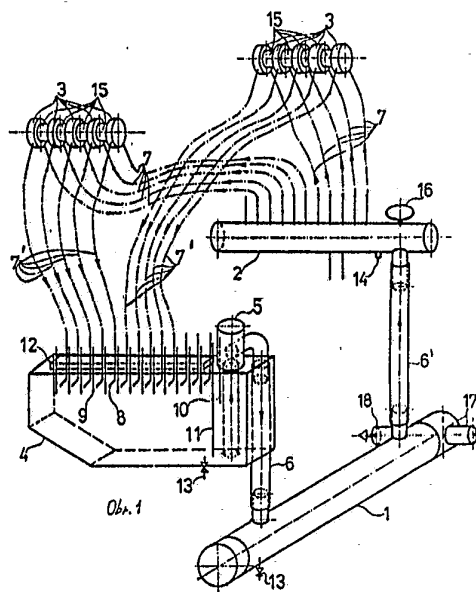
(21) PV 1794-86.S
(22) Přihlášeno 15 03 86

(40) Zveřejněno 14 08 90
(45) Vydáno 10 02 92

(75) Autor vynálezu
BLECHER MILAN ing.,
FILIP JINDŘICH ing.,
LÁTAL JINDŘICH ing.,
NOVOTNÝ MILOSLAV ing.,
ŠÍMA JOSEF ing., PRAHA

(54) Systém kapalinového chlazení výkonového
polovodičového měniče frekvence

(57) Každá silová skříň měniče má svůj
vlastní dvouokruhový chladicí systém s o-
běhovým čerpadlem, umístěným spolu s vý-
ústkami a elektrodami gravitačního dohle-
du na průtok na vyrovnávací nádrži.



Předmětem vynálezu je systém kapalinového chlazení výkonového polovodičového měniče frekvence pro indukční středofrekvenční elektrotepelnou techniku s dvojkruhovým chlazením.

Spolehlivost výkonové polovodičové techniky je určena především spolehlivostí chlazení. U indukční středofrekvenční elektrotepelné techniky, pracující v rozmezí výkonů 20 až 5 000 kW při jmenovité pracovní frekvenci 0,2 až 30 kHz je převládajícím způsobem chlazení rozhdujících živých částí včetně kondenzátorů průtočné kapalinové, zpravidla vodní chlazení, které umožňuje velmi intenzivní odvod ztrátového tepla, velmi často přímo z míst jeho vývinu. Proto je kapalinové chlazení převládajícím řešením chlazení i u výkonových polovodičových měničů kmitočtu pro indukční středofrekvenční elektrotepelnou techniku. V zásadě jsou využívány dva druhy kapalinového chlazení měničů, s přímým průtokem vnější chladicí kapaliny a dvojkruhové, kdy součástkám odebrává teplo kapalina tzv. vnitřního okruhu, která potom ztrátové teplo předává vnější chladicí kapalině, zpravidla vodě, v tepelném výměníku kapalina-kapalina. Nevýhodou první varianty, kdy kapalina vnějšího okruhu přímo protéká elektronickým zařízením, je především značná závislost chlazení na čistotě, chemickém složení i mechanických parametrech vnější kapaliny; není žádnou zvláštností, že v době spotřební špičky tlak místo nominálního rozmezí 150 až 400 kPa poklesne na 100 kPa a naopak v noční směně je možno zaznamenat i rázy 800 kPa. Při prvním extrému dojde k nedostatečnému chlazení, při druhém extrému je reálné nebezpečí porušení zejména míst spojujících hadic s chlazenými součástmi a dalšími armaturami atd. Druhá varianta, běžné dvojkruhové chlazení, je charakterizována centrálním provedením, tedy s jedním ústředním tepelným výměníkem kapalina-kapalina, s jedním ústředním oběhovým čerpadlem, když nepočítáme případné rezervy. Při běžném dvojkruhovém chlazení s centrálním provedením tedy jeden ústřední tepelný výměník kapalina-kapalina a jedno ústřední oběhové čerpadlo odvádí ztrátové teplo ze všech silových skříní měniče. Přitom pouze měniče nejmenších výkonů mívají jen jednu silovou skřín, běžně má měnič z důvodu nutnosti paralelního řazení výkonových polovodičových součástek počet silových skříní vyšší. Ústřední provedení s dlouhými rozvody pak má za následek ponechání tlaku vody na úrovni běžné vodovodní sítě, tedy nad 150 kPa - spolu s nutností řadit jednotlivé kapalinové chladiče do série, a tak snížit počet chladicích obvodů a množství použitých hadic. Běžné dvojkruhové chlazení odstranilo tlakové rázy v potrubí, ale úroveň tlaku použité vody se nesnížila, v řetných případech se dokonce zvýšila, což opět zvyšuje riziko porušení hermetičnosti sekundárního vodního chladicího okruhu. Řazení kapalinových chladičů výkonových polovodičových součástek do série však má za následek snížení životnosti chlazených polovodičových součástek; jejich životnost zákonitě klesá s rostoucí teplotou jejich funkčního systému. Kapalina vycházející z prvního kapalinového chladiče již zvýšila svoji teplotu odvodem příslušných ztrát, do druhého kapalinového chladiče tedy vstupuje se zvýšenou teplotou, do třetího s ještě vyšší teplotou atd. Jednotlivé výkonové polovodičové součástky tedy mají různé podmínky pro chlazení, různou teplotu funkčního systému, tedy i různou spolehlivost. Z důvodu unifikace dochází u běžného dvouokruhového systému chlazení k předimenzování výkonů oběhového čerpadla i tepelného výměníku kapalina-kapalina. Centralizace vodního hospodářství podstatně zvyšuje nároky na prostor a na projekční zajištění. Pro centralizované vodní hospodářství je typické použití velkého objemu sekundární chladicí kapaliny v chladicích obvodech, což se projevuje i v mimořádně velkém objemu vyrovnávací nádrže. Takovou vyrovnávací nádrž potom nelze využít víceúčelově, například pro instalaci vizuálních či přístrojových dohledů na průtok sekundární chladicí kapaliny v jednotlivých obvodech, pro instalaci oběhového čerpadla a podobně. V případě úniku sekundární chladicí kapaliny netěsností je množství uniklé kapaliny vždy přímo úměrné celkovému množství kapaliny v systému - u centralizovaného systému je tedy únik kapaliny vždy rozsáhlý a pravděpodobnost poškození elektronického zařízení unikající vodou vysoká. Známé způsoby mechanického dohledu na průtok v chladi-

cích obvodech mají tu nevýhodu, že jsou značně citlivé na mechanické nečistoty, které způsobují jejich selhávání. Znamé elektrodové dohledy na průtok mají tu nevýhodu, že u nich nelze plynule nastavit ve větším rozsahu vyhodnocovací úroveň.

Nevýhody dosud známých řešení kapalinových chladicích systémů odstraňuje do značné míry systém kapalinového chlazení výkonového polovodičového měniče frekvence pro indukční středofrekvenční elektrotepelnou techniku s dvojkruhovým chlazením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že každá silová skříň měniče má vlastní sekundární chladicí systém s oběhovým čerpadlem, které je umístěno na vyrovnávací nádrži společně s řadou výustek a elektrod gravitačního dohledu na průtok, elektrodami dohledu na minimální a maximální hladinu kapaliny v nádrži, tvořící tak kompaktní stavebnicovou výkonovou jednotku.

Podstatná výhoda systému kapalinového chlazení podle vynálezu spočívá v tom, že spojuje značnou část výhod obou dosavadních systémů a navíc umožňuje použití nízkotlakového sekundárního systému s malou pravděpodobností vzniku netěsností včetně možnosti individuálního dohledu na průtok vody s vizuální kontrolou a možností optimálního nastavení vyhodnocovací úrovně dohledu přímo v prostoru měniče a s velkým počtem paralelně řazených chladicích obvodů, což zajišťuje totožné chladicí poměry všem polovodičovým součástkám. Decentralizace sekundárních systémů do každé silové skříně měniče přináší i výhodu minimálního obsahu kapaliny v sekundárním systému, takže při poruše těsnosti je množství uniklé kapaliny minimální a pravděpodobnost vzniku následných škod na elektronice podstatně snížena. Další výhodou je, že dohled na minimální hladinu kapaliny je velmi citlivý, neboť jeho citlivost je vždy nepřímo úměrná celkovému množství kapaliny v sekundárním systému, oběhové čerpadlo je potom vypnuto s minimálním časovým zpožděním za vznikem netěsnosti. Proti oběma dosavadním systémům je podstatným přínosem možnost důsledné typizace a unifikace dvojkruhového chladicího systému, protože přiřazení jednoho sekundárního chladicího systému jedné silové skříně je nejekonomičtější řešením bez jakéhokoliv předimenzování. Tato výhoda se projeví zvláště při větším soustředění měničů různých parametrů v jedné kovárně, slévárně či kalírně, kde podstatně poklesne sortiment náhradních dílů a zjednoduší se údržba jednotným řešením kapalinového chlazení jakéhokoliv měniče, nezávisle na jeho výkonu, frekvenci, způsobu zapojení atd. Výsledná kompaktnost nového systému při současném minimálním objemu a výjimečně malé hmotnosti umožňuje rychlou a snadnou výměnu celého systému chlazení. Tím dojde k podstatnému snížení doby odstavení zařízení pro údržbu a opravy při současném a velmi žádoucím zvýšení poměru mezi dobou údržby a oprav. Z výhod dosavadního systému přímého průtoku vnější chladicí kapaliny ponechává provedení podle vynálezu malé prostorové nároky, zejména z hlediska půdorysných požadavků a malé délky spojů, přičemž zůstává i přehlednost uspořádání. Uspořádání podle vynálezu ponechává i všechny výhody druhého stávajícího systému, běžného dvojkruhového chlazení centrálního provedení. Nejdůležitější výhodou je odstranění závislosti parametrů chlazení na parametrech vnější chladicí kapaliny, zejména na tlakových rázech a na sezónním kolísání tlaku, na chemických parametrech vnější chladicí kapaliny atd.

Příklad systému kapalinového chlazení výkonového polovodičového měniče frekvence 21 pro indukční středofrekvenční elektrotepelnou techniku s dvojkruhovým chlazením podle vynálezu je na obr. 3. Na obr. 1 je příklad provedení dvojkruhového chladicího systému jedné silové skříně 22 výkonového polovodičového měniče 21 a na obr. 2 je příklad provedení gravitačního dohledu na průtok.

Systém chlazení je dvojkruhový. Každá silová skříň 22 výkonového polovodičového měniče 21 podle obr. 3 má vlastní sekundární chladicí systém podle obr. 1, s vlastním oběhovým čerpadlem 5. Ve spodní části každé silové skříně 22 je umístěn tepelný výměník 1 kapalina-kapalina, jehož jedna část je opatřena přívodem 17 vnější chladicí ka-

paliny, proti němuž je umístěn odvod 18 této kapaliny. Jako kapalina se nejčastěji používá voda. Druhá část tepelného výměníku 1, která tvoří počátek vnitřního okruhu, je spojena přední hadicí 6 s oběhovým čerpadlem 5 umístěným na vyrovnávací nádrži 4 a zadní hadicí 6a s rozvaděčem 2. Jak vyrovnávací nádrž 4, tak i rozvaděč 2 jsou umístěny s výhodou ve stejné výši nad tepelným výměníkem 1. Oběhové čerpadlo 5 má ponornou pracovní komoru. Na víku vyrovnávací nádrže 4 je držák 12, nesoucí jednak řadu výústek 8 a elektrod 9 gravitačního dohledu na průtok kapaliny, jednak elektrodu 11 dohledu na minimální hladinu kapaliny ve vyrovnávací nádrži 4, jednak elektrodu 10 dohledu na maximální hladinu kapaliny ve vyrovnávací nádrži 4. Vodní rozvaděč 2 je opatřen dohledem na teplotu vody a kontrolním teploměrem 16. Nad rozvaděčem 2 a vyrovnávací nádrží 4 jsou kapalinové chladiče 3 výkonových polovodičových součástek 15. Kapalinové chladiče 3 jsou propojeny z jedné strany jednou sadou propojovacích hadic 7 s rozvaděčem 2 a z druhé strany druhou sadou propojovacích hadic 7a s výústkami 8 gravitačního dohledu na průtok kapaliny. Jak vyrovnávací nádrž 4, tak i výměník tepla 1 jsou opatřeny každý vypouštěcím ventilem 13 umožňujícím odvodnění celého vnitřního okruhu při znečištění chladicí kapaliny. Obě sady propojovacích hadic 7, 7a spolu s kapalinovými chladiči 3 a výústkami 8 dohledu na průtok tvoří paralelní chladicí obvody. Takto jsou všechny hydraulické obvody dvojokruhového systému chlazení umístěny přímo ve výkonovém měničci, a tvoří tak kompaktní stavebnicovou výkonovou jednotku.

Vnější chladicí kapalina se přivádí přívodem 17 do tepelného výměníku 1, kde ochlazuje vnitřní kapalina a odvodem 18 se odvádí zpět. Po spuštění oběhového čerpadla 5 se chladicí kapalina čerpá z vyrovnávací nádrže 4 a jde přední hadicí 6 do tepelného výměníku 1, odkud je vedena zadní hadicí 6a do rozvaděče 2, odtud první sadou propojovacích hadic 7 k jednotlivým kapalinovým chladičům 3, přičemž se chladí výkonové polovodičové součástky 15. Z kapalinových chladičů 3 jde kapalina druhou sadou propojovacích hadic 7a do výústek 8 gravitačního dohledu na průtok. Z nich kapalina stéká do vyrovnávací nádrže 4, odkud je opět odčerpávána oběhovým čerpadlem 5. Při poklesu hladiny kapaliny ve vyrovnávací nádrži 4 přestane být elektroda 11 dohledu na minimální hladinu kapaliny ponořena a přeruší se signalizační okruh. Když vystoupí hladina ve vyrovnávací nádrži 4, ponoří se elektroda 10 dohledu na maximální hladinu kapaliny a signalizační zařízení se zapne. Gravitační dohled na průtok umožňuje plynulé a vzájemně nezávislé nastavení vyhodnocení poklesu průtoku vody v jednotlivých obvodech volbou ostrého úhlu alfa mezi vodorovnou rovinou a výústkami 8 gravitačního dohledu na průtok nebo posunutím výústky 8 gravitačního dohledu či elektrody 9 gravitačního dohledu, zajišťovaných v nastavené poloze stavěcími šrouby 19. Při dostatečném průtoku chladicí kapaliny je kapalinou elektricky propojena výústka 8 gravitačního dohledu s elektrodou 9 dohledu. V případě, že z nějakého důvodu dojde ke snížení průtoku chladicí kapaliny, nastane působením gravitační síly odchýlení kapalinového paprsku. Přeruší se tak elektrický kontakt výústky 8 gravitačního dohledu s elektrodou 9 gravitačního dohledu. Vyhodnocovací jednotka zajistí odstavení výkonové části výkonového polovodičového měniče 21 z činnosti.

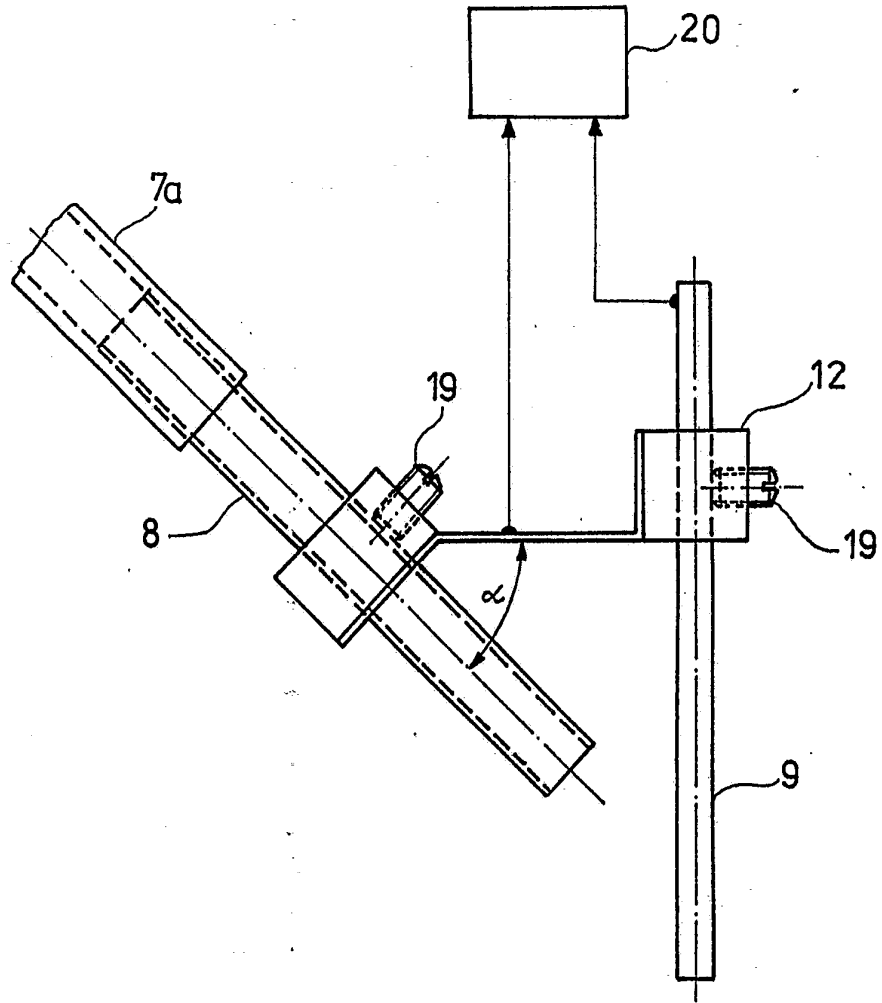
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Systém kapalinového chlazení výkonového polovodičového měniče frekvence pro indukční středofrekvenční elektrotepelnou techniku s dvojokruhovým chlazením, sestávající z tepelného výměníku kapalina-kapalina, jehož jedna část je opatřena přívodem a odvodem vnější chladicí kapaliny, jehož druhá část, tvořící počátek vnitřního okruhu, je spojena jednou stranou s oběhovým čerpadlem napojeným na vyrovnávací nádrž a

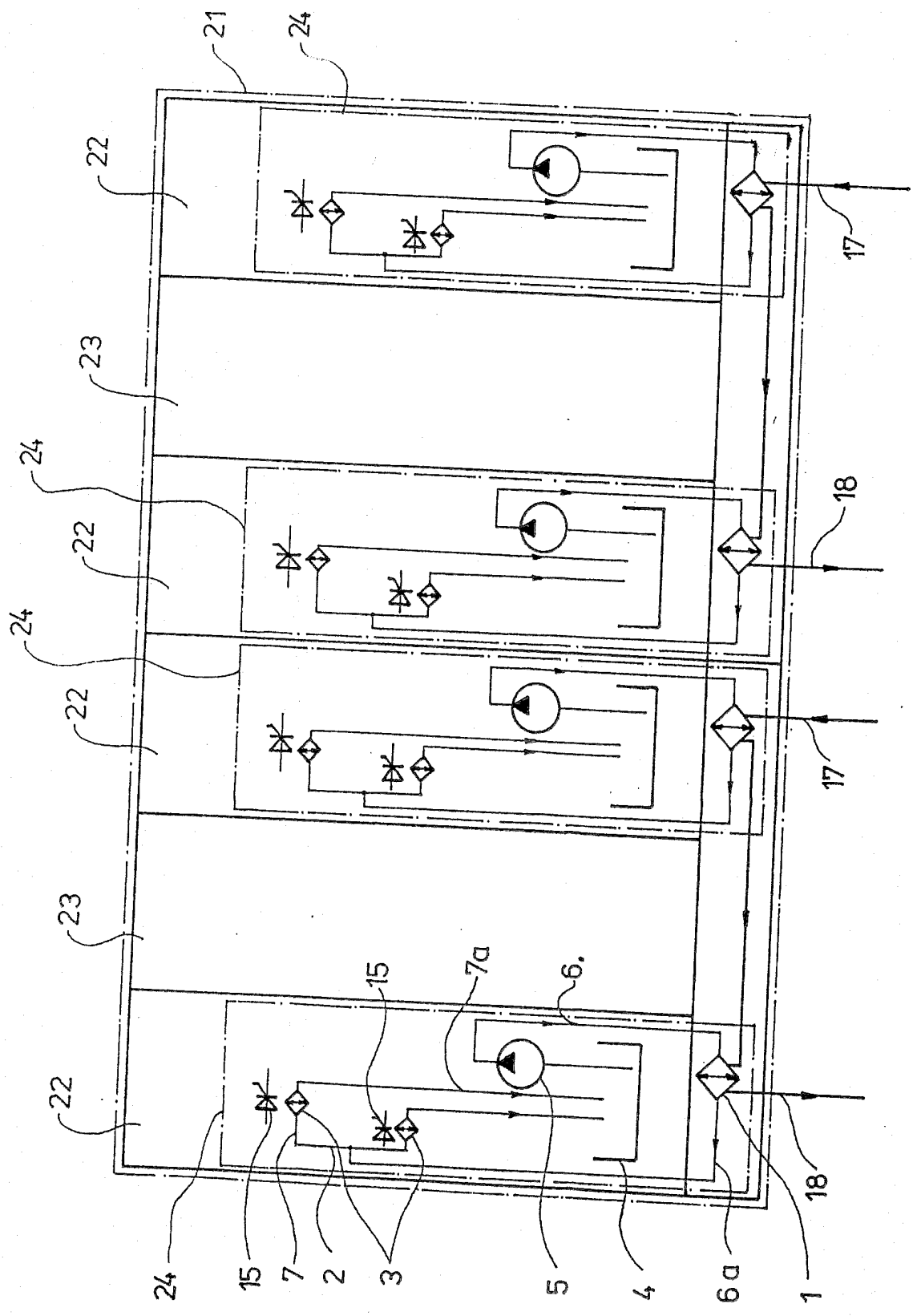
druhou stranou na rozvaděč, napájející z jedné strany kapalinové chladíče výkonových polovodičových součástek, které jsou z druhé strany propojeny s výstky dohledu na průtok kapaliny, vyznačující se tím, že každá silová skříň (22) výkonového polovodičového měniče (21) má svůj vlastní dvojkruhový kapalinový chladicí systém s oběhovým čerpadlem (5), které je umístěno na vyrovnávací nádrži (4) společně s řadou šikmo nasměrovaných výstky (8) gravitačního dohledu na průtok a svisle umístěných elektrod (9) gravitačního dohledu na průtok.

2. Systém kapalinového chlazení podle bodu 1, vyznačující se tím, že elektrody (9) a výstky (8) gravitačního dohledu na průtok jsou nezávisle osově posouvateľné.

3 výkresy



obr. 2



Obz. 3