



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

246 385

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 19 04 85

(21) (PV 2904-85)

(51) Int. Cl.⁴

H 03 K 19/007

(40) Zveřejněno 16 01 86

(45) Vydáno 01 08 88

(75)

Autor vynálezu

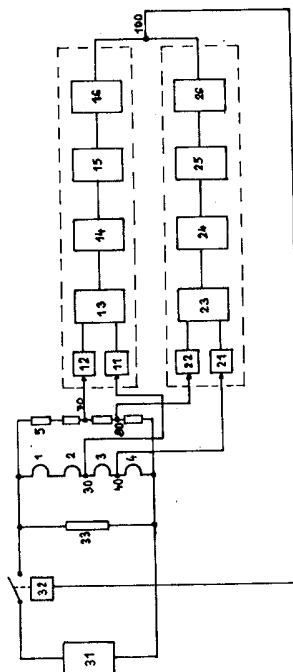
ŽÍŽEK FRANTIŠEK ing. CSc., ROKYCANY,
KŮRKA JIŘÍ ing. CSc., PLZEŇ

(54)

Zařízení na ochranu vinutí supravodivého
magnetu složeného z více než dvou sekcí

Zařízení se týká zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí.

Podstata zařízení spočívá v tom, že sériově spojené sekce supravodivého vinutí jsou paralelně připojeny na odporový řetězec. Jeho střední uzel je přes druhý obvod filtrace a omezení napětí připojen k prvnímu vstupu prvního diferenciálního zesilovače a přes první usměrňovač, první hladinový klopný obvod a první tvarovač výstupního pulsu na výstupní svorku. Uzel mezi krajním odporem a následujícím odporem odporové řetězce je připojen přes čtvrtý obvod filtrace a omezení napětí k prvnímu vstupu druhého diferenciálního zesilovače a přes druhý usměrňovač, druhý hladinový klopný obvod a druhý tvarovač výstupního pulsu na výstupní svorku. Střední uzel supravodivého vinutí je přes první obvod filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu prvního diferenciálního zesilovače a uzel mezi krajní sekcí supravodivého vinutí je přes třetí obvod filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu druhého diferenciálního zesilovače.



Vynález se týká zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí.

V magnetickém poli velkého supravodivého magnetu je akumulováno značné množství energie. Při přechodu části vinutí do stavu normální vodivosti je nutno magnet rychle odbudit a akumulovanou energii tak vyvést z nízkoteplotního prostoru vinutí, např. zmařit ve vnějším ochranném odporu. Pokud by se tato energie vydělila v supravodivém vinutí, došlo by nejen k odpaření veškeré zásoby kapalného hélia v kryostatu, ale mohlo by dojít též k přehřátí určité části vinutí, k následným mechanickým deformacím, případně i ke zničení magnetu.

Pokud má supravodivý magnet alespoň dvě sekce vinutí a lze vyvést střední potenciální vývod, používá se zpravidla elektronická ochrana, která je založena na můstkovém principu indikace. Jednu větev můstku tvoří dvě sekce vinutí, druhou dva vhodně volené odporníky. Při přechodu části vinutí do stavu normální vodivosti se v příčné větvi můstku objeví napěťový signál, elektronická ochrana jej zpracuje a vydá povel k odpojení napájecího zdroje a dojde k vyvedení akumulované energie do vnějšího ochranného odporu. Dosavadní praxe však nevyhoví při náhodném souměrném šíření fáze normální vodivosti v obou sekcích supravodivého vinutí.

Uvedený nedostatek odstraňuje zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že sériově spojené sekce vinutí jsou paralelně připojeny na odporový řetězec, jehož střední uzel je přes druhý obvod filtrace a omezení napětí připojen k prvnímu vstupu prvního diferenciálního zesilovače, jehož výstup je přes první usměrňovač, první hladinový

klopný obvod a první tvarovač výstupního pulsu připojen na výstupní svorku a střední uzel supravodivého vinutí je přes první obvod filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu prvního diferenciálního zesilovače, přičemž uzel mezi krajním odporem a následujícím odporem odporového řetězce je připojen přes čtvrtý obvod filtrace a omezení napětí k prvnímu vstupu druhého diferenciálního zesilovače, jehož výstup je přes druhý usměrňovač, druhý hladinový klopný obvod a druhý tvarovač výstupního pulsu připojen na výstupní svorku a uzel mezi krajní sekci a následující sekci supravodivého vinutí je přes třetí obvod filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu druhého diferenciálního zesilovače.

Praktické provedení zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí podle vynálezu je znázorněno na připojeném výkresu. Jde o zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu pro separátor kaolinu o vnitřním průměru magnetu 600 mm a délce 1000 mm, magnetické indukci v pracovní dutině 5 T a akumulované energii 3,6 MJ. Čtyři sériově spojené sekce supravodivého vinutí 1, 2, 3, 4 jsou paralelně připojeny ke zdroji 31 stejnosměrného proudu přes vypínač 32. Paralelně k sériově zapojeným čtyřem sekcím supravodivého vinutí 1, 2, 3, 4 je zapojen ochranný odporník 33 o hodnotě $1\ \Omega$ a odporový řetězec 5, jehož střední uzel 70 je přes druhý obvod 12 filtrace a omezení napětí připojen k prvnímu vstupu prvního diferenciálního zesilovače 13, jehož výstup je přes první usměrňovač 14, první hladinový klopný obvod 15 a první tvarovač výstupního pulsu 16 připojen na výstupní svorku 100. Střední uzel 30 supravodivého vinutí je přes první obvod 11 filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu prvního diferenciálního zesilovače 13. Uzel 80 mezi krajním odporem a následujícím odporem odporového řetězce 5 je připojen přes čtvrtý obvod 22 filtrace a omezení napětí k prvnímu vstupu druhého diferenciálního zesilovače 23, jehož výstup je přes druhý usměrňovač 24, druhý hladinový klopný obvod 25 a druhý tvarovač výstupního pulsu 26 připojen na výstupní svorku 100 a uzel 40 mezi krajní sekci a následující sekci supravodivého vinutí je přes třetí obvod 21 filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu druhého diferenciálního zesilovače 23. Výstupní svorka 100 je připojena na vstup vypínacího

ovládacího obvodu vypínače 32. Vypínač 32 může být mechanický nebo elektronický.

Vlastní i vzájemné indukčnosti jednotlivých sekcí vinutí 1, 2, 3, 4 jsou vyváženy stejným počtem vhodně volených odporů odporového řetězce 5. Tím je vytvořen dvojnásobný můstek. Je-li vinutí supravodivého magnetu v supravodivém stavu napájeno ze zdroje 31 přes vypínač 32, jsou příčné větve můstku vyváženy a mezi uzly 30 a 70 stejně jako mezi uzly 40 a 80 nevzniká žádné rozdílové napětí. Dojde-li však k přechodu ze stavu supravodivého do stavu normální neboli odporové vodivosti v kterémkoliv místě supravodivého vinutí, objeví se vždy alespoň na jedné příčné větvi můstku, zpravidla však na obou větvích, rozdílové napětí. Objeví-li se toto rozdílové napětí na příklad na příčné větvi můstku mezi uzly 30 a 70, je přivedeno přes první 11 a druhý 12 obvod filtrace a omezení napětí k druhému a prvnímu vstupu prvního diferenciálního zesilovače 13, kde se zesílí, dále se usměrní prvním usměrňovačem 14 a po dosažení určité předem nastavitelné úrovně vybaví první hladinový klopný obvod 15, jehož výstupní signál se po úpravě v prvním tvarovači výstupního pulsu 16 přivede přes svorku 100 na vstup vypínacího ovládacího obvodu vypínače 32. Tím dojde k odpojení vinutí supravodivého magnetu od zdroje 31 a akumulovaná energie magnetického pole se maří v ochranném odporu 23, přičemž dojde k výraznému nárůstu napětí (na cca 1 kV) na sériově spojených sekcích supravodivého vinutí 1, 2, 3, 4. Obvody 11, 12, 21, 22 filtrace a omezení napětí zabrání poškození následujících elektronických obvodů zařízení pro ochranu vinutí supravodivého magnetu (13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26).

Zcela analogická bude funkce zařízení na ochranu supravodivého magnetu, objeví-li se rozdílové napětí, vyvolané přechodem ze stavu supravodivé do stavu normální vodivosti, mezi uzly 40 a 80. Toto napětí je vyhodnoceno a zpracováno obvody 21, 22, 23, 24, 25 a 26 a přes výstupní svorku 100 ovládá vypínač 32.

Výhody zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí spočívají ve spolehlivosti ochrany vinutí, a to i v případě, kdy stav normální vodivosti se šíří souměrně v obou směrech od středního uzlu vinutí 30.

Při přechodu části vinutí ze stavu supravodivosti do stavu normální vodivosti se však rozdílové napětí objeví zpravidla současně v obou příčných větvích můstku, tj. mezi uzly 30 a 70 i mezi uzly 40 a 80. Tato rozdílová napětí se zpracovávají ve dvou nezávislých paralelních cestách a výstupní pulsy se sčítají na výstupní svorce 100, čímž se dále zvyšuje spolehlivost zařízení.

Další výhodou je stavitelná úroveň vybavení funkce ochrany vinutí odpovídající určité velikosti rozdílového napětí (typicky řádu setin až desetin voltu) a nezávislost funkce zařízení na polaritě rozdílového napětí.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zařízení na ochranu vinutí supravodivého magnetu složeného z více než dvou sekcí, sestávající z odporového řetězce, vstupních obvodů filtrace a omezení napětí, diferenciálních zesilovačů, usměrňovačů, hladinových klopných obvodů a tvarovacích obvodů, vyznačené tím, že sériově spojené sekce supravodivého vinutí (1, 2, 3, 4) jsou paralelně připojeny na odporový řetězec (5), jehož střední uzel (70) je přes druhý obvod (12) filtrace a omezení napětí připojen k prvnímu vstupu prvního diferenciálního zesilovače (13), jehož výstup je přes první usměrňovač (14), první hladinový klopný obvod (15) a první tvarovač výstupního pulsu (16) připojen na výstupní svorku (100) a střední uzel (30) supravodivého vinutí je přes první obvod (11) filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu prvního diferenciálního zesilovače (13), přičemž uzel (80) mezi krajním odporem a následujícím odporem odporového řetězce je připojen přes čtvrtý obvod (22) filtrace a omezení napětí k prvnímu vstupu druhého diferenciálního zesilovače (23), jehož výstup je přes druhý usměrňovač (24), druhý hladinový klopný obvod (25) a druhý tvarovač výstupního pulsu (26) připojen na výstupní svorku (100) a uzel (40) mezi krajní sekcí a následující sekcí supravodivého vinutí je přes třetí obvod (21) filtrace a omezení napětí připojen k druhému vstupu druhého diferenciálního zesilovače (23).

