



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

258 962

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 28. 11. 85
(21) PV 8612-85

(51) Int. Cl.^A

H 02 H 3/24

(40) Zveřejněno 15. 01. 88
(45) Vydáno 1. 11. 1989

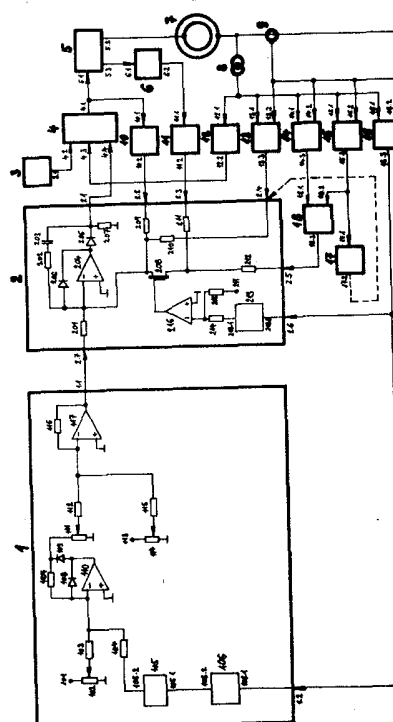
(75)
Autor vynálezu

HRZÁN EMIL ing. CSc.,
KUNA VÁCLAV ing.,
PETRÁŠEK PETR ing., PLZEŇ,

(54)

Zapojení pro ochranu synchronního stroje před
nepřípustným podbuzením

Zapojení se týká oboru regulace buzení velkých synchronních strojů používaných v energetice. Řeší technický problém ochrany synchronního stroje před nepřipustným podbuzením. Podstata spočívá v tom, že mez podbuzení může být vymezena buď lomenou přímkou ve výkonovém diagramu synchronního stroje anebo dovolenou hodnotou zatěžného úhlu synchronního stroje, přičemž funkce zapojení je stabilizována odchylkou budicího proudu synchronního stroje od ustálené hodnoty, odchylkou výstupního napětí porovnávacího a regulačního členu regulačního obvodu napětí regulátoru buzení od ustálené hodnoty, odchylkou kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje od ustálené hodnoty a odchylkou zatěžného úhlu synchronního stroje od ustálené hodnoty. Zapojení je použitelné v oboru regulace napětí synchronních strojů.



258 962

Vynález se týká zapojení pro ochranu synchronního stroje před nepřípustným podbuzením.

Dosud se používají pro ochranu synchronního stroje před nepřípustným podbuzením taková zapojení, která neobsahují žádný jiný stabilizační obvod než obvod s výstupním stabilizačním signálem úměrným odchylce budicího proudu synchronního stroje od ustálené hodnoty. Nevýhodou těchto zapojení je, že oblast stability synchronního stroje vybaveného regulátorem buzení obsahující takové zapojení je menší než oblast stability synchronního stroje vybaveného regulátorem buzení bez takového zapojení.

Uvedené nevýhody odstraňuje zapojení pro ochranu synchronního stroje před nepřípustným podbuzením, jehož podstata spočívá v tom, že třetí vstup porovnávacího a regulačního členu regulačního obvodu napětí regulátoru

buzení je připojen na výstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou, jehož první vstup je připojen na výstup prvního členu oddělujícího stejnosměrnou složku signálu, připojeného vstupem na výstup porovnávacího a regulačního členu regulačního obvodu napětí regulátoru buzení. Druhý vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou je připojen na výstup druhého členu oddělujícího stejnosměrnou složku signálu, připojeného vstupem na výstup čidla budicího proudu synchronního stroje. Třetí vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou je připojen buď na výstup regulátoru zátěžného úhlu synchronního stroje připojeného vstupem na výstup čidla absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje a šestý vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou není nikam připojen anebo třetí vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou je připojen na výstup čidla jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a šestý vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou je připojen na výstup nelineárního členu s volitelnými parametry. Čtvrtý vstup porovnávacího a regulačního členu je připojen na výstup součtového a stejnosměrnou složku signálu oddělujícího členu připojeného prvním vstupem na výstup čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a druhým vstupem na výstup čidla absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje. Pátý vstup porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou je připojen na výstup čidla činného výkonu nebo proudu synchronního stroje, který je rovněž připojen na vstup nelineárního členu s volitelnými parametry.

Výhoda zapojení podle vynálezu spočívá v tom, že zmenšuje oblast stability synchronního stroje vybaveného regulátorem buzení obsahujícím zapojení podle vynálezu.

Vyplývá to ze zavedení stabilizačních zpětných vazeb od odchylky budicího proudu synchronního stroje od ustálené hodnoty a od odchylky výstupního napětí porovnávacího a regulačního členu regulačního obvodu napětí regulátoru buzení od ustálené hodnoty a od odchylky kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje od ustálené hodnoty a od odchylky zátěžného úhlu synchronního stroje od ustálené hodnoty.

Příklad praktického provedení vynálezu je znázorněn na obr. 1. Funkce zapojení podle vynálezu je vysvětlena podle obr. 1, 2, 3 a 4, přičemž obr. 2 a 3 se vztahují k funkci nelineárního členu s volitelnými parametry.

Zapojení podle vynálezu sestává z porovnávacího a regulačního členu 4 regulačního obvodu napětí regulátorů buzení, jehož výstup 4.1 je připojen na vstup 5.1 akčního členu 5 budicí soustavy, a jehož první vstup 4.2 je připojen na výstup 3.1 obvodu 3 žádané hodnoty regulačního obvodu napětí regulátoru buzení a jehož druhý vstup 4.3 je připojen na výstup 12.2 čidla 12 statorového napětí synchronního stroje, a jehož třetí vstup 4.4 je připojen na výstup 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou, jehož první vstup 2.2 je připojen na výstup 10.2 prvního členu 10 oddělujícího stejnosměrnou složku signálu připojeného vstupem 10.1 na výstup 4.1 porovnávacího a regulačního členu 4 regulačního obvodu napětí regulátoru buzení, a jehož druhý vstup 2.3 je připojen na výstup 11.2 druhého členu 11 oddělujícího stejnosměrnou složku signálu připojeného vstupem 11.1 na výstup 6.2 čidla 6 budicího proudu synchronního stroje, a jehož třetí vstup 2.4 je připojen v případě meze podbuzení určené lomenou přímkou ve výkonovém diagramu synchronního stroje na výstup 13.3 čidla 13 jalového výkonu nebo proudu syn-

chronního stroje, nebo v případě meze podbuzení dané určitou velikostí zátěžného úhlu synchronního stroje na výstup 17.2 regulátoru 17 zátěžného úhlu synchronního stroje, připojeného vstupem 17.1 na výstup 15.3 čidla 15 absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje, a jehož čtvrtý vstup 2.5 je připojen na výstup 18.3 součtového a stejnosměrnou složku signálu oddělujícího členu 18, připojeného prvním vstupem 18.1 na výstup 14.3 čidla 14 kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a druhým vstupem 18.2 na výstup 15.3 čidla 15 absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje, a jehož pátý vstup 2.6 je připojen na výstup 16.3 čidla 16 činného výkonu nebo proudu synchronního stroje, a jehož šestý vstup 2.7 v případě meze podbuzení dané určitou velikostí zátěžného úhlu synchronního stroje není nikam připojen a v případě meze podbuzení určené lomenou přímkou ve výkonovém diagramu synchronního stroje je připojen na výstup 1.1 nelineárního členu 1 s volitelnými parametry, jehož vstup 1.2 je připojen na výstup 16.3 čidla 16 činného výkonu nebo proudu synchronního stroje, jehož první vstup 16.1 je spojen se vstupem 12.1 čidla 12 statorového napětí synchronního stroje a s prvním vstupem 13.1 čidla 13 jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a s prvním vstupem 14.1 čidla 14 kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a s prvním vstupem 15.1 čidla 15 absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje a přes převodník 8 napětí se statorovým vinutím synchronního stroje 7, a jehož druhý vstup 16.2 je spojen s druhým vstupem 13.2 čidla 13 jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a s druhým vstupem 14.2 čidla 14 kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a s druhým vstupem 15.2 čidla 15 absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje a přes převodník 9 proudu se statorovým vinutím synchronního stroje 7, přičemž rotorové vinutí synchronního stroje 7 je připojeno na první výstup 5.2 akčního členu 5 budicí soustavy, jehož druhý výstup 5.3 je připojen na vstup 6.1 čidla 6 budicího proudu synchronního stroje. Porovnávací a regulační člen 2 s měnitelnou strukturou se skládá z členu 213 absolutní hodnoty, operačních zesilovačů 204 a 216, MOS spínače 208, diod 205 a 206, kondenzátoru 203 a odporů 201, 202, 207, 209, 210, 211, 212, 214 a 215. Výstup 2.1

je připojen jednak přes odpor 207 na střed napájecího napětí jednak na katodu diody 205, jejíž anoda je připojena na výstup operačního zesilovače 204 a na katodu diody 206, a jednak přes v serii zapojený kondenzátor 203 a odpor 202 na invertující vstup operačního zesilovače 204, jehož neinvertující vstup je spojen se středem napájecího napětí. Invertující vstup operačního zesilovače 204 je připojen dále na anodu diody 206, přes odpor 201 na šestý vstup 2.7, přes odpor 209 na první vstup 2.2, přes odpor 210 na třetí vstup 2.4 a přes MOS spínač 208 na společný bod odporů 211 a 212, přičemž druhý ^{odporu} konec 211 je připojen na druhý vstup 2.3 a ^{druhý konec} odporu 212 na čtvrtý vstup 2.5. Řídící elektroda MOS spínače je připojena na výstup operačního zesilovače 216, přičemž neinvertující vstup operačního zesilovače 216 je spojen se středem napájecího napětí a invertující vstup operačního zesilovače 216 je připojen jednak přes odpor 215 na záporné napětí 217 a jednak přes odpor 214 na výstup 213.1 členu 213 absolutní hodnoty, jehož vstup 213.2 je připojen na pátý vstup 2.6 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou.

Nelineární člen 1 s volitelnými parametry se skládá z invertoru 105, členu 106 absolutní hodnoty, operačních zesilovačů 110 a 117, z diod 108 a 109, potenciometrů 102, 111 a 114, z odporů 103, 104, 107, 112, 115 a 116. Vstup 1.2 je připojen na vstup 106.1 členu 106 absolutní hodnoty, jehož výstup 106.2 je připojen na vstup 105.1 invertoru 105, jehož výstup 105.2 je připojen přes odpor 104 na invertující vstup operačního zesilovače 110, který je připojen jednak přes odpor 103 na jezdcu potenciometru 102, jehož jeden konec je spojen se středem napájecího napětí, a jehož druhý konec je připojen na kladné napětí 101, jednak na anodu diody 108 připojené katodou na výstup operačního zesilovače 110, a jednak přes odpor 107 na katodu diody 109, jejíž anoda je připojena na výstup operačního zesilovače 110. Neinvertující vstup operačního zesilovače 110 je spojen se středem napájecího napětí. Společný bod odporu 107 a katody 109 je spojen s jedním diody

koncem potenciometru 111, jehož druhý konec je spojen se středem napájecího napětí, a jehož jezdec je připojen přes odpor 112 na invertující vstup operačního zesilovače 117, který je připojen jednak přes odpor 115 na jezdce potenciometru 114, jehož jeden konec je spojen se středem napájecího napětí a druhý konec se záporným napětím 113, a jednak přes odpor 116 na výstup operačního zesilovače 117, který je spojen s výstupem 1.1 nelineárního členu 1 s volitelnými parametry. Neinvertující vstup operačního zesilovače 117 je spojen se středem napájecího napětí .

Zapojení podle vynálezu pracuje následujícím způsobem. Jestliže je pracovní bod synchronního stroje mimo nedovolenou oblast podbuzení , pak na výstupu 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 je nulové napětí. V případě, že pracovní bod synchronního stroje je za dovolenou mezí podbuzení, pak se na výstupu 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou objeví kladné napětí, které zavedeno na třetí vstup 4.4 porovnávacího a regulačního členu 4 regulačního obvodu napětí regulátoru buzení synchronní stroj přibuzuje. Jestliže je mez podbuzení dána lomenou přímkou ve výkonovém diagramu stroje, pak se při funkci *zapojení* podle vynálezu uplatňuje nelineární člen 1 s volitelnými parametry. Jeho funkce je vysvětlena pomocí obr. 2,3 a 4. Na obr. 2 a 3 jsou znázorněny závislosti napětí U₁₁₁ a U_{1.1} na napětí U_{1.2} . U_{1.2} je napětí na vstupu 1.2 nelineárního členu 1 s volitelnými parametry, U₁₁₁ je napětí na jezdci potenciometru 111 a U_{1.1} napětí na výstupu 1.1 nelineárního členu 1 s volitelnými parametry. Konstanta K_1 je stavitelná potenciometrem 102 , úhel α je stavitelný potenciometrem 111 a konstanta K_2 je stavitelná potenciometrem 114.

Výstupní napětí U_{1.1} nelineárního členu 1 s volitelnými parametry je přivedeno na šestý vstup 2.7 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou, na jehož třetí vstup 2.4 se přivádí napětí úměrné jalovému výkonu nebo proudu synchronního stroje. Toto napětí je záporné při jalovém výkonu nebo proudu kapacitního charakteru. Jestliže součet těch-

to napětí je v ustáleném stavu synchronního stroje kladný, pak na výstupu 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou je nulové napětí. Jestliže součet těchto dvou napětí je při ustáleném stavu synchronního stroje záporný, pak na výstupu 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou je napětí kladné. Z toho je zřejmé, že první případ odpovídá poloze pracovního bodu synchronního stroje napravo od lomené přímky ve výkonovém diagramu synchronního stroje znázorněného na obr. 4, kde činný výkon je označen symbolem P a jalový výkon symbolem Q. Druhý případ nastane, jestliže je pracovní bod synchronního stroje nalevo od lomené přímky, tzn. v oblasti nedovoleného podbuzení.

Signály přiváděné na první vstup 2.2, na druhý vstup 2.3 a na čtvrtý vstup 2.5 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou stabilizují funkci zařízení podle vynálezu. Zapojení porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou je takové, že první z těchto signálů, úměrný odchylce výstupního napětí porovnávacího a regulačního členu 4 regulačního obvodu napětí regulátoru buzení od ustálené hodnoty, je ve funkci trvale. Další dva se uplatní pouze při velikosti činného výkonu větší než určitá hodnota. Jedná se o signál úměrný odchylce budicího proudu od ustálené hodnoty a signál, který je funkcí odchylky kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a odchylky zátěžného úhlu synchronního stroje od ustálené hodnoty. Zrušení funkce těchto signálů při velikosti činného výkonu menší než určitá hodnota se provádí MOS spínačem 208, protože je nutné, aby činnost zařízení podle vynálezu nezhoršovala funkci regulátoru buzení při výpadku synchronního stroje ze sítě a při chodu na prázdko. Jestliže je mez podbuzení synchronního stroje dána určitou velikostí zátěžného úhlu stroje, pak se na třetí vstup 2.4 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou přivádí místo signálu úměrného jalovému výkonu nebo proudu synchronního stroje, signál z výstupu 17.2 regulátoru 17 zátěžného úhlu synchronního stroje a šestý vstup 2.7 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou není nikam připojen. V případě, že velikost zátěžného úhlu synchronního stroje je větší než dovolená hodnota, je napětí na výstupu 17.2 regulátoru 17 zátěž-

ného úhlu synchronního stroje záporné a má za následek kladné napětí na výstupu 2.1 porovnávacího a regulačního členu 2 s měnitelnou strukturou, které synchronní stroj přibuzuje. Jestliže je velikost zátěžného úhlu synchronního stroje menší než dovolená hodnota je napětí na výstupu 17.2 kladné a napětí na výstupu 2.1 nulové.

Stabilizační signály fungují při mezi podbuzení dané zátěžným úhlem synchronního stroje obdobně jako při mezi podbuzení dané lomenou přímkou ve výkonovém diagramu synchronního stroje.

Zapojení podle vynálezu lze využít u budicích soustav velkých synchronních strojů pracujících na parních i vodních elektrárnách v generátorickém i motorickém provozu .

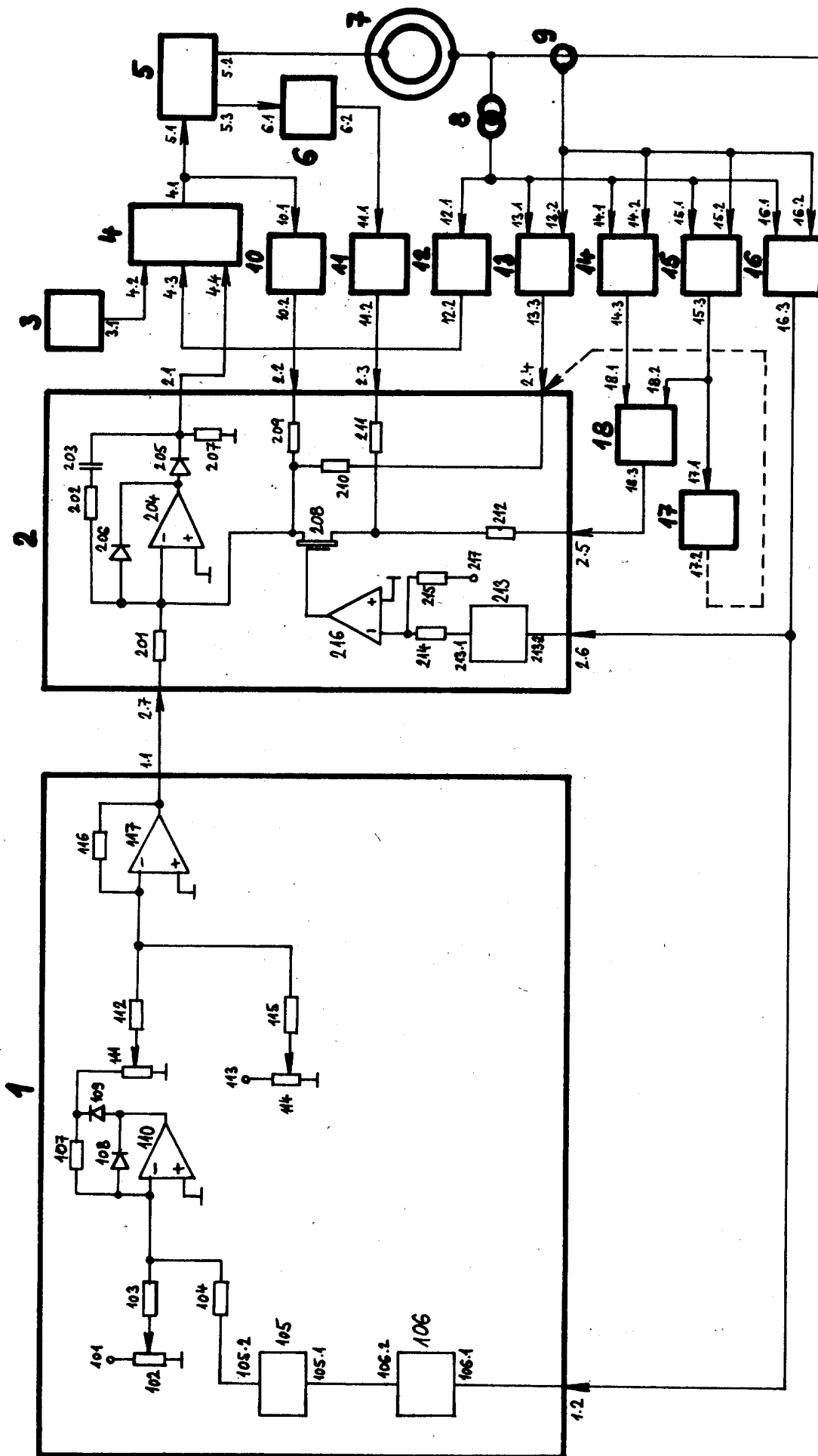
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

258 962

Zapojení pro ochranu synchronního stroje před nepřipustným podbuzením sestávající z nelineárního členu s volitelnými parametry, porovnávacího a regulačního členu s měnitelnou strukturou, ze dvou členů oddělujících stejnosměrnou složku signálu, ze součtového a stejnosměrnou složku signálu oddělujícího členu, regulátoru zátěžného úhlu synchronního stroje, čidla absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje, jehož první vstup je spojen se vstupem čidla statorového napětí synchronního stroje a s prvním vstupem čidla jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a s prvním vstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a s prvním vstupem čidla jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a s prvním vstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a s prvním vstupem čidla činného výkonu nebo proudu synchronního stroje a přes převodník napětí se statorovým vinutím synchronního stroje, a jehož druhý vstup je spojen s druhým vstupem čidla jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a s druhým vstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a s druhým vstupem čidla činného výkonu nebo proudu a přes převodník proudu se statorovým vinutím synchronního stroje, přičemž rotorové vinutí synchronního stroje je připojeno na první výstup akčního členu budicí soustavy, jehož druhý výstup je připojen na vstup čidla budicího proudu synchronního stroje, přičemž vstup akčního členu budicí soustavy je připojen na výstup porovnávacího a regulačního členu regulačního obvodu napětí regulátoru buzení, jehož první vstup je připojen na výstup obvodu žádané hodnoty regulačního obvodu napětí regulátoru buzení a jehož druhý vstup je připojen na výstup čidla statorového napětí synchronního stroje, vyznačený tím, že třetí vstup (4.4) porovnávacího a regulačního členu (4) regulačního obvodu napětí regulátoru buzení je připojen na výstup (2.1) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou jehož první vstup (2.2) je připojen na výstup (10.2) prvního čle-

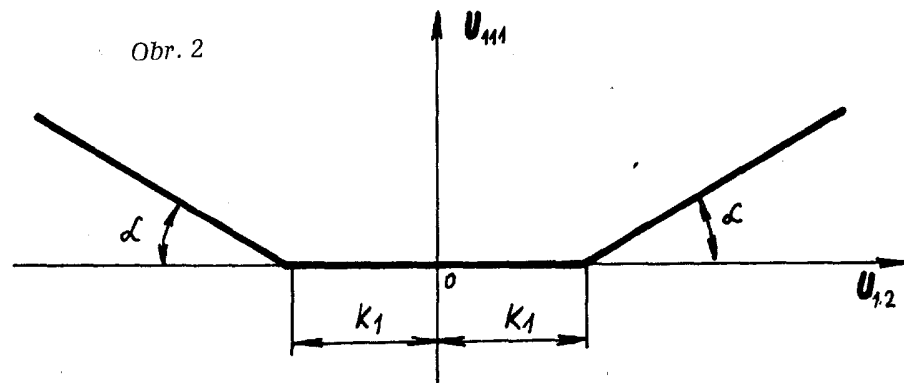
nu (10) oddělujícího stejnosměrnou složku signálu, připojeného vstupem (10.1) na výstup (4.1) porovnávacího a regulačního členu (4) regulačního obvodu napětí regulátoru buzení, druhý vstup (2.3) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen na výstup (11.2) druhého členu (11) oddělujícího stejnosměrnou složku signálu, připojeného vstupem (11.1) na výstup (6.2) čidla (6) budicího proudu synchronního stroje, přičemž třetí vstup (2.4) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen buď na výstup (17.2) regulátoru (17) zátěžného úhlu synchronního stroje připojeného vstupem (17.1) na výstup (15.3) čidla (15) absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje a šestý vstup (2.7) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen anebo třetí vstup (2.4) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen na výstup (13.3) čidla (13) jalového výkonu nebo proudu synchronního stroje a šestý vstup (2.7) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen na výstup (1.1) nelineárního členu (1) s volitelnými parametry, přičemž čtvrtý vstup (2.5) porovnávacího a regulačního členu (2) je připojen na výstup (18.3) součtového a stejnosměrnou složku signálu oddělujícího členu (18) připojeného prvním vstupem (18.1) na výstup (14.3) čidla (14) kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje a druhým vstupem (18.2) na výstup (15.3) čidla (15) absolutní hodnoty zátěžného úhlu synchronního stroje, přičemž pátý vstup (2.6) porovnávacího a regulačního členu (2) s měnitelnou strukturou je připojen na výstup (16.3) čidla (16) činného výkonu nebo proudu synchronního stroje, který je rovněž připojen na vstup (1.2) nelineárního členu (1) s volitelnými parametry.

2 výkresy

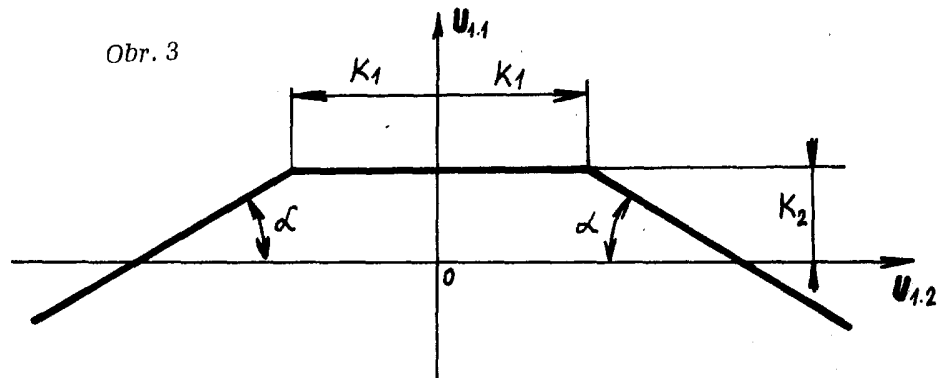


Obr. 1

Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

