



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

254506

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 02 P 5/28

(22) Přihlášeno 14 03 86

(21) PV 1763-86.H

(40) Zveřejněno 14 05 87

(45) Vydáno 15 09 88

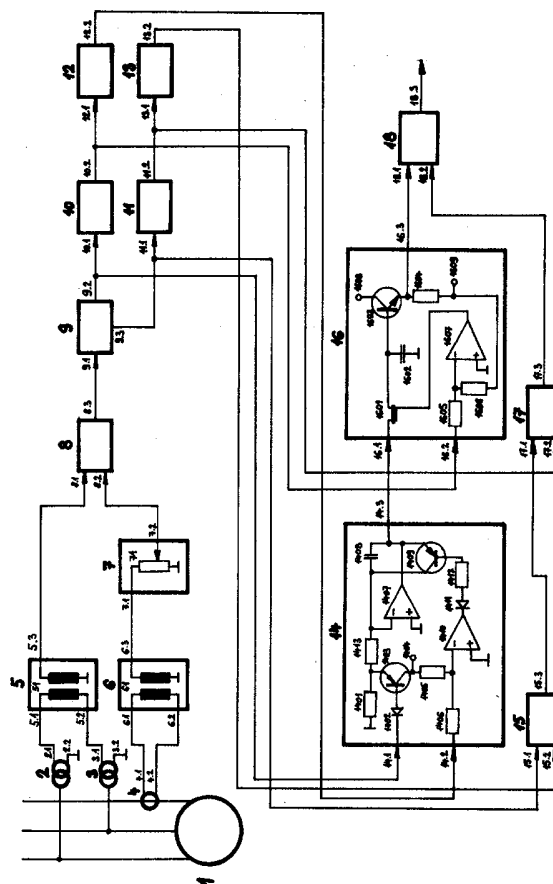
(75)

Autor vynálezu

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

(54) Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje

Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje je určeno pro stabilizační obvody regulátorů buzení velkých synchronních strojů. Z jeho výstupního signálu se ve zmíněných stabilizačních obvodech odděluje stejnosměrná složka a získaná odchylka od stejnosměrné složky je funkcí první derivace celkového zátěžného úhlu synchronního stroje. Provedení čidla je charakterizováno tím, že fázovým součtem napětí úměrného statorového napětí a napětí úměrného úbytku napětí na synchronní reaktanci stroje v příčném směru se získá napětí, jehož fáze je stejná jako fáze vnitřního elektromotorického napětí stroje. K měření kmitočtu se využívá měření délky obou půlperiod tohoto střídavého napětí. Řešení je charakterizováno přiloženými třemi obrazy.



Obr. 1

Vynález se týká čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

Pro měření kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje, užívaného pro stabilizaci regulace buzení synchronních strojů, se až dosud používala čidla otáček synchronního stroje nebo čidla vyhodnocující délku jedné půlperiody napětí mající stejný kmitočet jako vnitřní elektromotorické napětí synchronního stroje a získaného rekonstrukcí fázorového diagramu.

Nevýhodou prvního způsobu je nutnost kvalitního čidla otáček, neboť pro účely stabilizace regulace buzení se signál derivuje a zesiluje, což vyžaduje výstupní signál čidla s velmi malým zvlněním. Nevýhodou druhého způsobu je vliv případné přechodné stejnosměrné složky statorového napětí nebo proudu na přesnost měření, neboť těchto veličin se používá pro rekonstrukci fázorového diagramu.

Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje podle vynálezu spočívá v tom, že první vstup měřicího transformátoru sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup prvního měniče napětí synchronního stroje, jehož druhý výstup je uzemněn. Druhý vstup měřicího transformátoru sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup druhého měniče napětí synchronního stroje, jehož druhý výstup je uzemněn a první vstup měřicího transformátoru proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup měniče proudu synchronního stroje.

Druhý vstup měřicího transformátoru proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na druhý výstup měniče proudu synchronního stroje, přičemž výstup měřicího transformátoru proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na vstup proporcionálního členu s nastavitelným koeficientem zesílení, jehož výstup je připojen na druhý vstup prvního součtového členu.

První vstup prvního součtového členu je připojen na výstup měřicího transformátoru sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje a výstup prvního součtového členu je připojen na vstup tvarovacího členu s invertorem, jehož neinvertující výstup je připojen jednak na vstup prvního omezovače a integrátoru a jednak na vstup prvního zdroje impulsu pro klíčování paměti.

Výstup prvního zdroje impulsu pro klíčování paměti je připojen jednak na klíčovací vstup prvního paměťového obvodu a jednak na vstup prvního zdroje impulsu pro nulování integrátoru, jehož výstup je připojen na nulovací vstup prvního omezovače a integrátoru, jehož výstup je připojen na vstup prvního paměťového obvodu, jehož výstup je připojen na první vstup druhého součtového členu.

Invertující výstup tvarovacího členu s invertorem je připojen jednak na vstup druhého omezovače a integrátoru a jednak na vstup druhého zdroje impulsu pro klíčování paměti, jehož výstup je připojen jednak na klíčovací vstup druhého paměťového obvodu a jednak na vstup druhého zdroje impulsu pro nulování integrátoru.

Výstup druhého zdroje impulsu pro nulování integrátoru je připojen na nulovací vstup druhého omezovače a integrátoru, jehož výstup je připojen na vstup druhého paměťového obvodu, jehož výstup je připojen na druhý vstup druhého součtového členu, jehož výstup je výstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

Výhoda zařízení podle vynálezu spočívá v malém časovém zpoždění čidla a malém zvlnění výstupního signálu. Další výhoda je v omezení vlivu přechodných stejnosměrných složek statorových napětí a proudů.

Příklad praktického provedení vynálezu je znázorněn blokový, schématem na obr. 1. Na

obr. 2 a 3 je znázorněna funkce čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje podle vynálezu sestává z prvního měniče 2 napětí synchronního stroje připojeného na první fázi statorového vinutí synchronního stroje 1, druhého měniče 3 napětí synchronního stroje připojeného na druhou fázi statorového vinutí synchronního stroje 1, měniče 4 proudu synchronního stroje připojeného na třetí fázi statorového vinutí synchronního stroje 1, přičemž první výstup 2.1 prvního měniče 2 napětí synchronního stroje je připojen na první vstup 5.1 měřicího transformátoru 5 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje a druhý výstup 2.2 prvního měniče 2 napětí synchronního stroje je uzemněn. První výstup 3.1 druhého měniče 3 napětí synchronního stroje je připojen na druhý vstup 5.2 měřicího transformátoru 5 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje a druhý výstup 3.2 druhého měniče 3 napětí synchronního stroje je uzemněn.

První výstup 4.1 měniče 4 proudu synchronního stroje je připojen na první vstup 6.1 měřicího transformátoru 6 proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje a druhý výstup 4.2 měniče 4 proudu synchronního stroje je připojen na druhý vstup 6.2 měřicího transformátoru 6 proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje, jehož výstup 6.3 je připojen na vstup 7.1 proporcionálního členu 7 s nastavitelným koeficientem zesílení, jehož výstup 7.2 je připojen na druhý vstup 8.2 prvního součtového členu 8. První vstup 8.1 prvního součtového členu 8 je připojen na výstup 5.3 měřicího transformátoru 6 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje a výstup 8.3 prvního součtového členu 8 je připojen na vstup 9.1 tvarovacího členu 9 s invertorem.

Neinvertující vstup 9.2 tvarovacího členu 9 s invertorem je připojen jednak na vstup 14.1 prvního omezovače a integrátoru 14 a jednak na vstup 10.1 prvního zdroje 10 impulsu pro klíčování paměti, jehož výstup 10.2 je připojen jednak na klíčovací vstup 16.2 prvního paměťového obvodu 16 a jednak na vstup 12.1 prvního zdroje 12 impulsu pro nulování integrátoru. Výstup 12.2 prvního zdroje 12 impulsu pro nulování integrátoru je připojen na nulovací vstup 14.2 prvního omezovače a integrátoru 14 a jehož výstup 14.3 je připojen na vstup 16.1 prvního paměťového obvodu 16, jehož výstup 16.3 je připojen na první vstup 18.1 druhého součtového členu 18.

Invertující výstup 9.3 tvarovacího členu 9 s invertorem je připojen jednak na vstup 15.1 druhého omezovače a integrátoru 15 a jednak na vstup 11.1 druhého zdroje 11 impulsu pro klíčování paměti, jehož výstup 11.2 je připojen jednak na klíčovací vstup 17.2 druhého paměťového obvodu 17 a jednak na vstup 13.1 druhého zdroje 13 impulsu pro nulování integrátoru. Výstup 13.2 druhého zdroje 13 impulsu pro nulování integrátoru je připojen na nulovací vstup 15.2 druhého omezovače a integrátoru 15, jehož výstup 15.3 je připojen na vstup 17.1 druhého paměťového obvodu 17, jehož výstup 17.3 je připojen na druhý vstup 18.2 druhého součtového členu 18, jehož výstup 18.3 je výstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

Měřicí transformátor 5 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje je realizován transformátorem 51 napětí, jehož vývody primárního vinutí jsou spojeny se vstupy 5.1 a 5.2 měřicího transformátoru 5 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje a jehož jeden vývod sekundárního vinutí je spojen s nulou napájecího napětí a druhý vývod je spojen s výstupem 5.3 měřicího transformátoru 5 sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje.

Měřicí transformátor 6 proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je realizován transformátorem 61 proudu, jehož vývody primárního vinutí jsou spojeny se vstupy 6.1 a 6.2 měřicího transformátoru 6 proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje a jeho jeden vývod sekundárního vinutí je spojen s nulou napájecího napětí a druhý vývod je připojen na výstup 6.3 měřicího transformátoru 6 proudu třetí fáze statorového vinutí syn-

chronního stroje. Proporcionální člen 7 s nastavitelným koeficientem přenosu je realizován potenciometrem 71, který je jedním koncem odporové dráhy připojen na vstup 7.1 proporcionálního členu 7 s nastavitelným koeficientem zesílení.

Druhý konec odporové dráhy je připojen na nulu napájecího napětí a jezdec na výstup 7.2 proporcionálního členu 7 s nastavitelným koeficientem zesílení.

Prvý omezovač a integrátor 14 je realizován pomocí operačních zesilovačů 1407, 1410, tranzistorů 1403, 1409, diod 1402, 1411, odporů 1401, 1405, 1406, 1412, 1413 a kondenzátoru 1408. Vstup 14.1 prvního omezovače a integrátoru 14 je připojen na katodu diody 1402, jejíž anoda je připojena na bázi tranzistoru 1403. Kolektor tranzistoru 1403 je připojen na záporné napájecí napětí 1404 a emitor tranzistoru 1403 je připojen jednak přes odpor 1401 na nulu napájecího napětí a jednak přes odpor 1413 na invertující vstup operačního zesilovače 1407, jehož neinvertující vstup je připojen na nulu napájecího napětí.

Výstup operačního zesilovače 1407 je připojen jednak na výstup 14.3 prvního omezovače a integrátoru 14, jednak přes kondenzátor 1408 na invertující vstup operačního zesilovače 1407 a jednak na emitor tranzistoru 1409, jehož kolektor je připojen na invertující vstup operačního zesilovače 1407. Báze tranzistoru 1409 je připojena přes odpor 1412 na anodu diody 1411, jejíž katoda je spojena s výstupem operačního zesilovače 1410.

Neinvertující vstup operačního zesilovače 1410 je připojen na nulu napájecího napětí a invertující vstup je připojen jednak přes odpor 1405 na záporné napájecí napětí 1404 a jednak přes odpor 1406 na nulovací vstup 14.2 prvního omezovače a integrátoru 14. Druhý omezovač a integrátor 15 je realizován obdobně jako první omezovač a integrátor 14. První paměťový obvod 16 je realizován pomocí operačního zesilovače 1607, tranzistoru 1603, MOS spínače 1601, jehož výstup je připojen jednak přes kondenzátor 1602 na nulu napájecího napětí a jednak na bázi tranzistoru 1603.

Kolektor tranzistoru 1603 je připojen na kladné napájecí napětí 1608 a emitor tranzistoru 1603 je připojen jednak na výstup 16.3 prvního paměťového obvodu 16 a jednak přes odpor 1604 na záporné napájecí napětí 1609. Řídící elektroda MOS spínače 1601 je připojena na výstup operačního zesilovače 1607, jehož neinvertující vstup je připojen na nulu napájecího napětí a jehož invertující vstup je připojen jednak přes odpor 1606 na záporné napájecí napětí 1609 a jednak přes odpor 1605 na klíčovací vstup 16.2 prvního paměťového obvodu 16.

Druhý paměťový obvod 17 je realizován obdobně jako první paměťový obvod 16.

Cídló kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje podle vynálezu pracuje tak, že polohou jezdcu potenciometru 71 v proporcionálním členu 7 s nastavitelným koeficientem zesílení se nastaví takový koeficient zesílení, že napětí $U_{7.2}$ na výstupu 7.2 proporcionálního členu 7 s nastavitelným koeficientem zesílení je ve stejném poměru k napěťovému úbytku na synchronní reaktanci synchronního stroje v příčném směru $I_G \cdot X_q$ jako napětí $U_{5.3}$ k statorovému napětí synchronního stroje U_6 .

Potom napětí $U_{8.3}$ na výstupu 8.3 prvního součtového členu 8 synchronního stroje 1 má stejnou fázi jako vnitřní elektromotorické napětí E . Na výstupu 9.2 tvarovacího členu 9 s invertorem je obdélníkové napětí $U_{9.2}$, jehož fáze je stejná jako fáze sinusového napětí $U_{8.3}$. Toto napětí přivedené na vstup 14.1 prvního omezovače a integrátoru 14 se omezí tak, že na emitoru tranzistoru 1403 je během kladné půlperiody napětí $U_{9.2}$ nulové napětí a během záporné půlperiody napětí $U_{9.2}$ záporné napětí. Během záporné půlperiody $U_{9.2}$ integrátor realizovaný operačním zesilovačem 1407 odporem 1413 a kondenzátorem 1408 integruje a napětí na jeho výstupu $U_{14.3}$ je po skončení záporné půlperiody napětí $U_{9.2}$, úměrné délce periody tohoto napětí a nepřímo úměrné kmitočtu tohoto napětí a tedy i kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje 1.

Během kladné půlperrody se nejprve výstupní napětí uloží do paměti. Proveďte se to přivedením kladného impulsu $U_{10.2}$ na klíčovací vstup 16.2 prvního paměťového obvodu 16 , který otevře MOS spínač 1601 a kondenzátor 1602 se nabije na výstupní napětí integrátoru $U_{14.3}$. Sestupná hrana impulsu $U_{10.2}$ spustí impuls $U_{12.2}$, který je přiveden na nulovací vstup 14.2 prvního omezovače a integrátoru 14 a integrátor se vynuluje zkratováním kondenzátoru 1408 tranzistorem 1409 . Tranzistor 1608 v prvního paměťovém obvodu 16 je společně s odporem 1604 zapojen jako emitorový sledovač, který má velký vstupní odpor, takže se napětí na kondenzátoru 1602 mění pouze v době kladného napětí na klíčovacím vstupu 16.2 , jestliže se mění délka perrody napětí $U_{8.3}$.

Na invertujícím výstupu 9.3 tvarovacího obvodu 9 s invertorem je obdélníkové napětí $U_{9.3}$, jehož fáze je o 180° posunuta oproti fázi sinusového napětí $U_{8.3}$. Toto napětí se zpracovává v druhém omezovači a integrátoru 15 a v druhém paměťovém obvodu 17 obdobně jako napětí $U_{9.2}$ v prvním omezovači a integrátoru 14 a v prvním paměťovém obvodu 16 , a vede se na druhý vstup 18.2 druhého součtového členu 18 . Na výstupu 18.3 druhého součtového členu 18 , který je výstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického asynchronního stroje, je tedy napětí, jehož velikost je nepřímo úměrná kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

Vzhledem k tomu, že změny kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí přefázovaného synchronního stroje jsou při normálním provozu malé, lze tuto nepřímou úměrnost linearizovat. Jelikož se zpracovávají obě půlperrody napětí $U_{8.3}$, jehož fáze je stejná jako fáze vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje, redukuje se vliv případné přechodné stejnosměrné složky na přesnost měření.

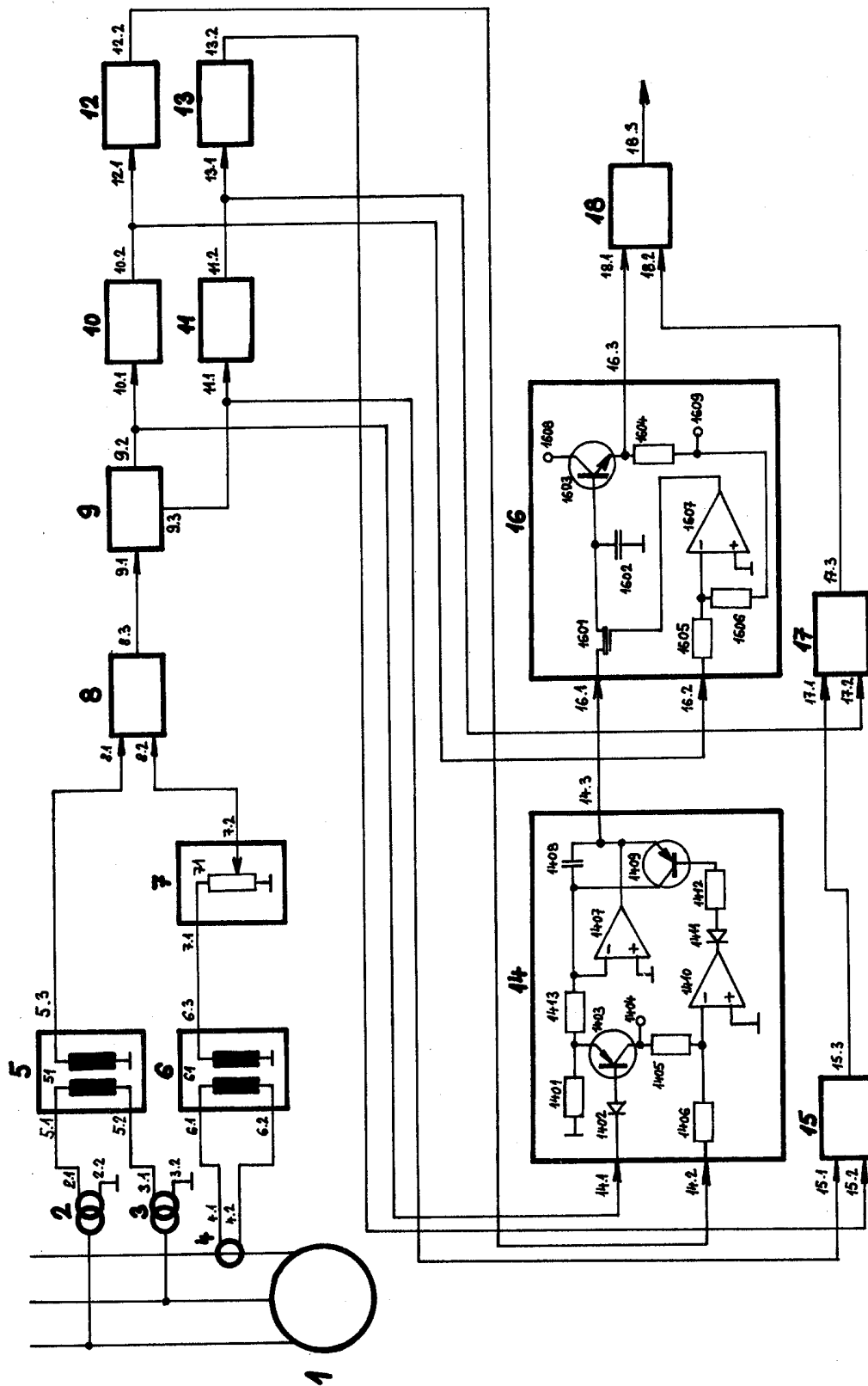
Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje podle vynálezu se uplatní ve stabilizačních obvodech regulátorů buzení všech velkých synchronních strojů užívajících v energetice.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Čidlo kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje sestávajícího z měřicího transformátoru sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje, měřicího transformátoru proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje, proporcionálního členu s nastavitelným koeficientem zesílení, prvního součtového členu, tvarovacího členu s invertorem, prvního impulsu pro klíčování paměti, prvního zdroje impulsu pro nulování integrátoru, prvního omezovače a integrátoru, prvního paměťového obvodu, druhého zdroje impulsu při klíčování paměti, druhého zdroje impulsu pro nulování integrátoru, druhého omezovače a integrátoru, druhého paměťového obvodu a druhého součtového členu, prvního měniče napětí synchronního stroje, připojeného vstupem na první fázi statorového vinutí synchronního stroje, druhého měniče napětí synchronního stroje, připojeného vstupem na druhou fázi statorového vinutí synchronního stroje a měniče proudu zapojeného v třetí fázi statorového vinutí synchronního stroje vyznačené tím, že první vstup (5.1) měřicího transformátoru (5) sdruženého napětí první a druhé fáze ze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup (2.1) prvního měniče (2) napětí synchronního stroje, jehož druhý výstup (2.2) je uzemněn a druhý vstup (5.2) měřicího transformátoru (5) sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup (3.1) druhého měniče (3) napětí, synchronního stroje, jehož druhý výstup je uzemněn a první vstup (6.1) měřicího transformátoru (6) proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na první výstup (4.1) měniče (4) proudu synchronního stroje a druhý vstup (6.2) měřicího transformátoru (6) proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na druhý výstup (4.2) měniče (4) proudu synchronního stroje, přičemž výstup (6.3) měřicího transformátoru (6) proudu třetí fáze statorového vinutí synchronního stroje je připojen na vstup (7.1) proporcionálního členu s nastavitelným koeficientem zesílení, jehož výstup (7.2) je připojen na druhý vstup (8.2) prvního součtového členu (8), jehož první vstup (8.1) je připojen na výstup (5.3) měřicího transformátoru (5) sdruženého napětí první a druhé fáze statorového vinutí synchronního stroje,

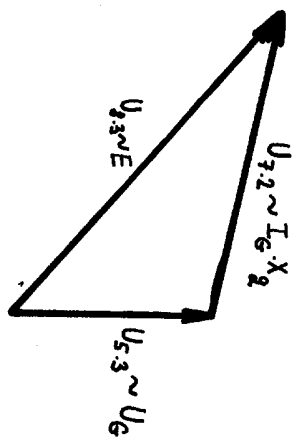
příčemž výstup (8.3) prvního součtového členu (8) je připojen na vstup (9.1) tvarovacího členu (9) s invertorem, jehož neinvertující výstup (9.2) je připojen jednak na vstup (14.1) prvního omezovače a integrátoru (14) a jednak na vstup (10.1) prvního zdroje (10) impulsu pro klíčování paměti, jehož výstup (10.2) je připojen jednak na klíčovací vstup (16.2) prvního paměťového obvodu (16) a jednak na vstup (12.1) prvního zdroje (12) impulsu pro nulování integrátoru, jehož výstup (12.2) je připojen na nulovací vstup (14.2) prvního omezovače a integrátoru (14), jehož výstup (14.3) je připojen na vstup (16.1) prvního paměťového obvodu (16), jehož výstup (16.3) je připojen na první vstup (18.1) druhého součtového členu (18), přičemž invertující výstup (9.3) tvarovacího členu (9) s invertorem je připojen jednak na vstup (15.1) druhého omezovače a integrátoru (15) a jednak na vstup (11.1) druhého zdroje (11) impulsu pro klíčování paměti, jehož výstup (11.2) je připojen jednak na klíčovací vstup (17.2) druhého paměťového obvodu (17) a jednak na vstup (13.1) druhého zdroje (13) impulsu pro nulování integrátoru, jehož výstup (13.2) je připojen na nulovací vstup (15.2) druhého omezovače a integrátoru (15), jehož výstup (15.3) je připojen na vstup (17.1) druhého paměťového obvodu (17), jehož výstup (17.3) je připojen na druhý vstup (18.2) druhého součtového členu (18), jehož výstup (18.3) je výstupem čidla kmitočtu vnitřního elektromotorického napětí synchronního stroje.

2 výkresy

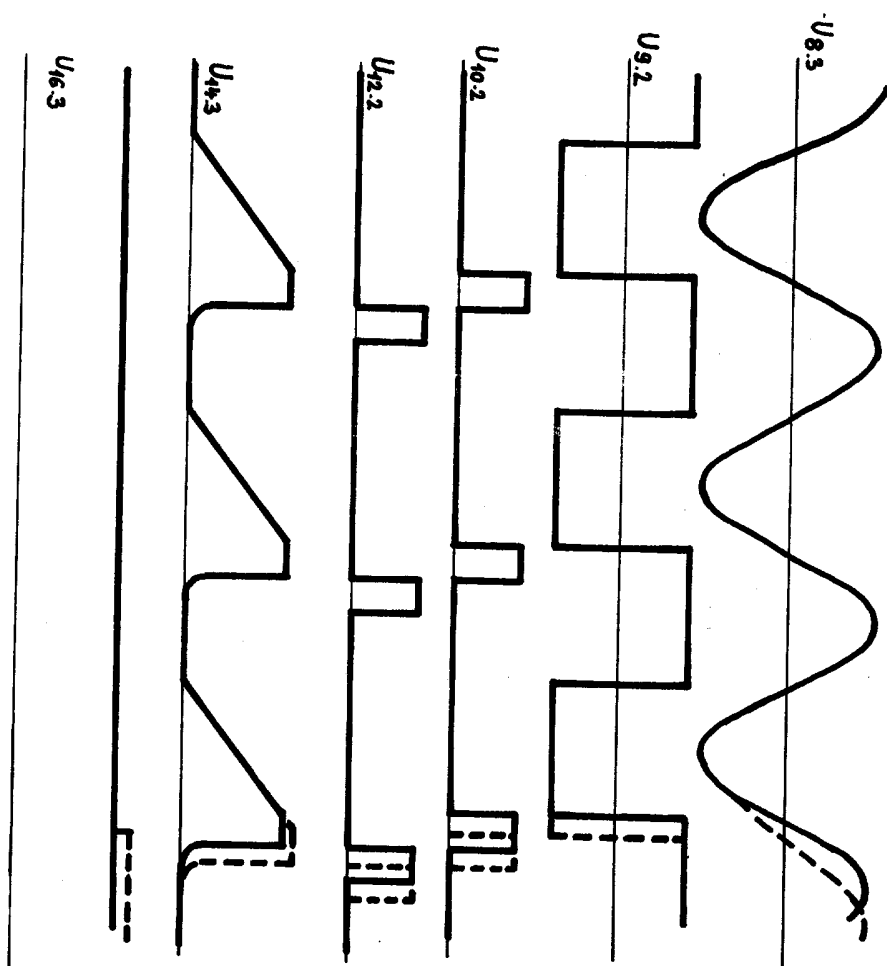


Obr. 1

254506



Obr. 2



Obr. 3.