

Винахід відноситься до електротехніки, зокрема до галузі регульованого електроприводу з синхронними електродвигунами та безпосередніми перетворювачами частоти і може бути використаний для запуску потужних синхронних машин від мережі 50Гц.

Відомий пристрій для запуску синхронної машини (Авт. св. СРСР №1131002, кл. H02P1/52), який містить безпосередній перетворювач частоти з природною комутацією тиристорів, давач положення ротора синхронної машини та систему керування, до складу якої входять формувачі відпираючих імпульсів тиристорів перетворювача частоти, та ланка обмеження пускового струму статорної обмотки синхронної машини. В якості перетворювача частоти використовується циклоконвертор, зібраний по нульовій схемі, що ускладнює схему пускового пристрою. Крім цього темп розгону синхронної машини, при використанні даного пускового пристрою невисокий, за рахунок зменшення пускового моменту синхронної машини в області середніх та високих частот обертання.

Відомий пристрій для запуску синхронної машини (Авт. св. СРСР №1264291, кл. H02P6/02), який містить збудник синхронної машини, підключений до її індуктора, безпосередній перетворювач частоти з природною комутацією тиристорів, при чому керуючі входи тиристорів кожної фази з'єднані з відповідними виходами формувачів відпираючих імпульсів, перші входи яких з'єднані з виходами елементів "I", а другі входи - з виходом блоку задання кута керування, давач положення ротора синхронної машини, виходи якого пофазно зв'язані з відповідними виходами розподільювача імпульсів керування, виходи якого з'єднані з першими входами елементів "I", другі входи яких, через елемент "НЕ", з'єднані з виходом перетворювача різниці струмів в сигнал одиничної амплітуди, вхід якого підключений до виходу давача-струму фази через вузол порівняння, опорний вхід якого підключений до блоку задання струму статора, при чому розподільювач імпульсів керування в кожній фазі виконаний двоканальним з неінвертуючим входом та з інвертуючим через елемент "НЕ" входом і містить два інтегратори, входи онулення яких з'єднані з основними входами через диференціюючі ланки, два суматори, два компаратори і тригер, роздільні входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого компаратора через диференціюючі ланки, одні входи компараторів з'єднані з виходами першого і другого інтеграторів, другі входи першого і другого компараторів з'єднані відповідно з виходами першого і другого суматорів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами другого і першого інтеграторів, а другі їх входи з'єднані з виходом блоку задання кута керування, при цьому безпосередній перетворювач частоти з природною комутацією тиристорів у кожній фазі містить два зустрічно-паралельно включених тиристори.

Однак, оскільки вхід безпосереднього перетворювача частоти підключений до трьох фаз мережі змінного струму, даний пристрій здійснює негативний вплив на мережу в результаті внесення несиметрії, особливо при запуску синхронної машини великої потужності.

В основі винаходу поставлено задачу створення пристрою для запуску синхронної машини, в якому нове виконання взаємозв'язків дозволило б здійснити запуск від однофазної мережі 50Гц, і за рахунок цього досягнути відсутності негативного впливу на мережу при запуску синхронної машини.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої для запуску синхронної машини, який містить збудник синхронної машини, підключений до її індуктора, безпосередній перетворювач частоти з природною комутацією тиристорів, при чому керуючі входи тиристорів кожної фази з'єднані з відповідними виходами формувачів відпираючих імпульсів, перші входи яких з'єднані з виходами елементів "I", а - другі входи - з виходом блоку задання кута керування, давач положення ротора синхронної машини, виходи якого пофазно зв'язані з відповідними виходами розподільювача імпульсів керування, виходи якого з'єднані з першими входами елементів "I", другі входи яких, через елемент "НЕ", з'єднані з виходом перетворювача різниці струмів в сигнал одиничної амплітуди, вхід якого підключений до виходу давача струму фази через вузол порівняння, опорний вхід якого підключений до блоку задання струму статора, при чому розподільювач імпульсів керування в кожній фазі виконаний двоканальним з неінвертуючим входом та з інвертуючим через елемент "НЕ" входом і містить два інтегратори, входи онулення яких з'єднані з основними входами через диференціюючі ланки, два суматори, два компаратори і тригер, роздільні входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого компаратора, через диференціюючі ланки, одні входи компараторів з'єднані з виходами першого і другого інтеграторів, другі входи першого і другого компараторів з'єднані відповідно з виходами першого і другого суматорів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами другого і першого інтеграторів, а другі їх входи з'єднані з виходом блоку задання кута керування, при цьому безпосередній перетворювач частоти з природною комутацією тиристорів у кожній фазі містить два зустрічно-паралельно включених тиристори, і згідно з винаходом, він виконаний як однофазно-трифазний і його вхід включений на одну фазу мережі змінного струму, а вихід, через давачі струму фази, під'єднаний до з'єднаних в зірку обмоток синхронної машини, спільна точка яких підключена до іншої фази мережі.

В зв'язку з тим, що в даному пристрої для запуску синхронної машини безпосередній перетворювач частоти підключений до однофазної мережі змінного струму усувається негативний вплив на мережу, пов'язаний з внесенням в неї несиметрії при запуску синхронної машини.

На кресленні (фіг.) представлено пристрій для запуску синхронної машини.

Пристрій для запуску синхронної машини 1 містить безпосередній перетворювач частоти 2, формувачі відпираючих імпульсів тиристорів перетворювача 3 і 4, відповідно позитивного та від'ємного напрямків струму, збудник 5 постійного струму, давач 6 положення ротора, в колі кожної фази машини давач 7 струму фази, вузол 8 порівняння виміряного струму з заданим струмом, перетворювач 9 різниці струмів в сигнал одиничної амплітуди, елемент "НЕ" 10, два елементи "I" 11 та 12, а також розподільювач 13 імпульсів керування, що містить інтегратори 14 та 15, елемент "НЕ" 16, два суматори 17 і 18 напруг, блок 19 задання кута керування, чотири диференціюючі ланки 20 - 23, два компаратора 24 і 25 та тригер 26, при чому вхід безпосереднього перетворювача частоти 2 включений на одну фазу мережі змінного струму, а вихід, через давачі 7 струму фази, під'єднаний до з'єднаних в зірку обмоток синхронної машини 1, спільна точка яких підключається до іншої фази мережі, а керуючі входи тиристорів кожної фази з'єднані з відповідними виходами формувачів відпираючих імпульсів 3 і 4, перші входи яких з'єднані з виходами елементів "I" 11 та 12, а другі входи - з виходом блоку задання кута керування 19, давач положення ротора синхронної машини 6, виходи якого пофазно зв'язані з відповідними входами розподільювача імпульсів керування 13, виходи якого з'єднані з першими входами елементів "I" 11 та 12, другі входи яких, через елемент "НЕ" 10, з'єднані з виходом перетворювача 9 різниці струмів в сигнал одиничної амплітуди, вхід якого підключений до виходу давача 7 струму фази через вузол порівняння 8, опорний вхід якого підключений до блоку задання струму статора (на фігурі не позначений), при чому розподільювач імпульсів керування 13 в кожній фазі виконаний двоканальним з неінвертуючим та з інвертуючим через елемент "НЕ" 16 входами і містить два інтегратори 14 та 15, входи онулення яких з'єднані з основними входами через диференціюючі ланки 20 та 21, два суматори 17 та 18, два компаратори 24 та 25 і тригер 26, роздільні входи якого з'єднані відповідно з виходами компараторів 24 та 25, через

диференціюючі ланки 22 та 23, одні входи компараторів 24 та 25 з'єднані з виходами інтеграторів 14 та 15, другі входи компараторів 24 та 25 з'єднані відповідно з виходами суматорів 18 та 17, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами інтеграторів 15 та 14, а другі їх входи з'єднані з виходом блоку задання кута керування 19, при цьому кожна фаза безпосереднього перетворювача частоти 2 з природною комутацією виконана у вигляді зустрічно-паралельно включених тиристорів, керуючі входи яких (на фігурі позначені а і b) під'єднані до формувачів відпираючих імпульсів 3 і 4.

Безпосередній перетворювач частоти 2 формує імпульси струму, що протікають в статорній обмотці синхронної машини 1. Живлення перетворювача здійснюється від однофазної некерованої мережі 50Гц, до якої підключаються входи перетворювача частоти 2 та спільна точка з'єднаних в зірку обмоток статора синхронної машини 1. Імпульси струму синхронізовані з положенням ротора з допомогою давача 6 положення ротора, котрий запускає формувачі відпираючих імпульсів тиристорів перетворювача 3 і 4, відповідно позитивного та від'ємного напрямку струмів, в залежності від положення ротора. Індуктор синхронної машини 1 збуджується окремим збудником 5 постійного струму. Елементи 7 - 10 формують забороняючий сигнал, котрий забороняє проходження запускаючих імпульсів в формувачі 3 і 4. Тривалість забороняючого сигналу пропорційна різниці середнього значення пускового струму і заданого значення струму, коли пусковий струм перевищує заданий.

Пристрій працює наступним чином. На виході давача положення ротора 6 виробляються прямокутні імпульси одиначної амплітуди і паузи, тривалість яких дорівнює тривалості дозволених інтервалів. Імпульс відповідає дозволеному інтервалу для полюса позитивної полярності (позитивний дозволений інтервал). Пауза відповідає дозволеному інтервалу для полюса від'ємної полярності (від'ємний дозволений інтервал).

Ці прямокутні імпульси диференціюються ланкою 20, де виділяється, диференційований сигнал додатньої полярності, що відповідає передньому фронту сигнала з давача положення ротора 6, тобто моменту початку дозволеного інтервалу. Сигнал давача положення ротора 6 інтегрується першим інтегратором 14, на виході якого виробляється напруга, величина якої визначає відносне кутове положення ротора. Лінійно-наростаюча ділянка характеристики інтегратора 14 (або 15) на протязі імпульса (позитивного дозволеного інтервалу) характеризує біжучий час на протязі дозволеного інтервалу. По завершенні імпульса напруга на виході 14 залишається постійною на протязі паузи - горизонтальна ділянка характеристики. Ордината її характеризує тривалість попереднього дозволеного інтервалу, що запам'ятовується. По закінченні паузи, в момент початку наступного позитивного дозволеного інтервалу, відбувається онулення вихідної напруги інтегратора 14 і процес повторюється. Онулення здійснюється диференційованим сигналом позитивної полярності, котрий з виходу диференціюючої ланки 20 поступає на інтегратор 14 на початку кожного наступного дозволеного інтервалу.

Напруга з виходу давача положення ротора 6 по паралельному каналу інвертується елементом 16 і аналогічно інтегрується інтегратором 15.

Різниця ординат горизонтальної ділянки вихідної характеристики інтегратора 14, або 15 (тривалість попереднього дозволеного інтервалу) і наростаючої лінійної ділянки (поточний час руху ротора на протязі дозволеного інтервалу) представляє собою відносний час, котрий залишилось пройти полюсу до закінчення дозволеного інтервалу (при умові, що тривалість поточного дозволеного інтервалу рівна тривалості попереднього дозволеного інтервалу). Цей час вираховується в відносних долях тривалості дозволеного інтервалу - ординати горизонтальної ділянки, що приймається за 1, так як масштаб часу інтегральної характеристики залежить від швидкості обертання ротора. Наростаюча лінійна ділянка досягає ординати горизонтальної ділянки (перетинає горизонтальну ділянку) в кінці поточного дозволеного інтервалу. Якщо біжучу інтегральну характеристику перемістити паралельно осі x вгору на задану величину кута (часу) випередження τ по її лінійно-наростаюча ділянка перетне горизонтальну ділянку характеристики попереднього дозволеного інтервалу (від паралельного каналу) раніше моменту закінчення дозволеного інтервалу на час τ .

Таким чином, момент часу перетину буде випереджати кінець біжучого дозволеного інтервалу, або початок наступного дозволеного інтервалу на задану величину. При чому цей часовий зсув буде абсолютний, рівний за даному часу τ , незалежно від частоти обертання. Зафіксовані таким чином моменти часу в кожному дозволеному інтервалі представляють собою початки інтервалів керування, котрі зсунуті в сторону випередження відносно дозволеного інтервалу на заданий кут τ , незалежно від частоти обертання. Величина цього зсуву задається переміщенням характеристик інтеграторів 14 та 15 вздовж осі ординат. Вертикальне переміщення вихідної характеристики інтегратора еквівалентне сумуванню з нею постійної напруги керування U_k . Таке сумування відбувається на суматорах 17 і 18. Величина зсуву інтервалів керування залежить від заданого кута регулювання тиристорів α . В даному пристрої інтервали керування зсуваються в сторону випередження відносно дозволених інтервалів на кут $\tau = \alpha$. Зсув здійснюється автоматично системою керування при заданні кута α , незалежно від частоти обертання ротора. Кут α регулює тривалість і амплітуду імпульсів, а відповідно середній момент і темп пуску. Цей кут задається блоком 19, з виходу якого на формувачі 3 і 4 подається керуюча напруга U_k , пропорційна куту α . З другого виходу 19 на суматори 17 і 18 подається керуюча напруга, пропорційна куту зсуву інтервалів керування, тобто пропорційна тому ж куту керування

$$U_k = k\tau - k\alpha.$$

В компараторі 24 напруга з виходу суматора 18 порівнюється з рівнем напруги позитивного дозволеного інтервалу з виходу інтегратора 14. Коли напруга з виходу суматора перевищує напругу інтегратора паралельно каналу, на виході відповідного компаратора 24 (або 25) виникають сигнали одиначної амплітуди. Ці прямокутні сигнали диференціюються диференційними ланками 22 і 23, де виділяються сигнальні імпульси, що відповідають передньому фронту сигналів. Ці імпульси перемикають тригер 26. Імпульси напруги на основному виході тригера 26 відповідають інтервалам керування для полюса позитивної полярності, а імпульси напруги на інверсному виході тригера 26 відповідають інтервалам керування для полюса від'ємної полярності. Ці напруги з виходів тригера 26 є дозволяючими сигналами, які відповідають зсунутим інтервалам керування і якими перемикаються канали формувачів 3 і 4 відпираючих імпульсів тиристорів позитивного (11, 3) та від'ємного (12, 4) напрямів струму.

У випадку, якщо середнє значення пускового струму, що визначається давачем струму 7 і подається на вузол порівняння 8 перевищує задане блоком задання струму статора значення пускового струму I_3 , перетворювач 9 формує сигнал одиначної амплітуди, який після інвертування поступає на вхід формувачів відпираючих імпульсів 3 та 4 і припиняє формування відпираючих імпульсів тиристорів безпосереднього перетворювача частоти 2, що приводить до зменшення пускового струму.

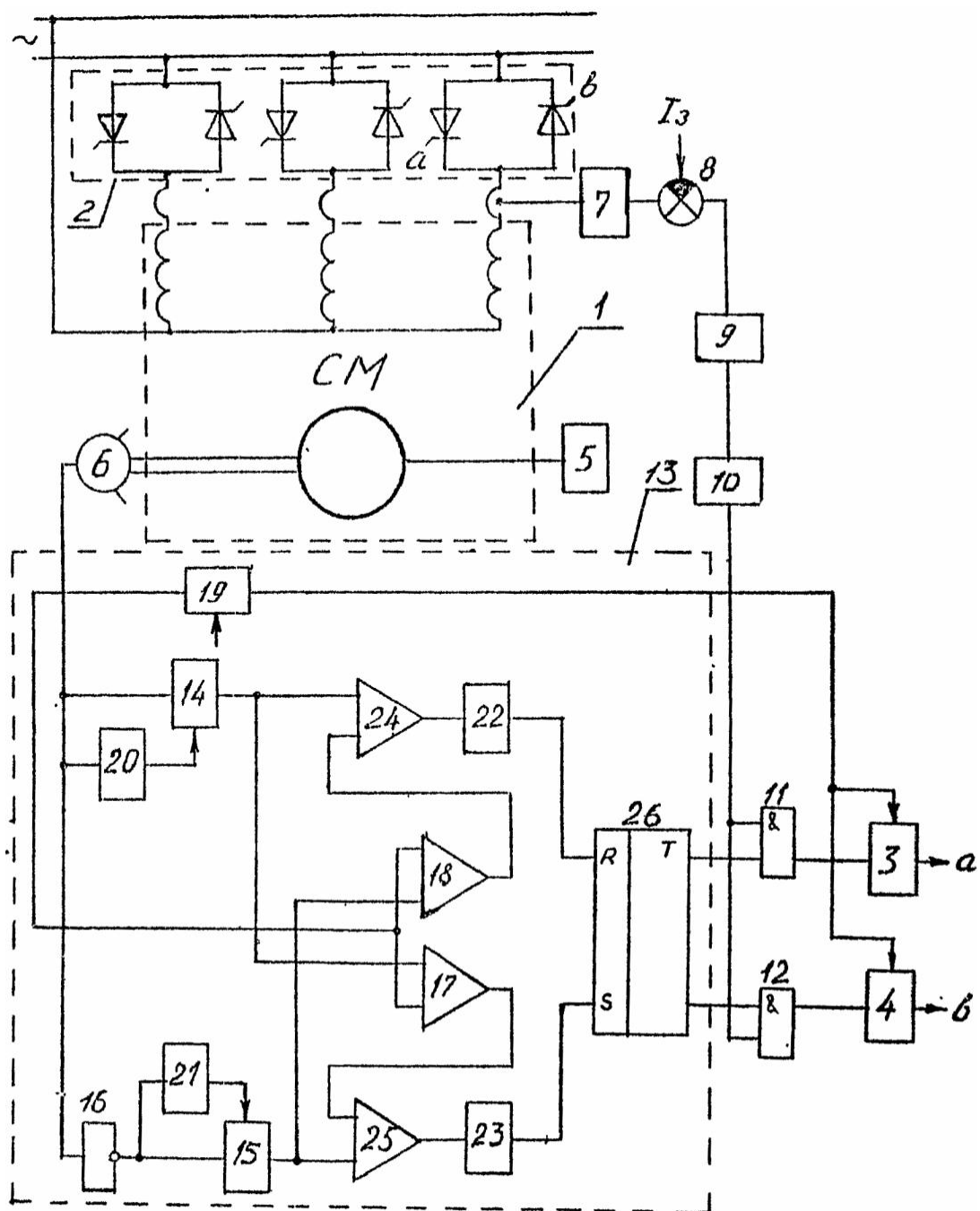


Fig.