



УКРАЇНА

(19)

(11)

9831

(13)

C1

UA

(51)5 H 02 P 7/42

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЧАСТОТНО-СТРУМОВОГО УПРАВЛІННЯ ДВОФАЗНИМ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

1

(20)94311418,29.06.93

(21)4881975/SU (22)

11.11.90

(46) 30.09.96. Бюл. № 3

(56) 1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М., Энергоиздат, 1981.С.201-206.

2. Бродовский В.Н., Иванов Е.С. Приводы с частотно-токовым управлением. Под ред. В.Н.Бродовского. М., Энергия, с.28-33 (прототип).

(71) Науково-виробниче об'єднання "Ротор"

(72) Ярославцев Михайло Іванович, Павлов Євген Федорович

(73) Науково-виробниче об'єднання "Ротор"(UA)

(57) Способ частотно-токового управления двухфазным синхронным двигателем, при котором фазные обмотки двигателя запитывают синусоидальным и косинусоидальным токами равной амплитуды, регулируя амплитуду которых, управляют моментом, отличающийся тем, что предварительно определяют угловую погрешность взаимной установки фазных секций двигателя и фазные обмотки запитывают указанными токами, сдвинутыми по фазе на угол, равный указанной погрешности с противоположным знаком.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к электроприводам переменного тока с частотно-токовым управлением, и может быть использовано для управления линейными синхронными индукторными двигателями.

Известен способ частотного управления синхронным двигателем [1], который позволяет с высокой точностью регулировать скорость вращения ротора двигателя.

Недостатком известного способа являются трудности создания быстродействующего прецизионного электропривода на базе синхронного двигателя. Это объясняется склонностью к качаниям ротора двигателя, которая особенно отрицательно проявляется при нестационарной нагрузке на валу двигателя.

Наиболее близким по технической сущности является способ частотно-токового управления двухфазным синхронным двига-

телем, при котором фазные обмотки синхронного двигателя запитывают синусоидальным и косинусоидальным токами равной амплитуды и, регулируя амплитуду которых, управляют моментом вращения синхронного двигателя [2].

Недостатком известного способа является невысокая точность управления моментов вращения, обусловленная пульсациями момента, вызванными погрешностью установки фазных секций двигателя друг относительно друга.

Задачей изобретения является повышение точности управления моментом вращения, путем исключения пульсаций момента.

Поставленная задача решается тем, что в способе частотно-токового управления двухфазным синхронным двигателем, при котором фазные обмотки синхронного двигателя запитывают синусоидальным и косинусоидальным токами равной амплитуды и,

00  
CO

0

регулируя амплитуду которых, управляют моментом вращения, согласно изобретению, предварительно определяют угловую погрешность взаимной установки фазных секций двигателя и фазные обмотки запитывают указанными токами, сдвинутыми по фазе на угол, равный указанной погрешности с противоположным знаком.

На чертеже представлена схема электропривода переменного тока по базе линейного синхронного индукторного двигателя, Управление силой тяги линейного двигателя осуществляется в соответствии с предлагаемым способом.

Электропривод содержит линейный двигатель 1, линейный датчик 2 положения, подвижный элемент которого жестко соединен с подвижным элементом линейного двигателя 1, формирователь 3 фазных токов линейного двигателя, первый управляющий вход которого подключен к датчику 4 силы тяги, второй управляющий вход - к выходу линейного датчика 2 положения, а также два выходных выхода - к фазным обмоткам линейного двигателя 1, источник 5 25 синусоидальных напряжений, первый выход которого подключен к опорному входу линейного датчика 2 положения и к первому опорному входу формирователя 3 фазных токов, а второй выход - через фазосдвигающий блок 6 к второму опорному входу формирователя 3 фазных токов.

Формирователь 3 фазных токов линейного двигателя содержит первый и второй блоки 7, 8 умножения, формирователь 9 35 опорных сигналов, первый и второй фазочувствительные выпрямители 10, 11, управляющие входы которых подключены к выходам блоков 7, 8 умножения, а опорные входы - к выходу формирователя 9 опорных 40 сигналов, первый и второй регулируемые источники 12, 13 тока, подключенные входами к выходам фазочувствительных выпрямителей 10, 11.

При этом первым управляющим входом 45 формирователя 3 является первый вход блока 7 умножения, объединенный с первым входом блока 8 умножения, вторым управляющим входом - вход формирователя 9 опорных сигналов, первым и вторым опорными входами - вторые входы блоков 7, 8 умножения, токозадающими выходами - выходы регулируемых источников 12, 13 тока.

Линейный двигатель 1 содержит ферромагнитный зубчатый статор 14 и подвижный элемент 15, состоящий из фазных электромагнитных модулей 16, 17. Каждый электромагнитный модуль включает в себя П-образные магнитопроводы 18, 19, обмотку 20 управления и постоянный магнит 21

возбуждения. Зубцовая зона линейного двигателя 1 выполнена с шагом  $g$ .

Устройство реализующее способ работает следующим образом.

1. Предварительно, на этапе наладки привода, определяют угловую погрешность взаимной установки фазных секций двигателя друг относительно друга.

2. Фазные обмотки двигателя запитывают синусоидальными и косинусоидальными токами равной амплитуды.

3. Указанные токи дополнительно сдвигают по фазе на угол, равный указанной погрешности с противоположным знаком.

4. Управляют моментом вращения двигателя путем регулирования амплитуды токов.

Пусть электромагнитные модули 16 и 17 взаимно смещены с некоторой инструментальной погрешностью, т.е. электромагнитные модули установлены друг относительно друга вдоль направления движения на длину

Хав

где  $g$  - шаг зубцовой зоны двигателя,  $\delta$  - инструментальная погрешность,  $p$  - любое целое число.

Согласно частотно-токовому способу управления синхронной машиной [2] линейный двигатель 1 будет развивать силу тяги

$$F = C(I_a \sin \alpha) \quad (1)$$

$$2p \quad 2l$$

где  $\alpha$  - угол, определяющий положение подвижного элемента 15 по отношению к зубцам статора 14,

$\alpha$  - угловая погрешность взаимной установки фазных электромагнитных модулей 16 и 17,

$X$  - текущее положение подвижного элемента 15 вдоль направления движения,

$I_a$  и  $i_b$  - фазные токи,

$C$  - коэффициент пропорциональности.

В соответствии с предлагаемым способом обмотки 20 управления электромагнитных модулей 16 и 17 должны запитываться фазными токами

$$I_a = I_0 \sin \alpha, \quad i_b = I_0 \cos (\alpha - \alpha_{ip}), \quad (2)$$

где  $I_0$  - амплитуда фазных токов.

Тогда согласно (1) получаем, что линейный двигатель 1 будет развивать силу тяги

$$F = C I_0 \cos^2 \alpha \quad D y > .$$

Приведем обоснование преимущества предлагаемого способа управления путем сравнения тяговых усилий, развиваемых линейным двигателем 1 в соответствии с известным и предлагаемым способами 5 управления.

При запитке фазных обмоток линейного двигателя 1 согласно известному способу, т.е. когда

$$1A - I_0 \sin \varphi; 1B - I_0 \cos \varphi.$$

будет возникать сила тяги

состоящая из двух слагаемых. Первая слагаемая является основной и пропорциональна амплитуде фазных токов. Вторая слагаемая 20 является паразитной и представляет собой пульсирующую силу, амплитуда которой пропорциональна инструментальной погрешности взаимной установки фазных электромагнитных модулей. 25

Введем в рассмотрение отношение  $t_j$  амплитуды паразитной слагаемой силы тяги к ее основной слагаемой, а также отношение  $a$  основных слагаемых тяговых усилий, развиваемых линейным двигателем в соответствии с предлагаемым и известным способами управления соответственно. 30

Для известного и предлагаемого способов будем иметь:

Из анализа полученных результатов следует, что запитка линейного двигателя фазными токами (2), в соответствии с предлагаемым способом, исключает возникновение паразитных пульсаций силы тяги из-за погрешности установки фазных электромагнитных модулей. Наблюдается некоторое снижение удельной силы тяги.

Например, при  $g = 2$  мм и  $a = 0,05$  мм имеем:

$$J/1-8\%, \quad 72-0. \quad a-98.2\%$$

Требуемые фазные токи (2) в обмотках двигателя 1 вырабатываются следующим образом.

На первый управляющий вход формирователя 3 фазных токов поступает сигнал  $U_f$  в виде напряжения постоянного тока, пропорционального требуемой силе тяги, а на

первый и второй опорные входы, приходят синусоидальные напряжения

где  $\omega$  - опорная частота,

$\Delta\varphi$  - сдвиг по фазе, задаваемый фазосмещающим блоком 6,

$U_0$  ~ постоянная величина.

Следовательно, на управляющих входах 10 фазочувствительных выпрямителей 10 и 11 сформируются синусоидальные напряжения.

$$U_0 U_f \sin \omega t, U_0 I_f \cos(\omega t - \Delta\varphi) \quad (3)$$

15

В качестве линейного датчика 2 положения используется фазовращатель по базе линейного индуктосина. С выхода датчика 2 положения поступает на второй управляющий вход формирователя 3 фазных токов синусоидальное напряжение, пропорциональное  $\sin(\omega t - \varphi)$ , в фазе которого содержится информация о положении

$\varphi = -\Delta \cdot x$  подвижного элемента линейного двигателя 1.

Это напряжение поступает на формирователь 9 опорных сигналов, который преобразует его в последовательность коротких импульсов, вырабатываемых в моменты смены знака входного напряжения с отрицательного на положительный, т.е. в моменты времени

35

$$\ll 0.1.2, \dots \quad (4)$$

Сформированная последовательность коротких импульсов поступает на опорные входы 40 фазочувствительных выпрямителей 10,11.

Фазочувствительный выпрямитель представляет собой элемент выборки-хранения, включающий в себя запоминающий конденсатор и управляемый ключ, входная цепь которого образует управляющий вход фазочувствительного выпрямителя, а цепь коммутации ключа - опорный вход фазочувствительного выпрямителя.

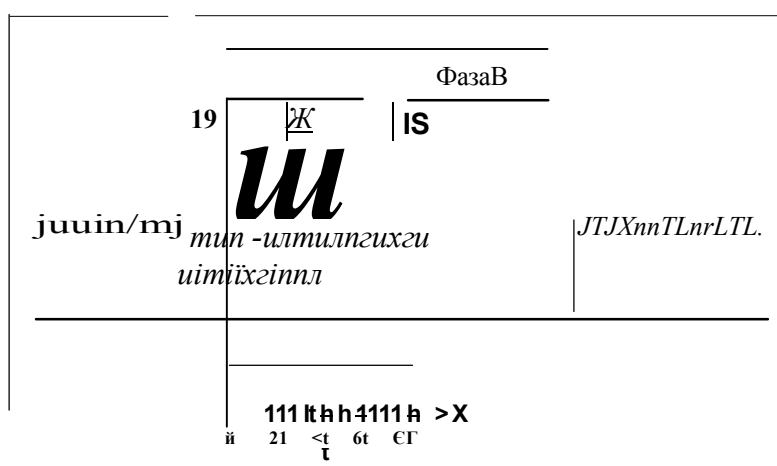
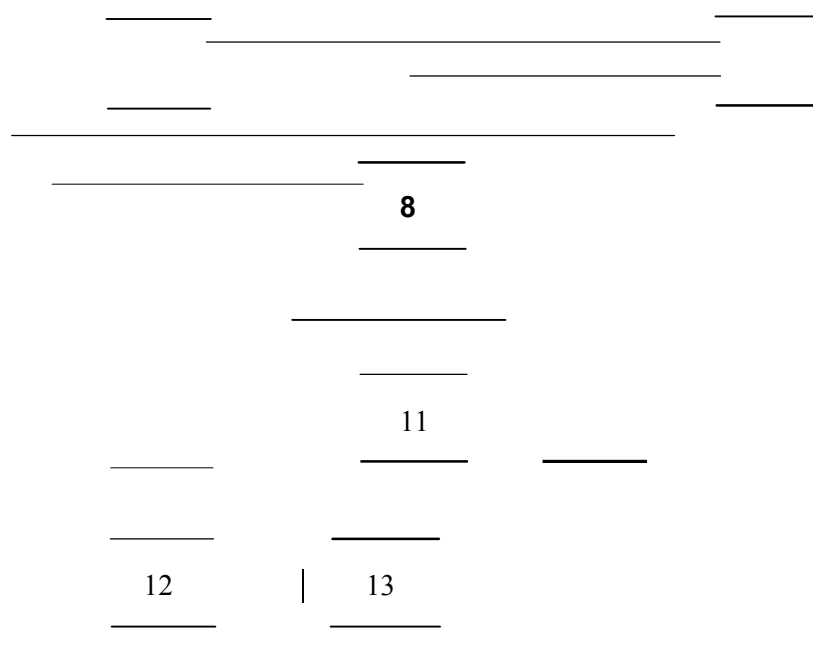
Поскольку на управляющие входы фазочувствительных выпрямителей 10,11 приходят синусоидальные напряжения (3), а на опорные входы - короткие импульсы в моменты времени (4), то на выходах фазочувствительных выпрямителей сформируются ступенчатые сигналы, аппроксимирующие напряжения

55

Сформированные напряжения поступают на входы регулируемых источников 12, 13 тока, которые вырабатывают в обмотках линейного двигателя 1 токи, пропорциональные заданию, т.е. равные требуемым фазным токам (2).

Таким образом, предварительное определение угловой погрешности взаимной установки фазных секций двигателя и

взаимное дополнительное смещение токов в фазных обмотках двигателя по фазе на угол, равный указанной погрешности с противоположным знаком, позволяет исключить пульсации момента, вызванные погрешностью установки фазных секций двигателя друг относительно друга, тем самым повысить точность управления моментом вращения двигателя. Предлагаемый способ может найти применение при управлении как круговыми, так и линейными синхронными двигателями.



Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М.Куль

Замовлення 4554

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, КиТв-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101