



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

(11) 736893



(61) Дополнительный к патенту —

(22) Заявлено 30.06.75 (21) 2153116/24-07

(23) Приоритет — (32) 01.07.74

(31) 484563 (33) США

(51) М. Кл.²

Н 02 К 29/02

Опубликовано 25.05.80. Бюллетень № 19

(53) УДК 621.313,
.32(088.8)

Дата опубликования описания 30.05.80

(72) Авторы
изобретения

Иностранцы
Джон Х. Найт и Милтон С. Исааксон
(США)

(71) Заявитель

Иностранная фирма
«Нью-Тек Индастриз Инк.»
(США)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления бесконтактным электроприводом постоянного тока со стабилизацией скорости вращения на заданном уровне.

Известно техническое решение для регулирования бесконтактным двигателем постоянного тока, использующее полупроводниковые коммутаторы для циклического подключения фаз двигателя к сети постоянного тока по сигналам датчика положения ротора [1]. Недостаток этих устройств состоит в использовании специальных датчиков положения ротора, усложняющих конструкцию двигателя.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является устройство для регулирования бесконтактным двигателем постоянного тока без отдельного датчика положения ротора [2].

В известном устройстве двигатель с многофазной обмоткой статора подключен к коммутатору. Ротор двигателя возбужден с помощью постоянного магнита или электромагнита. Обмотки статора дополнительно подключены к детектору, определяющему пе-

2

реход через нуль ЭДС фазы двигателя, в которой в данный момент не приложено напряжение питания. Выход детектора подключен к схеме управления коммутатором. Для предварительного запуска двигателя имеется специальная пусковая схема, обеспечивающая через распределитель импульсов управление коммутатором на начальном этапе, когда ЭДС фаз равна нулю. После появления этого сигнала управление коммутатором осуществляется по сигналам фаз. При достижении определенной частоты вращения скорость двигателя стабилизируется на уровне, определяемом задатчиком частоты вращения, путем регулирования напряжения питания.

Недостаток описанного устройства состоит в том, что оно не обеспечивает оптимального положения импульса напряжения в фазе двигателя относительно фазы ЭДС, что снижает КПД двигателя. Кроме того, в нем не достигается высокий уровень стабилизации скорости двигателя из-за использования аналоговых элементов сравнения и задания частоты вращения.

Целью изобретения является повышение КПД двигателя при изменении момента на-

грузки в большом диапазоне с одновременным повышением точности стабилизации скорости.

Это достигается тем, что в устройство для регулирования бесконтактного двигателя постоянного тока, содержащее коммутатор и детектор перехода через нуль ЭДС фазы двигателя, подключенные к многофазной обмотке статора, нулевое устройство, соединенное с распределителем импульсов, выходы которого соединены с коммутатором и задатчик частоты вращения ротора, введены счетчики прямого и обратного счета, генераторы импульсов частоты $f/2$ и f и первая группа логических элементов, причем счетчики прямого и обратного счета входами соединены с детектором перехода через нуль и с генератором импульсов частоты $f/2$ и f а выход их через первую группу логических элементов соединен с распределителем импульсов.

Дополнительно в устройство могут быть введены блок центрирования импульсов фазного напряжения, вторая и третья группы логических элементов и логическая схема И, которая включена между выходом первой группы логических элементов и распределителем импульсов, а ее второй вход через вторую группу логических элементов соединен с задатчиком частоты вращения ротора, при этом выходы первой и второй логических групп элементов, а также выход счетчиков прямого и обратного счета подсоединены к блоку центрирования импульсов фазного напряжения, третья группа логических элементов включена между распределителем импульсов и коммутатором, а второй ее вход соединен с выходом блока центрирования импульсов фазного напряжения. Кроме того, может быть введен регулятор амплитуды напряжения, соединенный по входу с блоком центрирования импульсов фазного напряжения, а выходами с коммутатором.

На чертеже показана структурная схема устройства.

Двигатель 1 имеет ротор 2 с магнитным или электромагнитным возбуждением. Обмотки статора 3 подключены к коммутатору 4 и детектору 5 перехода через нуль ЭДС статора 3. Пусковая схема 6 через распределитель 7 импульсов и третью группу логических элементов 8 подсоединена к коммутатору 4.

Генератор 9 импульсов имеет два выхода, формирующих частоту f (выход 10) и $f/2$ (выход 11), соединенные с блоком 12 счетчиков прямого и обратного счета. Дополнительно счетчики соединены с детектором 5. Один вход счетчиков подсоединен к блоку 13 центрирования импульсов фазного напряжения непосредственно, а другой — к этому же блоку 14 через первую группу логических элементов.

Задатчик 15 частоты вращения ротора 2 через вторую группу логических элементов 16 подключен к третьему входу блока 13. Одновременно выходы логических элементов 14 и 16 подсоединены к логической схеме И 17, выход которой подключен к распределителю 7 импульсов, а выход блока центрирования — к первой и третьей группам логических элементов 8.

Дополнительно в схему может быть введен регулятор 18 амплитуды напряжения, соединенный по входу с блоком 13, а выходом — с коммутатором 4.

Работа устройства заключается в следующем.

На начальном этапе запуска пусковая схема 6 задает либо начальную частоту переключения распределителя 7, либо плавно увеличивает ее с нуля до заданной величины. Детектор 5 выделяет ЭДС фазной обмотки по моменту перехода ее через нуль. Так как из-за индуктивности фаз ток в обмотках уменьшается до нуля мгновенно и возможна ошибка в определении нуля ЭДС, то детектор 5 имеет в своем составе элемент задержки, перекрывающий по времени переходный процесс изменения тока. По зафиксированному сигналу, например в фазе А двигателя 1, запускается суммирующий счетчик прямого счета в блоке 12 и начинает считать импульсы, поступающие с генератора 9 импульсов, следующие с частотой $f/2$. Частота f может быть достаточно высокой и составлять десятки килогерц. Счет суммирующего счетчика останавливается в момент перехода через нуль ЭДС в фазе В двигателя 1, что для рассматриваемого двухфазного эквивалентно повороту ротора на $\pi/2$ эл. град. В этот момент начинается обратный счет счетчика на вычитание из него импульсов с частотой f . Когда количество импульсов в счетчике уменьшится до нуля, на выходе блока 12 формируется сигнал, который через блок 13 и третью группу логических элементов 8 формирует команду на включение фазы В двигателя 1 к напряжению питания с помощью коммутатора 4. Так как частота вычитающих импульсов была в 2 раза выше, то благодаря этому обеспечивается начальная фаза включения напряжения обмотки относительно ЭДС этой обмотки с задержкой относительно ее нуля на $\pi/4$ эл. град.

Ранее было показано, что в момент перехода через нуль ЭДС в фазе В изменяется счет первого суммирующего счетчика. Одновременно начинает работать другой счетчик прямого счета частоты $f/2$, который останавливается уже по сигналу фазы А и начинает обратный счет с частотой f . При достижении нуля формируется сигнал на выходе блока 12, который через элементы 13, 8, 4 выключает фазу В и включает фазу А двигателя 1. Благодаря этому дости-

гается длительность подключения каждой фазы двигателя в течение $\pi/2$ эл. град. в каждый полупериод фазной ЭДС, причем импульс напряжения симметричен и относительно полуволны ЭДС.

Описанный процесс циклично повторяется на всем этапе запуска двигателя до требуемого уровня рабочей частоты вращения.

При достижении ротором двигателя частоты вращения, определяемой задатчиком 15, стабилизация скорости осуществляется путем регулирования длительности времени подключения фазы двигателя и сети питания. Для сохранения высокого КПД необходимо по-прежнему центрировать импульс напряжения относительно ЭДС фазы. Эту задачу решает блок центрирования 13 вместе с элементами 14, 15, 16, 17. Задатчик 15 частоты вращения генерирует за 2π эл. град. поворота ротора 4 импульса (для рассматриваемого двухфазного варианта выполнения двигателя). При равенстве частоты на выходе блоков 12 и 15 логические элементы 14 и 16 формируют импульсы, которые через логический элемент И 17 разрешают включение фазы двигателя только при определенной последовательности этих импульсов. Для нормальной работы раньше должен появиться сигнал с выхода блока 14, который по времени совпадает с сигналом на выходе счетчиков блока 12, т. е. сдвинут по фазе на $\pi/4$ эл. град. относительно соответствующей фазной ЭДС. Однако из-за отсутствия сигнала с блока 16 фаза двигателя не включается, а в схеме центрирования начинает работать счетчик импульса суммирующей частоты $f/2$. После появления импульса на выходе блока 16 через элементы 17 формируется импульс на включение фазы двигателя, счетчик в блоке 13 останавливается, а количество сосчитанных импульсов запоминается. При переходе через нуль ЭДС в обмотке, которая обесточена, когда начинается обратный счет суммирующего счетчика в блоке 12, частота в этом счетчике уменьшается до величины сосчитанных импульсов в интервале между сигналами на выходе блоков 14 и 16. В этот момент формируется сигнал на отключение фазы двигателя от сети.

Таким образом, импульс приложенного напряжения будет симметрично укорочен как по переднему, так и по заднему фронтам.

Если момент нагрузки увеличивается, то интервал времени между импульсами на выходе блоков 14 и 16 уменьшается, а время подключения фазы двигателя и сети увеличивается, достигая максимального значения $\pi/2$ эл. град. При дальнейшем увеличении нагрузки для сохранения синхронности вращения необходимо дополнительно увеличить напряжение питания. Это достигается путем формирования сигнала, приводящего к увеличению амплитуды напряжения с по-

мощью регулятора 18. При уменьшении нагрузки процесс регулирования развивается в обратном направлении, чередуя уменьшение амплитуды и длительности импульса.

Описанный вариант схемы применим и для управления двигателем с другим количеством фаз. При этом изменяется длительность подключения каждой фазы к источнику питания, а для трехфазного двигателя максимальное время подключения составит 60 эл. град.

Предложенная схема благодаря строгой симметрии импульса напряжения относительно фазной ЭДС при любой скорости и нагрузке обеспечивает экономическое регулирование, а отсутствие специального датчика положения упрощает электропривод.

Формула изобретения

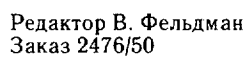
Устройство для регулирования бесконтактного двигателя постоянного тока, содержащее коммутатор и детектор перехода через нуль ЭДС фазы двигателя, подключенные к многофазной обмотке статора, пусковое устройство, соединенное с распределителем импульсов, выходы которого соединены с коммутатором, и задатчик частоты вращения ротора, отличающееся тем, что, с целью повышения КПД двигателя, введены счетчики прямого и обратного счета, генератора импульсов частоты $f/2$ и f и первая группа логических элементов, причем счетчики прямого и обратного счета входами соединены с детектором перехода через нуль и с генератором импульсов частоты $f/2$ и f , а выход через первую группу логических элементов соединен с распределителем.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью повышения точности поддержания скорости на заданном уровне с сохранением высокого уровня введены блок центрирования импульсов фазного напряжения, вторая и третья группы логических элементов и логическая схема И, которая включена между выходом первой группы логических элементов и распределителем импульсов, а ее второй вход через вторую группу логических элементов соединен с задатчиком частоты вращения ротора, при этом выходы первой и второй логических групп элементов, а также выход счетчиков прямого и обратного счета подсоединены к блоку центрирования импульсов фазного напряжения, третья группа логических элементов включена между распределителем импульсов и коммутатором, а второй ее вход соединен с выходом блока центрирования импульсов фазного напряжения.

3. Устройство по пп. 1, 2, отличающееся тем, что в него введен регулятор амплитуды напряжения, соединенный по входу с бло-

Источники информации,
принятые во внимание при экспертизе

2. Патент США № 3611081, кл. 318—138, 1972.



Составитель А. Тарасов
Техред К. Шуфрич
Тираж 783

Корректор Ю. Макаренко
Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4