



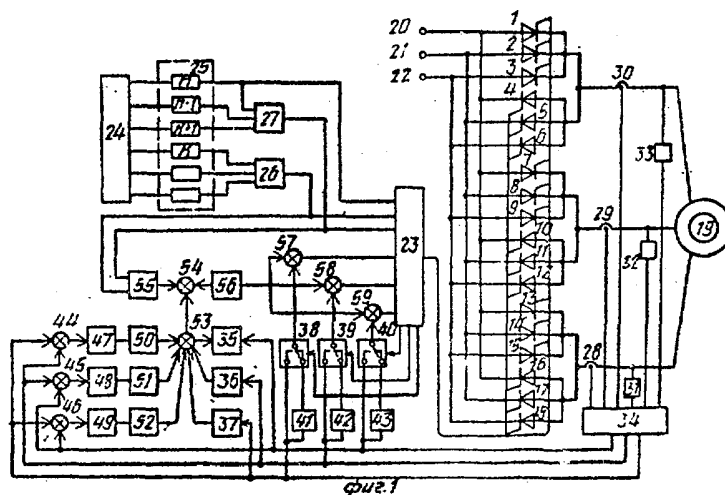
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4053391/24-07
(22) 08.04.86
(46) 15.01.89. Бюл. № 2
(71) Белорусский политехнический институт
(72) А.А. Семченко, Н.М. Улащик и В.И. Фираго
(53) 62-83:621.316.718.5(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1145445, кл. Н 02 Р 7/42, 1985.
Авторское свидетельство СССР № 1111244, кл. Н 02 Р 7/42, 1984.

- (54) АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА
(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в грузоподъемных механизмах. Целью изобретения является улучшение энергетических и динамических показателей путем уменьшения тормозных моментов и повышение перегрузочной способности. Для этого в асинхронном электроприводе для грузоподъемных

механизмов с помощью вычислителя 34 внутренней ЭДС двигателя 19, сумматоров 44-46, 57-59, усилителей 47-49, выпрямителей 50-52 фазных ЭДС и выпрямителей 35-37 линейных ЭДС обеспечивается отрицательная обратная связь по модулю ЭДС. Сигнал по модулю ЭДС организуется на выходе сумматора 53 и сравнивается в сумматоре 54 с сигналом блока 55 задания закона соответствия напряжения частоте. По результатам сравнения посредством регулятора 56 ЭДС, сумматоров 57, 58, 59 организуется формирование дополнительных сигналов управления ключами 1-18 непосредственного преобразователя частоты, обеспечивающих уменьшение влияния внутренней обратной связи по ЭДС на ток двигателя 19 в режиме холостого хода и при малых нагрузках. В результате увеличивается перегрузочная способность, уменьшается энергопотребление. 4 ил.



Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано в электроприводах грузоподъемных механизмов с широким диапазоном регулирования частоты вращения.

Целью изобретения является улучшение энергетических и динамических показателей путем уменьшения тормозных моментов и повышении перегрузочной способности.

На фиг. 1 представлена блок-схема асинхронного электропривода для грузоподъемного механизма; на фиг. 2 - блок-схема системы управления; на фиг. 3, 4 - временные диаграммы, поясняющие принцип формирования управляющего входного сигнала системы управления и ее работу.

Электропривод содержит непосредственный преобразователь частоты, составленный из трех групп тиристоров 1 - 6, 7 - 12, 13 - 18 (фиг. 1). В каждой группе тиристоры соединены по трехфазной мостовой схеме, выводы постоянного тока мостовых схем образуют выходы непосредственного преобразователя частоты, к которым подключены выводы фаз обмотки статора асинхронного двигателя 19, соединенных по схеме звезда. Выводы 20 - 22 переменного тока упомянутых мостовых схем тиристоров подключены к фазам сети. Управляющие электроды тиристоров 1 - 18 непосредственного преобразователя частоты соединены с выходами системы 23 управления непосредственным преобразователем частоты, снабженной входами управления частотой и амплитудой напряжения питания. Выходы командоаппарата 24 соединены с входами п-пороговых схем 25. Выход п-й пороговой схемы подключен к входу U_n управления амплитудой напряжения питания системы 23 управления, выходы К пороговых схем подключены к входу задающего генератора 26 плавно изменяемой частоты, выход которого соединен с входом f_{r1} плавно изменяемой частоты системы 23 управления. Выходы п-К пороговых схем подключены к входам задающего генератора 27 ступенчато изменяемой частоты, выход которого соединен с входом f_{r2} ступенчато изменяемой частоты напряжения питания системы 23 управления. В цепи фаз обмотки статора асинхронного двигателя включены датчики 28 - 30 токов и датчики

31 - 33 напряжений. Выходы датчиков 28 - 33 подключены к входам вычислителя 34 фазных ЭДС двигателя, выходы которого соединены с входами выпрямителей 35 - 37 фазных ЭДС двигателя, с первыми информационными входами управляемых коммутаторов 38 - 40 и через инвертирующие усилители 41 - 43 - с вторыми информационными входами управляемых коммутаторов соответственно. В электропривод введены первый, второй и третий сумматоры 44 - 46. Первые входы сумматоров 44, 46 объединены и подключены к первому выходу вычислителя 34 фазных ЭДС, второй выход которого соединен с вторым входом сумматора 44 и первым входом сумматора 45, а третий выход вычислителя 34 - с вторыми входами сумматоров 45, 46.

Выходы сумматоров 44 - 46 через масштабные усилители 47 - 49 соединены соответственно с входами выпрямителей 50 - 52, линейных ЭДС двигателя. Выходы выпрямителей 35 - 37 и 50 - 52 подключены к входам четвертого сумматора 53, выход которого соединен с одним входом пятого сумматора 54. Другой вход сумматора 54 подключен к выходу блока 55 задания закона соответствия напряжения частоте, входами соединенного с выходами задающих генератора 26, 27. Выход сумматора 54 подключен к входу регулятора 56 модуля ЭДС двигателя. Первые входы шестого 57, седьмого 58 и восьмого 59 сумматоров подключены к выходу регулятора 56. Вторые входы сумматоров 57 - 59 подключены к выходам управляемых коммутаторов 38 - 40, управляющие входы которых соединены соответственно с дополнительными выходами системы управления, снабженной дополнительными входами U_{y1} , U_{y2} , U_{y3} для подключения к выходам сумматоров 57-59.

Система 23 управления непосредственным преобразователем частоты содержит кольцевой сдвигающий регистр 60 (фиг. 2), вход которого образует вход U_n управления амплитудой напряжения питания, элемент 2ИЛИ 61 с входами, образующими входы f_{r1} , f_{r2} системы управления, узел 62 управления, системы импульсно-фазового управления (СИФУ) 63 - 65, элементы НЕ 66 - 68, элементы 2ИЛИ 69 - 71, элементы 3И 72 - 89 и усилители-фор-

мирователи 90 - 107. Вход кольцевого сдвигающего регистра объединен с входами элементов НЕ 66-68, выходы которых соединены с первыми входами элементов 2ИЛИ 69 - 71 соответственно, вторые входы элементов 2ИЛИ 69 - 71 подключены к выходам Q_1, Q_2, Q_3 кольцевого сдвигающего регистра 60. Выход Q'_1 элемента 2ИЛИ 69 соединен с одним из входов элементов 3И 72, 75, 79 82, 86 и 89. Выход Q'_2 элемента 2ИЛИ 70 - с одним из входов элементов 3И 73, 76, 80, 83, 84 и 87, а выход Q'_3 элемента 2ИЛИ 71 - с одним из входов элементов 3И 74, 77, 78, 81, 85 и 88. Выход f_r элемента 2ИЛИ 61 подключен к входу узла 63 управления. Первый выход $Q_{\alpha+}$ узла 62 управления образует один из дополнительных выходов системы 23 управления и соединен с вторыми входами элементов 3И 72 - 74, второй выход $Q_{\alpha-}$ узла управления соединен с вторыми входами элементов 3И 75 - 77; третий выход Q_{β} образует второй дополнительный выход системы управления и подключен к вторым входам элемента 3И 78 - 80, четвертый выход Q_{γ} узла управления соединен с вторыми входами элементов 3И 81 - 83; пятый выход $Q_{\delta+}$ узла управления образует третий дополнительный выход системы управления и соединен с вторыми входами элементов 3И 84 - 86, а шестой выход $Q_{\delta-}$ узла управления соединен с вторыми входами элементов 3И 87 - 89. Входы СИФУ 63 - 65 образуют дополнительные входы системы 23 управления, а выходы СИФУ 63 - 65 подключены соответственно к третьим входам элементов 3И 72 - 77, 78 - 83, 84 - 89. Выходы элементов 3И 72 - 89 с входами усилителей-формирователей 90 - 107, выходы которых образуют выходы системы 23 управления.

Электропривод работает следующим образом.

В электроприводе обеспечивается однозонное частотное регулирование частоты вращения асинхронного двигателя (вниз от номинального значения частоты вращения). Номинальная частота вращения двигателя достигается при его работе на частоте питающей сети, при этом в каждой из мостовых схем, образованных тиристорами 1 - 6, 7 - 12, 13 - 18, включается одна пара встречно-параллельных тиристоров,

подключенных к различным фазам питающей сети. Команда на работу электропривода в указанном режиме (режим коммутатора) подается при включении п-й пороговой схемы 25 при установке рукоятки командоаппарата 24 в крайнее положение. Выбор порядка включения пар встречно-параллельных тиристоров производится в зависимости от комбинации сигналов на входах элементов 3И 72 - 89 от кольцевого сдвигающего регистра 60, узла 62 управления и СИФУ 63 - 65. Сдвигающий регистр 60 (диаграмма работы фиг. 4) переключается при каждом очередном срабатывании п-й пороговой схемы 25, т.е. при каждом переходе асинхронного двигателя в режим номинальной частоты вращения, кольцевым переключением пар тиристоров в пределах каждой мостовой схемы достигается уменьшение мощности потерь в шестерках тиристоров, формирующих режим максимальной выходной частоты преобразователя (частота питающей сети).

При работе преобразователя в режиме преобразования частоты выходные сигналы кольцевого сдвигающего регистра 60 блокируются элементами НЕ 66 - 68 и элементами 2ИЛИ 69 - 71. В этом режиме сигналы Q'_1, Q'_2, Q'_3 принимают единичные значения (фиг. 4). Выходные сигналы $Q_{\alpha+}, Q_{\alpha-}, Q_{\beta}, Q_{\gamma}, Q_{\delta+}, Q_{\delta-}$ (фиг. 3) узла 62 управления, построенного на основе счетчика Джонсона, определяют продолжительность работы катодных и анодных групп тиристоров преобразователя в выпрямительном режиме. Импульсы управления, вырабатываемые СИФУ 63 - 65 в режиме коммутатора, соответствуют углу управления $\alpha = 0$ эл.град.

При установке рукоятки командоаппарата 24 в положения, соответствующие переключениям пороговых схем от (п-1)-й до (К+1)-й, выходная частота преобразователя определяется задающим генератором 27. При переводе командоаппарата 24 в положение, соответствующее включению К-й пороговой схемы 25, блокируется задающий генератор 27 и включается задающий генератор 26.

При изменении выходной частоты преобразователя изменяется и величина напряжения задания ЭДС по закону $U_3/f = \text{const}$, обеспечивающему поддержание постоянства перегрузочной спо-

способности двигателя. Эту функцию выполняет блок 55 задания закона соответствия напряжения частоте, представляющий собой преобразователь частота - напряжение. Вычислитель 34 фазных ЭДС и двигателя по сигналам с датчиков 28-30 тока и датчиков 31 - 33 напряжения осуществляет вычисление мгновенных значений фазных ЭДС двигателя. Выпрямители 35 - 37, 50 - 52 и сумматор 53 приближенно определяют величину модуля ЭДС двигателя как результаты 12-пульсного выпрямления сигналов, пропорциональных фазным и линейным ЭДС двигателя. Сумматоры 44 - 46 предназначены для получения линейных ЭДС двигателя, величина которых уменьшается в $\sqrt{3}$ раз для обеспечения равенства амплитудных значений линейных и фазных ЭДС двигателя на масштабных усилителях 47 - 49. На сумматоре 54 осуществляется отрицательная обратная связь по модулю ЭДС двигателя, которая обеспечивает стабилизацию его величины. Рассогласование с выхода сумматора 54 поступает на вход регулятора 56, представляющего собой ПИ-регулятор, выходной сигнал которого изменяется так, чтобы поддержать постоянным модуль ЭДС двигателя, что в свою очередь обеспечивает поддержание постоянства потока асинхронного двигателя в статических режимах. Двухполярные входные напряжения управления U_{y1} , U_{y2} , U_{y3} СИФУ 63 - 65, определяющие углы открывания тиристоров преобразователя, формируются на сумматорах 57 - 59 как суммы выходного напряжения регулятора 56 и сигналов, пропорциональных фазным ЭДС двигателя, выходной сигнал $Q_{\alpha+}$ (фиг. 3) узла 62 управления "единицей" и разрешает работу катодной группе выходной фазы "а" преобразователя, а сигнал $Q_{\alpha-}$ работу анодной группе выходной фазы "а" преобразователя. Сигнал $Q_{\alpha+}$ поступает на вход управления коммутатора 38. При нулевом значении сигнала $Q_{\alpha+}$ на вход сумматора 57 подается вычисленная мгновенная фазная ЭДС двигателя e_{α} , а при единичном значении этого сигнала величина $(-e_{\alpha})$, противоположная ей по знаку и полученная на выходе инвертирующего усилителя 41. Пусть в момент времени t_1 дается разрешение на работу анодной группе выходной фазы "а" преобразователя. При этом

напряжение U_{y1} , поступающее на вход СИФУ 63, имеет вид, изображенный на фиг. 3 (здесь же показано выходное напряжение $U_{рег}$ регулятора 56). К концу интервала проводимости анодной группы напряжение U_{y1} уменьшается, углы открывания тиристоров увеличиваются, что обеспечивает улучшение работы привода в инверторном режиме (значению напряжения $U_{y1} = 0$ при отсчете от точки естественной коммутации соответствует угол управления $\alpha = 90$ эл.град, а при $U_{y1} < 0$ выпрямительные группы переходят в инверторный режим работы).

В момент t_2 дается разрешение на работу катодной группы выходной фазы "а", и напряжение U_{y1} , поступающее на вход СИФУ 63, имеет вид, показанный на фиг. 3.

В моменты изменения выходной частоты задающего генератора 27 возможно значительное изменение продолжительности выходных сигналов узла 62 управления как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения при неизменной величине выходного сигнала регулятора 56. Это может привести к увеличению тока асинхронного двигателя 19 и возникновению больших тормозных моментов. Пусть в момент t_3 изменилась выходная часть задающего генератора 27 и увеличилась продолжительность выходного сигнала узла 62 управления (фиг. 3). При этом напряжение U_{y1} уменьшается за счет отрицательного значения вычисленной ЭДС двигателя $(-e_{\alpha})$, поступающей на сумматор 57. Углы открывания тиристоров непосредственно преобразователя частоты увеличиваются, что приводит к уменьшению тока, а следовательно, и тормозных моментов. Таким образом, входные напряжения управления U_{y1} , U_{y2} , U_{y3} СИФУ 63 - 65 формируются так, чтобы уменьшить влияние внутренней обратной связи двигателя по ЭДС на его ток. СИФУ 63 - 65 преобразуют входные сигналы в последовательности импульсов открывания тиристоров, угол открывания которых пропорционален величине входного сигнала и которые подаются на третьи входы элементов ЗИ 72 - 89. На два других входа элементов ЗИ 72 - 89 подаются сигналы с выходов узла 62 управления и преобразованные сигналы с выходов кольцевого сдвигающего ре-

гистра 60), которые осуществляют кольцевое переключение шестерок тиристоров в режиме коммутатора (в режиме преобразования частоты сигналы Q_1^1 , Q_2^1 , Q_3^1 равны единице). Выходные сигналы элементов ЗИ 72 - 89 после преобразования их с помощью усилителей-формирователей 90 - 107 формируются в сигналы $Y, -Y_{18}$ включения соответствующих тиристоров.

В изобретении поставленная цель - улучшение энергетических и динамических показателей привода - достигается за счет введения обратных связей по внутренним координатам асинхронного двигателя. В частности, введение отрицательной обратной связи по модулю ЭДС обеспечивает увеличение перегрузочной способности привода и повышение энергетических показателей за счет уменьшения токов на холостом ходу и при малых нагрузках.

В описанном электроприводе величина магнитного потока Φ сохраняется неизменной при различных нагрузках двигателя, поэтому значение потока на холостом ходу может быть задано значительно меньше номинального $\Phi_{нх} = (0,6 \dots 0,7) \Phi_n$, Φ_n - номинальный поток, что приводит к снижению тока холостого хода до уровня, близкого к току холостого хода двигателя в номинальных условиях питания (т.е. приблизительно в три раза меньше, чем в прототипе).

Таким образом, введение отрицательной обратной связи по модулю ЭДС обеспечивает улучшение энергетических показателей электропривода за счет значительного снижения энергопотребления при малых нагрузках. При этом одновременно увеличивается перегрузочная способность электропривода и повышается общий коэффициент мощности привода за счет снижения величины магнитного потока (следовательно, и тока намагничивания) при малых нагрузках.

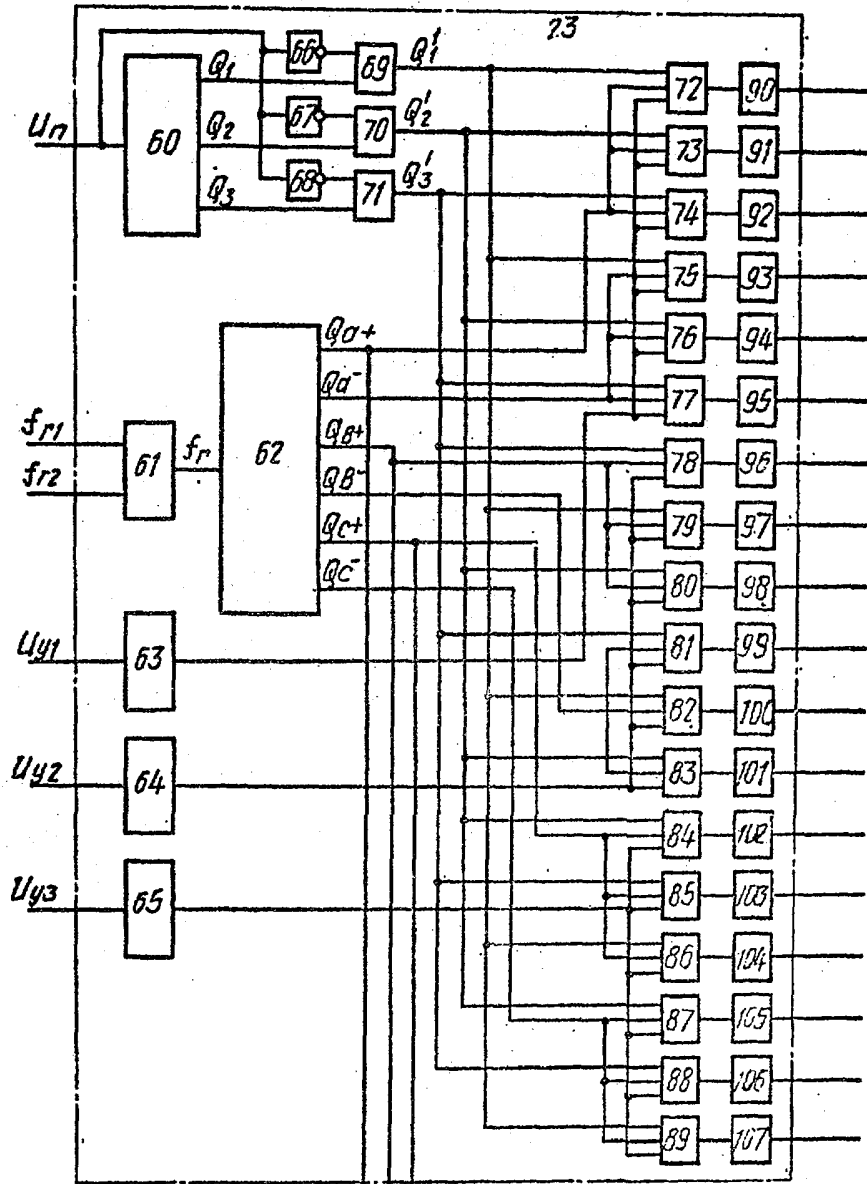
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Асинхронный электропривод для грузоподъемного механизма, содержащий двигатель с трехфазной обмоткой статора, фазы которой соединены по схеме звезда, непосредственный преобразователь частоты, составленный из трех групп тиристоров, соединенных

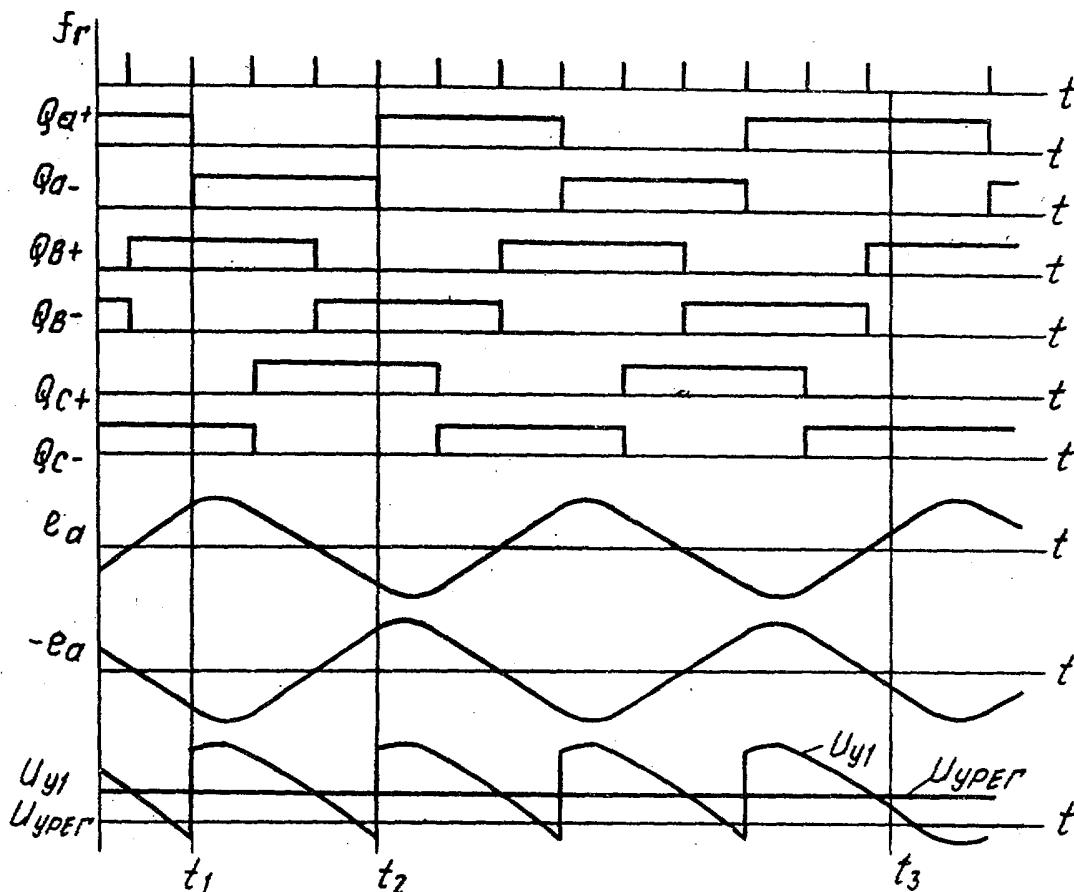
в каждой группе по трехфазной мостовой схеме, с выводами для подключения к сети, а выводы по постоянному току мостовых схем образуют выходы непосредственного преобразователя частоты, к которым подключены выводы фаз обмотки статора электродвигателя, систему управления с входами управления частотой и напряжением питания, выходами подключенную к управляющим электродам тиристоров непосредственного преобразователя частоты, задающие генераторы плавного и ступенчатого изменения частоты, выходы которых соединены со входами управления частотой питания системы управления, п пороговых схем, выходы "К" упомянутых пороговых схем подключены к входам задающего генератора плавно изменяемой частоты, выходы п - К пороговых схем соединены с входами задающего генератора ступенчато изменяемой частоты, выход п-й пороговой схемы подключен к входу управления амплитудой напряжения системы управления, командоаппарат, выходами соединенный с входами п пороговых схем, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью улучшения энергетических и динамических показателей путем уменьшения тормозных моментов при переходе с одной частоты вращения на другую, повышения перегрузочной способности, введены блок задания закона соответствия напряжения к частоте, вычислитель фазных ЭДС двигателя, восемь аналоговых сумматоров, три масштабных усилителя, три выпрямителя фазных ЭДС, три выпрямителя линейных ЭДС двигателя, регулятор модуля ЭДС, три управляемых коммутатора с двумя информационными входами, три инвертирующих усилителя, датчики токов и напряжений обмотки статора двигателя, выходы которых соединены с входами вычислителя фазных ЭДС двигателя, выходы которого соединены с первыми информационными входами управляемых коммутаторов, а через соответствующий инвертирующий усилитель - с вторыми информационными входами управляемых коммутаторов, с входами выпрямителей фазных ЭДС двигателя, при этом первый выход вычислителя фазных ЭДС двигателя подключен к первым входам первого и третьего сумматоров, второй выход вычислителя - к второму входу первого и первому входу второго сум-

маторов, а третий выход вычислителя фазных ЭДС двигателя - к вторым входам второго и третьего сумматоров, выходы первого, второго и третьего сумматоров через масштабные усилители связаны с входами выпрямителей линейных ЭДС двигателя соответственно, выходы которых и выходы выпрямителей фазных ЭДС двигателя подключены к входам четвертого сумматора, выходом соединенного с одним из входов пятого сумматора, вторым входом подключенного к выходу блока задания соответствия напряжения частоте, входами подключенного соответственно к

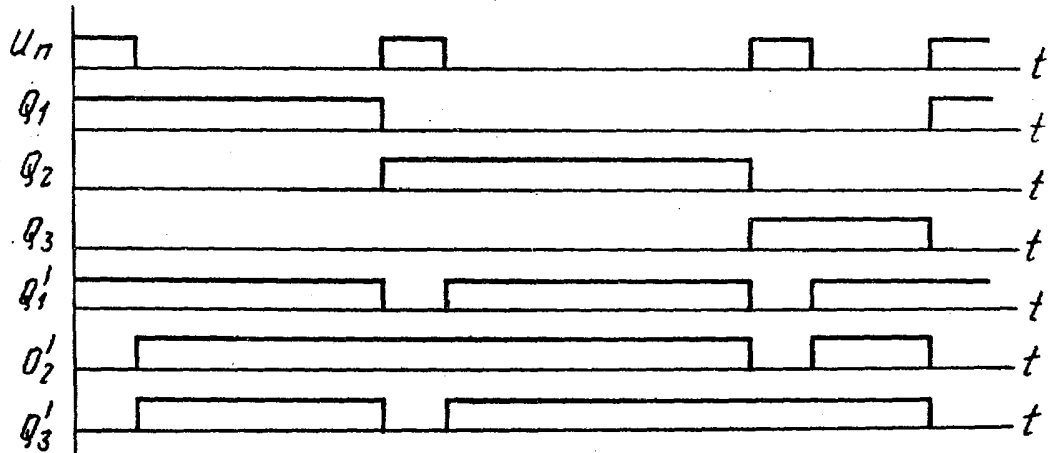
выходам задающих генераторов плавно и ступенчато изменяемой частоты, выход пятого сумматора соединен с входом регулятора модуля ЭДС двигателя, к выходу которого подключены первые входы шестого, седьмого и восьмого сумматоров, вторыми входами подключенных к выходам управляемых коммутаторов соответственно, управляющие входы которых соединены с дополнительными выходами системы управления, снабженной дополнительными входами для подключения к выходам шестого, седьмого и восьмого сумматоров соответственно.



фиг.2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор А. Маковская Составитель А. Головченко Корректор С. Черни
 Техред Л. Сердюкова

Заказ 7089/54 Тираж 548 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4