



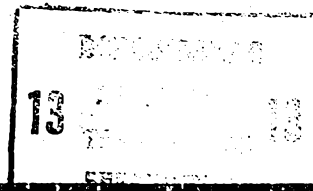
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1138918** **A**

4(51) Н 02 Р 7/62

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(61) 886182

(21) 3619869/24-07

(22) 11.07.83

(46) 07.02.85. Бюл. № 5

(72) М.Н.Глазов

(53) 621.313.13/133.3-525(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 886182, кл. Н 02 Р 7/62, 1980.

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ЧЕТЫРЕХФАЗНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПЕРЕМЕННОГО
ТОКА по авт. св. № 886182, отли-
чающееся тем, что, с целью
повышения точности и помехоустойчи-

вости, в него введены резистор, ис-
точник опорного напряжения, компара-
тор и ключ, подключенный параллельно
конденсатору двухвходового интегра-
тора, управляющий вход ключа соеди-
нен с выходом компаратора, первый
вход которого подключен к входу пе-
реключателя на инвертирующем входе
интегратора, второй вход подключен
к источнику опорного напряжения, а
выход усилителя с изменением знака
коэффициента передачи соединен с не-
инвертирующим входом этого усилителя
через резистор.

(19) **SU** (11) **1138918** **A**

Изобретение относится к электротехнике, а именно к управлению шаговыми двигателями, и может быть использовано в системах автоматического управления различными технологическими процессами, где требуется широкий диапазон регулирования скорости исполнительных механизмов.

По основному авт. св. № 886182 известно устройство для управления четырехфазным двигателем переменного тока, содержащее четыре усилителя мощности, двухвходовый интегратор, релейный элемент, усилитель с изменением знака коэффициента передачи, операционный усилитель с диодным ключом и резистивным делителем в обратной связи, транзисторный ключ и инвертор, причем транзисторный ключ соединяет вход устройства с выходом диодного ключа, цепь обратной связи усилителя выполнена из двух резисторов, включенных последовательно с диодом, общая точка резисторов соединена с неинвертирующим входом интегратора, а транзистор инвертора, управляющий переключателем, подключен к выходу диодного ключа [1].

Недостатком известного устройства является низкая помехоустойчивость при малых входных сигналах. Когда входное напряжение близко к нулю сигнал помехи может вызывать скачкообразные изменения напряжения на выходе операционного усилителя с диодным ключом, поскольку при одной полярности сигнала обратная связь через диод разрывается и операционный усилитель имеет очень высокий коэффициент усиления. Это приводит к коммутации с частотой помехи транзисторного ключа на входе усилителя с изменением знака коэффициента передачи.

Кроме того, при отключении входного сигнала выходное напряжение интегратора изменяется из-за смещения нуля операционного усилителя. Поэтому после снятия входного сигнала может произойти переключение релейного элемента или релейного элемента и усилителя с изменением коэффициента передачи (в зависимости от момента снятия входного сигнала). В результате после снятия входного сигнала двигатель может делать один или два лишних шага. Это снижает точность системы управления.

Целью изобретения является повышение точности и помехоустойчивости устройства управления.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для управления четырехфазным двигателем переменного тока, содержащее четыре усилителя мощности, двухвходовый интегратор, релейный элемент, усилитель с изменением знака коэффициента передачи, операционный усилитель с диодным ключом и резистивным делителем в обратной связи, транзисторный ключ и инвертор, причем транзисторный ключ соединяет вход устройства с выходом диодного ключа, цепь обратной связи выполнены из двух резисторов, включенных последовательно с диодом, общая точка резисторов соединена с неинвертирующим входом интегратора, а транзистор инвертора, управляющий переключателем, подключен к выходу диодного ключа, введены резистор, источник опорного напряжения, компаратор и ключ, подключенный параллельно конденсатору двухвходового интегратора, управляющий вход ключа соединен с выходом компаратора, первый вход которого подключен к входу переключателя на инвертирующем входе интегратора, второй вход подключен к источнику опорного напряжения, а выход усилителя с изменением знака коэффициента передачи соединен с неинвертирующим входом этого усилителя через резистор.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - временные диаграммы, поясняющие его работу.

Устройство содержит (фиг. 1) усилители 1-4 мощности, инверторы 5 и 6, регулируемый источник 7 напряжения (тока) в обмотках двигателя с входом 8 уставки и входом 9 обратной связи, двухвходовый интегратор 10 с интегрирующим конденсатором 11 и входным резистором 12, переключатель 13 на МОП-транзисторах 14 и 15, релейный элемент 16, усилитель 17 с изменением знака коэффициента передачи, построенный на операционном усилителе 18 с входными резисторами 19-22, диодным ограничителем 23, 24 и транзисторным ключом 25 на инвертирующем входе. Блок 26 выделения модуля входного сигнала $V_{вх}$ выполнен на операционном усилителе 27 с входным резистором 28, резисторами 29 и 30 и диод-

ным ключом 31 в основной обратной связи, диодом 32 и стабилитроном 33 в дополнительной обратной связи и МОП-транзисторном ключе 34. Выход блока 26 выделения модуля подключен к входу переключателя 13 и входу 8 5
уставки регулируемого источника. В состав устройства также входит инвертор 35 на МОП-транзисторе 36, цепь управления которого подключена к вы- 10
ходу релейного элемента 16, соединенному с одним из входов управления переключателя 13, другой вход управления которого соединен с выходом инвертора 35, компаратор 37 на опера- 15
ционном усилителе 38, первый вход 39 которого подключен к выходу блока 26, а второй вход 40 соединен с источником опорного напряжения V_0 , и ключ 41 на МОП-транзисторе, подключенный параллельно конденсатору 11 двухвходо- 20
вого интегратора 10, причем управляющий вход ключа 41 соединен с выходом компаратора 37. Кроме того, усилитель 17 с изменением знака коэффициента 25
передачи охвачен положительной обратной связью через резистор 42, соединяющий его выход с неинвертирующим входом операционного усилителя 18.

Устройство работает следующим образом. 30

В исходном состоянии при отсутствии входного сигнала ($V_{вх} = 0$) компаратор 37 под действием опорного напряжения V_0 устанавливается в положение, при котором ключ 41 замкнут и выходное напряжение интегратора 10 равно нулю. Релейный элемент 16 находится в одном из устойчивых состояний, а потому одна из нечетных обмоток двигателя (W_I или W_{IV}) подключена к источнику 7. Благодаря введенной положительной обратной связи, охватывающей усилитель 18 (резистор 42), последний работает в релейном режиме и находится в состоянии положительного или отрицательного насыщения. Поэтому одна из четных обмоток (W_{II} или W_{IV}) двигателя также подключена к регулируемому источнику 7. Таким образом, при нулевом входном сигнале две из четырех обмоток двигателя находятся под током, а две другие обесточены и двигатель заторможен. При этом токи в обмотках двигателя задаются начальной уставкой V_H , поскольку напряжение на выходе блока 26 выделения модуля равно нулю ($V_M = 0$). 50

При подаче положительного входного сигнала ($V_{вх} > 0$) операционный усилитель 27 блока 26 переходит в режим ограничения и на его выходе возникает отрицательное напряжение, определяемое напряжением стабилитрона 33. Это напряжение смещает диод 31 в непроводящем направлении и одновременно открывает МОП-транзисторный ключ 34, через который входное напряжение $V_{вх}$ поступает на выход блока 26 выделения модуля, в результате чего $V_M = V_{вх}$. Если $V_M > V_0$, операционный усилитель 38 переходит в состояние положительного насыщения, при котором ключ 41 на МОП-транзисторе размыкается и в устройстве возникают автоколебания, обеспечивающие коммутацию обмоток двигателя в последовательности $W^{II}-W^I$, W^I-W^{IV} , $W^{IV}-W^{III}$, $W^{III}-W^{II}$, $W^{II}-W^I$. Действительно, пусть в исходном состоянии релейный элемент 16 и усилитель 17 находятся в состоянии положительного насыщения, что соответствует подключению обмоток W^I-W^{II} к источнику 7. Под действием положительного напряжения V_{16} на выходе релейного элемента 16 транзистор 15 переключателя 13 закрыт, а транзистор 14 открыт (транзистор 14 открывается выходным напряжением инвертора 35, транзистор 36 которого закрыт положительным напряжением V_{16}). Через открытый транзистор 14 выходное напряжение V_M блока 26 выделения модуля подключается к резистору 12 на инвертирующем входе интегратора 10. К неинвертирующему входу интегратора 10 приложено напряжение с делителя на резисторах 29 и 30 в обратной связи операционного усилителя 27. При равенстве сопротивлений резисторов 29 и 30 на неинвертирующем входе интегратора 10 действует напряжение $V_I = 0,5V_M$. Поэтому конденсатор 11 заряжается током

$$i_1 = \frac{V_M - 0,5V_M}{R_{12}} = \frac{0,5V_{вх}}{R_{12}},$$

где R_{12} — сопротивление резистора 12.

Заряд конденсатора 11 продолжается до тех пор, пока отрицательное выходное напряжение интегратора (V_H на фиг. 2) не достигнет порога переключения V_I релейного элемента 16. После этого последний переходит в состояние отрицательного насыщения,

вследствие чего транзистор 15 замыкается, а транзистор 14 размыкается. При этом конденсатор 11 интегратора 10 перезаряжается под действием положительного напряжения V_1 . Перезаряд конденсатора происходит под действи-

ем тока $i_2 = \frac{0,5V_{BX}}{R_{12}}$ и продолжается до

тех пор, пока положительное напряжение V_H интегратора 10 не достигнет второго порога переключения V_2 релейного элемента 16 (фиг. 2). После переключения релейного элемента 16 процесс повторяется. При равенстве токов ($i_1 = i_2$) и порогов переключений ($V_2 = |V_1|$) интервалы времени, в течение которых напряжение интегратора V_H изменяется от V_1 до V_2 и от V_2 до V_1 , одинаковы. При этом возникают симметричные колебания. Частота колебаний f прямопропорциональна напряжению V_{BX}

$$t = \frac{|V_{BX}|}{(V_2 + |V_1|) R_{12} C},$$

где C - емкость конденсатора 11.

Из временных диаграмм (фиг. 2) следует, что напряжение V_{10} отстает от напряжения V_H на четверть периода. Выходное напряжение V_{18} усилителя 17 при надлежащем выборе сопротивления резистора 42 (при достаточно узкой петле гистерезиса релейного элемента 16 на операционном усилителе 18) в замкнутом транзисторе 25, что соответствует положительному напряжению V_{BX} , совпадает по фазе с напряжением интегратора V_{14} , поскольку V_H поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя 18. В результате напряжение V_{18} опережает V_{16} на четверть периода и обмотки двигателя коммутируются в последовательности $W^{II}-W^I$, W^I-W^{IV} , $W^{IV}-W^{III}$; $W^{III}-W^{II}$, $W^{II}-W^I$, W^I-W^{IV} ...

При отрицательном напряжении V_{BX} работа устройства происходит аналогичным образом с той лишь разницей, что ключ 25 усилителя 17 находится в разомкнутом состоянии и коммутация обмоток двигателя происходит в обратной последовательности. Действительно, при $V_{BX} < 0$ на выходе усилителя 27 возникает положительное напряжение, которое открывает диод 32, и операционный усилитель 27 охватывается от-

рицательной обратной связью через резисторы 29 и 30. Одновременно напряжение V_Y закрывает ключ 34 на МОП-транзисторе, поэтому выходное напряжение U_A блока 26 выделения модуля определяется выражением

$$V_M = \frac{R_{29} + R_{30}}{R_{28}} \cdot V_{BX},$$

где R_{28} , R_{29} и R_{30} - сопротивления резисторов 28 - 30.

При $R_{28} = R_{29} + R_{30}$ напряжение $V_M = -V_{BX} = |V_{BX}|$, т.е. на выходе блока 26 при отрицательном напряжении V_{BX} формируется положительное напряжение V_H , равное по абсолютной величине V_{BX} . Поскольку V_H не зависит от знака V_{BX} , работа двухвходового интегратора 10 с релейным элементом 16 и переключателем 13 происходит точно так же, как и при положительном напряжении V_{BX} .

Отличие состоит в работе усилителя 17. При $V_{BX} < 0$ положительное выходное напряжение V_Y операционного усилителя 27 закрывает транзисторный ключ 25 на инвертирующем входе операционного усилителя 18. Вследствие этого напряжение интегратора V_H поступает на оба входа операционного усилителя 18 и доминирует на инвертирующем входе этого усилителя, так как на неинвертирующем входе оно ослабляется делителем на резисторах 22 и 20. В результате при $V_{BX} < 0$ усилитель 17 инвертирует выходное напряжение интегратора V_H и напряжение V_{18} отстает от напряжения V_{16} на четверть периода. В этом случае обмотки двигателя коммутируются в последовательности W^I-W^{II} , $W^{II}-W^{III}$, $W^{III}-W^{IV}$, $W^{IV}-W^I$, W^I-W^{II} , что соответствует изменению направления вращения двигателя.

Таким образом, при наличии входного напряжения, превышающего по абсолютной величине опорное напряжение V_0 , устройство переходит в режим колебаний, обеспечивая коммутацию обмоток двигателя с частотой, прямопропорциональной абсолютной величине входного напряжения, и в последовательности, определяемой его знаком.

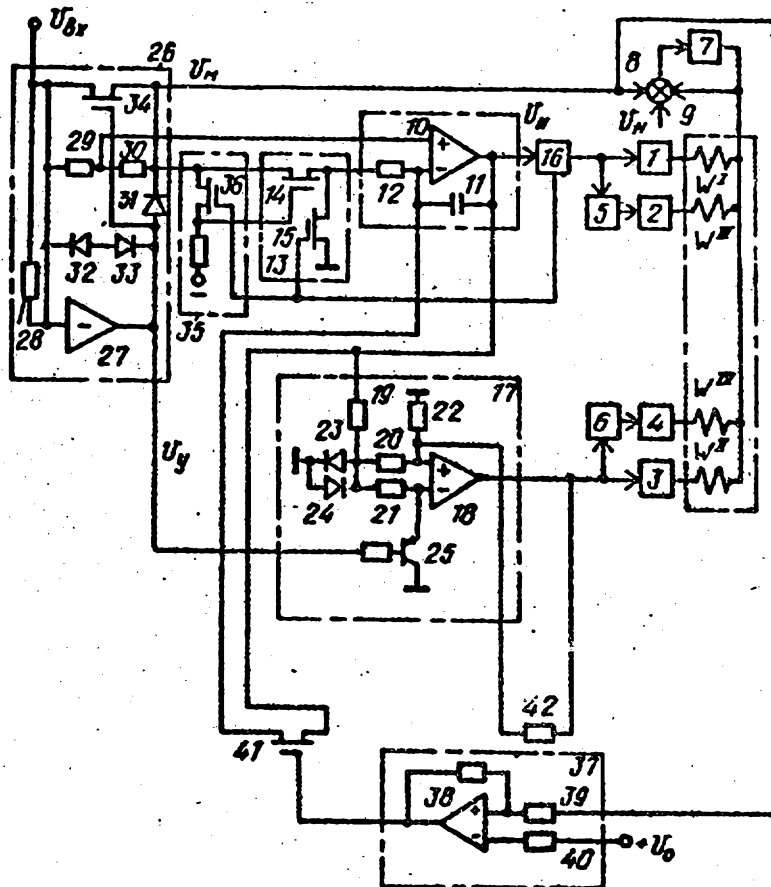
Рассмотрим работу устройства при снятии входного сигнала. Как только входное напряжение V_{BX} становится меньше V_0 происходит замыкание ключа 41. Выходное напряжение интегратора 10 практически скачком принимает значе-

ние, близкое к нулю (момент времени t_1 на фиг. 2). Благодаря положительной обратной связи, введенной в усилитель 17 через резистор 42, этот усилитель работает в релейном режиме и напряжение V_{18} на выходе усилителя 17 остается неизменным. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы остаточное напряжение на выходе интегратора 10 при замкнутом ключе 41 лежало в пределах ширины петли гистерезиса релейного усилителя 17.

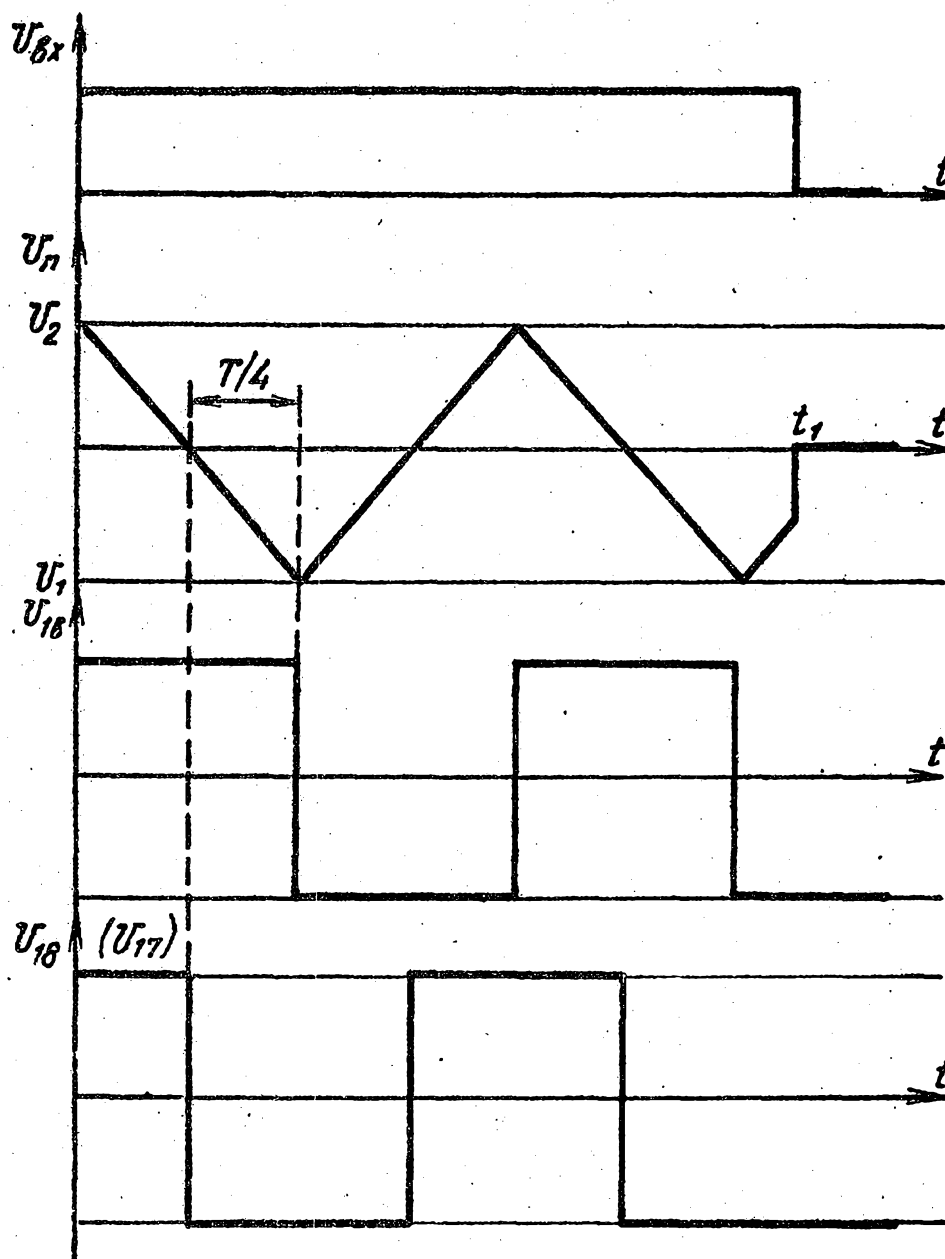
Очевидно, что релейный элемент 16 также сохраняет свое состояние при скачкообразном изменении выходного напряжения интегратора 10 до нуля. Следовательно, при отключении V_{BX} обмотки двигателя, находящиеся под током, остаются во включенном состоянии, в то время, как обесточенные обмотки остаются отключенными. В ре-

зультате при отключении входного сигнала ротор двигателя фиксируется в заданном положении и лишние шаги, обусловленные дрейфом нуля интегратора исключаются.

При наличии помех и малых входных сигналов ($0 \leq |V_{BX}| \leq V_0$) устройство сохраняет работоспособность за счет того, что компаратор 37 удерживает ключ 41 в замкнутом состоянии и выходное напряжение V_H интегратора 10 практически равно нулю. Поэтому независимо от состояния транзисторного ключа 25, который может коммутироваться под действием помехи за счет изменения выходного напряжения V_q усилителя 27, выходное напряжение V_{18} усилителя 18 сохраняется неизменным (остаточное напряжение интегратора лежит в зоне гистерезиса статической характеристики усилителя 18).



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор О.Юрковецкая Составитель З.Горник Техред С.Легеза Корректор О.Тигор

Заказ 10703/43 Тираж 646 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4