



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1721756 A1

(51) 5 Н 02 М 7/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4705789/07

(22) 14.06.89

(46) 23.03.92. Бюл. № 11

(71) Научно-исследовательский электротехнический институт Научно-производственного объединения "ХЭМЗ"

(72) А.К. Гинзбург, Г.Г. Жемеров, А.Б. Еремев, Н.Б. Клойз, И.Л. Коляндра и Е.Б. Петрик

(53) 621.314.27 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1185546А, кл. Н 02 М 7/12, 1985

Авторское свидетельство СССР

№ 1117820А, кл. Н 02 М 7/12, 1984.

(54) УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ m -ФАЗНЫМ ВЕНТИЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в системах импульсно-фазового управления вентильными преобразователями с высокими показателями выходного напряжения. Цель изобретения – расширение области применения устройства и повышение надежности его в работе. В устройстве генератор 1 импульсов выполнен частотно-зависимым на элементе 2 фазовой автоподстройки частоты, в петле обратной связи которого включены последовательно соединенные счетчик 3 на 2^{n+1} и счетчик 4 на m . Выход элемента 2 используется в качестве выхода синхронизации. Выходы счетчика 4 и выхо-

2

ды распределителя 18 импульсов подключены к входам преобразователя-ограничителя 5, соединенного через первый запоминающий регистр 6 с одними входами преобразователя 7 формы опорного сигнала, который другими входами подключен к n старшим разрядам счетчика 3 а $(n+3)$ выходами через второй запоминающий регистр 8 связан с входами цифроаналогового преобразователя 9. Выход преобразователя 9 через RC-фильтр 10 подключен к первому входу компаратора 13, второй вход которого является входом сигнала управления. Выход компаратора 13 через первый вход элемента 14 соединен с вторым входом элемента 15. Второй вход элемента 14 через фильтр 12 связан с дополнительным выходом преобразователя 7. Выход элемента 16 подключен к входу установки счетного триггера 17 с инверсным синхровходом, n входу одновибратора 16, выход которого соединен с первым входом элемента 15, входом распределителя 18 импульсов и входом управления ключа 11, шунтирующего резистор RC-фильтра 10. Счетный триггер 17 входом связан с синхровходом запоминающего регистра 6 и инверсным синхровходом соединен с входом счетчика, младший разряд которого подключен к синхровходу запоминающего регистра 8. Выходы распределителя 18 импульсов являются выходами устройства 1 ил.

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления многофазными тиристорными преобразователями с повышенными требованиями к качеству выходного напряжения при переменной частоте питающей сети.

Известно одноканальное цифровое устройство для импульсно-фазового управле-

ния вентильным преобразователем, содержащее блок синхронизации, на входы которого подается трехфазное напряжение сети, частотно-зависимый генератор импульсов, выполненный на элементе фазовой автоподстройки частоты со счетчиком-делителем в петле обратной связи; блок определения очередной фазы, связанный

(19) SU (11) 1721756 A1

РР

выходами непосредственно или через преобразователь кода с одними входами элемента памяти, подключенного другими входами к выходам счетчика-делителя; цифровой компаратор, который связан одними входами с выходами элемента памяти, другими входами — с управляющей шиной, а выходом подключен к информационному входу распределителя импульсов, который одними входами соединен с выходами блока определения очередной фазы, другими входами — с одними выходами блока синхронизации, а выходами подключен к одним входам блока определения очередной фазы, другие входы которого связаны с другими выходами блока синхронизации, один из выходов которого соединен с задающим входом элемента автоподстройки. Выходами устройства являются дополнительные m выходов распределителя по эквивалентному числу фаз вентильного преобразователя.

Недостатком устройства является наличие асимметрии управляющих импульсов, определяемой дискретностью устройства.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому является устройство для управления m -фазным вентильным преобразователем, содержащее формирователь синхроимпульсов, на вход которого поступает однофазное напряжение синхронизации, m счетчиков импульсов, связанных входами установки с соответствующими выходами формирователя синхроимпульсов, подключенных счетными входами к выходу генератора импульсов, а выходами соединенных с входами мультиплексора, который входами управления подключен к соответствующим выходам распределителя импульсов, выходами через последовательно включенные цифроаналоговый преобразователь и RC-фильтр связан с первым входом компаратора, на второй вход которого поступает напряжение управления, выход компаратора через первый вход элемента 2И соединен с входами распределителя и одновибратора, который выходом подключен к второму входу элемента И и входу управления ключа, шунтирующего резистор RS-фильтра.

Недостатком устройства является наличие m счетчиков с разрядностью K , сложного мультиплексора и сложной при практической реализации формирователя синхроимпульсов, представляющего собой умножитель на m частоты f_c напряжения синхронизации. Так как частота f_r генератора импульсов стабильна, то при изменении частоты f_c в широких пределах необходимо увеличение разрядности K счетчиков им-

пульсов для выполнения условия $f_r \leq f_c \cdot 2^K$. В противном случае известное устройство имеет ограниченный диапазон устойчивой работы. При этом повышение разрядности K приводит к усложнению мультиплексора, коммутирующего m K -разрядных кодов счетчиков импульсов. Следовательно, повышение разрядности известного устройства сопряжено со снижением надежности его в работе. Кроме того, в большинстве применений требуется линейная регулировочная характеристика вентильного преобразователя совместно с устройством фазового управления, что обеспечивается применением в последнем арккосинусоидальных опорных сигналов.

Целью изобретения является расширение области применения устройства управления и повышение надежности.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве управления m -фазным вентильным преобразователем, содержащем генератор импульсов, распределитель импульсов, последовательно соединенные цифроаналоговый преобразователь и RC-фильтр, выход которого связан с первым входом компаратора, второй вход которого является входом сигнала управления, одновибратор, соединенный входом с выходом элемента 2И, подключенного первым входом к выходу одновибратора и входу управления ключа, шунтирующего резистор RC-фильтра, согласно изобретению, генератор импульсов выполнен частотно-зависимым на элементе фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), между выходом и первым входом которого включены последовательно соединенные счетчик на 2^{n+1} и счетчик на m , причем второй вход элемента ФАПЧ является входом синхронизации, а устройство снабжено преобразователем-ограничителем кода и преобразователем формы опорного сигнала, первым и вторым запоминающими регистрами, счетным триггером, элементом ИЛИ и фильтром, выходы счетчика на m и выходы распределителя импульсов соединены с входами преобразователя ограничителя кода, подключенного выходами через первый запоминающий регистр к одним входам преобразователя формы опорного сигнала, другие входы которого связаны с n старшими разрядами счетчика на 2^{n+1} , а выходы подключены к входам цифроаналогового преобразователя через второй запоминающий регистр, синхровход записи которого соединен с младшими разрядами счетчика на 2^{n+1} , вход которого подключен к синхровходу счетного триггера, соединенного выходом с синхровходом записи первого запоминающего регистра и

подключенного R-входом к выходу элемента И, который первым входом соединен с входом распределителя импульсов, вторым входом подключен к выходу элемента ИЛИ, связанного первым входом с выходом компаратора и подключенного вторым входом через фильтр к дополнительному выходу преобразователя формы опорного сигнала, реализующего на $(n+3)$ выходах зависимость кода P от входного кода вида

$$P = \begin{cases} [2^{(n+2)} - 1] \cos \left[\frac{\alpha}{m \cdot 2^{(n-1)}} \cdot \pi \right], & 0 \leq \alpha < m \cdot 2^{(n-1)} \\ 2^{(n+2)} - 1, & m \cdot 2^{(n-1)} \leq \alpha \leq 2^{(n+3)} - 1 \end{cases}$$

или

$$P = \begin{cases} [2^{(n+2)} - 1] \cos \left[\frac{m \cdot 2^{(n-2)} - \alpha}{m \cdot 2^{(n-2)}} \cdot \pi \right], & 0 \leq \alpha < m \cdot 2^{(n-1)} \\ 2^{(n+2)} - 1, & m \cdot 2^{(n-1)} \leq \alpha \leq 2^{(n+3)} - 1 \end{cases}$$

и на дополнительном выходе

$$P_{\text{доп}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq \alpha < \alpha_{\text{инв}} \\ 1, & \alpha \geq \alpha_{\text{инв}} \end{cases}$$

где $\alpha_{\text{инв}}$ — заданный угол ограничения.

Преобразователь-ограничитель кода формирует свой выходной код α^* из выходного кода i счетчика на m и кода j распределителя импульсов по закону

$$\alpha^* = \begin{cases} i+1-j, & 0 \leq i+1-j \leq m/2 - 1 \\ m+i+1-j, & 0 \leq m+i+1-j \leq m/2 - 1 \\ 7 - \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

где $i = 0, 1, 2, \dots, m-1$;

$j = 1, 2, \dots, m$.

На чертеже приведена структурная схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит генератор 1 импульсов, в состав которого входят элемент 2 фазовой автоподстройки частоты, счетчик 3 на 2^{n+1} и счетчик 4 на m , преобразователь-ограничитель 5 кода, первый запоминающий регистр 6, преобразователь 7 формы опорного сигнала, второй запоминающий регистр 8, цифроаналоговый преобразователь 9, RC-фильтр 10, ключ 11, фильтр 12, компаратор 13, элемент ИЛИ 14, элемент И 15, одновибратор 16, счетный триггер 17 и распределитель 18 импульсов.

Вход синхронизации элемента 2 подключен к источнику импульсов частоты f_c сети (на чертеже не показан). Между выходом и первым входом элемента 2 включены последовательно счетчики 3 и 4. Элемент 2, счетчики 3 и 4 образуют генератор 1 импульсов. Выход счетчика 4 и выходы распределителя 18 соединены с входами преобразователя-ограничителя 5, выходы которого через регистр 6 подключены к одним входам преобразователя 7, другие входы которого соединены с n старшими

разрядами счетчика 3, а его $(n+3)$ выхода через запоминающий регистр 8 подключены к входам преобразователя 9, выход которого через RC-фильтр 10 соединен с первым входом компаратора 13, второй вход которого подключен к источнику сигнала управления (на чертеже не показан). Элемент 14 первым входом соединен с выходом компаратора 13, вторым входом через фильтр 12 подключен к дополнительному выходу преобразователя 7, а выходом связан с вторым входом элемента И 15.

Первый вход элемента И 15 соединен с входом распределителя 18, выходом одновибратора 16 и входом управления ключа 11, шунтирующего резистор RC-фильтра 10. Выход элемента 15 подключен к входу одновибратора 16 и R-входу триггера 17. Выход триггера 17 соединен с синхровходом запоминающего регистра 6, а синхровход подключен к входу счетчика 3, младший разряд которого соединен с синхровходом запоминающего регистра 8. Выходами устройства являются выходы распределителя 18 импульсов.

Фильтр 12 выполнен, например, как RC-фильтр с необходимой для отсеки переходных процессов на выходе преобразователя 7 постоянной времени.

Устройство работает следующим образом.

На вход синхронизации элемента 2 поступают импульсы частоты f_c , совпадающие по фазе с напряжением одной из фаз сети. На выходе генератора 1, образованного элементом 2 и счетчиками 3, 4, формируются импульсы частоты f_r , равной

$$f_r = f_c \cdot 2^{n+1} \cdot m. \quad (1)$$

Выходной код счетчиков 3 и 4 содержит информацию о фазе анодного напряжения каждого из m тиристорных вентильного преобразователя. При этом диапазон работы счетчика 3 $\pi/3$ или $\pi/6$ радиан соответственно для $m = 6$ или $m = 12$. Выходной код i счетчика 4 определяет номер диапазона работы счетчика 3. Выходной код j распределителя 18 соответствует номеру вступающего в работу тиристора. Преобразователь-ограничитель 5 на своих трех выходах формирует код $\alpha^* = f(i, j)$, поступающий через первый запоминающий регистр 6 на одни входы преобразователя 7. На другие входы преобразователя 7 поступает код с n старших разрядов счетчика 3. На входах преобразователя 7 формируется $(n+3)$ -разрядный код α , содержащий информацию о текущей фазе анодного напряжения, соответствующего вступающему в работу вентилю. Преобразователь 7 на сво-

их $(n+3)$ выходах формирует код $P = f(\alpha)$ по косинусоидальной или линейной зависимости (в соответствии с требуемой регулировочной характеристикой вентильного преобразователя).

Цифровой код P по фронту сигнала на младшем разряде счетчика 3 записывается в регистр 8 и с помощью преобразователя 9 преобразуется в аналоговый опорный сигнал, квантованный по уровню. RC-фильтр 10 выделяет "гладкую" составляющую из выходного сигнала преобразователя. При этом его постоянная времени выбирается из условия

$$\tau_{10} = \frac{2}{f_{\text{гмакс}}} = \frac{1}{f_{\text{смакс}} \cdot 2^n \cdot m}, \quad (2)$$

где $f_{\text{гмакс}}$ — максимальная частота генератора 1 импульсов при максимальной частоте $f_{\text{смакс}}$ сети.

С выхода RC-фильтра 10 сглаженный опорный сигнал поступает на компаратор 13, где сравнивается с напряжением управления $U_{\text{упр}}$. При равенстве опорного и управляющего сигналов сигнал с выхода компаратора 13 поступает через элементы ИЛИ 14 и И 15 на вход одновибратора 16.

На выходе одновибратора 16 появляется импульс нулевого уровня длительностью τ_{16} .

По спаду импульса на выходе одновибратора 16 переключается распределитель 18, определяя номер очередного вентиля. Выходной импульс одновибратора 16 блокирует прохождение сигнала через элемент И 15 и замыкает ключ 11 на время τ_{16} . Узкий импульс высокого уровня с выхода элемента И 15 устанавливает на выходе триггера 17 нуль, запрещая запись вновь сформированного кода α^* с выхода преобразователя-ограничителя 5 в запоминающий регистр 6.

По спаду сигнала f_r , поступающего на синхровход триггера 17 с выхода элемента 2, новый код α^* записывается в регистр 6 и поступает на входы преобразователя 7. Код α^* и код на старших разрядах счетчика 3 образуют код α соответствующий текущей фазе анодного напряжения вступающего в работу вентиля. Преобразователь 7 вырабатывает соответствующий код P , который с его $(n+3)$ выходов записывается в регистр 8 по фронту и далее поступает на входы преобразователя 9.

Описанные выше переключения происходят при замкнутом ключе 11, шунтирующем резистор RC-фильтра 10 и обеспечивающем ускоренный перезаряд конденсатора RC-фильтра 10 до нового значения выходного напряжения преобразователя.

Разделение моментов записи информации в регистры 6 и 8 на интервал времени, равный полупериоду частоты f_r , дублированное замыканием ключа 11 на время

5 τ_{16} , исключает возникновение состязаний и повышает надежность в работе устройства. При этом время выборки входного кода преобразователей 5, 7 должно быть меньше полупериода частоты f_r , а длительность импульса одновибратора 16 выбирают из условия гарантированного переключения распределителя 18, преобразователей 5, 7 и завершения переходных процессов на выходе преобразователя 9. По окончании выходного импульса одновибратора 16 начинается очередной цикл работы устройства.

Если при формировании импульса управления для очередного тиристора не срабатывает компаратор 13, то с дополнительного выхода преобразователя 7 сигнал через фильтр 12, элемент ИЛИ 14, элемент И 15 и одновибратор 16 переключит распределитель 18 импульсов. При этом угол управления вентильного преобразователя будет равен выбранному углу $\alpha_{\text{инв}}$ ограничения. Следовательно, исключается возможность пропуска импульса управления, что повышает надежность в работе устройства.

30 Устройство обеспечивает низкий уровень асимметрии выходных импульсов при колебаниях частоты f_c сети и может быть использовано для управления вентильными преобразователями с высокими показателями выходного напряжения, предназначенными для питания ускорителей. При питании вентильных преобразователей от ударных генераторов, что сопровождается изменением частоты f_c сети в широких пределах (50...25 Гц), устройство обеспечивает высокую работоспособность и минимальную асимметрию выходных импульсов. Из выражений (1) и (2) следует, что величина асимметрии импульсов возрастает при снижении частоты f_c сети, но не превышает значения

$$\Delta \approx \frac{2}{f_{\text{гмин}}} \cdot 2/f_{\text{гмакс}},$$

40 где $f_{\text{гмин}}$ — частота импульсов генератора 1 при минимальной частоте $f_{\text{смин}}$ сети.

Величина Δ меньше асимметрии импульсов управления аналога при тех же условиях.

55 Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает требуемый вид регулировочной характеристики вентильного преобразователя, низкий уровень асимметрии импульсов управления и повышенную

надежность в работе при минимальных аппаратных затратах.

Формула изобретения

Устройство для управления m -фазным вентильным преобразователем, содержащее генератор импульсов, распределитель импульсов, выходы которого используются в качестве выходов устройства, последовательно соединенные цифроаналоговый преобразователь и RC-фильтр, выход которого соединен с первым входом компаратора, второй вход которого используется для подачи сигнала управления, одновибратор, вход которого соединен с выходом элемента И, первый вход которого подключен к выходу одновибратора и входу управления ключа, шунтирующего резистор RC-фильтра, отличающееся тем, что, с целью расширения области применения устройства и повышения надежности, оно снабжено преобразователем, ограничителем хода, преобразователем формы опорного сигнала, первым и вторым запоминающими регистрами, счетным триггером, элементом ИЛИ и фильтром, генератор импульсов выполнен частотно-зависимым и содержит элемент фазовой автоподстройки частоты, счетчик на 2^{n+1} и счетчик на m , причем первый вход элемента фазовой автоподстройки частоты используется для подачи сигналов синхронизации, второй вход подключен к старшему разряду счетчика на m , выход соединен с входом счетчика на 2^{n+1} , последовательно с которым подключен счетчик на m , выходы счетчика на m и выходы распределителя импульсов соединены с входами преобразователя-ограничителя кода, выходы которого через первый запоминающий регистр подключены к одним входам преобразователя формы опорного сигнала, другие входы которого соединены с n старшими разрядами счетчика на 2^{n+1} , выходы преоб-

разователя-ограничителя кода подключены к входам цифроаналогового преобразователя через второй запоминающий регистр, синхровход записи которого соединен с младшим разрядом счетчика на 2^{n+1} , вход которого подключен к синхровходу счетного триггера, выход которого соединен с синхровходом записи второго запоминающего регистра, R-вход счетного триггера подключен к выходу элемента И, первый вход которого соединен с входом распределителя импульсов, второй вход подключен к выходу элемента ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом компаратора, второй вход через фильтр подключен к дополнительному выходу преобразователя формы опорного сигнала, реализующего на $(n+3)$ выходах зависимость кода P от входного кода вида

$$P = \begin{cases} [2^{(n+2)} - 1] \cos \left[\frac{\alpha}{m \cdot 2^{(n-1)}} \cdot \pi \right], & 0 \leq \alpha < m 2^{(n-1)} \\ 2^{(n+2)} - 1, & m 2^{(n-1)} \leq \alpha \leq 2^{(n+3)} - 1 \end{cases}$$

или

$$P = \begin{cases} [2^{(n+1)} - 1] \frac{m \cdot 2^{(n-2)} - \alpha}{m \cdot 2^{(n-2)}}, & 0 \leq \alpha \leq 2^{n+3} - 1 \\ 2^{(n+2)} - 1, & m 2^{(n-1)} \leq \alpha \leq 2^{(n+3)} - 1 \end{cases}$$

и на дополнительном выходе

$$P_{\text{доп}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq \alpha < \alpha_{\text{инв}} \\ 1, & \alpha \geq \alpha_{\text{инв}} \end{cases}$$

где $\alpha_{\text{инв}}$ — заданный угол ограничения, преобразователь-ограничитель кода реализует зависимость выходного кода α^* от выходного кода i счетчика на m и выходного кода j распределителя импульсов по закону

$$\alpha^* = \begin{cases} i+1-j, & 0 \leq i+1-j \leq m/2-1, \\ m+i+1-j, & 0 \leq m+i+1-j \leq m/2-1 \\ 7 - \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

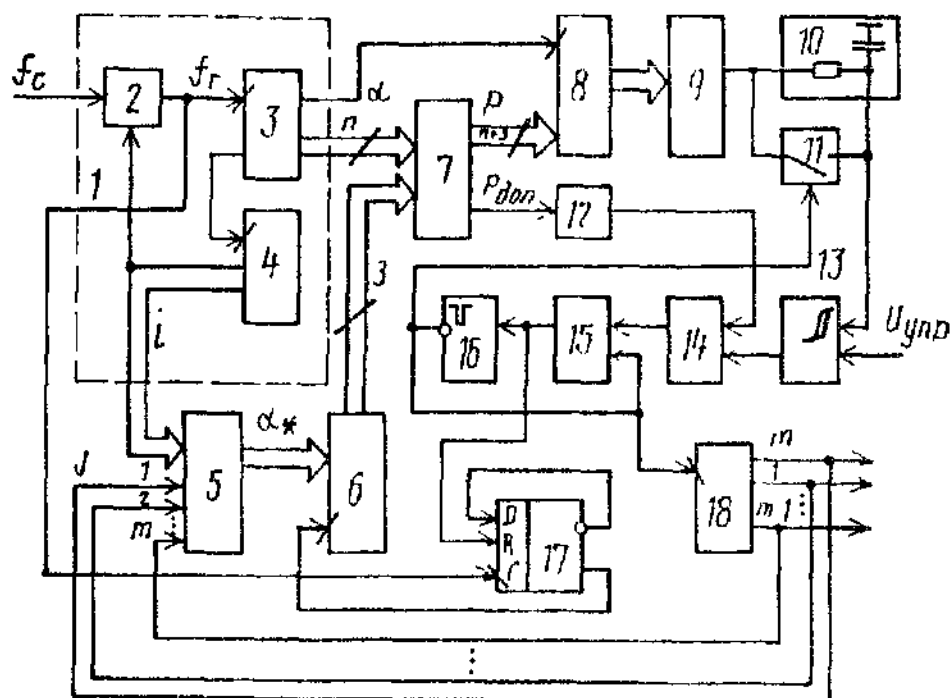
где $i = 0, 1, 2, \dots, m-1$;

$j = 1, 2, \dots, m$.

45

50

55



47

30

35

40

45

50

Редактор Г. Иванова Составитель В. Миронов
Техред М. Моргентал Корректор О. Кундрик

Заказ 961 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва Ж-35 Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101