



(51) 5 Н 02 К 29/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4639388/07

(22) 17.01.89

(46) 07.06.91. Бюл. № 21

(72) В.Е.Агеев, С.И.Григорьев,
С.И.Пушкин и В.М.Шалагин

(53) 621.313.382(088.8)

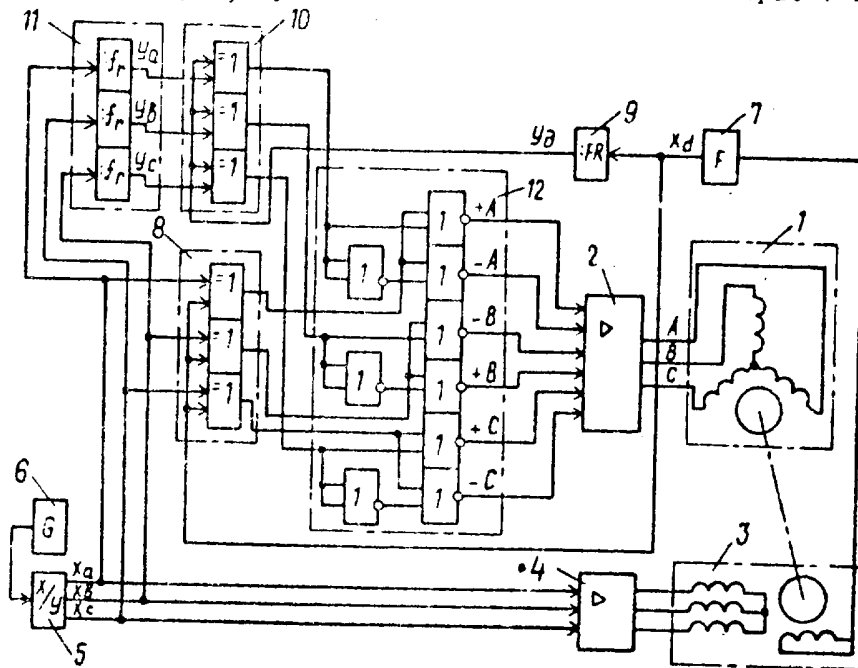
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 817396, кл. Н 02 К 29/06, 1981.

Авторское свидетельство СССР
№ 1522353, кл. Н 02 К 29/06, 1989.

(54) ВЕНТИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

(57) Изобретение относится к электротехнике, в частности к вентильным электродвигателям. Цель изобретения - улучшение энергетических характеристик. Вентильный электродвигатель содержит синхронную машину 1, трех-

фазный мостовой преобразователь 2 частоты, датчик 3 положения ротора, распределитель 5 импульсов, два логических блока 8, 10 из логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕ ИЛИ, шифратор 12. Шифратор 12 формирует шесть последовательностей импульсов по определенным логическим выражениям, которые поступают на входы управления преобразователем 2 частоты. В результате годограф вектора поля статора вентильного электродвигателя формируется по форме шестиугольника или двенадцатиугольника. Таким образом при сохранении высокой равномерности вращения улучшаются энергетические характеристики за счет снижения динамических потерь. 7 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике, в частности к вентильным электродвигателям, и может быть использовано в различных системах автоматизированного электропривода.

Целью изобретения является улучшение энергетических характеристик.

На фиг.1 представлена структурно-функциональная схема вентиального электродвигателя; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие работу отдельных блоков, эпюры напряжений на фазах электродвигателя и годограф вектора поля статора для случая формирования его по форме "шестиугольника"; на фиг.5-7 - соответственно структурно-функциональная схема вентиального электродвигателя, временные диаграммы, поясняющие работу отдельных блоков, эпюры напряжений на фазах электродвигателя и годограф вектора поля статора для случая формирования его по форме "двенадцатиугольника".

Вентильный электродвигатель (фиг.1, 25) содержит трехфазную синхронную машину 1, секции обмотки которой подключены к выходам основного трехфазного мостового преобразователя 2 частоты, механически соединенный с ротором синхронной машины датчик 3 положения ротора фазовращательного типа с трехфазной первичной обмоткой, подключенной к выходам дополнительного трехфазного преобразователя 4 частоты, входы которого подключены к выходам распределителя 5 импульсов, вход которого подключен к выходу генератора 6 тактовых импульсов, формирователь 7 прямоугольных импульсов, вход которого подключен к выходной обмотке датчика 3 положения ротора, а выход соединен с объединенными входами из трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ первой группы 8, другие входы которых подключены к выходам распределителя 5 импульсов, одноканальный делитель 9 частоты, вход которого подключен к выходу формирователя 7 прямоугольных импульсов, а к выходу подключены объединенные входы трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ второй группы 10, другие входы которых подключены через трехканальный делитель 11 частоты к выходам распределителя 5 импульсов. Кроме того, введен шифратор 12, первые три входа которого подключены к выходам первой группы

8 логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, вторые три входа шифратора 12 подключены к выходам логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ второй группы 10, а шесть выходов шифратора 12 соединены с входами управления трехфазного мостового преобразователя 2 частоты.

Вентильный электродвигатель работает следующим образом.

Импульсы напряжений прямоугольной формы (фиг.2) со сдвигом друг относительно друга на 120° эл.град и скважностью равной 2 - X_a, X_b, X_c , снимаемые с распределителя 5 импульсов, подаются на первые раздельные входы трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ первой группы 8 и одновременно на входы дополнительного трехфазного преобразователя 4 частоты, к выходам которого подключена первичная трехфазная обмотка датчика 3 положения ротора. Наводимое в выходной обмотке датчика 3 высокочастотное переменное напряжение поступает на формирователь 7 прямоугольных импульсов, фаза (частота) прямоугольных импульсов X_d которого меняется относительно фазы (частоты) импульсов распределителя 5 в строгой зависимости от положения ротора датчика. При повороте вала машины в логических элементах ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ первой группы 8 формируются широтно-модулированные три последовательности импульсов типа "неравнозначность": $X_a \neq X_d; X_b \neq X_d; X_c \neq X_d$ с периодическим законом модуляции и частотой модуляции, равной частоте вращения ротора машины. При этом длительность меняется от 0 до 1 и от 1 до 0 за каждое межполюсное перемещение ротора датчика 3, а фазовый сдвиг в 120 эл.град. определяется наличием фазового сдвига на 120 эл.град. между напряжениями: $X_a; X_b; X_c$.

Одновременно на выходе трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ второй группы 10 формируются вторые три последовательности широтно-модулированных импульсов типа "неравнозначность": $Y_a \neq Y_d; Y_b \neq Y_d; Y_c \neq Y_d$ также с периодическим законом модуляции, но частотой в два раза меньшей основной частоты. Их длительность также меняется от 0 до 1 и от 1 до 0 и фазовый сдвиг определя-

ется фазовым сдвигом между импульсами напряжений $Y_a; Y_b; Y_c$, который равен 120 эл. град.

Данные две последовательности широтно-модулированных импульсов с выходов логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕ ИЛИ первой и второй групп подаются на соответствующие входы шифратора 12, выполненного, например, на элементах ИЛИ-НЕ (фиг.1). При этом шесть последовательностей, формируемых шифратором 12, описываются следующими логическими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} +A &= \overline{X_a \neq X_d} + \overline{Y_a \neq Y_d}; \\ -A &= \overline{X_a \neq X_d} + \overline{\overline{Y_a \neq Y_d}}; \\ -B &= \overline{X_b \neq X_d} + \overline{Y_b \neq Y_d}; \\ +B &= \overline{X_b \neq X_d} + \overline{\overline{Y_b \neq Y_d}}; \\ +C &= \overline{X_c \neq X_d} + \overline{Y_c \neq Y_d}; \\ -C &= \overline{X_c \neq X_d} + \overline{\overline{Y_c \neq Y_d}}. \end{aligned} \right\} (1)$$

Эти шесть последовательностей непосредственно используются для управления шестью ключами трехфазного мостового преобразователя 2. Для упрощения описания логических и графических выражений эти последовательности обозначены большими буквами латинского алфавита, а знаки "+" и "-" перед ними указывают на то, к какой из шин питания относятся ключи коммутатора, на которые подается эта последовательность. Результирующие линейные напряжения А, В и С, подаваемые на фазы электродвигателя, показаны на фиг.3, а сплошной линией здесь выделена огибающая линейного напряжения по среднему значению.

Принцип работы схемы по фиг.5 аналогичен схеме на фиг.1. Она включает в себя те же составные части (блоки) и только один из них, шифратор 12, содержит шесть дополнительных логических элементов И-НЕ.

В результате выходные сигналы шифратора для данного случая формируются согласно следующих логических выражений:

$$\left. \begin{aligned} +A &= \overline{\overline{X_a \neq X_d} \cdot \overline{Y_a \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_b \neq X_d} \cdot \overline{Y_b \neq Y_d}}; \\ -A &= \overline{\overline{X_a \neq X_d} \cdot \overline{Y_a \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_b \neq X_d} \cdot \overline{Y_b \neq Y_d}}; \\ +B &= \overline{\overline{X_b \neq X_d} \cdot \overline{Y_b \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_c \neq X_d} \cdot \overline{Y_c \neq Y_d}}; \\ -B &= \overline{\overline{X_b \neq X_d} \cdot \overline{Y_b \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_c \neq X_d} \cdot \overline{Y_c \neq Y_d}}; \\ +C &= \overline{\overline{X_c \neq X_d} \cdot \overline{Y_c \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_a \neq X_d} \cdot \overline{Y_a \neq Y_d}}; \\ -C &= \overline{\overline{X_c \neq X_d} \cdot \overline{Y_c \neq Y_d}} + \overline{\overline{X_a \neq X_d} \cdot \overline{Y_a \neq Y_d}}. \end{aligned} \right\} (2)$$

Эти шесть последовательностей непосредственно используются для управления шестью ключами трехфазного мостового коммутатора 2. Результирующие напряжения на фазах А, В и С двигателя приведены на фиг.6. Сплошной линией здесь выделена огибающая линейного напряжения по среднему значению.

Как видно из эюр, приведенных на фиг.6, полученные в результате изменения логических функций шифратора 12 (фиг.5) линейные напряжения по среднему значению имеют форму трапеции, а годограф вектора поля статора описывает двенадцатиугольник. Эта схема (фиг.5) вентильного электродвигателя обеспечивает, по сравнению по схемой на фиг.1, повышение качества линейного напряжения и резкое снижение пульсации момента, а также повышение равномерности вращения вала двигателя.

Для наглядного описания процесса разгона и рассмотрения работы электродвигателя воспользуемся эюрами, изображенными на фиг.2 и 3, годографом вектора поля статора (фиг.5) и электрической схемой (фиг.1). Для режима пуска периоды повторения широтно-импульсных напряжений более длительные по времени, чем при работе электродвигателя в стационарном режи-

ме. Это объясняется равенством между частотой импульсов $f_{x_a} = f_{x_b} = f_{x_c}$ распределителя 5 и частотой импульсов f_{x_d} и, соответственно, между частотой импульсов $f_{y_a} = \frac{f_{x_a}}{2} = f_{y_b} = \frac{f_{x_b}}{2} = f_{y_c} = \frac{f_{x_c}}{2}$ и частотой импульсов $f_{y_d} = \frac{f_{x_d}}{2}$, так как частота вращения поля ротора датчика 3 положения равна нулю. При пуске электродвигателя производятся все логические операции между выходными импульсами функциональных блоков 8, 4, 3, 5, 6, 10, 11, 7 в соответствии с эярами, представленными на фиг.2 и 3.

При включении питания относительный сдвиг фаз между импульсами распределителя 5 импульсов и выходным сигналом датчика 3 положения ротора обусловлен пространственным положением ротора датчика 3 и последовательностями импульсов самого распределителя 5 импульсов, которые непрерывно при пуске следуют (повторяются) на выходах каждого функционального блока. В результате на фазе А (фиг.3) повторяется единичный положительный импульс наибольшей длительности, на фазах В и С следуют единичные отрицательные импульсы меньшей длительности, что соответствует результирующему вектору статора электродвигателя согласно изображенному на фиг.5.

В результате фазы импульсов X_d и Y_d , относящиеся к датчику 3 положения, начинают перемещаться относительно импульсов распределителя 5 импульсов: X_a, X_b, X_c и соответственно импульсов Y_a, Y_b, Y_c блока 11, что приводит к уменьшению относительного начального длительности положительного единичного импульса на фазе А, уменьшению длительности отрицательного единичного импульса на фазе В и увеличению длительности отрицательного единичного импульса на фазе С, что соответствует некоторому смещению результирующего вектора статора электродвигателя против часовой стрелки в сторону точки g в соответствии с фиг.4. Это ведет к перемещению роторов двигателя 1 и датчика 3 положения, осуществляющего, в свою очередь, фазовое смещение им-

пульсов X_d и Y_d относительно импульсов соответственно X_a, X_b, X_c и Y_a, Y_b, Y_c , смещая результирующий вектор статора электродвигателя в сторону точки g в соответствии с фиг.4. Далее процесс повторяется непрерывно и результирующий вектор статора проходит точки q, r, s, t и далее точку e.

Таким образом, электродвигатель разогнался, образуемая на выходе датчика 3 положения частота вращения суммируется с частотой выходных импульсов распределителя 5. В результате импульсы X_d и Y_d имеют более высокую частоту (фиг.2), что соответствует выходу электродвигателя на режим работы, соответствующий его естественной механической характеристике.

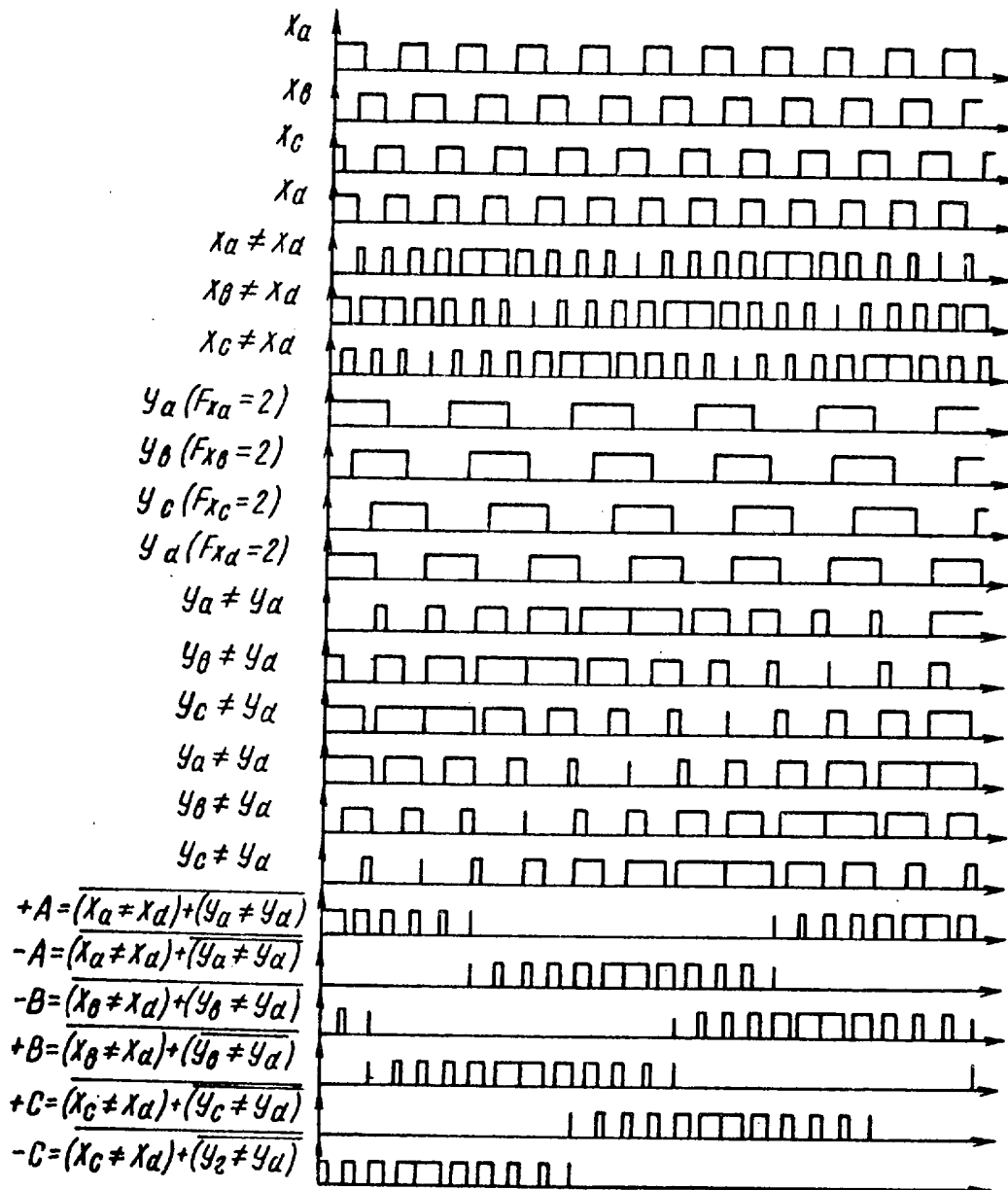
Таким образом, в вентильном электродвигателе улучшаются энергетические характеристики по сравнению с формированием синусоидального поля статора за счет снижения динамических потерь при сохранении высокой равномерности вращения и точности позиционирования путем формирования годографа вектора поля статора в виде многоугольников.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

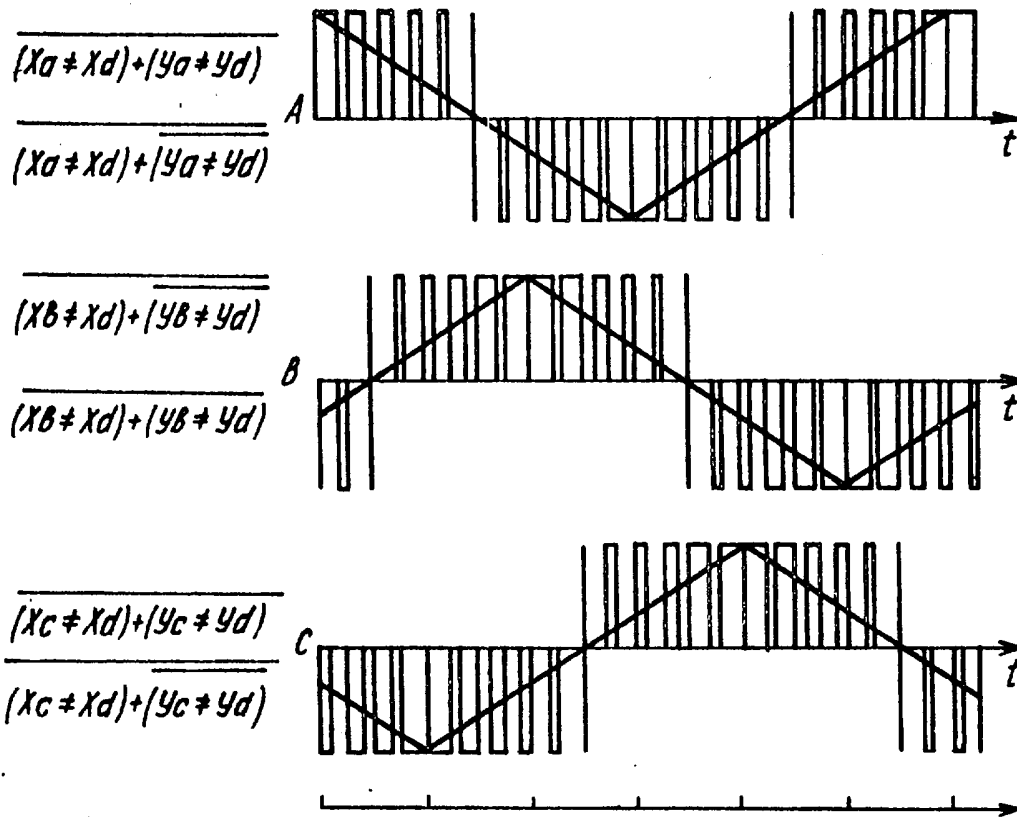
Вентильный электродвигатель, содержащий трехфазную синхронную машину, секции обмотки которой подключены к выходам основного трехфазного мостового преобразователя частоты, механически соединенный с ротором синхронной машины датчик положения ротора фазовращательного типа с трехфазной первичной обмоткой, подключенной к выходам дополнительного трехфазного преобразователя частоты, вход которого подключен к выходам распределителя импульсов, вход которого подключен к выходу генератора тактовых импульсов, формирователь прямоугольных импульсов, вход которого подключен к выходной обмотке датчика положения ротора, а выход соединен с объединенными входами трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ первой группы, другие входы которых подключены к выходам распределителя импульсов, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью улучшения энергетических характеристик, в него

дополнительно введены трехканальный делитель частоты, одноканальный делитель частоты, вторая группа из трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и шифратор с шестью входами и шестью выходами, при этом вход одноканального делителя частоты подключен к выходу формирователя прямоугольных импульсов, а выход соединен с объединенными входами из трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ второй группы, другие входы которых подключены

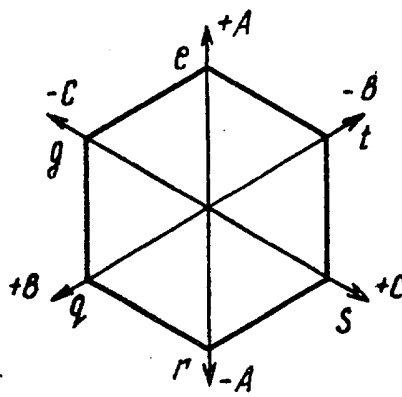
через трехканальный делитель частоты к выходам распределителя импульсов, первые три входа шифратора подключены к выходам трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ первой группы, вторые три входа шифратора подключены к выходам трех логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ второй группы, а шесть выходов шифратора соединены с входами управления трехфазного мостового преобразователя частоты.



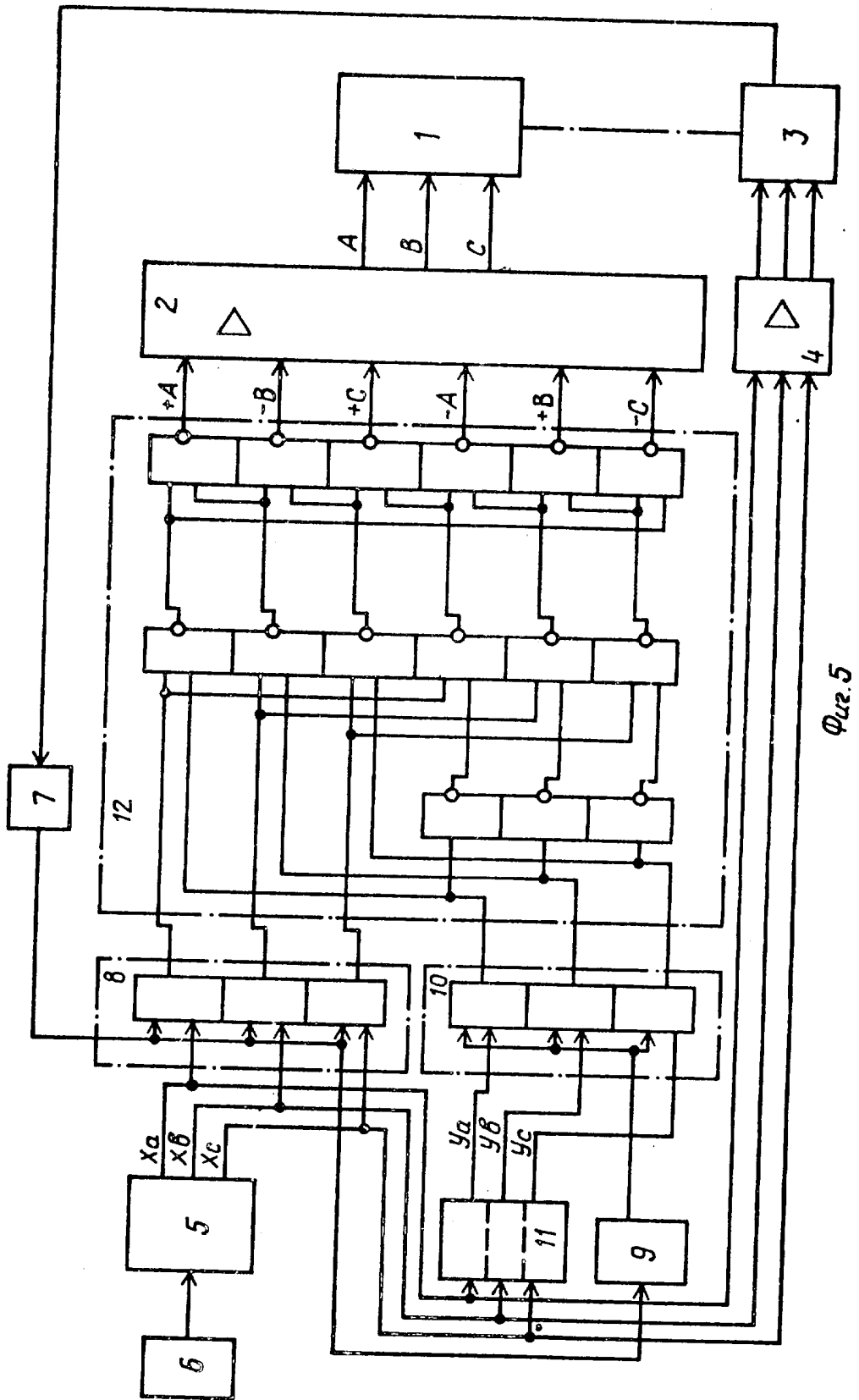
Фиг. 2



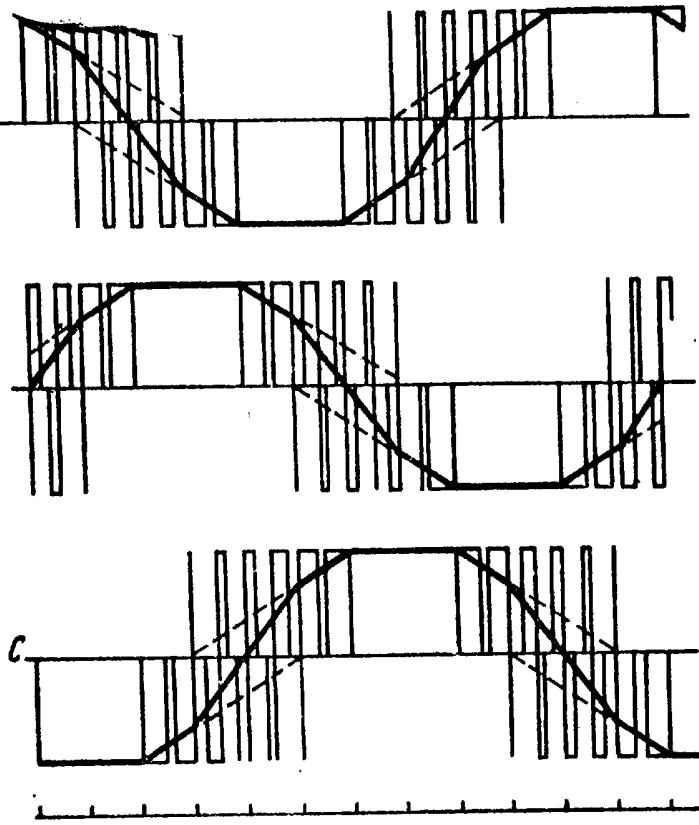
Φu2.3



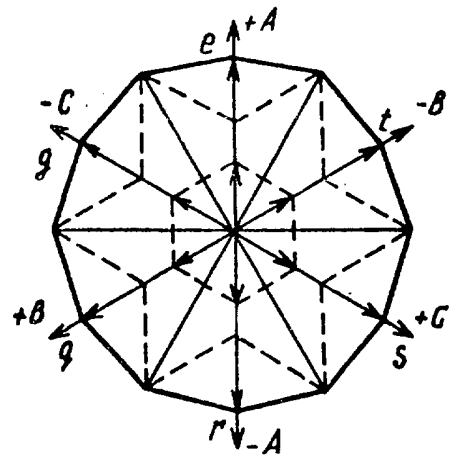
Φu2.4



$$\begin{aligned}
 &+A = \overline{\overline{(X_a \mp X_d) \cdot (Y_a \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_b \mp X_d) \cdot (Y_b \mp Y_d)}}. \quad A \\
 &A = \overline{\overline{(X_a \mp X_d) \cdot (Y_a \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_b \mp X_d) \cdot (Y_b \mp Y_d)}} \\
 &+B = \overline{\overline{(X_b \mp X_d) \cdot (Y_b \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_c \mp X_d) \cdot (Y_c \mp Y_d)}}. \quad B \\
 &-B = \overline{\overline{(X_b \mp X_d) \cdot (Y_b \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_c \mp X_d) \cdot (Y_c \mp Y_d)}} \\
 &+C = \overline{\overline{(X_c \mp X_d) \cdot (Y_c \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_a \mp X_d) \cdot (Y_c \mp Y_d)}} + \\
 &-C = \overline{\overline{(X_c \mp X_d) \cdot (Y_c \mp Y_d)}} + \\
 &+ \overline{\overline{(X_a \mp X_d) \cdot (Y_a \mp Y_d)}}.
 \end{aligned}$$



Фиг. 6



Фиг. 7

Редактор А.Шацдор
 Составитель М.Сон
 Техред М.Дидык
 Корректор С.Шекмар
 Заказ 1956
 Тираж 336
 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101