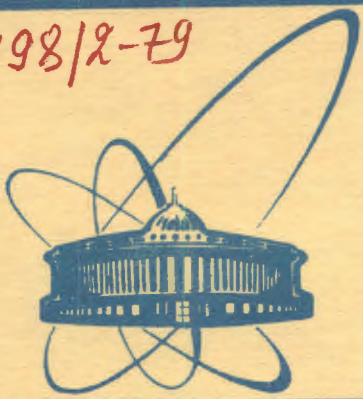


3/ix-79

3498/2-79



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

A-50

13 - 12376

Б.А.Аликов, А.Б.Йорданов, Т.М.Муминов,
С.И.Орманджиев, У.С.Салихбаев, Р.Р.Усманов

УПРАВЛЯЕМЫЙ
ТРЕХФАЗНЫЙ МОСТОВОЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

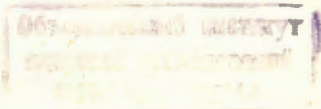
1979

13 - 12376

Б.А.Аликов,* А.Б.Йорданов, Т.М.Муминов,*
С.И.Орманджиев, У.С.Салихбаев,* Р.Р.Усманов*

**УПРАВЛЯЕМЫЙ
ТРЕХФАЗНЫЙ МОСТОВОЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Направлено в ПТЭ



* Самаркандский государственный университет

Аликов Б.А. и др.

13 - 12376

Управляемый трехфазный мостовой выпрямитель переменного тока

Предложена электронная схема управления трехфазными мостовыми выпрямителями переменного тока, в которой интервалы $\pi/3$ между импульсами зажигания тиристоров задаются одним генератором пилообразного напряжения, срабатывающим при переходе через ноль каждой фазы сетевого напряжения, а сдвиг между этими импульсами для получения диапазона регулирования от 0 до $2/3\pi$ радиан осуществляется последовательным запуском генератора интервалов $\pi/3$ и задержки, управляемой входным напряжением. Для распределения во времени управляющих импульсов использован синхронизованный с одной из фаз двоичный счетчик с дешифратором. Путем замены постоянной добавочной задержки на переменную можно получать диапазоны регулировки сдвига импульсов в интервале $0 \div \pi$ радиан.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Alikov B.A. et al.

13 - 12376

Controlled Three-Phase Bridge Rectifier

An electronic circuit for control of the three-phase bridge rectifiers of alternating current is suggested. The $\pi/3$ intervals between the thyristor triggering ignition pulses are pre-set by a saw-tooth voltage generator, which starts when each phase of a network voltage transits through zero. To obtain the resulting range from 0 to $2/3\pi$ rad. the shift between these pulses is made by the successive generator triggering of $\pi/3$ intervals and the delay, controlled by incoming voltage. A decoder binary counter which is synchronized with one of the phases, is used to distribute driving pulses during time. It is possible to obtain the regulating ranges of pulse shift in the interval of $0 \div \pi$ rad. by means of substituting the additional delay constant with a variable one.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubno 1979

Для управления запуском тиристоров в трехфазных мостовых выпрямителях обычно используют несколько генераторов пилообразного напряжения, компараторов, сравнивающих напряжение пилы с напряжением управления, и логическую систему, задающую импульсы зажигания тиристоров.

Такие системы реализуются с применением от шести до одного генераторов пилообразного напряжения, синхронизованных с фазными напряжениями промышленной сети ^{1,2/}. Использование шести генераторов ^{1/} создает известные трудности при выравнивании временных сдвигов между отдельными импульсами запуска, тогда как при работе одного генератора возможно управление углом сдвига импульсов зажигания тиристоров в интервале от 0 до 60° ^{2/}.

Существуют также другие системы управления, в которых используется синхронизованный с сетью переменного тока генератор шестикратной частоты с логической схемой, распределяющей импульсы запуска во времени. Управление углом сдвига импульсов зажигания в таких системах реализуется смещением фазы генератора шестикратной частоты ^{3/}. Схемы, реализующие этот принцип, довольно сложны, так как необходимым условием правильности их работы является стабильность и точность частоты генератора или преобразователя.

В настоящей работе предложена схема, в которой интервалы $\pi/3$ между импульсами зажигания тиристоров задаются одним генератором пилообразного напряжения, срабатывающим при переходе через "0" каждой фазы сетевого напряжения, а сдвиг этих импульсов для получения диапазона регулировки от 0 до $2/3\pi$ радиан осуществляется последовательным запуском генератора интервалов $\pi/3$ и задержки, управляемой входным напряжением. Для распределения во времени управляющих импульсов использован синхронизованный с одной из фаз двоичный счетчик с дешифратором.

Блок-схема устройства управления показана на рис. 1.

На блок выделения интервалов $\pi/3$ и импульсов привязки поступает синусоидальное напряжение трех фаз. Компараторы выделяют переходы через ноль напряжений отдельных фаз /два раза за один период/.

Импульсы переходов через ноль с выходов операционных усилителей $O_{1,2,3}$ после дифференцирования поступают на

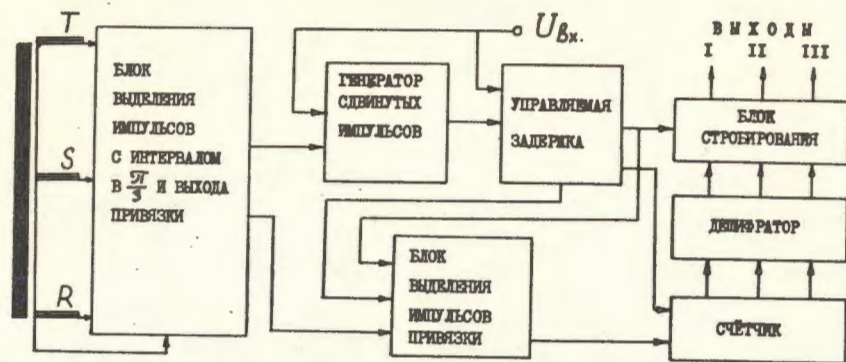


Рис.1. Блок-схема системы управления трехфазным мостовым выпрямителем.

транзистор T_4 и инвертор D_2 /рис. 2/, на выходе которых появляются импульсы с интервалом $\pi/3$ радиан /рис. 2,3, точка А/, запускающие генератор сдвинутых импульсов на элементах D_1, C_1, C_2, O_4 . При этом триггер C_1, C_2 генератора опрокидывается и запирает выходной транзистор логического элемента с открытым коллектором D_1 , после чего начинается заряд емкости RC-цепи на инверсном входе компаратора O_4 . В момент равенства пилообразного напряжения и управляющего напряжения U_0 на входах компаратора, на его выходе появляется отрицательный перепад напряжения, который возвращает триггер C_1, C_2 в исходное состояние, при этом конденсатор $0,25 \text{ мкФ}$ RC-цепи быстро разряжается. Отрицательный перепад напряжения с выхода логического элемента C_2 через дифференцирующую цепочку запускает блок управляемой задержки /рис. 1,2/, выполненный по аналогичной схеме на элементах D_3, C_3, C_4, O_5 . При возвращении блока задержки в исходное состояние запускается одновибратор сдвига импульсов на угол $\pi/6$ радиан, выполненный на элементах E_1, E_2 и E_3 . Задним фронтом импульса этого одновибратора запускается одновибратор стробирования B_1, B_2 , опрашивающий схемы "И" на элементах N, P и W.

При этом длительность времени управляемой задержки задается входным напряжением, а одновибратор сдвига компенсирует сдвиг междуфазных напряжений выпрямителя по отношению к фазным напряжениям, поступающим на входы блока выделения импульсов с интервалами $\pi/3$ радиан. Поскольку в каждом из управляемых генераторов задержка выходного

импульса меняется в интервале от 0 до $\pi/3$ радиан, общее изменение задержки будет равно $2/3\pi$ радиан; при этой задержке добавляется постоянная задержка, составляющая $\pi/6$ радиан, создаваемая одновибратором сдвига.

Временные диаграммы для трех типичных случаев суммарной задержки показаны на рис. 3а,б,в.

Для распределения импульсов в отдельных каналах запуска тиристоров применены счетчики импульсов Q, инверторы L, дешифраторы N, P, W и схемы "И" на выходах N, P, W.

Существенным моментом правильной работы схемы является привязка к нулевому переходу первой фазы (R) трехфазного напряжения /точка В/. Привязка реализуется сбросом счетчика Q после окончания импульса стробирования, следующего за импульсом одновибратора сдвига, который, в свою очередь, вызван импульсом генератора сдвинутых импульсов, сработавших в интервале углов от $-\pi/3$ до 0 радиан относительно импульса привязки. Состояние счетчика Q переключается задним фронтом импульса строга, поэтому импульсы сброса должны иметь достаточную длительность, чтобы удержать счетчик Q в нулевом состоянии.

Сдвиг момента сброса определяется R-S триггерами A_2, A_3, F_2, F_3 и схемой F_1 , выполняющей функцию "ИЛИ" при отрицательных импульсах. Если в момент появления импульса сброса в точке В блок задержки и оба одновибратора находятся в исходном состоянии /этот случай соответствует суммарной задержке меньше $\pi/3$ радиан/, на выходе логического элемента F_1 будет низкий потенциал, который не позволяет опрокинуться триггеру A_2, A_3 . Отрицательный импульс привязки, поступающий на входы A_2 и F_2 , инвертируется элементом A_2 , дифференцируется и через инвертор A_4 сбрасывает задним фронтом счетчик Q.

Если суммарная задержка равна или больше $\pi/3$ радиан, импульс привязки появится при наличии импульса на выходе одновибратора сдвига, при этом триггер A_2, A_3 опрокинется импульсом привязки и сброса не произойдет. Поступающее с выхода схемы F_1 разрешающее напряжение на управляющем входе элемента A_3 сохраняется до окончания импульса строга. После окончания импульса строга триггер A_2, A_3 вернется в исходное состояние отрицательным потенциалом на выходе F_1 . Отрицательный перепад напряжения на выходе A_2 сбросит счетчик Q, который останется в нулевом состоянии до следующего импульса строга /рис. 3б/.

Когда суммарная задержка в генераторах пилообразного напряжения превышает $\pi/3$ радиан /рис. 3в/, при появлении импульса привязки сбросятся триггеры F_2, F_3 и A_2, A_3 и с вы-

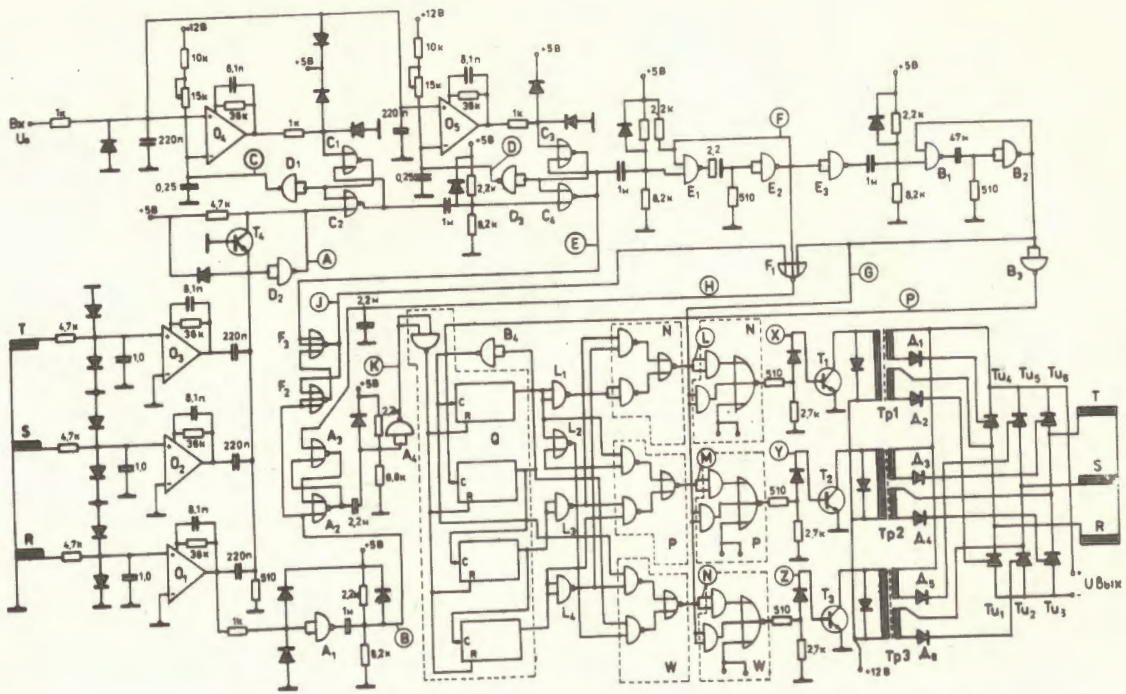


Рис.2. Принципиальная схема системы управления: $O_1 \div O_5$ - 1УТ402Б; А, В, Е, L - 1ЛБ553; F - 1ЛБ554; D - 1ЛБ558; Q - К155ИЕ5; N, P, W - 1ЛР551; T_1, T_2, T_3 - П701Б, T_4 - КТ312Б; $D_1 - D_6$ Д226, все остальные диоды - Д18; $Tu_1 \div Tu_6$ - например, КУ202Н.

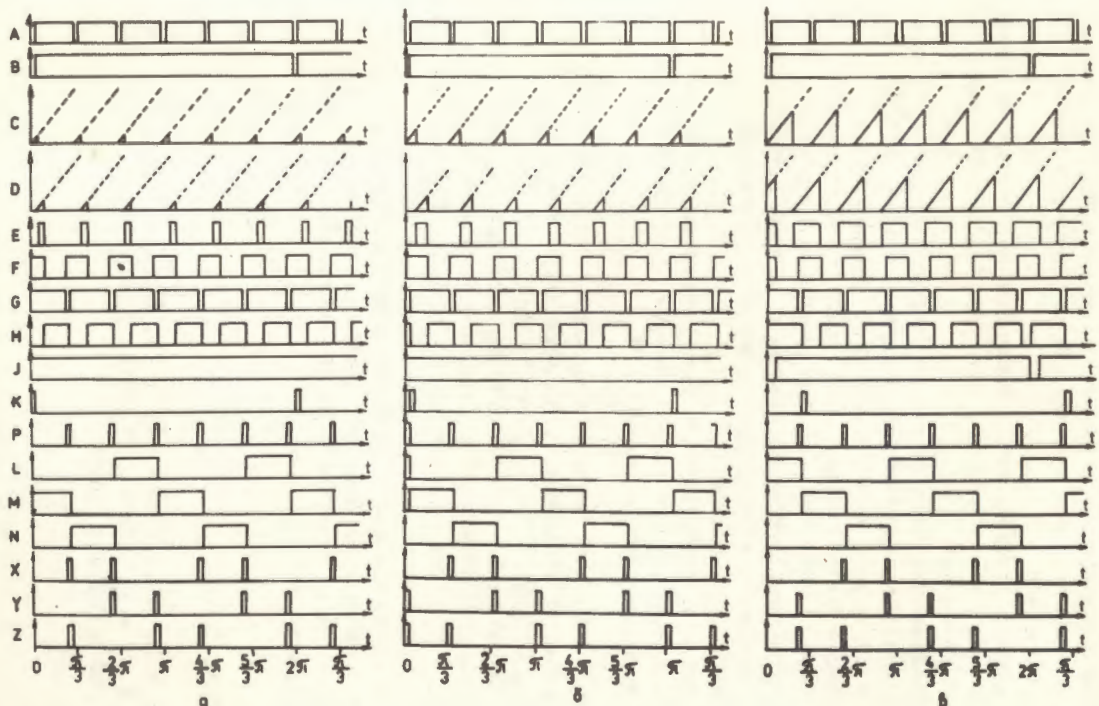


Рис.3. Временные диаграммы импульсов для трех случаев суммарной задержки генераторов пилообразного напряжения и одновибраторов сдвига: а - $0 \div \pi/3$ рад.; б, в - $\pi/3 - 2\pi/3$ рад. Буквенные обозначения соответствуют точкам, указанным на рис. 2.

хода F_3 на вход F_1 будет подан низкий потенциал. При возвращении блока задержки в исходное состояние триггер F_2 , F_3 также возвращается в исходное состояние, но высокий потенциал на управляющем входе A_3 останется, т.к. блок задержки при возвращении в исходное состояние запустит одновибратор сдвига.

При окончании стробирующего импульса потенциал на управляющем входе A_3 станет низким, триггер A_2, A_3 опрокинется и сбросит счетчик Q .

При необходимости регулировки в пределах от 0 до π радиан нужно заменить одновибратор сдвига вторым блоком управляемой задержки, исполненным по той же схеме, при этом вход блока задержки включают аналогичным образом, а на вход схемы "ИЛИ" - F_1 подают потенциал запрета с выхода $R-S$ -триггера, который связан с входом логического элемента с открытым коллектором. Сброс счетчика Q осуществляется аналогичным образом.

Для реализации необходимого временного распределения импульсов использован двоичный счетчик Q с коэффициентом деления 8 и логические схемы N, P, W .

Если входы компараторов, определяющих переходы через ноль фаз сетевого напряжения, подключить к междуфазным напряжениям, отпадает необходимость введения одновибратора задержки, при этом выход элемента C_3 управляемого блока задержки нужно подключить к одному входу элемента F_1 , выход элемента C_4 - к входу одновибратора строга B_1, B_4 . При этом отпадает необходимость в триггере F_2, F_3 , а элемент F_1 должен быть двухходовым. Однако при использовании этого варианта повышаются требования к входным цепям операционных усилителей и к симметрии управляющих обмоток трехфазного трансформатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Енчевич И.Б. и др. ОИЯИ, 13-9419, Дубна, 1975.
2. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, 13-9844, Дубна, 1976.
3. Патент США №3735241, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 апреля 1979 года.