



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1319199 A1

(51) 4 Н 02 М 7/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3815298/24-07

(22) 23.11.84

(46) 23.06.87. Бюл. № 23

(71) Белорусский политехнический институт

(72) Н.Н. Михеев и А.Р. Околов

(53) 621.316.727(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 660187, кл. Н 02 Р 13/16, 1979.

Электротехническая промышленность.  
Сер. "Преобразовательная техника",  
1983, № 6, с. 9-12.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ С ШУНТИРУЮЩИМ ВЕНТИ-  
ЛЕМ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления преобразователями постоянного тока. Целью изобретения является получение среднего выпрям-

ленного напряжения на нагрузке, независимого от формы напряжения питающей сети. В данном способе изменения режима работы нагрузки и изменения в напряжении питающей сети учитываются при формировании опорного напряжения и, следовательно, при определении угла открывания вентиля преобразователя. Формирование дополнительного опорного напряжения получают интегрированием фазного напряжения в отрицательной области на интервале с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания шунтирующего вентиля, сравнивают это напряжение с напряжением управления шунтирующим вентилем и формируют импульсы управления шунтирующим вентилем, что позволяет расширить функциональные возможности преобразователя. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.

(19) SU (11) 1319199 A1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления вентилями преобразователями постоянного тока с шунтирующими вентилями.

Целью изобретения является получение среднего выпрямленного напряжения на нагрузке, независимого от формы напряжения питающей сети и режима работы нагрузки, уменьшение потерь в нагрузке, расширение функциональных возможностей и повышение быстродействия работы преобразователя и упрощение технической реализации устройства, реализующего способ управления вентилями преобразователем с шунтирующим вентилем.

На фиг. 1 представлена схема устройства, реализующего способ управления однофазным вентильным преобразователем с шунтирующим вентилем; на фиг. 2 - блок выбора режимов устройства; на фиг. 3 - график, поясняющий работу блока задания напряжения управления вентилями преобразователя блока выбора режимов; на фиг. 4 - график, поясняющий работу блока задания напряжения управления шунтирующим вентилем; на фиг. 5 - линейные диаграммы, поясняющие способ и работу устройства, предупреждающего управление вентилями преобразователем с шунтирующим вентилем.

Вход блока 1 синхронизирующих сигналов соединен с клеммой сетевого питающего напряжения, а выход - с входом формирователя 2 синхронизирующих импульсов, неинвертирующие входы интеграторов 3 и 4 соединены с клеммой сетевого питающего напряжения, а неинвертирующий вход интегратора 5 - с датчиком противо-ЭДС нагрузки, ключи сброса интеграторов 6-8 подключены на соответствующие входы интеграторов 3-5, а входы управления ключей сброса интеграторов 6-8 соответственно соединены с выходами блока 1 синхронизирующих сигналов, формирователя 2 синхронизирующих импульсов и датчика тока, одна клемма управляющего ключа 9 соединена с неинвертирующим входом интегратора 4, а вторая - с нулевой шиной, выходы интеграторов 3-5 соединены соответственно с первым и вторым входами суммирующего устройства 10, четвертый вход которого соединен с выходом блока 11 определения фаз-

ного выпрямленного напряжения за положительный полупериод, а выход - с входом сравнения компаратора 12, вход сравнения компаратора 13 соединен с выходом интегратора 4, а опорные входы компараторов 12 и 13 - соответственно с первым и вторым выходами блока 14 выбора режимов, вход которого соединен с источником напряжения управления, выход компаратора 12 через формирователь 15 импульсов управления соединен с управляющим входом вентиля преобразователя, а выход компаратора 13 - с входом управления управляющего ключа 9 и входом формирователя 16 импульсов управления, выход которого соединен с управляющим входом шунтирующего вентиля.

Источник задания напряжения ограничения максимального угла открывания вентиля преобразователя через диод 17, включенный в прямом направлении, соединен с первым входом сумматора 18, второй вход которого через диод 19, включенный в прямом направлении, и диод 20, включенный в обратном направлении, соединен с источником напряжения управления и является входом блока 14 выбора режимов, а выход сумматора 18 является первым выходом блока 14 выбора режимов и через диод 21, включенный в прямом направлении, и стабилитрон 22, включенный в обратном направлении, соединен с нулевой шиной. Катоды диодов 23 и 24 соединены соответственно с источником задания напряжения ограничения минимального шунтирующего вентиля и источником задания напряжения управления, а аноды объединены в общую точку и через резистор 25 соединены с вторым выходом блока 14 выбора режимов и анодом стабилитрона 26, катод которого соединен с нулевой шиной.

На фиг. 3 и 4  $U_y$  - напряжение управления;  $U_{yвп}$  - напряжение управления вентилями преобразователя;  $U_{ушв}$  - напряжение управления шунтирующим вентилем;  $U_{макс вп}$  и  $U_{мин вп}$  - напряжения ограничения максимального и минимального углов открывания вентиля преобразователя соответственно;  $U_{мин шв}$  и  $U_{макс шв}$  - напряжения ограничения минимального и максимального углов открывания шунтирующего вентиля соответственно.

На фиг. 5  $U$  - сетевое питающее напряжение;  $U_g$  - выпрямленное напряжение;  $a$  - синхронизирующие сигналы;  $I_c$  - синхронизирующие импульсы;  $U_{оп1}$  - опорное напряжение;  $U_{оп2}$  - дополнительное опорное напряжение;  $U_e$  - напряжение на выходе дополнительного интегратора;  $U_y$  - напряжение управления;  $U_{мин шв}$  - напряжение ограничения минимального угла открывания шунтирующего вентиля;  $U_{макс вл}$  - напряжение ограничения максимального угла открывания вентиля преобразователя;  $U_{до}$  - фазное выпрямленное напряжение за положительный период;  $H_{вл}$  и  $H_{шв}$  - сигналы на выходах первого и второго интегратора соответственно;  $I_{вл}$  и  $I_{шв}$  - импульсы управления вентилем преобразователя и шунтирующим вентилем.

Устройство работает следующим образом.

Сетевое питающее напряжение поступает на неинвертирующие входы интеграторов 3 и 4. Синхронизирующий импульс  $I_c$  с выхода формирователя 2 синхронизирующих импульсов поступает на вход управления ключа сброса интегратора 7, сбрасывая интегратор и подготавливая его к работе. После исчезновения синхронизирующего импульса  $I_c$  ключ сброса интегратора 7 размыкается и начинается интегрирование на этом интеграторе сетевого питающего напряжения. Полученное в результате интегрирования напряжение  $U_{оп2}$  сравнивается на компараторе 13 с напряжением управления шунтирующим вентилем  $U_{шв}$  и в момент равенства этих напряжений формируется управляющий сигнал  $I_{шв}$ , который вызывает замыкание управляющего ключа интегратора 7, по переднему фронту этого сигнала формируется с помощью формирователя 16 импульсов импульс управления шунтирующим вентилем  $I_{шв}$ . Напряжение с выхода интегратора 4 поступает одновременно и на третий вход суммирующего устройства 10, где суммируется с фазным выпрямленным напряжением за положительный полупериод  $U_{до}$ , которое поступает на четвертый вход суммирующего устройства 10. До этого момента ключ сброса интегратора 6 замкнут синхронизирующим сигналом  $a$ , поступающим с выхода блока 1 синхронизирующих сигналов, и интегрирования сетевого питающего напряжения  $U$  не про-

исходит, напряжение на выходе интегратора 3 - ноль. При исчезновении синхронизирующего сигнала ключ сброса интегратора 6 замыкается, и на выходе интегратора появляется напряжение, которое поступает на первый отрицательный вход суммирующего устройства 10, где вычитается из уже имеющегося напряжения. При погасании тока нагрузки ключ сброса интегратора 8 размыкается, происходит интегрирование противо-ЭДС нагрузки на интеграторе 5, напряжение с выхода интегратора 5  $U_e$  поступает на второй вход суммирующего устройства 10, напряжение с выхода которого  $U_{оп2}$  сравнивается на компараторе 12 с напряжением управления вентилем преобразователя  $U_{вл}$ , и в момент равенства этих напряжений с помощью формирователя 15 импульсов управления формируется импульс управления вентилем преобразователя  $U_{вл}$ .

Блок 14 выбора режимов (фиг. 3 и 4) работает следующим образом.

При  $U_y > 0$  напряжение на первом выходе блока 14 выбора режимов  $U_{вл} = U_y$ , если  $U_{макс вл} < U_y < U_{мин вл}$ , если  $U_y < U_{макс вл}$ , то  $U_{вл} = U_{макс вл}$  и  $U_y = U_{мин вл}$ , если  $U_y > U_{мин вл}$ , последнее равенство выполняется с помощью стабилизатора 22; напряжение на втором выходе блока 14 выбора режимов  $U_{шв} = U_{мин шв}$  при  $U_y < 0$ , напряжение на первом выходе блока выбора режимов  $U_{вл}$  определяется как сумма напряжения управления  $U_y$  и напряжения ограничения максимального угла открывания вентиля преобразователя  $U_{макс вл}$ , при таком задании напряжения управления вентилем преобразователя обеспечивается открывание вентиля преобразователя с максимальным постоянным углом открывания; напряжение на втором выходе блока 14 выбора режимов  $U_{шв} = U_{мин шв}$ , если  $U_y > U_{мин шв}$ ;  $U_{шв} = U_y$ , если  $U_{макс шв} < U_y < U_{мин шв}$ ,  $U_{шв} = U_{макс шв}$ , если  $U_y > U_{макс шв}$ , последнее равенство обеспечивается с помощью стабилизатора 26.

Опорное напряжение (фиг. 5) в режиме прерывистых токов  $U_{оп3}$  формируют как сумму фазного выпрямленного напряжения за положительный полупериод  $U_{до}$ , сигнала, пропорционального разности напряжений, прикладываемых к нагрузке в режимах прерывистого и непрерывного токов  $U_c$ , получаемого интегрированием на интервале бестоко-

вой паузы противо-ЭДС нагрузки, и сигнала, пропорционального разности интегралов фазного напряжения в отрицательной области на интервале с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания шунтирующего вентиля и фазного напряжения в положительной области с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания вентиля преобразователя; сравнивают опорное напряжение  $U_{оп3}$  с напряжением управления вентилем преобразователя  $U_{увп}$  и в момент равенства этих напряжений формируют импульс управления вентилем преобразователя  $U_{фп}$ .

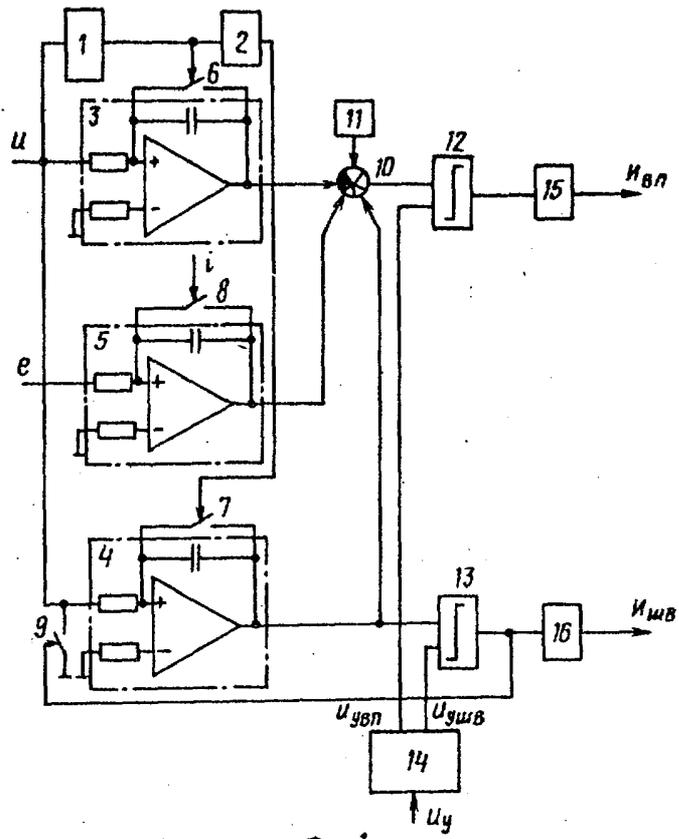
Таким образом, изменения режима работы нагрузки и изменения в напряжении питающей сети учитываются при формировании опорного напряжения и, следовательно, при определении угла открывания вентиля преобразователя, а среднее выпрямленное напряжение нагрузки поддерживается постоянным при неизменном напряжении управления. Дополнительное опорное напряжение  $U_{оп2}$  получают интегрированием фазного напряжения в отрицательной области на интервале с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания шунтирующего вентиля, сравнивают это напряжение с напряжением управления шунтирующим вентилем  $U_{ушв}$  и в момент равенства этих напряжений формируют импульс управления шунтирующим вентилем  $U_{шв}$ . Таким образом, использование второго канала управления - канала шунтирующего вентиля позволяет расширить функциональные возможности преобразователя, а управление вентилем преобразователя и шунтирующим вентилем в соответствии с алгоритмом управления, реализуемым блоком 14 выбора режимов, позволяет уменьшить потери в нагрузке и повысить быстродействие преобразователя.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

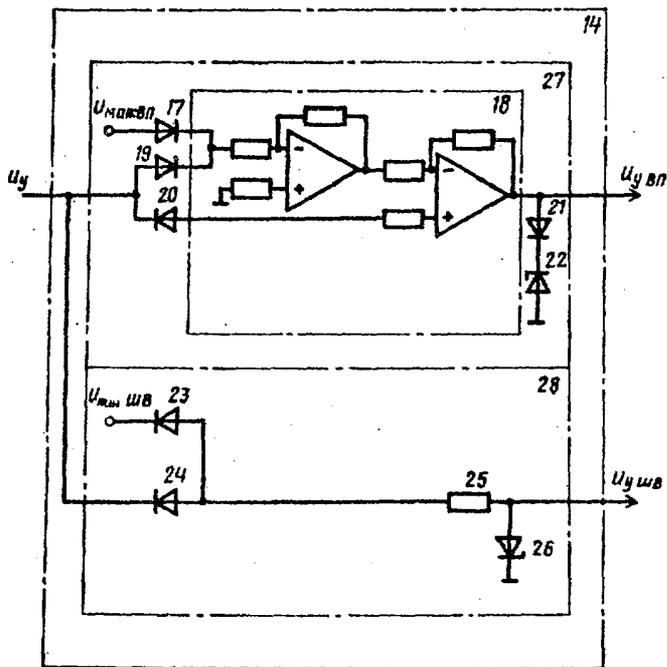
1. Способ управления вентильным преобразователем с шунтирующим вентилем, заключающийся в том, что в режиме прерывистых токов формируют сигнал, пропорциональный разности напряжений, прикладываемых к нагрузке в режимах прерывистого и непрерывного токов, формируют опорное напряжение, сравнивают его с напряжением уп-

равления вентилем преобразователя и в момент равенства этих напряжений вырабатывают импульс управления вентилем преобразователя, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью получения среднего выпрямленного напряжения на нагрузке, независимого от формы напряжения питающей сети и режима работы нагрузки, опорное напряжение формируют как сумму фазного выпрямленного напряжения за положительный полупериод, сигнала, пропорционального разности напряжений, прикладываемых к нагрузке в режимах прерывистого и непрерывного токов и сигнала, пропорционального разности интегралов фазного напряжения в отрицательной области на интервале с момента прохождения напряжения через ноль и до момента открывания шунтирующего вентиля и фазного напряжения в положительной области с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания вентиля преобразователя, причем сигнал, пропорциональный разности напряжений, прикладываемых к нагрузке в режимах прерывистого и непрерывного токов, формируют интегрированием на интервале бестоковой паузы противо-ЭДС нагрузки.

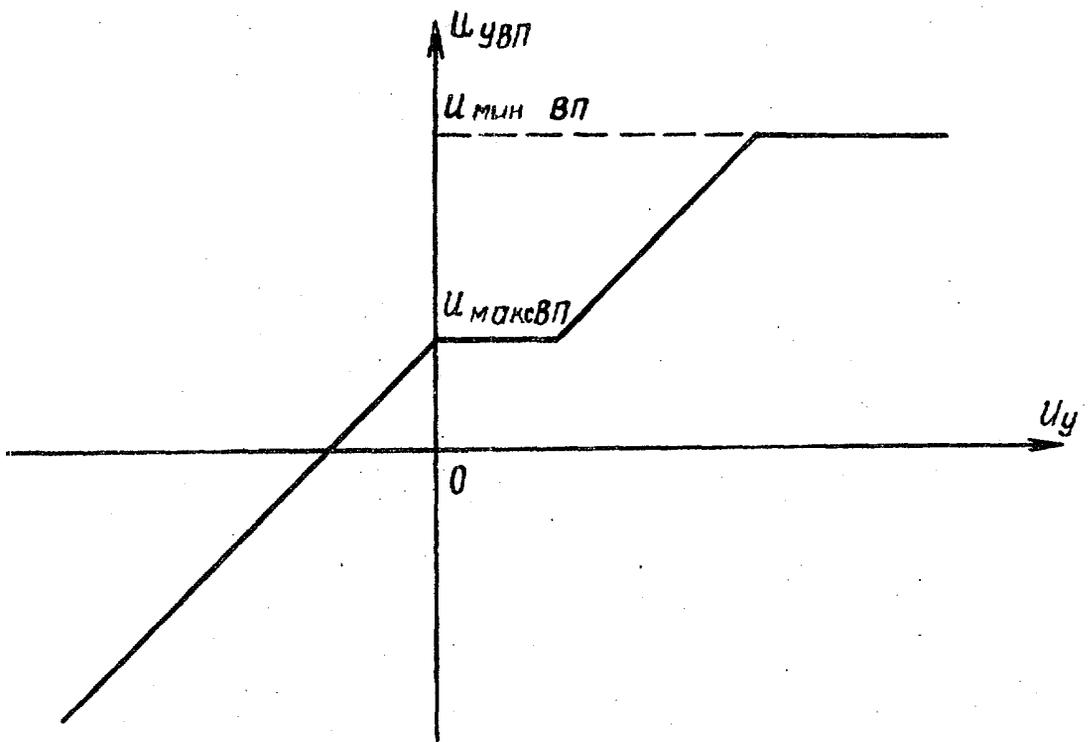
2. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью уменьшения потерь в нагрузке и повышения быстродействия преобразователя, формируют дополнительное опорное напряжение интегрированием фазного напряжения в отрицательной области на интервале с момента прохождения этого напряжения через ноль и до момента открывания шунтирующего вентиля, сравнивают это напряжение с напряжением управления шунтирующим вентилем и в момент равенства этих напряжений формируют импульс управления шунтирующим вентилем, причем напряжение управления вентилем преобразователя определяется как  $U_{увп} = U_y$ , если  $U_{макс вп} < U_y < U_{мин вп}$ ,  $U_{увп} = U_{мин вп}$ , если  $U_y > U_{мин вп}$ ;  $U_{увп} = U_{макс}$ , если  $0 < U_y < U_{макс}$ ,  $U_{увп} = U_{макс вп} + U_y$ , если  $U_y < 0$ , а напряжение управления шунтирующим вентилем как  $U_{ушв} = U_{мин шв}$ , если  $U_y > U_{мин шв}$ ,  $U_{ушв} = U_y$ , если  $U_{макс шв} < U_y < U_{мин}$ ;  $U_{ушв} = U_{макс шв}$ , если  $U_y < U_{макс шв}$ , где  $U_{мин вп}$ ,  $U_{мин шв}$ ,  $U_{макс вп}$ ,  $U_{макс шв}$  - напряжения ограничения минимальных и максимальных углов открывания вентиля преобразователя и шунтирующего вентиля.



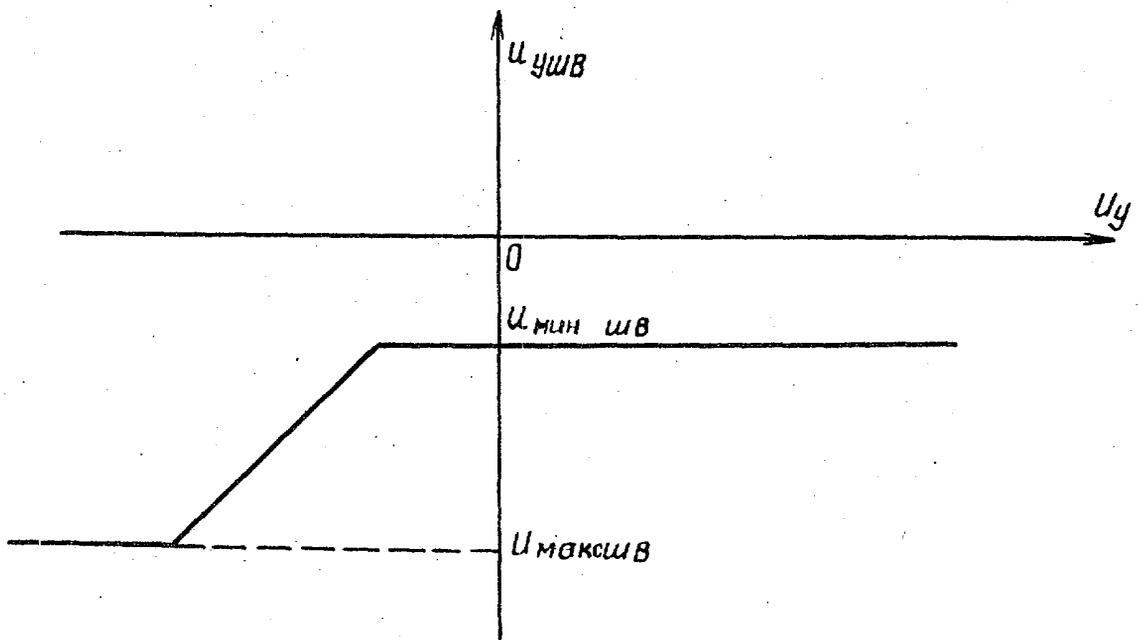
Фиг.1



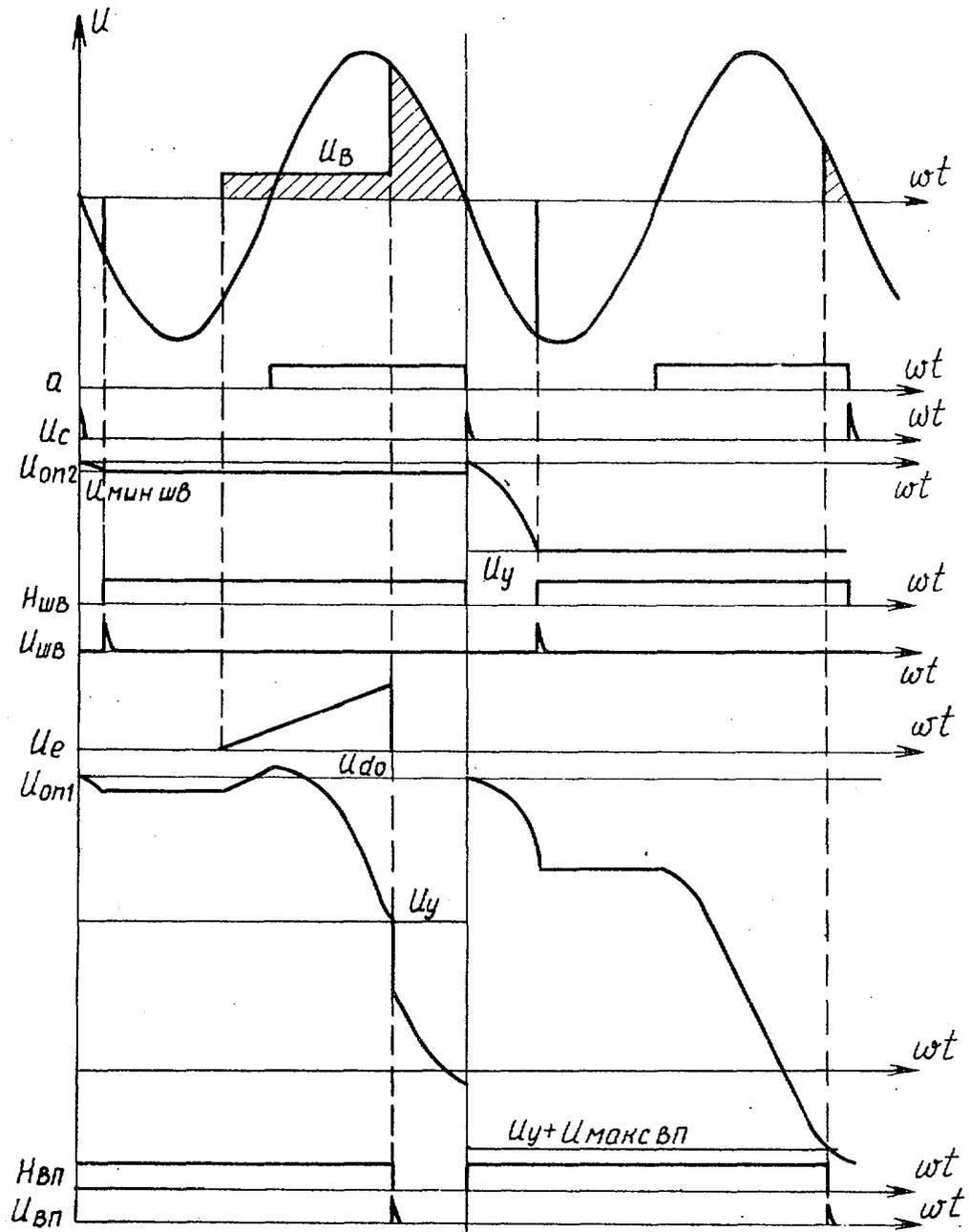
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг. 5

Составитель А. Придатков  
 Редактор И. Шулла      Техред Н. Глуценко      Корректор Л. Патай

Заказ 2525/52      Тираж 660      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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