



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4208452/24-07

(22) 12.03.87

(46) 23.10.88, Бюл. № 39

(71) Научно-исследовательский электро-
технический институт Производственно-
го объединения "ХЭМЗ"

(72) А.Ю.Бару, В.П.Богатырев
и И.И.Эпштейн

(53) 62-83:621.313.333.072.9(088.8)

(56) Кривицкий С.О., Эпштейн Н.Н.

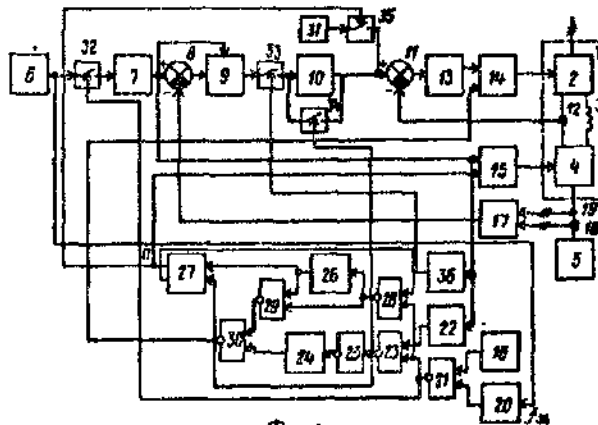
Динамика частотно-регулируемых элект-
троприводов с автономными инверторами.
М.: Энергия, 1970, с.118.

Авторское свидетельство СССР
№ 987772, кл. Н 02 Р 7/42, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТ-
РОПРИВОДОМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Изобретение относится к электро-
технике и может быть использовано в
механизмах, требующих обеспечения эф-
фективного реверса направления вра-
щения. Целью изобретения является по-
вышение быстродействия при реверсиро-
вании направления вращения и повыше-

ние надежности за счет исключения
бросков тока. В устройство для управ-
ления электроприводом переменного то-
ка введены блок 20 определения ми-
нимальной частоты рабочего диапазона
регулирования, логические элементы
И-НЕ 21, 23, 28, 29, 30, логический
элемент НЕ 25, блок 22 определения
низкой частоты на выходе задатчика 7
интенсивности, блок 24 формирования
длительности протекания тока динами-
ческого торможения, блок 26 задержки
снятия сеточной защиты при пуске, триг-
гер 27 сигнала "Пуск", задатчик 31
тока динамического торможения, ключе-
вые элементы 32-35 и блок 36 опре-
деления минимальной частоты рабочего
диапазона на выходе задатчика 7.
Вход блока 20 соединен с выходом бло-
ка 6 задания частоты, а входы блоков
36 и 32 - с выходом задатчика 7, сое-
диненный с одним входом системы 15,
управления инвертором 4 преобразова-
теля частоты 1 асинхронного двигате-
ля 5. 4 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к электро-
технике, в частности к системам авто-
матического управления частотно-ре-
гулируемыми электроприводами, выпол-
ненными на основе группы асинхронных
короткозамкнутых двигателей и тири-
сторного преобразователя частоты с ав-
тономным инвертором тока, и может
быть использовано в механизмах, тре-
бующих обеспечения эффективного ре-
верса направления вращения.

Цель изобретения - повышение быст-
родействия при реверсировании направ-
ления вращения и повышение надежност-
и электропривода за счет исключения
бросков тока.

На фиг.1 представлена структурная
схема устройства для управления элект-
роприводом переменного тока; на фиг.2 -
схема блока определения минимальной
частоты рабочего диапазона регулиро-
вания и блока определения минимальной
частоты рабочего диапазона на выходе
датчика интенсивности; на фиг.3 -
схема блока определения низкой частот-
ы на выходе датчика интенсивности; на
фиг.4 - структурная схема блока
формирования длительности протекания
тока динамического торможения и блока
задержки снятия сеточной защиты при
пуске.

Устройство для управления электро-
приводом переменного тока содержит
(фиг.1) преобразователь 1 частоты, со-
ставленный из последовательно соеди-
ненных управляемого выпрямителя 2,
дросселя 3 и автономного инвертора 4
тока, причем выходы преобразователя 1
частоты предназначены для подключения
к группе асинхронных короткозамкнутых
двигателей 5, блок 6 задания частоты,
датчик 7 интенсивности, выход кото-
рого подключен к первому входу перво-
го блока 8 суммирования, блок 9 деле-
ния, вход для делителя которого под-
ключен к выходу первого блока 8 сум-
мирования, а вход для делителя - к
первому входу последнего, регулятор
10 ЭДС, второй блок 11 суммирования,
второй вход которого соединен с выхо-
дом датчика 12 тока преобразователя,
а выход - с входом регулятора 13 то-
ка, при этом выход последнего подклю-
чен к первому входу системы 14 управ-
ления выпрямителя, выходы которой
соединены с управляющими входами вы-
прямителя 2, систему 15 управления
инвертором, первый вход которой сое-

динен с выходом датчика 7 интенсив-
ности, а выходы - с управляющими вхо-
дами автономного инвертора 4 тока,
командоаппарат 16 включения привода,
датчик 17 ЭДС, входы которого соеди-
нены с выходами датчика 18 и 19 соот-
ветственно тока и напряжения двига-
теля, а выход - с вторым входом перво-
го блока 8 суммирования, блок 20 оп-
ределения минимальной частоты рабоче-
го диапазона регулирования, вход ко-
торого подключен к выходу блока 6 за-
дания частоты, первый логический эле-
мент И-НЕ 21, первый вход которого
подключен к выходу командоаппарата 16
включения привода, а второй вход - к
выходу блока 20 определения номиналь-
ной частоты рабочего диапазона регули-
рования, блок 22 определения низкой
частоты на выходе датчика интенсив-
ности, вход которого подключен к вы-
ходу датчика 7 интенсивности, вто-
рой логический элемент И-НЕ 23, пер-
вый вход которого подключен к выходу
блока 22 определения низкой частоты
на выходе датчика интенсивности,
а второй вход - к выходу первого ло-
гического элемента И-НЕ 21, блок 24
формирования длительности протекания
тока динамического торможения, к вхо-
ду которого через логический элемент
И-НЕ 25 подключен выход второго логи-
ческого элемента И-НЕ 23, блок 26 за-
держки снятия сеточной защиты при
пуске, триггер 27 сигнала "Пуск", тре-
тий 28, четвертый 29 и пятый 30 логи-
ческие элементы И-НЕ, причем первый
вход третьего логического элемента
И-НЕ 28 соединен с вторым выходом
триггера 27 сигнала "Пуск", второй
вход - с выходом первого логического
элемента И-НЕ 21, а выход - с вторым
входом четвертого логического элемен-
та И-НЕ 29 и с входом блока 26 задерж-
ки снятия сеточной защиты при пуске,
выход которого соединен с первым вхо-
дом четвертого логического элемента
И-НЕ 29 и с первым входом триггера 27
сигнала "Пуск", второй вход последне-
го соединен с выходом второго логичес-
кого элемента И-НЕ 23, а выход четвер-
того логического элемента И-НЕ 29 сое-
динен с первым входом пятого логичес-
кого элемента И-НЕ 30, второй вход ко-
торого соединен с выходом блока 24
формирования длительности протекания
тока динамического торможения, а вы-
ход - с вторым входом системы 14 уп-

равления выпрямителем, блок 31 задания
 тока динамического торможения, пер-
 вый 32, второй 33, третий 34 и четвер-
 тый 35 ключевые элементы и блок 36 оп-
 деления минимальной частоты рабоче-
 го диапазона на выходе задатчика ин-
 тенсивности, подключенной входом к вы-
 хodu задатчика 7 интенсивности, при-
 чем первый ключевой элемент 32 подклю-
 чен входом к выходу блока 6 задания
 частоты, выходом - к входу задатчика 7
 интенсивности, а управляющим входом -
 к выходу первого логического элемента
 И-НЕ 21, второй ключевой элемент 33
 подключен входом к выходу блока 9 де-
 ления, выходом - к входу регулятора 10
 ЭДС, а управляющим входом - к выходу
 блока 36 определения минимальной час-
 тоты рабочего диапазона на выходе за-
 датчика интенсивности, третий ключе-
 вой элемент 34 подключен входом к вхо-
 ду регулятора 10 ЭДС, выходом - к вы-
 хodu регулятора 10 ЭДС, а управляющим
 входом - к выходу второго логического
 элемента И-НЕ 23, четвертый ключевой
 элемент 35 подключен входом к выходу
 блока 31 задания тока динамического
 торможения, выходом - к первому вхо-
 ду второго блока 11 суммирования, а
 управляющим входом - к первому выхо-
 ду триггера 27 сигнала "Пуск", к ко-
 торому также подключен второй вход
 системы 15 управления инвертором.

Блок 6 задания частоты и блок 31
 задания тока динамического торможе-
 ния могут быть выполнены, например,
 в виде потенциометров, подключенных
 к источнику постоянного напряжения.

Регулятор 10 ЭДС и регулятор 13
 тока представляют собой пропорцио-
 нально-интегральные регуляторы, вы-
 полненные на операционных усилителях.

Задатчик 7 интенсивности представ-
 ляет собой интегратор, охваченный
 отрицательной обратной связью, выпол-
 ненный на операционном усилителе.

Датчик 12 тока преобразователя
 представляет собой шунт постоянного
 тока. Датчики 18 тока и 19 напряжения
 двигателя представляют собой соот-
 ветственно трансформаторы тока и трех-
 фазный трансформатор напряжения.

Датчик 17 ЭДС содержит три фазных
 суммирующих усилителя, выходы кото-
 рых подключены к блоку выпрямления,
 выход которого является выходом дат-
 чика ЭДС. При этом на вход каждого
 фазного суммирующего усилителя посту-

пают сигналы фазного напряжения с
 датчика напряжения двигателя, фазно-
 го тока с датчика тока двигателя и
 производной фазного тока, а на выхо-
 де усилителя формируется сигнал фа-
 зовой ЭДС.

Командоаппарат 25 включения при-
 вода представляет собой, например,
 переключатель, подсоединяемый через
 резистор к источнику напряжения.

Триггер 27 сигнала пуска собран
 из двух логических элементов И-НЕ.

Блок 20 определения минимальной
 частоты рабочего диапазона регулиро-
 вания и блок 36 определения минималь-
 ной частоты рабочего диапазона на вы-
 хode задатчика интенсивности содер-
 жит (фиг. 2) последовательно соеди-
 ненные устройство 37 выпрямления,
 выполненное на операционном усилителе
 и диодах, и нуль-индикатор 38 на опе-
 рационном усилителе, уставка срабаты-
 вания которого соответствует мини-
 мальной частоте рабочего диапазона
 регулирования $f = (2-3)$ Гц.

Блок 22 определения низкой частоты
 на выходе задатчика интенсивности со-
 держит (фиг. 3) нуль-индикаторы 39
 и 40, выполненные на операционных уси-
 лителях и переключающиеся при дости-
 жении уровня $f_{3и} < (0,4-0,5)$ Гц соот-
 ветственно в отрицательном и положи-
 тельном диапазоне частот, логический
 элемент И-НЕ 41 и логический элемент
 НЕ 42, причем вход блока 22 соединен
 с неинвертирующим входом нуль-индика-
 тора 39 и инвертирующим входом нуль-
 индикатора 40, выходы которых через
 резисторы подключены соответственно
 к первому и второму входам логичес-
 кого элемента И-НЕ 41, выход которого
 через логический элемент НЕ 42 под-
 ключен к выходу блока 22.

Блок 24 формирования длительности
 протекания тока динамического тормо-
 жения и блок 26 задержки снятия се-
 точной защиты при пуске содержат
 (фиг. 4) последовательно соединенные
 схему 43 задержки, выполненную на по-
 левых ключах и RC-цепях, и логичес-
 кий элемент НЕ 44.

Устройство для управления электро-
 приводом переменного тока работает
 следующим образом.

Рассмотрим работу устройства при
 реверсе. Если частота на выходе за-
 датчика интенсивности становится мень-

ше $f_{\text{мин}} = (2-3)$ Гц, размыкается второй ключевой элемент 33 на входе регулятора 10 ЭДС и сигнал на его выходе, поступающий на вход регулятора 13 тока, фиксируется на время прохождения зоны реверса от 2-3 до (-2)-(-3) Гц. После того, как частота на выходе задатчика интенсивности становится больше (2-3) Гц, в отрицательном диапазоне частот схема возвращается в исходное состояние, существовавшее до реверса.

Рассмотрим работу устройства при останове. При размыкании ключа командоаппарата 16 на выходе логического элемента И-НЕ 21 появляется сигнал логической единицы и размыкается первый ключевой элемент 32. После спада частоты на выходе задатчика 7 интенсивности до уровня (2-3) Гц размыкается второй ключевой элемент 33. Через некоторое время частота на выходе задатчика 7 интенсивности падает до уровня низкой частоты (0,4-0,5) Гц и на первом входе второго логического элемента И-НЕ 23 появляется сигнал логической единицы, а так как логическая единица продолжает оставаться и на втором входе, то на его выходе появляется сигнал логического нуля. Перебрасывается триггер 27 сигнала "Пуск" и на его выходе появляется сигнал $\Pi=0$. При этом на вход регулятора 13 тока с выхода блока 31 поступает сигнал динамического торможения, а в системе 15 управления инвертором блокируется задающий генератор и "залипает" в произвольном состоянии пересчетное кольцо, обеспечивая постоянное протекание тока динамического торможения через две фазы инвертора и двигателя.

Одновременно в блоке 24 начинается отсчет времени динамического торможения, по окончании которого на втором входе логического элемента И-НЕ 30 появляется сигнал логического нуля, а на выходе - сигнал логической единицы, поступающий на второй вход системы 14 управления выпрямителем и накладывающий сеточную защиту (гашение тока). Кроме того, сразу после появления логического нуля на выходе второго логического элемента И-НЕ 23 замыкается третий ключевой элемент 34 и обнуляется выход регулятора 10 ЭДС, что при новом пуске и подключении последнего к регуля-

ру 13 тока позволит избежать бросков тока. Если для динамичного привода необходимо обеспечить пуск сразу после останова (т.е. когда интегрирующий конденсатор ПИ-регулятора 13 тока не успел разрядиться после наложения сеточной защиты), должна быть обеспечена задержка снятия сигнала сеточной защиты при пуске, что осуществляется в блоке 26. При замыкании ключа командоаппарата 16 и наличия частоты на выходе блока 6 задания частоты $f > (2-3)$ Гц на втором входе пятого логического элемента И-НЕ 30 сигнал логической единицы появляется сразу, а на первом входе - через некоторое время, определяемое блоком 26 задержки. В результате сеточная защита с выпрямителя снимается с некоторой задержкой, в течение которой регулятор 13 тока неинтегрирует на выходе сигнал, соответствующий полностью открытому выпрямителю 2, что необходимо для обеспечения начального заряда коммутирующих конденсаторов автономного инвертора 4 тока.

Таким образом, введение в устройство для управления электроприводом переменного тока блоков, реализующих эффективный реверс направления вращения, повышает быстродействие и на этой основе позволяет повысить производительность механизма, а введение ключевого элемента, шунтирующего регулятор ЭДС и обнуляющего сигнал на его выходе при останове привода, позволяет исключить броски тока и повысить надежность системы.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для управления электроприводом переменного тока, содержащее преобразователь частоты, составленный из последовательно соединенных управляемого выпрямителя, дросселя и автономного инвертора тока с выходом для подключения к группе асинхронных короткозамкнутых двигателей, блок задания частоты, задатчик интенсивности, выход которого подключен к первому входу первого блока суммирования, блок деления, вход делимого которого подключен к выходу блока суммирования, а вход делителя - к первому входу первого блока суммирования, регулятор ЭДС, выход которого подключен к

первому входу второго блока суммирования, второй вход которого соединен с выходом датчика тока преобразователя, а выход - с входом регулятора тока, выходом подключенного к первому входу первой системы управления, выходы которой соединены с управляющими входами выпрямителя, вторую систему управления, первый вход которой соединен с выходом задатчика интенсивности, а выходы - с управляющими входами автономного инвертора тока, командоаппарат включения привода, датчик ЭДС, входы которого соединены с выходами датчиков тока и напряжения двигателя, а выход - с вторым входом первого блока суммирования, о т л и ч а ю щ е с я тем, что, с целью повышения быстродействия при реверсировании направления вращения и повышения надежности за счет исключения бросков тока, введены блок определения минимальной частоты рабочего диапазона регулирования, первый, второй, третий, четвертый и пятый логические элементы И-НЕ, логический элемент НЕ, блок определения низкой частоты на выходе задатчика интенсивности, блок формирования длительности протекания тока динамического торможения, блок задержки снятия сеточной защиты при пуске, триггер сигнала "Пуск", задатчик тока динамического торможения, первый, второй, третий, четвертый ключевые элементы и блок определения минимальной частоты рабочего диапазона на выходе задатчика интенсивности, а системы управления выпрямителем и инвертором снабжены вторыми входами, при этом вход блока определения минимальной частоты рабочего диапазона регулирования подключен к выходу блока задания частоты, а выход - к второму входу первого логического элемента И-НЕ, первый вход которого подключен к выходу командоаппарата включения привода, а выход - к управляющему входу первого ключевого элемента, включенного между выходом блока задания частоты и входом задатчика интенсивности, и к

вторым входам второго и третьего логических элементов И-НЕ, вход блока определения низкой частоты на выходе задатчика интенсивности подключен к выходу задатчика интенсивности и к входу блока определения минимальной частоты рабочего диапазона на выходе задатчика интенсивности, а выход указанного блока подключен к управляющему входу второго ключевого элемента, включенного между выходом блока деления и входом регулятора ЭДС, вход блока формирования динамического торможения через логический элемент НЕ подключен к выходу второго логического элемента И-НЕ, а выход - к второму входу пятого логического элемента И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом четвертого логического элемента И-НЕ, а выход - с вторым входом системы управления выпрямителем, вход блока задержки снятия сеточной защиты при пуске соединен с выходом третьего логического элемента И-НЕ и с вторым входом четвертого логического элемента И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом блока задержки снятия сеточной защиты при пуске и с первым входом триггера сигнала "Пуск", второй вход которого соединен с выходом второго логического элемента И-НЕ, первый выход триггера сигнала "Пуск" подключен к управляющему входу четвертого ключевого элемента, включенного между выходом блока задания тока динамического торможения и первым входом второго блока суммирования, и к второму входу системы управления инвертором, а второй выход триггера сигнала "Пуск" соединен с первым входом третьего логического элемента И-НЕ, выход блока определения низкой частоты на выходе задатчика интенсивности подключен к первому входу второго логического элемента И-НЕ, выход которого соединен с управляющим входом третьего ключевого элемента, подключенного входом к входу регулятора ЭДС, выходом - к выходу регулятора ЭДС.

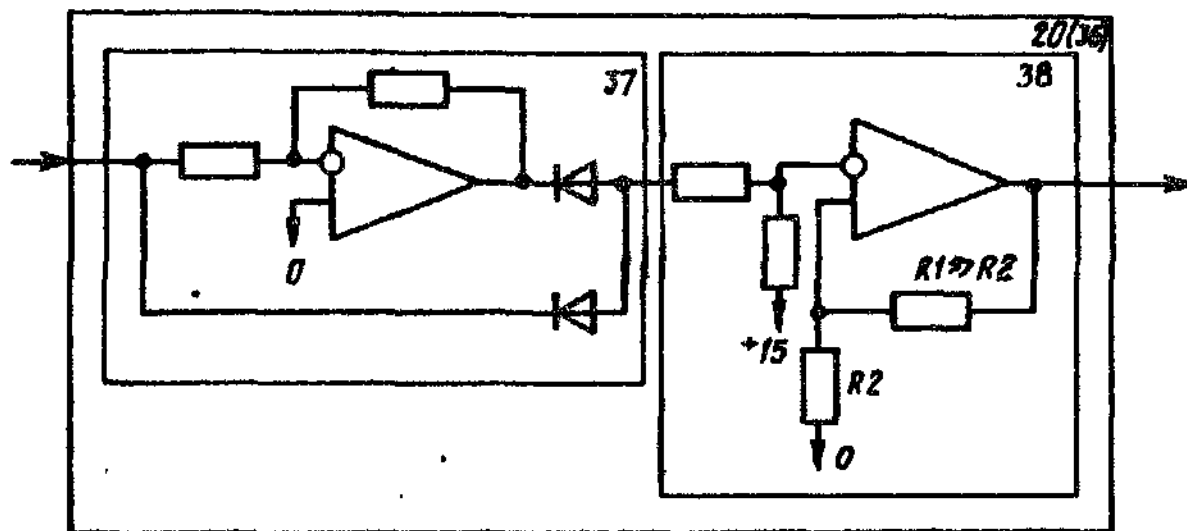


Fig. 2

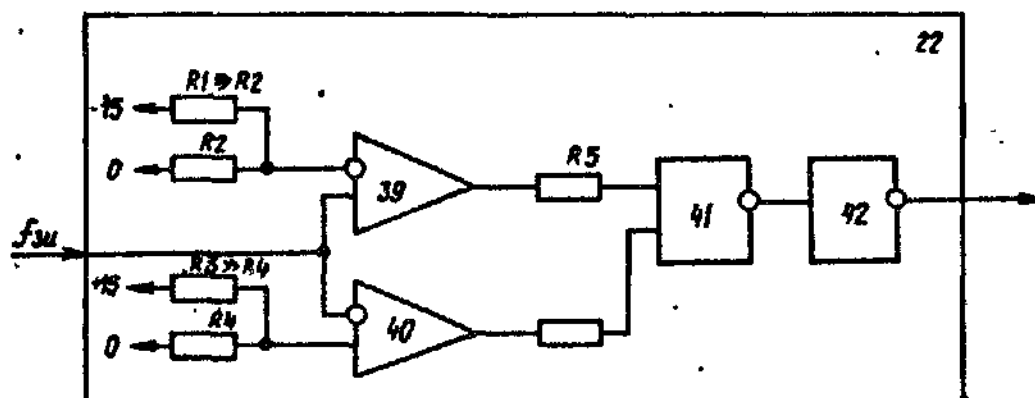
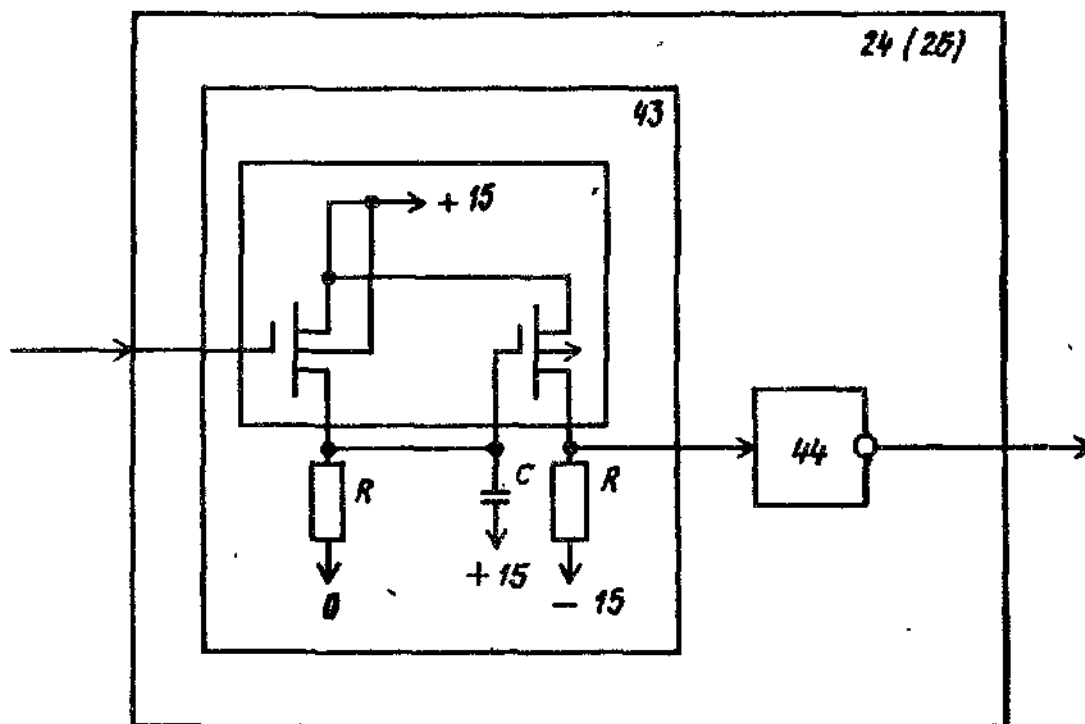


Fig. 3



Фиг. 4

Редактор С.Пекарь	Составитель В.Тарасов Техред М.Дидьк	Корректор Г.Решетник
Заказ 5459/51	Тираж 584	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

