



УКРАЇНА

(19)

12682 «3, С1

(5i)5 Н 02 К 29/14

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗМІННОГО СТРУМУ

1

(20)94321896,25.05.93

(21)4696635/SU

(22)25.05.89

(24) 28.02.97

(46) 28.02.97. Бюл. № 1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 1277339, кл. Н 02 Р 6/02, 1985.2. Авторское свидетельство СССР
№ 1319221, кл. Н 02 К 29/06, 1987.3. Авторское свидетельство СССР
№ 1163454, кл. Н 02 Р 5/34, 1985 (прототип).(72) Гудзенко Олександр Борисович (UA),
Ніколенко Анатолій Миколайович (UA), Про-
цєрова Наталія Олександрівна (UA), Смот-
ров Євген Олександрович (UA)

(73) Смотров Евгений Александрович (UA)

(57) Електропривод переменного тока, со-
державший синхронный электродвигатель,
на валу которого установлен синусно-коси-
нусный вращающийся трансформатор,
входная обмотка которого подключена к вы-
ходу генератора опорной частоты, преобра-
зователь частоты, выходами соединенный с
фазными выводами якорной обмотки синх-
ронного электродвигателя, одним управ-
ляющим входом - с выходом первого блока
управления, вторым управляющим входом -
с выходом регулятора частоты вращения,

входы которого подключены к выходам за-
датчика и датчика частоты вращения, кото-
рый снабжен формирователем импульсов с
одним входом и двумя выходами, вход кото-
рого образует вход датчика частоты враще-
ния, и интегратором со сбросом,
управляющий вход которого соединен с од-
ним выходом формирователя импульсов, от-
личающийся тем, что генератор опорной
частоты снабжен вторым выходом, а синус-
но-косинусный вращающийся трансформа-
тор - второй входной обмоткой,
подключенной к второму выходу упомянуто-
го генератора, выходная обмотка указанно-
го вращающегося трансформатора
соединена с входами первого блока управ-
ления и датчика частоты вращения, который
дополнительно снабжен трехвходовым де-
терминатором длительности импульсов,
первым и вторым входами подключенным к
выходам формирователя импульсов, поро-
говым элементом и вторым интегратором, вы-
ход которого образует выход датчика
частоты вращения и включенным между вы-
ходом упомянутого детерминатора и входом
интегратора со сбросом, снабженного вто-
рым входом для подачи напряжения смеще-
ния, выходом соединенного со входом
порогового элемента, выход которого под-
ключен к третьему входу детерминатора
длительности импульсов.

Изобретение относится к электротехни-
ке, а именно к электроприводам переменного
тока, построенным на основе синхронных
двигателей, и может быть использовано в
электроприводах станков, промышленных

роботов и т.п., где требуется надежность,
точность и плавность регулирования.

Известен электропривод переменного
тока [1], содержащий синхронный электро-
двигатель, на валу которого установлен си-

SC

ООО

О

нусно-косинусный вращающийся трансформатор, входная обмотка которого подключена к выходу генератора опорной частоты, преобразователь частоты, выходами соединенный с фазными выводами якорной обмотки синхронного электродвигателя, одним управляющим входом - с выходом первого блока управления, вторым управляющим входом - с выходом регулятора частоты вращения, входы которого подключены к 10 выходам задатчика и датчика частоты вращения.

Генератор опорной частоты имеет второй выход, а синусно-косинусный вращающийся трансформатор - вторую входную обмотку, подключенную к второму выходу упомянутого генератора, выходная обмотка указанного вращающегося трансформатора соединена с входами первого блока управления и датчика частоты вращения. 20

В известном электроприводе датчик частоты вращения снабжен двумя дополнительными выходами и выполнен в виде последовательно соединенных узла выделения модуля, компаратора, одновибратора и узла изменения знака, второй вход которого соединен через дифференцирующий узел с входом узла выделения модуля, а двухканальный регулятор частоты вращения выполнен в виде двух блоков умножения, к первым входам которых подключены компараторы.

Недостатками известного вентильного электропривода являются низкая стабильность и помехозащищенность вследствие наличия блоков дифференцирования и умножения. 35

Известен также вентильный электропривод [2], содержащий синхронный электродвигатель и усилитель мощности со схемой управления (преобразователь), а также датчик частоты вращения, состоящий из коммутатора, блока управления коммутатором, источника опорного напряжения блока масштабных коэффициентов и блока формирования сигнала частоты вращения. Три входа датчика частоты вращения связаны с двумя выходами фазочувствительных выпрямителей схемы управления и выходами предварительного усилителя. 50

Коммутатор воспроизводит значение угла поворота вала ротора от времени, "сшитое" из отдельных участков аппроксимированных кривых выходных напряжений фазочувствительных выпрямителей. 55

Недостатком известного устройства является его схемная сложность, сложность в настройке и, как следствие этого, низкая надежность. Кроме того, поскольку в кривой зависимости выходного напряжения комму-

татора от угла поворота вала двигателя имеют место разрывы, для исключения кратковременных провалов в кривой оценки частоты вращения, в качестве выходного сигнала датчика частоты вращения используется не непосредственно оценка, получаемая в модели вентильного электродвигателя, а выходной сигнал блока выборки-хранения. При нахождении вала двигателя в зоне разрыва функции напряжения от угла во времени выходным сигналом датчика скорости является последнее значение оценки скорости (при вхождении в указанную зону). Таким образом, в указанном интервале не контролируется фактическая частота вращения вала двигателя. Этот недостаток ограничивает диапазон регулирования частоты вращения в известном электроприводе.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому решению является электропривод переменного тока [3], содержащий синхронный электродвигатель, на валу которого установлен синусно-косинусный вращающийся трансформатор, входная обмотка которого подключена к выходу генератора опорной частоты, преобразователь частоты, выходами соединенный с фазными выводами якорной обмотки синхронного электродвигателя, одним управляющим входом - с выходом первого блока управления, вторым управляющим входом - с выходом регулятора частоты вращения, входы которого подключены к выходам задатчика и датчика частоты вращения, последний из которых снабжен формирователем импульсов с одним входом и двумя выходами, вход которого образует вход датчика частоты вращения и интегратором со сбросом, управляющий вход которого соединен с одним выходом формирователя импульсов.

В известном электроприводе сигнал обратной связи по частоте вращения формируется электронной схемой датчика частоты вращения путем переработки информации с выхода датчика положения ротора. Схема содержит сумматор, два перемножителя, два фиксатора нулевого порядка и два интегратора со сбросом, управляемые формирователем импульсов, подключенным к генератору опорной частоты, входящему в состав преобразователя.

Многочисленность преобразования сигнала и сложность схемы, обусловленная наличием аналоговых перемножителей, определяют низкую надежность, ограничивают диапазон регулирования частоты вращения и являются недостатком схемы.

Целью предлагаемого изобретения является повышение надежности и расширение

диапазона регулирования частоты вращения, а также упрощение и повышение точностных показателей электропривода

Поставленная цель достигается предлагаемым техническим решением.

В электроприводе переменного тока, содержащем синхронный электродвигатель, на валу которого установлен синусно-косинусный вращающийся трансформатор, входная обмотка которого подключена к выходу генератора опорной частоты, преобразователь частоты, выходами соединенный с фазными выводами якорной обмотки синхронного электродвигателя, одним управляющим входом ~ с выходом первого блока 15 управления, вторым управляющим входом - с выходом регулятора частоты вращения, входы которого подключены к выходам датчика и датчика частоты вращения, последний из которых снабжен формирователем 20 импульсов с одним входом и двумя выходами вход которого образует вход датчика частоты вращения, и интегратором со сбросом, управляющий вход которого соединен с одним выходом формирователя импульсов Согласно изобретению, генератор опорной частоты снабжен вторым выходом, а синусно-косинусный вращающийся трансформатор - второй входной обмоткой, подключенной к второму выходу упомянутого генератора, выходная обмотка указанного вращающегося трансформатора соединена с входами первого блока управления и датчика частоты вращения, который дополнительно снабжен трехходовым детерминатором длительности импульсов, первым и вторым входами подключенный к выходам формирователя импульсов, пороговым элементом и вторым интегратором, выход которого образует выход датчика частоты вращения и включенным между выходом упомянутого детерминатора и входом интегратора со сбросом, снабженного вторым входом для подачи напряжения смещения, выходом соединенного со входом порогового элемента, выход которого подключен к третьему входу детерминатора длительности импульсов.

На фиг. 1 представлена блок-схема предлагаемого электропривода переменного тока; на фиг 2 - блок-схема формирователя импульсов; на фиг. 3 - блок-схема детерминатора импульсов; на фиг. 4-6 - примеры выполнения элементов привода. 4-одновибратор, 5 - интегратор, 6 - интегратор со сбросом, пороговый элемент; на фиг 7 - осциллограммы сигналов напряжения в точках схемы привода.

Электропривод содержит синхронный электродвигатель 1, на валу которого уста-

новлен синусно-косинусный вращающийся трансформатор 2, входная обмотка которого подключена к выходу генератора опорной частоты 3, преобразователь частоты 4 выходами соединенный с фазными выводами якорной обмотки синхронного электродвигателя 1, одним управляющим входом - с выходом первого блока управления 5, вторым управляющим входом-с выходом регулятора частоты вращения 6 входы которого подключены к выходам датчика 7 и датчика частоты вращения 8 последний снабжен формирователем импульсов 9 с одним входом и двумя выходами, вход которого образует вход датчика частоты вращения 8 и интегратором со сбросом 10, управляющий вход которого соединен с одним выходом формирователя импульсов 9

Генератор опорной частоты 3 снабжен вторым выходом, а синусно-косинусный вращающийся трансформатор 2 - второй входной обмоткой, подключенной ко второму выходу генератора опорной частоты 3 Выходная обмотка синусно-косинусного вращающегося трансформатора 2 соединена со входами первого блока управления 5 и датчика частоты вращения 8, который дополнительно снабжен трехходовым детерминатором длительности импульсов 11. первым и вторым входами подключенным к выходам формирователя импульсов 9, пороговым элементом 12, и вторым интегратором 13, выход которого образует выход датчика частоты вращения 8 и включенным между выходом трехходового детерминатора длительности импульсов 11 и входом интегратора со сбросом 10, снабженного вторым входом для подачи напряжения смещения выходом соединенного со входом порогового элемента 12 выход которого подключен к третьему входу трехходового детерминатора длительности импульсов 11

На фиг 2 представлена блок-схема формирователя импульсов 9, состоящего из последовательно соединенных нуля-компаратора 14, одновибратора 15, инвертора 16 одновибратора 17 и инвертора 18 Формирователь 9 содержит также элемент задержки 19 вход которого подключен к выходу одновибратора 15. а выход ко входу элемента 20 И-НЕ, ко второму входу которого подключен выход второго одновибратора 17 Выходы инвертора 18 и элемента 20 являются соответственно первым и вторым выходами формирователя 9

На фиг 3 представлена блок-схема детерминатора? импульсов 11 содержащего инверторы 21, 22 и 23. элементы ЗИ - 24 и 25 R-S-триггер 26 и операционный усилитель 27 с резисторами смещения 28 и вход-

ным 29. Первый вход детерминатора 11 подключен через инвертор 21 к первым входам элементов 24 и 25. Второй и третий входы детерминатора 11 связаны соответственно со входами инверторов 22 и 23 и со вторыми 5 входами соответственно элементов 25 и 24. Выходы инверторов 22 и 23 связаны соответственно с третьими входами элементов 24 и 25, выходы которых подключены соответственно к R и S-входам триггера 26. Выход триггера 26 связан с входным резистором 29 усилителя 27.

На фиг. 4 приведен пример выполнения одновибратора 15 (17), на фиг. 5 - интегратора 13, на фиг. 6 - интегратора со сбросом 15 10.

Электропривод работает следующим образом. При подаче на вход привода напряжения задания частоты вращения на выходе преобразователя появляется напряжение, 20 синхронный электродвигатель 1 приходит во вращение и вращает датчик 2. Входные обмотки датчика 2 запитаны от двухфазного генератора 3 опорной частоты ш. На выходной обмотке датчика 2 формируется синусоидальное напряжение

$$U_2 = A \sin(\omega_0 t \pm$$

где $\omega(t)$ - текущее значение угла поворота ротора датчика, знак которого зависит от направления вращения.

Выражение (1) можно представить в виде

$$U_2 = A \sin(\omega_0 t \pm 2\pi p f t) \quad (2)$$

где $2p$ - число пар полюсов датчика 2, f - частота вращения вала двигателя 1.

Напряжение U_2 поступает на вход преобразователя, где используется для формирования напряжения питания синхронного 40 электродвигателя 2, и на вход формирователя 9. Для иллюстрации работы ряда узлов электропривода на фиг. 7 приведены осциллограммы. Из синусоидального напряжения U_2 (фиг. 7, а) нуль-компаратор 14 формирует 45 прямоугольные колебания (фиг. 7, б) с тем же периодом. Задний фронт (переход с "+" на "-") этих колебаний запускает одновибратор 15, на выходе которого формируется последовательность импульсов длительностью X_1 50 (фиг. 7, в). Указанные импульсы после инвертирования инвертором 16 (фиг. 7, г) запускают одновибратор 17, формирующий последовательность импульсов длительностью T_2 (фиг. 7, д). Указанные импульсы по- 55 еле инвертирования инвертором 18 поступают на первый выход элемента 20 (фиг. 7, е). На выходе элемента 20 формируется импульс длительностью $t_3 = X_1 - T_2 + A_p$

(фиг. 7, ж) где D_p - запаздывание одновибратора 17 при запуске. Элемент задержки 19 затягивает передний фронт импульса (фиг. 7, в) на указанную величину A_p для исключения провалов в импульсе (фиг. 7, ж) (показаны пунктиром).

На первый вход интегратора со сбросом 10 (фиг. 6) поступает выходное напряжение интегратора 13 U_{DMB} . На второй вход напряжение смещения U_{CM} , на управляющий вход поступают импульсы с первого выхода формирователя 9. На выходе интегратора 10 формируется пилообразное напряжение (фиг. 7, з), наклон которого пропорционален алгебраической сумме напряжений $U_{CM} + U_{DMB}$, а длительность определяется периодом импульса "е", включающего ключ разряда конденсатора интегратора 10.

На выходе порогового элемента 12 появляется последовательность импульсов (фиг. 7, и), длительность которых при заданном (фиксированном) значении напряжения порога элемента 12 зависит от алгебраической суммы $U_{CM} + U_{DMB}$, а при постоянном значении U_{CM} зависит только от U_{DMB} . Детерминатор 11, производит сравнение длительности импульсов "Ж" и "И" следующим образом.

Импульс "е" через инвертор 21 блокирует (обнуляет) элементы И 24 и 25, на входах триггера 25 "0" и триггер не меняет состояние на интервале существования импульса е. Этим обеспечивается синхронизация сравниваемых импульсов - начало отсчета.

Длительность паузы X_A импульса "Ж" равна

$$T_A - T_i - t_3$$

где T_i - период выходного сигнала ДПР.

Т.к. $T_i \gg t_3$ более чем в 100 раз, можно считать, что

$$\frac{1}{\Delta h \pm \Delta h_{вр}}$$

Длительность паузы 15 импульса И обратно пропорциональна указанной алгебраической сумме

$$\frac{1}{U_{сидчв}}$$

Детерминатор 11 производит сравнение интервалов T_A и T_5 и выдает на выходе релейный сигнал, полярность которого зависит от того, какой из интервалов больше.

Сравнение длительностей периодов указанных последовательностей ("И" и "Ж") производит детерминатор 11 следующим образом (фиг. 7).

Импульс "е" длительностью $m\tau$, сформированный одновибратором 17 в формирователе 9, обеспечивает сброс интегратора 10 и нулевые команды на R и S входах триггера 26 (начало отсчета - нулевые начальные условия). Триггер 21 находится в каком-то из 10 состояний (0 или 1), определяемых результатом сравнения в предыдущем такте.

Допустим, на выходе 26 "1" (фиг. 7, к, начало диаграммы после импульса "е"), на выходе инвертора 27 - (минус И - отрицательное напряжение). Интегратор 13 начинает интегрировать положительное приращение выходного напряжения. Суммарное напряжение ($U_{\text{днв}} + U_{\text{см}}$) на входе 20 интегратора 10 увеличивается, что приведет к увеличению наклона пилы на выходе 10 (фиг. 7, з). Это приведет к тому, что импульс (единичный уровень) в последовательности "И" появится раньше, чем в последовательности "Ж". На входе элемента "ЗИ" 24 три единицы, на выходе "1", триггер 26 переключается в нулевое состояние. Появление "1" в последовательности "Ж" после последовательности "И" уже не изменит состояние 30 триггера 26, т.к. логический "0" с выхода инвертора 23 блокирует элемент "ЗИ" 25 до появления импульса "е". Появление импульса "е" обнуляет оба элемента "ЗИ" - 24 и 25 и начинается новый такт. Аналогична работа 35 детерминатора 11 при появлении "1" в последовательности "Ж" раньше, чем в последовательности "И".

Таким образом, если раньше приходит импульс (высокий уровень) в последовательности "Ж", то триггер 26 перекидывается (либо остается) в единичное состояние и на выходе детерминатора 11 (выходе операционного усилителя 27) отрицательное напряжение. Если раньше приходит импульс в 45 последовательности "И", то на выходе де-

терминатора 11 положительное напряжение.

Изменение скорости вращения вала двигателя приведет к изменению периода T_1 . Отслеживая длительность периода T_1 , схема изменит напряжение $U_{\text{дмв}}$ в соответствующую сторону на соответствующую величину, чтобы обеспечить равенство величин T_1 и T_5 , чем обеспечивается пропорциональность величины $U_{\text{днв}}$ частоте вращения вала двигателя, т.е.

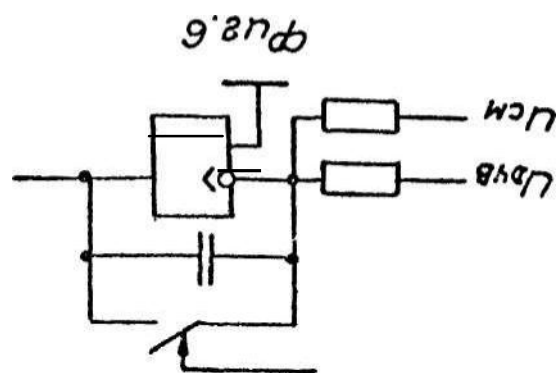
$$(D_o \pm o_{hp} = m \pm U_{\text{дмв}}),$$

где K - коэффициенты пропорциональности.

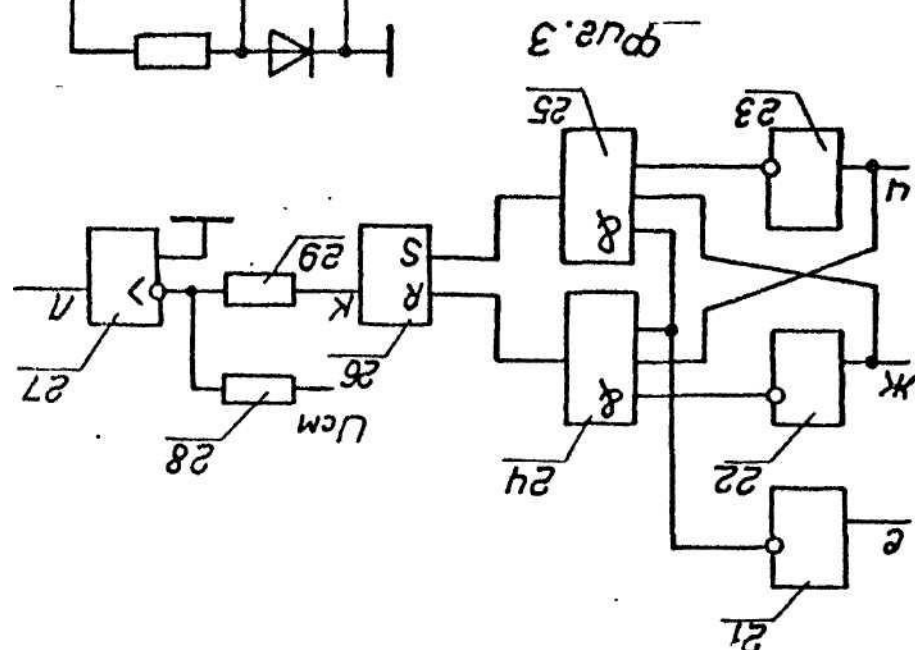
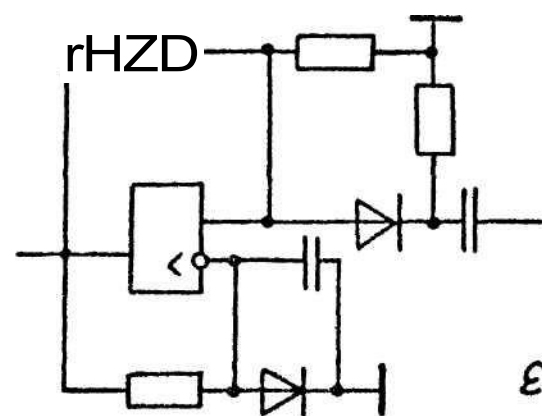
Амплитуда и частота пульсаций выходного напряжения зависит от частоты ω и постоянной времени интегратора 13. В экспериментальном образце частота пульсаций выходного сигнала $U_{\text{осе}}$ составляла $o_{h/A}$

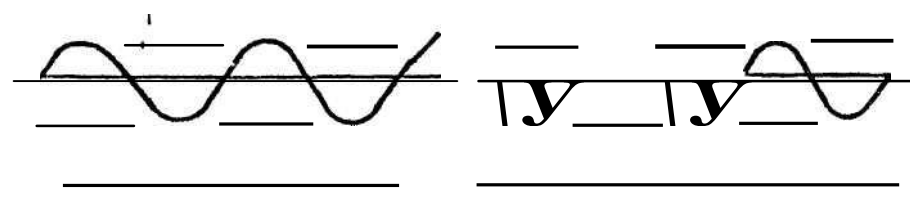
Устройство предлагаемого электропривода значительно проще известного, не содержит аналоговых перемножителей и сумматора в тракте формирователя сигнала обратной связи по частоте вращения, как в прототипе. Температурная и временная погрешность указанных узлов снижают точностные показатели прототипа и ограничивают диапазон регулирования частоты вращения.

В предлагаемом устройстве сигнал обратной связи по частоте вращения формируется в замкнутом контуре слежения за величиной периода входного сигнала. Сравнение указанной величины с формируемой в устройстве осуществляется средствами цифровой (дискретной) техники, что существенно уменьшает влияние помех, температурной нестабильности элементов, расширяет диапазон измеряемых частот вращения и соответственно, диапазон регулирования частоты вращения электропривода. Упрощение устройства повышает надежность.

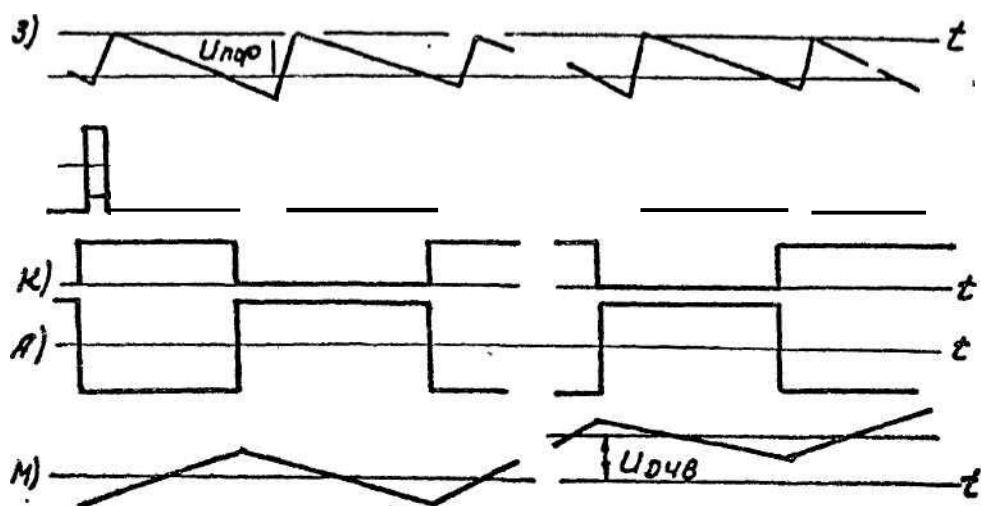


CD—





$\text{J } Zt$
 з) п л п
 н п
 д) _____ л
 п л п п
 ве)- _____ лн пт пн
 $V3$



Фир.7

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор Л.Філь

Замовлення 4078

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8