



(51) МПК

G08C 19/00 (2006.01)*G01D 5/20* (2006.01)*H03M 1/30* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007113996/09, 13.04.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.04.2007

(45) Опубликовано: 10.06.2008 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: КОИЮХОВ Н.Е. Электромагнитные
датчики механических величин, Москва,
Машиностроение, 1987, с.228-231. SU 1524177,
23.11.1989. RU 2007027 C1, 30.01.1994. EP
0732567, 18.09.1996. US 3537102, 27.10.1970.

Адрес для переписки:

440026, г.Пенза, ул. Красная, 40, Пензенский
Государственный Университет

(72) Автор(ы):

Цыпин Борис Вульфович (RU),
Ломтев Евгений Александрович (RU),
Мокров Евгений Алексеевич (RU),
Цыпин Владимир Борисович (RU)

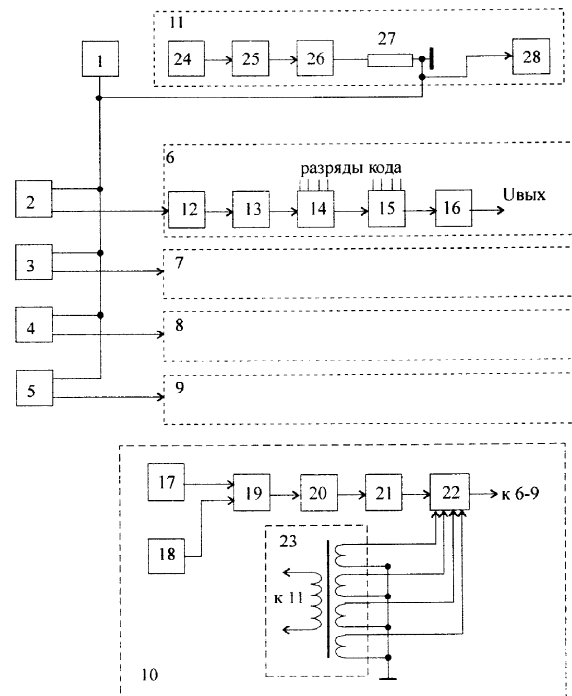
(73) Патентообладатель(и):

Пензенский Государственный Университет (ПГУ)
(RU)

(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В КОД

(57) Реферат:

Преобразователь перемещения в код относится к области автоматики и информационной техники и предназначен для измерения линейного и углового перемещения с помощью растровых трансформаторных датчиков. Техническим результатом является повышение точности измерения перемещений. Преобразователь перемещения в код содержит последовательно соединенные амплитудно-логическое устройство (5), дешифратор позиционного кода (6) и реверсивный счетчик (7), а также источник тока (1), соединенный с обмоткой возбуждения растрового трансформаторного датчика перемещения (2) и входом формирователя импульсов опроса (3), выход которого подключен к входу синхронизации амплитудно-логического устройства (5), в него введен сумматор напряжений (4), входы которого подключены к двум соседним обмоткам считывания растрового трансформаторного датчика (2), а выход к дополнительному входу амплитудно-логического устройства (5). 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G08C 19/00 (2006.01)
G01D 5/20 (2006.01)
H03M 1/30 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007113996/09, 13.04.2007**

(24) Effective date for property rights: **13.04.2007**

(45) Date of publication: **10.06.2008 Bull. 16**

Mail address:
440026, g.Penza, ul. Krasnaja, 40, Penzenskij Gosudarstvennyj Universitet

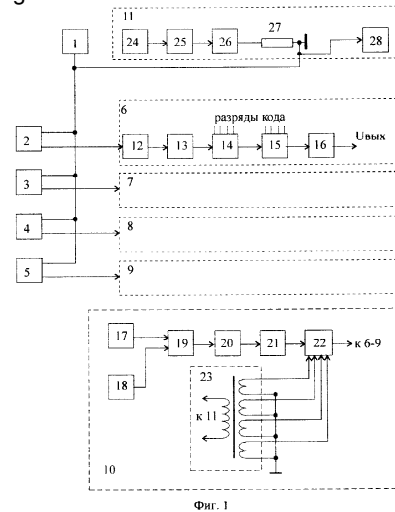
(72) Inventor(s):
**Tsy-pin Boris Vul'fovich (RU),
Lomtev Evgenij Aleksandrovich (RU),
Mokrov Evgenij Alekseevich (RU),
Tsy-pin Vladimir Borisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
Penzenskij Gosudarstvennyj Universitet (PGU) (RU)

(54) **DIGITAL DISPLACEMENT TRANSDUCER**

(57) Abstract:
FIELD: physics, measurement.
SUBSTANCE: digital displacement transducer relates to the field of automation and information equipment and is intended for the measurement of linear and angular displacement using scanning transformer transducers. The digital displacement transducer contains the following components connected in series: amplitude logical device (5), position code decoder (6), and reversible counters (7), as well as power supply (1) connected to the excitation winding of scanning transformer displacement transducer (2) and the input of interrogation pulse generator (5), the output of which is connected to the synchronisation input of amplitude logical device (5), voltage summatоr (4) is introduced to it, with the inputs connected to the two adjacent sense windings of scanning transformer transducer (2) and the output connected to the additional input of

amplitude logical device (5).
EFFECT: increase in displacement measurement accuracy.
5 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 2 6 4 4 6 C 1

RU 2 3 2 6 4 4 6 C 1

Предлагаемое изобретение относится к области автоматики и информационно-измерительной техники и может быть использовано для измерения линейных и угловых перемещений с помощью растровых трансформаторных датчиков.

Известны преобразователи перемещения в код на основе растровых трансформаторных датчиков перемещения [1]. Их общим недостатком является низкая точность, ограниченная минимально достижимыми размерами и количеством зубцов магнитной системы, которые можно обеспечить при изготовлении.

Из известных наиболее близким по технической сущности является преобразователь перемещения в код на основе растровых трансформаторных датчиков перемещения, реализующий амплитудно-логический метод обработки выходных сигналов датчика, описанный в монографии (Конюхов Н.Е., Медников Ф.М., Нечаевский М.Л. Электромагнитные датчики механических величин. - М.: Машиностроение, 1987, стр.173-175), реализация которого для датчика с четырьмя обмотками считывания изложена там же на стр.228-231. Схема преобразователя перемещения в код приведена на фиг.1. На фиг.2 показан общий случай сопряжения двух параллельных растровых решеток для пояснения принципа работы растрового трансформаторного датчика перемещения. На фиг.3 приведена диаграмма изменения амплитуд напряжений на обмотках считывания растрового трансформаторного датчика при перемещении подвижного элемента относительно основания.

Электронный блок (фиг.1) содержит устройство контроля целостности линии связи 1, четыре растровых трансформаторных датчика 2, 3, 4 и 5 обмотки считывания которых подключены, соответственно, к четырем измерительным каналам 6, 7, 8 и 9, устройство диагностики 10, выход которого соединен с входами измерительных каналов, и устройство 11 питания датчиков. В состав каждого из измерительных каналов 6, 7, 8 и 9 входят последовательно включенные амплитудно-логическое устройство 12, дешифратор позиционного кода 13, формирователь импульсов счета 14, реверсивный счетчик 15 и цифроаналоговый преобразователь 16. Устройство диагностики 10 содержит генератор таковой частоты 17 и ключ 18, соединенные через схему И 19, счетчик 20 и дешифратор 21, соединенный с управляющим входом аналогового ключа 22, коммутирующего выходные сигналы трансформатора 23. Первичная обмотка трансформатора 23 соединена с выходом устройства 11 питания датчиков 2, 3, 4 и 5. Устройство 11 питания датчиков в свою очередь состоит из генератора линейно изменяющегося напряжения 24, преобразователя напряжение-ток 25, усилителя-корректора 26, нагруженного на резистор 27, и формирователя импульсов опроса 28.

Работа растровых трансформаторных датчиков основана на сопряжении двух растровых решеток. Штрихи первой решетки (фиг.2) нанесены под углом φ_1 к оси абсцисс с шагом, равным λ_1 , а штрихи второй - под углом φ_2 и имеют шаг λ_2 . Точки пересечения решеток формируют комбинационные полосы, которые представляют собой семейство параллельных прямых с шагом τ . Таким образом, формируется шкала с ценой деления τ . В датчике одна из решеток образована неподвижным зубчатым ферромагнитным основанием (статором), а вторая - подвижным зубчатым ферромагнитным элементом (ротором). В пазах основания уложены секции обмоток считывания и возбуждения.

Магнитный поток, развиваемый секциями обмоток возбуждения, замыкается между статором и ротором через зубцовый зазор, пересекает обмотки считывания и наводит в них ЭДС, величина которой пропорциональна магнитной проводимости участков магнитной цепи, образованной основанием, подвижным элементом и воздушным зазором между их зубцами. Магнитная проводимость зависит от площади взаимного перекрытия зубцов. При изменении взаимного расположения зубцов основания и подвижного элемента датчика образуется комбинационное растровое сопряжение, что приводит к изменению выходных сигналов на обмотках считывания. Закон изменения амплитуд выходных сигналов на обмотках считывания при перемещении подвижного элемента относительно основания на величину x - синусоидальный, то есть появляется амплитудная модуляция выходных сигналов, частота которой зависит от скорости изменения взаимного расположения зубцов

основания и подвижного элемента датчика.

На фиг.3 показан случай для растрового трансформаторного датчика 2 с четырьмя обмотками считывания и, соответственно, четырьмя напряжениями на них - $U_{2.1}$, $U_{2.2}$, $U_{2.3}$ и $U_{2.4}$. Период T изменения амплитуды напряжения соответствует одному шагу зубцового сопряжения. Период T разбивается на ряд зон (на фиг.3 их восемь - 31,...,38) с шагом τ растрового сопряжения. Зоны отличаются друг от друга соотношением значений амплитуд напряжений на обмотках считывания. Например, в зоне 33 (на фиг.3 заштрихована) $U_{2.2} > U_{2.3} > U_{2.1} > U_{2.4}$.

Электронный блок работает следующим образом. В устройстве 11 питания датчиков генератор 24 вырабатывает линейно изменяющееся напряжение. С помощью преобразователя 25 и усилителя-корректора 26 оно преобразуется в ток треугольной формы для питания обмоток возбуждения датчиков 2, 3, 4 и 5. В обмотках считывания датчиков появляются напряжения прямоугольной формы за счет интегрирования в датчике треугольного тока питания. Амплитуды этих напряжений зависят от взаимного расположения в датчиках неподвижного зубчатого ферромагнитного основания и подвижного зубчатого ферромагнитного элемента, а именно от площади взаимного перекрытия зубцов. Формирователь импульсов опроса 28 формирует импульс в момент ожидаемого максимума напряжений на обмотках считывания датчиков. По этому импульсу устройства сравнения в составе амплитудно-логического устройства 12 производят попарно сравнение амплитуд напряжений на обмотках считывания каждого из датчиков. В результате сравнения на выходах устройств сравнения амплитудно-логического устройства 12 появляются сигналы логического нуля или единицы. Дешифратор позиционного кода 13 преобразует выходную кодовую комбинацию амплитудно-логического устройства 12 в трехразрядный двоичный код, соответствующий взаимному расположению неподвижного зубчатого ферромагнитного основания и подвижного зубчатого ферромагнитного элемента. Формирователь импульсов счета 14 выдает импульсы на реверсивный счетчик 15 при переходе от одной зоны к другой, то есть когда код в дешифраторе 13 изменяется. Реверсивный счетчик 15 осуществляет пересчет импульсов формирователя 14. Цифроаналоговый преобразователь 16 преобразует выходной код счетчика 15 в напряжение постоянного тока для обеспечения возможности работы с аналоговыми регистрирующими системами.

Устройство контроля целостности линии связи 1 проверяет линии связи обмоток датчиков 2, 3, 4 и 5 с измерительными каналами 6, 7, 8 и 9. В случае обрыва одной из линий выдается сигнал «Обрыв». Устройство диагностики 10 периодически подключается для проверки работоспособности измерительных каналов 6-9 при отключении датчиков или в том случае, когда отсутствует возможность задания перемещения (датчики установлены на изделии). С помощью ключа 18 на выходе устройства диагностики 10 можно получить различные комбинации амплитуд напряжений, соответствующие выходным напряжениям датчиков в различных положениях.

Недостатком известного преобразователя перемещения в код на основе растровых трансформаторных датчиков перемещения является низкая точность, ограниченная минимально достижимыми размерами и количеством зубцов магнитной системы, которые можно обеспечить при изготовлении.

Заявляемое изобретение направлено на устранение указанного недостатка.

Это достигается тем, что в преобразователь перемещения в код, содержащий последовательно соединенные амплитудно-логическое устройство, дешифратор позиционного кода и реверсивный счетчик, а также источник тока, соединенный с обмоткой возбуждения растрового трансформаторного датчика перемещения и входом формирователя импульсов опроса, выход которого подключен к входу синхронизации амплитудно-логического устройства, дополнительно введен сумматор напряжений, входы которого подключены к двум соседним обмоткам считывания растрового трансформаторного датчика, а выход к дополнительному входу амплитудно-логического устройства.

На фиг.4 представлена структурная схема предлагаемого преобразователя перемещения в код на основе растровых трансформаторных датчиков перемещения. На фиг.5 приведена диаграмма изменения амплитуд напряжений на входах амплитудно-логического устройства при перемещении подвижного элемента растрового трансформаторного датчика относительно основания.

Преобразователь перемещения в код на основе растровых трансформаторных датчиков перемещения содержит источник тока питания 1 растрового трансформаторного датчика перемещения 2 с четырьмя обмотками считывания 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4, формирователь импульсов опроса 3, сумматор напряжений 4, амплитудно-логическое устройство 5, дешифратор позиционного кода 6 и реверсивный счетчик 7. Выход источника тока питания 1 соединен с обмоткой возбуждения растрового трансформаторного датчика перемещения 2 и входом формирователя импульсов опроса 3. Выход формирователя импульсов опроса 3 соединен с входом синхронизации амплитудно-логического устройства 5. Обмотки считывания растрового трансформаторного датчика перемещения 2 подключены к входам амплитудно-логического устройства 5. Две соседних обмотки считывания растрового трансформаторного датчика перемещения 2, например 2.1 и 2.2, или 2.2 и 2.3, или 2.3 и 2.4, или 2.4 и 2.1, соединены через сумматор напряжений 4 с дополнительным входом амплитудно-логического устройства 5. Выходы амплитудно-логического устройства 5 соединены через дешифратор позиционного кода 6 с входом реверсивного счетчика 7.

Все устройства, входящие в преобразователь перемещения в код, могут быть реализованы в виде отдельных функциональных блоков. Возможна также реализация некоторых узлов, например источника тока питания 1, генератора импульсов опроса 3, сумматора напряжений 4, амплитудно-логического устройства 5, дешифратора позиционного кода 6 и реверсивного счетчика 7, программными средствами в составе микроконтроллера, оснащенного компараторами или аналого-цифровыми преобразователями.

Работает преобразователь перемещения в код следующим образом. Сигнал переменного тока (возможна синусоидальная форма сигнала или иная, например в виде пилообразных или прямоугольных импульсов) источника тока питания 1 поступает в обмотку возбуждения растрового трансформаторного датчика перемещения 2. На обмотках считывания растрового трансформаторного датчика перемещения 2 появляются напряжения, амплитуды которых зависят от положения штока датчика в данный момент времени. При перемещении штока растрового трансформаторного датчика перемещения 2 амплитуды напряжений на обмотках считывания изменяются по синусоидальному закону, причем изменения огибающей амплитуд в соседних обмотках отличаются по начальной фазе на одинаковый угол. Напряжения любых двух соседних обмоток складываются в сумматоре напряжений 4. Пусть напряжение $U_{2.1}=U \cos x \cos \omega t$, где U - амплитуда несущего колебания частоты ω , x - измеряемое перемещение, а напряжение $U_{2.2}=U \cos(x+\tau) \cos(\omega t)$. Тогда выходное напряжение сумматора напряжений 4 $U_4=U \cos x \cos \omega t + U \cos(x+\tau) \cos(\omega t) = 2 U \cos(\tau/2) \cos(x+\tau/2) \cos(\omega t)$. Коэффициент передачи сумматора напряжений 4 выбирается равным $1/2 \cos(\tau/2)$. При этом амплитуда его выходного сигнала была равна амплитуде сигналов на обмотках считывания растрового трансформаторного датчика перемещения 2. Например, при использовании растрового трансформаторного датчика перемещения с четырьмя обмотками считывания $\tau=\pi/2$ и коэффициент передачи сумматора напряжений 4 выбирается равным $1/\sqrt{2}$, при использовании растрового трансформаторного датчика перемещения с тремя обмотками считывания $\tau=\pi/3$ и коэффициент передачи сумматора напряжений 4 выбирается равным 1 и т.д. Огибающая U_4 амплитуды выходного напряжения сумматора напряжений 4 показана на фиг.5. Значение ее начальной фазы равно среднему значению начальных фаз огибающих амплитуд входных напряжений сумматора напряжений 4. В результате каждая из зон 31,...,38 разделяется на две половины, то есть шаг растровой решетки уменьшается в два раза. Признаком вновь образованных зон также является соотношение значений

огигающих амплитуд: внутри зоны 31 в первой половине $U_{2.1} > U_4$, а во второй - $U_{2.1} < U_4$; внутри зоны 32 в первой половине $U_{2.2} < U_4$, а во второй - $U_{2.2} > U_4$; внутри зоны 33 в первой половине $U_{2.3} < U_4$, а во второй - $U_{2.3} > U_4$; внутри зоны 34 в первой половине $U_{2.4} < U_4$, а во второй - $U_{2.4} > U_4$; внутри зоны 35 в первой половине $U_{2.1} < U_4$, а во второй - $U_{2.1} > U_4$; внутри зоны 36 в первой половине $U_{2.2} > U_4$, а во второй - $U_{2.2} < U_4$; внутри зоны 37 в первой половине $U_{2.3} > U_4$, а во второй - $U_{2.2} < U_4$; внутри зоны 38 в первой половине $U_{2.4} > U_4$, а во второй - $U_{2.4} < U_4$.

Формирователь импульсов опроса 3 в момент времени, соответствующий максимальному значению напряжений на обмотках считывания растрового трансформаторного датчика 2, вырабатывает импульс, по которому в амплитудно-логическом устройстве 5 производится попарно сравнение амплитуд входных напряжений. В результате сравнения на выходах амплитудно-логического устройства 5 появляются сигналы логического нуля или единицы. Дешифратор позиционного кода 6 анализирует выходные сигналы амплитудно-логического устройства 5, производит опознание зон внутри шага растра (фиг.5) и вырабатывает код номера зоны. Реверсивный счетчик 7 фиксирует код номера зоны и в дальнейшем нарастающим итогом увеличивает или уменьшает его на единицу при каждом изменении кода номера зоны.

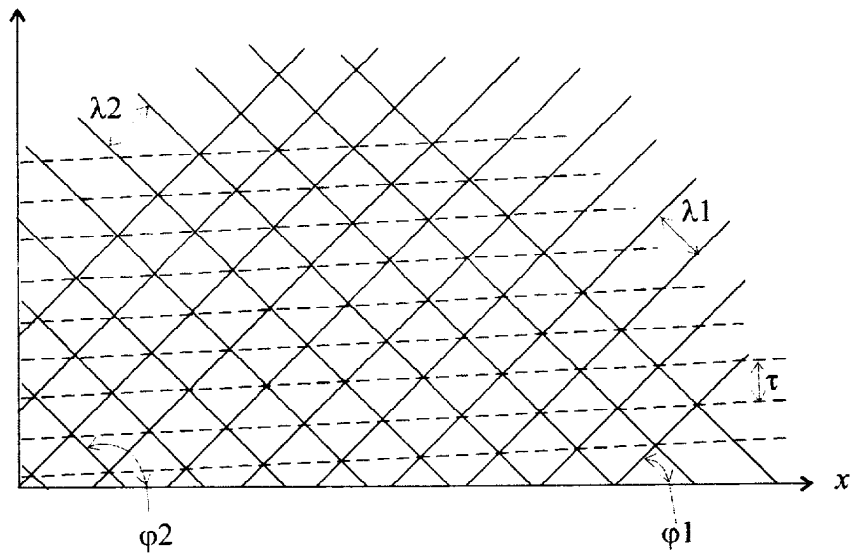
Введение сумматора напряжений 4 с соответствующими связями позволяет повысить точность измерения перемещения с помощью растровых трансформаторных датчиков в два раза.

Источники информации

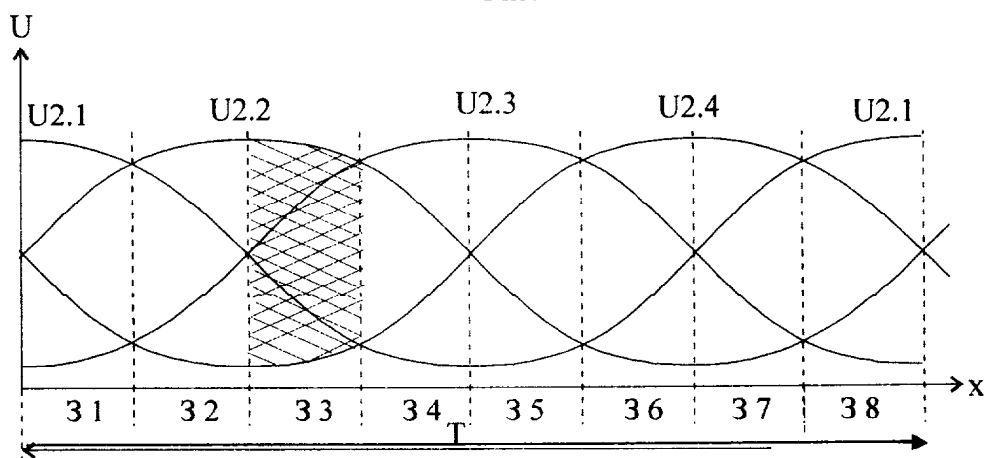
1. Конюхов Н.Е., Медников Ф.М., Нечаевский М.Л. Электромагнитные датчики механических величин. - М.: Машиностроение, 1987.

Формула изобретения

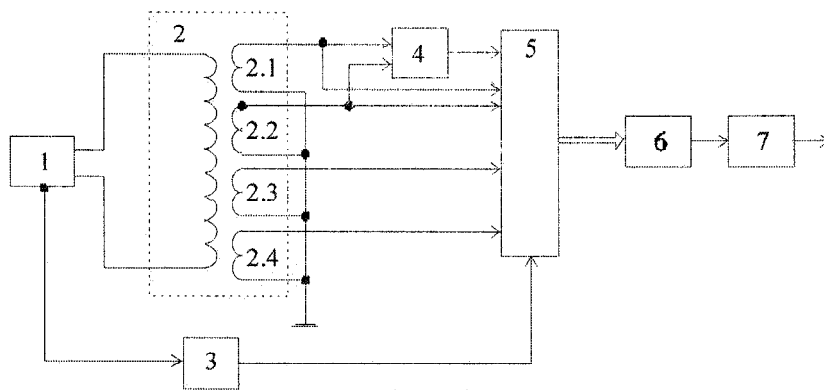
Преобразователь перемещения в код, содержащий последовательно соединенные амплитудно-логическое устройство, дешифратор позиционного кода и реверсивный счетчик, а также источник тока, соединенный с обмоткой возбуждения растрового трансформаторного датчика перемещения и входом формирователя импульсов опроса, выход которого подключен к входу синхронизации амплитудно-логического устройства, отличающийся тем, что в него введен сумматор напряжений, входы которого подключены к двум соседним обмоткам считывания растрового трансформаторного датчика, а выход к дополнительному входу амплитудно-логического устройства.



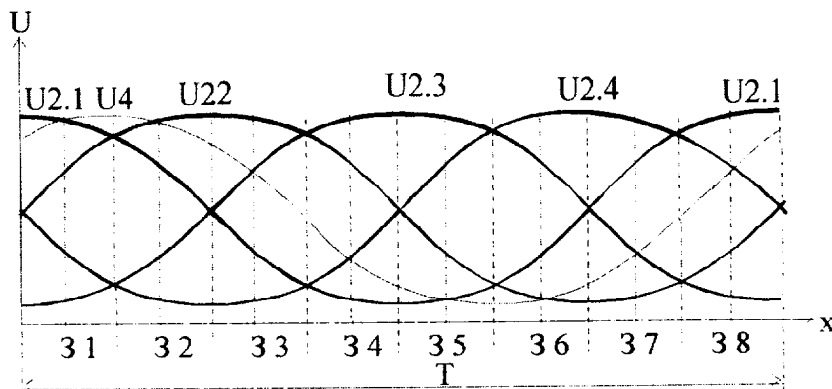
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5