

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13261

(13) С1

(46) 2010.06.30

(51) МПК (2009)

G 01M 17/007

(54)

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПО ЕЕ АМПЛИТУДНО- ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

(21) Номер заявки: а 20071626

(22) 2007.12.27

(43) 2009.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Жданович Чеслав Иосифович; Геращенко Василий Васильевич; Бурносенко Андрей Александрович; Геращенко Александр Васильевич; Яскевич Михаил Яковлевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2043615 С1, 1995.

ВУ 8680 С1, 2006.

ВУ 6401 С1, 2004.

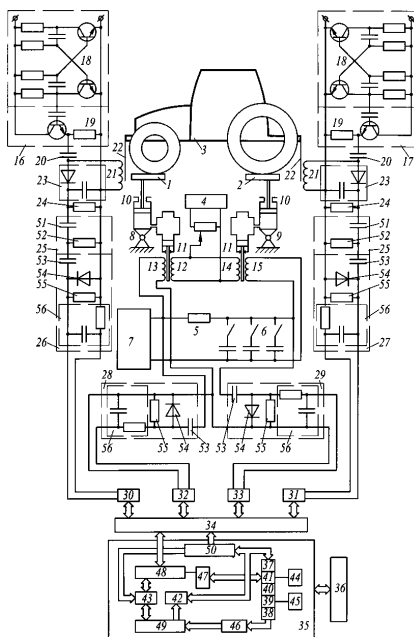
ВУ 4824 С1, 2002.

RU 2094766 С1, 1997.

WO 99/60368 А1.

(57)

Стенд для исследования динамики подвески транспортного средства по ее амплитудно-частотной характеристике, содержащий опорные площадки для передней и задней осей транспортного средства соответственно, регулируемый источник постоянного тока, фильтр низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, генератор синусоидальных сигналов, два исполнительных механизма, каждый из которых содержит пульсатор с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим



Фиг. 1

ВУ 13261 С1 2010.06.30

две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, два преобразователя синусоидальных колебаний днища транспортного средства, каждый из которых содержит последовательно соединенные мультивибратор, согласующий усилитель, конденсатор, катушку индуктивности, выполненную с возможностью вхождения в нее стержня, прикрепляемого вертикально к днищу, детектор, выходной резистор и элемент выделения синусоидальных составляющих колебаний днища, а также два преобразователя амплитудного значения синусоидальных составляющих колебаний днища в напряжение постоянного тока, преобразователь амплитудного значения синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от генератора, и преобразователь амплитуды синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от фильтра низших частот, **отличающийся** тем, что содержит четыре аналого-цифровых преобразователя, входы которых соединены с соответствующими выходами преобразователей амплитуд синусоидальных напряжений, интерфейс с шестью каналами, микропроцессорную систему с дисплеем, содержащую микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, шину данных, шину адреса и шину управления, при этом первыми четырьмя каналами интерфейс соединен с четырьмя аналого-цифровыми преобразователями соответственно, пятым каналом - через шину управления с микропроцессором, а шестым каналом - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса - с оперативным и постоянным запоминающими устройствами.

Изобретение относится к автомобилям и тракторам и может быть использовано для исследования подвески транспортных средств по ее амплитудно-частотной характеристике.

Известен стенд для исследования колебательных процессов транспортных средств [1], содержащий опорные площадки передней и задней осей транспортного средства соответственно, исполнительные механизмы, регулируемые источники напряжения постоянного тока, преобразователи, усилители, источник сигналов случайного характера, выполненный в виде последовательно соединенных автотрансформатора, трансформатора, выпрямителя и сглаживающего конденсатора, преобразователь случайных сигналов, выполненный в виде последовательно соединенных элемента выделения случайного сигнала и трех усилителей на транзисторах, причем на входе второго усилителя установлен конденсатор переменной емкости, а входом преобразователь случайных сигналов подключен к выходу источника сигналов случайного характера, блок регулируемой задержки выполнен в виде фильтра низких частот с блоком конденсаторов переменной емкости, каждый из исполнительных механизмов стенда выполнен в виде пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника напряжения постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу третьего усилителя преобразователя случайных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана подсоединена к выходу третьего усилителя преобразователя случайных сигналов посредством фильтра низких частот с блоком конденсаторов переменной емкости, а стенд снабжен двумя преобразователями колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью

вхождения в нее стержня, закрепленного на днище автомобиля, детектора, выходного резистора, фильтром выделения среднего значения колебаний, блоком выделения средне-квадратичного отклонения колебаний, подключенных параллельно к выходному резистору каждого преобразователя колебаний подвески и снабженных измерительными приборами постоянного тока на своих выходах, при этом первый преобразователь подвески установлен у переднего колеса, второй - у заднего колеса.

Недостатком известного стенда являются ограниченные функциональные возможности стенда. Объясняется это тем, что на известном стенде обеспечивается только исследование колебательных процессов транспортных средств, а возможность экспериментального определения такой необходимой для расчетов подвески динамической характеристики подвески, как ее амплитудно-частотная характеристика, не обеспечивается из-за ограниченных функциональных возможностей стенда.

Известен стенд для исследования динамики подвески транспортных средств [2] (прототип), содержащий опорные площадки передней и задней осей транспортного средства соответственно, исполнительные механизмы, регулируемый источник напряжения постоянного тока, преобразователи, усилители, источник сигналов выполнен в виде регулируемого по частоте генератора синусоидальных сигналов, блок регулируемой задержки - в виде фильтра низких частот с блоком конденсаторов переменной емкости, каждый из исполнительных механизмов стенда выполнен в виде пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана присоединены к выходу регулируемого источника напряжения постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана - к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством фильтра низких частот с блоком конденсаторов переменной емкости, а стенд снабжен двумя преобразователями колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня, прикрепленного к днищу транспортного средства, детектора, выходного резистора, элемента выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески, преобразователя амплитудного значения синусоидальных составляющих в напряжении постоянного тока, первым и вторым делителями, выполненными в виде логометров с двумя обмотками, третьим и четвертым преобразователями синусоидального напряжения в напряжение постоянного тока, при этом первая обмотка первого делителя подключена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством третьего преобразователя синусоидальных составляющих напряжения, вторая обмотка первого делителя - к выходу первого преобразователя синусоидального напряжения, первая обмотка второго делителя - к выходу блока конденсатора переменной емкости посредством четвертого преобразователя синусоидального напряжения, а вторая обмотка второго делителя - к выходу второго преобразователя синусоидального напряжения.

Недостатком известного стенда является то, что подвеска, динамическая характеристика которой определена на стенде, реализованная на транспортном средстве в металле в соответствии с этой характеристикой, недостаточна надежна, так как результаты определения динамики подвески отличаются недостаточной точностью из-за наличия погрешностей в экспериментальном определении амплитудно-частотной характеристики. Объясняется это тем, что на известном стенде деление амплитуд синусоидальных колебаний днища на амплитуды синусоидальных колебаний напряжения с выхода генератора осуществляется логометрами, что сопровождается наличием погрешностей в определении ординат амплитудно-частотной характеристики. Поэтому точность результатов исследования динамики подвески на известном стенде по амплитудно-частотной характеристике недостаточна, и стенд необходимо совершенствовать с целью исключения погрешностей и более точно определять динамические свойства подвески для повышения ее надежности.

ВУ 13261 С1 2010.06.30

Задачей изобретения является повышение надежности подвески транспортного средства путем обеспечения более точного измерения амплитудно-частотной характеристики подвески на стенде.

Сущность изобретения заключается в том, что стенд для исследования динамики подвески транспортного средства по ее амплитудно-частотной характеристике, содержащий опорные площадки передней и задней осей транспортного средства соответственно, регулируемый источник постоянного тока, фильтр низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, генератор синусоидальных сигналов, два исполнительных механизма, каждый из которых содержит пульсатор с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, два преобразователя синусоидальных колебаний днища транспортного средства, каждый из которых содержит последовательно соединенные мультивибратор, согласующий усилитель, конденсатор, катушку индуктивности, выполненную с возможностью вхождения в нее стержня, прикрепленного вертикально к днищу, детектор, выходной резистор и элемент выделения синусоидальных составляющих колебаний днища, два преобразователя амплитудного значения синусоидальных составляющих колебаний днища в напряжение постоянного тока, преобразователь амплитудного значения синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от генератора, и преобразователь амплитуды синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от фильтра низших частот, дополнительно содержит четыре аналого-цифровых преобразователя, входы которых соединены с соответствующими выходами преобразователей амплитуд синусоидальных напряжений, интерфейс с шестью каналами, микропроцессорную систему с дисплеем, содержащую микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, оперативное и постоянное запоминающие устройства, генератор тактовой частоты, таймер, буфер адреса, буфер данных, шину данных, шину адреса и шину управления, при этом первыми четырьмя каналами интерфейс соединен с четырьмя аналого-цифровыми преобразователями соответственно, пятым каналом - через шину управления с микропроцессором, а шестым каналом - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса - с оперативным и постоянным запоминающими устройствами.

Наличие четырех аналого-цифровых преобразователей, входы которых соединены с соответствующими выходами преобразователей амплитуд синусоидальных напряжений, интерфейса с шестью каналами, микропроцессорной системы с дисплеем, содержащей микропроцессор с внутренней памятью, выполненной в виде регистров общего назначения, оперативного и постоянного запоминающих устройств, генератора тактовой частоты, таймера, буфера адреса, буфера данных, шины данных, шины адреса и шины управления, при этом первыми четырьмя каналами интерфейс соединен с четырьмя аналого-цифровыми преобразователями соответственно, пятым каналом - через шину управления с микропроцессором, а шестым каналом - через шину данных и буфер данных с микропроцессором, который соединен с генератором тактовой частоты и таймером, а через буфер адреса и шину адреса - с оперативным и постоянным запоминающими устройствами, позволяет по программе, записанной в постоянном запоминающем устройстве, осуществлять операции деления амплитуд синусоидальных колебаний днища на амплитуды колебаний напряжения с выхода генератора и фильтра низших частот соответственно, по полученным значениям результатов деления строить амплитудно-частотную характеристику исследуемой подвески транспортного средства и выводить ее на дисплей для анали-

ВУ 13261 С1 2010.06.30

за показателей этой характеристики, то есть для сравнения показателей характеристики с заданными показателями на проектирование подвески.

На фиг. 1 изображена схема стенда; на фиг. 2 - сигнал на обмотках 12 и 14 от источника постоянного тока; на фиг. 3 - сигнал на обмотке 13 от генератора переменного тока; на фиг. 4 - сигнал на обмотке 15 от фильтра низких частот; на фиг. 5 - сумма сигналов на обмотках 12 и 13; на фиг. 6 - сумма сигналов на обмотках 14 и 15; на фиг. 7 - последовательность прямоугольных импульсов от мультивибраторов; на фиг. 8 - амплитудно-частотная характеристика контура; на фиг. 9 - спектр прямоугольных импульсов; на фиг. 10 - гармоническая составляющая сигнала, выделяемого контуром; на фиг. 11 - амплитудно-модулированный сигнал; на фиг. 12 - сигнал после выпрямления; на фиг. 13 - колебания днища трактора; на фиг. 14 - синусоидальная составляющая колебаний днища; на фиг. 15 - сигнал в цепях преобразователя амплитуды; на фиг. 16 - амплитудно-частотная характеристика подвески трактора.

Стенд содержит опорные площадки 1 и 2 передней и задней осей транспортного средства 3 соответственно, регулируемый источник 4 постоянного тока, фильтр 5 низших частот с блоком 6 конденсаторов переменной емкости, генератор 7 синусоидальных сигналов, два исполнительных механизма 8 и 9, каждый из которых состоит из пульсатора 10 с электроуправляемым гидравлическим клапаном 11 пропорционального типа с двумя обмотками 12 и 13 первого клапана и 14 и 15 второго клапана управления, причем обмотки 12 и 14 каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника 4 постоянного тока, обмотка 13 управления первого клапана подсоединена к выходу генератора 7 синусоидальных сигналов, обмотка 15 управления второго клапана подсоединена к выходу блока 6 конденсаторов переменной емкости, два преобразователя 16 и 17 синусоидальных колебаний днища, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора 18, согласующего усилителя 19, конденсатора 20, катушки 21 индуктивности, выполненной с обеспечением возможности вхождения в нее стержня 22, прикрепленного вертикально к днищу транспортного средства, детектора 23, выходного резистора 24, элемента 25 выделения синусоидальных составляющих колебаний днища, два преобразователя 26, 27 амплитудного значения синусоидальных составляющих колебаний днища в напряжение постоянного тока, преобразователь 28 амплитудного значения синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от генератора 7, преобразователь 29 амплитуды синусоидальных составляющих напряжения, подаваемого от фильтра 5 низших частот, два делителя, выполненные в виде первого 30, второго 31, третьего 32, четвертого 33 аналого-цифровых преобразователей, входы которых соединены с соответствующими выходами преобразователей 26, 27, 28, 29 амплитуд синусоидальных напряжений в напряжение постоянного тока, интерфейса 34 с шестью каналами, микропроцессорной системы 35 с дисплеем 36, включающей в себя микропроцессор 37, имеющий внутреннюю память, выполненную в виде четырех регистров 38, 39, 40, 41 общего назначения, оперативное 42 и постоянное 43 запоминающие устройства, генератор 44 тактовой частоты, таймер 45, буфер 46 адреса, буфер 47 данных, шину 48 данных, шину 49 адреса, шину 50 управления, при этом первыми четырьмя каналами интерфейс 34 соединен с четырьмя аналого-цифровыми преобразователями 30, 31, 32, 33 соответственно, пятым каналом соединен через шину 50 управления с микропроцессором 37, шестым каналом соединен через шину 48 данных и буфер 47 данных с микропроцессором 37, который соединен с генератором 44 тактовой частоты и таймером 45, а через буфер 46 адреса и шину 49 адреса микропроцессор 37 соединен с оперативным 42 и постоянным 43 запоминающими устройствами.

Каждый элемент 25 имеет конденсатор 51 и резистор 52. Каждый преобразователь 26, 27, 28, 29 амплитудного значения синусоидальных составляющих колебаний днища и напряжения соответственно содержит конденсатор 53, диод 54, резистор 55, фильтр 56 низших частот.

ВУ 13261 С1 2010.06.30

На опорные площадки 1 и 2 устанавливается транспортное средство 3, динамику подвески которого необходимо исследовать. От источника 4 постоянного тока напряжение подается на обмотки 12 и 14 клапанов 11 (фиг. 2), на обмотку 13 первого клапана подается сигнал от генератора 7 (фиг. 3), на обмотку 15 управления второго клапана подается сигнал синусоидальной формы, задержанный относительно первого сигнала фильтром 5 (фиг. 4). Положение первого клапана 11 в данный текущий момент времени определяется суммой сигналов, подаваемых на его обмотки 12 и 13 (фиг. 5), положение второго клапана 11 в любой момент времени определяется суммой сигналов, подаваемых на его обмотки 14 и 15 (фиг. 6). Колебания днища происходят в соответствии с сигналами, изображенными на фиг. 5 и 6.

Подаются на обмотки 13 и 15 клапанов синусоидальные колебания частотой, например, 0,5 Гц. По истечении некоторого времени, когда прекращаются переходные процессы, устанавливается гармоническое колебание днища с той же частотой, но с другой амплитудой. Стержень 22, закрепленный на днище транспортного средства, также колеблется, и на выходе резистора 24 формируется сигнал, пропорциональный этим колебаниям. Происходит это следующим образом. На выходе мультивибратора 18 преобразователей 16, 17 формируется периодическая последовательность прямоугольных импульсов (фиг. 7), которые посредством согласующего усилителя 19 поступают на последовательный резонансный контур, образованный конденсатором 20 и катушкой 21 индуктивности. Контур имеет резонансную амплитудно-частотную характеристику (фиг. 8). Контуром из всего спектра частот входного на контур периодического сигнала с прямоугольными импульсами (спектр изображен на фиг. 9), имеющего практически неограниченную полосу частот, выделяется гармоническая составляющая с частотой, равной резонансной частоте контура, изображенная на фиг. 10. При изменении положения стержня 22 изменяется индуктивность резонансного контура, поэтому меняется амплитуда гармонической составляющей на выходе резонансного контура (фиг. 11). Для выделения изменения амплитуды гармонической составляющей сигнал подается на детектор 23, которым сигнал выпрямляется (фиг. 12), а затем отфильтровывается высокочастотная составляющая (фиг. 13).

Поэтому на резистор 24 формируется сигнал, пропорциональный колебаниям стержня, имеющий постоянную и переменную составляющие. Постоянная составляющая отделяется элементом 25, и на выходе элемента 25 остается только синусоидальная составляющая (фиг. 14). При открытом диоде 54 конденсатор 53 заряжается с малой постоянной времени до значительной величины. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе 53 становится больше мгновенного значения измеряемого напряжения, диод 54 закрывается. Затем конденсатор разряжается. Так как постоянная времени разряда значительно больше, чем постоянная времени заряда, то разряжается конденсатор только на некоторую величину. Поэтому в установившемся режиме конденсатор 53 практически заряжается до амплитуды входного напряжения.

Напряжение на резисторах 55 является синусоидальным, постоянная составляющая которого практически равна амплитуде входного на преобразователи 26, 27, 28, 29 амплитудного значения (фиг. 15). Напряжение, сформированное на резисторах 55, сглаживается фильтрами 56. Полученные напряжения подаются на аналого-цифровые преобразователи 30, 31, 32, 33.

С выхода аналого-цифровых преобразователей 30, 31, 32, 33 зафиксированные в них числа считываются в параллельном коде и подаются на каналы интерфейса 34. Обращение к интерфейсу 34 происходит по сигналу от микропроцессора 37. Сигнал от аналого-цифрового преобразователя 30 записывается посредством шины 48 данных и буфера 47 данных в регистр 38 микропроцессора 37, сигнал от аналого-цифрового преобразователя 31 - в регистр 39, сигнал от аналого-цифрового преобразователя 32 - в регистр 40, сигнал от аналого-цифрового преобразователя 33 - в регистр 41.

Обработка сигналов, поступивших в регистры, осуществляется микропроцессором 37 по программе, записанной в постоянном запоминающем устройстве 42, которая состоит из

ВУ 13261 С1 2010.06.30

команд. При этом в ходе работы микропроцессор 37 выдает на шину 49 адреса номер ячейки постоянного запоминающего устройства 42, где хранится команда, которую надо выполнить по программе. По шине 50 управления в постоянное запоминающее устройство 42 поступают сигналы, обеспечивающие чтение содержимого этой ячейки памяти. Запрошенная команда выдается на шину 48 данных и через буфер 47 данных принимается в микропроцессор 37 и расшифровывается, то есть определяется код операции, которую необходимо выполнить, и адрес данных, где они находятся. Эта операция состоит в делении амплитуды, код которой записан в регистр 38, на амплитуду, код которой записан в регистр 39. Так как данные, подлежащие обработке, находятся во внутренней памяти микропроцессора, а именно в его регистрах общего назначения, то команда выполняется микропроцессором, при этом результат вычисления отношения амплитуд записывается в регистр 38 и выводится на дисплей 36, регистр 38 при этом обнуляется. Это и есть первая точка первой амплитудно-частотной характеристики подвески.

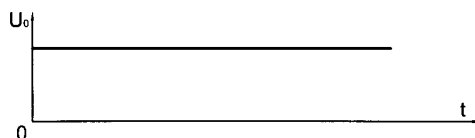
Аналогично запрашивается микропроцессором 37 вторая команда программы, определяется код операции и адрес новых данных. Вторая операция состоит в делении амплитуды, код которой записан в регистр 41, на амплитуду, код которой записан в регистр 40. Результат вычисления записывается в регистр 41 и выводится на дисплей 36, регистр 41 при этом обнуляется. Это и есть первая точка второй амплитудно-частотной характеристики подвески.

Затем изменяется частота напряжения 7 генератора, амплитуда же этого напряжения и амплитуда напряжения с выхода фильтра остаются постоянными. По программе происходит вычисление микропроцессором вторых точек амплитудно-частотных характеристик. Изменяя частоту напряжения генератора 10-12 раз, увеличивая ее каждый раз на некоторую величину и сохраняя амплитуду подаваемых напряжений, по программе вычисляются 10-12 точек двух амплитудно-частотных характеристик подвески с высокой точностью. Примерный вид одной из амплитудно-частотных характеристик подвески трактора приведен на фиг. 16.

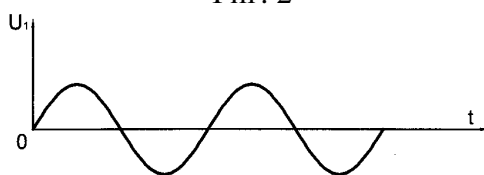
Применение стенда обеспечивает исследование с высокой точностью каждой изготовленной подвески транспортного средства по ее амплитудно-частотной характеристике, то есть определение показателей амплитудно-частотной характеристики (резонансную частоту, граничную низшую частоту, граничную высшую частоту, полосу пропускания, максимальное значение отношений амплитуд) и сравнение их с заданными. Поэтому применением стенда обеспечивается повышение конкурентоспособности транспортных средств, что дает экономический эффект.

Источники информации:

1. Патент РФ 2026544, МПК G 01M 17/04, 1995.
2. Патент РФ 2043615, МПК G 01M 17/04, 1995.

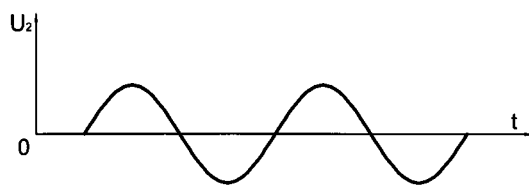


Фиг. 2



Фиг. 3

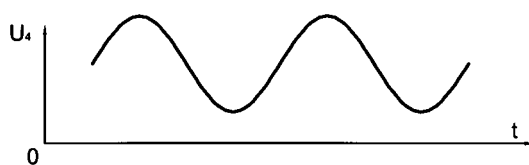
BY 13261 C1 2010.06.30



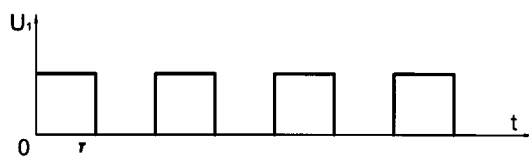
Фиг. 4



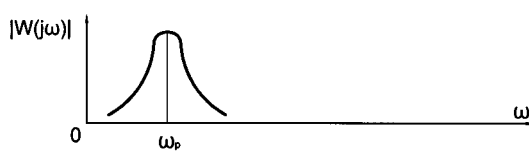
Фиг. 5



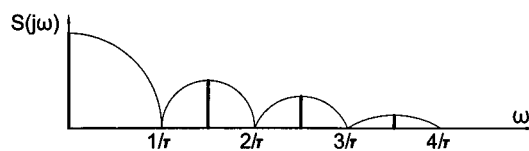
Фиг. 6



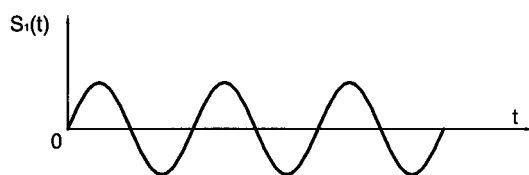
Фиг. 7



Фиг. 8

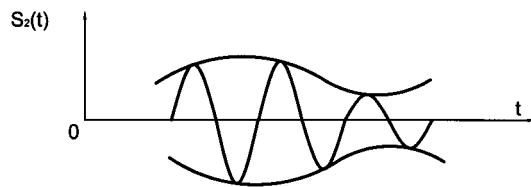


Фиг. 9

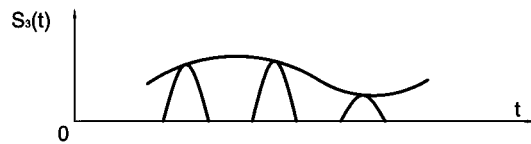


Фиг. 10

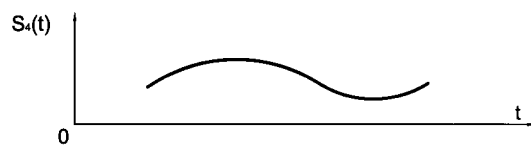
ВУ 13261 С1 2010.06.30



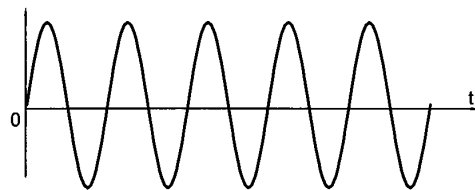
Фиг. 11



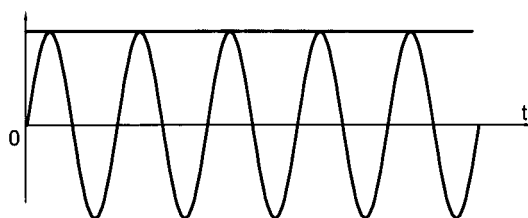
Фиг. 12



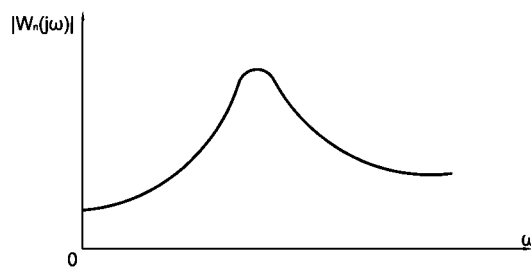
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16