



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2001114061/28, 22.05.2001

(24) Дата начала действия патента: 22.05.2001

(30) Приоритет: 23.05.2000 US 09/576,286

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2003

(45) Опубликовано: 10.12.2005 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2100802 C1, 27.12.1997. SU 1499259 A1, 07.08.1989. SU 820365 A1, 07.04.1981. SU 150549 A1, 01.01.1962. SU 1205065 A1, 15.01.1986. US 6023980, 15.02.2000.

Адрес для переписки:

129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):

ОСТЕНДОРФ Артур Девол (US),
ХОПСТЕР Джозеф Генри (US)

(73) Патентообладатель(ли):

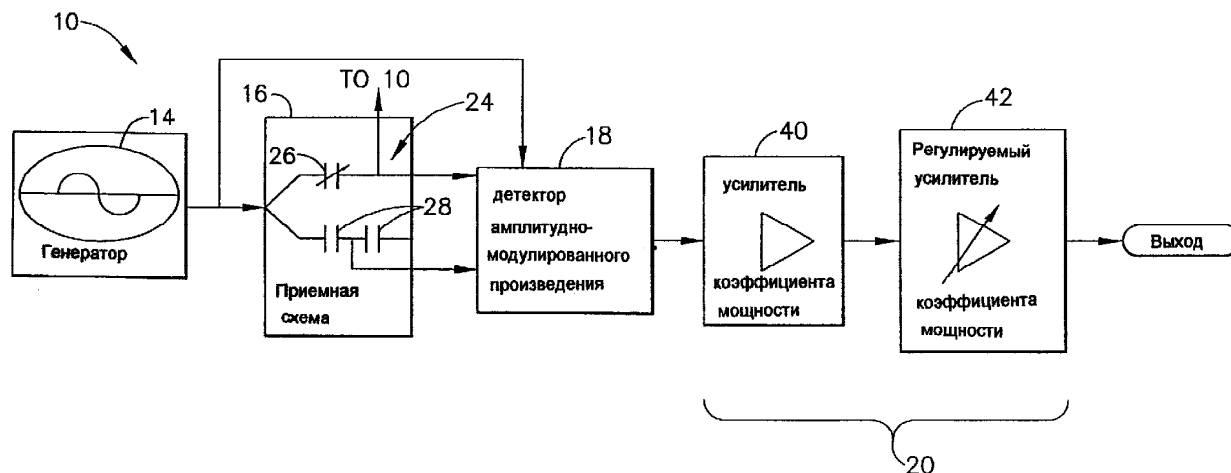
ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА МНОГОЦИКЛОВУЮ УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательной технике. Сущность: передают единую частоту с помощью кварцевого генератора, регулируют мост для измерения емкости и детектируют частоту компонента. Устройство для реализации способа состоит из кварцевого генератора, детектора

произведения и приемной схемы, содержащей уравнивающий мост для измерения емкости. Емкостный зонд включает кварцевый генератор и приемную схему, содержащую уравнивающий мост для измерения емкости. Технический результат: повышение точности проведения испытаний. 3 н. и 16 з.п. ф-лы, 2 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2001114061/28, 22.05.2001

(24) Effective date for property rights: 22.05.2001

(30) Priority: 23.05.2000 US 09/576,286

(43) Application published: 10.06.2003

(45) Date of publication: 10.12.2005 Bull. 34

Mail address:

129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):

OSTENDORF Artur Devol (US),
KhOPSTER Dzhozef Genri (US)

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) METHOD AND DEVICE FOR FATIGUE DURABILITY TESTING

(57) Abstract:

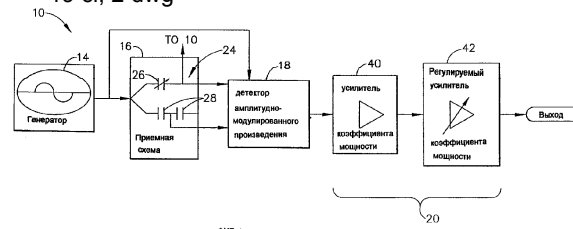
FIELD: testing engineering.

SUBSTANCE: method comprises emitting single frequency by means of a quartz generator, control of the bridge for measuring capacity, and detecting the frequency of the component. The device comprises generator, detector, and receiving circuit that has balancing bridge for measuring capacity. The capacitive probe comprises quartz generator and receiving circuit

that has balancing bridge for measuring capacity.

EFFECT: enhanced accuracy.

19 cl, 2 dwg



Область техники.

Данное изобретение относится к проведению испытаний на долговечность, конкретно к устройству и способу измерения частоты и смещения для замкнутой системы управления проведением испытания на многоцикловую усталость.

5 Предшествующий уровень техники.

Испытание на долговечность обычно применяют в отношении компонентов, используемых в условиях широких диапазонов температур и амплитуд колебаний. На стадии испытания на долговечность, относящейся к испытанию на многоцикловую усталость, используют замкнутую систему управления испытанием для измерения частоты и смещения компонентов. Испытываемый компонент устанавливают на испытательном стенде и подвергают вибрации с помощью генератора в режиме разомкнутого контура. Емкостный зонд устанавливают вблизи стенда, с возможностью измерения частоты и амплитуды колебаний компонента, подвергаемого вибрации. В частности, емкостный зонд измеряет расстояние между зондом и проверяемым материалом за счет определения мгновенного значения электрической емкости согласно взаимосвязи между зарядом и разностью потенциалов двух поверхностей.

При проведении испытания, по мере возрастания усталости компонента, изменяются собственная резонансная частота и амплитуда компонента, и емкостный зонд формирует сигнал, характеризующий эти изменения. Сигнал, формируемый емкостным зондом, направляют в замкнутую систему управления вибростенда, которая поддерживает амплитуду колебаний компонента на заданном уровне по мере возрастания усталости компонента.

Известные емкостные зонды содержат собственный генератор и приемную схему. Поскольку испытанию подвергаются различные компоненты, собственный генератор нередко является многовибраторной схемой без внешней синхронизации, выполненной с возможностью передавать различные частоты. Но поскольку генератор является схемой без внешней синхронизации, то частота, им передаваемая, может уходить во время проведения испытания в зависимости от близости емкостного зонда к испытываемому компоненту. Помимо этого, из-за повышенной чувствительности приемной схемы нежелательный шум и прочие сигналы, передаваемые генератором или формируемые во время проведения испытания, принимаются приемной схемой и могут отрицательно сказываться на испытании.

Кроме того, поскольку частота уходит в зависимости от близости емкостного зонда к компоненту, происходит сдвиг постоянного напряжения в зависимости от близости емкостного зонда к компоненту. Эти сдвиги напряжения ограничивают динамический диапазон выходного напряжения емкостного зонда, а широкая полоса частот и чувствительность приемника могут стать причиной того, что шум от электротехнического оборудования может доминировать в принимаемых частотах.

Раскрытие изобретения

В приводимом в качестве примера варианте осуществления данного изобретения способ проведения испытания обеспечивает точное измерение частоты и смещения при проведении испытания компонента на долговечность относительно многоциклового усталости. В частности, согласно одному из вариантов осуществления емкостный зонд с высокой точностью обнаруживает, измеряет и отслеживает изменения частоты и амплитуды компонента во время испытания в замкнутой системе управления испытанием. Зонд содержит собственный генератор, приемную схему, детектор произведения и пару усилителей коэффициента усиления. Генератор формирует единый регулируемый выходной сигнал частоты, принимаемый регулируемой приемной схемой. Приемная схема содержит мост для измерения емкости и также выполнена с возможностью ее регулирования для формирования сдвига постоянного напряжения, который формирует нулевой потенциал моста для измерения емкости. Детектор произведения обнаруживает амплитудно-модулированное произведение сигналов генератора и приемной схемы и подавляет нежелательные частоты до ретрансляции сигнала от детектора произведения.

Усилители обнаруживают сдвиг постоянного напряжения и обеспечивают возможность легко снять емкостный эффект. Усилители также выполнены с возможностью их регулирования в целях исключения перегрузки или избыточного усиления емкостного зонда.

- 5 Во время испытания компонента на многоцикловую усталостную долговечность емкостной зонд размещают в непосредственной близости к данному компоненту и используют для обнаружения и отслеживания изменений частоты и амплитуды компонента. Во время проведения испытания по мере того, как компонент устает и его собственная резонансная частота снижается, емкостный зонд передает изменения амплитуды на
- 10 замкнутую систему управления вибростендом. Шум от электротехнического оборудования, создаваемый во время испытания, устраняют с помощью детектора производства, а усилители коэффициента усиления регулируют для формирования нулевого эффекта электрической емкости и обеспечивают возможность увеличивать и центрировать динамический диапазон выходного сигнала для стабильности замкнутой системы
- 15 емкостного зонда. В результате этого емкостный зонд обеспечивает точные измерения частоты и смещения компонента во время проведения испытания на многоцикловую усталость, которые являются более точными и рентабельными по сравнению с известными емкостными зондами.

Краткое описание чертежей

- 20 Фиг.1 изображает блок-схему емкостного зонда и
- Фиг.2 изображает блок-схему способа измерения частоты и смещения области многоциклового усталости компонента с помощью емкостного зонда, изображенного на Фиг.1.

Лучший вариант осуществления изобретения

- 25 Фиг.1 является блок-схемой емкостного зонда 10, используемого для измерения частоты и смещения для проведения испытания на многоцикловую усталостную долговечность компонента (не изображен). В одном из вариантов осуществления изобретения емкостный зонд 10 измеряет частоту и смещение для проведения испытания на многоцикловую усталостную долговечность лопатки газотурбинного двигателя (не изображена). Емкостный
- 30 зонд 10 действует в замкнутой системе управления и содержит печатную плату (не изображена), включающую в себя генератор 14, приемную схему 16, детектор производства 18 и несколько усилителей 20 коэффициента усиления. В одном из вариантов осуществления данного изобретения печатная плата содержит пластину заземления (не изображена) для сведения к минимуму шума, наводимого в печатной плате.
- 35 Кварцевый генератор 14 содержит кристалл (не показан), который формирует единый регулируемый выходной сигнал частоты, который является постоянным. Соответственно, поскольку генератор 14 не является многовибраторной схемой без внешней синхронизации, выходной частотный сигнал от генератора 14 не уходит по мере того, как емкостный зонд 10 перемещается физически ближе к или дальше от компонента,
- 40 испытываемого на усталость. Согласно одному из вариантов осуществления генератор 14 является генератором частоты 5 МГц модели HS-100P, который выпускает компания Vishay Intertechnology, Inc., Malvern, Pennsylvania.

- Приемная схема 16 содержит настроенный мост для измерения емкости или мост Уитсона 24, содержащий по меньшей мере один конденсатор 26 переменной емкости.
- 45 Емкостный зонд 10 функционирует в качестве четвертого конденсатора для моста Уитсона 26. Конденсатор 26 переменной емкости также обеспечивает возможность регулирования и уравнивания эффекта электрической емкости для обеспечения сдвига постоянного напряжения в целях формирования нуля моста 24 для измерения емкости. В приводимом в качестве примера варианте осуществления настроенный мост 24 для измерения емкости
- 50 также содержит два конденсатора 28 емкостью 30 пФ, а конденсатор 26 переменной емкости является конденсатором переменной емкости 5-25 пФ, который выпускает компания Johanson Manufacturing Corp., Boonton, New Jersey.

Детектор 18 производства принимает выходной сигнал от приемной схемы 16 и

детектирует амплитудно-модулированное произведение сигналов с генератора 14. Детектор 18 произведения также подавляет нежелательные частоты перед тем, как ретранслировать сигнал от детектора 18 произведения. В одном из вариантов осуществления данного изобретения детектором 18 произведения является

5 уравновешенный модулятор/демодулятор модели MC1496, выпускаемый компанией Motorola, Inc., Austin, Texas.

На печатной плате смонтированы два усилителя 20 коэффициента усиления. Первый усилитель 40 коэффициента усиления является усилителем коэффициента усиления 50:1 и принимает выходной сигнал с детектора 18 произведения. Первый усилитель 40

10 коэффициента усиления содержит два светодиодных устройства (не изображены) для визуального указания обнаруживаемого сдвига постоянного напряжения на выходе первого усилителя 40 коэффициента усиления. Когда светодиоды запитываются и освещаются, оператор может отрегулировать мост 24 для измерения емкости, чтобы сформировать нуль электрической емкости, и после регулирования оба светодиода отключают от питания и

15 они гаснут. После формирования нуля электрической емкости выход емкостного зонда можно поместить вблизи испытываемого компонента, и при этом сдвиги постоянного напряжения происходить не будут.

Второй усилитель 42 коэффициента усиления является усилителем коэффициента усиления 200:1 и принимает выходной сигнал от первого усилителя 40 коэффициента

20 усиления. Второй усилитель 42 коэффициента усиления является сдвоенным усилителем и выполнен с возможностью его регулирования, для исключения перегрузки или избыточного усиления выходного сигнала емкостного зонда. В одном из вариантов осуществления данного изобретения первый и второй усилители 40 и 42 коэффициента усиления, соответственно, содержат усилители модели LF356, выпускаемые компанией National

25 Semiconductor, Santa Clara, California.

Во время проведения испытания компонента на усталость, в частности на многоцикловую усталость, компонент устанавливают на вибростенде (не изображен), и генератор (не изображен) используют для сообщения компоненту вибрации на собственной частоте в разомкнутом режиме. Емкостный зонд 10 прикладывают к компоненту, и зонд

30 отслеживает изменения частоты и амплитуды компонента в режиме замкнутой системы управления. Зонд 10 прикрепляют к стенду (не изображен) с утяжеленным основанием, и во время испытания на долговечность его удерживают в нужном положении на стенде. Во время проведения испытания по мере того, как компонент устает и собственная резонансная частота снижается, емкостный зонд 10 передает изменения амплитуды на

35 генератор вибростенда. Нагревание из-за электромагнитной индукции, электромагнитные помехи, шум, вносимые компонентом во время проведения испытания, исключают с помощью детектора 18 произведения. Помимо этого, усилители 40 и 42 коэффициента усиления обеспечивают возможность свести к нулю емкостный эффект во время увеличения и центрирования динамического диапазона выходного сигнала. Центрирование

40 динамического диапазона выходного сигнала с помощью усилителей 40 и 42 коэффициента усиления обеспечивает стабильность замкнутой системы управления емкостного зонда. В результате этого зонд 10 можно установить прилегаемым к испытываемому компоненту и после формирования нуля мост 24 для измерения емкости сдвиги постоянного напряжения уменьшают во время испытания на долговечность относительно усталости.

45 Для проведения испытания на долговечность другого компонента (не изображен) первый компонент снимают с вибростенда и на него устанавливают новый компонент. После установки на испытательном стенде нового компонента емкостный зонд 10 устанавливают в контакте с новым компонентом и медленно перемещают на некоторое расстояние от компонента до некоторой точки, в которой светодиоды отключают от питания. В этой

50 точке, известной как нулевая точка, емкостный зонд 10 находится на том же расстоянии от нового компонента в ходе текущего испытания на усталость, на котором емкостный зонд 10 находился во время предыдущего испытания на усталость первого компонента. Амплитуда выходного сигнала зависит от расстояния зонда от компонента. Поскольку

расстояния являются одинаковыми во время обоих испытаний и являются легко повторимыми, то для испытания многих компонентов перекалибровка или регулирования по смещению не являются необходимыми, за счет чего от испытания к испытанию обеспечивают одинаковую характерную амплитуду динамического диапазона.

5 Фиг.2 является блок-схемой способа 60, используемого для измерения частоты и смещения для испытания на многоцикловую усталость компонента (не изображен) с помощью емкостного зонда (не изображен на Фиг.2), который изображен в Фиг.1. Сначала, после фиксации компонента на испытательном стенде, емкостный зонд на этапе 70 передает единую частоту. В одном из вариантов осуществления емкостный зонд содержит
10 кварцевый генератор (не изображен), содержит кристалл (не изображен), который формирует управляемый выходной частотный сигнал. В одном из вариантов осуществления генератором является генератор синхроимпульсов 5 МГц.

Мост для измерения емкости (не изображен) регулируют на этапе 80 для приема передаваемой 70 единой частоты. Регулирование на этапе 80 моста для измерения
15 емкости в целях приема частоты также регулирует емкостный эффект таким образом, что сдвиг постоянного напряжения в усилителе коэффициента усиления (не изображен) первого каскада становится нулевым. В одном из вариантов осуществления мост для измерения емкости регулируют на этапе 80 для приема изменений емкости на частоте 5 МГц.

20 После регулирования на этапе 80 моста для измерения емкости с целью приема единой передаваемой на этапе 70 частоты амплитудно-модулированное значение произведения сигналов с генератора детектируют на этапе 90 с помощью детектора произведения (не изображен в Фиг.2). Детектор произведения также подавляет на этапе 92 любые нежелательные частоты до ретранслирования сигнала. В одном из вариантов
25 осуществления детектор произведения обнаруживает на этапе 90 только амплитудно-модулированный сигнал частотой 5 МГц.

Детектор произведения ретранслирует сигнал на первый усилитель коэффициента усиления (не изображен на фиг.2), который обнаруживает на этапе 100 сдвиг постоянного напряжения выходного сигнала первого усилителя коэффициента усиления. В одном из
30 вариантов осуществления первый усилитель коэффициента усиления содержит пару светодиодов, которые освещаются, когда сдвиг постоянного напряжения обнаруживают на этапе 100 на первом усилителе коэффициента усиления. Если какое-либо смещение постоянного напряжения обнаруживают на этапе 100 на первом усилителе коэффициента усиления, то оператор может отрегулировать на этапе 80 мост для измерения емкости, чтобы свести к нулю эффект электрической емкости до ретранслирования сигнала с
35 детектора произведения. При этом регулирование моста на этапе 50 для измерения емкости для сведения к нулю эффекта электрической емкости также центрирует динамический диапазон выходного сигнала, для стабилизации замкнутой системы, в результате этого выход емкостного зонда можно установить прилегающим к
40 испытываемому компоненту, после того, как на этапе 80 мост регулируют для сведения к нулю эффекта электрической емкости, сдвиги постоянного напряжения уменьшаются.

Последний этап способа 60 подразумевает использование второго усилителя коэффициента усиления (не изображен в Фиг.2), который регулируют на этапе 110, для исключения перегрузки или избыточного усиления выходного сигнала емкостного зонда.
45 Поскольку амплитуда выходного сигнала емкостного зонда зависит от расстояния емкостного зонда до компонента, перекалибровка при испытании разных компонентов не является необходимой. В результате этого характерная амплитуда динамического диапазона остается постоянной во время испытания различных компонентов, и объем регулирования емкостного зонда по смещению уменьшается.

50 Описываемый выше способ измерения частоты и смещения испытания компонента на многоцикловую усталостную долговечность является рентабельным и очень надежным. Используемый для осуществления этого способа емкостный зонд точно измеряет частоту и смещение компонента. При этом поскольку емкостный зонд регулируют в целях подавления

нежелательного шума, удастся уменьшить сдвиги потенциально нарушающие, постоянное напряжение, в результате чего емкостный зонд можно устанавливать вблизи компонента в целях точного измерения частоты и смещения компонента во время проведения испытания на многоцикловую усталость.

- 5 Несмотря на то что данное изобретение изложено применительно к конкретным вариантам осуществления, специалистам в данной области техники представляется очевидным, что данное изобретение может быть осуществлено с изменениями в рамках заявленной формулы.

10

Формула изобретения

1. Способ измерения (60) частоты и смещения для проведения испытания компонента на многоцикловую усталостную долговечность, согласно которому передают (70) единую частоту с помощью кварцевого генератора, выполненного с возможностью формирования регулируемого по частоте выходного сигнала, детектируют частоту компонента, и
15 регулируют (110) мост для измерения емкости в целях приема сигнала определенной частоты.

2. Способ (60) по п.1, отличающийся тем, что на этапе (110) регулирования моста для измерения емкости производят регулирование емкостного эффекта с получением сдвига постоянного напряжения, с возможностью формирования обнуления моста для измерения
20 емкости.

3. Способ (60) по п.2, отличающийся тем, что на этапе (90) детектируют амплитудно-модулированное значение произведения сигналов генератора.

4. Способ (60) по п.3, отличающийся тем, что подавляют на этапе (92) нежелательные частоты с помощью усилителя коэффициента усиления.

- 25 5. Способ (60) по п.4, отличающийся тем, что предотвращают избыточное усиление выходного сигнала.

6. Способ (60) по п.5, отличающийся тем, что на этапе предотвращения избыточного усиления выходного сигнала используют сдвоенный усилитель (40, 42).

7. Устройство для измерения частоты и смещения для проведения испытания
30 компонента на многоцикловую усталостную долговечность, содержащее кварцевый генератор (14), выполненный с возможностью формирования единого регулируемого выходного частотного сигнала, детектор (18) произведения, выполненный с возможностью детектирования (90) амплитудно-модулированного значения произведения сигналов указанного генератора, и приемную схему, содержащую уравновешенный мост (24) для
35 измерения емкости, выполненный с возможностью приема сигнала единой частоты от компонента.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что уравновешенный мост (24) для измерения емкости содержит по меньшей мере один конденсатор (26) переменной емкости.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что конденсатор (26) переменной емкости
40 выполнен с возможностью формирования нуля указанного моста для измерения емкости.

10. Устройство по п.7, отличающееся тем, что содержит усилитель (40) коэффициента усиления, выполненный с возможностью усиления искомых частот.

11. Устройство по п.10, отличающееся тем, что указанный усилитель (40) коэффициента усиления является усилителем коэффициента усиления 50:1.

- 45 12. Устройство по п.7, отличающееся тем, что содержит сдвоенный усилитель (40, 42) коэффициента усиления, выполненный с возможностью исключения избыточного усиления выходного сигнала указанного устройства.

13. Устройство по п.12, отличающееся тем, что усилитель коэффициента усиления является сдвоенным усилителем коэффициента усиления переменного тока 200:1.

- 50 14. Емкостной зонд (10) для измерения частоты и смещения для испытания компонента на многоцикловую усталостную долговечность, содержащий кварцевый генератор (14), выполненный с возможностью формирования единого регулируемого выходного частотного сигнала, и приемную схему (16), содержащую уравновешенный мост (24) для измерения

емкости, выполненный с возможностью приема единой частоты от компонента, и содержащий по меньшей мере один конденсатор (26) переменной емкости.

5 15. Емкостной зонд (10) по п.14, отличающийся тем, что содержит детектор (18) произведения, выполненный с возможностью детектирования на этапе (90) значения амплитудно-модулированного произведения сигналов указанного генератора, при этом конденсатор (26) переменной емкости выполнен с возможностью формирования нуля указанного моста для измерения емкости.

16. Емкостной зонд (10) по п.15, отличающийся тем, что содержит первый усилитель (40) коэффициента усиления, выполненный с возможностью усиления искомым частот.

10 17. Емкостной зонд (10) по п.16, отличающийся тем, что указанный первый усилитель (40) коэффициента усиления имеет коэффициент усиления 50:1.

18. Емкостной зонд (10) по п.15, отличающийся тем, что содержит второй усилитель (42) коэффициента усиления, выполненный с возможностью исключения избыточного усиления выходного сигнала указанного устройства.

15 19. Емкостной зонд (10) по п.18, отличающийся тем, что второй усилитель (42) коэффициента усиления является сдвоенным усилителем переменного тока с коэффициентом усиления 200:1.

20

25

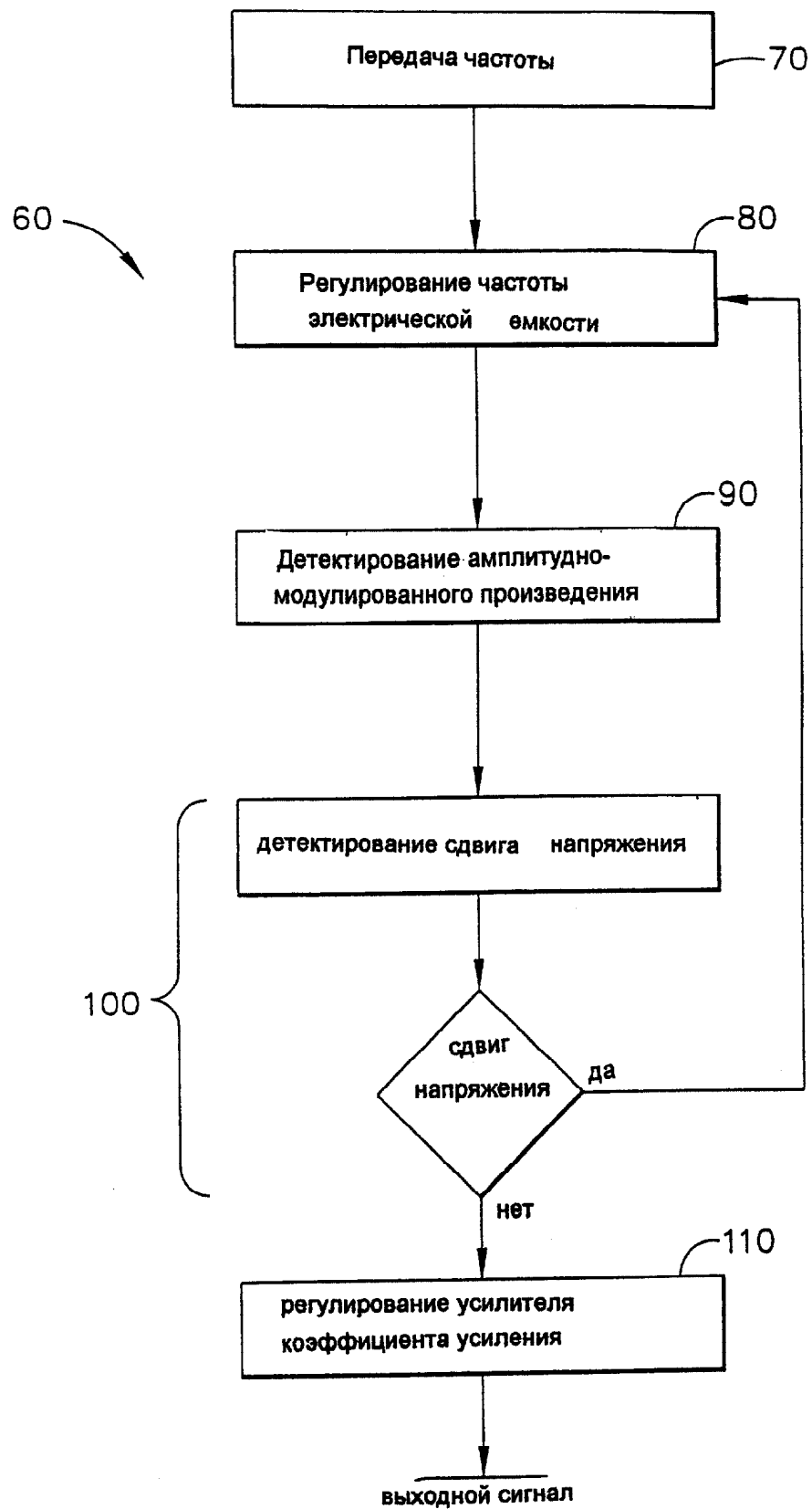
30

35

40

45

50



ФИГ. 2