



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: **2004121172/28, 30.11.2002**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**30.11.2002**

(30) Конвенционный приоритет:  
**12.12.2001 DE 10161069.6**

(43) Дата публикации заявки: **27.05.2005**

(45) Опубликовано: **20.04.2007 Бюл. № 11**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 5477473 A, 19.12.1995. EP 0338400 A2, 25.10.1989. EP 0271849 A1, 22.06.1988. EP 1091199 A1, 11.04.2001. EP 1108984 A1, 20.06.2001. EP 1093039 A1, 18.04.2001. RU 2042929 C1, 27.08.1995.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:  
**12.07.2004**

(86) Заявка РСТ:  
**EP 02/13537 (30.11.2002)**

(87) Публикация РСТ:  
**WO 03/050480 (19.06.2003)**

Адрес для переписки:  
**103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО  
"Союзпатент", пат.пов. И.М.Захаровой**

(72) Автор(ы):

**ФЛОРЕНЦ Ханс-Йорг (DE),  
ХАЙЛИГ Клеменс (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЭНДРЕСС+ХАУЗЕР ГМБХ+КО. КГ (DE)**

**RU 2 297 597 C2**

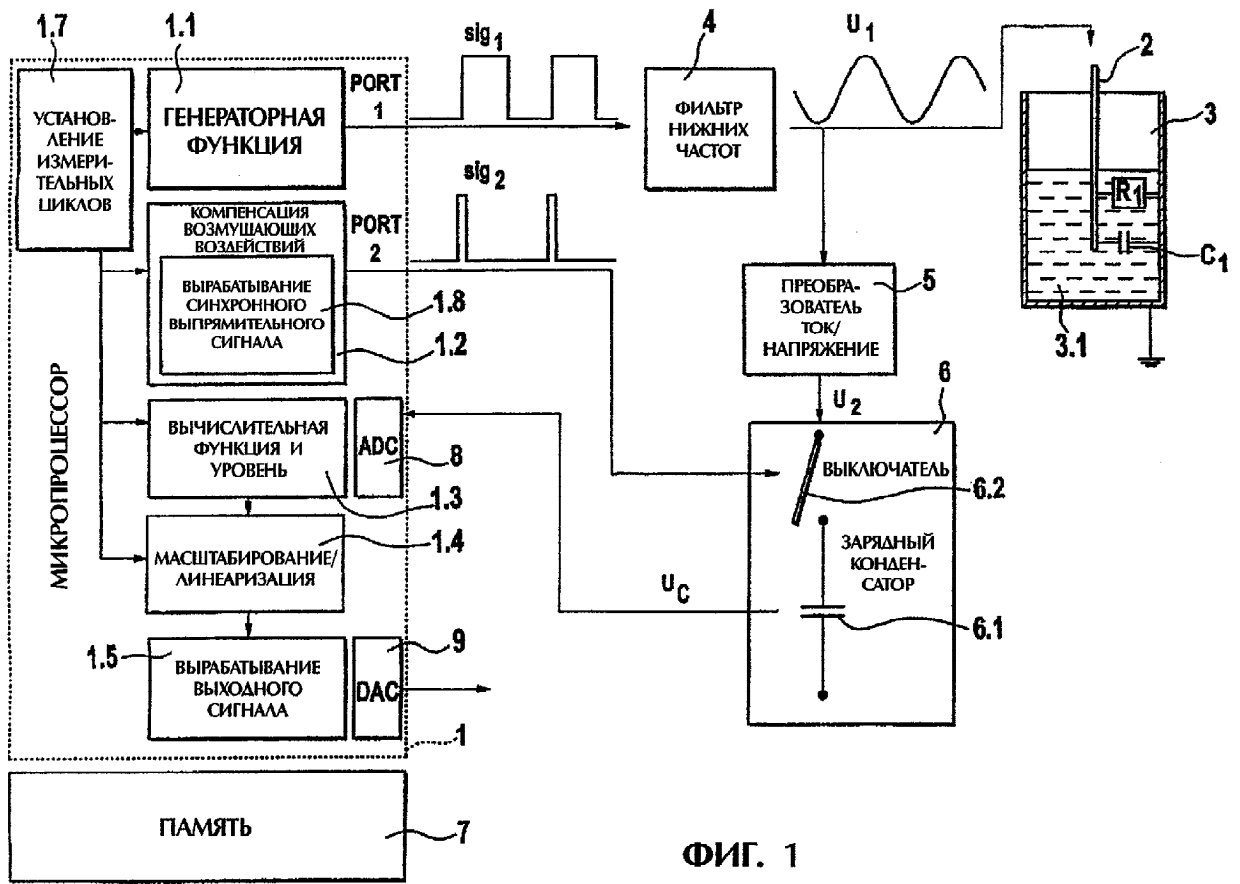
**RU 2 297 597 C2**

**(54) ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОЛЕВОЙ ПРИБОР С СЕНСОРНЫМ БЛОКОМ ДЛЯ ЕМКОСТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ В РЕЗЕРВУАРЕ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электронному полемому прибору с сенсорным блоком (2) для емкостных измерений уровня в резервуаре (3). Электронный полевой прибор через соответствующие сигнальные пути связан с сенсорным блоком (2), вырабатывает сигнал напряжения для управления сенсорным блоком (2) и принимает и оценивает измеряемый ток от сенсорного блока (2). Согласно изобретению имеются аналого-цифровой преобразователь (8) для преобразования в цифровую форму

аналогового измеряемого тока, микропроцессор (1) и блок (7) памяти. Микропроцессор (1) осуществляет выработку сигнала напряжения, оценку измеряемого тока, компенсацию возмущающих воздействий и вычисление определяемых величин устройства датчик/резервуар в соответствии с заданными программами, которые хранятся в блоке (7) памяти. Изобретение обеспечивает измерение емкости независимо от имеющейся активной проводимости измеряемой среды. 12 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004121172/28, 30.11.2002**  
 (24) Effective date for property rights: **30.11.2002**  
 (30) Priority:  
**12.12.2001 DE 10161069.6**  
 (43) Application published: **27.05.2005**  
 (45) Date of publication: **20.04.2007 Bull. 11**  
 (85) Commencement of national phase: **12.07.2004**  
 (86) PCT application:  
**EP 02/13537 (30.11.2002)**  
 (87) PCT publication:  
**WO 03/050480 (19.06.2003)**

Mail address:  
**103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO**  
**"Sojuzpatent", pat.pov. I.M.Zakharovoj**

(72) Inventor(s):  
**FLORENTs Khans-Jorg (DE),**  
**KhAJLIG Klemens (DE)**  
 (73) Proprietor(s):  
**EhNDRESS+KhAUZER GMBKh+KO. KG (DE)**

RU 2 297 597 C2

RU 2 297 597 C2

(54) **ELECTRONIC FIELD DEVICE WITH SENSOR UNIT FOR CAPACITIVE MEASUREMENT OF LEVEL IN RESERVOIR**

(57) Abstract:

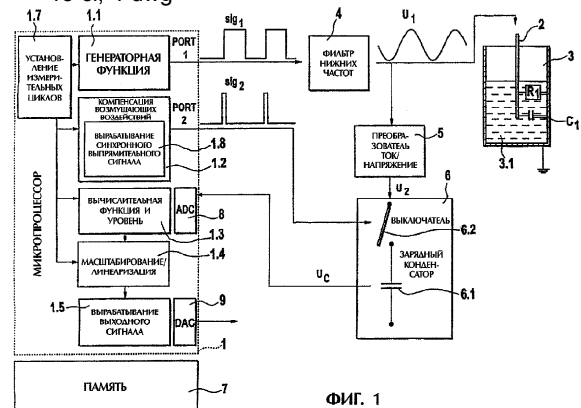
FIELD: measuring technique.

SUBSTANCE: electronic field device is connected with sensor unit 2 through corresponding signal paths. Device generates voltage signal to control sensor unit 2 and receives and estimates measured current from sensor unit 2. According to invention, device has analog-to-digital converter 8 to transform measured analog current into digital form, microprocessor 1 and memory unit 7. Microprocessor generates voltage signal, estimates current to be measured, compensates perturbation actions and calculates values to be measured of detector/reservoir corresponding to specified programs, which programs are kept in memory unit 7. Capacitance can be measured independently on active conductivity of medium to

be measured.

EFFECT: improved reliability of results of measurement.

13 cl, 4 dwg



Изобретение относится к электронному полевому прибору с сенсорным блоком для емкостных измерений уровня в резервуаре, согласно ограничительной части п.1 формулы.

Полевые приборы для емкостного измерения уровня известны уже много лет. При этом направленный в резервуар зонд и стенка резервуара образуют конденсатор. Емкость  
5 полученного таким образом конденсатора зависит от уровня и диэлектрической постоянной измеряемой среды.

Одной возможностью измерения этой емкости является так называемое измерение полного тока. При этом посредством традиционной выпрямительной схемы измеряют значение переменного тока, который при определенных частоте и напряжении течет через  
10 образованный зондом, средой и стенкой резервуара конденсатор. Полный ток зависит, правда, не только от емкости, но и от проводимости измеряемой среды, что на практике приводит к неточностям, поскольку проводимость прежде всего сыпучих продуктов зависит от различных факторов, таких, например, как температура и влажность воздуха.

Одним из методов подавления влияния параллельной проводимости является  
15 измерение при относительно высоких частотах. Поскольку протекающая через емкость доля (реактивная составляющая) полного тока увеличивается пропорционально частоте, тогда как вызванная проводимостью доля остается постоянной, при высоких частотах преобладает практически всегда емкостная доля. Измерение при высоких частотах (>100 кГц) приводит, однако, по опыту, к трудностям при длинных зондах с большими  
20 паразитными индуктивностями.

Другой метод состоит в том, чтобы измерять не полный ток, а реактивный ток при угле сдвига фаз  $90^\circ$  между током и напряжением, что соответствует чисто емкостному измерению. Это может быть реализовано с помощью синхронной выпрямительной схемы. У этого способа недостаток, однако, состоит в том, что, например, в средах с низкой  
25 диэлектрической постоянной и высокой проводимостью, в которых с помощью измерения полного тока измерения возможны без проблем, из-за практически исчезающего реактивного тока возникают трудности. Кроме того, подобные традиционные синхронные выпрямительные схемы, по опыту, восприимчивы к электромагнитным помехам.

В основе изобретения лежит задача создания электронного полевого прибора с  
30 сенсорным блоком для емкостных измерений уровня в резервуаре, который легко можно было бы приспособить к имеющимся полевым условиям и с помощью которого в зависимости от конкретного назначения применялся бы наиболее подходящий метод измерений.

Эта задача решается согласно изобретению посредством признаков п.1 формулы.  
35 Зависимые пункты касаются предпочтительных выполнений и усовершенствований изобретения.

Основная идея изобретения состоит в использовании микропроцессора для  
40 выработки сигнала напряжения, для оценки измеряемого тока, для компенсации паразитных влияний и для вычисления определяемых величин устройства датчик/резервуар, причем соответствующие программы хранятся в блоке памяти. Для обработки микропроцессором аналоговый измеряемый ток преобразуют посредством аналого-цифрового преобразователя в цифровую форму. За счет использования микропроцессора простым образом можно выбирать и применять метод измерений, оптимальный для имеющихся полевых условий.

К тому же за счет использования микропроцессора можно вырабатывать различные  
45 выходные сигналы, которые зависят от дальнейшего использования выходного сигнала или применяемого протокола передачи. Так, можно вырабатывать, например, сигнал 4-20 мА, сигнал 0-10 В, ЧИМ-сигнал (частотно-импульсно-модулированный сигнал), двоичный коммутирующий сигнал и т.д. Можно также вырабатывать и передавать несколько  
50 выходных сигналов (сигнал 4-20 мА, сигнал 0-10 В, ЧИМ-сигнал, двоичный коммутирующий сигнал и т.д.) для различных протоколов передачи или целей применения.

У одной формы выполнения изобретения микропроцессор выполняет для выработки сигнала напряжения генераторную функцию, причем измеряемую частоту

сигнала напряжения устанавливает микропроцессор.

Согласно одной предпочтительной форме выполнения микропроцессор выполняет для выработки сигналов напряжения с разными частотами функцию переключения частот.

5 Генераторная функция может быть реализована, например, путем деления частоты тактового сигнала микропроцессора, причем делителем частоты управляют в зависимости от желаемой измеряемой частоты сигнала напряжения посредством функции переключения частот.

10 За счет деления такта процессора сигнал напряжения может быть выработан практически с любой измеряемой частотой в пределах такта процессора. Переключение частот может быть реализовано, таким образом, без проблем с помощью программы. Это имеет, с одной стороны, преимущество того, что электронику можно приспособить к различным случаям применения, а, кроме того, за счет попеременного измерения при двух различных измеряемых частотах можно достичь простой компенсации параллельной проводимости.

15 Для выработки синусоидального напряжения у одного усовершенствования изобретения предусмотрен фильтр нижних частот, который преобразует сигнал напряжения в синусоидальное напряжение. Можно также использовать для измерения любые произвольные формы сигналов с определенным содержанием высших гармоник.

20 Для выработки синусоидальных напряжений с разными частотами фильтр нижних частот у одной предпочтительной формы выполнения изобретения располагает устанавливаемыми предельными частотами, причем актуальную предельную частоту фильтра нижних частот устанавливают посредством функции переключения частот в зависимости от установленной измеряемой частоты генератора для выработки сигнала напряжения.

25 В соответствии с одним усовершенствованием изобретения измеряемый ток перед оценкой преобразуют посредством преобразователя ток/напряжение в пропорциональное измеряемому току измеряемое напряжение.

30 В соответствии с одним особенно предпочтительным усовершенствованием изобретения измеряемое напряжение выпрямляют выпрямителем и через аналого-цифровой преобразователь подают к микропроцессору для обработки.

Выпрямитель включает в себя согласно одной форме выполнения зарядный конденсатор и может быть выполнен, например, в виде пикового выпрямителя или в виде синхронного выпрямителя.

35 В первом методе измерений микропроцессор вычисляет значение измеряемого тока при определенном угле сдвига фаз в отношении сигнала напряжения, причем угол сдвига фаз может быть установлен микропроцессором.

Во втором методе измерений микропроцессор вырабатывает попеременно два сигнала напряжения с разными частотами и по соответствующим измеряемым токам вычисляет определенные величины устройства датчик/резервуар.

40 В соответствии с одной особенно предпочтительной формой выполнения изобретения микропроцессор вырабатывает необходимый угол сдвига фаз между сигналом напряжения и измеряемым током за счет выработанного им сдвига фаз между синхронизирующим сигналом и сигналом напряжения, причем синхронизирующий сигнал управляет синхронным выпрямителем.

45 Поскольку угол сдвига фаз, при котором измеряют ток через зонд, может быть выбран в широких пределах произвольно с помощью программных средств, можно осуществлять переключение между измерением чисто реактивного тока (емкостное измерение), измерением полного тока (измерение импеданса) и измерением чисто активного тока (измерение проводимости).

50 Поскольку синхронизирующий сигнал для синхронного выпрямления вырабатывают в микропроцессоре независимо и не выводят, как в традиционных синхронных выпрямительных схемах, из сигнала аналогового осциллятора, этот вид измерений менее восприимчив к электромагнитным помехам.

В соответствии с одной особенно предпочтительной формой выполнения изобретения микропроцессор в зависимости от определяемых величин и/или от полевых условий устанавливает измеряемую частоту сигнала напряжения и/или угол сдвига фаз для оценки измеряемого тока.

5 Определяемыми величинами устройства датчик/резервуар могут быть, например, импеданс и/или емкость, и/или проводимость.

Полевые условия включают в себя, например, геометрию датчика и резервуара и/или вид среды в резервуаре, и/или возмущающие воздействия.

10 Микропроцессор выполняет к тому же дополнительные функции, такие как линейаризация и масштабирование измеренного сигнала, и вырабатывает выходной сигнал датчика.

В соответствии с одной особенно предпочтительной формой выполнения изобретения измерение осуществляют не непрерывно, а в течение одного измерительного цикла вырабатывают и оценивают отдельные пакеты синусоидальных колебаний числом, например, 1000. Между отдельными пакетами синусоидальных колебаний имеются паузы, 15 причем продолжительность пауз является переменной и устанавливается, например, генератором случайных чисел. За счет этого можно достичь повышенной невосприимчивости к электромагнитным воздействиям, поскольку между измерительным и паразитным сигналами не могут возникнуть постоянные интерференции.

В соответствии с одной особенно предпочтительной формой выполнения изобретения 20 электронный полевой прибор посредством микропроцессора в паузах между измерительными циклами переключают в режим экономии энергии. В течение этих пауз через зонд также не течет ток. За счет этого расход тока можно снизить до доли расхода тока, обычного у емкостных датчиков. Это представляет особый интерес для применений устройств по NAMUR.

25 Изобретение более подробно поясняется с помощью прилагаемых чертежей, на которых изображено:

- фиг.1: принципиальная блок-схема электронного полевого прибора для первого метода измерений;

30 - фиг.2: принципиальная блок-схема электронного полевого прибора для второго метода измерений;

- фиг.3: зависящая от времени характеристика напряжений при чисто емкостной нагрузке;

- фиг.4: зависящая от времени характеристика напряжений при смешанной емкостно-омической нагрузке.

35 Как видно из фиг.1 и 2, электронный полевой прибор включает в себя микропроцессор 1, датчик 2 для определения уровня среды 3.1 в резервуаре 3, фильтр 4, преобразователь 5 ток/напряжение, выпрямитель 6 и блок 7 памяти, причем выпрямитель 6 содержит конденсатор 6.1.

40 Как видно из фиг.1, микропроцессор 1 для осуществления первого метода измерений содержит функциональные блоки: генераторная функция 1.1, компенсация 1.2 возмущающих воздействий, вычислительная функция 1.3, масштабирование/линейаризация 1.4, вырабатывание выходного сигнала 1.5. Дополнительно имеется функциональный блок «установка измерительных циклов» 1.7, который определяет продолжительность измерительных циклов и продолжительность пауз между измерительными циклами. За счет 45 этого посредством режима экономии энергии можно снизить расход тока. Дополнительно за счет изменения продолжительности пауз можно достичь повышенной невосприимчивости к электромагнитным воздействиям, поскольку между измерительным и паразитным сигналами не могут возникнуть постоянные интерференции. Посредством генераторной функции 1.1 микропроцессор 1 вырабатывает сигнал  $sig_1$  напряжения с измеряемой частотой  $f$ , который передается через PORT 1 и за счет последующего отфильтровывания 50 нижних частот фильтром 4 преобразуется в синусоидальное напряжение  $U_1$ . Генераторная функция 1.1 реализована при этом в виде делителя частоты или посредством встроенного в микропроцессор таймера, так что сигнал напряжения вырабатывается из тактового

сигнала микропроцессора.

Для компенсации 1.2 возмущающих воздействий микропроцессор 1 выполняет функциональный блок «вырабатывание синхронизирующего сигнала» 1.8 и вырабатывает синхронизирующий сигнал  $sig_2$ , который имеет устанавливаемый угол сдвига фаз по отношению к сигналу  $sig_1$  напряжения. В изображенном примере выполнения синхронизирующий сигнал  $sig_2$  используют для управления выпрямителем 6 и передают через PORT 2. В зависимости от угла сдвига фаз, установленного между сигналом  $sig_1$  напряжения и синхронизирующим сигналом  $sig_2$ , можно осуществлять измерение чисто реактивного тока, т.е. устанавливают угол сдвига фаз  $0^\circ$ , или измерение чисто активного тока, т.е. устанавливают угол сдвига фаз  $90^\circ$ . Таким образом, можно устранить имеющиеся возмущающие воздействия, такие как омические сопротивления, у емкостного измерительного зонда или емкости у проводящего измерительного зонда.

Преобразователь 5 ток/напряжение преобразует вызванный сигналом  $U_1$  напряжения ток через сенсорный блок 2 в пропорциональный сигнал  $U_2$  напряжения.

Выпрямитель 6 выполнен для первого метода измерений в виде синхронного выпрямителя и содержит дополнительно к зарядному конденсатору 6.1 управляемый выключатель 6.2, выполненный, например, в виде МОП-транзистора. Выключатель 6.2 управляется синхронизирующим сигналом  $sig_2$ . При приложении высокого уровня синхронизирующим сигналом  $sig_2$  зарядный конденсатор 6.1 заряжается через выключатель 6.2 до данного моментального значения напряжения  $U_2$ . При угле сдвига фаз  $0^\circ$ , установленном между сигналом  $sig_1$  напряжения и синхронизирующим сигналом  $sig_2$ , выходное напряжение  $U_C$  выпрямителя 6 соответствует реактивной составляющей протекающего через сенсорный блок 2 тока. Выходное напряжение  $U_C$  подают через аналого-цифровой преобразователь 8 к микропроцессору 1, причем аналого-цифровой преобразователь 8 в изображенном примере выполнения встроен в микропроцессор 1.

С помощью вычислительной функции 1.3 микропроцессор 1 вычисляет по выпрямленному напряжению  $U_C$ , измеренному на зарядном конденсаторе 6.1, определяемые величины устройства датчик/резервуар, например емкость  $C_1$  и/или параллельное сопротивление  $R_1$ .

В качестве дополнительной функции микропроцессор 1 выполняет масштабирование и линеаризацию 1.4 вычисленных значений.

При вырабатывании выходного сигнала 1.5 микропроцессор 1 вырабатывает желаемый выходной сигнал, который зависит от дальнейшего использования выходного сигнала или от используемого протокола передачи. Так, например, может быть выработан сигнал 4-20 мА, сигнал 0-10 В, ЧИМ-сигнал (частотно-импульсно-модулированный сигнал), двоичный коммутирующий сигнал и т.д. Можно также вырабатывать и передавать несколько выходных сигналов (сигнал 4-20 мА, сигнал 0-10 В, ЧИМ-сигнал, двоичный коммутирующий сигнал и т.д.) для различных протоколов передачи или целей применения. Для вырабатывания определенных стандартных выходных сигналов в микропроцессор 1 может быть встроен цифроаналоговый преобразователь 9.

На фиг.3 в зависимости от времени изображены сигналы  $U_1$ ,  $U_2$  и  $sig_2$ . Если принять чисто емкостное поведение устройства датчик/среда/резервуар с емкостью  $C_1$ , то напряжение  $U_2$ , пропорциональное протекающему через сенсорный блок 2 току, сдвинуто по фазе на  $90^\circ$  относительно напряжения  $U_1$ . Зарядный конденсатор 6.1 в течение определяемого сигналом  $sig_2$  промежутка времени заряжается до пикового значения  $U_2$  в этот промежуток времени, т.е. до напряжения  $U_C$ . Установленный угол сдвига фаз между сигналом  $sig_1$  напряжения и синхронизирующим сигналом  $sig_2$ , составляет при этом  $0^\circ$ .

На фиг.4 в зависимости от времени также изображены сигналы  $U_1$ ,  $U_2$  и  $sig_2$ . Однако дополнительно к емкости  $C_1$  учитывают параллельное сопротивление  $R_1$  среды 3.1. Как видно из диаграммы, возрастает значение тока через сенсорный блок 2 и, тем самым, значение представляющего ток напряжения  $U_2$ . Угол сдвига фаз между  $U_1$  и  $U_2$  составляет менее  $90^\circ$ . При этом значение напряжения  $U_2$  в определяемый сигналом  $sig_2$  промежуток времени изменяется по сравнению с изображенным на фиг.3 случаем лишь незначительно,

и, тем самым, зарядный конденсатор 6.1 заряжается до того же напряжения  $U_C$ , что и при чисто емкостной нагрузке. Установленный угол сдвига фаз между сигналом  $sig_1$  напряжения и синхронизирующим сигналом  $sig_2$ , составляет также  $0^\circ$ , и осуществляется измерение чисто реактивного тока.

5 Таким образом, можно измерять емкость  $C_1$  независимо от имеющегося параллельного сопротивления  $R_1$ . Поскольку многие проблемы вызваны при емкостных измерениях проводимостью и колебаниями влажности, которые изменяют проводимость измеряемой среды 3.1, это дает заметные преимущества.

10 Для осуществления измерения полного тока выключатель 6.2 в выпрямителе 6 постоянно замкнут, т.е. синхронизирующий сигнал  $sig_2$  является постоянным высоким сигналом, или используют простой пиковый выпрямитель.

15 Как видно из фиг.2, микропроцессор 1 для осуществления второго метода измерений также содержит функциональные блоки генераторная функция 1.1, компенсация 1.2 возмущающих воздействий, вычислительная функция 1.3, масштабирование/линеаризация 1.4, выработка выходного сигнала 1.5. Дополнительно имеется функциональный блок «установка измерительных циклов» 1.7, который определяет продолжительность измерительных циклов и продолжительность пауз между измерительными циклами. За счет этого посредством режима экономии энергии можно снизить расход тока. Дополнительно за счет изменения продолжительности пауз можно достичь повышенной невосприимчивости к 20 электромагнитным воздействиям, поскольку между измерительным и паразитным сигналами не могут возникнуть постоянные интерференции.

Компенсация 1.2 возмущающих воздействий включает в себя, однако, во втором методе измерений частотный переключатель 1.6, который определяет измеряемую частоту  $f$  выработанного генераторной функцией 1.1 сигнала  $sig_1$  напряжения. Для компенсации 1.2 25 возмущающих воздействий сигнал  $sig_1$  напряжения с заданными интервалами времени попеременно с частотами  $f_1$  и  $f_2$  передают через PORT 1. За счет последующего отфильтровывания нижних частот сигнал  $sig_1$  напряжения преобразуют в синусоидальное измеряемое напряжение  $U_{1(f1/f2)}$ , причем предельную частоту фильтра 4 устанавливают в соответствии с заданным за счет выработки сигнала интервала времени, подходящей для частот  $f_1$  и  $f_2$ . Установление предельных частот фильтра 4 происходит посредством 30 выработанного частотным переключателем 1.6 управляющего сигнала, передаваемого через PORT 3. За счет этого для каждой частоты  $f_1$  и  $f_2$  достигается оптимальное преобразование прямоугольник/синус.

Преобразователь 5 ток/напряжение преобразует вызванный 35 сигналом  $U_{1(f1/f2)}$  напряжения ток через сенсорный блок 2 в пропорциональный сигнал  $U_2$  напряжения.

Выпрямитель 6 включает в себя зарядный конденсатор 6.1 и вырабатывает пропорциональное  $U_2$  постоянное напряжение  $U_C$  и может быть выполнен в виде традиционного пикового выпрямителя или синхронного выпрямителя, как это описано со 40 ссылкой на фиг.1.

Выходные напряжения  $U_{C(f1)}$  и  $U_{C(f2)}$  зарядного конденсатора 6.1 подают через аналого-цифровой преобразователь к микропроцессору 1, причем аналого-цифровой преобразователь в изображенном примере выполнения встроен в микропроцессор 1.

45 С помощью вычислительной функции 1.3 микропроцессор 1 вычисляет по выпрямленным напряжениям  $U_{C(f1)}$  и  $U_{C(f2)}$ , измеренным на зарядном конденсаторе 6.1, определяемые величины устройства датчик/резервуар, например емкость  $C_1$  и/или параллельное сопротивление  $R_1$ . Вычисление значений  $C_1$  и  $R_1$  по напряжениям  $U_{C(f1)}$  и  $U_{C(f2)}$  происходит следующим образом.

50 Весь протекающий через сенсорный блок 2 полный ток определяется по формуле

$$I_S = \sqrt{I_{C1}^2 + I_{R1}^2} \quad [1]$$

причем протекающий через конденсатор ток  $I_{C1}$  зависит от частоты:

$$I_{C1(f)} = U_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_1 \quad [2]$$

Если измерения происходят при двух разных частотах  $f_1$  и  $f_2$ , то справедливо:

$$|I_{S(f_1)}| = \sqrt{(|U_1| \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot C_1)^2 + (|U_1|/R_1)^2} \quad [3]$$

$$|I_{S(f_2)}| = \sqrt{(|U_1| \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot C_1)^2 + (|U_1|/R_1)^2} \quad [4]$$

5 причем токи  $I_{S(f_1)}$  и  $I_{S(f_2)}$  за счет преобразования ток/напряжение и выпрямления пропорциональны  $U_{2(f_1)}$  и  $U_{2(f_2)}$  и, тем самым, известны. Следовательно, благодаря уравнениям [3] и [4] в распоряжении имеются два уравнения с двумя неизвестными, по которым можно вычислить  $C_1$  и  $R_1$ .

10 Таким образом, можно измерить емкость  $C_1$  независимо от параллельного сопротивления  $R_1$ . Поскольку многие проблемы при емкостных измерениях вызваны проводимостью и колебаниями влажности, которые изменяют проводимость измеряемой среды 3.1, это дает заметные преимущества.

15 Компенсация 1.2 возмущающих воздействий происходит, тем самым, за счет выработки сигналов напряжения с разными частотами и за счет устранения соответствующего возмущающего воздействия при вычислении.

Масштабирование и линеаризация 1.4 измеренных и вычисленных значений, а также выработка и передача желаемого выходного сигнала 1.5 происходят аналогично рассуждениям со ссылкой на фиг.1.

20 Особенно предпочтительный электронный полевой прибор комбинирует в себе оба метода измерений за счет того, что функциональные блоки для первого метода измерений и функциональные блоки для второго метода измерений реализованы в микропроцессоре 1. Выбор осуществляемого метода измерений и ввод необходимых параметров (частота, сдвиг по фазе) производится тогда пользователем в зависимости от устройства датчик/резервуар и измеряемой среды 3.1 и может быть осуществлен путем

25 соответствующего диалога при вводе через средства ввода (не показаны). Выбор может осуществляться также из пункта управления через соответствующие коммуникационные соединения.

30 Кроме того, необходимые параметры (частота, сдвиг по фазе) и установки можно изменять посредством сменных блоков памяти.

#### Формула изобретения

1. Электронный полевой прибор с сенсорным блоком (2) для емкостных измерений уровня в резервуаре (3), причем электронный полевой прибор, соединенный через соответствующие сигнальные пути с сенсорным блоком (2), вырабатывает сигнал ( $sig_1$ ) напряжения для управления сенсорным блоком (2) и принимает и оценивает измеряемый ток от сенсорного блока (2), при этом предусмотрены аналого-цифровой преобразователь (8) для преобразования в цифровую форму аналогового измеряемого тока, микропроцессор (1) и блок (7) памяти, а микропроцессор (1) выполнен с возможностью осуществлять выработку сигнала ( $sig_1$ ) напряжения, оценку измеряемого тока, компенсацию возмущающих воздействий и вычисление определяемых величин устройства сенсор/резервуар в соответствии с заданными программами, причем соответствующие программы хранятся в блоке (7) памяти, отличающийся тем, что микропроцессор (1) выполнен с возможностью вырабатывать сигнал ( $sig_1$ ) напряжения с помощью генераторной функции (1.1), причем измеряемая частота сигнала ( $sig_1$ ) напряжения может

45 быть установлена микропроцессором (1), при этом микропроцессор (1) выполнен с возможностью выполнять функцию (1.6) переключения частот для выработки сигналов напряжения с разными частотами, причем актуальная измеряемая частота генераторной функции (1.1) устанавливается посредством функции (1.6) переключения частот и с

50 возможностью вычислять и оценивать значение измеряемого тока при определенном угле сдвига фаз по отношению к сигналу ( $sig_1$ ) напряжения, причем угол сдвига фаз может быть установлен микропроцессором (1), предусмотрен преобразователь (5) ток/напряжение, выполненный с возможностью преобразовывать измеряемый ток перед обработкой в пропорциональное измеряемому току измеряемое напряжение ( $U_2$ ), которое

выпрямляется с помощью выпрямителя (6) и через аналого-цифровой преобразователь (8) подается в микропроцессор (1) для оценки, выпрямитель (6) выполнен в виде синхронного выпрямителя, причем микропроцессор (1) выполнен с возможностью вырабатывать синхронизирующий сигнал ( $\text{sig}_2$ ) синхронного выпрямителя, а необходимый угол сдвига фаз между сигналом ( $\text{sig}_1$ ) напряжения и измеряемым током устанавливается посредством выработанного микропроцессором (1) сдвига фаз синхронизирующего сигнала ( $\text{sig}_2$ ) относительно сигнала ( $\text{sig}_1$ ) напряжения.

2. Прибор по п.1, отличающийся тем, что предусмотрен фильтр (4) нижних частот, причем фильтр (4) нижних частот выполнен с возможностью преобразовывать сигнал ( $\text{sig}_1$ ) напряжения в синусоидальное напряжение ( $U_1$ ).

3. Прибор по п.2, отличающийся тем, что фильтр (4) нижних частот располагает устанавливаемыми предельными частотами, причем актуальная предельная частота фильтра (4) нижних частот устанавливается посредством функции (1.6) переключения частот.

4. Прибор по п.1, отличающийся тем, что выпрямитель (6) содержит зарядный конденсатор (6.1).

5. Прибор по п.1, отличающийся тем, что микропроцессор (1) выполнен с возможностью попеременно вырабатывать два сигнала напряжения с разными частотами и по соответствующим измеряемым токам вычислять определяемые величины устройства сенсор/резервуар.

6. Прибор по п.1, отличающийся тем, что в зависимости от установленного угла сдвига фаз осуществляется измерение полного тока, или измерение чисто реактивного тока, или измерение чисто активного тока.

7. Прибор по п.1, отличающийся тем, что микропроцессор (1) выполнен с возможностью в зависимости от определяемых величин и/или от полевых условий устанавливать частоту сигнала ( $\text{sig}_1$ ) напряжения и/или угол сдвига фаз для оценки измеряемого тока.

8. Прибор по п.7, отличающийся тем, что определяемыми величинами устройства сенсор/резервуар является импеданс, и/или емкость, и/или проводимость.

9. Прибор по п.7, отличающийся тем, что полевые условия включают в себя геометрию сенсора и резервуара, и/или вид среды (3.1) в резервуаре (3), и/или возмущающие воздействия.

10. Прибор по п.1, отличающийся тем, что между измерительными циклами предусмотрена изменяемая продолжительность пауз, причем продолжительность пауз устанавливается с помощью микропроцессора (1).

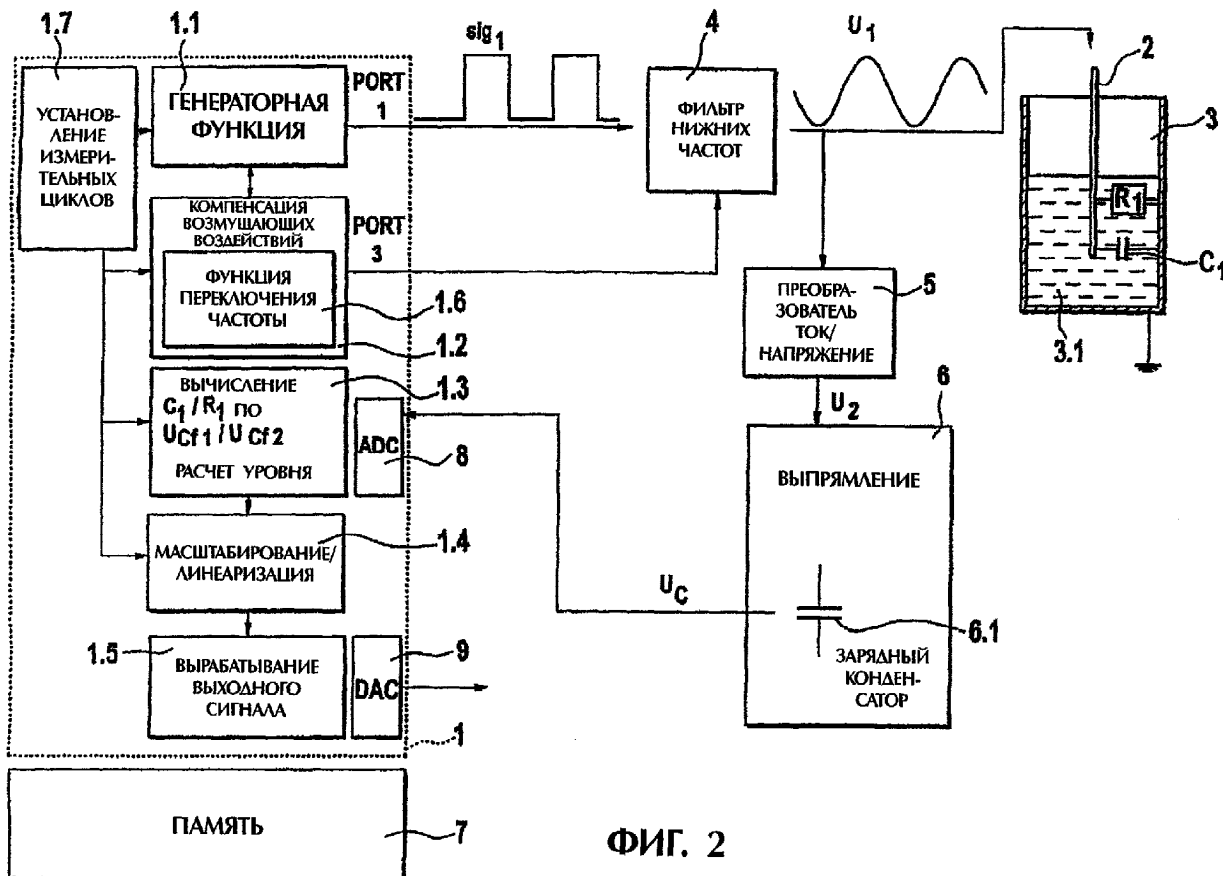
11. Прибор по п.10, отличающийся тем, что продолжительность пауз постоянно изменяется.

12. Прибор по п.11, отличающийся тем, что продолжительность пауз устанавливается посредством функции генератора случайных чисел.

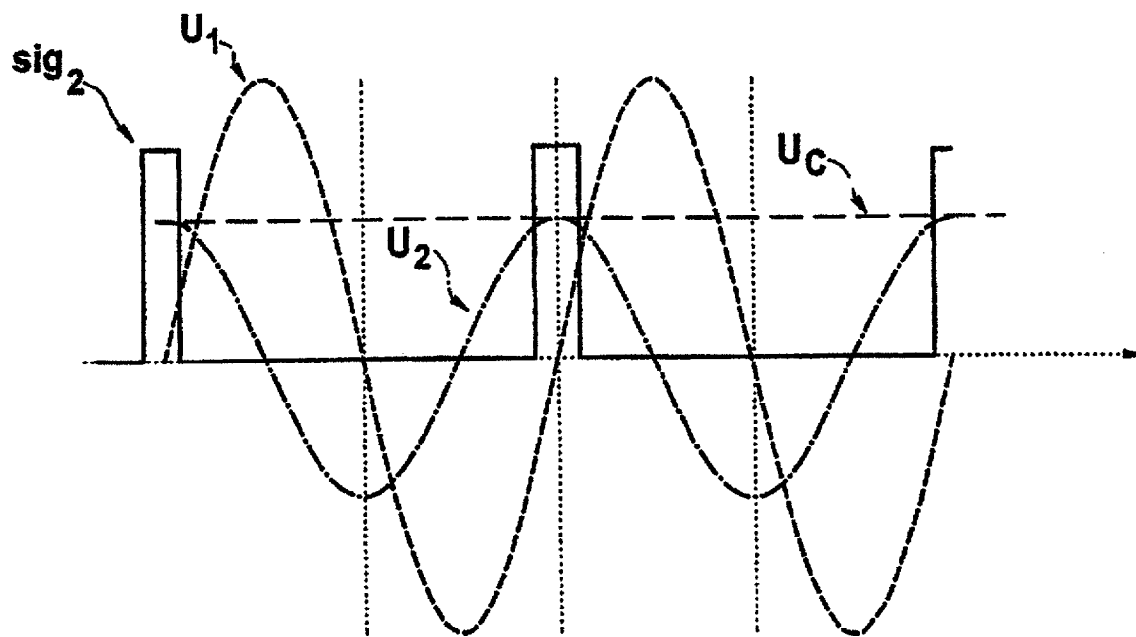
13. Прибор по п.10, отличающийся тем, что во время пауз прибор переключается в режим экономии энергии.

45

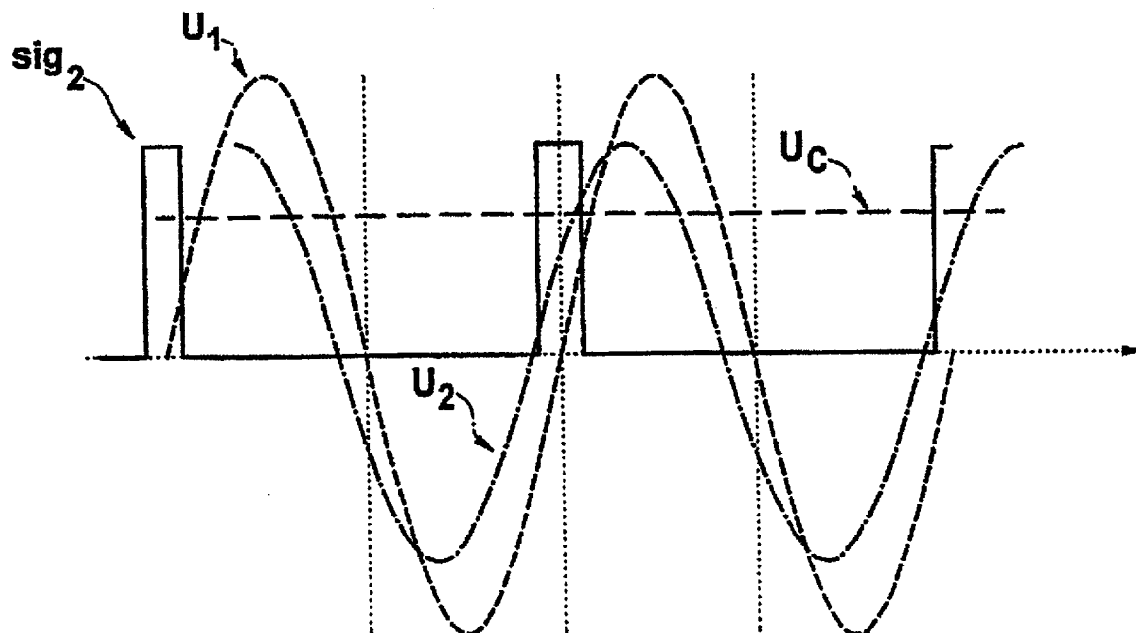
50



ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4