



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 19.01.79 (21) 2716045/18-10
с присоединением заявки № —
(23) Приоритет —
Опубликовано 23.11.80. Бюллетень № 43
Дата опубликования описания 23.11.80

(11) 781588

(51) М. Кл.³
G 01 F 23/26

(53) УДК 681.128.
.63(088.8)

(72) Авторы
изобретения

А.Р. Решетилов, Н.И. Сорока и С.В. Лукьянец

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) ИНДУКТИВНО-ЕМКОСТНЫЙ УРОВНЕМЕР

Изобретение относится к электрон-
ным устройствам автоматики и может
быть использовано для измерения уров-
ней электропроводных жидкостей, когда
роль поплавка выполняет измеряемый
уровень.

Известно устройство для измерения
уровня электропроводных жидкостей,
которое содержит общий, измерительный
и компенсационный электроды и индика-
торное устройство, стабилизатор тока,
включенный между общим и компенсацион-
ным электродами и управляемым сопро-
тивлением, например эмиттерным повто-
рителем, соединенным с нагрузкой ста-
билизатора тока и через индикатор-
ное устройство — с измерительным
электродом [1].

Однако такое устройство выявляет
относительно невысокую точность изме-
рения вследствие значительного повы-
шения нагрузки стабилизатора при
нарастании уровня.

Наиболее близким по технической
сущности является устройство, содер-
жащее общий электрод, измерительный и
компенсационный емкостные датчики,
генератор импульсов и триггер [2].

Недостатком этого устройства явля-
ется пониженная точность измерений,

обусловленная аналоговыми элементами
и двумя источниками питания, неста-
бильность которых приводит к погреш-
ности.

Цель изобретения — повышение точ-
ности измерений.

Поставленная цель достигается тем,
что в уровнемер введены индуктивный
датчик, соединенный с генератором
импульсов, сумматор, три канала
преобразования, выполненные в виде
последовательно соединенных компара-
тора, триггера, логического элемента
и счетчика импульсов, при этом пер-
вый канал преобразования соединен
входом через дополнительный инвертор-
ный повторитель с индуктивным датчи-
ком, а выходом — с сумматором, вто-
рой канал преобразования включен меж-
ду емкостным датчиком и сумматором
и снабжен дополнительными последова-
тельно соединенными логическим эле-
ментом и преобразователем, включен-
ными между триггером и логическим
элементом канала преобразования, и
двумя каналами настройки, выполнен-
ными в виде последовательно соединен-
ных генератора тактовых импульсов,
цифроаналогового преобразователя,
реверсивного счетчика и блока памяти,

причем генератор тактовых импульсов первого канала настройки соединен с логическими элементами первого и второго каналов преобразования, а реверсивный счетчик первого канала настройки — с сумматором, генератор тактовых импульсов второго канала настройки соединен с дополнительным логическим элементом второго канала преобразования и логическим элементом третьего канала преобразования, реверсивный счетчик второго канала настройки со счетчиком третьего канала преобразования, а выход генератора импульсов подключен на вход триггеров каждого канала преобразования.

На чертеже представлена блок-схема предлагаемого устройства.

Индуктивно-емкостный уровнемер содержит общий емкостный электрод 1, индуктивный датчик 2, измерительный емкостный датчик 3, компенсационный емкостный датчик 4, первый канал преобразования K1, состоящий из последовательно соединенных первого резистора 5, инвертирующего повторителя 6, компаратора 7, первого триггера 8, логического элемента И 9, счетчика 10 импульсов, первый канал настройки Н 1, состоящий из блока 11 памяти, реверсивного счетчика 12, цифроаналогового преобразователя 13, генератора 14 тактовых импульсов, двухвходовой сумматор 15, второй канал преобразования K2, состоящий из последовательно соединенных второго резистора 16, компаратора 17, второго триггера 18, первого логического элемента И 19, преобразователя 20, второго логического элемента И 21, счетчика импульсов 22, третий канал преобразования K3, состоящий из последовательно соединенных третьего резистора 23, компаратора 24, третьего триггера 25, логического элемента И 26, счетчика 27 импульсов, генератор 28 импульсов, второй канал настройки Н 2, состоящий из последовательно соединенных блоков 29 памяти, реверсивного счетчика 30, цифроаналогового преобразователя 31, генератора 32 тактовых импульсов.

Индуктивный датчик 2 представляет собой спираль, витки которой погружаются в жидкость по мере повышения ее уровня, а так как жидкость выполняет роль проводника, индуктивность незамоченных витков уменьшается. Витки индуктивного датчика намотаны таким образом, что индуктивное сопротивление незамоченной части пропорционально расстоянию X_1 от верхней границы до измеряемого уровня. Измерительный емкостный датчик 3 предназначен для измерения расстояния X_2 от нижней границы до измеряемого уровня. Компенсационный емкостный электрод 4 постоянно погружен в жидкость и используется совместно со схемой компенсации ошибки.

Первый подканал преобразования K1 устанавливает пропорциональное соответствие индуктивности датчика 2, или что тоже самое, расстояние X_1 между верхней границей и измеряемым уровнем, числу импульсов в счетчике 10 импульсов. Расстояние X_2 от нижней границы до измеряемого уровня линейно преобразуется в емкость измерительного емкостного датчика 3 и подканалом преобразования K2 — в пропорциональное число импульсов в счетчике 22 импульсов. Емкость компенсационного датчика 4 относительно постоянна, также неизменно и преобразовываемое подканалом преобразования K3 число импульсов в счетчике 27 импульсов.

Первый резистор 5 совместно с индуктивным датчиком 2 образует резистивно-индуктивную цепь, которая выявляет на индуктивности экспоненциально убывающий переходной процесс при подаче на ее вход прямоугольного импульса.

Второй и третий резисторы 16 и 23 совместно с емкостями измерительного и компенсационного датчиков образуют резистивно-емкостные цепи, которые имеют на емкостях переходные процессы экспоненциально-убывающего вида.

Индуктивно-емкостный уровнемер работает следующим образом.

При поступлении прямоугольных импульсов с выхода генератора 28 на резистивно-индуктивную и резистивно-емкостную цепь, в последних возникают переходные процессы, особенностью которых является то обстоятельство, что момент достижения определенного порогового уровня изменяется пропорционально индуктивности датчика 2 и емкости датчика 3, зависящих от измеряемого уровня. Основными измерительными каналами индуктивно-емкостного уровнемера являются каналы преобразования K1 и K2, отсчитывающие в импульсах пропорциональные расстояния X_1 и X_2 . Эти подканалы действуют совместно с каналом настройки Н 1 и двухвходовым сумматором 15.

Канал преобразования K3 и канал настройки Н 2 выполняют вспомогательную, компенсирующую роль, уменьшая ошибку измерений в подканале преобразования K2.

Каждый новый фронт импульса, поступающий с выхода генератора 28 импульсов, опрокидывает триггеры 8, 18, 25 таким образом, что на их выходах образуются логические единицы для логических элементов И 9, 19 и 26. Следовательно, в момент поступления первого импульса генератора 28, начинается заполнение счетчиков 10 и 27 импульсов с выходов генераторов 14 и 32 тактовых импульсов через логические элементы И 19 и 26. Кроме того, через первый логический

элемент И 19 происходит заполнение преобразователя 20 числа импульсов во временной интервал. Заполнение продолжается до тех пор, пока переходные процессы на резистивно-индуктивной или резистивно-емкостной цепях датчиков не сравняются с пороговыми значениями на компараторах 7, 17, 24. При этом на их выходах вырабатываются импульсы, приводящие к обратному опрокидыванию триггеров 8, 18, 25, которые прекращают прохождение тактовых импульсов через логические элементы И 9, 21, 26.

В итоге в счетчике импульсов 9 окажется записанным число импульсов, пропорциональное расстоянию X_1 , в преобразователе 20 — пропорциональное расстоянию X_2 , а в счетчике 27 импульсов — пропорциональное длине компенсационного емкостного датчика 4.

В интервале между импульсами генератора 28 импульсов производится сравнение чисел импульсов счетчика 27 и блока 29 памяти. Если в результате сравнения установлено их равенство, то состояние цифроаналогового преобразователя 31 и подстраиваемого генератора 32 тактовых импульсов не меняется. В том случае, когда обнаруживается различие в числах импульсов, поступающих от счетчика 27 импульсов и блока 29 памяти на вход реверсивного счетчика 30, в последнем формируется код "больше" или "меньше", преобразуемый цифроаналоговым преобразователем 31 в аналоговое напряжение, подстраивающее частоту генератора 32 тактовых импульсов в сторону увеличения или уменьшения. Этот процесс продолжается до достижения равенства чисел импульсов счетчика 27 импульсов и блока 29 памяти.

В этом же интервале между импульсами генератора 28 импульсов производится преобразование числа импульсов преобразователя 20 в пропорциональный по длительности электрический импульс, являющийся логической единицей на одном из входов второго логического элемента И 21. Вследствие этого, счетчик импульсов 22 также заполняется импульсами с выхода генератора тактовых импульсов 14, проходящих через логический элемент И 21. Таким образом, в счетчике 22 оказывается записанным число импульсов, пропорциональное расстоянию X_2 .

Двухвходовой сумматор 15 суммирует содержание счетчиков 10 и 22 импульсов, после этого производится сравнение суммы с эталонным числом импульсов, хранящимся в блоке 11 памяти. Если эти величины оказываются одинаковыми, то состояние реверсивного счетчика 12, цифроаналогового преобразователя 13 и генератора так-

товых импульсов 14 сохраняется неизменным. При различии, в реверсивном счетчике 12 выявляется код "больше" или "меньше", который преобразуется цифроаналоговым преобразователем 13 в соответствующее аналоговое напряжение, увеличивающее или уменьшающее частоту подстраиваемого генератора 14 тактовых импульсов. Подстройка производится до тех пор, пока числа импульсов двухвходового сумматора 15 и блока 11 памяти не станут практически равными.

Процессы достижения установившегося состояния, при котором становятся практически равными числа импульсов в счетчике 27 импульсов и блоке 29 памяти, а также двухвходовом сумматоре 15 и блоке 11 памяти, протекают на протяжении нескольких импульсов генератора 28 импульсов. По окончании переходных процессов в счетчиках 10 и 22 импульсов фиксируются числа импульсов, с высокой степенью точности пропорциональные расстояниям X_1 и X_2 .

В структуре устройства предусмотрены два способа уменьшения ошибок измерений.

Первый способ относится только к подканалу преобразования и состоит в том, что ошибка измерений в этом подканале уменьшается исходя из предположения, что измерительный емкостный датчик 3 и компенсационный емкостный датчик 4 находятся в одинаковых условиях, и что специально вводимая система компенсации ошибок по подканалу преобразования КЗ в равной мере снижает ошибку измерений по измерительному подканалу К2.

Компенсация ошибок по подканалу преобразования К3 достигается благодаря неизменности соответствия чисел импульсов блока 29 памяти и счетчика 27 импульсов высоте столба жидкости, вдоль которого размещен компенсационный датчик 4. И если, по какой-либо причине, емкость компенсационного датчика отклоняется от эталонной, система с обратной связью, включающая подканал настройки Н 2, изменяя частоту генерации генератора 32 тактовых импульсов, удерживает число импульсов неизменным в счетчике 27 импульсов. Этим уменьшаются ошибки, возможные вследствие изменения компенсационной емкости 4, но, в связи с тем, что измерительная емкость 3 находится в тех же условиях, то одновременно уменьшаются ошибки и по измерительному подканалу К2, первый логический элемент И 19 которого подключен к тому же генератору тактовых импульсов 32, что и логический элемент И 26 третьего подканала преобразования К3.

Второй способ уменьшения ошибок предусмотрен путем введения подкана-

ла преобразования K_1 , измеряющего расстояние X_1 , двухвходового сумматора 15 и первого подканала настройки H_1 . Сущность этого способа состоит в установлении соответствия неизменного расстояния $H = X_1 + X_2$ между верхней и нижней границами постоянному числу импульсов блока 11 памяти и двухвходового сумматора 15. При любом уровне жидкости счетчики 10 и 22 импульсов заполняются числами импульсов, пропорциональными расстояниям X_1 и X_2 . Их сумма в двухвходовом сумматоре 15 сопоставляется с числом импульсов блока 11 памяти. Если в результате сопоставления устанавливается равенство, то состояние реверсивного счетчика 12, цифроаналогового преобразователя 13 и подстраиваемого генератора 14 тактовых импульсов остается неизменным. В случае различия в реверсивном счетчике 12 образуется код "больше" или "меньше", преобразуемый цифроаналоговым преобразователем 13 в напряжение, увеличивающее или уменьшающее частоту генерации генератора 14 тактовых импульсов до тех пор, пока число импульсов двухвходового сумматора 15 не станет практически равным числу импульсов блока 11 памяти.

Этот способ уменьшения ошибок введен также исходя из предположения, что погрешности преобразования расстояний X_1 и X_2 для индуктивного 2 и емкостного 3 датчиков однонаправлены, то есть окружающие воздействия приводят к таким же одинаковым изменениям процессов преобразования, как это имеет место для измерительной 3 и компенсационной 4 емкостей. Поэтому соотношение между X_1 и X_2 , а следовательно, и числами импульсов в счетчиках 10 и 22 остается неизменным, но так как число импульсов в двухвходовом сумматоре неизменно, то однонаправленные погрешности преобразования расстояний X_1 и X_2 индуктивным 2 и емкостным 3 датчиками не оказывают влияния на точность показаний счетчиков 10 и 22 импульсов.

Индуктивный датчик 2 может быть заменен линейным проволочным электродом, сопротивление которого изменяется по мере замачивания жидкостью, при этом вместо первого резистора 5 устанавливается конденсатор, образующий совместно с линейным проволочным электродом резистивно-емкостную цепь. Однако этот способ пригоден только для спокойных жидкостей, медленно меняющих свой уровень, когда жидкость на незамоченной части полностью высыхает, так как в противном случае, находящаяся вне жидкости, но смоченная жидкостью и поэтому проводящая часть линейного проволочного

электрода в области измеряемого уровня будет выявляться в качестве ошибки измерений.

Для индуктивного измерительного электрода 2 смачивание жидкостью части витков в области измеряемого уровня не приводит к погрешности в связи с тем, что индуктивность смоченных и сухих витков будет практически неизменна.

Формула изобретения

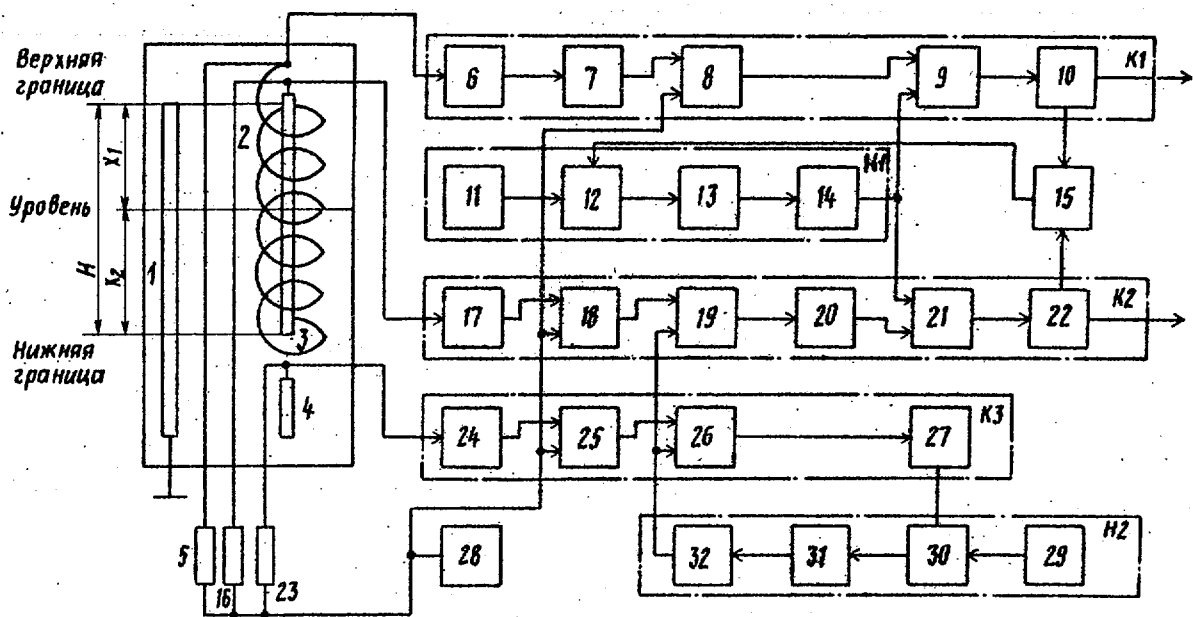
Индуктивно-емкостный уровеньмер, содержащий общий электрод, измерительный и компенсационный емкостные датчики, генератор импульсов и триггер, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, в него введены индуктивный датчик, соединенный с генератором импульсов, сумматор, три канала преобразования, выполненные в виде последовательно соединенных компаратора, триггера, логического элемента и счетчика импульсов, при этом первый канал преобразования, соединен входом через дополнительный инверторный повторитель с индуктивным датчиком, а выходом — с сумматором, второй канал преобразования включен между емкостным датчиком и сумматором и снабжен дополнительными последовательно соединенными логическим элементом и преобразователем, включенными между триггером и логическим элементом канала преобразования, и двумя каналами настройки, выполненными в виде последовательно соединенных генератора тактовых импульсов, цифроаналогового преобразователя, реверсивного счетчика и блока памяти, причем генератор тактовых импульсов первого канала настройки соединен с логическими элементами первого и второго каналов преобразования, а реверсивный счетчик первого канала настройки — с сумматором, генератор тактовых импульсов второго канала настройки соединен с дополнительным логическим элементом второго канала преобразования и логическим элементом третьего канала преобразования, реверсивный счетчик второго канала настройки — со счетчиком третьего канала преобразования, а выход генератора импульсов подключен на вход триггера каждого канала преобразования.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 400811, кл. G 01 F 23/24, 1973.

2. Авторское свидетельство СССР № 573721, кл. G 01 F 23/26, 1977 (прототип).



Составитель Т.Иноземцева

Редактор Н. Егорова

Техред А.Ач

Корректор И. Муска

Заказ 8112/42

Тираж 801

Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4