

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

(11) 777454

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 12.02.79 (21) 2722956/18-10
с присоединением заявки —
(23) Приоритет —
(43) Опубликовано 07.11.80. Бюллетень № 41
(45) Дата опубликования описания 13.12.80

(51) М.Кл.³ G 01 F 23/26

(53) УДК 681.128.63
(088.8)

(72) Автор
изобретения

Г. Ф. Нестеров

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) ЭЛЕКТРОЕМКОСТНЫЙ УРОВНЕМЕР

1

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано для измерения уровня как неэлектропроводных, так и электропроводных жидкостей.

Известен электроемкостный уровнемер, содержащий измерительный и компенсационный емкостные датчики, операционный усилитель, усилитель постоянного тока с двумя линейно-понижающим и линейно-повышающим выходами, преобразователь емкости в напряжение постоянного тока, генератор тактовых импульсов, электронные ключи и источник постоянного напряжения, у которого компенсационная емкость и емкость, пропорциональная емкости пустого датчика, включены в цепь обратной связи операционного усилителя [1].

Однако этот уровнемер обладает недостаточной точностью при изменении диэлектрической проницаемости и удельной электропроводности измеряемой среды в широких пределах, так как значения измерительного и компенсационных токов вычитаются друг из друга и следовательно полная компенсация невозможна.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является уровнемер с цифровым отсчетом, содержащий измерительный и компенсационный емкостные датчики, генератор на операционном усилителе,

2

период выходного напряжения которого пропорционален разности емкости измерительного и компенсационного датчика [2].

Однако этому устройству присуща недостаточная точность измерения.

Целью изобретения является повышение точности измерения.

Для достижения этого электроемкостный уровнемер снабжен дополнительными последовательно соединенными генераторами, селектором длительности, схемой совпадения, счетчиком со схемой управления и преобразователем кода в емкость, выход которого соединен с измерительным емкостным датчиком и входом дополнительного генератора, при этом эталонный емкостный датчик через генератор подключен к схеме совпадения.

На чертеже изображена структурная схема устройства.

Электроемкостный уровнемер содержит измерительный 1 и эталонный 2 емкостные датчики, два генератора 3 и 4 на операционных усилителях, селектор 5 длительности на операционном усилителе, схему совпадения 6, счетчик 7 со схемой управления 8, устройство индикации 9 и преобразователь 10 кода в емкость.

Схема работает в автоколебательном режиме, наступающем при включении источ-

30

ника питания. Первый генератор вырабатывает прямоугольные импульсы с длительностью

$$t_n = 2R_1(C_n + C_{ПКЕ}) \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right), \quad (1)$$

где C_n — емкость измерительного датчика;
 $C_{ПКЕ}$ — выходная емкость преобразователя кода в емкость;
 R_1, R_2, R_3 — сопротивления в цепях положительной и отрицательной обратных связей операционного усилителя.

Представляя емкость измерительного датчика, как сумму, включающую емкость затопленной части датчика, зависящей от диэлектрической проницаемости измеряемой среды, и емкость незатопленной части, практически не зависящей от изменения параметров среды, можно записать, что

$$t_n = 3R_1 \cdot C_x \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right) + 2R_1(C'_x + C_{ПКЕ}) \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right),$$

где C_x — емкость затопленной части датчика;
 C'_x — то же, незатопленной части.

Преобразователь кода в емкость настроен таким образом, что при любом значении уровня измеряемой среды выходная емкость преобразователя дополняет емкость незатопленной части датчика до емкости пустого датчика, т. е.

$$C_x + C_{ПКЕ} = C_n.$$

Поскольку емкость пустого датчика есть величина, не зависящая от диэлектрической проницаемости измеряемой среды, и для конкретной конструкции датчика есть величина постоянна, то длительность

$$t_n = 2R_1 \cdot C_n \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right)$$

есть также величина постоянная и ее можно вычесть из длительности измерительного импульса t_n и с помощью селектора длительности, в результате чего на выходе селектора получится импульс, длительность которого пропорциональна величине затопленной части датчика.

$$t_n - t_n = t_x = 2R_1 \cdot C_x \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right),$$

Второй генератор вырабатывает импульсы с длительностью

$$t_s = 2R_4 \cdot C_s \ln \left(1 + 2 \frac{R_6}{R_5} \right),$$

где C_s — емкость эталонного конденсатора;
 R_4, R_5, R_6 — сопротивления в цепях положительной и отрицательной обратных связей операционного усилителя.

При равенстве $\frac{R_3}{R_2} = \frac{R_6}{R_5}$ отношение длительности импульса на выходе селектора к длительности импульса эталонного генератора будет равно

$$\frac{t_x}{t_s} = \frac{2R_1 \cdot C_x \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right)}{2R_4 \cdot C_s \ln \left(1 + 2 \frac{R_6}{R_5} \right)} = K \frac{C_x}{C_s},$$

где $K = \frac{R_1}{R_4}$ — масштабный коэффициент.

Представляя емкость C_x и C_s через их геометрические размеры и параметры измеряемой среды, можно записать

$$\frac{t_x}{t_s} = K \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 \pi D l_x}{d}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 \pi D l_s}{d}} = K \frac{l_x}{l_s},$$

где ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость измеряемой среды;
 ϵ_0 — электрическая постоянная;
 D — диаметр датчика;
 d — величина зазора между обкладками датчика;
 l_x — длина затопленной части датчика;
 l_s — длина эталонного датчика.

Как видно из последней формулы, отношение длительностей не зависит от диэлектрической проницаемости измеряемой жидкости и величины зазора между обкладками датчика, оно зависит только от отношения длины затопленной части датчика к длине эталонного конденсатора. Таким образом, эталонный конденсатор служит мерой, с помощью которой измеряется уровень жидкости.

Дальше импульсы t_x и t_s поступают через схему совпадения на счетчик импульсов. За время t_x на счетчик пройдет количество импульсов, равное отношению $\frac{t_x}{t_s}$, т. е. значению измеряемой величины.

Схема управления счетчиком необходима для установки времени индикации и сброса счетчика в ноль в начале каждого цикла. Синхронизация работы схемы управ-

ления осуществляется импульсами с первого генератора.

Измеренное счетчиком количество импульсов индицируется цифровыми индикаторами. Одновременно выходной код поступает в преобразователь кода в емкость, величина выходной емкости которого участвует в следующем цикле измерений.

Формула изобретения

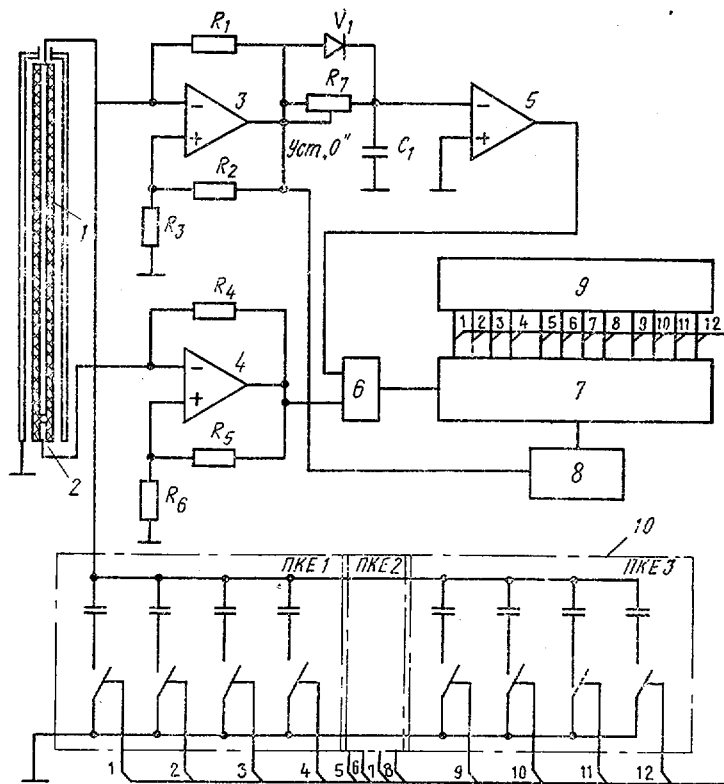
Электроемкостный уровнемер, содержащий измерительный и эталонный емкостные датчики, генератор и схему индикации, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, он снабжен до-

полнительными последовательно соединенными генераторами, селектором длительности, схемой совпадения, счетчиком со схемой управления и преобразователем кода в емкость, выход которого соединен с измерительным емкостным датчиком и входом дополнительного генератора, при этом эталонный емкостный датчик через генератор подключен к схеме совпадения.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Авторское свидетельство СССР № 435459, кл. G 01 F 23/26, 1972.

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



Составитель Т. Иноземцева

Редактор Е. Гончар

Техред И. Заболотнова

Корректор С. Файн

Заказ 1476/1479

Изд. № 546

Тираж 810

Подписное

НПО «Поиск» Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Тип. Харьк. фил. пред. «Патент»