

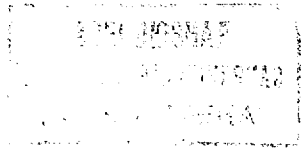


ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

(51)5 G 01 R 27/26

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

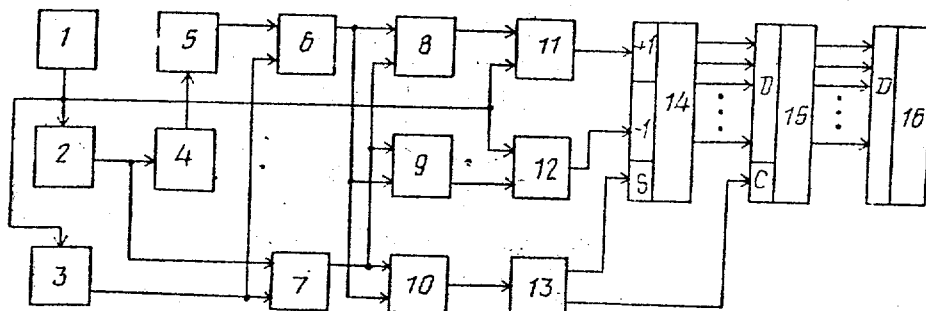


1

2

- (21) 4610390/21
- (22) 25.11.88
- (46) 30.06.91. Бюл. № 24
- (71) Минский радиотехнический институт
- (72) С.М.Лапшин, В.С.Пекуров, Г.П.Дунаева и А.Г.Корбит
- (53) 621.317(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1183915, кл. G 01 R 25/00, 1983.  
Авторское свидетельство СССР № 1195291, кл. G 01 R 27/26, 1984.
- (54) ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА
- (57) Изобретение относится к средствам измерения, контроля и управления и может быть использовано в качестве измерительного устройства при работе с емкостными и другими преобразователями физических величин в фазовый сдвиг электрических колебаний. Измерительный преобразователь

позволяет повысить чувствительность и разрешающую способность измерения емкости датчика путем масштабирования величины фазового сдвига за счет переноса информационного сигнала в область низких частот и использования цифрового метода измерения фазового сдвига. Перенос информационного сигнала в область низких частот осуществляется путем вычитания частот колебаний, формируемых делением частоты колебаний, вырабатываемых генератором, делителями частоты с близкими коэффициентами деления. Устройство содержит генератор, делители 2 и 3 частоты, измерительную цепь 4, формирователь 5, блоки 6 и 7 вычитания частот, элементы И 8, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 9, ИЛИ 10, ключи 11 и 12, блок 13 управления, реверсивный счетчик 14, регистр 15 и блок 16 индикации. 2 ил.



Фиг. 1.

(19) SU (11) 1659909 A1

Изобретение относится к средствам измерения, контроля и управления и может быть использовано в качестве измерительного устройства при работе с емкостными и другими преобразователями физических величин в фазовый сдвиг электрических колебаний.

Целью изобретения является повышение чувствительности и разрешающей способности при измерении малых изменений емкости датчика.

На фиг. 1 представлена структурная схема измерительного преобразователя для емкостного датчика; на фиг. 2 – временные диаграммы, поясняющие его работу.

Измерительный преобразователь для емкостного датчика (фиг. 1) содержит генератор 1, первый 2 и второй 3 делители частоты, измерительную цепь 4 (содержащую емкостной датчик), формирователь 5, первый 6 и второй 7 блоки вычитания частот, элемент И 8, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 9, элемент ИЛИ 10, первый 11 и второй 12 ключи, блок 13 управления, реверсивный счетчик 14, регистр 15 и блок 16 индикации. Генератор 1 соединен с входами первого 2 и второго 3 делителей частоты и вторыми входами первого 11 и второго 12 ключей. Выход первого делителя 2 частоты соединен с входом измерительной цепи 4 и вторым входом блока 7 вычитания частот. Выход измерительной цепи 4 через формирователь 5 соединен с вторым входом первого блока 6 вычитания частот. Выход второго делителя 3 частоты соединен с первым входом первого 6 и второго 7 блоков вычитания частот, выходы которых соответственно соединены с первым и вторым входами элементов И 8, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 9 и ИЛИ 10. Выходы элементов И 8 и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 9 соединены с первыми входами ключей 11 и 12. Выход элемента ИЛИ 10 соединен с входом блока 13 управления, первый выход которого соединен с установочным входом реверсивного счетчика 14, а второй – с управляющим входом регистра 15. Выходы разрядов реверсивного счетчика 14 через регистр 15 подключены к входам разрядов блока 16 индикации.

Устройство работает следующим образом.

Генератор 1 вырабатывает колебания с заданной частотой, например 10 МГц. Первый 2 и второй 3 делители частоты с близкими коэффициентами деления (например, 200 и 198) формируют колебания с частотами соответственно 50 и 50,5 кГц. Колебания с выхода первого делителя (50 кГц) поступают на вход измерительной цепи 4 и на второй вход второго блока 7 вычитания частот.

Сдвинутые по фазе колебания с выхода измерительной цепи через формирователь 5 поступают на второй вход первого блока 6 вычитания частот. Колебания с выхода второго делителя 3 частоты (50,5 кГц) поступают на первые входы обоих блоков вычитания частот. На выходах блоков вычитания частот формируются колебания с разностной частотой (0,5 кГц) и сдвигом фаз, определяемым параметрами измерительной цепи 4 (емкостного датчика). При этом относительная величина сдвига фаз  $\Delta\varphi$  сохраняется, но за счет переноса несущей в область более низких частот абсолютная величина временного сдвига увеличивается. Поясним это на следующем примере. Пусть при заданном изменении емкости датчика на 1 пФ изменение фазового сдвига составляет  $\Delta\varphi = 1^\circ$ . Абсолютная величина изменения задержки сигнала на выходе измерительной цепи относительно входного сигнала

$$\Delta t = \Delta\varphi \cdot T / 2\pi = 3 \text{ мкс},$$

где  $T$  – период колебаний для частоты 50 кГц ( $T = 20 \text{ мкс}$ ).

При измерении изменения фазового сдвига цифровым методом этот интервал может быть заполнен 30 импульсами тактовой частоты 10 МГц, т.е. разрешающая способность измерения фазового сдвига составляет  $1^\circ / 30 = 0,033^\circ$ . Чувствительность измерения емкости при этом составляет 30 имп./пФ.

На разностной частоте 0,5 кГц тот же относительный фазовый сдвиг в  $1^\circ$  соответствует задержке

$$\Delta t' = \Delta\varphi \cdot T' / 2\pi = 30 \text{ мкс},$$

где  $T'$  – период разностной частоты (для частоты 0,5 кГц  $T' = 2 \text{ мкс}$ ).

При той же тактовой частоте 10 МГц данный интервал может быть заполнен 3000 тактовыми импульсами, что дает разрешающую способность при измерении  $1^\circ / 3000$  или  $0,00033^\circ$ , а чувствительность измерения изменений емкости – 3000 имп./пФ, т.е. в 100 раз выше.

Таким образом, благодаря переносу несущей в область более низких частот, осуществляемому с помощью блока вычитания частот, чувствительность и разрешающая способность увеличиваются пропорционально отношению несущей и разностной частот. Поскольку колебания с близкими частотами формируются из одного и того же сигнала, вырабатываемого генератором, обеспечивается высокая стабильность фронтов колебаний разностной частоты.

На входы элементов И 8, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 9 и ИЛИ 10 поступают сдвинутые

по фазе колебания разностной частоты (эпюра а, б, фиг.2). При этом на выходе элемента И формируется импульс, длительность которого равна интервалу между передним фронтом одного сигнала и задним фронтом другого (эпюра в, фиг.2). На выходе элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ формируются импульсы с длительностями, равными интервалам между передним и задними фронтами обоих сигналов (эпюра г, фиг.2). Ключи 11 и 12 осуществляют заполнение этих импульсов импульсами тактовой частоты, поступающими с выхода генератора 1. На выходе элемента ИЛИ 10 формируются импульсы с длительностями, соответствующими интервалам времени между передним фронтом одного сигнала и задним фронтом другого (эпюра д, фиг.2). Эти импульсы поступают на блок 13 управления, на выходах которого формируются короткие импульсы, соответствующие переднему и заднему фронтам входного импульса (эпюры е, ж, фиг.2).

Импульсы, соответствующие переднему фронту сигнала на выходе элемента ИЛИ, поступают на установочный вход реверсивного счетчика 14, устанавливая все разряды счетчика в нулевое состояние. Одновременно на входы суммирования и вычитания реверсивного счетчика поступают пакеты импульсов с выходов первого и второго ключей соответственно. По окончании поступления импульсов с выхода второго ключа на выходах разрядов реверсивного счетчика формируется двоичный код, соответствующий разности чисел тактовых импульсов, поступивших на входы суммирования и вычитания. Пусть под действием измеряемой величины емкость датчика изменилась на величину  $\Delta C$ . Тогда абсолютная величина фазового сдвига на выходе устройств вычитания частот изменится на величину  $\Delta t$ , однозначно связанную с изменением емкости датчика, как показано пунктирными линиями на эпюре б, фиг.2. При этом длительность импульса на выходе элемента И уменьшится на величину  $\Delta t$  (пунктирные линии на эпюре в, фиг.2), а на выходе элементов ИЛИ и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ увеличится на величину  $\Delta t$  (пунктирные линии на эпюрах г, д, фиг.2). Соответственно число импульсов, поступающих на вход суммирования реверсивного счетчика, уменьшится на  $\Delta N_+ = \Delta t f_T$ , а число импульсов, поступающих на вход вычитания, увеличится на  $\Delta N_- = \Delta t f_T$  ( $f_T$  — частота следования тактовых импульсов). При изме-

нении емкости датчика на  $\Delta C$  двоичный код на выходе разрядов реверсивного счетчика будет соответствовать числу

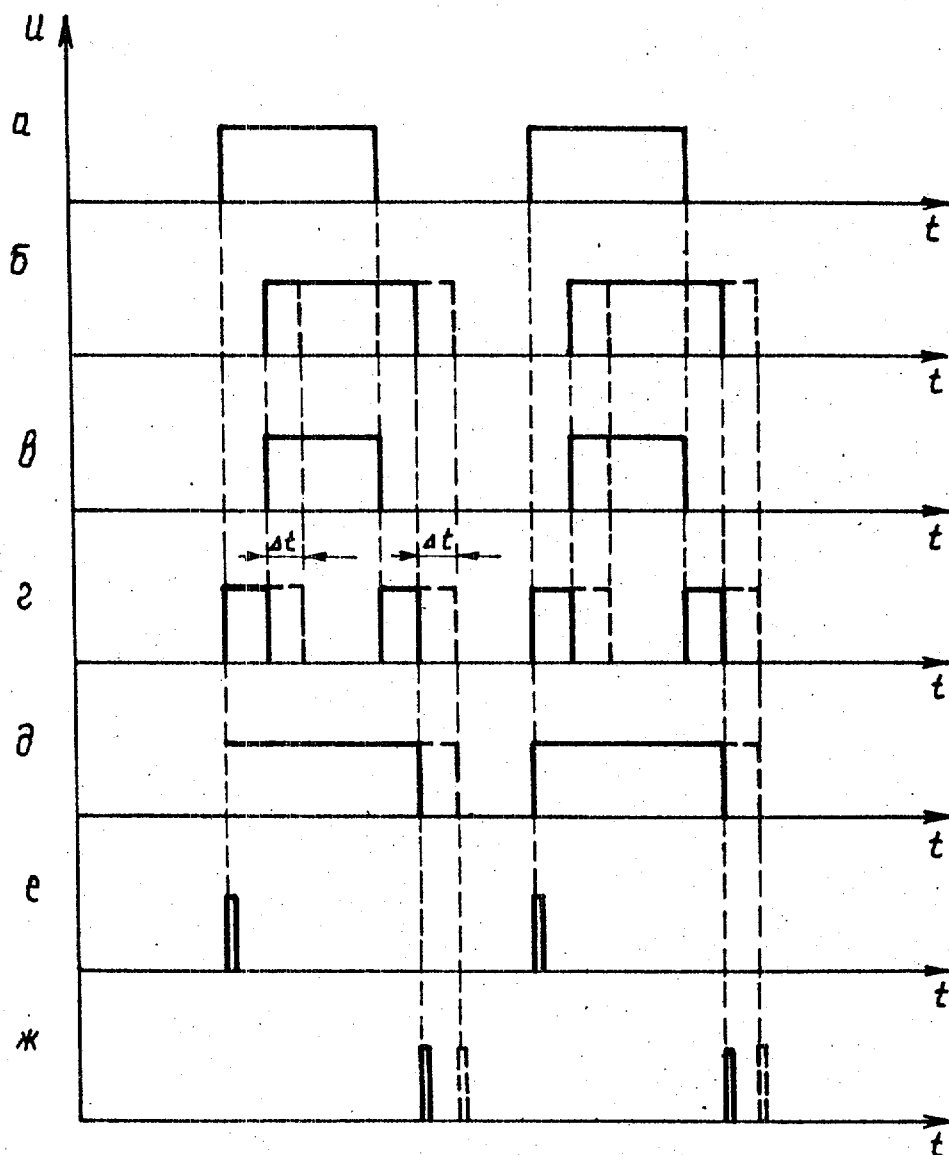
$$N = (\tau + \Delta t) f_T - (\tau - \Delta t) f_T + (\tau + \Delta t) f_T = (\tau + 3\Delta t) f_T,$$

где  $\tau$  — абсолютное значение начального фазового сдвига.

По окончании подсчета разности чисел импульсов реверсивным счетчиком под действием импульса, поступающего на управляющий вход регистра 15, происходит запись двоичного кода, присутствующего на выходах разрядов реверсивного счетчика, в регистр и передача его на вход блока 16 индикации. Затем импульсом, поступающим на установочный вход реверсивного счетчика, происходит его обнуление и начинается следующий такт измерения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измерительный преобразователь для емкостного датчика, содержащий генератор, измерительную цепь и первый ключ, генератор соединен с вторым входом ключа, блок индикации, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения чувствительности и разрешающей способности, введены первый и второй делители частоты, первый и второй блоки вычитания частот, элементы И, ИЛИ и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, второй ключ, формирователь, реверсивный счетчик, блок управления, регистр, причем выход генератора соединен с входами первого и второго делителей частоты и вторым входом второго ключа, выход первого делителя частоты соединен с входом измерительной цепи и первым входом второго блока вычитания частот, выход второго делителя частоты соединен с вторыми входами блоков вычитания частот, выход измерительной цепи через формирователь соединен с первым входом первого блока вычитания частот, выходы первого и второго блоков вычитания частот соединены соответственно с первыми и вторыми входами элементов И, ИЛИ и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, выходы элементов И и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ соединены с первыми входами первого и второго ключей, выходы которых подключены к входам суммирования и вычитания реверсивного счетчика, выход элемента ИЛИ соединен с входом блока управления, первый выход которого подключен к установочному входу реверсивного счетчика, а второй — к управляющему входу регистра, выходы разрядов реверсивного счетчика через регистр подключены к входам блока индикации.



Фиг.2

Редактор А.Лежнина      Составитель С.Бреднев      Корректор Т.Малец  
 Техред М.Моргентал

Заказ 1842      Тираж 425      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101