

## ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.317

Р.В. Бараненко, В.С. Тверезовский, Д.А. Крючковский

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО  
НАПРЯЖЕНИЯ В ИЗМЕНЕНИЕ ЕМКОСТИ

*Проведено аналіз вимірювачів напруги, на підставі якого для усунення недоліків існуючих пристроїв розроблено пристрій для зміни керуючої напруги до зміни ємності з розширеними функціональними можливостями.*

**Введение и постановка задачи.** Постоянное развитие средств измерений и контроля различных параметров изделий и процессов является неотъемлемой частью научно-технического прогресса. В настоящее время существенное влияние на методы построения измерительных систем оказывает использование ЭВМ для обработки результатов измерений и управления различными процессами [1].

Одной из основных задач при разработке измерительных систем является постоянное расширение функциональных возможностей их компонентов путем повышения точности, быстродействия и увеличение диапазона измеряемых величин.

**Анализ последних исследований.** Известно устройство для сравнения напряжений, содержащее усилитель и пороговый элемент [2]. Однако это устройство имеет не одинаковую относительную погрешность при сравнении напряжений в широком диапазоне. Известно также устройство для сравнения электрических напряжений, содержащее ключ, схему определения разности и блок управления [3]. Это устройство также имеет не одинаковую относительную погрешность при сравнении напряжений в широком динамическом диапазоне.

Известны также устройства для контроля напряжений [4, 5], содержащие блоки сравнения напряжений, ключи и блоки контроля напряжений. Недостатками таких устройств являются низкое быстродействие, точность и информативность контроля. Известно также устройство [6], недостатком которого является ограниченная область его применения, определяемая одним значением измеряемого напряжения.

Недостатками других существующих устройств для контроля и преобразования напряжений [7-9] также являются низкие быстродействие, точность и информативность контроля.

Целью работы является устранение недостатков существующих устройств и разработка нового устройства для преобразования напряжения, структурные особенности которого позволят увеличить точность измерений за счет линейности выходной характеристики.

**Основной материал.** Для реализации целей статьи разработано устройство преобразования изменения управляющего напряжения в изменение емкости [10], структурная схема которого представлена на рис. 1.

Предлагаемое устройство содержит детектор 1, суммирующий усилитель 2, генератор 3 высокой частоты, разделительный конденсатор 4, управляющий 5 и регулируемый 6 варикапы, сопряженные по вольтфарадным характеристикам, общую шину 7, резисторы 8, 9 развязки, преобразователь 10 ток-напряжения, вход И управляющего напряжения ( $U_y$ ), вход 12, диод 13, конденсатор 14, суммирующий операционный усилитель 15, резисторы 16, 17, 18, операционный усилитель 19, резистор 20, разделительный конденсатор 21 и резистор 22 нагрузки. Полярность  $U_y$  – положительная.

Разделительный конденсатор 4 служит для разделения постоянной составляющей напряжения выхода суммирующего усилителя 2 и входа генератора 3 высокой частоты. Значение емкости конденсатора во много раз больше емкости управляющего варикапа 5. Первый и второй резисторы 8 и 9 не пропускают переменную составляющую с выхода генератора 3 на выход усилителя 2, их значения во много раз меньше обратного сопротивления управляющего 5 и регулируемого 6 варикапов на постоянном токе.

Преобразователь 10 ток-напряжение можно выполнить на операционном усилителе 19 с резистором 20 в цепи отрицательной обратной связи, с разделительным конденсатором 21 на выходе и резистором 22 нагрузки. Преобразователь 10 ток-напряжение должен иметь линейную зависимость выходного напряжения от входного тока. Суммирующий усилитель 2 может представлять собой суммирующий операционный усилитель 15 с двумя входами. Амплитудный детектор 1 можно выполнить на одном диоде 13 и конденсаторе 14.

Однако, при больших пределах изменения емкости регулируемого варикапа (с коэффициентом перекрытия, равным нескольким десяткам) к линейности амплитудного детектора 1 будут предъявляться повышенные требования и его целесообразно выполнять по схеме на базе операционного усилителя.

Так как емкости регулируемого б и управляющего 5 варикапов могут изменяться от минимального до максимального значения, т.е. от  $C_{\min}$  до  $C_{\max}$ , то и управляющее значение напряжения должно пропорционально изменяться соответственно от  $U_{y\min}$  до  $U_{y\max}$ . При этом  $U_{y\max}$  необходимо выбирать таким, чтобы емкость варикапа  $C_{\max}$  соответствовала напряжению смещения на нем, равному 0, а  $U_{y\min}$  выбирается из условия, чтобы напряжение смещения, подаваемое на управляющий и регулируемый соответственно варикапы 5 и б, не превышало максимально допустимое.

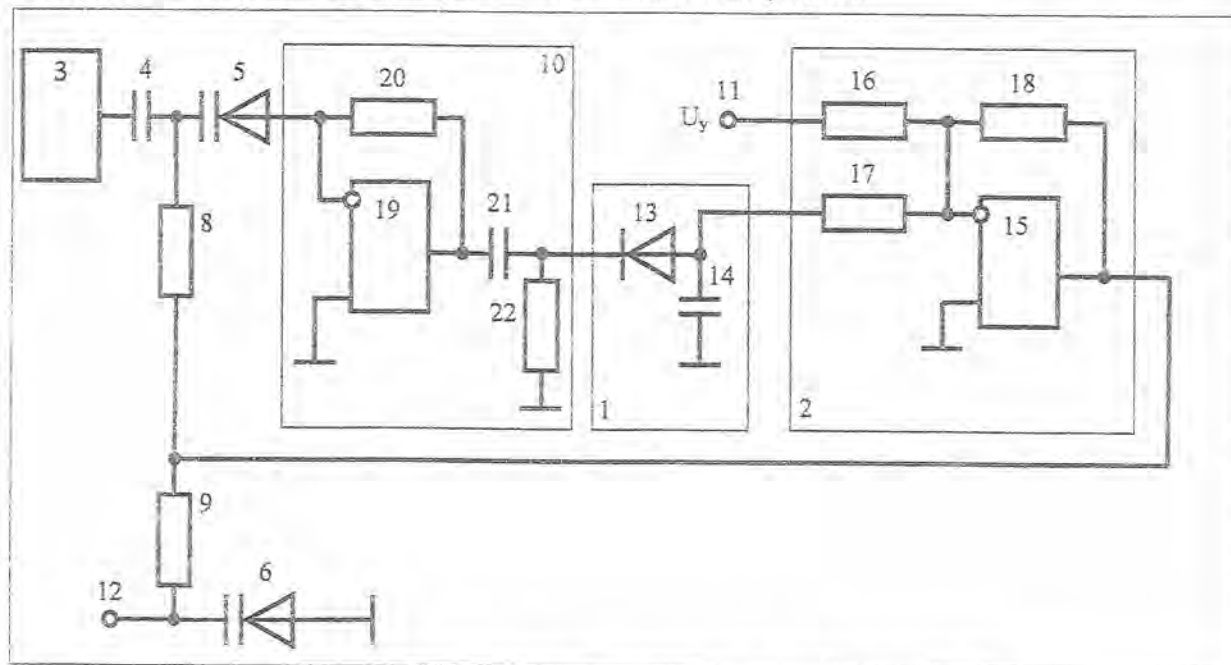


Рис. 1. Структурная схема устройства преобразования [10]

Устройство работает следующим образом.

Пусть на управляющий вход 11 подано напряжение  $U_y$ . В это время на выходе преобразователя 10 ток-напряжение будет напряжение

$$U = \left( U_T / \frac{1}{\omega C} \right) R_0 = U_T \cdot R_0 \cdot \omega C,$$

где  $U_T$  – выходное напряжение генератора 3,  $C$  – емкость варикапа 5, соответствующая управляющему напряжению  $U_y$ ,  $R_0$  – сопротивление обратной связи преобразователя ток-напряжение 10.

На выходе детектора 1 напряжение  $U_g = U \cdot K_g$ , где  $K_g$  – коэффициент передачи детектора 1.

На выходе суммирующего усилителя будет напряжение

$$U_c = (U_y - U_g) K_y = (U_y - U_T R_0 \omega C \cdot K_g) \cdot K_y, \tag{1}$$

где  $K_y$  – коэффициент передачи суммирующего усилителя,  $U_c$  – подается через резисторы 8, 9 на варикапы 5, б соответственно.

При  $K_y \gg 1$  из (1) следует, что

$$U_y = U_T R_0 \omega C \cdot K_g \text{ или } U_y = K C, \tag{2}$$

где  $K = U_T R_0 \omega K_g$  – постоянная величина.

При любом изменении  $U_y$  в схеме будет поддерживаться режим в соответствии с уравнением (1) при правильном выборе  $U_y$ . Из уравнения (2) следует, что емкость варикапа 5 линейно зависит от значения управляющего напряжения  $U_y$ . Но так как варикапы 5 и б, сопряженные по вольтфарадным

характеристикам (т.е. имеющие с большой точностью идентичные вольтфарадные характеристики), то и емкость варикапа  $b$  будет линейно зависеть от управляющего напряжения  $U_y$ . Варикап  $b$  можно включать в другие схемы, где необходимо иметь линейную зависимость емкости от управляющего напряжения, например, в мостовых, или других измерителях электрических параметров.

При необходимости к выходу суммирующего усилителя можно подключить еще варикапы, сопряженные по вольтфарадным характеристикам с варикапом  $b$ . Эти варикапы можно использовать в отдельных цепях или можно включать параллельно с варикапом  $b$  для увеличения регулируемой емкости. При любом изменении  $U_y$  в схеме будет поддерживаться режим в соответствии с уравнением (1) при правильном выборе  $U_y$ .

**Выводы.** Разработанное устройство можно в устройствах измерения электрических параметров элементов электрических цепей и в регулирующих системах в качестве регулируемой емкостной меры, что обеспечивает расширение области применения устройства по сравнению с известными решениями.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тверезовський В.С. Принцип здійснення гнучкого програмного керування елементами вимірювальних систем за аналізом їх експоненціальних параметрів /В.С. Тверезовський, Р.В. Бараненко // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2003. – № 2 (18). – С. 297-301.
2. Хризман С.С. Цифровые измерительные приборы и системы. Справочник. – К.: Наукова думка, 1970. – С.132.
3. Скрипник Ю.А. Коммутационные цифровые измерительные приборы. – М., 1973. – С.7-13.
4. Авторское свидетельство СССР № 364902. – Кл. G01R19/26, 1970.
5. Авторское свидетельство СССР № 364925. – Кл. G05B 23/02, 1970.
6. Автоматический контроль радиоэлектронного и электротехнического оборудования /Под. ред. Шляндина М.Э. – М., 1972. – С.15.
7. Таланчук П.М. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах: Підруч. для студентів вузів /П.М. Таланчук, Ю.О. Скрипник, В.О. Дубровний. – К.: Райдуга, 1994 – 672 с.
8. Теда В.Ф. Обзоры по электронной технике. Серия 2: «Полупроводниковые приборы». Вып. 1(439). Электроника полупроводниковых диодов и приборов некогерентной оптоэлектроники, часть II. – М.: Электроника, 1977.
9. Авторское свидетельство СССР № 808981. Кл. G01R27/26, 1978.
10. Авторское свидетельство СССР № 1558186 «Устройство преобразования изменения управляющего напряжения в изменение емкости». Авторы: В.С. Тверезовский, С.В. Сидорович. Кл. G05B23/02, 1970.

**БАРАНЕНКО Роман Васильевич** – к.т.н., доцент кафедры информационных технологий Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– геоинформационные и информационно-измерительные системы, защита информации.

**ТВЕРЕЗОВСКИЙ Василий Семенович** – к.т.н., доцент.

Научные интересы:

– построение информационных измерительных систем, разработка средств измерений.

**КРЮЧКОВСКИЙ Дмитрий Александрович** – к.т.н., старший преподаватель кафедры информационных технологий Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– информационные технологии.