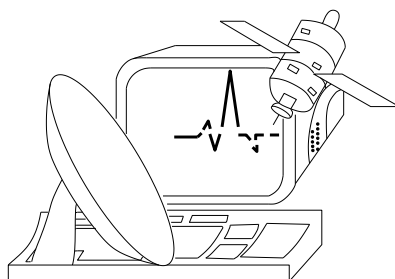


**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Національний технічний університет «Київський політехнічний
університет ім. Ігоря Сікорського»
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний університет «Львівська політехніка»
Новий Лісабонський університет
(Португальська республіка)
Люблінська політехніка (Польща)
Hebei university of engineering (КНР)
Державний університет телекомунікацій
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Чернівецький національний університет**



СПРТП-2017

**VI Міжнародна науково-технічна конференція
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ (СПРТП-2017)**

**Вінниця
28-30 вересня 2017 року**

СЕКЦІЯ 8

Радіовимірювальні пристрої та системи

29.09.17, 9:30, ауд. 1305

Голова: О. Осадчук

1. Й.Й. Білінський, К.В. Огородник, Н.А. Стоян, А.В. Сироватський. Дослідження похибок ультразвукового методу вимірювання густини нафтопродуктів
2. Й. Й. Білінський, В. П. Стахов, О. О. Лазарев. Пасивні радіочастотні моноімітансні здавачі
3. В.С. Белов, А.С. Белов. Панорамна обробка широкосмугових сигналів з використанням SDR
4. М. О. Вікарєнко, М. В. Васильківський. Дослідження параметрів високошвидкісних оптичних передавачів
5. А.А. Негур, С.П. Кононов. Одноканальний ідентифікатор частотних міток
6. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, О. М. Жагловська, І. О. Романчук. Пристрій вимірювання потужності оптичного випромінювання
7. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, О. О. Селецька. Мікроелектронні частотні перетворювачі вологості на основі транзисторних структур з від'ємним опором
8. В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, О.О. Селецька, Л.В. Крилик. Мікроелектронні вимірювачі потужності оптичного випромінювання
9. В.О. Шаталюк, О. С. Городецька. Дослідження параметрів підсилювальної ділянки магістральної ВОЛТ
10. O. V. Osadchuk, S. V. Varaban, V. V. Basich. Temperature converter based on IGBT-VJT structure with negative resistance

В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, О. О. Селецька
(Україна, Вінниця, Вінницький національний технічний університет)

МІКРОЕЛЕКТРОННІ ЧАСТОТНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ВОЛОГОСТІ НА ОСНОВІ ТРАНЗИСТОРНИХ СТРУКТУР З ВІД'ЄМНИМ ОПОРОМ

Анотація. Розроблено мікроелектронні частотні перетворювачі вологості з ємнісними елементами, які реалізують принцип перетворення «вологість–частота». Експериментально доведено, що фізико-хімічні властивості вологочутливого шару ємнісного елемента суттєво впливають на чутливість перетворювачів. Встановлено, що найчутливішим є перетворювач з ємнісним елементом, виготовленим на основі комплексних сполук.

Ключові слова: перетворювач вологості, відносна вологість, ємнісний елемент, чутливість.

Abstract. The microelectronic frequency transducers of humidity with capacitive elements implementing the principle of transformation "humidity–frequency" were developed. The essential effect of the physical and chemical properties of humidity-sensitive layer of capacitive element on the sensitivity of transducers has been experimentally proved. It was determined that the most sensitive transducer is transducer with capacitive element, which was made using complexes.

Keywords: humidity transducer, relative humidity, capacitive element, sensitivity.

Необхідність виконання даної роботи виникла насамперед тому, що існуючі аналогові перетворювачі мають ряд недоліків, які неможливо усунути традиційними способами, тому існує потреба у застосуванні нового підходу, а саме у дослідженні залежності реактивних властивостей напівпровідникових структур з від'ємним опором від впливу відносної вологості навколишнього середовища, що дало змогу застосувати частотний принцип та технологію мікроелектроніки у вирішенні існуючої проблеми. Використання частотного принципу роботи насамперед підвищує завадостійкість та точність, дає змогу отримати значно більші вихідні сигнали ніж амплітудні перетворювачі та покращити як метрологічні так і економічні показники таких пристроїв [1–3]. Крім того, застосування ємнісного вологочутливого елемента значно розширить діапазон вимірювань, забезпечить високу надійність та низьку вартість при використанні мікроелектронної технології [4, 5].

Мікроелектронні частотні перетворювачі вологості виконані у вигляді гібридної інтегральної мікросхеми. Автогенераторний перетворювач утворює транзисторна структура з від'ємним опором на основі польового двозатворного транзистора VT1 та біполярного транзистора VT2 (рис. 1 та рис. 2).

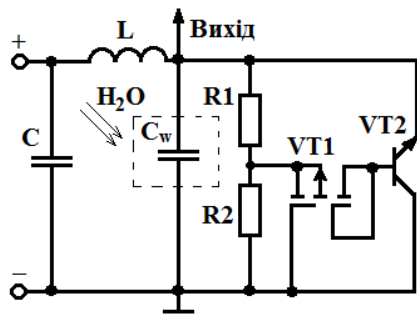


Рис. 1. Електрична схема частотного перетворювача вологості з вологочутливими конденсаторами на основі комплексних сполук

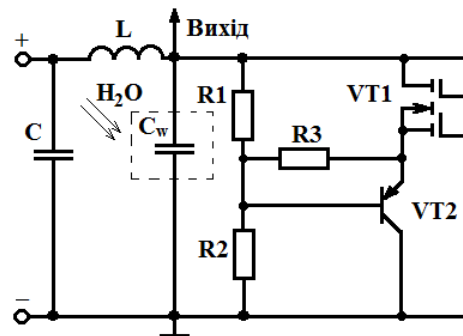


Рис. 2. Електрична схема частотного перетворювача вологості з вологочутливими конденсаторами: P14 Rapid (WIRED); P14 Rapid (SMD); HCH-1000, МДН

Як експериментальні вологочутливі зразки використовувались: вологочутливий конденсатор на основі стибій- або бісмутвмісних діоксиматів ніколу (II) (м. Вінниця, Україна, ВНТУ); вологочутливий МДН-конденсатор на основі аморфного кремнію, розроблений в науково-дослідному інституті (НДІ) «Гелій» (м. Вінниця, Україна); вологочутливий конденсатор HCH-1000 фірми Honeywell; вологочутливі конденсатори P14 Rapid (Wired і SMD) фірми Innovative sensor technology.

Експериментально встановлено, що в діапазоні вологості $7 \div 30\%$ найчутливішим є перетворювач з ємнісним елементом, виготовленим на основі стибійвмісного діоксимату ніколу (II), що містить два атома стибію, чутливість якого складає $80 \text{ кГц}/\%$. В діапазоні вологості $30 \div 90\%$ спостерігається різке зменшення чутливості перетворювачів до $5 \text{ кГц}/\%$ не залежно від співвідношення атомів стибію чи бісмуту до ніколу, які входять до складу гетерометалевих комплексних сполук [6, 7].

На рис. 3, 4 подано експериментальні та теоретичні залежності частоти генерації від зміни відносної вологості повітря частотних перетворювачів вологості з вологочутливими конденсаторами: P14 Rapid (WIRED); P14 Rapid (SMD); HCH-1000, МДН. З рис. 3, 4 видно, що частота генерації перетворювачів зменшується із збільшенням відносної вологості повітря W .

Експериментально встановлено, що середнє значення чутливості розробленого перетворювача з вологочутливими конденсаторами: P14 Rapid (WIRED) фірми Innovative sensor technology, в діапазоні вимірювання $W = 1 \div 100\%$ складає $1040 \text{ Гц}/\%$; P14 Rapid (SMD) фірми Innovative sensor technology, в тому ж діапазоні вимірювання $W = 944 \text{ Гц}/\%$; HCH-1000 фірми Honeywell, в діапазоні вимірювання $W = 0 \div 100\%$ – $689 \text{ Гц}/\%$; МДН-конденсатором НДІ «Гелій», в діапазоні вимірювання $W = 18 \div 99\%$ – $3500 \text{ Гц}/\%$.

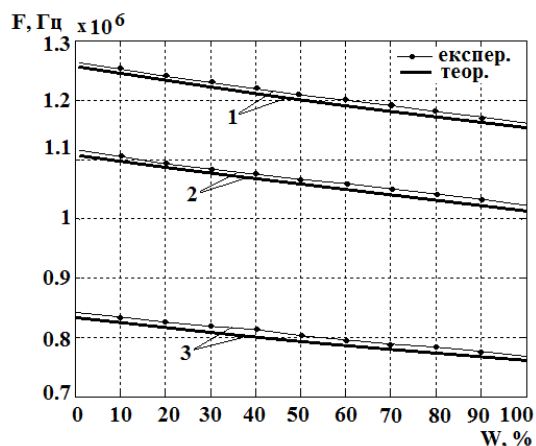


Рис 3. Експериментальні та теоретичні залежності частоти генерації від зміни відносної вологості повітря перетворювача з вологочутливими конденсаторами: 1 – P14 Rapid (WIRED); 2 – P14 Rapid (SMD); 3 – HCN-1000

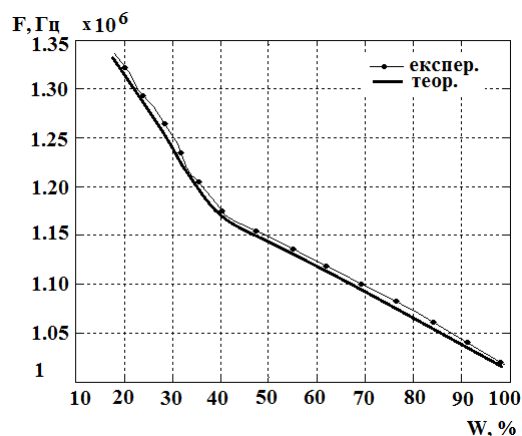


Рис 4. Експериментальні та теоретичні залежності частоти генерації від зміни відносної вологості повітря перетворювача з вологочутливим МДН-конденсатором

Література

1. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.
2. Сенсори вологості : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2003. – 208 с.
3. Бабаян Р. Р. Преобразователи неэлектрических величин с частотным выходом / Р. Р. Бабаян // Приборы и системы управления. – 1996. – № 11. – С. 24 – 26.
4. Виноградов М. Емкостные датчики влажности фирмы IST AG / М. Виноградов // Компоненты и технологии. – 2011. – № 1. – С. 22 – 24.
5. Маргелов А. Датчики влажности компании Honeywell / А. Маргелов // Chip News. – 2005. – № 8(101). – С. 40 – 42.
6. Осадчук О. В. Ємнісні сенсори вологості на основі стибій- або бісмутвмісних діоксиматів ніколу (II) / О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, М. В. Євсєєва // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 1(221). – С. 131 – 135.
7. Осадчук О. В. Мікроелектронний частотний перетворювач вологості з ємнісним вологочутливим елементом на основі стибій або бісмутвмісних діоксиматів ніколу (II) / О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, М. В. Євсєєва, О. О. Селецька // «Вісник» Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – № 1(233). – С. 12 – 16.