

## МІКРОЕЛЕКТРОННІ ЧАСТОТНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ВОЛОГОСТІ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розроблено мікроелектронні частотні перетворювачі вологості з ємнісними елементами, виготовленими на основі вологочутливих пористих шарів. Теоретично та експериментально доведено, що схемотехнічні рішення та фізико-хімічні властивості вологочутливого шару ємнісного елемента суттєво впливають на чутливість перетворювача вологості та діапазон її вимірювання. Встановлено, що найчутливішим є перетворювач з ємнісним елементом, виготовленим на основі аморфного кремнію.*

**Ключові слова:** *перетворювач вологості, ємнісний елемент, чутливість.*

### **Abstract**

*Microelectronic frequency humidity transducers with capacitive element made on the basis of moisture-sensitive porous layers, have been developed. It has been theoretically and experimentally proved the circuit designs and physical and chemical properties of the moisture sensitive layer of the capacitive element significantly affect the sensitivity of the humidity transducer and the range of its measurement. It was found that the most sensitive is a transducer with a capacitive element made on the basis of amorphous silicon.*

**Keywords:** *humidity transducer, capacitive element, sensitive.*

### **Вступ**

На сьогодні серед первинних перетворювачів різного типу особливе місце у вимірювальній техніці займають сенсори вологості. Серед великого різноманіття сенсорів вологості значний практичний інтерес набули мікроелектронні сорбційні сенсори вологості [1].

Використання первинних перетворювачів вологості в частотних пристроях, в яких вологість перетворюється у частоту, дозволяє значно підвищити чутливість і точність вимірювання, спростити схеми подальшої обробки інформації. В цьому випадку необхідно використовувати вологочутливий елемент у вигляді ємності, який є найоптимальнішим за сукупністю параметрів. А використання реактивних властивостей напівпровідникових структур для розробки мікроелектронних частотних перетворювачів фізичних величин є перспективним науковим напрямком [2, 3].

Метою роботи є дослідження нових схемотехнічних рішень та вплив їх на чутливість до вимірювального параметра та діапазон вимірювання вологості.

### **Результати дослідження**

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).

Експериментальними зразками слугували: вологочутливий МДН-конденсатор на основі аморфного кремнію, розроблений в науково-дослідному інституті (НДІ) «Гелій» (м. Вінниця, Україна); вологочутливий конденсатор HCN-1000 фірми Honeywell; вологочутливі конденсатори P14 Rapid (Wired і SMD) фірми Innovative sensor technology.

На основі теоретичних та експериментальних дослідженнях встановлено, що схемотехнічне рішення, подане на рис.1 [4, 5] має вужчий діапазон вимірювання вологості в порівнянні з розробкою, що подана на рис. 2 [6]. Крім того, в діапазоні вологості 18÷99% найчутливішим є перетворювач з вологочутливим МДН-конденсатором, виготовленим на основі аморфного кремнію, середнє значення чутливості якого – 3500 Гц/% (рис. 2).

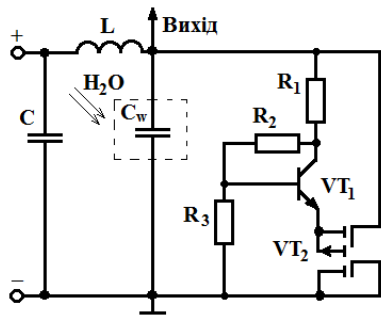


Рис. 1. Електрична схема частотного перетворювача вологості з вологочутливими конденсаторами (перше схемотехнічне рішення)

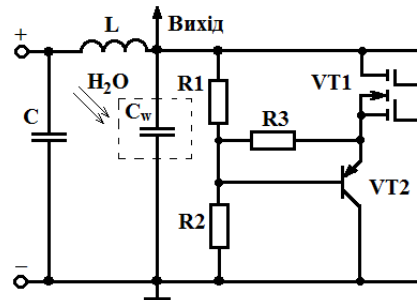


Рис. 2 Електрична схема частотного перетворювача вологості з вологочутливими конденсаторами (друге схемотехнічне рішення)

## Висновки

Розроблено мікроелектронні частотні перетворювачі вологості з ємнісними вологочутливими елементами фірм Innovative sensor technology, Honeywell та НДІ «Гелій» м. Вінниця. На основі теоретичних та експериментальних досліджень доведено, що схемотехнічні рішення та фізико-хімічні властивості вологочутливого шару ємнісного елемента суттєво впливають на чутливість перетворювача вологості та діапазон її вимірювання. Встановлено, що в діапазоні вологості 18÷99% найчутливішим є перетворювач з вологочутливим МДН-конденсатором, виготовленим на основі аморфного кремнію, чутливість якого складає 3500 Гц/%, діапазон зміни частоти генерації перетворювача – 320 кГц.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhi, Chen. Humidity Sensors: A Review of Materials and Mechanisms / Zhi Chen, Chi Lu // Sensor Letters. – 2005. – Vol. 3, – P. 274 – 295. doi:10.1166/sl.2005.045.
2. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.
3. Сенсори вологості : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2003. – 208 с.
4. Пат. № 119392 України, МПК G01N 27/12 (2006.01). Пристрій для вимірювання вологості / Осадчук В. С., Осадчук О. В., Крилик Л. В., Мартинюк В. В., Білилівська О. П. – № u2017 03058; заявл. 31.03.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18.
5. Осадчук В. С. Мікроелектронний перетворювач «вологість-частота» з ємнісними елементами на основі вологочутливих пористих шарів / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, О. О. Селецька, В. В. Мартинюк // «Вісник» Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – № 1(257). – С. 83 – 87.
6. Osadchuk V. S. A microelectronic humidity-frequency transducer with humidity-sensitive capacitive elements / V. S. Osadchuk, A. V. Osadchuk, L. V. Krylik., O. O. Seletska // Moldavian Journal of the Physical Sciences, Volume 16, No. 1-2. – Chisinau, 2017. – P. 94 – 100.

**Осадчук Володимир Степанович** — докт. техн. наук, професор, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Осадчук Олександр Володимирович** — докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Крилик Людмила Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Селецька Олена Олександрівна** — канд. техн. наук, старш. викл. кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : seletska84@gmail.com.

**Osadchuk Vladimir S.** — Doc. Tech. Scien., Prof., Prof. of Radioengineering Department, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa;

**Osadchuk Alexandr V.** — Doc. Tech. Scien., Prof., Head of Radioengineering Department, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa;

**Krylik Lyudmila V.** — PhD in Tech. Scien., Associate Professor of Department of Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa;

**Seletska Olena O.** — PhD in Tech. Scien., Senior Lec. of Department of Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: seletska84@gmail.com