

ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ ЧИСТИХ КІМНАТ

Розглянуто можливість побудови генераторного приладу для вимірювання параметрів мікроклімату виробничих приміщень, створено структурну схему його побудови з використанням бездротового каналу передавання інформації. Розроблено прилад для вимірювання відносної вологості повітря чистих кімнат для мікроелектронної промисловості, в якому в якості первинного перетворювача вологості використовується вологочутливий двозатворний МДН-транзистор.

Ключові слова: вологість повітря, автогенераторний перетворювач, вологочутливий МДН-транзистор.

O.V. OSADCHUK, A. YU. SAVYTSKYI, O.M. ZHAGLOVSKA
 Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

DEVICE FOR MEASURING CLEAN ROOM'S AIR HUMIDITY

The possibility of generating device to measure microclimate of industrial premises, create a block diagram of its construction using wireless channel information transfer. A device for measuring the relative humidity of clean rooms for microelectronic industry, which as a primary converter humidity used humidity-sensitive two-gate MOS transistor.

Keywords: air humidity, auto-generating transformer, humidity-sensitive two-gate MOS transistor.

Вступ

Вимірювання рівня вологості як складової мікроклімату виробничих приміщень, в тому числі чистих кімнат, є одним з головних завдань, яке необхідно вирішити з метою зниження рівня браку продукції мікроелектронної промисловості. Відомо, що приблизно 3% браку виробів РЕА виникає через наявність в повітрі хімічно активних домішок і ще 70% – через забруднення і недоліки технологічного обладнання [1]. Водяна пара, яка присутня в атмосферному повітрі, може значно впливати на проведення різноманітних технологічних операцій, тому створення високоточних і чутливих систем вимірювання параметрів виробничого мікроклімату, а головне, відносної вологості повітряного середовища чистих кімнат (ЧК), значною мірою впливає на якість готової продукції, а отже і на економічний ефект виробництва.

Автоматизована система керування вентиляцією і кондиціонуванням мікроклімату чистої кімнати

Проектування, ввід в експлуатацію і застосування систем чистих кімнат різноманітних промислових призначень пов'язано із значними трудовими і матеріально-технічними витратами, спрямованими на проектування, побудову і підтримку декларованих параметрів повітряного середовища даних приміщень.

Одним з шляхів підвищення ефективності виробництва є створення сучасних інформаційно-вимірювальних систем, робота яких пов'язана з вимірюванням і контролем перебігу технологічних операцій без втручання у виробничу зону людини і зупинки її перебігу [5]. Дана тенденція забезпечується використанням бездротових методів передавання інформації, в тому числі, використання ВЧ-сигналів з частотною модуляцією. В даному випадку амплітуда модулюючого сигналу не вносить змін в амплітуду несійної. Шуми, що потрапляють у ЧМ-сигнал (атмосферні збурення, теплові шуми і т.д.), його амплітудно моделюють і при детектуванні ЧМ-сигналу їх дія не впливає на кінцевий результат.

Структурна схема приладу для вимірювання відносної вологості повітря чистих кімнат представлена на рис. 1 [2]. Як видно з рис. 1, пристрій складається з двох основних конструктивних складових: передавальної частини і приймальної частини.

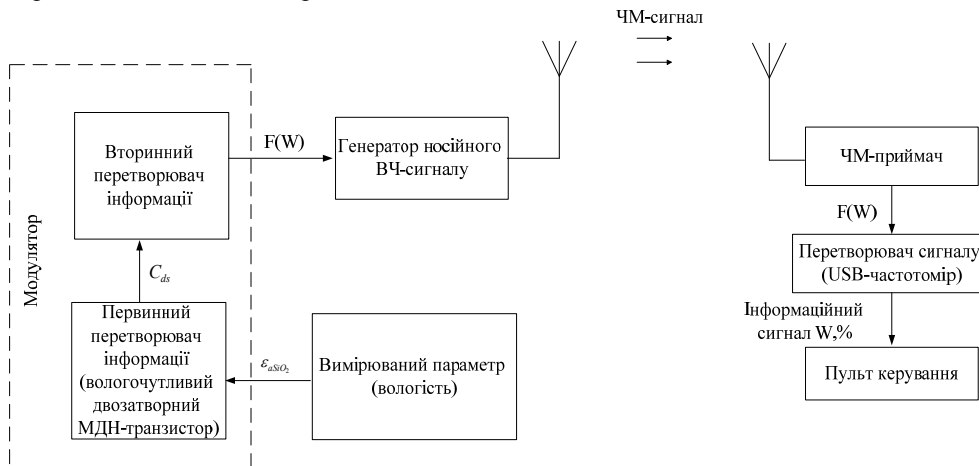


Рис. 1. Структурна схема приладу для вимірювання відносної вологості повітря ЧК

Електрична схема передавальної частини зображеного вимірювального пристрою зображено на рис. 2.

Зі схеми на рис. 2 бачим, що передавальна частина приладу складається з модулюючого генератора на основі двох вологочувливих двозатворних МДН-транзисторів (VT_1 і VT_2). Вихідний сигнал даного генератора частотно моделює вихідний сигнал ВЧ-генератора на основі транзисторів VT_3 і VT_4 , діапазон частот якого перебивається з ФМ-діапазоном. На виході такого включення двох транзисторних автогенераторів отримано ЧМ-сигнал ФМ-діапазону, який можливо транслювати в ефір.

Апроксимуючий графік полінома, що описує функцію перетворення модулюючого генератора на

$$\text{Rank 41 Eqn 4341 } y=a+bx+cx^2+dx^{(2.5)}+ex^3$$

$$r^2=0.99822205 \text{ DF Adj } r^2=0.9964441 \text{ FitStdErr}=13633.467 \text{ Fstat}=842.16729$$

$$a=3724774.4 \quad b=-4103.5634 \quad c=-501.93288$$

$$d=114.85498 \quad e=-6.9571775$$

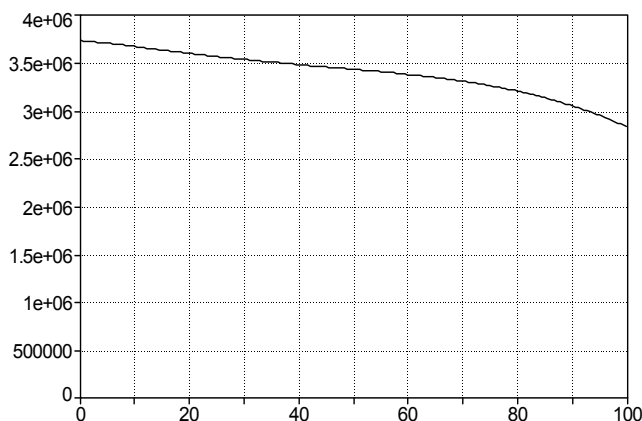


Рис. 3. Апроксимована функція перетворення модулюючого генератора на основі двох вологочувливих двозатворних МДН-транзисторів

дроту зі спеціальним штекером, включений в штекер XC1. Сигнал, прийнятий антеною, надходить на вхідний широкопasmовий контур $L_1, C_1 \dots C_3$, і далі на вхід 11 мікросхеми IC1.

Підсилений сигнал радіочастоти і сигнал гетеродина, контуром якого є L_2, C_{13}, VD_1 , підключені до вивода 5, потрапляють на змішувач всередині мікросхеми. Сигнал у 70 кГц виділяється смуговим фільтром, пасивними елементами корекція якого конденсатори C_{11}, C_{12} , і потрапляють на вхід підсилювача-обмежувача – вивід 9. Конденсатори C_4, C_6 , є елементами корекції підсилювача-обмежувача, з вихода якого сигнал потрапляє на демодулятор ЧМ-сигналу. Демодульований сигнал через фільтр НЧ-корекції потрапляє на схему блокування виводу при налаштуванні, режимом роботи якого можна керувати через конденсатор C_8 . В склад мікросхеми входить тригер автоматичного налаштування на сигнал випромінювача. При натисненні кнопки SB_2 RESET на виводі 16 встановлюється напруга живлення, яка повільно починає зменшуватись, відповідно знижується напруга на варикапі VD_1 , внаслідок чого відбувається перенастроювання частоти вгору. Вихідний сигнал ФМ-приймача потрапляє на формувач прямокутних імпульсів на основі мікросхеми SN400N і далі на вхід USB-частотоміра [4], яка містить 8-ми розрядний мікропроцесор з USB інтерфейсом МК фірми Microchip [3], кварцового генератора стабілізації частоти коливання, блоку живлення, РК-дисплея, наприклад WH1602C-YGH-CTK, також містить систему термостабілізації для забезпечення стабілізації результатів вимірювання у всьому діапазоні можливих значень температури повітря.

Система термостабілізації складається з паралельно ввімкнутих двох температурних перетворювачів КТУ81-221, встановлених у вимірювальних точках системи вимірювання вологості повітря ЧК, а третій – безпосередньо у корпусі приладу і встановлює його задану температуру, яку підтримують в межах $53^{\circ}\text{C} \pm 5\%$, що забезпечує оптимальний режим функціонування мікропроцесорного засобу. Перші два перетворювача встановлюються для врахування температури повітря, завдяки якій обирається функція перетворення для кожного з випадків, які прописані програмно.

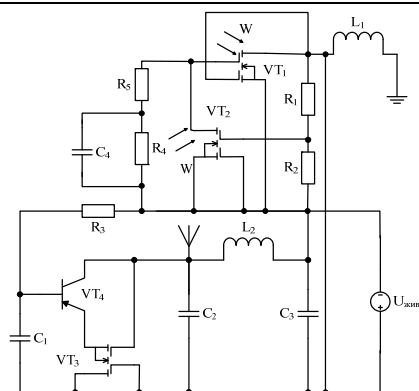


Рис. 2. Передавальна частина приладу для вимірювання відносної вологості повітря ЧК

основі двох вологочувливих двозатворних МДН-транзисторів (VT_1 і VT_2) представлено на рис. 3.

Використання ФМ-сигналу для бездротового передавання інформації на відстань дало змогу використання типових стандартних ФМ-приймачів, наприклад „PALITO PA-993” розміром коробки сірників, що виконуються на аналогах мікросхеми TDA 7088 фірми Phillips, вихід яких ввімкнено на вхід цифрового частотоміра для подальшої комутації з ПК [3, 4].

Принципова схема вимірювання вологості повітря ЧК показана на рис. 4, містить в собі два приймача ФМ діапазону. Головний тракт прийому зібрано на основі мікросхеми IC1 SC1088 (аналог TDA7088), виконаний SMD-корпусі. Підсилювач звукової частоти зібраний на схемі TDA 2822 за мостовою схемою. На схемі розташовано дві кнопки настроювання, світлодіод індикатора живлення. На динамічну головку замість антени застосовується відрізок

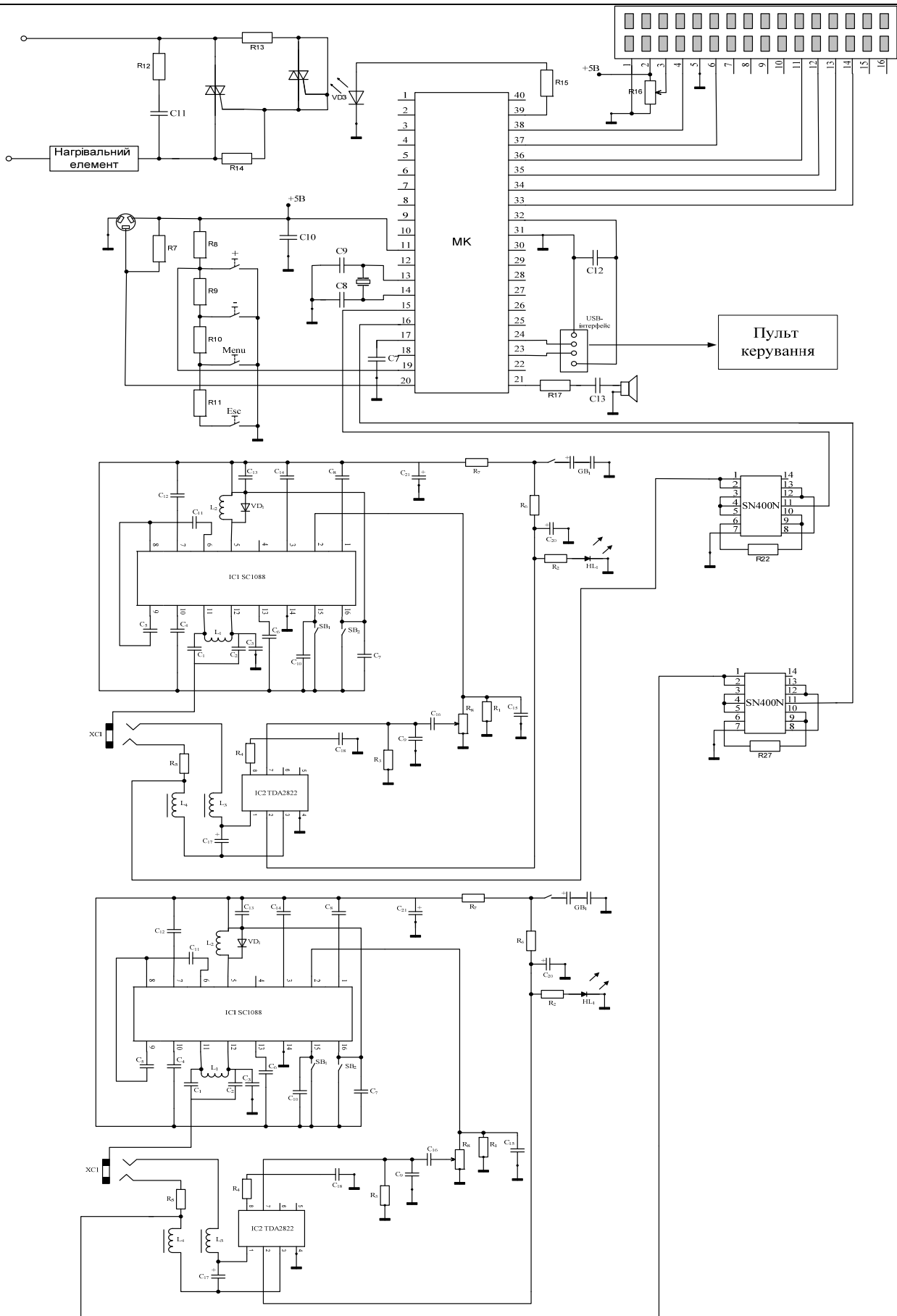


Рис. 4. Схема електрична принципова приймальної частини приладу для вимірювання відносної вологості повітря чистих кімнат

В ході дослідження було виявлено, що використання стабілізації температури функціонування і напруги живлення приладу зменшує величину систематичної похибки вимірювання з 2,44% до 1,04%. При

цьому точність вимірювання частоти інформативного сигналу становить 1Гц, що забезпечується підбором відповідного кварцового генератора в USB-частотомірі приймальної частини приладу.

Висновки

Розроблено прилад для вимірювання відносної вологості повітря чистих кімнат з бездротовим каналом передавання інформації. Використання сучасних мікропроцесорних систем дозволило створювати сучасні ПК-сумісні інформаційно-вимірювальні системи високої чутливості і завадостійкості.

Література

1. Уайт В. Проектирование чистых помещений: пер. с англ. / Уайт В. / – М.: Клинрум, 2004. – 360 с. – ISBN 5-902728-01-0.
2. Яценков Владимир Семенович. Микроконтроллеры Microchip с аппаратной поддержкой USB / Яценков В. С. – М. : Горячая линия - Телеком, 2008. – 400 с. - ISBN 978-5-9912-0030-1.
3. Осадчук Олександр Волдимирович. USB-частотомір / Осадчук О.В., Барабан С.В., Звягін О.С., Криночкін Р.В. // Матеріали 6-ї міжнародної науково-практичної конференції "Дні науки - 2010" : міжнар. наук.-тех. конф., Прага 27 бер. – 5 кві. 2010 р. : тези доповіді. – 2010. – С. 32–34. — ISBN 978-966-8736-05-6.
4. Иванов М.Т. Основы радиотехники и радиотехнические устройства / Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. – М. : Высш. Школа, 2002. – 306 с. – ISBN 5-06-004047-Х.
5. Осадчук В.С. Принципи вимірювання відносної вологості газів атмосферного і пониженого тиску / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Савицький А.Ю. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. - №3. – С. 197 - 200.

References

1. White B. Designing chystyh pomeshcheny : Trans. with. English. / B. White / - N: Klynrum , 2004. - 360 p . - ISBN 5-902728-01-0.
2. Yatsenkov Vladimir Semenovich. Mykrokontrolery Microchip apparatnoy podderzhkoy with USB / Yatsenkov VS - Moscow: Hotline - Telecom , 2008. - 400 p. - ISBN 978-5-9912-0030-1.
3. Osadchyk Alexander Voldymyrovych . USB- frequency / Osadchyk AV, SV Drum , Zviagin OS, Krynochkin RV // Proceedings of the 6th International Scientific Conference " Science Days - 2010 ": Internat. scientific- technical . conf. , Prague March 27 . - April 5 . 2010: abstracts . - 2010. - С. 32-34. - ISBN 978-966-8736-05-6.
4. Ivanov MT Fundamentals radyotehnyky and radyotehnycheskye Device / MT Ivanov , AB Sergienko , Ushakov VN - M.: High society . School , 2002. - 306 p. - ISBN 5-06-004047- X .
5. Osadchyk VS Principles of measurement of relative humidity and atmospheric gases of low pressure / Osadchyk VS Osadchyk AV , Savitsky A. // Journal of Khmelnytsky National University. - 2011. - № 3. - S. 197 - 200.

Рецензія/Peer review : 18.3.2014 р.

Надрукована/Printed : 12.7.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф. завідувач кафедри метрології та промислової автоматики Вінницького національного технічного університету Кучерук В.Ю.