

Висновок

Розроблено перетворювач магнітного поля з частотним виходом, що являє собою автогенераторний пристрій, побудований на основі біполярного двоколекторного магнітотранзистора, двозатворного МДН-транзистора, елемента Холла та індуктивності, проведено дослідження параметрів перетворювача. Отримано залежності активної та реактивної складових повного опору від магнітної індукції, функцію перетворення та чутливість. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що найбільша чутливість перетворювача знаходиться в діапазоні *магнітної індукції* 0,15...0,4 Тл і складає 2,2...2,48 МГц/Тл.

Література

1. Мікроелектронні сенсори фізичних величин : науково-навчальне видання в 3-х т. / [Вуйцік В., Готра З.Ю., Григор'єв В.В. та ін.]; за ред. З.Ю. Готри. – Львів : Ліга-Прес, 2003. – Т. 2. – 2003. – 595 с.
2. Клаассен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике / Клаас Б. Клаассен; [пер. с англ.]. – М. : Постмаркет, 2000. – 352 с.
3. Новицький П.В. Цифровые приборы с частотными датчиками / Новицький П.В., Кноринг В.Г., Гутников В.С. – Л. : Энергия, 1970. – 424 с.
4. Осадчук В.С. Напівпровідникові перетворювачі інформації : [навчальний посібник] / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 208 с.
5. Осадчук В.С. Сенсори тиску і магнітного поля : [монографія] / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 207 с.
6. Пат. 59007 Україна, МПК H01L29/82, H01L 43/00, G01R 33/06. Мікроелектронний пристрій для виміру магнітної індукції / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Стовбчата О.П. ; заявник і патентовласник Вінницький нац. техн. ун-т. – № u201015634 ; заявл. 24.12.2010 ; опубл. 26.04.2011, Бюл № 8.
7. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и PSpice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ : в 4 выпусках / Разевиг В.Д. – М. : Радио и связь, 1992. – Вып. 2. – 72 с.

Надійшла 12.11.2011 р.

Рецензент: к.т.н., доцент Т.Б. Мартинюк

УДК 621.315

І.Р. ПАЗДРІЙ, О.О. ГОРБЕНКО

Тернопільський національний економічний університет

БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНИЙ МОДУЛЯТОР НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНОЇ КОРИСТУВАЧЕМ ВЕНТИЛЬНОЇ МАТРИЦІ

Запропонована модель багатоканального широтно-імпульсного модулятора сигналів зі змінним коефіцієнтом заповнення на базі програмованої користувачем вентиляльної матриці для одночасного роздільного керування яскравістю світла заданого кольору окремих RGB світлодіодів та у багатьох потрібних RGB схемах.

Build model multichannel PWM signals with variable fill factor on the basis of user-programmable gate array for simultaneous separate brightness control set light color RGB LEDs, or simultaneously in many ternary RGB schemes.

Ключові слова: модулятор, світлодіод, широтно-імпульсна модуляція, яскравість, освітлення.

Вступ

Обмеженість традиційних енергетичних ресурсів висуває на перший план проблему енергозбереження. Найбільш актуальним є зменшення витрат на освітлення, яке складає біля 30% від всіх енергетичних витрат. Основною причиною великих енергозатрат на освітлення є низький ККД сучасних лампових джерел світла, який складає декілька відсотків (наприклад, у ламп розжарювання та галогенних ламп до 70% енергії йде на нагрівання). У зв'язку з цим, особлива увага приділяється створенню світлотехнічного обладнання на основі світловипромінюючих діодів.

Сучасний розвиток технологій виготовлення світлодіодів та швидкий прогрес відповідних світлодіодних технологій дозволяють прогнозувати ще більш широке використання світлодіодів та світлових приладів на їх основі в різних галузях світлотехніки. Світлодіоди мають ряд переваг перед іншими джерелами світла – це високий ККД, значний термін служби, світлова віддача до 80–100 лм/Вт, високий індекс кольоропередачі, можливість одержувати модульоване випромінювання зміною параметрів живлення. За останнє десятиліття розроблені світлодіодні джерела світла, ККД яких досягає 80%. Надзвичайно важливим є те, наскільки ефективно відбувається перетворення електроенергії у світло. Впровадження високих технологій отримання квантоворозмірних гетероструктур в Україні дозволить знизити витрати вугілля, на якому працюють теплові електростанції. Крім того, зменшиться викид в атмосферу вуглекислого газу, що покращить екологічний баланс. Завдяки прогресу, досягнутому в розробках та виробництві твердотільних оптоелектронних напівпровідникових приладів, стає можливим витіснити з ринку освітлювальних приладів неекономічні освітлювальні лампи розжарювання.

Світлодіодні технології вже починають відвоювати більшу частину ринку пристроїв освітлення у традиційних ламп, а крім того, використовуються для підсвічування пасивноматричних LCD-дисплеїв, в світлофорах, інформаційних табло і т.д. Для використання всіх переваг світлодіодів особливого значення набуває керування випромінюваним світловим потоком.

Найбільш перспективним з погляду економії з урахуванням ефективності (відношення світлового потоку до споживаної енергії) є використання великої кількості малопотужних, але високоефективних світлодіодних матриць. Технологія RGB дозволяє не тільки одержати білі кольори, але й пересуватись по колірній діаграмі при зміні струму через різні світлодіоди. Параметрами живлення світлодіодів можна керувати за допомогою мікропроцесора, можна також одержувати різні колірні температури. Тому RGB-матриці широко використовуються у світлодинамічних системах. Поєднання в одному конструктиві високоефективних світлодіодів з мікропроцесором забезпечить високу якість підтримки балансу білого кольору, незалежно від температурних змін та природного старіння.

Постановка проблеми

Живлення світлодіодів необхідно здійснювати з обмеженням або краще із стабілізацією струму. Якщо через світлодіод пропускати більший струм, ніж той, на який він розрахований, світлодіод світитиме яскравіше, але внаслідок виділення тепла кристал швидко деградує. Замість сотень тисяч годин світлодіод пропрацює десятки, поступово втрачаючи яскравість, змінюючи при цьому спектральні характеристики світла. Старіння світлодіодів також призводить до зміни яскравості їх світіння, що з часом проявляється в погіршенні кольору і появі колірних відтінків.

Таким чином, виникає необхідність регулювання потужності RGB складових білого світла. Для цього доцільно використати метод широтно-імпульсної модуляції. Цей метод може бути реалізований на основі аналогового або цифрового широтно-імпульсного модулятора (ШІМ) сигналів. Аналоговий ШІМ базується на порівнянні компаратором величини керуючої напруги постійного струму з пілкоподібними імпульсами. Змінюючи величину вхідного керуючого потенціалу, на виході компаратора можна отримати цифрові сигнали із змінним заповненням.

Основна частина

У [1] показано, що синтез білого кольору світла шляхом змішування трьох кольорів вимагає точного співвідношення яскравостей RGB складових білого світла, проаналізовано вплив зміни яскравості світла одного з кольорів на погіршення білого кольору, також запропонований варіант мікропроцесорного регулювання балансу білого світла з використанням ШІМ. Але, якщо виникає необхідність одночасного роздільного керування по трьох R, G і B складових, тоді доцільно використовувати багатоканальний широтно-імпульсний модулятор на базі програмованої логічної інтегральної схеми, однією з архітектур якої є програмована користувачем вентильна матриця FPGA (Field Programmable Gate Array).

Використання програмованих користувачем вентильних матриць FPGA

Використовуючи FPGA, можна здійснювати незалежне керування кількома каналами одночасно, зберігаючи при цьому невеликі розміри пристрою керування. Використання однієї інтегральної мікросхеми підвищує надійність роботи засобів керування, завдяки значному зменшенню кількості з'єднань, а також зменшує споживання електроенергії. Багатоканальні контролери, зазвичай, використовуються для керування кольором та яскравістю світла люмінесцентних діодів у системах освітлення або для висвітлення певної інформації (матричні дисплеї RGB [2]).

З допомогою FPGA можна синтезувати багато потрібних RGB каналів (до декількох тисяч), що дає можливість використовувати світлодіоди для різного роду освітлення.

Можна також здійснювати регулювання яскравістю світла заданого кольору шляхом роздільного одночасного керування ШІМ сигналу в трьох колах R, G і B, або одночасно у багатьох потрібних RGB схемах.

Використання програмованих логічних інтегральних схем з високим ступенем інтеграції дає можливість побудови широтно-імпульсного модулятора з під'єднанням до ПК, до модуля бездротового зв'язку або до регулятора часу (реле часу).

В даний час інтегральні схеми дозволяють створювати досить ефективні системи керування із складними алгоритмами роботи. Раніше використання дискретних функціональних елементів призводило до підвищення вартості і складні комплексні цифрові системи часто були збитковими, а тому замінювались аналоговими пристроями.

Сьогодні, за допомогою програмованих логічних засобів FPGA або CPLD, які мають величезний внутрішній апаратний ресурс, можна побудувати цілу цифрову систему керування в одному чіпі. Програмовані системи автоматизованого проектування для розробки цифрових систем часто дозволяють вводити проекти у вигляді схем цифрових функціональних блоків, або текстового опису апаратних засобів, (наприклад, VHDL або Verilog).

Алгоритми оптимізації та мінімізації логічних операцій реалізовані в прикладному програмному забезпеченні, є структурованими і мають високу ефективність роботи. Майже не застосовуються традиційні методи мінімізації логічних виразів, які використовувались раніше для синтезу цифрових систем.

Ще донедавна побудова цифрових схем була пов'язана з використанням дискретних компонентів, таких як тригери, лічильники, компаратори, до яких часто під'єднувались RC схеми. Це створювало різного роду затримки і в результаті призводило до складних систем, чутливих до параметрів використовуваних

компонентів. Збільшення з'єднань у системі зменшувало надійність і збільшувало споживання енергії. Через занадто складну структуру підключень часто не можна було реалізувати складні алгоритми керування.

При використанні програмованих логічних інтегральних схем логічна частина проектованої системи, як правило, міститься в одному чіпі. Це дозволяє швидко реалізувати складні алгоритми керування, унеможливити залежність параметрів регулятора від змін параметрів в колі, підвищити заводозахисність та надійність, зменшити геометричні розміри системи. Крім того, шляхом обміну конфігураційного файлу досить швидко і без особливих затрат можна змінити алгоритм, реалізований у системі. В процесі використання FPGA можуть модифікуватися практично в будь-який момент.

Використання однокристальних мікропроцесорів для широтно-імпульсної модуляції створювало певні проблеми, зокрема отримання високої частоти виконання операцій із збереженням досить непоганої роздільності здатності модуляції.

На апаратному рівні за допомогою мікроконтролера не можна, зазвичай, генерувати більше, ніж кілька каналів ШІМ. Значні ресурси мікроконтролера використовуються для програмного забезпечення та для генерації ШІМ сигналів, тому генерована вихідна частота є невисокою. Набагато кращі результати в цьому напрямі дає реалізація цифрової ШІМ [3, 4]. У випадку, коли ставиться завдання, яке стосується частоти сигналу, а також великої кількості каналів, то програмовані користувачем вентиляльні матриці стають практично незамінні.

Реалізація цифрового широтно-імпульсного модулятора

Найпростішим методом цифрової широтно-імпульсної модуляції сигналу є метод, який використовує пряму цифрову "емуляцію" класичних аналогових схем ШІМ. Еквівалентом генератора пилоподібного сигналу (напруги), що використовується для перетворення "напруга – імпульс – коефіцієнт заповнення" у цифрових схемах може бути двійковий лічильник, керований тактовим генератором. Вихідне значення лічильника поступає на один із входів цифрового компаратора: засіб порівняння двох вхідних величин. На другий вхід цифрового компаратора подається потенціал керування. Отримується таким чином перетворення "числове значення – тривалість імпульсу" з досить непоганою лінійністю. Але для генерування ШІМ сигналів потрібна висока тактова частота, значно вища (залежно від розрядності лічильника), ніж частота генерованого ШІМ сигналу. Тактова частота повинна бути тим вищою, чим більшою буде роздільна здатність генерованого ШІМ сигналу. З огляду на невисоку частоту керування в освітленні це не створює жодних проблем, але в RGB матрицях (інформаційних табло) це важливо.

Функціональна схема запропонованого широтно-імпульсного модулятора подана на рис.1. Ідея ґрунтується на аналоговій концепції. Вихідний сигнал з цифрового компаратора, подібно як в аналоговому ШІМ генераторі, подається на вхід R вихідного регістра.

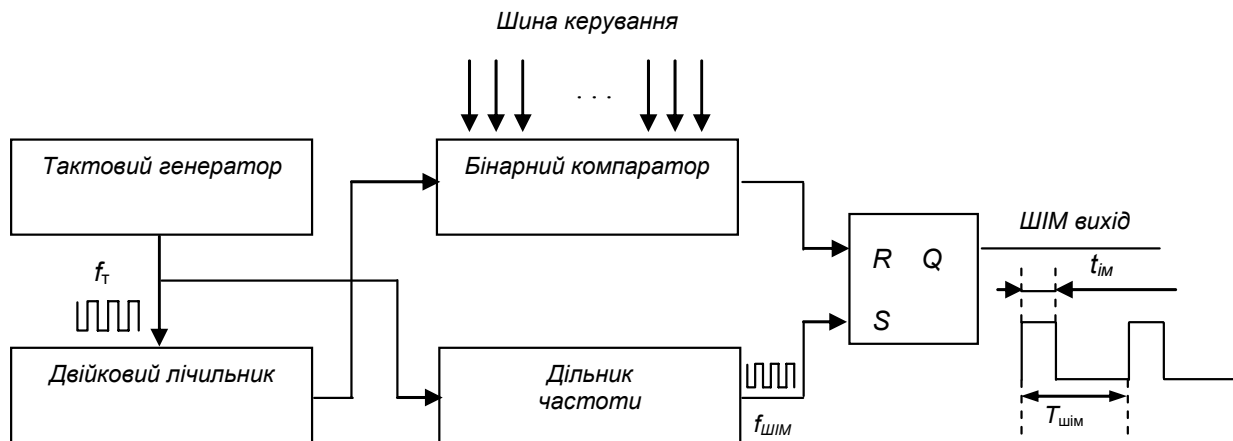


Рис. 1. Функціональна схема цифрового широтно-імпульсного модулятора

Модель запропонованого одноканального цифрового модулятора показана на рисунку 2.

Сигнал з компаратора (елемент: `Ipm_compare0`, сигнал: `aeb`,) поступає на вхід R асинхронного RS тригера, синтезованого з використанням універсального D тригера з активним входом R (вхід `CLRn`). На вхід D постійно подається додатній потенціал.

В якості двійкових лічильників, які виконують функцію дільника частоти, використані лічильники `Ipm_counter` з бібліотеки програмного середовища. Керування здійснюється семибітним бінарним кодом з бібліотечного елемента `Ipm_constant`. Часову діаграму функціонування запропонованої моделі пристрою показано на рисунку 3.

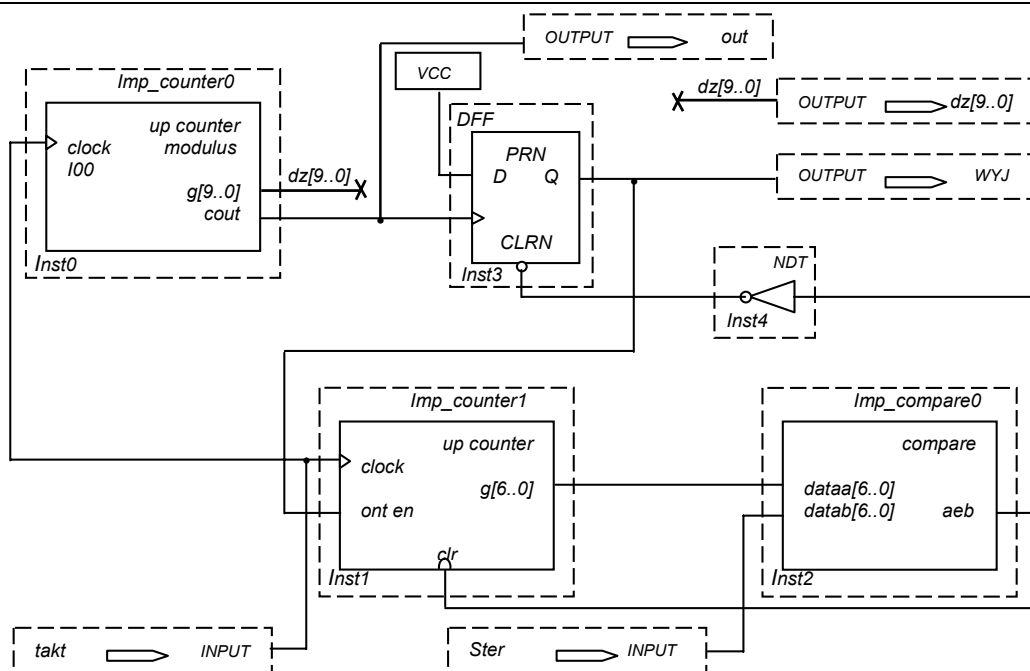


Рис.2. Модель одноканального цифрового широтно-імпульсного модулятора

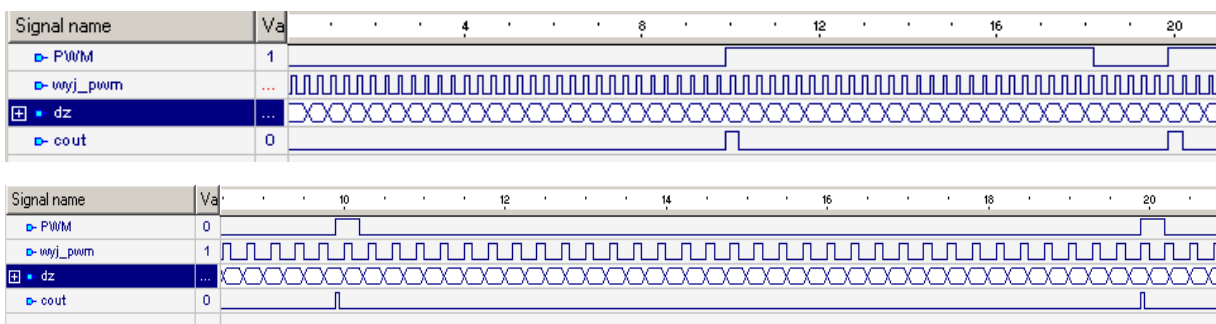


Рис.3. Часова діаграма функціонування широтно-імпульсного модулятора

На рисунку 3 показано два випадки, що ілюструють різні коефіцієнти заповнення. Тут PWM – вихідний сигнал, wyj_pwm – тактовий сигнал, cout – сигнал з дільника частоти. Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати про нормальну роботу ШІМ.

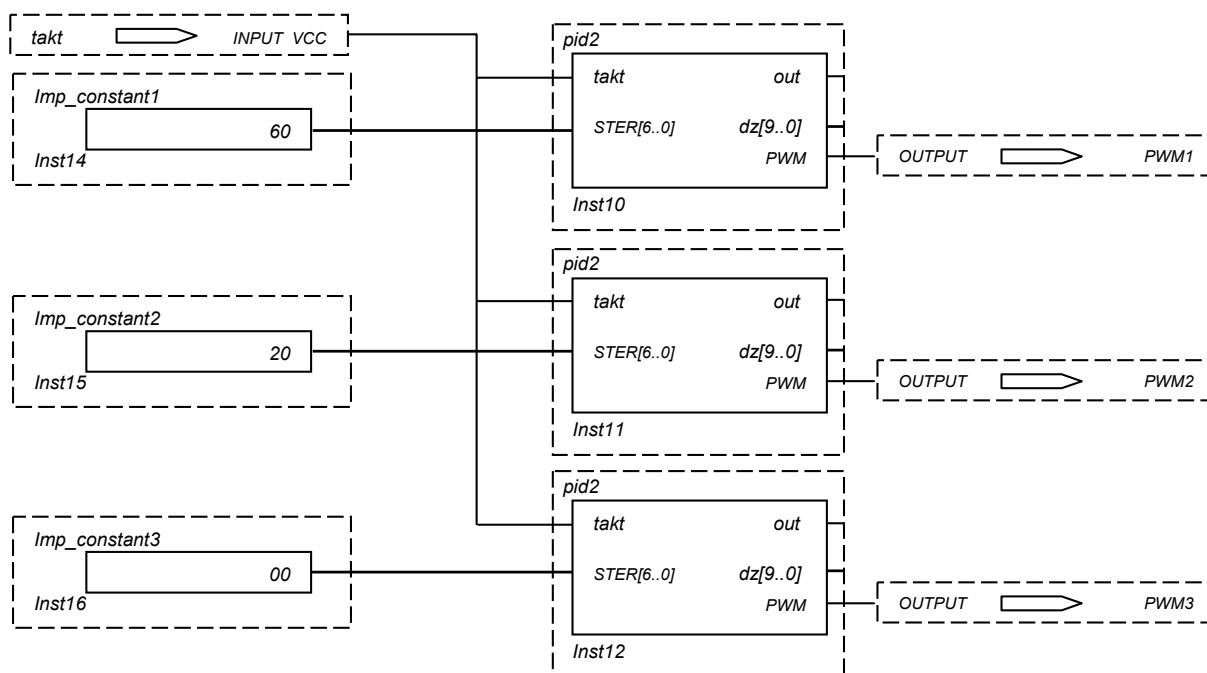


Рис.4. Модель трьохканального широтно-імпульсного модулятора

За допомогою представленого широтно-імпульсного модулятора можна отримувати імпульси з високою роздільною здатністю. Для керування яскравістю світлових діодів найчастіше використовують сигнали з роздільною здатністю 8 біт або 16 біт. Запропонована схема ШІМ дає можливість гнучкої зміни роздільної здатності модельованого сигналу.

Приклад структури трьохканального ШІМ на основі описаного принципу модуляції показаний на рисунку 4. Структурні блоки pid2 відповідають одноканальному цифровому широтно-імпульсному модуляторові, представленою на рисунку 2.

Перевірку функціонування ШІМ заданої структури можна здійснити в доступних програмних середовищах, залишивши невикористаними невелику кількість складових елементів. Наприклад, описаний одноканальний генератор займає 0,06% від загальної кількості структурних елементів програмного засобу Cyclone II. Тому очевидно, що в даному проектному середовищі можна створити понад тисячу каналів ШІМ, побудованих згідно з запропонованою концепцією. Сьогодні на ринку програмних засобів можна знайти програмні середовища із значно більшою кількістю структурних елементів, що дає змогу створити навіть декілька тисяч окремих каналів ШІМ в одній мікросхемі (чіпі).

Висновки

Керування яскравістю світлодіодів з можливістю регулювання струму можна здійснювати за допомогою багатоканального широтно-імпульсного модулятора. Роль такого ШІМ може виконувати запропонований пристрій. З допомогою FPGA можна реалізувати багато потрібних RGB каналів регулювання (залежно від типу системи навіть кілька тисяч), що дає великі можливості для керування різного роду освітленням.

Запропонована схема дозволяє регулювати яскравість світла вибраного кольору шляхом одночасного керування ШІМ сигналу в трьох або більше R, G і B каналах. Оскільки запропонована схема широтно-імпульсного модулятора синтезована з використанням FPGA, то досить легко реалізувати ШІМ, який можна під'єднати до ПК, що реалізує певну програму освітлення, до модуля бездротового зв'язку або до керуючого таймера.

Література

1. Завалишин В.А. Особенности программного обеспечения микропроцессорного управления RGB источниками белого света на интегральных матрицах светодиодов / В.А. Завалишин, А.И. Радкевич, Д.С. Мурченко // Твердотельная электроника. – 2008. – № 1–2(42–43). – С. 81–83.
2. A. Gago, N. Guil, A. C. Gago: New full-colour LED based screen, IEEE MELECON 2006, May 16-19, Benalmadena (Malaga), Spain
3. Syed E., Achmed E., Maksimowic D.: Digital Pulse Width Modulator Architectures. Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference 2004, Aachen, Germany, pp. 4689–4695
4. O'Malley E., Rinne K.: A programmable digital pulse width modulator providing versatile pulse patterns and supporting switching frequencies beyond 15MHz. IEEE APEC 2004, pp. 53–59.

Надійшла 21.7.2011 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Я.М. Николаичук

УДК 681.785.6

Й.Й. БІЛИНСЬКИЙ, Б.П. КНИЩ, К.Ю. ІОНІНА

Вінницький національний технічний університет

ІНФРАЧЕРВОНІЙ ТРИКАНАЛЬНИЙ СЕНСОР КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗУ

Запропоновано інфрачервоний триканальний сенсор концентрації газу, розроблено математичну модель, отримано функцію перетворення та проведено аналіз статичних метрологічних характеристик.

A three-channel infrared sensor gas concentration, developed a mathematical model, the obtained transfer function and the analysis of static metrological characteristics.

Ключові слова: сенсор, інфрачервоний діапазон, кювета, концентрація, діафрагма, парціальний тиск.

Вступ

На сьогодні в багатьох областях техніки використовуються різноманітні методи дослідження фізичних параметрів газу, які дають змогу визначити густину й концентрацію, вміст шкідливих домішок, кількісний склад.

На ринку України присутня велика кількість газових аналізаторів, зокрема, українських підприємств таких, як ТОВ «Екотест» (м. Харків), ВАТ «Аналітприлад» (м. Київ), НПП «Оріон» (м. Харків), «Антекс» (м. Северодонецьк). Але в багатьох випадках основним недоліками таких аналізаторів, є низька чутливість і точність, оскільки відсутня можливість компенсації дестабілізуючих факторів і показників, які характеризують адіабатний процес [1]. Так наприклад, газоаналізатор ОКСИ дозволяє контролювати концентрацію оксиду азоту в межах долів міліграму на 1 м³ повітря при гранично допустимій