

Науковий журнал

4.2005

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Частина 1, Том 1

Технічні науки

Хмельницький 2005

ВІСНИК

Хмельницького

національного

університету

Засновано в липні 1997р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2005, №4 Ч.1, Т.1 (68)

Засновник і видавець: Хмельницький національний університет

(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

Головний редактор	Скиба М.Є. , заслужений працівник народної освіти України, академік УТА, професор, ректор Хмельницького національного університету
Голова редакційної колегії	Сілін Р.І. , заслужений працівник народної освіти України, академік МАІ, академік АІН України, академік УТА, д.т.н., професор
Заступник головного редактора	Каплун В.Г. , академік УТА, д.т.н., професор
Відповідальний секретар	Гуляєва В.О. , завідувач патентно-інформаційним відділом, Хмельницький національний університет

Члени редколегії

Технічні науки

д.т.н. Кіницький Я.Т., к.т.н. Баннова І.М., д.т.н. Гладкий Я.М., к.т.н. Домбровський А.Б., к.т.н. Драпак Г.М., д.т.н. Калда Г.С., д.т.н. Камбург В.Г., д.т.н. Ковтун В.В., д.т.н. Костогриз С.Г., д.т.н. Кузьменко А.Г., д.т.н. Локазюк В.М., д.т.н. Мазур М.П., к.т.н. Мандзюк І.А., д.т.н. Мичко А.А., д.т.н. Мясищев О.А., д.т.н. Параска Г.Б., д.т.н. Ройзман В.П., д.т.н. Рудницький В.Б., д.т.н. Семенюк М.Ф., к.т.н. Славинська А.Л., д.т.н. Стечишин М.С., к.т.н. Троцишин І.В., д.т.н. Шевеля В.В., д.т.н. Либа В.П., д.ф-м.н. Качурик І.І.

Відповідальні за випуск д.т.н. Локазюк В.М., к.т.н. Савенко О.С.

Технічний редактор Горященко К.Л.

Редактор-коректор Броженко В.О.

Адреса редакції: Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, Хмельницький національний університет
редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
☎ (03822) 2-51-08
e-mail: patent_1@beta.tup.km.ua
web: http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm
<http://visniktup.narod.ru>

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №2362 від 27 грудня 1996 року

© Хмельницький національний університет, 2005
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2005

69	В. М. ЛИСОГОР, Ю. А. ЛИСОГОР ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПО ВИЗНАЧЕННЮ І ПРОГНОЗУВАННЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ	138
72	В.Г. КРАСИЛЕНКО, А.Т. МАГАС, Л.І. ІВАХОВА ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНИХ КАРТИННИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАТРИЧНОЇ БАГАТОЗНАЧНОЇ ЛОГКИ ЧАСОІМПУЛЬСНОГО ТИПУ	142
76	С.С. ГРУШКО РАСЧЕТ ЦИФРОВЫХ КИХ-ФИЛЬТРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЛИС	144
	В.О. ПОДЖАРЕНКО, Ю.В. ШАБАТУРА ІНФОРМАЦІЙНО-СТРУКТУРНІ ПРИНЦИПИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	147
81	М.А. ФІЛІНЮК, Ю.І. КРАВЦОВ, Ю.В. КРУШЕВСЬКИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ АДАПТИВНИМИ АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ З АМПЛІТУДНО- ФАЗОВОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ	151
86	О.В. ОСАДЧУК, А.О. СЕМЕНОВ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЕЛЕКТРОННОГО ШИРОКОДІАПАЗОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА ТРАНЗИСТОРНІЙ СТРУКТУРІ З ВІД'ЄМНИМ ОПОРОМ	154
90	С.М. КВАТЕРНЮК, С.П. КОНОНОВ ВПЛИВ ФІЛЬТРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРУ СТРОБОСКОПІЧНИМ МЕТОДОМ ЧАСТОТИ СВПІ- ГЕНЕРАТОРА	160
94	А.В. РУДИК, О.М. ВОЗНЯК, Р.А. АНФІЛОВ ВИСОКОЧАСТОТНИЙ АМПЛІТУДНО-ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ РЕЧОВИН	163
98	О.І. ПОЛІКАРОВСЬКИХ ОДНОКРИСТАЛЬНИЙ СИНТЕЗАТОР ГАРМОНІЙНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ CORDIC	169
102	І.С. ПЯТІН ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ МАТЕРІАЛІВ З ВЕЛИКИМИ АКТИВНИМИ ВТРАТАМИ	173
106	В.В. МАРТИНЮК, Ю.М. БОЙКО, А.А. СЕЛЬСЬКИЙ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ САМОРОЗРЯДУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ	177
	С.І. ОСАДЧИЙ, І.А. ШАПОВАЛОВА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ	180
09	В.Б. ДРОЗДОВСЬКИЙ, Ю.М. БОЙКО ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПІДСИЛЮВАЛЬНИХ КАСКАДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННИХ СВІТЛОВОДІВ	183
12	Б.М. ЛИСИЙ, О.С. СУЛИМА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ДАВАЧІВ ВІС В РОБОЧИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	185
5	В.Ю. ЛУЦЕНКО, А.В. ПЕРЕВЕРЗЕВ, А.С. ЖАГРОВ ВИСОКОТОЧНИЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУР С КОММУТАЦИОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ТЕРМО-ЭДС	188
8	Ю.Р. КАЛІЦІНСЬКИЙ, О.Г. ЦАРЮК ЗАСОБИ МЕТРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ КОМУТОВАНИХ З'ЄДНАНЬ ДО МЕРЕЖІ INTERNET	191
2	І.М. ГОРЕВИЙ, Т.Г. РУДЕНКО ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕРВАЛУ КОРЕЛЯЦІЇ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ ВИБОРУ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ БЕЗКОНТАКТНОГО СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОЛЯ	195
	В.М. ДУБОВОЙ, О.О. КОВАЛЮК ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ МІСТА	197
	О.П. ПАШКЕВИЧ, С.І. МЕЛЬНИЧУК ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМУ КОНТРОЛЬОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВИТРАТИ ГАЗУ	200

Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук О.В. – 1998. Бюл. № 5.

11. Пат. № 34249А. Н03В7/00. Україна. Напівпровідниковий генератор електричних коливань // Осадчук В.С., Осадчук О.В., Ковальчук О.М., Семеренко М.М. – 2001. Бюл. № 1.

12. Пат. № 40298А. Н03В7/00. Україна. Генератор електричних коливань // Осадчук В.С., Осадчук О.В. – 2001. Бюл. № 6.

13. Пат. № 41665А. Н03В7/00. Україна. Мікроелектронний генератор електричних коливань // Осадчук В.С., Осадчук О.В. – 2001. Бюл. № 8.

14. Негоденко О.Н., Зинченко Л.А. Численно-символьний аналіз частотних характеристик транзисторних аналогів негатронов // Радиотехніка, 1999. – № 9.

15. Осадчук О.В., Державець О.І., Тарновський М.Г. Математичне моделювання структури з від'ємним опором на основі двозатворного МДН-транзистора // Вісник ВПІ, 1998, № 3. – с. 59 -62.

Надійшла 17.3.2005 р.

УДК 621.317

С.М. КВАТЕРНЮК, С.П. КОНОНОВ
Вінницький національний технічний університет

ВПЛИВ ФІЛЬТРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРУ СТРОБОСКОПІЧНИМ МЕТОДОМ ЧАСТОТИ СВП-ГЕНЕРАТОРА

Досліджується вплив фільтрів на методичну похибку виміру частоти НВЧ свп-генератора широкосмуговим багатоканальним стробоскопічним частотоміром. Експериментально визначені максимальні похибки виміру частоти при застосуванні фільтра Чебишева

Для дослідження НВЧ вузлів зручно використовувати панорамну вимірювальну апаратуру. Ця апаратура, як правило, забезпечує частотну розгортку за допомогою свп-генераторів. У роботах [1, 2] розглянуто способи виміру частоти свп-генераторів, що працюють у режимі безперервної та ручної розгортки. Структурна схема пристрою, за допомогою якого реалізуються ці способи, наведена на рис. 1.

Основою пристрою є стробоскопічний змішувач (ЗМ) навантажений на фільтр нижніх частот (ФНЧ) з частотою зрізу, яка дорівнює половині опорної частоти, що подається на вхід стробування змішувача з синтезатора частоти (СЧ). В обчислювальному блоці (ОБ), оперуючи значеннями частоти сигналів на виходах ФНЧ, визначають частоту вхідного сигналу. Для виміру частоти свп-генератора у режимі безперервної розгортки достатньо двох каналів перетворення. У режимі ручної розгортки виникає невизначеність підрахунку частоти, що усувається введенням третього каналу перетворення.

У випадку використання ідеального ФНЧ різнищева частота F_p сигналу на його виході пов'язана з вимірюваною частотою f таким співвідношенням:

$$f = nf_0 \pm F_p, \quad (1)$$

де n – номер гармоніки.

У реальному випадку, за рахунок обмеженої крутості зрізу АЧХ, у вихідній напрузі ФНЧ присутні декілька складових. Найбільший вплив з них мають основна складова, що потрапляє у смугу прозорості фільтра, та сусідня з нею складова, частота якої знаходиться в межах від $f_0/2$ до f_0 . Сусідня складова утворюється у стробоскопічному змішувачі при взаємодії вхідного сигналу з $n+1$ чи $n-1$ гармонікою опорної частоти. Наявність биття двох гармонік на виході ФНЧ призводить до виникнення методичної похибки виміру різничевої частоти. Метою даної роботи є дослідження впливу на цю похибку форми АЧХ ФНЧ, та часу виміру.

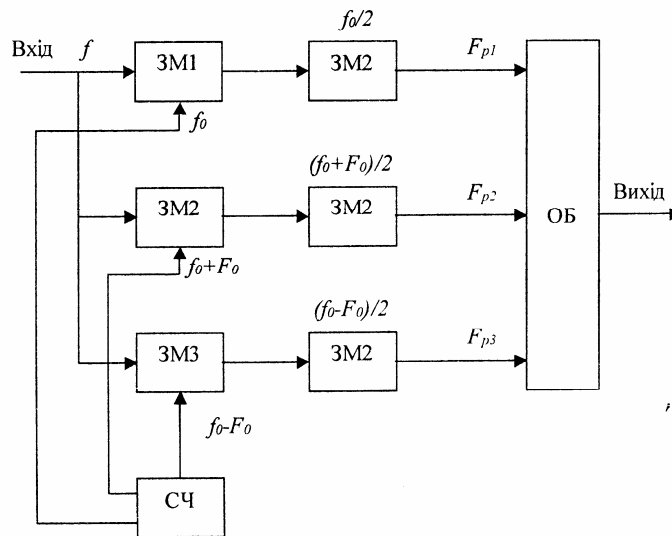


Рис. 1. Пристрій для вимірювання частоти свп-генераторів у режимі безперервної та ручної розгортки

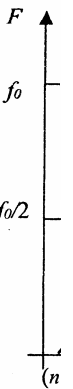


Рис. 2.

можна перетво

де

де

середнє коливан періоді проінтег

нескінчи застосу

порядку Зробим

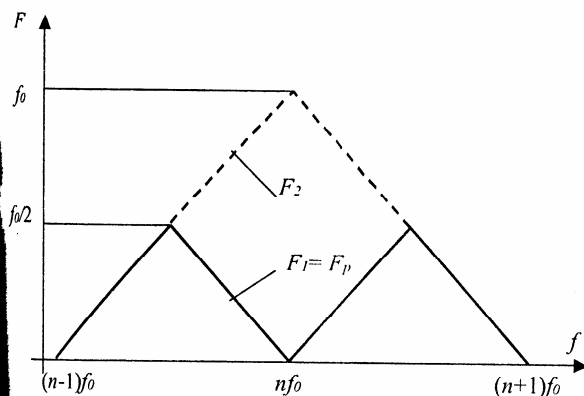


Рис. 2. Залежність частоти складових сигналів на виході ФНЧ від вимірюваної частоти

Основний розділ. Частоти складових напруги на виході ФНЧ змінюються за таким законом (рис. 2).

Частоти складових пов'язані таким співвідношенням:

$$\omega_2 = \omega_1 + 2(\omega_0 / 2 - \omega_1) = \omega_0 - \omega_1, \quad (2)$$

де ω_0 - опорна частота ($\omega_0 = 2\pi f_0$);

ω_1 - частота основної складової ($\omega_1 = 2\pi F_1$);

ω_2 - частота сусідньої складової ($\omega_2 = 2\pi F_2$).

Найбільший вплив сусідньої складової з частотою ω_2 буде у випадку, коли частота ω_2 близька до частоти зрізу ФНЧ $\omega_0/2$, тобто при її мінімальному послабленні. При цьому частоти ω_1 та ω_2 є порівняно близькими і результуючу напругу на виході ФНЧ

$$u(t) = U_1 \cos \omega_1 t + U_2 \cos \omega_2 t, \quad (3)$$

можна вважати вузькосмуговим коливанням. Для визначення миттєвої частоти сигналу $u(t)$ використаємо перетворення Гільберта [3]. Спряжена функція до вихідної напруги буде такою:

$$u_1(t) = U_1 \sin \omega_1 t + U_2 \sin \omega_2 t, \quad (4)$$

Визначимо фазу результуючого коливання:

$$\phi(t) = \arctg \frac{u_1(t)}{u(t)} = \arctg \frac{\sin \omega_1 t + k \cdot \sin \omega_2 t}{\cos \omega_1 t + k \cdot \cos \omega_2 t}, \quad (5)$$

де k - відношення коефіцієнту передачі ФНЧ на частоті ω_2 до коефіцієнту передачі на частоті ω_1 :

$$k = \frac{U_2}{U_1} = \frac{k(\omega_2)}{k(\omega_1)}.$$

Розраховуємо миттєву частоту сигналу:

$$\omega(t) = \frac{d\phi(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\arctg \frac{u_1(t)}{u(t)} \right) = \frac{u(t) \cdot u_1'(t) - u_1(t) \cdot u'(t)}{u^2(t) + u_1^2(t)} \quad (6)$$

Після перетворень отримуємо:

$$\omega(t) = \omega_1 + \Delta\omega k \frac{k + \cos \Delta\omega t}{1 + k^2 + 2k \cos \Delta\omega t}, \quad (7)$$

де $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$.

Частотомір, що підключений до виходу ФНЧ, працює за методом дискретного рахунку. Він вимірює середнє значення частоти за еталонний проміжок часу $t_{вим}$ (час виміру). Середня частота дорівнює повній фазі коливань поділеній на час виміру, однак формула для визначення фази (5) не враховує набігання великого періодів напруги, а лише фазу у межах одного періоду. Тому для визначення середньої частоти доцільно проінтегрувати вираз (7).

Оскільки при використанні ФНЧ коефіцієнт k завжди менше одиниці, підінтегральна функція (7) у нескінченність не перетворюється [3]. Розраховуємо абсолютну похибку виміру частоти $\Delta\omega_n = \omega_{вим} - \omega_1$ застосувавши [4].

$$\begin{aligned} \omega_{вим} &= \frac{\Delta\omega \cdot k}{t_{вим}} \int_n^{n+t_{вим}} \frac{k + \cos \Delta\omega t}{1 + k^2 + 2k \cdot \cos \Delta\omega t} dt = \frac{\Delta\omega}{2} + \frac{\Delta\omega}{2 \cdot t_{вим}} (k^2 - 1) \int_n^{n+t_{вим}} \frac{dt}{1 + k^2 + 2k \cdot \cos \Delta\omega t} = \\ &= \frac{\Delta\omega}{2} - \frac{1}{t_{вим}} \arctg \left(\frac{1-k}{1+k} \left(\operatorname{tg} \frac{\Delta\omega(t_n + t_{вим})}{2} - \operatorname{tg} \frac{\Delta\omega \cdot t_n}{2} \right) \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Приведена до $\Delta\omega$ відносна похибка виміру частоти

$$\delta\omega = \frac{\Delta\omega_n}{\Delta\omega}. \quad (9)$$

Зрозуміло, що похибка виміру частоти суттєво буде залежати від форми АЧХ ФНЧ, із зростанням порядку фільтра вона буде зменшуватись. Іншим фактором, який буде визначати похибку є час виміру $t_{вим}$. Зробимо аналіз впливу цих двох факторів на похибку виміру частоти.

Коефіцієнт k можна визначити за такими формулами:

- для фільтра Баттерворта [5]:

$$k = \sqrt{\frac{1 + \left(1 - \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)^{2n}}{1 + \left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)^{2n}}}; \quad (10)$$

- для фільтра Чебишева [5,6]:

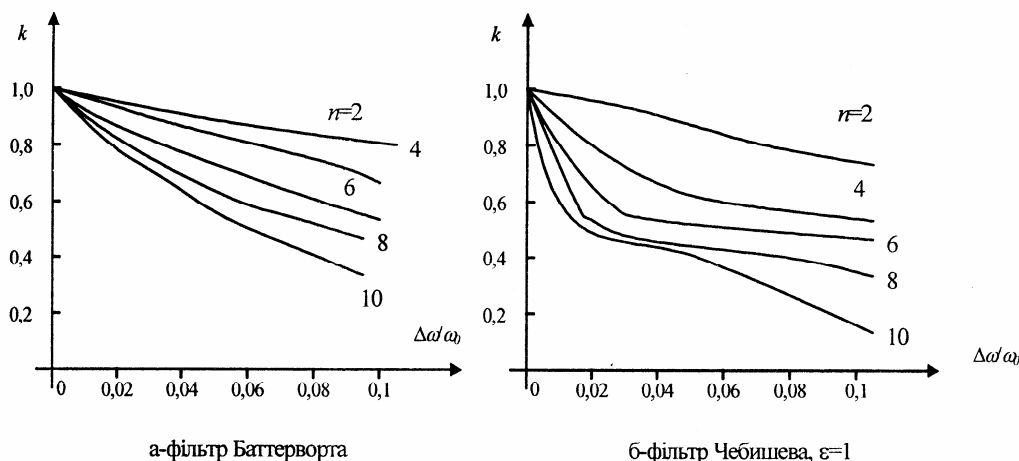
$$k = \sqrt{\frac{1 + \varepsilon^2 \cos\left(n \cdot \arccos\left(1 - \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)\right)}{1 + \varepsilon^2 \operatorname{ch}\left(n \cdot \operatorname{arch}\left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)\right)}}; \quad (11)$$

де n - порядок фільтра;
 ε - нерівномірність у смузі пропускання фільтра.

З рис. 3, де наведені залежності коефіцієнта k від порядку фільтра, видно, що фільтр Чебишева краще послабляє сусідню складову і, при однаковому порядку, забезпечує меншу похибку виміру, ніж фільтр Баттерворта. Проаналізуємо, як залежить максимальна похибка виміру частоти від коефіцієнта k . Для цього розглянемо три можливих випадки, щодо часу виміру $t_{вим}$:

- 1) $t_{вим} \ll 2\pi/\Delta\omega$ - це співвідношення може виконуватись коли $\omega_1 \approx \omega_0/2$, $\omega_2 \approx \omega_0/2$, тобто при малих $\Delta\omega$
- 2) час виміру близький до $2\pi/\Delta\omega$,
- 3) $t_{вим} \gg 2\pi/\Delta\omega$ - це співвідношення буде виконуватись при зростанні $\Delta\omega$, тобто при віддаленні частот ω_1 та ω_2 від $\omega_0/2$.

У першому випадку, як слідує з рис. 3 [3], похибка виміру частоти не перевищує значень, які визначаються з рис. 4 (крива 1).



а-фільтр Баттерворта
 б-фільтр Чебишева, $\varepsilon=1$
 Рис. 3. Залежність коефіцієнта k від порядку фільтра та відносної розстройки

У другому випадку максимальна похибка зменшується і не перевищує $\delta\omega=0,5$ (рис.4, крива 2). Зі зростанням часу виміру при малих коефіцієнтах k (ФНЧ значно послаблює сусідню складову) похибка виміру частоти зменшується у $t_{вим}\Delta\omega/2\pi$ раз проти значень, що отримані по кривій 2 (рис.4), а при великих k , наприклад у відсутності ФНЧ $k=1$ похибка досягає значення $\delta\omega=0,5$ (рис. 4, крива 3).

Чисельні розрахунки проводились у системі MathCAD при таких вихідних даних: опорна частота $f_0=50$ МГц, час виміру частоти $t_{вим}=1$ мс. У якості ФНЧ застосовано фільтр Чебишева шостого порядку. Максимальна похибка при цьому складала біля 1500 Гц, що відповідає максимальній відносній методичній похибці виміру частоти $F_1 \delta f = \Delta f/F_1 = 0.008 \%$.

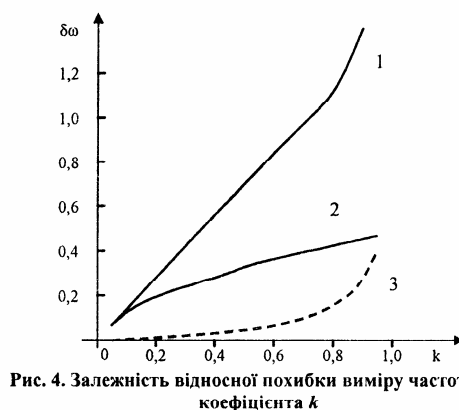


Рис. 4. Залежність відносної похибки виміру частоти від коефіцієнта k

часто похиб зменш

часто розгор

-М.: Р К.А.С

УДК

вільно, волого повног струки метод

Тому сучасн вимірн

операт термог

Однак обумо прони діелект шпари непрост резона при зб недолі

вимірк в зв'яз уваги готово досліді

волого кількїс

Висновки. Оскільки максимальна абсолютна похибка виявилась значно меншою зсуву між опорними частотами F_0 , то помилкового визначення номеру гармоніки не відбувається. Таким чином реальна відносна похибка виміру частоти f викликана цим фактором незначна. Зі зростанням часу виміру методична похибка зменшується.

Література

1. Кофанов В.Л., Кононов С.П., Ніколаєв В.Я. Метод визначення поточної частоти у системах із частотною розгорткою // Вісник ВПІ. – 1993. – № 1. – С. 77.
2. Кононов С.П., Кватершок С.М. Вимірювання частоти НВЧ свіп-генераторів в режимі ручної розгортки // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 1. – С. 55.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.: ил.
4. Двайт Г.Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы: Пер. с англ. Н.В. Леви / Под ред. К.А. Семендяева. Изд. вт., испр. – М.: Наука, 1966.
5. Джонсон Д. и др. Справочник по активным фильтрам. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 128 с.: ил.
6. Добротворский И.Н. Теория электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1989, – 472 с.: ил.

Надійшла 11.3.2005 р.

УДК 621. 317. 39

А.В. РУДИК, О.М. ВОЗНЯК, Р.А. АНФІЛОВ
Вінницький національний технічний університет

ВИСОКОЧАСТОТНИЙ АМПЛІТУДНО-ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ РЕЧОВИН

В роботі доведено, що повну вологість досліджуваної речовини можна оцінити за вмістом в ній вільної вологи. Запропоновано вдосконалений високочастотний амплітудно-фазовий метод вимірювання вологості речовин, в якому можна виключити вплив на результат вимірювання неінформативних складових повного опору датчика – опору діелектричних втрат та еквівалентної ємності порожнього датчика. Розроблено структурну схему вологоміру, в якому реалізується запропонований високочастотний амплітудно- фазовий метод вимірювання.

Сучасний етап економічного розвитку характеризується підвищенням уваги до питань якості продукції. Тому виникає необхідність в задоволенні потреб народного господарства в забезпеченні новими, більш сучасними та якісними приладами. Особливого значення ця задача набуває в питаннях контролю та вимірювання технологічних параметрів у сільському господарстві та харчовій промисловості.

Більшість технологічних процесів у відзначених галузях народного господарства потребують оперативного контролю вологості. В наш час на виробничих підприємствах найбільш поширеним є метод термогравіметрії. Однак цей метод має суттєві недоліки, такі як трудомісткість та неоперативність контролю.

Одним з шляхів подолання цих недоліків є застосування дієлькометричного методу вимірювання. Однак при вимірюванні вологості капілярно-шпаристих матеріалів (речовин) виникають значні похибки, обумовлені нестійкістю діелектричних втрат та шпаристості. При цьому намагання виміряти діелектричну проникність на одній частоті можуть призвести до неоднозначних результатів. Вимірювання відносної діелектричної проникності на двох частотах дозволяють значно зменшити похибку від нестійкості шпаристості (або густини упаковки матеріалу в датчику). Однак при цьому не виключається похибка від нестійкості діелектричних втрат. Тому найбільш поширені серед дієлькометричних методів високочастотні резонансні методи вимірювання володіють суттєвим недоліком – значним збільшенням похибки вимірювання при збільшенні діелектричних втрат в досліджуваній речовині. Одним з шляхів подолання відзначеного недоліку є застосування методу визначення складових повного опору досліджуваної речовини.

Труднощі побудови високочастотних ємнісних вологомірів, що реалізують дієлькометричний метод вимірювання, полягають в тому, що волога в капілярно-шпаристих матеріалах знаходиться як у вільному, так і в зв'язаному стані, а електричні властивості вільної та зв'язаної вологи різко відрізняються. На практиці більше уваги приділяють вимірюванню вільної вологи, адже саме вона визначає більшість якісних параметрів як готової продукції, так і напівфабрикатів та сировини. Доведемо, що вимірявши кількість вільної вологи в досліджуваній речовині, можна оцінити повну кількість вологи в цій речовині.

Існує точка зору [1], що дієлькометричні (ємнісні) вологоміри не можна використовувати для аналізу вологості деяких речовин (наприклад, хлібу), тому що вони реагують на вільну вологу, а в хлібі значна кількість вологи знаходиться у зв'язаному стані. Повну кількість вологи, що міститься у деякій визначеній масі