

$n = 128$ і кроком обчислення ковзних моделей $j = 1$. З наведених графіків видно, що моделі глобальної дисперсії та ЛСІМ 5 забезпечують найбільший коефіцієнт стиснення даних порівняно з іншими вищенаведеними інформаційними моделями.

Отже, для розподілених комп'ютерних мереж з відкритими оптичними лініями зв'язку можливо значно знизити вимоги до швидкості передачі даних, використовуючи інформаційні моделі, які, хоч і не дозволяють відновити початкові дані, але забезпечують отримання основних характеристик про об'єкти.

1. Низові обчислювальні мережі: Навч. посібник / Я. М. Николайчук. – К.: УМК ВО, 1990. – 55 с. 2. Y. Nikolaichuk, Y. Kudriashov, V. Yatskiv, T. Lendyuk *A strategy and Outlook for Creation in Ukraine the Multilevel Computer Networks with Opened Optical Channels // Proceeding of the International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: IDDAACS '2001, 2001.* – P. 95 – 98. 3. Кудряшов Ю.В., Яцків В.В., Николайчук Я.М., Саченко А.О. *Оптичні лінії – перспективний напрямок розвитку комп'ютерних мереж // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології: Міжн. наук.-техн. журнал.* – Вінниця – 2001. – № 2. – С. 183 – 185. 4. Гауэр Дж. *Оптические системы связи: Пер. с англ.* – М.: Радио и связь, 1989. – 504 с. 5. Пратт В. К. *Лазерные системы связи: Пер. с англ. / Под ред. А.Г. Шереметьева.* – М.: Связь, 1972. – 345 с. 6. Ольховський Ю.Б., Новоселов О.Н., Мановцев А.Б. *Сжатие данных при телеизмерениях.* – М.: Советское радио, 1971. – 304 с. 7. Орищенко В.И. Санников. В.А., Свириденко В.А. *Сжатие данных в системах сбора и передачи информации / Под ред. В.А. Свириденко.* – М.: Радио и связь, 1985. – 184 с. 8. Свириденко В. А. *Анализ систем со сжатием данных.* М.: Связь, 1977. – 744 с. 9. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. *Методи сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео.* – М.: Диалог-Мифи, 2002. – 384 с. 10. Николайчук Я. М., Сегін А. І. *Моделі джерел інформації та методи їх представлення // Методи та прилади контролю якості, ІФДТУНГ – 1998.* – № 2. – С. 80 – 84.

УДК 681.335 (088.8)

Андрій Кузик, Костянтин Семенистий
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра радіоелектронних пристроїв та систем

ВИКОРИСТАННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЯК ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ДАВАЧІВ У ЧАСТОТУ

© Кузик Андрій, Семенистий Костянтин, 2003

Розглянуто деякі можливості використання автоколивальних систем для перетворення у частоту вихідних сигналів давачів параметричного та генераторного типу.

The some means of autooscillations systems using for transformation to frequency of sensors output signals for parametric and generator's type it was considered in the article.

Постановка задачі та аналіз публікацій. Під час вимірювання чи контролю різноманітних параметрів електричних і неелектричних величин широко застосовуються параметричні та генераторні давачі з частотним вихідним сигналом [1, 3, 6, 7, 8].

У давачах параметричного типу вхідний параметр Π перетворюється у пропорційну зміну опору R (термометри опору, термістори, фоторезистори, тензорезистори, електролітичні комірки), ємності C (ємнісні електролітичні перетворювачі) або індуктивності L (індуктивні, варіометричні перетворювачі). Чутливість та початкові параметри таких давачів можуть змінюватися в широких межах залежно від їх конструктивних та схемних особливостей [1, 2, 4, 6].

Вихідним сигналом давачів генераторного типу є напруга (термопари, гальванічні давачі, давачі електричних потенціалів) або постійний струм (полярографічні та кондуктометричні комірки).

Обидві відзначені групи давачів належать до класу “аналог-аналог” і тому галузь їх безпосереднього застосування обмежена лише пристроями аналогового типу. Для роботи розглянутих давачів з цифровими пристроями необхідно використовувати додаткові аналого-цифрові перетворювачі.

Отже, незважаючи на велику різноманітність вхідних контрольованих величин (температура, тиск, вологість, маса, сила, параметри електромагнітних полів тощо), основних вихідних величин електричних давачів небагато – напруга U , струм I , частота F чи період T коливань.

Мета дослідження. Нижче розглянуто деякі можливості використання автоколивальних систем з R , L і C -частотозадавальними елементами для безпосереднього перетворення вихідних сигналів давачів у частоту. Перетворювачі цього типу належать до класу аналого-цифрових пристроїв, які перетворюють вхідну аналогову величину в пропорційну зміну частоти. Переваги таких перетворювачів полягають у простоті та зручності введення вихідного сигналу в пристрої дискретного оброблення інформації, відсутності спотворення інформації під час передавання лініями зв'язку, високій завадостійкості тощо.

Як частотні перетворювачі найзручніше використовувати керовані автогенератори зі зосередженими частотозадавальними елементами. У параметричних давачах такими елементами є резистори зі змінним опором R , конденсатори зі змінною ємністю C чи котушки з індуктивністю L . У цьому випадку перетворення контрольованого параметра Π у частоту за допомогою керованих RC- або LC-генераторів здійснюється за схемою

$$\Pi \Rightarrow (R, C \text{ або } L) \Rightarrow F.$$

Під час роботи автогенераторних схем з давачами генераторного типу частотозадавальні елементи цих схем повинні залежати від вихідних величин давачів. При цьому перетворення параметра Π у частоту здійснюється за схемою

$$\Pi \Rightarrow (U \text{ або } I) \Rightarrow (R, C \text{ або } L) \Rightarrow F.$$

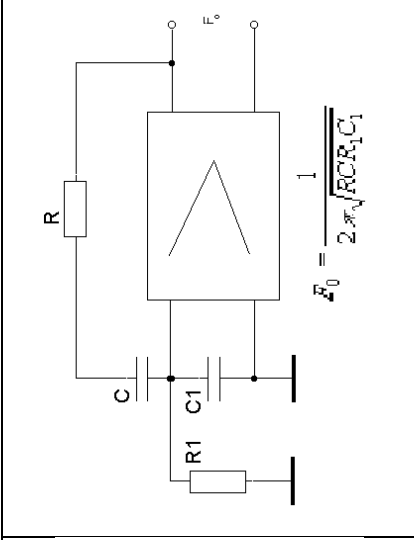
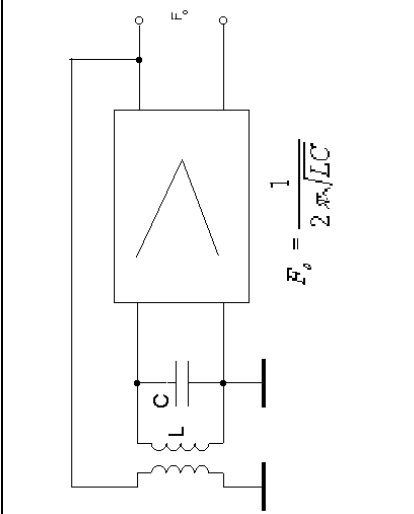
Нижче у таблиці наведені приклади автогенераторних перетворювачів з частотним вихідним сигналом, які призначені для роботи з давачами параметричного і генераторного типу. Вони побудовані на основі двох схем: RC-генератора зі змінними R чи C елементами та LC-генератора зі змінними L чи C елементами.

У першому наближенні вихідний сигнал таких перетворювачів змінюється за гармонічним законом, а його частота визначається залежністю

$$F = F_0 + S\Pi,$$

де F_0 – початкове значення частоти перетворювача при значенні $\Pi = 0$; S – крутість характеристики перетворення параметра Π . Значення параметрів F_0 і S для розглянутих типів перетворювачів наведені в таблиці.

Автогенераторні перетворювачі

Схема	Параметр	Тип давача	Кругість характеристики перетворення
	R	Давач опоры	$S_{RF} = -\frac{F_0}{2R}$
		Струмовий	$S_{IF} = S_{IR} S_{RF}$
	C	Ємнісний	$S_{CF} = -\frac{F_0}{2C}$
		Давач напруги	$S_{UF} = S_{UC} S_{CF}$
		Струмовий	$S_{IF} = S_{IC} S_{CF}$
		L	Індуктивний
Струмовий			$S_{IF} = S_{IL} S_{LF}$

Розглянемо параметри основних типів перетворювачів з частотним виходом, побудованих на базі коливальних систем.

1. Перетворювачі з керованою ємністю

Основне їх призначення – робота з ємнісними давачами. Якщо вважати, що опір втрат у коливному контурі нехтовно малий, то частота LC-генератора з достатньою точністю визначається залежністю

$$F_0 = 1/2\pi\sqrt{LC} .$$

Зміна ємності контура генератора на ΔC викличе зміну частоти генератора на ΔF , тобто

$$F_0 + \Delta F = 1/2\pi\sqrt{L(C + \Delta C)} = F_0/\sqrt{1 + \Delta C / C} .$$

Відносна зміна частоти при цьому

$$\delta F = \frac{\Delta F}{F_0} = 1/\sqrt{1 + \Delta C / C} - 1. \quad (1)$$

Для випадку, коли $\Delta C / C \ll 1$ у розкладанні в ряд Тейлора правої частини виразу (1) можна враховувати лише перші два члени розкладання, що дозволяє записати вираз для відносної зміни частоти коливальних у вигляді

$$\delta F = -\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} = -\frac{1}{2} \delta C. \quad (2)$$

Формула (2) вказує на лінійність модуляційної характеристики LC-генератора в невеликій смузі перестроювання частоти.

Прості перетворювачі постійної напруги і струму в частоту можна побудувати, використовуючи як частотоподавальні елементи напівпровідникові нелінійні керовані конденсатори – варікапи [5], які характеризуються великим значенням коефіцієнта перекриття за ємністю, безінерційністю, високою температурною стабільністю параметрів.

Кругість перетворення напруги в частоту при цьому буде

$$S_{UF} = \partial F / \partial U = (\partial F / \partial C)(\partial C / \partial U) = S_{CF} S_{UC}.$$

Кругість модуляційної характеристики S_{UC} варікапа визначається формулою

$$S_{UC} = \frac{1}{n} \frac{C_0}{\varphi_k - U} \sqrt{\frac{\varphi_k}{\varphi_k - U}} = \frac{1}{n} \frac{C}{\varphi_k - U}, \quad (3)$$

де C_0 – початкова ємність варікапа при $U = 0$, φ_k – контактна різниця потенціалів p-n переходу, U – прикладена до варікапа постійна напруга, n – коефіцієнт, значення якого визначається технологією виготовлення варікапа ($n = 2 - 3$).

Високий вхідний опір варікапа постійному струмові та висока чутливість дають можливість побудови перетворювачів у частоту сигналів малопотужних давачів з великим внутрішнім опором, наприклад, перетворювачів напруженості електричного поля.

Кругість перетворення постійного струму в частоту визначається як

$$S_{IF} = \partial F / \partial I = (\partial F / \partial C)(\partial C / \partial U)(\partial U / \partial I) = S_{CF} S_{UC} R. \quad (4)$$

Сфера застосування – перетворення в частоту малих значень постійного струму.

Як перетворювачі постійної напруги, так і струму на варікапах дозволяють забезпечити високу швидкодію та допускають гальванічне розділення входу і виходу вимірювальної схеми.

2. Перетворювачі з керованим опором

Основне призначення – робота з резисторними давачами. Кругість перетворення визначається як

$$S_{RF} = \partial F / \partial R.$$

Використання як частотоподавального елемента генератора напівпровідникових керованих резисторів зі змінним диференціальним опором дозволяє створювати перетворювачі струму та напруги в частоту з кругістю характеристики перетворення відповідно

$$S_{IF} = \partial F / \partial I = (\partial F / \partial R)(\partial R / \partial I) = S_{RF} S_{IR},$$

$$S_{UF} = \partial F / \partial U = (\partial F / \partial R)(\partial R / \partial U) = S_{RF} S_{UR}.$$

Керуючи опором R напівпровідникового резистора за допомогою електричного чи теплового поля, поля механічних напруг, створені різноманітні перетворювачі електричних і неелектричних величин у частоту. Перспективними керованими елементами для генераторних перетворювачів є польові транзистори та напівпровідникові діоди.

Основними перевагами резисторних керованих елементів на польових транзисторах є: широкий діапазон регулювання, лінійність модуляційної характеристики, висока швидкодія, великий вхідний опір ($10^7 - 10^9$ Ом для транзисторів з керувальним р-п-переходом і $10^{10} - 10^{14}$ Ом для МДН-транзисторів), що практично виключає затрати потужності на керування.

3. Перетворювачі з керованою індуктивністю

Основне їх призначення – робота з давачами індуктивного типу.

Можна показати, що відносна зміна частоти коливань, як і в розглянутому вище випадку, визначається виразом

$$\delta F = - \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} = - \frac{1}{2} \delta L.$$

Абсолютна величина девіації частоти ΔF звідси дорівнює $\Delta F = - \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} F_0$ і тим більша, чим менша індуктивність L давача. Крутість характеристики перетворення визначається формулою

$$S_{LF} = \partial F / \partial L.$$

Застосування нелінійної індуктивності, керованої постійним струмом, дає можливість використання її разом з генераторними давачами струму. У цьому випадку крутість характеристики перетворення буде дорівнювати

$$S_{IF} = \partial F / \partial I = (\partial F / \partial L)(\partial L / \partial I) = S_{LF} S_{IL}.$$

Індуктивністю контура генератора можна керувати зміною магнітної проникності феритів, вміщених у змінне магнітне поле. З цією метою феритове осердя з котушкою розміщується між полюсами електромагніту. При зміні струму, який протікає по обмотці електромагніту, змінюється поле між його полюсами, що призводить до зміни магнітної проникності феритового осердя, а отже – і індуктивності намотаної на нього котушки.

Перевагою перетворювачів, побудованих на основі автоколивальних систем з керованою індуктивністю, є можливість гальванічного розділення вхідних та вихідних кіл перетворювача. Перетворювачі даного типу можуть використовуватися при порівняно великих струмах давачів. До недоліків цих перетворювачів можна віднести низьку швидкодію, яка визначається інерційністю зміни магнітного поля, а також великі масогабаритні показники.

Отже, автоколивальні системи з R , L і C -частотозадавальними елементами при роботі разом з електричними давачами дозволяють перетворювати в частоту велику кількість різноманітних електричних та неелектричних величин.

1. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования. – М.: Машиностроение, 1965. 2. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. – К.: Вища школа, 1981. 3. Голембо В.А., Котляров В.Л., Швецкий Б.Й. Пьезокварцевые аналого-цифровые преобразователи температуры. – Львов, Вища школа: Изд-во при Львовск. ун-те, 1977. 4. Полулях К.С. Резонансные методы измерения. – М.: Энергия, 1980. 5. Берман Л.С. Нелинейная полупроводниковая емкость. – М.: Физматгиз, 1963. 6. Электрические измерения неэлектрических величин Под ред. П.В.Новицкого. – Л.: Энергия, 1975. 7. Ярославский М.М., Федорков А.П. Низкочастотные термочувствительные кварцевые резонаторы / Измерительная техника. – 1978. – № 1. – С. 71. 8. Готра З.Ю., Ильницький Л.Я., Полищук Е.С. и др. Датчики: Справочник. – Львів: Каменяр, 1995.