

Як приклад розглянемо випадок, коли пластина вібрує відносно іншої за гармонійним законом $x(t) = x_0 \sin \omega_0 t$. Як бачимо із рис.4, в цьому разі кожне коливання заряду збуджує в колі \int – подібну гілку струму. Оскільки динамічна складова сили $F(t) \approx -\frac{I(t)}{dx(t)/dt}$, то як бачимо із рис.3, осцилограми чисельника і знаменника дзеркально симетричні, тому за бокових зміщень генерується сила майже сталої амплітуди.

Отже, дії електростатичного актюатора із механічним рухом можна досягти за умови зустрічних рухів провідних шин конденсатора або їх системи. Така модель реалізована в роботі із використанням конденсатора із провідними пластинами у формі гребінки.

Висновок

Розроблено математичні моделі електродинамічних актюаторів, які дозволяють значно прискорити процес проектування мікроелектромеханічних пристроїв, зменшити вартість процесу проектування та підвищити точність моделювання вихідних характеристик МЕМП.

1. <http://www.tanner.com> 2. <http://www.memcap.com> 3. <http://www.cadence.com>

УДК 621.396.6.001.63

М.В. Лобур, К.В. Байбаков

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра САП

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В НЕТРАДИЦІЙНИХ УМОВАХ

© Лобур М.В., Байбаков К.В., 2003

Наведено інформаційну модель побудови системи передачі та прийому голосової інформації в нетрадиційних умовах.

Informational model for the information transfer system creation is given in this paper.

Вступ

МЕМС технології виробляють такі мініатюризовані системи, як сенсори, актюатори, оптичні підсистеми тощо, а також електричні компоненти. Деякі продукти МЕМС вже стали звичними і поширеними – це сенсори для керування повітряними подушками автомобілів, сенсори тиску, слухові апарати, головки читання/запису для жорстких дисків, головки друку для струйних принтерів, мікродзеркала для сканерів і проекторів, мініатюрні ендоскопи і хірургічне обладнання тощо.

1. Концептуальні положення. Мікротехнологія – це галузь знань, яка розглядає питання дослідження, розробки, виготовлення та застосування мініатюрних приладів та пристроїв, які виготовляються інтегральним груповим способом і які використовують разом з електричними і багато інших фізичних ефектів. Ця сфера діяльності формується як

черговий етап розвитку групових прецизійних технологій, початок яким було покладено мікроелектронікою.

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій потребує переходу на якісно новий ступінь розвитку принципів побудови інформаційно-керуючих систем. Будь-яка інформаційно-керуюча система містить об'єкт керування, сенсорну підсистему (вимір стану об'єкта керування), підсистему аналізу та прийняття рішень та активаторну підсистему (дія на об'єкт керування). Прогрес у створенні цих систем вимагає адекватного розвитку всіх трьох підсистем. Бурхливий розвиток мікроелектроніки у другій половині двадцятого століття ґрунтувався на розв'язанні проблем створення аналізуючої підсистеми (електронно-обчислювальної машини) при суттєвому відставанні двох інших підсистем, які в основному базуються на старих традиційних технологічних методах та є “вузьким місцем” у створенні нових керувальних комплексів. Причиною цієї диспропорції є можливість порівняно легко уніфікувати апаратні рішення підсистеми аналізу, тоді як побудова сенсорної і активаторної підсистем потребують, як правило, індивідуальних конструктивних рішень. Мікротехнологія значною мірою зменшує цю відмінність, оскільки дозволяє використовувати єдині технологічні методи для формування сенсорних та активаторних підсистем різних структур та призначень.

Мікротехнології розвиваються на основі науково-технологічного запасу мікроелектроніки в галузі групових прецизійних технологій. Разом з тим, специфіка сенсорних та активаторних підсистем – їхня відкритість у “середовище проживання” об'єкта регулювання та виражена тримірність конструкцій – потребує ряду абсолютно нових підходів до всіх складових циклу “проектування–виготовлення” (проектування, технології, матеріали).

Мікросистеми розвиваються на стику багатьох галузей науки та техніки, що потребує участі в роботі спеціалістів самих різних галузей знань. При цьому однією з найбільш важливих та трудомістких для розв'язання є проблема, яка пов'язана з міждисциплінарністю нового напрямку науково-технічних зв'язків між спеціалістами різних областей знань. Проблема може бути розв'язана тільки у межах мережевої інфраструктури, яка має міжгалузевий характер, і тільки в тому випадку, якщо основу цієї інфраструктури становлять спеціалісти, які, крім знань у своїх предметних галузях, володіють сучасною методикою реалізації інноваційної діяльності. Найбільш значимі компоненти цієї інфраструктури: інформаційне забезпечення розробників і потенційних користувачів мікросистем; технічне та технологічне забезпечення проектування і виготовлення нових зразків мікросистем; фундаментальні та прикладні дослідження в галузі комплексних САПР, технічної кібернетики, матеріалознавства, методів технологічної обробки, групового складання, мікромеханіки, мікрогазодинаміки, хімії тощо; кадрове забезпечення.

У ХХІ столітті мікротехнологія здійснить приблизно таку ж саму науково-технічну революцію, яку у ХХ столітті здійснила мікроелектроніка. Ця обставина пов'язана з розвитком напрямку розподілених інформаційних систем (інтелектуальних середовищ), кожна з комірок (тріад) яких буде містити елементи всіх трьох підсистем інформаційно-регулюючої системи.

Виходячи з наведених вище концептуальних положень щодо MEMC технології, легко зробити висновок, що системи передачі інформації постійно будуть зменшуватися в розмірі, відповідно до правила Мура, а швидкість передачі інформації збільшуватися.

2. Деякі основні принципи. MEMC технології все більше входять у повсякденне життя. Отже, беручи до уваги основні галузі їхнього застосування, інформаційна модель системи передачі інформації у нетрадиційних умовах має базуватися саме на цій технології. Під нетрадиційними умовами розуміють умови, в яких людина не може відповідно реагувати, слідкувати чи керувати передачею певної інформації. Найпростішим прикладом нетрадиційних умов є керування автомобілем, – задача, яка вже майже вирішена через впровадження спеціальних пристроїв “вільні руки”. Але є багато інших випадків, коли застосування таких пристроїв не є можливим, а процес передачі інформації повинен тривати.

До галузей застосування MEMC входять електроніка, медицина і засоби зв'язку. Однак розвиток цих галузей спрямований суто на цілі певної галузі науки, а не на їх поєднання, що, на нашу думку, має бути впроваджено у системі передачі інформації у нетрадиційних умовах.

Наведемо декілька основних принципів для побудови системи передачі інформації у нетрадиційних умовах:

- не заважає людині виконувати інші дії;
- не керується моторними функціями організму людини;
- забезпечує надійну передачу інформації;
- забезпечує високу швидкість передачі інформації.

Розглянемо ці принципи детальніше. Перший принцип свідчить про те, що система має бути достатньо малою для того, щоб людина, яка знаходиться в екстремальних умовах, не витратила увагу на систему, яка постійно знаходиться з нею. Беручи до уваги розвиток нанотехнологій і MEMC, а саме медичних технологій в цій галузі, для людей, які працюють в нетрадиційних умовах, пропонується імплантувати такі системи у частини тіла. Наприклад, голосовий зв'язок може здійснюватися шляхом імплантації спеціально розроблених MEMC.

Керування системою не повинно здійснюватися людиною за допомогою спрямованих рухів, тобто так, як працює більшість сучасних систем передачі інформації. Наведемо можливі варіанти для заміни моторного керування:

- голосове керування системою;
- використання нейроімплантатів.

Голосове керування системою не завжди буде можливим, навіть за умови використання імплантатів-сенсорів, наприклад, у умовах великого рівня шуму чи великого рівня коливань. Використання нейроімплантатів знаходиться поки що на стадії розвитку, але є дуже багатообіцяючою технологією.

Надійна передача і висока швидкість передачі інформації можуть забезпечуватися використанням відповідного протоколу передачі даних, для чого вимагається дуже високий ступінь гнучкості і адаптивності, який має підтримуватися схемами паралельного доступу в комбінації з методикою передачі OFDM. Схеми паралельного доступу в цьому випадку можуть поширюватися на час, на кожен окрему несучу допоміжну, на закодовану систему чи навіть на комбінацію наведених вище факторів. Загалом, схеми паралельного доступу для OFDM можна поділити на категорії так:

- OFDM–FDMA (множинний доступ з частотним розподілом), часто наводиться термін OFDMA;

- OFDM–TDMA (множинний доступ з часовим розподілом);
- OFDM–CDMA (множинний доступ з кодовим розподілом каналів).

Ясно, що можна застосувати гібридні схеми, які засновані на комбінації наведених вище методик. Давайте розглянемо ці гібридні схеми:

а) OFDM–FDMA

Принцип: кожен користувач розподіляє всі піднесучі на певній кількості часових інтервалів (символи OFDM) в кожному модуляційному блоці OFDM.

Переваги:

- Немає перешкод паралельного доступу (MAI)
- Некогерентна чи когерентна модуляція
- Адаптування до характеристик каналу
- Великий приріст кодування через диверсифікацію
- Стійкість проти помилок оцінки
- Немає MAI у випадку помилок синхронізації
- Легке впровадження

Недолік:

- Ефективність „типової” OFDM системи

б) OFDM–TDMA

Принцип: Кожен користувач передає на певну кількість піднесучих OFDM впродовж всіх часових інтервалів модуляційного блоку OFDM.

Переваги:

- Немає перешкод паралельного доступу
- Некогерентна чи когерентна модуляція
- Адаптування до характеристик каналу
- Вибір добрих піднесучих
- Стійкість проти помилок оцінки
- Завантаження за обраними піднесучими

Недолік:

- Високі вимоги щодо синхронізації частоти несучої між користувачами при передачі даних від користувача

в) OFDM–CDMA

Принцип: Кожен користувач передає по всім несучим OFDM впродовж всіх символів OFDM модуляційного блоку OFDM, використовуючи ортогональний код.

Переваги:

- Приріст обробки даних через частотну диверсифікацію
- Стійкій проти перешкод

Недоліки:

- Перешкоди паралельного доступу
- Тільки когерентна модуляція
- Немає адаптації до характеристик каналу

	TDMA	FDMA	CDMA
Перешкоди паралельного доступу	Ні	Ні	Так
Модуляція	– когерентна – некогерентна	– когерентна – некогерентна	– когерентна
Гнучкість	– адаптивна модуляція	– адаптивне розподілення блоків – адаптивна модуляція	– тільки фіксована модуляція – фіксовані піднесучі
Тип корекції/виявлення	– корекція домену частот	– корекція домену частот	– виявлення окремого користувача – виявлення численних користувачів
Кількість службових сигналів	Низька	Середня	Висока

3. Передумови створення. Через розглянуті фактори і принципи основними передумовами для створення системи передачі даних у нетрадиційних умовах будуть такі:

- поєднання різних галузей наук;
- використання сучасних нанотехнологій і МЕМС технологій;
- використання біомедичних пристроїв;
- використання мініатюрних електричних пристроїв;
- при потребі використання імплантатів;
- створення нового полегшеного типу керування системою;
- впровадження сучасних принципів побудови інтерфейсів користувача;
- при потребі використання нейроімплантатів;
- використання стійких протоколів передачі даних;
- використання швидкісних протоколів передачі даних;
- впровадження сучасних методів обробки інформації;
- впровадження сучасних засобів зв'язку.

4. Висновки. Розглянуто основи МЕМС технологій, а також деякі концептуальні правила у цій галузі. Також розглянуто деякі основні принципи побудови системи передачі інформації у нетрадиційних умовах. Деякі з принципів детально розглянуті, наведено деякі передумови створення системи.

1 *MEMS perspectives.* – ИИК СПбГТУ, 2002. 2 Rohling H., Grunheid R., Galda D., “OFDM – A flexible and Adaptive Air Interface for a 4G Communication system”, *International SummerStudy Program*, 2002. 3 Baybakov K., Lobur M., Sviridova T. *Using OFDM for Multiple Access Schemes in 4G Communication Systems.* – MIXDES, 2003. 4 Корляков А.В., Лучинин В.В. *Перспективная элементная база микросистемной техники.* 2000. 5 *An Introduction to MEMS, Prime Faraday Technology Watch*, 2001. 6 Крэйгхед Х.Г. *Наноэлектромеханические системы.* 2000. 7 *A classification table of technical terms in Micromachine Technology*, 2000. 8 Kensall D. Wise, *Microelectromechanical systems development in Japan*, 2001. 9 G. Benjamin Hocker, *MEMS-BASED SENSORS*, 1999. 10 Kevin S. Bailey, *Micro-Robotics and Neuroscience*, 2001.