

расхода, регулирование и коммерческий учет энергоносителей. — СПб, 2003. — С. 143—149.

2. Пістун Є.П., Учитель І.Л. Сучасні проблеми обліку природного газу // *Матеріали III-ї Всеукраїнської наук.-техн. конф. "Вимірювання витрати та кількості газу і нафтопродуктів"* — Івано-Франківськ, 2003.— С. 11.

3. Волосянко В.Д., Волосянко Л.С. Неврахований вплив температурного чинника на достовірність приладного обліку витрат природного газу // *Нафтова і газова промисловість*. 2002. № 6. С. 45—47.

4. Матіко Ф., Учитель І. Моделювання температурного режиму газового потоку при його протіканні через пристрої звуження // *Вісн. Нац. унту "Львівська політехніка"*. — 2003. — № 476. — С. 27—32.

5. Поршаков Б.П. Термодинамика и теплопередача (в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности). — М., 1987.

6. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Е.В. Аметистов и др. — М., 1982.

7. Справочник по гидравлике // Под ред. В.А. Большакова. — К., 1977.

УДК 621.335 (088.8)

Л. Мичуда¹ З. Мичуда²

¹Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автоматизації теплових і хімічних процесів,
²кафедра автоматики та телемеханіки

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЄМНІСТЬ—КОД

© Мичуда Л., Мичуда З., 2004

The capacitance-code converter based on accumulation of a charge in commuted condensers is proposed, the results of modelling are presented and the valuation of accuracy and speed are given.

1. Постановка проблеми. Ємнісні давачі та вимірювальні перетворювачі технологічних параметрів, зокрема тиску та рівня, часто застосовують у системах автоматизації. Оскільки в сучасних системах інформацію опрацьовують, зазвичай, у цифровому вигляді, то виникає необхідність перетворення аналогового вихідного сигналу ємнісних давачів у цифровий код.

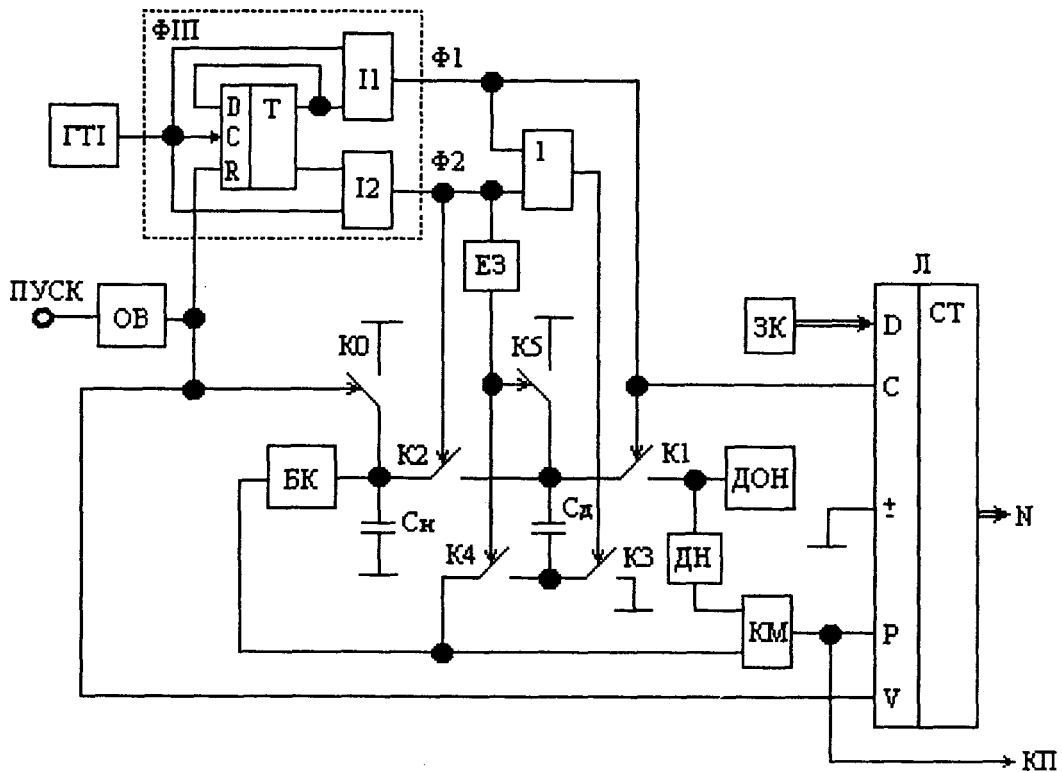
2. Аналіз останніх досліджень. Останнім часом значну увагу дослідників привертають схеми на комутованих конденсаторах, завдяки низці їх переваг [1—9]: 1) реалізація за КМОН-технологією, що значно спрощує технологічний процес виготовлення виробу; 2) заміна в інтегральних схемах резисторів конденсаторами; 3) підвищення точності та швидкодії при високій надійності пристроїв та інше. Внаслідок цього досягнуто помітного прогресу в цій галузі: реалізовані у вигляді інтегральних схем середнього та великого ступенів інтеграції засоби найрізноманітнішого призначення, зокрема, активні фільтри, підсилювачі, автоматичні регулятори підсилення, цифроаналогові перетворювачі, аналого-цифрові перетворювачі та інше.

Основною побудови перетворювачів на комутованих конденсаторах є ємнісна комірка, яка складається, зазвичай, з двох конденсаторів та трьох ключів. Схеми на комутованих конденсаторах працюють за принципом перерозподілу або накопичення заряду. І найчастіше реалізують АЦП на комутованих конденсаторах саме за принципом перетворення на явищі перерозподілу заряду. Але схемотехніка таких пристроїв, і зокрема АЦП, що використовують явище накопичення заряду, розроблена недостатньо.

3. Задача досліджень. Стаття стосується дослідження особливостей побудови перетворювачів ємність—код на комутованих конденсаторах, які можуть бути застосовані в схемах ємнісних вимірювальних перетворювачів технологічних параметрів.

4. Схемна реалізація вимірювального перетворювача ємність—код. Природним використанням властивостей схем на комутованих конденсаторах є побудова на їх основі перетворювачів ємності. Для цього у конденсаторну комірку (КК), яка звичайно містить дозуючий і накопичуючий конденсатори та аналогові ключі, замість одного з конденсаторів дозуючого чи накопичуючого треба ввести ємнісний давач чи перевірюваний конденсатор.

Структурна схема запропонованого нами вимірювального перетворювача ємність—код на комутованих конденсаторах наведена на рисунку, де позначено: ГТІ — генератор тактових імпульсів; ОВ — одновібратор; ФІП — формувач відокремлених паузами імпульсних послідовностей $\Phi 1$ і $\Phi 2$; Т — тригер; І1-І2 — перший і другий елементи збігу; ЕЗ — елемент затримки; ЗК — задавач коду; Л — лічильник; БК — буферний каскад; К0-К5 — аналогові ключі 0 — 5; C_n і C_d — накопичуючий і дозуючий конденсатори; ДОН — джерело опорної напруги; ДН — подільник напруги; Км — компаратор; N — вихідний код; КП — вихід “Кінець перетворення”.



Структурна схема вимірювального перетворювача ємність—код на комутованих конденсаторах

5. Функціонування вимірювального перетворювача ємність—код. За командою “Пуск” одновібратор ОВ виробляє імпульс, яким перетворювач ємності устанавлюється в початковий стан, зокрема: обнулюється лічильник Л; обнулюється формувач імпульсних послідовностей ФІП і блокується його робота; замикається ключ К0, через який розряджається до нульового рівня накопичуючий конденсатор C_n .

Після закінчення імпульсу одновібратора розпочинається перерозподіл заряду і накопичення заряду на C_n , а ключ К0 розмикається і залишається у розімкнутому стані до закінчення перетворення.

Імпульсом послідовності $\Phi 1$ замикаються ключі К1 і К3 і дозуючий конденсатор C_d заряджається до рівня опорної напруги U_0 .

Під час дії тактового імпульсу ($\Phi 2$) ключ К1 розмикається, а ключі К2 і К3 замикаються. При замкнутих ключах К2 і К3 відбувається перерозподіл заряду між конденсаторами, тобто дозуючий конденсатор C_d віддає частину свого заряду накопичуючому конденсатору C_n .

У паузі між тактовими імпульсами ключ К2 розмикається, а ключ К1 замикається. Отже, дозуючий конденсатор заряджається до рівня опорної напруги, а накопичуючий конденсатор підтримує рівень напруги на ньому незмінним.

Дозуючий конденсатор C_d заряджається з кожним тактом до рівня опорної напруги, а прирости напруги на накопичуючому конденсаторі C_n з кожним тактом зменшуються через вплив напруги на C_n під час перерозподілу заряду між C_d і C_n , тобто вихідна напруга КК нелінійно залежить від ємності.

Для забезпечення лінійної залежності вихідної напруги КК від ємності у схему введені ключі К3-К5 та елемент затримки ЕЗ. Після закінчення фази перерозподілу затриманим імпульсом Ф2 замикаються ключі К4, К5 і рівень напруги на C_n записується на C_d у такій полярності, що потім під час наступного перерозподілу ці дві напруги взаємно компенсуються. У фазі дозування (замкнуті ключі К1, К3) до конденсатора C_d під'єднується джерело опорної напруги, внаслідок чого на C_d буде фіксується рівень напруги, що дорівнює сумі опорної напруги та напруги на накопичуючому конденсаторі після попереднього дозування.

Отже, приріст напруги на накопичуючому конденсаторі C_n з кожним тактом дорівнює

$$\Delta U = \frac{C_d}{C_n + C_d} \cdot U_o. \quad (1)$$

Оскільки коефіцієнт передачі буферного каскаду БК дорівнює одиниці, то вихідна напруга КК після N тактів перетворення дорівнюватиме

$$U_N = \frac{C_d}{C_n + C_d} \cdot U_o N. \quad (2)$$

Якщо на N -му такті напруга на виході КК дорівнюватиме напрузі на виході дільника напруги ДН, $U_N = U_{дн}$, то спрацьовує компаратор КМ і унеможливує подальшу роботу лічильника Л. Отже, в лічильнику фіксується код N , який і є результатом перетворення:

$$N = \frac{U_{дн}}{U_o} \cdot \left(1 + \frac{C_n}{C_d} \right). \quad (3)$$

З (2) випливає, що відношення ємностей конденсаторної комірки пропорційні до значення цього коду:

$$\frac{C_n}{C_d} = \frac{U_o}{U_{дн}} \cdot N - 1. \quad (4)$$

Перетворюючи великі ємності, їх давачі треба підключати замість накопичуючого конденсатора C_n , а в якості C_d — використовувати прецизійний конденсатор. Значення ємності у такому разі, як зрозуміло з (4), буде прямо пропорційним до вихідного коду N :

$$C_n = \left(\frac{U_o}{U_{дн}} \cdot N - 1 \right) \cdot C_d. \quad (5)$$

При перетворенні малих ємностей їх давачі повинні підключатися замість дозуючого конденсатора C_d , а в якості C_n — використовуватися прецизійний конденсатор. Як випливає з (4), значення ємності буде обернено пропорційним до вихідному коду N :

$$\frac{1}{C_d} = \left(\frac{U_o}{U_{дн}} \cdot N - 1 \right) \cdot \frac{1}{C_n}. \quad (6)$$

Щоб код N лічильника в останньому випадку був прямо пропорційним до значення цієї ємності, можна скористатися загальновідомим підходом: використати реверсивний лічильник, запи-

сати попередньо у нього максимальне значення коду (для двійкового коду N у всі розряди записати логічні одиниці) і вхідні імпульси подавати у режимі віднімання.

6. Висновки. Запропонована нами схема вимірювального перетворювача ємність—код (рисунок) дає змогу перетворювати ємності від одиниць пікофарад до десятків мікрофарад; у першому випадку вмикаємо ємнісний давач замість дозуючого конденсатора C_d , а в другому — замість накопичуючого конденсатора C_n .

З виконаного нами комп'ютерного моделювання вимірювальних перетворювачів ємності за схемою рисунка впливає таке:

1. Щоб не знижувалася точність перетворення при збільшенні ємностей конденсаторної комірки, тривалості імпульсів ФІП і ОВ треба збільшувати, причому при значеннях ємностей конденсаторів накопичуючого до 1 мкФ і дозуючого до 1 нФ тривалість імпульсів Ф1 і Ф2 має задаватися не меншою ніж 1,25 мкс, а для ОВ — 0,18 мкс.

2. При збільшенні значення вихідного коду N зростають похибка та час перетворення, причому для $N \leq 1000$ похибка та час перетворення не перевищують відповідно 0,1 % і 2 мс.

1. Мулявка Я. Схемы на операционных усилителях с переключаемыми конденсаторами. — М., 1992.
2. Гауси М., Лакер К. Активные фильтры с переключаемыми конденсаторами. — М., 1986.
3. А.с. 949663 (СССР). Способ определения логарифма / З.Р. Мычуда, В.Б. Дудыкевич // Б.И. — 1982, № 29.
4. А.с. 1157551 (СССР). Логарифмический аналого-цифровой преобразователь / В.Б. Дудыкевич, З.Р. Мычуда, В.И. Нечепоренко // Б.И. — 1985. — № 19
5. А.с. 1425726 (СССР). Логарифмический аналого-цифровой преобразователь / З.Р. Мычуда, В.П. Лукашевич // Б.И. — 1988, № 35.
6. Мычуда З.Р. Підвищення точності та швидкодії послідовних логарифмічних АЦП з перерозподілом заряду // Книга за матеріалами 4-ї міжнародної НТК "Контроль і управління в технічних системах". У 3-х томах. Т. 2. — Вінниця, 1997.
7. Мычуда З.Р., Пискозуб А.З. A charge redistribution analog-to-digital converters modelling // International Workshop on ADC MODELLING. PROCEEDINGS. House of Scientists, Smolenice Castle, Slovak Republic, May 7—9, 1996. — P. 100—105.
8. Мычуда З.Р. Аналого-цифрові перетворювачі з логарифмічною характеристикою перетворення. Огляд. Частина 1 // Вимірювальна техніка і метрологія. — Л., 2000. — Вип. 56. — С. 94—100.
9. Мычуда З.Р. Аналого-цифрові перетворювачі з логарифмічною характеристикою перетворення. Огляд. Частина 2 // Вимірювальна техніка і метрологія. — Л., 2000. — Вип. 57. — С. 14—25.

УДК 532.54

А. Накорчевський, Б. Басок, М. Мартиненко
Інститут технічної теплофізики НАН України

ДИНАМІКА ДЕФОРМУВАННЯ ГУМОВОЇ МЕМБРАНИ В ПУЛЬСАТОРІ КАМЕРНОГО ТИПУ

© Накорчевський А., Басок Б., Мартиненко М., 2004

Design equation and experimental data of sagging rubber membranes of pneumo-pulse apparatus are presented. Simulation data and experimental results satisfactorily coincide.

Пульсатори камерного типу використовують для процесів перемішування в різних галузях господарства. Математичну модель роботи таких пристроїв викладено в [1—3]. Схему основного робочого вузла пристрою зображено на рис. 1.