

Двополюсні джерела термостабільного постійного струму

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано запропоновані термокомпенсовані двополюсні джерела постійного струму. Також наведено аналітичні вирази, що описують принципи функціонування таких джерел струму. Результати розрахунків на основі аналітичних виразів підтверджено шляхом комп'ютерного моделювання запропонованих схем.

Ключові слова: схемотехнічне моделювання, аналітичні вирази, температурний дрейф.

Abstract

The article analyzes the proposed temperature-compensated bipolar DC power supplies, as well as analytical expressions that describe the principles of operation of such current sources. The results of analytical expressions have been confirmed by computer simulation of the proposed schemes.

Keywords: circuit simulation, analytical expressions, temperature drift.

Джерела постійного струму (ДПС) широко використовуються в різноманітних електронних пристроях: АЦП, ЦАП [1], пристроях вибірки–зберігання аналогових сигналів, джерелах стабілізованої напруги тощо. При цьому точнісні та температурні характеристики останніх значною мірою залежать від відповідних же характеристик ДПС.

Особлива потреба є в термокомпенсованих двополюсних ДПС. Їхньою перевагою є автономність (внутрішня замкненість структури) тобто незалежність від статичних характеристик схем, в яких вони використовуються, а також можливість застосування у різноманітних конфігураціях кіл. У деяких випадках до ДПС висуваються досить жорсткі вимоги щодо температурної стабільності та внутрішнього опору, який має бути максимально великим. В багатьох науково-технічних літературних джерелах, наприклад, [2—3] викладено принципи побудови вказаних елементів. Водночас, публікацій, у яких розглядається побудова двополюсних схем джерел струму кільцевого типу, які можуть працювати за невеликих напруг живлення ($\sim 2,5 \div 4U_{p-n}$) і забезпечують автономність, є небагато [4—5]. Тому тема дослідження, щодо можливості побудови термокомпенсованих двополюсних ДПС кільцевого типу, є актуальною.

Можна запропонувати принаймні 3 методи структурно-функціональної організації термокомпенсованих ДПС з мінімальною напругою живлення.

Схема, що реалізує *перший метод*, містить джерело опорної напруги (ДОН), давач опорного струму (ДОС) і відбивач струму (ВС). Вказані елементи з'єднано послідовно в єдиний кільцевий контур, охоплений додатним зворотним зв'язком. При цьому слід зазначити, що практично у всіх схемах кільцевого типу використовується додатний зворотний зв'язок, тому треба вживати заходи, щоб глибина зворотного зв'язку була менше 1, інакше це приведе до тригерних ефектів і автоматичного вимикання схеми.

Другий метод побудови ДОС з мінімальною напругою живлення $U_{\min} \sim 3U_{p-n} \approx 2,1V$ дещо відрізняється від попереднього. Схема містить генератор опорного струму значення якого збільшується зі зростанням температури, тобто має додатний температурний коефіцієнт струму (ТКС). Водночас відбивач струму ВС генерує струм з від'ємним ТКС. Таким чином, загальний вихідний струм схеми I_{out} формується з двох складових з протилежними ТКС, що і забезпечує його температурну стабільність.

Розглянемо третій метод побудови термокомпенсованих ДОС. Схема, що реалізує такий підхід містить такі ж вузли, як і у другому випадку, але ГОС має істотно більший внутрішній опір за рахунок реалізації його у вигляді гібридного підсилювача струму. Для цього додатково використовується ще один транзистор. ГОС зібраний за балансною схемою, що містить групу паралельно з'єднаних транзисторів та послідовно резистор, який задає струм через них, а також паралельно ним резистор, через який протікає струм з протилежним температурним коефіцієнтом. При цьому можна знайти таке співвідношення резисторів, за якого загальний

температурний коефіцієнт буде нульовим.

Висновки

1. Доведено, що запропоновані методи дозволяють створювати економічні термокомпенсовані двополюсні джерела постійного струму ДПС кільцевого типу з мінімальними напругами живлення, відповідно, 2,0 В, 2,3 В, 2,8 В.

2. У рамках запропонованих методів побудови двополюсних ДПС розглянуто базові схеми пристроїв, які забезпечують функціонування в широкому температурному діапазоні і можуть рекомендуватися як прецизійні.

3. Здійснено комп'ютерний схемотехнічний аналіз статичних характеристик наведених двополюсних ДПС, зокрема, внутрішніх опорів, температурного дрейфу, оцінено похибки їх функціонування в широкому температурному діапазоні. Доведено, що ці похибки є достатньо низькими ($\delta I_{\text{вих}}(t^\circ) < 1\%$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров О. Д. Аналого-цифрове порозрядне перетворення на основі надлишкових систем числення з ваговою надлишковістю: монографія / О. Д. Азаров. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2010. — 232 с.

2. А. С. 1256147, МПК H03F 3/45. Источник тока / А. Д. Азаров, В. Я. Стейскал, В. П. Марценюк, С. М. Шушляпин (СССР). — № 3863416/24-09 ; заявл. 04.03.1985 ; опубл. 07.09.1986 , Бюл. No 33. — 2 с. : черт.

3. А. С. 1397892, МПК G05F 1/56. Источник постоянного тока / А. Д. Азаров, В. Я. Стейскал, В. П. Волков, А. Е. Рафалюк (СССР). — № 4137865/24-07 ; заявл. 04.06.1986 ; опубл. 23.05.1988 , Бюл. No 19. — 4 с. : черт.

4. Горошков Б. И. Элементы радиоэлектронных устройств: справочник. — М. : Радио и связь, 1988. — 176 с. ил.

5. Джонс М. Х. Электроника — практический курс / М. Х. Джонс. — М. : Техносфера, 2013. — 512 с.

Азаров Олексій Дмитрович — д-р техн. наук, професор, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;

Гарнага Володимир Анатолійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, e-mail: garnaga.v@gmail.com;

Обертюх Максим Романович — інженер кафедри обчислювальної техніки.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Azarov Oleksii D. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Information Technologies and Computer Engineering;

Garnaga Volodymyr A. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant professor of the Chair of Computer Engineering, e-mail: garnaga.v@gmail.com ;

Obertiukh Maksym R. — Engineer of the Chair of Computer Engineering

Vinnitsia National Technical University