

УДК 621.314:621.382

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗКИДУ ПАРАМЕТРІВ КОМПОНЕНТІВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ З П'ЄЗОТРАНСФОРМАТОРОМ

Д.А. Кривошеї

Донбаський державний технічний університет,  
пр. Леніна, 16, Алчевськ, 94204, Україна.

За допомогою імітаційної моделі, побудованої з використанням програмного забезпечення OrCAD, досліджено вплив технологічної точності параметрів компонентів, що входять до структури джерела живлення на основі п'єзотрансформатора, на його характеристики. Оцінено роботу пристрою при найгіршому випадку технологічного розкиду параметрів за допомогою статистичного аналізу методом Монте-Карло. Бібл. 2, рис. 3.

**Ключові слова:** вторинне джерело живлення, п'єзотрансформатор, резонансна частота, технологічна точність, метод Монте-Карло.

На сьогодні існують такі галузі техніки, де необхідні високі напруги живлення при низькій споживаній потужності. Для отримання високих напруг застосовуються вторинні джерела живлення, побудовані, як правило, на основі електромагнітних підвищуючих трансформаторів. Однак є можливість заміни традиційних електромагнітних трансформаторів на електромеханічні елементи – п'єзотрансформатори (ПТ), завдяки яким досягаються високі технічні й експлуатаційні характеристики ПТ [1]. Тому є доцільним проведення досліджень параметрів та характеристик вторинних джерел живлення (ВДЖ), побудованих на основі ПТ. Дана робота присвячена дослідженню характеристик ВДЖ на основі ПТ за допомогою імітаційної моделі та аналізу впливу технологічної точності параметрів компонентів, що входять до його структури, на ці характеристики.

Для побудови імітаційної моделі високовольтного ВДЖ на основі ПТ (рис. 1) було використано програмне забезпечення OrCAD версії 9.2 фірми Cadence Design Systems.

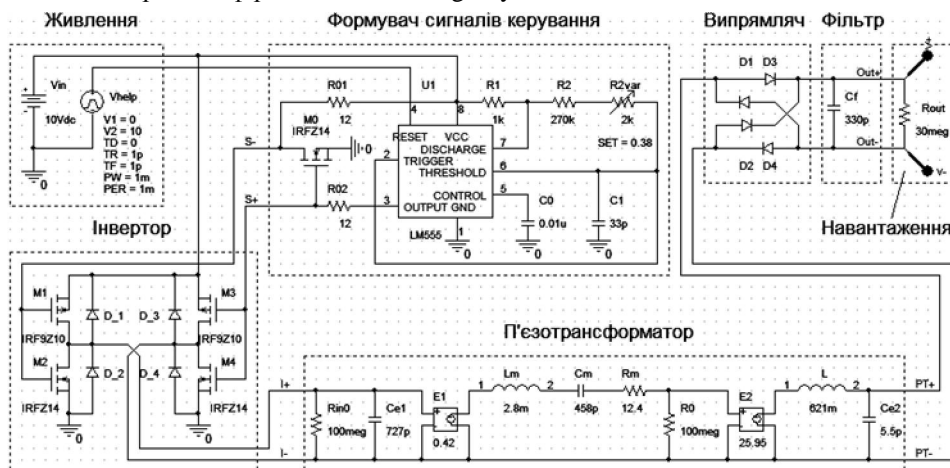


Рис. 1

Джерело постійної напруги забезпечує необхідний рівень вхідної напруги пристрою.

Формувач сигналів керування (ФСК) генерує імпульси керування ключами інвертора. Цей блок побудовано на базі мікросхеми таймера LM555. Основа її обв'язки – коло, що задає тривалість імпульсів (елементи R1, R2, R2var та C1). Частота імпульсів від ФСК визначається резонансною частотою ПТ [1]. Для кожного ПТ вона різна та знаходиться у діапазоні від 10 до 100 кГц [1]. Сигнали керування мають бути прямокутними зі скважністю, близькою до значення 2, що необхідно для ефективного збудження ПТ інвертором [2].

Інвертор формує двополярні імпульси напруги для збудження ПТ у відповідності з сигналами керування, що надходять від ФСК. Настроювання ФСК та інвертора на резонансну частоту є принципово важливим, оскільки відхилення ПТ від резонансного режиму роботи призводить до істотного зменшення його коефіцієнта трансформації [1], отже зменшуються і коефіцієнт передачі та ефективність ВДЖ в цілому.

П'єзотрансформатор виконує безпосереднє перетворення енергії за рахунок явища п'єзоелектричності. Напруга рівня кількох вольт на вході перетворюється у вихідну напругу, що досягає кількох кіловольт. Імітаційну модель ПТ та розрахунок її параметрів наведено в [1].

Випрямляч виконує перетворення змінної напруги на виході ПТ у постійну напругу певної амплітуди. Для реалізації випрямляча у цій роботі було застосовано мостову схему. Фільтр призначений для зменшення пульсацій у випрямленій напрузі.

За допомогою запропонованої імітаційної моделі проведено дослідження характеристик роботи пристрою, а саме аналіз методом Монте-Карло [1], який полягає в обчисленні реакції схеми на зміни у величинах параметрів моделей компонентів, для яких зазначений допуск. Цей аналіз дозволив отримати статистичні дані щодо впливу на характеристики пристрою флуктуацій параметрів його компонентів.

За результатами досліджень встановлено, що на коефіцієнт передачі пристрою суттєво впливає технологічна точність параметрів компонентів, що входять до кола, яке задає тривалість імпульсів. На рис. 2 показано графік залежності коефіцієнта передачі  $k$  ВДЖ (у відносному вигляді) від величини сумарного абсолютного відхилення  $\Delta_{\Sigma}$  значень опору та ємності відповідних компонентів R2 та C1 кола, що задає тривалість імпульсів. Форма кривої на рис. 2 пояснюється високою добротністю ПТ [1]: при відносно незначному відхиленні значень параметрів компонентів кола, що задає час, частота імпульсів керування змінюється, що призводить до виходу пристрою з резонансного режиму роботи та значного зниження його коефіцієнта передачі.

За результатами моделювання також встановлено, що технологічна похибка параметрів інших компонентів ВДЖ не впливає істотно на його характеристики.

Результати статистичного аналізу методом Монте-Карло для вихідної напруги ВДЖ з ПТ показані на рис. 3. Для всіх компонентів, окрім деяких, було встановлено клас точності E24 ( $\pm 5\%$ ), для резистора R2 допустиме відхилення опору становить  $\pm 1\%$ , для конденсатора C1 допустиме відхилення ємності –  $\pm 2\%$ .

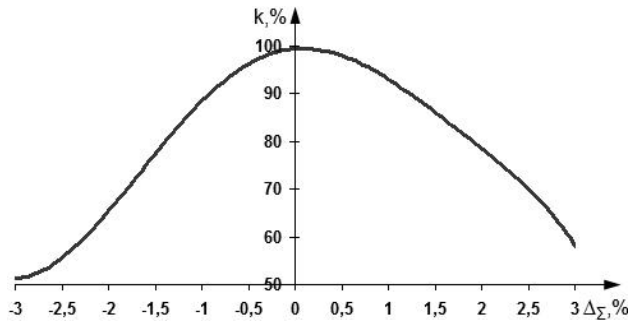


Рис. 2

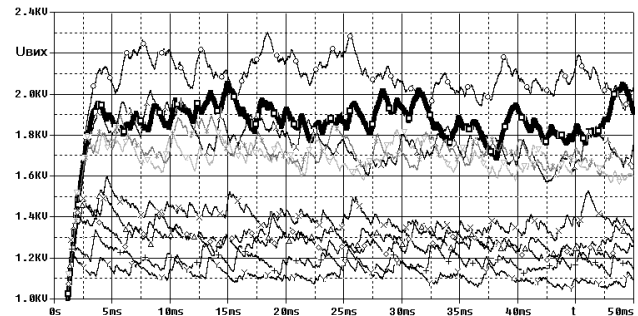


Рис. 3

Таким чином, в результаті проведеного дослідження впливу технологічної точності параметрів компонентів високовольтного джерела живлення на основі п'єзотрансформатора на його характеристики встановлено необхідність забезпечення високої технологічної точності компонентів, що входять до кола, яке задає тривалість імпульсів керування, з метою досягнення максимального коефіцієнта передачі джерела живлення.

1. Паєранд Ю.Е., Кривошей Д.А. Дослідження характеристик п'єзоелектричних трансформаторів // Електроніка та зв'язок. Тем. вип. "Електроніка і нанотехнології". – 2010. – № 5. – С. 28–34.

2. Паєранд Ю.Э., Кривошей Д.А. Вторичные источники питания с пьезоэлектрическими трансформаторами // Електроніка та зв'язок. Тем. вип. "Електроніка і нанотехнології". – 2011. – № 3. – С. 121–125.

УДК 621.314:621.382

**Исследование влияния технологического разброса параметров компонентов на характеристики источника питания с пьезотрансформатором**

**Д.А.Кривошей**

**Донбасский государственный технический университет, пр. Ленина, 16, Алчевск, 94204, Украина.**

С помощью имитационной модели, построенной с использованием программного обеспечения OrCAD, исследовано влияние технологической точности параметров компонентов, входящих в структуру источника питания на основе пьезотрансформатора, на его характеристики. Оценена работа устройства при худшем случае технологического разброса параметров с помощью статистического анализа методом Монте-Карло. Библ. 2, рис. 3.

**Ключевые слова:** вторичный источник питания, пьезотрансформатор, резонансная частота, технологическая точность, метод Монте-Карло.

**Analysis of effect of components parameters technological spread on characteristics of power supply with piezoelectric transformer**

**D.A.Kryvoshei**

**Donbas State Technical University, Lenin ave., 16, Alchevsk, 94204, Ukraine.**

The effect of components parameters technological accuracy on characteristics of power supply based on piezoelectric transformer is investigated with simulation in OrCAD software. The device operation in the worst case of parameters technological spread is analyzed with Monte Carlo method. References 2, figures 3.

**Key words:** power supply, piezoelectric transformer, resonance frequency, technological accuracy, Monte Carlo method

1. Paerand Yu.E., Kryvoshei D.A. The investigation of piezoelectric transformers characteristics // Elektronika ta zviazok. Tematychnyi vypusk "Elektronika i nanotekhnolohii". – 2010. – № 5. – P. 28–34. (Ukr.)

2. Paerand Yu.E., Krivoshei D.A. Power supplies with piezoelectric transformers // Elektronika ta zviazok. Tematychnyi vypusk "Elektronika i nanotekhnolohii". – 2011. – № 3. – P. 121–125. (Rus.)

Надійшла 10.01.2012

Received 10.01.2012