

ОГЛЯД СТРУКТУРНИХ СХЕМ МАЛОПОТУЖНИХ ІМПУЛЬСНИХ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі отримано результати аналізу структурних схем малопотужних імпульсних блоків живлення. Встановлена необхідність застосування ШІМ-контролера для регулювання частоти та ширину імпульсів на виході блока живлення із різними навантажувальними можливостями каналів.

Ключові слова: блок живлення, широтно-імпульсна модуляція, структурна схема, підсилювач потужності.

Abstract

The results of the analysis of structural diagrams of low-power switching power supplies are obtained in the work. The necessity of using a PWM controller to regulate the frequency and pulse width at the output of the power supply unit with different loading capabilities of the channels has been established.

Keywords: power supply, pulse-width modulation, block diagram, power amplifier.

Вступ

В останні десятиліття відбулася заміна традиційних джерел живлення стаціонарного устаткування на основі силових трансформаторів, що функціонують на частоті живильної мережі, імпульсними джерелами живлення, або так званими без трансформаторними перетворювачами первинної мережної напруги. Принцип їхньої дії заснований на перетворенні вихідної первинної напруги низької частоти (десятки герц) живильної промислової мережі в більш високочастотні коливання (кілька десятків кілогерців) з наступною трансформацією. В даний час перетворювачі подібного типу становлять більшість джерел вторинного електроживлення пристроїв як побутового, так і промислового призначення [1-3].

Метою роботи є аналіз результатів огляду структурних схем малопотужних імпульсних блоків живлення.

Результати дослідження

На рисунку 1 представлена структурна схема імпульсного джерела живлення (ІДЖ), виконаного за класичною схемою [1].

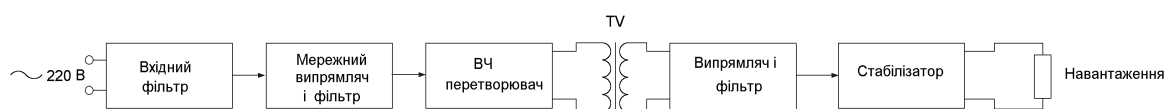


Рис. 1. Структурна схема нерегульованого ІДЖ

Випрямляч, фільтр і стабілізатор, що мають у вторинному колі джерела живлення, побудовані на основі вузлів, що зустрічаються в звичайних джерелах електроживлення. Спосіб реалізації стабілізатора (лінійний або імпульсний) у даному випадку не так важливий у порівнянні з його присутністю в якості окремого функціонального вузла. Вторинне коле електроживлення в різних варіантах виконання джерела може бути доповнена ще одним фільтром, що встановлюється між стабілізатором і навантаженням. Основними вузлами первинного кола є: вхідний фільтр, випрямляч мережної напруги і високочастотний перетворювач випрямленої напруги живлення з

трансформатором [2, 3].

Необхідність використання вхідного фільтра обумовлена тим, що, по перше, фільтр повинний усувати різкі короткочасні стрибки напруги живлення й імпульсні перешкоди, викликані роботою розташованих поблизу імпульсних пристроїв, або виникаючі в момент підключення, або відключення від мережі суміжних навантажень. По-друге, фільтр повинний ефективно усувати перешкоди, що проникають у мережу безпосередньо від використовуваного джерела живлення [4].

ВЧ трансформатори, що застосовують у ІДЖ, є перетворювачами імпульсних коливань зі смугою частот до декількох сотень кілогерц. Передача енергії трансформатором має двосторонній характер. У напрямку мережа навантаження відбувається передача коливань ВЧ перетворювача. У зворотному ж напрямку, тобто навантаження - перетворювач - мережа, можуть передаватися перешкоди, що виникають при роботі навантажувальних ланцюгів. Якщо, наприклад, ІДЖ встановлений в обчислювальній системі, то ці перешкоди можуть містити елементи інформаційних складових оброблюваних даних. Причому, як правило, у напрямку мережа - навантаження трансформатор діє як понижуючий, і, отже, у зворотному напрямку він працює як підвищувальний. Якщо вхідний фільтр не встановлений, то перешкоди, що виникають безпосередньо в пристрої, будуть ефективно транслюватися в мережу з частиною інформаційної складової. Таким чином, вхідний фільтр застосовується не тільки для усунення паразитного ефекту зворотної трансформації, але і для захисту від витоку інформації [5].

В імпульсному джерелі живлення (див. рисунок 1) використовується каскад ВЧ перетворювача автогенераторного типу, режим автоколивань якого визначається тільки значенням номіналів його власних елементів і не регулюється [5].

При правильному підборі елементної бази джерело, виготовлене за даною схемою, просте у реалізації - у цьому його головна перевага, однак через порівняно низький ККД використовується рідко. Падіння ККД буде відбуватися при збільшенні числа вторинних каналів різних напруг, тому що для кожного з них буде потрібно окремий стабілізатор напруги. Істотним недоліком схеми може бути і дуже висока чутливість автогенераторів, сполучених із силовим каскадом ІДЖ, до величини навантаження. Її зміна може привести до зриву ВЧ коливань і нестабільності роботи джерела живлення [6].

Структурна схема імпульсного джерела живлення, побудованого з урахуванням оптимальних принципів регулювання вихідної напруги, представлена на рисунку 2 [1].

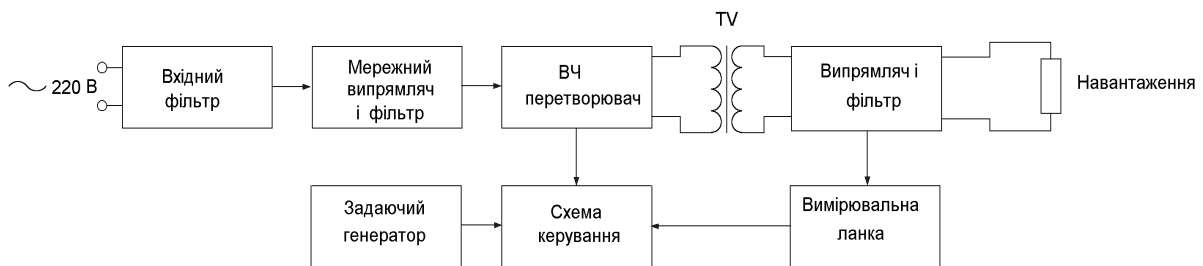


Рис. 2. Структурна схема регульованого імпульсного джерела живлення

Принципова відмінність даної структурної схеми від попередньої полягає у відсутності стабілізатора вторинної напруги. Крім того, у неї додано вимірювальне коло, схема керування, а також змінені функції каскаду ВЧ перетворювача. Силовий каскад працює в режимі підсилювача потужності коливань, що надходять зі схеми керування. Його навантаженням є ВЧ трансформатор. До ВЧ перетворювача входять: задаючий генератор, схема керування, ВЧ підсилювач потужності, ВЧ трансформатор (TV). Джерело, виконане у відповідності зі структурною схемою, приведеної на рисунку 2, одночасно здійснює дві функції - перетворення і стабілізацію напруги. Схема керування містить у собі широтно-імпульсний модулятор (ШІМ) і цілком визначає режим роботи підсилювача потужності (ПП). Вихідна напруга схеми керування має форму прямокутних імпульсів. Зміна тривалості паузи між цими імпульсами регулює надходження енергії у вторинне коло. Вихідні параметри для роботи схеми керування - це сигнали помилки, що надходять від вимірювального кола, у якій виробляється порівняння еталонного значення напруги з реальним, присутнім у даній

момент на навантаженні. За сигналом помилки схема керування змінює тривалість паузи між імпульсами у бік її збільшення або зменшення, у залежності від величини відхилення реального значення напруги від номінального. Зокрема, у схему керування може входити вузол захисту каскаду ПП від перевантаження і короткого замикання.

Наявність ШІМ переданої напруги висуває певні вимоги до параметрів і побудови фільтра, що згладжує випрямлену вторинну напругу. Першим елементом даного фільтра після випрямляча повинна бути котушка індуктивності в кожному каналі вторинної напруги.

На схемі, що зображена на рисунку 2, представлена структура одноканальної системи живлення, реальні джерела мають, як правило, кілька вторинних каналів з різною навантажувальною здатністю. Вимірювальний ланцюг у таких випадках підключається до каналу з найбільшим споживанням. Стабілізація інших каналів виробляється за допомогою окремих стабілізаторів або методів регулювання, заснованих на взаємодії магнітних потоків.

В інших випадках застосовуються схеми вихідних фільтрів, виконаних на загальному для усіх вихідних каналів магнітопроводі. Підстроювання напруги по не основних каналах може вироблятися в невеликому діапазоні і при відносно малих змінах навантаження.

Висновки

Як відзначалося вище, одним з основних переваг ІДЖ є можливість перетворення первинної електричної енергії з більш високим коефіцієнтом корисної дії у порівнянні зі звичайними трансформаторними джерелами живлення. Найчастіше це досягається за рахунок стабілізації вихідної напруги впливом на процес функціонування силового підсилювального каскаду перетворювача напруги. Тільки в багатоканальних ІДЖ із різними навантажувальними можливостями каналів при необхідності застосовуються додаткові лінійні або імпульсні стабілізатори вторинної напруги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хусаинов и др.; под редакцией Г. С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 2000. – 576 с., ил.
2. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов / В. Т. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов. – М.: Горячая линия –Телеком, 2001. – 344 с. – ISBN 5-93517-052-3
3. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / Р. Мэк. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 272 с.
4. Кичак В.М., Рудик В.Д., Семенов А.О., Семенова О.О. Основи схемотехніки. Аналогова та інтегральна схемотехніка. Навчальний посібник із грифом МОНМС України. – Вінниця, 2013. – 267 с. ISBN 978-966-641-513-7
5. Крушевський Ю.В., Шутило М.А., Семенов А.О., Коваль К.О. Настроювання, регулювання та обслуговування РЕА. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 160 с.
6. Рудик А.В., Дрючин О.О., Семенов А.О. До визначення точності результатів вимірювань. Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта ’2005”. Том 62. Техніка. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 35-37.

Семенов Андрій Олександрович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Гота Олексій Сергійович — студент групи ТКР-19мс, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alexeygota@gmail.com

Кристофоров Андрій Валерійович — студент групи ТКР-19мс, кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrew199910kr@gmail.com

Semenov Andriy Oleksandrovych — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Chair of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Hota Oleksi Serhiiovych — student of group TCR-19ms, Departments of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artyom.ovcharuk@gmail.com

Krystoforov Andrii Valeriiovych — student of group TCR-19ms, Departments of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrew199910kr@gmail.com