

УДК 621.3

В. Медвідь, І. Беякова, В. Пісціо

Тернопільський національний технічний університет

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ЕЛЕКТРОННОГО БАЛАСТУ З ПСЕВДО-ВИПАДКОВИМ СИГНАЛОМ ЖИВЛЕННЯ

V. Medvid, I. Belyakova, V. Piscio

NUMERICAL SIMULATION OF OUTPUT SIGNALS OF ELECTRONIC BALLAST WITH PSEUDO-RANDOM POWER SUPPLY

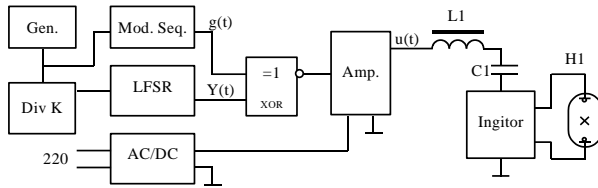


Рис. 1. Блок-схема запропонованого пристрою

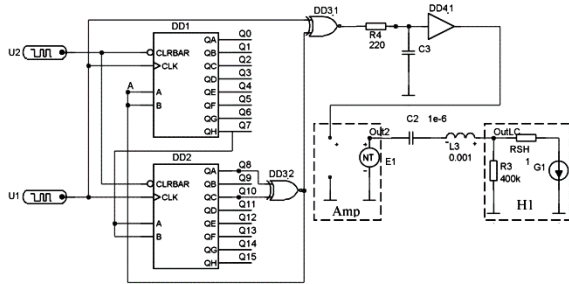


Рис. 2. Моделювання схеми в МікроСар

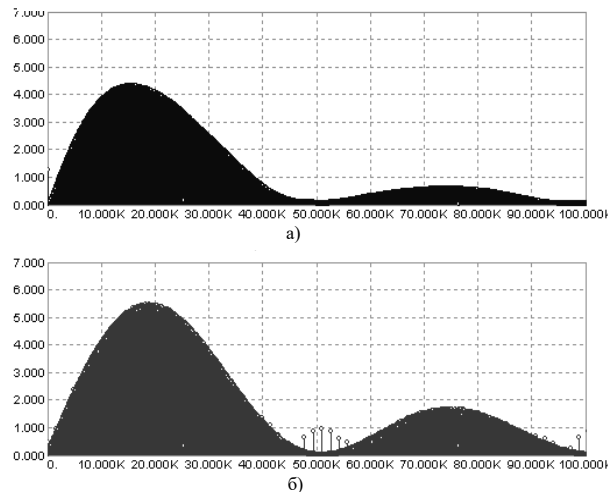


Рис.3. Амплітуди гармонік вихідного сигналу на вході розрядної лампи (а) та на виході відповідного підсилювача(б)

(LFSR – linear feedback shift register). Сигнал з виходу блоку LFSR $Y(t)$ і заповнюючий сигнал $g(t)$ об'єднуються між собою виключаючим-АБО (XOR). Отриманий вихідний сигнал поступає на ключовий підсилювач Amp., вихідний сигнал котрого $u(t)$ через LC контур, та, при потребі, запалювальний пристрій, подається на лампу H1. Принципова схема, котра відповідає наведеній структурній моделювалась у середовищі МікроСАР при різній розрядності регістра LFSR (рис. 2). Для спрощення схеми моделююча послідовність рівна у всіх випадках 01, а коефіцієнт поділу частоти генератора

Використанню електронних баластів для ламп високого тиску на підвищену частоту заважає явище акустичного резонансу, що може виникнути у пальнику лампи при роботі на підвищеній частоті [1]. Явище акустичного резонансу призводить до того, що дуга всередині лампи може обернутись, мигати і навіть гаснути, коли баласт працює на частотах, більше декілька кілогерц. Як встановлено, механічна добротність пальника, котра відповідає за резонансні явища у дузі є досить значною, тому на резонансні явища впливають сигнали із невеликого проміжку частот. Якщо ж на лампу подавати широкосмуговий сигнал, то енергія у небезпечному проміжку частот буде малою і явища резонансу не виникнуть [2].

Блок-схема запропонованого пристрою, що реалізує такий принцип, показана на рис. 1. Вона складається із тактового генератора Gen, котрий генерує на своєму виході тактовий сигнал у вигляді меандру із частотою 10-25 кГц, цей сигнал поступає на вхід формувача модулюючої послідовності (Mod. Seq.) довжиною K біт і на подільник частоти на K (Div K), котрий формує сигнал синхронізації генератора псевдовипадкової послідовності на основі зсувного регістру із лінійним зворотнім зв'язком

стабільний і рівний 1. Схема, котра наведена на рисунку 2 використовувалась для моделювання при розрядності LFSR регістра у 11 біт. Комутація виходів зсувного регістра при інших довжинах регістра зсуву здійснювалась за законом поданим у таблиці 1. Генератор U1 створює тактовий сигнал такої частоти, щоб середньоквадратичний струм лампи був рівний номінальному. Частота сигналу генератора, залежно від розрядності LFSR регістра наведена у таблиці 1. Блок ключового підсилювача Amp моделювався за допомогою блока NTVofV для котрого поведінка вихідного сигналу задавалась табличною залежністю. Блок H1 моделює (у першому наближенні) розрядну лампу ДРЛ-80. Нелінійність вольт-амперної характеристики лампи на високій частоті емпіричною аналітичною залежністю:

$$I = 1.4059 \cdot 10^{-7} u_{\text{л}}^3 - 9.0041 \cdot 10^{-7} u_{\text{л}}^2 + 4.5971 \cdot 10^{-3} u_{\text{л}}$$

Динамічна ВАХ лампи високого тиску була знята при подачі на лампу псевдо-випадкового сигналу з відповідними параметрами. Амплітуди гармонік вихідного сигналу на вході розрядної лампи (а) та на виході відповідного підсилювача (б) показані на рисунку 3.

Таблиця 1.

Розряд- ність LFSR	Закон формування сигналу зворотного зв'язку	Довжина послідов- ності	Частота генератора кГц	Максимальна гармоніка напруги		Макси- мальна гармоніка струму мА
				На виході схеми В	На лампі В	
-	Звичайний електронний баласт		17,8	199,6	158,6	1317,8
6	$\overline{Q5 \oplus Q4}$	63	25,6	31,2	24,6	177,9
7	$\overline{Q6 \oplus Q5}$	127	25,6	21,7	17,3	125,6
8	$\overline{Q7 \oplus Q5 \oplus Q4 \oplus Q3}$	255	25,6	15,4	12,2	88,6
9	$\overline{Q8 \oplus Q4}$	511	25,6	11,0	8,8	62,8
10	$\overline{Q9 \oplus Q6}$	1023	25	7,8	6,1	44,8
11	$\overline{Q10 \oplus Q8}$	2047	25	5,5	4,1	31,8

Як видно із рис. 3 при довжині регістра LFSR у 11 бітів кожна гармоніка сигналу, котрий поступає на лампу не перевищує за амплітудою 4,5 В у всьому діапазоні частот від 0 до 100 кГц, хоча, як впливає із рис. 3 максимальне значення напруги на виході підсилювача становить 157 В. Отже запропонована схема при своїй простоті, дозволяє "розподілити" потужність вихідного сигналу на досить широкий діапазон частот зменшивши тим самим можливість виникнення резонансу пальника на деякій окремій частоті. Як впливає з таблиці, у запропонованій схемі амплітуда небезпечних гармонік падає приблизно у 2 рази при збільшенні розрядності регістра на 2 біти і, теоретично, вже для 11-розрядного регістра зсуву може впасти більше ніж у 35 разів порівняно із живленням лампи від звичайного джерела високочастотної напруги сталої частоти.

Література

1. Панфилов Д.И., Поляков В.Д., Поляков Ю.Д., Барышников А.Н. Электронные пускорегулирующие аппараты для трубчатых люминесцентных ламп // Инженерная микроэлектроника № 2, 1999 г. – С. 18–22.
2. Аналіз методів та схем запобігання виникненню явища акустичного резонансу в газорозрядних лампах високого тиску / Медвідь В., Беякова І., Пісьціо В. // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 259–260.