

**ГЕНЕРАТОР ПСЕВДОВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ  
ІЗ ЗАТРИМКОЮ, ЩО ЗМІНЮЄТЬСЯ**

**Шифр «Генератор»**

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Мета роботи і шляхи її досягнення .....	4
Висновки.....	8
Література.....	9

## ВСТУП

Велика група інформаційно-вимірювальних систем обробки сигналів (наприклад, кореляційних вимірювачів затримок) призначена для вимірювання параметрів випадкових сигналів, затримка між якими змінюється під час вимірювання [1]. Для випробувань і визначення метрологічних характеристик таких систем необхідно формувати тестові сигнали з відомими і керованими характеристиками.

До останніх відноситься затримка між двома випадковими сигналами для оцінки похибки, обумовленої зміною затримки в часі, що змінюється за заданим законом [2]. Як генератори тестових сигналів у ряді випадків використовують генератори псевдовипадкових двійкових послідовностей (ПВДП), побудовані на регістрах зсуву із зворотними зв'язками [1]. Існуючі пристрої формування двох ПВДП із затримкою, що змінюється, відрізняються громіздкістю схем аналогових і цифрових керованих ліній затримки при великих значеннях затримки і верхньої частоти спектру сигналу, що генерується [3].

Пристрій [1] відрізняється простотою, надійністю, відсутністю вказаних вище обмежень, проте при кожній зміні затримки між двома ПВДП відбувається «розрив» в часі в одній з формованих послідовностей на час встановлення необхідної затримки  $\tau$ , В інтервалах часу  $\tau$  при кожній зміні затримки результати вимірювання характеристик будуть недостовірні через вказаний вище «розрив» послідовності.

## МЕТА РОБОТИ І ШЛЯХИ ЇЇ ДОСЯГНЕННЯ

Метою роботи є розробка генератора двох ідентичних псевдовипадкових послідовностей сигналів із затримкою між ними, що змінюється.

Структурна схема генератора двох ідентичних ПВДП, затримка між якими змінюється без «розривів» сигналу в часі і з необхідною для дослідження указаної похибки дискретністю наведена на рис. 1.

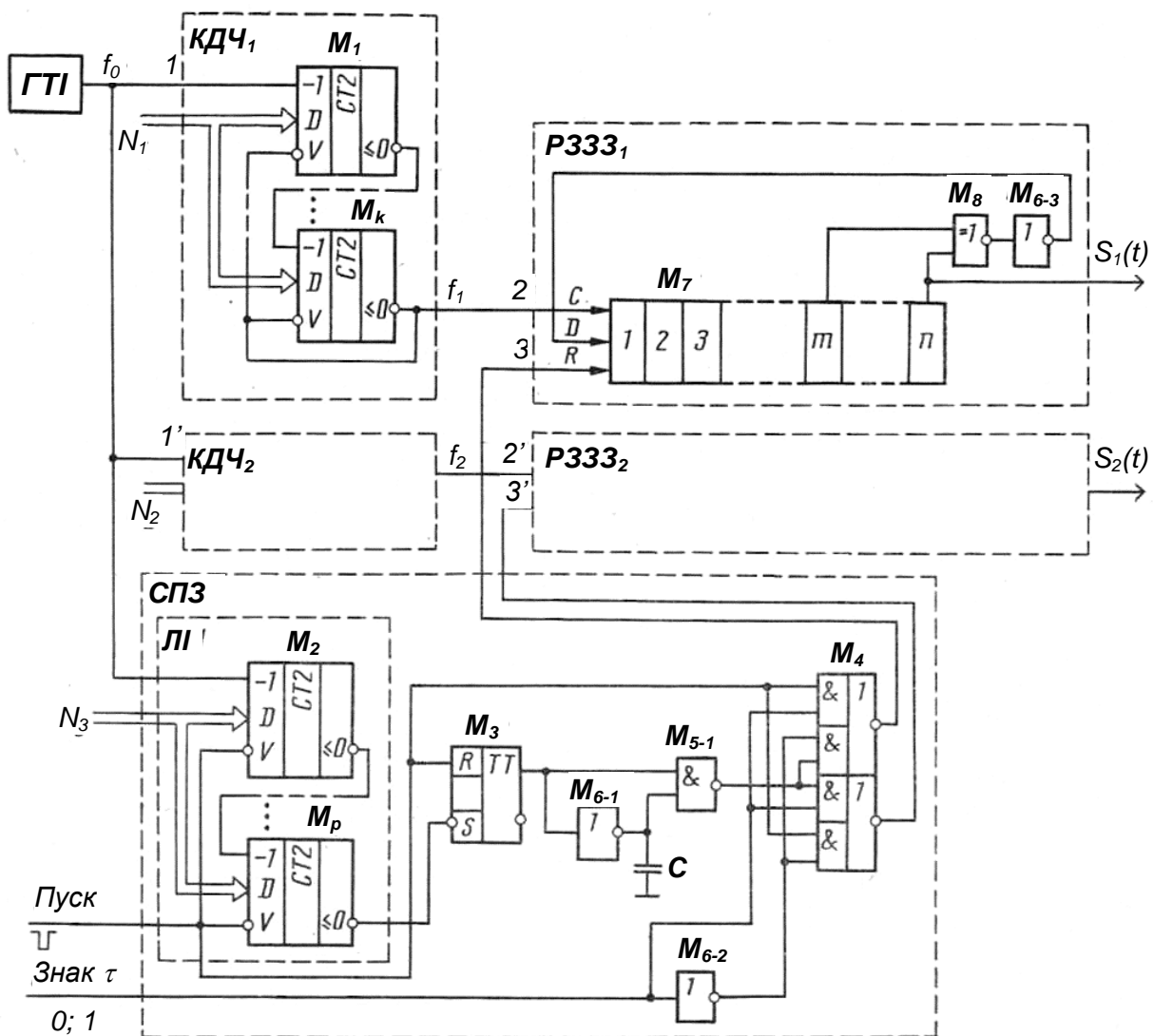


Рисунок 1\_Структурна схема генератора псевдовипадкових сигналів із затримкою, що змінюється.

Генератор ПВДП містить генератор тактових імпульсів ГТІ, два керувані дільники частоти КДЧ<sub>1</sub> і КДЧ<sub>2</sub>, два ідентичні регістри зсуву із зворотними зв'язками P333<sub>1</sub> і P333<sub>2</sub> і схему початкової затримки СПЗ, що

складається з лічильника імпульсів  $ЛІ$ , який є реверсивним лічильником з попереднім установленням, триггера, формувача короткого імпульсу і схеми комутації.

Робота генератор полягає в наступному. На рахункові входи  $КДЧ_1$ ,  $КДЧ_2$  и  $ЛІ$  від  $ГТІ$  поступають імпульси частоти  $f_0$ . При надходженні сигналу *Пуск* триггер  $M_3$  установлюється у вихідний стан «0» і на його виході формується початок імпульсу (рис. 2).  $P333_1$  (або  $P333_2$ ) по входу  $R$  установлюється у початковий стан залежно від стану схеми комутації  $M_4$ , керованої сигналом *Знак  $\tau$* . У  $M_2 \div M_p$  запишеться число, яке задане кодом  $N_3$ . Імпульси тактової частоти  $f_0$  поступають на вхід  $ЛІ$ , там вони віднімаються з коду  $N_3$ . Після закінчення  $N_3$  тактів частоти  $f_0$   $ЛІ$  формує сигнал переносу і установлює триггер  $M_3$  в «1». Тривалість імпульсу  $\tau_0$  на виході  $M_3$  прямо пропорційна коду  $N_3$  і дорівнює  $\tau_0 = \frac{N_3}{f_0}$ . Триггер  $M_3$  через формувач короткого імпульсу  $M_{6-1}$ ,  $M_5$  і комутатор  $M_4$  установлює в початковий стан  $P333_2$  (або  $P333_1$  - залежно від стану комутатора  $M_4$ ). Таким чином, між ПВДП  $s_1(t)$  і  $s_2(t)$  буде установлена початкова затримка  $\tau_0$ .

Якщо  $f_1 = f_2$  (при  $N_1 = N_2$ ), то затримка  $\tau_0$  між послідовностями  $s_1(t)$  і  $s_2(t)$  буде постійна. Початкове значення  $\tau_0$  можна установити з точністю  $\Delta\tau = \frac{1}{f_0}$  у інтервалі  $0 \leq \tau_0 \leq \tau_{\max} = \frac{N_{3\max}}{f_0}$ , де  $N_{3\max}$  - максимальне значення коду початкової затримки  $N_3$ .

$КДЧ_1$  і  $КДЧ_2$  побудовані на реверсивних лічильниках і працюють в режимі віднімання, їхні коефіцієнти ділення дорівнюють відповідно  $N_1$  і  $N_2$ , тобто на їхніх виходах будуть імпульси з частотами  $f_1 = \frac{f_0}{N_1}$ ;  $f_2 = \frac{f_0}{N_2}$ .

Ці імпульси поступають на тактові входи  $P333_1$  и  $P333_2$ , які здійснюють зсув двійкових послідовностей, що генеруються, на кожний такт частоти  $f_1$  і  $f_2$ . На виходах  $P333_1$  і  $P333_2$  будуть відповідно ПВДП  $s_1(t)$  і  $s_2(t)$ , спектри яких і періоди повторення залежать від значень  $f_1$  і  $f_2$  і різниць між

$P333_1$  і  $P333_2$  [5].

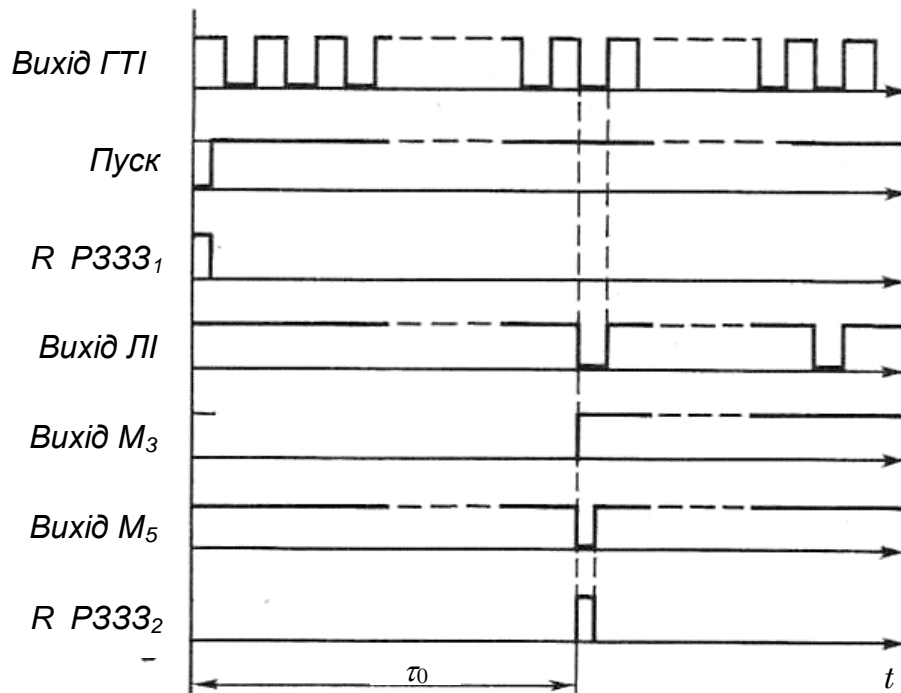


Рисунок 2. Часові діаграми при подачі «1» на вхід *Знак  $\tau$* .

Отже, починаючи з моменту  $\tau_0$  після сигналу *Пуск* при зміні значень кодів  $N_1$  або  $N_2$  в  $KДЧ_1$  або  $KДЧ_2$  затримку між двома ПВДП із заданими спектральними характеристиками і початковою затримкою можна змінювати за заданим законом.

Огинаючі енергетичних спектрів ПВДП  $s_1(t)$  і  $s_2(t)$  визначаються за формулами [5]

$$H_1(f) = \left[ \frac{\sin(\pi f/f_1)}{\pi f/f_1} \right]^2; \quad H_2(f) = \left[ \frac{\sin(\pi f/f_2)}{\pi f/f_2} \right]^2 = H_1\left(\frac{f}{a}\right) \text{ (коефіцієнт } a = \frac{f_2}{f_1} = \frac{N_1}{N_2}).$$

Спектри наведені на рис. 3.

Стиснення (розтягування) спектру  $H_2(f)$  еквівалентно розтягуванню (стисненню) сигналу  $s_2(t)$  в часовій області, тобто, зміні затримки між сигналами  $s_2(t)$  і  $s_1(t)$  [6]

$$s_2(t) = s_1(at \pm \tau_0) = s_1[t \pm \tau_0 + \tau(t)],$$

$$\text{де } \tau(t) = (a - 1) \cdot t = \frac{N_1 - N_2}{N_2} \cdot t,$$

$\frac{N_1 - N_2}{N_2}$  - швидкість зміни затримки.

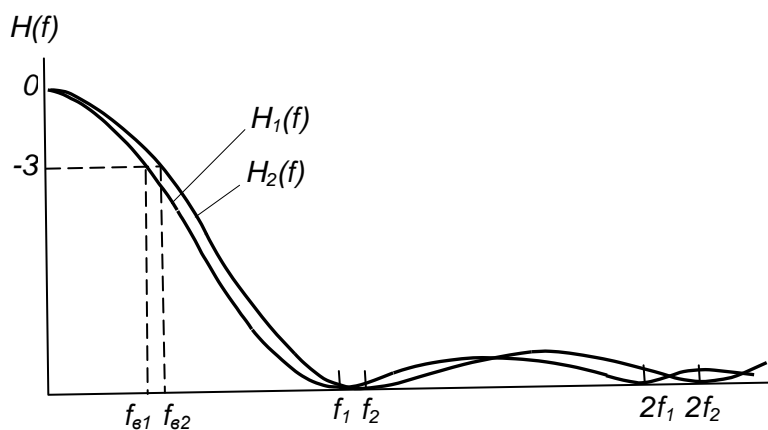


Рисунок 3 \_Огинаючі енергетичних спектрів на виходах  $P333_1$  і  $P333_2$  при  $N_1 > N_2$ .

Модель генератора на мікросхемах серії 155 і при розрядностях  $KДЧ_1$   $KДЧ_2$   $k = 10$ , регістрів  $P333_1$ ,  $P333_2$   $n = 14$  і  $ЛЛ$   $p = 24$  для значення  $f_0 = 10$  МГц має такі характеристики: верхня частота спектра сигналів, генеруються, (відповідає на рис. 3 спаду огинаючої енергетичного спектру на 3 дБ)  $f_b = 5$  кГц; максимальна затримка між сигналами  $\tau_{max} = 1$  с; дискретність установки швидкості зміни затримки  $\Delta v = 1,5$  мс/с.

Для зміни характеристик генератора необхідно змінювати тактову частоту  $f_0$  і розрядності  $KДЧ_1$ ,  $KДЧ_2$  і  $ЛЛ$ . При цьому  $f_b$  і  $\Delta v$  змінюються прямо пропорційно зміні  $f_0$  і обернено пропорційно до зміни  $k$ , а значення  $\tau_{max}$  навпаки і, крім того, пропорційно значенню  $p$ .

## **ВИСНОВКИ**

Описаний генератора дозволяє отримати дві ідентичні псевдовипадкові послідовності сигналів із затримкою між ними, що змінюється за заданим законом.

Особливістю описаного пристрою є простота схемного рішення і компактність.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Мелик-Шахназаров А. М., Маркатун М. Г. Цифровые измерительные системы корреляционного типа. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 128 с.
2. Динкевич В. В., Кузьмин Ю. И. // Измерит. техника. 1982. № 4, с. 54.
3. Куликов В. А., Рыженков Е. В. // Измерит. техника. 1982. № 2, с. 52.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: Мир, 1982. - 512 с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1998. - 801с.
6. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Дрофа, 2006. - 719 с.
7. Нефедов А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. т.2 М.: ИП Радиософт, 2000. - 640с.