

МОДЕЛЮВАННЯ ПОДІЛЬНИКІВ ЧАСТОТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено лабораторний практикум для моделювання лічильників та подільників частоти в програмному емуляторі *Sky Simulator*, що дозволяє дослідити на ПК роботу електронних схем, в яких використовуються різноманітні пристрої перетворення сигналів і може бути використано для перевірки та покращення рівня знань студентів.

Ключові слова: лічильники, подільники частоти, моделювання, інтерфейс програми, синхронний пристрій, асинхронний пристрій, перетворювачі, функціональний вузол.

Abstract

A laboratory workshop for simulating frequency counters and dividers in the Sky Simulator software emulator has been developed, which allows you to explore on a PC the operation of electronic circuits that use various signal conversion devices and can be used to test and improve the level of students' knowledge.

Keywords: counters, frequency dividers, modeling, program interface, synchronous device, asynchronous device, converters, functional node.

Вступ

Для забезпечення якісної освіти потрібні сучасні підходи та інструменти, які забезпечують гнучкість навчання - проведення занять як в онлайн так і офлайн форматах. Одним з освітніх компонентів, який вимагає не тільки теоретичного знання, але й практичного застосування, є електроніка та мікропроцерна техніка. Основною формою практикуму дисципліни є лабораторні заняття, на яких студенти мають отримувати практичні знання та набувати професійного досвіду у проектуванні та реалізації різноманітних пристроїв та засобів автоматизації. Тому створення нових ефективних навчальних засобів та їх удосконалення лабораторного практикуму є актуальною задачею.

Результати дослідження

Використання інтегральних схем (ІС), різноманітних перетворювачів в єдиний, функціонально закінчений блок, сильно спростило впровадження їх у прилади й установки, що використовуються як у наукових дослідженнях, так й у промисловості, що дає можливість швидкого обміну інформацією між пристроями [1, 2].

Метою дослідження є удосконалення та розширення функціоналу на основі існуючого інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator лабораторного практикуму для моделювання студентами лічильників та подільників частоти.

Лічильники призначені для підрахунку та запам'ятовування кількості імпульсів, поданих в певному часовому інтервалі на його лічильний вхід. За характером зміни стану лічильника вхідними імпульсами розрізняють: лічильники на додавання, на віднімання та реверсивні. Кількість різних станів розрядів лічильника є його ознакою для класифікації, відповідно до якої лічильники називають двійковими, двійково-десятковими і т. д. Крім лічильного, вони можуть ще мати входи асинхронного або синхронного встановлення початкового стану.

Принцип будови синхронного та асинхронного реверсивних лічильників аналогічний: прямий підрахунок реалізується за ввімкнення кіл перенесення з одиничних виходів тригерів молодших розрядів на входи старших розрядів, а зворотний рахунок (віднімання) – за вмикання кіл перенесення між інверсними виходами тригерів молодших розрядів і входами старших розрядів (рис. 1).

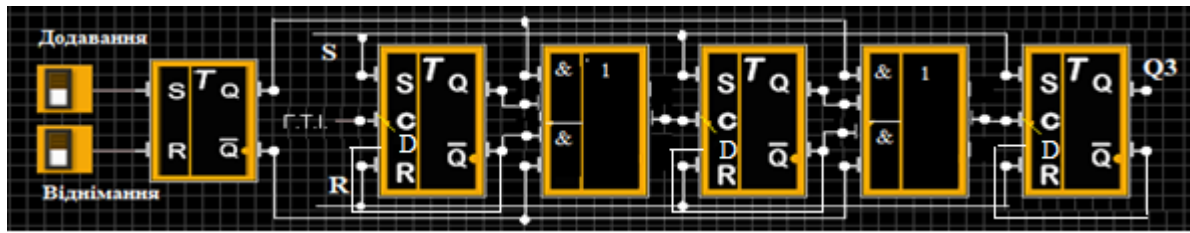


Рисунок 1 – Принцип будови реверсивних лічильників

Залежно від кількості розрядів N послідовні лічильники реалізують коефіцієнт лічби $K_{\text{ліч}}$, і їх можна використовувати як подільники частоти.

Часто під час проектування цифрових пристроїв виникає необхідність в подільниках частоти, для яких $K_{\text{ліч}}$ – будь-яке ціле число. Якщо в арсеналі схемотехніка є найпростіші подільники частоти з коефіцієнтами лічби $K_{\text{ліч}} = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$, то велика кількість подільників частоти з $K_{\text{ліч}}$, що розкладається на найпростіші множники, будується на їх основі. Необхідні $K_{\text{ліч}}$ отримують введенням в лічильники зворотних зв'язків. Лічильники для $K_{\text{ліч}} = 2, 4, 8$ реалізуються без введення зворотних зв'язків включенням послідовно відповідно 1, 2 і 3 Т-тригерів. Загальний принцип побудови таких лічильників з непарним $K_{\text{ліч}}$ показано на рис. 2.

Якщо між вхідним і вихідним тригерами включено подільник частоти на будь-яке натуральне число n , то така схема забезпечує поділ частоти на $K_{\text{ліч}} = 2n + 1$.

Наприклад, лічильник-подільник частоти на 3, реалізований за $n = 1$, що відповідає прямому зв'язку між вхідним DD1 і вихідним DD2 тригерами. Для $K_{\text{ліч}} = 5$ відповідно $n = 2$, тому між вхідним і вихідним тригерами потрібно включити один додатковий тригер-подільник частоти на 2 і т. д.

Моделювання подільників здійснювалось на основі розробленого на кафедрі АІТ інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator [4,5] та наявного базису електронних компонентів: логічних елементів, тригерів, синхронних 4-х розрядних реверсивних двійкових лічильників (SN74193J), мультиплексорів 8*1 (SN 74151), пристроїв візуалізації та введення інформації.

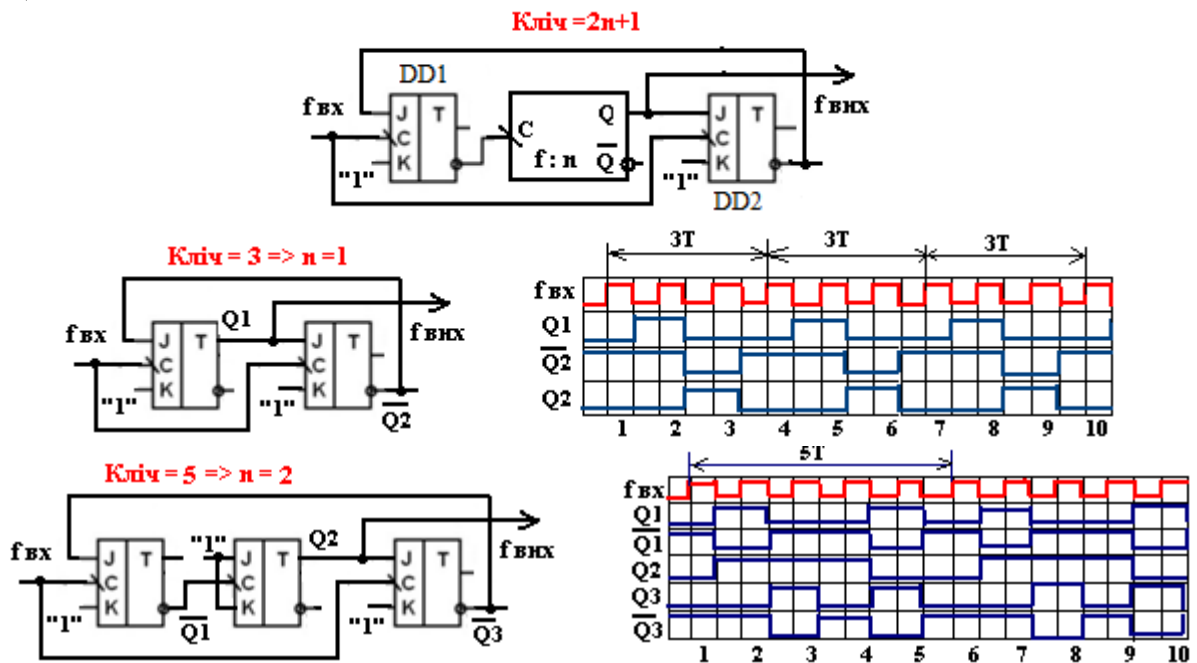


Рисунок 2 – Принцип будови лічильників з непарним Кліч

Схеми послідовних лічильників призначені переважно для використання в режимі поділу частоти без дешифрування їх станів, зміна яких не відповідає природному рахунку. Їх переваги – максимальна швидкодія, обмежена граничною частотою перемикання вхідного тригера, за мінімальних витрат обладнання.

Під час побудови лічильників з дешифруванням станів необхідно забезпечити регулярність зміни станів згідно з двійково-десятковим рахунком. Для їх реалізації необхідно визначити потрібну кількість тригерів N відповідно до співвідношення

$$2^{N-1} \leq K_{\text{ліч}} \leq 2^N.$$

Крім послідовно включених N -тригерів такий лічильник має містити логічну схему, яка декодує стан K ліч і формує сигнал скидання всіх розрядів в стан «0». Приклад десяткового лічильника з регулярною зміною станів показано на рис. 3. Кожен десятий імпульс переводить лічильник в стан 1010, на двох входах вентиля DD5 встановлюються рівні «1» і його вихідний сигнал $R = \overline{Q_2 Q_4} = 0$ скидає всі тригери в стан «0».

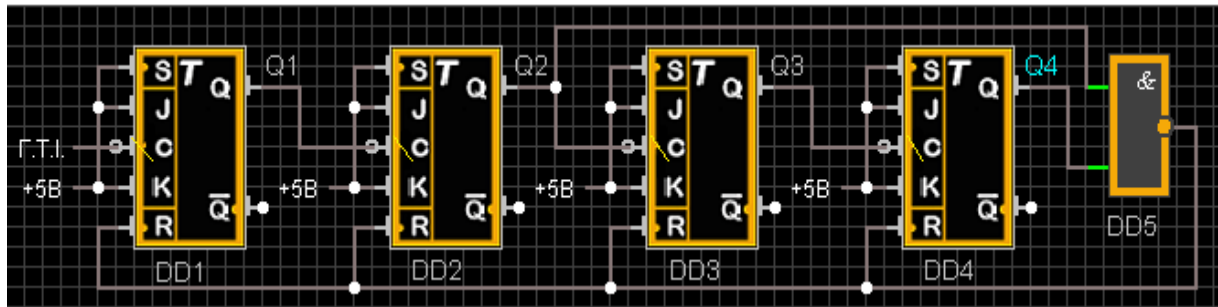


Рисунок 3 - Лічильник з дешифруванням станів K ліч. = 10

Висновки

Розроблений практикум дозволяє ефективно використовувати доступні лабораторні ресурси та забезпечує якісну візуалізацію результатів моделювання різних пристроїв, зручність та ефективність виконання лабораторних робіт і розширити взаємодію між студентами та викладачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвієнко М. П. Основи електроніки: підручник. К. : Ліра – К, 2017. 360 с.
2. Paul Horowitz, Winfield Hill. The Art of Electronics. : Cambridge University Press, 2015. 1220 p. ISBN-10: 9780521809269
3. Електротехніка та основи електроніки: підручник / Гуржій А. М., Мещанінов С. К., Нельга А. Т., Співак В. М. К. : Літера ЛТД, 2020. 288 с.
4. Побєдаш К. К. Комп'ютерна електроніка : навчальний посібник. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 364с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27548/1/Комп_elektronika.pdf
5. Основи електроніки та МП техніки : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Кривогубченко С. Г., Іванов Ю. Ю., Овчинников К. В. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 187 с.

Хаврун Максим Ігорович — студент групи 1АКІТ-22б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mkhavrun2@gmail.com.

Кривогубченко Сергій Григорович — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця., e-mail: sgkriv@i.ua.

Havrun Maksym I. — student of the group 1AKIT-22b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mkhavrun2@gmail.com.

Krivogubchenko Sergey G. — Ph.D. (Eng), Assistant Professor of Department of Automation and Intelligent Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sgkriv@i.ua.