

УДК 621.325; 621.335

Ю.В. Носова, А.А. Ільченко, студ. гр. ПН-91, к.т.н., доц. Божко К.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ЯКОСТІ ФОРМИ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ ГЕНЕРАТОРА ТИПУ JDS6600

Анотація. Для оцінювання якості форми вихідного сигналу функціонального генератора авторами запропонована нечітка модель із трьома входами і 100-бальною шкалою. Оцінювання проводять для будь-якої частоти із робочого діапазону приладу. Найменші значення шкали відповідають найвищій ступені відповідності форми реального сигналу до ідеальної форми. Таким чином, дослідники і розробники можуть обирати модель генератора відповідно до частотного діапазону та вимог до якості вихідного сигналу. Модель реалізована для генератора типу JDS6600. Основою для вихідних даних стали вимірювання параметрів форми симетричного двох-полярного імпульсного сигналу цифровим осцилографом типу SDS1102CML+.

Ключові слова: нечітка модель, функціональний генератор, цифровий осцилограф.

ВСТУП

Генератори із цифровим синтезом вихідних сигналів заданої форми набули в наш час популярності в лабораторних дослідженнях [1]. Ступінь відповідності форми сигналу до заданих параметрів визначає якість вихідного сигналу генератора. Візуальна оцінка форми може бути виражена в бальній шкалі відповідно до визначених критеріїв. Для побудови такої шкали автори пропонують застосувати нечітке моделювання у середовищі MATLAB (модуль fuzzy toolbox).

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є створення експертної системи на основі нечіткої моделі, яка має оцінювати якість роботи функціонального генератора за аналізом форми вихідного сигналу. В бібліографії джерел наразі можна зустріти лише нечисленні публікації з проблем нечіткого моделювання при обробці кривих [2], що доводить можливість поширення застосування нечітких моделей на електричні сигнали, а також свідчить про новизну предмету дослідження.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження обрано двох-полярний симетричний імпульсний сигнал типу «меандр» від генератора JDS6600. Реєстратором форми сигналів і інструментом вимірювання їх часових та амплітудних параметрів було використано цифровий осцилограф SIGLENT SDS1102CML+ (Digital Storage Oscilloscope), який має два вхідних канали із смугою проникнення 100 МГц і частотою вибірки 1 Г вибірок на секунду [3].

Сигнали від генератора досліджували в частотному діапазоні від 100 кГц до 30 МГц за такими критеріями:

- несиметричність амплітудна;
- несиметричність часова;
- зростання і спад.

Усі три критерії для оцінки якості сигналу мають значення у відсотках.

Амплітудну несиметричність сигналу визначають як відношення суми максимального і мінімального (від'ємного) значень до розмаху амплітуди (peak to peak).

Часову несиметричність визначають як відношення різниці тривалості додатної і від'ємної частини сигналу до його періоду.

Зростання і спад (rise and fall) визначають ступінь відхилення форми від прямокутника до трапеції і є відношенням суми часу зростання і спаду до тривалості додатної частини імпульсу.

На рисунку 1 наведено лабораторний стенд для вимірювання параметрів вихідного сигналу генератора.

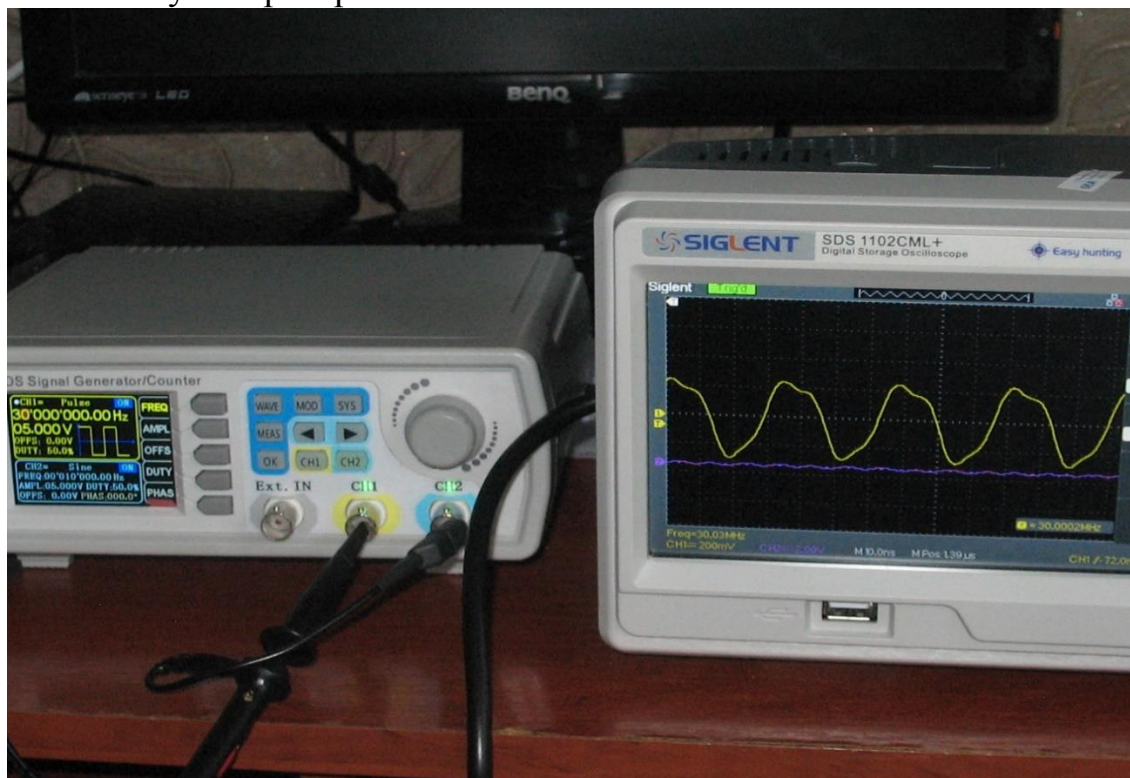


Рисунок 1. Лабораторний стенд: частота сигналу 30 МГц; амплітуда 5 В

Як свідчить зображення на екрані осцилографу (рис. 1), форма сигналу на високих частотах значно відрізняється від еталону, яким певною мірою може бути сигнал із частотою 1 МГц (рис. 2).

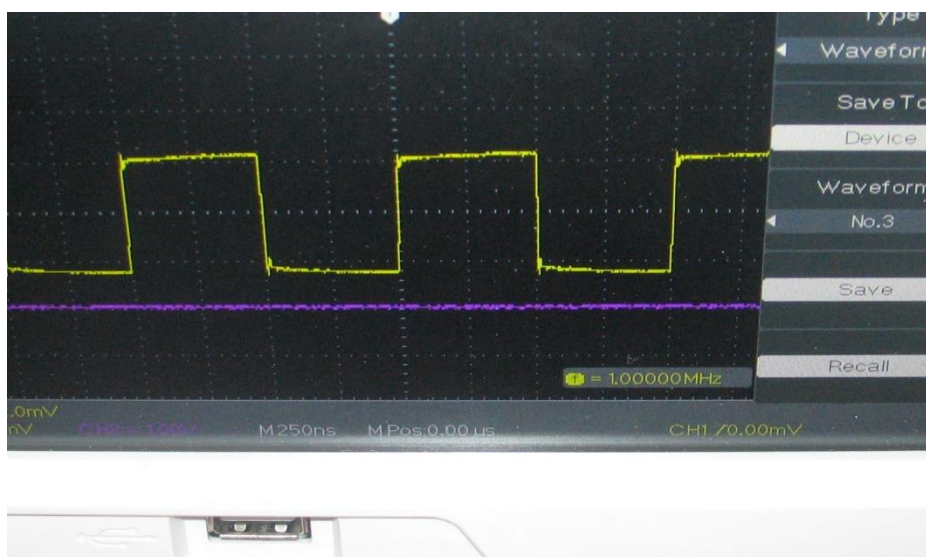


Рисунок 2. Сигнал із частотою 1 МГц

Сигналом із спотвореною формою важко виконувати без збоїв більшість операцій (команд) або бути принаймні сигналом синхронізації. Таким чином, генератор у режимі реальної роботи має звужений частотний діапазон, що на думку авторів, обмежує його використання для задач із високочастотним перетворенням. Якість форми вихідного сигналу має оцінюватись експертною системою.

При створенні нечіткої моделі використано три входи: «Дельта 1», «Дельта 2» і «Дельта 3» для значень амплітудної і часової несиметричності, а також зростання і спаду. Входи мають різні числові діапазони. Вихідна функція output1 має 100-бальну шкалу, в якій 0 балів є найкращою оцінкою, а 100 балів – найгіршою. Модель має 27 правил нечіткої логіки. Тип моделі – Мамдані. Усі питання з розробки нечітких моделей засобами MATLAB, детально розглянуті у численних довідниках, наприклад [4]. Функцію виходу у формі поверхні наведено на рис. 3.

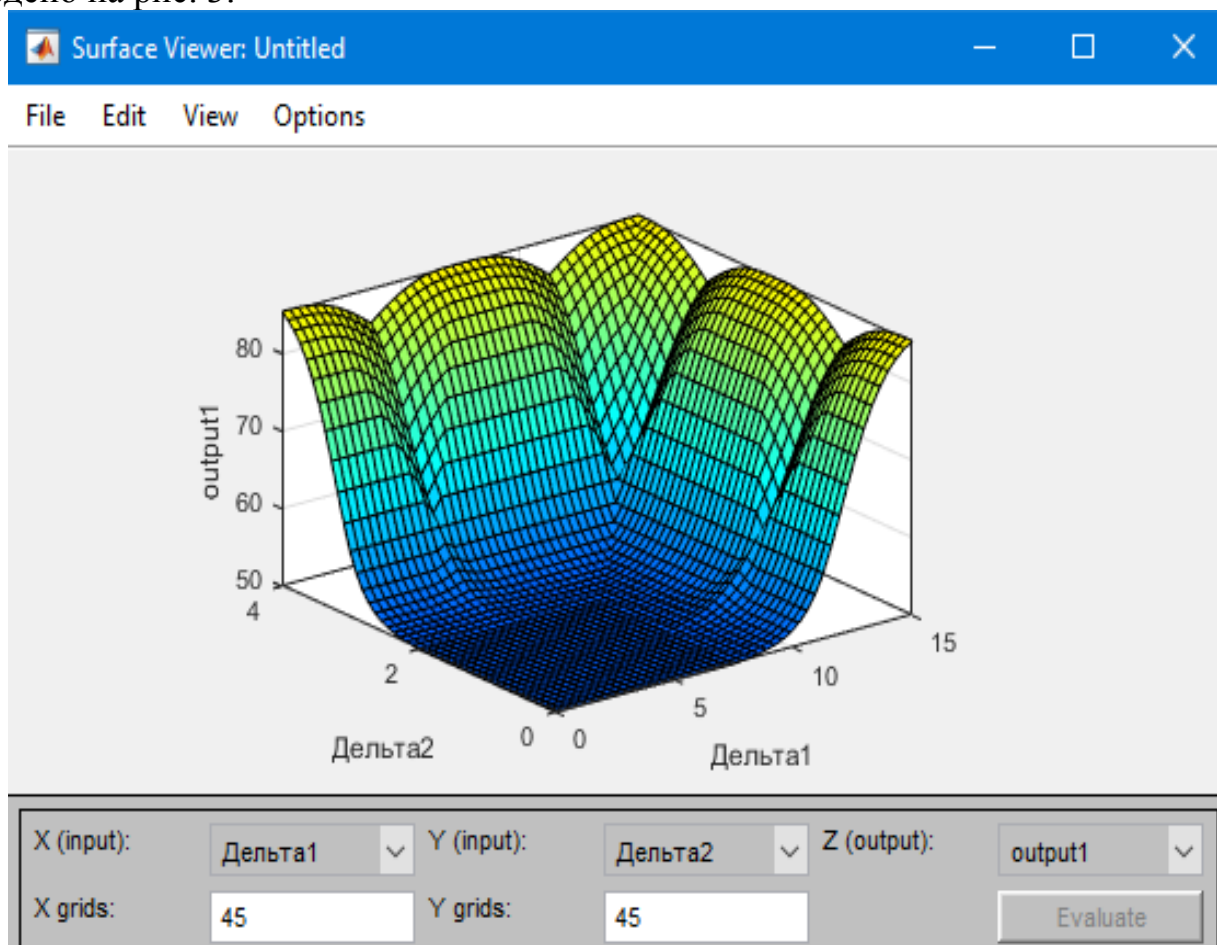


Рисунок 3. Поверхня рішень для функції виходу output1

Для перевірки нечіткої моделі були внесені параметри сигналу для частоти 20 МГц (рис. 4). Оцінка якості форми сигналу склала 84,2 бали і є низькою для генератора.

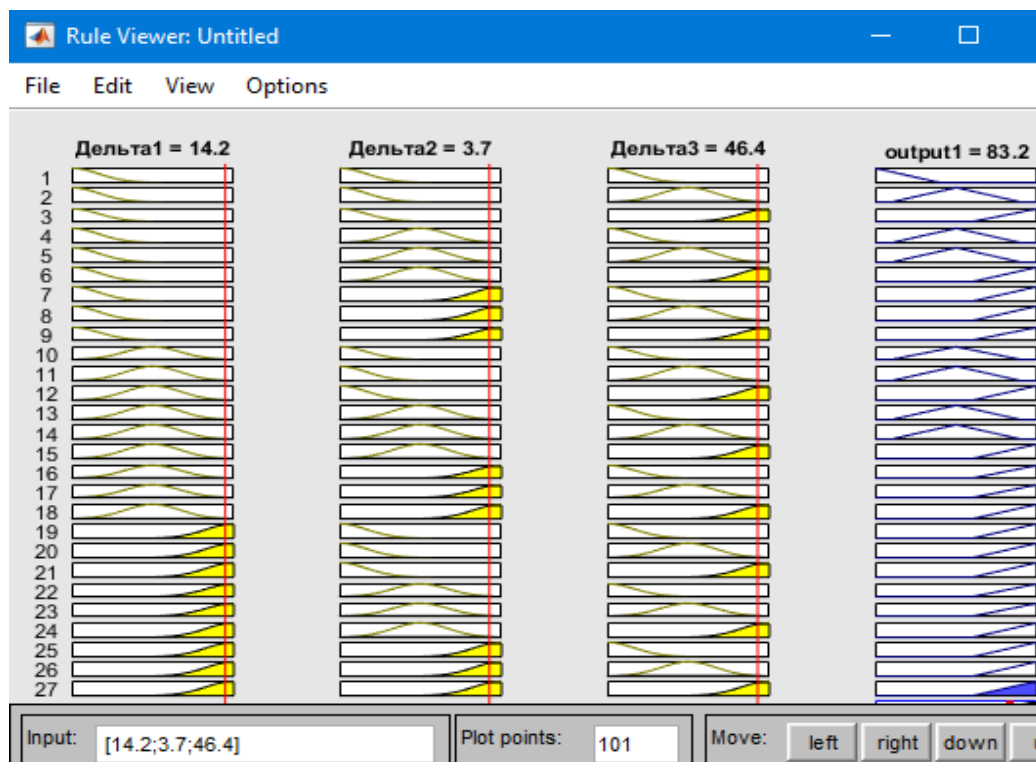


Рисунок 4. Результат оцінювання сигналу на частоті 20 МГц за 100-бальною шкалою

Для частоти 1 МГц система оцінювання якості форми сигналу надала оцінку 47 балів. На частоті 100 кГц оцінка якості дорівнювала 36 балам. При половинних значеннях усіх трьох вхідних «Дельта» оцінка дорівнює 50 балам, що становить рівно половину шкали.

ВИСНОВКИ

Результатом роботи є розробка експертної системи на основі нечіткої моделі для оцінювання якості форми сигналу генератора на прикладі симетричного двох-полярного прямокутного сигналу типу «меандр». Наступні дослідження необхідно провести для аналізу сигналів іншої форми (наприклад, пилкоподібної) для повного частотного діапазону (від 0 до 60 МГц). Практична цінність подібних оцінок – правильне визначення робочого частотного діапазону або оптимальний вибір моделі генератора для обраного частотного діапазону сигналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] JDS6600 Dual-Channel Signal Generator. [Electronic resource] Available: <https://joy-it.net/en/products/RB-JoyPi-Note> [04.06.2022]
- [2] Chandrashekhar M. Damage assessment of structures with uncertainty by using mode-shape curvatures and fuzzy logic. /M. Chandrashekhar M., Ranjan Ganguli // Journal of Sound and Vibration. Vol. 326. – 2009. – Pp. 939-957.
- [3] SDS1000 Series Digital oscilloscope. User Manual. – SIGLENT TECHN. Published. – 2015. – 168 p.
- [4] Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб. :БХВ-Петербург. – 2003. – 736 с.

Наук. керівник – к.т.н., доцент каф. ІВТ, Божко К.М.