



УДК 621.373.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МІКРОКОНТРОЛЕРА

Студ. М.О. Ковальов, гр. МгМВТ-17
Науковий керівник доц. Г.І. Войченко

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета роботи полягає у розробці і дослідженні комп'ютеризованого вимірювального генератора. Вимірювальні генератори широко застосовуються в техніці при налагодженні і перевірці приладів, визначенні характеристик схем, випробування складних систем.

Об'єкт дослідження – комп'ютеризований вимірювальний генератор, його структура, алгоритм роботи вбудованого мікроконтролера.

Предмет дослідження – методи та засоби апроксимації аналогових сигналів цифровими методами.

Методи та засоби дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі використано такі методи дослідження: математичне моделювання теорія апроксимації функцій, оцінка похибок апроксимації функцій, програмування мікроконтролерів; методи мікросхемотехіки.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів полягають в оптимізації точок апроксимації неперервного сигналу ступінчастим квантованим сигналом з рівномірною дискретизацією у часі, в інтерпретації отриманих результатів.

Результати дослідження. Вимірювальні генератори – це засоби вимірювальної техніки, які досить широко використовуються у системах контролю різних об'єктів. Постійно зростають вимоги до характеристик вимірювальних генераторів. Серед них насамперед слід назвати розширення діапазону вихідних сигналів по частоті, підвищення точності та стабільності їх синтезу по рівню, частоті та формі; зменшення часу перехідних процесів; автоматизація керування його режимами; забезпечення інформаційного сполучення із засобами обчислювальної техніки та з системними приладами [4].

Тривалий час вимірювальні генератори будувались на основі аналогової схемотехіки [2] шляхом охоплення електронного підсилювача частотно-залежним позитивним зворотним зв'язком. Основні параметри такого генератора та їх стабільність суттєво залежать від аналогових елементів і часто не задовольняють сучасним вимогам. Тому більшість зарубіжних виробників приладів будують вимірювальні генератори з використанням цифрових технологій [2]. При цьому часто вихідний сигнал такого генератора формується на основі так званого прямого цифрового синтезу. Основним елементом подібного генератора є акумулятор фази, який з частотою задавального генератора змінює вміст регістра поточної фази на невелику величину; цей вміст служить адресою для постійного запам'ятовуючого пристрою, в якому попередньо занесені дискретні відліки необхідного сигналу. В подальшому вони за допомогою спеціального швидкодіючого цифроаналогового перетворювача набувають форми аналогового сигналу. Такий підхід дозволяє реалізувати генератори з небажаними показниками. Наприклад при тактовій частоті 50 МГц, 32-розрядному акумуляторі фази можливе встановлення частоти вихідного сигналу генератора порядку 20 МГц з роздільною здатністю 0,01 Гц.

Разом з тим, вимірювальні генератори з цифровим синтезом мають методичну похибку від квантування і дискретизації. Вона спричинена заміною неперервного

аналогового сигналу ступінчато-змінним сигналом (рис.1). Можливі варіанти цієї апроксимації: а) з фіксованим інтервалом дискретизації у часі; б) з фіксованим кроком квантування за рівнем, або проміжний оптимальний варіант, який забезпечує мінімум коефіцієнта гармонік апроксимованого сигналу [4,5]. В цих джерелах подані результати аналізу залежності цієї похибки від моменту часу переходу від одного рівня апроксимації до іншого.

Разом з тим, залишається нез'ясованим вплив варіанту апроксимації сигналу на середньоквадратичну похибку, спричинену нею. Крім того, у відомих джерелах досліджена залежність коефіцієнта гармонік тільки для синусоїдального сигналу. Але в сучасних вимірювальних генераторах синтезуються сигнали іншої форми: лінійно наростаючі/спадаючі, трикутні, більш складної (довільної) форми. Тому актуальною задачею є оцінка похибки апроксимації (або коефіцієнта гармонік) для сигналів згаданої форми. В даній роботі планується провести таке дослідження.

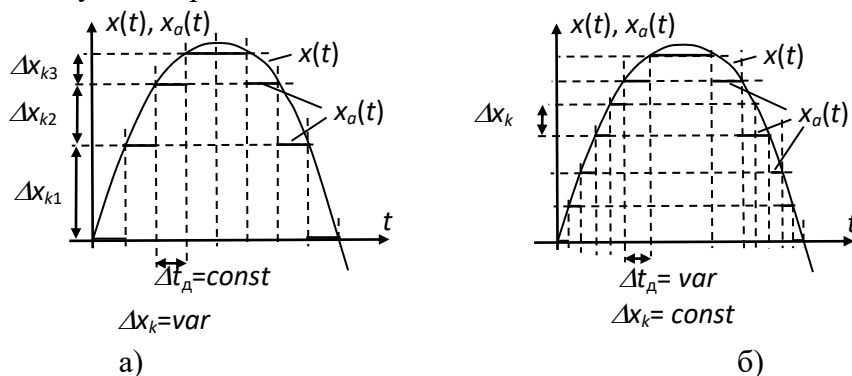


Рисунок 1 – Апроксимація неперервного аналогового сигналу $x(t)$ ступінчато-змінним сигналом $x_a(t)$: а) – з фіксованим інтервалом дискретизації у часі; б) – з фіксованим кроком квантування за рівнем

Висновки. При підготовці роботи досліджена проблема апроксимації неперервного аналогового сигналу різної форми квантова ним ступінчато-змінним сигналом. Виявлений зв'язок між похибкою апроксимації (або коефіцієнтом гармонік) і такими параметрами апроксимованого сигналу, як кількість ступенів квантування, частота дискретизації, вибір моменту переходу цього сигналу від одного ступеня до наступного та інших. Передбачається формування пропозицій щодо вибору цих параметрів при практичному проектуванні вимірювальних генераторів.

Ключові слова: генератор, цифровий синтезатор сигналу, дискретна апроксимація, коефіцієнт гармонік.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 8.314:2008 ГСИ. Генераторы низкочастотные измерительные. Методы и средства поверки. Введ. 25.01.2018.
2. Аналоговые электроизмерительные приборы [Текст]: Учеб. пособие для вузов по спец. «Информ.-измерит. техника» / Е.Г.Бишард, Е.А.Киселева, Г.П.Лебедев и др., - 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1991 – 415 с.
3. Обзор цифровых генераторов сигналов RIGOL DG1022 и DG2041A. Режим доступа: <https://www.rigolna.com/products/waveform-generators/dg1000/>
4. Горлач А.А., Минц М. Я., Чинков, В. М. Цифровая обработка сигналов в измерительной технике [Текст] / А. А. Горлач, М. Я. Минц, В. Н. Чинков. -К. : Техника, 1985.
5. Чинков, В. М. Цифрові вимірювальні прилади [Текст]: навч. посіб. / В.М.Чинков. - Харків : НТУ «ХПІ», 2008. - 508 с.