

## **Теорія та засоби практичного використання потужного ультразвуку**

### **ПРЯМИЙ ЦИФРОВИЙ СИНТЕЗ (DDS) В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИМИ РЕЗОНАНСНИМИ ПРИВОДАМИ**

**Фесіч В.П., інженер**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Ультразвукові технології широко використовуються в багатьох галузях промисловості, в медицині та сільському господарстві. Для їх здійснення на даний час найчастіше застосовуються ультразвукові установки на основі п'єзоелектричних приводів-випромінювачів. Для збудження резонансних приводів-випромінювачів застосовують системи керування на базі ультразвукових генераторів коливань. Щоб максимально вивільнити оператора від постійного керування та нагляду за технологічним обладнанням необхідно застосовувати автоматичні (інтелектуальні) системи керування з використанням цифрової техніки.

Метою даної статті є ознайомлення фахівців з можливостями побудови та перевагами цифрової системи керування ультразвуковими резонансними приводами на основі алгоритму прямого цифрового синтезу (DDS).

Прямий цифровий синтез (DDS) - відносно новий метод синтезу ультразвукових коливань, що з'явився на початку 70-х років минулого століття. DDS унікальний своєю цифровою визначеністю - створюваний ним сигнал синтезується з властивою цифровим системам точністю. Частота, амплітуда і фаза сигналу в будь-який момент часу точно відомі і підконтрольні. DDS практично не схильні до температурного дрейфу та старіння.

Основні переваги DDS:

- висока роздільна здатність за частотою і фазою, керування якими здійснюється в цифровому вигляді;

- екстремально швидкий перехід на іншу частоту (або фазу), перестроювання за частотою без розриву фази, без викидів та інших аномалій, пов'язаних з часом встановлення;

- архітектура, заснована на DDS, завдяки дуже малому кроку перестроювання за частотою виключає необхідність застосування точного підстроювання опорної частоти, а також забезпечує можливість параметричної температурної компенсації;

Для DDS швидкість перестроювання обмежена практично тільки швидкістю цифрового керуючого інтерфейсу. Завдання DDS - отримати на

виході сигнал синусоїдальної (або іншої, заданої форми) із заданою частотою.

Для живлення потужних ультразвукових приводів необхідно створити систему, в якій буде зменшено втрати в силових колах. Для цього силові елементи повинні працювати в ключовому режимі. Це можна здійснити, застосувавши широтно-імпульсну модуляцію (ШІМ) синтезованого DDS сигналу.

Метод прямого цифрового синтезу (DDS) дозволяє отримати ШІМ сигнал керування безпосередньо в цифровому вигляді, що обумовлює високу стабільність його параметрів (частоту та тривалість імпульсів). При цьому забезпечується миттєва зміна частоти вихідної напруги системи живлення (в межах одного періоду) без розриву фази. Стає можливим побудова повністю цифрової системи керування ультразвуковими п'єзоприводами, де сигнал зворотного зв'язку буде відразу оцифровано і може бути оброблено в цифровому вигляді із застосуванням алгоритмів цифрової обробки сигналів (цифрова фільтрація та ін.). Гнучкість та універсальність такої системи – одна з основних її переваг.

Використання ШІМ у вихідних каскадах систем керування ультразвуковими приводами дає змогу жити п'єзопривод напругою синусоїдальної форми. В такому випадку (на відміну від найпоширенішого способу живлення п'єзоприводів прямокутною напругою) можна уникнути дії вищих гармонік струму живлення, енергія яких йде на нагрівання п'єзопривода. Таким чином суттєво збільшується ККД п'єзоприводу, підвищується його довговічність, стабільність його параметрів у часі, поліпшуються шумові характеристики.

#### **Література**

1. Луговський О.Ф. Особливості побудови систем керування ультразвуковими резонансними приводами / О.Ф. Луговський, В.П. Фесіч, А.В. Мовчанюк // Вібрації в техніці і технологіях. - 2009. - №4(56) - Вінниця, ВДАУ. - С. 39-44.
2. Левченко В.В. Пьезоэлектрические приводы / В.В. Лавриненко, И.А. Карташев, В.С. Вишнеvский. – М.: Энергия, 1980.-112 с.