

УДК 621.326.7

О.Дороніна, Г.Лавров, В.Ткаченко, С.Хомич, М.Юрченко
 Національний університет "Львівська політехніка"

ТРИФАЗНИЙ ГЕНЕРАТОР ПОЛІГАРМОНІЧНИХ СТРУМІВ ТА НАПРУГ

© Дороніна О., Лавров Г., Ткаченко В., Хомич С., Юрченко М., 2002

Розглянуто принцип роботи і структуру трифазного цифро-аналогового генератора полігармонічних струмів та напруг, призначеного для регулювання і випробування засобів контролю та вимірювання параметрів електроенергії промислової електромережі. Представлено основні технічні характеристики генератора.

The operation and the structure of the polyharmonic currents and voltages three phase digital/analog generator are discussed. The generator may be used for testing and regulation of the power circuit electric energy parameters controllers and measurers. The generator specifications are given.

Сучасний стан розвитку електроенергетики України характеризується впровадженням на енергооб'єктах багатоканальних багатофункціональних автоматизованих систем телемеханіки контролю та обліку електричної енергії з підвищеною точністю і швидкодією. Випробування, перевірка і атестація таких систем на базі наявного метрологічного забезпечення ускладнені та вимагають великих зусиль і часових витрат. Виходом з цього становища може бути створення сучасних комп'ютеризованих засобів метрологічного забезпечення, які б уможливили часткову або повну автоматизацію процедур випробувань, перевірки і атестації систем контролю енергооб'єктів. Першим кроком в цьому напрямку є створення програмованих генераторів каліброваних сигналів, що імітують вихідні сигнали вимірювальних трансформаторів струму та напруги, які використовуються як первинні давачі інформації для телемеханічних систем.

В НДКІ ЕЛВІТ НУ "Львівська політехніка" створено цифро-аналоговий генератор полігармонічних струмів (три фази) та напруг (три напруги фаза-нуль) з гальванічно ізольованими виходами, призначений для регулювання і випробування засобів контролю та вимірювання електричних величин промислової електромережі в лабораторних умовах та на енергооб'єктах.

Генератор складається з блока генератора, виконаного як прилад настільного типу і адаптера управління, виконаного у вигляді окремої друкованої плати, що працює разом з комп'ютером класу IBM PC Pentium і встановлюється в слот розширення комп'ютера.

Робота генератора ґрунтується на формуванні цифрових кодів миттєвих значень вихідних сигналів у визначеній кількості точок (1900...2048) їх дискретизації за період коливань, перетворенні цих кодів в аналогові сигнали і підсиленні отриманих сигналів. Цифрові коди миттєвих значень вихідних сигналів задаються або постійним запам'ятовуючим пристроєм (ПЗП), розташованим в блоці генератора, або оперативним запам'ятовуючим пристроєм (ОЗП) на платі адаптера керування після обчислення комп'ютером. Цифро-аналогове перетворення виконується за допомогою 12-розрядних перемножуючих цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП), підсилення – за допомогою вихідних трансформаторних каскадів. Для підвищення точності представлення вихідних

сигналів у генераторі передбачено змінювання опорної напруги для ЦАП залежно від амплітуди сигналів, що задаються. Для підвищення точності встановлення і стабільності вихідних струмів і напруг введено зворотний зв'язок з аналого-цифровим перетворенням вихідних сигналів, що забезпечує можливість періодичної корекції кодів в ОЗП з врахуванням як інструментальної похибки генератора, так і впливу зовнішнього навантаження.

Блок генератора призначений для:

- власне формування трифазної системи вихідних напруг та струмів;
- формування вхідних сигналів для аналого-цифрового перетворювача (АЦП) кола зворотного зв'язку.

Передбачено два режими роботи блока генератора:

- автономний – з можливістю ручного регулювання амплітуд вихідних сигналів при незмінних формі (синусоїдальній без гармонічних спотворень), частоті коливань (50Гц) і кутовому зсуві (0°) між напругами і струмами у фазах;
- з управлінням від комп'ютера через адаптер керування – з можливістю задавання діючих значень вихідних струмів та напруг, частоти коливань, складу і процентного вмісту гармонік, кутового зсуву між напругами і струмами у фазах.

Блок генератора містить:

- ПЗП масиву миттєвих значень синусоїди за період коливань, яке задає вихідні напруги та струми при номінальному значенні їх амплітуд;
- формувач стробів управління для ЦАП;
- адресний лічильник, який визначає послідовності видачі кодів миттєвих значень струмів та напруг з ПЗП та стробів управління з формувача стробів до входів ЦАП;
- мультиплексори, які вибирають залежно від режиму роботи блока генератора подачу стробів управління та кодів миттєвих значень сигналів з виходів формувача стробів та ПЗП або шин управління та даних адаптера керування;
- двоканальні ЦАП фаз А, В, С, які перетворюють поточні миттєві значення кодів з виходів ПЗП (ОЗП) у пропорційні їм напруги;
- джерело опорних напруг ЦАП фаз із змінними коефіцієнтами передачі опорної напруги для каналів ЦАП, що забезпечується введенням додаткового шестиканального ЦАП опори;
- вихідні трансформаторні каскади, які виконують підсилення напруг з виходів ЦАП з одночасним перетворенням напруг, що задають вихідні струми, у струми;
- трансформаторну схему узгодження, яка перетворює вихідні напруги та струми у пропорційні їм нормовані напруги для подачі до входу АЦП зворотного зв'язку.

Адаптер керування генератором виконує:

- прийом і фіксацію масивів кодів миттєвих значень вихідних сигналів, що обчислюються комп'ютером, та їх періодичну передачу через шину даних до входів ЦАП фаз блока генератора;
- перетворення визначеної кількості (1900...2048) вибірок миттєвих значень напруг, пропорційних до вихідних сигналів генератора, за період коливань у цифрові коди і їх передачу до РС для порівняння параметрів вихідних сигналів генератора із заданими параметрами і корекції останніх за результатами порівняння.

Адаптер управління складається з:

- дешифратора адреси, який уможливує обмін даними між комп'ютером та адаптером управління за наявності збігу адреси звернення комп'ютера з адресою адаптера;
- оперативного запам'ятовуючого пристрою, куди заносяться і де зберігаються масиви кодів миттєвих значень, що задають вихідні сигнали генератора, обчислені комп'ютером;
- формувача стробів управління, який визначає порядок передачі інформації з ОЗП до ЦАП фаз;

- адресного лічильника із змінним залежно від заданої частоти коливань вихідних сигналів коефіцієнтом перерахунку, який керує роботою ОЗП та формувача стробів управління;
- схеми управління джерелом опорних напруг, яка встановлює коефіцієнти передачі опори для ЦАП фаз;
- АЦП кола зворотного зв'язку зі схемою управління, який виконує послідовне аналого-цифрове перетворення вибірок миттєвих значень нормованих напруг, пропорційних до вихідних сигналів генератора.

У режимі роботи блока генератора з управлінням від комп'ютера параметри вихідних сигналів генератора задаються за допомогою миші та клавіатури комп'ютера. Програма роботи генератора складена так, що при її запуску на екрані монітора комп'ютера відкривається вікно із списком меню фаз і частоти, діаграмами і таблицею параметрів вихідних сигналів, що задаються за допомогою діалогових вікон підменю напруг та струмів. Обчислюються та встановлюються криві напруг та струмів за заданими параметрами за час, що не перевищує 10 секунд. Кожні п'ять хвилин за даними з кола зворотного зв'язку обчислюються реальні параметри вихідних сигналів і за результатами їх порівняння з заданими останні коректуються.

Основні технічні характеристики генератора:

- параметри вихідних напруги та струму:

діапазон діючого значення	– 0В...150В – напруги, 0,0А...6,0А – струму;
вихідна потужність каналу	– 10ВА;
дискретність встановлення	– 0,1В – напруги, 0,001А – струму;
похибка встановлення	– не більше ніж $\pm 0,2\%$;
нестабільність	– не більше ніж 0,1% на годину;
склад гармонік	– від 1-ї до 30-ї з процентним вмістом будь-якої з гармонік в сигналі від 0 до 100 %;
- параметри частоти коливань (по першій гармоніці):

діапазон	– 48Гц...52Гц;
дискретність встановлення	– 0,1Гц;
похибка встановлення	– не більше ніж $\pm 0,02\%$;
нестабільність	– не більше ніж 0.001% на годину.
- параметри кутового зсуву між напругою та струмом у фазі:

діапазон	– $-180^\circ \dots +180^\circ$;
дискретність встановлення	– 0,1°;
похибка встановлення	– не більше за $\pm 0,1^\circ$;
нестабільність	– не більше ніж 0.01° на годину.
- потужність споживання – не перевищує 150ВА.

Застосування генератора з керуванням від комп'ютера в системах повірки (атестації) телекомплексів контролю енергооб'єктів дає змогу значно спростити процедури повірки (атестації) телекомплексів через надання можливості їх виконання за методом каліброваних сигналів (без використання зразкових вимірювальних приладів) і автоматизації процедур генерації та подання випробувальних сигналів на засіб, що повіряється чи атестується.