

**СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИСТРОЇВ СИНХРОНІЗАЦІЇ**

к.т.н. В.Г. Рикун, к.т.н. М.Б. Старостенко, В.М. Щека  
(подав д.т.н., проф. Б.Т. Кононов)

*У статті викладені рекомендації з вимірювальної частини стенда для досліджень пристроїв синхронізації.*

**Вступ.** Постійне збільшення в системах електропостачання електроприймачів першої категорії і жорсткість вимог до якості електроенергії є основними причинами відмовлення від такого методу включення генераторів на паралельну роботу як самосинхронізація. При включенні генераторів на паралельну роботу способом точної синхронізації в системі електропостачання виникають збурення, викликані можливими відхиленнями початкових параметрів синхронізації від припустимих значень. Разом з тим, відмовлення від ідеальних умов синхронізації відкриває великі можливості для прискорення цього процесу. Звичайно, що в подібній ситуації поряд з теоретичними дослідженнями велике значення набуває накопичення експериментальних даних. Важливим джерелом таких даних є результати натурних досліджень процесу синхронізації.

**Існуюча методика досліджень** процесу синхронізації [1 – 3] припускає, як правило, визначення початкових умов синхронізації і параметрів викликаного нею перехідного процесу. При всій своїй наочності і простоті методики, яка застосовується при цьому, засновані на осцилографуванні перехідного процесу, мають і серйозні недоліки. Головний з них полягає в тому, що використовуючи напругу биття  $u_s(t)$ , практично неможливо визначити з необхідною точністю миттєве значення частоти ковзання  $f_s$ . Невисокою, особливо у випадку амплітуд синхронізуємих напруг, виявляється також і точність визначення кута  $\delta$  між синхронізуємими напругами. Помилки у визначенні величин  $f_s$  і  $\delta$  істотно зростають при наявності прискорення ковзання  $\epsilon_s$ , коли огинаюча напруги биттів відхиляється від синусоїди.

**Мета статті.** Для проведення натурних досліджень процесу синхронізації необхідно мати можливість одержання двох синусоїдальних напруг з частотою, що змінюється. Таким чином, в процесі випробувань необхідно забезпечити можливість проведення вимірів, що дозволяють дати об'єктивну оцінку роботи синхронізатора, тобто мати вимірювальну

частину стенда для проведення випробувань.

**Оцінка результатів** проведеного аналізу матеріалів, викладених у [1 – 4], у цілому показує, що вимірювальну частину стенда по дослідженню синхронізаторів бажано виконувати відповідно до схеми вимірювальної апаратури стенду, наведеної у [4]. Доцільно всі реєструючі прилади вивести на цифродрукуючий пристрій, що дозволить істотно скоротити час, який затрачується на обробку результатів досліджень.

Формувач імпульсної послідовності (ФІП) на цій схемі забезпечує вимір кута між синхронізуємими напружками. Його схема наведена на рис. 1, а часові діаграми роботи наведені на рис. 2. Формувач імпульсної послідовності містить у собі два формувача імпульсів Ф1 і Ф2 та тригер Т з керуванням по роздільних входах. Формувачі Ф1 і Ф2 перетворюють синусоїдальні напруги мережі  $u_c(t)$  і генератора  $u_r(t)$  на послідовності коротких імпульсів, фаза яких жорстко прив'язана до вхідних синусоїд.

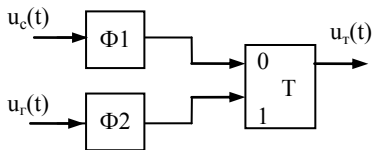


Рис. 1. Схема формувача імпульсної послідовності

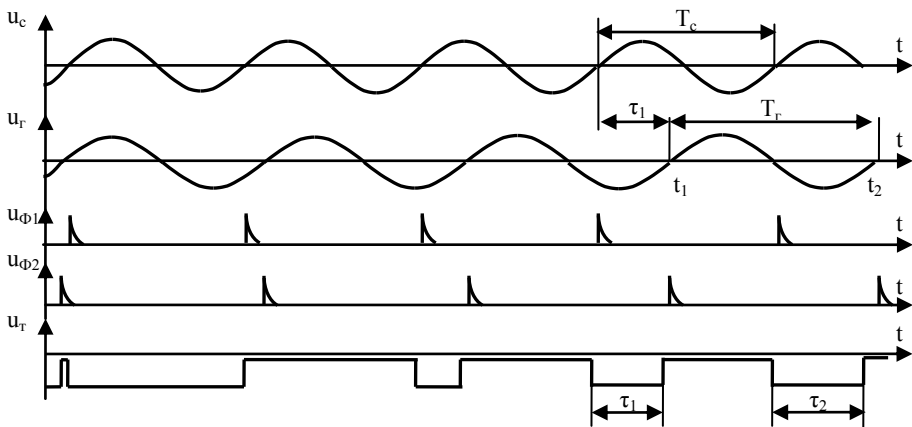


Рис. 2. Часові діаграми роботи формувача імпульсної послідовності

На виході тригера Т утворюється імпульсна послідовність  $u_r(t)$  прямокутних імпульсів змінної тривалості, у якій міститься інформація про кут  $\delta$ . На момент часу  $t_1$  (рис. 3) факт розбіжності за фазою напруг  $u_c(t)$  і  $u_r(t)$  виявляється в тому, що між нульовими точками синусоїд цих напруг мається часовий інтервал  $\tau_1$ , якому на виході тригера Т відповідає негативний імпульс такої ж тривалості. Характер зміни тривалості цього імпульсу залежить від знака ковзання: при  $f_c \geq f_r$  трива-

лість імпульсу збільшується, при  $f_c \leq f_r$  вона зменшується. Кут  $\delta$  являє собою, власне кажучи, той шлях, що повинен подолати більш "швидкий" вектор у погоні за більш "повільним" до моменту їхнього збігу. Для моменту часу  $t_1$  і при  $f_c \geq f_r$  таким шляхом є кут

$$\delta_1 = 360 \cdot (T_c - \tau_1) / T_c. \quad (1)$$

На момент часу  $t_2$  кут зсуву фаз  $\delta$  між напругами  $u_c(t)$  і  $u_r(t)$  дорівнює

$$\delta_2 = 360 \cdot (T_c - \tau_2) / T_c. \quad (2)$$

У випадку, якщо частота мережі менше частоти генератора  $f_c \leq f_r$ , величина кута  $\delta$  на момент часу, який відповідає задньому фронту негативного імпульсу тривалістю  $\tau$ , визначається таким чином

$$\delta = 360 \cdot \tau / T_r. \quad (3)$$

У формулах (1 – 3) вираз в знаменнику являє собою інтервали часу між передніми фронтами сусідніх негативних імпульсів на виході тригера Т.

Таким чином, при розшифровці осцилограм  $u_r(t)$  відлік кута  $\delta$  повинен здійснюватися по задньому фронту негативних імпульсів, а для визначення величини кута  $\delta$  варто використовувати співвідношення (1), якщо тривалість імпульсів з часом зростає, і співвідношення (3), якщо тривалість імпульсів зменшується.

**Висновок.** Запропоновані технічні рішення дозволяють об'єктивно оцінити досконалість синхронізаторів і досліджувати перехідні режими роботи системи електропостачання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Самойленко Б.Ф., Кононов Б.Т. и др. Системы управления электроснабжением и электроприводом. – М.: МО СССР, 1990. – 441 с.
2. Цимберов Л.Д. и др. Стенд для наладки автосинхронизаторов // Электрические станции. – 1973. – № 10. – С. 85 – 86.
3. Рохленко И.З., Лозе А.Б. Устройство для проверки автосинхронизаторов // Электрические станции. – 1975. – № 4. – С. 80 – 86.
4. Малыш А.Н. Пути совершенствования натуральных испытаний синхронизаторов // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 3. – С. 124 – 133.

Надійшла 13.04.2004

**РИКУН Володимир Георгійович**, к.т.н., доцент, доцент кафедри ХВУ. Закінчив ХВВКІУ у 1985 році. Область наукових інтересів – електропостачання, установки гарантованого живлення.

**СТАРОСТЕНКО Михайло Борисович**, к.т.н., ст. викладач кафедри ХВУ. Закінчив ХВУ у 1996 році. Область наукових інтересів – електропостачання, установки гарантованого живлення.

**ЩЕКА Володимир Миколайович**, начальник лабораторії ІОЦ. Закінчив ХВВКІУ у 1982 році. Область наукових інтересів – електропостачання.