

УДК 621.316.729(088.8)

А.Е. Погорелко

Харківський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОПЕРЕЖЕНИЯ СИНХРОНИЗАТОРА

В статье описывается устройство для измерения времени опережения синхронизатора.

Ключевые слова: синхронизация, измерение времени, устройство ввода, формирователь импульсов, синхронизирующее напряжение, схемы совпадения.

Введение

Постановка научно-технической задачи. Известно устройство для измерения времени опережения синхронизатора, содержащее измеритель времени, формирователи импульсов, триггер и усилитель низкой частоты. В этом устройстве измеряется время от момента замыкания контактов синхронизатора до момента совпадения по фазе импульсных последовательностей, поступающих с выходов формирователей [1]. При испытании устройств синхронизации, как правило, необходимо определить диапазон начальных параметров синхронизации, таких как неодинаковость амплитуд синхронизируемых напряжений, ΔU угловую частоту скольжения ω и угол включения, δ , то есть параметров, при которых срабатывает синхронизатор. Одновременно необходимо определить, какие возмущения возникают в системе электроснабжения в процессе синхронизации, то есть возможные броски токов и провалы напряжения, сопровождающие процесс включения генераторов на параллельную работу. Кроме того, в зависимости от способа подачи команды на выключение выключателя генератора необходимо определить величину угла между синхронизируемыми напряжениями, подачи команды и время опережения синхронизатора и сравнить полученные значения параметров синхронизации с расчетными значениями. Решение перечисленных задач позволяет осуществить процесс синхронизации без возмещений, а тем самым обеспечить безаварийную работу, как источников, так и потребителей энергии. Организация процесса проведения испытаний устройств синхронизации связан с поиском начальных параметров как собственно устройства синхронизации, так и параметров системы электроснабжения и представляет собой актуальную научно-техническую задачу, особенно важную и значимую для систем электроснабжения, в которых используются источники энергии различных типов и в которых предполагается их параллельная работа.

Анализ литературы. Недостатком данного устройства является то, что в нем момент совпадения фаз может быть зафиксирован только в нуле синусоид. При этом время, измеряемое устройством, может отличаться от времени опережения на величину,

кратную периоду биений. В [2] описывается устройство, с помощью которого достигается однозначность измерения опережения времени. В состав устройства входят формирователи импульсов с входами для подключения на напряжение сети и генератора, схемы совпадения, триггеры, выходы которых подключены ко входам выходной системы совпадения, выход которой связан с входом «Стоп» схемы измерения времени, вход «Пуск» которой присоединён к выходу синхронизатора. Устройство содержит, кроме того, одновибраторы и дополнительные триггеры. Недостаток устройства – его сложность.

Цель статьи – описание принципа функционирования разработанного устройства для измерения времени опережения синхронизации в устройстве синхронизатора (рис. 1). Для этого предлагается ввести формирователи импульсов с входами для подключения на напряжения сети и генератора, схемы совпадения, триггеры, выходы которых подключены ко входам выходной схемы совпадения, выход которой связан с входом «Стоп» схемы измерения времени, вход «Пуск» которой присоединён к выходу синхронизатора, в качестве формирователя прямоугольных импульсов, а устройство снабжено дифференцирующими блоками, собирательной схемой и генератором импульсов, причем выходы первого и второго формирователей прямоугольных импульсов подключены соответственно ко входам первого и второго дифференцирующих блоков и к первому входу соответственно первой и второй схем совпадения, входы схем соединения подключены к единичным входам соответствующих триггеров, к нулевым входам которых подключен выход генератора импульсов, а вход генератора импульсов через собирательную схему подключен к выходам первой и второй схем соединения.

Основной материал

Напряжение сети и напряжение генератора подаются на входы формирователей импульсов (рис. 1). С выходов формирователей сигналы импульсные последовательности подаются на первые входы промежуточных схем совпадения 5 и 6 и на входы дифференцирующих блоков. На другие входы промежуточных схем совпадения 5, 6 поступают сигналы с выходов соседних дифференцирующих блоков.

Выходы промежуточных схем совпадения присоединены к единичным входам триггеров 7 и 8, а через собирательную схему 11 ко входу генератора импульсов 12. Выход генератора импульсов 13 присоединён к нулевым входам триггеров 7 и 8, выходы которых через выходную схему совпадения 9 подключены к входу «Стоп» схемы измерения времени 10, вход «Пуск» которой присоединён к выходу синхронизатора 13.

Напряжения сети U_c и генератора U_r (рис. 2) в формирователях импульсов 1 и 2 преобразуются в последовательности прямоугольных импульсов постоянной длительности τ , жестко привязанных к началу периода соответствующих синусоид.

Прямоугольные импульсы с выхода формирователей поступают один из входов промежуточных схемы совпадения 5 (6) и через дифференцирующие блоки 3(4) перекрестно подаются на другие входы промежуточных схем совпадения. Если частота сети меньше, чем частота генератора, величина текущего угла ϕ между напряжением U_c и U_r постепенно уменьшается, приближаясь к нулю.

После момента совпадения фаз синхронизируемых напряжений величина текущего угла скачком изменяет свое значение с 0° до 360° и начинает уменьшаться. При этом в момент времени, предшествующий совпадению фаз синхронизируемых напряжений, имеются сигналы на обоих входах промежуточной схемы совпадения 6, а в момент времени, непосредственно следующий за совпадением фаз, имеются сигналы на обоих входах промежуточной схемы совпадения 5. В случае, если частота сети больше частоты генератора, очередность срабатывания промежуточных схем совпадения меняется.

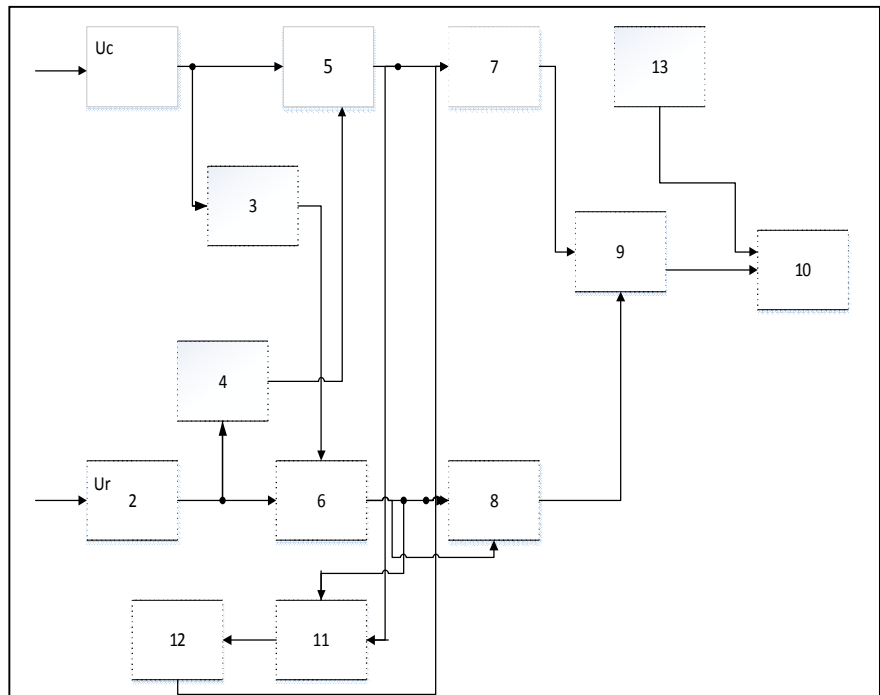


Рис. 1. Формирователь импульсов

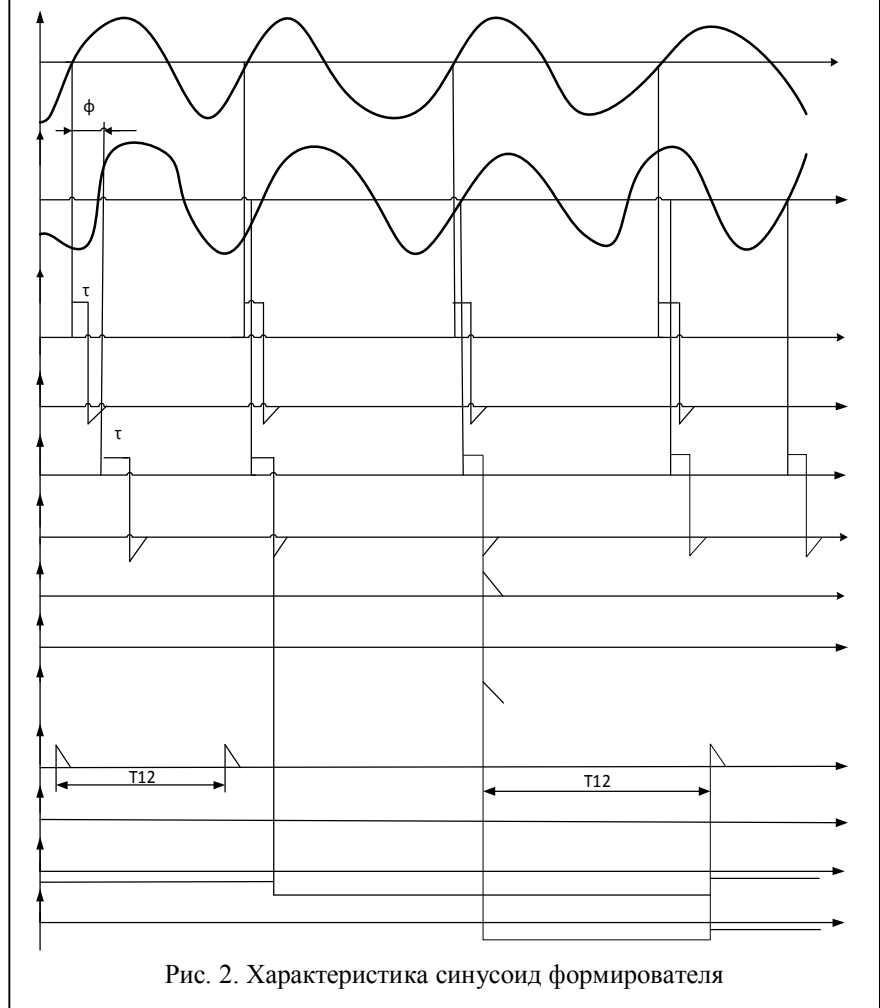


Рис. 2. Характеристика синусоид формирователя

Сигналы с выходов промежуточных схем совпадения 5 и 6 через собирательную схему 11 поступают на вход генератора импульсов 12 и запирают

его, переводя в режим «молчания» и прекращая тем самым подачу сигналов на нулевые входы триггеров 7 и 8. Период T_{12} следования импульсов генератора импульсов 12 выбран с таким расчетом, чтобы во всем диапазоне возможных частот скольжения он был больше периода следования импульсов с выхода собирательной схемы 11. Тем самым обеспечивается прохождение сигналов через триггеры 7 и 8, на выходную схему совпадения 9. Передний фронт сигнала на выходе схемы совпадения 9 используется для остановки схемы измерения времени 10, запуск которой осуществляется в момент срабатывания синхронизатора 13. Таким образом, схема измерения времени работает от момента включения синхронизатора до момента совпадения фаз синхронизируемых напряжений, измеряет время опережения, обеспечиваемо синхронизатором.

Сбрасывание триггеров 7 и 8 в исходное состояние осуществляется генератором импульсов 12, который запускается после исчезновения импульсов на выходе собирательной схемы 11 и по истечении времени подает импульсы на нулевые входы триггеров.

Схемная реализация предлагаемого устройства может быть выполнена на типовых элементах дискретной техники.

Вывод

Упрощение схемного решения устройства обеспечивает снижение стоимости устройства для измерения времени опережения синхронизатора при его серийном производстве, а также упрощение его эксплуатацию.

Список литературы

1. Григоров Н.И. Устройство однозначного измерения опережения времени / Н.И. Григоров, Б.Т. Кононов, А.Е. Церковный // *Электрические станции*. – 1975. – № 4. – С. 80-81.
2. Авторское свидетельство СССР № 127729, кл. Н1 3/40, 1959.

Поступила в редколлегию 22.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ ВИПЕРЕДЖЕННЯ СИНХРОНІЗАТОРА

А.Є. Погорелко

У статті описується пристрій для вимірювання часу випередження синхронізатора.

Ключові слова: синхронізація, вимірювання часу, пристрій введення, формувач імпульсів, синхронізуюча напруга, схеми збігу.

MEASURING OF TIME OF PASSING OF SYNCHRONIZER

A.E. Pogorelko

A device for measuring of time of passing of synchronizer is described in the article.

Keywords: synchronization, measuring of time, input unit, формирователь of impulses, synchronizing tension, charts of coincidence.