

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 621.314

ИНТЕГРИРУЮЩАЯ ИНТЕРВАЛО-КODOВАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ РЕВЕРСИВНЫХ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Л.И. Цытович, А.В. Качалов
г. Челябинск, ЮУрГУ

INTEGRATING INTERVAL-CODE SYNCHRONIZATION OF THE REVERSING THYRISTOR CONVERTORS

L.I. Tsitovich, A.V. Kachalov
Chelyabinsk, SUSU

Рассматриваются принципы построения адаптивных к нестабильности напряжения сети каналов синхронизации реверсивного тиристорного преобразователя, выполненных на основе интервало-кодowego алгоритма обработки данных с выходов интегрирующих развертывающих преобразователей, синхронизированных с напряжением сети. Приведены структуры устройств синхронизации на основе трехразрядного двоичного счетчика и программируемой логической матрицы, а также временные диаграммы сигналов.

Ключевые слова: тиристорный преобразователь, адаптивная синхронизация, помехи сетевого напряжения, компаратор.

The principles of the adaptive to the line voltage instability synchronization channels of the reverse thyristor converters made on the basis of interval-code processing algorithm of the integrating scanning converters outputs which are synchronized with the line voltage are considered. The structures of the synchronizing devices on the basis of three-digit binary counter and programmable logic matrix as well as waveform diagrams are given.

Keywords: thiristor-based converter, adaptive synchronization, power source noises, comparator.

Применение методов интегрирующего развертывающего преобразования для синхронизации систем импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорными преобразователями (ТП) является одним из наиболее эффективных способов повышения их помехоустойчивости, статической и динамической точности [1,2].

В большинстве случаев основу развертывающих систем составляет базовая структура интегрирующего развертывающего преобразователя (РП), включающая в себя сумматор Σ , интегратор (И) и релейный элемент (РЭ) с симметричной относительно «нуля» петлей гистерезиса (рис. 1, а), выходной сигнал которого меняется дискретно в пределах $\pm A$. Инвертор (Ин) предназначен для преобразования биполярных выходных импульсов РЭ в однополярные для последующей стыковки РП с элементами цифровой электроники.

РП представляет собой автоколебательную систему с частотно-широотно-импульсной модуляцией и знакопеременной обратной связью. При воздействии на вход гармонического сигнала

$X_C(t) = A_C \cdot \sin \omega t$ с кратностью $(\bar{A}_C = |A_C / A|) \geq 2,0$ РП переходит в режим широтно-импульсной модуляции с частотой сигнала синхронизации $X_C(t)$ [3]. При равенстве частоты собственных автоколебаний РП и частоты сигнала $X_C(t)$ между входным и выходным сигналами РП устанавливается фазовый сдвиг - 90 эл. град.

При этом в диапазоне частот входных воздействий $f_{BX} \leq 0,5 \cdot (f_C = 1/T_C)$ РП имеет свойства близкие к апериодическому фильтру первого порядка с постоянной времени $T_{\Sigma} \approx \pi T_C \bar{A}_C / 16$, автоматически перестраиваемой в функции параметров синхронизирующего воздействия (напряжения сети), что делает данный класс РП весьма эффективным при построении устройств синхронизации (УС) СИФУ ТП, в частности, интервало-кодowego типа (рис. 1, б).

В рассматриваемом устройстве синхронизации каналы УС-А, УС-В, УС-С выполнены на основе РП (см. рис. 1, а), который сдвигает свой

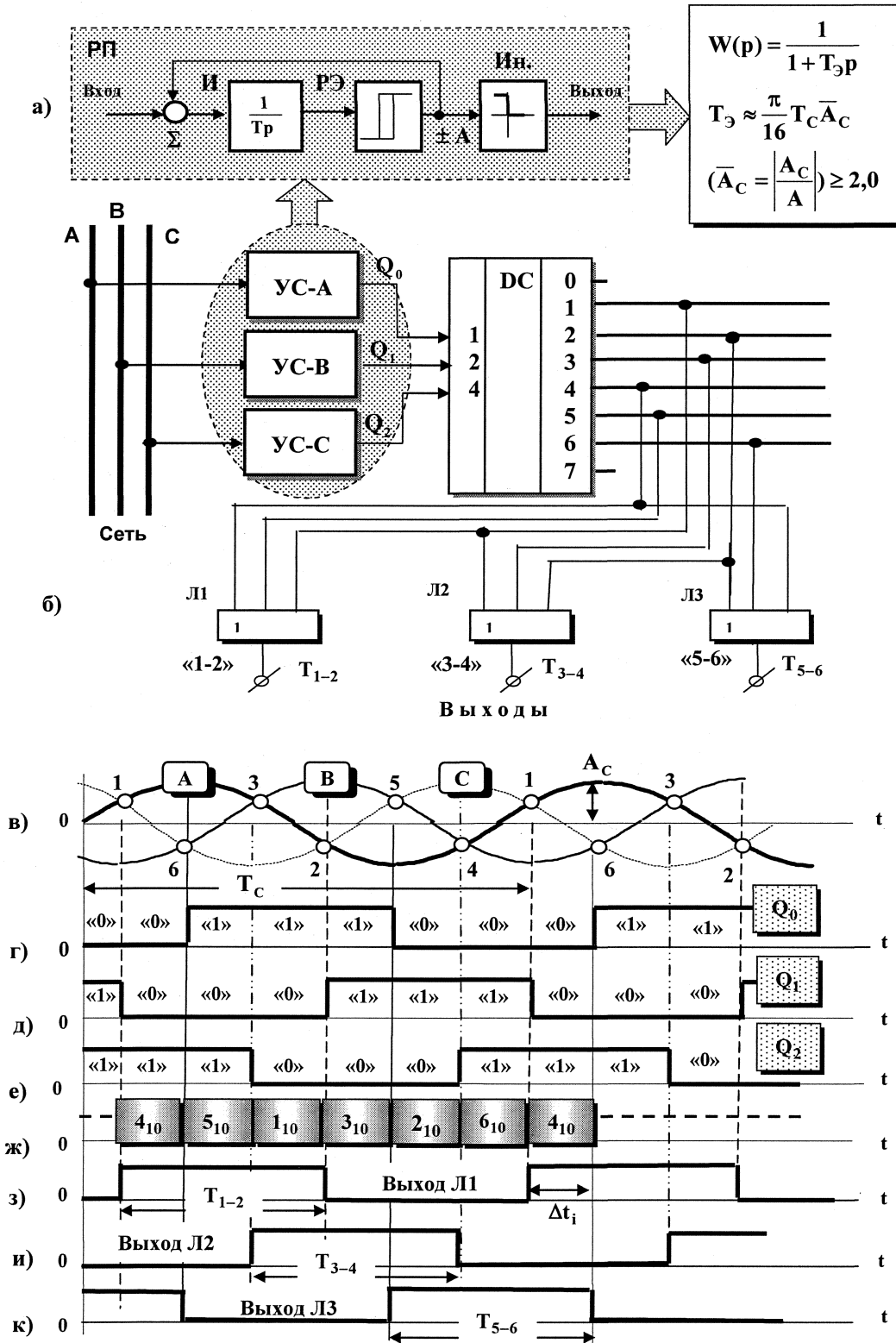


Рис. 1. Структурные схемы РП (а), интервало-кодового двоичного устройства синхронизации (б) и временные диаграммы его сигналов (б – к)

выходной логический сигнал («0» или «1») на – 90 эл. град относительно соответствующей фазы А, В, С напряжения сети (рис. 1, в–е).

Здесь выходному сигналу УС-А присваивается значение Q_0 младшего разряда, а выходу УС-С – значение Q_2 старшего разряда двоичного кода.

В результате на каждом из интервалов в 60 эл. град формируется своя трехразрядная двоичная последовательность, десятичное значение которой показано на рис. 1, ж. Так, интервалу коммутации T_{1-2} (см. рис. 1, в, «1–2») соответствуют числа «4–5–1», интервалу T_{3-4} («3–4») – числа «1–3–2», а

интервалу T_{5-6} («5-6») последовательность чисел «2-6-4». Затем с помощью трехразрядного двоичного дешифратора и логических элементов Л1 - Л3 функции «ЗИЛИ» для каждого из перечисленных интервалов коммутации формируется сигнал синхронизации (рис. 1, з-к).

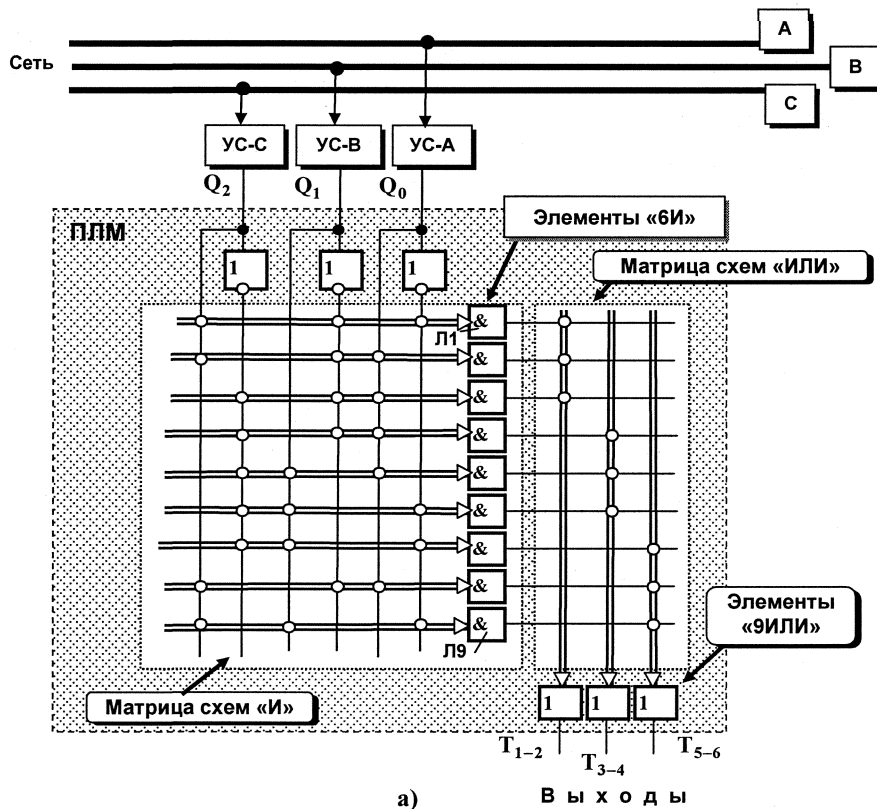
Таким образом, несмотря на начальный фазовый сдвиг - 90 эл. град, который формирует РП в режиме внешней синхронизации, интерваловый алгоритм обеспечивает получение сигнала с требуемой длительностью, соответствующей заданному интервалу синхронизации ТП.

Аналогичный алгоритм обработки сигналов с выходов УС-А, УС-В, УС-С (рис. 2, а) может быть

получен с помощью программируемых логических матриц (ПЛМ), входящих в состав микроконтроллеров.

В этом случае на каждом из интервалов синхронизации T_{1-2} , T_{3-4} , T_{5-6} для участков $\Delta t_i = 60$ эл. град (см. рис. 1, в-к) составляется система уравнений

$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_3 \cdot \bar{Q}_0 \cdot \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_3 \\ \Delta t_2 &= Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_3 \cdot \bar{Q}_0 \cdot \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_3 \\ \Delta t_3 &= Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_3 \cdot \bar{Q}_0 \cdot \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_3 \\ T_{1-2} &= T_{3-4} = T_{5-6} = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3, \end{aligned}$$



а) Выходы

Логический элемент	Произведение						Сумма		
	Q_2	Q_1	Q_0	\bar{Q}_2	\bar{Q}_1	\bar{Q}_0	T_{1-2}	T_{3-4}	T_{5-6}
Интервал синхронизации T_{1-2}									
Л1	1	0	0	0	1	1	1	-	-
Л2	1	0	1	0	1	0	1	-	-
Л3	0	0	1	1	1	0	1	-	-
Интервал синхронизации T_{3-4}									
Л4	0	0	1	1	1	0	-	1	-
Л5	0	1	1	1	0	0	-	1	-
Л6	0	1	0	1	0	1	-	1	-
Интервал синхронизации T_{5-6}									
Л7	0	1	0	1	0	1	-	-	1
Л8	1	0	1	0	1	0	-	-	1
Л9	1	1	0	0	0	1	-	-	1

б)

Рис. 2. Интегрирующее устройство синхронизации на основе программируемой логической матрицы (а) и ее кодовая таблица (б)

на основании которой заполняется кодовая таблица ПЛМ (рис. 2, б).

Входы логических элементов Л1-Л9 матрицы схем «И» (см. рис. 2, а) подключаются к тем «вертикальным» шинам, которым в кодовой таблице соответствует символ «1».

С помощью матрицы схем «ИЛИ» (см. рис. 2, а) формируется результирующий выходной сигнал для соответствующего интервала синхронизации T_{1-2} , T_{3-4} , T_{5-6} .

Рассмотренные УС полностью адаптируются к колебаниям напряжения сети благодаря наличию в РП цепи обратной связи и интегратора в прямом канале регулирования, а также имеют высокую помехоустойчивость, что делает их применение

особенно эффективным в ТП, работающих с сетью ограниченной мощности.

Литература

1. Цытович, Л. И. Развертывающие преобразователи для систем управления вентильными электроприводами и технологической автоматикой: дис. ... д-ра техн. наук / Л.И. Цытович. - Челябинск: ЧГТУ, 1996. - 464 с.

2. Реверсивный тиристорный преобразователь для систем управления с питанием от сети с нестационарными параметрами / Л. И. Цытович, Р.М. Рахматулин, М.М. Дудкин, А.В. Качалов // Практическая силовая электроника. - 2009. - №34. - С 35-41.

3. Цыпкин, ЯЗ. Релейные автоматические системы / ЯЗ. Цыпкин. - М; Наука, 1974.-576 с.

Поступила в редакцию 16.12.2009 г.

Цытович Леонид Игнатьевич - доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электропривода и автоматики промышленных установок Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск. Область научных интересов - информационно-измерительные устройства и комплексы систем управления технологическими процессами. Контактный телефон: 8-(351) 267-93-85.

Tsytovich Leonid Ignatievich is Dr.Sc. (Engineering), Professor, Head of the Electric Drive and Production Units Automation Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: informational measuring units, complexes of process control systems. Tel: 8-(351)267-93-85.

Качалов Андрей Валентинович - аспирант кафедры электропривода Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск. Область научных интересов - системы управления электроприводов и технологических установок.

Контактный телефон: 8-(351) 267-94-32.

Kachalov Andrey Valentinovich is a post-graduate student of the Electric Drive Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: control systems of electric drives and processing plants. Tel: 8-(351) 267-94-32.