

Литература

1. Неймарк А.М. Работы на службе человека. - М.: Наука, 1982

- 104 с.

2. Суку Р.Ф. Магнитные тонкие пленки. - М.: Мир, 1967.

- 422 с.

3. Белый Е.М., Туль М.П. Преобразователи механических величин на магнитных элементах с управляемой дсменной границей. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1981. - 82 с.

УДК 621.391.8

Ю.С.Дмитриев, В.Н.Буров, А.Б.Евсигнеев, В.Г.Гусев

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР С ТРИГГЕРНЫМ ФАЗОСДВИГАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

Для определения параметров периодических сигналов в широком диапазоне частот используются прямоугольнокоординатные фазочувствительные вольтметры (ФВ). Эти вольтметры строятся на основе синхронных детекторов и характеризуются высокой помехозащищенностью, линейностью и стабильностью [1]. ФВ просты, удобны в эксплуатации и легко встраиваются в автоматические информационно-измерительные системы. В измерительной цепи ФВ осуществляется преобразование измеряемого напряжения

$$U_{\text{изм}}(t) = U_c \sin \omega t + U_k \cos \omega t \quad (1)$$

и соответствии с выражением
$$U_{\text{вых}} = B \int_0^{2\pi} U_{\text{изм}}(t) S_B(t) d\omega t, \quad (2)$$

где $B = \text{const}$, $S_B(t)$ - взвешивающая функция.

В таблице приведены характеристики основных типов широкополосных ФВ, из которой видно, что наиболее широкий диапазон частот (в котором не требуется настройка или переключение поддиапазонов) имеют вольтметры с триггерным фазосдвигающим устройством.

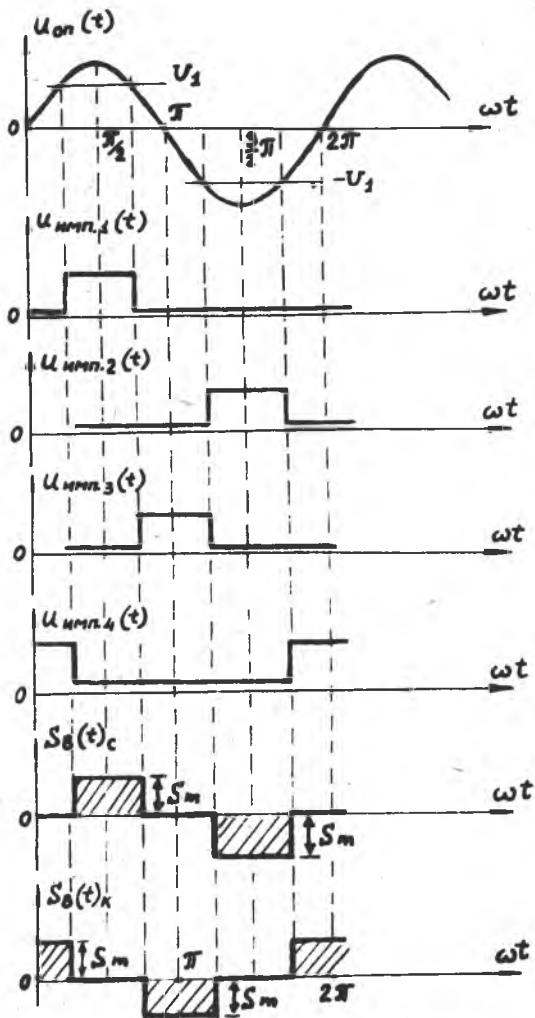
Рассмотрим принцип действия ФВ с частотнонезависимым триггерным фазосдвигающим устройством. В дальнейшем, для краткости, будем называть его триггерным ТФВ.

Принцип действия ТФВ основан на формировании ортогональной системы взвешивающих функций непосредственно из опорного периодического напряжения с помощью компараторов, триггеров и ключей [2].

Т а б л и ц а

Реализация и источник информации	Формирование ортогональных взвешивающих функций	Регулировка ортогональности взвешивающих функций	Общий диапазон частот, Гц	Без переключения поддиапазонов и ручной регулировки, $f_{верх} / f_{нижн.}$	Тип взвешивающих функций
Вольтметр типа В5-1 [1]	С помощью частот-независимых электрических цепей	Ручная	20-20000	I	Гармонические
Рассмотрен в [1]	С помощью частот-независимых электрических цепей	Автоматическая	20-150 · 10 ³	20	Импульсные
Описан в данной статье	С помощью частот-независимых триггерных преобразователей	Не требуется	20-2 · 10 ⁵	2000	Импульсные

П р и м е ч а н и е. Основная приведенная погрешность измерения всех широкополосных ФВ находится в пределах от 2,5 до 5%.



Р и с. 1. Принцип действия вольтметра и триггерного фазосдвигающего устройства

применения реактивных элементов. Опорное напряжение может иметь различную форму, наиболее часто оно бывает синусоидальным

$$u_{оп}(t) = U_{оп} \sin \omega t.$$

Для этого случая принцип формирования ортогональной системы $S_B(t)$ показан на рис. 1. Из опорного напряжения формируется постоянно напряжение

$$U_1 = U_{оп} / \sqrt{2} \quad (3)$$

В моменты равенства $u_{оп}(t) = U_1$ с помощью компаратора формируются фронты импульсов, длительность которых определяется их соотношения

$$\omega t_{имп.1} = 2 \arccos U_1 / U_{оп} = \sqrt{2} \pi / 2$$

и не зависит от амплитуды опорного напряжения.

В моменты равенства $u_{оп}(t) = -U_1$ формируются фронты второй импульсной последовательности $u_{имп.2}(t)$. Длительность этих импульсов такая же, как и в первой последовательности.

Формирование двух первых последовательностей импульсов происходит в формирователях импульсов (ФИ), схема которых показана на рис. 2.

С помощью триггерного преобразователя (ТгП) из двух первых импульсных последовательностей формируются две другие последовательности импульсов: $u_{имп.3}(t)$ и $u_{имп.4}(t)$ (см. рис. 1).

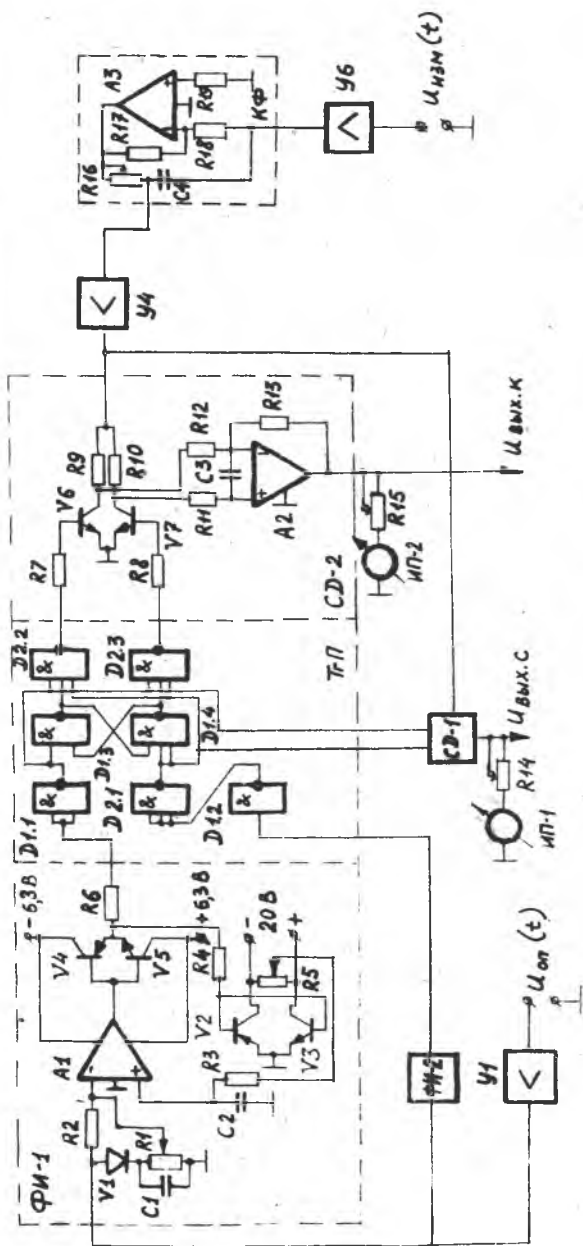
Из первой пары импульсных напряжений формируется синфазная взвешивающая функция $S_B(t)_c$, а из второй пары — квадратурная взвешивающая импульсная функция $S_B(t)_k$. Нетрудно видеть, что эти функции смещены между собой по фазе на $\pi/2$ и являются ортогональными независимо от значения частоты и амплитуды опорного напряжения.

При использовании в (2) $S_B(t)_c$ получаем

$$U_{вых.с} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} S_m \cdot U_c$$

Аналогично, при использовании $S_B(t)_k$, получаем

$$U_{вых.к} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} S_m \cdot U_k$$



Р и с. 2. Принципиальная схема вольтметра

Таким образом, выходные величины ТФВ пропорциональны синфазной U_c и квадратурной U_k составляющим измеряемого напряжения.

Основными элементами ТФВ являются формирователи импульсов [2], триггерный преобразователь [3] и синхронные детекторы.

Формирователи импульсов состоят из компараторов (в качестве которых могут использоваться операционные усилители) и двух цепей стабилизации скважности выходных импульсов. Первая цепь представляет собой выпрямительный преобразователь, собранный на элементах V_1 , R_1 и C_1 (см. схему на рис. 2). Эта цепь обеспечивает выполнение условия (3) при значениях $U_{оп}$, соответствующих верхней части динамического диапазона опорных напряжений. Вторая цепь (содержит элементы V_2 , V_3 , R_2 , R_4 и C_2) совместно с компаратором образует нелинейную систему автоматического регулирования [4], которая повышает стабильность выходных импульсов. Особенно эффективно эта цепь действует при малых значениях $U_{оп}$. Две цепи стабилизации, взаимно дополняя друг друга, обеспечивают высокую стабильность ФЧ. Как показали исследования, погрешность формирования ортогонального фазового сдвига не превышает 1% при изменении $U_{оп}$ от 0,1 до 1,1 В.

Триггерный преобразователь содержит RS-триггер (Д1.3; Д1) и логические элементы, исключающие возможную неоднозначность состояния триггера (Д 2.1) и обеспечивающие заданную скважность фазовое смещение выходных импульсов преобразователя (Д 2.2; Д 2.3).

Синхронные детекторы содержат ключевые транзисторы V_6, V_7 образующие двухполупериодный управляемый выпрямитель с компенсацией остаточных напряжений на открытых транзисторах в среднем период следования управляющих импульсов. Вместо транзисторов синхронных детекторах можно применять логические элементы с открытым выходом. Для удобства совмещения ТФВ с двухкоординатными регистрирующими устройствами (например, характеристикографами типа ХИ-36 или потенциометрами ПДС-021 и т.п.) симметричный выход ключей преобразуется в несимметричный выход с помощью операционного усилителя А2.

Для компенсации влияния паразитного фазового запаздывания взвешивающих функций и для расширения диапазона частот в ТФВ и пользуется корректор фазы (КФ), собранный на операционном усилителе А3.

Использование корректора фазы позволяет расширить рабочий диапазон частот ТФВ с 20 до 200 кГц.

Литература

1. Соловов В.Я. Фазовые измерения. - М.: Энергия, 1973. - С. 56-98.
2. Дмитриев Ю.С. Формирователь импульсов: Авт. свид. СССР № 470912, опубли. в БИ № 8, 1975.
3. Дмитриев Ю.С., Зеленский А.В. Формирователь импульсов: Авт. свид. СССР № 365821, опубли. в БИ № 6, 1973.
4. Дмитриев Ю.С., Беляков В.И. Уменьшение влияния дрейфа нуля в усилителях-ограничителях. - Известия вузов СССР. Сер. Приборостроение, 1975, № 12, с. 74-77.

УДК 681.325.088

С.А.Матюнин, А.А.Плют

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ СИНТЕЗА МИКРОПЛЕНОЧНЫХ АЦП

Большое внимание, уделяемое в последнее время фотоэлектрическим преобразователям перемещения в код [1], объясняется высокими метрологическими характеристиками таких преобразователей. Особо следует выделить фотоэлектрический микроплёночный преобразователь перемещения [2]. Однако такому преобразователю присущи существенные недостатки: сложность технологии изготовления фотоприемника, низкая помехозащищенность, невозможность съема информации при медленно перемещающемся световом зонде. Причем, если малая помехозащищенность обусловлена, в основном, использованием полубесконечного светового зонда, то точность и разрешающая способность преобразователя ограничиваются технологическими возможностями изготовления фотоприемника (минимальный размер кристаллов фоточувствительной CdS , $CdSe$ пленки 1-10 мкм), что ограничивает размер светочувствительных ячеек фотоприемника на уровне 100-300 мкм [3].

Более высокими метрологическими характеристиками обладает преобразователь (рис. 1). Преобразователь параллельного считывания [1] состоит из проецирующего узкий световой зонд объектива, кодирующего фотоприемника (ФП) и измерительного блока, включающего компараторы напряжения, преобразователь напряжение-код (ПНК) и суммирующее устройство. ФП выполнен в виде пар по числу разрядов $n+1$ светочувствительных дорожек, заключенных между профилированными в виде зубцов прямоугольной формы и сдвинутых относительно друг