

# СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИММЕТРИИ ФИНИТНЫХ СИГНАЛОВ

*П. Ф. Поляков*

Харьков

При решении задач синтеза и оптимальной обработки сложных сигналов [1], распознавания сигналов [2] и др. часто возникает необходимость определения симметрии функций времени, заданных в виде электрических сигналов. Так, при распознавании радиотелеграфных сигналов [2] свойства симметрии их амплитудных и фазовых спектров выбраны в качестве информативных признаков, на основе которых можно производить классификацию (распознавание).

В данной работе описывается способ и устройство определения симметрии функций времени, имеющих конечную длительность (финитные сигналы).

Для финитного сигнала справедливы соотношения [3]

$$|t_1 - t_2| = |t'_1 - t'_2|$$

в случае его симметрии и

$$|t_1 - t_2| \neq |t'_1 - t'_2|$$

в случае его несимметрии относительно момента времени  $t = 0$  (рис. 1).

Моменты времени  $t_1$  и  $t'_1$  соответствуют точкам пересечения финитного сигнала уровня  $U_{01}$ , а моменты времени  $t_2$  и  $t'_2$  — точ-

кам пересечения уровня  $U_{02}$ . Таким образом, измеряя отрезки времени  $|t_1 - t_2|$  и  $|t'_1 - t'_2|$  и сравнивая их, можно определять симметрию финитного сигнала. Достоинством устройства, основанном на таком способе определения симметрии, является инвариантность его по отношению к временному положению финитного сигнала, т. е. к временному положению точки симметрии.

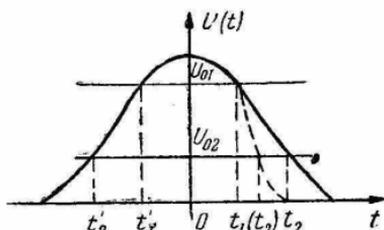


Рис. 1.

На рис. 2 изображена функциональная схема устройства определения симметрии финитных сигналов, а на рис. 3 — временные диаграммы, поясняющие его работу. Сигнал поступает на вход двух сравнивающих устройств  $СУ_1$  и  $СУ_2$ , опорные напряжения которых равны соответственно  $U_{01}$  и  $U_{02}$ . Сравнивающие устройства  $СУ_1$  и  $СУ_2$  формируют последовательность разнополярных импульсов, соответствующих моментам пересечения финитного сигнала уровней  $U_{01}$  и  $U_{02}$ .

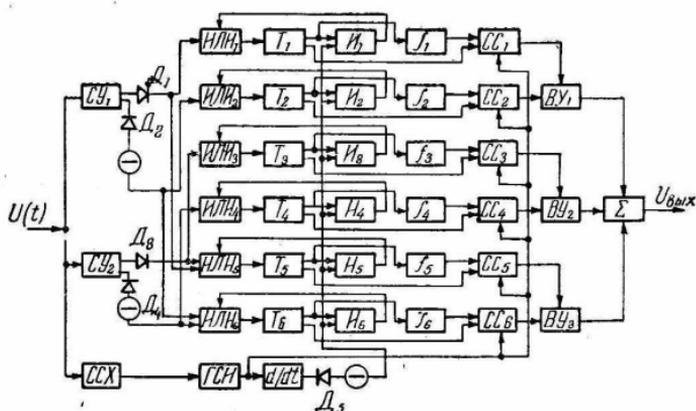


Рис. 2.

При пересечении уровней  $U_{01}$  и  $U_{02}$  растущими напряжениями формируются положительные импульсы, а при пересечении уровней падающим напряжением — отрицательные. На выходах сравнивающих устройств импульсы разделяются по полярности и поступают на запуск триггеров  $T_1 - T_6$  с двумя устойчивыми состояниями. В исходном состоянии на выходах этих триггеров, подключенным к интеграторам  $S_1 - S_6$ , напряжения равны нулю, а следовательно, на выходах интеграторов напряжения тоже равны нулю.

Триггеры  $T_1$  и  $T_3$  запускаются импульсами положительной полярности с выходов сравнивающих устройств  $СУ_1$  и  $СУ_2$  соответственно. Импульсы отрицательной полярности с выходов сравнивающих устройств  $СУ_1$  и  $СУ_2$  поступают через инверторы на запуск триггеров  $T_2$  и  $T_4$ . Триггер  $T_5$  запускается смешанными импульсами положительной полярности с выходов  $СУ_1$  и  $СУ_2$ , а триггер  $T_6$  — смешанными импульсами отрицательной полярности с выходов  $СУ_1$  и  $СУ_2$  через инверторы.

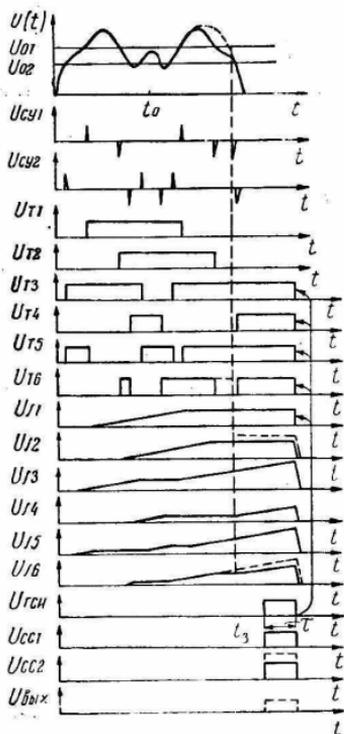


Рис. 3.

Информацию о симметрии финитного сигнала несут выходные напряжения только тех триггеров, которые к моменту времени  $t_3$  возвратились в исходное состояние (триггеры  $T_1$  и  $T_2$ , рис. 2). Выходные напряжения остальных триггеров информации о симметрии сигнала не несут, поэтому они не должны быть пропущены на выход устройства. Эту задачу выполняют схемы совпадения  $СС_1$ — $СС_6$ , которые до момента времени  $t_3$  закрыты. В момент времени  $t_3$  на схемы совпадения наряду с напряжениями с выходов соответствующих интеграторов  $S_1$ — $S_6$  и триггеров  $T_1$ — $T_6$  подается импульс положительной полярности длительностью  $\tau$  от генератора считывающего импульса ГСИ. Открываются только те схемы совпадения, на трех входах которых одновременно присутствуют положительные импульсы ( $СС_1$ — $СС_2$ , рис. 2).

Схемы совпадения  $СС_3$ — $СС_6$  будут закрыты, так как на вторых выходах триггеров  $T_3$ — $T_6$  в момент считывания напряжения равны нулю.

Следует отметить, что для обеспечения правильной работы устройства схемы совпадения  $СС_1$ — $СС_6$  должны работать в линейном режиме по отношению к выходным сигналам интеграторов.

Выходы схем совпадения попарно подключаются к вычитающим устройствам  $ВУ_1$ — $ВУ_3$ , которые производят вычитание импульсных напряжений  $U_{сс}$  длительностью  $\tau$ , формирующихся на выходах схем совпадения. Из рис. 3 видно, что в случае симметрии финитного сигнала относительно произвольного момента времени  $t_0$  напряжения на выходах первого и второго каналов (информативными являются только первый и второй каналы)

равны по величине. Вследствие этого напряжение на выходе вычитающего устройства  $VY_1$  будет равно нулю. В случае несимметричного финитного сигнала (пунктирная кривая, рис. 3) напряжения на выходах первого и второго интеграторов не равны, поэтому на выходе вычитающего устройства  $VY_1$  формируется прямоугольный импульс длительностью  $\tau$ . Таким образом, на выходе суммирующего устройства  $\Sigma$  в случае несимметричного финитного сигнала формируется прямоугольный импульс  $U_{\text{вых}}$  длительностью  $\tau$ , а при симметричном финитном сигнале напряжение на выходе равно нулю.

В момент времени  $t_3 + \tau$  схема возвращается в исходное состояние. Процесс происходит следующим образом. Импульс положительной полярности с выхода генератора считывающего импульса ГСИ дифференцируется (рис. 2). Отрицательный импульс, соответствующий заднему фронту импульса ГСИ, после инвертирования поступает на схемы  $I_1 - I_6$ . Так как триггеры  $T_1$  и  $T_2$  возвратились в исходное состояние и напряжения на их выходах равны нулю, схемы  $I_1$  и  $I_2$  закрыты. Триггеры  $T_3 - T_6$  не возвратились в исходное состояние к моменту времени  $t_3 + \tau$ , поэтому схемы  $I_3 - I_6$  открыты. Импульс положительной полярности, соответствующий во времени заднему фронту импульса ГСИ, поступает через соответствующие смесительные схемы на входы триггеров  $T_3 - T_6$  и возвращает их в исходное состояние.

В заключение отметим, что для повышения достоверности определения симметрии в случае «не гладкого» финитного сигнала следует применять пересечение его несколькими уровнями, что приведет соответственно к увеличению числа каналов устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Е. Варакин. Теория сложных сигналов. Изд-во «Советское радио», 1970.
2. П. Ф. Поляков, А. А. Миц. О возможности распознавания радиосигналов по их мгновенному комплексному спектру. См. статью настоящего сборника.
3. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. 11. Физматгиз, 1957.