

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ МЕЖДУ ИМПУЛЬСАМИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Б.В. Скворцов, Д.И. Блинов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

При создании время-импульсных приборов, например прецизионных приборов коммерческого учёта энергоносителей, требуются точные измерения временных интервалов между импульсами сложной формы, в частности – измерения времени задержки между зондирующим и отражённым импульсами в уровнемерах. Затруднения в определении задержки возникают в связи с тем, что формы импульсов различаются, и нельзя однозначно указать соответствующие этим импульсам точки, по которым следует проводить отсчёт времени. В настоящее время в большинстве приборов, использующих время-импульсные измерения, основанных на измерении временного интервала между импульсами сложной формы (рис.1), отсчёт задержки ведётся между моментами времени t_1 и t_2 , соответствующими определённым пороговым значениям уровней сигнала u_1 и u_2 этих импульсов [1].



Рис. 1. Временная развёртка импульсов сложной формы

Также, одним из возможных подходов к построению сравнительно универсального алгоритма определения времени задержки является использование преобразования Гильберта [2]. Такой алгоритм работоспособен при исследовании сложных неоднородностей и устойчив к воздействию шумов. Однако несомненным недостатком этого алгоритма является выполнение интегральных исчислений в бесконечных пределах, что негативно сказывается и на итоговой точности результатов измерений и на требованиях к вычислительным устройствам, а соответственно и к их стоимости. Предлагается вести отсчёт временного интервала между импульсами сложной формы как между моментами времени,

соответствующими координатам центров масс изображений импульсов (рис.2).



Рис. 2. Нахождение временных координат центров масс изображений импульсов сложной формы

На рис.2 изображена временная развёртка аperiodической последовательности двух импульсов сложной формы, где τ – интервал времени между импульсами, который необходимо измерить, равный разности t_2 и t_1 – координат центров масс второго и первого импульсов $u_2(t)$ и $u_1(t)$ соответственно по оси абсцисс, если рассматривать их как плоские фигуры в системе координат «амплитуда сигнала – время».

Известны формулы координат центра масс плоской однородной фигуры. Применив формулу нахождения координаты по оси абсцисс к системе координат $u(t)$, запишем формулы определения t_1 и t_2 :

$$t_1 = \frac{\int_{t_0}^{t_1} t u_1(t) dt}{\int_{t_0}^{t_1} u_1(t) dt}, \quad (1)$$

$$t_2 = \frac{\int_{t_0}^{t_2} t u_2(t) dt}{\int_{t_0}^{t_2} u_2(t) dt}, \quad (2)$$

где $u_1(t)$ и $u_2(t)$ – функции, описывающие форму импульсов во времени.

Разбив отрезок $[t_0, t_d]$ на n временных интервалов $\Delta t = \text{const}$, составив интегральные суммы для подынтегральных функций в соответствующую

пределах интегрирования, т.е. на отрезках $[t_a, t_b]$ и $[t_c, t_d]$, и опираясь на определение определённого интеграла, получим формулы:

$$t_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot \varepsilon_i \cdot u_1(\varepsilon_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot u_1(\varepsilon_i)}, \quad (3)$$

$$t_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot \varepsilon_i \cdot u_2(\varepsilon_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot u_2(\varepsilon_i)}. \quad (4)$$

Запишем итоговую формулу для вычисления времени задержки:

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot \varepsilon_i \cdot u_2(\varepsilon_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot u_2(\varepsilon_i)} - \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot \varepsilon_i \cdot u_1(\varepsilon_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t \cdot u_1(\varepsilon_i)}, \quad (5)$$

где $\Delta t = t_{i+1} - t_i = \text{const}$; $\varepsilon_i = 0,5(t_i + t_{i+1})$;

τ – временной интервал, который необходимо измерить,

t_i, t_{i+1} – моменты времени соответственно начала и окончания i -го временного интервала, принадлежащего временному отрезку от момента прихода фронта первого импульса до момента окончания фронта второго импульса.

На рис.3 представлена схема устройства, реализующего предложенный метод, содержащая устройство приёмно-усилительное (УПУ) 1, аналого-цифровой преобразователь 2, блок счёта времени 3, блоки формирования массивов (БФМ) 4 и 5, логический элемент «И» 6, вычислительное устройство (ВУ) 7, блок вычисления разности (БВР) 8. Вход аналогово-цифрового преобразователя 2 соединён с выходом устройства

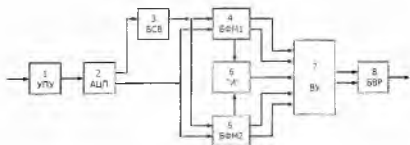


Рис. 3. Схема устройства, реализующего предложенный алгоритм нахождения времени задержки двух импульсов сложной формы

приёмно-усилительного 1, первый выход соединён со входом блока счёта времени 3, а второй выход соединён параллельно со вторыми входами блоков формирования массивов 4 и 5. Первые входы блоков формирования массивов 4 и 5 соединены параллельно с выходом блока счёта времени 3. Первые два выхода блока формирования массивов 4 соединены с первым и вторым входами вычислительного устройства 7. Первые два выхода блока формирования массивов 5 соединены с четвёртым и пятым выходами вычислительного устройства 7. Первый и второй входы логического элемента «И» 6 соединены с третьими выходами блоков формирования массивов 4 и 5 соответственно. Третий вход вычислительного устройства 7 соединён с выходом логического элемента «И» 6. Первый и второй входы блока вычисления разности 8 соединены с первым и вторым выходами вычислительного устройства 7 соответственно.

Принимаемый по средствам УПУ сигнал усиливается, а затем оцифровывается в АЦП.

Блок счёта времени формирует временные метки в соответствии с определённым алгоритмом на основании поступающего в него сигнала, а также непрерывно выдаёт значения текущего времени, прошедшего от начала сброса счётчика времени. Алгоритм формирования временных меток таков:

- 1) по приходу фронта первого импульса фиксируется конец зоны молчания, переменной t_a присваивается нулевое значение;
- 2) в момент окончания фронта первого импульса переменной t_b присваивается значение текущего времени со счётчика времени;
- 3) в момент прихода следующего фронта импульса переменной t_c присваивается значение текущего времени со счётчика времени;
- 4) в момент окончания второго фронта импульса переменной t_d присваивается значение текущего времени, а блок начинает ожидание момента прихода следующей пары импульсов, в который счётчик времени обнулится, и алгоритм начнёт следующую итерацию, начиная с первого пункта.

БФМ1 служит для формирования двумерного массива $u_1[t_c..t_d, 0..1]$, задающего фронт первого импульса, а также одномерного массива $e_1[t_c..t_d]$, являющегося фрагментом массива $e[t_a..t_d]$, значения которого лежат во временном диапазоне существования этого импульса.

БФМ2 служит для формирования двумерного массива $u_2[t_c..t_d, 0..1]$, задающего фронт второго импульса, а также одномерного массива $e_2[t_c..t_d]$, являющегося фрагментом массива $e[t_a..t_d]$, значения которого лежат во временном диапазоне существования этого импульса.

Каждый блок формирования массивов выдаёт сигнал готовности на логический элемент «И», который в свою очередь выдаст сигнал готовности на ВУ в случае одновременной готовности БФМ1 и БФМ2.

По получении сигнала готовности вычислительное устройство исчисляет значения временных координат t_2 и t_1 , поступающих на вход схемы, и выдаёт эти значения в БВР, ожидая следующий сигнал готовности.

Блок вычисления разности исчисляет величину разности между текущими значениями t_2 и t_1 , выдавая на выход схемы искомое значение τ .

Предложенный метод позволяет повысить точность измерения временного интервала между импульсами сложной формы, что весьма важно, например, при создании приборов и устройств, входящих в состав систем коммерческого учёта уровня и расхода жидких энергоносителей.

Список использованных источников

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. -Л.: Энергоатомиздат, 1988.-304 с.
2. Исследование объектов методом пикосекундных импульсов / Г.В. Глебович, А.В. Андриянов, Ю.В. Введенский и др. Под ред. Г.В. Глебовича. -М.: Радио и связь, 1984.-256 с.

ПОИСК ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЁННОСТИ ЗАБОЙНЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.В. Суханов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г.Самара

Объектом исследования является телеметрическая система для связи с забоем бурящейся скважины по электромагнитному беспроводному каналу (через породы). Применяемый диапазон частот (1-10) Гц, модуляция ОФМ2.

Исходными данными для выполняемой работы являются оцифрованные сигналы и помехи от различных источников, записанные с разных месторождений, с разных глубин, разными приёмниками. Проведена предварительная классификация помех, отобраны для дальнейшего исследования наиболее разрушительные для передаваемых данных. Произведена предварительная оценка канала связи в виде реакции на сигнальный элемент по реализации сигнала с наибольшей доступной глубины, а также оценка АЧХ канала. Ведутся исследования, направленные на улучшение качества синхронизации как на самый влияющий на достоверность приёма фактор. Замечены характерные изменения вблизи максимума взаимокорреляционной функции (ВКФ) принятого сигнала с образцом синхропосылки. Проверяется предположение о возможности использования данной информации для повышения максимума ВКФ относительно наибольшего ложного.