

0,002-0,005 %/°C.

УДК 681.3

## Радиочастотное измерение расстояния методом *Time of Flight*

Зырянов И. М., Сиротин Ф. Л.

Белорусский национальный технический университет

Метод *Time of Flight* заключается в измерении времени полёта электромагнитной волны от источника к приёмнику и обратно. На основе этого осуществляется расчёт расстояния между двумя точками. В автоматизации этот метод может найти применение для отслеживания местоположения объектов на производстве путём *радиометок*.

*Time of Flight* применяют внутри помещений с большим количеством радиометок (оборудования), т. к. другие методы имеют меньшую точность и интерferируют с другими *радиометками*. Однако, с ростом точности растут и препятствия в реализации:

- устройство должно работать на достаточно высокой стабильной частоте: для точности измерения в 1 метр частота *работы* должна быть 300 МГц;

- необходима точная синхронизация времени: расхождение начального отсчёта времени источника и приёмника значительно скажется на результате измерения;

- мельчайшие шумы будут сказываться на результате, уменьшая точность измерения;

- необходимо учитывать всевозможные задержки оборудования, а также возможные отклонения генераторов тактовой частоты друг от друга, т. к. *Time of Flight* очень чувствителен к погрешностям: маленькие отклонения времени дают большие отклонения расстояния;

- необходимо разработать быстрый и стабильный протокол общения передатчика и приёмника друг с другом.

Для устранения ошибки рассинхронизации “часов” приёмника и источника применяют метод *TTWT (Two-way time transfer)*: и источник, и приёмник участвуют в расчёте времени полёта волны, используя *локальные* часы. Нижняя граница случайной ошибки описывается неравенством *Крамера-Пао*, которое позволяет среднеквадратичную ошибку измерения.

В целом, рассматривается возможность построения *Time of Flight* устройства на микроконтроллерной базе, а также все препятствия на пути реализации такого устройства и погрешности измерений.

### Литература:

1. Steven Lanzisera, David Zats: “*Radio Frequency Time-of-Flight*”

УДК 621.316

**Инновационная технология SmartWire Darwin  
в науке, образовании и производстве**

Шафалович В.Ю., Лившиц Ю.Е.

Белорусский национальный технический университет

На глобальном рынке непростая ситуация. Возрастающая сложность задач, рост издержек и высокая конкуренция – всё это требует умелого экономического, технологического и стратегического подхода. Необходимо выявлять скрытые потенциалы и резервы. Сегодня эффективное решение должно обеспечивать сокращение времени запуска и ведения технологического процесса, снижение производственных энергозатрат и, одновременно с этим, повышение производительности всего процесса в целом. Важно рационально использовать время, затрачиваемое на проектирование и введение оборудования в эксплуатацию, исключение каких-либо излишних затрат, которые не вносят прямого вклада в оптимизацию управления. В качестве таких затрат можно выделить сложные процессы, продолжительное время ожидания, перепроизводство, неисправности и неиспользованный потенциал.

Эффективным решением является применение инновационной технологии SmartWire Darwin (SWD), которая позволяет упростить и ускорить процесс создание систем автоматизации, повысить производительность и качество при выполнении монтажных работ, а также значительно сократить период и стоимость пуско-наладочных работ. Исходя из этого, можно предположить, что технология SWD в будущем станет новым стандартом в промышленной автоматизации.

В связи с тем, что для реализации технологии SWD применяется мощный программно-технический комплекс, основным недостатком сдерживающим ее внедрение, является отсутствие персонала, обладающего достаточными знаниями и навыками, позволяющими рационально использовать инновационную технологию.

Для восполнения этого недостатка разработан лабораторный стенд, который, используя технологию SWD, позволяет получить практические навыки в освоении автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности. В настоящее время ведется разработка методических материалов, которые позволят изучить инновационную технологию SWD, принципы ее построения, применяемое оборудование и программное обеспечение.