

## СИНХРОНИЗИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР В АВТОДИНЕ

В.В. ПОЛЗУНОВ, Е.Н. КАЛЕНКОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
kaftrs1@bsuir.by*

При воздействии на генератор слабых колебаний, амплитуда которых недостаточна для синхронизации, в системе возникают колебания, модулированные по амплитуде и фазе, а также в результате преобразования частоты – низкочастотные колебания с частотой, равной разности частот генерации и внешнего воздействия. Возможность реализации преобразования частоты в автоколебательной системе используется в автодинах. Автодин – это устройство с полностью совмещенными функциями передачи и приема на одном активном элементе. Использование синхронизированного генератора позволяет одновременно повысить как точность, так и дальность действия при прочих равных условиях.

*Ключевые слова:* автодин, добротность колебательной системы, синхронизация, синхронизирующий генератор, синхронизированный генератор, чувствительность.

Доплеровский автодин представляет собой автогенератор (АГ), колебания которого излучаются в пространство, и после отражения от движущихся объектов поступают на вход АГ с частотой, сдвинутой на доплеровскую частоту относительно частоты колебаний АГ. После преобразования частоты в низкочастотной цепи системы появляется сигнал с доплеровской частотой, который затем обрабатывается. Комплексное использование нелинейного элемента для выполнения различных функций – генерирования и преобразования колебаний позволяет создавать малогабаритные автодины. Доплеровские автодины получили широкое применение в качестве миниатюрных приемопередающих модулей в системах ближней радиолокации, позволяющих решать задачи обеспечения или, наоборот, предотвращения встречи двух объектов и определения параметров движений одного объекта относительно другого.

Обычно в автодинах используются автогенераторы. Однако в этом случае на точность измерения будут оказывать влияние флуктуации сигнала вблизи частоты генерации и шумы в цепи питания генератора. Относительная ошибка в измерении радиальной составляющей скорости движения объекта определяется как

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta \omega}{\omega} + \frac{\Delta \omega_D}{\omega_D},$$

где  $\Delta c/c$  – относительная ошибка определения скорости распространения радиоволн;

$\Delta \omega/\omega$  – кратковременная нестабильность частоты генератора несущей частоты;

$\Delta \omega_D/\omega_D$  – инструментальная и шумовая ошибка измерения доплеровской частоты.

Из этого выражения видно, что точность измерения скорости зависит от кратковременной нестабильности частоты генератора, которая в свою очередь зависит от добротности колебательной системы АГ.

В автодинной РЛС, основанной на эффекте Доплера, функции передачи, приема и преобразования частоты совмещены в одном активном элементе. Чувствительность, а,

следовательно, и дальность действия автодина будет зависеть от преобразования частоты в активном элементе. Известно, что уровни интермодуляционных колебаний на выходе генератора зависят от добротности колебательной системы: чем выше добротность, тем ниже уровни интермодуляционных колебаний и наоборот. Таким образом, в автодине с одним активным элементом требования к точности измерения скорости и чувствительности (дальности действия) являются противоречивыми, т.е. для повышения точности необходимо повышать добротность колебательной системы, а для увеличения дальности действия добротность колебательной системы надо уменьшать.

Указанного противоречия можно избежать, если использовать в автодине синхронизированный генератор. При таком построении автодина функции стабилизации и преобразования частоты разделяются. Стабильность частоты на выходе автодина будет определяться стабильностью частоты синхронизирующего колебания, уровень мощности которого на 10...20 дБ ниже уровня мощности синхронизируемого генератора. Преобразование же частоты происходит в синхронизированном генераторе, добротность колебательной системы которого не обязательно должна быть высокой. Повышение стабильности частоты на выходе автодина и уменьшение добротности колебательной системы позволяет одновременно повысить как точность измерения скорости, так и дальность действия автодина при прочих равных условиях.

Структурная схема автодина на синхронизированном генераторе показана на рис. 1.

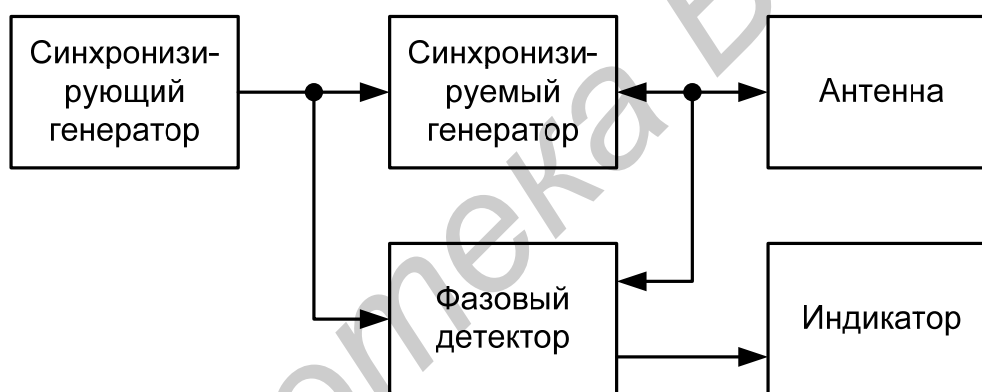


Рис. 1. Структурная схема автодина

Воздействие отраженного от объекта сигнала на генератор, находящийся в режиме внешней синхронизации, приводит к образованию спектра интермодуляционных колебаний на выходе генератора. Эти колебания поступают на один из входов фазового детектора, на второй вход которого подается напряжение синхронизирующего колебания. Продетектированное напряжение с выхода фазового детектора зависит только от фазовой модуляции сигнала генератора и нечувствительно к амплитудной модуляции. По измеренному с помощью, например, частотомера доплеровского смещения частоты определяется скорость движения объекта.

Таким образом, внешняя синхронизация генератора автодина высокостабильным сигналом позволяет одновременно повысить как точность измерения скорости, так и чувствительность (дальность действия) при прочих равных условиях.