

Предлагаемое техническое решение относится к области измерительной техники, в частности, к электрическим способам измерения расстояния до контролируемого объекта.

Изобретение может быть использовано в геодезии, навигации, при строительстве крупных инженерных сооружений и в судовождении.

Известен способ измерения расстояния (а.с. №488061), заключающийся в том, что оператор путем измерения частоты модуляции или фазы опорного напряжения поочередно устанавливает определенные значения разности между модулированным потоком лучистой энергии и опорным напряжением. Диапазон измерения разности фаз должен обеспечить возможность фиксации необходимого числа равенств лучистых потоков. При каждом из установленных значений разности фаз оператор осуществляет регистрацию лучистых потоков на фотопленку так, что каждому значению разности фаз соответствует отдельный кадр фотопленки. Время экспозиции одинаково для всех кадров при измерении одной дистанции. Световые потоки многократно фиксируют на фотопленку, причем каждый раз нарушают синхронизм демодуляции на известную величину и о расстоянии судят по сравнению оптической плотности фотопленки, экспонированной при синхронной демодуляции, с аналогичной плотностью при нарушенном синхронизме демодуляции.

Так как при этом способе требуется проявление и закрепление фотопленки, а также измерение плотности экспонированных участков фотопленки, время затрачиваемое на измерения дальности большое.

Известен способ измерения расстояния (Генек А.А., Афанасьев А.М. Геодезические свето- и радиодальномеры. М., Недра, 1988 г. §10, §12, стр. 39,40,41), при котором направляют на дистанцию модулированный световой поток, плавно перестраивают по частоте колебания, принимают отраженное колебание, сравнивают их по фазе, причем, в процессе перестройки частоты, фиксируют некоторые частоты, соответствующие нулевой разности фаз излучаемых и принимаемых колебаний. Затем по формуле:

$$N \approx \frac{f_1}{f_2 - f_1}$$

(где f_1, f_2 - частоты колебаний: n - целое число нулевых переходов фазы) определяют целое число волн N модулированного светового потока, размещаемых на удвоенном измеряемом расстоянии. По этому числу волн и значением частот в момент получения нулевой разности фаз определяют расстояние до контролируемого объекта.

При этом способе требуется плавное изменение частоты, ее измерение, подсчета числа нулевых значений измеряемой разности фаз и определенных математических вычислений. Для реализации этих операций требуется большое время.

При этом способе затруднена автоматизация процесса измерения дальности.

Известен способ измерения расстояния (Генек А.А., Афанасьев А.М. Геодезические свето- и радиодальномеры. М., Недра, 1988 г. §10. §12, стр. 41, 42, 43, 44, 45, 46), при котором формулируют модулируемые световые потоки на фиксированных частотах. Количество частот модуляции выбирают в зависимости от измеряемой дальности.

Между собой фазовые частоты модуляции отличаются в 10 раз. При каждой фиксированной частоте модуляции направляют на дистанцию модулируемый световой поток, преобразовывают принимаемый световой поток в модулируемый электрический сигнал и измеряют фазовый сдвиг колебаний электрического сигнала относительно опорного сигнала. Эти операции продлевают на каждой частоте модуляции. Результаты измерений по определенным правилам суммируются и по сумме определяется расстояние до объекта.

Расстояние в этом случае определяется однозначно, если сдвиг фаз на самой низкой частоте соответствует измеряемому расстоянию, или количество километров в искомой длине известно заранее.

Использование большой сетки частоты, т.е. большого количества операций, требует большого времени на измерения. Уменьшение количества частот ведет к ухудшению точности (так как масштаб уменьшается) или к уменьшению дальности. Предварительное определение расстояния другими способами часто не представляется возможным из-за недоступности объекта, или непостоянства его местоположения (например корабля в момент причаливания). Это также не позволяет сократить время измерения.

В основу изобретения поставлена задача - создать такой способ измерения расстояния, который обеспечил бы сокращение времени определения расстояния с одновременным расширением рабочего диапазона по дальности и повышением точности.

Эта задача решена за счет того, что в способе измерения расстояния путем направления на дистанцию модулированного светового потока, преобразования принимаемого светового потока в модулированный электрический сигнал и измерения фазового сдвига колебания электрического сигнала относительно опорного сигнала, периодически формулируют пакеты модулированного светового потока с длиной пакета большей двойной дистанции, через промежутки времени, равные длительности пакета, периодически направляют их на дистанцию, после окончания излучения каждого пакета считают число оставшихся колебаний принимаемого светового потока и, с принятым масштабным коэффициентом суммируют это число с измеряемым фазовым сдвигом.

Совокупность выше указанных операций позволяет получить новые свойства, приводящие к положительному эффекту.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 изображено один из вариантов светодальномера, реализующий предложенный способ.

На фиг. 2 изображены пакеты модулированного светового потока.

На фиг. 3 изображено положение пакета модулированного светового потока в пространстве в момент окончания излучения пакета.

Светодальномер содержит источник света 1 (например, в виде полупроводникового лазера);

- задающий генератор 2;

- блок управления 3 источником света;
- фотоприемник 4, электрически связанный с усилителем 5;
- фазометр 6;
- отражатель 7 в виде трехгранного (двухгранного) зеркала, или линзы с зеркалом;
- счетчик колебаний 8;
- регистры 9;
- сумматор 10.

На фиг. 2 изображено:

- пакеты 11 модулированного светового потока с длиной (длительность T) большей двойной дистанции, на величину $2\Delta L$;

- промежуток времени 12 между пакетами (T), равный длительности пакета T .

На фиг. 3 изображено:

- начало отсчета расстояния 13, то есть условная плоскость, проходящая через фотоприемник и источник света;

- отражательная плоскость 14, то есть условная плоскость, эквивалентная отражателю, отражающая свет;

- окончание 15 излучение пакета;

- колебания 16 принимаемого светового потока;

- колебания 16 опорного электрического сигнала;

- модулируемый электрический сигнал 18, преобразованный с принимаемого светового потока;

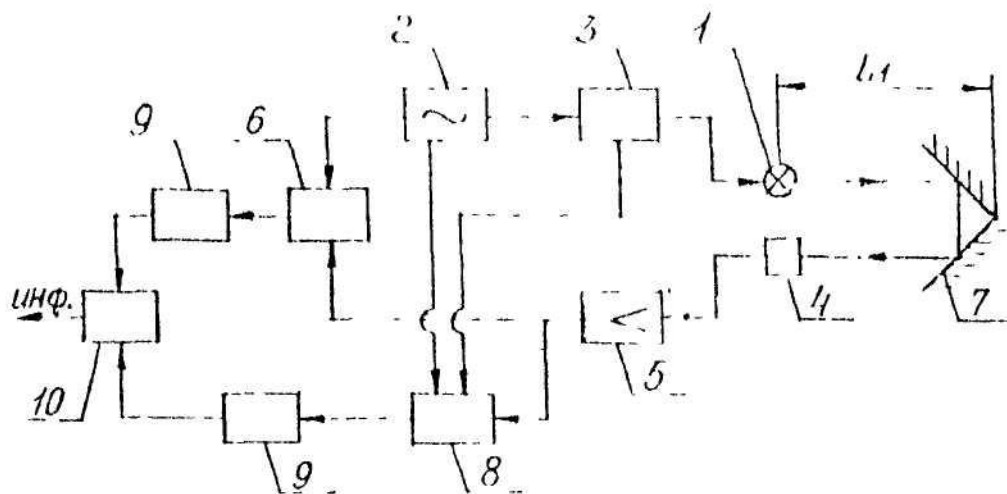
- длительность времени 19, соответствующая фазовому сдвигу.

Задающий генератор задает электрический модулированный сигнал. Этот сигнал одновременно поступает на фазометр 6 (опорный сигнал 17) и блок управления 3 источника света. В блоке 3 периодически формируются модулируемые электрические пакеты, которые с помощью источника света 1 преобразовываются в пакеты 11 модулируемого светового потока и направляются на дистанцию, световой поток 16, отразившись от отражателя 7, снова проходит дистанцию и попадает на фотоприемник 4. Фотоприемник 4 преобразовывает световой поток в модулируемый электрический сигнал. Этот сигнал после усиления усилителем 5 поступает на фазометр 6. Фазометр 6 измеряет длительность времени 19, т.е. фазовый сдвиг $\Delta\phi$ сигнала 18, поступающего от усилителя 5, относительно опорного сигнала 17. В общем случае, при прохождении светового потока до отражателя и после отражателя, на дистанции $2L$, разместится целое число волн модулируемого светового потока и часть волны. Части волны будет соответствовать измеренный фазовый сдвиг $\Delta\phi$.

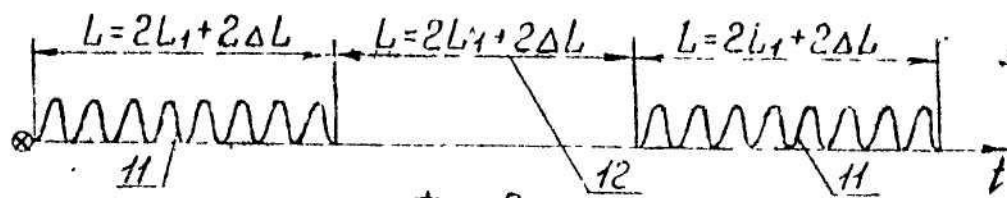
Очевидно, что после окончания 15 излучение пакета фотоприемник 4 будет еще некоторое время воспринимать колебания светового потока 16.

Целое число волн модулируемого светового потока, воспринятого фотоприемником 4 после окончания излучения (оставшихся колебаний принимаемого светового потока) будет пропорционально расстоянию L_1 , за вычетом части расстояния соответствующей измеренному фазометром 6 фазовому сдвигу $\Delta\phi$. Таким образом, измеряя счетчиком 8 оставшихся (после окончания излучения) колебания принимаемого светового потока 16, и суммируя (с принятым масштабным коэффициентом) в сумматоре 10, измеренное число колебаний с измеряемой фазометром 6 величиной, определяют расстояние L , до отражателя 7. Сигнал об окончании излучения выдает блок управления 3, который и включает счетчик 8. Счетчик 8 выключается, а затем сбрасывается, например, в момент начала излучения светового потока, или через некоторое время после исчезновения светового потока на входе фотоприемника. В связи с тем, что измерение фазового сдвига и определение числа колебаний происходит не в один и тот же момент времени, то информация с фазометра 6 и счетчика 8 периодически переписывается в регистры 9, с которых поступает в сумматор 10.

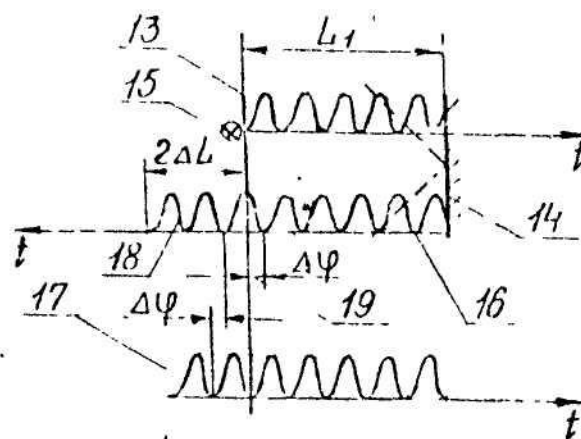
Таким образом, этим способом осуществляется непосредственное измерение расстояния за время, равное длительности пакета модулированного светового потока. Если измерять расстояние этим способом при частоте, повторения пакетов $f_n = 1$ кГц, частоте модуляции $f_m = 30$ мГц, точности фазометра $0,1^\circ$, то можно обеспечить измерение на расстояния на дистанции от 0 до ~ 150 км ($30000 \text{ км/с} / 2 \cdot 10000 \text{ Гц}$) с разрешающей способностью не хуже 1,5 мм за время 0,001 секунды. Следовательно использования предложенного способа дает возможность сокращения времени измерения с одновременным расширением диапазона по дальности с обеспечением точности, что позволяет измерять расстояние до перемещающихся в пространстве объектов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3