

Магистрант ЭФ Мирзарахманов Д.Н.
Науч. рук. ст. преп. ЭФ Полькин В.Н.
ТашГТУ

**АВИАЦИОННЫЕ ОПТОВОЛОКОННЫЕ СИСТЕМЫ
ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

**AHBOROTLARNI UZATISHNING AVIATSIA
OPTIK TOLALI TIZIMI**

**AVIATION FIBER OPTIC SYSTEMS
OF TRANSFER INFORMATION**

В статье рассматриваются достоинства и недостатки современных оптических передатчиков, приемников и оптоволоконного кабеля, применяемого в самолетных системах.

По мере роста сложности и увеличения количества обрабатываемой информации самолетными системами вопрос применения оптоволоконных систем передачи является наиболее актуальным, в связи с этим в статье разработана пошаговая процедура разработки оптоволоконной системы.

Maqolada samolyot tizimlarida qo'llaniladigan optik uzatuvchi asboblarning, qabul qiluvchi moslamalarning va optik tolali simlarning afzalliklari xamda kamchiliklari ko'rib chiqiladi.

Samolyot tizimlari tomonidan qayta ishlanadigan axborotlar sonining ortishi va murakkablashib borishida optik tolali uzatish tizimini qo'llash masalasi anchagina dolzarb xisoblanadi, shu munosabat bilan maqolada optik tolali tizim ishlab chiqishning bosqichma-boskich muolajasi tadqiq qilindi.

The article discusses the advantages and disadvantages of modern optical transmitters, receivers and fiber-optic cable used in aircraft systems.

The growth of complexity and increase the amount of information processed aircraft systems application of fiber optic transmission systems is the most relevant, in this regard, the author has developed a step by step procedure of developing fiber optic systems.

Авиационные оптоволоконные системы передачи информации — оптические приемник и передатчик, связанные оптоволоконным кабелем — имеют много преимуществ над обычными медными проводами и коаксиальными кабелями:

– они могут передавать значительно большее количество информации при большей достоверности, на большей скорости, на большее расстояние. Оптоволоконные системы очень удобны для передачи последовательных цифровых данных;

– оптоволоконный кабель совершенно не подвержен никаким внешним помехам, включая грозовые разряды, и не проводит электричество. По этой причине он может находиться в прямом контакте с высоковольтным электрооборудованием и силовыми линиями. При использовании оптоволоконных систем не образуются паразитные петли заземления;

- поскольку кабель изготовлен из стекла, он не восприимчив к действию большинства агрессивных химических веществ, вызывающих коррозию;
- носителем информации в оптоволоконных кабелях является свет, и поэтому при повреждении кабеля не возникает никаких искр. Оптоволоконные линии могут использоваться даже в наиболее взрывоопасных атмосферах, они не пожароопасны и не несут опасности поражения электрическим током для ремонтного персонала;
- даже многожильный оптоволоконный кабель значительно тоньше и легче медных кабелей с такой же пропускной способностью. Оптоволоконный кабель проще прокладывать, он занимает меньше места в кабельных каналах, а часто может прокладываться и вовсе без них;
- оптоволоконные кабели практически идеальны для организации защищенных систем передачи информации. Несанкционированное подключение к ним весьма затруднительно и легко обнаруживается. Оптическое волокно не создает вокруг себя никакого электромагнитного излучения.

Авиационные оптические передатчики

Авиационный оптический передатчик преобразует электрический сигнал в модулированный световой поток, предназначенный для передачи по оптоволокну. В зависимости от типа сигнала могут использоваться различные способы модуляции — включение и выключение света или его плавное изменение между заданными уровнями пропорционально входному сигналу. На рис. 1 эти два основных способа модуляции показаны на графиках зависимости интенсивности света от времени.



Рис. 1. Основные методы модуляции светового потока

Чаще всего в оптических передатчиках в качестве источника света используются светоизлучающие диоды (светодиоды) и полупроводниковые лазеры (лазерные диоды). Для использования в оптоволоконных системах эти устройства изготавливаются в корпусах, позволяющих подвести оптоволокну максимально близко к зоне, излучающей свет. Это необходимо для того, чтобы направить как можно больше света в световод. Иногда излучатель оборудован микроскопической сферической линзой, позволяющей собрать весь свет «до последней капли» и направить его в волокно. В некоторых случаях стеклянная нить присоединяется непосредственно к поверхности излучающего свет кристалла.

У светодиодов площадь излучающего элемента довольно велика, и поэтому они излучают не так эффективно, как лазеры. Однако светодиоды широко используются на линиях связи малой и средней длины. Светодиоды гораздо дешевле лазеров, имеют почти линейную зависимость интенсивности излучения от величины электрического тока, интенсивность их излучения слабо зависит от температуры. Лазеры, напротив, имеют очень малую площадь излучающей поверхности и могут отдавать в оптоволокну гораздо большую мощность, чем светодиоды. Они тоже линейны по току, но очень сильно подвержены влиянию температуры и для достижения необходимой стабильности требуют применения более сложных электронных схем. Поскольку

лазеры довольно дороги, они в основном используются там, где требуется передача данных на большие расстояния.

Поскольку лазеры довольно дороги, они в основном используются там, где требуется передача данных на большие расстояния.

Применяемые в оптоволоконной самолетной связи светодиоды и лазеры излучают в инфракрасной части спектра электромагнитных волн и поэтому их свет невидим человеческим глазом без применения специальных средств. Длина волны излучения выбрана с учетом максимальной прозрачности материала световодов и наивысшей чувствительности фотодиодов. Наиболее часто используемые сейчас длины волн — 850, 1300 и 1550 нанометров. Для всех трех длин волн выпускаются как светодиоды, так и лазеры.

Как уже было сказано, световой поток светодиодов и лазеров модулируется одним из двух способов: «включено-выключено» или линейным непрерывным изменением интенсивности. На рис. 2 показаны упрощенные схемы, реализующие оба способа модуляции. Для управления излучателем используется транзистор, на базу которого поступает предварительно сформированный цифровой сигнал. Максимальная частота модуляции при этом определяется электронной схемой и свойствами излучателя. Со светодиодами легко достижимы частоты в несколько сотен мегагерц, с лазерами — в тысячи мегагерц.

Линейная модуляция осуществляется с помощью схемы на основе операционного усилителя. Модулирующий сигнал подается на инвертирующий вход усилителя, постоянное смещение поступает на неинвертирующий вход. Здесь также не показана схема термостабилизации.

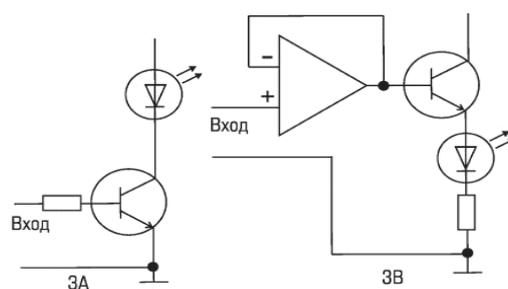


Рис. 2. Методы модуляции светового потока светодиодов и полупроводниковых лазеров

В цифровом сигнале, для передачи которого используется модуляция «включено-выключено», логические уровни могут кодироваться различными способами. В наиболее простом из них логической единице соответствует наличие света, логическому нулю - его отсутствие. Кроме того, применяются широтно-импульсная и частотно-импульсная модуляция. При широтно-импульсной модуляции используется непрерывный поток импульсов, двумя различными длительностями которых кодируются логические уровни сигнала. При частотно-импульсной модуляции все импульсы имеют одинаковую длительность, но частота их следования меняется в зависимости от передаваемого логического уровня.

В цифровом сигнале, для передачи которого используется модуляция «включено-выключено», логические уровни могут кодироваться различными способами. В наиболее простом из них логической единице соответствует наличие света, логическому нулю - его отсутствие.

Для аналоговой модуляции также существует несколько методов. Простейший из них — линейная модуляция, где интенсивность источника света прямо связана с величиной передаваемого сигнала. В других методах передаваемый сигнал вначале

модулирует высокочастотную несущую, а затем этот сложный сигнал управляет яркостью источника света.

Частота света весьма велика - порядка миллионов гигагерц. Полоса частот излучателей света (лазеров и светодиодов) достаточно широка, но, к сожалению, современная технология не дает возможности селективного использования этой полосы, как это делается при передаче информации по радио. В оптическом передатчике происходит включение и выключение всей полосы частот сразу, как это делалось в первых искровых передатчиках на заре эры радио. Со временем ученые преодолеют это препятствие и станет возможной «когерентная передача», что определит дальнейшее развитие оптоволоконной технологии.

Конструкция оптоволоконного кабеля для самолетных систем

Типовая полоса пропускания для обычных волоконных световодов составляет несколько мегагерц на километр для волокна с очень большим диаметром сердцевины, несколько сотен мегагерц на километр для стандартного многомодового волокна и тысячи мегагерц для одномодовых оптических волокон. С ростом длины кабеля полоса пропускания пропорционально снижается.

Оптоволоконные кабели выпускаются разного диаметра и конструкции. Как и в случае коаксиальных, конструкция оптоволоконных кабелей определяется его назначением. Внешне оптоволоконный кабель похож на коаксиальный. На рис. 3 схематично показано устройство стандартного оптоволоконного кабеля.

Оптоволоконно имеет защитное покрытие, предохраняющее его от повреждений в производственном процессе. Оно помещается в облегающую его поливинилхлоридную трубку, где может свободно изгибаться при прокладке вокруг углов стен и в кабельных каналах.

Кабели такой конструкции пригодны для прокладки внутри зданий, где не требуется значительная стойкость к внешним воздействиям. Существуют кабели практически для любого варианта прокладки, например, для прямой укладки в грунт, армированные устойчивой к грызунам внешней оболочкой из стали и сертифицированные UL негорючие кабели для прокладки над фальшпотолками. Выпускаются и многожильные кабели с цветовой кодировкой.

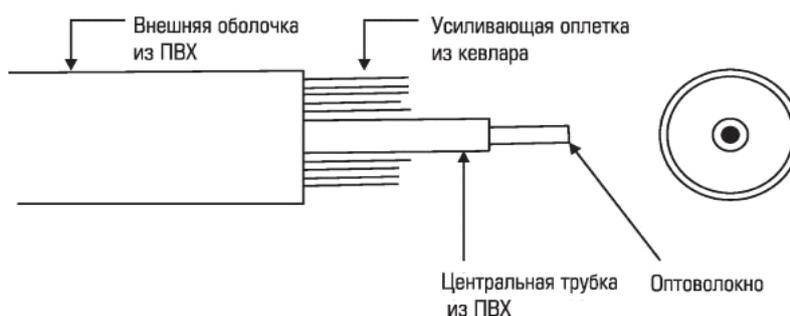


Рис. 3. Устройство стандартного оптоволоконного кабеля

Авиационные оптические приемники

Основная задача авиационного оптического приемника — преобразование модулированного светового потока, поступающего из оптоволоконна, в копию исходного электрического сигнала, поданного на передатчик.

Основная задача оптического приемника — преобразование модулированного светового потока, поступающего из оптоволоконна, в копию исходного электрического

сигнала, поданного на передатчик. У фотодиодов обычно довольно большой чувствительный элемент, поэтому требования к точности позиционирования оптического волокна не такие жесткие, как для передатчиков.

Интенсивность излучения, выходящего из оптоволокна, достаточно мала, и в оптических приемниках устанавливаются внутренние усилители с большим коэффициентом усиления. Поэтому важно использовать приемники только с тем типоразмером волокна, для которого они предназначены, иначе может возникнуть перегрузка усилителя.

Как и передатчики, оптические приемники выпускаются в аналоговом и цифровом вариантах. В них обоих используется аналоговый предварительный усилитель, за которым включен аналоговый или цифровой выходной каскад.

На рис. 4 показана функциональная схема простого аналогового оптического приемника. Первый каскад — операционный усилитель, включенный как преобразователь тока в напряжение. Слабый ток, генерируемый фотодиодом, преобразуется здесь в напряжение, амплитуда которого обычно составляет несколько милливольт. В следующем каскаде, представляющем собой простой усилитель напряжения, сигнал усиливается до необходимого уровня.

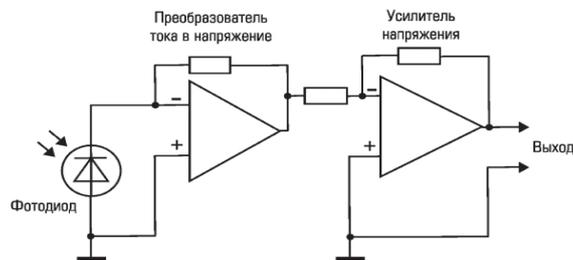


Рис. 4. Простейший аналоговый оптический приемник

Функциональная схема цифрового оптического приемника показана на рис. 5. Как и в случае аналогового приемника, первый каскад представляет собой преобразователь тока в напряжение. Его выходной сигнал поступает на компаратор напряжения, который выдает чистый цифровой сигнал с малой длительностью перепадов. Регулятор уровня срабатывания компаратора, если он есть, используется для точной настройки симметрии восстановленного цифрового сигнала.

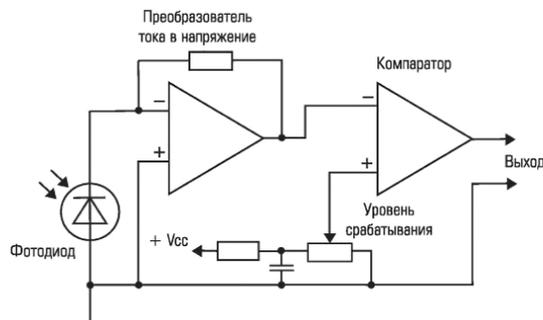


Рис. 5. Простейший цифровой оптический приемник

Заключение

Разработка авиационных оптоволоконных систем передачи информации должна состоять в следующем:

1. Выбор приемника и передатчика, подходящих для того типа сигнала, который необходимо передавать (аналоговый, цифровой, видеосигнал, RS-232, RS-422, RS-485 и т.д.).

2. Определение имеющихся источников питания (переменное напряжение, постоянное напряжение и др.).

3. Определение, при необходимости, специальных требований (например, импедансов, полосы пропускания, специальных разъемов и диаметра волокна и т.п.).

4. Расчет общих потерь в системе (в децибелах): суммирование потерь в кабелях, в разъемных и неразъемных соединениях. Эти характеристики можно получить у производителей электронных устройств и оптоволоконных кабелей.

5. Сравнение полученной цифры потерь с допустимым значением уровня сигнала на входе приемника. Следует подстраховаться, добавив запас как минимум в 3 дБ на всю систему.

6. Проверка соответствия полосы пропускания системы потребностям передачи нужного типа сигнала. Если расчеты покажут, что полоса пропускания окажется недостаточной для передачи сигнала на нужное расстояние, то следует либо выбрать другой приемник и передатчик (другую длину волны), либо рассмотреть возможность использования более дорогого и качественного оптоволоконного кабеля с меньшими потерями.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что рассмотренные в статье авиационные оптоволоконные системы передачи информации могут широко применяться в системах самолета, обеспечивая точность и надежность передачи информационных сигналов. Дальнейшее исследование и внедрение подобных систем является актуальной задачей для обеспечения и повышения безопасности полетов.

Литература

1. И.И. Теумин «Волноводы оптической связи», М., 2002
2. Т. Окоси, перевод с япон. «Волоконно-оптические датчики», М., 2006
3. D. Marcuse, перевод с англ. «Оптические волноводы», М., 2007
4. Е.М. Дианов, перевод с англ. «Основы волоконно-оптической связи», М., 2009

Интернет ресурсы

1. <http://www.laseritc.ru> (сайт компании ЗАО "Лазер АйТиСи")
2. <http://www.optica.ru> (сайт комп. "Оптические ТелеСистемы")

Д.Н. Мирзарахманов, В.Н. Полькин «Авиационные оптоволоконные системы передачи информации».

D.N. Mirzaraxmanov, V.N. Polkin «Axborotlarni uzatishning aviatsia optik tolali tizimi»

D.N. Mirzaraxmanov, V.N. Polkin «Aviation fiber optic systems of transfer information».