

УДК 621.396:621.51(088.8)

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Лабановская С.П., Курневич В.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Импульсная помеха – краткое по времени значительное повышение амплитуды напряжения питания или входного сигнала. Наиболее оптимальной защитой от импульсных помех по цепи питания на сегодняшний день является использование сетевого фильтра. При возникновении в сети опасного импульса, его энергия задерживается сетевым фильтром и не доходит до аппаратуры.

Импульсная помеха, прежде всего, может привести к выходу из строя микросхем, которые содержатся в электронных устройствах – компьютерах, промышленной аппаратуре и бытовой технике.

Борьба с импульсными помехами в цепи сигнала

Борьба с импульсными помехами может быть направлена либо на понижение вероятности попадания помехи, с уровнем больше некоторого порогового значения, на вход решающей схемы, либо на уменьшение появления вероятности уровней ошибки. В свою очередь, вероятность попадания помехи на вход решающей схемы можно уменьшить, воздействуя на источники помех либо на структуру приемного устройства. Поэтому все действия по борьбе с помехами подразделяются на три группы:

- 1) борьба с помехами на месте их возникновения;
- 2) защита от попадания помех на вход решающей схемы;
- 3) одновременная защита от импульсных помех.

Борьба с помехами на месте их возникновения

Все источники помех можно подразделить на контролируемые, находящиеся в пределах рассматриваемой системы, и неконтролируемые, находящиеся вне системы, которые не поддаются непосредственно воздействию или регулированию.

Для уменьшения уровней импульсных помех во всех развитых странах мира разработаны законодательные акты, регламентирующие допустимый уровень и частотный диапазон электромагнитных излучений. Для уменьшения уровней импульсных помех до международных или государственных норм и, следовательно, для уменьшения вероятности попадания помехи в устройство предусматриваются:

- 1) уменьшение уровня и ширины спектра побочных излучений передающих устройств, при строгой регламентации допустимой ширины полезной части спектра сигнала, а также ограничение излучаемой мощности;
- 2) экранировка излучающих блоков аппаратуры связи, постановка схем-ограничителей на различных энергетических устройствах промышленной, научной, медицинской или бытовой аппаратуры;
- 3) целесообразное размещение электрических систем, в частности средств связи, на местности, при одновременной регламентации работы системы по времени;
- 4) оптимальное распределение и назначение частот всем видам радиотехнических систем, обеспечивающих минимально возможные взаимные помехи.

Защита от попадания импульсных по спектру помех на вход решающей схемы

Методы компенсации импульсных помех, несмотря на все их многообразие, основаны на широком спектре помехи, что позволяет построить дополнительный компенсационный тракт (рис. 1), расстроенный относительно частоты сигнала.

Сигнал проходит только через основной тракт, тогда как импульсная помеха создает напряжение на выходах обоих трактов. С помощью преобразователей частоты и фазовращателей помеха в компенсационном тракте преобразуется так, чтобы она совпала с помехой в основном тракте, что позволяет произвести компенсацию в схеме вычитания (рис 1).

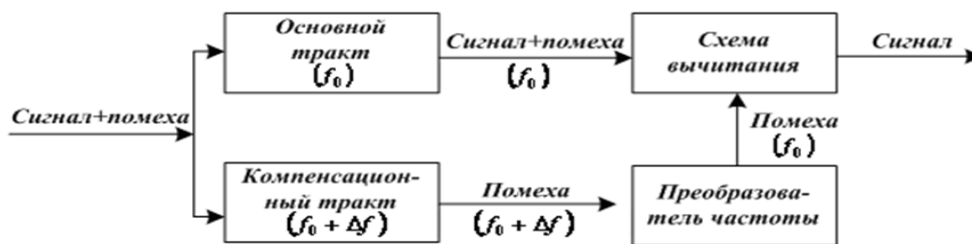


Рисунок 1. Обобщённая структурная схема компенсатора импульсных помех

Наиболее широко применяются методы защиты от импульсных помех, основанные на амплитудном ограничении. Поясним сущность этих методов, полагая вначале, что импульсная помеха состоит из идеальных дельта функций. Предположим, что на входе приемника включен двусторонний амплитудный ограничитель, характеристика которого показана на рис. 2а.

Но если входное напряжение превысит, то выходное напряжение окажется ограниченным и не будет по абсолютной величине превосходить (рис. 2б). Если уровень ограничения выбран выше максимального напряжения, создаваемого сигналом, флуктуационными и сосредоточенными помехами, то в отсутствие импульсной помехи тракт приемника будет линейным. При появлении импульсной помехи она окажется ограниченной по уровню. Поскольку ее длительность мала, то мала или равна ее «площадь» и спектральная плотность энергии. Такая ограниченная импульсная помеха вызовет незначительную реакцию в фильтрах решающей схемы и, следовательно, не будет создавать ошибок.

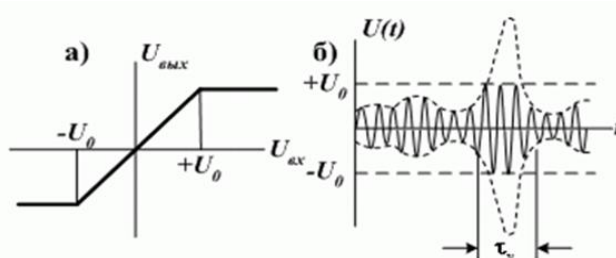


Рисунок 2. Характеристика ограничителя «а») и сигнал на его входе «б)»

Подавление по спектру помех требует строгой линейности тракта приемника вплоть до фильтра, выделяющего спектр сигнала. Ограничитель же представляет собой принципиально нелинейное устройство, и если на его вход поступят сосредоточенные по спектру помехи, то возникающие комбинационные частоты с большой вероятностью могут попасть в полосу частот, занимаемую сигналом.

Более «терпимыми» к сосредоточенным помехам являются методы защиты от импульсных помех, основанные на запираии приемника на время действия импульсной помехи. Такая схема работает в линейном режиме, пока нет импульсных помех. При возникновении импульса срабатывает устройство мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ), снижающей усиление приемника практически до нуля, т.е. до его полного запираия (рис. 3).

Чтобы время запираия приемника было достаточно малым и не охватывало значительную часть элемента сигнала, необходимо устройство МАРУ располагать в широкополосной части тракта, где длительность импульсов помехи существенно меньше.

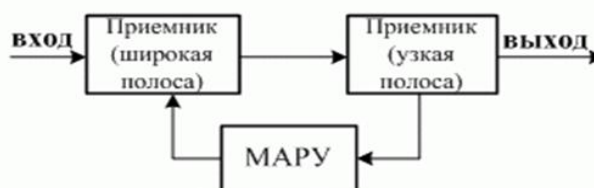


Рисунок 3. Схема с запираием приёмника на время действия импульсной помехи.

Защита от импульсных помех

Для подавления импульсных помех с сохранением удовлетворительной избирательности относительно узкополосных помех часто применяется способ, получивший название ШОУ (широкая полоса – ограничитель – узкая полоса). Его сущность заключается в том, что для подавления импульсной помехи используется амплитудный ограничитель, который включается между двумя фильтрами (рис. 4). Первый из этих фильтров, называемый широкополосным, обеспечивает отсеивание сосредоточенных помех, расположенных на оси частот достаточно далеко от спектра сигнала, но имеет полосу пропускания более широкую, чем полоса частот, занимаемая сигналом.

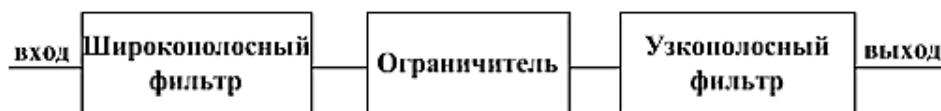


Рисунок 4. Схема с использованием амплитудного ограничителя между двумя фильтрами

Заметим, что мощная помеха, прошедшая через широкополосный фильтр, может при прохождении через ограничитель «подавить» сигнал, т.е. сильно уменьшить его мощность. Несмотря на то, что последующий узкополосный фильтр и отсеет эту помеху, мощность сигнала может оказаться недостаточной для нормальной работы решающей схемы. Поэтому в схеме ШОУ всегда предусматривается большой запас усиления после узкополосного фильтра.

Для пояснения физического процесса подавления импульсной помехи в схеме ШОУ на рис. 5 показаны изменения огибающей импульса. На выходе широкополосного фильтра импульс имеет большую амплитуду, но относительно малую длительность. Ограничитель «срезает» амплитуду импульса и делает ее равной амплитуде сигнала, но не изменяет его длительности.

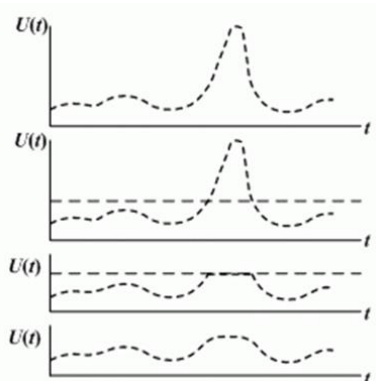


Рисунок 5. Изменение огибающей импульса в схеме ШОУ

Более эффективными путями одновременной защиты от сосредоточенных и импульсных помех, являются комбинированные методы разнесенного приема, например, разнесенный прием, одновременно по времени и по частоте. Из ветвей частотного разнесения выбирается та, в которой меньше интенсивность сосредоточенных помех, а из ветвей разнесения по времени – такая в которой отсутствует импульсная помеха. Если число ветвей достаточно велико, то с большой вероятностью найдется одна ветвь, не пораженная помехой.

Литература

1. Теплов, Н.Л. Помехоустойчивость систем передачи дискретной информации / Н.Л. Теплов. – Минск: Связь, 1964. – 359 с.
2. Комарович, В.Ф. О разнесенном приеме в условиях случайных радиопомех / В.Ф. Комарович, Е. В. Лебединский – Москва: Электросвязь, 1969. – 354 с.
3. Ярославский, Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии / Л.П. Ярославский – Москва: Радио и связь, 1987. – 296 с.