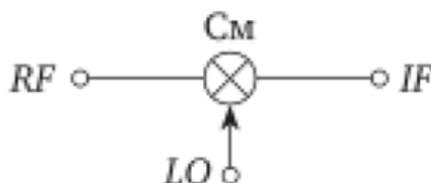


Пересказ_занятия_07

Функциональные узлы малошумящих синтезаторов частот. Фазовые шумы функциональных узлов

Фазовые детекторы. Генераторы управляемые напряжением. Источники питания. Смесители частот предназначены для выполнения операций сложения и вычитания частот гармонических сигналов. Пассивный смеситель представляет собой устройство с тремя портами: порт RF для радиочастотного сигнала с частотой f_{Rp} , порт LO для опорного сигнала с частотой f_0 и порт IF для промежуточной частоты f_{ip} . Если порты IF и LO являются входными, а RF — выходным, то смеситель выполняет преобразование частоты вверх. В данном случае частота сигнала на входе IF модулирует основные колебания опорной частоты. Если же входные порты RF и LO, а выходной — IF, то происходит преобразование частоты вниз. Пассивные смесители используют полупроводниковые диоды в качестве нелинейных элементов, тогда как активные смесители включают в свою схему встроенные широкополосные усилители. В идеальном смесителе происходит перемножение мгновенных значений гармонических входных сигналов, что приводит к появлению в спектре выходного сигнала только компонент первого порядка с суммарной и разностной частотами.

Простейшая схема небалансного смесителя радиочастотного диапазона представляет собой соединенные в кольцо источники квазигармонических напряжений и нагрузку и диод с нелинейной вольт-амперной характеристикой



Входные и выходные порты смесителя:

RF — радиочастотный порт; *LO* — опорный сигнал; *IF* — порт промежуточной частоты

Для смесителей нормируются:

- коэффициент преобразования (передачи или потерь);
 - коэффициенты изоляции (паразитного прохождения) между портами LO, IF и RF;
 - уровень подавления на выходе мощности сигнала опорной частоты;
 - уровень подавления паразитных георалью ой полосы частот;
- Чем определяется коэффициент шума смесителя?

1. Качество используемых компонентов.
2. Рабочая частота.
3. Температура.
4. Схема смесителя.

5. **Сигнальные уровни.**
6. **Импеданс.**
7. **Параметры нагрузки.**

При работе с гармоническими сигналами в смесителях в выходном спектре рядом с полезными компонентами первого порядка могут появляться нежелательные комбинационные составляющие более высокого порядка. Учитывая, что полезный сигнал занимает определённую частоту в окрестности своей средней частоты, существует риск того, что дискретные или модуляционные комбинационные продукты более высокого порядка могут оказаться в полосе выделяемых частот.

Если нагрузка по цепи порта промежуточной частоты пропускает постоянную составляющую, то такой смеситель может работать как фазовый детектор входных сигналов.

Амплитудные характеристики смесителя описывают зависимость выходной амплитуды сигнала от его входной амплитуды, а также от различных параметров, таких как частота входных сигналов, уровень подавления нежелательных гармоник и комбинированных продуктов.

К ключевым аспектам амплитудных характеристик смесителя относятся:

1. **Передаточная функция:** Определяет, как изменяется амплитуда выходного сигнала относительно амплитуды входного сигнала при смешивании двух (или более) сигналов.
2. **Параметры линейности:** Характеризуют степень искажения выходных сигналов. Идеальный смеситель должен обеспечивать линейное отношение между входными и выходными сигналами, однако в реальных устройствах могут возникать искажения и нелинейности.
3. **Переходная и амплитудная динамика:** Оценивает, как смеситель обрабатывает входящие сигналы с разными амплитудами. Эти характеристики важны для понимания, как смеситель будет реагировать на изменение амплитуд входных сигналов.
4. **Уровень изоляции:** Показывает, насколько хорошо смеситель может изолировать входные сигналы друг от друга, то есть предотвращать влияние одного сигнала на другой.

Типы смесителей частоты:

1. Двухдиодный балансный смеситель, обеспечивает балансировку по порту LO
2. Балансный смеситель с двойной балансировкой и диодным кольцом
3. Смеситель с подавлением зеркального канала
4. и т.д.

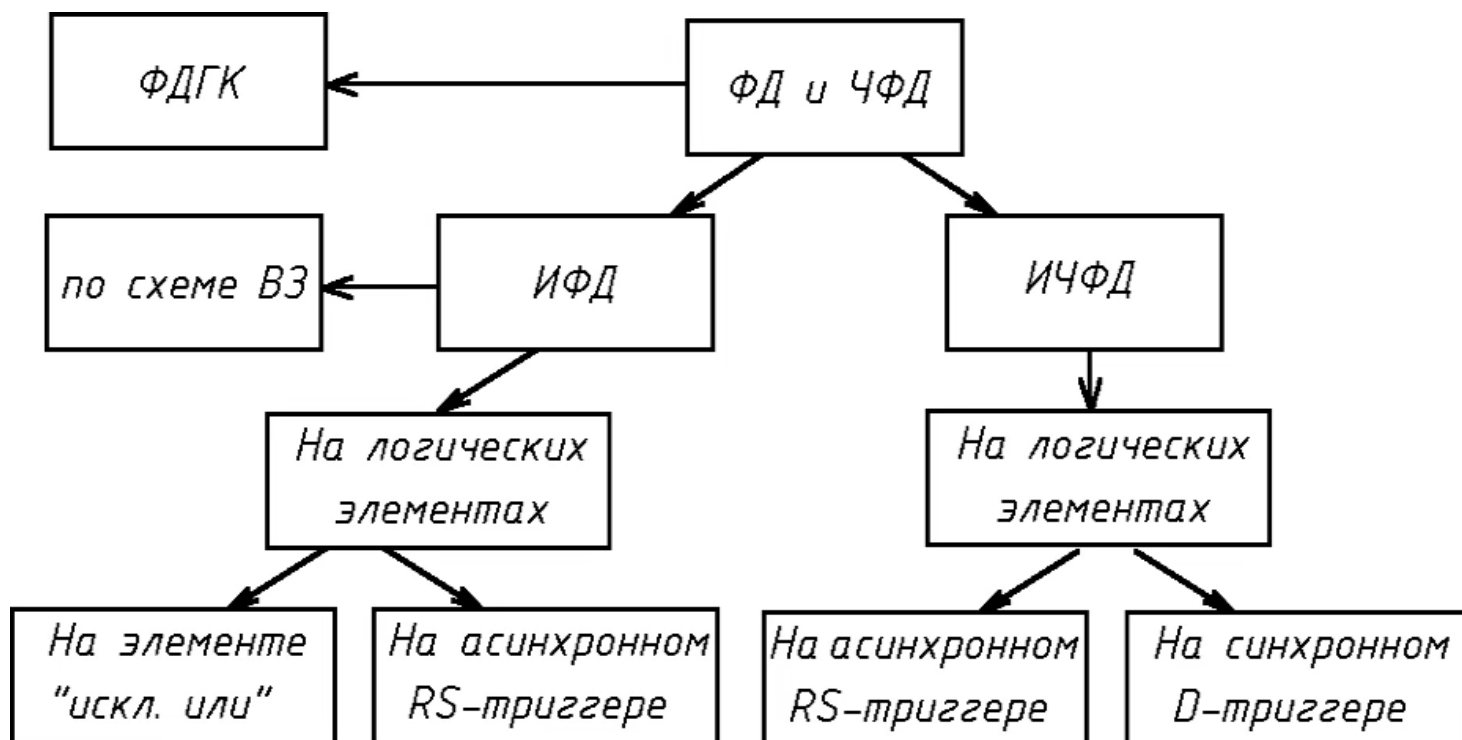
Фазовые и частотно-фазовые дискриминаторы – это устройства, используемые в системах связи и обработки сигналов для извлечения информации из модульированных сигналов.

1. **Фазовые дискриминаторы:**

- Эти устройства предназначены для определения фазы принимаемого сигнала. Они часто используют для демодуляции фазоимпульсной модуляции (PHM) и других видов модуляции, где важна фаза сигнала.
- Принцип работы заключается в сравнении фазы входного сигнала с опорным сигналом. Выходной сигнал дискриминатора показывает разницу между этими фазами.

2. Частотно-фазовые дискриминаторы:

- Это устройства, которые одновременно анализируют как частоту, так и фазу сигнала. Они используются в более сложных модуляциях, таких как частотно-модулированные (FM) или фазо-частотно-модулированные (PM) сигналы.
 - Позволяют более точно декодировать информацию, содержащуюся в сигнале, за счет учета как изменений фазы, так и частоты.
- Оба типа дискриминаторов играют ключевую роль в системах связи, обеспечивая высокое качество передачи и обработки сигналов.



Импульсно-фазовый детектор (ИФД) используется для измерения разности фаз между двумя сигналами с близкими частотами, даже если один или оба сигнала имеют негармоническую импульсную форму. Такой детектор может быть реализован с использованием схемы с выборкой и запоминанием. В этой схеме одно из входных напряжений, например опорный сигнал $U_2(t)$, представляет собой короткие импульсы, которые используются для выборки напряжения измеряемого сигнала $U_1(t)$.

В результате выборки, значения напряжения сохраняются на период повторения опорного сигнала. Характеристика ФД $F(\phi)$ при этом сохраняет форму и амплитуду измеряемого сигнала, а выходное напряжение, обозначенное как $e_{pd}(t)$, принимает ступенчатую форму, где длительность каждой ступени составляет $1/f_o$.

Дискриминационные характеристики и показатели качества ИФД на логических элементах

В данной информации рассматриваются различные варианты построения импульсных фазовых детекторов (ИФД) и импульсных частотных детекторов (ИЧФД). Особое внимание уделено конструкциям, основанным на логических элементах «исключающее ИЛИ» и асинхронных RS-триггерах для ИФД, а также реализации ИЧФД на синхронных D-триггерах.

Выходные цепи как ИФД, так и ИЧФД, реализованные с использованием логических элементов, могут формировать напряжение или ток, который пропорционален рассогласованию фаз входных сигналов. В дальнейшем будем использовать для удобства обозначение, что выходной

величиной ИФД и ИЧФД является ток, генерируемый выходным устройством, которое часто называется схемой подкачки заряда.

RS-триггер является элементом последовательной логики, в отличие от комбинационных логических элементов, состояние выходной переменной которого зависит не только от текущих значений входных переменных, но и от их предшествующих значений. Для работы RS-триггера необходимы короткие управляющие импульсы, которые формируются из сигналов ЭГ (энергетический генератор) и ПГ (потенциальный генератор) с помощью специальных формирователей импульсов.

Импульсы, поступающие на вход S триггера, переводят его выходное состояние в логическую единицу (лог1), тогда как сброс триггера в исходное состояние происходит при поступлении импульсов на вход R.

В рассматриваемой схеме RS-триггера предусмотрено, что выходной ток равен нулю в середине определённого временного диапазона (ДХ), что соответствует условию обозначения $A\Phi = \pi$. Эта точка берется за рабочую при проектировании систем счёта (СЧ), использующих кольцевые фазовые автоподстройки частоты (ФАПЧ). Временные диаграммы, иллюстрирующие выходной ток ИФД на RS-триггере в этой рабочей точке, поясняют его функционирование.

Схемы на основе логических элементов «исключающее ИЛИ» и асинхронных RS-триггеров имеют свои недостатки, в частности, их выходной ток подвержен флуктуациям питающего напряжения. Один из способов уменьшить данный недостаток — использование балансных схем, в которых применяются идентичные генераторы тока.

В таких балансных схемах, если генераторы тока являются идентичными, любые изменения в напряжении питания оказывают аналогичное влияние на оба генератора. Это приводит к существенно меньшему влиянию флуктуаций на разностный выходной ток, что позволяет значительно улучшить стабильность работы схемы.

Кроме того, балансные схемы ИФД обладают рядом преимуществ: во-первых, пределы изменения выходного тока в них вдвое больше; во-вторых, крутизна является также вдвое выше, что позволяет достичь большей чувствительности и точности в работе устройства.

Таким образом, применение балансной схемы в интерфейсах и функциональных драйверах позволяет существенно повысить их надежность и устойчивость к внешним воздействиям, что является важным аспектом в проектировании современных цифровых устройств.

Одной из основных проблем систем с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ) является обеспечение надежного перехода этих систем в режим синхронизации. Для систем с обычными фазовыми детекторами (ФД) и интегральными фазовыми детекторами (ИФД) данная задача усложняется высокими требованиями к фильтрации помех и пульсаций на выходах. Это создало потребность в разработке частотно-фазовых дискриминаторов (ЧФД), которые бы обладали чувствительностью как к разности фаз, так и к разности частот.

Аналоговые схемы ЧФД оказались неудобны для практического применения, особенно после того как производители радиотехнической продукции перешли к интегральным технологиям. Однако изобретение и усовершенствование импульсных частотно-фазовых дискриминаторов (ИЧФД), основанных на логических элементах, смогло помочь в решении проблемы

синхронизации для большинства приложений. Обобщенная функциональная схема такого ИЧФД была представлена на рисунке.