Вопросы к *коллоквиумам по лабораторным работам*
(«Измерения на СВЧ, 2026)

Оглавление

Лаб. 1 Исследование характеристик микроволновых фильтров 2
Лаб. 2 Скалярный измеритель АЧХ СВЧ устройств 3
Лаб. 3 Исследование балансного СВЧ смесителя 4
Лаб. 4 Измерение параметров транзисторного усилителя СВЧ 5
Лаб. 5 Исследование электрически управляемых аттенюаторов на P-I-N диодах 6
Лаб. 6 Измерение параметров ферритовых СВЧ устройств 7
Лаб. 7 Исследование генератора СВЧ, управляемого напряжением 8
Лаб. 8 Измерение параметров диэлектриков на СВЧ 9
Лаб. 9 Калибровка анализатора цепей СВЧ UVNA-63 10
Лаб. 10 Автоматический анализатор параметров СВЧ цепей Agilent E5062A 11

2025 г.

Лаб. 1 Исследование характеристик микроволновых фильтров

1. Какие типы фильтров используют в технике СВЧ? Какими параметрами описывают АЧХ фильтров ППФ и ПЗФ?
2. Поясните принцип синтеза СВЧ фильтров через НЧ прототипы.
3. Как из НЧ прототипа фильтра НЧ получают прототипы ФВЧ, ППФ, ПЗФ?
4. Из каких соображений выбирают вид АЧХ фильтра: Баттерворта, Чебышева или Кауэра?
5. Как реализуют расчетные схемы фильтров на СВЧ в микрополосковом исполнении?
6. Как устроен СВЧ ППФ «шпилечного» типа?
7. Какие функциональные возможности анализатора цепей СВЧ E5062A целесообразно использовать для определения полосы пропускания, вносимого затухания и добротности фильтров?
8. Какой режим прибора E5062 используют для определения параметров ППФ? Какие параметры фильтра в этом режиме измеряют?
9. Какой специализированный режим измерения параметров ФНЧ (радиофильтра) предусмотрен в программном обеспечении прибора E5062?
10. Пояснить наиболее часто используемые критерии определения полосы пропускания фильтров СВЧ. Как определить полосу пропускания фильтра с большим уровнем пульсаций (в полосе пропускания)? Как измерить уровень пульсаций?
11. Как связаны модуль коэффициента пропускания и отражения фильтров СВЧ? Существует ли полоса заграждения у полосно-пропускающего фильтра?
12. Что такое «формат файлов данных Touchstone»? Для чего используют такие файлы?

Лаб. 2 Скалярный измеритель АЧХ СВЧ устройств

1. Поясните принцип действия СВЧ синтезаторов частоты? Почему в них не используют прямой синтез частоты?
2. Как реализуют ГУН СВЧ синтезаторов с косвенным принципом синтеза? Как в них управляют частотой генерации?
3. Какие параметры СВЧ ваттметров используют чтобы охарактеризовать их возможности?
4. Какие принципы измерения мощности используют в ваттметрах СВЧ?
5. Поясните структурную схему измерителя КСВН и ослабления на основе синтезатора частоты и ваттметра.
6. Для чего в скалярном измерителе используют направленный ответвитель?
7. В чем состоит калибровка скалярного измерителя коэффициента передачи на СВЧ?
8. В чем состоит калибровка скалярного измерителя коэффициента отражения и КСВН на СВЧ? Почему для калибровки можно использовать открытый выходной разъем ответвителя?
9. Почему точность измерения параметров СВЧ устройство скалярным прибором ниже, чем при использовании векторного анализатора цепей СВЧ?
10. Приведите пример измерительного тракта для одновременного измерения модулей коэффициента передачи и отражения с использованием синтезатора частоты, направленных ответвителей и ваттметров.
11. Как измерить мощность, превышающую максимально допустимое паспортное значение мощности ваттметра?

Лаб. 3 Исследование балансного СВЧ смесителя

1. Сформулируйте измерительные задачи, решаемые анализатором спектра последовательного типа.
2. Поясните структурную схему последовательного анализатора спектра. Укажите назначение основных блоков прибора.
3. Что такое рабочий диапазон частот и полоса обзора спектроанализатора и чем они отличаются?
4. Почему в анализаторах спектра применяют линейный закон изменения частоты во времени? Какие искажения возможны при нелинейном законе?
5. Как производят измерение амплитуд спектральных составляющих в спектроанализаторах последовательного типа?
6. Как выполняется измерение частоты спектральных составляющих в анализаторе спектра?
7. Какие параметры анализатора спектра определяет полоса пропускания УПЧ? В каких случаях ее необходимо подбирать?
8. Почему в ряде случаев анализ спектра необходимо делать в течение значительного времени (единицы и десятки секунд)? Что происходит, если установить малое время анализа?
9. Из каких соображений выбирают полосу пропускания видеофильтра АС? В каком случае эту полосу делают узкой?
10. Что такое прямой и зеркальный каналы спектроанализатора? Для чего в анализаторах спектра используют двойное или даже тройное преобразование частоты?
11. Почему в преобразователях частоты мощность сигнала гетеродина выбирают значительно больше, чем мощность входного сигнала?
12. Какие основные комбинационные составляющие можно наблюдать на выходе смесителя?
13. Почему уровень шума на выходе однодиодного смесителя выше, чем у двухдиодного (балансного) смесителя?
14. Почему уровень мощности гетеродина преобразователя с балансным смесителем может быть меньше, чем для однодиодного смесителя?
15. В каких единицах измеряют мощность в анализаторах спектра? Какова связь между дБ, дБм и Вт?

Лаб. 4 Измерение параметров транзисторного усилителя СВЧ

1. Чем широкополосная схема СВЧ транзисторного усилителя отличается от аналогичного блока НЧ или ВЧ устройства?
2. Какими рабочими параметрами характеризуют усилители СВЧ?
3. Какие параметры СВЧ усилителей необходимо измерять, чтобы охарактеризовать их нелинейность?
4. Что характеризует однодецибельная точка компрессии?
5. Как измеряют точку пересечения второго порядка транзисторного усилителя СВЧ?
6. Чем определяется чувствительность усилителя СВЧ? Как ее измеряют?
7. Что такое «динамический диапазон» усилителя? Чем он ограничен сверху, снизу?
8. Как использовать спектроанализатор без следящего генератора для измерения АЧХ усилителя? Что такое «следящий генератор» спектроанализатора и для чего его применяют?
9. Чем отличается режим работы спектроанализатора со следящим генератором (Stimulus/Response) от обычного (Spectrum Analyzer)? В каких случаях необходимо использовать тот, или иной режим?
10. Что такое отсчетный уровень на спектрограмме? Как он регулируется?
11. Для чего используют внешние фиксированные аттенюаторы при измерениях спектроанализатором? Как изменится результат измерения амплитуды гармонической составляющей при подсоединении внешнего фиксированного аттенюатора?
12. В каких единицах измеряется относительный уровень фазового шума? Как пересчитать эти единицы в мВт?
13. Как измерить спектральную плотность мощности шума? Как изменится эта величина при увеличении мощности несущей в 2 раза?

Лаб. 5 Исследование электрически управляемых аттенюаторов на P-I-N диодах

1. Для каких целей используют устройства с PIN-диодами в измерительном тракте СВЧ приборов?
2. Поясните эквивалентную схему PIN диода? Почему емкость диода слабо зависит от напряжения смещения?
3. Как зависит сопротивление PIN диода на СВЧ от тока смещения?
4. Как выполнена схема СВЧ аттенюатора (коммутатора), исследуемого в лабораторной работе?
5. Чем отличается работа исследуемого устройства с PIN диодами в режиме аттенюатора и в режиме коммутатора?
6. Чем определяются потери и развязка входов в СВЧ коммутаторах на PIN-диодах?
7. Как реализовать согласованный делитель мощности на PIN диодах с электрическим управлением?
8. Зачем в СВЧ аттенюаторе используют микрополосковые дроссели и конденсаторы?
9. Поясните, как в схеме коммутатора проходят СВЧ сигналы и постоянные токи управления устройством?
10. Поясните модель СВЧ аттенюатора, реализованную в среде Microwave Office.

Лаб. 6 Измерение параметров ферритовых СВЧ устройств

1. Укажите назначение панорамных измерителей параметров цепей СВЧ типа Р2. Чем они отличаются от измерителей коэффициента передачи СВЧ типа Р4?
2. В чем главное отличие панорамных измерителей СВЧ параметров от амплифазометров - приборов типа ФК2-18 для измерения АЧХ «по точкам»?
3. Какие элементы входят в измерительный тракт СВЧ прибора Р2-61? Какие требования предъявляют к их характеристикам?
4. Как модифицировать измерительный тракт для определения КСВН?
5. Для какой цели сигнал ГКЧ модулируют по амплитуде НЧ сигналом? Какова форма сигнала модуляции? В каких случаях используют режим непрерывной генерации (НГ)?
6. Укажите назначение системы АРМ прибора Р2-61. Что такое динамический диапазон АРМ?
7. Что такое собственная АЧХ панорамного измерителя Р2-61? От чего зависит ее неравномерность?
8. Какие функции выполняет измерительный блок прибора Р2-61? Как он позволяет улучшить точность измерения АЧХ?
9. Для чего в измерительном блоке используют синхронные детекторы?
10. Для чего нужна калибровка прибора Р2-61? Как ее производят для измерения ослабления? Для измерения КСВ?
11. Как производят оцифровку шкалы частот прибора Р2-61? Как устроен блок частотных меток?
12. В каком масштабе по вертикали выводится на экран график АЧХ? Как производят отсчет измеренных значений ослабления и КСВ?
13. Для чего в ферритовых вентилях используют постоянные магниты?
14. Чем резонансные вентили отличаются от вентилей на смещении поля?
15. В чем преимущество циркулятора с согласованной нагрузкой над ферритовым вентилем?
16. Для чего в измерительной технике СВЧ используют ферритовые ЖИГ-резонаторы?
17. Что такое волноводная линия передачи? Какими свойствами и диапазоном рабочих частот она обладает.
18. Волноводные соединительные элементы (фланцы). Согласованные нагрузки.
19. Поясните устройство волноводного направленного ответвителя. Какими свойствами обладает такое устройство?

Лаб. 7 Исследование генератора СВЧ, управляемого напряжением

1. Что такое ГУН СВЧ? Для каких целей их применяют в измерительной технике?
2. Какими элементами осуществляют электрическое управление частотой ГУН на СВЧ?
3. Какими параметрами и характеристиками описывают свойства ГУН СВЧ?
4. Что такое модуляционная характеристика ГУН?
5. Поясните эффект затягивания частоты в ГУН.
6. Поясните принцип действия частотомера, используемого в лабораторной работе? Что такое «комбинированный метод «измерения частоты и периода?
7. Чем отличаются СВЧ частотомеры от ЭСЧ НЧ и ВЧ диапазона?
8. Почему в частотомере не один, а два входа исследуемого сигнала? Есть ли между ними различия?
9. Что такое чувствительность анализатора спектра, чем она определяется? Равна ли она уровню шума на осциллограмме? Есть ли теоретический предел чувствительности прибора?
10. Как зависит величина уровня шума на экране спектроанализатора от режима его работы? Укажите способы его понижения.
11. Что такое динамический диапазон спектроанализатора?

Лаб. 8 Измерение параметров диэлектриков на СВЧ

1. Укажите назначение амплифазометра ФК2-18. Какие измерительные задачи можно решать с его помощью?
2. Для чего в состав амплифазометра включен плавный фазовращатель? Как с его помощью измеряют частоту входного сигнала? Почему показания цифрового индикатора длины опорного канала нужно умножать на 2?
3. Как производится калибровка амплифазометра по модулю и фазе коэффициента передачи?
4. Для чего в приборе ФК2-18 используют стробоскопическое преобразование частоты? В чем преимущества такого способа по сравнению с традиционным преобразователем частоты?
5. Почему в преобразователе частоты ФК2-18 использую в качестве гетеродина импульсный генератор, а не генератор гармонического сигнала? Почему длительность импульса выбирают очень малой (доли нс)?
6. Каким методом производят измерение фазового сдвига после преобразования частоты на НЧ?
7. В каких случаях используют метод замещения при измерении ослабления и фазового сдвига прибором ФК2-18?
8. Чем отличается амплифазометр СВЧ от измерителя комплексных коэффициентов передачи СВЧ устройств вида Р4?
9. Чем определяется точность измерения фазового сдвига в приборе ФК2-18?
10. За счет чего амплифазометр ФК2-18 позволяет измерять модуль и аргумент коэффициента передачи независимо от рабочей частоты внешнего генератора?
11. Почему в приборе ФК2-18 используется 4 поддиапазона измерения фаз и 3 предела измерения амплитуд? Что означают разные числовые шкалы, нанесенные на индикаторе прибора? Приведите пример снятия показаний со стрелочного индикатора.
12. Для чего в приборе ФК2-18 используют ступенчатый аттенюатор и фазовращатель?
13. Какие параметры диэлектриков необходимо измерять на СВЧ?
14. В чем разница «резонаторного» и «волноводного» методом измерения параметров диэлектриков на СВЧ? Укажите области применения этих методов.
15. Как обрабатывают данные измерения модуля и фазы коэффициента передачи для определения параметров диэлектрика?

Лаб. 9 Калибровка анализатора цепей СВЧ UVNA-63

1. Какой метод измерения положен в основу анализаторов цепей СВЧ? Какие элементы измерительного тракта этих приборов необходимы для данного метода?
2. Чем отличаются скалярные и векторные анализаторы цепей СВЧ? Почему при измерении модулей коэффициентов матрицы рассеяния точность у векторных анализаторов (при прочих равных условиях) выше?
3. Чем отличается измеритель отражения/передачи СВЧ от автоматизированного анализатора цепей? В чем его достоинство и недостаток?
4. Какие причины появления систематических и случайных погрешностей в анализаторах цепей СВЧ?
5. Какие систематические погрешности измерительного тракта рефлектометра устраняют при его калибровке?
6. Какие систематические погрешности измерительного тракта для коэффициента передачи устраняют при его калибровке?
7. Что такое скалярная калибровка измерительного тракта анализатора цепей СВЧ?
8. Как производят калибровку по фазе при измерении коэффициентов отражения/передачи?
9. Как проводят однопортовую калибровку анализатора цепей?
10. Что такое полная (SOLT) калибровка анализатора цепей СВЧ? Какие эталонные нагрузки при этом используют?
11. Как калибруют анализатор цепей для исключения просачивания сигнала (калибровка изоляции)?
12. Поясните схему комплекта анализатора цепей СВЧ UVNA-63. Почему для направленных ответвителей падающей и отраженной (проходящей) волн выбраны разные переходные ослабления?
13. Как использовать анализатор цепей UVNA-63 для измерения многопортовых устройств СВЧ?
14. Что такое «активный порт» анализатора цепей UVNA-63? Для чего его переключают в автоматизированном приборе?
15. Пояснить направленный граф погрешностей рефлектометра и измерителя коэффициента передачи

Лаб. 10 Автоматический анализатор параметров СВЧ цепей Agilent E5062A

1. Сформулируйте измерительные задачи, решаемые анализатором цепей СВЧ.
2. Какие особенности имеет измерение параметров цепей в СВЧ диапазоне по сравнению с измерением АЧХ и ФЧХ на НЧ и ВЧ?
3. Для чего в анализаторах цепей СВЧ используют преобразование частоты?
4. Поясните структурную схему анализатора Е5062А. Укажите назначение основных блоков прибора и элементов измерительного тракта.
5. Что такое «калибровка» векторного анализатора цепей СВЧ? Какие погрешности с ее помощью можно устранить?
6. Опишите методику однопортовой калибровки анализатора цепей. Какие эталонные нагрузки используют для нее?
7. Что такое «расширенная калибровка SOLT»? Какие эталонные нагрузки для неё используются? Как проводят калибровку изоляции (перекрестные помехи)?
8. Что такое «полная двухпортовая калибровка» анализатора? Чем она отличается от однопортовой калибровки?
9. Какими способами можно устанавливать частотный диапазон измерения в анализаторе Е5062?
10. В чем заключаются отличия векторного анализатора цепей от спектроанализатора, используемого со следящим генератором для измерения параметров СВЧ устройств? Какие измерения, присущие векторному анализатору, можно произвести при помощи спектроанализатора и наоборот?
11. Какие форматы вывода данных измерения предусмотрены в приборе Е5062?
12. Для чего используют несколько форматов вывода фазочастотных характеристик? Что такое групповое время запаздывания (ГВЗ)? Для каких целей используют этот формат?
13. Какой режим прибора используют для определения параметров ППФ? Какие параметры фильтра в этом режиме измеряют?
14. Какой специализированный режим измерения параметров ФНЧ (радиофильтра) предусмотрен в программном обеспечении прибора Е5062?