Федеральное агентство связи

ФГОБУ ВПО «СибГУТИ»

**С. Н. Новиков**

**Кафедра «БиУТ»**

**Теоретические основы**

**к выполнению**

**комплекса лабораторных работ**

**по дисциплине**

**«Технические методы и средства защиты информации»**

Новосибирск

2014

УДК 004.056 (076)

С.Н. Новиков

Теоретические основы к выполнению комплекса лабораторных работ по дисциплине «Технические методы и средства защиты информации» / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики: Новосибирск, 2014.

Учебное пособие содержит теоретические сведения, необходимые для выполнения комплекса лабораторных работ по дисциплине «Технические методы и средства защиты информации».

Для направления 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», квалификация (степень) бакалавр, профиль «Защищенные системы и сети связи»

Кафедра Безопасности и управление в телекоммуникациях (БиУТ)

© Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики, 2014.

**Содержание**

[1 Принцип работы нелинейного локатора 4](#_Toc404162582)

[2 Электрические фильтры нижних и высоких частот 6](#_Toc404162583)

[3 Полосовые и заграждающие электрические фильтры 12](#_Toc404162584)

[4 Изучение и расчет помех в каналах связи электронного устройства при внешней параллельной паразитной связи 16](#_Toc404162585)

[5 Помехи в каналах связи электронного устройства при внешней параллельной паразитной связи» 19](#_Toc404162586)

[Литература 20](#_Toc404162587)

# 1 Принцип работы нелинейного локатора

Свойство электропроводящих материалов отражать радиоволны, было положено в основу классической (линейной) радиолокации применяемой, например в авиации. Для обнаружения электронных устройств используются нелинейные свойства полупроводниковых элементов, из которых они состоят, данный вид локации называется - нелинейной радиолокацией, а приборы для обнаружения устройств - нелинейными локаторами (НЛ) (рисунок 1).

В нелинейной радиолокации информация об обнаруживаемом объекте определяется его способностью спектрального преобразования зондирующего радиосигнала и переотражения его на гармониках частоты зондирования. Эти явления возможны при наличии в составе устройства элементов с нелинейными вольтамперными характеристиками (ВАХ).[1]



Рисунок 1 – Нелинейный локатор (НЛ) ОРИОН NJE-4000

Такие элементы по природе своего возникновения условно могут быть разделены на соединения полупроводниковые и «ложные».

Полупроводниковые соединения – это элементы искусственного происхождения, содержащие *p-n* переход (например, диоды, транзисторы и т.п.) с нелинейной ВАХ. Именно полупроводниковые соединения являются объектом поиска.

«Ложными» соединениями будем называть места соприкосновения металлических поверхностей. При контакте разных по структуре металлов возникает полупроводниковый элемент с неустойчивым «*p-n*» переходом и нелинейной ВАХ. В физике полупроводников такое образование известно как металл-окисел-металл.[1]

Облучение зондирующим сигналом «ложного» соединения может привести к ложному срабатыванию НЛ. Для предотвращения ложных срабатываний, НЛ должен обладать возможностью сравнивать интенсивность второй и третьей гармоники отраженного радиосигнала. Пример ВАХ «ложного» и полупроводникового соединения показаны на рисунке 2.

Из-за различия в нелинейных характеристиках полупроводникового и «ложного» соединений, 2-ая и 3-ая гармоника переотраженного радиосигнала будут иметь различную интенсивность. Когда ЛН облучает полупроводник, отклик на 2-ой гармонике отраженного радиосигнала будет сильнее, чем на 3-ей.

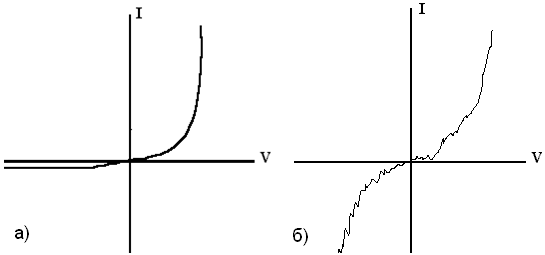


Рисунок 2 – ВАХ полупроводникового соединения (а) и «ложного» (б)

При облучении ложного соединения наблюдается обратный эффект: отклик на 3-ей гармонике сильнее, чем на 2-ой.

В результате для повышения вероятности безошибочного определения полупроводника от «ложного» соединения, качественный ЛН должен обладать свойством сравнения уровней откликов на второй и третьей гармониках, что увеличивает стоимость прибора.[1]

# 2 Электрические фильтры нижних и высоких частот

Сетевые помехоподавляющие пассивные фильтры (рисунок 3) применяются для защиты сети переменного тока 220 В от помех создаваемых аппаратурой и намеренного силового воздействия.



Рисунок 3 – Сетевой фильтр ФСПК-10

Под намеренным силовым воздействием (НСВ) понимается несанкционированный доступ к сети питания, с целью повреждения или вывода из строя оборудования посредством воздействия на сеть высокоамплитудными и высокочастотными импульсами.

Сетевые помехоподавляющие пассивные фильтры конструктивно выполняются на основе *электрических фильтров*. Принцип работы, которых заключается в пропускании сигналов с частотой, попадающей в заданный диапазон частот и задерживании сигналов с частотой, выходящей за пределы заданного диапазона частот. [2]

*Электрическими фильтрами* называются четырехполюсники, частотные характеристики передаточных функций которых имеют резко выраженную избирательность для отдельных частот или полос частот. Правильно сконструированный фильтр должен пропускать к приемнику сигналы практически без изменения их амплитуды в некотором диапазоне частот, называемом *полосой пропускания* и не пропускать сигналы, частоты которых лежат вне полосы пропускания, т. е. находятся в так называемой *полосе задерживания*. По виду полосы пропускания электрические фильтры различают:

- фильтр нижних частот (ФНЧ), полоса пропускания которого лежит в диапазоне от *ω1* = 0 до *ω2*=*ωсреза* (рисунок 4);

- фильтр верхних частот (ФВЧ), полоса пропускания которого лежит в диапазоне от *ω1* = *ωссреза* до *ω2*= ∞ (рисунок 5);

- полосовой фильтр (ПФ), полоса пропускания которого лежит в диапазоне от *ω1* до *ω2* (рисунок 4);

- заграждающий фильтр (ЗФ), полоса пропускания которого лежит в диапазоне от 0 до *ω1*и от *ω2* = ∞. Фильтры последнего типа не пропускают сигналы, частоты которых лежат в диапазоне от *ω1* до *ω2* (рисунок 5).

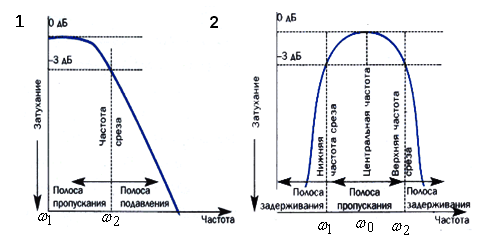


Рисунок 4 - Амплитудно-частотная характеристика электрического:

1 – фильтра НЧ, 2 – полосового фильтра

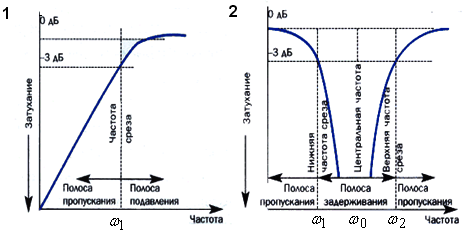


Рисунок 5 -Амплитудно-частотная характеристика электрического:

1 – фильтра ВЧ, 2 – заграждающего фильтра

Вышеприведенная классификация фильтров не единственная, так например, фильтры можно также классифицировать по характеру их элементов. [2]

В лабораторной работе все рассмотренные фильтры являются электрическими фильтрами *типа k.* Фильтрами *типа k* называются такие фильтры, у которых отношение реактивного сопротивления последовательной ветви *Z* к проводимости параллельной ветви Y есть величина вещественная, не зависящая от частоты. Т.е. если выполняется условие:

, (1)

то такие фильтры называются фильтрами *типа k*. Например, для фильтра нижних частот (рисунок 6) имеем:

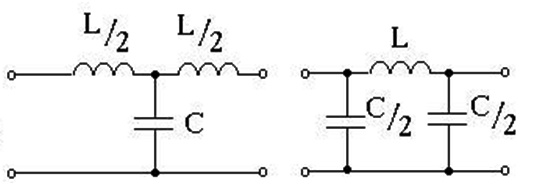


Рисунок 6 – Схемы фильтра нижних частот Т и П-образной структуры

Подставив *Z* и *Y* для фильтра НЧ в формулу 6.1, получим:

Таким образом, *k* величина вещественная, не зависящая от частоты.[3]

*Фильтр нижних частот (НЧ)*

На рисунке 6 изображены схемы фильтра нижних частот Т и П-образных структур.

Физическое действие фильтров объясняется тем, что на низких частотах

сопротивления индуктивностей малы, а сопротивления ёмкостей велики; на высоких же частотах наоборот сопротивления индуктивностей велики, а ёмкостей малы.[3]

Из теории четырехполюсников следует, что граничные частоты для полосы пропускания определяют исходя из:

.

Первое равенство определяет частоту, при которой закорачиваются продольные сопротивления *Z* и размыкаются поперечные проводимости *Y* четырехполюсника – приемник оказывается как бы непосредственно присоединенным к источнику. Второе равенство определяет частоты, при которых каждая половина четырехполюсника, составленная из половины продольного сопротивления и половины поперечной проводимости, находиться в режиме резонанса напряжений.[3]

В фильтре НЧ, Т и П-образной структуры:

тогда граничные частоты для фильтра НЧ:

откуда:

. (2)

Таким образом, полоса пропускания ФНЧ лежит в диапазоне от *ω1* = 0 до *ω2*=*ωрез.* = . Частота *ω2* является частотой среза *ωсреза* для фильтра НЧ. Амплитудно-частотная характеристика фильтра НЧ изображена на рисунке 4.[10]

Если принять сопротивление нагрузки *R* равным характеристическому сопротивлению фильтра НЧ при частоте *ωрез.*. Т.е

, (3)

то можно найти расчетные формулы для получения параметров *L* и *С* фильтра НЧ. Выразим из 6.3 индуктивность и подставим в 6.2:

, (4)

выразив из 6.3 емкость, получим расчетную формулу:

Аналогичным способом находиться расчетная формула для *L*, которая запишется как:

где – круговая частота резонанса.

*Фильтр верхних частот (ВЧ)*

На рисунке 7 изображены схемы фильтра верхних частот Т и П-образных структур.

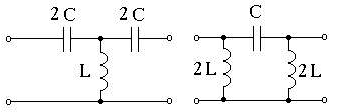


Рисунок 7 – Схемы фильтра ВЧ частот Т и П-образной структуры

В фильтре НЧ, Т и П-образной структуры:

Тогда граничные частоты для фильтра ВЧ:

откуда:

. (5)

Таким образом, полоса пропускания фильтра ВЧ лежит в диапазоне от до *ω2*=*∞.*. Частота *ω1* является частотой среза *ωсреза* для фильтра ВЧ. Амплитудно-частотная характеристика фильтра ВЧ изображена на рисунке 5 [3].

Если принять сопротивление нагрузки *R* равным характеристическому сопротивлению фильтра ВЧ при частоте *ωрез.*. То можно найти расчетные формулы для получения параметров *L* и *С* фильтра ВЧ.

Выразим из (3) индуктивность и подставим в 5:

, (6)

выразив из 6.6 емкость, получим расчетную формулу:

Аналогичным способом находиться расчетная формула для *L*, которая запишется как:

где – круговая частота резонанса.

# 3 Полосовые и заграждающие электрические фильтры

*Заграждающий фильтр*

На рисунке 8 изображены схемы заграждающих фильтров Т и П-образных структур.

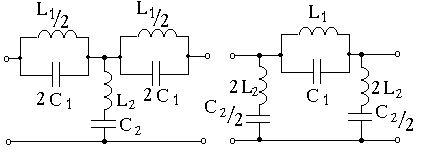


Рисунок 8 – Схемы заграждающего фильтра НЧ Т и П-образной структуры

Что бы при одной и той же частоте стали равны нулю продольные сопротивления *Z* (резонанс напряжений) и поперечные проводимости *Y* (резонанс токов) необходимо выполнить следующие условия:

при *L1C1= L2C2*.

В заграждающем фильтре, Т и П-образной структуры:

тогда граничные частоты для заграждающего фильтра:

откуда:

Таким образом, полоса пропускания заграждающего фильтра лежит в диапазоне от 0 до *ω1* и от *ω2* до ∞. Полоса задерживания расположена между *ω1* и *ω2*, причем . Амплитудно-частотная характеристика заграждающего фильтра изображена на рисунке 5.[3]

Если принять сопротивление нагрузки *R* равным характеристическому сопротивлению фильтра при частоте *ωрез.*, т.е

то можно найти расчетные формулы для получения параметров *L1C1* и *L2C2* заграждающего фильтра:

где – круговая частота.

*Полосовой фильтр*

На рисунке 9 изображены схемы полосового фильтра Т и П-образных структур.

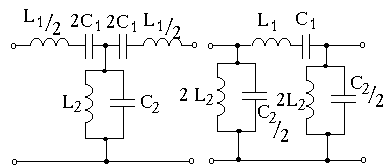


Рисунок 9 – Схемы полосового фильтра Т и П-образной структуры

Необходимы выполнения следующих условий:

при котором: *L1C1= L2C2*.

В полосовом фильтре, Т и П-образной структуры:

тогда граничные частоты для полосового фильтра:

откуда:

.

Таким образом, полоса пропускания полосового фильтра лежит в диапазоне от до *ω2.*. Частота резонанса *ωрез.* является промежуточной, поскольку она равна среднему геометрическому из граничных частот, т.е. . Амплитудно-частотная характеристика полосового фильтра изображена на рисунке 4 [3].

Если принять сопротивление нагрузки *R* равным характеристическому сопротивлению фильтра при частоте *ωрез.*. Т.е

то можно найти расчетные формулы для получения параметров *L1C1* и *L2C2* заграждающего фильтра:

где – круговая частота.

# 4 Изучение и расчет помех в каналах связи электронного устройства при внешней параллельной паразитной связи

*Канал связи* электронного устройства может являться как источником, так и приемником паразитной наводки. Под *каналом связи* электронного устройства понимается передатчик, соединительные линии и приемник между которыми происходит обмен информационными сигналами. *Паразитные наводки* возникают, за счет передачи напряжения из одного канала связи в другой, когда данная передача не предусмотрена схемой. Паразитные наводки обусловлены наличием *паразитной связи* между элементами канала связи.

Возникновение паразитных наводок за счет паразитных связей может привести к просачиванию информационных сигналов из одного канала связи в другой. Таким образом, паразитные наводки могут привести к возникновению канала утечка информационных сигналов, в электронном устройстве.

Эквивалентная схема паразитной емкостной связи представлена на рисунке 10. Сопротивление *Zвх1* представлено в виде параллельных соединенных *Rвх1* и *Cвх1*. Второй канал показан упрощенно, так как его параметры слабо влияют на значение наводки из второго канала в первый.[4]

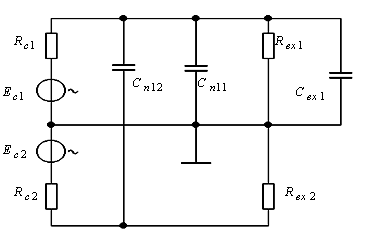


Рисунок 10– Эквивалентная схема внешней емкостной параллельной паразитной связи между двумя каналами

Рассмотрим расчет помехи , наводимой из первого канала во второй. Напряжение сигнала во втором канале (на сопротивлении ) определяется выражением:



Входное сопротивление первого канала связи для сигнала помехи образуется параллельным соединением следующих элементов: выходного сопротивления генератора  паразитной емкости линии связи , входного сопротивления приемника сигнала  и входной емкости приемника сигнала.[4]



 – входное сопротивление и собственная емкость первого канала.

При гармоническом сигнале во втором канале амплитуда помехи определяется по выражению:



где  – постоянная времени первого канала связи;

 – постоянная времени цепи паразитной связи первого канала со вторым;  = 2π*f*2 – частота гармонического сигнала во втором канале.[4]

Эквивалентная схема паразитной емкостной связи представлена на рисунке 11.

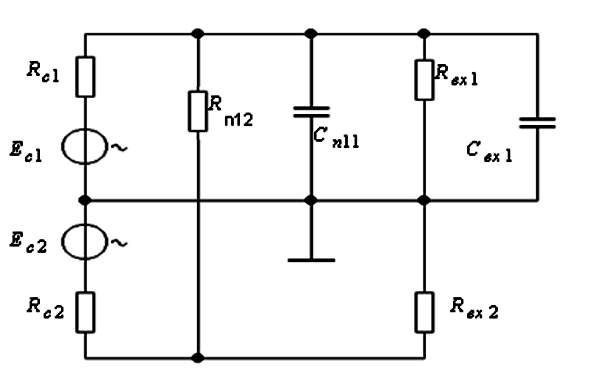


Рисунок 11 – Эквивалентная схема внешней резистивной параллельной паразитной связи между двумя каналами

Напряжение сигнала во втором канале (на сопротивлении ) определяется выражением:



Для эквивалентной схемы с внешней резистивной параллельной паразитной связи при гармоническом сигнале амплитуда помехи запишется в виде:





где  – входное сопротивление и собственная емкость первого канала;

 – постоянная времени первого канала связи;

 = 2π*f*2 – частота гармонического сигнала во втором канале.[4]

# 5 Помехи в каналах связи электронного устройства при внешней параллельной паразитной связи

Причиной появления последовательной паразитной наводки на высоких частотах является паразитная связь из-за взаимной индуктивности между проводами (рисунок 12). В этом случае отсутствие общих проводов не гарантирует отсутствие токовой наводки.

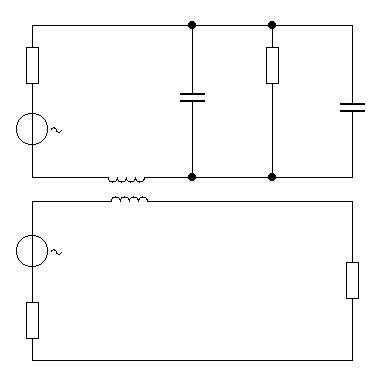


Рисунок 12 – Эквивалентная схема внешней последовательной паразитной связи между двумя каналами

Таким образом, паразитные связи могут проявляться и при отсутствии гальванического соединения источника и приемника канала связи.[4]

# Литература

1. Джонс Т.Х., Обзор технологии нелинейной радиолокации. //Системы безопасности связи и телекоммуникаций. - 1996. - №26. – С. 34-36
2. Созонов А.А., Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В. Теоретические основы электротехники. Том 2. Учебное пособие для вузов – Спб.: Питер, 2009. – 513с.
3. Теоретические основы электротехники. Том 1. Основы теории линейных цепей. Под ред. П.А. Ионкина. Учебник для вузов. Изд. 2-е - М.: Высшая школа, 1976. – 544с.
4. Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В., Голубятников И.В., Солдатов А.А., Скрыль С. В. Технические средства и методы защиты информации: Учебное пособие для вузов/ Под ред. Зайцева А.П., Шелупанова А.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 616 с.