



**Электромагнитная совместимость каналов
передачи электрических сигналов.
Курс из 4 семинаров**

Общие сведения

Основные принципы построения курса:

1. Узкая направленность - залог глубокого освещения вопроса
2. Невозможность полной изоляции темы защиты линий передачи сигналов
3. Баланс между академическим подходом и практической пользой от полученных знаний
4. Широкое использование зарубежных источников
5. Курс как набор «извлеченных уроков» (lessons learned).



Объем курса – 40 академических часов

Программа курса: семинар 1.

Обзор мероприятий по обеспечению ЗМС каналов передачи сигналов (3 ч)



Снижение эмиссии помех: ограничение спектра сигналов, схемотехнические приемы

Снижение эффективности передачи помех: разнесение, симметрирование линий связи, оптоволоконные каналы.

Повышений стойкости оборудования к помехам: запас по помехозащищенности, цифровые фильтры.

Практические рекомендации по отладке систем: методы поиска источника помех

Правила выполнения экранирования (3 ч)



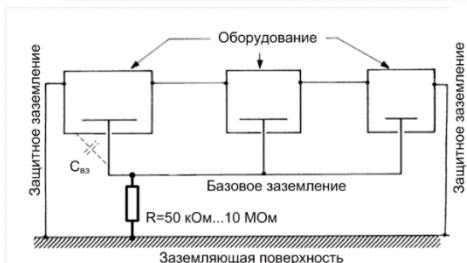
Механизмы экранирования помех: электрическое и магнитное поле, ближняя зона и дальняя зона.

Экраны с отверстиями, экранирование низкочастотного магнитного поля.

Кабельные экраны и правила их выбора: плетеные экраны, экраны из фольги, спиральные экраны, многослойные экраны.

Оценка эффективности кабельных экранов, методы ее повышения.

Правила выполнения заземления (2 ч)



Схемы заземления в электронных системах.

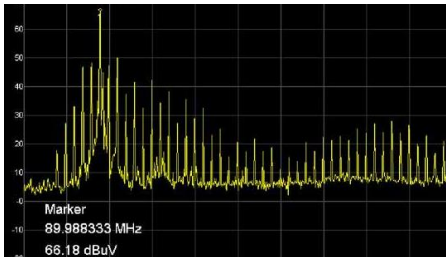
Конструктивное исполнение заземления.

Схемы заземления кабельных экранов: правила выбора

Заделка кабельных экранов: технологии, приспособления, достижимые параметры.

Программа курса: семинар 2.

Резонанс и методы снижения влияния (3 ч)



Антенны-излучатели помех: обнаружение источников, снижение эффективности антенн.

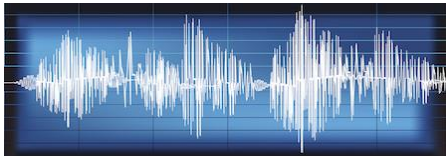
Резонанс на элементах системы заземления и RLC-фильтров.

Гармонические колебания в цифровых линиях и линиях питания: условия возникновения, оценка параметров снабберов.

Резонанс на ферритовых фильтрах.

Электрический резонанс на механических конструкциях: резонанс в полости, резонанс на краях отверстий.

Фильтрация кондуктивных помех (3 ч)



Возможности фильтрации, влияние импеданса линии на эффективность фильтра.

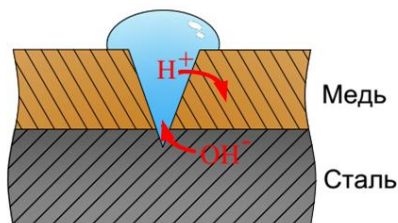
Правила конструирования RLC-фильтров: оценка параметров С- и LC-фильтров

Ферритовые фильтры: правила выбора и монтажа, ограничения на применение.

Правила выбора элементов дискретных фильтров.

Фильтр-контакты: возможности, алгоритм выбора.

Обеспечение стабильности параметров ЭМС (2 ч)



Стабильность кабельных экранов: влияющие факторы, приемы повышение стабильности.

Гальваническая коррозия: подходы к обеспечению электрохимической совместимости.

Пассивная интермодуляция как индикатор старения: методы снижения влияния.

Стабильность параметров керамических конденсаторов.

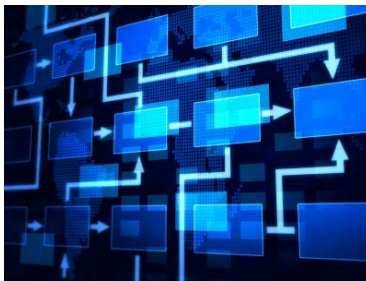
Программа курса: семинары 3-4.

Проектирование печатных плат (8ч)



Правила деления печатной платы на функциональные зоны.
Система заземления и питания на печатной плате.
Правила раскладки проводников при проектировании.
Обеспечение развязки по питанию.
Варианты структуры печатной платы: преимущества и недостатки структур.
Экранирование сигналов на печатной плате.
Прокладка проводников с нормированным волновым сопротивлением.
Согласование волнового сопротивления линий передачи цифровых сигналов.

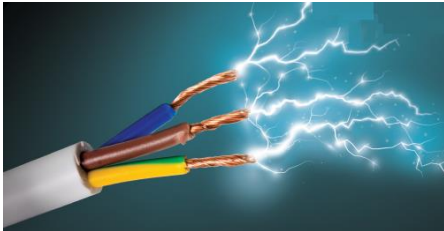
Повышение надежности и функциональной безопасности разрабатываемых изделий в отношении ЭМС (8 ч)



Традиционный подход к обеспечению ЭМС и его недостатки.
Обеспечение функциональной безопасности в отношении ЭМС в соответствии с ГОСТ МЭК 61508-2-2012
Алгоритм обеспечения функциональной безопасности в отношении ЭМС в соответствии с ГОСТ IEC/TS 61000-1-1-2008 (определение уровня межсистемных и внутрисистемных взаимодействий, разработка ЭМС-спецификации системы, внедрение системного подхода, приемы обеспечения надежности и функциональной безопасности в отношении ЭМС, обеспечение ЭМС при работе с соисполнителями, верификация и валидация изделия в отношении ЭМС, обеспечение ЭМС в ходе изготовления, монтажа и эксплуатации системы)

Программа курса: семинар 5 (на стадии разработки).

Защита оборудования от повреждения статическим электричеством и выбросами напряжения (4ч)



Причины возникновения электростатических разрядов и методы защиты от их воздействия.

Причины возникновения выбросов напряжения в сигнальных линиях и линиях питания.

Схемотехнические приемы защиты от воздействия статического электричества.

Конструктивные приемы защиты от воздействия статического электричества.

Методы подавления выбросов напряжения в сигнальных линиях и линиях питания.

Правила выполнения заземления для защиты от воздействий статического электричества и выбросов напряжения.

Разработка программного обеспечения с учетом требований ЭМС (2ч)



Программная обработка входных сигналов

Методы обеспечения устойчивости микропроцессора и оперативной памяти к воздействию помех

Снижение эмиссии помех за счет изменения алгоритмов работы программного обеспечения.

Обзор стандартов по обеспечению электромагнитной совместимости (2ч)



Обзор российских стандартов

Обзор зарубежных стандартов

Наши знания - для расширения ваших возможностей

Гибкие условия для организаций-партнеров

Закажите весь курс и получите скидку до 30% от стоимости каждого семинара

или

Выберите актуальные для вас темы из приведенных выше и закажите семинар по индивидуальной программе

Если количество участников составляет 10...25 человек, мы организуем семинар только для Вас и на территории Вашего предприятия

или

Если количество участников менее 10 человек, мы предложим Вам вариант участия в совместном с другими предприятиями семинаре по сниженной цене



Если

- Вы не нашли актуальных для вас тем в программе курса
 - Вы хотите углубленно изучить отдельные аспекты приведенных тем
- напишите нам Ваши пожелания по электронной почте (ant@s-erp.ru).

Наш опыт проведения семинаров в 2018-2019гг

Выездные семинары на предприятиях заказчика

1. ПАО «НПО «Алмаз-Антей», г. Москва
2. АО «ИСС», г. Железногорск

Семинары в г. Санкт-Петербург и г. Москва

**В семинарах приняли участие
специалисты следующих предприятий:**

АО "РИРВ"
ПАО «Техприбор»
АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»
АО «КБ «Арсенал»
АО "НИИП имени В.В. Тихомирова"
АО «Котлин-Новатор»
ООО "Электро-Си"
АО "Концерн "НПО Аврора"
АО "ГМКБ" Радуга" им. А.Я. Березняка"
ООО "СТАРТ-СЕРВИС"
ВПК «НПО машиностроения»
АО "ЦКБА"

ООО "ТМХ Инжиниринг"
АО "УМЗ"
АО "Туламашзавод"
АО "РСК "МиГ"
«ОКБ им. А. Люльки»
АО «ЦНИИ «Буревестник»
АО "НПО электромеханики"
ОАО «СКБ ПА»
АО "Рязанское конструкторское бюро "Глобус"
АО «РКЦ «Прогресс»
АО «УКБП»
АО "НИИ командных приборов"
АО «Радиозавод»
АО "НПО "ПРЗ"



С уважением к Вам, ГК «СЕРП»

☎ Т/ф.: +7 (812) 643 43 42, +7(921) 781-27-62
✉ e-mail: ant@s-erp.ru
🏠 web: www.s-erp.ru
📍 199106, Россия, Санкт-Петербург,
24-я линия Васильевского острова, 3-7

... на пределе инноваций