

电磁兼容课程

目 录

《电磁兼容设计课程》大纲.....	- 1 -
《系统级电磁兼容设计与规划课程》大纲.....	- 4 -

《电磁兼容设计课程》大纲

课程介绍:

电子产品的电磁兼容设计中有诸多难题:

- 1) 如何在产品设计之初预判哪些地方容易发生 EMI/EMS 问题, 便于提前设计预防;
- 2) 如何量化分配 EMC 测试指标;
- 3) EMC 器件的特性与使用注意事项;
- 4) 如何实现电磁兼容的可视化测试;
- 5) 遇到电磁兼容问题, 如何逻辑清晰地进行分析, 快速定位到问题点;
- 6) 电子工程师如何快速建立起 EMC 的分析思路体系, 避免长时间地摸索和懵懂;
- 7) 电路产品中的 EMC 知识技巧和方法;
- 8) 软件、导线、结构的电磁兼容设计措施… …

如果有以上的疑惑, 可以在本课中得到答案。

内容包括了整机组成架构设计、频谱分配、导线布局布线处理、接口处理、机壳材料选择、接地点设计、EMC 器件使用选型计算、回流路径分析、可视化测量、EMC 指标量化分配、软件 EMC 措施等。

本课程本着“从实践中来, 到实践中去, 用理论指导实践, 用实践验证理论”的思想, 面向设计实际, 针对具体问题, 运用 60 分原理、器件高频特性分析、回流路径、电压容限、统计分析、工程计算、可视化测试验证方法等, 达到听完即用, 用之则灵的效果。

适合人群:

电子电气专业的设计工程师、EMC 工程师、系统工程师

讲师介绍:

武晔卿, 研究员, 专注于电子设备干扰抗干扰与可靠性设计与测试技术研究逾 26 年, 在工程技术、方法论和理论分析方面具有资深的研究和实践背景。

曾为 motorola、GE (中国) 研发中心、ABB、海信、美的、松下电工、松下电器、航天二院、五院、科技一院、科工四院、中电、兵器、比亚迪、惠州德赛、新乡航空、大疆、智讯通信等几百家企业提供相关专业技术辅导、培训、整改、失效分析或咨询等服务。

培训大纲:

EMC 基础知识和系统方法:

1. 电磁兼容分析必备的几个名词和概念
2. 导线高频特性对 EMC 的影响
3. EMC 干扰流动的回流路径分析方法
4. 电路 EMS 异常的工作过程
5. EMC 分析三段论 (“高频特性、回流路径、电压容限” 分析思路和方法)
6. 识别干扰源和敏感器件的特征与排查方法
7. 共模干扰和差模干扰的特征与措施
8. EMC 系统架构设计的频谱分配

9. 接地(地特性、工程接地措施)
10. EMC 量化指标分解
11. 传导和辐射发射的频谱图读图方法

EMC 器件特性:

12. 电阻的 EMI 抑制妙用
13. 电容高频特性与 EMC 设计中的使用
14. 电感的高频特性与选型
15. 磁环选型参数
16. 磁珠的 EMI 抑制运用
17. 电源滤波器量化选型
18. TVS 特性与使用注意事项
19. 压敏电阻特性与使用注意事项
20. 气体放电管特性与使用注意事项

关键信号处理与布局布线:

21. 晶振电路原理与布局布线
22. 开关电源干扰的 EMI 抑制措施
23. 感性负载的干扰机理与设计措施
24. Reset 信号的 EMS 措施
25. 电流信号的强抗干扰能力运用
26. 电源和地的单点串并联接法对 EMC 的影响分析
27. RE/CE 发射频谱环路超标防护
28. 机箱布线与 PCB 布线的 EMC 审查规范

软件 EMC 措施

29. 沿触发与电平宽度触发控制的抗干扰能力概率评估分析
30. 软件时序控制方式抗干扰
31. MCU 休眠抗干扰
32. 降速提高 EMC 能力
33. 模拟信号抗干扰算法注意事项

结构 EMC 措施

34. 结构 EMC 注意的几个问题
35. 壳体材料与工艺处理对 EMC 的影响
36. 孔洞 EMC 设计防护
37. 机壳间接缝的处理
38. 电气接口与隔离舱 EMC 防护设计
39. 电缆 EMC 处理 (屏蔽线、单端/双端接地、双绞线抗干扰性能对比)

EMC 标准测试项目的整改措施

40. 静电干扰的处理措施
41. PCB 静电环的设计
42. 防雷击浪涌设计
43. 辐射发射整改摸底测试方法
44. 传导发射整改摸底测试方法
45. 浪涌与电压跌落短时中断测试环境和干扰特征分析
46. 电压电路与瞬时中断干扰的防护改善措施
47. 辐射发射 RE 和传导发射 CE 测试方法分析

48. EFT 和静电测试环境和干扰特征分析

49. 辐射抗扰 RS 和传导抗扰 CS 测试环境和干扰特征分析

电磁兼容可视化测试摸底:

50. 电磁兼容可视化测试摸底与整改方法

51. 近场探头辐射摸底测试方法

52. 示波器应用 EMC 测试方法

53. 电流钳应用 EMC 测试方法

难点总结;

54. 偶发故障

55. 干扰抗干扰机理与措施汇总分析

电磁兼容测试项目解读;

56. RE、CE、Surge、EFT/B、ESD、Harmonicas、Flicker、DIP/i、PMS 测试方法与标准解读

《系统级电磁兼容设计与规划课程》大纲

A 课程内容

整机系统设备的各组成部分之间,如何布局布线、接口处理如何实施、屏蔽措施如何选择、接地点如何选择,是整机系统各组成设备的设计师们容易忽视的问题,这部分就需要总体设计人员来进行保障,在项目规划、项目系统设计时就要预见性的做出相应的技术方案和要求。

本课程重点解决的就是这部分内容。

本课程本着“从实践中来,到实践中去,用理论指导实践”的思想,面向设计实际,针对具体问题,运用 60 分原理、高频特性、回流路径、电压容限、统计分析、工程计算、器件等效电路特性分析、回流路径、可视化测试验证方法等理论指导实践的方法,从根本上展开设备模块间的电磁兼容作用机理和解决措施的讲解。

B 讲师介绍

武晔卿

电子工程硕士,研究领域:电子设备干扰抗干扰与可靠性设计与测试技术

具有逾 24 年的航天和民用电子产品相关技术经历,在具体工程方法技术和理论分析方面具有资深的研究和实践背景。

出版《嵌入式系统软硬件可靠性设计技术及案例解析》(北航出版社)、《电路设计工程计算基础》(电子工业出版社)。

曾为 motorola、GE(中国)研发中心、海信、美的、松下电工、松下电器、航天二院五院、比亚迪、惠州德赛、深圳华为、中兴、新乡航空、大疆、智讯通信等几百家企业提供相关专业技术辅导、培训、整改、失效分析或咨询等服务。

C 培训内容

1、电磁兼容分析方法

1.1、基本参数和方法

1.1.1、趋肤效应与高频特性

1.1.2、回流路径

1.1.3、电压容限与波形诊断

1.2、干扰源分析

2、偶发干扰的故障机理与工程设计规范

2.1、干扰电流回流路径分析

导线电感特性

分布电容特性

2.2、波形诊断法与电路工作异常波形分析

回勾

平台

振荡

塌陷

地线毛刺

2.3、电压容限控制

2.4、接地

2.4.1、地的机理和特性

2.4.2、不同类型地分割

2.4.3、跨地信号连接方法

2.4.4、浮地处理

2.4.5、单点并联与单点串联接地

2.5 模块间数据接口抗干扰分析

3、电磁兼容系统设计与量化指标分解

3.1、频谱分配

3.2、系统电磁兼容结构设计

3.3、电磁兼容指标量化分析

3.4、回流路径分析

4、电磁兼容可视化测试摸底与整改

4.1、电磁兼容可视化测试摸底与整改方法

4.2、近场探头辐射摸底测试方法

4.3、示波器应用 EMC 测试方法

4.4、电流钳应用 EMC 测试方法

5、结构 EMC 设计

5.1、壳体材质选型

5.2、缝隙、孔洞设计

5.3、隔离舱与波导管设计

5.4、机械件连接与机加处理工艺