

大师高级课程系列之

高级模拟电路设计： 模拟电路设计技术的多变性

Advanced Analog Circuit Design: Techniques for Variability in Analog Circuits

2019年04月15日-16日 | 深圳

一、为什么参加：

电路设计很大程度上取决于复现半导体器件参数的能力。其他相同组件之间的统计变化通常由“失配”参数描述。失配会影响模数转换器、I-Q混频器、SRAM、电流镜、运算放大器等的性能。

在这个短期课程中，模拟和数字电路设计人员将学习这些效应和版图问题的基本知识，接下来探讨对性能和电路良率的影响。本课程将介绍如何计算各种电路中的（随机）偏移以及如何降低不必要的性能和良率损失。此外，将讨论几种减轻电路和版图不匹配的方法。

Circuit design greatly depends on the ability to reproduce semiconductor device parameters. Statistical variations between otherwise identical components are generally described by “mismatch” parameters. Mismatch affects the performance of analog-to-digital converters, I-Q mixers, SRAMs, current mirrors, opamps etc.

In this short course analog and digital circuit designers will learn the fundamental background of these effects, lay-out problems, next to the consequences for performance and yield of circuits. This course shows how to calculate the (random) offset in various circuits and how to reduce unwanted performance and yield loss. Also, several methods to mitigate mismatch in circuits and in lay-out will be discussed.

二、谁应该参加：

参加本课程需要具备基本的模拟电路知识，对模拟电路设计感兴趣的设计工程师，设计经理，在校的高年级本科生、研究生等。

Advanced undergraduate or graduate students and practicing engineers who wish to develop a solid knowledge of Analog circuit design. A basic understanding of analog circuits is assumed.

三、课程主办单位：

上海林恩信息咨询有限公司
上海集成电路技术与产业促进中心

四、课程协办单位：

深圳大学计算机与软件学院
深圳大学集成电路设计联合实验室
深圳大学深圳物联网专用集成电路设计工程实验室

五、课程安排

课程时间：2019年04月15日-16日（2天）
报到注册时间：2019年04月15日，上午8:30-9:00
课程地点：深圳大学南校区，计算机与软件学院1楼报告厅

六、课程注册费用

课程注册费用 4500 元/人（含授课费、场地租赁费、资料费、课程期间午餐），学员交通、食宿等费用自理（报名回执表中将提供相关协议酒店信息供选择）。

优惠折扣：在校学生注册费用 3000 元/人；

4 人以上团体报名优惠可协商；

七、报名方式

请各单位收到通知后，积极选派人员参加。报名截止日期为 2019 年 04 月 12 日，请在此日期前将报名回执表发送 Email 至：

邮件：steven.yu@lynneconsulting.com

报名咨询电话：021-51096090；

或者添加微信：136 7161 3108（手机），暗号：模拟课程。

关于付款：

请于 04 月 15 日前将全款汇至以下账户。并备注（模拟课程+单位/学校+姓名）

银行信息：

户 名：上海林恩信息咨询有限公司

开户行：上海银行曹杨支行

帐 号：31658603000624127

支付宝信息：

公司名称：上海林恩信息咨询有限公司

支付宝账号：pay@lynneconsulting.com

八、课程具体大纲

1、Random mismatch origins-随机失配来源

After an overview of the required statistical tools, this lecture will analyze the origins of mismatch, such as random dopant fluctuations. Understanding and mitigating these effects requires statistical means.

The general mismatch model will be discussed and compared to measurements. The application to the current variation in MOS transistors is analyzed. The relation to technological parameters, Finfet, SOI and design choices is explained.

在概述了所需的统计工具之后，本讲座将分析失配的来源，例如随机掺杂剂波动。理解和减轻这些影响需要统计手段。

接下来将讨论一般的失配模型并与测量结果进行比较。分析 **MOS** 晶体管的电流变化的应用。解释技术参数、**Finfet**、**SOI** 和设计选择的关系。

2、Analyzing mismatch in analog circuits-分析模拟电路中的失配

Analog ICs with differential operation are heavily affected by mismatch. In today's advanced technologies every circuit from SRAM cell to an I-Q mixer must deal with statistical variations. This lecture deals with handling the statistical effects in circuits, analyzing input referred random offsets and estimating yield.

Also typical analog performance parameters such as: PSSR, CMRR are affected by mismatch.

Examples from every day design practice will be shown.

具有差分操作的模拟 **IC** 受到失配的严重影响。在今天的先进技术中，从 **SRAM** 单元到 **I-Q** 混频器的每个电路都必须处理统计变化。本课程涉及如何处理电路中的统计效应，并分析输入参考随机偏移和输出估计。

此外，典型的模拟电路性能参数如：**PSSR**、**CMRR** 也会受到失配的影响。课程将展示日常设计实践的示例。

3、Application to circuits and yield-电路和良率的优化

Examples start with the analysis of a simple differential pair, and are extended to opamps, voltage and current steering DACs, and other analog circuits.

Optimization of a bandgap reference circuit is discussed. The theory is also applied to timing chains, ring oscillators, comparators and yield analysis of flash converters. Options to reduce the effect of mismatch and gradients are discussed. Auto-zero, chopping and calibration are reviewed.

示例从分析简单差分对开始，并扩展到运算放大器，电压和电流舵 DAC 以及其他模拟电路，讨论带隙参考电路的优化。该理论还适用于闪存转换器的时序链、环形振荡器、比较器和良率分析。讨论减小失配和梯度影响的方法。回顾自动归零、斩波和校准等技术。

4、Layout strategies to reduce offset-减小偏移的版图策略

After an introduction on elementary IC device characteristics and circuit analysis aspects (statistics, spread, fluctuations, parametric gradients), this lecture focuses on the main attention areas of mixed-signal circuit layout, namely electrical design related issues and technology related hazards. The design part discusses topics like IR drop, power supply loops, mirroring of lay-outs, temperature gradients and design discipline. The technology part focuses on proximity and reticle effects, advanced lithography such as double patterning, layout induced mechanical stress asymmetries, and common centroid layout solutions. The lecture finishes with a comprehensive set of guidelines.

在介绍了基本 IC 器件特性和电路分析（统计、扩散、波动、参数梯度）之后，本课程主要关注混合信号电路版图的主要关注领域，即电气设计相关问题和技术的危害。设计部分讨论的主题包括 IR 降、电源回路、版图镜像、温度梯度和设计规程。技术部分侧重于邻近效应和光罩效应、先进的光刻技术，如双重曝光，布局引起的机械应力不对称，以及常见的质心布局解决方案。课程以一套全面的指导方针完成。

九、教授简介

Marcel Pelgrom 教授



Marcel Pelgrom 教授毕业于荷兰屯特大学获得学位，并与 1979 年加入飞利浦研究实验室，他的研究方向包括电荷耦合检测器，MOS 匹配特性，模数转换器，数字图像容错和各种模拟模块的设计。他曾领导了许多项目，并成为高速模数转换器研究的领导者。1996 年至 2003 年，他成为了混合信号电子研究的部门负责人。在 2003 年，他在学术休假期间被任命为斯坦福大学的一名咨询教授。他以研究员的身份参与了设计和工艺边缘领域的研究。2013 年起留在了 NXP 成为讲师和顾问。Marcel Pelgrom 教授两次成为 IEEE 的杰出讲师，他发表了 40 多篇文章，3 本书，7 本书的章节作者以及 37 个美国专利，他在屯特大学、代尔夫特大学，斯坦福大学以及公司内部讲课。Marcel Pelgrom 博士是天主教鲁汶大学的荣誉教授，他在 2017 年获得了 IEEE Gustav Krichhoff 奖以表彰他在电子学基础领域的贡献。