**赛题一 极暗环境下的视频降噪算法**

赛题背景

随着智能手机等便携设备的飞速发展，个人照片及视频的数量在大幅度的增长，摄像头的应用场景也越来越复杂。在海量的照片及视频中，存在大量的暗光场景，图像的可见度很低，图像质量并不能满足用户的要求。为解决以上问题，多种暗光图像增强技术已经被提出。但是现有的暗光图像增强技术在增强的同时，不可避免的引入各种不自然的缺陷，例如过分夸张的细节或颜色失真等，或者算法过于复杂，处理时间太长，影响用户体验。本课题旨在针对智能手机摄像头模组在环境亮度<2Lux的极暗环境下进行拍照及视频录制时，采取硬件化的图像处理算法，显著提升照片及视频的信噪比，同时避免引入过多的不自然缺陷，提升用户体验，增加产品竞争力。

课题内容及要求

任务1：完成一个适用于极暗环境（<2 lux）的静态图片降噪算法设计（算法类型不限，如基于传统CV或基于AI）；

任务2：完成一个适用于极暗环境（<2 lux）的动态视频降噪算法设计（算法类型不限，如基于传统CV或基于AI）；

任务3：使用硬件描述语言对算法进行定点化实现，并给出相应硬件开销（或PPA估算）及相比于软件算法的性能损失；

备注：

算法输入为课题提供的包含原始RAW的视频图像帧序列，输出为经降噪算法处理后的RAW或RGB序列；

算法不能完全使用现有开源算法；若基于开源算法改进，PSNR指标改进量需大于1.5dB，并列出主要改进项；

算法不能调用算法过程不明确的模块或函数；

若采用AI算法，提供的测试集数据不能参与模型训练；

软件算法实现的编程语言为C、C++、Matlab或Python；

硬件算法实现语言为Verilog或VHDL；

评审得分点

任务1：静态图片采用测试集PSNR均值（85%权重）及SSIM均值（15%权重）两个指标综合考量（百分制）；

任务2：视频输出结果采用专家从噪声滤除、细节保持及颜色恢复等方面进行主观评测（百分制）；

任务3：同等工艺及时序约束下，面积越小得分越高（百分制）；

最终得分权重占比：任务1 (45%) + 任务2 (40%) + 任务3 (15%)；

课题目标

完成从算法调研到算法实现及验证的全部过程，完成算法描述文档；

能够针对课题中遇到的问题，合作思考解决，算法有一定的创新之处；"

课题输出

算法相关的原始代码及详细的算法描述文档；

算法仿真结果（图片、视频等，任务1及任务2）、客观指标（任务1）及硬件实现报告（开销及性能损失评估等，任务3）；

设计中的问题解决与团队合作过程的心得小结。

**赛题二 快速稳定、低纹波稳压电路设计**

赛题背景

消费电子芯片中，一些模块常需要被高于电源电压的高压驱动。综合考量效率、噪声、成本等因素，相比于传统的DC-DC转换电路，电荷泵（charge pump）作为传统的升降压电源转换电路，有很大的优势。因此，电荷泵在各种消费类电子芯片中，有着广泛的应用。一般地，电荷泵作为芯片内部模块电源，当负载跳变的时传统的稳压电荷泵的输出电压会有较大的抖动，且恢复时间跟工作的时钟频率有关，提高时钟频率会减小恢复时间，但是势必会增加系统的功耗；另一方面，与DC-DC开关电源类似，开关电源的噪声会降低具体的负载产生电路的SNR等性能，同样地，提高时钟频率会减小纹波，但是会增加功耗。传统的解决方法是采用片外电容，能较好的满足负载跳变时快速恢复和低纹波的需求。但考虑到系统的应用成本，无片外电容、电感是更理想的方案，因此，快速稳定和低纹波设计成为急需解决的难题。

课题内容及要求

1. 完成无片外电感电容稳压电路的原理图和版图设计，片内可用电容<100pF；

2. 电源电压3.3V，输出电压可编程3V~6V；平均负载电流100uA，负载电容5pF。功耗<3.3mW。外部可供时钟频率10MHz~60MHz。

3. A:输出电压纹波<1mV；B:负载电容受干扰有-1V跳变时，输出电压稳定在0.1%内时间<10ns。（TT工艺角仿真结果）

评审得分点

1. 完成课题内容及要求1,2,3A得70分；

2. 完成课题内容及要求1,2,3B得80分；

3. 完成课题内容及要求1,2,3A和3B得分100；

4. 同时完成3A和3B指标前提下，3A和3B单项指标最优+5分，功耗最低+5分，面积最优+5分，效率最高+5分；

5. 未完成版图，总分-10分；

6. 架构创新+10分，电路创新+10分。

课题目标

1. 检索文献，对比实现快速稳定、低纹波稳压电路的可行方案架构；(可选但不限于pump+LDO架构）

2. 理论分析出达成课题指标的关键因素；

3. 搭建电路，仿真迭代电路各项指标，并与分析计算值对比。

4. 绘制完整版图，进行后仿真，并与前仿指标进行对比；

课题输出

完整的设计报告，包括电路图截图、版图截图、详细理论分析、计算结果、仿真截图、计算值仿真值对比表。

**赛题三 片上高一致性温度传感器的设计与实现**

赛题背景

温度传感器(temperature sensor)是一种能感应温度，把温度转换成数字输出信号的传感器。随着芯片集成度越来越高，片上系统和应用环境越来越复杂，芯片的工作温度不再单一和可预知。为了确保芯片一直工作在最佳状态，必须实时监测芯片的工作温度，对关键参数进行实时调整。所以，在芯片上集成温度传感器成为一个重要的发展趋势。由于受到实际制造和芯片工作电压的影响，芯片和芯片之间存在差异，也就是说对于同一温度，温度传感器转换成的数字码不一致，这会导致关键参数调整存在偏差，芯片性能变差，所以如何修正温度传感器芯片和芯片之间的偏差也成为一个重要的研究课题。

课题内容及要求

1. 完成一个完整的温度传感器原理图和版图设计，要求：

（1）温度测试范围-40~120℃；

（2）ADC的采样率小于1us；

（3）量化精度0.5℃以上;

（4）蒙特卡洛（Monte carlo）仿真3σ≤0.5℃;

2. 建议使用特征尺寸≤65nm的工艺设计，温度传感器的结构不限，可以是纯模拟或者数模混合电路；

3. 设计过程中需要包含调研、仿真建模分析、理论计算分析、电路原理图和版图绘制、后仿真分析等，并最终体现在设计报告中。

评审得分点

1. 完成电路设计，typical仿真温度转换精度达到0.5℃；（20分）

2. 完成版图设计，typical仿真温度转换精度达到0.5℃；（20分）

3. 蒙特卡洛（Monte carlo）仿真3σ≤0.5℃（40分）

4. 加分项：

（1）设计中出现有效的突出创新点 （≤20分）

（2）满足设计的条件情况下，面积和功耗同比占优的（≤20分）

（3）满足Monte carlo仿真要求，校准电路自动化程度同比占优的（≤20分）

课题目标

1. 能够分析出课题主要设计要点，完成从前期调研到后期的后仿验证全部过程，完成设计报告，报告中包含所有课题内容；

2. 设计结果必须功能正确，最好能够与实验室固有研究课题相结合，使面积、功耗以及精度等综合评分能够与调研结果可比；

3. 能够针对设计中遇到的问题，合作思考解决，设计中有一定的设计创新之处；

课题输出

1. 设计报告，包括建模分析过程、原理图、版图截图、仿真结果等，如果有数字模块，需要附上数字代码

2. 给出电路的蒙特卡洛（Monte carlo）仿真结果，如有校准电路，给出校准前后的蒙特卡洛（Monte carlo）仿真对比结果

3. 设计中的难点解决与团队合作过程心得小结

**赛题四 多通道多模式ADC电路设计**

赛题背景

在安防监控、物联网、可穿戴设备等应用场景下，为实现多种信息和信号的采集，各类传感器得到广泛的使用，其中大量传感器应用在采用电池供电的移动设备中，部分应用还要求传感器长期处于工作状态（always-on），这对芯片功耗提出了严格的要求。另一方面，随着周围环境的变化，要求传感器能够在不同工作模式（如低功耗、高性能等）中进行切换。模数转换器（ADC）作为传感器中信号处理的重要电路模块，需要能够配合系统需求，在低功耗、高精度、高速等多模式中进行切换。另外，传感器通常需要在一定时间内完成多通道数据的处理，以图像传感器为例，通常要求在一行像素的读出时间内完成当前行所有像素的量化，这需要实现相应的多通道ADC电路（如并行的ADC阵列）。

课题内容及要求

1. 设计一款多通道多模式ADC，完成电路及版图设计。

2. ADC（阵列）支持1000个通道的数据处理，所有通道的输入均为低频电压信号，电压范围1~2V。

3. 各模式说明：

常规模式，转换时间2us，ENOB不低于10bit；

低功耗模式，转换时间4us，ENOB不低于8bit，功耗越低越好；

高精度模式，转换时间2us，ENOB不低于13bit，精度越高越好；

高速模式，转换时间1us，ENOB不低于10bit，速度越快越好。

至少支持常规模式和低功耗模式，其余模式（包括但不限于以上模式）为加分项。

4. 假定信号为Y方向输入，则ADC主体电路版图在X方向总长度≤3000um（单通道≤3um），Y方向长度不限。

5. 建议使用特征尺寸≤65nm的工艺设计。

评审得分点

1. 基础得分项：

1.1 电路功能及指标（50）：达到常规及低功耗两种模式要求，以综合考虑各指标的FoM值作为总体评价指标。

1.2 设计及仿真分析报告（30）：完整的设计及仿真分析报告，需要完成电路后仿真。

1.3 版图设计（10）：满足课题要求，总面积尽量小。

1.4 不同通道之间数据转换的一致性（10）

2. 加分项：

2.1 支持更多种模式（20）

2.2 设计的新颖性（10）

课题目标

1. 能够分析出课题主要设计要点，完成从前期调研到后期的后仿验证全部过程，完成设计报告，报告中包含所有课题内容；

2. 设计结果必须功能正确，最好能够与实验室固有研究课题相结合，使面积、功耗以及速度性能综合评分能够与调研结果可比；

3. 能够针对设计中遇到的问题，合作思考解决，设计中有一定的设计创新之处。

课题输出

1. 设计报告，包括调研分析、原理图、版图、仿真结果等。

2. 设计中的难点解决与团队合作过程心得小结。

**赛题五 片上高速接口电路设计与实现**

赛题背景

高速接口电路是许多高集成度芯片的主要输入/输出形式，在芯片之间以几百Mbps到几十Gbps的速度传输串行数据，可以快速高效地实现芯片之间的数据通信，在图像、显示、存储等需要大规模数据交互的应用中已经成为必不可少的电路模块。完整的高速接口电路通常包括发送端、传输路径、接收端三个部分组成，三个部分需要在协议和电气特性上保证一定的一致性和匹配性。高速接口传输的实现方式是多样的，常见的包括差分输出（LVDS, CML, MIPI D-PHY），三态输出(MIPI C-PHY)，PAM4输出，不同的输出形式其电路结构和特性也存在一些差异。在图像传感器芯片应用中，高速接口电路的设计受到工艺、功耗和面积等因素的限制，同时需要考虑ESD EMI/EMC等性能可靠性问题，使得高速接口电路的设计成为产品升级过程中的一个重要技术突破点。

课题内容及要求

1. 完成一个单lane输出的高速Serdes发送端电路的原理图和版图设计，要求等效输出速率大于等于8Gbps（TT工艺下后仿真结果）;

2. 建议使用特征尺寸≤65nm的工艺设计，限制版图可用金属层数为M1~M4 4层金属；

3. 设计中只有一个理想时钟源（频率自定），需要设计时钟处理电路产生发送端电路中用到的所有不同频率、不同相位的时钟信号； 4. 需要设计均衡电路（预加重/去加重），分别给出不带路径负载模型和带路径负载模型的输出信号波形，并分别给出存在路径负载模型的情况下开关均衡电路时的输出波形；

5. 对输出信号波形进行眼图叠加和抖动分析，说明抖动来源。

评审得分点

1. 同等设计平台下，版图面积越小越好，功耗越小越好，工作速度上限越高越好；

2. 仿真结果一定是后仿真结果，如果只有前仿真结果会进行适当减分，仿真时需要在输出加上PAD封装等效负载模型；

3. 版图绘制超过4层金属会进行适当减分；

4. 设计中出现有效的突出创新点可加分，若设计工艺条件有限制，可适当降低TX电路的工作速率要求，但相应的得分也会降低。

课题目标

1. 能够分析出课题主要设计要点，完成从前期调研到后期的后仿验证全部过程，完成设计报告，报告中包含所有课题内容；

2. 设计结果必须功能正确，最好能够与实验室固有研究课题相结合，使面积、功耗以及速度性能综合评分能够与调研结果可比；

3. 能够针对设计中遇到的问题，合作思考解决，设计中有一定的设计创新之处； 4. 不限输出形式，不局限于差分结构的输出，传输路径负载模型可以自己模拟搭建或者在网上查找下载。

课题输出

1. 设计报告，包括调研分析、原理图、版图截图、功能和功耗仿真等 （75%+附加分10%：原理图15%，版图20%，时钟方案选择5%，功能正确速度达到要求10%，预加重/去加重功能及仿真结果15%，带负载模型仿真对比10%，附加分：电路架构、版图面积、工艺、功耗、速度上限评估优异加分1~10%）

2. 输出眼图和抖动仿真结果与分析报告 （15%）

3. 设计中的难点解决与团队合作过程心得小结 （10%）