**艾为电子企业命题答疑邮箱**

icic@awinic.com

**赛题一 适用于5G n77频段的可变增益低噪声放大器**

**赛题背景**

随着5G技术的大规模商用，基于5G网络的手机型号层出不穷。作为科技行业的整体趋势，5G已毫无疑问成为 “兵家必争之地”。2019年10月31日，我国三大运营商中国移动、中国联通和中国电信公布了5G商用套餐，并于11月1日正式上线了5G套餐资费，这也标志着我国正式进入了5G商用时代。其中中国移动拥有n41和n79两个5G频段；中国电信和中国联通则共享n78频段：中国电信采用3400MHz-3500MHz，中国联通则是3500MHz-3600MHz；而日本和欧洲运营商所采用的主流频段为n77频段。对于移动设备而言，所兼容频段越多，其使用范围越广。为满足对国外主流n77频段的兼容需求，现提出适用于5G n77频段的可变增益低噪声放大器题目。

**描述及要求**

请按照设计指标，设计如下结构带有前置滤波器的可变增益低噪声放大器，其中滤波器和LNA都需要用硅基工艺实现，滤波器不推荐用分立器件实现。题目实现方式方式建议如下：

1)两颗Die封装集成的方式，两颗Die用金丝键合的方式链接，这里设定两颗Die之间的键合金丝电感值为0.5n,Q为20。

2)整个题目可以用一颗Die实现，即为需要在一颗Die上面实现Filter和LNA的集成。



图1.带有前置滤波器的可变增益低噪声放大器

设计指标：

1.工作频带：3.3~4.2GHz

2.工艺：不限（推荐90nm、65nm）

3.电源电压：1.8V

4.稳定性系数K：>1(0.1~10GHz)

5.输入回波损耗S11: <= -8dB

6.输出回波损耗S22：<= -10dB

7.封装：不考虑封装设计，如需用到键合线等可用理想模型替代。

8.不同增益档位下，功耗、噪声、输入1dB压缩点、输入3阶交调点指标如下：

**G2模式**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Min** | **Typ** | **Max** | **Units** | **Test Condition** |
| **Gain** | **16** | **17.5** | **19** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **ICQ** | **/** | **12** | **13** | **mA** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **NF** | **/** | **2.8** | **3.1** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **Input P1dB** | **-15** | **-13** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **IIP3** | **-6** | **-5** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V**  **Pin1=Pin2=-52dBm**  **F1=3800MHz,F2=3801MHz** |

**G1模式**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Min** | **Typ** | **Max** | **Units** | **Test Condition** |
| **Gain** | **1.5** | **3** | **4.5** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **ICQ** | **/** | **6** | **7** | **mA** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **NF** | **/** | **5** | **5.5** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **Input P1dB** | **-2** | **0** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **IIP3** | **4** | **6** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V**  **Pin1=Pin2=-34dBm**  **F1=3800MHz,F2=3801MHz** |

**G0模式**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Min** | **Typ** | **Max** | **Units** | **Test Condition** |
| **Gain** | **-6.5** | **-8** | **-9.5** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **ICQ** | **/** | **1** | **1.5** | **mA** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **NF** | **/** | **8** | **9** | **dB** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **Input P1dB** | **5** | **7** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V** |
| **IIP3** | **13** | **15** | **/** | **dBm** | **-40~+85℃/TT/1.8V**  **Pin1=Pin2=-19dBm**  **F1=3800MHz,F2=3801MHz** |

**软硬件开发平台**

硬件平台：无

软件平台：

电路仿真工具：Spectre，ADS，Momentum，HFSS等；

**作品提交要求**

1.需提供完整电路分析设计报告：

ⅰ电路结构分析 ii电路参数指标分析及设计 iii电路后仿结果（路场仿真）

2.作品讲解及展示PPT。

3.作品展示视频。视频时长不超过10分钟，文件大小100MB以内。

**评审点**

|  |  |
| --- | --- |
| **指标** | **评 审 标 准** |
| 设计完整性 (40分) | 是否包含所有要求模块，该模块是否可以完成对应功能：  1)    原理图：LNA、模拟电路、滤波器（15分）  LNA、模拟电路和滤波器联仿：前仿在指标范围内，可得相关项满分。结果误差小于30%，得相关项一半。误差大于30%，得0分。   |  |  |  | | --- | --- | --- | | G2仿真结果 | G1仿真结果 | G0仿真结果 | | 9分 | 3分 | 3分 |    2)    EM：滤波器和LNA联合EM仿真建立（20分）       EM版图按照建模后版图大小、信号流走向作为考核标准。联仿bench按照建模的准确性判断。   |  |  | | --- | --- | | 滤波器EM版图 | 6分 | | LNA EM版图 | 7分 | | 联仿bench | 7分 |    3)    Layout：版图布局(5分) |
| 性能 (30分) | 作品设计性能是否满足指标要求：  后仿结果三档指标都满足要求得5分，只有G2/G1满足得4分，G2/G0档满足得3分，G1/G0或者只有G2档满足得2分,只有G2/G1/G0中任意一项满足得1分，都不满足得0分。  1)    增益：5分  2)    噪声系数：5分  3)    输入输出回波损耗：5分  4)    输入P1dB：5分  5)    IIP3：5分  6)    ICQ：5分  除以上评分标准外，对于上面六个评分指标可用以下FoMAW值来作为评估标准，FoM值越高，说明性能越好。其中norm值为设计指标中的Typical值，所计算FoMAW需体现在设计文档与汇报PPT中（包含G2/G1/G0三个档位）： |
| 创新性(20分) | 作品是否在设计中使用较为新颖设计或者使用较为新颖建模方式，使其模型更符合仿真结果 |
| 可展示性   (10分) | 作品展示与汇报PPT重点突出、条理清晰 |

**赛题二 高压高带宽DC-DC BOOST设计**

**赛题背景**

随着电子技术的不断发展，便携式智能设备的功能越来越丰富，对于智能设备的供电电源DC-DC BOOST供电能力，负载跟踪响应速度，功耗和效率提出了较高的要求，另外，在多电源应用中，为了防止电池系统异常，对于BOOST峰值限流电流精度提出了更高的要求，本课题着重设计高带宽(快速负载跟踪响应)、高精度峰值限流、高效BOOST。

**描述及要求**

电路：高压高带宽DC-DC BOOST

工艺：不限，推荐0.18um BCD 5V/16V 工艺

要求：

* 输入电压VIN：3~5.5V（TYP=4.2V）
* 输出电压VOUT：8~16V（TYP=12V）
* 环路带宽BWClose-Loop：≥100KHz（传递函数/建模仿真）
* 负载响应：VOUT瞬态跟随响应（VREF输入20Hz~15KHz正弦信号，需呈现20Hz、1kHz、15kHz的仿真结果）



负载响应指标示意图

* 瞬态响应过冲VOUT,overshoot：≤400mV （动态负载，1us内0A-1A跳变）
* 峰值限流IPEAK（OCP）：7A±sigma%，sigma≤10
* 全负载范围高效率η≥81%，η\_MAX≥92% (ILOAD=10m~1A)
* 静态功耗IQ：≤20mA
* 驱动能力ILOAD：≥1A（输入电压≥3.3V）
* 时钟频率：≥2MHz
* 电感L：1uH
* 电容CBST：10uF（加入ESR，40mOhm）
* Temp：-40~120deg（TYP=55 deg）

**软硬件开发平台**

硬件平台：无

软件平台：

电路仿真工具：ModelSim, VCS, Spectre等；

建模工具：MATLAB，Python，Simplis等

**作品提交要求**

1. 高压高带宽DC-DC BOOST需提供完整电路分析设计报告：

ⅰ电路结构分析 ii电路参数指标分析及设计 iii电路仿真结果

1. 作品讲解及展示PPT。
2. 作品展示视频。视频时长不超过10分钟，文件大小100MB以内。

**评审点**

|  |  |
| --- | --- |
| **指标** | **评 审 标 准** |
| 设计完整性(40分) | 1）系统建模（15分）：  包括建模思路、建模结果等，若建模结果准确度高，则评分相应增加。  2）电路完整性（15分）：  要求：电路功能正常，至少包括BOOST电路（设计文档与汇报PPT中需明显体现Power管尺寸）；  Bias和时钟可以采用理想源，也可以自行搭建Bias、时钟电路；  电路完整性越高（包括Bias电路+时钟电路+BOOST电路），得分会相应提高。  3）仿真结果完整性（10分）：  仿真指标尽可能全，题干要求的指标项必须有仿真结果；  尽可能覆盖多的仿真条件，包含PVT等。 |
| 性能（30分） | 除以上单项指标考量外，需整体考虑带宽、效率、峰值电流偏差、输入电压下限、静态功耗五项指标，整体性能计算公式如下，其中norm值为设计指标中参考值，所计算FoMAW需体现在设计文档与汇报PPT中： |
| 创新性（20分） | 作品是否在设计中使用较为新颖设计或者使用较为新颖建模方式，使其模型更符合仿真结果。 |
| 可展示性（10分） | 作品展示与汇报PPT重点突出、条理清晰。 |
| 附加项（20分） | 除以上百分制基本要求外，对版图设计部分将额外给予附加分值：  1）若能提交完整版图以及后仿结果，则给予额外加分；（10分）  2）若后仿结果能满足题干要求，则本项得分会更高。（10分） |

**参考文献**

1. Under the Hood of a DC/DC Boost Converter Brian T. Lynch；
2. DC\_DC开关变换器的建模分析与研究 欧阳长莲 南京航空航天大学。