

CMT211xB、CMT215xL/B发射匹配指南

概要

本文介绍 CMT2110B、CMT2117B、CMT2150L、CMT2157B 的发射匹配如何设计和调试。

本文档涵盖的产品型号如下表所示。

表 1. 本文档涵盖的产品型号

产品型号	工作频率	调制方式	主要功能	配置方式	封装
CMT2110B	312 – 480 MHz	OOK	单发射	免配置	SOT23-6
CMT2117B	624 – 960 MHz	OOK	单发射	免配置	SOT23-6
CMT2150L	240 – 480 MHz	OOK + Encoder	单发射	烧录参数	SOP8
CMT2157B	240 – 960 MHz	OOK + Encoder	单发射	烧录参数	SOP14

阅读此文档之前，建议阅读以上产品型号的规格书，以了解各芯片的基本使用方式。

目录

概要	1
1. 简介	3
2. Class-E PA 匹配步骤	3
3. 文档变更记录	6
4. 联系方式	7

CMOSTEK Confidential

1. 简介

CMT2110B、CMT2117B、CMT2150L、CMT2157B 芯片内部均集成高效的 Class-E 结构 PA，本应用文档将介绍如何对这个 Class-E 结构 PA 进行匹配。

通常，要实现一个高质量的匹配要能达到一下几个要点：

- (1) 实现设计的输出功率
- (2) 消耗最小的电流，即效率最大化
- (3) 能满足用户当地安规的需求，如 ETSI、FCC、ARIB 等
- (4) 输出功率对天线阻抗的变化不敏感
- (5) 尽量用最少的元器件，成本最优化

2. Class-E PA 匹配步骤

常见 PA 结构方面，有 Class A、Class B、Class C，这些结构特性都是工程师广为熟知的，只需要共轭匹配 PA 的输出阻抗即可。但是开关型的 Class E 结构 PA 的工作原理是与 Class A 完全不同的。在这里先省略讨论工作原理的方面（读者可以在互联网上搜索 Class E 的工作原理），重点把匹配的步骤摘要如下：

- (1) 选择一个合适的 Choke 电感（扼流电感）
- (2) 根据输出功率计算最佳的负载阻抗 Z_{Load}
- (3) 选择合适的串联谐振电容 C_0 （如 figure1 所示）
- (4) 根据选择的 C_0 ，计算 L_0
- (5) 根据最佳负载电阻 Z_{Load} 计算 L 型匹配的元器件值 L_x 和 C_x ；
- (6) 设计一个 T 型低通滤波器

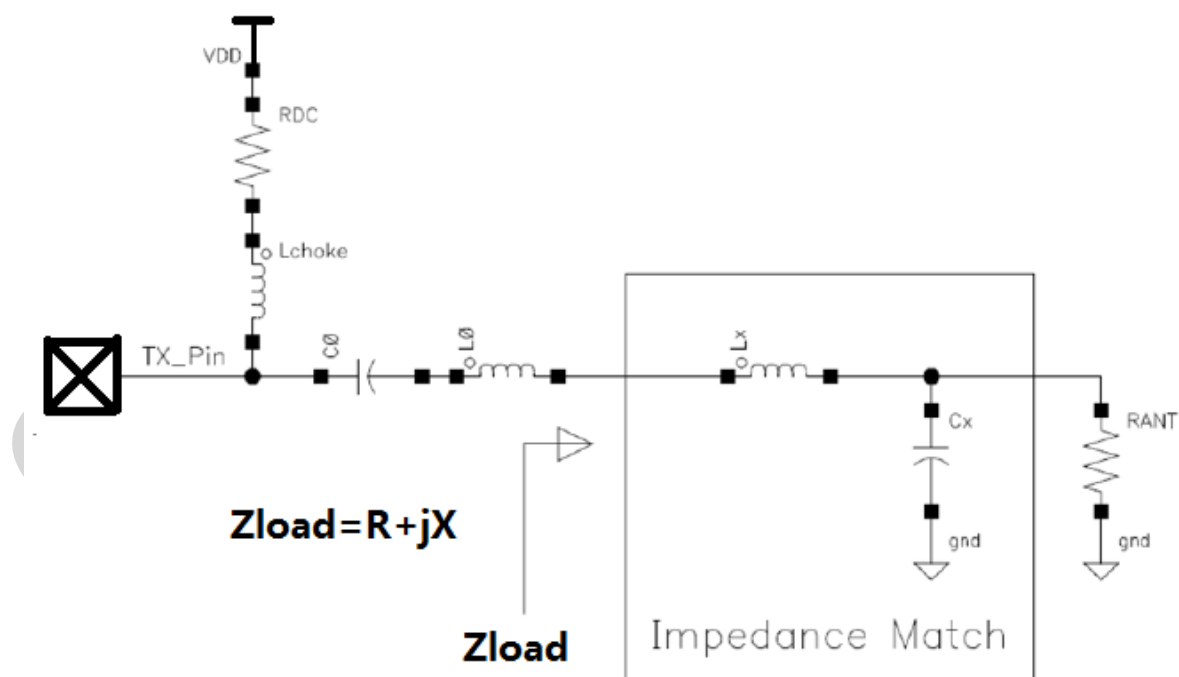


figure 1. Impedance Match to Transform R_{ANT} to Z_{LOAD}

下面我们讲详细介绍每一步如何实现。

2.1 选择一个合适的 Choke 电感（扼流电感）

这个电感又叫取能电感，对高频呈现越高阻越好，但由于现实中大感值的电感 Q 值低，自谐振频率也低，所以这个电感也不能越大越好。这个电感值可以根据不同的频率进行如下选择：

频率	电感值
315 MHz	270 or 330 nH
433.92 MHz	180 or 220 nH
868 MHz	100 nH
915 MHz	100 nH

2.2 根据输出功率计算最佳的负载阻抗 Z-Load

这里先引用两个由 Class-E 原理推导出来的公式：

$$P_{AC_out} = \frac{2V_{DD}^2}{(1 + \frac{\pi^2}{4}) \cdot R} = \pi \cdot \omega C \cdot V_{DD}^2 \quad \omega C = \frac{2}{\pi \cdot (1 + \frac{\pi^2}{4}) \cdot R} = \frac{1}{5.4466 \cdot R} \quad X = R \cdot \tan(\psi) = 1.1525 \cdot R$$

如 figure1 所示，这个最佳的负载阻抗 $Z\text{-Load} = R + jX$ ，它与 PA 的输出功率，输出电容紧密相关。在 CMT2110B、CMT2117B、CMT2150L、CMT2157B 的设计中，PA 的输出电容大约为 1.2pF。下面我们列出在不同的频率，输出 +13dBm 时的最佳负载阻抗 Z-Load。

频率	最佳负载阻抗 (Z-Load)
315 MHz	77.3 + j89.1 Ω
433.92 MHz	56.2 + j64.8 Ω
868 MHz	28.05 + j32.3 Ω
915 MHz	26.6 + j30.7 Ω

2.3 选择合适的串联谐振电容 C0，并根据选择的 C0，计算 L0

这里是结合 3 和 4 两个步骤说明，也很简单。就是要求 C0 和 L0 工作在串联谐振上，这样的话就会有无数个值的组合，怎么选择？很简单，不要选特别大和特别小的元器件值就可以了。如果希望谐波小，就选择大电感，小电容；如果希望电流小，效率高就选择小电感，大电容。

2.4 根据最佳负载电阻 Z-Load 计算 L 型匹配的元器件值 Lx 和 Cx

如果知道天线的负载阻抗，而且阻抗比 Z-Load 大，设计就很简单了，一个 L 型匹配直接搞定；如果天线的负载阻抗比 Z-Load 小，那么就需要再阻抗变换一下。

下面我们就以 50 Ω 天线为例，如 figure2 所示。

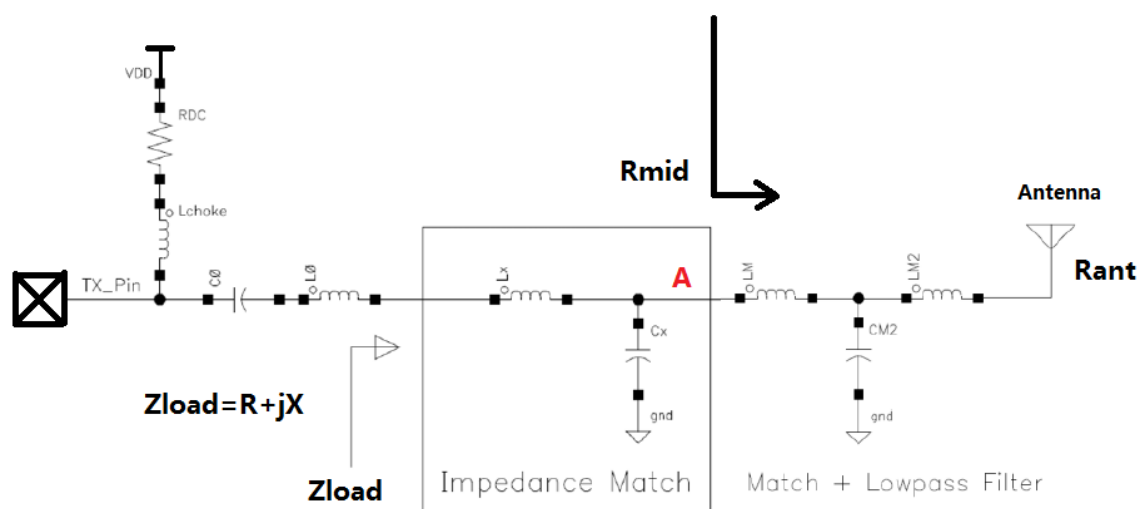


figure 2. Impedance Match to Transform Rant to Rmid

如 figure2 所示，我们定义图中 A 点（红色标注的地方）为一个中间过渡的阻抗 R_{mid} ，显然 A 点的阻抗需要比最佳负载电阻 Z_{Load} 大。通常考虑到后级的 T 滤波器能使用合适的标称元器件值，根据计算 A 点的阻抗转换到如下值会比较合适，现举例如下：

频率	阻抗
315 MHz	135 Ω
433.92 MHz	130 Ω
868 MHz	90 Ω
915 MHz	90 Ω

如 figure2 所示，显然 L_0 和 L_x 可以合并为一个电感，所以如果我们把最佳负载电阻 Z_{Load} 转换到上面例举的 A 点阻抗，就能相应得到如下的值：

频率	C0	L0+Lx	Cx
315 MHz	33 pF	75 nH	3.6 pF
433.92 MHz	18 pF	51 nH	4.3 pF
868 MHz	15 pF	15 nH	4.3 pF
915 MHz	15 pF	15 nH	4.3 pF

当然也可以转换 A 点阻抗到其它的阻抗值，那么相应的元器件值就需要改变。

2.5 设计一个 T 型低通滤波器

最后一步就很简单了，只需要把 A 点的阻抗转换到天线阻抗就可以了。只需要注意不要把 T 型低通滤波器的 Q 值设计的太高就可以了。Q 值高，谐波抑制好，但会对天线阻抗的变化比较敏感，同时效率会下降。

3. 文档变更记录

表 2.文档变更记录表

版本号	章节	变更描述	日期
0.1	所有	初始版本发布	2017-09-22

CMOSTEK Confidential

4. 联系方式

无锡泽太微电子有限公司深圳分公司

中国广东省深圳市南山区前海路鸿海大厦 203 室

邮编: 518000

电话: +86 - 755 - 83235017

传真: +86 - 755 - 82761326

销售: sales@cmostek.com

技术支持: support@cmostek.com

网址: www.cmostek.com

Copyright. CMOSTEK Microelectronics Co., Ltd. All rights are reserved.

The information furnished by CMOSTEK is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed for inaccuracies and specifications within this document are subject to change without notice. The material contained herein is the exclusive property of CMOSTEK and shall not be distributed, reproduced, or disclosed in whole or in part without prior written permission of CMOSTEK. CMOSTEK products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of CMOSTEK. The CMOSTEK logo is a registered trademark of CMOSTEK Microelectronics Co., Ltd. All other names are the property of their respective owners.