

## 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 (MHz)	调制方式	主要功能	封装
CMT2110B	240 – 480	OOK	免配置直通单发射	SOT23-6
CMT2117B	240 – 960	OOK	免配置直通单发射	SOT23-6
CMT2150L	240 – 480	OOK + Encoder	带编码发射	SOP8
CMT2157L	240 – 960	OOK + Encoder	带编码发射	SOP8
CMT2157B	240 - 960	OOK + Encoder	带编码发射	SOP14

目录

1 简介..... 3

2 Class-E PA 匹配步骤 ..... 3

2.1 选择一个合适的 Choke 电感（扼流电感） ..... 4

2.2 射频参数配置 ..... 4

2.3 选择合适的串联谐振电容 C0, 并根据选择的 C0, 计算 L0..... 4

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 ..... 5

2.5 设计一个 T 型低通滤波器 ..... 6

3 文档变更记录..... 7

4 联系方式..... 8

CMOSTEK Confidential

# 1 简介

CMT2110B、CMT2117B、CMT2150L、CMT2157L和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。在这里先省略工作原理方面的讨论（读者可以在互联网上搜索Class E的工作原理），重点介绍匹配所涉及的主要步骤，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 $Z_{\text{Load}}$
- (3) 选择合适的串联谐振电容 $C_0$ （如figure 1所示）
- (4) 根据选择的 $C_0$ ，计算 $L_0$
- (5) 根据最佳负载电阻 $Z_{\text{Load}}$ 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

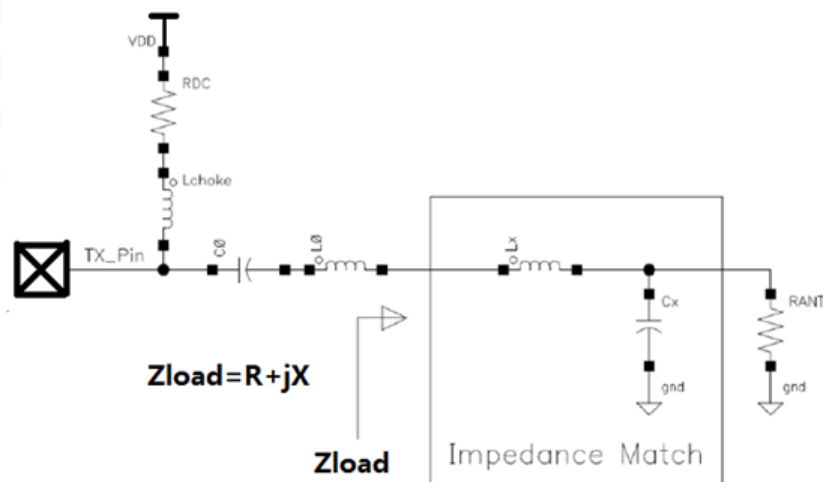


figure 1. Impedance Match to Transform  $R_{ANT}$  to  $Z_{LOAD}$

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

## 2.2 射频参数配置

这里先引用三个由 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 figure 1 所示，这个最佳的负载阻抗 Z-Load = R+jX，它与 PA 的输出功率、输出电容紧密相关。在 CMT2110B、CMT2117B、CMT2150L、CMT2157L 和 CMT2157B 的设计中，PA 的输出电容大约为 1.2 pF。下面我们列出在不同的频率，输出+13 dBm 时的最佳负载阻抗 Z-Load。

频率（MHz）	最佳负载阻抗 Z-Load（Ω）
315	77.3 + j 89.1
433.92	56.2 + j 64.8
868	28.05 + j 32.3
915	26.6 + j 30.7

## 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 50Ω 天线为例，如 figure 2 所示。

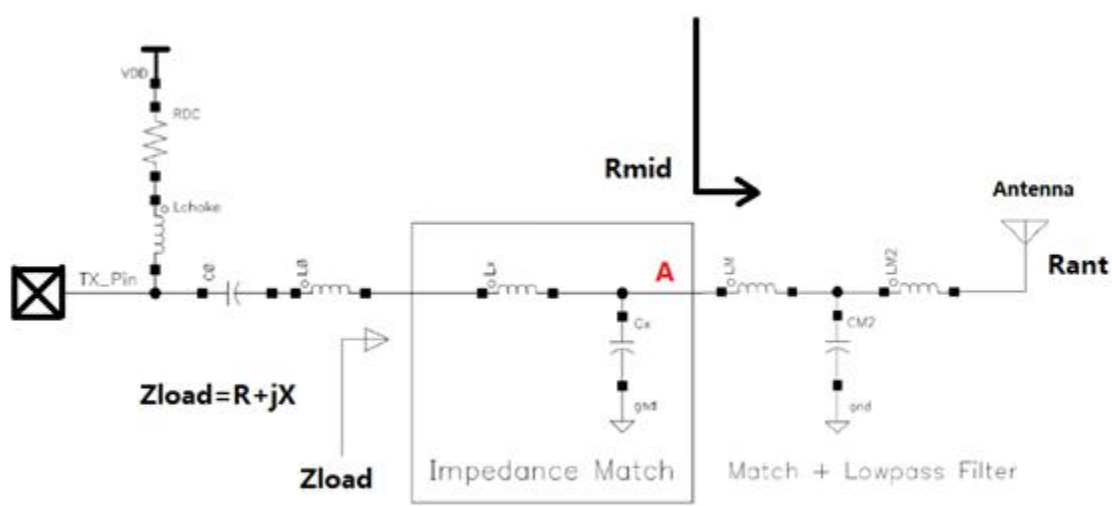


figure 2. Impedance Match to Transform Rant to Rmid

如figure 2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Rmid，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（MHz）	阻抗（Ω）
315	135
433.92	130
868	90
915	90

如 figure 2 所示，显然 L0 和 Lx 可以合并为一个电感，所以如果我们把最佳负载电阻 Z-Load 转换到上面列举的 A 点阻抗，就能相应得到如下的值：

频率（MHz）	C0（pF）	L0 + Lx（nH）	Cx（pF）
315	33	75	3.6
433.92	18	51	4.3

868	15	15	4.3
915	15	15	4.3

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。

CMOSTEK Confidential

### 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
0.5	所有	增加对新型号 CMT2157L 的支持	2018-09-03

## 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西丽镇平山村民企科技园 3 栋 2 楼

邮编: 518000

电话: +86 - 755 - 83235017

传真: +86 - 755 - 82761326

销售: [sales@cmostek.com](mailto:sales@cmostek.com)

技术支持: [support@cmostek.com](mailto:support@cmostek.com)

网址: [www.cmostek.com](http://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.