

EMC 设计指导

F²MC-8L 系列

© 富士通微电子（上海）有限公司

历史记录

02年7月4日	NFL	版本1.0	新版本
02年7月18日	NFI	版本1.1	增加了去耦电容说明

质量担保与免责条款

富士通微电子（上海）有限公司在所适用法律允许的最大范围内对其所有**免费交付的产品**（如所含软件或头文件、使用样例、目标板、评估板以及集成电路设计样品等）及在按照（1）据以交付该产品的许可协议和购销合同所规定的条款；（2）技术说明；（3）所有其他附属的书面资料使用该产品时的性能和由其导致的任何损失不承担质量担保和法律责任。此外，在相关法律所允许的最大范围内，富士通微电子（上海）有限公司对于未经授权而对产品进行反编译、逆向设计和/或拆卸的情况下对产品性能和由其导致的任何损失不承担任何担保和法律责任。**必须说明的是，所有这些产品都是半成品且必须只在实验室测评状态下使用。**

1. 富士通微电子（上海）有限公司保证其产品自客户收到产品之日起90天内完全具有其附属的书面资料所述的性能。对于其产品的硬件部分，富士通微电子（上海）有限公司保证自客户收到产品之日起一年内其产品在按照附随书面说明使用的情况下不出现材料或工艺上的缺陷。
2. 当产品出现缺陷时，富士通微电子（上海）有限公司的法律责任及对其客户的排他性赔偿方式为：由富士通微电子（上海）有限公司单方决定（1）退还购买价格和许可费用或（2）更换该产品或产品零件，但产品必须以原始包装退回富士通微电子（上海）有限公司且没有被客户使用或运输过程中受到进一步损坏。但由于非因富士通微电子（上海）有限公司所引起的意外或由客户或任何与富士通微电子（上海）有限公司无关的第三方使用不当而引起的产品缺陷不适用本保修条款。
3. 富士通微电子（上海）有限公司在所适用法律允许的最大范围内对于其他任何明示或非明示的产品责任尤其是（但不限于）产品的适销性和对某一未指明的功能的适用性不承担保修责任。
4. 富士通微电子（上海）有限公司及其供应商在所适用法律允许的最大范围内对由于故意或重大疏忽而引起的产品问题不承担保修责任

后续损失免责条款

富士通微电子（上海）有限公司及其供应商在所适用法律允许的最大范围内对于任何因使用该产品而导致的损失（包括但不限于因其而导致的和/或间接导致的人身伤害、具实际价值的资产损失、利润损失、经营性运转中断、信息丢失或其他任何经济损失）。

若以上条款中的任一条失效并/或无法执行，其他条款仍具有完整的法律效力。

目录:

1	导言	4
2	良好布线的设计原则	4
3	晶体振荡器线路	5
4	电源布线	6
5	通用IO管脚减噪	9
6	某些MCU管脚的功能	9
7	F²MC-8L 系列的EMI测量	10
7.1	测量准备	10
7.2	测量程序	10
7.3	测量数据	10
7.4	环境噪声测量	11
7.5	VCC上的噪声测量	11

1 引言

在下面的内容里，将探讨关于富士通8位微控制器的EMC设计指导。它描述了外部电源应如何被连接到Vcc和Vss管脚上，并给出了一些建议。此外，它也对MCU内部电源供应进行了一个总的概述，以便更好地理解设计。在随后所述的测试中所给出的EMI数据仅是样本数据。所测量的辐射没有数据，会在微控制器系列的数据手册中进行详细说明。

在最近的设计中，富士通F²MC-8L 微处理器系列的EMI已经逐渐减少。PLL倍频电路使使用低频晶振成为现实，这就可以减少振荡电路的高频噪声。

时钟树是主要噪声源。因此，时钟缓冲器的驱动能力得到了优化，同时用数个小缓冲器来代替一个大缓冲器。

片内集成的旁路电容减少了内部电源网的噪声波纹，由此IO管脚的寄生噪声得到了改善。

以下内容是基于MB89530系列所作的说明，但是对F²MC-8L系列所有现有产品来说，无论是否有外部总线，情况都是相同的。

2 良好布线的设计原则

1. 使用最大线宽和最短长度的线将VSS和微控制器的VDD管脚连接到去耦电容（去耦）
2. 不要使用短线将去耦电容连接在微控制器管脚上，让噪声电流直接从去耦电容的管脚中流过。
3. 将靠近MCU封装下面的接地层作为屏蔽使用
4. 为模拟，数字，功率驱动和连接器使用不同的接地系统。
5. 避免接地系统中存在回路电流，检查地线回路。
6. 在MCU底下对模拟和数字接使用星形单点接地，5伏调节器底下对MCU，功率驱动和连接器再使用一个星状单点接地
7. 不要在PCB中造成信号回路，尽量减少信号线长的长度。
8. 将系统分为模拟，数字和功率驱动区域。
9. 在MCU管脚附近的IO电路放置串联电阻器或阻容滤波以减少信号线上的噪声。
10. 每一连接器管脚均使用一电容以减少外部信号线上的噪声，将该电容尽量靠近连接器管脚放置。

3 晶体振荡器线路

图1显示的是8位产品系列的振荡器。为能达到最佳性能，该电路的PCB布线应只占据非常小的一个区域。对于布线，建议使用两层或两层以上的PCB。确保旁路电容处于距X0, X1管脚、晶体振荡器以及地线最近的位置。晶振线路不应与其他线路交叉。

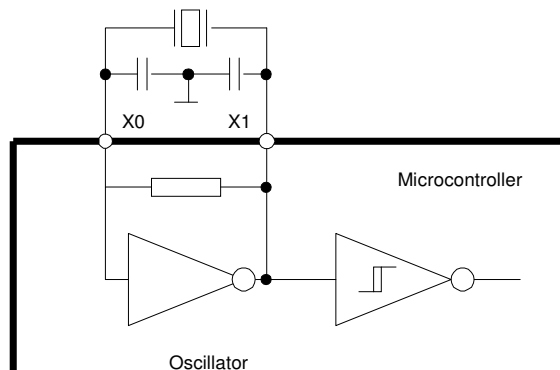
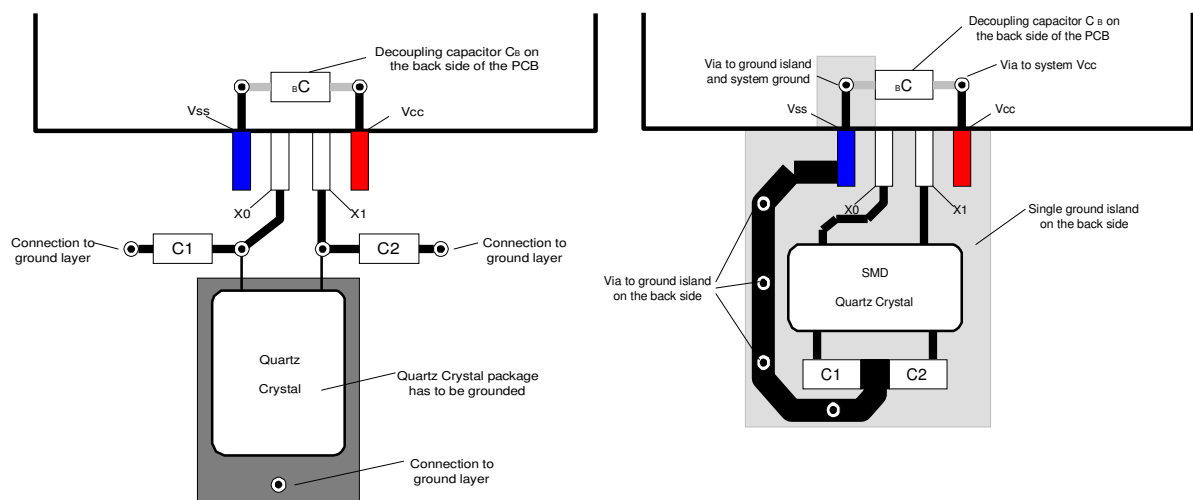


图1：晶振电路原理

避免时钟电路的耦合噪声进入电源(管脚81/84)是十分必要的。晶体振荡器必须用短线连接到X0/X1和Vss。注意X1管脚为反相器的输出端，因此该路径尤其应该短。



a) 直插式石英晶振布线样例
设计不佳，C1 和C2与VSS连接错误。

b) 贴片石英晶振布线样例
布线设计较好，C1与C2连接到Vss随后再接到系统地线。

图2：晶振电路的布线样例

4 电源布线

减噪技术的一个重点就是旁路电容。通过在芯片内放置模块组件可以在电源线较短的情况下以低阻抗连接旁路电容，有效地将噪声降低到极低水平。这些旁路电容被排布在IO和逻辑部分的电源线上。

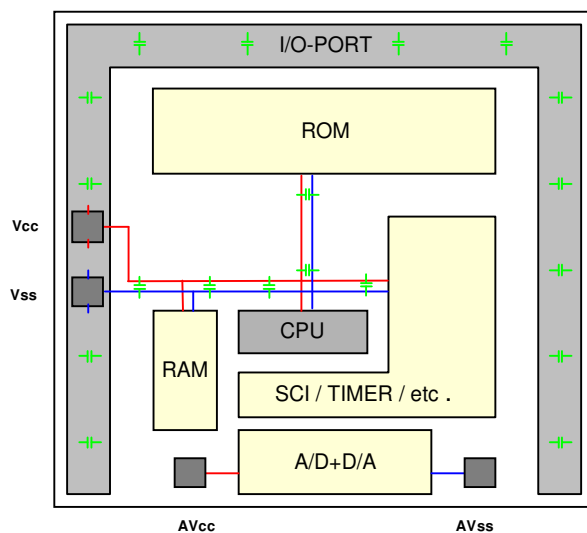
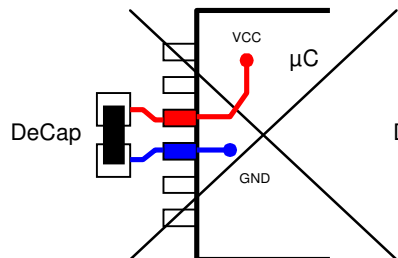
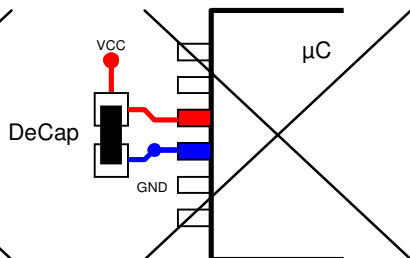


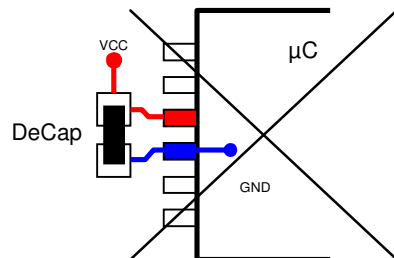
图3: MCU核与IO端口的供电结构



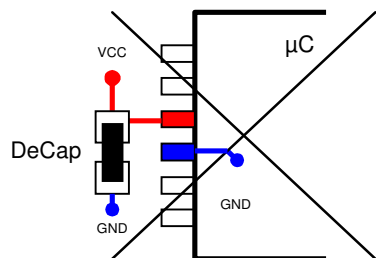
a) VCC和GND 通向电源, 噪声电流未经过去耦电容, 去耦电容不起效果。



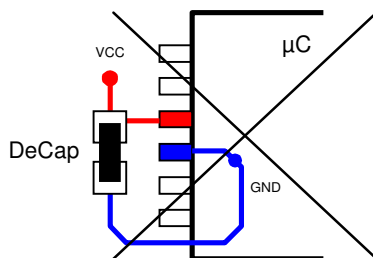
b) GND将噪声导入系统GND, 噪声电流部分通过去耦电容, 去耦电容效果微弱。



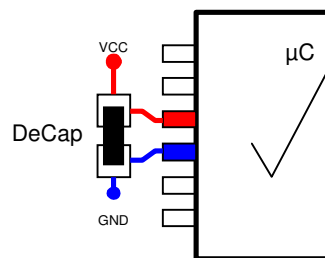
c) GND将噪声导入系统GND, 噪声电流部分通过去耦电容, 去耦电容效果微弱。



d) VCC和GND 通向电源, 噪声电流未经过去耦电容, 去耦电容不起效果。



e) GND未短接入去耦电容, 在GND与去耦电容之间有一回路电流, 去耦电容效果微弱。



f) 去耦电容被正确连接到微控制器和电源, 高速电流将经由去耦电容支持。

图4: 正确使用去耦电容

由于高速电流 (di/dt) 将仅由去耦电容支持，因此应在Vss/Vcc管脚和去耦电容之间使用最大宽度和最短长度的线。在去耦电容之后使用细线连接到电源。

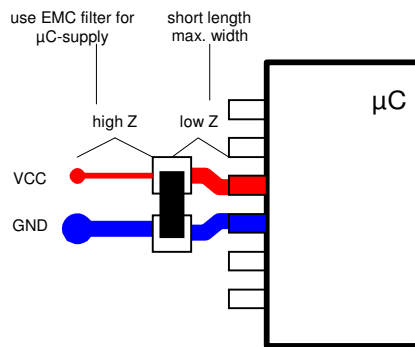


图5：噪声电流回流到地线

Vcc和Vss管脚去耦电容的正确使用是降低噪声的基础所在，同样，负载与MCU地线之间的回路亦不容忽视。

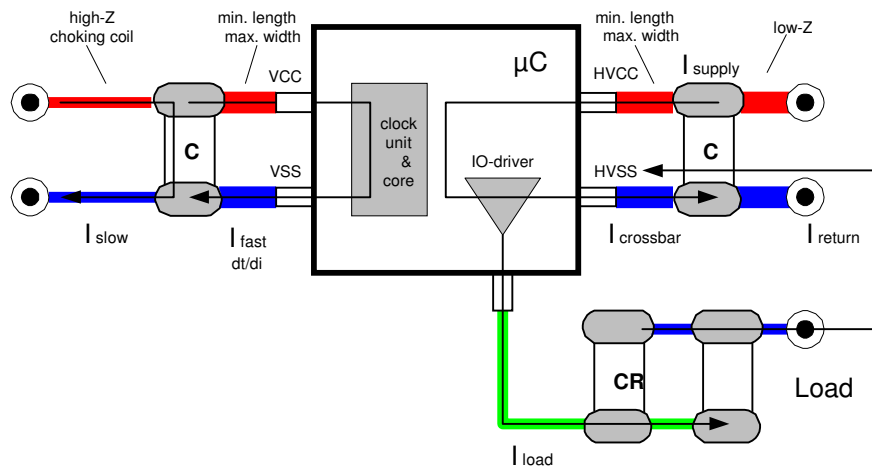


图6：噪声电流回流到地线

为确保电源的有效去耦，在每个Vcc管脚附近都应排布两个电容。两个电容之值的关系大约应为1:100。典型值如100nF (XR7) 和1nF (COG)。其确切值取决于应用板如PCB阻抗或电源连线的长度。但是，PCB上所有去耦电容的值都应该是一致的。

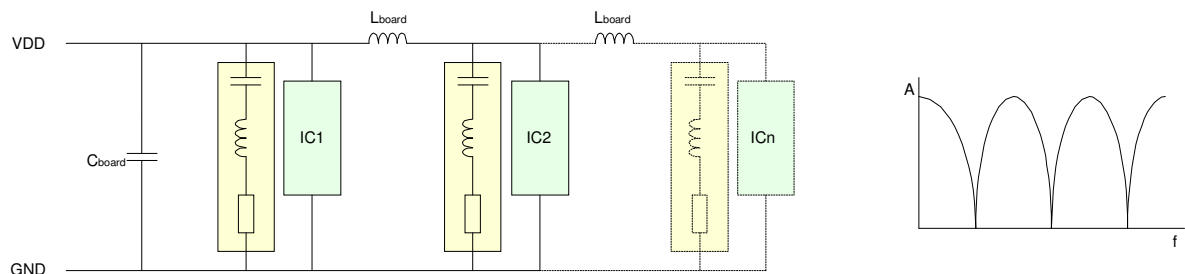


图7：使用不同值的去耦电容将导致无法识别的共振频率的产生，这也是所有去耦电容必须具有相同值的原因。

双层线路板应使用闭合的地平面（位置紧贴MCU的下面）。VCC电源应从双层板的底层连接。

四层线路板应使用内层作GND和Vcc电源。在这种情况下，这两层形成了电源的额外电容。

图8显示了MCU上电源连接的布线样例。

这种Vcc连接技术减少了MCU周围Vcc线路的回路，因而减少了噪声发散。若需对进入A/D的电源（AVcc/AVss管脚）进行单独滤波时，则该电路可能需要改变。

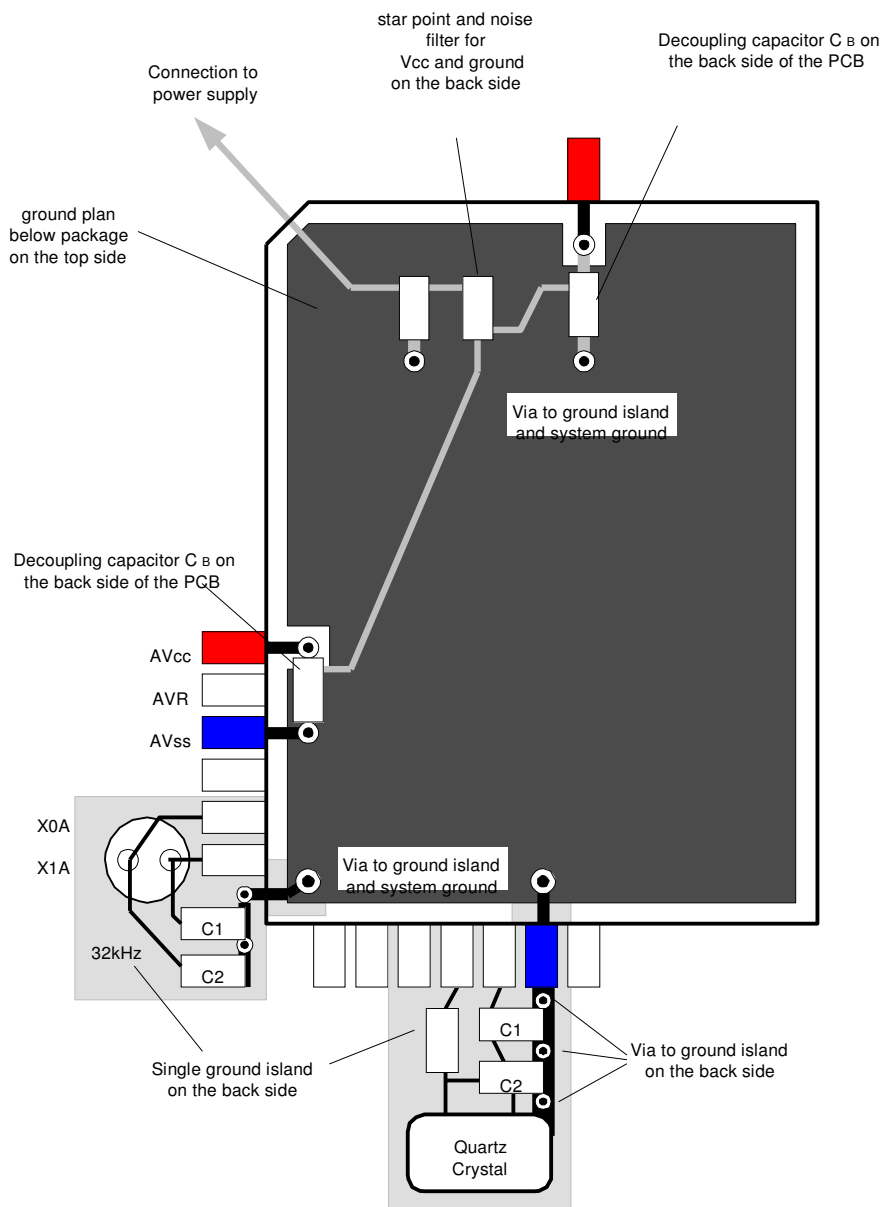


图8: 含主副时钟的F²MC-8L系列，多层PCB的推荐布线法

注意：所有Vcc管脚上的去耦电容都应是统一值。
这些电容应靠近Vcc管脚排布。Vcc/Vss电流应流经电容的管脚。

5 通用IO管脚减噪

为降低噪声，应确保使用平滑过的电源来连接Vss或Vcc，这是由于：电源上的噪声也同样会通过设置为静态高/低输出的IO管脚来传导。图9显示了在输出线上降低噪声的布线样例。

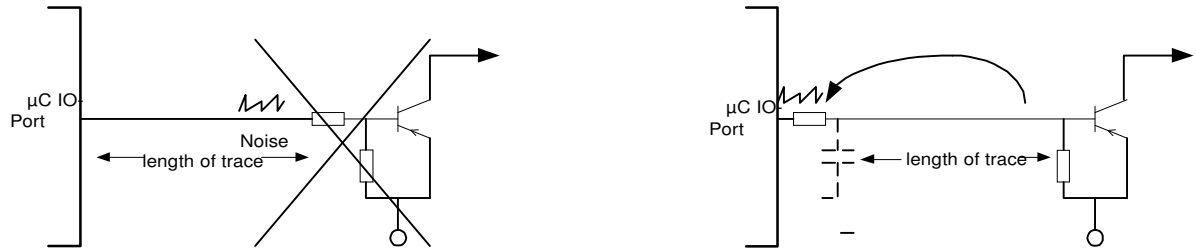


图9: 靠近IO管脚串联一电阻器，从而减少输出部分的噪声

注意：为减少噪声，应确保将未使用的输入管脚连接到Vss或Vcc上(使用下拉或上拉电阻器，请查阅微控制器系列的数据手册)。

同样，尤其是当使用了CMOS逻辑时，栅极悬空的门电路可能导致诸如高输入电流和闭锁等问题。

6 某些MCU管脚的功能

管脚名称	功能
VDD	主要给IO缓冲器和MCU核供电
VSS	主要给IO缓冲器和MCU核供电 靠近晶体振荡器
AVCC	A/D转换器的电源
AVR	A/D转换器的基准电压输入
AVSS	A/D转换器的电源
X0 X0A	晶振输入，如不使用则应连接上拉和下拉电阻（请见数据手册）
X1 X1A	晶振输出，晶振和旁路电容必须以距X1管脚最短的距离连接，如不使用应保持在开路状态

7 F²MC-8L 系列的EMI测量

7.1 测量准备

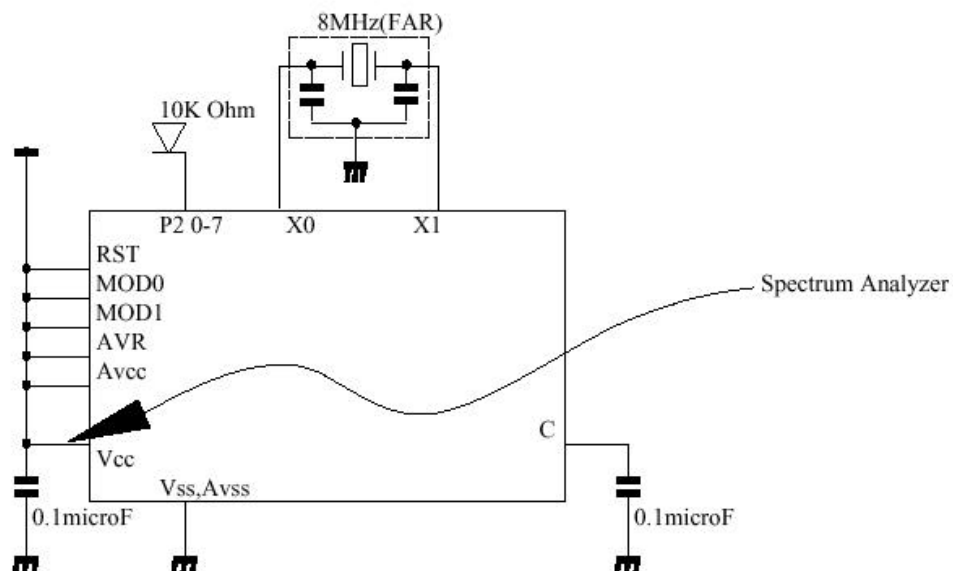


图10: 电源处噪声测量准备

7.2 测量程序

- RF- 电压，在VCC电源上以BI模式“运行”进行测量
- RF- 电压，在VCC电源上以BI模式“重启”进行测量

7.3 测量数据

样品: MB89538A, MB89538AL, MB89535A

测量条件: Ta = 25 deg.C

电源: Vcc = 5.0V / 3.0V

晶振: 8MHz (FAR)

频率范围: 0MHz to 120MHz, BW: 120kHz

7.4 环境噪声测量

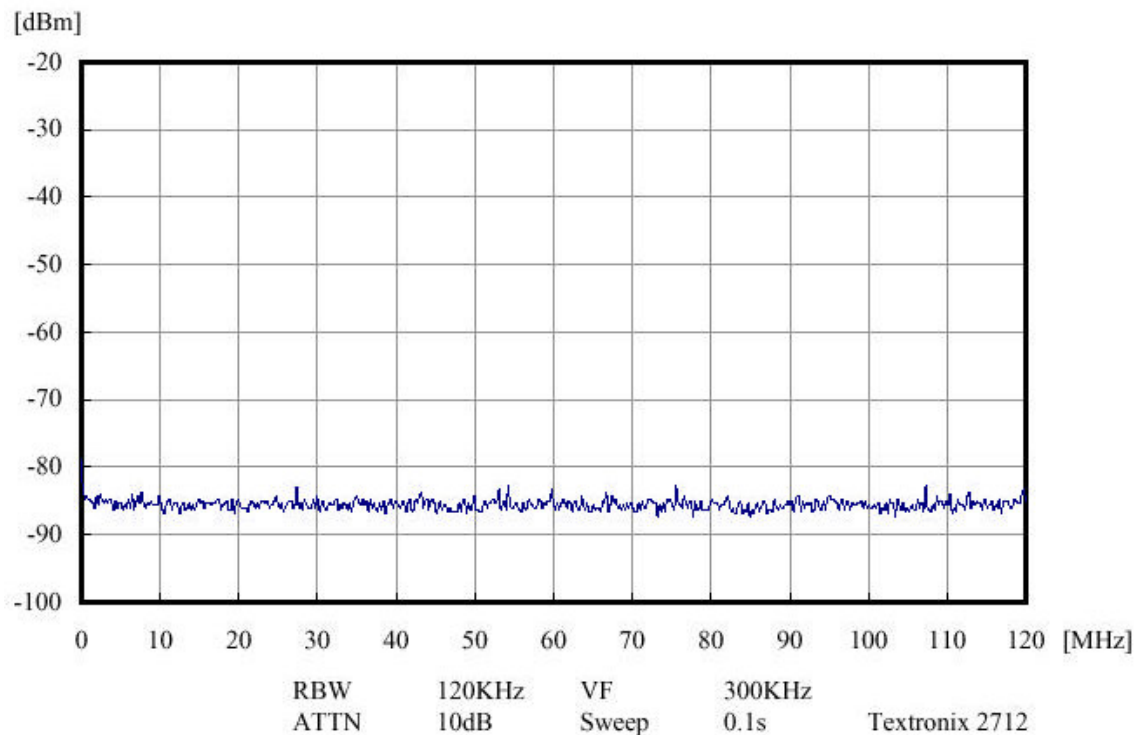


图11: VCC电源上测得的噪声，环境噪声测量

7.5 VCC上的噪声测量

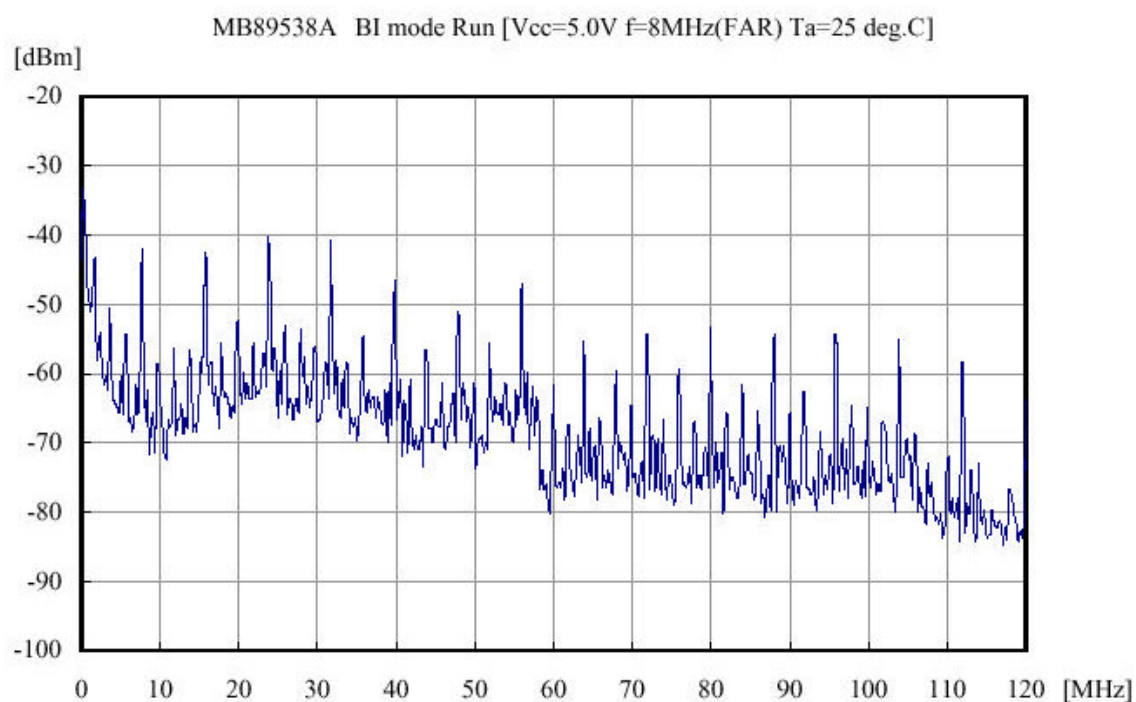


图12: MB89538A – VCC电源上测得的噪声，BI模式“运行”

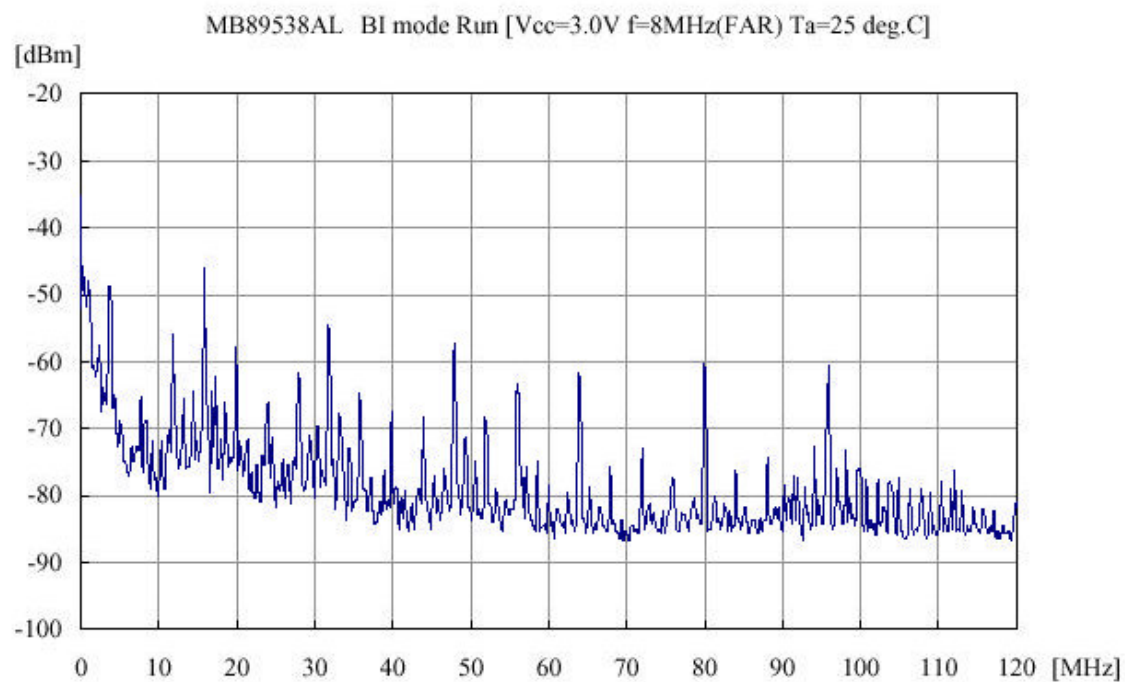


图13: MB89538AL - VCC电源上测得的噪声, BI模式“运行”

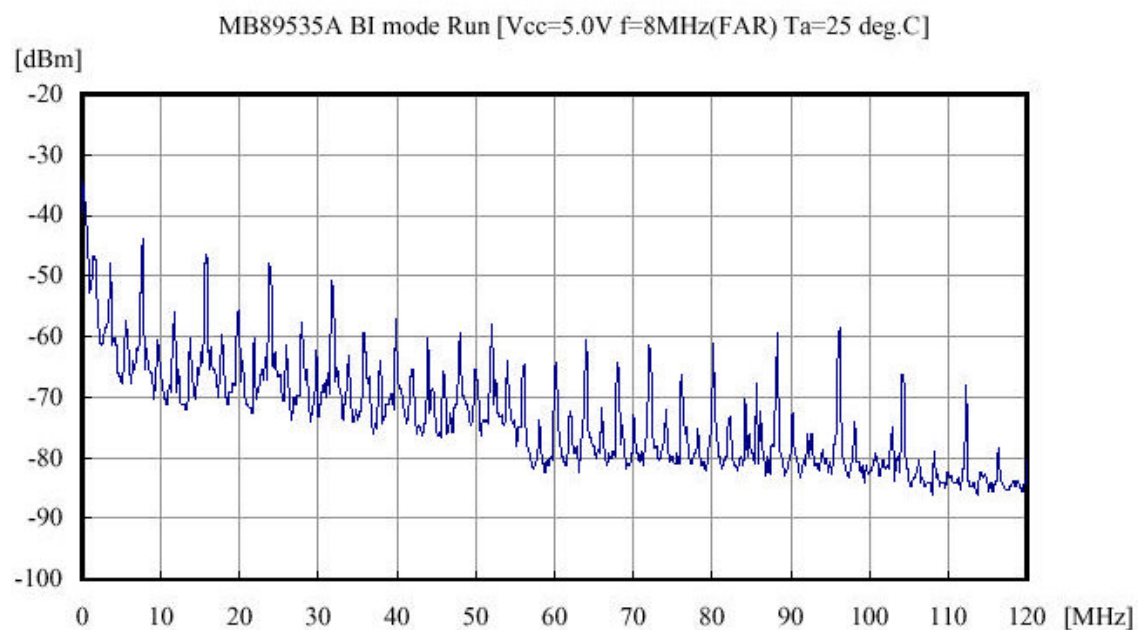


图14: MB89535A - VCC电源上测得的噪声, BI模式“运行”

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程



该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP)公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习!...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>