

LMV112

*Application Note 1439 Use of the LMV112 to Reduce Reference Clock
Interaction in Handheld Device*



Literature Number: ZHCA209

使用LMV112减少基准时钟在手持设备中的相互影响

美国国家半导体公司
应用注释 1439
Barry Yuen
2006年1月



引言

蜂窝电话和无线个人数字助理不断地集成各种全新的性能和应用。在同一部手持移动设备中需要集成包括 IS -95、CDMA 2000、W-CDMA、UMTS、GSM、PHS、Wi-Fi、WiMax、Bluetooth以及GPS等多种无线通信技术。LMV112时钟缓冲放大器能够解决不同芯片组之间的时钟干扰问题。

第三代蜂窝电话产品不仅是一台无线通讯设备，而且它可以为用户提供多媒体性能。对移动的娱乐性、游戏和在商务领域中边走边用(on-the-go)的需求驱动了这些多媒体特性。当前的和正在涌现的3G手机都带有高分辨率的彩色显示屏、集成的视频摄像头、音/视频流媒体功能、MP3播放器、宽带上网，诸如E911这样的本地服务，以及多用户三维游戏等。所有这些附加特性都需要采用不同的通信、计算和控制专用集成电路来执行所需的功能。

不管每个特定集成电路的功能是什么，它们都需要某种基准的时钟信号。在一片有锁相环的射频芯片中，基准时钟要经过倍频得到射频。在一个数字信号处理或微控制器中，时钟信号用于保证每个计算周期的同步。任何其他时序电路都需要一个时钟信号作为基准。通常在电子学中也使用一些组合逻辑电路，可以肯定，在便携式或者无线设备的应用中，基准时钟信号的使用是普遍存在的。

图1.表示便携式电子产品对系统时钟的要求。电子产品的硬件部分可以按功能划分为三种电路。包括系统时钟电路、通常由亚微米CMOS技术实现的纯数字电路，以及一般用BiCMOS混合信号工艺完成的模拟/射频电路。对于系统时钟电路，它可以是一个独立的模块，或者是CMOS、BiCMOS芯片中的内置电路，并外接晶体作为振子。这两种方案各有其优缺点。这里要解决的主要问题是：便携电子产品中不同芯片之间时钟信号的

相互影响。作为一个系统的基准时钟，该时钟信号应该纯净且准确。就是要求高频率稳定性、低相位噪声和低时钟信号失真等指标。如图1所示，不同芯片与时钟电路之间的负载效应会使原来高度精确的时钟信号劣化。这里通过增加时钟缓冲放大器，例如LMV112，来降低相互影响，保持晶体振荡器电路原有的性能。

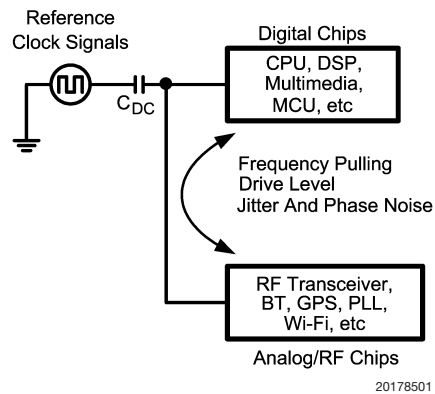


图1.无线/便携电子的系统功能分割

基准时钟的实现

一般来说，便携电子产品中的基准信号有两种产生方式。一种如图2所示，采用外接晶体振荡器模块。或者如图3所示，在主芯片的基准电路上加电容和并联晶振。图2显示了一种用于市售晶振模块中的典型考必兹晶体振荡器电路。它采用设定为并联工作模式的石英晶体。并联模式的晶体适用于高频段，3MHz~30MHz，因为在这个频率下的电感体积比较大，而且Q值低。晶体和负载电容Ca、Cb和晶体管Q1共同产生一个在所需频率处振荡的正弦波。晶体管Q2用作一个缓冲放大器。另外还可以增加变容二极管和温度补偿电路，使之成为一个

基准时钟的实现(续)

压控温度补偿晶体振荡器(VCTCXO), GSM/GPRS和CDMA手机就需要这种晶振。

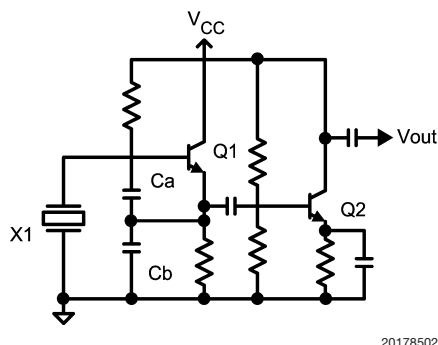


图2.市售晶振模块中使用的典型考必兹晶体振荡器

图3显示了另一种基准时钟电路的实例。本电路使用数字CMOS芯片中的反相门。还需要负载电容Ca和Cb，以产生正确的共振频率。一般情况下，晶体制造商会指定产品的频率值。这种方法的优点是廉价和低功耗。但CMOS电路限制了它的输出驱动能力。图4是一款典型的CMOS反相逻辑门。其输出电流为

EQ 1:

$$I_{OUT} = i_{Dmax} = \frac{1}{2} \mu C_{OX} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

其中

μ 为载流子的迁移率（电子或正电荷）

C_{ox} 是单位面积上的栅氧化层电容

$V_{GS} - V_{TH}$ 为过驱电压

W/L 为一比值, W 、 L 分别为沟道的宽度和长度。

方程EQ_1表示驱动电流 i_{Dmax} 对工艺常数 μ 和 C_{ox} ,器件尺寸 W 和 L ,以及栅源和漏源电压的关系 $V_{GS}-V_{TH}$ 的相关性。一旦为CMOS设计选定了工艺和供电电压,CMOSIC设计者就只能通过增加CMOS器件的沟道宽度来提高 i_{Dmax} 。更宽沟道的成本效益不好,因为这会增大芯片面积。

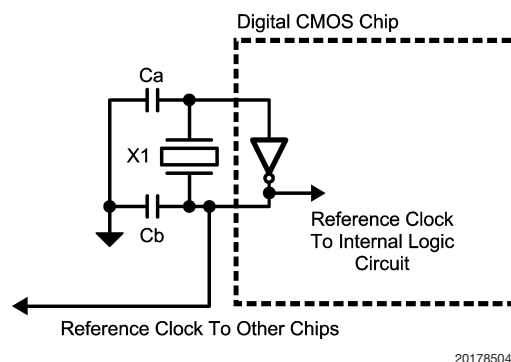


图3.在数字CMOS芯片内的基准时钟电路

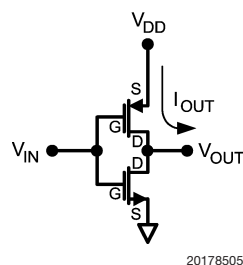


图4.CMOS反相器

时钟电路中无益的相互影响

如前所述，在无线领域中，要由数字电路与模拟/射频两类电路来实现最终用户所需的特性和功能。特别是射频电路，有良好的相位噪声、抖动性能的基准时钟信号是所需射频性能的必要条件。由于同一个时钟信号会被分配给不同芯片作基准，不同芯片时钟电路之间的相互影响会降低基准时钟信号的质量。系统工程师必须注意时钟分配电路中的某些问题。

由于时钟电路的共振频率是由晶体和外接电容决定的，因此，晶振上的负载效应可以将共振频率拉至一个不同的值。通常将这种现象叫做牵引效应或者频率牵引。但遗憾的是，市售的大多数晶振模块均不提供有关这一性能的指标。

时钟电路中无益的相互影响（续）

晶振的外接负载可以通过两种不同的机制形成频率漂移。第一种机制与负载电容有关。第二种机制则与所需源电流或驱动电平有关。

负载电容

振荡电路负载电容的差异可能造成频率偏移所需值。从下列的方程 EQ_2中可以看到，晶体所需的负载电容 C_{LOAD} 为：

$$C_{LOAD} = \frac{C_a \times C_b}{C_a + C_b} + C_s$$

通常，杂散电容 C_s 约为 5pF。

外部负载电容造成的频率牵引极限值可由下式估算：

EQ_3:

$$\frac{\Delta f}{f} = 0.5 \frac{C_1}{C_0 + C_{Total\ LOAD}}$$

式中， C_0 是晶体电极和所有的支架或封装电容之和， C_1 是本征谐振电容。 $C_{Total\ LOAD}$ 为所需负载电容 C_{LOAD} 与不同芯片所有负载电容之和。从上式中可以看出，总负载电容的下降会造成频率的升高，而总负载电容的增加则会使频率降低。

驱动电平

晶体的驱动电平表示使一个石英晶体振荡所需的电功率，可以用下式计算：

EQ_4:

$$Drive\ Level\ P = I^2 \times R_e$$

其中，" I "是通过石英晶体的电流。 R_e 是石英晶体的有效电阻。下列方程给出了 R_e ：

EQ_5:

$$R_e = R_1 \times \left(1 + \frac{C_0}{C_{Total\ LOAD}}\right)^2$$

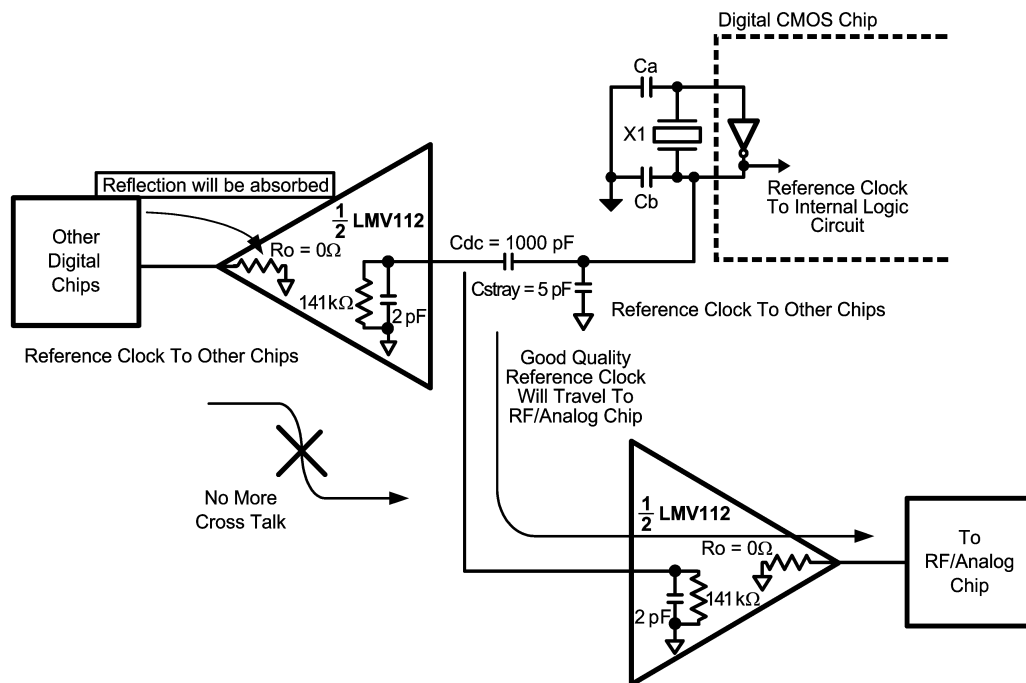
式中， R_1 是本征谐振电阻。如果驱动电平超出晶体厂家的规定值，则振荡频率将出现漂移。这是因为过高的功率会使石英晶体产生应力，从而使其温度升高。如果过高能量的驱动电平施加在晶体振荡器上，就会劣化甚至损害其特性。换句话说，本征谐振电阻和谐振电容都会漂移，于是谐振频率也会漂移。另一方面，如果电流 I 过小，则晶体根本无法起振。由于晶体的机械特性是固定不变的，因此通过晶体的电流就是晶体上电压的函数。为了将驱动电平保持在原有规格内，晶体上的峰-峰电压要保持在晶体制造商指定的参数窗口内，这就限制了时钟电路的驱动能力。

利用LMV112来解决上述问题

为了达到正确的谐振频率，在电路设计时应该设置正确的负载电容和晶体驱动电平，以消除频率牵引效应。

这意味着必须为晶振电路的输出端提供一个足够高的输入阻抗，这样，总负载才不至于成为振荡器太大的负担。另一方面，晶振要有足够低的输出阻抗来驱动后续的芯片组，这样晶振才不会成为后续芯片组太大的负担。图 5 显示了这种概念，以及采用美国国家半导体公司的LMV112 芯片实现这一功能。

利用LMV112来解决上述问题（续）



20178509

图5.应用LMV112减少时钟电路的相互影响

采用LMV112的设计实例

在低频段，LMV112的141KΩ输入阻抗与2pF电容并联。假定使用一个如图3所示的基准时钟，晶体厂商规定该并联模式晶体所需负载电容为30pF。下面是找到Ca和Cb值的方法。

由于杂散电容与LMV112的Cin并联，而隔直电容Cdc=1000pF，在10MHz时是短路的，所以可以认为Cin与杂散电容并联，忽略隔直电容Cdc的作用。

则从EQ_2可得：

EQ_6:

$$\begin{aligned} C_{\text{Total LOAD}} &= C_{\text{LOAD}} + C_{\text{in}} = \frac{C_a \times C_b}{C_a + C_b} + C_s + C_{\text{in}} \\ &= \frac{C_a \times C_b}{C_a + C_b} + 5 \text{ pF} + 2 \text{ pF} \\ &= \frac{C_a \times C_b}{C_a + C_b} + 7 \text{ pF} \end{aligned}$$

如果选择Ca=Cb=C:

$$\begin{aligned} \text{EQ}_7: C_{\text{Total LOAD}} &= 0.5C + 7 \text{ pF} = 30 \text{ pF} \\ C &= (30 - 7) / 0.5 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$C = 46 \text{ pF},$$

事实上，系统工程师可以要求晶体制造商按某种负载电容和所需时钟频率来制造晶体。在上例的结果中，46pF不是一个标准的陶瓷电容值。在设计中最好选择标准的电容。这里还有如何应用LMV112作为一个缓冲放大器来设计晶体振荡器的其他实例。假定设计时Ca和Cb的选择均为22pF，从LMV112数据表上得知LMV112的输入电容为2pF，与之并联的杂散电容为5pF。

可以算出CtotalLOAD=22×22/(22+22)+5+2=18pF。这样，系统设计师可以要求晶体厂商制造一种CLOAD=18pF的并联模式晶体。

结论

LMV112是一款单一增益缓冲放大器，适用于无线与便携应用。它可以用于时钟系统电路，为采用晶体的振荡器提供足够的隔离、驱动能力和频率范围。本文讨论了采用LMV112及片上晶体振荡器的设计实例。任何系统设计者都可以使用这种方法来开发时钟系统。

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：（a）打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；（b）支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何"禁用物质"。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

www.national.com

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品 & TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	
RFID 系统	
OMAP 机动性处理器	
无线连通性	
德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司