

DAC3484, DAC34H84 输出功率定标

刘先锋 Seasat Liu

North China OEM Team

摘要

DAC3484 和 DAC34H84 是德州仪器 (Texas Instruments) 新推出的低功耗, 高密度, 高采样率, 高性能的数模转换芯片, 这款芯片目前已经广泛的应用在通信行业。本文详细介绍了 DAC3484, DAC34H84 与正交调制器的输出接口以及输出功率定标的计算问题。

目录

1	DAC3484 (DAC34H84) 简介.....	2
2	调制器简介	3
3	DAC3484(DAC34H84) 和调制器之间的接口电路	3
4	DAC3484(DAC34H84)的输出功率.....	5
5	DAC3484(DAC34H84)加 TRF3703 的功率输出	5
6	总结.....	9
7	参考文献.....	9

图表

图 1.	Current Source DAC ---DAC3484(DAC34H84)	2
图 2.	DAC3484(DAC34H84)和 TRF3703 的交直流接口电路.....	3
图 3.	DAC3484 (DAC34H84) 和 TRF3703 交直流接口的输出幅度仿真	4
图 4.	DAC3484 (DAC34H84) 和 TRF3703 交直流接口的频率特性.....	4
图 5.	TSW3100 EVM 输入界面	7
图 6.	DAC3484 EVM 控制界面	7
图 7.	DAC3484 差分输出电压.....	8
图 8.	DAC3484 加 TRF3703 输出功率.....	8

表格

表 1.	DAC3484(DAC34H94) Plus TRF3703 的功率输出表格	6
------	--	---

1 DAC3484 (DAC34H84) 简介

DAC3484 (DAC34H84) 是德州仪器 (Texas Instruments) 最新推出的数据速率高达 1.25GSPS (每秒千兆采样) 的四通道 16 位模数转换芯片 (DAC)。DAC3484 的封装尺寸为 9mm x 9mm, 因此这款高度集成的新型转换器使用的器件数量比双通道 DAC 减少一半, 可使 TD-SCDMA、WCDMA、CDMA2000、GSM 和 WiMAX 基础架构设备及其它无线应用的设计师将 PCB 占用面积减少 43%。它的超低功耗 (1.2W) 使系统的热设计大大的简化, 是目前业界功耗最低的 4 通道 1.25G 采样的 DAC。同时它支持 DPD (数字预失真) 发射系统要求的大带宽多天线无线通信标准。

DAC3484 (DAC34H84) 的关键特性和优势

- 片上 32 位 NCO (数控振荡器), 可用于复杂调制方案
- 片上 Coarse Mixer 调制, 可用于简单调制方案
- 2x、4x、8x 和 16x 倍插值
- 时间交错式 LVDS (低压差分信号) 接口, 可实现更高数据速率
- 8 位深度 FIFO (先进先出) 存储器, 大大降低了对数据时钟和数据时钟同步的要求
- -160dBm/Hz 的噪声频谱密度
- 片上支持多 DAC 同步
- 优化的 PLL 功能
- 特有的 Group Delay 调整功能
- 支持超宽带基带数据的输入, 更适合用于超宽带 DPD 的发射级。

作为完整信号链的一部分, DAC3484 (DAC34H84) 四通道 DAC 可以连接 TI 的 TRF3703/TRF3704 频率调制器, 用于时钟分配的 CDCE62005 时钟 IC 以及功放预失真 (DPD) 芯片 GC5330, GC5337 等。

模数转换器通常为电流型器件, 一般可分为 Sink 型和 Source 型, DAC3484 (DAC34H84) 属于电流源型 (Source 型) 数模转换器, 通常需要外接一个无源网络来得到一定的电压输出, 同时需要提供正确的直流偏置, 无源网络可以是电阻网络, 转换器, 或者是和调制器的接口网络。

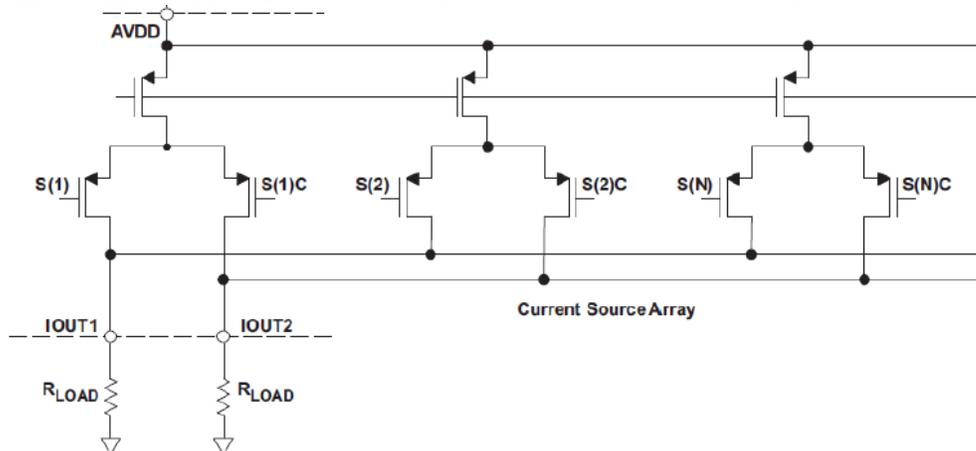


图 1. Current Source DAC ----DAC3484(DAC34H84)

DAC3484 (DAC34H84) 的输出电压幅度决定于负载，关系为 $V=I \cdot R$, I 为 DAC 的输出电流，DAC3484 (DAC34H84) 的输出电流支持 10mA 到 30mA 之间调整， R 为 DAC 的负载，在满足 DAC 随路输出电压的情况下(DAC3484 的随路输出电压为-0.5v 到+0.5v)，可以进行输出电压幅度和性能的平衡设计。

2 调制器简介

超外差架构，单实中频架构等由于其复杂的链路，高昂的成本高而逐渐退出历史舞台。而复中频，包括零中频方案以其良好的性能，简单的链路架构成为近来发射机的主流。复中频方案中重要的一个器件就是调制器。TI 的调制器主要有 TRF3703 和 TRF3704。

调制器基带输入接口通常需要一个偏置电压，即共模电压，不同的调制器有不同的共模电压，TI 目前有三种不同共模电压的调制器：1.5V，1.7V，3.3V。

3 DAC3484(DAC34H84) 和调制器之间的接口电路

要想确定 DAC 的输出功率，必须先确定 DAC 和调制器之间的接口电路。

在复中频方案中，数模转换器和调制器之间的接口至关重要，它关乎着信号的带宽，链路的动态范围，镜像信号的抑制等等。

在设计 DAC3484 和调制接口时，需要保证 DAC3484 的输出能够被偏置到适当的位置，同时为了保证调制器线性工作的动态范围，合适的基带输入幅度也至关重要。

由于 DAC3484 和现存调制器的共模电压不一致，需要进行转换。按照不同的结构，通常有直流耦合，交流耦合，交直流耦合三种方式。当 DAC 和调制的共模电压不同时，需要引入偏置电路，偏置电路除提供 DAC 和调制器的偏置电压外，也提供 DAC 的负载。

对于 DAC 和调制共模电压不匹配的情况，交直流方式是较好的解决方案，因为它既避免了直流耦合中因为 DAC 和调制器之间因共模电压不同而引入的较大的插损又避免了交流耦合中需要引入负电源的复杂性。交直流是指在直流耦合电路的分压电阻上并联一电容。以 DAC3484 和 TRF3703-17 为例，在分压电阻上加上一个 1u 的电容。

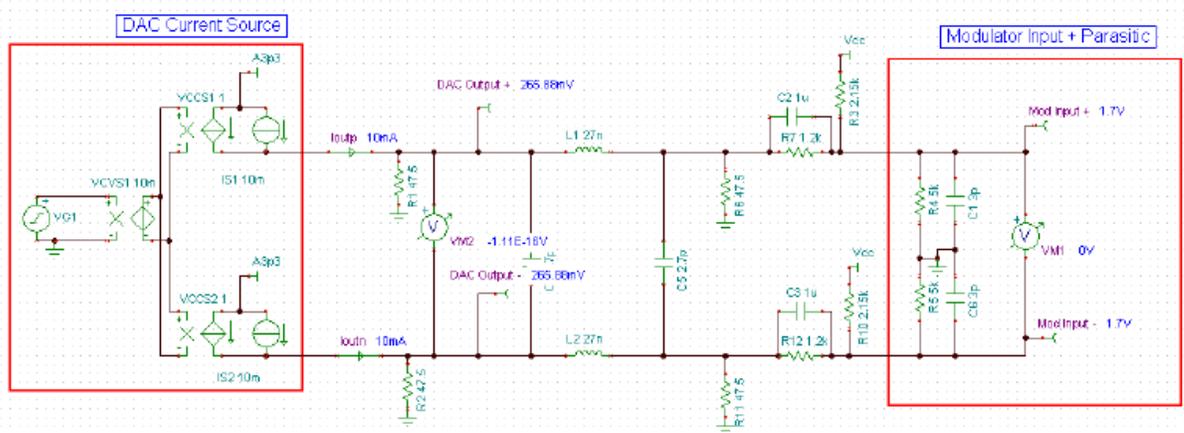


图 2. DAC3484(DAC34H84)和 TRF3703 的交直流接口电路

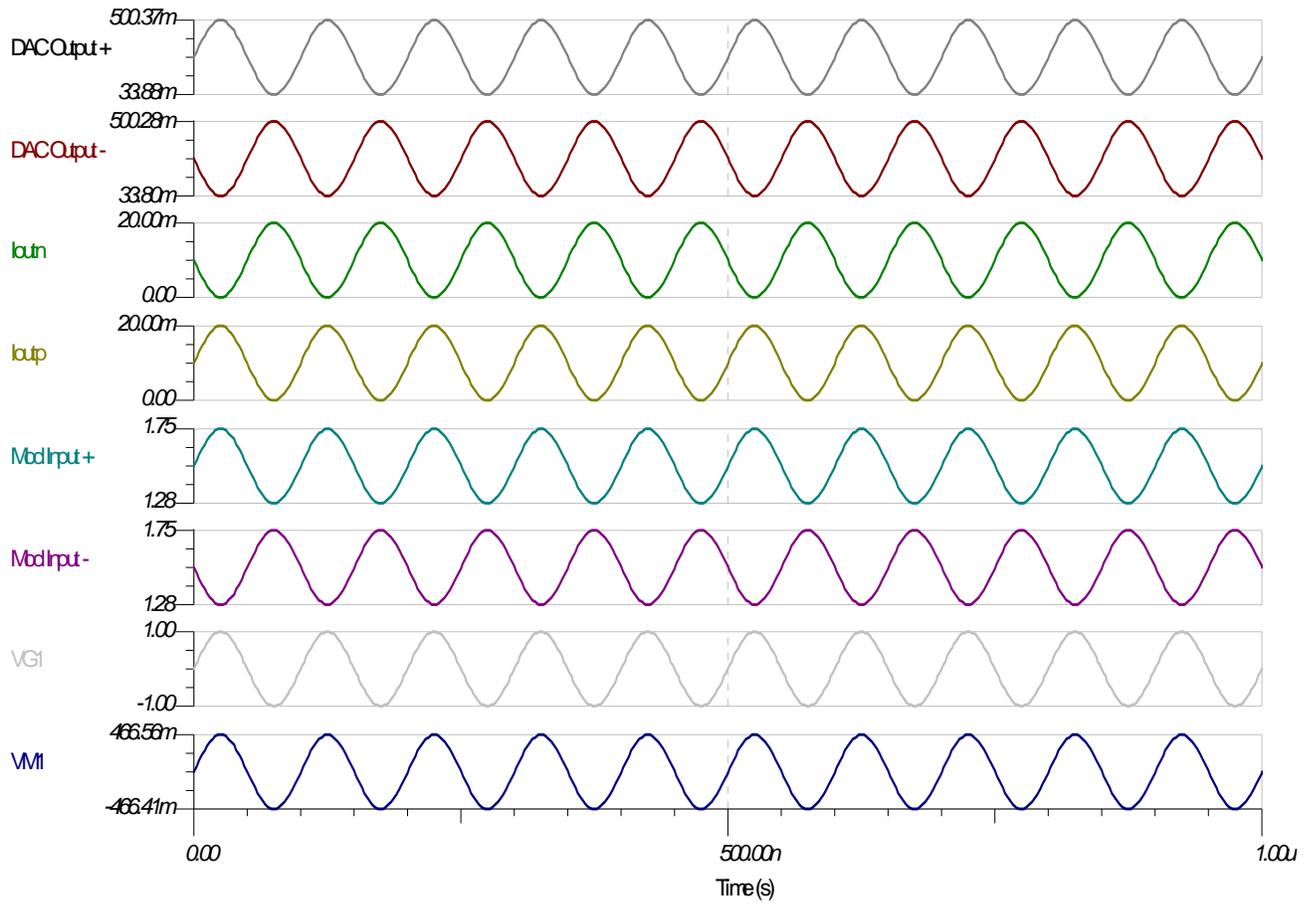


图 3. DAC3484 (DAC34H84) 和 TRF3703 交直流接口的输出幅度仿真



图 4. DAC3484 (DAC34H84) 和 TRF3703 交直流接口的频率特性

频率仿真可知，该方案具有高通特性，200Hz 以下的信号会被抑制。注意：对于高中频方案，使用交直流耦合不会有任何问题，可如果采用零中频方案，如上的高通特性会造成发射链路的相位延迟和平坦度问题，从而严重影响 DPD(数字预失真)的性能。

4 DAC3484(DAC34H84)的输出功率

在 DAC3484 (DAC34H84) 中, 能够影响 DAC3484 输出功率的参数主要有: DAC3484 输出阻抗, DAC3484 输出电流, NCO 增益, QMC 增益。

DAC3484 的输出阻抗由 DAC3484 和调制器之间的接口决定, 以图 2 为例, 差分阻抗是 47.5 欧姆。

DAC3484 的输出电流由内部寄存器 Coarse_DAC(3:0) 设定。公式是:

$$I = \frac{V_{EXTIO}}{R_{bias}} (Coarse_DAC + 1)$$

其中: V_{EXTIO} 的典型值是 1.2V。Rbias 是 DAC3484 的第 34 脚上接的外部偏置电阻。

NCO 增益, 由寄存器 Mixer_Gain 决定是否增加 6dB 的输出。为了避免输出的溢出, 在芯片内部 NCO 输出端设置了 6dB 的衰减, 如果要想获得满幅度的输出, 在确定能保证性能的前提下, 可以使用寄存器 Mixer_Gain 增加 6dB 的增益。

如仅从输出电流和输出阻抗的角度出发, DAC3484 (DAC34H84) 的输出功率为:

$P_{DACOut} = 10 * \log_{10}(I_{P-P} / 2 / 1.414)^2 * R * 1000$, 如输出电流为最大值 30mA, 输出差分阻抗为 50 欧姆时, 则 $P_{DACOut} = 10 * \log_{10}(I_{P-P} / 2 / 1.414)^2 * R * 1000 = 7.5dBm$

QMC 增益由寄存器 QMC_Gain 寄存器决定。是一个 11bit 的无符号整数, 当设定为 1024 时, 对应增益为 $Gain = 20 \log(\frac{1024}{1024}) = 0$ 。如果设定为 1446, 则增益为

$Gain = 20 * \log(1446/1024) = 2.997dB$, 约为 3dB。

例如:

当 V_{EXTIO} 为 1.2V, Rbias 是 1280 欧姆时, 如设定 Coarse_DAC(3:0) 为 10,

则输出电流为 $I = \frac{V_{EXTIO}}{R_{bias}} (Coarse_DAC + 1) = \frac{1.2}{1280} (10 + 1) = 10mA$, 差分输出为 20mA,

如果输出的差分阻抗为 50 欧姆。

则对应的功率应该为: 4dBm

如果 NCO 增益为 0, QMC 设定为 1024, 则 DAC 的输出应为: 4-6+0=-2dBm。

如果 NCO 增益为 0, QMC 设定为 1446, 则 DAC 的输出应为: 4-6+3=1dBm。

5 DAC3484(DAC34H84)加 TRF3703 的功率输出

本章以 DAC3484(DAC34H84)和 TRF3703 之间的以交直流接口为例, 推导功率输出的公式。(不考虑 DAC3484 (DAC34H84) 和 TRF3703 之间的滤波器的插损)

在 TRF3703 的手册上标注的是电压增益。电压增益等于:

$$\begin{aligned} \text{VoltageGain} &= \text{Vout}[\text{dBV}] - \text{Vin}[\text{dBV}] = 20 * \log(\text{Vout}(\text{rms})) - 20 * \log(\text{Vin}(\text{rms})) \\ &= 20 * \log(\text{Vout}(\text{rms}) / \text{Vin}(\text{rms})) \end{aligned}$$

功率增益则等于：

$$\begin{aligned} \text{PowerGain} &= 10 * \log(V^2 / R) = \text{PowerOut}(\text{dB}) - \text{PowerIn}(\text{dB}) \\ &= (20 * \log \text{VOut} - 10 * \log R) - (20 * \log \text{Vin} - 10 * \log R) = 20 * \log \text{VOut} - 20 * \log \text{Vin} \\ &= 20 * \log(\text{Vout}(\text{rms}) / \text{Vin}(\text{rms})) = \text{VoatageGain} \end{aligned}$$

因此，调制器的输出功率等于模数转换器的输出功率减去调制器的电压增益，既
 $\text{PowerOut}_{\text{TRF3703}} = \text{PowerOut}_{\text{DAC3484}} - \text{VoltageGain}_{\text{TRF3703}}$

根据系统的设计可知需要的输出频率，由手册可以得到 TRF3703 的电压增益。

如果 NCO 增益为 0，QMC 设定为 1024，则 TRF3703 的输出应为：DACOut-VoltageGain=4-6+0-voltage gain=-2- voltage gain (dBm)。

如果 NCO 增益为 0，QMC 设定为 1446，则 TRF3703 的输出应为：DACOut-VoltageGain=4-6+3-voltage gain=1- voltage gain (dBm)。

为了方便计算，设计了一个 EXCEL 表格，在表格的黄色处输入相应的参数就可以计算出响应的输出结果。

表 1. DAC3484(DAC34H94) Plus TRF3703 的功率输出表格

Vextio	1.2	V
Rbias	1270	ohm
TSW3100 Tone Power (back-off linear scale)	0.99	x
Coarse dac Gain	10	
QMC Gain (up to 2048)	1024	
NCO Enable (1=Enable, 0=Disable)	1	
NCO Gain (0 or 6dB gain)	0	dB
Ifs	20.78740157	mA
DAC output load differential	50	ohm
Vcm	1.7	V
DAC Full-Scale output Power	4.316116059	dBm
DAC Output Power	-1.771180049	dBm
DAC Output Vp-p differential	515.7098243	mV
IQ mod Voltage Gain	-3.3	dB
Filter insertion loss and Cable loss	-1	dB
IQ mod max output Power	-6.071180049	dBm

下面是试验的验证，可以看出，我们的计算是正确的。

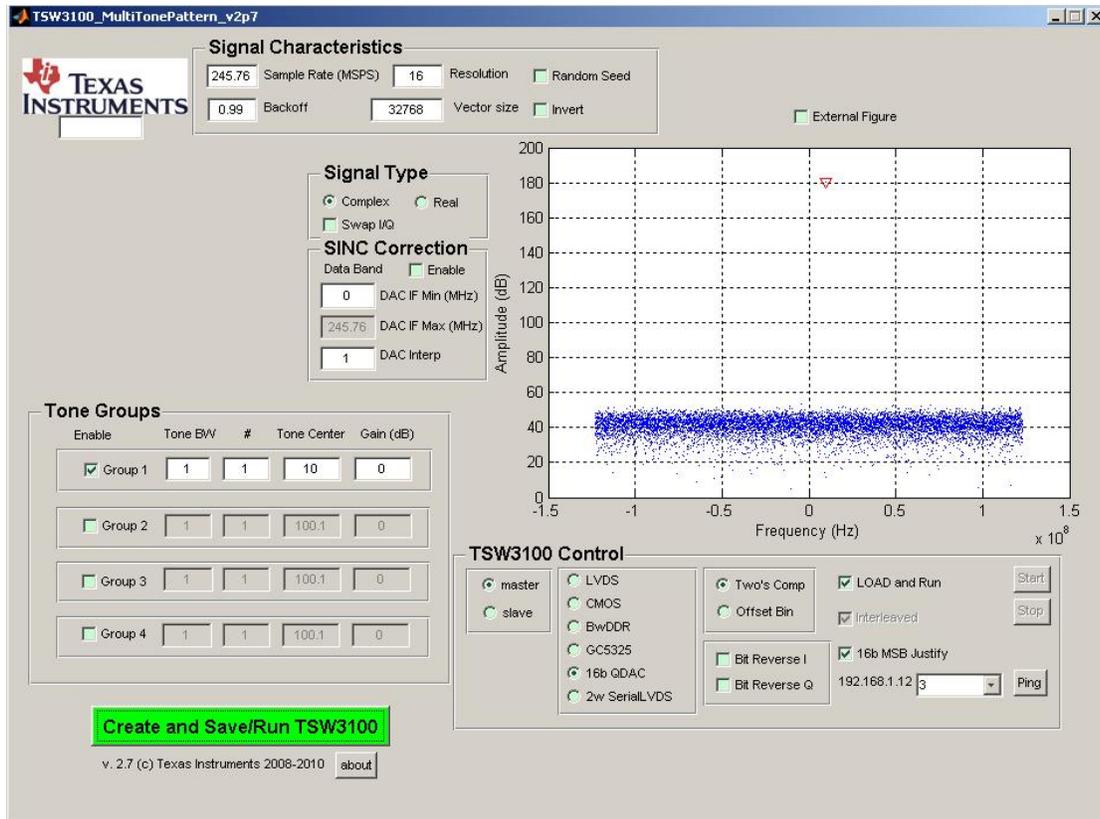


图 5. TSW3100 EVM 输入界面

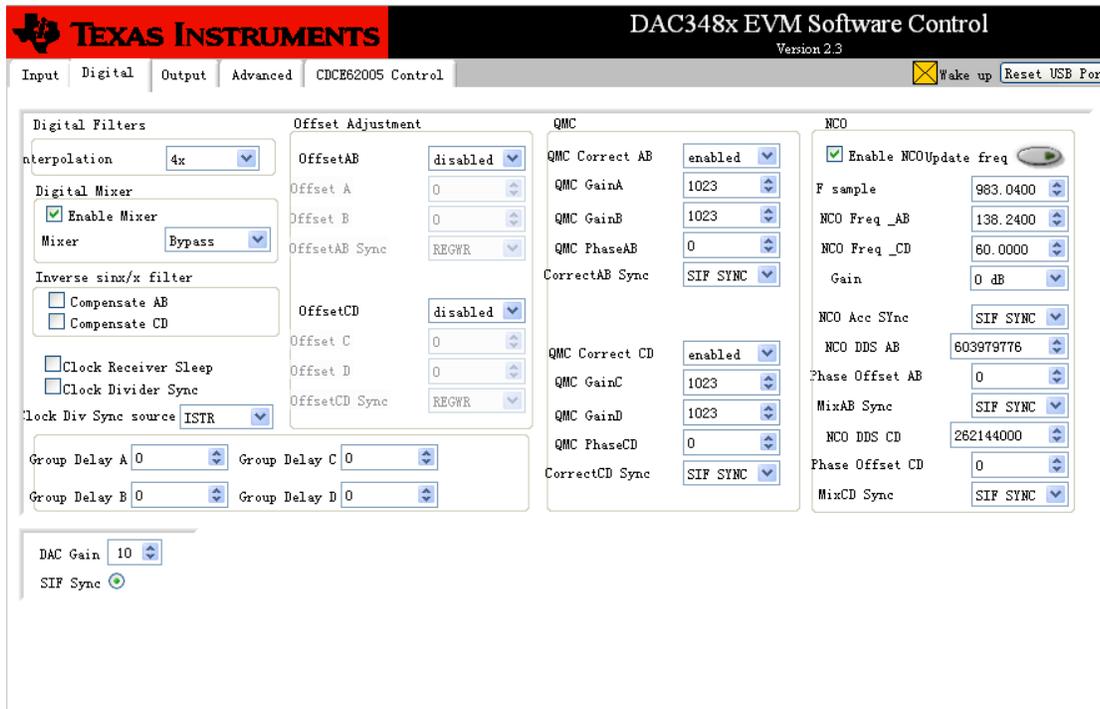


图 6. DAC3484 EVM 控制界面

Tek Run: 4.00GS/s Sample

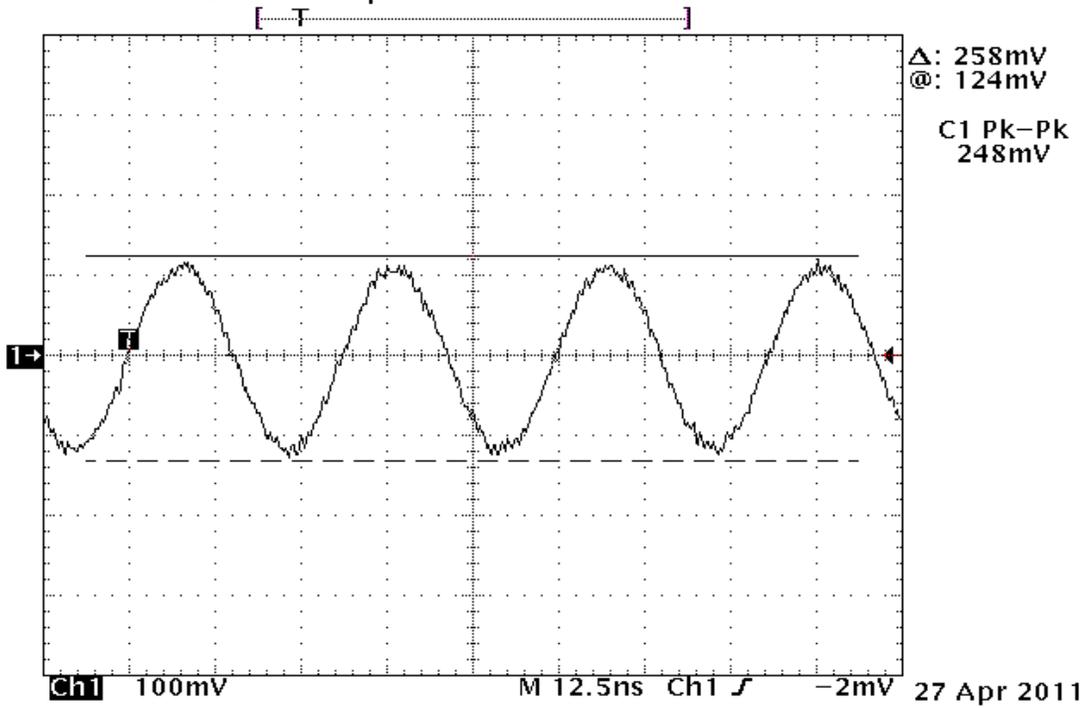
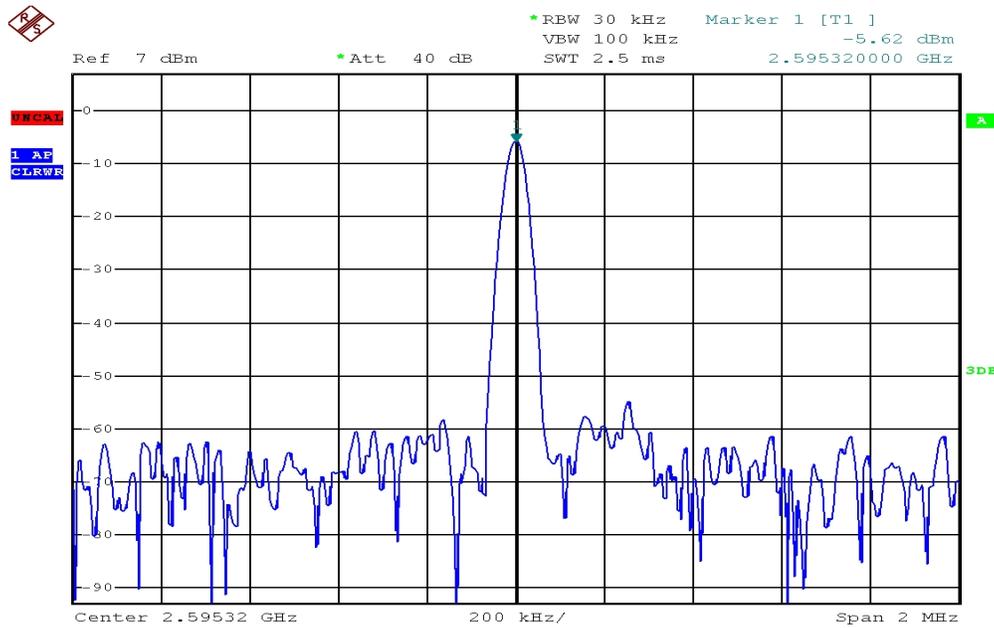


图 7. DAC3484 差分输出电压



Date: 29.OCT.2010 02:10:59

图 8. DAC3484 加 TRF3703 输出功率

6 总结

本文以详细地分析了 DAC3484 和 DAC34H84 和后面的正交调制器的接口电路，以交直流接口为例，详细分析了 DAC3484（DAC34H84）的输出功率和各个环节的关系。最后通过实际例子，证明了计算的正确，为客户计算 DAC3484（DAC34H84）的功率输出提供了依据。

7 参考文献

1. DAC3484 Datasheet
2. DAC34H84 Datasheet
3. Understanding TRF370x Quadrature Modulator Gain Parameters (SLWA056)
4. DAC3484 及调制器接口电路设计分析，冷爱国

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以及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/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	http://www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	http://www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	http://www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	http://www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	http://www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	http://www.ti.com.cn/microcontrollers	无线通信	www.ti.com.cn/wireless
RFID 系统	http://www.ti.com.cn/rfidsys		
RF/IF 和 ZigBee® 解决方案	www.ti.com.cn/radiofre		
	TI E2E 工程师社区		http://e2e.ti.com/cn/

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