

GC6016 配置与应用分析

Tim Li

摘 要

GC6016 是 TI 针对数字直放站应用而推出的一款数字中频处理芯片。本文主要描述了 GC6016 的加载流程，初始化配置，数据采集配置，以及和上下游芯片的配合调试方法。

缩略语

	缩略语	描述
1	AI	Auto Increment
2	CFR	Crest Factor Reduction
3	DPD	Digital Pre-Distortion
4	FeAGC	Front end Auto Gain Control
5	BeAGC	Behind end Auto Gain Control
6	DDUC	Digital Down-Up Convert
7	LFSR	Linear Feedback Shift Register
8	EMIF	External Memory Interface

目录

1	概述.....	4
2	GC6016 功能介绍.....	5
3	GC6016 的上电配置流程.....	6
4	GC6016 的增益调整.....	7
5	GC6016 capture buffer 配置.....	8
6	GC6016 功率统计模块配置.....	9
7	GC6016 发送测试信号.....	11
8	GC6016 频点配置流程.....	12
9	总结.....	13
10	参考资料.....	13

图

图 1.	GC5330 应用结构图.....	4
图 2.	GC6016 应用架构图.....	5
图 3.	GC6016 功能框图.....	6
图 4.	GC6016 初始化流程图.....	7
图 5.	GC6016 下行增益调节节点.....	7
图 6.	GC6016 上行增益调节节点.....	7
图 7.	GC6016 数据采集流程.....	9
图 8.	BBpower 统计模块配置流程图.....	10
图 9.	IBPM 配置流程图.....	10
图 10.	BB test gen 启动流程图.....	11
图 11.	FRW testgen 启动流程图.....	12
图 12.	GC6016 频点配置流程图.....	12

表

Table 1.	表 1. GC6016 内部增益.....	8
----------	-----------------------	---

1 概述

GC6016 是 TI 针对数字直放站应用而推出的一款数字中频处理芯片。与其同时推出的类似芯片还有 GC5330。其中 GC6016 除了 CFR 和 DPD 外，具有 GC5330 的所有功能，包括 DUC, TX equalizer, Bulk Up converter, RX equalizer, DDC, feAGC, beAGC, I/Q imbalance correction, DC offset cancellation. 其处理能力达到 48 个上下行通道，最大支持 4 个发射天线或者 8 个接收天线，支持灵活的小数倍率重采样配置，支持多模配置。能够很好的应用于各种 3GPP, 3GPP2 以及 MC-GSM 等无线标准。

GC5330 的应用结构如下图所示。图中可以看到，GC5330 需要 DSP 配合才能实现完整功能。事实上，DSP 不但完成 DPD 的算法处理，还完成芯片加载与配置功能。这些功能均通过 DSP 向主控 CPU 提供的 API 函数实现。

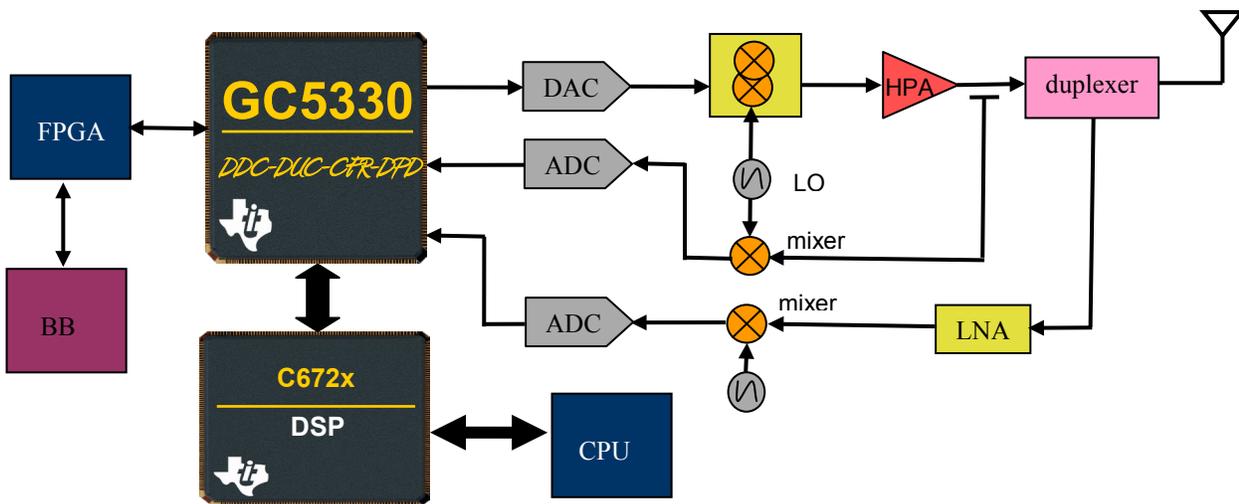


图 1. GC5330 应用结构图

GC6016 的应用架构如下图所示。从图中可以看出，GC6016 无需外挂 DSP，其不能支持 DPD。CPU 通过 EMIF 或者 SPI 直接访问 GC6016 芯片。因此其所有配置与控制都需要在 CPU 直接实现。因此配置流程以及芯片控制都需要用户编程实现。

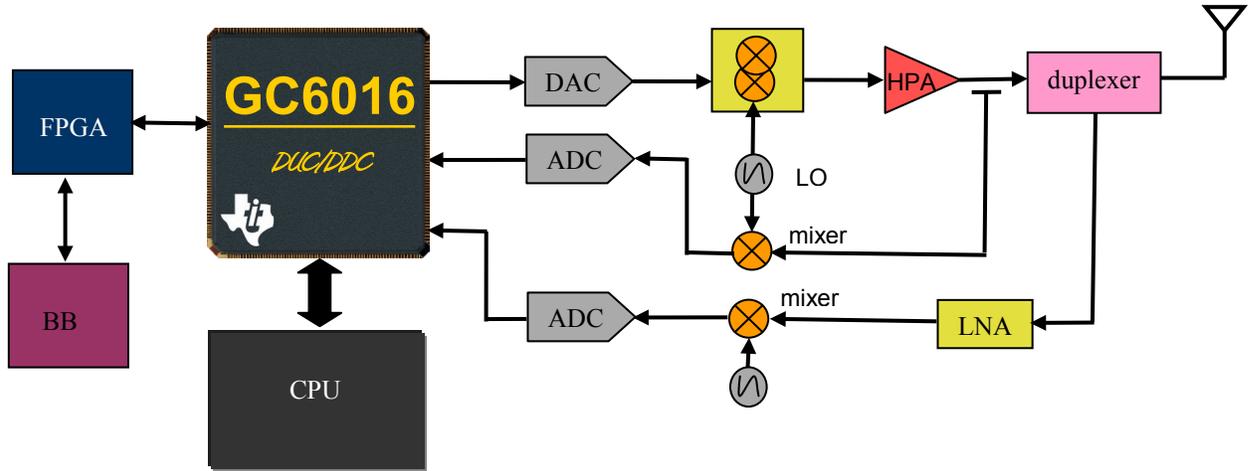


图 2. GC6016 应用架构图

本文的目的在于帮助用户快速高效的配置与控制 GC6016.

2 GC6016功能介绍

GC6016 支持目前主流的基站收发信机标准，包括：3GPP(LTE、WCDMA、TDSCDMA)、3GPP2 (CDMA2000)、MC-GSM、wimax 以及 WiBRO(OFDMA)。

GC6016 支持混模，典型混模型态比如 LTE+WCDMA，LTE+TDSCDMA。

GC6016 支持最大 48 个载波处理，支持小数倍抽取、插值；

芯片最大速率支持 368M；

支持最大 4 路发射天线，8 路接收天线；

支持接收 FeAGC，BeAGC；

支持数据采集；

外部接口支持 SPI (3 or 4 wire) 或者 EMIF；

支持各节点增益调整，功率统计；

支持收发均衡；

与基带 FPGA、AD 及 DA 之间支持多种速率和格式接口；

23x23mm，484-ball TE-PBGA 封装；

GC6016 的功能框图如下所示。

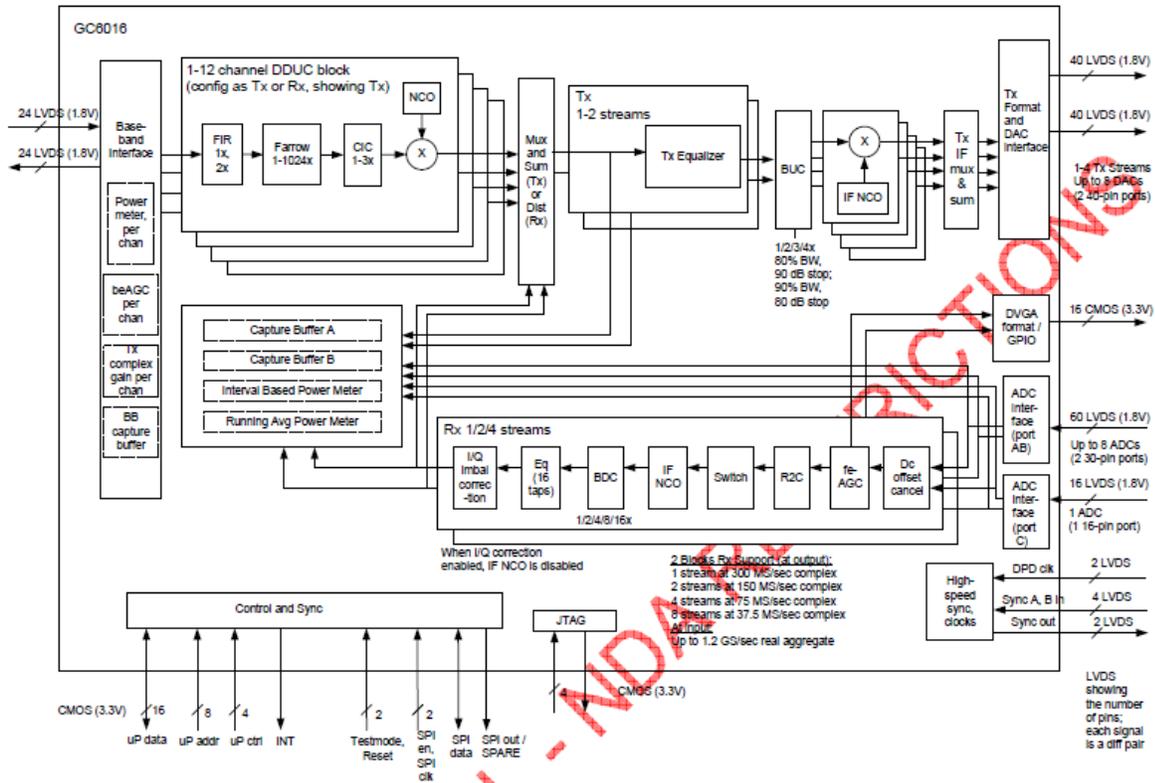


图 3. GC6016 功能框图

3 GC6016的上电配置流程

GC5330/6016 的配置文件是扩展名为 `tgctcfg` 的文本文件，包含了 GC 运行以及业务支撑的全部信息。由于该芯片支持多种通讯标准，并且可以按照客户需要灵活配置，因此针对不同的系统需求，该 `tgctcfg` 文件不同。该文件由 TI 根据客户需求产生并提供给客户。

系统上电之后，应该首先配置好单板，包括 CPU 自身、电源、FPGA、时钟、AD 以及 DA 等芯片（需要说明的是，一般需要等到系统全部配置完成之后才会打开发射同道）。

然后下载 GC 配置文件。配置文件一般会有超过 60000 次的寄存器写操作。如果使用 50M 速率 EMIF 接口，耗时大概在几十毫秒；如果采用 SPI 接口，则耗时会增大，这一点系统设计时需要考虑。

配置下载完成之后，进入等待 PLL 锁定状态。在该状态下需要判断寄存器 0 是否为 1，为 1 表示复位成功。必须该状态有效才可启动下一步操作。

GC 初始化状态完成芯片使能。需要说明的是，GC 的初始化需要用到外部的同步信号 `syncA`，该信号一般由 FPGA 提供，用于使能芯片配置寄存器，该 `syncA` 信号也用于数据采集或者对芯片在线配置的使能。关于芯片初始化，TI 提供相应的样例供参考。典型情况下 `syncA` 信号的周期是 5ms 或者 10ms，脉宽是 8 个 BB 时钟周期，该信号在时序上需要和 `BB_frame` 信号上升沿对齐。

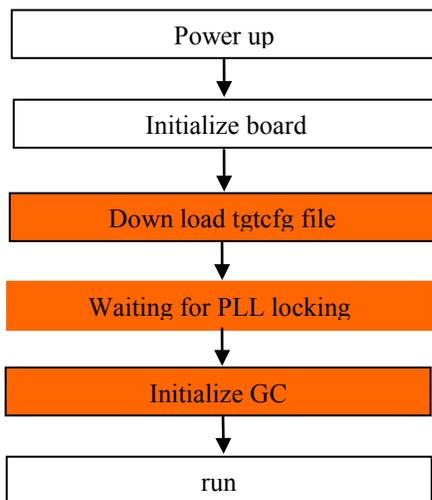


图 4. GC6016 初始化流程图

4 GC6016 的增益调整

GC6016 提供各个节点的增益调节功能。

下行通道可调整增益的节点如下图。对于发射通道，大部分情况下，调整 BB gain, sum gain, pre-CFR 以及 post-CFR 4 个节点就可满足客户需求。对于其他节点，如非必要，不建议调整。

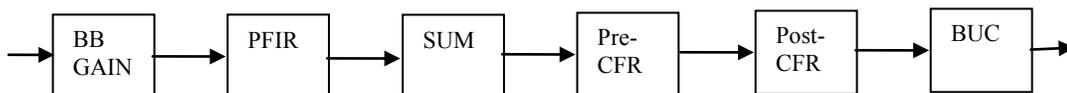


图 5. GC6016 下行增益调节节点

上行通道可调整增益的节点如下图。

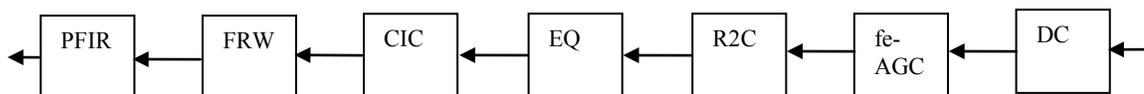


图 6. GC6016 上行增益调节节点

各模块的增益调节范围及精度如下表所示。其中，BB_gain 节点需要通过读写 AI 寄存器修改并同步，pre-CFR 及 post-CFR 节点修改后需要同步。

另外请注意，除了 BBgain，pre_cfr_gain 和 post_cfr_gain 可以精确调整增益外，其他几个节点只支持 6dB 步进调整。R2C 为实数到复数的转换，如果使能该模块，则固定增益为-3dB。feAGC 也可配置为固定增益模式，其增益精度和范围由增益表以及配置确定。对于 PFIR，也可以通过修改系数调整增益。

Table 1. 表 1. GC6016内部增益

TX channel(dB)						
node	BB_gain	PFIR	SUM	pre-CFR	post-CFR	BUC
resolution	fine gain	6	6	fine gain	fine gain	6
range	-inf~+6dB	-36~+6	-36~6	-inf~+6	-84~6	-12~+6
comment	AI	3bit: 0--->+6 1---> 0 2--->-6	3bit: 0--->+6 1---> 0 2--->-6	AI	AI	2bit: 0--->+6 1---> 0 2--->-6

RX channel(dB)						
node	PFIR	FRW	CIC	EQ	R2C	fe-AGC
resolution	6	6	6	6	-3	
range	-36~+6dB	-30~60		-6~18	-3	
comment	3bit: 0--->+6 1---> 0 2--->-6	4bit, gain=10- d_shift 9 ---> +6 10---> 0 11---> -6	4bit: if dec by 2 (rate = 0) gain=2^(cic_rx_output_scale - 8) if dec by 3 (rate = 1) gain=0.9364*2^(cic_rx_output_scale-7)	2bit, 0--->-6 1--->0 2--->12	fixed gain	adjust external gain

5 GC6016 capture buffer 配置

GC6016 支持各节点的数据采集。该功能可用于问题定位、GC6016 监控以及接收 ADC 同道的性能分析。数据采集功能的配置流程如下。需要说明的是，CB 读出来的数据一般是 IQ 交织的格式（某些特殊情况如实反馈模式下则为连续数据），每个数据 18bit。

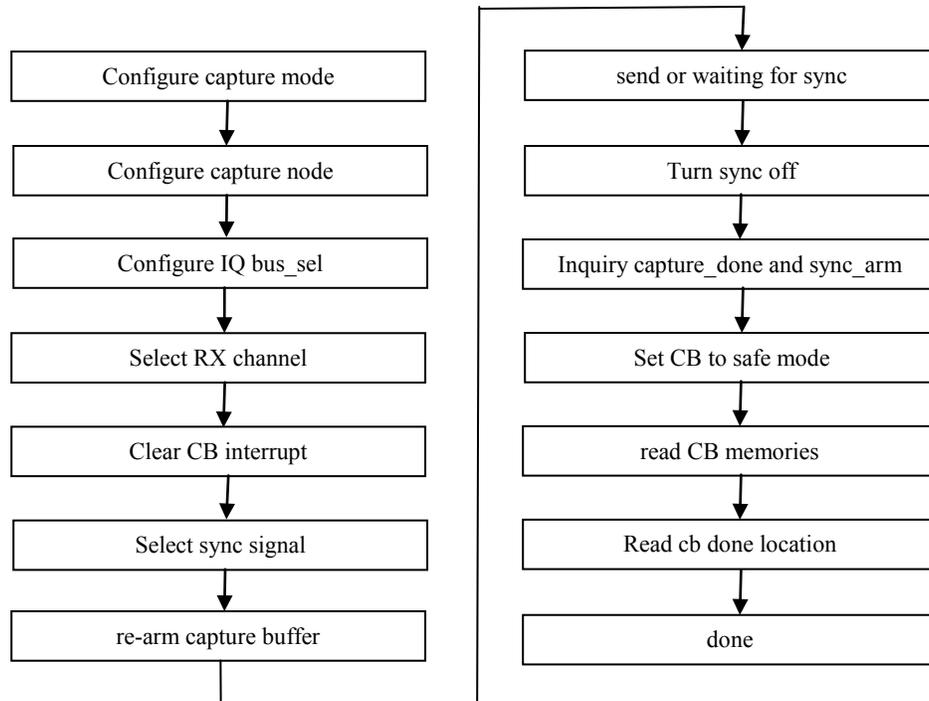


图 7. GC6016 数据采集流程

6 GC6016 功率统计模块配置

GC6016 内部有两个功率统计模块。一个是 BB power 统计模块，一个是 IBPM 模块。BBpower 模块可以同时统计某 DDUC 内部 12 个载波的功率，但是同一时刻只能统计一个 DDUC。IBPM 包含 IBPM0、IBPM1 及 IBPM2 等 3 个子模块，可以同时统计 3 个节点的功率。各 IBPM 子模块还包括 hist 功能，其信号来源和对应的 IBPM 子模块一致，但是三个子模块公用 hist threshold。Hist 功能主要用于信号估计，每个 hist 子模块有两个估计通道。

BBpower 模块的配置流程如下图示。其中，interval time 共计 9bit，单位为 64 BB samples。Integration time 共计 13bit，单位为 4 bb samples。功率寄存器为 AI 寄存器。

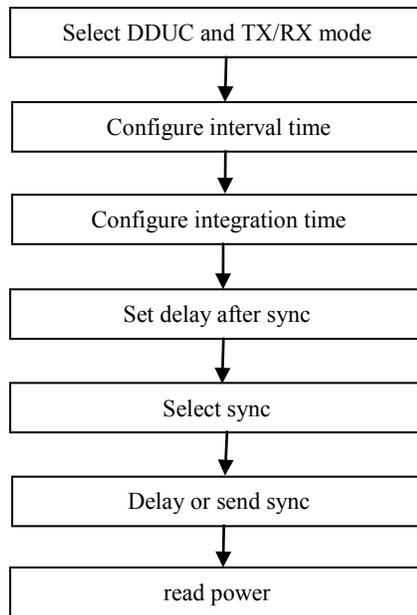


图 8. BBpower 统计模块配置流程图

IBPM 模块的配置流程如下图所示。需要说明的是，如果配置某 IBPM 模块为 RX 通道功率统计，则在配置 IBPM node 的同时还需要选择接收通道。

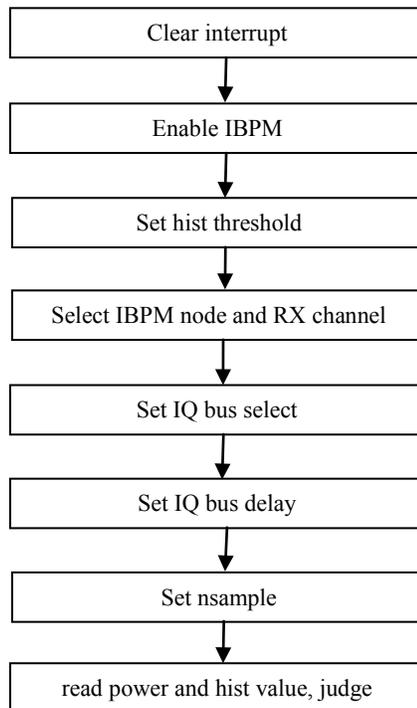


图 9. IBPM 配置流程图

7 GC6016 发送测试信号

GC6016 可以发送测试信号用于系统调试定位或者发射通道性能测试。GC 在 BB 或者 DDUC 内部通过简单的配置即可发射单音(常数配合 nco)、lfsr 及 ramp 等测试信号，极大地方便调测以及问题定位。

BB side 发射测试信号的流程如下图所示。该 testgen 的位置在 BBgain 之前，BB FIFO 之后。如果需要 disable 该功能，只需将对应的 testmode bit 清 0 即可。

需要注意，如果要在测试模式下修改信号幅度，则需要先退出测试模式，修改完测试信号幅度之后再次启动测试模式。

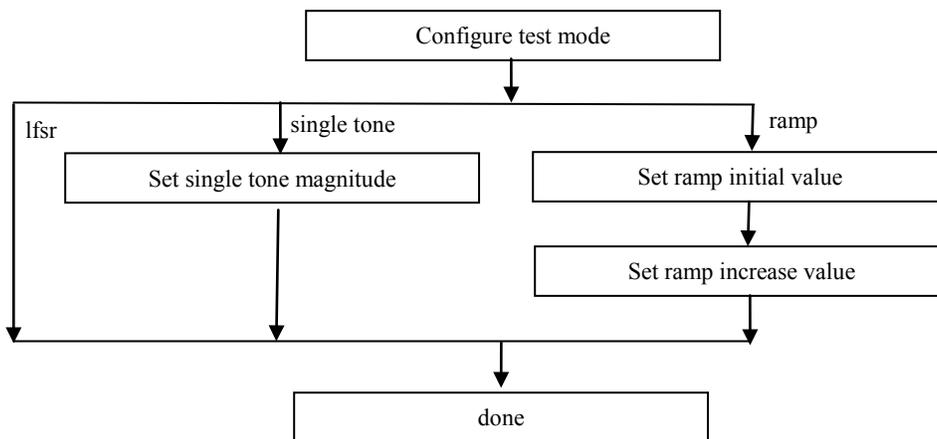


图 10. BB test gen 启动流程图

DDUC side 发射测试信号的流程如下图所示。该 testgen 的位置在每个 DDUC 的 Farrow 处。需要说明的是，该配置会导致 GC 配置被修改，因此需要在 disable testgen 之前将对应寄存器修改回原值。对于多载波系统，建议在 summer mapping 环节关掉多余载波，只保留单载波用于测试。

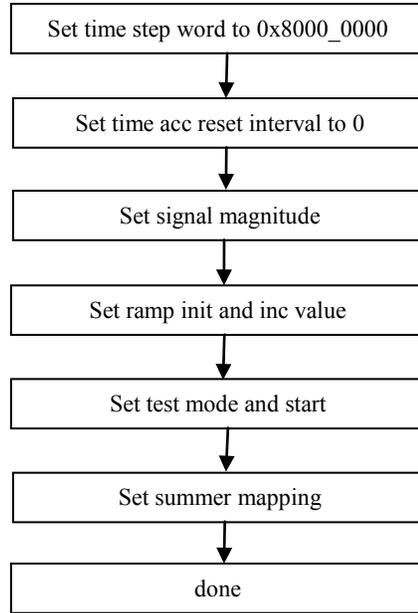


图 11. FRW testgen 启动流程图

需要说明的是，如果通过 BB 或者 DDUC 发送单音，则需要考虑各级滤波器的影响。

GC 也支持从 BUC 发送 test pattern 测试和 DAC 的接口。也支持 BUC 发送常数，然后调整 buc nco 的模式发单音测试 DAC。

8 GC6016 频点配置流程

用户可能会修改载波频点。该功能可通过如下流程实现。注意频率控制字为 48bit。

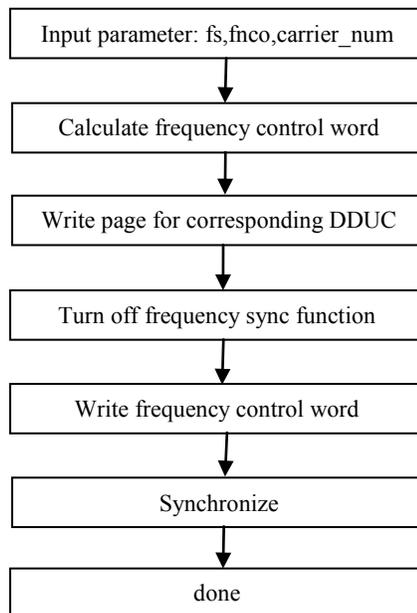


图 12. GC6016 频点配置流程图

用户也可能会修改 nco 的相位。相位的计算公式如下： $\text{phase(度)}=360*\text{value}/65535$ 。每一个载波有对应的相位寄存器，写入需要的相位值之后，再用对应的同步是能寄存器同步一下即可。

9 总结

本文详细说明了 GC6016 中用户常用功能的配置流程。本文的一些内容对于 GC5330 的调试和定位也有所助益。作者希望本文能对用户开发、调试 GC6016 提供指导和帮助。

10 参考资料

- GC6016-wideband transmit-receive digital signal processors(<http://www.ti.com/lit/ds/slws227a/slws227a.pdf>)

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	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	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	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	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 © 2012 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司