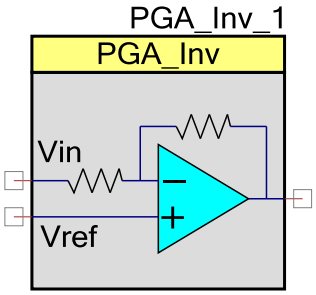
反相可编程增益放大器 (PGA_Inv)

1.70

特性



- 增益范围从 - 1 到 - 49
- 高输入阻抗
- 可调功耗设置

概述

反相可编程增益放大器 (PGA_Inv) 组件实现含用户可编程增益的基于运算放大器的反相放大器。它是从开关电容/连续时间 (SC/CT) 模块中派生的。

反相增益的范围为 - 1.0 (0 dB) 至 - 49.0 (+33.8 dB)。可通过配置选择增益或使用提供的 API 在运行时变更增益。运算放大器的增益带宽积限制了最大带宽，增益增加时最大带宽会减小。PGA_Inv 的输入从轨至轨进行，但是最大输入摆幅（Vin 和 Vref 之间的差值）限制为 V_{DDA}/增益。PGA_Inv 的输出为 A 级，对于足够高的负载电阻而言从轨至轨进行。

PGA_Inv 用于以下情况：输入信号的振幅不足且首选的输出极性与输入极性相反。可将 PGA_Inv 置于比较器、模数转换器或混频器之前以增加信号振幅。可将单位增益 PGA_Inv 用在其他增益级或缓冲区之后以生成差分输出。

输入/输出连接

本章节介绍 PGA_Inv 的各种输入和输出连接。I/O 列表中的星号 (*) 表示，在 I/O 说明中列出的情况下，该 I/O 可能不可见。

Vin — 模拟

Vin 为输入信号终端。

Vref — 模拟

Vref 为参考信号的输入端。参考输入具有高阻抗，并且可连接至固定参考（如 $V_{DDA}/2$）、VDAC 输出或路由至引脚。

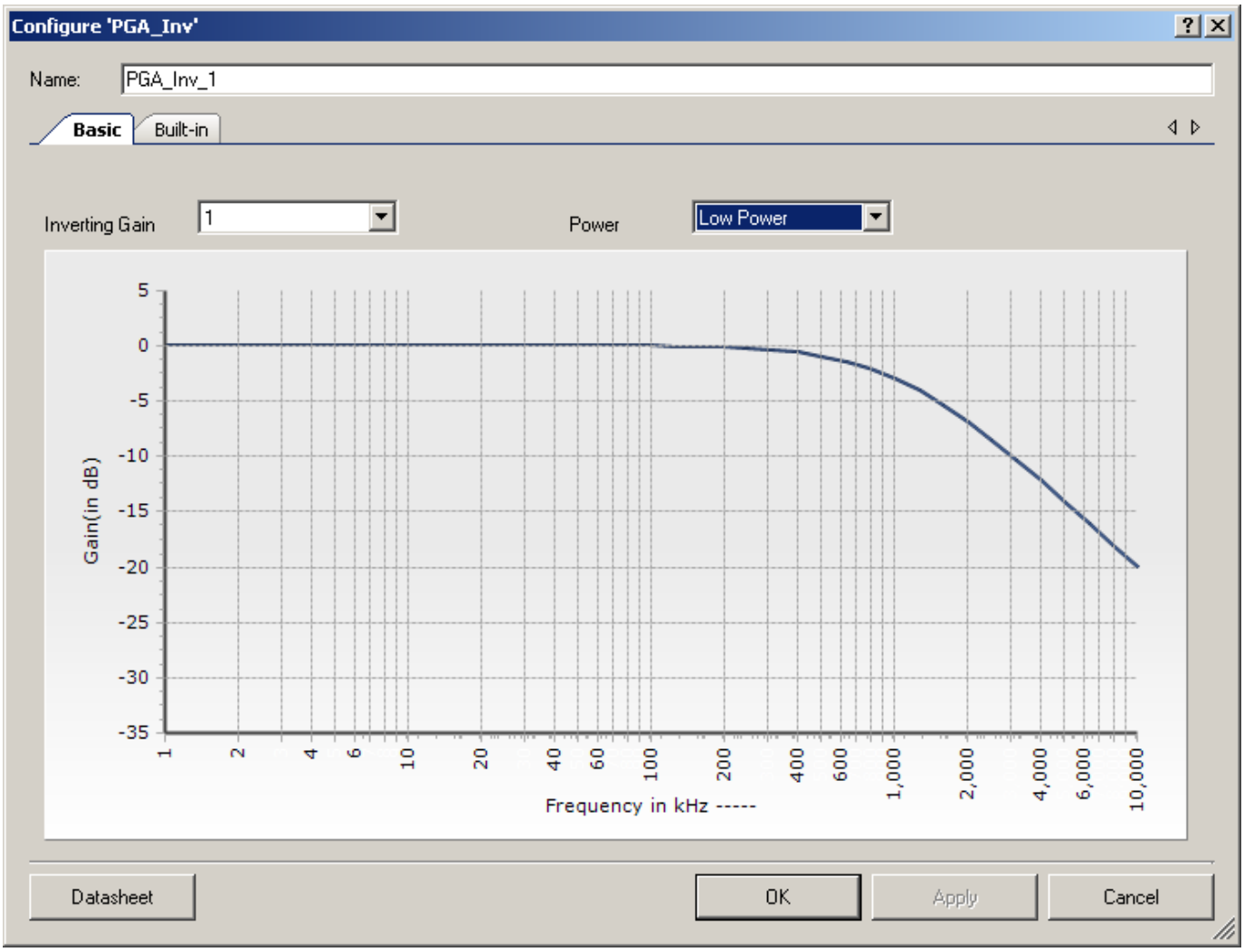
Vout — 模拟

Vout 为输出电压信号终端。Vout 为 (Vin — Vref) 与增益乘积的函数：

Vout = Vref + (Vin — Vref) × 增益　　其中增益为负值

元件参数

将一个 PGA_Inv 组件拖放到您的设计上，并双击以打开 **Configure**（配置）对话框。



Inverting_Gain

该参数用于设置放大器的默认增益。提供的允许反相增益为：-1（默认值）、-3、-7、-15、-22、-24、-31、-47 和 -49。

功耗

用于设置 PGA_Inv 的初始驱动功耗。**“功耗”**设置可确定 PGA_Inv 响应输入信号变化的速度。功耗设置共有四种：**Minimum Power（最低功耗）**、**Low Power**（低功耗）（默认值）、**Medium Power**（中等功耗）和 **High Power**（高功耗）。**Low Power**（低功耗）设置导致最长响应时间；**High Power**（高功耗）设置则导致最短响应时间。可使用 PGA_Inv_SetPower() API 在运行时设置 **Power**（功耗）。

资源

PGA_Inv 使用一个 SC/CT 模块。有关该模块的其他详细信息，请参考适用的器件数据表和《技术参考手册》(TRM)。这些文件在赛普拉斯网站上提供。

模拟模块	数字模块					API Memory（API 存储器）（字节）		Pins（引脚）（每个外部 I/O）
	Datapaths（数据路径）	Macro cells（宏单元）	Status Registers（状态寄存器）	Control Registers（控制寄存器）	Counter7（计数器 7）	Flash（闪存）	RAM	
1 个 SC/CT 固定模块	不可用	不可用	不可用	不可用	不可用	356	20	3

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序允许您使用软件配置组件。下表列出了每个函数的接口，并进行了说明。以下各节将更详细地介绍每个函数。

默认情况下，PSoC Creator 将实例名称“PGA_Inv_1”分配给指定设计中组件的第一个实例。您可以将该实例重命名为符合标识符语法规则的任意唯一值。实例名称会成为每个全局函数名称、变量和常量符号的前缀。出于可读性考虑，下表中使用的实例名称为“PGA_Inv”。

函数	说明
PGA_Inv_Start()	启动 PGA_Inv。
PGA_Inv_Stop()	关闭 PGA_Inv 电源。
PGA_Inv_SetGain()	为预定义的常量设置增益。
PGA_Inv_SetPower()	为四种设置之一设置驱动功耗。
PGA_Inv_Sleep()	停止并保存用户配置。
PGA_Inv_Wakeup()	恢复并启用用户配置。

函数	说明
PGA_Inv_Init()	初始化或恢复默认 PGA_Inv 配置。
PGA_Inv_Enable()	启用 PGA_Inv。
PGA_Inv_SaveConfig()	空函数。预留将来使用。
PGA_Inv_RestoreConfig()	空函数。预留将来使用。

全局变量

变量	说明
PGA_Inv_initVar	表示 PGA_Inv 是否已初始化。变量初始化为 0，并在第一次调用 PGA_Inv_Start() 时设置为 1。这样，第一次调用 PGA_Inv_Start() 子程序后，组件不用重新初始化即可重启。 如需重新初始化组件，可在 PGA_Inv_Start() or PGA_Inv_Enable() 函数前调用 PGA_Inv_Init() 函数。

void PGA_Inv_Inv_Start(void)

说明： 打开 PGA_Inv 并设置功耗等级。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_Stop(void)

说明： 关闭 PGA_Inv 并启用其最低的功耗状态。

注：不建议将本 API 使用于 PSoC 3 ES2 和 PSoC 5 芯片。这些器件有一个缺陷，导致与某些模拟资源的连接在没有上电时不可靠。当停止使用该资源的组件时，该不可靠性会在静默失败中表现出来（例如模拟组件中出现不可预见的失败结果）。使用此芯片时，设计中的所有模拟组件都应始终加电（通过调用其相应的_Start() API，例如 PGA_Inv_Start()）。请勿调用 PGA_Inv_Stop() API。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 无。不会影响功耗或增益设置。

void PGA_Inv_SetGain(uint8 gain)

说明： 将放大器增益设置为 -1 至 -49。下表显示了有效增益设置。

参数： uint8 gain：将增益设置为特定值。有关有效增益设置，请参见下表。

增益设置	注
PGA_Inv_GAIN_01	增益 = -1
PGA_Inv_GAIN_03	增益 = -3
PGA_Inv_GAIN_07	增益 = -7
PGA_Inv_GAIN_15	增益 = -15
PGA_Inv_GAIN_22	增益 = -22
PGA_Inv_GAIN_24	增益 = -24
PGA_Inv_GAIN_31	增益 = -31
PGA_Inv_GAIN_47	增益 = -47
PGA_Inv_GAIN_49	增益 = -49

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_SetPower(uint8 power)

说明： 将驱动功耗设置为四种设置之一：最低、低、中等或高。

参数： uint8 功耗：将功耗等级设置为以下三种设置之一：低、中等或高。

功耗设置	注
PGA_Inv_MINPOWER	有效功耗最低，反应时间最长
PGA_Inv_LOWPOWER	功耗低，速度慢
PGA_Inv_MEDPOWER	功耗中等，速度中等
PGA_Inv_HIGHPOWER	有效功耗最高，反应时间最短

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_Sleep(void)

说明： 这是准备组件睡眠的首选子程序。PGA_Inv_Sleep() 函数保存当前组件的状态。然后该函数调用 PGA_Inv_Stop() 函数和 PGA_Inv_SaveConfig() 来保存硬件配置。

在调用 CyPmSleep() 或 CyPmHibernate() 函数之前调用 PGA_Inv_Sleep() 函数。有关电源管理函数的更多信息，请参考 PSoC Creator *System Reference Guide*（《系统参考指南》）。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_Wakeup(void)

说明： 这是将组件恢复到调用 PGA_Inv_Sleep() 时状态的首选子程序。PGA_Inv_Wakeup() 函数调用 PGA_Inv_RestoreConfig() 函数以恢复配置。如果组件在系统调用 PGA_Inv_Sleep() 函数前已启用，则 PGA_Inv_Wakeup() 函数也将重新启用组件。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 调用 PGA_Inv_Wakeup() 函数前未调用 PGA_Inv_Sleep() 或 PGA_Inv_SaveConfig() 函数可能会产生意外行为。

void PGA_Inv_Init(void)

说明： 根据自定义程序“配置”对话框设置来初始化或恢复组件。无需调用 PGA_Inv_Init()，因为 PGA_Inv_Start() 子程序会调用该函数，这是开始组件操作的首选方法。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 所有寄存器将设置为自定义程序“配置”对话框中的值。

void PGA_Inv_Enable(void)

说明： 激活硬件并开始执行组件操作。无需调用 PGA_Inv_Enable()，因为 PGA_Inv_Start() 子程序会调用该函数，这是开始组件操作的首选方法。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_SaveConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void PGA_Inv_RestoreConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

固件源代码示例

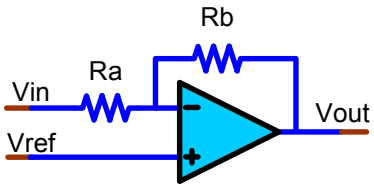
PSoC Creator 在“查找示例项目”对话框中提供了大量包括原理图和代码的例子项目。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件实例。要获取通用的示例，请打开 Start Page（开始页）或 **File**（文件）菜单中的对话框。根据需要，使用对话框中的 **Filter Options**（滤波器选项）可缩小可选项目的列表。

有关更多信息，请参见 PSoC Creator 帮助中的“Find Example Project（查找示例项目）”主题。

功能描述

PGA_Inv 是由普通 SC/CT 模块构建的。可通过调整 Ra 和 Rb 两个电阻来选择增益（参见图 1）。根据选择的增益，Ra 可设置为 20k 或 40k 欧姆。Rb 可设置为 20k 至 1000k 欧姆，以生成 Configure（配置）对话框或 SetGain 函数中可选的增益值。

图 1. PGA_Inv 原理图



该模块具有与反馈电阻 Rb 并行的可编程电容。电容值针对每次增益选择进行配置以达到保证的稳定性。重新分配 Rb 值但没有选择相应的反馈电容值可能会导致 PGA_Inv 不稳定。强烈建议您对于增益变化使用提供的 API。

PGA_Inv 的输入电阻是有限的。增益精度取决于源和 Vin 输入之间的路由电阻。增益规范根据路由电阻的标称变化进行调整。

寄存器

PGA_Inv 组件配置在寄存器 SC[0..3]_CR0、SC[0..3]_CR1 和 SC[0..3]_CR2 中实现。这些寄存器可通过参考实例化的组件名称（如 PGA_Inv_1_CR0_REG）在用户代码中进行访问。寄存器内容可在 PSoC Creator 组件调试窗口中查看。有关各寄存器的详细说明，请参考赛普拉斯网站上适用的 TRM。PGA 组件调试窗口中显示了以下寄存器。

寄存器： PGA_Inv_1_CR0_REG

名称： 开关电容控制寄存器 0

说明： 寄存器位 3:1 配置开关电容模块工作模式。对于 PGA 组件，该字段设置为 110b。

寄存器： PGA_Inv_1_CR1_REG

名称： 开关电容控制寄存器 1

说明： 寄存器字段配置开关电容模块的驱动模式、补偿电容值和增益设置。

寄存器： PGA_Inv_1_CR2_REG

名称： 开关电容控制寄存器 2

说明： 寄存器字段配置开关电容模块的输入阻抗、反馈阻抗和参考接地选择。

寄存器： PGA_Inv_1_PM_ACT_CFG_REG

名称： 有效功耗模式配置寄存器 9

说明： 寄存器位 3:0 启用四个开关电容模块的电源。

PSoC 3 的直流和交流电气特性

下列值表示期望的性能，它们基于初始特性数据。除非下表中另外指定，否则条件均为：T_A = 25°C，V_{DD} = 5.0 V，功耗 = 高，运算放大器偏压 = 低，以模拟接地电压为参考的输出电压 = V_{SSA}。

5.0 V/3.3 V 直流电气特性

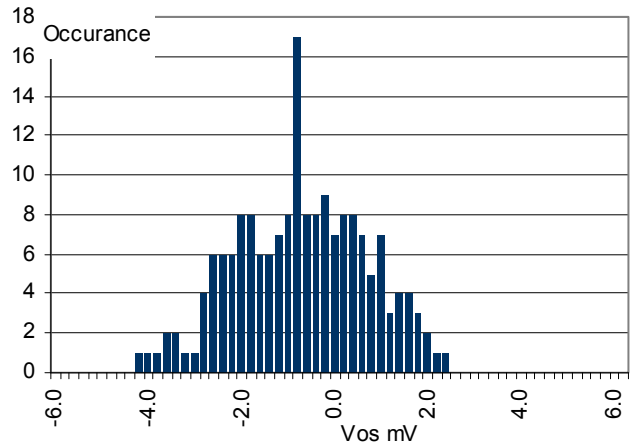
当前正在收集数据。该表将在以后的版本中更新。

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压范围	功耗模式 = 最低	V_{SSA}	–	V_{DDA}	V
V_{OS}	输入偏移电压	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5 V	–	–	10	mV
TCV_{OS}	输入偏移电压温度漂移	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5 V	–	±30	–	µV/°C
Ge1	增益误差，增益 = 1	V_{DDA} = 5 V	–	–	±0.15	%
Ge15	增益误差，增益 = 15	V_{DDA} = 5 V	–	–	±2.5	%
Ge49	增益误差，增益 = 49	V_{DDA} = 5 V	–	–	±5	%
Gd1	增益漂移，增益 = 1		–	–	–	ppm/°C
Gd15	增益漂移，增益 = 15		–	–	–	ppm/°C
Gd49	增益漂移，增益 = 49		–	–	–	ppm/°C
V_{ONL}	直流输出非线性度	增益 = 1	–	–	±0.01	FSR 的 %
R_{IN}	输入电阻		35	–	–	MΩ
C_{IN}	输入电容		–	–	–	pF

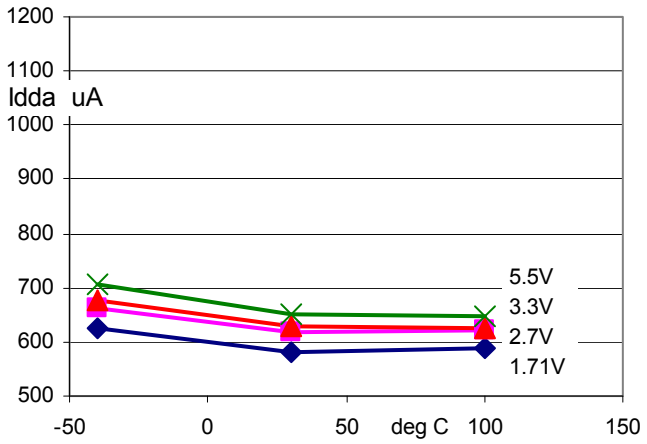
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OH}，V_{OL}	输出电压摆幅	功耗模式 = 高，增益 = 1，R_{LOAD} = 100 kΩ 至 $V_{DDA}/2$	V_{DDA} – 0.15	–	V_{SSA} + 0.15	V
I_{OUT}	输出电流，源电流或灌电流	V_{SSA} + 500 mV = Vout = V_{DDA} – 500 mV	–	–	–	µA
I_{DD}	工作电流	功耗模式 = 高	–	1.5	1.65	mA
PSRR	电源抑制比		69	–	–	dB

图形

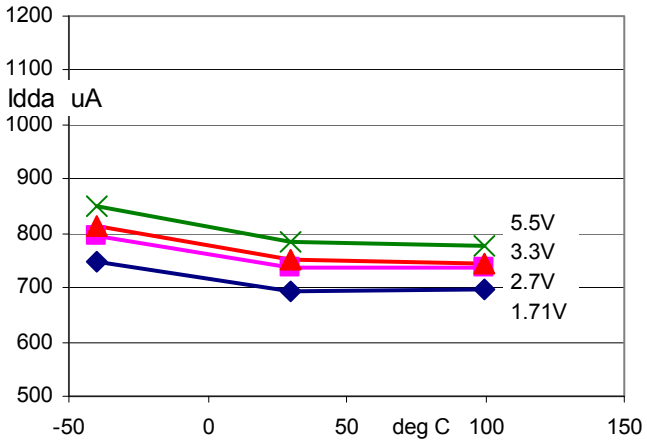
柱状图输入偏移电压



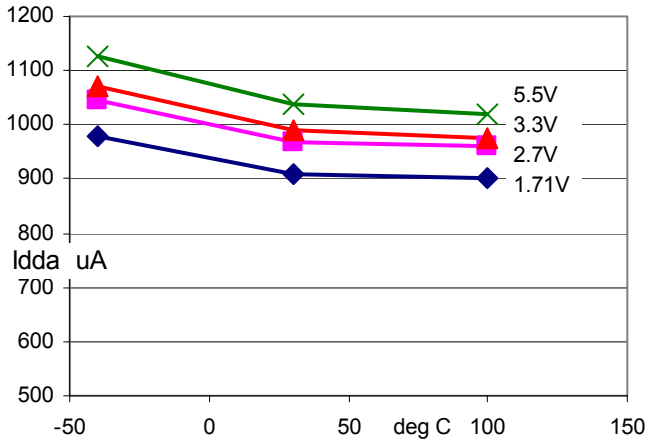
工作电流与温度典型值，功耗 = 最低



工作电流与温度典型值，功耗 = 低



工作电流与温度典型值，功耗 = 高

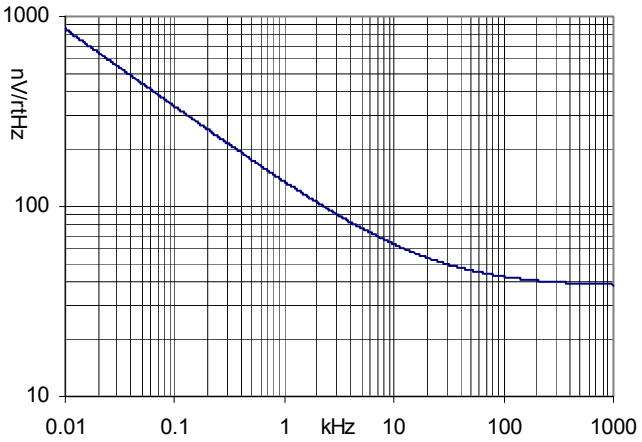


5.0 V/3.3 V 交流电气特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW1	–3 dB 带宽	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5V	3.1	–	–	MHz
SR1	斜率	功耗模式 = 高， 增益 = 1，20% 至 80%	3	–	–	V/µs
e_n	输入噪声密度	功耗模式 = 高， V_{DDA} = 5 V，100 kHz	–	43	–	nV/sqrtHz

图形

电压噪声，V_{DDA} = 5.0V，功耗 = 高



PSoC 5 的直流和交流电气特性

下列值表示期望的性能，它们基于初始特性数据。除非下表中另外指定，否则条件均为：T_A = 25°C，V_{DD} = 5.0 V，功耗 = 高，运算放大器偏压 = 低，以模拟接地电压为参考的输出电压 = V_{SSA}。

5.0 V/3.3 V 直流电气特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压范围	功耗模式 = 最低	V_{SSA}	–	V_{DDA}	V
V_{OS}	输入偏移电压	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5 V	–	5	20	mV

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
TCV_{OS}	输入偏移电压温度漂移	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5 V	–	±30	±40	µV/°C
Ge1	增益误差，增益 = 1	V_{DDA} = 5 V	–	±2.5	±5.5	%
Ge15	增益误差，增益 = 15	V_{DDA} = 5 V	–	±8	±11.5	%
Ge49	增益误差，增益 = 49	V_{DDA} = 5 V	–	±13	±19.5	%
Gd1	增益漂移，增益 = 1		–	±95	±200	ppm/°C
Gd15	增益漂移，增益 = 15		–	±115	±250	ppm/°C
Gd49	增益漂移，增益 = 49		–	±350	±850	ppm/°C
V_{ONL}	直流输出非线性度	增益 = 1	–	–	±1.8	FSR 的 %
V_{OH}，V_{OL}	输出电压摆幅	功耗模式 = 高， 增益 = 1，R_{LOAD} = 100 kΩ 至 V_{DDA}/2	V_{DDA} – 0.15	–	V_{SSA} + 0.15	V
I_{OUT}	输出电流，源电流或灌电流	V_{SSA} + 500 mV = Vout = V_{DDA} – 500 mV	250	–	–	µA
I_{DD}	工作电流	功耗模式 = 高	–	1.5	1.65	mA
PSRR	电源抑制比		48	65	–	dB

5.0 V/3.3 V 交流电气特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW1	–3 dB 带宽	功耗模式 = 高， 增益 = 1，V_{DDA} = 5 V	3.1	–	–	MHz
SR1	斜率	功耗模式 = 高， 增益 = 1，20% 至 80%	3	–	–	V/µs

组件更改

本节介绍组件与以前版本相比的主要更改。

版本	更改说明	更改/影响原因
1.70	针对 PSoC 5 修改了 PGA_Inv_Stop() API	使用 PSoC 5 时，为防止组件停止时影响无关模拟信号所需的更改。

版本	更改说明	更改/影响原因
	已更新 PGA_Inv 响应图表	为动态调整图表大小以适应窗口以及为添加水平和垂直网格所需的更改。
	针对 PSoC 5 添加了直流和交流电气特性数据	
1.60	从组件自定义程序中删除了 VDDA 参数	组件中的 VDDA 设置对于多个组件而言冗余且没有必要。此参数删除后，组件会查询 DWR 中最低 VDDA 的全局设置，并且在必要时自动启用泵。
	创建包括频率响应图表的配置窗口，更便于使用 GUI。	以前的配置窗口没有提供足够的易于使用的信息。
	更正了头文件中的 SetGain 常量	提供给 SetGain API 的常量值不正确。 这些常量值已被更正。
	向数据手册中添加了特性数据	
	对数据表进行了少量编辑和更新	
1.50	添加了睡眠/唤醒和初始化/启用 API。	为支持低功耗模式并提供常用接口，以单独控制大多数组件的初始化和启用。
	删除了增益设置 23。	增益 23 太接近 22 和 24，因此不提供值。
	更新了符号和“配置”对话框。	更新以符合公司标准。

© 赛普拉斯半导体公司，2012。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品的内嵌电路之外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不根据专利或其他权利以明示或暗示的方式授予任何许可。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯产品不保证能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

PSoC® 是赛普拉斯半导体公司的注册商标，PSoC Creator™ 和 Programmable System-on-Chip™ 是赛普拉斯半导体公司的商标。此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

所有源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定的用途之外，未经赛普拉斯的明确书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。

免责声明：赛普拉斯不针对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不仅限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不做出通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

产品使用可能受适用的赛普拉斯软件许可协议限制。