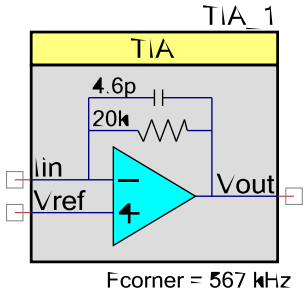
互阻放大器 (TIA)

特性



- 可选转换增益
- 可选拐角频率
- 电容式输入源补偿
- 可调功耗设置
- 可选输入参考电压

概述

互阻放大器 (TIA) 组件通过电阻增益和用户选择的带宽向电压转换放大器提供基于运算放大器的电流。其来源为 SC/CT 模块。

TIA 用于将外部电流转换为电压。典型应用包括使用光二极管等电流输出进行的传感器测量。TIA 的转换增益单位为欧姆，其可用范围在 20 K 到 1.0 M 欧姆之间。光二极管等电流输出传感器的输出电容通常较大。这就需要在 TIA 中加入并联反馈电容，以保证稳定性。TIA 具有一个可编程的反馈电容，可以满足这一需要，并提供带宽限制，可降低宽频带噪声。

输入/输出连接

本章节介绍 TIA 的各种输入和输出连接。I/O 列表中的星号 (*) 表示该 I/O 可能在该 I/O 说明中列出的情况下隐藏在符号中。

Iin – 模拟

Iin 为输入信号端。Iin 是全局输入的电流之和，可能包括来自电流输出 DAC 的信号。

注：该端的名称为 `Iin`（大写字母 `i`），**而不是** `lin`（小写字母 `l`）。

Vref – 模拟

Vref 为参考信号的输入端。该参考可能是内部参考、内部 VDAC 值或外部信号。

Vout – 模拟

Vout 为输出信号端。Vout 由以下公式确定，其中 Rfb 为电阻反馈：

$$V_{out} = V_{ref} + I_{in} * R_{fb}$$ **公式 1**

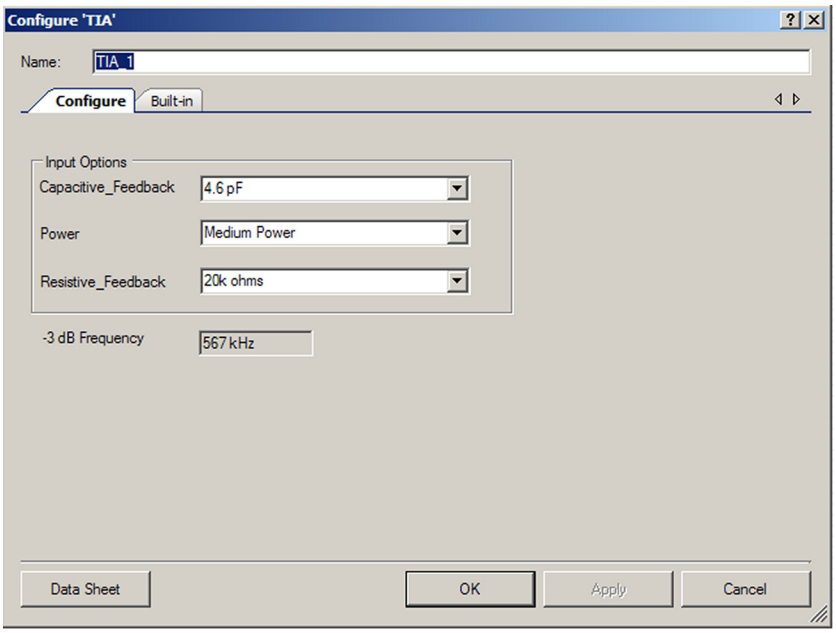
正（来自源的）电流导致输出电压的形成，其 Vref 为负。

负（流入源的）电流导致输出电压的形成，其 Vref 为正。

参数和设置

将一个 TIA 组件拖放到您的设计上，并双击以打开“配置”对话框。

图 1：配置 TIA 对话框



电容反馈

用于设置 TIA 的电容反馈。可将电容反馈设置为无、1.3 pF、3.3 pF 或 4.6 pF（默认）。TIA 的 -3 dB 频率是根据电阻和电容反馈组件值的乘积计算得出的。

功耗

用于设置 TIA 的初始驱动功耗。功耗决定了 TIA 根据输入信号的改变而作出反应的速度。功耗设置共有四种：最低、低、中等（默认）和高。设为最低功耗时，响应时间最长；设为高功耗时，响应时间最短。设为最低功耗和低功耗时，会降低驱动电流，不适用于值较低的反馈电阻。

电阻反馈

用于设置 TIA 的额定电阻反馈。电阻反馈有以下几种允许值可供选择（以欧姆为单位）：20k（默认）、30k、40k、80k、120k、250k、500k 和 1000k。

-3 db 频率

该组合框用于显示计算得出的带宽值。该值取决于电阻反馈、电容反馈值和功耗设置。

放置

没有放置特定的选项。

资源

TIA 使用一个 SC/CT 模块。通常，Vref 输入来自电压参考、VDAC 输出或 GPIO 上的外部提供的参考。

模拟模块	数字模块					API 存储器（字节）		引脚（每个外部 I/O）
	数据路径	宏单元	状态寄存器	控制寄存器	计数器 7	闪存	RAM	
1 个 SC/CT 固定 HW 模块	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用	352	2	3

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序使用户能够使用软件配置组件。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“TIA_1”分配给指定设计中组件的第一个实例。您可以将其重命名为符合标识符语法规则的任意唯一值。实例名称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“TIA”。

函数	说明
void TIA_Start(void)	启动 TIA。
void TIA_Stop(void)	关闭 TIA。
void TIA_SetPower(uint8 power)	将驱动功耗设置为四个级别中的一个。
void TIA_SetResFB(uint8 res_feedback)	将电阻反馈设置为 8 个值中的一个。
void TIA_SetCapFB(uint8 cap_feedback)	将电容反馈设置为 4 个值中的一个。
void TIA_Sleep(void)	停止并保存用户配置。
void TIA_Wakeup(void)	恢复并启用用户配置。
void TIA_Init(void)	初始化或恢复默认 TIA 配置。
void TIA_Enable(void)	启用 TIA。
void TIA_SaveConfig(void)	空函数。供将来使用。
void TIA_RestoreConfig(void)	空函数。供将来使用。

全局变量

变量	说明
TIA_initVar	指示 TIA 是否已初始化。变量将初始化为 0，并在第一次调用 TIA_Start() 时设置为 1。这样，第一次调用 TIA_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 TIA_Start() 或 TIA_Enable() 函数前调用 TIA_Init() 函数。

void TIA_Start(void)

说明： 执行组件所有必需的初始化，并打开放大器电源。第一次执行子程序时，电阻和电容反馈以及放大器功耗是基于进行配置时所提供的值而设置的。在调用 TIA_Stop() 后重启 TIA 会保留当前组件的参数设置。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void TIA_Stop(void)

说明： 关闭 TIA 模块。

注：不建议在 PSoC 3 ES2 和 PSoC 5 ES1 芯片上使用该 API。这些器件存在缺陷，会导致与数个模拟资源的连接在未加电时不可靠。不可靠性体现在，当组件使用已停止的资源时，其会在无任何通知的情况下失败（例如，模拟组件造成的意外不良结果）。建议（通过调用 TIA_Start() 子程序）使该组件始终处于加电状态。请勿调用 TIA_Stop() 函数。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 不影响功耗、电阻或电容反馈设置

void TIA_SetPower(uint8 power)

说明： 将驱动功耗设置为以下四种设置之一：最低、低、中等或高。

参数： (uint8) power：有关有效功耗设置，请参见下表。

功耗设置	注
TIA_MINPOWER	有效功耗最低，反应时间最长。
TIA_LOWPOWER	功耗低，速度慢。
TIA_MEDPOWER	功耗中等，速度中等。
TIA_HIGHPOWER	有效功耗最高，反应时间最短。

返回值： 无

副作用： 无

(void) TIA_SetResFB(uint8 res_feedback)

说明： 设置放大器电阻反馈值。

参数： uint8 res_feedback：有关有效电阻反馈设置，请参见下表。

增益设置	注
TIA_RES_FEEDBACK_20K	反馈电阻 = 20k
TIA_RES_FEEDBACK_30K	反馈电阻 = 30k
TIA_RES_FEEDBACK_40K	反馈电阻 = 40k
TIA_RES_FEEDBACK_80K	反馈电阻 = 80k
TIA_RES_FEEDBACK_120K	反馈电阻 = 120k
TIA_RES_FEEDBACK_250K	反馈电阻 = 250k
TIA_RES_FEEDBACK_500K	反馈电阻 = 500k
TIA_RES_FEEDBACK_1000K	反馈电阻 = 1000k

返回值： 无

副作用： 无

(void) TIA_SetCapFB(uint8 cap_feedback)

说明： 设置放大器电容反馈值。

参数： uint8 cap_feedback：有关有效电容反馈设置，请参见下表。

增益设置	注
TIA_CAP_FEEDBACK_NONE	无电容反馈
TIA_CAP_FEEDBACK_1_3PF	反馈电容 = 1.3 pF
TIA_CAP_FEEDBACK_3_3PF	反馈电容 = 3.3 pF
TIA_CAP_FEEDBACK_4_6PF	反馈电容 = 4.6 pF

返回值： 无

副作用： 无

void TIA_Sleep(void)

说明： 这是准备组件睡眠的首选 API。TIA_Sleep() 函数保存当前组件的状态。然后调用 TIA_Stop() 函数，并调用 TIA_SaveConfig() 以保存硬件配置。

在调用 CyPmSleep() 或 CyPmHibernate() 函数之前调用 TIA_Sleep() 函数。有关电源管理功能的详细信息，请参见 PSoC Creator *系统参考指南*。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void TIA_Wakeup(void)

说明： 该函数是将组件恢复到调用 TIA_Sleep() 时状态的首选子程序。TIA_Wakeup() 函数调用 TIA_RestoreConfig() 函数以恢复配置。如果组件在调用 TIA_Sleep() 函数前已启用，则 TIA_Wakeup() 函数也将重新启用组件。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 调用 TIA_Wakeup() 函数前未调用 TIA_Sleep() 或 TIA_SaveConfig() 函数可能会产生意外行为。

void TIA_Init(void)

说明： 根据定制器配置对话框设置初始化或恢复组件。无需调用 TIA_Init()，因为 TIA_Start() 子程序会调用该函数并是开始组件操作的首选方法。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 所有寄存器将根据定制器配置对话框设置为相应的值。

void TIA_Enable(void)

说明： 激活硬件并开始组件操作。无需调用 TIA_Enable()，因为 TIA_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： 无

返回值： 无

副作用： 无

void TIA_SaveConfig(void)

说明： 空函数。供将来使用。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void TIA_RestoreConfig(void)

说明： 空函数。供将来使用。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

固件源代码示例

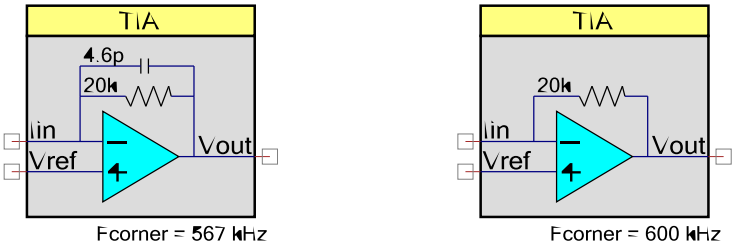
PSoC Creator 在“查找示例项目”对话框中提供了大量包括原理图和代码示例的示例项目。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件示例。要获取通用的示例，请打开开始页或**文件**菜单中的对话框。根据需要，使用对话框中的**滤波器选项**以缩小可选择项目的列表。

有关详细信息，请参见 PSoC Creator 帮助中的“查找示例项目”主题。

功能说明

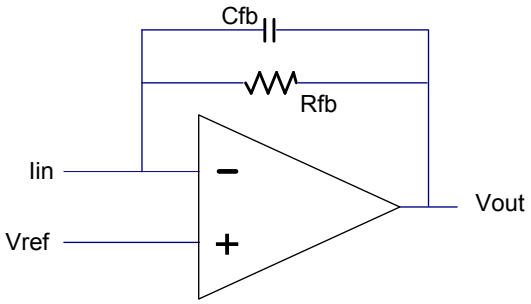
TIA 是由普通 SC/CT 模块构建的。拓扑结构是一种运算放大器，带有可从输出至反相输入间选择的反馈电阻。或者，可选反馈电容也可以在输出到反相输入间保持连接。请参见以下 TIA 配置。

图 2：TIA 配置



通过调整 Rfb 反馈电阻来控制输出电压。（请参见下图。）Rfb 可设置为 8 个值中的一个，从 20k 到 1000k 欧姆不等，可以在参数对话框中选择，也可使用 TIA_SetResFB() API 函数进行选择。

图 3：TIA 原理图



通过向 Iin 终端附加电流来调节直流输出电平。正电流（附加到终端）将输出推至负；负电流（从终端拉出）将输出推至正。电流源可能是内部 DAC。

放大器带宽是由反馈电阻 Rfb 和所选的与 Rfb 并行的电容之间的交互决定的。通过参数对话框或 TIA_SetCapFB() API 函数可将电容反馈值 Cfb 设置为四个值中的一个。

放大器的 -3 dB 频率是：

$$Freq - 3dB = 1/(2\pi R_{fb} C_{fb}) \qquad \textbf{公式 2}$$

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：T_A = 25°C，V_{dda} = 5.0V，功耗 = 高，运算放大器偏压 = 低，输出参考电压 = 1.024V。

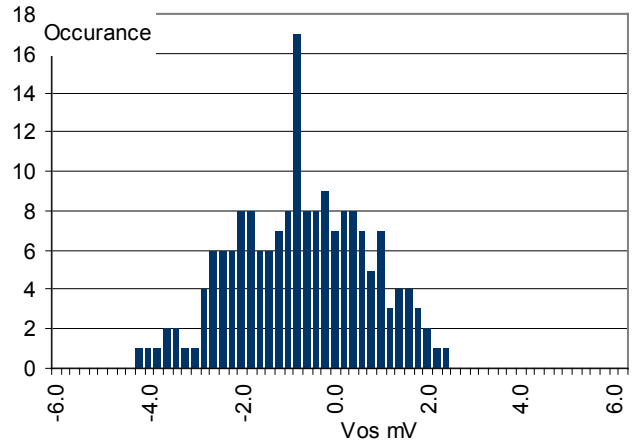
注：特性数据表将根据芯片的特性进行更新。

TIA 直流规范

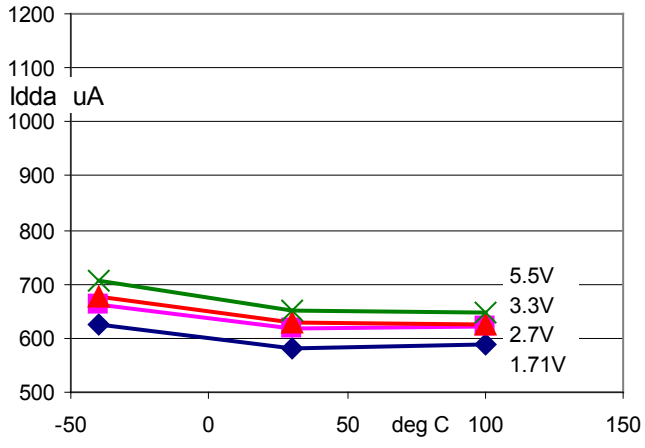
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IOFF}	输入偏移电压		–	3.5	10	mV
Rconv	转换电阻	R = 20K；40 pF 负载	15	–	27	kΩ
		R = 30K；40 pF 负载	22.5	–	40.5	kΩ
		R = 40K；40 pF 负载	30	–	54	kΩ
		R = 80K；40 pF 负载	60	–	108	kΩ
		R = 120K；40 pF 负载	90	–	162	kΩ
		R = 250K；40 pF 负载	187	–	338	kΩ
		R= 500K；40 pF 负载	375	–	675	kΩ
		R = 1M；40 pF 负载	750	–	1350	kΩ
	静态电流		–	0.9	2.0	mA

图

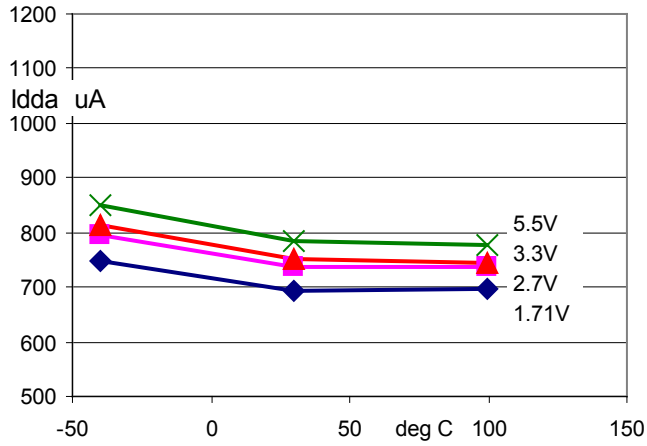
柱状图偏移



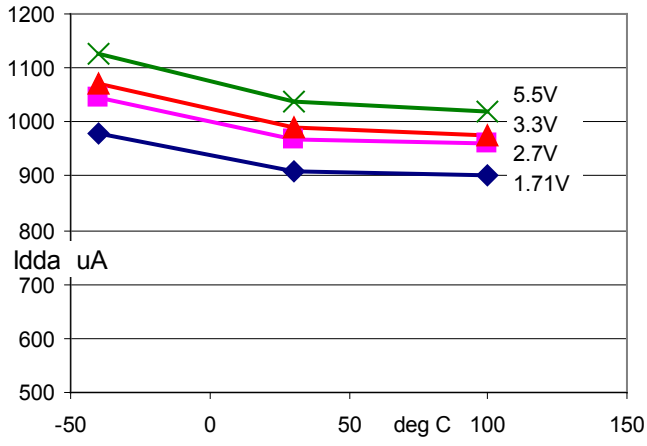
工作电流与温度典型值，功耗 = 最低



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

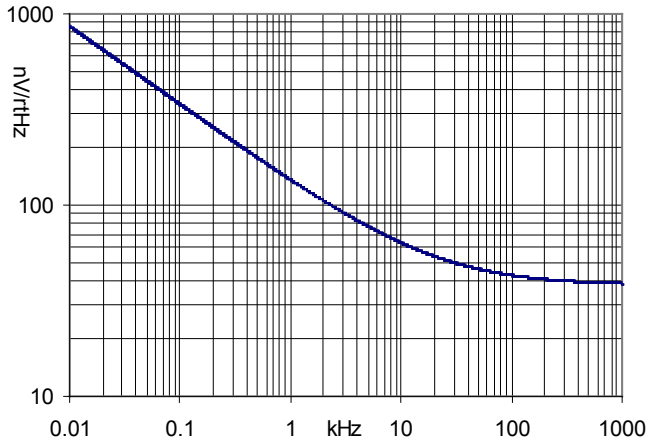


TIA 交流规范

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW	输入带宽 (–3 dB)	R = 20K；–20 pF 负载	1600	–	–	kHz
		R = 120K；–20 pF 负载	240	–	–	kHz
		R = 1M；–20 pF 负载	25	–	–	kHz
		R = 20K；–40 pF 负载	1500	–	–	kHz
		R = 120K；–40 pF 负载	240	–	–	kHz
		R = 1M；–40 pF 负载	25	–	–	kHz

图

电压噪声，Vdda = 5.0V，功耗 = 高



注：特性化之后，将添加更多其他电压规范和图形。

组件变更

本节列出了相对于以前版本，组件发生的重要变更。

版本	变更说明	变更原因/影响
1.60	更新了“配置”对话框。	创建了定制接口。向定制器添加了计算得出的带宽，以支持带宽显示。
	删除了 Min-vdda 参数	无需最小 Vdda 的参数。组件会自动识别电压设置，并相应地设置模块内部的开关泵。
	更新了 TIA 组件符号	更新 TIA 组件符号以反映电阻反馈、电容反馈和 Fcorner 值。
	向数据手册添加了特性数据。	
	较小程度的数据表编辑和更新	
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。

版本	变更说明	变更原因/影响
	TIA 参数下拉值按升序进行了重新排列。	TIA 参数下拉值并非按升序排列。80k 欧姆在 1000k 欧姆之后。相应地对值进行了重新排列。
	将负号更改为与“+”字符中的横线等长。	更新了负号以达到行业标准。
	更新了条件语句以正确启用 PSoC 3 ES3 芯片和 PSoC 5 ES2 芯片或更新版本的电荷泵时钟。	未正确启用电荷泵时钟，因此 SC 模块不在工作。

© 赛普拉斯半导体公司，2009-2011。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。