

TI 高精度设计： 经验证的设计 使用斜率检测的硬件步速电路



TI 高精度设计

TI 高精度设计是由 TI 模拟产品专家创建的模拟解决方案。 经验证的设计提供理论分析、器件选型、仿真、完整的印刷电路板 (PCB) 电路原理图 & 布局布线、物料清单和可使用电路经测试过的性能。 还讨论了满足可替代设计目标的电路修改。

设计资源

[设计存档](#)全部设计文件

[TINA-TI™](#)

[ADS1298](#) 产品文件夹

[OPA348](#) 产品文件夹

[TLV340](#) 产品文件夹

[SN74LVC2G00DCTR](#) 产品文件夹

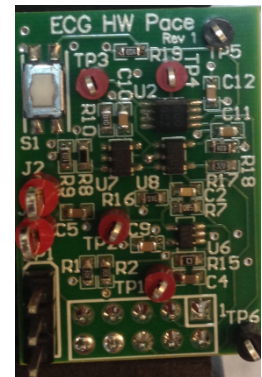
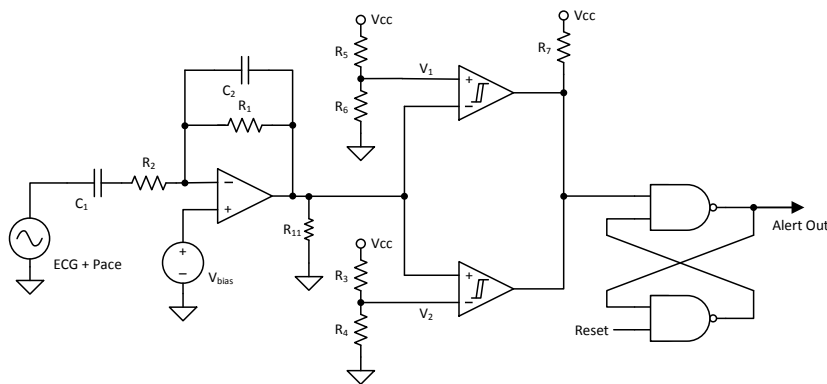
SPICE 仿真器

电路描述

这个硬件步速检测电路被设计成通过为通用输入输出 (GPIO) 提供一个告警来监视心电图 (ECG) 应用中出现的一个心脏起搏器信号。 此电路由三个独立的电路组成：用来实现斜率检测的微分电路、一个监视事件的窗口比较器和指示已经出现事件的 SR 锁存器。 在输入端一个心脏起搏器信号将把一个数字 I/O 信号锁存至高电平来表示出现在波形中的信号。



[请咨询模拟专家](#)
[WEBENCH® 设计中心](#)
[TI 高精度设计库](#)



这个 TI 参考设计末尾的一个重要声明解决了授权使用、知识产权问题和其他重要的免责声明和信息。

TINA-TI 是德州仪器 (TI) 的商标

WEBENCH 是德州仪器 (TI) 的注册商标

1 设计总结

设计要求如下：

- 电源电压： 5V 直流
- 最小步速信号宽度： 100 μ s
- 最小步速信号幅度： 2mV
- 忽略 ECG 信号的同时监视心脏起搏器信号的斜率
- 把 GPIO 设定为指示心脏起搏器信号出现与否

下面所示的设计功能就是在心脏起搏器信号出现时显示一个脉冲。微分器输出信号在窗口比较器上触发一个下降边沿，从而设定了 SR 锁存器。

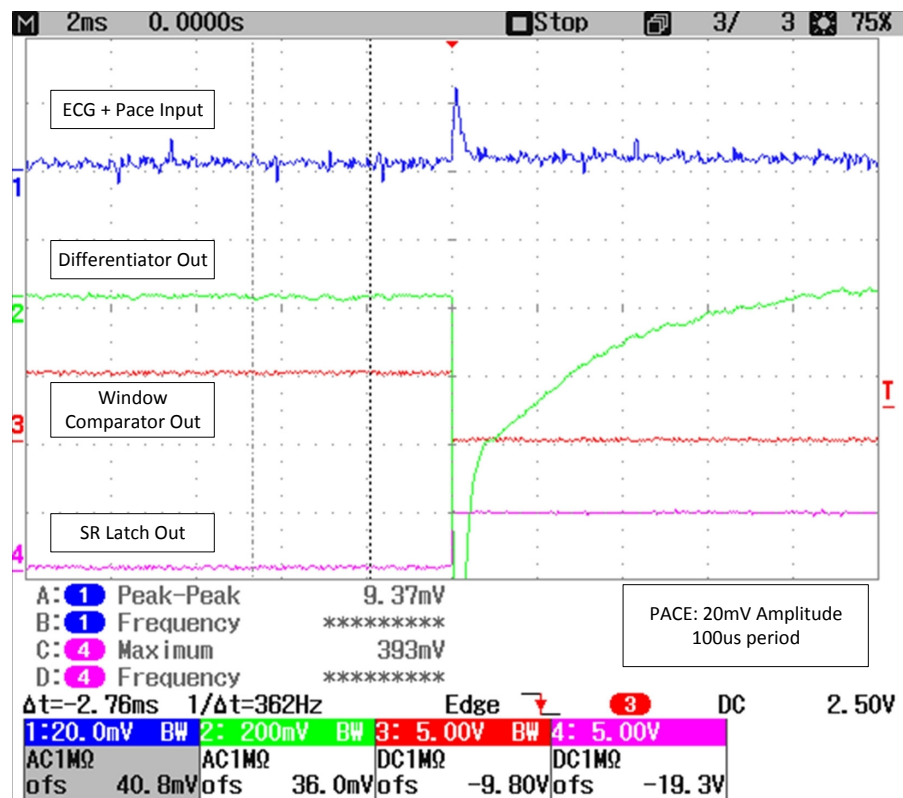


图 1： 硬件步速结果

2 工作原理

要理解这个 TI 设计说明中讨论的设计方法，必须首先要阐明心脏起搏器的一些基本功能。心脏起搏器的主要作用是在自身激动 (QRS) 脉冲之前，将一个小冲击电压施加至心脏，以辅助身体内的血液流动。此信号可采取多种形式，可被分解为具体幅度和信号宽度。Figure 2 是用一个之前所述的心室心脏起搏器信号例子来模拟一个典型 QRS 脉冲。

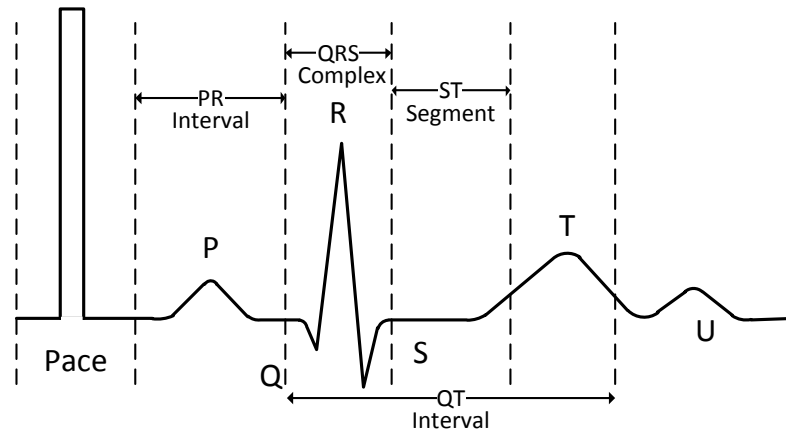


图 2：具有步速的 ECG 信号

心脏起搏器信号的高度和宽度可在 2mV 至超过 500mV 的振幅范围内和 0.1ms 至 500ms 宽度范围内任意变化，同时有可能与 ECG 脉冲信号有类似的信号特性。信号的形状将会因辅助心脏的心脏起搏器位置以及所安装的心脏起搏器类型的不同而有所不同。步速脉冲的常见特点是具有一个非常陡的上升边沿转换，此转换边沿可被用来将其与 QRS 波区分开来。使用由这个陡升边沿产生的更高频率成分能够确定心脏起搏器是否存在。以使用心脏起搏器的一个 ECG 信号的快速傅里叶变换 (FFT) 为例，此特性显示出，ECG 成分处于 150Hz 和较低频率的范围内，而步速信号则处在更高的带宽内，1kHz 数倍且更大。

可用多种方法来确定一个 ECG 系统中是否出现了一个步速信号。宽带宽 ADC 通常用来将 ECG 信号数字化，而后处理能够确定在 Figure 2 所示的 QT 间隔之前是否出现一个步速信号。还有多种围绕着模拟设计的硬件方法可以确定心脏起搏器信号是否出现。

这个 TI 设计是一个围绕着使用斜率检测技术而设计的硬件步速检测方法。Figure 3 是这个设计电路的一个完整原理图。此电路专门采用了 ADS 1298 电路设计，ADS1298 包括一个到用于连接 ECG 信号的双端转单端转换地阿奴。一旦路经 ADC，一个微分器电路就被用于心脏起搏器信号的斜率检测。一个基准电压， V_{bias} ，被用来将直流偏置电压添加到窗口比较器电路以允许电路由单电源断电。在锁存了一个事件指示信号前，电阻器为窗口比较器设定阈值。这个设计可被分为三个级：斜率检测、告警电路和到 GPIO 的锁存电路。

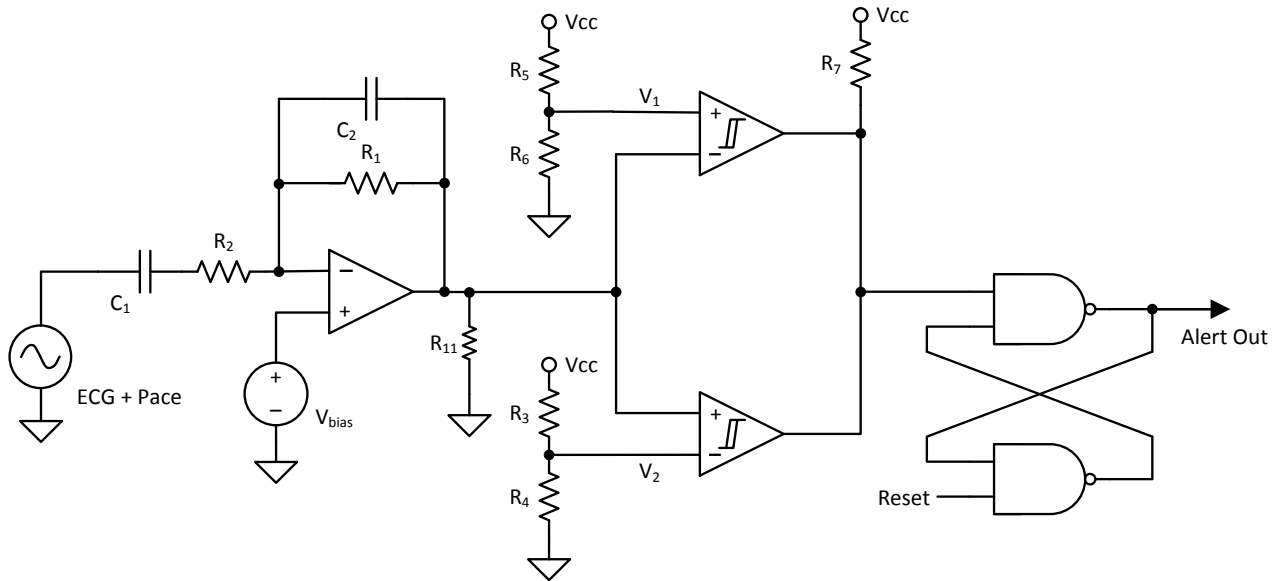


图 3：完整的电路原理图

2.1 斜率检测

第一级在衰减 QRS 波的同时监视步速信号的超前边沿。一个微分器电路被选择用来监视心脏起搏器信号陡峭的超前边沿。这个电路利用流经电容器上的电流特性，并且使用运算放大器反馈电阻来产生一个成比例电压。此电路的输出将反映一个与输入信号的斜率， dV/dt ，相对应的信号，如 Figure 4 所示。

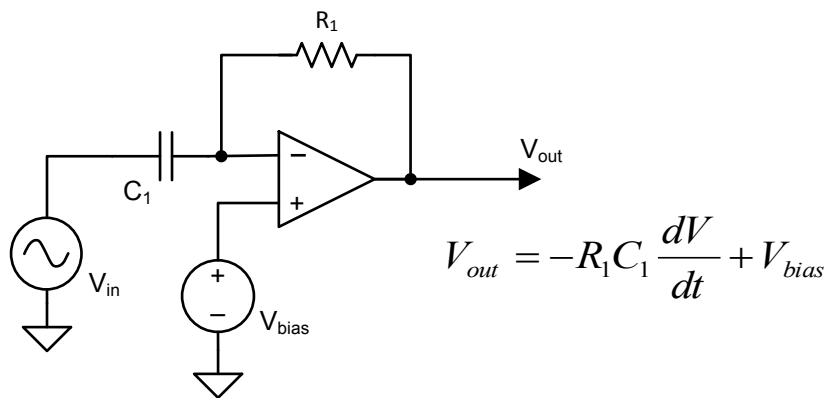


图 4：典型微分器电路

这个电路中使用电阻和电容设计一个高通滤波器，用于检测来自心脏起搏器信号的较高频成分。因此，在忽略 QT 间隔并由 V_{bias} 电压偏移的同时，此输出将与斜率幅度和持续时间成比例。

2.1.1 电路补偿

无源器件决定了传递函数的极点和零点，必须确保环路的稳定性。第二个电容器， C_2 ，可于反馈电阻并联，以改善环路稳定性，连同输入路径上的第二电阻器， R_2 。稳定性网络的设计流程超出了这份设计说明范围；详细的稳定性说明请参考 [1]。

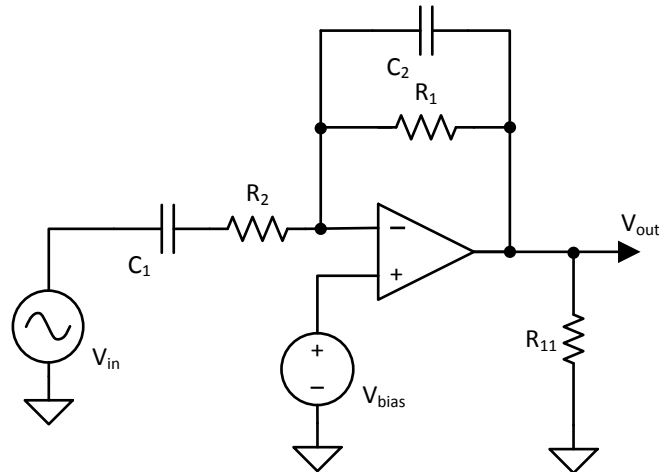


图 5: 具有补偿的微分器电路

为了在补偿稳定性之前确保 40dB 增益，此电路所用的一阶高通滤波器起始频率必须为大约 1Hz。 C_1 的值被选择为 1 μ F 以设定微分器电路的 HPF 截止频率，从而衰减不想要的 QRS 波。将 R_1 设定为 392k Ω ， C_2 设定为 10nF 将有助于在保持电路稳定的同时最大化电路增益。为了提高设计灵活性，增加了电阻 R_2 ，采用 0 欧姆实现电路短接设计。 R_{11} 是放在输出端的 1M Ω 负载电阻。 V_{bias} 电压被设定为 2.5V，电源的中心电压，以在正向或负向方向上实现微分器输出最大摆幅，也适用于心脏起搏器脉冲极性相反时从而提高电路设计灵活性。通过使用两个 2M Ω 电阻器将 5V 电源分压产生 V_{bias} 电压，这样有助于降低功耗。如后面修改章节中提到的那样，一个二阶高通滤波器将有助于在改善稳定性补偿前提高增益。

2.2 告警电路

上面讨论的微分器电路的输出将在步速事件出现时产生一个脉冲，然后，此脉冲必须能被注册为一个告警。通过设计，这个来自微分器输出的脉冲可根据心脏起搏器信号特性在几百微伏到几伏的范围内任意变化。当输入脉冲超过一个高或低阈值电压时，比较器电路会输出一个逻辑低电平信号，通过这个窗口比较器可以用于捕捉这个信号。Figure 6 中是该设计所用到的开漏输出窗口比较器电路。

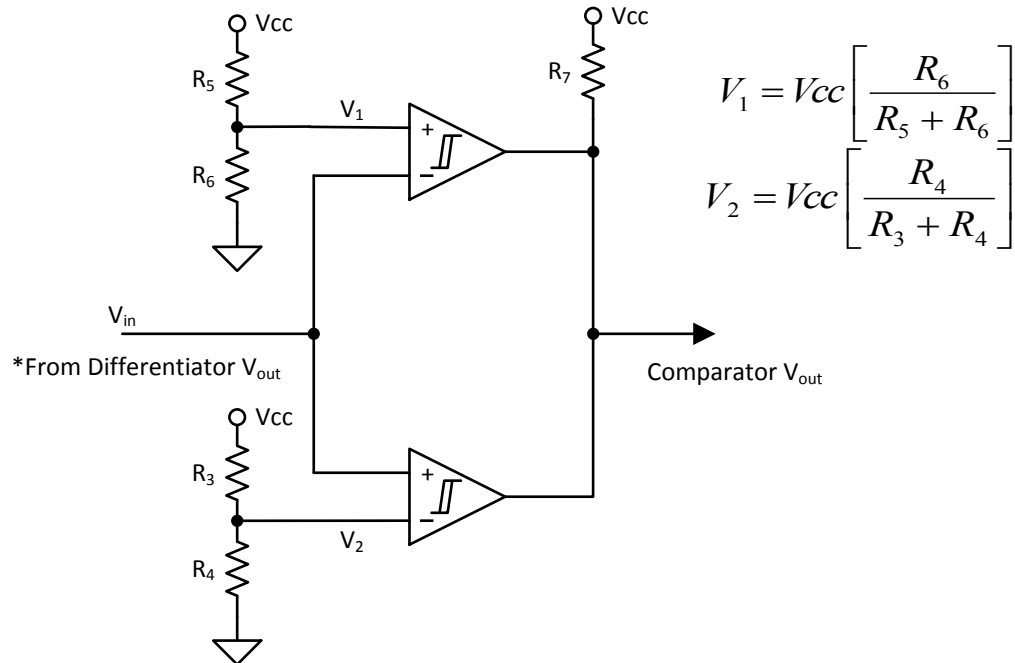


图 6： 窗口比较器电路

在 Figure 6 中列出的 V_1 和 V_2 阈值极限值，是从 R_3 , R_4 , R_5 , R_6 等电阻分压获得的。来自微分器电路的输出电压 V_{in} ，当超过设定的阈值极限值 V_1 或 V_2 时，将会触发比较器输出并把电压 V_{out} 输出线路拉为低电平触发。

由于是针对微分器电路，元器件参数值的选择并不是简单直接的。窗口比较器的边界极限值取决于最坏情况下微分放大器输出幅度，即为 2mV 幅度以及 100 μ s 宽的心脏起搏器脉冲。通过仿真（在后面描述），可以为微分器输出幅度预估一个值，作为窗口比较器的阈值极限值，然后在验证过程中进行修改。所选用的电压值 V_1 设定为 2.77V， V_2 设定为 2.4V，此时要求 R_3 设定为 10.2k Ω ， R_4 设定为 10k Ω ， R_5 设定为 8.06k Ω ， R_6 设定为 10k Ω 。 R_7 被设为 10k Ω ，作为开漏输出的弱上拉电阻。 V_{cc} 是为系统供电的 5V 电源。

2.3 锁存至 GPIO

比较器输出脉冲的宽度由 V_{in} （来自 Figure 6）超出窗口比较器边界的时间确定。持续时间可以小至几毫秒，如果没有锁存就可能丢失。在窗口比较器后面放置一个 SR 锁存电路将把信号锁存在一个稳定状态，在复位执行前，这个状态可被微控制器或 DSP 读回。SR 锁存电路将执行两个功能：锁存窗口比较器输出信号，作为一个反相器输出一个高电平有效的告警信号。Figure 7 中显示了使用两个与非门设计的 SR 锁存电路。

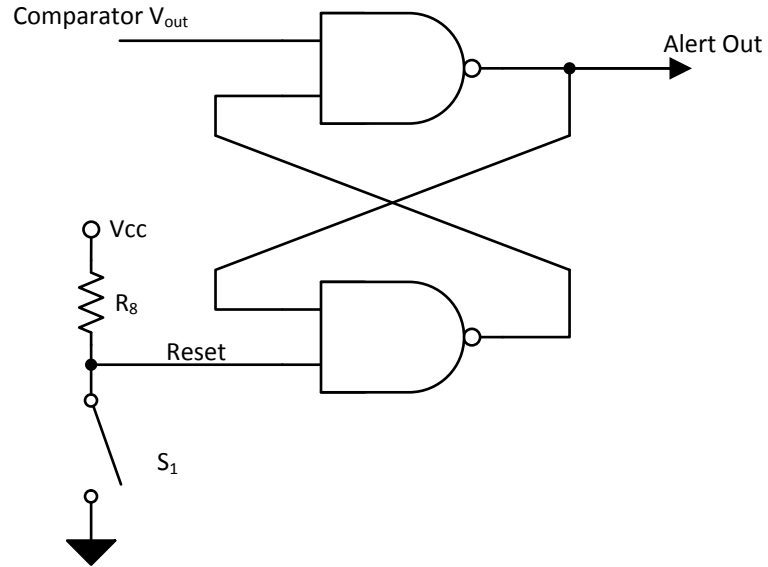


图 7: SR 锁存电路

警告输出信号可被接到一个 GPIO 口，作为监视一个步速事件的状态指示。R₈电阻和 S₁开关用于复位锁存电路。R₈是一个弱上拉电阻器，设定为 10kΩ，而 S₁是一个单刀单掷 (SPST) 按钮开关。

3 器件选型

3.1 微分电路放大器选型

斜率检测电路对放大器选择有一些要求。在补偿前，运算放大器必须具有足够带宽响应输入端的步速信号变化。之前讨论，希望检测的最小步速信号宽度为 $100\mu\text{s}$ ，因此，放大器倾向选用至少大 10 倍以上的带宽。根据步速脉冲斜率的持续时间，输出摆动也许靠近至电源轨的位置，从而要求一个轨至轨输出运算放大器。推荐选用 OPA348，因为它有 1MHz 的带宽，输出到电源轨在 25mV 范围内，并且保持足够的带宽，而且还是 TI 最优性价比的器件。可选择更宽带宽的运算放大器，可对稳定补偿电路前的高通滤波器设计有更大的灵活性。

3.2 微分器 V_{bias} 电压选择

V_{bias} 电压的作用是在未检测到步速脉冲时，在窗口比较器输入设置直流工作点。这成为用来设定单个比较器高低阈值的窗口比较器输入的闲置电压状态。通过将 V_{bias} 设定为 2.5V，系统电源的中点，单个比较器正向或负向上都能支持最大摆幅值。调整 V_{bias} 值将要求适当设定窗口比较器阈值电压。

3.3 比较器器件选型

窗口比较器电路设计要求两个比较器共用一个共同输出，每个比较器均有单独控制输出的能力。在窗口比较器输入电压超过设定的电压值时，两个开漏输出比较器中任何一个均能输出拉为低电平。由于具有开漏输出同时是小封装，这里选择 TLV3401 器件。TLV3402 是第二选择，因为它在每个封装中包含两个放大器。

3.4 针对 SR 锁存电路选择与非门 NAND

对于允许有较大传输延迟的 SR 锁存电路设计，需要两个 NAND 门。SN74LVC2G00 包含两个与非门，同时 t_{pd} 在 5ns 以下，可被用在这个电路设计中。一个简单按钮开关将用于实现复位。

3.5 无源器件选型

在微分电路设计和窗口比较器阈值设计中，无源器件值选择是极其重要的。为了满足对步速信号响应的微分电路设计目标，设定高通滤波器的无源器件电阻容限值被选择在 1% 以内。

Figure 6 中的电阻器 R_3 , R_4 , R_5 和 R_6 为窗口比较器设定阈值。这些阈值电压值可被设定为非常接近微分电路中设定的直流工作点，这是为了满足对 2mV 幅度， $100\mu\text{s}$ 周期步速信号做出响应的技术规格。因此，0.1% 的电阻容限值可被用来设定尽可能准确的电压值。当由于不具合理的成本或者无法获得等原因时，电阻的容限参数值可选为 1%。这些值本身经 TINA-TI™ 仿真并不断试验优化参数获得的。

这个设计中的其它无源器件可被选为 1% 或更大，这是因为它们不会直接影响这个设计的传递函数。

4 仿真

TINA-TI™ 电路原理图显示在 Figure 8 中，其中包括设计过程中获得的电路值。采用单位增益缓冲器配置的第一个 OPA348 被用来在 V_PACE_OUT 引脚前模拟 ADS1298 的内部缓冲器。

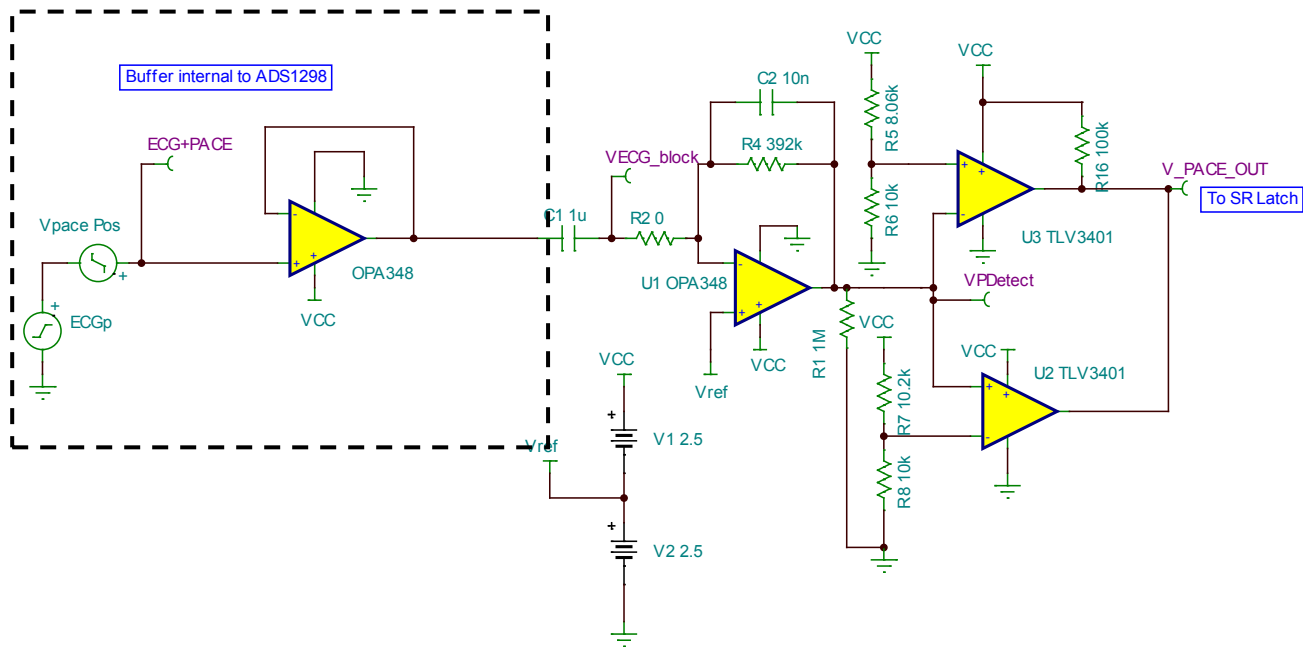


图 8: TINA-TI™ 电路原理图

4.1 时域分析

瞬态分析是第一个要执行的操作以了解每级电路上的事件。ECGp 和 Vpace Pos 是被用来模拟事先有一个 2mV, 100µs 步速信号情况下一个典型 ECG 脉冲的任意波形，与 Figure 2 中显示的内容相类似。VPDetect 是从微分器的输出，它用来了解在何处为窗口比较器设定电压阈值水平。在 VPDetect 出现在设定边界之外时，窗口比较器的输出 V_PACE_OUT 是被下拉为低电平。Figure 9 中显示了时域响应。

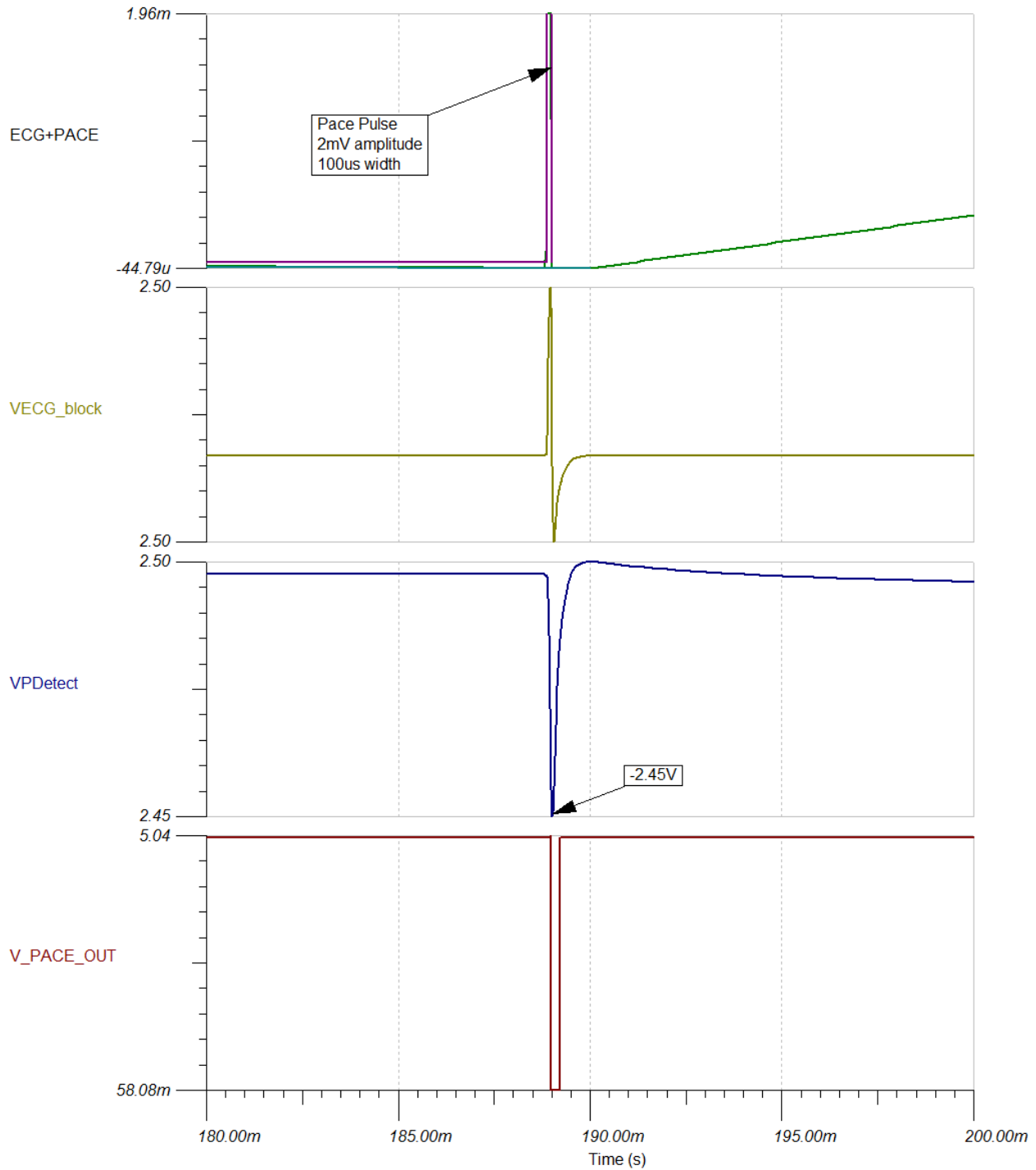


图 9: TINA-TI™ - 瞬态响应

如果锁存不产生是，通过 Figure 9 中的仿真结果可对窗口比较器输入电平进行一些调整。当一个 2mV, 100 μ s 步速信号的目标值被施加到输入端是，VPDetect 输出将达到 2.45V。考虑了一点误差范围，一个 2.48V 的电平被用于极限下值。

4.2 阶跃响应

Figure 10 中可以看到微分电路的时域阶跃响应，进而可验证稳定性。

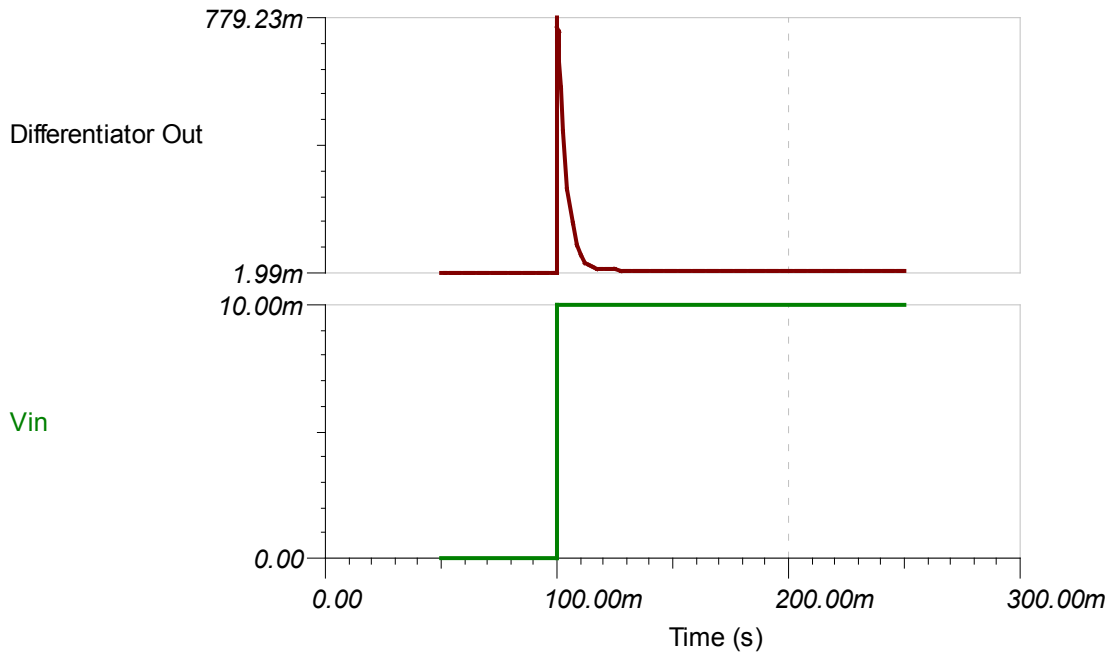


图 10: TINA-TI™ - 阶跃响应

当有一个阶跃输入时，在稳定至一个稳定的直流值时，微分器输出 (VPDetect) 上有一个相对于斜率信号大得多的尖峰值。没有振铃或振荡，这是微分电路设计所期望的工作行为，进而验证了这是一个稳定的电路设计。

5 PCB 设计

可在附录 A 中找到 PCB 电路原理图和物料清单。

5.1 PCB 布局布线

ECG 硬件步速电路板的布局布线被设计成与 ADS1298ECG-FE 电路板（要求对连接插头有小修改）配对使用。总体布局布线准则遵循了基于 [e2e Wiki](#) 上找到通用的 PCB 布局布线指导文档。Figure 11 中显示了这个设计的 PCB 布局布线。

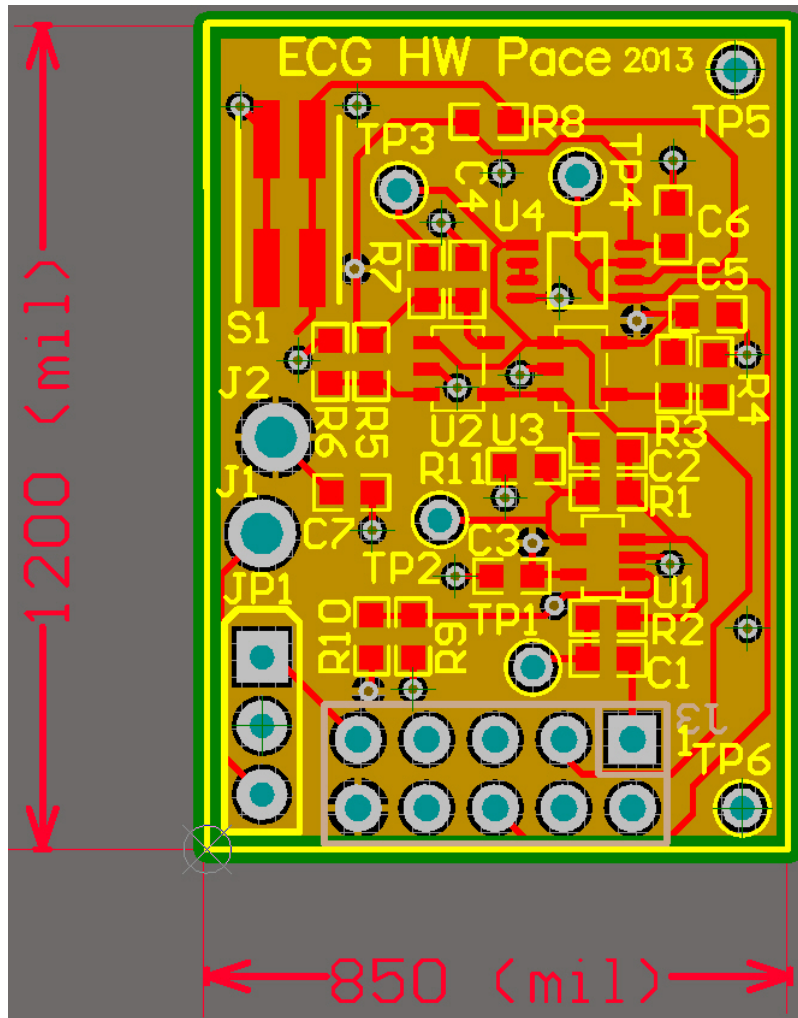


图 11: PCB 布局布线

6 验证 & 测试的性能

6.1 时域分析

这个电路被要求通过功能性测试，将真实环境电路的测试性能与 TINA-TI™ 仿真的预期和在设计总结中的要求相比较。测试点被包括在 VPDetect, V_PACE_OUT 和 SR 锁存输出点上的电路板设计中以监视流经电路的信号。Figure 12 显示了在 QRS 间隔之前，当施加了 20mV 幅度，100μs 周期心脏起搏器脉冲时的瞬态分析结果。Fluke Medsim 300B 被用来模拟一个心脏起搏器脉冲和 ECG 信号。

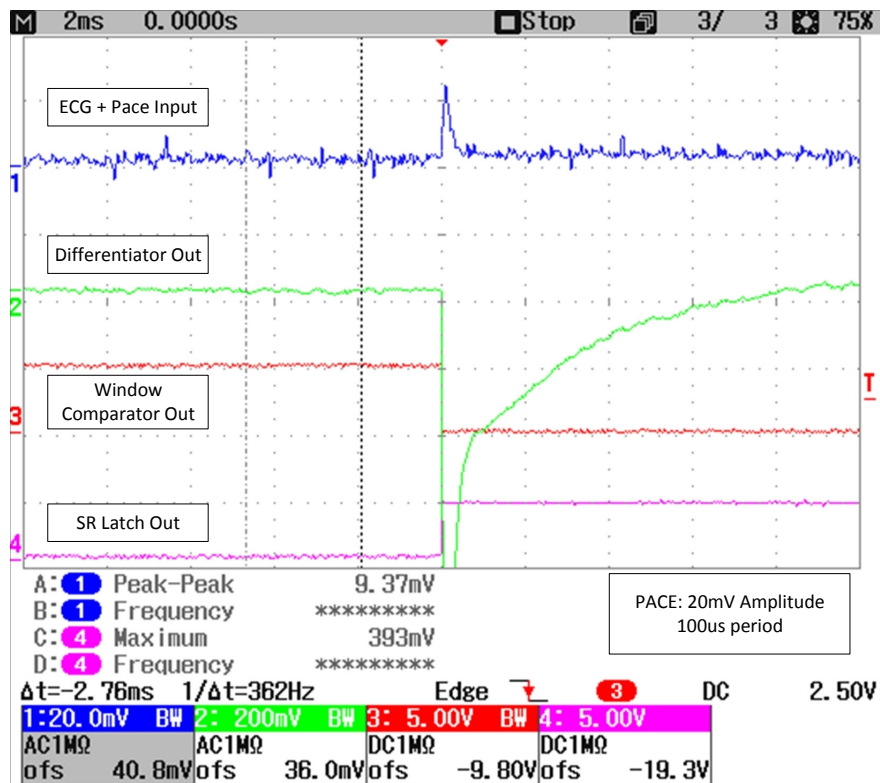


图 12: 时域结果 (20mV 幅度)

一个 20mV 步速信号幅度首先被选择来显示一个步速信号 (显示在通道 1 上) 将如何使 SR 锁存电路变为一个高电平状态 (显示在通道 4 上) 的可视化演示。

一旦在 Figure 12 中已经证实了功能性，第二次测试被要求用来演示对于 2mV 振幅和 100μs 周期脉宽步速信号的电路响应。Figure 13 显示了针对这些条件的瞬态分析，可与 Figure 9 模拟结果相比较。

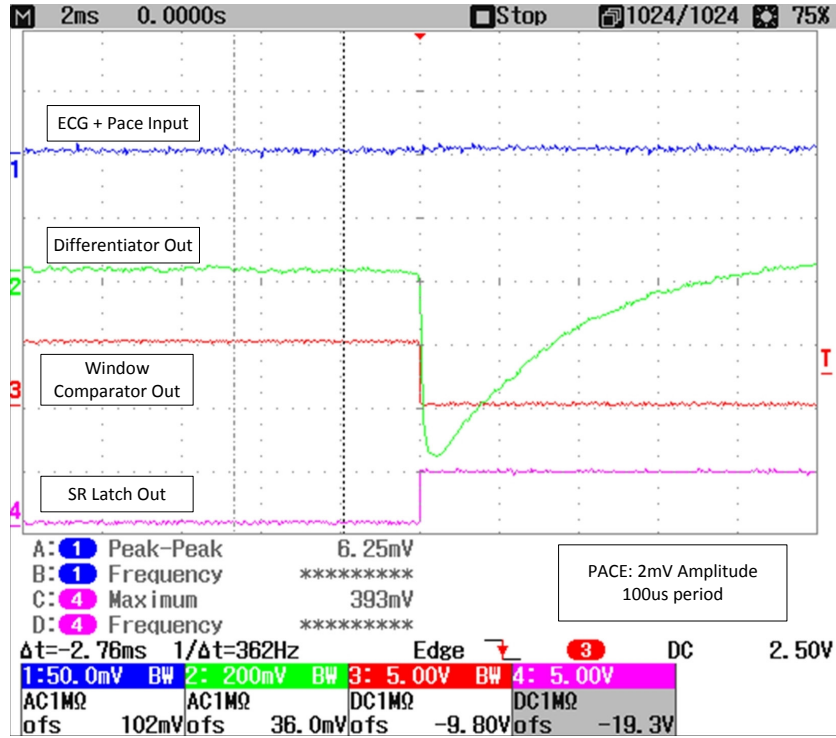


图 13: 时域结果 (2mV 幅度)

2mV 幅度心脏起搏器信号的确成功地触发了窗口比较器并且 SR 锁存指示一个事件。Figure 12 和 Figure 13 还显示了微分器输出电路的幅度与输入心脏起搏器斜率持续时间的依存关系。这总结了硬件步速检测电路的测试验证。

7 修改

为这个设计选择的器件是基于设计目标的，并且列出在设计过程的开头部分。这些目标主要监视 2mV 正极心脏起搏器脉冲，其信号宽度低至 100 μ s。实际上，一个心脏起搏器能够用多种方法放置在人体内，其中受监视的心脏起搏器能够回读正或负极性的信号。按照上述的设计方法， R_5 和 R_6 可针对此电路进行选择，以对正脉冲以外的负极性步速信号做出响应。

在心脏起搏器信号出现时，一阶高通滤波器和斜率检测电路被设计成演示如何操控不同频率成分在 ECG 信号之前时提醒用户。这个文档中的全部测试由一个 Fluke 病患模拟器完成，并未将任何将出现在商用医疗系统中的运动伪影考虑在内。在没有适当的 IEC 认证时，这个电路并未被设计成直接用于病患。

当被设计用于病患监视系统中时，需要额外的设计工作以帮助过滤将导致错误正触发的运动伪影。也许需要操控微分电路的极点和零点以进一步降低较低的频率成分，从而避免窗口比较器上的误触发。在微分电路上也许可需要额外的增益以允许一个更宽范围的窗口比较器阈值限值，有利于解决运动伪影。增加微分电路中的增益将使阈值极限值进一步远离空闲电压，此电压由 V_{bias} 设置。设计一个二阶高通滤波器也许要求在较高频时提供足够增益来帮助运动伪影的同时，有助于减弱较低频率处的信号。微分电路中采用一个较宽带宽的运算放大器也有助于在稳定性补偿前改进增益。

进一步，软件检测方法正成为一个对心脏起搏器进行监视的更加准确的方法。通过使用一个宽带宽 SAR ADC，ECG 和步速信号可被数字化，进而看滤除掉无用的信号成分。Q-T 间隔，连同来自肌肉运动的肌电 (EMG) 信号和任何其他运动伪影一起可被移除，只剩下心脏起搏器信号成分。可采用进一步的算法来提醒用户是否存在一个心脏起搏器，而且提供步速器件的细节。

8 关于作者

Tony Calabria 是一名德州仪器 (TI) $\Delta \Sigma$ ADC 产品组的系统工程师和产品定义工程师，在这里他为中等至宽带宽 $\Delta \Sigma$ ADC 产品提供技术支持。Tony 从亚利桑那大学获得电气工程学士学位。

9 参考书目

1. Green, T., 运算放大器稳定性, 部分 1-11, 2008 年 11 月, http://www.genius.net/site/zones/acquisitionZONE/technical_notes/acqt_050712

Appendix A.

A.1 电气原理图

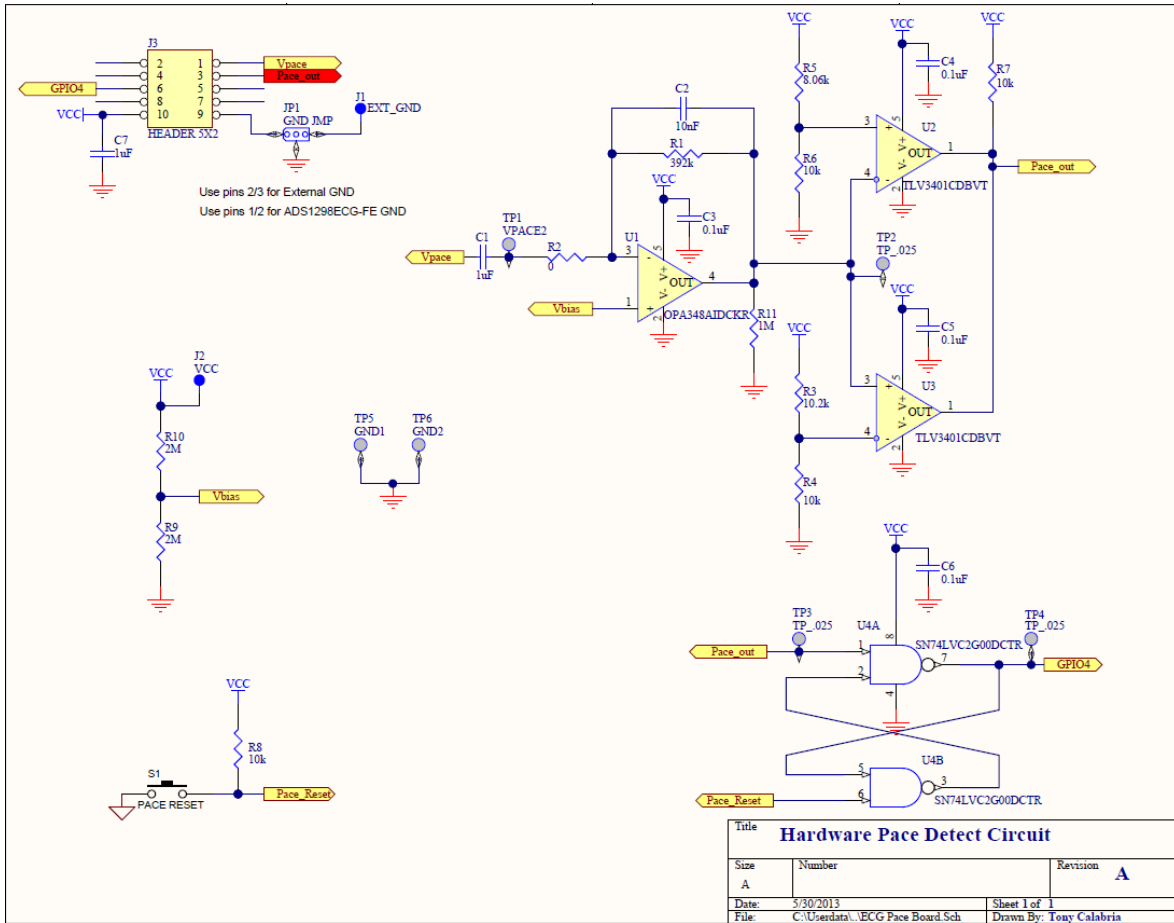


图 A-1: 电气原理图

A.2 物料清单

Item	Qty	Value	Designator	Description	Manufacturer	Part Number	Supplier Part Number
1	2	1uF	C1, C7	CAP CER 1UF 25V 10% X7R 0603	Taiyo Yuden	TMK107B7105KA-T	587-2984-1-ND
2	1	10000pF	C2	CAP CER 10000PF 50V 5% X7R 0603	AVX	06035C103JAT2A	478-5007-1-ND
3	4	0.1uF	C3, C4, C5, C6	CAP CER 0.1UF 50V 10% X7R 0603	TDK	C1608X7R1H104K	445-1314-1-ND
4	2	Red	J1, J2	TEST POINT PC MULTI PURPOSE RED	Keystone	5010	5010K-ND
5	1		J3	CONN RCPT .100" 10POS DUAL TIN	Samtec	SSW-105-01-T-D	SAM1212-05-ND
6	1		JP1	3 Position Jumper .1" spacing	Samtec	TSW-103-07-T-S	SAM1035-03-ND
7	1	392k	R1	RES 392K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Yageo	RC0603FR-07392KL	311-392KHRCT-ND
8	1	0	R2	RES 0.0 OHM 1/10W 0603 SMD	Yageo	RC0603JR-070RL	311-0.0GRCT-ND
9	1	10.2k	R3	RES 10.2K OHM 1/10W 0.1% 0603 SMD	Panasonic	ERA-3AEB1022V	P10.2KDBCT-ND
10	4	10k	R4, R6, R7, R8	RES 10K OHM 1/10W 0.1% 0603 SMD	Panasonic	ERA-3AEB103V	P10KDBCT-ND
11	1	8.06k	R5	RES 8.06K OHM 1/10W 0.1% 0603 SMD	Panasonic	ERA-3AEB8061V	P8.06KDBCT-ND
12	1	1M	R11	RES 1.00M OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Yageo	RC0603FR-071ML	311-1.00MHRCT-ND
13	2	2M	R9, R10	RES 2.00M OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Yageo	RC0603FR-072ML	311-2.00MHRCT-ND
14	1		S1	SWITCH TACTILE SPST-NO 0.02A 15V	Panasonic	EVQ-P2002M	P122965CT-ND
15	4	Red	TP1, TP2, TP3, TP4	TEST POINT PC MINI .040"D RED	Keystone	5000	5000K-ND
16	2	Black	TP5, TP6	TEST POINT PC MINI .040"D BLACK	Keystone	5001	5001K-ND
17	1		U1	IC OPAMP GP R-R 1MHZ SGL SC70-5	TI	OPA348AIDCKT	296-27989-1-ND
18	2		U2, U3	IC COMPARATOR SGL OD OUT SOT23-5	TI	TLV3401IDBVR	296-13376-1-ND
19	1		U4	IC DUAL 2-IN POS-NAND GATE SM8	TI	SN74LVC2G00DCTR	296-13257-1-ND

图 A-2: 物料清单

针对 TI 参考设计的重要声明

德州仪器公司 ("TI") 参考设计只用于帮助设计人员 ("客户") 开发包含 TI 半导体产品的系统 (在这里也指"组件")。客户理解并同意他们对设计客户系统和产品中的独立分析、评估和判断负责。

TI 参考设计已经使用标准实验室条件和工程实践创建。TI 未采取任何测试, 除非那些在已发布文档中针对一个特定参考设计所专门描述的测试。TI 也许会对它的参考设计进行修正、提高、改进和其它改变。

客户被授权使用具有每个特定参考设计中确认的 TI 组件的 TI 参考设计, 并且在他们的终端产品开发中修改参考设计。然而, 在这里不授予任何其它 TI 知识产权的直接或隐含, 默许或其它方式的许可, 和任何第三方技术或知识产权的许可, 其中包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权、或者与采用了 TI 产品或服务的任何集成、机器或工艺相关的知识产权。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成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。

TI 参考设计"按原样"提供。对于参考设计或者包括精度和完整性在内的直接、隐含或者法律规定的参考设计的使用, TI 不作出任何保证或声明。TI 不对任何隐含的适销性、针对特定用途的适用性、平静受益权、无干扰享有权, 以及与 TI 参考设计或其使用相关的任何第三方知识产权的非侵权作出任何保证。TI 不对任何与 TI 参考设计中提供的产品组合相关的或基于这些产品组合的第三方侵权声明负责, 并且不应为客户提供辩护或赔偿。不论是何原因造成任何实际的、特殊的、意外的、相应发生的或间接的损坏, 并且不论 TI 是否已经告知了 TI 参考设计的任何使用或 TI 参考设计的客户使用所造成的此类损坏的可能性, TI 都不应对此负责。

TI 保留根据 JESD46 最新标准, 对所提供的半导体产品和服务进行更正、增强、改进或其它更改的权限, 并有权根据 JESD48 最新标准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 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。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。除非适用法律做出了硬性规定, 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。

对于 TI 数据手册、数据表或参考设计中的 TI 信息, 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。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。第三方信息可能受到其它限制条件的制约。

客户认可并同意, 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与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在客户的安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。借助于这样的组件, TI 的目标是帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或"增强型塑料"的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的组件。客户认可并同意, 对还未指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 将不承担任何责任。

重要声明

德州仪器(TI)及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准,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,并有权根据 JESD48 最新标准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 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。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。除非适用法律做出了硬性规定,否则没有必要对每种组件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 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权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中 TI 信息的重要部分,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。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时,如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分,则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权,且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意,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与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意,他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识,可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中,为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此,此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备)的授权许可,除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意,对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用,其风险由客户单独承担,并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品,这些产品主要用于汽车。在任何情况下,因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	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.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/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应用处理器	www.ti.com.cn/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 © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司