

Application Brief

使用 TI 可编程逻辑器件 (TPLD) 来设计温度监测器和温度控制器



Hannah Bludau and Ian Graham

应用说明

由于系统基础设施复杂，数据中心和其他企业应用会消耗大量电力。为了更大限度降低过热和影响系统性能的可能性，数据中心采用相关技术来确保性能可靠。在此类技术中，有一种技术是测量系统温度并对高温做出相应的响应。为了确定温度，可以使用相关系统通过温度电阻器或热敏电阻将温度转换为电压。在经过转换后，可以实施多种信号处理措施。本应用简报将介绍如何对 TI 可编程逻辑器件 (TPLD) 进行配置，以便根据温度传感器的电压来控制冷却单元，如图 1 所示。与分立式设计相比，该解决方案在单个芯片中集成了一对模拟比较器和一个 PWM 发生器。这一特定设计是使用 TPLD1201 创建的，但也可使用具有一对模拟比较器的任何 TPLD。有关温度检测的更多信息，请参阅[温度检测工程师指南](#)。

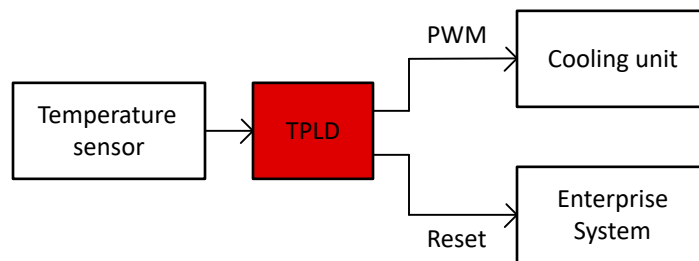


图 1. 温度控制器的简化方框图

解决方案说明

此可编程逻辑设计利用模拟比较器将温度传感器产生的热电压与可编程基准电压进行比较，以便在温度高于 85°C 时以 50% 的占空比打开风扇。当温度超过 100°C 时，使用另一个与可编程基准电压相结合的比较器对系统进行复位并完全打开风扇。

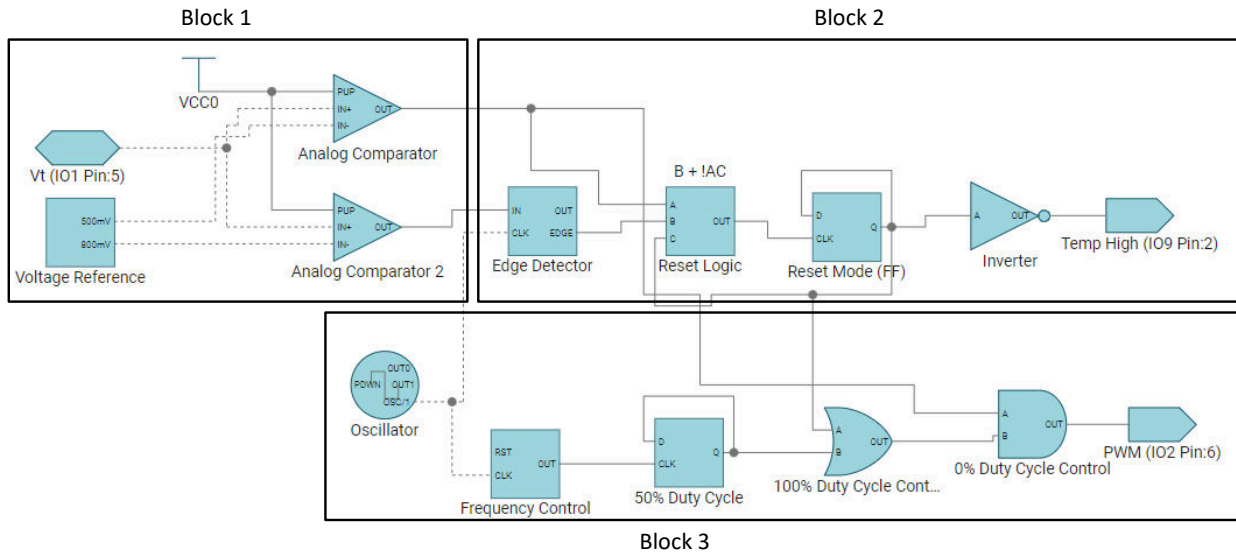


图 2. InterConnect Studio (ICS) 配置

图 2 展示了使用 TI Interconnect Studio 的整个解决方案。模块 1 包含用于监测温度传感器电压输出的模拟比较器。这些模拟比较器将 V_t 输入与可配置的电压基准进行比较。在此示例中，我们使用 500mV 对应于 85°C ，800mV 对应于 100°C 。这些值是可配置的，可以进行更改以匹配系统的需求。请参阅下面的“设计计算”一节，了解我们如何计算系统中的值。

模块 2 检测温度超过安全水平的情况并生成一个信号，此信号可用于关闭一个外部系统，直到温度下降。延迟模块用作上升沿检测器，然后通过表示为复位逻辑的 3 输入查找表发送相应信号，下面提供了该表的屏幕截图。该逻辑使用一个可以驱动高温输出的逆变器输出来控制触发器的时钟。图 3 展示了相应的查找表。

C B A Custom 3 Input Boolean Function Table

0 0 0	<input type="checkbox"/>
0 0 1	<input type="checkbox"/>
0 1 0	<input checked="" type="checkbox"/>
0 1 1	<input checked="" type="checkbox"/>
1 0 0	<input checked="" type="checkbox"/>
1 0 1	<input type="checkbox"/>
1 1 0	<input checked="" type="checkbox"/>
1 1 1	<input checked="" type="checkbox"/>

图 3. 复位逻辑查找表逻辑

模块 3 控制风扇等冷却元件的 PWM 信号。频率控制计数器与触发器相结合对振荡器进行分频，从而生成 1kHz 信号以用于连接常见的冷却元件。通过将计数器控制数据设置为 12，计数器每 12 个振荡器周期产生一次脉冲，从而有效地对时钟频率进行 12 分频。触发器将其进一步进行 2 分频，得到最终频率为 1.04kHz。触发器还用于创

建 50% 占空比，并使用一系列逻辑元件来控制 PWM 保持高电平或低电平的时间。InterConnect Studio 的振荡器和计数器设置如图 4 所示，可以进行相应配置以生成不同频率的信号。

OSCILLATOR		COUNTER	
Name	Oscillator	Name	Frequency Control
Label		Label	
Power Mode	Auto Power On	Clock Source	OSC/1
Clock Source	Internal RC Oscillator	Control Data	12
Frequency	25 kHz	Reset Mode	Both falling and rising edges
Clock Pre Divider	/1	Device MacroCell Allocated	Any(CNTDLY0)
OUT0 Second Stage Divider	/1		
OUT1 Second Stage Divider	/1		
Power Control Source Select	From register		
PDWN Control	Power down		
Device MacroCell Allocated	Any(OSC0)		

图 4. 振荡器和计数器设置

设计计算

在我们的设计中，我们使用了热敏电阻分压器，如图 5 所示。

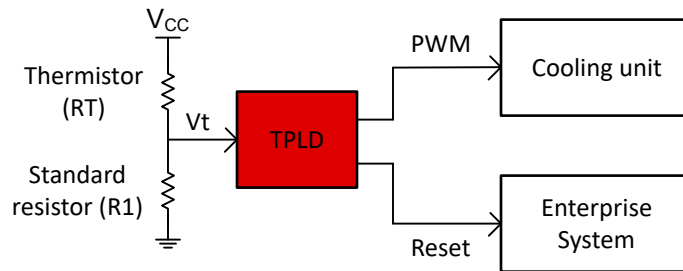


图 5. 热敏电阻输入方框图

我们使用了以下公式来计算标准电阻器的阻值。

$$V_t = V_{cc} * (R_1 / (R_1 + R_T))$$

在 80°C 时，热敏电阻的值为 1.6kΩ，因此我们得出以下等式：

$$0.5 = 3.3 * (R_1) / (R_1 + 1.6k\Omega)$$

$$R_1 = 286\Omega$$

然后，我们可以使用以下公式计算对应于 100°C 的电压基准：

$$V_t = V_{cc} * (R_1 / (R_1 + R_T))$$

$$V_t = 3.3 * (286\Omega) / (286\Omega + 900\Omega) = 0.8V$$

当然，也可以使用其他温度检测方法，例如模拟温度传感器。

仿真

当输入电压上升到 0.5V (对应于此设计中的 85°C) 时, PWM 以 50% 占空比打开。一旦电压超过 0.8V (对应于 100°C), PWM 就会产生 100% 占空比, 系统将保持复位状态, 直到输入电压降至 0.5V 以下。图 6 所示的 ICS 仿真中展示了该行为。

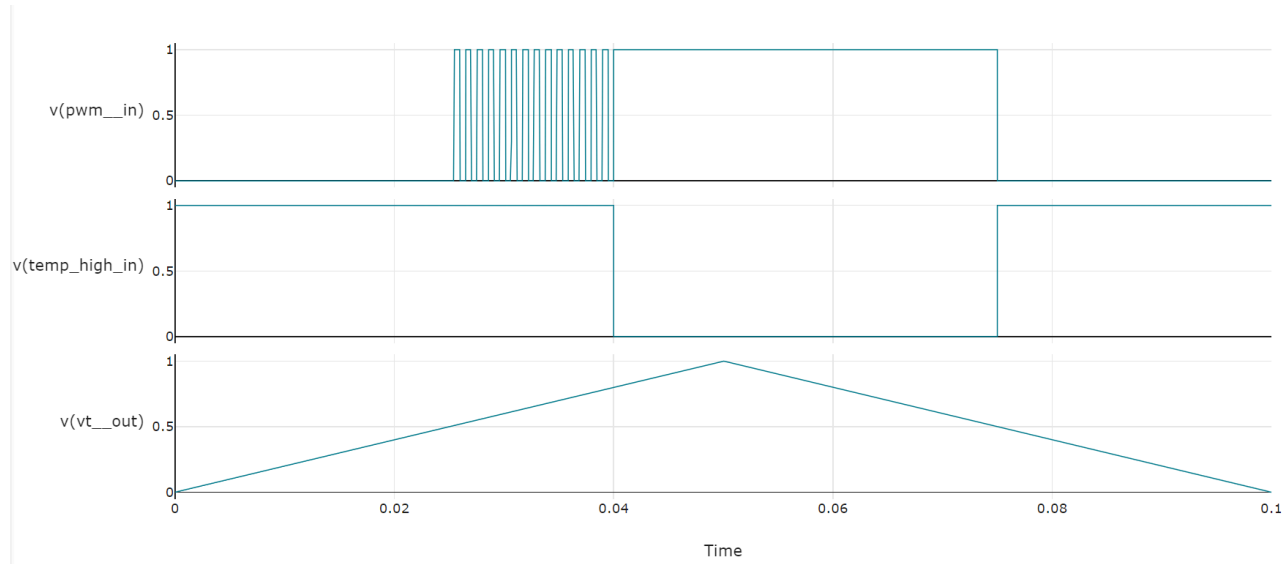


图 6. ICS 仿真

设计注意事项

- 通常, TPLD1201 可以驱动电流高达 50mA。根据冷却系统的需求, 这一数值可能不够。如果冷却元件需要更大功率, 可以使用负载开关。
- 如果冷却元件的工作频率不是 1kHz, 则可以将模块 3 配置为产生不超过振荡器最大频率的其他 PWM 频率。
- TPLD 的最高工作温度为 150°C, 因此不能在环境温度更高的环境中工作。
- 此设计中使用的热敏电阻为 NTCG103JF103FT1。在设计中必须考虑不同的热敏电阻具有不同的响应曲线。
- 此配置设计为以 3.3V 电压运行。以其他电压运行可能需要重新计算所使用的电阻值。

有关 TPLD 的更多信息, 请访问 [TPLD1201 产品页面](#)。

是否需要其他帮助? 请在 [TI E2E™ 逻辑支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司