

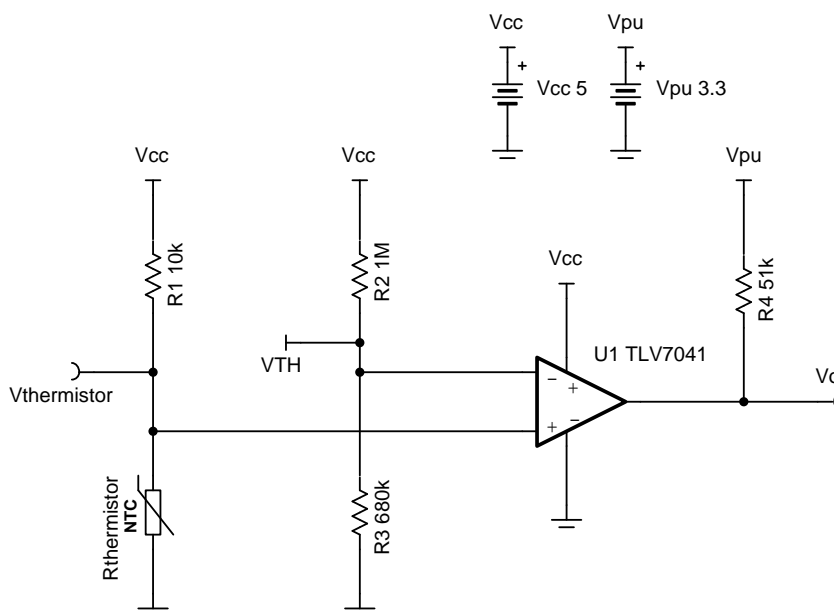
温度スイッチ回路

設計目標

温度スイッチング・ポイント	出力		電源		
T_{sp}	$V_o = \text{HIGH}$	$V_o = \text{LOW}$	V_{cc}	V_{ee}	V_{pu}
100°C	$T_A < T_{sp}$	$T_A > T_{sp}$	5V	0V	3.3V

設計の説明

この温度スイッチ・ソリューションは、特定の温度を超過したときに (GPIO ピンに) **LOW** を通知し、条件がデバイスにとってもはや最適または安全ではなくなったことを警告します。この回路には、NTC サーミスタと、非反転形式で構成されたコンパレータが組み込まれています。



デザイン・ノート

1. NTC サーミスタの抵抗値は温度の上昇につれて低下します。
2. TLV7041 はオープン・ドレイン出力なので、プルアップ抵抗が必要です。
3. サーミスタを分圧器のハイサイド近くに配置する構成も可能ですが、出力スイッチを **LOW** に保つためコンパレータを反転形式で使用する必要があります。
4. より良い方法は、正の帰還抵抗を配置して外部ヒステリシスを追加することです (この例では簡略化のため行っていません)。

設計手順

1. NTC サーミスタとして、可能なら公称抵抗 R_0 (周囲温度 T_A が 25°C のときの抵抗値) が高いものを選択します。これは、TLV7041 の入力バイアス電流が非常に小さいためです。これにより消費電力が低下するため、サーミスタの発熱により温度読み取り値が少し上昇する可能性を減らすことができます。選択したサーミスタの R_0 および材料定数 β は次のとおりです。

$$R_0 = 100\text{k}\Omega$$

$$\beta = 3977\text{K}$$

2. R_1 を選択します。高温のスイッチング・ポイントに対応するため、 R_1 はサーミスタの公称抵抗の $1/10$ にする必要があります。これにより、温度スイッチング・ポイントの周辺で、温度による電圧変化が大きくなり、目的の温度値で出力が確実に切り替わるようになります。

$$R_1 = \frac{R_0}{10}$$

$$R_1 = \frac{100\text{k}\Omega}{10} = 10\text{k}\Omega \quad (\text{Standard Value})$$

3. R_2 を選択します。ここでも、高い抵抗値を使用できます。

$$R_2 = 1\text{M}\Omega \quad (\text{Standard Value})$$

4. 目的の温度スイッチング・ポイントで、サーミスタの抵抗値 $R_{\text{thermistor}}$ を求めます。 β の式を使用すると、 $-20^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ の温度範囲にわたって、サーミスタの抵抗値を効果的に概算できます。または、Steinhart-Hart 式も使用できますが、サーミスタのベンダからデバイス固有のいくつかの定数が供給される必要があります。温度はケルビン単位であることに注意してください。ここで、 $T_0 = 25^\circ\text{C} = 298.15\text{K}$ です。

$$R_{\text{thermistor}}(T_{\text{sp}}) = R_0 \times e^{\beta \times \left(\frac{1}{T_{\text{sp}}} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

$$R_{\text{thermistor}}(100^\circ\text{C}) = 100\text{k}\Omega \times e^{3977\text{K} \times \left(\frac{1}{373.15\text{K}} - \frac{1}{298.15\text{K}} \right)}$$

$$R_{\text{thermistor}}(100^\circ\text{C}) = 6.85 \text{ k}\Omega$$

5. $V_{\text{thermistor}}$ を、 T_{sp} で求めます。

$$V_{\text{thermistor}}(T_{\text{sp}}) = V_{\text{CC}} \times \frac{R_{\text{thermistor}}(T_{\text{sp}})}{R_1 + R_{\text{thermistor}}(T_{\text{sp}})}$$

$$V_{\text{thermistor}}(100^\circ\text{C}) = 5\text{V} \times \frac{6.85\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega + 6.85\text{k}\Omega} = 2.03\text{V}$$

6. スレッシュホールド電圧 V_{TH} が $V_{\text{thermistor}}$ と等しい条件で R_3 を求めます。これにより、温度スイッチング・ポイントを超えるまで、 $V_{\text{thermistor}}$ が常に V_{TH} より大きいことが保証されます。

$$R_3 = \frac{R_2 \times V_{\text{TH}}}{V_{\text{CC}} - V_{\text{TH}}}$$

$$R_3 = \frac{1\text{M}\Omega \times 2.03\text{V}}{5\text{V} - 2.03\text{V}} = 685\text{k}\Omega$$

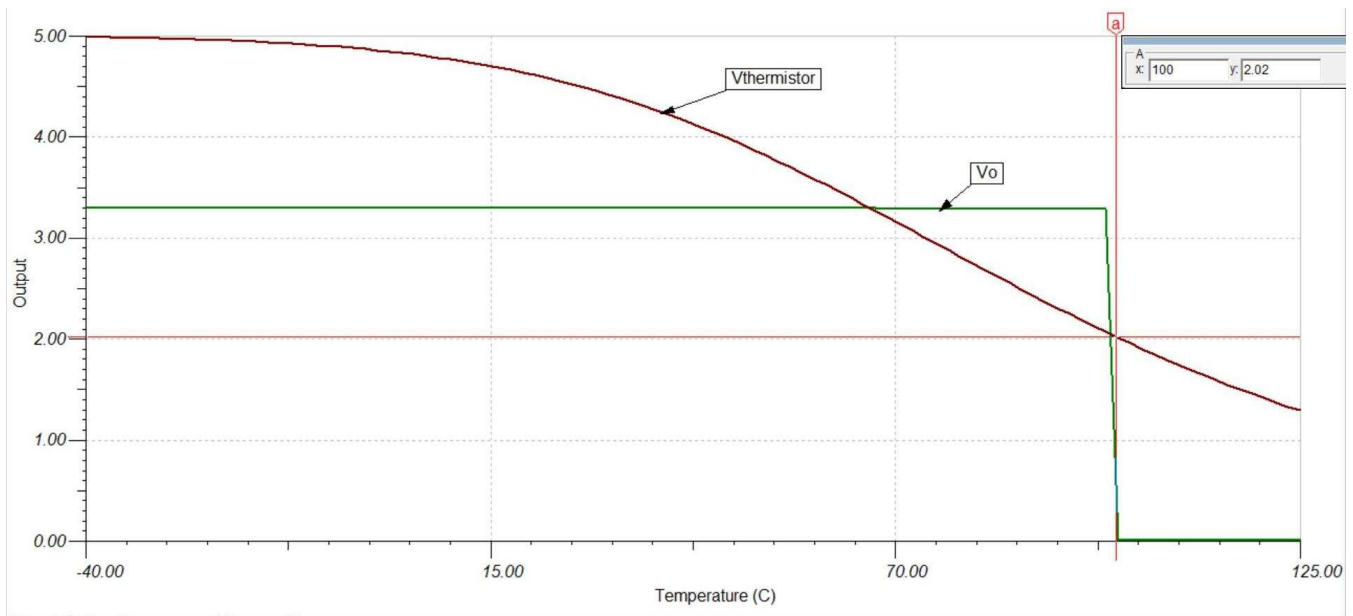
$$R_3 = 680\text{k}\Omega \quad (\text{Standard Value})$$

7. プルアップ抵抗 R_4 の適切な値を選択します。ここで、 $V_{\text{pu}} = 3.3\text{V}$ (マイクロコントローラのデジタル HIGH) です。

$$R_4 = 51\text{k}\Omega \quad (\text{Standard Value})$$

設計シミュレーション

DC 温度シミュレーション結果



設計の参照資料

TIの総合的な回路ライブラリについては、「[アナログ・エンジニア向け回路クックブック](#)」を参照してください。

回路 SPICE シミュレーション・ファイル [SLVMCS1 \(www.ti.com/lit/zip/slvms1\)](#) を参照してください。

設計で使用されているコンパレータ

TLV7041	
出力方式	オープン・ドレイン
V_{cc}	1.6V~6.5V
V_{inCM}	レール・ツー・レール
V_{os}	$\pm 100\mu V$
V_{HYS}	7mV
I_q	335nA/Ch
t_{pd}	3 μs
チャンネル数	1
www.ti.com/product/tlv7041	

設計の代替コンパレータ

TLV1701	
出力方式	オープン・コレクタ
V_{cc}	2.2V~36V
V_{inCM}	レール・ツー・レール
V_{os}	$\pm 500\mu V$
V_{HYS}	N/A
I_q	55 μA /Ch
t_{pd}	560ns
チャンネル数	1, 2, 4
	www.ti.com/product/tlv1701
	www.ti.com/product/tlv1701-q1

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションが適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、お客様のみが単独で負うものとします。上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、TI の販売条件 (www.tij.co.jp/ja-jp/legal/termsofsale.html)、または ti.com やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

Copyright © 2019, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションが適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、お客様のみが単独で負うものとします。上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、TI の販売条件 (www.tij.co.jp/ja-jp/legal/termssofsale.html)、または ti.com やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

Copyright © 2019, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社