



SimSurfing PTCサーミスタ動作シミュレータ 操作マニュアル

2020年3月
株式会社村田製作所



	ページ
1.当ソフトウェアについて	
1-1.概要	3
1-2.主な機能	4
2.クイック操作ガイド	
2-1.操作画面説明	6
2-2.シミュレーション条件の入力	7
2-3.選択したPTCサーミスタの仕様確認	8
2-4.PTCサーミスタの特性図	9
2-5.Simulation結果の確認	10
3.当ソフトウェア活用事例	
3-1.PTCを用いた加熱検知回路例	13
3-2.130℃加熱検知回路の設計	14
3-3.回路条件の決定	15
3-4.PTCスペックの確認	16
3-5.シミュレーション結果の確認	17
3-6.固定抵抗R1の変更	18
3-7.固定抵抗R1とVthの関係性	19
3-8.回路の最適化	20
4.Appendix	
4-1.PRFシリーズの仕様一覧	22
4-2.標準数表	24

1.当ソフトウェアについて

1-1.概要

“Chip PTC Thermistor Output Voltage Simulator”は、過熱検知用PTCサーミスタ (PRFシリーズ) の出力電圧-温度特性をシミュレーションするためのソフトウェアです。

指定した過熱検知に適するPTCサーミスタの選定、および回路条件の設定にお役立てください。

動作環境

ディスプレイ解像度: 1280x960以上

OS: Microsoft Windows7以上、OS X 10.11以上

ブラウザ: Internet Explorer 11、Microsoft Edge最新、Safari 最新、Google Chrome最新、Firefox最新

Murata Chip PTC Thermistor Output Voltage Simulation

Start SimulationManual

Input Conditions

Temp_H150degC

Temp_L-20degC

Ambient_Temp25degC

Number of PTC1pcs

Vcc3V

Tolerance0%

TC VCC0mV/degC

R147kohm

Tolerance R11%

TC R1200ppm/degC

PTC Part NumberPRF18BB471Q##RB

R25470.0ohm

Tolerance50.0%

Sensing Temp.1Resistance4.7kohm

Temp.1115.0degC

Tolerance5.0degC

Sensing Temp.2Resistance47.0kohm

Temp.2130.0degC

Tolerance7.0degC

Circuit

Output Voltage: Vout

Simulation Result

	Sensing Temp.1	Sensing Temp.2
Threshold Voltage(Vth)		
Vd at Max Ambient Temp. Min		
Sensing Temp. at Vth Max		
Min		

Margin: Vd = Vth - Vout_Max

※Microsoft、Windows、Internet ExplorerおよびMicrosoft EdgeはMicrosoft Corporationの商標です。
※OS XおよびSafariは、Apple Inc.の商標です。
※Google Chromeは、Google Inc.の登録商標です。
※MozillaおよびFirefoxは、米国Mozilla Foundationの商標です。

1.当ソフトウェアについて

1-2.主な機能

本シミュレータは図1に示すような電圧 V_{cc} の回路に、固定抵抗 $R1$ とPTCサーミスタを直列接続させた場合、周囲温度の変化に対して出力電圧 V_{out} がどのように変化するかをシミュレーションするソフトウェアです。

本シミュレータの主な機能について以下に示します。

- PTCサーミスタの品番と、回路に直列接続されるPTCサーミスタの個数を1~100個の間で選択できます。ただし、設置できるPTCサーミスタは1品番のみです。
- 温度検知するPTCサーミスタの出力電圧-温度特性を-40℃~+160℃の範囲でシミュレーションできます。
- PTCサーミスタを設置する回路の電源電圧 (V_{cc}) ・ 偏差 ・ 温度依存性を設定できます。
- 分圧抵抗として用いる固定抵抗 ($R1$) の抵抗値 ・ 偏差 ・ 温度依存性を設定できます。

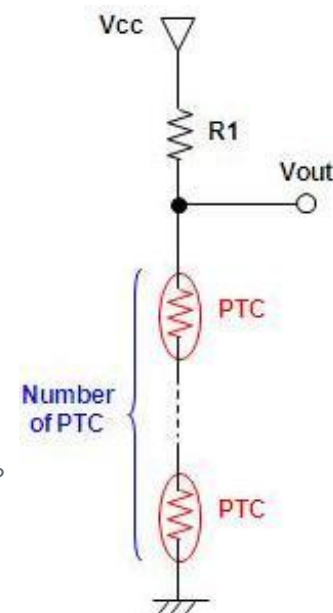


図1 回路図

	ページ
<u>1.当ソフトウェアについて</u>	
1-1.概要	3
1-2.主な機能	4
<u>2.クイック操作ガイド</u>	
2-1.操作画面説明	6
2-2.シミュレーション条件の入力	7
2-3.選択したPTCサーミスタの仕様確認	8
2-4.PTCサーミスタの特性図	9
2-5.Simulation結果の確認	10
<u>3.当ソフトウェア活用事例</u>	
3-1.PTCを用いた加熱検知回路例	13
3-2.130℃加熱検知回路の設計	14
3-3.回路条件の決定	15
3-4.PTCスペックの確認	16
3-5.シミュレーション結果の確認	17
3-6.固定抵抗R1の変更	18
3-7.固定抵抗R1とVthの関係性	19
3-8.回路の最適化	20
<u>4.Appendix</u>	
4-1.PRFシリーズの仕様一覧	22
4-2.標準数表	24

2. クイック操作ガイド

2-1. 操作画面説明

操作画面の説明

入力必要な箇所は図2の青枠で囲まれた所のみです。

赤枠で囲まれた領域は、選択されたPTCの品番情報や計算結果が自動で表示されます。

- 1) シミュレーション条件の入力
- 2) PTCサーミスタの品番選択
- 3) 選択した品番の仕様を確認
- 4) シミュレーション開始ボタンを押す
- 5) シミュレーション結果の確認

1)シミュレーション条件の入力

2)PTCサーミスタ品番の選択

4)シミュレーション開始ボタン

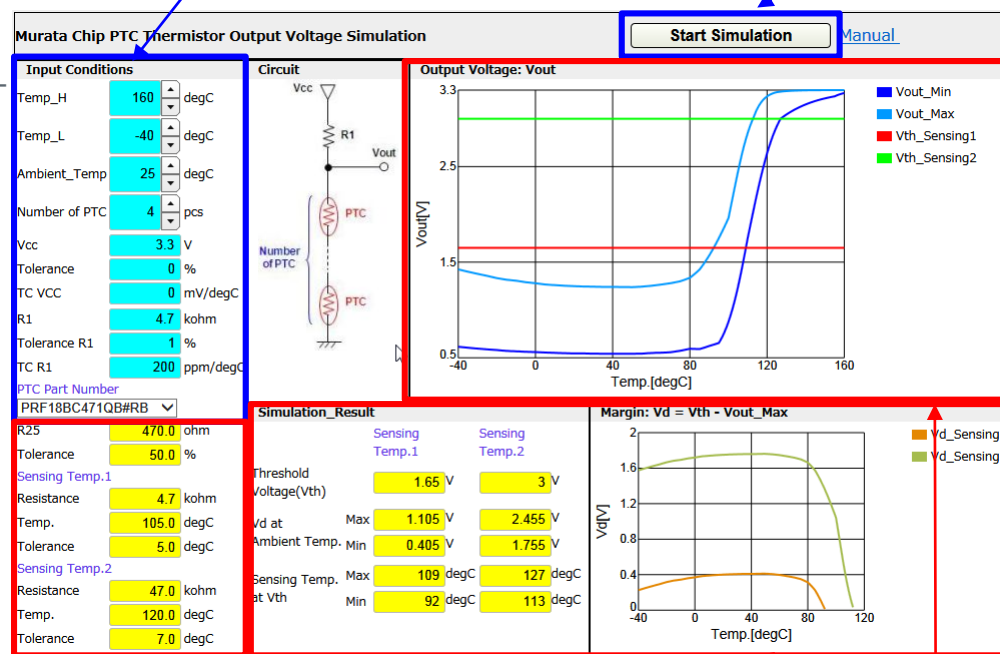


図2 シミュレーション操作画面

3) 選択した品番の仕様を確認

5) 計算結果

2. クイック操作ガイド

2-2. シミュレーション条件の入力

Input Conditions		
Temp_H	160	degC
Temp_L	-40	degC
Ambient_Temp	25	degC
Number of PTC	4	pcs
Vcc	3.3	V
Tolerance	0	%
TC VCC	0	mV/degC
R1	4.7	kohm
Tolerance R1	1	%
TC R1	200	ppm/degC
PTC Part Number		
PRF18BC471QB#RB		
R25	470.0	ohm
Tolerance	50.0	%
Sensing Temp.1		
Resistance	4.7	kohm
Temp.	105.0	degC
Tolerance	5.0	degC
Sensing Temp.2		
Resistance	47.0	kohm
Temp.	120.0	degC
Tolerance	7.0	degC

<シミュレーション条件の入力>

語句		詳細説明
Temp_H		シミュレーション温度範囲の下限。 -40℃~160℃で設定可能。
Temp_L		シミュレーション温度範囲の上限 40℃~160℃で設定可能。
Ambient Temp.		周辺温度。 40℃~160℃で設定可能。
Number of PTC		直列接続されるPTCサーミスタの個数 1~100個で設定可能。
Vcc	Vcc	回路の電源電圧
	Tolerance	電源電圧の偏差
	TC Vcc	電源電圧の温度依存症
R1	R1	PTCサーミスタと接続される分圧抵抗（固定抵抗）の抵抗値
	Tolerance	固定抵抗の偏差
	TC R1	固定抵抗の温度依存症

2. クイック操作ガイド

2-3. 選択したPTCサーミスタの仕様確認

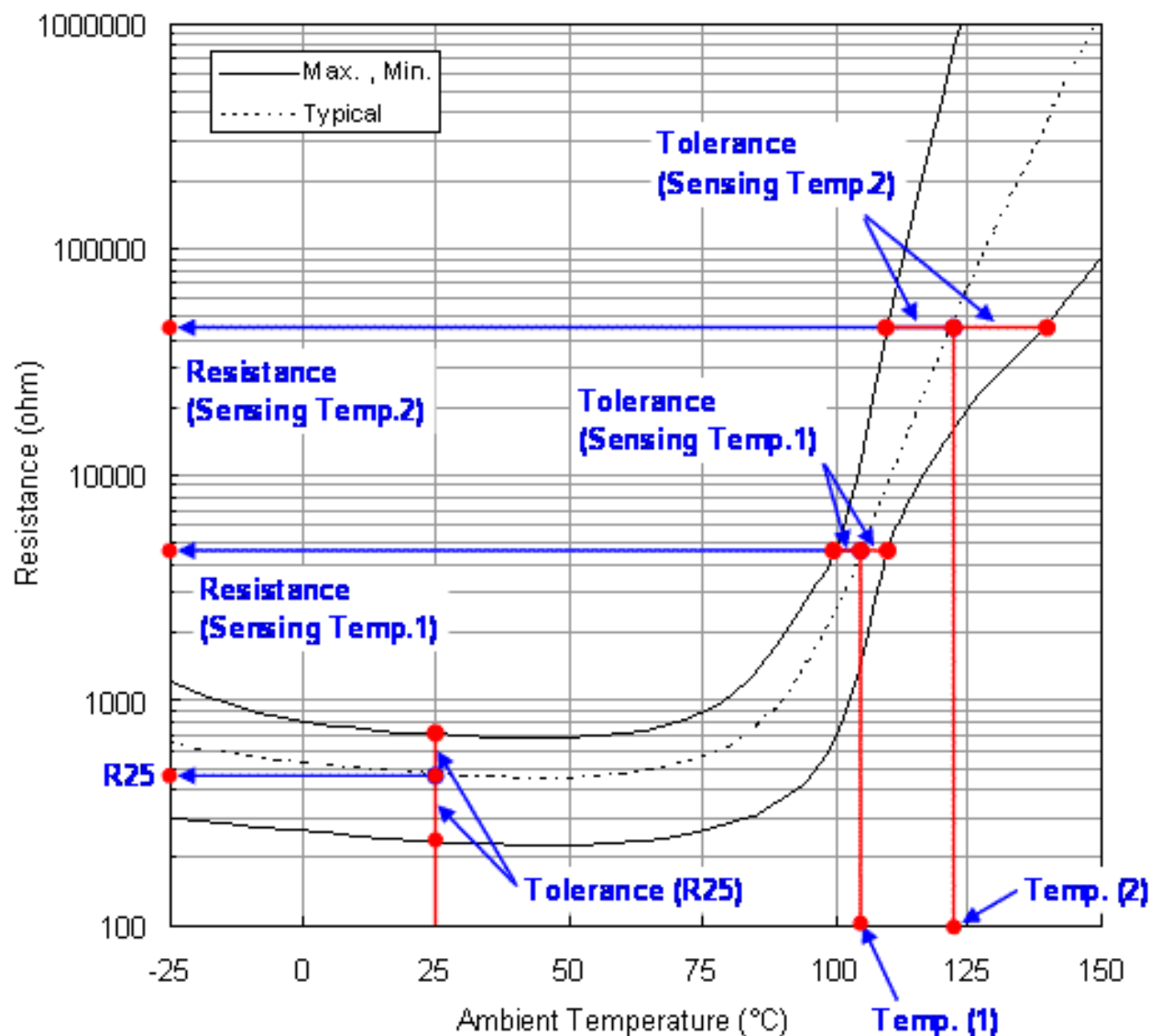
Input Conditions		
Temp_H	160	degC
Temp_L	-40	degC
Ambient_Temp	25	degC
Number of PTC	4	pcs
Vcc	3.3	V
Tolerance	0	%
TC VCC	0	mV/degC
R1	4.7	kohm
Tolerance R1	1	%
TC R1	200	ppm/degC
PTC Part Number		
PRF18BC471QB#RB		
R25	470.0	ohm
Tolerance	50.0	%
Sensing Temp.1		
Resistance	4.7	kohm
Temp.	105.0	degC
Tolerance	5.0	degC
Sensing Temp.2		
Resistance	47.0	kohm
Temp.	120.0	degC
Tolerance	7.0	degC

<選択したPTCサーミスタ品番の仕様>

語句		詳細説明
Part Number	PTC Part Number	シミュレーションに使用するPTCサーミスタの品名 ダイアログボックスで選択した品名が表示される
	R25	PTCサーミスタの25℃における抵抗値
	Tolerance	PTCサーミスタの25℃における抵抗値の偏差
Sensing Temp.1	Sensing Temp.1	検知点温度1 PTCサーミスタが特定の抵抗値になった時、素子の温度が何℃であることを示す
	Resistance	Sensing Temp.1における抵抗値（品番により異なる）
	Temp.	検知点温度1のセンター値
Sensing Temp.2	Tolerance	検知点温度1のセンター値に対する偏差
	Sensing Temp.2	検知点温度2 検知点温度を2点保証しているPTCサーミスタのみ表示される
	Resistance	Sensing Temp.2における抵抗値（品番により異なる）
Sensing Temp.2	Temp.	検知点温度2のセンター値
	Tolerance	検知点温度2のセンター値に対する偏差

2. クイック操作ガイド

2-4. PTCサーミスタの特性図



2. クイック操作ガイド

2-5. Simulation結果の確認

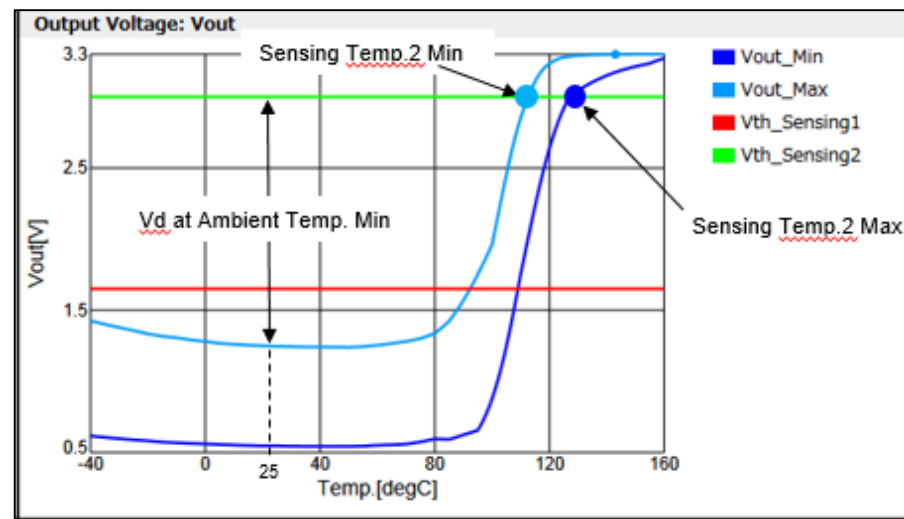
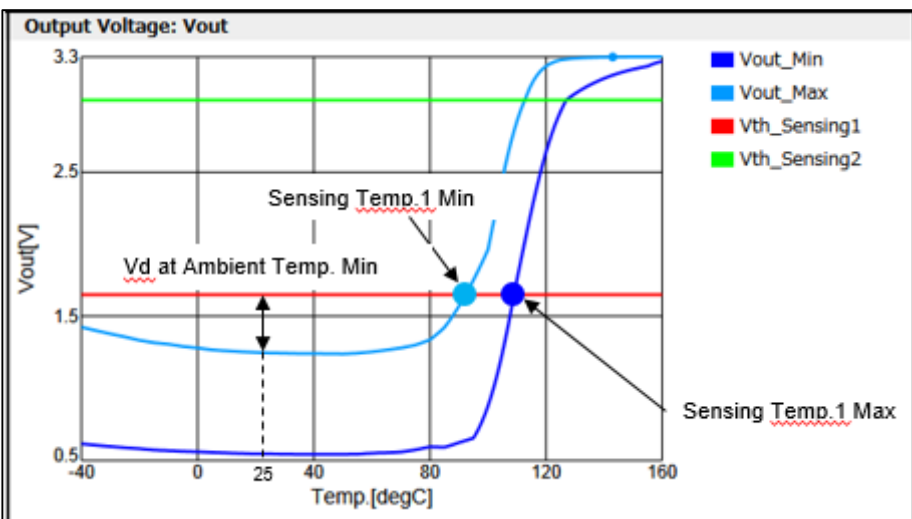


Simulation_Result

	Sensing Temp.1	Sensing Temp.2
Threshold Voltage(Vth)	1.65 V	3 V
Vd at Ambient Temp. Max	1.105 V	2.455 V
Vd at Ambient Temp. Min	0.405 V	1.755 V
Sensing Temp. at Vth Max	109 degC	127 degC
Sensing Temp. at Vth Min	92 degC	113 degC

<Simulation結果の確認>

Threshold Voltage(Vth)	Vth_Sensing1	Sensing Temp1におけるVout
	Vth_Sensing2	Sensing Temp2におけるVout
	Vd at Ambient Temp.	ある温度Tにおける電圧Voutと Sensing Temp(Vth)の電圧差
Vd	Min	Vd at Ambient Tempの最小値
	Max	Vd at Ambient Tempの最大値
	Sensing Temp. at Vth	検知点電圧をVthとしたときの温度検知範囲
SensingTemp. at Vth	Min	上記の最小値
	Max	上記の最大値



操作マニュアルは以上になります。
次ページ以降では当ソフトウェアを
最大限活用するためのテクニックと、
具体的な操作手順を紹介いたします。

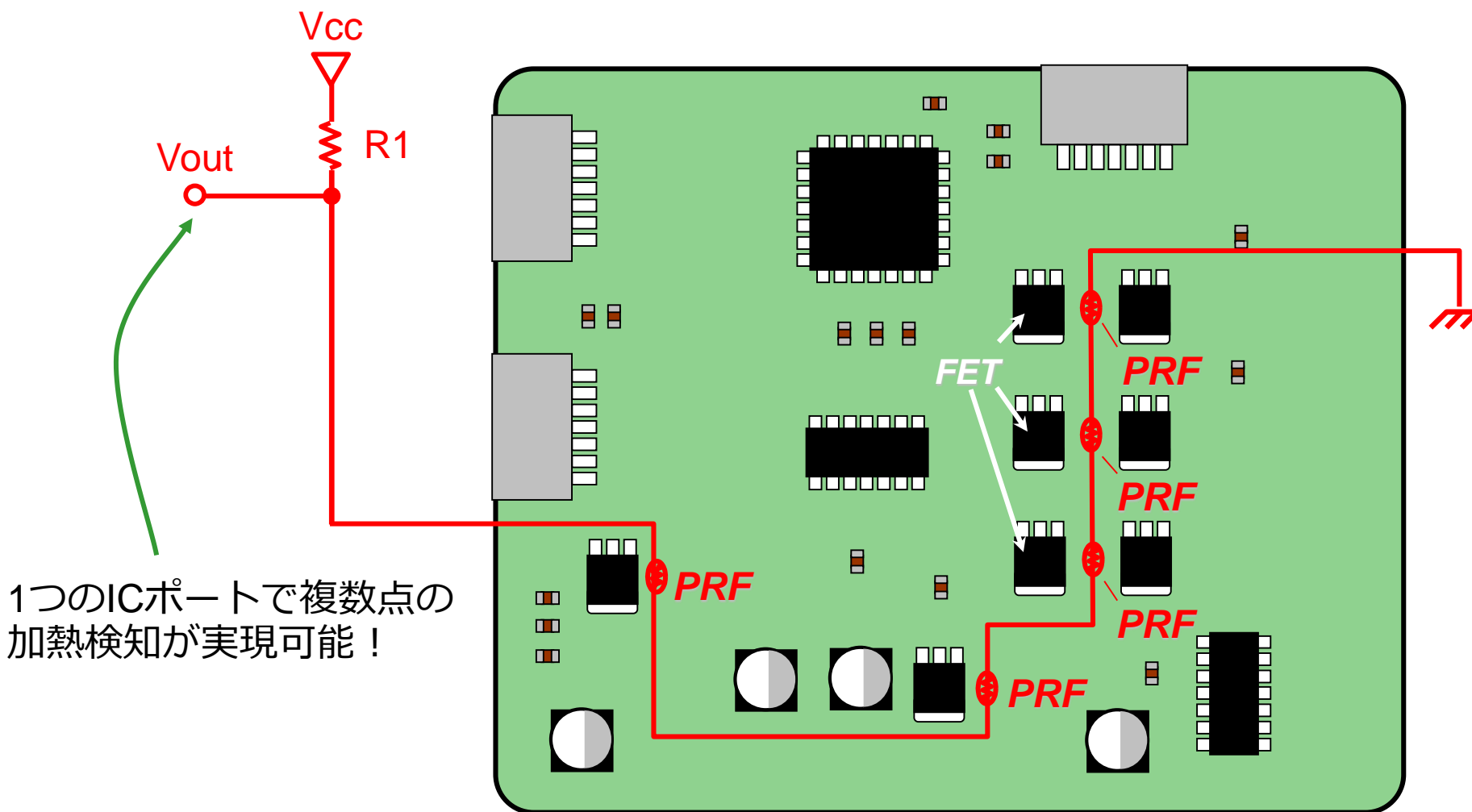


	ページ
1. <u>当ソフトウェアについて</u>	
1-1. 概要	3
1-2. 主な機能	4
2. <u>クイック操作ガイド</u>	
2-1. 操作画面説明	6
2-2. シミュレーション条件の入力	7
2-3. 選択したPTCサーミスタの仕様確認	8
2-4. PTCサーミスタの特性図	9
2-5. Simulation結果の確認	10
3. <u>当ソフトウェア活用事例</u>	
3-1. PTCを用いた加熱検知回路例	13
3-2. 130℃加熱検知回路の設計	14
3-3. 回路条件の決定	15
3-4. PTCスペックの確認	16
3-5. シミュレーション結果の確認	17
3-6. 固定抵抗R1の変更	18
3-7. 固定抵抗R1とVthの関係性	19
3-8. 回路の最適化	20
4. <u>Appendix</u>	
4-1. PRFシリーズの仕様一覧	22
4-2. 標準数表	24

3.当ソフトウェア活用事例

3-1. PTCを用いた加熱検知回路例

PRFシリーズを用いて、下図のように複数のFETの加熱検知を行う回路を設計可能です。
下記の回路を例に、シミュレーションを行ってみましょう。



3.当ソフトウェア活用事例

3-2. 130℃加熱検知回路の設計

-設計事例-

使用サーミスタ : PRF18BB471QB#RB

(サーミスタの選定にはP22-23の仕様一覧を参考ください)

回路 : 右図 (分圧抵抗+PTCサーミスタ5個)

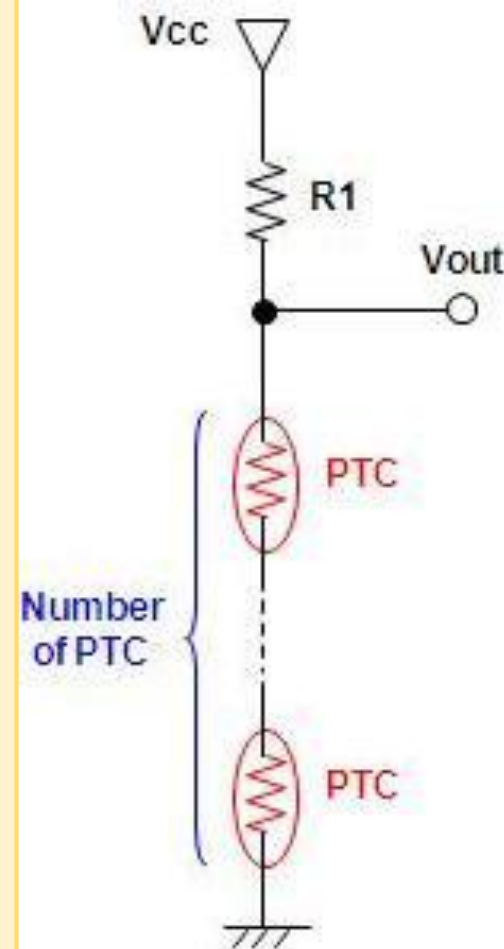
使用温度範囲 : -20℃～150℃

通常時周囲温度 : 25℃

入力電圧 V_{in} : 3V(電圧ばらつきはないものとする)

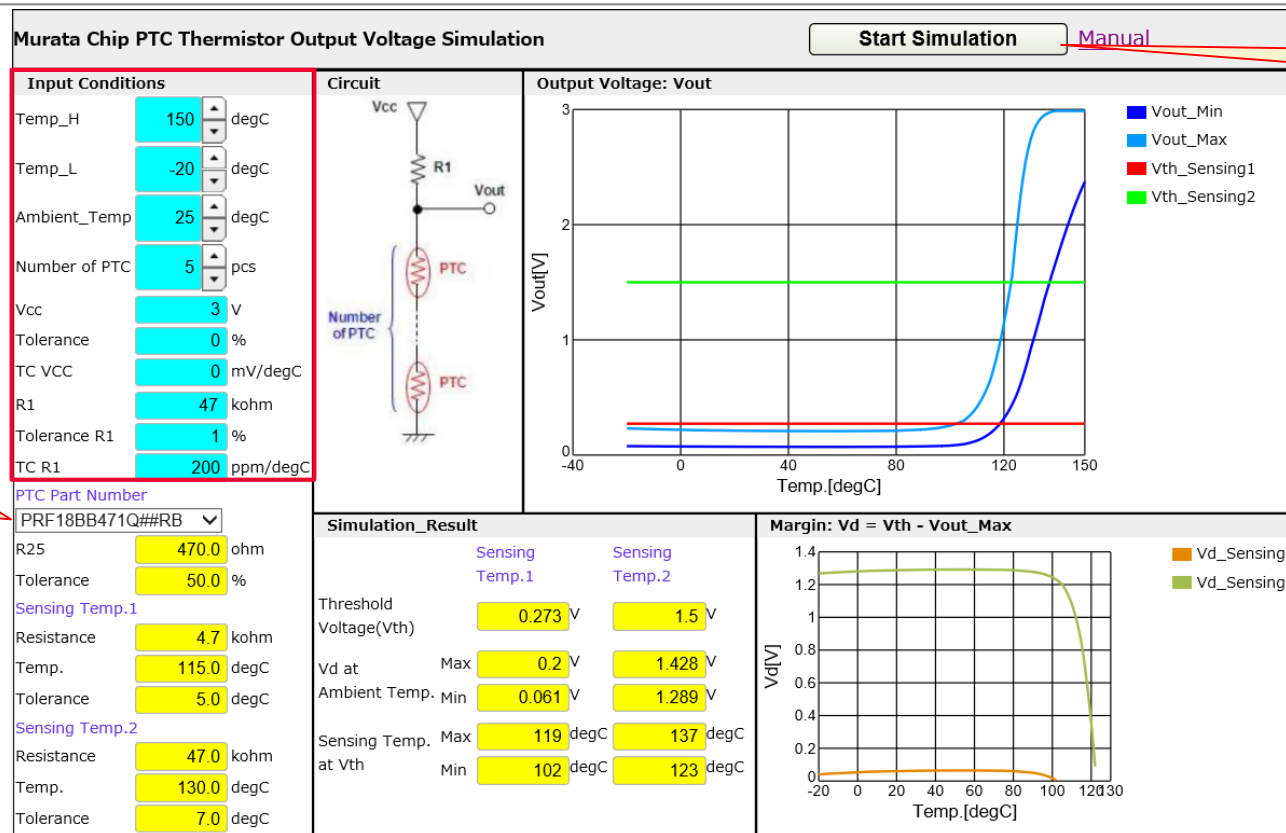
抵抗 $R1$: E24ステップに応じて調整可能

回路条件 : 130℃前後で加熱検知を行いたい
(通常時と加熱時で、 V_{out} が1V変動してほしい)



3.当ソフトウェア活用事例

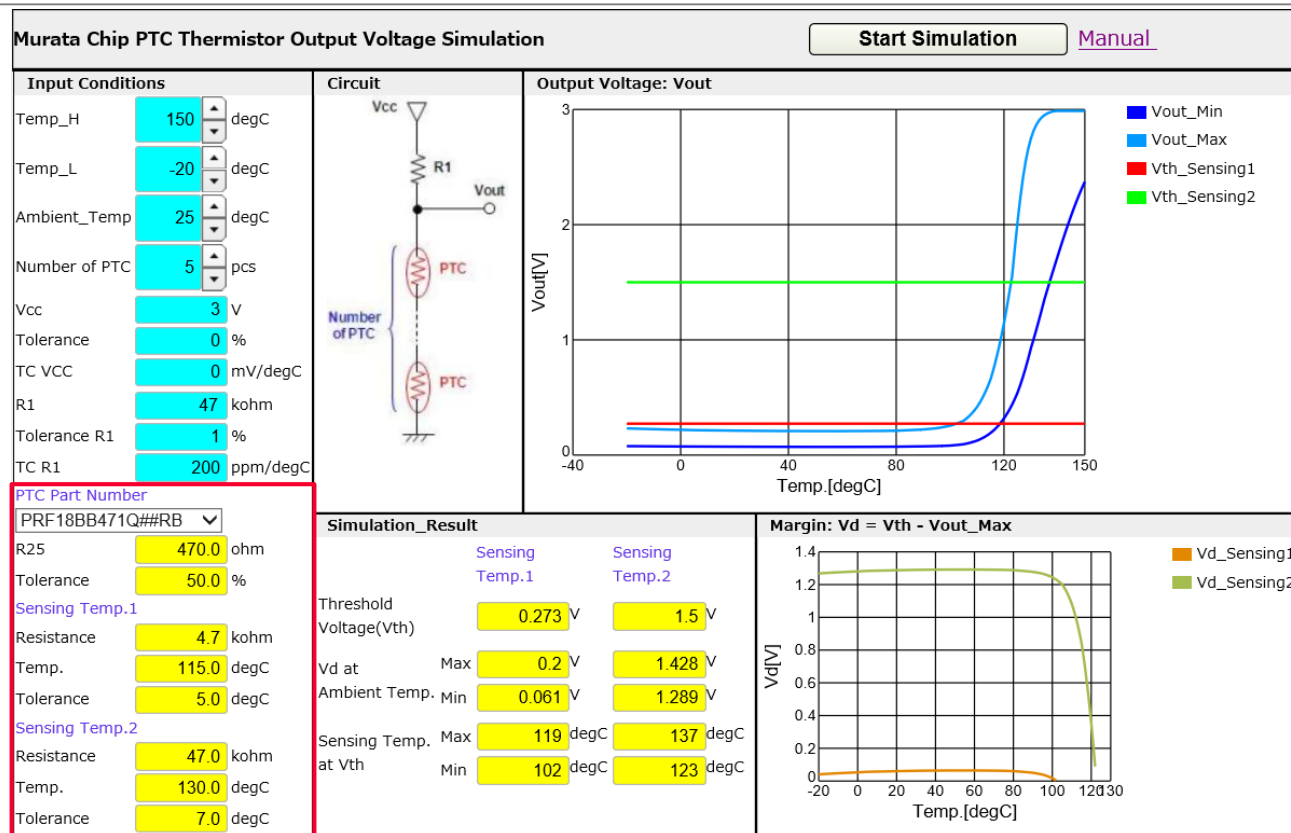
3-3.回路条件の決定



- (1) PTCの数を5にします。(R1はシミュレーション結果を見ながら後ほど調整します)
- (2) 使用するPTC品番をPRF18BB471QB#RBとします。
- (3) Start Simulation をクリックし、結果を表示させます。

3.当ソフトウェア活用事例

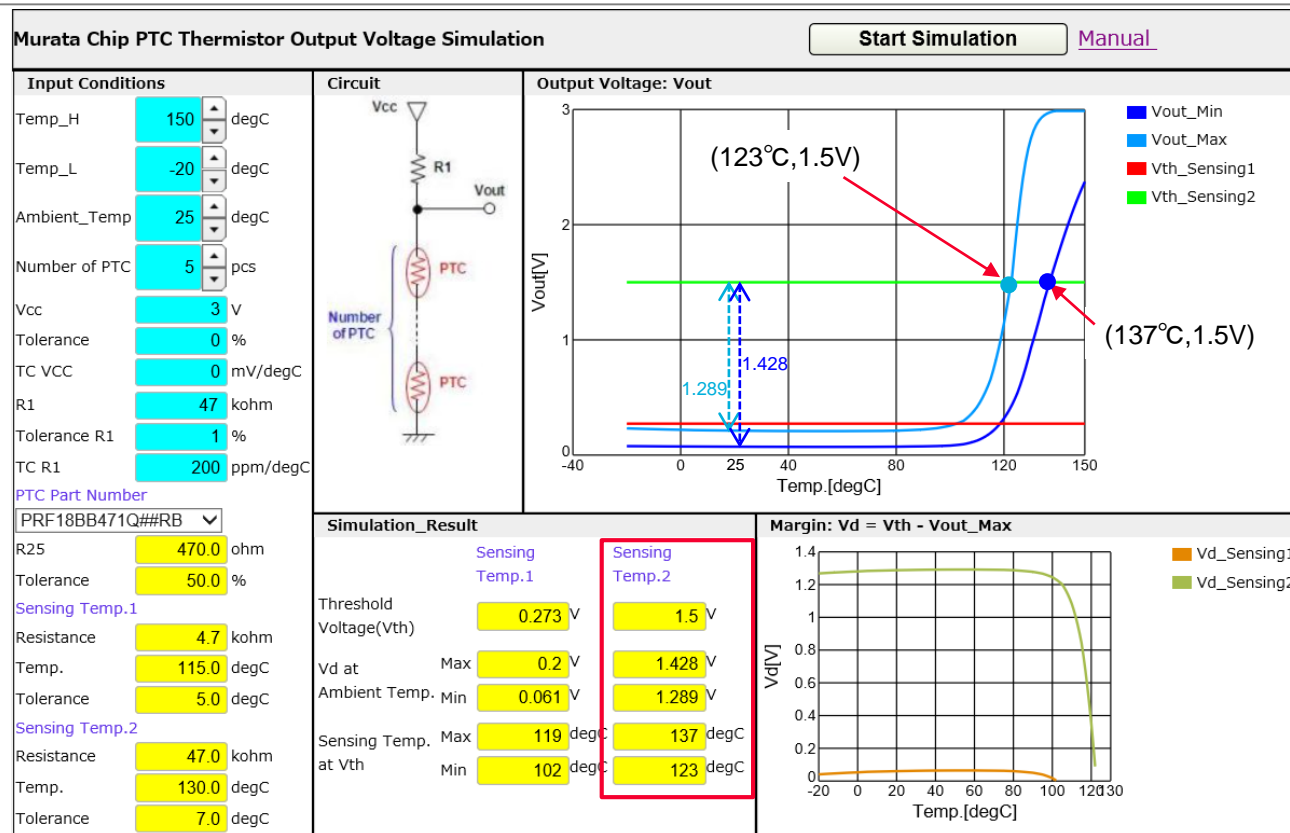
3-4.PTCスペックの確認



PTCのスペックを確認し、選定が正しいかを確認します。今回選択したサーミスタは、 $115 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (Sensing Temp_1) もしくは $130 \pm 7^{\circ}\text{C}$ (Sensing Temp_2) の検知用の製品です。今回は Temp_2 を利用して回路設計を行うこととします。
(Temp_1 は温度偏差が小さく、Temp_2 は電圧変動が大きいといった特徴があります。)

3.当ソフトウェア活用事例

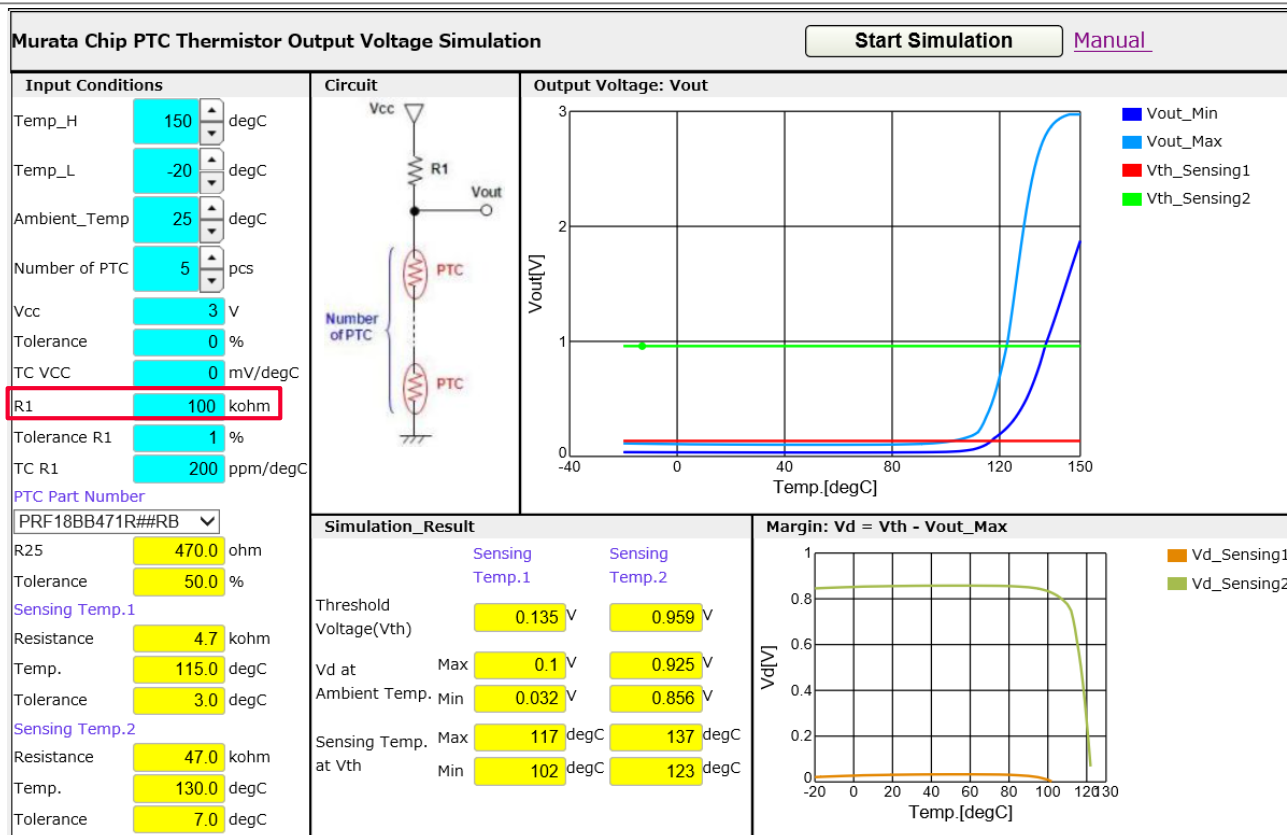
3-5.シミュレーション結果の確認



SensingTemp_2における、シミュレーション結果を確認します。
Vthに関する項目より、123-137℃の間に、Voutは1.5Vに達することがわかります。
また、Vd at ambient Tempは、今回は25℃と150℃でのVoutの変化量を示しており、
入力電圧3Vにおいて1.2V以上の電圧変化と、非常に大きな利得が得られることがわかります。
続いて、R1とシミュレーション結果の関係性を確認しましょう。

3.当ソフトウェア活用事例

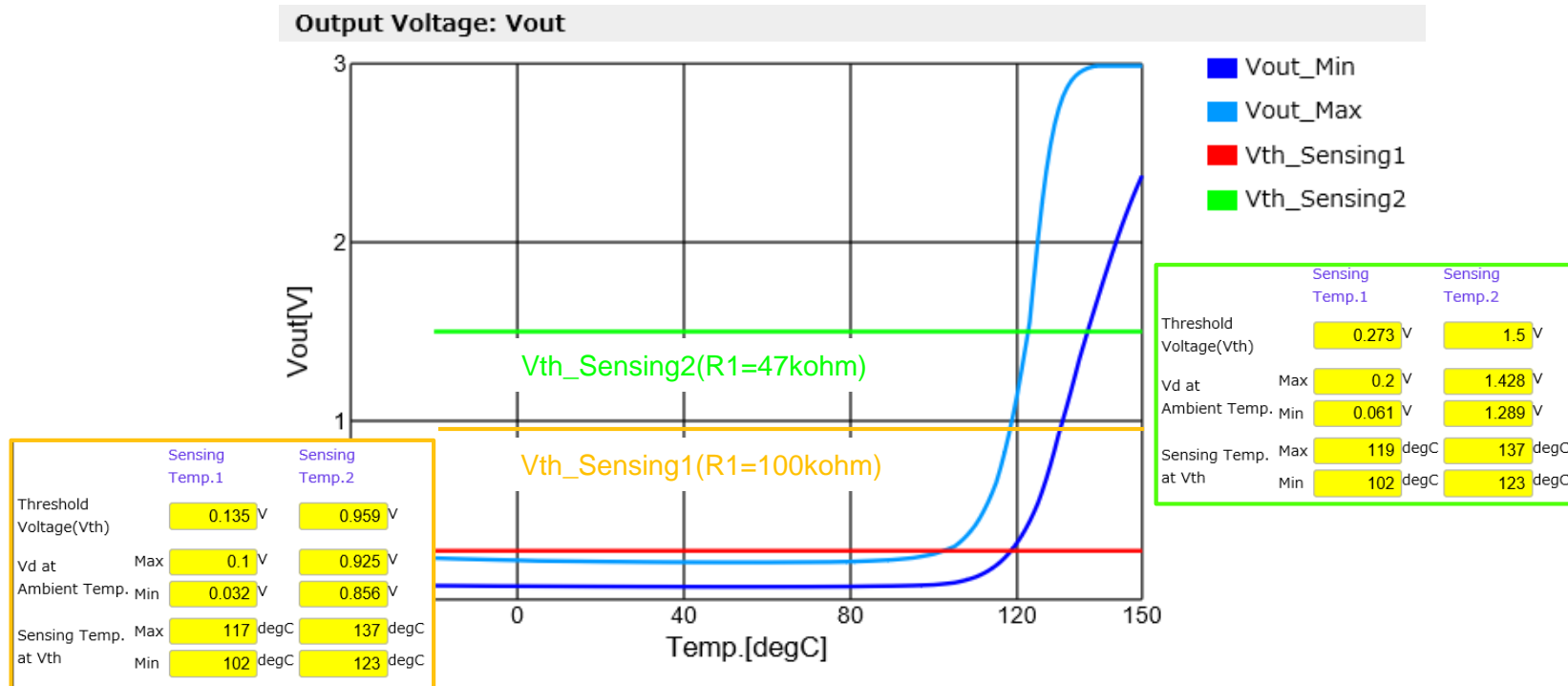
3-6.固定抵抗R1の変更



R1を100kohmとして、再度シミュレーションを行います。

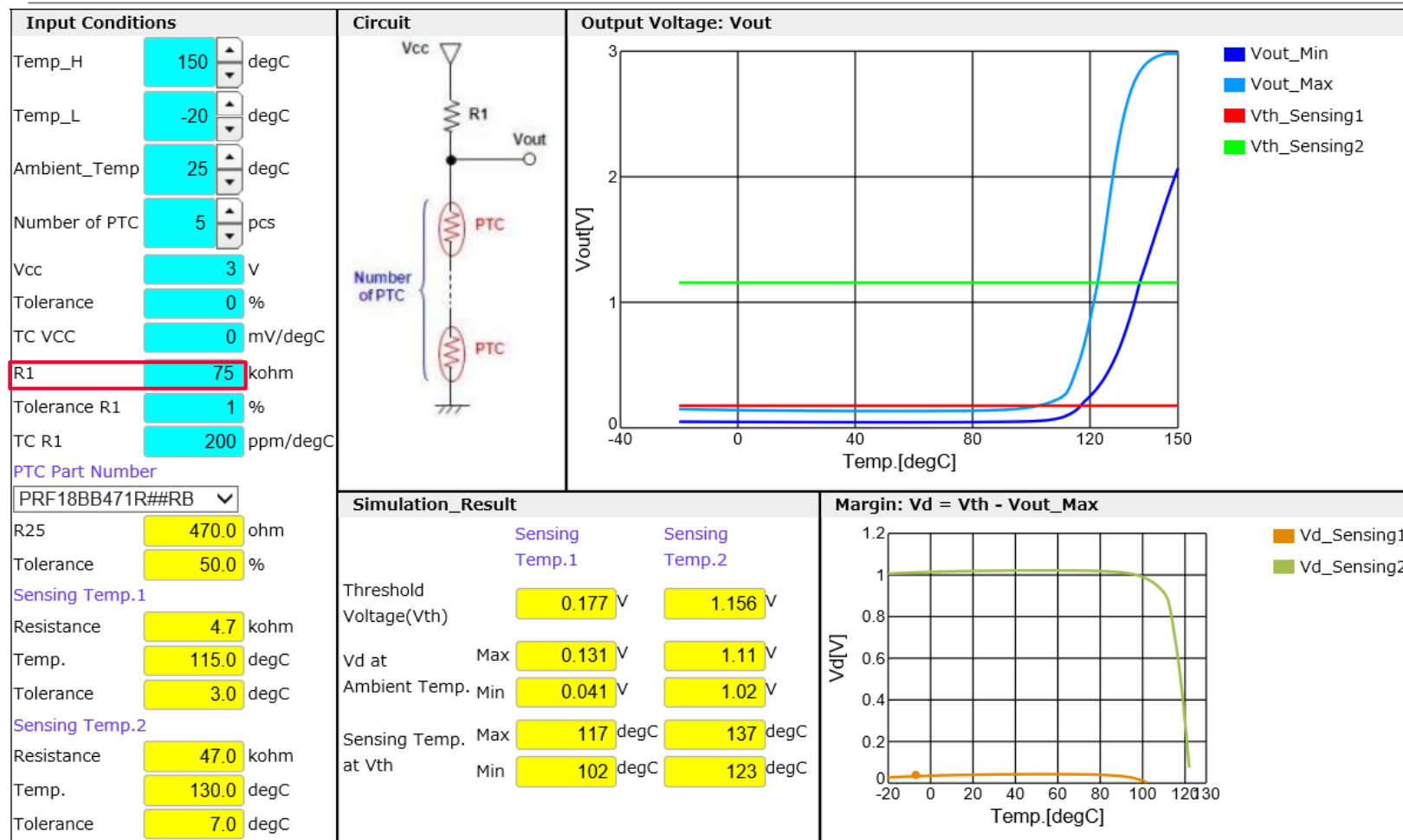
3.当ソフトウェア活用事例

3-7.固定抵抗R1とVthの関係性



R1=47kohmのときVth=1.5V、R1=100kohmのときVth=0.96Vとなることがわかります。
一般に**固定抵抗R1を大きくするとVth(検知温度におけるVout)は小さくなる関係が成り立ちます。**
制御ICの種類に応じて、所望のVoutを設定できます。
今回の設計条件は“通常時と加熱時でVoutが1V変動する”なので、再度R1を変更して最適条件を探します。

3.当ソフトウェア活用事例 3-8.回路の最適化



R1=75ohmとすることで、Vd at ambient Temp(25℃-130℃でのVout変化量)が1.02V-1.11Vとなり、所望の回路が得られました。

	ページ
<u>1.当ソフトウェアについて</u>	
1-1.概要	3
1-2.主な機能	4
<u>2.クイック操作ガイド</u>	
2-1.操作画面説明	6
2-2.シミュレーション条件の入力	7
2-3.選択したPTCサーミスタの仕様確認	8
2-4.PTCサーミスタの特性図	9
2-5.Simulation結果の確認	10
<u>3.当ソフトウェア活用事例</u>	
3-1.PTCを用いた加熱検知回路例	13
3-2.130℃加熱検知回路の設計	14
3-3.回路条件の決定	15
3-4.PTCスペックの確認	16
3-5.シミュレーション結果の確認	17
3-6.固定抵抗R1の変更	18
3-7.固定抵抗R1とVthの関係性	19
3-8.回路の最適化	20
<u>4.Appendix</u>	
4-1.PRFシリーズの仕様一覧	22
4-2.標準数表	24

4. Appendix

4-1. PRFシリーズの仕様一覧(1/2)

No.	Item	R25	Tolerance	CP	Sensing Temperature 1		Tolerance	Sensing Temperature 2		Tolerance
		[Ω]	[%]	[°C] (Typical)	Resistance [kΩ]	Temp. [°C]		Resistance [kΩ]	Temp. [°C]	
1	PRF15AR102RB#RC	1000	50	120	10	135	5	100	150	3
2	PRF15BA102RB#RC	1000	50	110	10	125	5	100	140	3
3	PRF15BB102RB#RC	1000	50	100	10	115	5	100	130	3
4	PRF15BC102RB#RC	1000	50	90	10	105	5	100	120	3
5	PRF15BD102RB#RC	1000	50	80	10	95	5	100	110	3
6	PRF15BE102RB#RC	1000	50	70	10	85	5	100	100	3
7	PRF15BF102RB#RC	1000	50	60	10	75	5	100	90	3
8	PRF15BG102RB#RC	1000	50	50	10	65	5	100	80	3
9	PRF15BB103RB#RC	10000	50	102	4700	130	3			
10	PRF15BE103RB#RC	10000	50	70	4700	100	3			
11	PRF15BG103RB#RC	10000	50	50	4700	80	3			
12	PRF18AS471QB#RB	470	50	130	4.7	145	5			
13	PRF18AR471QB#RB	470	50	120	4.7	135	5	47	150	7
14	PRF18BA471QB#RB	470	50	110	4.7	125	5	47	140	7
15	PRF18BB471QB#RB	470	50	100	4.7	115	5	47	130	7
16	PRF18BC471QB#RB	470	50	90	4.7	105	5	47	120	7
17	PRF18BD471QB#RB	470	50	80	4.7	95	5	47	110	7
18	PRF18BE471QB#RB	470	50	70	4.7	85	5	47	100	7
19	PRF18BF471QB#RB	470	50	60	4.7	75	5	47	90	7
20	PRF18BG471QB#RB	470	50	50	4.7	65	5	47	80	7
21	PRF18BB471RB#RB	470	50	100	4.7	115	3	47	130	7
22	PRF18BC471RB#RB	470	50	90	4.7	105	3	47	120	7
23	PRF18BD471RB#RB	470	50	80	4.7	95	3	47	110	7
24	PRF18BE471RB#RB	470	50	70	4.7	85	3	47	100	7
25	PRF18BF471RB#RB	470	50	70	4.7	75	3	47	90	7

4. Appendix

4-1. PRFシリーズの仕様一覧(2/2)

No.	Item	R25	Tolerance	CP	Sensing Temperature 1		Tolerance	Sensing Temperature 2		Tolerance
		[Ω]	[%]	[°C]	Resistance	Temp.		Resistance	Temp.	
				(Typical)	[kΩ]	[°C]		[kΩ]	[°C]	
26	PRF18BG471RB#RB	470	50	70	4.7	65	3	47	80	7
27	PRF21AS471QB#RA	470	50	130	4.7	145	5			
28	PRF21AR471QB#RA	470	50	120	4.7	135	5			
29	PRF21BA471QB#RA	470	50	110	4.7	125	5			
30	PRF21BB471QB#RA	470	50	100	4.7	115	5			
31	PRF21BC471QB#RA	470	50	90	4.7	105	5			
32	PRF21BD471QB#RA	470	50	80	4.7	95	5			
33	PRF21BE471QB#RA	470	50	70	4.7	85	5			
34	PRF18AS471QS#RB	470	50	130	4.7	145	5			
35	PRF18AR471QS#RB	470	50	120	4.7	135	5	47	150	7
36	PRF18BA471QS#RB	470	50	110	4.7	125	5	47	140	7
37	PRF18BB471QS#RB	470	50	100	4.7	115	5	47	130	7
38	PRF18BC471QS#RB	470	50	90	4.7	105	5	47	120	7
39	PRF18BD471QS#RB	470	50	80	4.7	95	5	47	110	7
40	PRF18BE471QS#RB	470	50	70	4.7	85	5	47	100	7
41	PRF18BF471QS#RB	470	50	60	4.7	75	5	47	90	7
42	PRF18BG471QS#RB	470	50	50	4.7	65	5	47	80	7
43	PRF18BB471RS#RB	470	50	100	4.7	115	3	47	130	7
44	PRF18BC471RS#RB	470	50	90	4.7	105	3	47	120	7
45	PRF18BD471RS#RB	470	50	80	4.7	95	3	47	110	7
46	PRF18BE471RS#RB	470	50	70	4.7	85	3	47	100	7
47	PRF18BF471RS#RB	470	50	70	4.7	75	3	47	90	7
48	PRF18BG471RS#RB	470	50	70	4.7	65	3	47	80	7

4. Appendix

4-3. 標準数表

E6	E24	E96
10	10	100
		102
		105
		107
	11	110
		113
		115
		118
	12	121
		124
		127
		130
	13	133
		137
		140
		143
15	15	147
		150
		154
		158
	16	162
		165
		169
		174
	18	178
		182
		187
		191
	20	196
		200
		205
		210

E6	E24	E96
22	22	215
		221
		226
		232
	24	237
		243
		249
		255
	27	261
		267
		274
		280
	30	287
		294
		301
		309
33	33	316
		324
		332
		340
	36	348
		357
		365
		374
	39	383
		392
		402
		412
	43	422
		432
		442
		453

E6	E24	E96
47	47	464
		475
		487
		499
	51	511
		523
		536
		549
	56	562
		576
		590
		604
	62	619
		634
		649
		665
68	68	681
		698
		715
		732
	75	750
		768
		787
		806
	82	825
		845
		866
		887
	91	909
		931
		953
		976