



اندازه‌گیری و کنترل کامپیوتری

تمرین چهارم

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

نیم سال دوم ۹۹-۰۰

استاد:

جناب آقای دکتر همت‌یار

نام و نام خانوادگی:

امیرمهدی نامجو - ۹۷۱۰۷۲۱۲



سوال ۳

$$150^{\circ}C = (150 + 273.15)K = 423.15K$$

$$150^{\circ}C = \left(\frac{9}{5}150 + 32\right)^{\circ}F = 302^{\circ}F$$

سوال ۶

$$\frac{9}{5}350 + 32 = 550^{\circ}F$$

$$\frac{9}{5}550 + 32 = 1022^{\circ}F$$

سوال ۹

برای تخمین خطی

$$\alpha_0 = \frac{1}{R(T_0)} \frac{R_2 - R_1}{T_2 - T_1} \alpha_0$$

در این جا

$$T_0 = 115^{\circ}C, T_1 = 100^{\circ}C, T_2 = 130^{\circ}C$$

$$R_0 = 589.48\Omega, R_1 = 573.40\Omega, R_2 = 605.52\Omega$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{589.48} \frac{(605.52 - 573.40)}{130 - 100} = 0.0018 \frac{1}{^{\circ}C}$$

$$R(T) = 589.48[1 + 0.0018(T - 115)]$$

برای تخمین: Quadratic

$$R(T) = R(T_0)[1 + \alpha_1\Delta T + \alpha_2(\Delta T)^2]$$

مقادیر را برای $100^{\circ}C$ و $130^{\circ}C$ در نظر می‌گیریم و براساس آن‌ها دو معادله دو مجهول تشکیل می‌دهیم:

$$573.40 = 589.48[1 - 15\alpha_1 + 225\alpha_2]$$

$$605.52 = 589.48[1 + 15\alpha_1 + 225\alpha_2]$$



$$-15\alpha_1 + 225\alpha_2 = -0.027278$$

$$15\alpha_1 + 225\alpha_2 = 0.027278$$

$$\alpha_1 = 1.82 \times 10^3 \frac{1}{^\circ C}, \alpha_2 = -1.51 \times 10^{-7} \left(\frac{1}{^\circ C}\right)^2$$

$$R(T) = 589.48[1 + 0.00182\Delta T + 1.51 \times 10^{-7}(\Delta T)^2]$$

در مورد خطا برای نقطه $105^\circ C$ بررسی می‌کنیم که مقدار مقاومت در آن 578.77Ω است:

$$R_{Linear} = 589.48[1 + 0.0018(105 - 115)] = 578.87$$

که خطای 0.17 درصدی نسبت به مقدار واقعی دارد و از آن بیش تر است.

$$R_{Quadratic} = 589.48[1 + 0.00182(105 - 115) - 1.51 \times 10^{-7} \times (105 - 115)^2] = 578.74\Omega$$

که خطای 0.005 درصدی دارد و به این میزان از عدد واقعی کمتر است.

۱ سوال ۱۲

برای این که اثر خود گرمایی را به $0.1^\circ C$ برسانیم داریم:

$$P = P_D \delta T = (5mW/^\circ C)(0.1^\circ C) = 500\mu W$$

همچنین داریم:

$$I = \sqrt{P/R} = \sqrt{\frac{5 \times 10^{-4}}{3.5 \times 10^3}} = 378\mu A$$

$$I = V/R + R_{TH} \rightarrow 378 \times 10^{-6} = 10/(R + 3500) \rightarrow R = 22955\Omega \approx 23k\Omega$$

با توجه به این که گفته شده شیب خط $10\%/^\circ C$ است یعنی در 21 درجه $3.5 - 0.35 = 3.15k\Omega$ و در 19 درجه مقاومت $3.5 + 3.5 = 3.85k\Omega$ است. برای بدست آوردن ولتاژ تقسیم کننده داریم:

$$V_D = 10 \frac{R_{TH}}{23k\Omega + R_{TH}}$$

$$T = 20^\circ C \rightarrow V_D = 1.32V$$

$$T = 21^\circ C \rightarrow V_D = 1.20V$$

$$T = 19^\circ C \rightarrow V_D = 1.43V$$



۲ سوال ۱۵

جدول Type-S در شکل زیر آمده است:

REOTEMP INSTRUMENTS										
ITS-90 Table for Type S Thermocouple (Ref Junction 0°C)										
http://reotemp.com										
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Thermoelectric Voltage in mV										
0	0.000	0.005	0.011	0.016	0.022	0.027	0.033	0.038	0.044	0.050
10	0.055	0.061	0.067	0.072	0.078	0.084	0.090	0.095	0.101	0.107
20	0.113	0.119	0.125	0.131	0.137	0.143	0.149	0.155	0.161	0.167
30	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.204	0.210	0.216	0.222	0.229
40	0.235	0.241	0.248	0.254	0.260	0.267	0.273	0.280	0.286	0.292
50	0.299	0.305	0.312	0.319	0.325	0.332	0.338	0.345	0.352	0.358
60	0.365	0.372	0.378	0.385	0.392	0.399	0.405	0.412	0.419	0.426
70	0.433	0.440	0.446	0.453	0.460	0.467	0.474	0.481	0.488	0.495
80	0.502	0.509	0.516	0.523	0.530	0.538	0.545	0.552	0.559	0.566
90	0.573	0.580	0.588	0.595	0.602	0.609	0.617	0.624	0.631	0.639
100	0.646	0.653	0.661	0.668	0.676	0.683	0.690	0.698	0.705	0.713
110	0.720	0.727	0.735	0.743	0.750	0.758	0.765	0.773	0.780	0.788
120	0.795	0.803	0.811	0.818	0.826	0.834	0.841	0.849	0.857	0.865
130	0.872	0.880	0.888	0.896	0.903	0.911	0.919	0.927	0.935	0.942
140	0.950	0.958	0.966	0.974	0.982	0.990	0.998	1.006	1.013	1.021
150	1.029	1.037	1.045	1.053	1.061	1.069	1.077	1.085	1.094	1.102
160	1.110	1.118	1.126	1.134	1.142	1.150	1.158	1.167	1.175	1.183
170	1.191	1.199	1.207	1.216	1.224	1.232	1.240	1.249	1.257	1.265
180	1.273	1.282	1.290	1.298	1.307	1.315	1.323	1.332	1.340	1.348
190	1.357	1.365	1.373	1.382	1.390	1.399	1.407	1.415	1.424	1.432
200	1.441	1.449	1.458	1.466	1.475	1.483	1.492	1.500	1.509	1.517
210	1.526	1.534	1.543	1.551	1.560	1.569	1.577	1.586	1.594	1.603
220	1.612	1.620	1.629	1.638	1.646	1.655	1.663	1.672	1.681	1.690
230	1.698	1.707	1.716	1.724	1.733	1.742	1.751	1.759	1.768	1.777
240	1.786	1.794	1.803	1.812	1.821	1.829	1.838	1.847	1.856	1.865
250	1.874	1.882	1.891	1.900	1.909	1.918	1.927	1.936	1.944	1.953
260	1.962	1.971	1.980	1.989	1.998	2.007	2.016	2.025	2.034	2.043
270	2.052	2.061	2.070	2.078	2.087	2.096	2.105	2.114	2.123	2.132
280	2.141	2.151	2.160	2.169	2.178	2.187	2.196	2.205	2.214	2.223
290	2.232	2.241	2.250	2.259	2.268	2.277	2.287	2.296	2.305	2.314
300	2.323	2.332	2.341	2.350	2.359	2.369	2.378	2.387	2.396	2.405
310	2.415	2.424	2.433	2.442	2.451	2.461	2.470	2.479	2.488	2.497
320	2.507	2.516	2.525	2.534	2.544	2.553	2.562	2.571	2.581	2.590
330	2.599	2.609	2.618	2.627	2.636	2.646	2.655	2.664	2.674	2.683
340	2.692	2.702	2.711	2.720	2.730	2.739	2.748	2.758	2.767	2.776
350	2.786	2.795	2.805	2.814	2.823	2.833	2.842	2.851	2.861	2.870
360	2.880	2.889	2.899	2.908	2.917	2.927	2.936	2.946	2.955	2.965
370	2.974	2.983	2.993	3.002	3.012	3.021	3.031	3.040	3.050	3.059
380	3.069	3.078	3.088	3.097	3.107	3.116	3.126	3.135	3.145	3.154
390	3.164	3.173	3.183	3.192	3.202	3.212	3.221	3.231	3.240	3.250
400	3.259	3.269	3.278	3.288	3.297	3.307	3.316	3.326	3.335	3.345



REOTEMP
INSTRUMENTS

ITS-90 Table for Type S Thermocouple (Ref Junction 0°C) http://reotemp.com

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermoelectric Voltage in mV											
800	7.345	7.356	7.367	7.378	7.388	7.399	7.410	7.421	7.432	7.443	7.454
810	7.454	7.465	7.476	7.487	7.497	7.508	7.519	7.530	7.541	7.552	7.563
820	7.563	7.574	7.585	7.596	7.607	7.618	7.629	7.640	7.651	7.662	7.673
830	7.673	7.684	7.695	7.706	7.717	7.728	7.739	7.750	7.761	7.772	7.783
840	7.783	7.794	7.805	7.816	7.827	7.838	7.849	7.860	7.871	7.882	7.893
850	7.893	7.904	7.915	7.926	7.937	7.948	7.959	7.970	7.981	7.992	8.003
860	8.003	8.014	8.026	8.037	8.048	8.059	8.070	8.081	8.092	8.103	8.114
870	8.114	8.125	8.137	8.148	8.159	8.170	8.181	8.192	8.203	8.214	8.226
880	8.226	8.237	8.248	8.259	8.270	8.281	8.293	8.304	8.315	8.326	8.337
890	8.337	8.348	8.360	8.371	8.382	8.393	8.404	8.416	8.427	8.438	8.449
900	8.449	8.460	8.472	8.483	8.494	8.505	8.517	8.528	8.539	8.550	8.562
910	8.562	8.573	8.584	8.595	8.607	8.618	8.629	8.640	8.652	8.663	8.674
920	8.674	8.685	8.697	8.708	8.719	8.731	8.742	8.753	8.765	8.776	8.787
930	8.787	8.798	8.810	8.821	8.832	8.844	8.855	8.866	8.878	8.889	8.900
940	8.900	8.912	8.923	8.935	8.946	8.957	8.969	8.980	8.991	9.003	9.014
950	9.014	9.025	9.037	9.048	9.060	9.071	9.082	9.094	9.105	9.117	9.128
960	9.128	9.139	9.151	9.162	9.174	9.185	9.197	9.208	9.219	9.231	9.242
970	9.242	9.254	9.265	9.277	9.288	9.300	9.311	9.323	9.334	9.345	9.357
980	9.357	9.368	9.380	9.391	9.403	9.414	9.426	9.437	9.449	9.460	9.472
990	9.472	9.483	9.495	9.506	9.518	9.529	9.541	9.552	9.564	9.576	9.587
1000	9.587	9.599	9.610	9.622	9.633	9.645	9.656	9.668	9.680	9.691	9.703
1010	9.703	9.714	9.726	9.737	9.749	9.761	9.772	9.784	9.795	9.807	9.819
1020	9.819	9.830	9.842	9.853	9.865	9.877	9.888	9.900	9.911	9.923	9.935
1030	9.935	9.946	9.958	9.970	9.981	9.993	10.005	10.016	10.028	10.040	10.051
1040	10.051	10.063	10.075	10.086	10.098	10.110	10.121	10.133	10.145	10.156	10.168
1050	10.168	10.180	10.191	10.203	10.215	10.227	10.238	10.250	10.262	10.273	10.285
1060	10.285	10.297	10.309	10.320	10.332	10.344	10.356	10.367	10.379	10.391	10.403
1070	10.403	10.414	10.426	10.438	10.450	10.461	10.473	10.485	10.497	10.509	10.520
1080	10.520	10.532	10.544	10.556	10.567	10.579	10.591	10.603	10.615	10.626	10.638
1090	10.638	10.650	10.662	10.674	10.686	10.697	10.709	10.721	10.733	10.745	10.757
1100	10.757	10.768	10.780	10.792	10.804	10.816	10.828	10.839	10.851	10.863	10.875
1110	10.875	10.887	10.899	10.911	10.922	10.934	10.946	10.958	10.970	10.982	10.994
1120	10.994	11.006	11.017	11.029	11.041	11.053	11.065	11.077	11.089	11.101	11.113
1130	11.113	11.125	11.136	11.148	11.160	11.172	11.184	11.196	11.208	11.220	11.232
1140	11.232	11.244	11.256	11.268	11.280	11.291	11.303	11.315	11.327	11.339	11.351
1150	11.351	11.363	11.375	11.387	11.399	11.411	11.423	11.435	11.447	11.459	11.471
1160	11.471	11.483	11.495	11.507	11.519	11.531	11.542	11.554	11.566	11.578	11.590
1170	11.590	11.602	11.614	11.626	11.638	11.650	11.662	11.674	11.686	11.698	11.710
1180	11.710	11.722	11.734	11.746	11.758	11.770	11.782	11.794	11.806	11.818	11.830
1190	11.830	11.842	11.854	11.866	11.878	11.890	11.902	11.914	11.926	11.939	11.951
1200	11.951	11.963	11.975	11.987	11.999	12.011	12.023	12.035	12.047	12.059	12.071
1210	12.071	12.083	12.095	12.107	12.119	12.131	12.143	12.155	12.167	12.179	12.191
1220	12.191	12.203	12.216	12.228	12.240	12.252	12.264	12.276	12.288	12.300	12.312
1230	12.312	12.324	12.336	12.348	12.360	12.372	12.384	12.397	12.409	12.421	12.433
1240	12.433	12.445	12.457	12.469	12.481	12.493	12.505	12.517	12.529	12.542	12.554
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

با توجه به رفرنس داده شده، باید تصحیح مربوط به آن را اعمال کنیم. برای 21 درجه رفرنس $0.119mV$ است. البته از طریق درون یابی روی نمودار هم می توان به این عدد رسید. پس در اصل ولتاژ را باید

$$V_c = 12.120 + 0.119 = 12.239mV$$

در نظر بگیریم. این عدد بین 1223 و 1224 در نمودار است. برای تعیین مقدار دقیق آن داریم:

$$T(12.239mV) = 1223 + \frac{1224 - 1223}{12.240 - 12.228}(12.239 - 12.228) = 1223.917 \approx 1223.92^\circ C$$