

Pt100，就是說它的阻值在 0 度時為 100 歐姆，負 200 度時為 18.52 歐姆，200 度時為 175.86 歐姆，800 度時為 375.70 歐姆。

熱電阻公式都是 $R_t=R_0(1+A*t+B*t^2)$ ； $R_t=R_0[1+A*t+B*t^2+C(t-100)*t^3]$ 的形式，t 表示攝氏溫度， R_0 是零攝氏度時的電阻值，A、B、C 都是規定的係數，對於 Pt100， R_0 就等於 100。

主要技術參數：

- 測量範圍：-200℃～+850℃；
- 允許偏差值 Δ ℃：A 級 $\pm(0.15+0.002|t|)$ ，B 級 $\pm(0.30+0.005|t|)$ ；
- 熱回應時間<30s；
- 最小置入深度：熱電阻的最小置入深度 ≥ 200 mm；
- 允通電流 ≤ 5 mA。

另外，Pt100 溫度感測器還具有抗振動、穩定性好、準確度高、耐高壓等優點。

電流不能大於 5mA，而電阻是隨溫度變化的，所以電壓也要注意。

爲了提高溫度測量的準確性，應使用 1V 電橋電源、A/D 轉換器的 5V 參考電源要穩定在 1mV 級；在價格允許的情況下，Pt100 感測器、A/D 轉換器和運放的線性度要高。同時，利用軟體矯正其誤差，可以使測得溫度的精度在 ± 0.2 ℃。

應用範圍

- 軸瓦、缸體、油管、水管、汽管、紡機、空調、熱水器等狹小空間工業設備測溫和
- 汽車空調、冰箱、冷櫃、飲水機、咖啡機、烘乾機以及中低溫乾燥箱、恆溫箱等
- 供熱/製冷管道熱量計量，中央空調分戶熱能計量和工業領域測溫和

特性指標

●測溫範圍:

-200-850℃

●探頭長度:

5cm/10cm/15cm/20cm

●探頭直徑:

$\Phi 5$ mm

●電阻變化:

$0.3851 \Omega / ^\circ\text{C}$

●安裝方式:

活動螺絲固定

●螺絲規格:

M8*1.0

●引線長度:

一般 2 米，可訂制長度（專用引線）

●引線接法:

三線式

●套管材質:

不銹鋼

●感測器件:

PT (鉑)

PT100 溫度感測器的使用

Pt100 溫度感測器是一個類比信號，它在實際應用中有二種形式：一種是不需要顯示的主要採集到 plc，這樣的話，在使用的時候就是只需要一塊 pt100 的積體電路，要注意的是這個積體電路採集的不是電流信號，而是電阻值。pt100 的積體電路（需要一個 + - 12VDC 電源提供工作電壓）直接把採集到的電阻變為 1-5VDC 輸入到 plc，經過簡單的加減乘除計算就可以得到相應的溫度值（這樣的形式可以同時採集多路）。還有一種就是單獨的一個 pt100 溫度感測器（工作電源是 24VDC），產生一個 4-20MA 的電流，然後再透過一個 4-20MA 電流電路板把 4-20MA 的電流變為 1-5V 電壓，這個不一樣的就是可以竄連一個電磁指示儀錶，其他的基本一樣就不作詳細說明了。

PT100 溫度感測器三根芯線的接法

PT100 鉑電阻感測器有三條引線，可用 A、B、C（或黑、紅、黃）來代表三根線，三根線之間有如下規律：

A 與 B 或 C 之間的阻值常溫下在 110 歐左右；

B 與 C 之間為 0 歐，B 與 C 在內部是直通的，原則上 B 與 C 沒什麼區別。

儀錶上接感測器的固定端子有三個：

A 線接在儀錶上接感測器的一個固定的端子，B 和 C 接在儀錶上的另外兩個固定端子，B 和 C 線的位置可以互換，但都得接上。如果中間接有加長線，三條導線的規格和長度要相同。

熱電阻的 3 線和 4 線接法：是採用 2 線、3 線、4 線，主要由使（選）用的二次儀錶來決定。

一般顯示儀錶提供三線接法，PT100 一端出一顆線，另一端出兩顆線，都接儀錶，儀錶內部透過橋抵消導線電阻。

PT100 溫度感測器採用三線式接法的原因：

PT100 溫度感測器 0°C 時電阻值為 100Ω，電阻變化率為 0.3851Ω/°C。由於其電阻值小，靈敏度高，所以引線的阻值不能忽略不計，採用三線式接法可消除引線線路電阻帶來的測量誤差，原理如下：

PT100 引出的三根導線截面積和長度均相同(即 $r_1=r_2=r_3$)，測量鉑電阻的電路一般是不平衡電橋，鉑電阻(R_{pt100})作為電橋的一個橋臂電阻，將導線一根(r_1)接到電橋的電源端，其餘兩根(r_2 、 r_3)分別接到鉑電阻所在的橋臂及與其相鄰的橋臂上，這樣兩橋臂都引入了相同阻值的引線電阻，電橋處於平衡狀態，引線線電阻的變化對測量結果沒有任何影響。

此溫度感測器為通用型產品，即插即用，用戶在選型時只需要講明探頭的長度。

一般 PLC 為四線，每端出兩顆線，兩顆接 PLC 輸出恒流源，PLC 透過另兩顆測量 PT100 上的電壓，也是為了抵消導線電阻，四線精確度最高，三線也可以，兩線最低，具體用法要考慮精度要求和成本。

- Ø 怎樣判斷 pt100 的好壞，用萬用表能測量麼？
根據分度表參照當時溫度看阻值是否相符
- Ø 通常情況下是這樣的，將一個基準電壓加在 pt100 回路上，測量 pt100 上的電壓信號（mv），阻值變化是電壓信號自然也變化，再經過運放放大後進入 A/D 晶片進行 A/D 轉換，經過程式再將電壓信號換算成電阻值，採用查表方式（將電阻值和相對應的溫度值做成表格放到晶片 rom 中）的到溫度值。
- Ø 一般短距離選用二線制接法，中距離選用三線制接法，要求精度高、近距離選用四線制接法。三線制比兩線制的好處是可以補償線路電阻的偏差，和抗干擾不是一個概念。三種各自的優缺點有許多說法，不一而足 二線制不能消除導線電阻的影響。四線制可以消除導線電阻的影響。四線制的 PT100 有兩根線是用於測量的，另兩根是用於補償的，四線制的 PT100 有兩根線（熱電阻兩端各一根）是提供電流的，另兩根是採集電壓的。具體用哪種電路應該根據系統要求決定，如果精度要求一般，採用三線是經濟、穩定、實用的選擇
- Ø 輸入（3 根線）、輸出、電源三隔離為四線制，設備在控制室；輸入（3 根線）、輸出、電源三不隔離為三線制，設備在控制室或感測器內；輸入（3 根線）、（輸出、電源共用 2 根線）三不隔離為二線制，設備在感測器內、為一體化
- Ø 由於微處理器的發展，可對 Pt100 的非線性進行校正，因此 Pt100 感測器大都採用四線制測量法(非橋路法)，其測量原理：
Pt100 感測器四線制測量電路
Pt100 兩端電壓 $U_1 = I_S R_t$ 。 I_S 為恒流， R_t 為 Pt100 阻值。
引線 L_1 、 L_2 存在電阻會影響測量結果，為此，將 L_1 、 L_2 埠處信號輸入高輸入電阻抗 ($> 10^{12} \Omega$)，差分放大，這樣 L_1 、 L_2 中電流 ≈ 0 ， L_1 、 L_2 電阻可忽略不計，所以有 $U_f = U_1$ 。這也消除了引線電阻。
- Ø 模擬熱電偶測試
最准的校法就是用電阻箱了，多路也只會有一個一個慢慢來。熱電偶用毫伏計 模擬輸出校二次表，毫伏計同樣可以測量熱電偶。這些都不難，難的是建立一個標準的恒定的溫場。
- Ø 電壓和溫度的關係一般是非線性的，對於 8 位元單片機還是查表法好

引言

PT100 是一種廣泛應用的測溫元件，在 $-50^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 範圍內具有其他任何溫度感測器無可比擬的優勢，包括高精度、穩定性好、抗干擾能力強等。由於鉑熱電阻的電阻值與溫度成非線性關係，所以本模組需要進行非線性校正，一般的模組採用類比電路校正，這種校正的精度不高，而且溫漂等受干擾的程度也比較大。本模組採用了軟體查表插值

的方法進行校正，最後轉換成 III 型信號。III 型信號是當被測信號從下量程到上量程 (0%~100%) 變化時，輸出線上對應 4-20mA 電流的變化。此外模組還具有 MODBUS 協定的通訊埠，可以直接和任何 MODBUS 口連接。

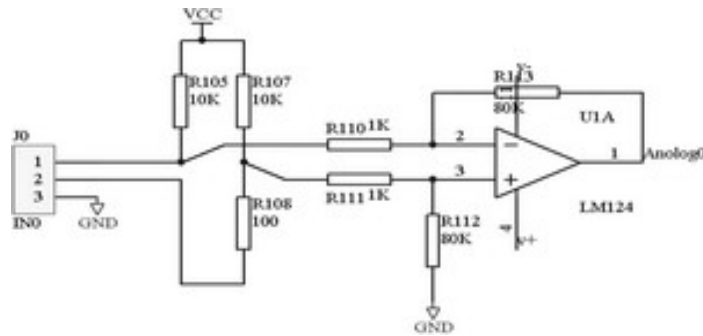


圖 1 採樣電路

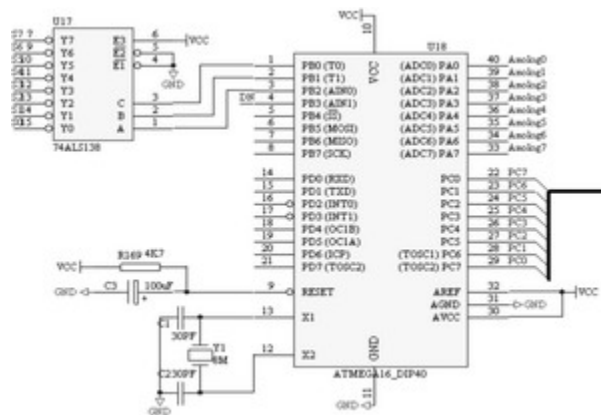


圖 2 主機電路

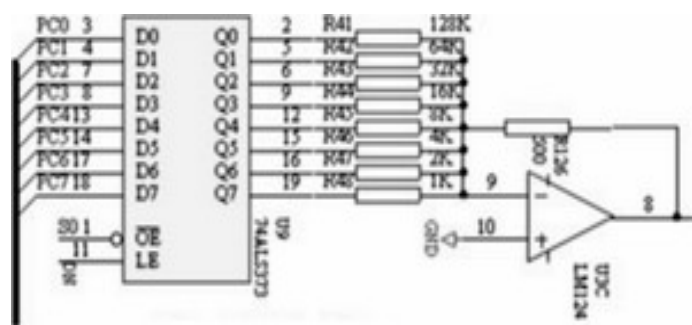


圖 3 D/A 電路

系統設計

整個模組基於 AVR 新型的 Atmega16 單片機，採用三線制形式，這樣可以去除導線電阻帶來的零點不準確，經過差分放大電路直接得到 0~5V 的信號電壓，這樣就可以直接輸入到 A/D 轉換器。

資料處理部分，將 PT100 分度表中的每隔 10°C 的電阻值寫入到快閃記憶體中，這樣，將得到電壓值回算到電阻值，這樣進行查表，當電阻位於某一段之間時，再進行線性處理，這樣系統的線性化程度比較高可以達到 0.2%。

D/A 轉換系統採用 373 晶片作為鎖存器，採用權電阻網路進行 D/A 轉換，這樣可以節

省成本，而且精度也可以得到保證。

最後再經過一個電壓電流轉換部分，把信號以 III 型信號傳送出去，完成模組的功能。

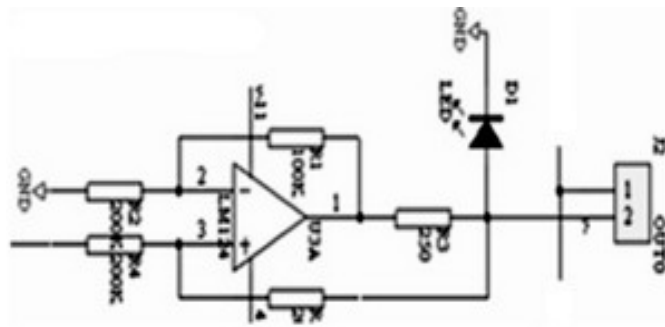


圖 4 V/I 轉換電路

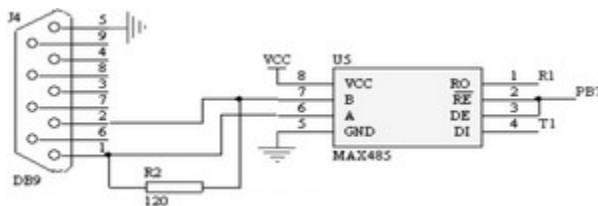


圖 5 485 通訊電路

採樣電路

採樣電路如圖 1 所示，PT100 以三線制接到 J0，這樣連接 PT100 的兩側的導線長度相等，而且分別加在兩側的橋臂上，這樣導線電阻得以消除，當 PT100 輸出 100Ω 時可以調節 R1 的阻值，以調整溫度下限，當溫度範圍是 0~300°C 時，電橋電壓經過放大後，Analog0 的電壓正好是 0~5V，這樣可以完整使用單片機的 A/D 轉換器的轉換精度。

主機電路

主機電路如圖 2。CPU 採用 Atmega16，它自帶 8 路 10 位 A/D 轉換器，轉換速度快，精度高，而且不需要外擴任何器件。74LS138 用來解碼，分別選通各路的鎖存器。採用 8MHz 的晶振，速度完全可以滿足系統的要求。A/D 轉換的參考電壓直接是 VCC，這可節省硬體，簡化電路，在對精度要求較高的情況下可以選擇精密穩壓器件，如 TL431。

D/A 轉換電路

爲了節省成本，本系統沒有採用專用 D/A 轉換晶片，而是運用 D/A 轉換的原理，利用權電阻網路進行 D/A 轉換器，這樣精度可以保證，而且速度比較快，CPU 控制也是比較簡單的。電路如圖 3 所示。

74IS373 鎖存器，鎖存 CPU 每次更新的資料，OE 接腳接 138 晶片的片選信號，LE 下降沿時資料鎖存。

V/I 轉換電路

V/I 轉換電路如圖 4 所示，它將 A/D 轉換後得到的電壓信號，轉換成 4-20mA III 型信號輸出。 $I=V/R3$ 。

RS-485 通訊電路

通訊晶片選用 MAX485 晶片，將收允許和發允許接在一起(見圖 5)，用一個口線進行控制，正常情況下，收允許，在需要發送的時候，設為發允許。

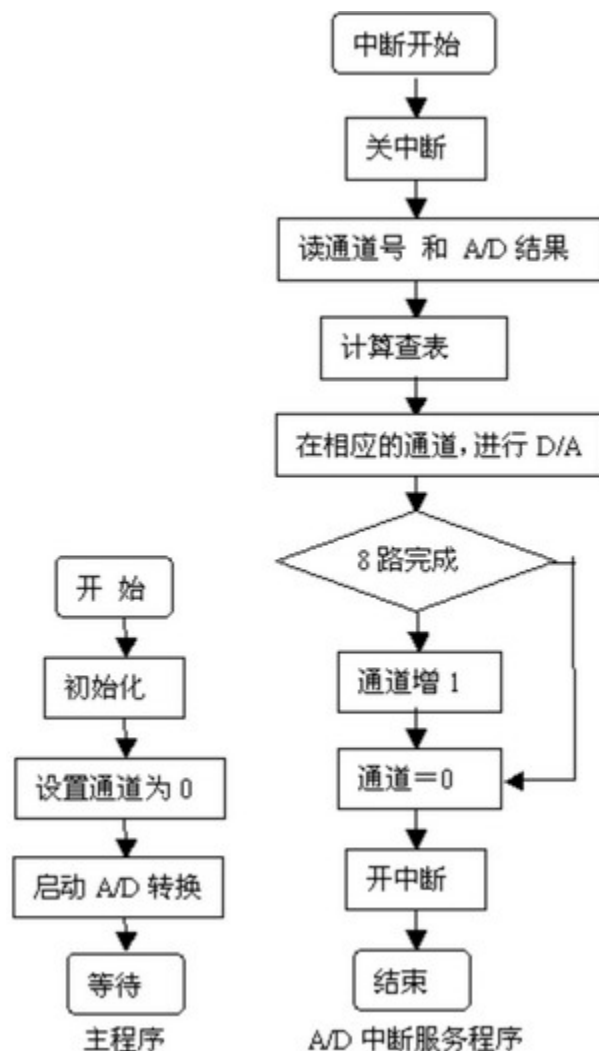


圖 6 軟體流程

軟體設計

軟體設計是本系統的關鍵，也是與眾不同的地方。一般的鉑電阻轉 III 型信號的模組都是採用類比電路，沒有軟體部分。本系統採用數位化線性校正將大大提高模組的精度。軟體流程見圖 6。軟體分主程序，中斷服務副程式，所有程式均由 C 語言編寫。程式在 ICCAVR6.30 調試。

結語

基於單片機的 PT100 – III 型信號轉換模組具有精度高、可數位通訊、可升級等優點。本模組已經用於多個火力發電廠煙氣溫度檢測，其中採用 III 型信號和數位通訊的都有，均取得了良好的效果。

PT100 原理及分度表

電阻式溫度感測器(RTD,Resistance Temperature Detector)——一種物質材料作成的電阻,它會隨溫度的上升而改變電阻值,如果它隨溫度的上升而電阻值也跟著上升就稱為正電阻係數,如果它隨溫度的上升而電阻值反而下降就稱為負電阻係數。大部分電阻式溫度感測器是以金屬作成的,其中以鉑(Pt)作成的電阻式溫度檢測器,最為穩定—耐酸堊、不會變質、相當線性...,最受工業界採用。

PT100 溫度感測器是一種以鉑(Pt)作成的電阻式溫度感測器,屬於正電阻係數,其電阻和溫度變化的關係式如下： $R=R_0(1+\alpha T)$

其中 $\alpha=0.00392$, R_0 為 100Ω (在 0°C 的電阻值), T 為攝氏溫度,因此白金作成的電阻式溫度感測器,又稱為 PT100

溫度 °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
電阻值 (Ω)										
-200	18.52									
-190	22.83	22.40	21.9	21.5	21.1	20.6	20.2	19.8	19.3	18.9
-180	27.10	26.67	7	4	1	8	5	2	8	5
-170	31.34	30.91	26.2	25.8	25.3	24.9	24.5	24.1	23.6	23.2
-160	35.54	35.12	4	2	9	7	4	1	8	5
-150	39.72	39.31	30.4	30.0	29.6	29.2	28.8	28.3	27.9	27.5
			9	7	4	2	0	7	5	2
			34.7	34.2	33.8	33.4	33.0	32.6	32.1	31.7
			0	8	6	4	2	0	8	6
			38.8	38.4	38.0	37.6	37.2	36.8	36.3	35.9
			9	7	5	4	2	0	8	6
-140	43.88	43.46	43.0	42.6	42.2	41.8	41.3	40.9	40.5	40.1
-130	48.00	47.59	5	3	2	0	9	7	6	4
-120	52.11	51.70	47.1	46.7	46.3	45.9	45.5	45.1	44.7	44.2
-110	56.19	55.79	8	7	6	4	3	2	0	9
-100	60.26	59.85	51.2	50.8	50.4	50.0	49.6	49.2	48.8	48.4
			9	8	7	6	5	4	3	2
			55.3	54.9	54.5	54.1	53.7	53.3	52.9	52.5
			8	7	6	5	5	4	3	2
			59.4	59.0	58.6	58.2	57.8	57.4	57.0	56.6
			4	4	3	3	2	1	1	0
-90	64.30	63.90	63.4	63.0	62.6	62.2	61.8	61.4	61.0	60.6
-80	68.33	67.92	9	9	8	8	8	7	7	6
-70	72.33	71.93	67.5	67.1	66.7	66.3	65.9	65.5	65.1	64.7
-60	76.33	75.93	2	2	2	1	1	1	1	0

-50	80.31	79.91	71.5 3 75.5 3 79.5 1	71.1 3 75.1 3 79.1 1	70.7 3 74.7 3 78.7 2	70.3 3 74.3 3 78.3 2	69.9 3 73.9 3 77.9 2	69.5 3 73.5 3 77.5 2	69.1 3 73.1 3 77.1 2	68.7 3 72.7 3 76.7 3
-40	84.27	83.87	83.4	83.0	82.6	82.2	81.8	81.5	81.1	80.7
-30	88.22	87.83	8	8	9	9	9	0	0	0
-20	92.16	91.77	87.4	87.0	86.6	86.2	85.8	85.4	85.0	84.6
-10	96.09	95.69	3	4	4	5	5	6	6	7
0	100.00	99.61	91.3 7 95.3 0 99.2 2	90.9 8 94.9 1 98.8 3	90.5 9 94.5 2 98.4 4	90.1 9 94.1 2 98.0 4	89.8 0 93.7 3 97.6 5	89.4 0 93.3 4 97.2 6	89.0 1 92.9 5 96.8 7	88.6 2 92.5 5 96.4 8
0	100.00	100.39	100.	101.	101.	101.	102.	102.	103.	103.
	103.90	104.29	78	17	56	95	34	73	12	51
	107.79	108.18	104.	105.	105.	105.	106.	106.	107.	107.
10	111.67	112.06	68	07	46	85	24	63	02	40
	115.54	115.93	108.	108.	109.	109.	110.	110.	110.	111.
20			57	96	35	73	12	51	90	29
			112.	112.	113.	113.	114.	114.	114.	115.
30			45	83	22	61	00	38	77	15
			116.	116.	117.	117.	117.	118.	118.	119.
40			31	70	08	47	86	24	63	01
50	119.40	119.78	120.	120.	120.	121.	121.	122.	122.	122.
60	123.24	123.63	17	55	94	32	71	09	47	86
70	127.08	127.46	124.	124.	124.	125.	125.	125.	126.	126.
80	130.90	131.28	01	39	78	16	54	93	31	69
90	134.71	135.09	127.	128.	128.	128.	129.	129.	130.	130.
			84	22	61	99	37	75	13	52
			131.	132.	132.	132.	133.	133.	133.	134.
			66	04	42	80	18	57	95	33
			135.	135.	136.	136.	136.	137.	137.	138.
			47	85	23	61	99	37	75	13
100	138.51	138.88	139.	139.	140.	140.	140.	141.	141.	141.
110	142.29	142.67	26	64	02	40	78	16	54	91
120	146.07	146.44	143.	143.	143.	144.	144.	144.	145.	145.
130	149.83	150.21	05	43	80	18	56	94	31	69
140	153.58	153.96	146.	147.	147.	147.	148.	148.	149.	149.
			82	20	57	95	33	70	08	46
			150.	150.	151.	151.	152.	152.	152.	153.

			58 154. 33	96 154. 71	33 155. 08	71 155. 46	08 155. 83	46 156. 20	83 156. 58	21 156. 95
150	157.33	157.70	158.	158.	158.	159.	159.	159.	160.	160.
160	161.05	161.43	07	45	82	19	56	94	31	68
170	164.77	165.14	161.	162.	162.	162.	163.	163.	164.	164.
180	168.48	168.85	80	17	54	91	29	66	03	40
190	172.17	172.54	165.	165.	166.	166.	167.	167.	167.	168.
			51	89	26	63	00	37	74	11
			169.	169.	169.	170.	170.	171.	171.	171.
			22	59	96	33	70	07	43	80
			172.	173.	173.	174.	174.	174.	175.	175.
			91	28	65	02	38	75	12	49
200	175.86	176.22	176.	176.	177.	177.	178.	178.	178.	179.
210	179.53	179.89	59	96	33	69	06	43	79	16
220	183.19	183.55	180.	180.	180.	181.	181.	182.	182.	182.
230	186.84	187.20	26	63	99	36	72	09	46	82
240	190.47	190.84	183.	184.	184.	185.	185.	185.	186.	186.
			92	28	65	01	38	74	11	47
			187.	187.	188.	188.	189.	189.	189.	190.
			56	93	29	66	02	38	75	11
			191.	191.	191.	192.	192.	193.	193.	193.
			20	56	92	29	65	01	37	74
250	194.10	194.46	194.	195.	195.	195.	196.	196.	196.	197.
260	197.71	198.07	82	18	55	91	27	63	99	35
270	201.31	201.67	198.	198.	199.	199.	199.	200.	200.	200.
280	204.90	205.26	43	79	15	51	87	23	59	95
290	208.48	208.84	202.	202.	202.	203.	203.	203.	204.	204.
			03	39	75	11	47	83	19	55
			205.	205.	206.	206.	207.	207.	207.	208.
			62	98	34	70	05	41	77	13
			209.	209.	209.	210.	210.	210.	211.	211.
			20	56	91	27	63	98	34	70
300	212.05	212.41	212.	213.	213.	213.	214.	214.	214.	215.
310	215.61	215.96	76	12	48	83	19	54	90	25
320	219.15	219.51	216.	216.	217.	217.	217.	218.	218.	218.
330	222.68	223.04	32	67	03	38	74	09	44	80
340	226.21	226.56	219.	220.	220.	220.	221.	221.	221.	222.
			86	21	57	92	27	63	98	33
			223.	223.	224.	224.	224.	225.	225.	225.
			39	74	09	45	80	15	50	85
			226.	227.	227.	227.	228.	228.	229.	229.
			91	26	61	96	31	66	02	37

350	229.72	230.07	230.	230.	231.	231.	231.	232.	232.	232.
360	233.21	233.56	42	77	12	47	82	17	52	87
370	236.70	237.05	233.	234.	234.	234.	235.	235.	236.	236.
380	240.18	240.52	91	26	61	96	31	66	00	35
390	243.64	243.99	237.	237.	238.	238.	238.	239.	239.	239.
			40	74	09	44	79	13	48	83
			240.	241.	241.	241.	242.	242.	242.	243.
			87	22	56	91	26	60	95	29
			244.	244.	245.	245.	245.	246.	246.	246.
			33	68	02	37	71	06	40	75
400	247.09	247.44	247.	248.	248.	248.	249.	249.	245.	250.
410	250.53	250.88	78	13	47	81	16	50	85	19
420	253.96	254.30	251.	251.	251.	252.	252.	252.	253.	253.
430	257.38	257.72	22	56	91	25	59	93	28	62
440	260.78	261.12	254.	254.	255.	255.	256.	256.	256.	257.
			65	99	33	67	01	35	70	04
			258.	258.	258.	259.	259.	259.	260.	260.
			06	40	74	08	42	76	10	44
			261.	261.	262.	262.	262.	263.	263.	263.
			46	80	14	48	82	16	50	84
450	264.18	264.52	264.	265.	265.	265.	266.	266.	266.	267.
460	267.56	267.90	86	20	53	87	21	55	89	22
470	270.93	271.27	268.	268.	268.	269.	269.	269.	270.	270.
480	274.29	274.63	24	57	91	25	59	92	26	60
490	277.64	277.98	271.	271.	272.	272.	272.	273.	273.	273.
			61	94	28	61	95	29	62	96
			274.	275.	275.	275.	276.	276.	276.	277.
			96	30	63	97	30	64	97	31
			278.	278.	278.	279.	279.	279.	280.	280.
			31	64	98	31	64	98	31	64
500	280.98	281.31	281.	281.	282.	282.	282.	283.	283.	283.
510	284.30	284.63	64	98	31	64	97	31	64	97
520	287.62	287.95	284.	285.	285.	285.	286.	286.	286.	287.
530	290.92	291.25	97	30	63	96	29	62	85	29
540	294.21	294.54	288.	288.	288.	289.	289.	289.	290.	290.
			28	61	94	27	60	93	26	59
			291.	291.	292.	292.	292.	293.	293.	293.
			58	91	24	56	89	22	55	88
			294.	295.	295.	295.	296.	296.	296.	297.
			86	19	52	85	18	50	83	16
550	297.49	297.81	298.	298.	298.	299.	299.	299.	300.	300.
560	300.75	301.08	14	47	80	12	45	78	10	43
570	304.01	304.34	301.	301.	302.	302.	302.	303.	303.	303.

580	307.25	307.58	41	73	06	38	71	03	36	69
590	310.49	310.81	304. 66 307. 90 311. 13	304. 98 308. 23 311. 45	305. 31 308. 55 311. 78	305. 63 308. 87 312. 10	305. 96 309. 20 312. 42	306. 28 309. 52 312. 74	306. 61 309. 84 313. 06	306. 93 310. 16 313. 39
600	313.71	314.03	314.	314.	314.	315.	315.	315.	316.	316.
610	316.92	317.24	35	67	99	31	64	96	28	60
620	320.12	320.43	317.	317.	318.	318.	318.	319.	319.	319.
630	323.30	323.62	56	88	20	52	84	16	48	80
640	326.48	326.79	320. 75 323. 94 327. 11	321. 07 324. 26 327. 43	321. 39 324. 57 327. 74	321. 71 324. 89 328. 06	322. 03 325. 21 328. 38	322. 35 325. 53 328. 69	322. 67 325. 84 329. 01	322. 98 326. 16 329. 32
650	329.64	329.96	330.	330.	330.	331.	331.	331.	332.	332.
660	332.79		27	59	90	22	53	85	16	48