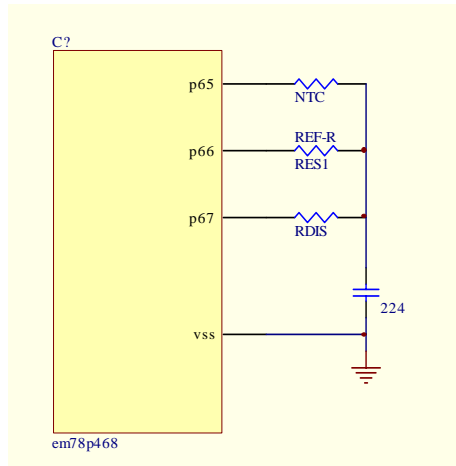


用 468n 的 I/O 做 RC 冲放电测温问题的分析

一：客户反映的问题：

用 468n 的 p65,p66,p67 做 RC 冲放电测温，其中 p65 接 NTC，p66 接 REF-R，p67 通过小限流电阻（330 欧）来检测电压，电容为 104，电路如下。



问题：1：每次 NTC 和 REF-R 冲放电后得到的时间数据差异较大，100 倍放大后，差异更大，使无法得到稳定的温度值。而之前用 156e，没有发现该类问题。

2：客户的程式中开启了 tcc 中断，而且 tcc 每 125us 中断一次，产生 4khz 的 PWM 使 buzzer 响，当 buzzer 响时客户认为得到的 data 偏差更大，认为驱动 buzzer 使指令时间不稳定。

二：关于该问题的分析

1. 客户的程式中全程开启了 tcc 中断，而且 tcc 每 125us 中断一次
客户在对 NTC 和 REF-R 充电计时中，没有回避 TCC 的中断和做相应的补偿。客户对 NTC 和 REF-R 充电计时每个 loop 只做一次，没有采取求平均的方法
每次冲完电后，客户的放电时间为 15ms，能把电放光
2. 客户的测温范围为 60 -200 ，对应的阻值为 23.8844k—0.5440k,我用客户同样的电路，电容改为 224（客户为 104），主频 4MHZ（客户为 PLL4.26MHZ），10K 参考电阻的充电时间为 $1C0H==448D$ （见下表），计时可以区分的最小阻值为 $10000/448=22$ 欧，而客户的 199 和 200 对应的阻值只相差 10 欧，所以在电容和频率的选择上，建议客户选大些
3. 客户在用中断时，推论到：如果有中断，NTC 的充电时间 $T_{ntc}=T1_{ntc}+N1*T_{tcc}$ ，REF-R 的充电时间 $T_{ref-r}=T1_{ref-r}+N2*T_{tcc}$ ，而 $N1/N2== T1_{ntc}/T1_{ref-r}$ ，故开 tcc 中断对求时间比值没有影响，这个问题在充电时间远大于 tcc 中断时间可以近似认为。其他则不能，尤其充电时间和 tcc 中断时间较近，tcc 中断程式较长时。

我用客户同样的电路，电容改为 224（客户为 104），主频 4MHZ（客户为 PLL4.26MHZ），用示波器抓充电时间，NTC==619 欧对应的时间为 $112us<126us$ ，而且客户的中断程式也较长

4. 客户有反映 tcc 中断都打开，156e VIH 的值比 468n 的稳定，但 156 的程式中 tcc 的中断时间较长，而 468n 为 125us，tcc 中断一次。

对于这一点，我做了如下测试：



测试电路：其中 p65 接 NTC，p66 接 REF-R，p67 通过小限流电阻（330 欧）来检测电压，电容为 224，主频 4MHZ；

程式：关掉 tcc 中断，每个循环做 NTC 和 REF-R 冲放电 8 次，得到的数据 NTC_CNTL，NTC_CNTH，REF_CNTL，REF_CNTH，从 0x20 开始放置。

4.1 下面 3 图是用 468n wice 仿真，NTC==619 欧，REF-R==10K，得到的 3 组 data：

```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:23 00 C0 01-23 00 BD 01-23 00 BD 01-23 00 BE 01
B0_3X:23 00 C1 01-24 00 C1 01-24 00 BD 01-23 00 BD 01
B1_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B1_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:23 00 BE 01-24 00 BD 01-23 00 BD 01-23 00 BE 01
B0_3X:23 00 BE 01-24 00 C1 01-23 00 C1 01-23 00 BD 01
B1_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B1_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:23 00 BE 01-24 00 BD 01-23 00 BD 01-23 00 BE 01
B0_3X:23 00 BE 01-24 00 C1 01-23 00 C1 01-23 00 BD 01
B1_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B1_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_2X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_3X:00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

下面 3 图是用 156e wice 仿真，NTC==619 欧，REF-R==10K，得到的 3 组 data：



```

EMC WICE02: EM78P156E connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:1A 00 4D 01-1A 00 4C 01-1A 00 4C 01-1A 00 4C 01
B0_3X:1A 00 4D 01-1A 00 4D 01-1A 00 4D 01-1A 00 4B 01

```

```

EMC WICE02: EM78P156E connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:1A 00 4D 01-1A 00 4C 01-1A 00 4C 01-1A 00 4D 01
B0_3X:1A 00 4D 01-1A 00 4D 01-1A 00 4B 01-1A 00 4E 01

```

```

EMC WICE02: EM78P156E connected - [ RAM Window]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X:1A 00 4C 01-1A 00 4B 01-1A 00 4D 01-1A 00 4C 01
B0_3X:1A 00 4D 01-1A 00 4B 01-1A 00 4D 01-1A 00 4D 01

```

取平均值：468 为

- 第一组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X023 , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X1BE
- 第二组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X023 , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X01BE
- 第三组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X023 , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X01BE

156 为

- 第一组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X01A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X14C
- 第二组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X01A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X14C
- 第三组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X01A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X14C

客户的取值方式为：R-ntc==0X3E8* (NTC_CNTH , NTC_CNTL) / (REF_CNTH , REF_CNTL)
(其中 0X3E8==0D1000)

计算得：468：R-ntc1==0X3E8*0X023/0X1BE==0X04E
R-ntc2==0X3E8*0X023/0X1BE==0X04E
R-ntc3==0X3E8*0X023/0X1BE==0X04E
156：R-ntc1==0X3E8*0X01A/0X14C==0X04E
R-ntc2==0X3E8*0X01A/0X14C==0X04E
R-ntc3==0X3E8*0X01A/0X14C==0X04E

4.2 下面 3 图是用 468n wice 仿真，NTC==9010 欧，REF-R==10K，得到的 3 组 data：



```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window ]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X: 7F 01 C1 01-7F 01 BD 01-7F 01 C1 01-7F 01 C1 01-7F 01 C1 01
B0_3X: 82 01 BD 01-7F 01 C1 01-7F 01 BD 01-82 01 C3 01
B1_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B1_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window ]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X: 7F 01 C2 01-7F 01 C2 01-7F 01 C1 01-7F 01 C2 01
B0_3X: 82 01 C1 01-7F 01 C2 01-7F 01 BD 01-7F 01 C2 01
B1_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B1_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B2_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
B3_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

```

EMC WICE02: EM78P468N connected - [ RAM Window ]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
0_2X: 82 01 C2 01-7F 01 C2 01-82 01 C1 01-7F 01 C3 01
0_3X: 7F 01 C2 01-7F 01 C2 01-7F 01 C1 01-7F 01 C1 01
1_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
1_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
2_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
2_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
3_2X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00
3_3X: 00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00-00 00 00 00

```

下面 3 图是用 156e wice 仿真，NTC==9010 欧，REF-R==10K，得到的 3 组 data：

```

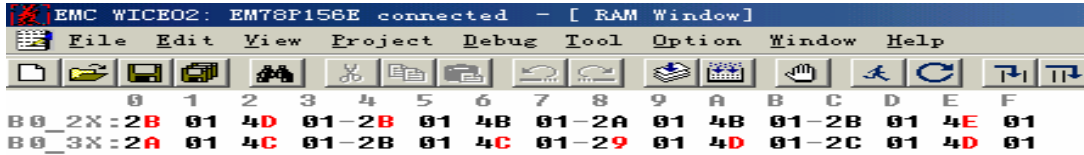
EMC WICE02: EM78P156E connected - [ RAM Window ]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X: 2C 01 4C 01-29 01 4C 01-2A 01 4B 01-2A 01 4C 01
B0_3X: 2B 01 4D 01-2B 01 4B 01-2B 01 4B 01-29 01 4B 01

```

```

EMC WICE02: EM78P156E connected - [ RAM Window ]
File Edit View Project Debug Tool Option Window Help
[Icons]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F
B0_2X: 2C 01 4C 01-29 01 4B 01-2A 01 4B 01-2B 01 4C 01
B0_3X: 2B 01 4D 01-2B 01 4B 01-2A 01 4E 01-2C 01 4A 01

```



取平均值：468 为：

- 第一组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X017F , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X01BF
- 第二组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X017F , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X01C1
- 第三组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X017F , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X01C1

156 为

- 第一组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X012A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X014B
- 第二组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X012A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X014B
- 第三组：(NTC_CNTH , NTC_CNTL) ==0X012A , (REF_CNTH , REF_CNTL) ==0X014C

客户的取值方式为： $R_ntc == 0X3E8 * (NTC_CNTH , NTC_CNTL) / (REF_CNTH , REF_CNTL)$
 (其中 0X3E8 == 0D1000)

计算得：468： $R_ntc1 == 0X3E8 * 0X17F / 0X1BF == 0X358 == 0D856$

$R_ntc2 == 0X3E8 * 0X17F / 0X1C1 == 0X358$

$R_ntc3 == 0X3E8 * 0X17F / 0X1C1 == 0X358$

156： $R_ntc1 == 0X3E8 * 0X012A / 0X14B == 0X384 == 0D900$

$R_ntc2 == 0X3E8 * 0X012A / 0X14B == 0X384$

$R_ntc3 == 0X3E8 * 0X012A / 0X14C == 0X381$

4.3 用 WICE 测试，对 468n 的冲放电，VDD==5v，619 欧充电到 2.02v 时结束，10k 充电到 1.90v 时结束；VDD==3.3V，619 欧充电到 1.60v 时结束，10k 充电到 1.54v 时结束；而对 156e，VDD==5v，619 欧充电到 1.90v 时结束，10k 充电到 1.74v 时结束

我也用 p7 口和 int0 (p54) 口测过，从得到稳定的温度值方面也可以，不过，我问过台湾负责 468n 的工程师，还是建议客户用 p6 口来检测电压。

结论：从 NTC==619 欧和 NTC==9010 欧的检测结果来看。

1. 用 p6 口做冲放电测温，可以得到稳定的温度值，不存在客户反映的每次都得到不同的值，以致无法调程式的问题
2. 从温度的精准度来看，156 得到的阻值与实际更接近 (实际为 901，156e 为 900，468n 为 856)