

КОМПЕНСИРАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА СТУДЕНИЯ КРАЙ НА ТЕРМОДВОЙКИ В СИСТЕМИТЕ ЗА ПИРОГЕН ТЕСТ

доц. к.т.н. РАЧО МАРИНОВ ИВАНОВ
катедра "Електронна техника" - ВМЕИ - София

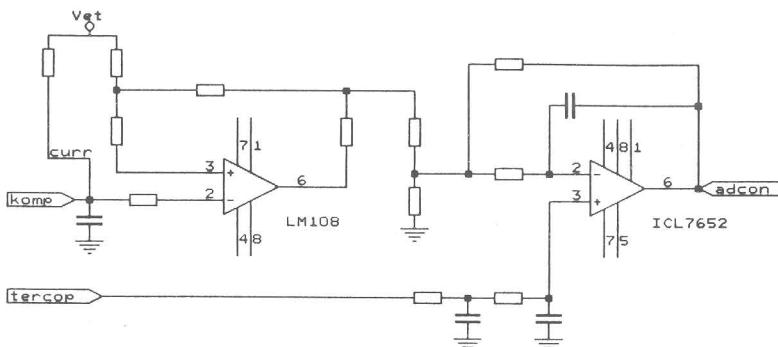
Известни са различни начини за компенсиране на температурата на студения край на термодвойки и са извършени прецизни изследвания на този проблем [1]. При използване на повече термодвойки студеният им край се компенсира с един елемент – най-често термосъпротивление от платина. При широк температурен диапазон на околната температура тази компенсация води до грешка поради нееднаквата нелинейност на термодвойките и платината.

В апаратите за извършване на пироген тест има високи изисквания към точността за измерване на температурата ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) и съответно точно компенсира-не на студения край на термодвойките. Тази точност е необходимо да се осигури за температурния диапазон от 35.0°C до 45.0°C и околната температура от 15°C до 30°C . Стесненият температурен диапазон на околната температура облекчава постигането на тази точност, но други фактори като разстоянието между отделните датчици усложняват проблема. Тези апарати осигуряват измерването на температурата от 75 датчици разпределени в 5 кутии по 15 датчика. Разстоянието между кутиите са от порядъкът от 3 до 4 метра и дължината на термодвойките е 3 метра.

Проблемите при компенсиране на студения край на термодвойките са следните:

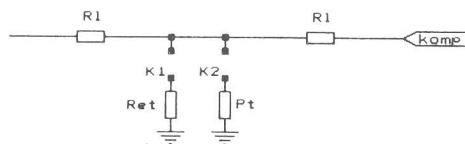
- чувствителността на термодвойките не е константа в температурния диапазон и е нелинейна;
- чувствителността на платината също не е константа в температурния диапазон и е нелинейна, но в по-тесни граници;
- големият брой термодвойки затруднява точното компенсиране на студения им край;
- при такава точност паразитните термодвойки получаващи се от спойки, контактни съпротивления и т.н. са съизмерими с полезната сигнал;
- изисква се голямо постоянностоково усиливане, което затруднява компенсирането на температурния дрейф на усилвателя.

Използваната входна измервателна схема [2] е дадена на фиг. 1. Термосъпротивлението от платина е включено между вход "komp" и маса. Схемата на включване е мостова с ОУ и има голяма линейност. Сигналът на термодвойките се подава на вход "tercop" през филтър на неинвертираща вход на ОУ ICL7652.



фиг. 1

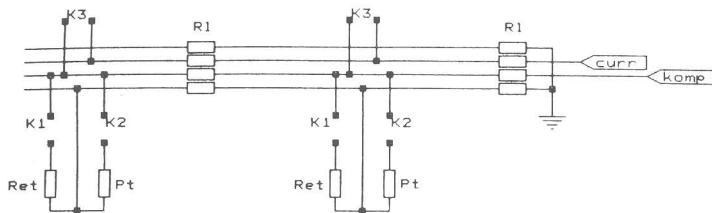
Компенсирането на студения край се извършва по схеми, които са показани на фиг. 2 и са включени във всяка кутия. В началото на всяко измерване се включва чрез контакта на релето K_1 еталонно съпротивление R_{et} . Чрез него се измерва постояннотоковото отместване на ОУ. По време на измерването стойността на постояннотоковото отместване се добавя или изважда от полезния сигнал в зависимост от знака. Следва последователно включване и измерване на сигнала от термодвойките, като през това време е включен Pt чрез контакта на релето K_2 . Независимо, че чувствителността на термодвойките е нелинейна при измерване в тесен температурен диапазон може да се използва линеализирането. По такъв начин отпада необходимостта от линеализиране след преобразуването с АЦП.



фиг. 2

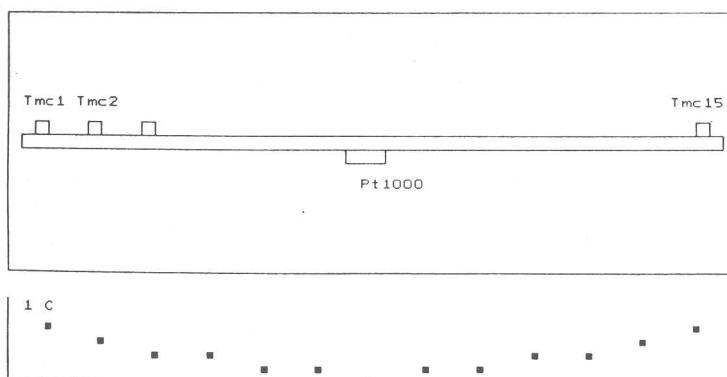
Термосъпротивлението от платина е включено в измервателната верига чрез два проводника. Поради факта, че се използва Pt1000 ($1\text{ k}\Omega$) се намалява грешката от съпротивлението на измерителните проводници и то не влияе на точността. Съпротивлението R_1 (на проводника между отделните кутии), което е последователно на Pt1000, води до влошаване на компенсацията на отделните кутии. Използва се втора термодвойка свързана последователно с измерителната термодвойка, която е в непосредствена близост до Pt1000.

Недостатъкът на това решение е че при динамично изменение на околната температура се получава голяма грешка и при това различна за термодвойките включени в една кутия. С цел подобряване на работата на такъв тип апаратура се предлага измерителната схема показана на фиг. 3. Чрез допълнително реле K₃ се свързва проводника, по който протича тока от моста "curr" и входа на ОУ LM108 - "komp".



фиг. 3

Това осигурява трипроводна схема на свързване и намаляване на половина влиянието на съпротивлението на проводниците при същия брой свързващи проводници. В разпределителните кутии да има само релета, комутиращи веригите (при това с малка консумирана мощност). С цел да не се подгрява кутията термосъпротивлението от платина е на сиалова плочка, която се закрепя на платката до мястото на закрепване на изводите на свързващите проводници на термодвойките. Ако се използва Pt1000 то тя трябва да се закрепи в средата на платката (фиг. 4).



фиг. 4

На фигурата е показано мястото на поставяне на Pt1000 и местата на студените краища на термодвойките. Показано е и разпределението на грешката при бръзо

охлажддане или подгряване на околнния въздух. С цел подобряване на компенсацията за препоръчване е да се използват два терморезистора Pt500 свързани последователно и разположени симетрично на платката. Въпросът с разполагането на компенсация терморезистор е важен и е въпрос на анализ на източниците на топлина, разположени в кутията, топлопроводността на материалите и други. При използване на един компенсиращ терморезистор и бързо изменение на околната температура се получава грешка от компенсацията, която е нелинейна за термодвойките, на които студения им край е най-близо до термокомпенсация терморезистор, а при най-отдалечените грешката може да достигне до 1°C. Използването на известните начини за изолиране на кутията или за поддържане в нея на постоянна температура са неприложими в този случай. Недостатъкът е, че при тези начини винаги се получава температурна разлика между околната температура и температурата в кутията. Резултатът е паразитни термодвойки на входните и изходни съединения, които са съизмерими с полезната сигнал. При такива случай е препоръчително кутията така да бъде изпълнена, че да осигури минимална температурна разлика между околния въздух и въздуха в кутията. Това се постига чрез използването на релета с минимална консумирана мощност (за да бъде малко вътрешното подгряване) и стените на кутията да бъдат с добри топлопроводни качества. Това противоречи на използваните методи с изолирана кутия или кутия с поддържане на постоянна температура, но за сметка на това осигурява минимални паразитни термодвойки, което е много важно при измерване с висока точност на ниски температури.

Основните проблеми са в елиминиране влиянието на паразитните термодвойки. Шумоустойчивостта е добра поради нискоомните вериги на термодвойките (около 14 Ω). Измерването на температурата не е необходимо да се извърши бързо (от една термодвойка се измерва за 2 секунди) и могат да се вземат апаратни и програмни мерки за елиминиране на смущенията.

Литература:

1. Куртев И. и др. "Измерване на температура", Техника, София, 1982
2. Fully Automatic Pyrogen Testing, Ellab, Denmark - техническо описание