

## OVĚŘENÍ ČINNOSTI TERMOSTATU

### **Pomůcky:**

čidlo pro měření teploty GO-TEMP, speciálně vyrobená pomůcka pro ověření činnosti termostatu, LabQuest, program LoggerPro (nebo LoggerLite)

### **Postup:**

Termostat je běžnou součástí řady přístrojů (elektrické ohřívače vody, elektronika topného systému domu, rychlovarná konvice, ...), a proto Lukáše Hulínského, žáka třídy 09M ze [SPŠST Panská](#) v Praze zajímalo, jak přesně a v jakém teplotním intervalu termostat vlastně pracuje. Pro detailní proměření nejen této závislosti vyrobil pomůcku, která je zobrazená na obr. 1.

Hlavní částí pomůcky je nádoba, do níž se nalívá voda a která je ohřívána pomocí elektrického proudu. Ten je přes jistič přiváděn z transformátoru. Několik milimetrů od horního okraje nádoby je umístěno čidlo teploty, které je spojeno s ovládáním přívodu elektrického proudu. Jeho přesnost a teplotní interval, ve kterém pracuje, budeme testovat. Na panelu je dále přišroubován chladič, který má za úkol chladit některé součástky a cínem pájené spoje. Na obr. 1 je také zobrazen LabQuest a čidlo teploty, kterým budeme teplotu vody v nádobě měřit.



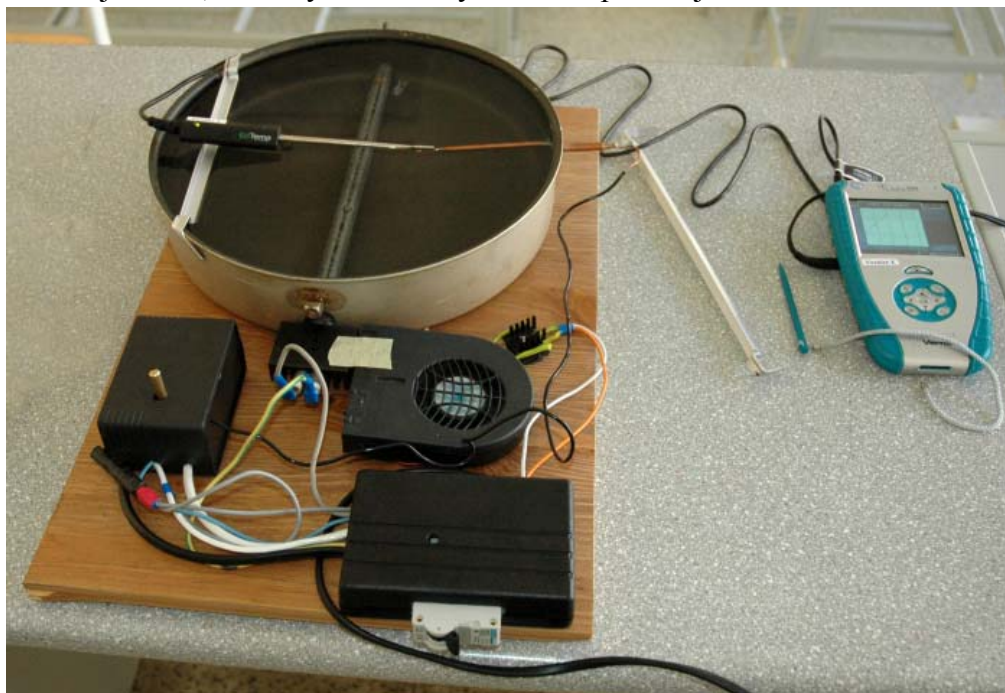
obr. 1

Jak jsme zjistili, čidlo teploty je v teploměru firmy Vernier umístěno na volném konci kovové části teploměru. Tento závěr jsme učili po jednoduchém experimentu: teploměr jsme připojili k LabQuestu, spustili měření a kovovou část teploměru drželi mezi dvěma prsty téže ruky. Nejrychleji se teplota měnila, pokud jsme teploměr drželi právě až u samého konce jeho kovové části.

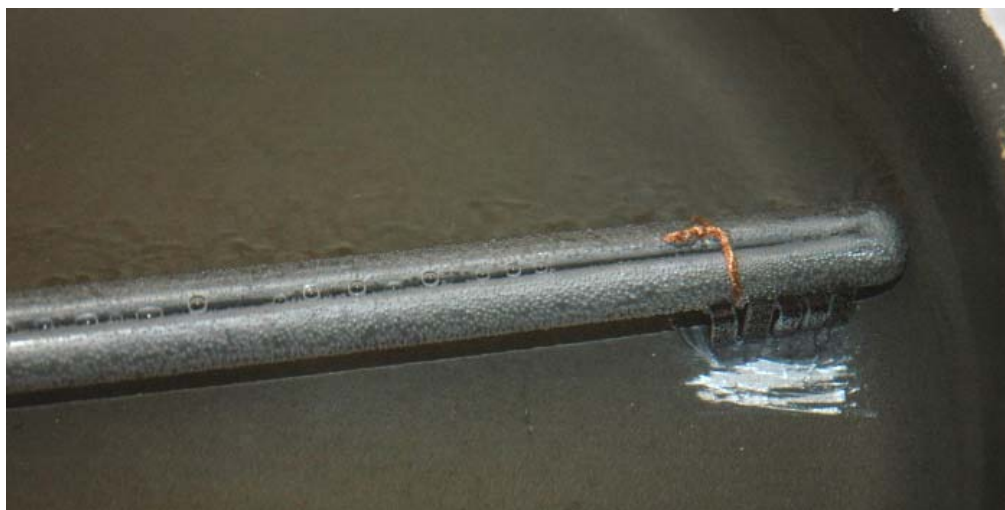
Proto jsme experiment na měření teploty vody (resp. teploty čidla, na základně něhož se spíná termostat) připravili tak, jak je zobrazeno na obr. 2. Teploměr jsme velmi opatrně položili na kapiláru, která je součástí čidla termostatu, a vodu dolili tak, aby byla co největší část kovového konce teploměru ponořena. Teploměr jsme připojili k LabQuestu, nastavili

dobu měření na jednu hodinu, nastavili vzorkovací frekvenci na hodnotu 2 Hz a spustili měření. Současně s tím jsme připojili transformátor pomůcky k elektrické síti.

Přívod elektrické energie byl dodáván do střední části dna nádoby s vodou. Po velmi krátkém čase bylo pouhým okem vidět, že se na tomto místě dna hrnce tvoří bublinky. Současně s tím bylo vidět šíření „tepelných vln“ ode dna nádoby. Voda, která byla ve styku s horkým dnem, měnila nejen svou teplotu, ale také hustotu; její hustota klesala oproti hustotě okolní vody v nádobě. Proto tato ohřátá voda začala stoupat směrem k hladině a na její místo klesala chladnější voda, která byla u hladiny. Detailní pohled je zobrazen na obr. 3.



obr. 2



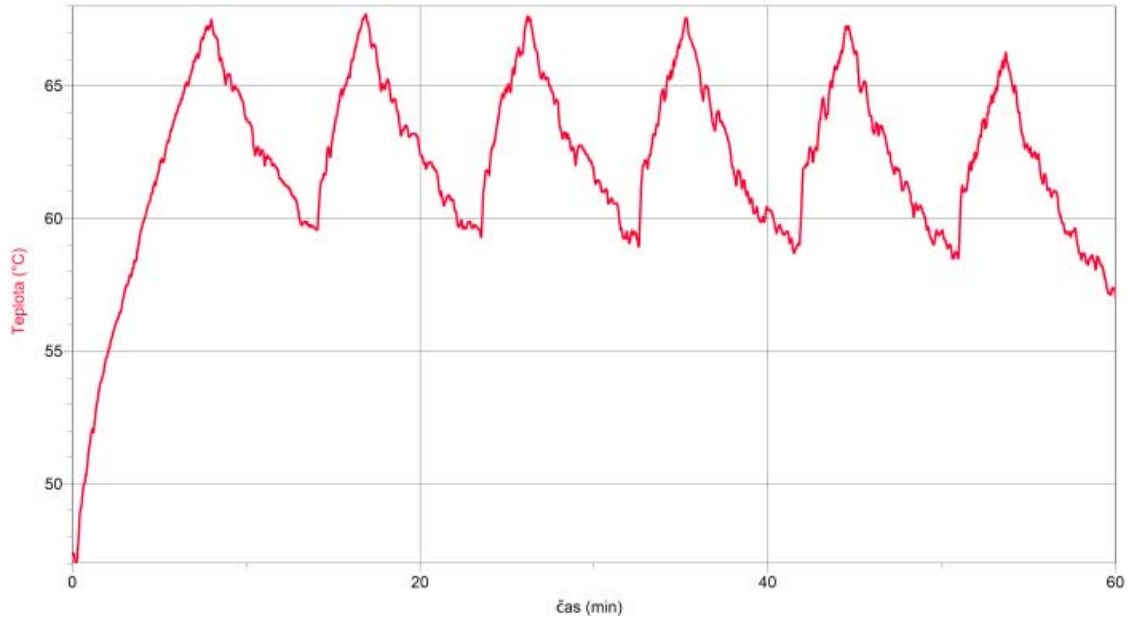
obr. 3

Po skončení měření jsme naměřená data importovali do programu LoggerPro a zobrazili graf závislosti teploty na čase - viz obr. 4. Z něj je patrné, že termostat vypínal přívod elektrického proudu k nádobě s vodou při teplotě vody zhruba  $67^{\circ}\text{C}$  a po ochladnutí vody na přibližně  $59^{\circ}\text{C}$  přívod elektrického proudu zase obnovil.

Ačkoliv jsme se snažili, aby byl během celého experimentu v okolí klid, nezabránili jsme rušivým vlivům zcela. Vlivem občasného pohybu v okolí probíhajícího experimentu kolísala teplota vody v závislosti na proudění vzduchu nad její hladinou. Dalším faktorem,

který ovlivnil jistě měření, byl nerovnoměrný ohřev resp. chladnutí vody a měděné trubičky, na které byl teploměr položen.

Z grafu na obr. 4 se zdá, že teplotní interval činnosti termistoru je stálý, ale posouvá se stále směrem k nižším hodnotám teploty. Mohlo by to být způsobeno tím, že se během experimentu od nádoby s vodou zahřály další mechanické části pomůcky (držáky, vodiče, ...) a současně s tím se vlivem průchodu elektrického proudu zahřály i elektrické součástky tvořící elektrický obvod pomůcky. Pak totiž termostat vypne elektrický obvod již při nižší teplotě vody, než na začátku měření.



obr. 4

V každém případě je možné na základě tohoto měření usuzovat na kvalitu systému použitého termostatu. Právě naměřený graf lze také použít k netradiční ukázce periodických dějů, které v praxi probíhají.