

Identifikace funkčního vzorku

Název: Teploměr řízený mikropočítačem

Identifikační kód: TJ04000301-V4

Číslo projektu: TJ04000301

Autoři: Miloš Šula, Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D.

Kontaktní osoba: Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D., ondrej.sadilek@upce.cz, Univerzita Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice

Technická specifikace

Zařízení vzniklo na základě specifických potřeb na měření teploty kolejnice v průběhu řešení projektu TJ04000301 Nedestruktivní stanovení mechanického napětí v bezstykové koleji podpořené z programu Zéta, Technologické agentury ČR. Funkční vzorek bude sloužit jako předstupeň k výrobě zařízení, jež bude využito pro měření teploty kolejnic ve vybraných traťových úsecích.

Zařízení tvoří tři hardwarové moduly, kde nejdůležitější funkci zastává deska osazená mikroprocesorem Atmel ATmega328p s označením Arduino Uno R3 328P DIL, jehož softwarová náplň byla vytvořena a odladěna ve vývojovém prostředí Arduino IDE 1.8.13. Samotná deska nedisponuje potřebnými perifériemi pro měření environmentálních veličin, ukládání dat a obsluhu dalších zařízení, proto bylo využito dodatečných rozšiřujících modulů. Modul reálného času DS3231 zajišťuje nepřetržitý běh systémových hodin bez ohledu na tom, zda-li je modul napájen či nikoli. O zálohu se stará článek LIR 2032 o napětí 3 V. Modul též obsahuje EEPROM AT24C32 a teplotně kompenzovaný krystalový oscilátor TCXO. Díky tomuto lze dosáhnout vysoké přesnosti měření času v širokém teplotním rozsahu. Ukládání dat zabezpečuje modul mikro SD karty, který aktuálně disponuje kapacitou 16 GB. Stěžejní komponentu představuje samotný snímač teploty, u něhož hraje významnou roli odolnost a přesnost. Tyto parametry splňuje snímač Dallas DS18B20, jenž využívá ke komunikaci s mikroprocesorem sběrnici 1-wire. Jednotlivé moduly a snímač využívá napájecí napětí 5 V, jenž zabezpečuje a dále distribuuje deska Arduino UNO instalovaným 5 V stabilizátorem. Propojení modulů zajišťují vodiče Dupont ve spojení s nepájivým polem ZY-170W. Napájení zařízení je v současné době vyřešeno prostřednictvím dvou sériově zapojených Li-ion článků Samsung ICR18650-26H s kapacitou 2,6 Ah, ve spojení s bateriovým systémem BMS HX-2S-JH10. V souvislosti s nasazením zařízení v terénu a předpokladem dlouhé doby činnosti bez zásahu obsluhy představuje zásadní téma spotřeba elektrické energie. V současné době zařízení vykazuje spotřebu až 64 mA, což v případě traťové instalace a nepřetržitého provozu předpokládá značné energetické úložiště. Další fáze optimalizace systému budou cílit na snížení spotřeby zařízení na minimální hodnotu.

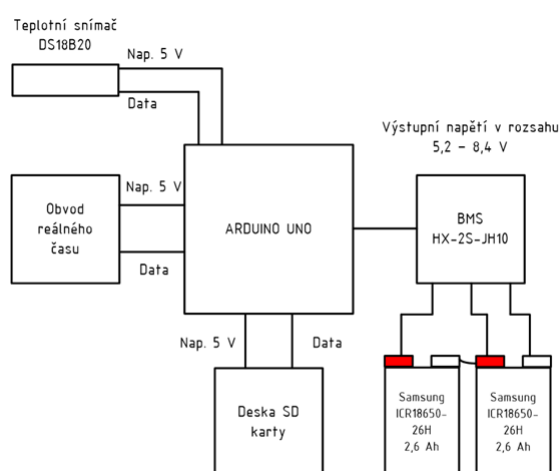
Ekonomické parametry

Uvedené zařízení je primárně určeno pro měření teploty kolejnic v exponovaných místech tratí ČR, jejichž počet není předem znám. V případě většího množství měřicích bodů již není myslitelné, aby takováto měření byla zabezpečována pracovníky, což jednoznačně vede k nutnosti automatizace procesu ukládání dat. Z tohoto důvodu vznikl funkční vzorek pro bezobslužné měření teploty kolejnic, přičemž k odečtu hodnot pracovníkem dochází pouze jednorázově, po delším časovém úseku. Zařízení využívá obecně dostupných hardwarových komponent s cenou nepřevyšující 1000 Kč, což ve vztahu k funkcionalitě a ušetřenému času potenciálního fyzického měření v terénu představuje ekonomicky velice zajímavé řešení. Výhoda mikroprocesorových řešení pro malosériovou či sériovou výrobu spočívá v jednorázovém vývoji softwaru, který se již do dalších výrobků pouze kopíruje. Výrobní náklady dalších zařízení jsou dány výhradně cenou hardwaru a poměrnou cenou softwaru, která se s dalšími vyrobenými kusy dále snižuje.

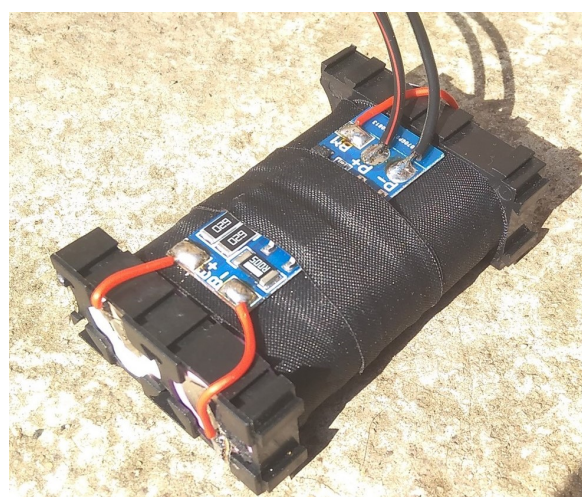
Popis

Teploměr je navržen pro samostatný dlouhodobý odečet teploty kolejnice ve vybraných traťových úsecích. Odečet probíhá každou celou hodinu na základě informace z modulu RTC DS3231. Po odečtu teploty je tato hodnota uložena společně s časovým a datovým razítkem do textového souboru na micro SD kartu pomocí micro SD modulu. Následně mikropočítač čeká na čas dalšího měření.

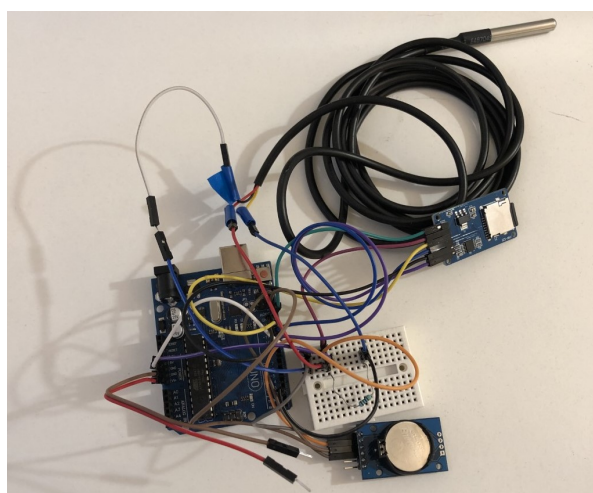
Fotografie



Obrázek 1: Blokové schéma systému.



Obrázek 2: Li-ion baterie.



Obrázek 3: Celkové zapojení systému.



Obrázek 4: Modul SD karty.