

TECHNOLOGICKÝ LIST č. 84/17

~~poloprovozu ověřené technologie prototypu~~
~~uplatněné metodiky funkčního vzorku autorizovaného software*~~

Název: Zařízení ke sledování klimatických podmínek při transportu či skladování hudebního nástroje

Title: Device for monitoring the climatic conditions during transport or storage of a musical instrument

Původce (-i): Milan Guštar

Vlastník (-ci): Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Výzkumné centrum MARC

Lokalizace: 118 00 Praha 1, Malostranské nám 13

Abstrakt: Zařízení je určené pro umístění do těla hudebního nástroje nebo do jeho bezprostřední blízkosti (např. při transportu), kde průběžně měří a zaznamenává teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Zaznamenané údaje dovolují posoudit působení okolních vlivů na stav nástroje a zachytit překročení mezních hodnot monitorovaných veličin svědčící o nedostatečné ochraně před nepříznivými klimatickými vlivy, které může vézt k poškození nástroje. Monitorování probíhá zcela automaticky, díky minimální spotřebě může být zařízení v provozu bez obsluhy několik měsíců.

Abstract: The device can be placed inside the musical instrument or to its near vicinity where the temperature and the relative humidity are measured and recorded. Recorded data allow for assessment of the effects of environmental influences on the instrument state and enable to find the exceeding the limit values of the monitored quantities indicating insufficient protection from adverse climatic influences, which can lead to the instrument damage. Monitoring is carried out automatically. Thanks to minimal power consumption, the device can run for several months without operator intervention.

Popis: Viz Příloha k TL č. 84

Inovační aspekty: Zařízení průběžně ve stanovených intervalech měří a zaznamenává klimatické veličiny mající zásadní vliv na stav hudebního nástroje – teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Provoz je zcela automatický, přístroj může pracovat bez obsluhy. Díky minimální spotřebě může přístroj, napájený baterií, pracovat několik měsíců.

Přínosy: Zařízení umožňuje zaznamenat a následně vyhodnotit dlouhodobý časový průběh sledovaných veličin. Případně objektivně zdokumentované překročení extrémních povolených hodnot svědčí o nedostatečné ochraně před nepříznivými klimatickými vlivy, nevhodné manipulaci s nástrojem nebo jeho nevhodném umístění mohou využít výrobci při transportu nových nástrojů k zákazníkům, při řešení reklamací apod. Majitelé cenných nástrojů mohou monitorovat podmínky při jejich zapůjčení, lze sledovat klimatické podmínky v bezprostřední blízkosti nástrojů ve sbírkách či expozicích, atd.

Zařízení je levné, lze je proto použít ke sledování velkého počtu nástrojů.

Minimální rozměry umožňují umístění přístroje na vhodné místo uvnitř sledovaného nástroje, do transportního obalu nebo na jiné vhodné místo v jeho bezprostřední blízkosti.

Licence: Vlastníkem licence je AMU, Výzkumné centrum MARC HAMU.

Licenční poplatek: Licenční poplatek je vyžadován pro komerční použití.

Obor: Umění, architektura, kulturní dědictví – AL

Projekt: AMU IP DHR „Zvuková kalita“

Identifikační číslo RIV:

Poznámky:

*nehodící

se

škrtněte

Příloha k TL č. 84/17

Zařízení ke sledování klimatických podmínek při transportu či skladování hudebního nástroje

Abstrakt

Zařízení je určeno pro umístění do těla hudebního nástroje nebo do jeho bezprostřední blízkosti (např. při transportu), kde průběžně měří a zaznamenává teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Zaznamenané údaje dovolují posoudit působení okolních vlivů na stav nástroje a zachytit překročení mezních hodnot monitorovaných veličin svědčící o nedostatečné ochraně před nepříznivými klimatickými vlivy, což může vést k poškození nástroje. Monitorování probíhá zcela automaticky, díky minimální spotřebě může být zařízení v provozu bez obsluhy několik měsíců.

Úvod

Hudební nástroje jsou citlivé na klimatické podmínky prostředí, v němž jsou umístěny, skladovány a používány. Nepříznivé podmínky mohou mít vliv na jejich funkci a mohou způsobit jejich poškození, v některých případech i nevratné.

Z klimatických podmínek má na stav nástroje vliv především teplota a vzdušná vlhkost, a to jak jejich extrémní hodnoty, tak i kolísání. Proto bylo vyvinuto technické zařízení pro průběžné dlouhodobé automatické monitorování těchto veličin. Jeho konstrukce byla navržena tak, aby je bylo možné skrytě nainstalovat do hudebního nástroje, do transportního obalu nebo na jiné vhodné místo v jeho bezprostřední blízkosti. Dalšími požadavky byly snadná obsluha a nízká cena.

Jelikož úkolem zařízení je zachytit velikost změn a překročení povolených rozsahů sledovaných veličin, je třeba zaznamenávat extrémní hodnoty (maxima a minima) dosažené ve stanovených časových intervalech. Vzhledem k tomu, že klimatické podmínky se mění relativně pomalu, pro dostatečně přesný obraz jejich průběhu není potřebné provádět kontinuální měření. Časový interval mezi měřeními, stejně jako frekvenci záznamu veličin lze nastavit.

Jelikož se předpokládá využití monitorovacího zařízení u velkého počtu nástrojů, byl návrh přístroje ovlivněn snahou o dosažení co nejnižší výrobní ceny. Z potřeby dlouhodobého autonomního provozu vyplynul též požadavek na bateriové napájení a minimalizaci energetických nároků.

Pro zajištění jednoduchého ovládnutí a snadné aplikace přístroj neobsahuje žádné nastavovací ani ovládací prvky. Nastavení parametrů se provádí pomocí osobního počítače, který slouží též k vyhodnocení, zobrazení a archivaci zaznamenaných dat. K propojení zařízení (monitorovací jednotky) s počítačem slouží komunikační modul, který obsahuje převodník sériové linky TTL na USB. Toto řešení přispělo ke snížení ceny i rozměrů monitorovací jednotky.

Popis elektronických obvodů monitorovací jednotky

Přístroj je řízen jednočipovým mikropočítačem [REDAKCE] s taktovací frekvencí 1 MHz. Z důvodu dosažení minimální spotřeby pracuje celý systém při napájecím napětí 3,0 V. V době nečinnosti je mikropočítač uveden do úsporného režimu, v němž je celková proudová spotřeba monitorovací jednotky nižší než 20 μ A.

Naměřené hodnoty jsou zaznamenávány do interní paměti EEPROM, která k uchování uložených dat nevyžaduje napájecí napětí, údaje tak zůstávají uloženy i po případném vybití napájecí baterie. Kapacita paměti dovoluje uchovat 250 záznamů.

Měření teploty zajišťuje senzor [REDAKCE], jehož výstupní napětí je přímo úměrné aktuální teplotě. Převodní konstanta je 10 mV/°C.

K měření relativní vlhkosti slouží odporový senzor [REDAKCE]. Závislost impedance (odporu) na hodnotě relativní vlhkosti je nelineární a závisí na teplotě. V pracovním rozsahu se impedance pohybuje mezi cca 1 k Ω a 100 M Ω . Senzor je zapojen v obvodu odporového děliče, velikost jeho impedance určuje hodnotu výstupního napětí. Teplotní závislost senzoru je kompenzována s využitím naměřeného údaje o aktuální teplotě.

Pro měření výstupních napětí z obou senzorů slouží A/D převodník, který je součástí řídicího mikroprocesoru.

Jelikož žádný z obvodů nelze programově přepínat do úsporného režimu, je pro [REDAKCE] [REDAKCE] Toto uspořádání dovoluje pro minimalizaci spotřeby oba senzory napájet pouze po dobu nezbytnou k provedení měření.

Časový cyklus měření řídí časovač mikroprocesoru připojený k oscilátoru, jehož frekvenci určuje externí krystal 32,768 kHz.

Zařízení se napájí [REDAKCE] [REDAKCE] s nominálním napětím 3,0 V a využitelnou kapacitou cca 200 mAh, jehož kapacita postačuje přibližně na roční kontinuální provoz. Interní ochranný obvod mikroprocesoru ([REDAKCE] detektor) přístroj automaticky vypíná při poklesu napájecího napětí pod 2,7 V. Tím zabraňuje chybným měřením a zápisu nesprávných hodnot do paměti při vybití baterie.

Funkční stavy zařízení jsou indikovány kontrolkou.

Schéma zapojení monitorovací jednotky

Vynecháno

Schéma zapojení monitorovací jednotky

Funkce monitorovací jednotky

Pracovní rozsahy použitých senzorů jsou -40 až 125 °C a 10 až 95 % relativní vzdušné vlhkosti. Sledované veličiny jsou vyhodnocovány v rozsahu -12 až 48 °C a 20 až 90 %.

Zaznamenávána jsou minima a maxima každé veličiny, dosažená během zvoleného časového intervalu. Četnost měření lze nastavit v rozsahu 1 – 255 minut. Při každém měření jsou hodnoty minim a maxim každé z veličin aktualizovány.

Po zvoleném počtu měření jsou údaje o dosažených extrémech ukládány do paměti. Počet měření mezi záznamy lze nastavit v rozsahu 1 – 255.

Při nejvyšší rychlosti měření a nejvyšší četnosti záznamu lze tedy údaje změřit a zaznamenat jedenkrát za minutu. Paměť v tomto případě postačuje pro cca 4 hodiny záznamu.

Při nejnižší rychlosti měření a nejnižší četnosti záznamu lze údaje měřit po cca 4 hodinách a zaznamenat je každých cca 40 dnů. V tomto případě je limitem doby záznamu kapacita napájecího článku, která je cca 1 rok.

Každá monitorovací jednotka obsahuje unikátní sériové číslo, které lze programově číst spolu s verzí firmware.

Do paměti monitorovací jednotky je možné při její inicializaci zadat datum a čas. Tento údaj lze využít pro zaznamenání zahájení měření, což může usnadnit identifikaci přístrojů při nasazení jejich většího počtu apod.

Stav jednotky je indikován kontrolkou po připojení napájecího napětí nebo po restartu aktivovaném tlačítkem Reset nebo signálem RTS.

Stav	Kontrolka	Popis
Smazáno	pomalé krátké pulzy	Paměť je prázdná, je třeba nastavit parametry měření
Start	pomalé střední pulzy	Paměť je prázdná, parametry měření jsou nastaveny, přístroj zahájí monitorování
Data	pomalé dlouhé pulzy	Paměť obsahuje zaznamenaná data, monitorování ukončeno
Chyba	rychlé pulzy	Zaznamenaná data mohou být chybná, monitorování ukončeno

Popis elektronických obvodů komunikačního modulu

Pro komunikaci monitorovací jednotky s řídicím počítačem slouží komunikační modul. Modul je s monitorovací jednotkou propojen prostřednictvím sériové linky s logickými úrovněmi 5,0 V rychlostí 2 400 Bd. Spojení s počítačem, napájení a přenos dat zprostředkuje převodník sériové linky TTL na USB FT232.

Součástí komunikačního modulu je tlačítko Reset, které slouží k restartu připojené monitorovací jednotky. Komunikaci s jednotkou lze navázat pouze během cca 5 s po restartu, tento časový interval je indikován blikáním kontrolky umístěné na monitorovací jednotce. Restart lze provést také pomocí signálu rozhraní RTS, kterým je ovládán signál Reset.

Komunikační modul je vybaven čtyřmi kontrolkami, které indikují připojení k počítači, přenos dat v každém směru a stav signálu RST.

Napájení komunikačního modulu

Komunikační modul je napájen napětím 5,0 V z připojeného počítače prostřednictvím rozhraní USB. Modul poskytuje toto napájecí napětí i připojené monitorovací jednotce, přičemž je její interní baterie automaticky odpojena.

Komunikace

Komunikace s řídicím počítačem probíhá v textovém režimu, pro ovládání přístroje i čtení zaznamenaných dat lze použít libovolný terminálový program. Parametry jsou: rychlost 2 400 Bd, bez parity, jeden stop-bit.

Po restartu přístroje přivedením napájecího napětí, stiskem tlačítka Reset nebo změnou stavu signálu RTS přístroj vyše znak '*' a indikační Led dioda začne blikat. Během následujících 2 s lze zahájit komunikaci vysláním znaku '#' z terminálu. Pokud v této době není komunikace zahájena, Led dioda zhasne a přístroj přejde v závislosti na svém předchozím stavu do režimu měření a ukládání dat nebo do režimu nečinnosti. Zahájení komunikace je indikováno zhasnutím Led diody monitorovací jednotky a vysláním znaku '>'.

Přístroj se ovládá jednoznakovými příkazy. Případné zadávané hodnoty je třeba ukončit znakem CR (Carriage Return, 0x0d – klávesou Enter). Odpovědi přístroje jsou ukončeny znakem CR. Po vykonání příkazu přístroj vyše znak '>' (prompt) a čeká na další příkaz.

Bezpečnost zařízení a elektromagnetická kompatibilita

Zařízení je sestavené z dílů dostupných na trhu v ČR. Přístroj je napájen z lithiové baterie o napětí 3 V a není připojen k elektrické síti. Zařízení není zdrojem ionizujícího záření a splňuje požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu.

Literatura

Vynecháno

Schéma zapojení monitorovací jednotky

Vynecháno

Software - Řídící příkazy:

d (Get Data) – čtení dat

Přístroj odešle všechna zaznamenaná data ve formátu ThMin/ThMax/HuMin/HuMax (minimální teplota / maximální teplota / minimální vlhkost / maximální vlhkost)

V závislosti na množství zaznamenaných dat může jejich odesílání trvat až cca 15 s.

e (Erase) – mazání dat

Vymazání paměti dat.

Mazání trvá několik sekund. Jeho zahájení je indikováno znakem '!'.

m (Measure) – měření

Přístroj změří aktuální hodnoty a odešle je ve formátu

ThMin/ThMax/HuMin/HuMax

(minimální teplota / maximální teplota / minimální vlhkost / maximální vlhkost)

o (Off) – vypnutí

Ukončení komunikace a vypnutí přístroje. Příkaz je potvrzen zprávou 'Stop'

p (Get Parameters) – čtení parametrů měření, data a času

Přístroj odešle nastavené četnosti měření a ukládání veličin datum a čas ve formátu

YYYY-MM-DD/hh:mm:ss (rok-měsíc-den/hodina:minuta,sekunda)

r (Set Record Rate) – nastavení četnosti záznamu

Počet měření pro jeden záznam v rozsahu 1 – 255 je zaznamenán do vnitřní paměti přístroje.

s (Set Sample Rate) – nastavení četnosti měření

Počet minut mezi měřeními v rozsahu 1 – 255 je zaznamenán do vnitřní paměti přístroje.

t (Set Time) – nastavení data a času

Datum a čas zadaný ve formátu YYYY-MM-DD/hh:mm:ss je zaznamenán do vnitřní paměti přístroje.

v (Get Version) – čtení verze firmware

Přístroj odešle verzi firmware a sériové číslo ve formátu

V.v/sss (VerzeH.VerzeL/SériovéČíslo)

x (Exit) – ukončení komunikace

Ukončení komunikace a zahájení měření a ukládání dat.

Příklad komunikace (znaky vysílané z terminálu jsou vyznačeny):

```
*#  
>v1.0/001  
>p2014-10-05/13:35:45  
s:60  
r:24  
>m 22/24/45/50  
>d22/24/45/50  
22/24/45/50  
22/24/45/50  
22/24/45/50  
22/24/45/50  
22/24/45/50  
22/24/45/50  
>e.  
>t2017-12-31 12:34:56  
>s60  
>r24  
>x
```