

ACOUSTICAL ANALYSIS OF MECHANICAL WATCHES

Marek Dohnal

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xdohna08@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Milan Sigmund

E-mail: sigmund@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper is focused on the analysis of the characteristics of mechanical watches on the basis of their sound. There are analysed usual mechanical defects and disorders of watches and compensation of those defects. Particular attention is given to disorders that can be extracted from the recorded acoustic sound of watches. The most appropriate methods of recording with respect to the minimisation of ambient acoustics were solved. The main part of this work is experimental measurement on watches and evaluation of achieved acoustic data. For this purpose, autonomously running software was developed.

1. ÚVOD

Mechanické hodiny mají v dnešní době význam především historický. Proto si jejich oprava žádá odborný přístup. Cílem této práce je analýza stavu mechanických (kapesních či náramkových) hodin pomocí počítačového zpracování jejich akustického záznamu. Projekt má tři základní fáze. První fází bylo vytvoření databáze akustických záznamů, jako vstupních dat. Druhou fází je stanovení přesnosti chodu a poslední fází je analýza poruch.

2. ROZBOR

2.1. DATABÁZE AKUSTICKÝCH ZÁZNAMŮ

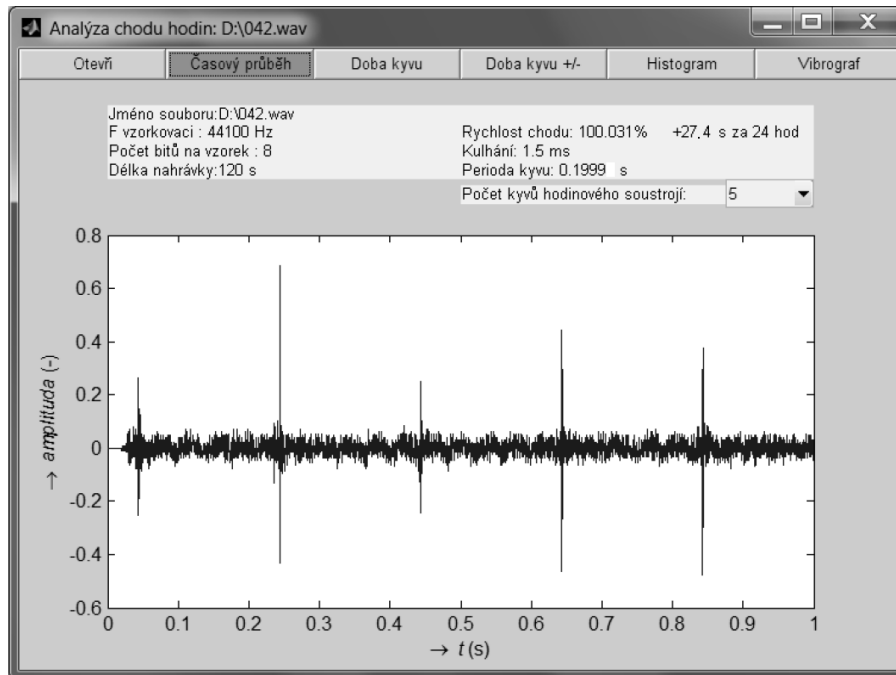
Vytvořená databáze obsahuje jednotlivé zvukové záznamy a doprovodné informace jako je stav stroje (vlastnosti, poruchy), které vycházejí z odborného posudku hodináře. Záznamy byly pořízeny s použitím osobního počítače, mikrofону *Behringer ECM 8000* a protihlukového boxu vlastní konstrukce. Mikrofon byl na základě předchozích měření vybrán jako nejvhodnější z dostupných. Vzorkovací kmitočet byl zvolen 44,1 kHz s ohledem na kmitočtovou charakteristiku mikrofону, kvantování je na 8 bitů. Délky záznamů se pohybují v jednotkách minut.

2.2. PROGRAM PRO URČENÍ PŘESNOSTI CHODU HODIN

Základním prvkem, který umožňuje plynulý chod hodin (kapesních či náramkových) je setrvačka. Kýváním setrvačky jsou generovány zvukové impulsy (kyvy) patrné z Obrázku 1. Počet kyvů za jednu sekundu je charakteristická vlastnost každého mechanického hodinového stroje.

Princip funkce programu je založen na vyhledávání jednotlivých kyvů v audiosignálu pomocí korelace. Výsledná data jsou pak tvořena vypočtenými a zaznamenanými časovými úseky mezi jednotlivými kyvy. Chyba měření času je stanovena na základě rozdílu naměřeného počtu kyvů stroje s charakteristickým parametrem „počet kyvů“ hodinového stroje. Pro práci s daným vstupním signálem je nezbytné určit parametry záznamu, jako je vzorkovací kmitočet, délka záznamu, apod. Klíčovým parametrem pro další výpočty je počet kyvů daného hodinového stroje, který program stanovuje automaticky.

V textovém poli na Obrázku 1 v horní části je možné vyčíst přesné číselné údaje všech požadovaných parametrů. Tyto parametry korespondují s grafickým zobrazením, které je dostupné pod jednotlivými tlačítky.

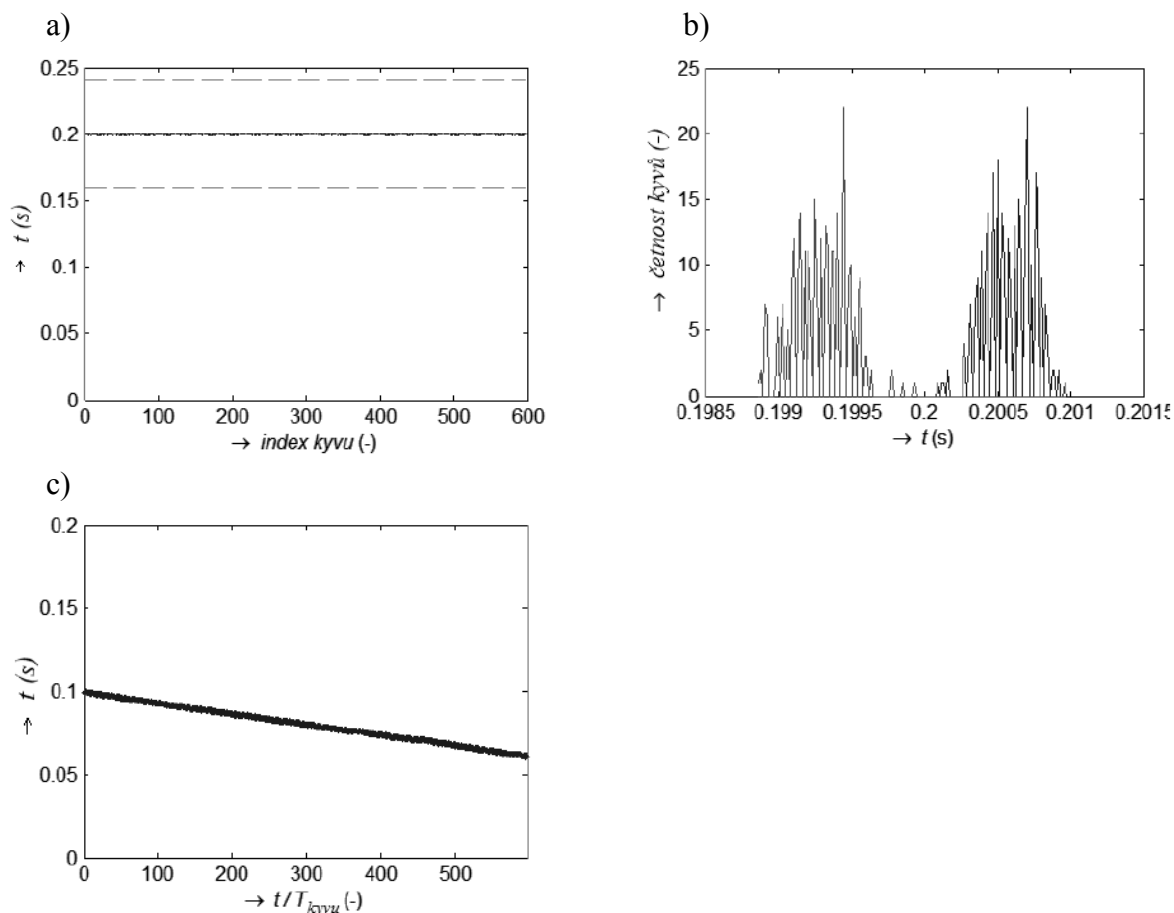


Obrázek 1: Okno programu „Časový průběh“ se záznamem chodu hodinek.

Grafická interpretace má následující význam: při výběru tlačítka „Doba kyvu“ je vykreslena závislost, která znázorňuje délku trvání jednotlivých kyvů (Obrázek 2a). Setrvačka má dvě krajní polohy, otáčení vlevo a vpravo. Doba potřebná pro otočení vlevo a vpravo často není zcela shodná. Tento jev se nazývá „kulhání hodin“. Program pracuje se zmíněnými hodnotami odděleně a umožňuje číselně stanovit jejich rozdíl, tedy hodnotu kulhání (viz textové pole Obrázek 1). Tato vada je lépe patrná při zobrazení histogramu pod příslušným tlačítkem (Obrázek 2b).

Pod tlačítkem „Vibrograf“ (Obrázek 2c) se skrývá závislost, která velmi dobře vystihuje zrychlování či zpomalování stroje. Základní myšlenkou vibrografu je indikace kyvu a jeho zaznamenání na odvíjející se papírek (dnes spíše historický přístroj).

V modernějším pojetí je možné si představit, že daný signál časově rozdělíme na intervaly o délce jednoho kyvu a tyto časové intervaly umístíme do matice za sebou tak, aby jeden časový interval odpovídal jednomu sloupci matice. Podle tvaru zmíněné křivky je možné rozhodnout i o dalších poruchách stroje (Obrázek 2c). Tato zobrazení využívají i dnešní moderní přístroje pro analýzu mechanických hodin. V našem případě má křivka přímkový charakter a je skloněná, což značí, že hodinky se pouze zrychlují. Obecně však může mít i jiné tvary, které pak odpovídají určitým vadám, jako je například vůle v záběrech kol, nevyvážená setrvačka, poškozený zub krokového kola, apod.



Obrázek 2: Grafická interpretace výsledků.

Uvedený program bude ještě dopracován o další funkce, které jsou pro hodinářskou praxi významné. Jedná se například o výpočet amplitudy setrvačky, jejíž hodnota by se při bezchybném chodu měla pohybovat kolem 300° .

3. ZÁVĚR

Program je vytvořen v prostředí Matlab. S využitím příslušných knihoven je program schopen pracovat autonomně. Hlavní oblast použití tohoto programu je schopnost poskytovat údaje pro rychlou regulaci mechanických hodin a rozpoznávat elementární vlastnosti a vady. Vytvořený software v konečné fázi může posloužit jako specifický účelová softwarová náhrada dnešních moderních (ale nákladných) přístrojů pro analýzu mechanických hodin. Chyba měření z hlediska vzorkování a zpracování je bohatě pokryta potřebou přesnosti stanovení chyby pouze na jedno desetinné místo.

LITERATURA

- [1] Zaplatílek, K., Doňar, B.: Matlab – tvorba uživatelských aplikací. Praha, BEN – technická literatura 2004, ISBN 80-7300-133-0