

PROPELLER CLOCK

Lukáš Doležal

SPŠE Pardubice

E-mail: lukedolezal1@gmail.com

Abstract: The propeller clock is the device which paintings a picture with the help of spinning line of flashing LED. Displaying is controlled by computer and user can display any picture. Control of circuits is solved by microprocessors Atmel AVR.

Keywords: EEICT, propeller clock, BLDC motor, AVR, rotační display

1. ÚVOD

Rotační display je zařízení určené k vykreslování obrazu pomocí řady rotujících LED. Využívá určité setrvačnosti vnímání lidského oka, díky které je možné vytvořit iluzi stabilního obrazu pouze pomocí blikajících bodů. To za předpokladu dostatečně velké obnovovací frekvence obrazu. Stabilní obraz vzniká řízením svitu jednotlivých LED.

2. HARDWARE

Zařízení je složeno ze dvou hlavních celků pevné, a rotační části. Každá je tvořena deskou plošných spojů (dále v textu jen DPS). Ovládání zařízení zajišťuje kompletně aplikace na PC. Spojení mezi displejem a PC je realizováno pomocí sériové linky. Pro převod logických úrovní sériové linky na úroveň TTL logiky je použit převodník MAX 232 umístěný přímo v propojovacím kabelu.

Plošné spoje pevné a rotační části byly vyrobeny na cuprexitové desky a jsou osazeny z části klasickou a z části povrchovou montáží. Povrchová montáž je s výhodou použita zejména na rotační části, kde by na klasické hmotnější součástky působila relativně velká odstředivá síla.

Celé zařízení je umístěno na ocelové základně, opatřené na spodní straně pěnovou hmotou zajišťující odtlumení vibrací způsobených pohybem rotační části. Pevná část je umístěna přímo nad základnou a rotační část je upevněna na hřídeli hnacího motoru.

2.1. PEVNÁ ČÁST

Pevná část je tvořena DPS, na které je umístěn řídicí procesor Atmega8 a jeho periferní obvody. Hlavním úkolem této komponenty je zajistit regulaci otáček motoru rotační části a zprostředkování přenosu dat z PC do rotační části. Ovládací prvky pevné části umožňují spustit autonomní zobrazení testovacího obrazce, tj. bez připojení řídicího počítače.

Komunikace statické a rotační části je řešena pomocí UART kanálu. Požadavkem bylo, aby data nebyla přenášena pomocí sběrných kartáčků. Proto bylo pro přenos použito dvojic souosých cívek umístěnými nad sebou. V principu jde o dva transformátory určené k nezávislému přenosu obou směrů datového toku. Pro přenos dat pomocí cívek byl vytvořen speciální ovládací obvod, který k přenosu využívá amplitudové modulace (dále v textu jen transceiver). Je umístěn na statické i rotační části, tím je zajištěna duplexní komunikace.

Další částí zařízení je regulátor motoru. Pro pohon rotační části je použit synchronní motor, který má při dodržení maximálního zatěžovacího momentu velmi stabilní otáčky. To je velká výhoda proti ostatním typům motorů, zvláště pak v této aplikaci, kde požadujeme otáčky co možná nejstabilnější. Další výhodou zvoleného motoru je také nízká hodnota jeho provozního hluku. Aby bylo možné použít synchronní motor, je potřeba se vypořádat s jeho rozběhem a řízením. Pro tento úkol byl vybrán integrovaný obvod firmy Toshiba TB6588FG. Jedná se o regulátor otáček synchronních

motorů, který ke své funkci potřebuje pouze minimum externích součástí a zajišťuje kompletně rozběh a řízení otáček motoru. K jeho funkci není třeba, jako u většiny podobných obvodů, použít snímače polohy rotoru. Obvod zároveň poskytuje na svém výstupu stabilizované napětí 5 V, které je využito pro napájení řídicího procesoru a jeho periférii. Nastavení parametrů regulace je realizováno pomocí DIP spínače umístěného na DPS. Jedná se o nastavení proudové pojistky, směru otáčení, frekvenci pulzně šířkové modulace a způsobu rozběhu. Vlastní otáčky motoru jsou potom nastavovány velikostí napětí přivedeného na analogový vstup regulátoru. Toto napětí je vytvořeno prostřednictvím D/A převodníku z pulzně modulovaného signálu generovaného řídicím procesorem.

Pevná část v sobě dále integruje obvod optické závory, která zajišťuje zpětnou vazbu pro regulaci otáček motoru a obvody napájení rotační části. Pevná část je napájena síťovým adaptérem o napětí 12V.

2.2. ROTAČNÍ ČÁST

Rotační část tvoří samonosná DPS, která je upevněna na hřídeli hnacího motoru. Jsou na ni umístěny zobrazovací LED a prvky zajišťující jejich spínání.

Základ rotační části tvoří mikroprocesor Atmega8. Na desce je umístěna řada zobrazovacích LED, jejichž svit je řízen budičem STP16CP05. Jedná se o 16-ti bitové budiče, které jsou řízeny sériově a pro každou LED v sobě integrují zdroj proudu. Velikost proudu je nastavena současně pro všechny LED externím rezistorem. Budiče jsou řazeny do kaskády, to znamená, že pro ovládání obou použitých obvodů postačí jeden datový vstup. Dále je na této části umístěna optická závora, která zajišťuje procesoru údaj o poloze ramene a transceiver pro komunikaci s PC. Napájení je řešeno pomocí dvojice sběrných kartáčků napájených ze statické části.

3. SOFTWARE

Software pro řídicí mikroprocesory Atmega8 rotační a pevné části je vytvořen v programovacím jazyku assembler. Řídicí aplikace pro PC je řešena v jazyce Java. Programy jsou kompletně vlastní tvorby, kromě knihoven pro ovládání sériové linky PC. Pro tento účel byly použity knihovny z [1].

3.1. PEVNÁ ČÁST

Program zajišťuje především řízení motoru. K tomu je třeba vytvořit pulzně modulovaný signál pro D/A převodník. Tvorba tohoto signálu je realizována pomocí PWM generátoru integrovaného v procesoru, data pro řízení generátoru procesor přijímá pomocí kanálu UART. Program obsluhuje také tlačítka a kontrolní LED pro spouštění autonomního zobrazování.

3.2. ROTAČNÍ ČÁST

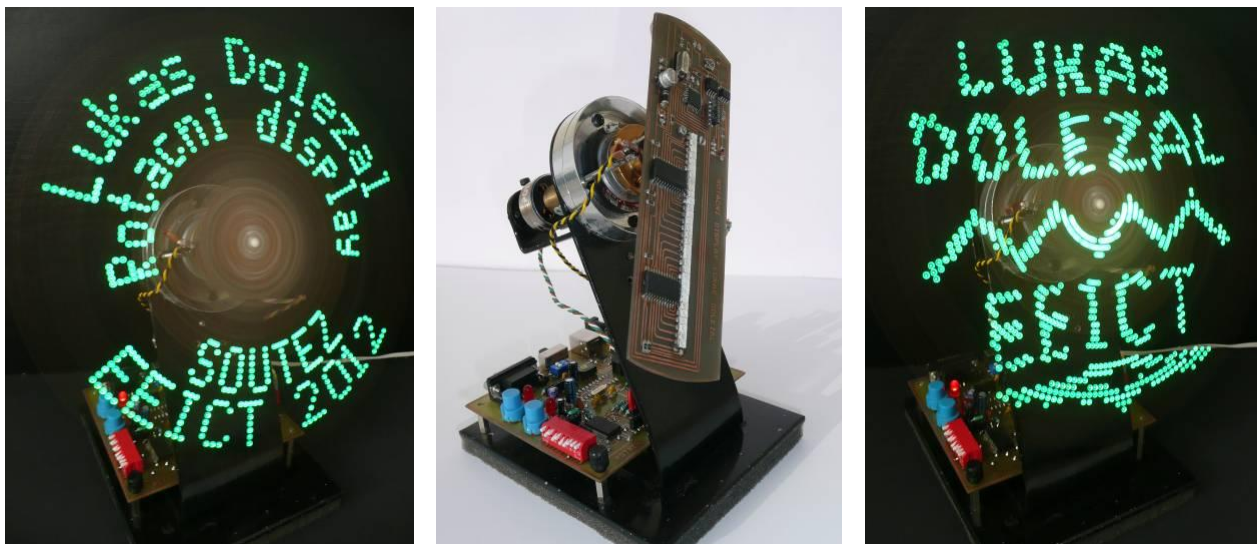
Program rotační části zajišťuje řízení řady LED, které jsou spínány pomocí budičů STP16CP05 ty jsou řízeny sériově. Procesor pro ně zajišťuje hodinový signál o periodě 1,25 μ s a generuje sériovou informaci. Tu budič načítá při každé náběžné hraně hodinového signálu. Má velikost 32 bitů a obsahuje informaci o stavu všech zobrazovacích LED. Rameno při každé otáčce aktualizuje kompletně stav LED 200 krát, na jeden krok je tedy zapotřebí 77 μ s (při provozních 3000 ot/min). Proto je použit oscilátor o maximální možné frekvenci 16 Mhz. Aby byl obraz stabilní a nerotoval, je jeho zobrazení odvozeno od signálu z optické závory. Ta je přerušena při každé otáčce. Data, která budou zobrazena, jsou přijímána z UART transceiveru. Informace potřebná pro zobrazení jednoho obrazu má velikost 1 kB a je uložena do RAM paměti procesoru odkud je programem dále zpracována a zobrazena.

3.3. ŘÍDICÍ APLIKACE

Aplikace pro řízení celého zařízení je vytvořena v programovacím jazyce Java. Její hlavní funkce spočívá v převodu obrazu, který je vytvořen uživatelem PC na kód. Ten je následně odeslán pomo-

cí sériové linky do rotační části. Vytváření obrazu je řešeno pomocí čtvercového pole o rozměrech 64 x 64 bitů, kde uživatel pomocí myši označí jednotlivé body. Tím vytvoří obraz, který bude zobrazen na displeji. Aplikace pomocí speciálního algoritmu přepočítá souřadnice těchto bodů na příslušné souřadnice bodů LED rotační části a tato data jsou odeslána k zobrazení. Následně je možné spustit motor rotační části. Program dále zahrnuje funkce zobrazení odesílaných dat, jejich uložení a načtení z předem pořízené zálohy.

4. FOTODOKUMENTACE



Obrázek 1: Zobrazení textu, rotační display, zobrazení obrázku

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo realizovat zařízení, které umožňuje vykreslení obrazu pomocí řady rotujících LED. Tyto požadavky byly splněny ve všech ohledech. Rozlišení zobrazení je pro účel prezentace dostačující. Zařízení je navrženo tak, aby se dalo v budoucnu upravovat a doplňovat o další ovládací prvky. Například zobrazování reálného času a obrázkových animací. Vzhledem k univerzálnosti návrhu bude možné tyto a další funkce do budoucna snadno doplnit.

I přesto, že zařízení nemá v současné době konkrétní praktické využití, lze ho nalézt na speciálních ventilátorech pro PC nebo rotorech modelů vrtulníků, kde působí velmi atraktivně.

REFERENCE

- [1] KULIGOVSKY, Sebastian. Kuligovsky.pl. Kuligowski.pl [online]. 28.12.2008 [cit. 2012-029]. Dostupné z: <http://www.kuligowski.pl/java/rs232-in-java-for-windows>,
- [2] Datasheet. Datasheet Atmega8. USA: Atmel Corporation, 2004.
- [3] Datasheet. STP16CP05. USA: STMicroelectronics, 2010.
- [4] Datasheet. TB6588FG. USA: Toshiba, 2007.