

# Bateriové mateční hodiny

Radim Pechal, radim.pechal@gmail.com

---

*Jistě si pamatujete na bakelitové, centrálně řízené hodiny, které se v dobách nedávno minulých hojně vyskytovaly ve školách, úřadech či různých podnicích. Mnohé z těchto hodin byly i přes svůj jedinečný design nahrazeny modernějšími a v současné době je můžeme koupit v bazaru. Nedisponujeme-li matečními (řídicími) hodinami, je jednou z možností, jak mohou být podružné hodiny opětovně zprovozněny, nahrazení původního strojku. Tím však hodiny přijdou o část svého jedinečnosti. Níže popsáne zapojení generuje minutové polarizované impulzy, díky kterému je možné tyto hodiny zachovat v nezměněné podobě.*

Zapojení, které realizují mateční hodiny, nalezneme mnoho, například [1] či [2]. Nevýhodou těchto zapojení je požadavek na napájení ze zdroje 24 V. To vyžaduje přívodní kabel k hodinám. Níže popsáne zapojení je navrženo tak, aby mohlo být napájeno z baterií. Díky tomu můžeme zdroj signálu včetně baterií zabudovat na zadní stranu hodin.

Pro správný chod hodin je potřeba generovat polarizované impulzy s periodou jedné minuty. Ty se přivádějí na svorky strojku podružných hodin, který obsahuje jednu či dvě cívky. Proud procházející těmito cívками vytvoří magnetické pole, které pootočí oskou mechanismu během několika milisekund po změně polarity, zbytek času představují cívky pouze stejnosměrnou zátěž ovládacího signálu.

Schéma zapojení je na obrázku 1. Pomocí měniče sestávajícího z cívky L1, tranzistoru Q1 a schottky diody D1 dojde k nabítí kondenzátoru C6, který je následně připojen přes H-můstek na hodiny, které jej vybijí. Na zbytek minutové periody se hodiny odpojí a následně se po uplynutí jedné minuty provede totéž, pouze s otočenou polaritou. Pro strojek PS-1 (PS-3) od firmy Pragotron bylo experimentálně vyzkoušeno, že kondenzátor  $100\ \mu F$  nabitý na cca 33 V ručičkou pootočí. Při použití kondenzátoru s nižší kapacitou již k pootočení ručiček nedošlo. Strojky PS-4, PS 100 a PS 100E či digitální podružné hodiny zkoušeny nebyly a je proto možné, že bude potřeba zvýšit kapacitu kondenzátoru. Podrobný popis jednotlivých strojků vyráběných firmou Pragotron je možné nalézt na stránkách [3].

Měnič a H-můstek je řízen pomocí mikroprocesoru ATtiny261A, který k ovládání měniče využívá zpětnou vazbu realizovanou děličem sestávajícím z rezistorů R8 a R9. Jakmile je na kondenzátoru C6 dosaženo požadovaného napětí, tak je kondenzátor připojen k hodinám pomocí H-můstku realizovaným tranzistory T2-T5. Tranzistory T2 a T3 jsou spínány pomocí tranzistorů T6 a T7.

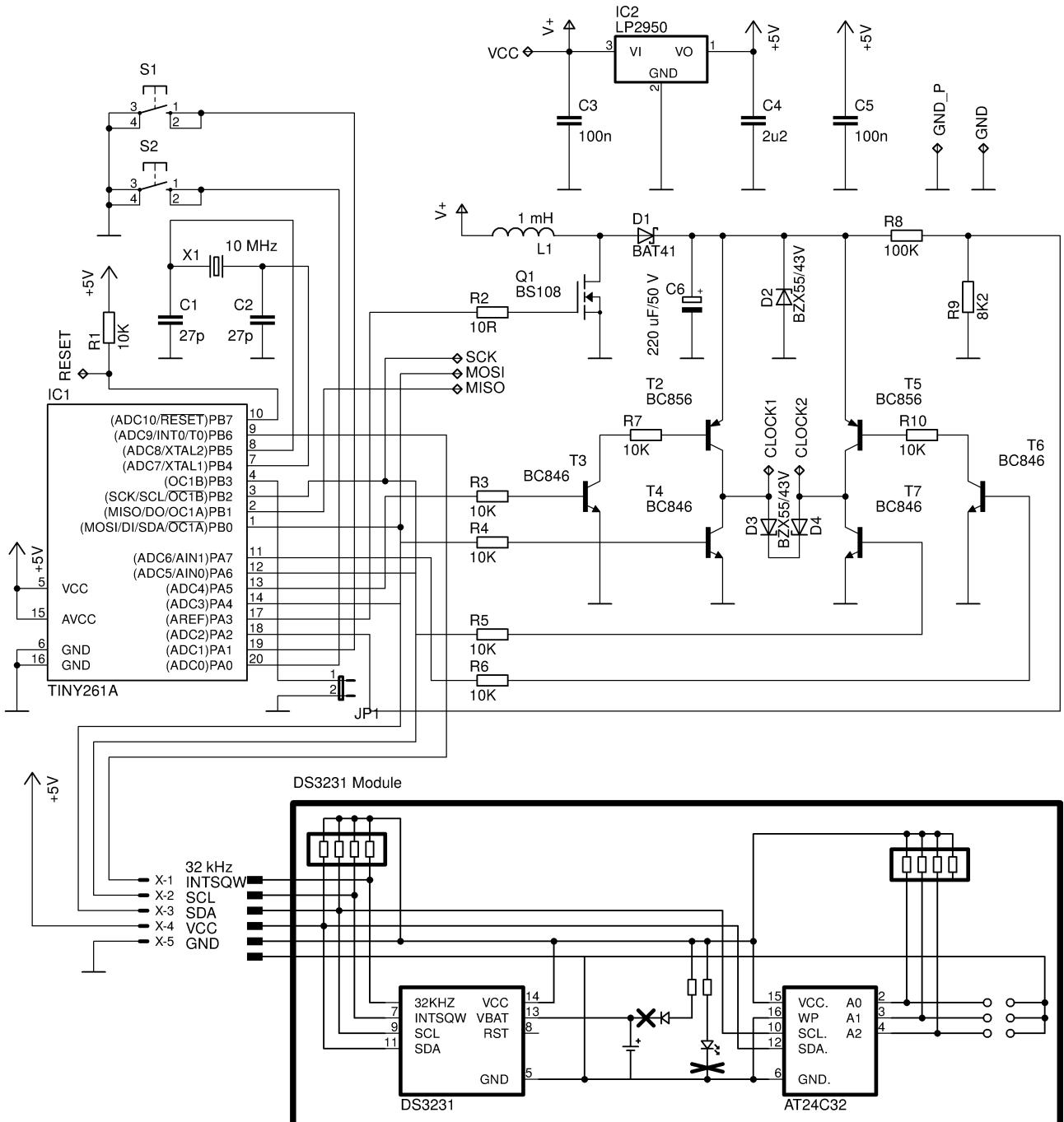
K odměřování času je použit obvod DS3231. Pokud by k odměřování času byl použit mikroprocesor, tak při použití 10 MHz krystalu s frekvenční přesností, která může být rádu až 100 ppm [4], se hodiny budou hodiny opožďovat či předbíhat o cca 5 minut za měsíc. Zapojení je pak koncipováno tak, že mezi impulzy pro hodiny je procesor v režimu sleep, ze kterého je probuzen obvodem DS3231 pomocí signálu INT/SQW.

Vzhledem k cenám samostatného integrovaného obvodu a modulu s DS3231 určeného k připojení k Arduinu [5] byl použit modul. U modulu je ovšem potřeba provést dvě změny, aby byl snížen klidový proud v období mezi impulzy pro hodiny. Jednak je potřeba odstranit LED a dále je třeba nevkládat záložní baterii nebo odstranit diodu LL4148, jak je znázorněno na obrázku 3. V případě, že je dioda odstraněna a obvod DS3231 je zazálohován baterií, je možné využít zálohování času. Pokud dojde k vybití baterií pro hodiny, tak při spojení jumpere JP1 se po spuštění hodiny samy nastaví. V DS3231 je uložen poslední čas, kdy došlo k překlopení hodin a mikroprocesor dopočítá počet chybějících impulzů, o které posune hodiny.

Spínače S1 a S2 slouží k nastavování hodin, přesněji k rychlejšímu posílání impulzů. V případě stisknutí tlačítka S1 dojde k odeslání 60 impulzů a ručičky se tak posunou o hodinu. V případě stisknutí tlačítka S2 se odešle jeden impuls, který posune ručičky o jednu minutu. Nastavování hodin může být pomalé, nicméně hodiny neumožňují posouvat ručičky pozpátku v čase.

Zenerova dioda D2 slouží jako ochrana proti vysokému napětí na kondenzátoru C6 v případě, že by došlo k chybě ve zpětné vazbě měniče. Antiparalelně zapojené zenerovy diody D3 a D4 představují ochranu proti špičkám napětí indukovaným při odpojení cívky hodin.

Napájení je realizováno čtyřmi tužkovými bateriemi, jejíž napětí je pro mikroprocesor stabilizováno pomocí obvodu LP2950. Uvedený typ je možné nahradit libovolným kompatibilním LDO stabilizátorem s nízkým klidovým odběrem. Místo tužkových baterií můžeme použít jiné baterie či akumulátory. Pokud je napětí nižší než 5,5 V není potřeba stabilizátor osazovat, pouze jej nahradíme drátovou propojkou. Minimální použitelné napájecí napětí v případě, že vynecháme stabilizátor, je 3,5 V.



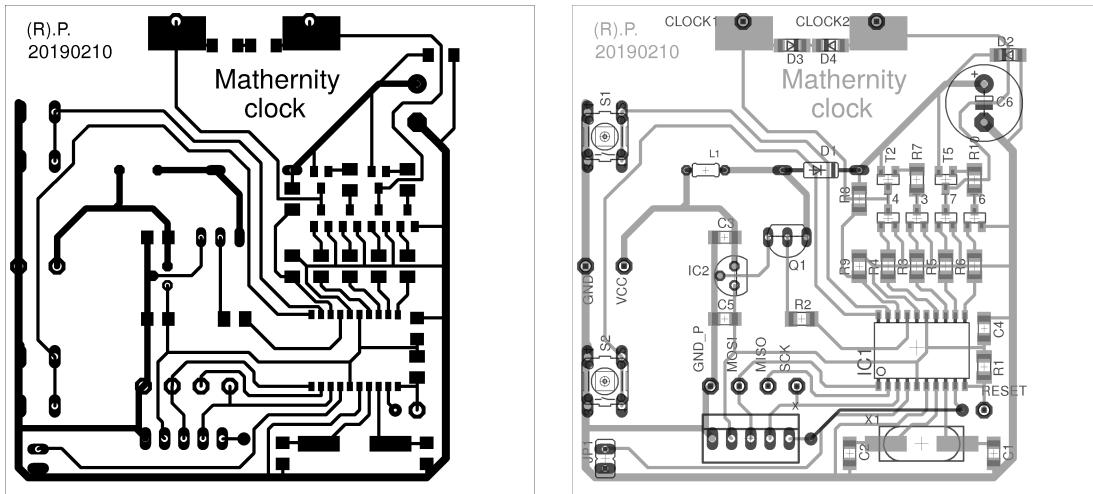
Obrázek 1.: Schéma bateriových matečních hodin.

## Konstrukce

Na obrázku 2 je jednovrstvá deska plošných spojů a osazovací plán. Konstrukce je připravena pro napájení čtyřmi tužkovými bateriemi a přichycení ke svorkám strojku PS-3 tak, jak je vidět na obrázku 4.

## Oživení

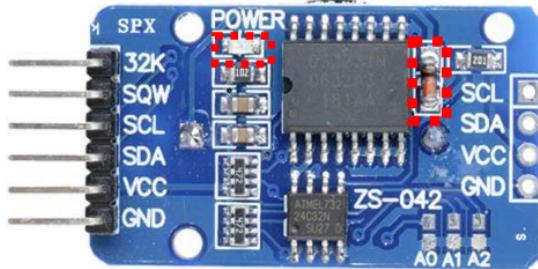
Nejdříve osadíme pasivní prvky až na cívku L1 a dále osadíme tranzistory, diody a stabilizátor IC2. Pokud používáme baterie s nižším napětím než 5,5 V, tak IC2 neosazujeme a pouze nahradíme drátovou propojkou. Zařízení spustíme a ověříme, že na pinech 5 a 15 u IC1 je pět voltů (či méně dle napájení). Následně osadíme



Obrázek 2.: Deska plošných spojů (70 x 65 mm) a osazovací plán.

procesor IC1, který naprogramujeme. Přeložený program je k možné stáhnout z [6]. Po naprogramování osadíme cívku L1.

Následně upravíme modul s DS3231. Dle obrázku 3 je třeba odstranit LED diodu a v případě, že chceme využít možnosti zazálohovat čas, tak také diodu LL4148. Po odstranění diody můžeme do modulu vložit záložní baterii. Je vhodné také překontrolovat, že plošky A0, A1 a A2 nejsou propojené na zem. V případě propojení by byl zbytečně vyšší klidový proud daný propojením těchto plošek na odpory přivedené na napájecí napětí.



Obrázek 3.: Úprava modulu s DS3231.

V případě, že máme k dispozici samostatný čip DS3231, tak jej můžeme připojit k zařízení přímo. Paměť AT24C32, která se nachází na modulu, není využívána a zapojení se tak bez ní obejde. Je však třeba připojit rezistory zajišťující klidovou úroveň pro SCL, SDA a INT/SQW.

Po napájení modulu připojíme osciloskop na vývody pro hodiny a po stisknutí tlačítka S2 ověříme, že na výstupních svorkách dostáváme signál pro hodiny. Pokud je vše v pořádku, připojíme hodiny (propojka JP1 není spojena) včetně baterie a pomocí tlačítek S1 a S2 nastavíme na hodinách správný čas. Po nastavení můžeme spojit propojku JP1.

V případě, že na výstupu dostáváme požadovaný signál, ale ručičky hodin se nepřeklápí, tak je možné jednak zvýšit kapacitu kondenzátoru C6, případně úpravou děliče R8 a R9 zvýšit napětí na výstupu, je však třeba také upravit hodnoty zenerových diod. Vliv na chod hodin může mít také mechanický stav strojku, který by se proto měl pravidelně promazávat vhodným jemným olejem.

## Závěr

Výše popsané zapojení umožňuje oživit staré podružné hodiny bez nutnosti výměny hodinového strojku případně bez nutnosti přívodního kabelu. Nevýhodou využití klasického mechanického strojku je vyšší odběr z baterií. Při správné úpravě modulu s DS3231 by měl být klidový proud v řádů stovek mikroampér. Pro otočení ručiček hodin je potřeba elektrický náboj přibližně 7 mC, což čtyři alkalické baterie s kapacitou přibližně 2000 mA a

periodou pulzů jedna minuta by měly vydržet více jak dva roky. Díky možnosti zálohování času stačí pouze vyměnit baterie a hodiny se pět samy nastaví.



Obrázek 4.: Foto bateriových matečních hodin umístěných ke strojku PS-3.

## Reference

- [1] M. Zajíc: *Generátor minutových impulsů pro podružní hodiny*, Praktická elektronika 6/2010
- [2] V. Hamberger: *Elektronické mateční hodiny EMH1*, Praktická elektronika 5/2018 str. 11-15 a Praktická elektronika 6/2018 str. 14-16
- [3] pragotron.sk: *Strojčeky analógových podružných hodín*, [https://pragotron.sk/?ukaz=content/strojceky\\_analogove&=sk](https://pragotron.sk/?ukaz=content/strojceky_analogove&=sk)
- [4] Vigan: *HC49/4H SMX Crystals*, Issue 13; 28th September 2004, <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.970-028.1.pdf>
- [5] ECLIPSERA s.r.o.: RTC Hodiny reálného času DS3231, <https://arduino-shop.cz/docs/produkty/0/74/1459971336.pdf>, 2017
- [6] R. Pechal: *Program pro bateriové mateční hodiny – ATTiny261A*, <http://radim.matfyz.cz/zapojeni/hodiny>, 2018

## Seznam součástek

| Označení       | Hodnota                  | Pouzdro   | Poznámka                             |
|----------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------|
| R1, R3–R7, R10 | 10K                      | 1206      |                                      |
| R2             | 10R                      | 1206      |                                      |
| R8             | 100K                     | 1206      |                                      |
| R9             | 8K2                      | 1206      |                                      |
| C1, C2         | 27p                      | 1206      |                                      |
| C3, C5         | 100n                     | 1206      |                                      |
| C4             | 2u2                      | 1206      |                                      |
| C6             | 220 uF/50 V              | 1206      |                                      |
| D1             | BAT41                    | DO35      | či jiná schottky dioda Urr cca 100 V |
| D2–D4          | BZX55/43V                | DO35      |                                      |
| IC1            | ATTiny261A               | SO20L     |                                      |
| IC2            | LP2950                   | TO92      | či jiný kompatibilní LDO             |
| JP1            | jumper                   |           |                                      |
| L1             | 1 mH                     | radiální  |                                      |
| Q1             | BS108                    | TO92      |                                      |
| T2, T5         | BC856                    | SOT23     |                                      |
| T3, T4, T6, T7 | BC846                    | SOT23     |                                      |
| S1             | TM070                    |           | či jiný mikrospínač                  |
| S2             | TM070                    |           | či jiný mikrospínač                  |
| X1             | 10 MHz<br>Modul s DS3231 | CSM-7X-DU |                                      |