Šestimístné digitální hodiny z logických obvodů

Pájecí stavebnice bez mikrokontroléru, s krystalem 32 768 Hz a obvody řady CD4000

Ze stavebnice si sestavíš stolní hodiny, které na šesti velkých červených číslicích ukazují hodiny, minuty a sekundy ve 24hodinovém režimu. Zajímavé jsou tím, že **nemají mikrokontrolér ani program**. Čas odměřuje krystal a počítání i zobrazení obstarává dvanáct klasických logických obvodů. Na hotových hodinách tak přesně uvidíš, jak pracuje oscilátor, dělička, čítač, dekodér a hradla. Dvojtečky mezi číslicemi blikají v rytmu sekund.

Stavebnice obsahuje jen vývodové (THT) součástky a všechny obvody se zasouvají do patic. Kvůli počtu spojů (přes 50 rezistorů a 12 patic) počítej zhruba se 3 hodinami práce.

Co budeš potřebovat

- mikropájku (ideálně s regulací teploty, cca 320–350 °C)
- pájecí cín s tavidlem (průměr 0,5–0,8 mm)
- štípačky a malý šroubovák (svorkovnice, kryt)
- zdroj 5 V, nebo 3 tužkové baterie AA (držák je v balení)
- hodí se multimetr, pinzeta a odsávačka cínu

Bezpečnost

- Stavebnice je určena pro osoby starší 14 let. Není hračka.
- Hrot pájky má přes 300 °C. Odkládej ji do stojánku a pracuj na nehořlavé podložce.
- Pájej ve větrané místnosti a po práci si umyj ruce.
- Při zkracování vývodů je přidrž prstem, odstřižené kousky odlétají.
- Obvody CMOS jsou citlivé na statickou elektřinu. Před manipulací se dotkni uzemněného předmětu a čipy vkládej až na konec.
- Napájej jen z 5 V nebo ze 3 baterií AA, hlídej polaritu.

Jak hodiny fungují

Generátor sekund. Obvod **CD4060** (IC10) tvoří s krystalem **32 768 Hz**, kondenzátory C5, C6 a rezistory R48, R49 oscilátor. Vnitřní čtrnáctistupňová dělička vydělí kmitočet na 2 Hz (vývod 3, Q14). Jeden klopný obvod D z **CD4013** (IC11) zapojený jako dělička dvěma z toho udělá přesně **1 Hz**, tedy jeden impulz za sekundu.

Čítače. Sekundový impulz jde přes vypínač S3 do tří dvojitých desítkových čítačů **CD4518** (IC7–IC9), které počítají sekundy, minuty a hodiny. Každý čítač napočítá 0–9 a při přechodu z 9 na 0 pošle impulz další desítce. Když desítky sekund (nebo minut) dojdou na 6, hradlo AND z **CD4081** (IC12) čítač vynuluje, takže vznikne počítání do 60. U hodin hradlo nuluje při stavu 24, takže hodiny jdou 0–23.

Zobrazení. Každý čítač posílá číslici v kódu BCD do dekodéru **CD4511** (IC1–IC6), který z něj rozsvítí správné segmenty displeje. Proud segmentů omezují rezistory 1 kΩ (R1–R42). Čtyři LED dvojteček blikají přímo od signálu 1 Hz.

Technické parametry

Napájení	5 V DC přes svorkovnici, nebo 3× AA
Zobrazení	6 číslic 0,56", HH MM SS, 24 h
Časová základna	krystal 32 768 Hz
Nastavení	S1 hodiny, S2 minuty, vypínač S3 sekundy
Funkce	bez budíku a hodinového signálu
Deska	127 × 89 mm

Jak poznat rezistory

Hodnota	Proužky (5 proužků, 1 %)
470 Ω	žlutá – fialová – černá – černá – hnědá
1 kΩ	hnědá – černá – černá – hnědá – hnědá
2,2 kΩ	červená – červená – černá – hnědá – hnědá
100 kΩ	hnědá – černá – černá – oranžová – hnědá
10 MΩ	hnědá – černá – černá – zelená – hnědá

V případě nejistoty rezistor změř multimetrem.

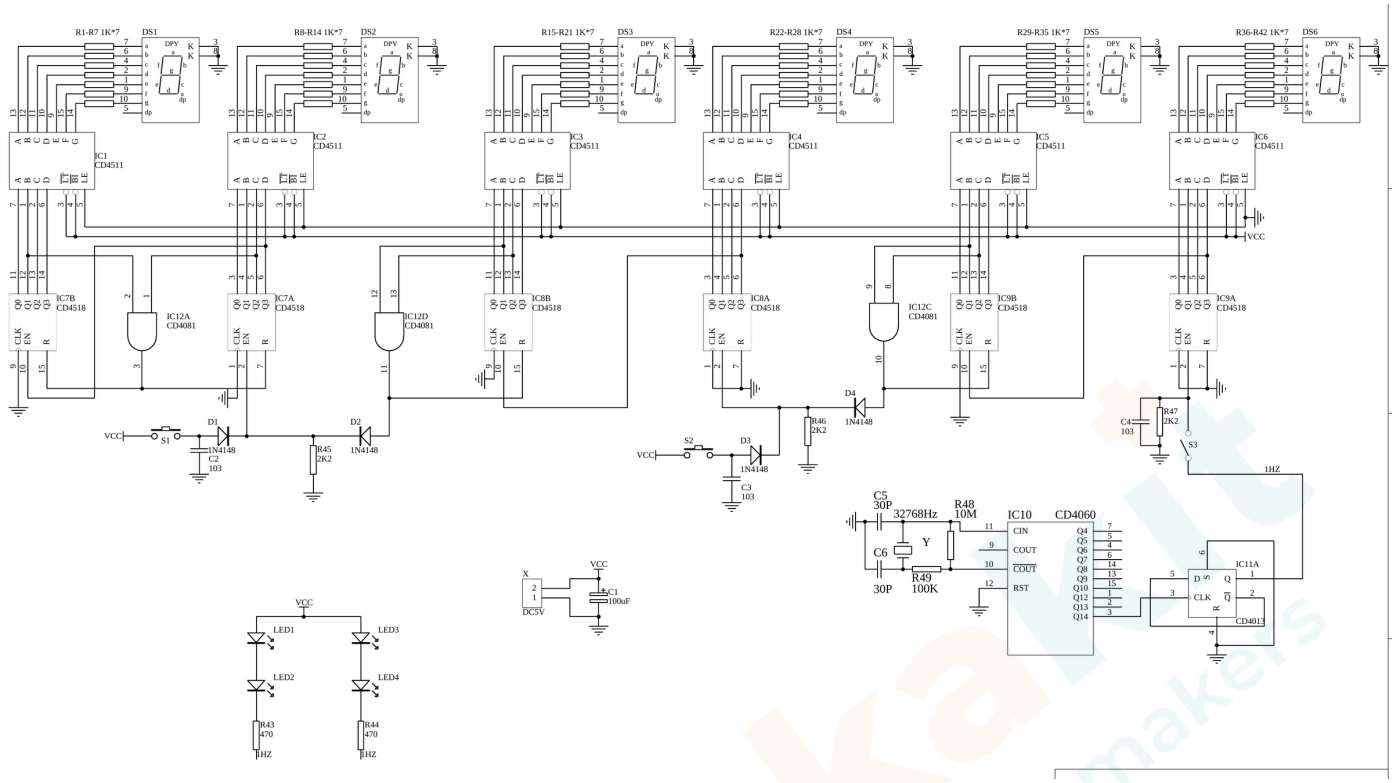
Seznam součástek

Součástka	Hodnota / typ	Pozice	Ks
rezistor	1 kΩ	R1–R42	42
rezistor	2,2 kΩ	R45, R46, R47	3
rezistor	470 Ω	R43, R44	2
rezistor	100 kΩ	R49	1
rezistor	10 MΩ	R48	1
keramický kondenzátor	30 pF (30)	C5, C6	2
keramický kondenzátor	10 nF (103)	C2, C3, C4	3
elektrolyt. kondenzátor	100 µF / 50 V	C1	1
dioda	1N4148	D1–D4	4
krystal	32,768 kHz	Y	1
LED červená	3 mm	LED1–LED4	4

Součástka	Hodnota / typ	Pozice	Ks
dekodér 7 segmentů	CD4511BE	IC1–IC6	6
2× desítkový čítač	CD4518	IC7–IC9	3
oscilátor s děličkou	CD4060	IC10	1
2× klopný obvod D	CD4013	IC11	1
4× hradlo AND	CD4081	IC12	1
patice	DIP-16	IC1–IC10	10
patice	DIP-14	IC11, IC12	2
LED displej 1 číslice	0,56", spol. katoda	DS1–DS6	6
tlačítko	6 × 6 mm	S1, S2	2
posuvný vypínač	2 polohy	S3	1
svorkovnice	KF301, 2 piny	X	1

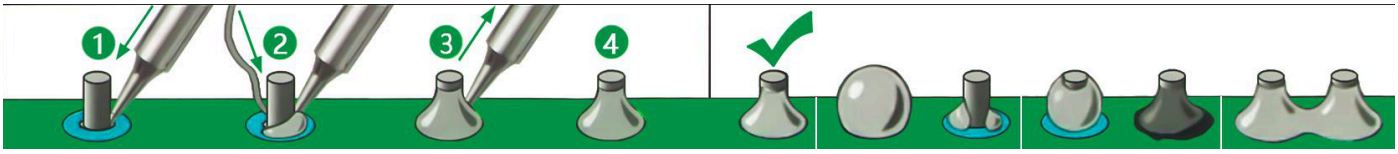
Dále balení obsahuje desku plošných spojů, akrylový kryt se spojovacím materiálem a držák na 3 baterie AA. Chybí ti nějaký díl? Ozvi se nám přes laskakit.cz.

Schéma zapojení



Nahoře zleva displeje DS1–DS6 (hodiny, minuty, sekundy) s dekodéry CD4511 a čítači CD4518, vpravo dole oscilátor CD4060 a dělička CD4013 (1 Hz). Vlevo dole dvojtečky LED1–LED4 a napájení X (DC 5 V).

Jak správně pájet

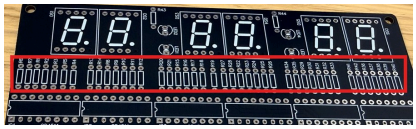


1. nahřej plošku i vývod | 2. přidej cín | 3. odtáhni cín, pak hrot | 4. hotovo | správný spoj | moc cínu | málo cínu | studený spoj | přehřátý | cínový můstek

Správný spoj je lesklý a má tvar malé kuželky. Hrot drž na spoji jen 2–3 sekundy. Osazuj od nejnižších součástek k nejvyšším a průběžně kontroluj, že mezi sousedními ploškami nevznikly cínové můstky, na desce je jich hodně blízko u sebe. Červené rámečky na fotkách ukazují, kam součástky patří.

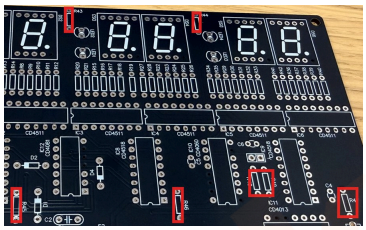
Postup osazení

1 Rezistory 1 kΩ



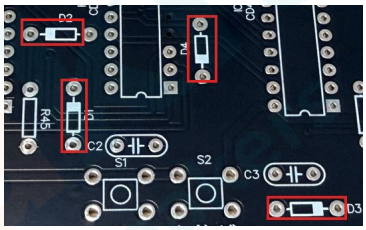
42 rezistorů do R1–R42 (po sedmi u každého displeje). Polaritu nemají, osaď je těsně k desce.

2 Ostatní rezistory



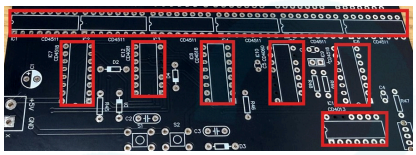
2,2 kΩ do R45–R47, 470 Ω do R43 a R44, 100 kΩ do R49 a 10 MΩ do R48. Před zapájením je raději změř.

3 Diody



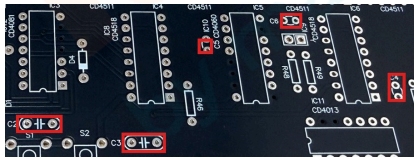
1N4148 do D1–D4. Černý proužek (katoda) musí být na straně proužku v potisku.

4 Patice



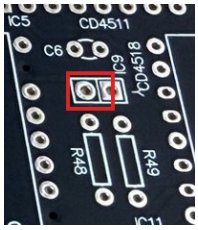
10 patic DIP-16 do IC1–IC10 a 2 patice DIP-14 do IC11 a IC12. Výřez patice na stranu výřezu v potisku. Čipy zatím nevkládej.

5 Keramické kondenzátory



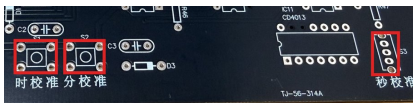
30 pF (30) do C5 a C6, 10 nF (103) do C2, C3 a C4. Polaritu nemají, nezaměň je.

6 Krystal



Válcový krystal 32,768 kHz do pozice Y. Pájej krátce, je citlivý na přehřátí. Můžeš ho položit naležato k desce.

7 Tlačítka a vypínač



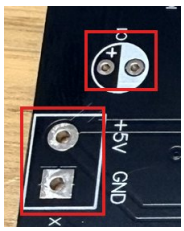
Tlačítka S1 a S2 a posuvný vypínač S3 přitlač k desce a připájej.

8 LED dvojteček



LED1–LED4: kratší vývod (−) na stranu s plochou hranou v potisku. Výšku srovnej s displeji.

9 Elektrolyt a svorkovnice



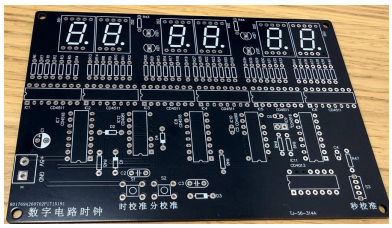
C1: delší vývod (+) do otvoru „+“. Svorkovnici X připájej otvory pro vodiče ven z desky.

10 Displeje



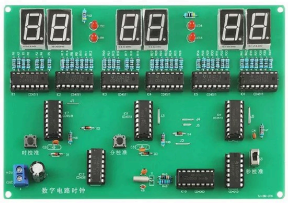
DS1–DS6 desetinnou tečkou dolů, shodně s potiskem. Displej otočený o 180° nebude svítit správně.

11 Kontrola



Lupou zkontroluj všechny spoje, hlavně kolem patic a displejů. Multimetrem ověř, že mezi + a − napájení není zkrat.

12 Čipy



Vlož čipy výřezem na stranu výřezu patice: CD4511 do IC1–IC6, CD4518 do IC7–IC9, CD4060 do IC10, CD4013 do IC11, CD4081 do IC12. Hlídej, aby se žádná nožička neohnula.

Napájení: Do svorkovnice X připoj 5 V nebo držák 3 baterií AA. Červený vodič patří na **+5V**, černý na **GND**, podle značení u svorkovnice. Po zapnutí se rozsvítí číslice a dvojtečky začnou blikat jednou za sekundu. Hodiny začnou počítat od náhodného nebo nulového času.

Čínské popisky na desce: 时校准 = nastavení hodin (S1), 分校准 = nastavení minut (S2), 秒校准 = nastavení sekund (S3), 数字电路时钟 = digitální hodiny z logických obvodů.

Hotovou desku vlož do akrylového krytu podle tvaru dílů. Z akrylu nejdřív strhni ochrannou fólii.

Nastavení času

1. **Hodiny a minuty:** každým stiskem tlačítka se hodnota posune o jednu. **S1** (v potisku 时校准) posouvá **hodiny**, **S2** (分校准) **minuty**.
2. **Sekundy:** přepni vypínač **S3** (秒校准). Hodiny se zastaví. Počkej, až skutečný čas dojde na hodnotu, kterou ukazují, a S3 přepni zpět. Hodiny se rozběhnou přesně v ten okamžik.

Hodiny nemají zálohu času. Po odpojení napájení je potřeba čas nastavit znovu.

Pokus pro zvídavé

Kondenzátory C5 a C6 (30 pF) jemně ovlivňují kmitočet krystalu. Když se hodiny za týden předbíhají nebo zpožďují o desítky sekund, můžeš zkusit jeden z nich vyměnit za kondenzátor s trochu jinou kapacitou (např. 22 nebo 33 pF). Osciloskopem můžeš sledovat signál 1 Hz na vypínači S3 a 2 Hz na vývodu 3 obvodu CD4060.

Když to nefunguje

Nic nesvítí: Zkontroluj napájení a jeho polaritu na svorkovnici X, orientaci C1 a zkraty mezi napájecími cestami.

Číslice svítí, ale hodiny nejdou a dvojtečky neblikají: Nekmitá oscilátor. Zkontroluj krystal, C5, C6, R48, R49, CD4060 a CD4013 a polohu vypínače S3.

Jedna číslice ukazuje nesmysly: Hledej studený spoj nebo můstek u jejího displeje, rezistorů a dekodéru CD4511, případně otočený displej.

Sekundy nebo minuty nepřetečou na 00 po 59: Zkontroluj hradla CD4081 (IC12) a diody D2, D4.

Hodiny nepřejdou z 23 na 00: Zkontroluj nulovací hradlo hodin v CD4081 a pájení čítače IC7.

Tlačítko přidá víc než jednu: Kontakty tlačítka zakmitávají. Zkontroluj kondenzátory C2 a C3 a rezistory R45 a R46.

Segment nesvítí na všech číslicích: Většinou je to vadný spoj na společné cestě nebo otočené čipy.

Šestimístné digitální hodiny TJ-56-314A, pájecí stavebnice · Určeno pro osoby starší 14 let, není hračka.
Výrobce: Chongqing Shengbaoxin Electronics Co., Ltd. (značka 56Electronics), No. 523 Shanghai Avenue, Wanzhou District, Chongqing, Čína
Dovozce: LaskaKit s.r.o., Jiráskova 2009, 516 01 Rychnov nad Kněžnou, Česká republika · IČ: 17608007, DIČ: CZ17608007 · www.laskakit.cz
Návod zpracoval LaskaKit podle podkladů výrobce.
Elektronický odpad ani baterie neodhazuj do směsného odpadu. Odevzdej je na sběrném místě.