



Digitronové hodiny

PT029B

Napájecí napětí: 6 - 18 V | Proudový odběr (max.): 400 mA | Korekce oscilátoru kapacitním trimrem | 24 hodinový režim | 9 V baterie pro zálohu času (až 200 h) | Rozměry DPS 186x69 mm | © Típa 11.2015



Časová základna: **Richard Vacula**; DPS, měnič, návod: **Lukáš Tatarin** lukas.tatarin@tipa.eu **poslední revize 11.2015**

ÚVOD

Zakoupili jste si výjimečnou stavebnici digitálních hodin s historickými digitronovými zobrazovači IN-14, které se vyznačují zajímavým designem, nízkou spotřebou a reálně vypadajícími číslicemi. Díky realizaci za pomoci obvodů řady CMOS 4000, jenž činí zařízení ještě zajímavějším, je dosaženo i relativně vysoké přesnosti. Zdroj anodového napětí pro napájení digitronů je řešen jednočinným step-up měničem s externím tranzistorem, čímž je možno napájecí napětí celého zařízení zvolit od 6 do 18 V. Hodiny si v případě výpadku elektřiny dokáží také uchovat aktuální čas (v případě připojené záložní baterie). DPS je jednostranná a navržena s ohledem i na méně zdatné konstruktéry, kteří budou jistě potěšeni množstvím součástek určených k osazení. Otvary pod zobrazovači umožňují osazení 5mm LED a podsvětlení skleněných digitronů, které je efektní zvláště ve tmě. Tato stavebnice je náhradou za velmi populární PT029 s digitrony Z574M. Při návrhu jsme se snažili co nejvíce zachovat původní koncept a přinést jen malé technické vylepšení pro lepší funkčnost a odstranění neduhů původního zapojení.

DIGITRONY

Digitron je znakový nebo číslicový zobrazovač s přirozeným vedením křivek (opakem je Itron sestávající se z hranatých segmentů, stejně jako to je u dnešních LED číslic), který se příliš neliší od klasických elektronek. Má tvar skleněné baňky s několika vývody a hrotem na svém vrchu, kterým byl při výrobě naplněn plynem (jeho složení udává barevnou tonalitu zobrazovaných číslic). Uvnitř je jedna společná anoda ve tvaru mřížky z tenkého kovového drátu, která je nejčastěji hexagonálního tvaru. Ten pomáhá docílit lepší čitelnosti vnitřních číslic (mřížka je tak lépe průhledná). Provedení ale může mít i čistě horizontální charakter.

Mřížka je připojena na vývod anody. Skrze ni musí být dobře čitelné znaky nebo číslice. Katod je zde několik. Přesněji řečeno tolik, kolik je k dispozici znaků nebo číslic (v našem případě 12). Samotné číslice jsou buďto vyleptané anebo vyražené z ušlechtilé oceli s tloušťkou vlákna asi 0,3 mm. Svíticí vrstva na zářící číslici má šířku asi 1,5 mm, která v sítnici dostatečně potlačuje vliv tmavých číslic před ní. Číslice jsou uchyceny rovnoběžně na sebe. Vzdálenost mezi nimi je co nejmenší, ale zároveň taková aby se jednotlivé číslice nedotýkaly (a rovněž nedocházelo k přechodu výboje na sousední čísla). Ačkoliv vzhledem připomíná digitron elektronku, tak princip funkce je rozdílný. Není totiž založen na tepelné emisi elektronů, ale jde o speciální variantu doutnavky – výbojky se studenou katodou. Připojením tzv. anodového napětí mezi anodou a některou z katod dojde ke vzniku oranžového doutnavého výboje, který se objeví kolem celé elektrody a ten pak vidíme jako číslici. Digitrony využívají světélkování v záporně doutnavé vrstvě. Díky doutnavému výboji mají nízkou spotřebu a potřebují k provozu vysoké napětí. Nefungují na stejném principu jako žárovka, jak se někteří mylně domnívají. Obaly digitronu jsou výhradně ze skla. V té době se totiž jednalo o nejjednodušší tlakově uzavíratelný průhledný obal. Samotné upevnění souboru číslic je provedeno pomocí nevodivých keramických válečků, které jsou upevněny k mřížce. Na číslice jsou připájeny velmi tenké vodiče, které prostupují dolní tenkou membránou ze slídy. Tato membrána je umístěna také nad číslicemi. Jejím úkolem je zajišťovat, aby při zapálení doutnavý výboj nepronikl až do míst, kde by jeho přítomnost byla nežádoucí. Celý soubor je pak při výrobě vložen do připravené skleněné baňky se zatavenými vývody. Na tyto vývody se poté připájejí tenké vodiče vedoucí od číslic a mřížky. Z digitronu je poté odsán vzduch a je naplněn plynem s nízkým tlakem (vůči atmosféře podtlakem). Nejčastěji se používal neon. Pro zvětšení životnosti se přidávalo malé množství rtuti, jejíž páry podstatně zmenšují odpařování katod. Bylo to však na úkor vzniku slabého, difuzně modrého světla. To se potlačovalo červeným barevným filtrem, který si možná někteří pamatují z digitronů Z547M z předchozí stavebnice. Současné IN-14 jsou technicky starší a tehdejší výrobci používání červeného filtru ještě neznali (anebo nebyli Sověti natolik perfekcionista, jako čeští pracovníci Tesly).



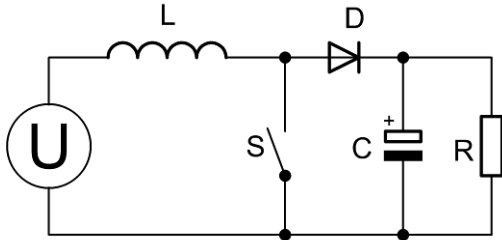
ZAPOJENÍ

Obecně jsou konstrukce s CMOS obvody komplikovanější a nedá se jednoduše říct: „O všechny důležité operace se stará mikrokontrolér...“, tak jako u stavebnic jimi vybavenými. V následujících odstavcích se pokusíme rozepsat o funkci všech periférií, které se v zapojení nacházejí a co nejvíce je vám přiblížit.

Zdroj napětí

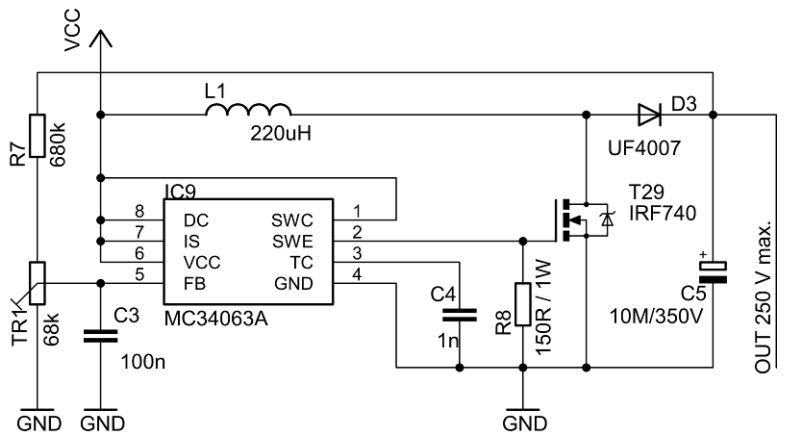
K provozu stavebnice jsou třeba dva rozdílné zdroje. Zdroj vysokého anodového napětí se používá pro provoz digitronů. Konkrétně je jím napájena žhavicí mřížka. Druhým je zdroj pro napájení časové základny, zobrazovacích obvodů a podsvětlení.

Zdroj anodového napětí: Pro provoz digitronů IN-14 potřebujeme anodové napětí cca 175 V a relativně malý proud. Nabízí se nám hned několik variant, jak takového napětí dosáhnout. Asi většinu z vás jako první napadne transformátor. Ty se ostatně k tomuto účelu používají i v rozvodných soustavách. Jenže z principu funkce transformátoru (elektromagnetická indukce) je nutné mít střídavé napětí, které provoz transformátoru umožňuje, a výstupní napětí by se muselo usměrnit, jelikož digitrony potřebují napětí stejnosměrné (DC). Navíc transformátor s parametry potřebnými pro naše použití se špatně shání a ruční navíjení i přes dnes již dostupné konstrukční DIY sady by bylo komplikované a drahé. Na principu elektromagnetické indukce funguje i DC-DC měnič použitý ve stavebnici. Principem DC-DC měniče je velmi rychlé spínání cívky a uchování naakumulované energie v kondenzátoru. Pro lepší představivost si jeho funkci popíšeme na následujícím zjednodušeném schématu. Měnič má dva stavy, ve kterých se může nalézat – spínač S je vypnutý nebo sepnutý. V případě, že je spínač sepnutý, proud teče ze zdroje U přes cívku L. V okolí cívky se vytvoří elektromagnetické pole. Dokud proud cívku prochází, je levý konec kladný a pravý záporný. Jakmile se ale vypínač otevře, tak přestane cívku protékat proud a díky elektromagnetickému poli předtím cívku vytvořenému se v ní naindukují napětí s opačnou polaritou. V obvodu nám tak vzniknou dva zdroje zařazené sériově, které přes diodu D začnou nabíjet kondenzátor C na vyšší napětí, než je napětí zdroje. Toto napětí se okamžitě objeví i na zátěži R.

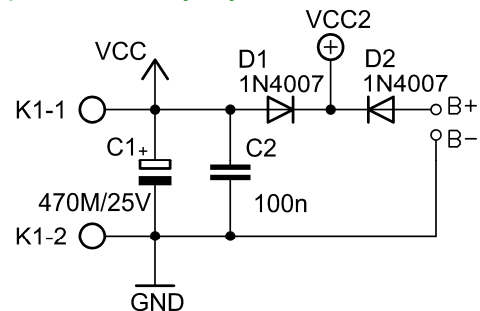


Naše zařízení využívá jednočinný step-up (zvyšující) měnič plně řízený obvodem MC34063A (IC9). Ten v sobě zahrnuje generátor pulsů pro spínací tranzistor, stabilizátor napětí a synchronizační obvody. Jedná se o katalogové zapojení doporučené výrobcem doplněné o externí tranzistor, jenž zvyšuje hodnotu výstupního napětí až na 250V, protože samotný obvod takto vysoké napětí ze sebe nevydává. Tranzistor IRF740 (T29) funguje jako spínač. R8 eliminuje parazitní kapacitu na elektrodě „gate“ tranzistoru a přispívá k jeho rychlejšímu uzavření. Spínané obdélníkové napětí má poté ostřejší hrany. R7 a TR1 fungují jako zpětná vazba pro nastavení a stabilizaci výstupního napětí. Měnič je řízen frekvenčně tj. změnou hodnoty TR1 se mění frekvence na „gate“ tranzistoru a s ní i velikost výstupního napětí. Funkce diody, cívky a kondenzátoru již byly popsány výše.

Pro správnou funkci musí být použita dioda s velmi rychlou reakční dobou (Schottkyho). Jako zátěž jsou zde použity samotné digitrony a doutnavka. **V žádném případě nedoporučujeme měnič spouštět bez osazených digitronů (bez zátěže), jelikož napětí poroste až k 500 V, což zcela jistě povede k explozi C5. Ten totiž není na takové napětí dimenzován!** Kaskádní násobič použitý v předchozí verzi stavebnice jsme nahradili právě měničem. Ten je možno oproti násobiči napájet dostupnějším stejnosměrným napětím a navíc ve velkém rozsahu. Provoz je možný od 6 až po 18V, přičemž IC9 udržuje stále stejnou hodnotu výstupního napětí, které je tak na vstupním nezávislé.

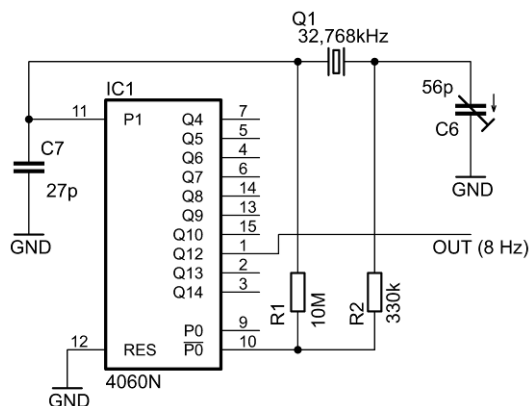


Zdroj řídicí logiky a záložní zdroj nouzového provozu: Pro provoz logiky a podsvětlení jsme se rozhodli nepoužít žádné stabilizační prvky, které by zapojení pouze komplikovaly a byly zdrojem dalších ztrát a tím i oteplování DPS. Použití obvodů CMOS, které fungují od 3 do 18V nám to totiž umožňuje. Pro zajištění správné funkce záložního zdroje pak už stačila jen jednoduchá diodová logika. Na svorkovnici K1 je přivedeno externí napájení. Kondenzátory C1 a C2 jsou vyhlazovací. Při provozu na hlavní zdroj je zajištěno napájení pro měnič, podsvětlení digitronů (připojené na VCC) a přes diodu D1 také pro řídicí logiku (VCC2). Dioda D2 zabráňuje v tomto režimu nežádoucímu nabíjení záložní baterie. Dojde-li k odpojení nebo výpadku hlavního zdroje tak je ze zálohy napájena pouze řídicí logika, která nadále udržuje čas. Diodou D1 pak není provoz periférií připojených na VCC umožněn, což zabráňuje vybití baterie. Vezmeme-li průnik množin napájecích napětí řídicí logiky a měniče, tak nám vyjde rozsah 6 až 18V ve kterém pracují všechny části hodin spolehlivě. Ukázalo se, že při 12V je provoz stavebnice nejideálnější. Při vyšším napětí narůstá výrazněji proudový odběr, což se projevilo zejména větším zahříváním spínacího tranzistoru. Jako vhodné se rovněž ukázalo i použití 9V baterie pro zálohu času. Ta je ostatně i součástí stavebnice. Budeme-li provozovat hodiny s odlišným napětím, než 12V, tak je nutné vzít v potaz, že napětí záložní baterie by mělo být vždy menší, než externí napájení. Pak by totiž docházelo k vybití baterie přes D2 i při připojení externím zdroji až do doby vyrovnání obou hodnot.



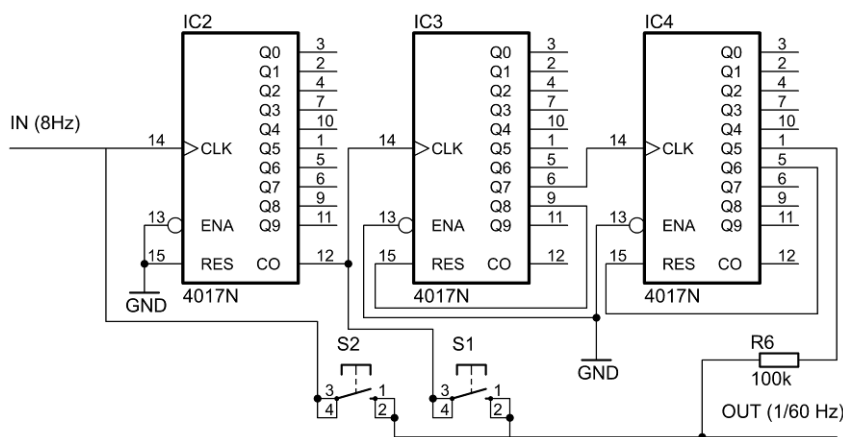
Časová základna

Oscilátor: Základním prvkem oscilátoru hodin je integrovaný obvod 4060 (IC1) vyvinutý speciálně pro časové aplikace. Jde o 12-ti bitový čítač se zabudovanými invertory pro postavení oscilátoru s krystalem (jinak většinou realizovaného pomocí hradel NAND zapojených jako invertory). Výstup oscilátoru je připojen na 14-ti stupňový 12-ti bitový čítač, u jehož posledních 11 stupňů je indikováno naplnění logickou hodnotou na výstupech Q4 – Q14. Jako každý čítač lze i tento využít pro účely dělení kmitočtu. Tak dostaneme na výstup Q12 z původních 32,768 kHz hodinového krystalu nižší takt o frekvenci 8 Hz. To je ovšem stále příliš vysoký kmitočet. Pro čítání minut jej budeme muset dále dělit. Kapacitním trimrem C6 můžeme jemně doladit kmitočet a tím i seřadit rychlost hodin v případě, že se budou opožďovat či zrychlovat oproti reálnému času. Rezistor R2 je ochranný a zabraňuje destrukci krystalu, kterým předchází verze trpěla.



Dělení signálu na minutový puls – 1/60Hz: Z řady CMOS obvodů se po zbytek zapojení setkáme už pouze s jediným, a to s dekadickým čítačem 1 z 10, 4017. Za podmínky, že je vstup ENABLE (13) a RESET (15) připojen k zemi (log. 0), se při každém impulsu na vstupu CLOCK (14) navýší stav čítače vždy o jeden a na příslušném výstupu Q0 – Q9 se objeví log. 1. Je-li stav čítače 5, naměříme na výstupu Q5 log. 1 a na všech ostatních výstupech log. 0. Při přetečení (10. cyklu) se na výstupu CARRY OUT (12) na chvíli objeví log 0. a stav čítače se vynuluje. Kmitočet na CO je tak roven 1/10 kmitočtu na vstupu CLK. Tak získáváme děličku kmitočtu 1:10, ve schématu obvod IC2. Pro získání minutového pulsu

však musíme 8Hz signál vydělit 480, zatím jsme učinili dělení pouze desíti, proto za obvodem IC2 následují další dvě děličky využívající stejný CMOS obvod 4017. IC3 je zapojen jako dělička 1:8 a čítací cyklus je uměle zkrácen na 8 stavů, jelikož devátý výstup je přiveden na vstup RESET – při posunu na hodnotu 8 (nesmíme zapomenout na hodnotu 0, osmička je tedy už devátým stavem, který využijeme pro aktivaci RESETu) se na Q8 a díky propojení i na RESETU objevuje log. 1 a čítání probíhá nanovo. Na jakémkoli výstupu Q0 – Q7 tak bude kmitočet roven 1/8 kmitočtu na vstupu CLK. Jako výstup vyděleného signálu jsme vybrali Q7 a přivedli jej na vstup CLK IC4, posledního ze série děličů signálu na minutový puls. Zde je nastaven dělicí poměr na 1:6. Postup



je stejný jako u IC3, jen místo 9. výstupu (Q8) používáme pro aktivaci RESETU výstup sedmý (Q6) a vydělený signál můžeme vést dále z výstupů Q0 – Q5, přičemž jsme si opět zvolili poslední možný (Q5). Nyní si zrekapitulujeme všechna dělení 8Hz signálu. Nejdříve jsme dělili 10-ti, poté 8-mi a nakonec 6-ti. Jak víme i z matematiky, pořadí členů podílu je libovolné a na výsledku se nic nemění. Pro jednodušší pochopení tedy signál dělíme 8-mi, 6-ti a 10-ti. $8\text{Hz} / 8 / 6 / 10 = 8\text{Hz} / 8 / (6 \times 10)$. $8\text{Hz} / 8 = 1\text{Hz}$, $1\text{Hz} / 60 = 1/60\text{ Hz}$. Signálu nesoucím minutový puls záměrně zvýšíme impedanci o 100 kΩ zapojením rezistoru R6 do jeho cesty, čímž v případě potřeby dáme přednost signálu s nižší impedancí. Signál pro nastavení hodin, který v cestě žádný rezistor nemá, je tvrdším zdrojem napětí, a proto je v případě stisknutí některého z tlačítek pro nastavení času upřednostněn před minutovým pulsem.

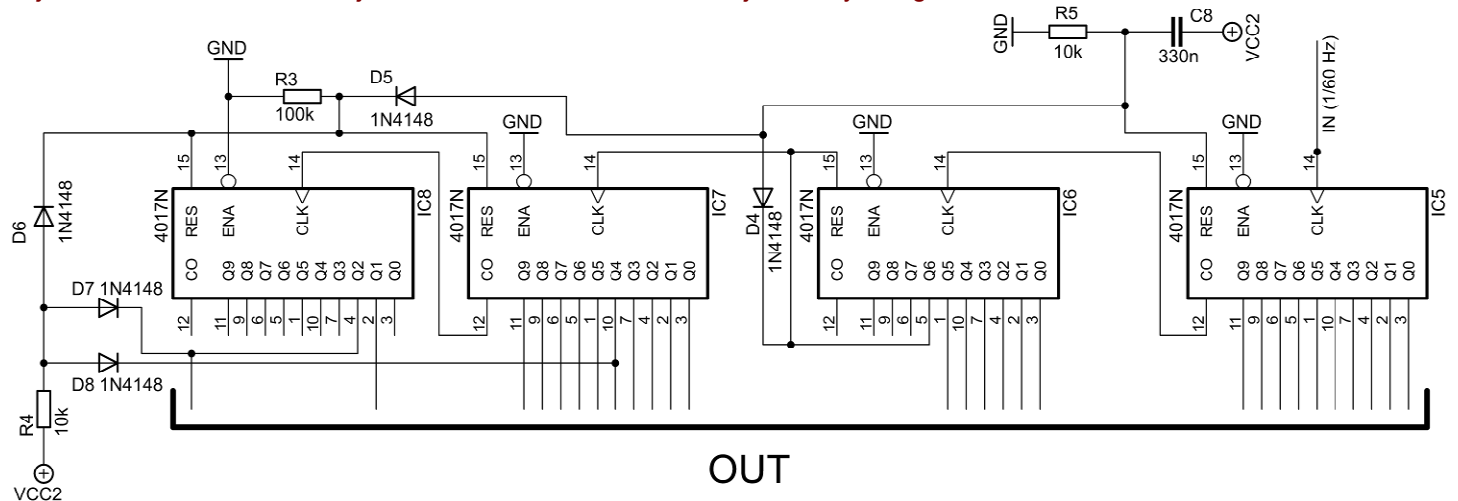
Čítání a zobrazení času

K tomu, aby se na digitronu zobrazila jedna z číslic 0-9, potřebujeme mít v provozu zdroj anodového napětí cca 175 V i zdroj napětí (12 V) pro řídicí logiku. Proto v případě pouhého nouzového napájení z baterie nedojde k rozsvícení žádné z číslic - měnič není v provozu. Mezi anodou a spínanou zemí (katodou digitronu) je potenciál 175 V, je tedy logické, že 12 V logika nemůže digitrony řídit přímo. Proto využíváme vysokonapěťových NPN tranzistorů MPSA42, kterými propojujeme jednotlivé katody (číslíky) se zemí (GND). Tranzistory T1-T28 jsou přes odpory R10–R38 připojeny k výstupům IC5-IC8. Ty se starají o čítání času následovně.

Čítání a zobrazení jednotek minut: Minutový puls z IC4 přivádíme na vstup CLK dalšího CMOS 4017 (IC5), který poslouží jako dělič i budič jednotlivých číslic digitronu E1 zobrazujícího jednotky minut. Potřebujeme čítat do devíti, a to vždy, bez výjimky. Čítací cyklus dekadického čítače 4017 tedy nebude třeba nijak upravovat. Při přetečení (desátém pulsu) začne čítat opět od nuly a vyšle impuls z CO na vstup CLK IC6, čítače a budiče desítek minut – po čísle devět na jednotkách minut se tedy navýší hodnota o 1 na desítkách minut.

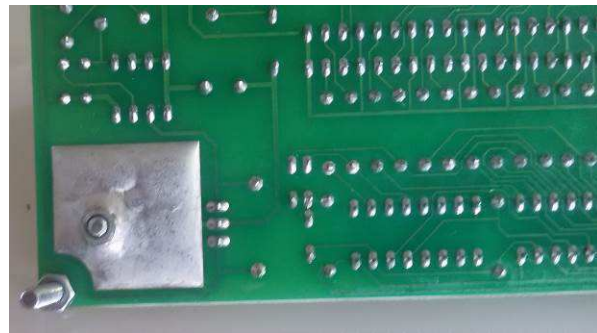
Čítání a zobrazení desítek minut: Je jasné, že jen těžko bychom zobrazovali více jak 59 minut. Proto všechna čísla větší než 5 jsou pro nás nepotřebná a zkrátíme čítací cyklus pouze po číslo 5. Poté bude následovat reset a vyslání pulsu na vstup CLK IC7, čítače a budiče jednotek hodin.

Čítání a zobrazení jednotek hodin: Vždy po 59. minutě dojde k vynulování jednotek i desítek minut a navýšení jednotek hodin o jednu hodinu. (je-li méně jak 23 hodin). Cyklus čítání je zde podmíněný – mění se tedy podle aktuální situace. V případě, že stav čítače desítek hodin je roven „2“, čítá pouze po hodnotu 3 (23:59) a poté se spolu s čítačem desítek hodin vynuluje (resetuje). Za předpokladu, že stav čítače desítek hodin je menší než „2“, proběhne nezkrácený čítací cyklus až po číslo 9 (19:59) a z CO vyjde impuls na vstup CLK IC8, čítače a budiče desítek hodin – po čísle devět na jednotkách hodin se tedy navýší hodnota o 1 na desítkách hodin.



Lokální RESET: Lokální RESET se týká pouze určitých obvodů, jedná se o samostatné okruhy napomáhající zkrátit čítací cykly. Je vyvolán za předem stanovených podmínek. U IC6 násilně krátíme čítací cyklus, abychom mohli zobrazovat pouze čísla 0-5. O něco složitější je to u IC7 a IC8 (jednotky a desítky hodin). Potřebujeme je vynulovat v případě, že by se měla zobrazit hodnota „24“. Tedy „2“ u IC8 a „4“ u IC7. Zde přichází na řadu funkce AND. Chci vyvolat reset v případě, že Q2 IC8 = 1 a zároveň (&) Q4 IC7 = 1. Když to přeložíme: RESET vyvolat jedině za předpokladu, že zároveň na obou výstupech (Q2 IC8, Q4 IC7) naměřím log. 1. To se dá realizovat pomocí hradla AND. Ale uvažme, je třeba na spoj umisťovat další CMOS obvod? Není, můžeme si opět pomoci diodami. Budeme sledovat skrze D7 a D8 logickou hodnotu na již zmíněných výstupech. Díky užití diod pak v případě rozdílných hodnot na obou výstupech nedojde k jejich zkratování, zároveň jsme však za diodami schopni naměřit jedině log. 0 z důvodu jejich jednocestné propustnosti. Log. 1 je potom zcela nedefinovaná a to napravíme rezistorem R4. V případě, že bude alespoň na jednom z výstupů log. 0, bude i na RESET IC7 a IC8 skrze R2 přiváděna log. 0 a k vynulování tedy nedojde. Když bude na obou výstupech log. 1, dioda D12 se ocitne v propustném směru a dojde ke vzniku odporového děliče $(R4+R_{D6})/R4$ a na vstup RESET IC7 a IC8 se tak přivede napětí postačující pro vynulování obou čítačů IC7, IC8. Možná byste namítli, že zapojení mohou zjednodušit vypuštěním R3 a D5. To bych ovšem v případě, že by na Q2 IC8 či Q4 IC7 byla log. 0, zablokoval globální RESET.

Tranzistor T29: DPS je navržena tak, aby nebylo nutné opatřovat pouzdro T29 chladičem, protože se se uchytlí k desce přiloženým šroubkem, který zajistí rozlévání tepla do polygonu umístěného pod ním. Nejprve bez tranzistoru prostrčíme dírou šroubek a nasadíme matku. Tu posléze připájíme a celý polygon obohatíme o silnější vrstvu cínu. Po vychladnutí šroubek vytáhneme (matka zůstala zalitá v polygonu) a osadíme tranzistor. Nakonec jej znovu přitáhneme k DPS. Kdybychom pocínování polygonu prováděli již s osazeným tranzistorem, tak bychom jej mohli zničit vysokou teplotou. Proto tuto operaci doporučujeme provádět ještě před samotným začátkem osazování.

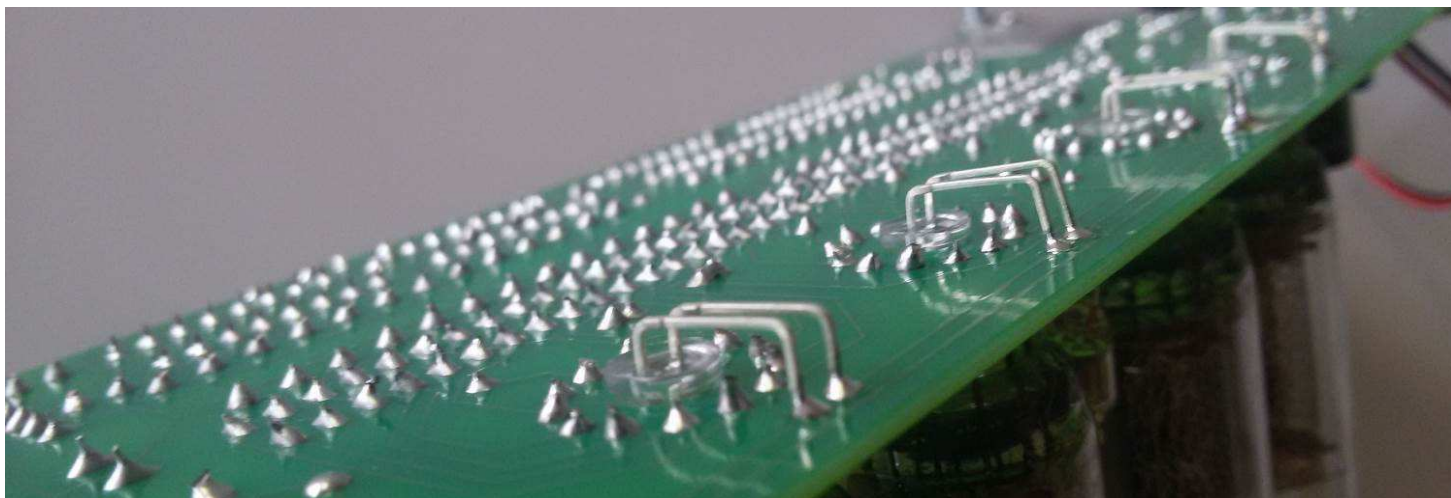


Digitrony IN-14: Některé digitrony, které se stavebnicí dodáváme, byly již jednou osazené, ale nikdy nebyly v provozu. Pocházejí z různých náhradních desek pro zařízení, ve kterých se používaly (časovače, počítače...atd.) a jejich dřívější osazení na nich může být znát. Asi nejviditelnější budou pokřivené a nestejně dlouhé vývody. To lze jednoduše napravit za pomoci malých kleštiček, kterými je opět vyrovnáme. Pokud bychom se rozhodli nožičky nevyrovnávat, tak by se hůře umísťovaly do DPS a celkový vzhled by pak nebyl zrovna nejlepší. Další, ale podstatně méně častou vadou vývodů, může být jejich oxidace. Poznáte to podle světlého povlaku. I zde si umíme pomoc. Použitím jemného pilníčku nebo smirkového papíru vývody snadno očistíme. Znečištěné vývody se velmi špatně pájí a vedou ke vzniku nedokonalé prolitých spojů. Obě operace provádějte co nejdůkladněji a nejopatrněji. Snažte se co nejméně vývody mechanicky namáhat. Nechtěné ulomení je totiž namístě. Dejte si tedy hodně záležet. Úsilí a čas vložený do přípravy digitronů se projeví na výsledné podobě stavebnice. Usoudíte-li, že jste udělali maximum, můžete se pustit do samotného osazování digitronů. Stavebnice nevyužívá patice pro elektronky. V praxi to znamená, že jak si digitrony zapájíte, tak už budou navěky stát. Projeví se tak vaše míra trpělivosti. Nejprve je nutné si určit, jak vysoko (vzhledem k délce vývodů) můžete digitrony umístit. Vezměte tedy digitron s nejkratšími vývody a osadte jej jako první. Bude tedy referenční, od kterého se bude odvíjet osazení dalších. Zespolu je na skleněném pouzdře digitronů vyražená šipka označující anodu. Na plošném spoji tomuto vývodu odpovídá otvor rovněž označený šipkou a navíc i písmenem A. Pomalu nožičku po nožičce zasuněte digitron do DPS. Pokud vám to situace umožní, tak jej umístěte asi 3 mm nad plošný spoj. Vznikne tak prostor pro montáž osvětlovacích LED. Díky 13-ti vývodům digitrony samovolně drží i při překlopení DPS vzhůru nohama. Podle trojúhelníkového pravítka ho vyrovnejte ve všech osách. Pokud si troufáte, tak můžete samozřejmě i podle oka. Máte-li ustaveno, tak prozatím zapájejte jen 3 vývody. Digitron by se už neměl samovolně hýbat. Stejný postup zopakujte i u zbylých tří. Všimněte si, že každý je jinak vysoký. Zapájejte-li je podle jejich skutečné výšky, tak nebudou zobrazované číslice ve stejné rovině. Jste-li přesvědčení, že digitrony jsou zcela rovné, tak můžete zapájet zbytek vývodů. Rozhodnete-li se nevyužívat podsvětlení, tak vám nic nebrání zapájet digitrony „na doraz“. Jedná se bezpochyby o jednodušší způsob, protože je nemusíte vyrovnávat do stejné výšky jako ostatní. Na některých digitronech nemusí být všechny piny vyvedeny. Jedná se zejména o piny vedle anody. Ty slouží k zobrazení teček před a za číslicí, které naše zapojení stejně nevyužívá. Jejich absence vás tak nemusí znepokojovat. Jedná se emisi, která se vyráběla bez těchto vývodů. Proč tomu tak je se můžeme jen domnívat. Každopádně je to výhoda pro vás, protože máte ušetřený pin, který nemusíte složitě zasouvat do DPS. Předěl mezi hodinami a minutami nám vytváří doutnavka E5. Snažíme se ji rovněž upevnit rovně, cca 3 mm nad spoj. Na polaritě nezáleží. To že posléze bude svítit pouze jedna ze dvou elektrod (katoda), je způsobeno stejnosměrným napájením doutnavky, nejedná se o žádnou závadu. Při manipulaci s DPS dávejte pozor! Seběmenší náraz může způsobit únik plynu z digitronů a tím i jejich nefunkčnost. Nejnáchylnější je „čepička“, přes níž byly naplněny. Použijte tedy molitanovou nebo jinou měkkou podložku pro eliminaci rizika nechtěného zničení.

Hodinový krystal: Krystal je vůbec tou nejchoulostivější součástí stavebnice. Je háklivý na nárazy, ale i teplotu pájení. Při teplotě hrotu pájky 300°C nesmíme krystal pájet déle jak 3 sekundy. Vůbec s největší opatrností pájíme při použití trafopájký. Prolít cín a rychle pryč. Počkat alespoň minutu a až potom zapájet druhý vývod. Nastavte si tedy minimální teplotu pájky a rovněž co nejkratší dobu pájejte. V případě, že Vám potom hodiny nepojedou, nebo poběží jen krátký čas, je nejpravděpodobnější příčinou přehřátí krystalu při pájení. Proti případným otřesům je možné krystal přichytit k DPS za pomoci nožičky z rezistoru, kterou provlečeme dvěma otvory v jeho blízkosti a z druhé strany zapájíme.

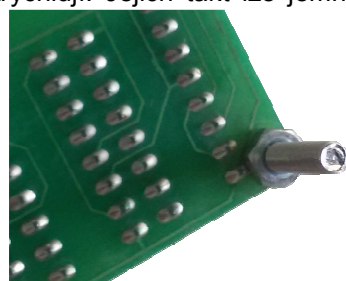


LED: Pro podsvětlení digitronů je možné umístit do otvoru pod nimi 5 mm LED. Se stavebnicí jsou standardně dodávány čiré modré LED s malým vyzařovacím úhlem. Pokud se vám digitrony nepodaří zapájet dostatečně vysoko, a do otvoru pak půjde LED zastrčit jen z poloviny, tak nebude výsledný efekt o nic horší. Vývody LEDek je nutné ohnout a zkrátit tak, aby je bylo možné zapájet na pájecí plošky ze strany spojů. U každého je navíc vyznačená polarita. LEDky jsou zapojeny do série společně s předřadným odporem R9. Ten je spočítán na doporučené napájecí napětí 12 V. Rozhodnete-li se tedy hodiny napájet jinou hodnotou, musíte patřičně upravit i velikost R9. Jinak vám budou diody svítit méně, nebo dojde k jejich spálení. Můžete samozřejmě použít i jinou barvu LEDek, které zakoupíte v našem e-shopu. Ve fantazii se meze nekladou a to jestli podsvětlení vůbec osadíte, záleží čistě na vás. Diody pájíme jako úplně poslední.



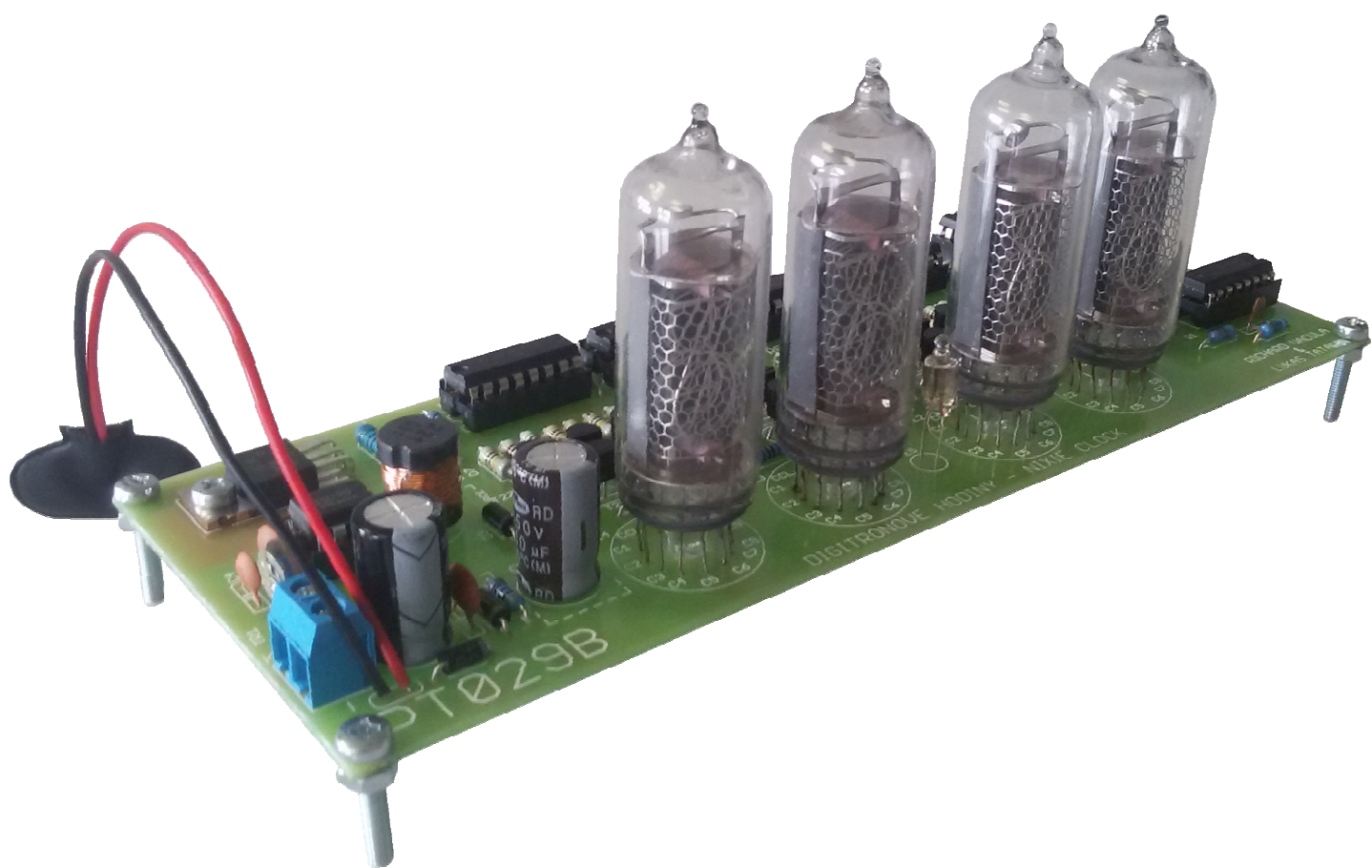
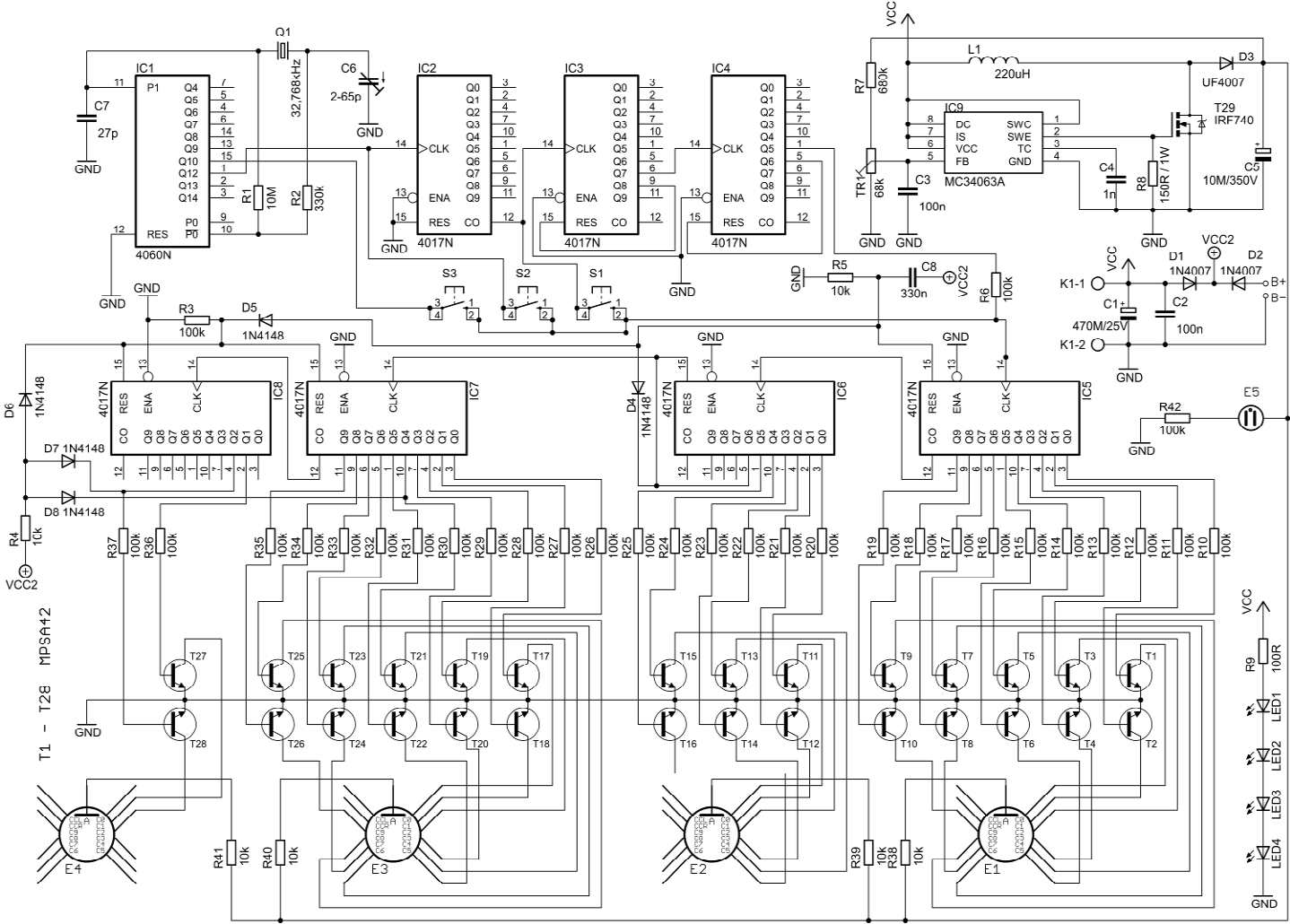
OŽIVENÍ

Oživení zařízení není složité, ale vzhledem k vysokému napětí, které je nutné pro provoz digitronů, je třeba ctít základní bezpečnostní zásady. V žádném případě nastavení ani jakoukoli jinou manipulaci se zapnutými hodinami nečiňte bez dohledu druhé osoby. Používejte k práci pouze jednu ruku a tu druhou si raději schovejte do kapsy (není horší situace, než uzavřít obvod skrze ruce a srdce). Doporučujeme použít gumové rukavice a v případě užití nářadí používejte pouze nástroj s izolovanou rukojetí. Při jejich používání se nedotýkejte jejich neizolovaných částí. Nejprve pečlivě zkontrolujte, zdali jsou všechny součástky zapájeny správně. Tedy správné hodnoty a orientace. Buďte obezřetní obzvláště u orientace diod. Při jejich špatném zapájení se v lepším případě změní čítecí cykly CMOS 4017, v tom horším dojde ke zkratu, který může vést ke zničení dalších součástek (obzvláště náchylné jsou tranzistory MPSA42). Opačné zasunutí CMOS obvodů vede k jejich destrukci, stejně tak může dojít k explozi v případě otočení elektrolytického kondenzátoru. Pokud jste do teď důkladně neočistili DPS (desku plošných spojů) ze strany spojů, učiňte tak a případné zanesení kalafunou či jiné špíny důkladně otřete lihem. Zkontrolujte vizuálně a v případě nepřehledných spojů i elektricky, zdali nedošlo nedopatřením k nepatřičnému prolití některých cest. Pamatujte, že důkladná kontrola vaší konstrukční práce je ve výsledku úsporou spousty času i peněz. Trimr TR1 nastavíme do tří čtvrtin. Kapacitní trimr C6 doporučujeme nastavit tak, aby se rotor i stator překrýval (maximální kapacita). Napájecí vodiče přišroubovujeme do svorkovnice. Jako zdroj můžeme použít například síťový pulzní adaptér (04210096). Nyní zapneme zdroj napájení a opatrně otáčíme trimrem TR1 doprava. Pokud se ani v jeho maximální poloze digitrony nerozsvítí (měly by se zobrazit tři nuly), zařízení ihned vypneme a hledáme konstrukční chyby v podobě zkratu či studeného spoje. Pozor, dokud po vypnutí doutnavka i nepatrně svítí, je v kondenzátoru měnič stále akumulováno vysoké napětí. S manipulací doporučuji počkat až do chvíle, kdy doutnavka zcela zhasne. V případě, že se digitrony úspěšně rozsvítí, snižujeme / zvyšujeme anodové napětí trimrem TR1 otáčením doleva / doprava do chvíle, než přestane svítit výboj kolem vnitřních vývodů pod membránou na spodní straně pouzdra. Tlačítka S1 – S3 nastavíme čas. Stiskem jednoho z tlačítek přivádíme na místo minutového pulsu frekvenci vyšší. Tím zrychlíme proces čítání a jednoduše nastavíme požadovaný čas. Každé z tlačítek je pro jinou rychlost posunu. Stisknutím S1 posouváme čas velice pomalu, užíváme ho především pro nastavení minut. U S3 dojde naopak k velmi rychlému posunu. Pokud čas stojí a nepohne se, bude nejspíš nefunkční oscilátor. S největší pravděpodobností půjde o vadný krystal, který se patrně při pájení přehřál. Zjistit, zdali oscilátor kmitá, lze buďto osciloskopem, logickou sondou nebo v případě, že nemáme ani jedno z uvedených zařízení, použijeme LED s předřadným rezistorem cca 180 Ω. Anodu připojíme na „+“ napájecího zdroje a katodu skrze rezistor na PIN 1 (Q12) obvodu IC1. Běli bychom vidět blikání. Pokud nám 8Hz takt blikání splývá, můžeme se připojit za první děličku, PIN 12 (CO) IC2. V případě, že ani zde nepostřehneme blikání LED diody, je skutečně nefunkční oscilátor. Pokud nepomůže výměna krystalu či CMOS 4060, závada bude patrně opět v konstrukci a nějakém studeném spoji či zkratu (tyto věci hledejme vždy jako první). Pokud vše správně funguje, máme nastavený čas, kontrolujeme co 24 hodin, jestli se hodiny zpožďují či zrychlují. Jejich takt lze jemně regulovat kapacitním trimrem C6. Čím větší plocha pevně usazených a otočných plíšků bude splývat, tím více snížíme takt hodin. Se stavebnicí jsou dodávány čtyři šroubky M3 o délce asi 30mm, které se mají použít jako nožičky. Rozhodnete-li se šroubky namontovat, tak vezměte prosím v potaz, že šroubek v pravém horním rohu (v blízkosti IC2) způsobí po dotažení matkou kontakt s kladným napájecím pólem zdroje. Matka se bude ze strany spojů dotýkat pinu 16 (IC2), což je pin napájení. Pro volně stojící stavebnici to nevádí. Hodláte-li ale umístit hodiny do krabičky (kovové), tak se vám na kostře objeví kladný pól, což by mohlo mýt nežádoucí. Stav je možno jednoduše odstranit zaizolováním vteřinovým lepidlem, nebo kouskem blistru, ve kterém jste stavebnici zakoupili.

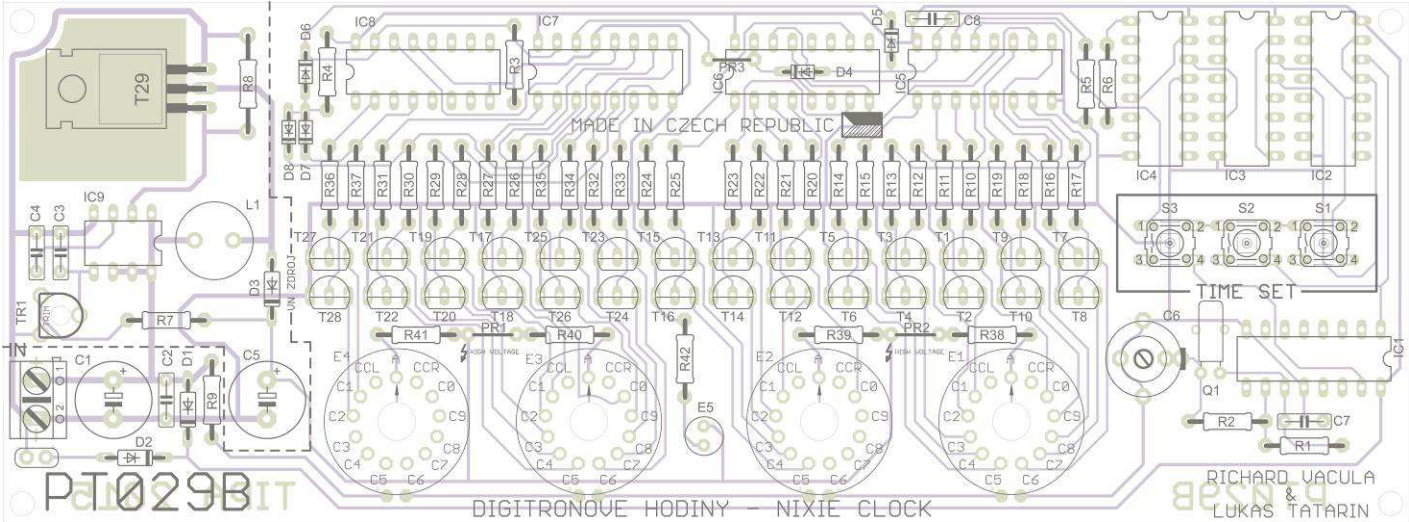


Zapojení stavíte i užíváte na vlastní riziko! V samotné konstrukci hodin za měničem napětí naměříme až 250 V. Stejně vysoké napětí se objevuje i na jezdcí trimru TR1, propojkách PR1 a PR2, pouzdrů výkonového tranzistoru, cívice a dalších částech zapojení. V žádném případě se nedotýkejte těchto částí a kontakt s plošným spojem omezte pouze na nastavovací tlačítka. K nastavení trimru **NEPOUŽÍVEJTE** neizolovaný šroubovák. Když je zařízení v provozu, dotýkejte se pouze nevodivých částí, nesahejte v žádném případě na plošný spoj ze strany vodivých cest. Zdroj anodového napětí je sice měkký a neměl by Vám ublížit, přesto dbejte nejvyšší opatrnosti. Jednáte na své vlastní nebezpečí. U lidí se srdečním onemocněním může v případě úrazu dojít k zástavě srdce. **Společnost TIPA, spol. s r.o. a autoři zapojení se zřekají jakékoli právní odpovědnosti za užívání tohoto zařízení.**

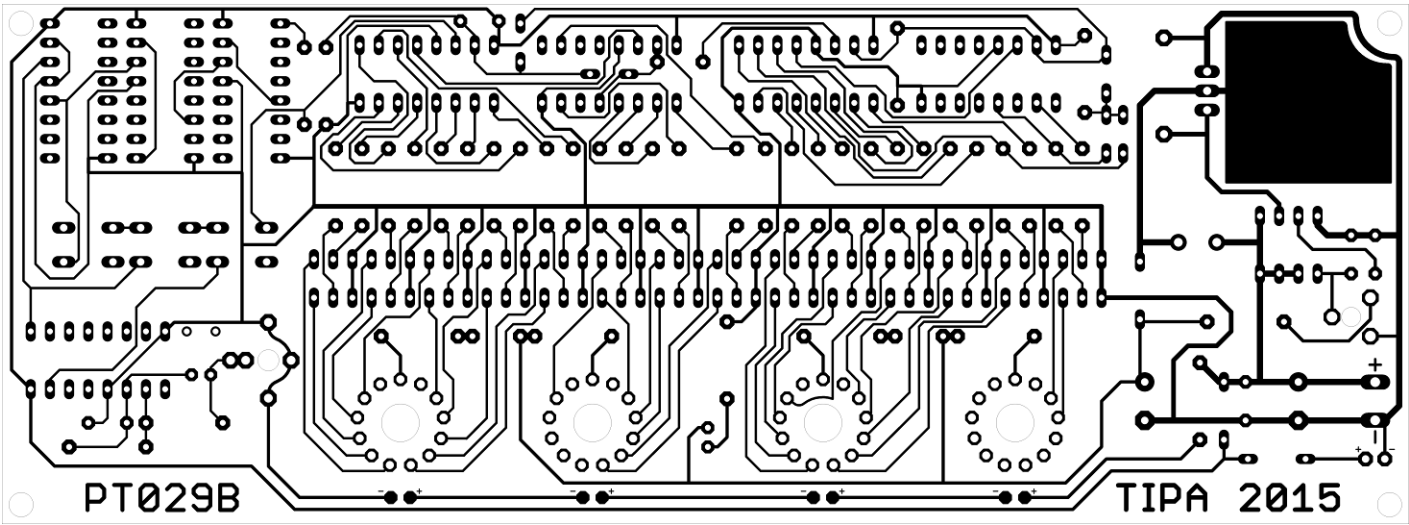
SCHÉMA ZAPOJENÍ



OSAZOVACÍ PLÁN



MOTIV PLOŠNÉHO SPOJE



SEZNAM SOUČÁSTEK

R1	10 MΩ	TR1	68 – 150 kΩ	D3	UF4007	E5	doutnavka
R2	330 kΩ	C1	470 uF/25V	D4-D8	1N4148	S1-S3	mikrospínač
R3,R6,R42	100 kΩ	C2,C3	100 nF	L1	220 uH	K1	AK500/2
R10-R37	100 kΩ	C4	1 nF	T1 – T28	MPSA42	Q1	32,768 kHz
R4,R5,	10 kΩ	C5	10 uF/350V	T29	IRF740	patice	DIL8, DIL16
R38-R41	10 kΩ	C6	2 - 65 pF	IC1	4060	LED1- LED4	modrá 5mm
R7	680 kΩ	C7	27 pF	IC2-IC8	4017	patentka + baterie (6F22) 1x šroubek M3 (10 mm), 4x šroubek M3 (30mm),5x matka M3	
R8	150 Ω / 1W	C8	330 nF	IC9	MC34063A		
R9	100 Ω	D1,D2	1N4007	E1-E4	IN-14		



