



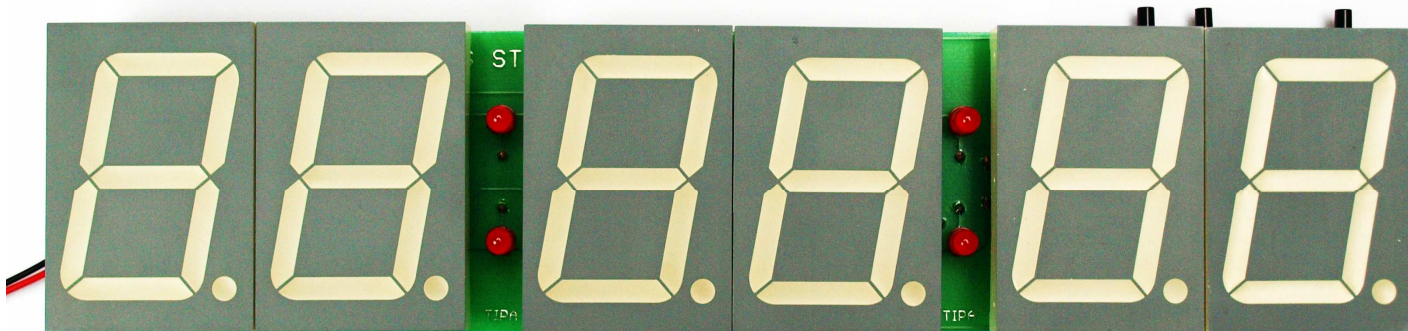
# Digitální CMOS stopky s 45mm RED displeji

**PT040**

Napájecí napětí: 10 až 18V | Klidový odběr bez displejů: 25mA; se zásuvnými displeji: max. 500mA | Rozsah: desítky ms až 99 minut, 59 sekund a 99 setin, poté dochází k přetečení a čítání začíná nanovo. Stopky neumí měřit dva časy zároveň, ale umožňují přerušení čítání a pozdější pokračování měření času bez nutnosti vynulování předešlého času. Pomocí fastonů lze připojit i externí ovládání stopky.

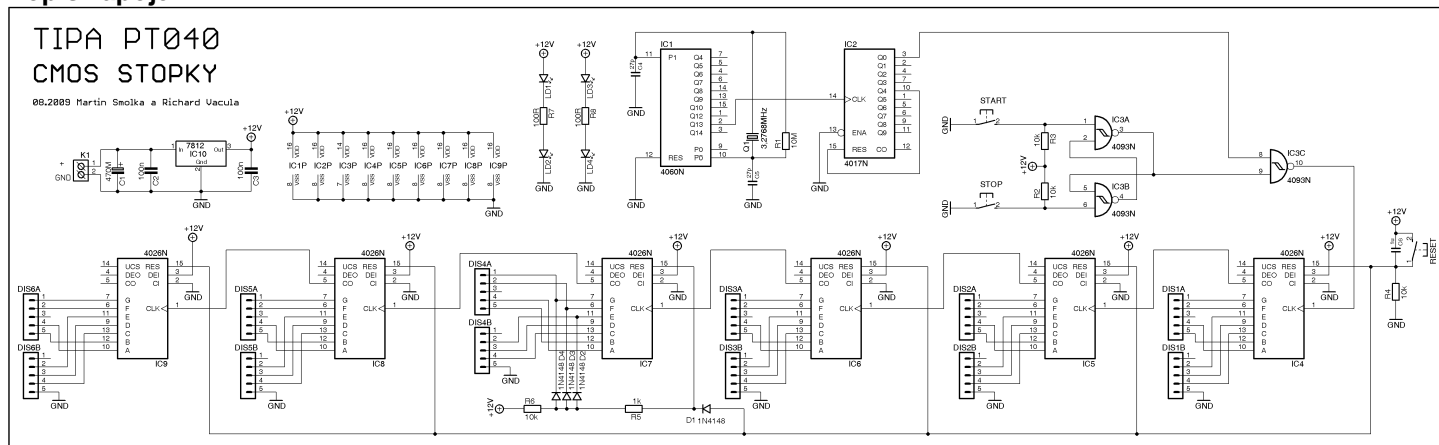
MARTIN SMOLKA, RICHARD VACULA, [richard.vacula@tipa.eu](mailto:richard.vacula@tipa.eu)

<http://stavebnice.tipa.eu>, [www.tipa.eu](http://www.tipa.eu)



Zakoupili jste si stavebnici digitálních CMOS stopky s velkými červenými zásuvnými displeji. Umožňují čítání času od setiny sekundy až po 99 minut, 59 sekund a 99 setin, poté dochází k přetečení a čítání začíná nanovo. Stopky neumí měřit dva časy zároveň, ale umožňují přerušení čítání a pozdější pokračování měření času bez nutnosti vynulování předešlého času. Pomocí fastonů lze připojit i externí ovládání stopky.

## Popis zapojení



## Zdroj

Napájecí zdroj se skládá z filtračního kondenzátoru C1, dvou pomocných keramických kondenzátorů C2 a C3 proti rozkmitání stabilizátoru a samotného stabilizátoru 7812 (IC10), který neumožní do dalších obvodů hodin pustit větší napětí, než je 12V. To znamená, že na napájecí svorky hodin můžete připojit i 18V, aniž by došlo ke spálení displejů a dalších obvodů. V případě, že obvod 7812 lépe uchladíte (přídavný malý chladič na pouzdro TO220), můžete PT040 bez obav napájet i 25 volty.

## Časová základna

Základním prvkem oscilátoru stopky 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 Q13 z původních 3,2768MHz (rezonance krystalu) nižší takt o frekvenci 400Hz. To je ovšem stále příliš vysoký kmitočet. Pro čítání setin sekund jej budeme muset dále dělit.

## Dělení signálu na puls setiny sekundy – $100\text{Hz} = 10\mu\text{s}$

Dělení signálu má na starosti dekadický čítač 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 3, naměříme na výstupu Q3 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. My však potřebujeme vydělit signál 400Hz čtyřmi, abychom došli ke kmitočtu 100Hz. Čítací cyklus je tedy uměle zkrácen na 4 stavy přivedením výstupu Q4 na vstup RESET – na Q4 a díky propojení se i na RESETU objevuje log. 1 a čítání probíhá nanovo. Na jakémkoli výstupu Q0 – Q3 tak bude kmitočet roven 1/4 kmitočtu na vstupu CLK. My jsme si jako výstup vyděleného signálu vybrali Q0 a přivedli jej skrz hradlo NAND na vstup CLK IC4 (4026).

## Funkce hradel NAND IC3A – IC3C

Pomocí těchto tří hradel spouštíme a zastavujeme čítání času (tlačítka START a STOP). Oscilátor složený z IC1 a IC2 na svém výstupu de facto permanentně kmitá s frekvencí 100Hz. Pokud čítání času probíhá, znamená to pouze to, že signál 100Hz prostoupil (byť negovaně) hradlem NAND IC3C. Ze znalosti hradla NAND odvodíme, že se hodnota výstupu změní pouze tehdy, budou-li na obou vstupech logické jedničky. Pokud stiskneme tlačítko STOP, tak se na vstup „9“ hradla IC3C přivádí log. 0 a výstup nereaguje na 100Hz signál přiváděný na druhý vstup hradla. Naopak po stisknutí START je na vstupu „9“ log. 1 a výstup kopíruje signál 100Hz negovaně. Hradla IC3A a IC3B jsou zapojeny jako klopný obvod typu R-S (RESET-SET) a tlačítka START a STOP pouze překlápíme výstup buď do log. 1 nebo log. 0.

## Čítače a budiče 4026

### Seznámení se s obvodem

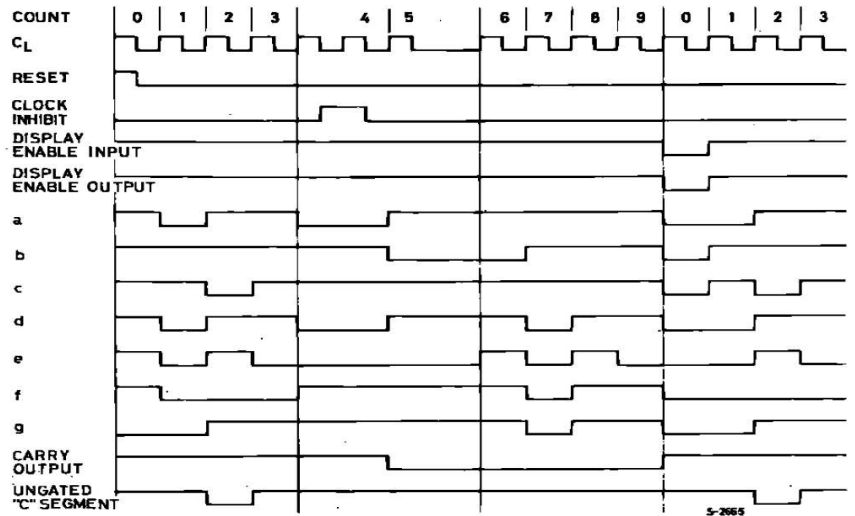
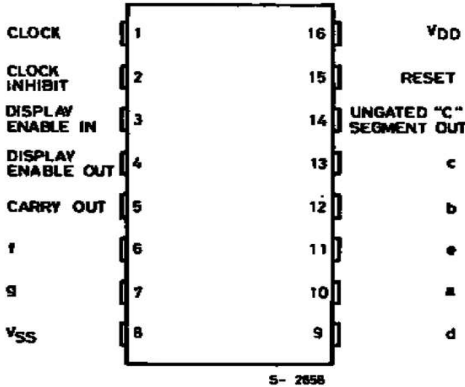
Setinový (100Hz) puls postupně naplňuje dekadický čítač se 7segmentovým dekodérem (CMOS 4026). Obvod obsahuje 5ti stupňový dekadický Johnsonův čítač a dekodér na sedm segmentů k buzení číslicového displeje. Čítač čítá náběžnou hranou hodinového impulsu (vstup CLK), pokud je na

vstupu CI (clock inhibit) log. 0. Při CI=1 je vstup CLK blokován a čítání tedy deaktivováno. CO (carry out) pomáhá indikovat naplnění čítače (tzv. přetečení, kdy zobrazujeme číslo 9 a na vstup čítače CLK přivedeme další puls – pak dojde k vynulování čítače a změně log. stavu na výstupu CO). K buzení displejů (zobrazování čísla) dochází v případě, že na vstup DEI (aktivace displeje / display enable in) přivedeme log. 1. Dekódované segmenty pak mají úroveň 1. Pro DEI = 0 jsou všechny výstupy segmentů rovny log. 0 nezávisle na stavu čítače (displej pak zhasne a nezobrazuje žádné číslo). Tato funkce se využívá například ve stavebnici PT011B pro zhasínání displeje desítek hodin. V případě stopek svítí permanentně všechny displeje. DEO (display enable out) pouze sleduje stav na DEI, my tento vývod rovněž nevyužíváme.

#### Popis funkce čítací/zobrazovací části (IC4 – IC9)

## ZAPOJENÍ 4026

### PIN CONNECTIONS



V předchozím odstavci jsme se pro lepší pochopení zapojení hodin věnovali samotnému obvodu 4026, nyní se vrátíme zpět ke 100Hz pulsu, budeme sledovat jeho putování a dělení.

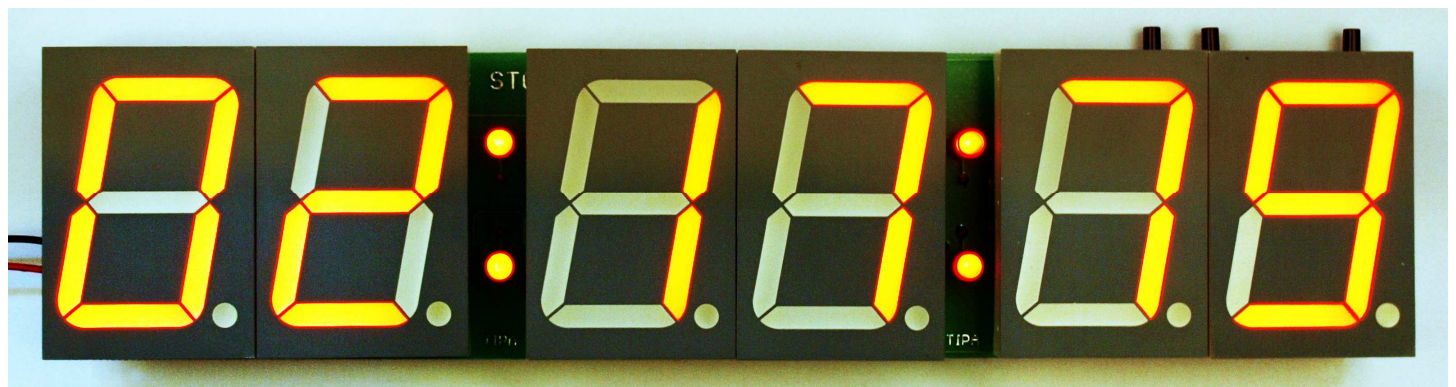
100Hz signál přivádíme na vstup CLK obvodu IC4, který čítá a zobrazuje jednotky setin sekundy od nuly do devíti. Při přetečení, což je skok čítače z devítky na nulu, dojde ke změně log. hodnoty z 0 na 1 (náběžná hrana) na výstupu CO, který je napojen na vstup CLK obvodu IC5, který zajišťuje čítání a zobrazování desítek setin sekundy. Náběžná hrana, kterou vyšle předchozí čítač při přetečení, tak způsobí skok o jedničku nahoru na čítači IC5. A opět, IC5 při přetečení vyšle signál do IC6 – jednotky sekund, kde probíhá zase rovnaký proces (i ze schématu vidíte, že zapojení obvodu je identické) a při přetečení IC6 se vysílá signál od IC7 – desítky sekund. Tady nastává drobná změna. Potřebujeme čítat do pěti (zobrazovat třeba 90 sekund je hloupost), proto hradlem AND realizovaným diodami D2-D4 a odporem R6 krátíme čítací cyklus na šest stavů (0 až 5). Při RESETu IC7 se na CO objevuje náběžná hrana, na tu zareaguje vstup CLK IC8 – jednotky minut. Jelikož čítáme do 99 minut, cykly IC8 - jednotek minut i IC9 - desítek minut není třeba zkracovat a zapojení funguje identicky jako pro setiny sekundy – IC4 a IC5.

#### Reset

Reset slouží pro vynulování stopek – tedy i vynulování čítačů 4026. První je vyvolán ihned po zapnutí díky CR děliči C6 R4. Po nabití se stává C6 nevodivým a tím se i deaktivuje RESET po zapnutí stopek. Pak máme RESET manuální, vyvolaný tlačítkem, které je zapojeno paralelně s C6. D1 zabraňuje průniku lokálního resetu zkracujícího čítací cyklus IC7 do ostatních obvodů.

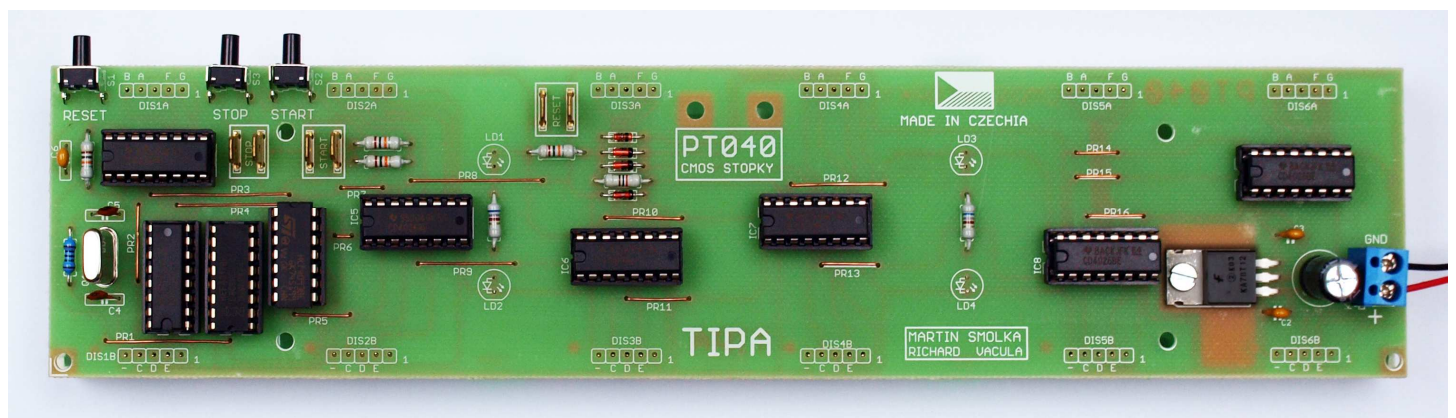
#### Displeje

Stavebnice se dodává se sériově vyráběnými červenými displeji s výškou číslice 45mm, SC.



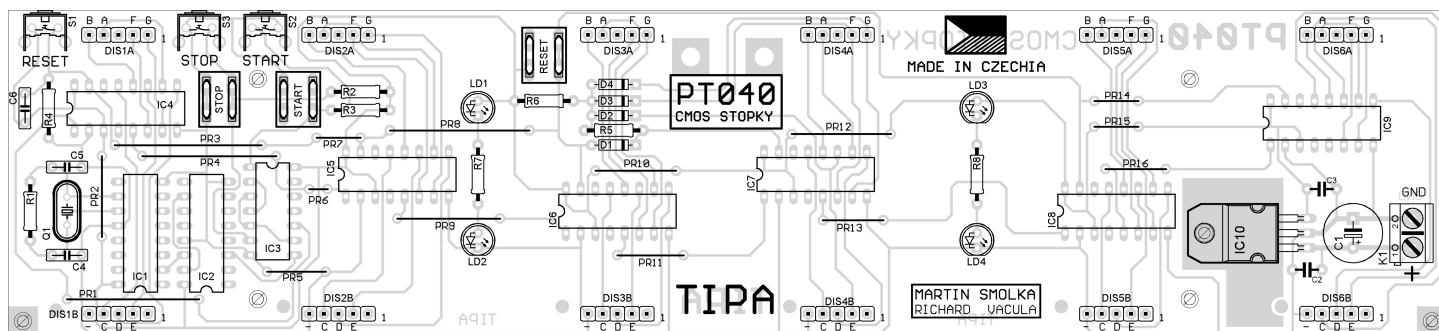
Červené zásuvné displeje

#### Konstrukce

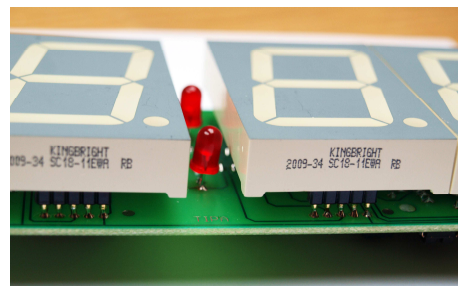
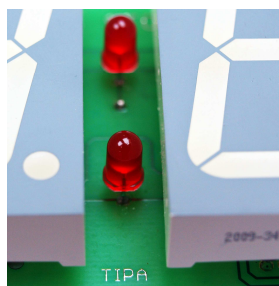
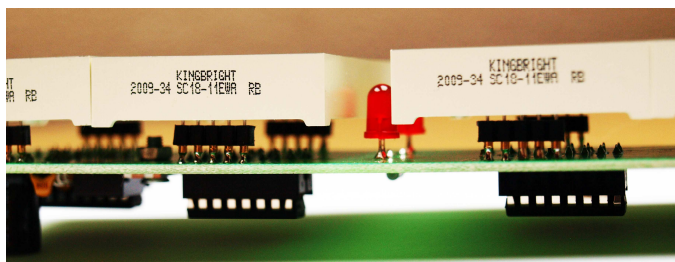




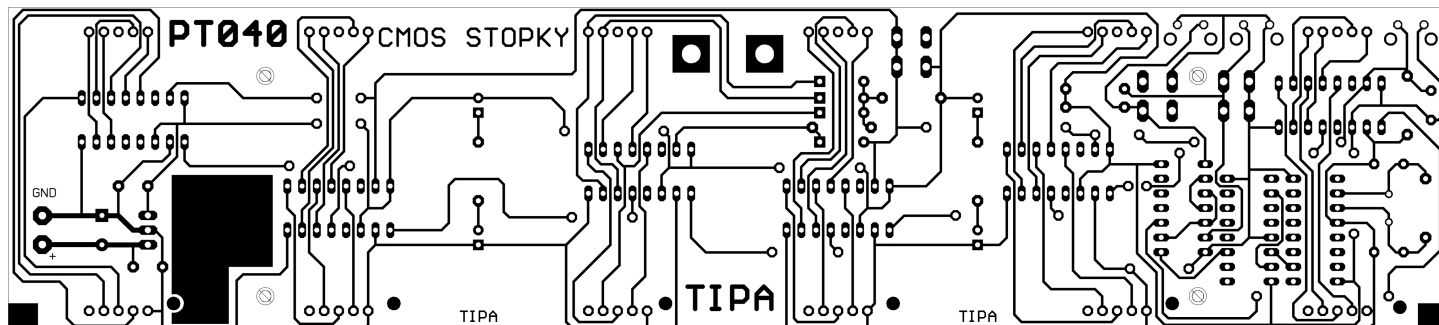
Plošný spoj je jednostranný o rozměrech 249 x 56,36 milimetrů. Veškeré součástky **kromě LED diod a patic pro displeje se pájí klasicky ze strany součástek**. Ke stavebnici jsou dodávány patice pro integrované obvody, takže pokud nevlastníte mikropájkou, nemusíte se bát zničení obvodů. Jako první zapájejte 16 propojek na DPS. Pak pokračujte od nejnižších součástek až po ty nejvyšší. Obvod IC10 nezapomeňte přišroubovat k DPS pro jeho lepší chlazení. Nakonec zapájejte **ze strany spojů** precizní jednostranné patice na pozice DIS1A – DIS6B a LED diody dvojteček (LD1-LD4). Nyní můžete opatrně osadit displej do patic podle klíče na plošném spoji – tak, aby tečky na displejích byly orientovány stejně, jako cínové plošky na plošném spoji. Patice zajišťují jednoduchou odnímatelnost displejů a tím v případě potřeby přístup k samotnému plošnému spoji.



Při pečlivé stavbě musí stopky fungovat na první zapojení. Po připojení na napájecí napětí se zobrazí šest nul, případně se rovnou zahájí čítání. Nad rámečkem s nápisem PT040 jsou umístěny plošky pro připájení poutka pro zavěšení. Stejně tak otvory v dolních rozích jsou obehnané pájecími ploškami umožňujícími připájet nožky z tvrdého drátu, na kterých mohou celé stopky stát.



Přejeme Vám příjemnou stavbu a pokud si s něčím nebudete vědět rady, ptejte se prostřednictvím naší internetové poradny (<http://stavebnice.tipa.eu>) nebo skrze komentář ke stavebnici na studentském magazínu Postřeh ([www.postreh.com](http://www.postreh.com)). Spousta z Vás se prostřednictvím emailu ptá na totéž, zveřejnění Vašich dotazů nám ušetří čas, který pak můžeme věnovat vývoji dalších zařízení.



#### Rozpis součástek

R1	10M	DIS1-DIS4	precizní patice 5x1 (nutno nalákat)
R2-R4, R6	10k	IC1	CMOS 4060
R5	1k	IC2	CMOS 4017
R7, R8	100Ω	IC3	CMOS 4093
C1	470μ/35V elektrolyt	IC4-IC9	CMOS 4026
C2, C3	100n keramický	IC10	7812
C4, C5	27p keramický	START, STOP, RESET	mikrospínač
C6	1μ keramický	K1	svorkovnice AK500/2
D1-D4	1N4148	Displeje	SC18-11EWA 6x
Q1	3,2768MHz	Konektory FASTON	6x
LD1-LD4	LED 5mm červená	Patice	DIL16 8x, DIL14 1x

Poslední revize: 28. 2. 2010



## 08.2009 Martin Smolka a Richard Vacula

08.2009 Martin Smolka a Richard Vacula

