

Obvod 555

Hned úvodem si řekněme, že integrovaný obvod 555 patří mezi nejlépe zkonstruované integrované obvody. Není proto divu že našel uplatnění v mnoha konstrukcích. A to byl také předpoklad k tomu, aby se mohl začít vyrábět ve velkých sériích. Téměř všichni výrobci jej zařadily do svého výrobního programu. Milionové série umožnily nízkou cenu, a tak se následovně obvod objevil v mnoha dalších zapojeních. Některé ani neodpovídaly původnímu určení, a přesto výsledky byly uspokojivé. V současné době, s odstupem téměř třiceti let, je možné bez nadsázky říct, že 555ka se přiřadila k jiným velice úspěšným integrovaným obvodům – k operačním zesilovačům. Z nich např. OZ 741, který dosáhl souhrnné výroby stovek milionů kusů.

Integrovaný obvod, o který se nyní zajímáme, nese podle různých výrobců před číselným značením různý písmenný kód, jak bývá ostatně zvykem: NE555, MC1555, SG552, LM555, CA555, β E555 a mnoho dalších. Proto se ve schématech omezujeme pouze na číselný kód, přičemž se předpokládá, že integrované obvody jednotlivých výrobců jsou vzájemně zaměnitelné (kompatibilní). Vyrábí se v plastovém pouzdře DIP8. Na všech osmi pinech nalezneme vývody od vstupních, výstupních nebo pomocných obvodů. Kromě toho jsou na trhu i dvojité časovače v běžném pouzdře DIL14, s označením 556.

Přes poměrně stáří má 555 zajištěno uplatnění přinejmenším do té doby, než se objeví nový, podařenější obvod, s podobným a ještě širším uplatněním. Tuto prognózu do určité míry podporuje i skutečnost, že se vyrábí verze CMOS, aniž by se v ní změnilo uspořádání nebo funkčnost obvodu.

Použití a jeho četnost

Především je potřeba uznat, že přes svoji jednoduchost konstrukce vykazuje tento obvod pozoruhodné vlastnosti. Svědčí o tom nepřeborné množství zapojení v různých světových časopisech a nedá se říci, že by nepřibývali nové nápady. Podívejme se, v čem spočívají jeho hlavní směry jeho využití.

Do značné míry to vyjadřuje samotný název „časovač“ nebo „timer“, jak se mu slangově říká. Skutečně umožňuje časování, a to několika způsoby, a ve značném časovém rozpětí. Od zlomků sekundy až po desítky minut, a s doplněním některými součástkami až na celé hodiny. Podstatné přitom je, že dodržení časových úseků nezávisí na napájecím napětí. To je důležitá vlastnost, kterou postrádají mnohé jiné obvody s podobnou funkcí.

Napěťové charakteristiky

Dále umožňuje měnit tvar výstupního impulzu co do jeho šířky, tj. poměru k periodě. Pracuje ve velkém rozsahu napájecího napětí $4,5 \div 18$ V (některé kusy již od 3V) a přitom nevyžaduje souměrné napájení jako operační zesilovač. Zapojení s 4555 se vyznačují dobrou reprodukovatelností a nejsou doprovázena záludnostmi při uvádění do chodu. Výhodná je i malá náročnost na použité součástky. Kromě analogové techniky, i digitální technika jej bez problémů zařazuje do svých obvodů. Cení se také, že na výstupu 555 je k použití i poměrně velký proud – vzhledem k tam malému pouzdru klam je umístěn. Až 200mA lze odebírat,

takže to postačí pro spínání běžného relé nebo ovládání logických obvodů TTL, o svíticích diodách ani nemluvě.

Složitost zapojení

Obecně platí, že zapojení s 555 jsou jednoduchá, se snadným sledováním činnosti jednotlivých částí obvodu. Poslední zmíněná vlastnost je velmi cenná především pro konstruktéra, který se s tímto obvodem seznamuje. Předpokládá to především znalost funkce jednotlivých částí integrovaného obvodu, který ostatně není nikterak složitý. Než se s ním seznámíme, věnujme pozornost schématické značce.

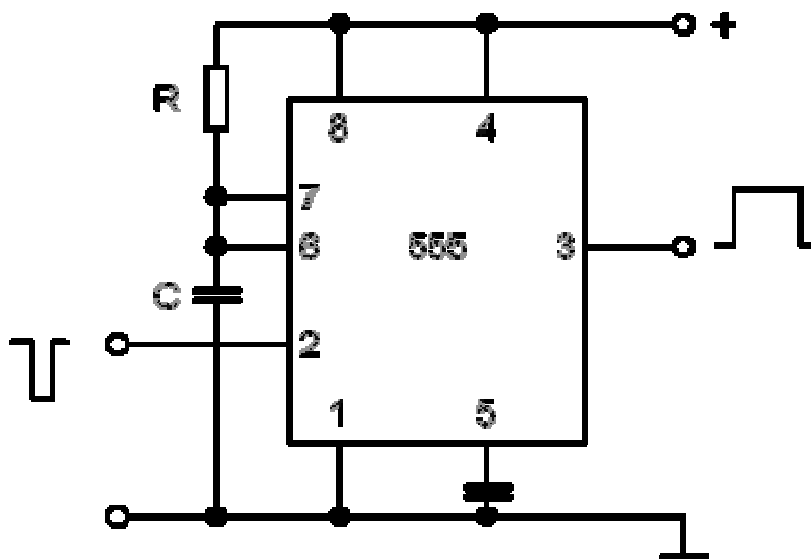
Schématická značka

Kreslí se ve tvaru obdélníka, stojícího někdy na delší, někdy na kratší základně, tedy na výšku nebo na šířku. Rozhoduje o tom celkové uspořádání schématu, v kterém je obvod zařazen. Má být vždy co nejpřehlednější. Zmíněná rozmanitost v kresbě s sebou nese i praktické důsledky, projevující se především ve zcela nepravidelném rozmístění osmi vývodů ve značce, pokud jsou vůbec všechny značeny. Nezbyvá než pečlivě sledovat číslování.

Ke správné představě o celkové činnosti obvodu nelze dojít jinak než dobrou znalostí dílčích částí včetně jejich vzájemné součinnosti. Vztahy mezi sebou mají převážně určeny vnitřními vazbami. V menším měřítku, stejně jako s okolím, komunikují prostřednictvím pinů.

Monostabilní klopný obvod

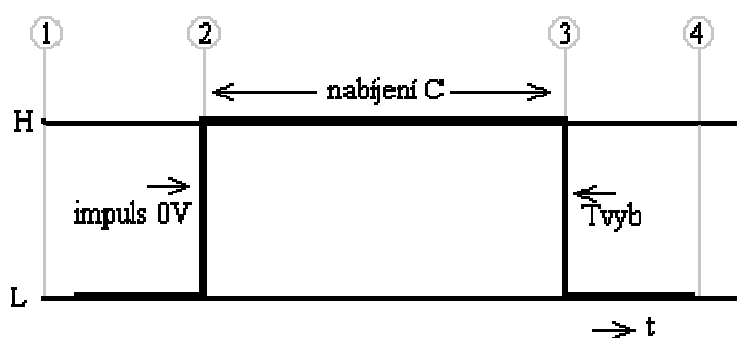
Je to nejjednodušší zapojení 555ky, protože ke své činnosti potřebuje jen dvě vnější součástky, nepočítáme-li blokovací kondenzátor, který se napojuje vždy. Přesto se na vlastní činnosti nepodílí. Jedná se tedy o rezistor R a kondenzátor C . Jejich hodnoty budou rozhodovat o délce času, po který bude obvod pracovat.



Několik poznámek k celkovému zapojení. Napájecí napětí se přivádí k pinům 8 a 1. V nejjednodušším případě to bude plochá baterie, jejíž kladný pól směřuje k pinu 8, záporný k pinu 1. Někdy místo o záporném pólu zdroje hovoříme o nulovém potenciálu nebo prostě z

„zemi“. Integrovaný obvod se takto napájí vždy, tedy i ve všech dalších zapojeních. Ke kladnému napětí se připojí i báze tranzistoru T_{res} na vstupu 4. Jak již o tom byla zmínka. Inverující vstup komparátoru K1 na vývodu 5 se ošetří kondenzátorem – není třeba dodržovat velikost kapacity. Obvyklá hodnota je 10 – 100nF. Výstup zesilovače na pinu 3 má v počátečním stádiu neboli v klidovém stavu úroveň L, málo odlišnou od nulového potenciálu zdroje. Zajímavější jsou další vývody integrovaného obvodu. Především si všimněme vývodu 6. Víme, že patří neinvertujícímu vstupu vypínacího komparátoru. Z povahy časovače vyplývá, že se tu očekává prahové napětí, které má způsobit pozdější vrácení výstupu (3) na původní úroveň. Jak k tomu dojit? K pinu 6 se připojí kondenzátor, na něj se přes rezistor R přivádí kladné napětí ze zdroje. Tímto napětím se kondenzátor postupně nabíjí, nebrání li tomu jiná příčina. A ta se tu skutečně vyskytuje v podobně pulsu 7. Čím brání tento vybíjecí výstup v nabíjení kondenzátoru? Již dříve jsme si vysvětlili a nyní je třeba připomenout že obvod kolektor-emitor vybíjecího tranzistoru T_{vyb}^* je za současného stavu otevřen, takže vývod 7 je na nízkém potenciálu. Je to tím, že výstup R-S KO je na úrovni H, a tedy stejná úroveň je i na bázi vybíjecího tranzistoru, která tranzistor otevře.

Změnu situace můžeme očekávat pouze od neinvertujícího vstupu spouštěcího komparátoru (2). Uzemní-li se na okamžik, R-S KO se překlápí a jeho výstup změní úroveň z H na L. Vybíjecí tranzistor se zavře a pin 7 přestane zkratovat kladné napájecí napětí přicházející na kondenzátor. Teprve nyní se kondenzátor nabíjí. Přičemž rychlost nabíjení určuje velikost odporu a kapacity. Budou-li hodnoty obou veličin malé, kondenzátor se rychle nabije. Napětí na kondenzátoru stoupne a překročí práh dvou třetin U_{CC} , které je vloženo jako referenční napětí na invertující vstup 5 vypínacího komparátoru. R-S KO se překlápí a na jeho výstup se vrátí úroveň L. Ale nejen to. Kladné napětí na bázi vybíjecího tranzistoru otevře obvod kolektor-emitor a přes pin 7 se kondenzátor rychle vybije. Protože se již nic nového neděje, stav na výstupu R-S KO trvá a kondenzátor ne nemůže nabíjet. Tím se



celý cyklus opakuje. Znovu se čeká na „záporný“ impuls na pinu 2.

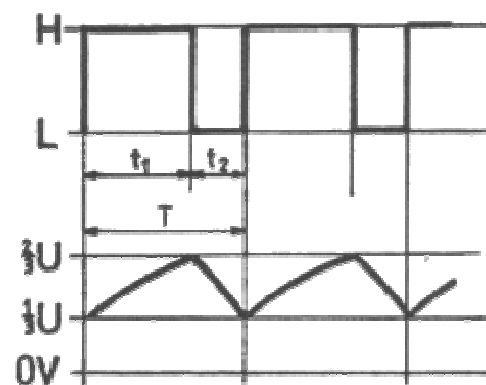
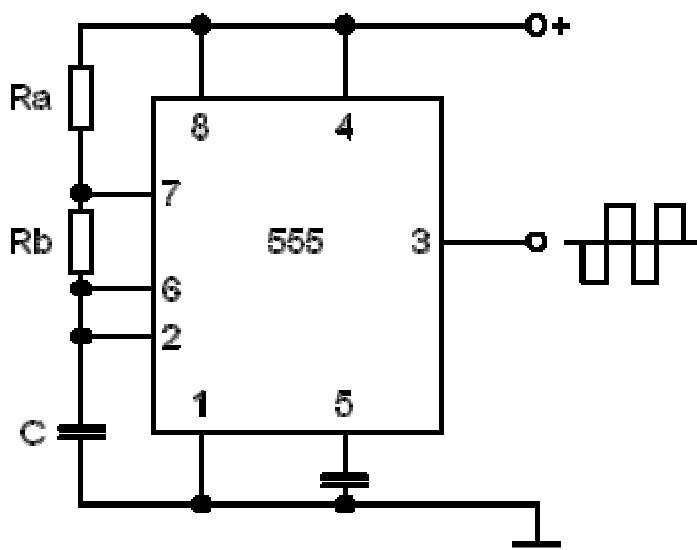
Průběh výstupního napětí na pinu 3 znázorňuje graf na obrázku. Časový úsek 1-2 s výstupní úrovní L představuje počáteční dobu, kdy je integrovaný obvod připojen k

napájecímu napětí a kondenzátor je ve zkratu vinou vybíjecího tranzistoru. V časovém bodě 2 přichází záporný nebo nulovaný impuls na pin 2. Na výstup zesilovače (3) se změní úroveň z L na H. Následuje časový úsek 2-3, v kterém se nabíjí kondenzátor C. V bodě 3 překročilo napětí kondenzátoru, na připojeném vstupu 6, nastavený práh napětí na pinu 5 a vypínací komparátor způsobil změnu. Výstupní napětí zesilovače se vrátilo na úroveň L. Časový úsek 3-4 je totožný s úsekem 1-2 a trvá tak dlouho, dokud nepřijde spouštěcí impuls na pin 2.

Přirozeně nás zajímá, jak dlouho se kondenzátor nabíjí, neboli jak hodnoty odporu a kapacity souvisejí s časem. Čas je přímo úměrný konstantě RC podle vztahu $t = 1,1.R.C$. Protože se tu nepočítá se svodovým proudem kondenzátoru, může být skutečný čas zpočátku delší. Do vzorce dosadíme odpor v $M\Omega$, kapacitu v μF a čas vyjde v sekundách. Příklad: $t = 1,1 * 1M\Omega * 1 \mu F = 1$ sekunda (\pm)

Nabíjení kondenzátoru se ihned přeruší, jestliže na vstup 4 reset přijde napětí kolem 0V, tzn. Jestliže se vstup 4 uzemní. Změní se napětí na bázi T_{vyb} a následně vývod 7 zkratuje kondenzátor v RC členu. Jestliže počítáme s možností takto přerušovat činnost časovače, nepřipojíme pin 4 přímo ke zdroji, nýbrž přes rezistor.

Astabilní klopný obvod



Proti předchozímu zapojení přibude jedem rezistor a trochu odlišně se uspořádají vývody obvodu, viz. Obrázek. Kondenzátor C zůstal u

vývodu 6, ale kladné napětí přichází nyní přes dva rezistory, nebo chcete-li přes rozdělený odpor $R_a + R_b$. Vybíjecí vývod 7 není spojen s vývodem 6, nýbrž je propojený se středem rozděleného odporu. Také spouštěcí vstup (2) již není samotný, přiřadil se k vypínacímu vstupu (6). Takovéto uspořádání vývodů odpovídá nové funkci obvodu. Stabilní klopný obvod totiž patří mezi generátory, takže generuje – vyrábí kmity. Odpadá jakékoliv spouštění pomocí vývodů zvenku, jak je tomu u monostabilního KO. Stabilní KO začne pracovat samostatně ihned po připojení napájecího napětí.

Proč došlo ke spojení vstupu spouštěcího a vypínacího? Je to proto, aby spouštění a vypínání probíhalo samostatně a opakovaně. Nabíjení kondenzátoru tu sledují oba vstupy současně. Zpočátku je časovací kondenzátor vybitý, a proto je spouštěcí vstup 2 na úrovni L. Klopný obvod R-S s výstupní úrovní L nezpůsobí otevření vybíjecího tranzistoru. Proto může začít nabíjení kondenzátoru přes oba rezistory. Až přestoupí napětí na kondenzátoru hodnotu vypínacího napětí (dvou třetin U_{CC} , dá o sobě vědět vypínací komparátor prostřednictvím vstupu 6. Výstup R-S KO se změní na H. Tím se otevře vybíjecí tranzistor, takže pin 7 je na nulovém potenciálu. Přes něj a přes odpor R_b se kondenzátor vybíjí. Napětí klesá až na $1/3 U_{CC}$, neboli na hodnotu spouštěcího napětí. Jakmile klesne pod tuto úroveň, přebírá roli vstup 2 spouštěcího komparátoru. Změnou úrovní je opět L a vybíjecí tranzistor se zavře. Přes

rezistory se kondenzátor nabíjí atd. atd. Celý cyklus se opakuje, jak jsme si popsali. Takto pracuje generátor pravouhlým průběhem, výstupního signálu. Kmitočet přibližně vypočítáme: $f = 1,4 / [(R_a + 2 * R_b)C]$

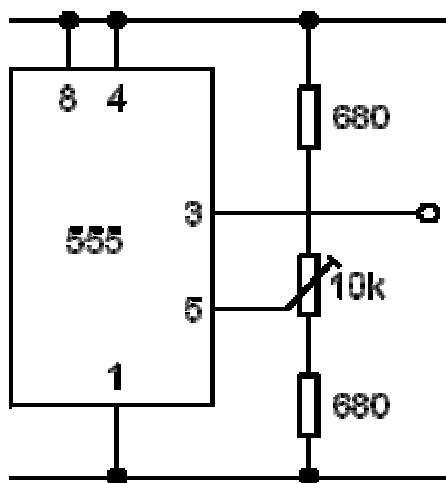
Změnou odporu v děliči se změní tvar délky vodorovných ramen (plnění obdélníkového) průběhu. Ze způsobu zapojení plyne, že kondenzátor se nabíjí pomaleji – stojí mu v cestě oba odpory. Zato vybíjení probíhá rychleji, pouze přes rezistor R_b . Doba potřebnou k nabíjení a vybíjení kondenzátoru vyjadřuje vztah

$$t_{nab} = 0,7 (R_a + R_b) * C$$

$$t_{vyb} = 0,7 * R_b * C$$

Existují ovšem komplikovanější cesty pro nabíjení a vybíjení kondenzátoru, ale těmi se tu zatím nebudeme zabývat. Ovlivňuje se jimi plnění průběhu. V tomto zapojení, stejně jako obecně v ostatních, platí, že čím větší odpor a kapacita, tím pomalejší nabíjení a vybíjení. Samozřejmě to znamená nižší frekvenci. Průběh výstupního napětí zobrazuje ve své horní části graf na obrázku. Je tu dobře vidět rozdíl v délce času, po kterou se kondenzátor nabíjí a vybíjí. Doba nabíjení t_1 je delší než doba vybíjení t_2 . Dolní část grafu zobrazuje průběh nabíjení a vybíjení kondenzátoru C. Napětí na kondenzátoru se zvětšuje exponenciálně. Oba dva časové úseky společně tvoří periodu T, neboli dobu jednoho kmitu.

činnost vstupu 5



O vstupu 5 u vypínacího komparátoru víme, že je připojen k referenčnímu napětí vnitřního odporového děliče R_2, R_3 . Avšak připojením vnějších součástek dokážeme nastavit jiný dělicí poměr, tedy jiné napětí. V takovém případě se připojí odporový dělič „z venku“ s celkovou hodnotou odporu poněkud menší, např. $10k\Omega$. Tím se původně nastavené napětí posune buď dolů nebo nahoru. Dokonce je možné na pinu 5 napětí plynule měnit, což se někdy hodí při konstrukci napětíově řízených oscilátorů. Většinou však nastavené napětí ponecháme a v takovém případě pouze připojujeme k pinu 5 kondenzátor s kapacitou alespoň 10 nF . Jeho úkolem je blokovat, neboli zamezit vstupu rušivých signálů v podobě cizích krátkodobých impulsů. Způsobily nespolehlivost obvodu a chyby ve funkci časování.

Zdroj: nezjištěn – upravil Macháček