



NÁVOD K OBSLUZE

Experimentální sada

Digitální elektronika

Obj. č. 19 22 97



Vážený zákazníku,

děkujeme Vám za Vaši důvěru a za nákup experimentální sady.

Tento návod k obsluze je součástí výrobku. Obsahuje důležité pokyny k uvedení výrobku do provozu a k jeho obsluze. Jestliže výrobek předáte jiným osobám, dbejte na to, abyste jim odevzdali i tento návod k obsluze.

Ponechejte si tento návod, abyste si jej mohli znovu kdykoliv přečíst!

Úvod do digitální technologie

Digitální elektronika je základním stavebním kamenem počítačové technologie. „Digitální“ představuje určitý stav v obvodu, který je vyvolán pouze konkrétními podmínkami (zapnuto nebo vypnuto). Opačně je tomu u analogové elektroniky, kde je klidně možný i částečný stav. Na první pohled tak digitální technologie může představovat méně možností. Přesto pokud dochází k aplikaci většího množství digitálních řádků, naskýtá se možnost širší škály možností. Každý stav je zapsán jako 1 bit. 8-bitový systém pak představuje celkem 256 možností, 16-bitový systém více jak 65636 (2^{16}). Dochází-li k rychlé změně všech podmínek, může tak být zpracováno obrovské množství dat a složitých systémů, například při internetovém přenosu.

První pokusy s digitální elektronikou by proto měly být co nejjednodušší. Základním prvkem obvodu je tzv. „gate“ (brána nebo hradlo), tedy obvod s několika vstupy a jedním výstupem. Vstupní podmínky vždy určují to, co se stane na výstupu. Typickým příkladem je hradlo NAND. Čtyřnásobné hradlo NAND gate 4011 je součástí této sady a zahrnuje spoustu obvodových variant. Několik NAND gates tak lze použít pro vytvoření obvodu s mnoha funkcemi. Prakticky na stejném principu funguje i osobní počítač.

Gates lze použít na příklad pro vytvoření flipflop obvodů nebo paměťových prvků, které uchovávají naposledy přijatou podmínku. Daleko složitější jsou JK flipflop 4027 obvody. Tyto 2 integrované obvody patří do generace CMOS 4000 a jejich provozní napětí je v rozmezí 3 – 15 V. Proto jsou nevhodnější pro naše experimenty, u kterých bude obvod napájen baterií s napětím 9 V.

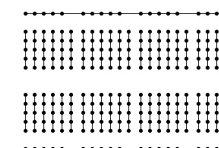
Před experimenty budete seznámeni se základními elektronickými komponenty. Každý experiment pak bude graficky znázorněn na desce společně se schématickým nákresem obvodu. Obrázky slouží spíše pro názornost, systém umístění komponentů může být různý. Vývody komponentů jsou pro lepší přehlednost a názornost, kratší. Komponenty, které budou používány s nezkrácenými vývody, je pak snadnější použít i v dalších experimentech.

Základní deska

Obvody u všech experimentů jsou sestavovány na speciální, experimentální desce. Deska má celkem 257 kontaktů (pinů) a zajišťuje bezpečné propojení všech použitých komponentů. Ve střední části desky je 230 kontaktů, z nichž je celkem každých 5 kontaktů v řadě navzájem vodivě spojeno. 40 kontaktů na okrajích desky jsou vhodné pro připojení zdroje napájení (2 části po 20 kontaktech).



Zasazení komponentů vyžaduje vynaložení relativně většího úsilí. Vodiče ohýbejte opatrně a připojujte velmi pečlivě. K tomu je vhodné použít malé kleště nebo pinzety. Vodiče do desky vkládejte a přitom mírně zatlačte kolmo k ploše desky. Tím docílíte připojení i velmi tenkých vodičů. Pro testování obvodu bude zapotřebí několika vodičů o různé délce. Izolaci na konci vodičů odstraňte pomocí malého nože.



Baterie

V následující části budou představeny jednotlivé komponenty a schématické značky používané ve schématech. Jako zdroj napájení obvodu namísto baterie můžete použít například síťový adaptér se shodnými výstupními parametry (3 – 15 V). V experimentech nepoužívejte alkalické nebo nabíjecí baterie. Použijte běžné zinko-uhlíkové baterie. Alkalické baterie sice mají delší životnost, dodávají však do obvodu příliš vysoký proud (až 5 A) a v případě chybného zapojení a zkratu způsobí výrazné oteplení vodičů v obvodu a stejně tak i samotné baterie. Zkratový proud běžné zinko-uhlíkové baterie většinou nepřesahuje 1 A. Takový zkrat sice může způsobit nevratné poškození určitých komponentů, nehrozí však riziko popálení. Připojovací svorka baterie má vodiče s pružným vláknem. Konce vodičů jsou navíc tence pocínované a jejich připojení do desky je tak velmi snadné. Opakované připojení vodičů baterie k desce však může představovat jejich deformaci. Doporučujeme proto uchovat trvalé připojení vodičů baterie v desce a baterii odnímat pouze z připojovací svorky.



LED (Light Emitting Diode – světlo emitující dioda)



Sada obsahuje 4 ks LED. Při zapojování LED musí být vždy zachována správná polarita. Záporná elektroda se nazývá katoda a je většinou výrazně kratší. Kladná elektroda je anoda. Uvnitř LED, na záporné elektrodě, můžete spatřit držák LED krystalu ve tvaru misky. Spojení s anodou je pak tvořeno velmi tenkým drátkem.

Poznámka: Na rozdíl od žárovek, LED nesmí být nikdy připojena přímo ke zdroji napájení. Každé diodě je nezbytné předradit rezistor.

Rezistor (odpor)



Rezistor je elektronická, polovodičová součástka, která má za úkol omezit průchod proud elektrickým obvodem. V sadě naleznete uhlíkové rezistory s tolerancí $\pm 5\%$. Odporový materiál je nanesen na keramické tyčce a potažen tenkou, ochrannou vrstvou. Rezistor je označen jmenovitou hodnotou odporu a třídou přesnosti. Rezistory s tolerancí $\pm 5\%$ obsahuje řada E24.

Hodnoty impedance dle norem

1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6
1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1
5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1

(řada E24)

Barevné proužky na rezistoru představují jeho parametry. První dva kroužky udávají číselné hodnoty, třetí proužek udává násobitele impedance (Ω) a čtvrtý proužek označuje toleranci ($\%$).

Rezistor s proužky: žlutý, fialový, hnědý a zlatý má hodnotu $470\ \Omega$ při toleranci 5% .

V sadě jsou rezistory následujících hodnot:

1 k Ω (hnědý, černý, červený), 10 k Ω (hnědý, černý, oranžový), 100 k Ω (hnědý, černý, žlutý) a 2,2 M Ω (červený, červený, zelený).

Barva	1. proužek 1. hodnota	2. proužek 2. hodnota	3. proužek násobitel	4. proužek tolerance
Black			0	
Brown	1	1	10	1%
Red	2	2	100	2%
Orange	3	3	1.000	
Yellow	4	4	10.000	
Green	5	5	100.000	0,5%
Blue	6	6	1.000.000	
Violet	7	7	10.000.000	
Grey	8	8		
White	9	9		
Gold			0,1	5%
Silver			0,01	10%

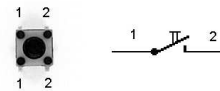
Kondenzátor



Kondenzátor sestává ze dvou velmi tenkých, kovových povrchů (desek) mezi kterými je izolační vrstva. Po přivedení napětí do desek kondenzátoru dochází k polarizaci elektrického pole a uchování jeho náboje. Kapacita kondenzátoru je udávána v jednotce Farad (F). Použitý izolační materiál (dielektrikum) zajišťuje velikost uchovávané kapacity. Funkci dielektrika může plnit i vzduchová mezera. Keramické kondenzátory představují vysokokapacitní komponenty při velmi malých rozměrech. V sadě je dodáván kondenzátor s kapacitou 100 nF (označen 104, 100.000 pF).

Tlačítko

Sada obsahuje tlačítko se dvěma svorkami a NO kontaktem.

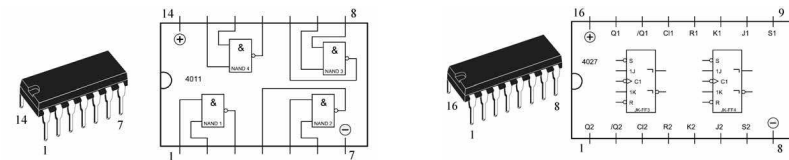


Čtyřnásobné hradlo NAND Gate 4011

Integrovaný obvod (IC) představuje několik součástek v rámci jedné. IC 4011 je CMOS-IC NAND se čtyřmi branami. Obvody jsou chráněné proti elektrostatickým výbojům a nevyžadují žádnou další ochranu. Ujistěte se však vždy o tom, že obvod je připojen ke jmenovitému zdroji napětí, určeném pro napájení příslušného IC. Přitom je navíc nezbytné dodržet správnou polaritu připojení. V opačném případě hrozí přehřátí a zničení komponentů. Při vkládání IC 4011 do desky, musí být všech 14 kontaktních vývodů po obou stranách připojeno paralelně.

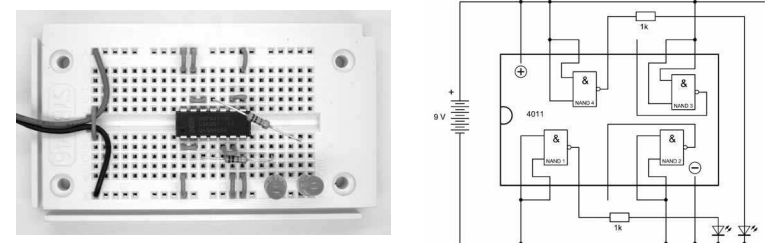
Dvojnásobný JK-Flipflop 4027

Čip 4027 je CMOS-IC se 16 kontakty a s funkcí dvěma samostatnými JK Flipflop stavy. Provozní napětí obou čipů řady 40xx je v rozmezí 3 – 15 V.

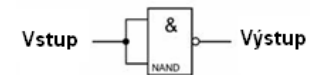


Měnič (Invertor)

CMOS-IC 4011 obsahuje 4 individuální hradla NAND se dvěma vstupy pro každou bránu. V prvním experimentu bude ukázka použití IC při provozním napětí 9 V s připojením LED. Při zapojování vždy dodržujte správnou polaritu. Připojení kladné polarity se také označuje jako **Vcc**, záporná polarita pak **GND**. V případě všech CMOS-IC platí, že použité vstupy jsou připojeny buď k **Vcc** nebo **GND**. Nepoužité „otevřené“ vstupy mohou vést ke zvýšenému příkonu a příjmu energie a následně disfunkci obvodu. Naproti tomu nepoužité výstupy nemají žádný negativní dopad na funkci obvodu.



Obvod využívá pouze 2 z 4 NAND bran (NAND 1 a NAND 4). Oba tyto vstupy jsou vzájemně propojeny. Tím u NAND dochází ke změně na funkci invertoru. Při vstupní hodnotě „0“ (nula) dojde ke změně na hodnotu „1“ (jedna) a naopak. K výstupu je připojena LED s předřadným rezistorem. Během tohoto experimentu bude levá dioda svítit, zatímco pravá dioda bude zhasnutá.



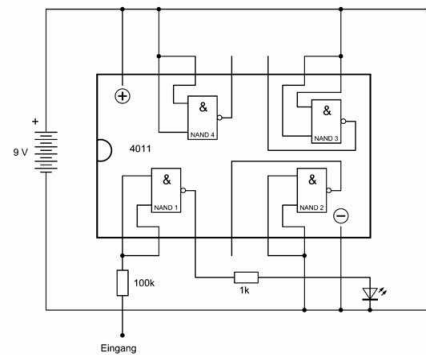
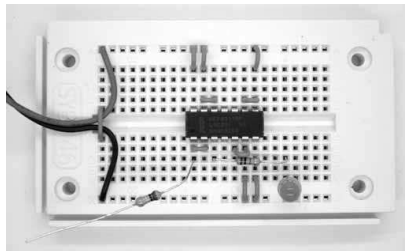
Funkci obvodu je možné znázornit na tzv. pravdivostní tabulce. Ve spodní bráně (NAND 1) je ke vstupu přiveden záporný signál **GND** (0). Na výstupu je pak následně kladný (1). V horní bráně (NAND 4) je na vstupu přiveden kladný pól **Vcc** (1). Výstup je pak negativní (0).

Vstup	Výstup
0	1
1	0

Dotykový spínač

V tomto experimentu plní brána funkci invertoru s otevřeným vstupem. Vstup odpor přepínače vykazuje impedanci 100 kΩ a může být ovládán běžným dotykem prstu. Vykazuje také ochranu proti elektrostatickému výboji. Výstupní stav obvodu nelze předem definovat, vzhledem k tomu, že má velmi vysokou impedanci. Pokud je vstupní napětí nad poloviční hodnotou maximálního provozního napětí (4,5 V), je vstup vyhodnocen jako stav 1. Pakliže je hodnota napětí nižší než poloviční, dojde k vyhodnocení stavu jako 0. Ve skutečnosti existuje také střední, vstupní napětí, kde je výstup rovněž ve střední oblasti provozního napětí. Obvod pak funguje obdobně jako analogové zesilovače.

Tyto podmínky a stav obvodu mohou být narušeny, vzhledem k tomu, že IC obvod vyžaduje o něco vyšší proudové hodnoty. Nedefinované vstupní podmínky mohou také ovlivnit funkci digitálního obvodu. Vyhněte se proto použití otevřených vstupů. V tomto experimentu bude demonstrováno, jak se bude chovat obvod s otevřenými stupy.



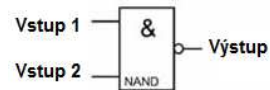
Mnohdy pouze nepatrný kontakt prstu může znamenat změnu stavu a funkce obvodu. Lidské tělo vykazuje určitý potenciál z důvodu nízké kapacitní vazby s okolními zdroji střídavého napětí. Na výstupu proto uvidíte rychle blikající diodu s frekvencí přibližně 50 Hz. Uvolnění tlačítka pak způsobí, že poslední stav bude po určitou dobu uchován.

Základní funkce hradla NAND

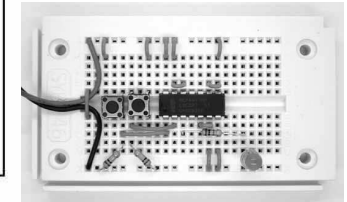
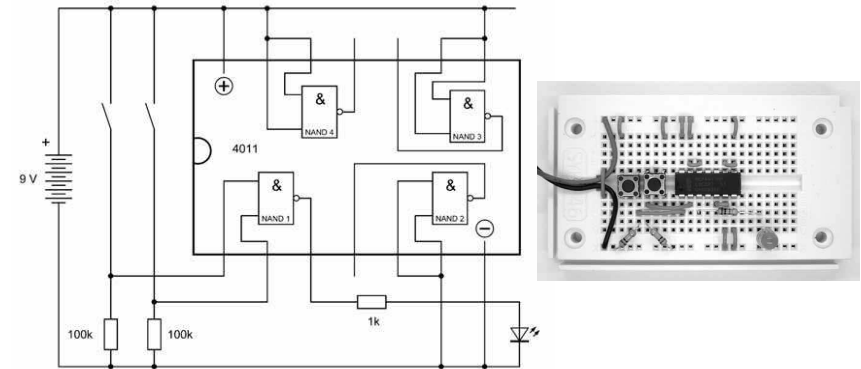
V našem experimentu se projeví základní funkce NAND. Logická funkce „AND“ (A) s následnou změnou. Pro funkci „AND“ platí: Pouze pokud jsou vstupy 1 a 2 otevřeny, dojde k otevření výstupu.

Stejně tak funkce NAND znamená: Budou-li vstupy 1 a 2 otevřeny, bude výstup uzavřený.

Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



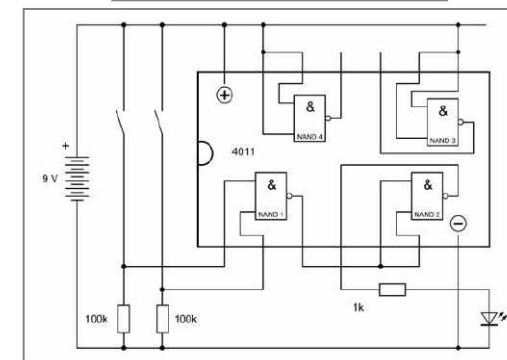
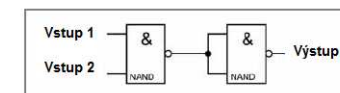
Obvod využívá 2 rezistory o hodnotě 100 kΩ pro dosažení stavu „0“. Tlačítka mohou být použita pro přepínání mezi jednotlivými stavy. V tomto případě bude oranžová LED svítit v klidovém stavu. Pokud však dojde ke stisknutí obou tlačítek, dioda zhasne.

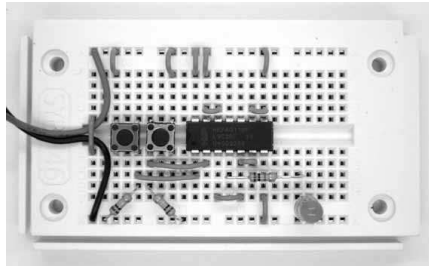


Hradlo AND „A“

Dalším působením funkce invertoru se může hradlo NAND změnit v obvod AND. Platí proto pravidlo: Pokud jsou obě tlačítka vypnutá, bude LED svítit.

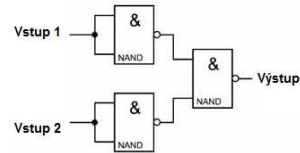
Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



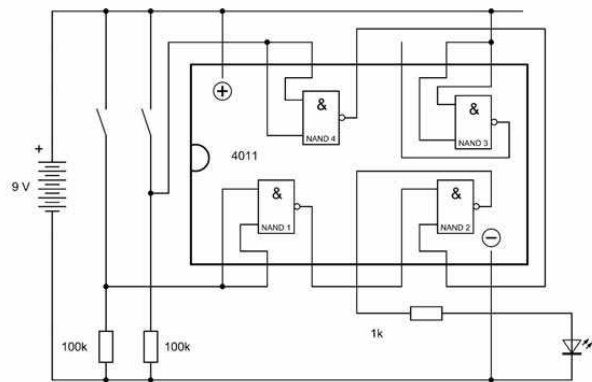


Hradlo OR „Nebo“

Sloučením dvou vstupů NAND dojde k funkci OR (nebo).
Pro funkci OR platí: Pokud je vstup 1 nebo vstup 2 otevřený, bude i následný výstup otevřený.

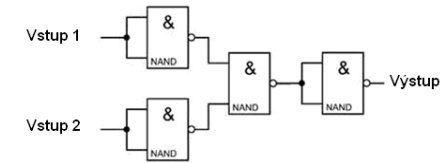


Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

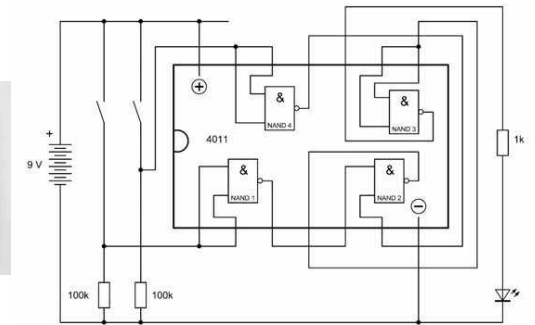
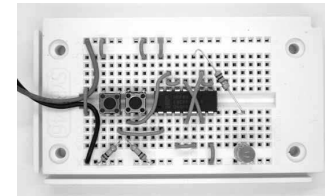


Hradlo NOR

Při změně funkce OR dojde k přechodu na funkci NOR (NOT-OR). Pro tuto funkci je zapotřebí všech bran NAND IC typu 4011.



Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

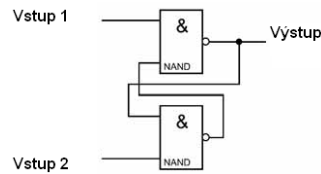


RS Flipflop

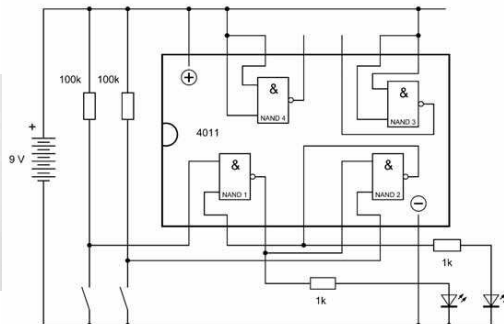
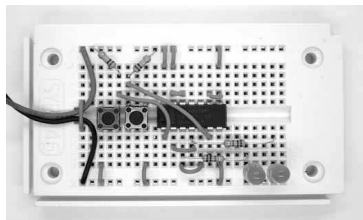
Flipflop je obvod, ve kterém se nezávisle udržuje jeden ze dvou stavů. Stav může být navíc uložen. Některá vstupní podmínka pak přepíná výstup. RS Flipflop má dva vstupy, reset (R) a set (S). V klidovém stavu jsou vstupy nastaveny na vyšší hodnotu (R = 1, S = 1). Výstup pak není konečný a závisí na předchozím stavu. Přepnutí R na hodnotu 0 zajistí uzavření výstupu. Přepnutí S na 0 jej pak znovu otevře.

Vstup 1	Vstup 2	Výstup
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	X

Obvod RS-Flipflop používá dvě NAND brány, přitom jejich výstupy jsou pak vedeny zpět do vstupu druhé brány. Zpětná vazba zajišťuje uchování určitého stavu.

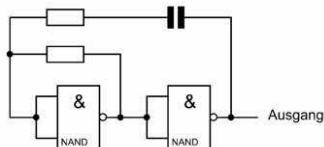


V tomto případě je obvod sestaven tak, aby na oba výstupy byly připojeny LED. Na výstupu NAND 2, setrvává převrácený stav NAND 1 po celou dobu. Dva rezistory připojené k **Vcc** zajišťují klidový stav. Tlačítka mohou způsobit stav 0 a tím i změnit výstupní stav. Po přivedení provozního napětí, dojde k rozsvícení jedné z LED, avšak není možné předem určit které. Stisknutí obou tlačítek způsobí přepínání mezi oběma stavy.

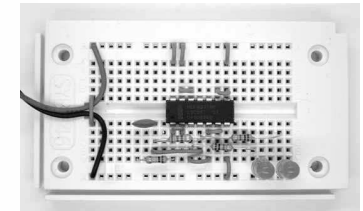
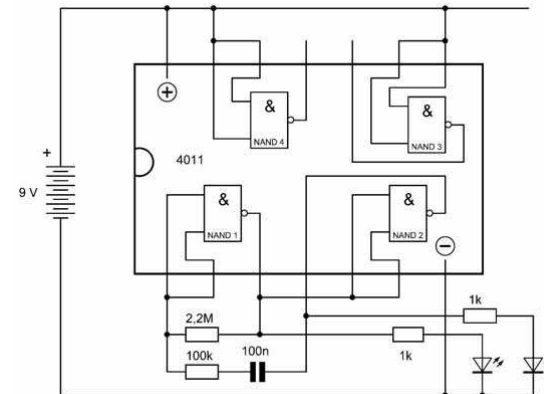


Astabilní obvod

Celkem 2 NAND brány, dva rezistory a kondenzátor mohou být použity k vytvoření astabilní Flipflop obvodu. Stejně jako u RS obvodu i zde se využívá zpětná vazba. Stav trvá pouze po tu dobu, kdy se nabíjí kondenzátor. Poté dojde k přepnutí do původního stavu. Nejde vlastně o digitální obvod, protože vstupní napětí se periodicky mění.

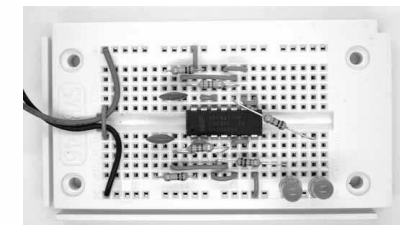
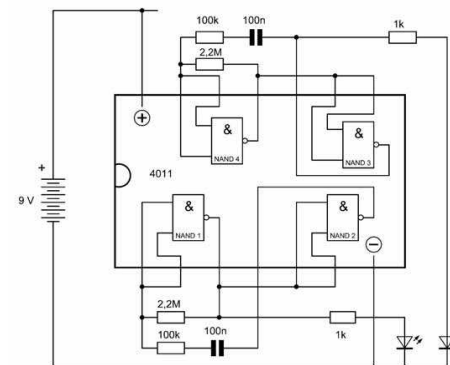


V experimentálním obvodu, byly obě NAND použity s LED, které se rozsvěcely střídavě. Je zapotřebí použití vhodných rezistorů a kondenzátorů tak, aby střídavé rozsvěcování LED bylo dobře patrné (optimálně při frekvenci 2 Hz). Takové zapojení se používá jako zdroj pro digitální obvody.



Dvojnásobný integrovaný obvod

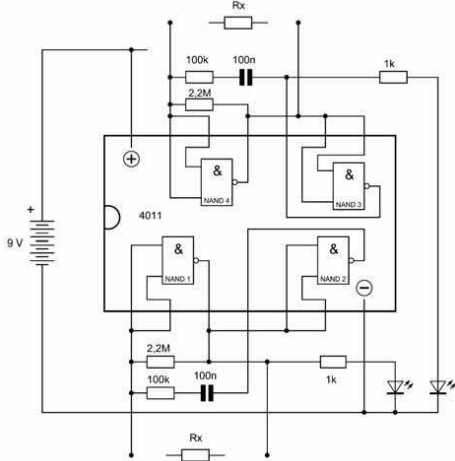
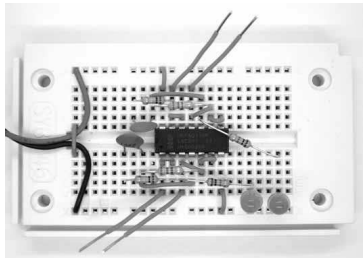
Celkem 4 brány je možné využít pro vytvoření dvou nezávislých obvodů v jednom. Teoreticky by tyto obvody měly pracovat na stejné frekvenci. Ve skutečnosti však tolerance komponentů způsobí to, že okruhy nefungují vždy dokonale synchronně. Dotknete-li se jednoho z kondenzátorů prstem, způsobí to mírné oteplení této součástky a tím i mírné snížení její kapacity. Následné přepnutí stavu (rozsvícení LED) pak bude o něco rychlejší.



Proměnlivá frekvence

Frekvence těchto dvou blikačů může dosahovat i prahových hodnot (threshold), v případě, že je externí rezistor připojen do obvodu paralelně s odporem 2,2 MΩ. V pokusu se využívá impedance kůže. Mírný dotyk na konci dvou vodičů vede ke zvýšení frekvence. Pro porovnání rozdílné impedance kůže u dvou osob je možné využít měření oscilátorem.

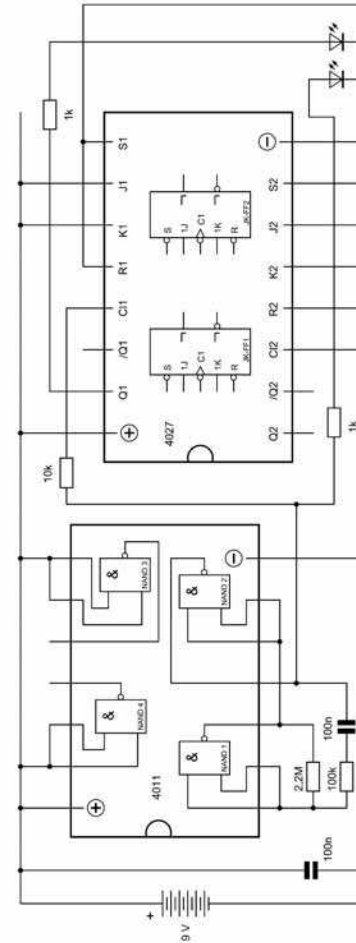
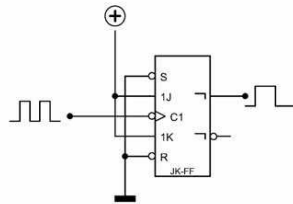
Zapojení pro možnost kontaktu s prsty



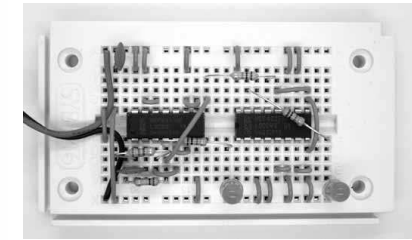
Frekvenční dělič

CMU-IC 4027 obsahuje dva nezávislé JK-Flipflop. JK-Flipflop je poměrně složitý a vysoce variabilní obvod. V prvním pokusu bude IC použit jako Toggle-Flipflop (přepínatelný). Vstupy R a S musí být připojeny k **GND** a vstupy J a K na **Vcc**. Toggle v tomto případě představuje funkci přepínání. Výstupní stav se přepíná při každé změně stavu 0 - 1 u cyklického vstupu (hodinový takt), například s každou náběžnou hranou signálu. Na konci tak stojí obdélníkový signál s poloviční frekvencí taktu.

Flipflop obvody jsou velmi citlivé na rušení ze strany jiných zařízení. Kondenzátor připojený do obvodu rušení účinně eliminuje. Spolehlivost obvodu se navíc zvyšuje sériovým zapojením rezistoru 10 kΩ.

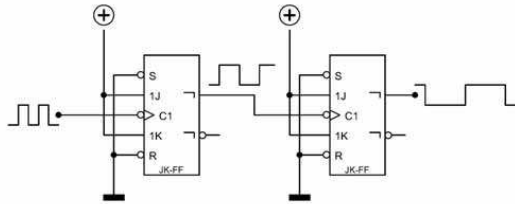


V tomto experimentu je demonstrován cyklický signál a výstupní signál z klopného Flipflop obvodu za použití LED. Ve výsledku je patrné, že výstupní stav se mění při poloviční rychlosti cyklického signálu.



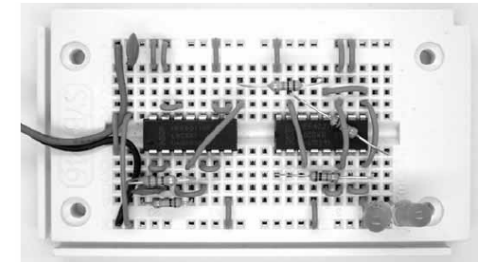
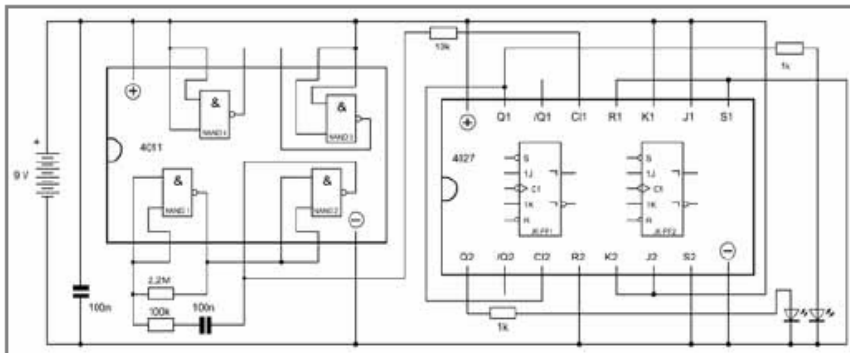
Čtyřnásobný dělič

Do obvodu je možné sériově zapojit a přepínat 2 obvody Toggle Flipflop. Výstup Q prvního Flipflopů ovládá C-vstup druhého Flipflopů. Celkově je tak vstupní frekvence dělena 4x.



Cyklus	Výstup 2	Výstup 1	Konečný stav
0	0	0	0
1	1	1	3
0	1	1	3
1	1	0	2
0	1	0	2
1	0	1	1
0	0	1	1
1	0	0	0
0	0	0	0

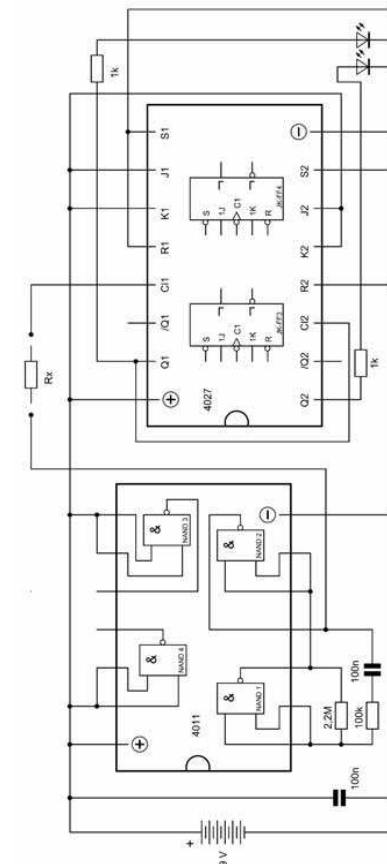
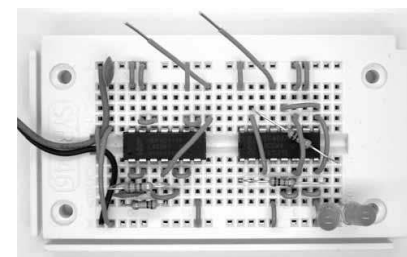
Ve jednu chvíli, může obvod působit jako čítač, pakliže výstupní stav připomíná digitální matici. Stav výstupu je potom na pravé části. Výsledkem jsou binární čísla 00, 11, 10, 01, 00. Obvod počítá dozadu: 0, 3, 2, 1, 0 atd. Tato funkce je důsledkem reakce obvodu na pozitivní hranu signálu.



Tento sekvenční Toggle-Flipflop obvod bývá také označován jako asynchronní čítač nebo Ripple-Counter. Každá další fáze je spínána s určitým zpožděním (řádově několika nanosekund). Celkový efekt však není pouhým zrakem nikterak patrný.

Stop and Go

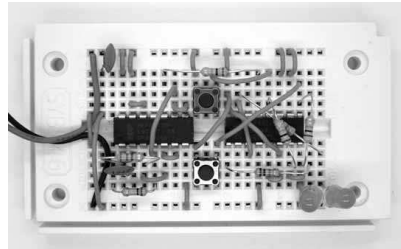
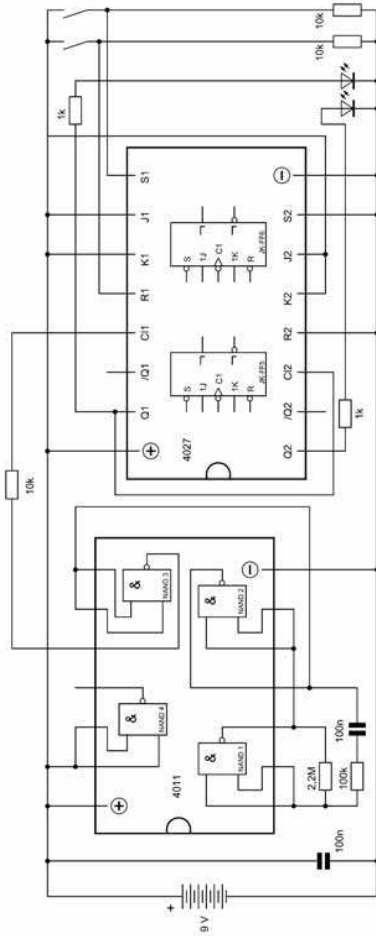
Místo rezistoru 10 kΩ použijte dva konce odizolovaných vodičů. Rx rezistor je pak tvořen dotykem. Dotykem prstu spusťte cyklický signál. Dalším dotykem jej znovu vypnete. Tímto způsobem můžete čítač ponechat spuštěný nebo jej zastavit. Vyzkoušejte přímou deaktivaci výstupů přepnutím do stavu 1. Další možností je dotyk cyklického vstupu. V takovém případě bude patrný šum o frekvenci 50 Hz a přitom dojde k aktivaci cyklu. Frekvence je přitom rozdělena do 4. částí. Poslední výstup bliká s frekvencí 12,5 Hz. Takový systém je možné využít jako generátor náhodných čísel (systém „hrací kostky“). Dvě LED pak ukazují „hozené“ binární číslice.



Set / Reset

Vstupy (R)eset a (S)et mohou být využívány v RS-Flipflop obvodech. V obvodu jsou použita 2 tlačítka. Vstupy jsou připojeny přes impedanci proti GND, která definuje klidový stav 0. První stav čítače může být odstraněn (R) nebo nastaven (S) podle potřeby. Po dobu, kdy je stisknuté jedno z tlačítek, čítač setrvává v korespondujícím stavu. Stav druhého čítače se tak po tuto dobu nijak nemění.

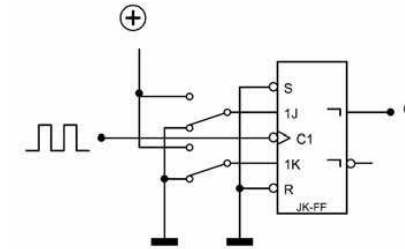
Čítač je v tomto obvodu rozšířen o další vyrovnávací fázi ve formě invertoru NAND 3. Tato funkce zvyšuje odolnost obvodu proti rušení jinými zdroji.



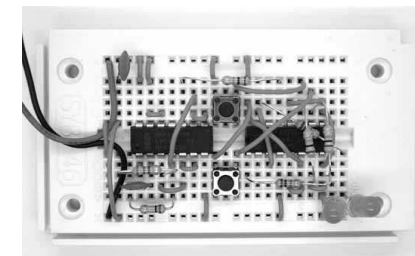
JK Flipflop

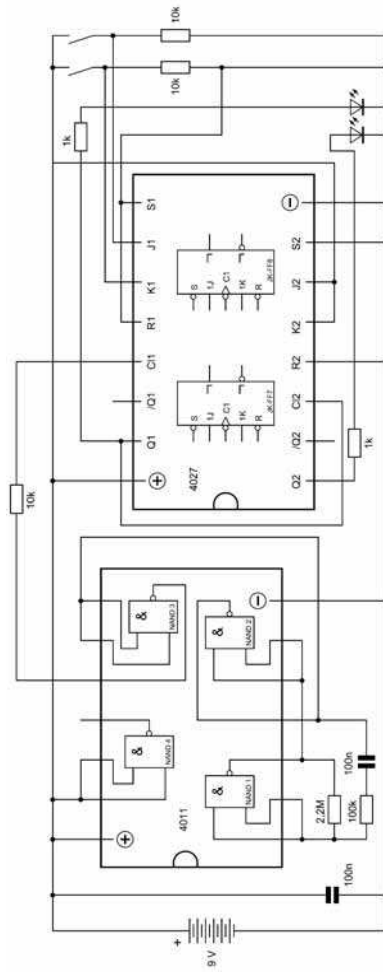
Obvod JK-Flipflop vychází z hlavních definic vstupů J a K. Připojte obě 2 tlačítka k rezistorům u vstupů J a K. Použijte aplikovaný cyklus pro ověření všech stavů J a K. Jedna funkce je stejná jako u předchozích experimentů: J = 1, K = 1 výstup se přepíná při každé pozitivní hraně signálu. Vyzkoušejte také ostatní stavy. J = 0, K = 0 kdy výstup Q setrvává v tomto stavu. Obvod tak nereaguje na cyklické impulsy. Jsou-li oba vstupy J a K v nevyrovnaném stavu, obvod předpokládá stav J pro Q při dalším cyklickém pulzu.

U invertovaného výstupu Q tak dochází k zobrazení invertovaného stavu Q.



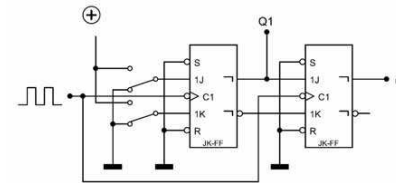
Vstup J	Vstup K	Vstup C	Výstup Q	Výstup / Q
0	0	0 – 1	Beze změny	Beze změny
0	1	0 – 1	0	1
1	0	0 – 1	1	0
1	1	0 – 1	Toggle	Toggle



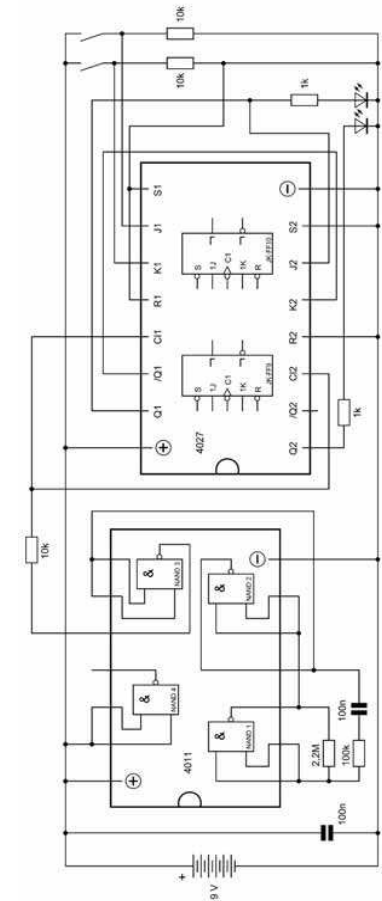
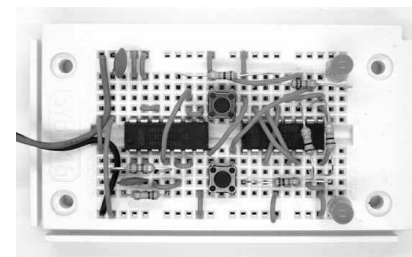


Slide register

Funkce Slide register zajišťuje posun vstupních informací vpřed vždy při každém cyklickém pulzu. Použití IC 4027 lze použít pro uchování dvou stavů. Cyklický signál se v této aplikaci používá paralelně pro oba hodinové vstupy. Vstup má 2 tlačítka J a K. Další zapojení obvodu je velmi důležité. Q vede k J a /Q do K. V případě pozitivního pulzu obvod nejprve předpokládá nerovnovážený stav mezi J a K. Ve stejné chvíli druhý Flipflop předpokládá původní stav prvního obvodu, protože nové podmínky se projeví až s nepatrnou prodlevou.

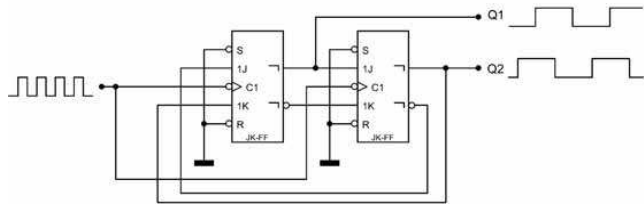


V klidovém stavu jsou oba vstupy J a K v hodnotě 0. Stisknete tlačítko J. Tím je předpokládán stav 1 u Q1 v dalším cyklickém pulzu a stejně tak i u Q2. Při tomto pokusu je zřetelně demonstrováno zpoždění jednoho cyklu. Uvolněte tlačítko. Vzhledem k tomu, oba vstupy J a K původního stavu jsou 0, nedochází tím k žádné změně na výstupu. Oba výstupy zůstávají sepnuté. Stisknete tlačítko K. Q1 je 0 v příštím cyklickém pulzu a se zpožděním jednoho cyklu Q2. Stisknutím obou tlačítek dochází k přepínání prvního Flipflop obvodu. Druhý obvod provádí stejný proces se zpožděním jednoho cyklu. Obvod tak plní funkci blikáče.

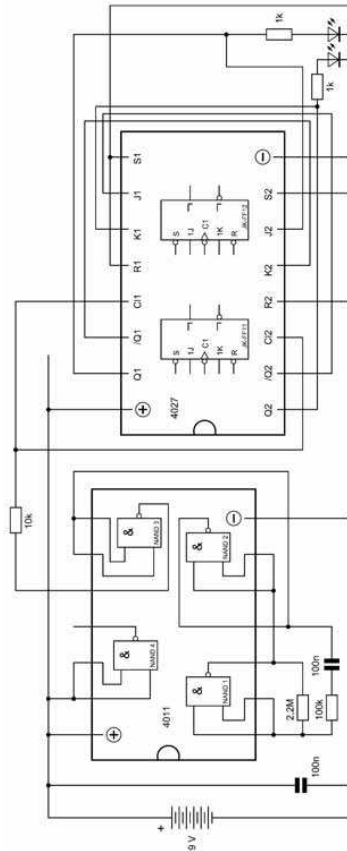
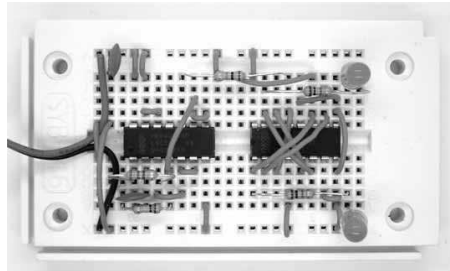


Fázový posun o 90°

V tomto obvodu se jedná o návrat výstupního signálu dvoustupňového Slide registru na vstup. J a K mohou být libovolně zaměněny. Princip obvodu funguje tak, že první Flipflop je invertován oproti stavu druhého Flipflop. Druhý Flipflop celý proces prvního obvodu následuje se zpožděním jednoho cyklu. Oba výstupy se tak zapínají střídavě. Výsledný signál je symetrický obdélník z 1/4 frekvenčního cyklu a časové prodlevy v jednom cyklu. Fázový posun mezi oběma výstupními signály tvoří 90°. Použití takového signálu má velký význam v telekomunikační technologii.



Výstup Q1	Výstup Q2	Čítač	LED 1	LED 2
0	1	1	1	0
1	1	3	0	0
1	0	2	0	1
0	0	0	0	0

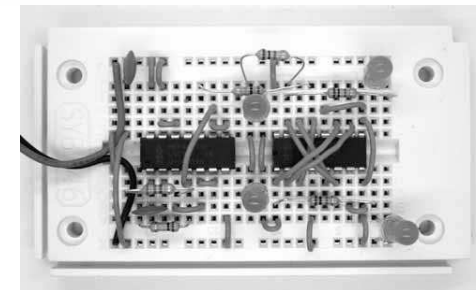
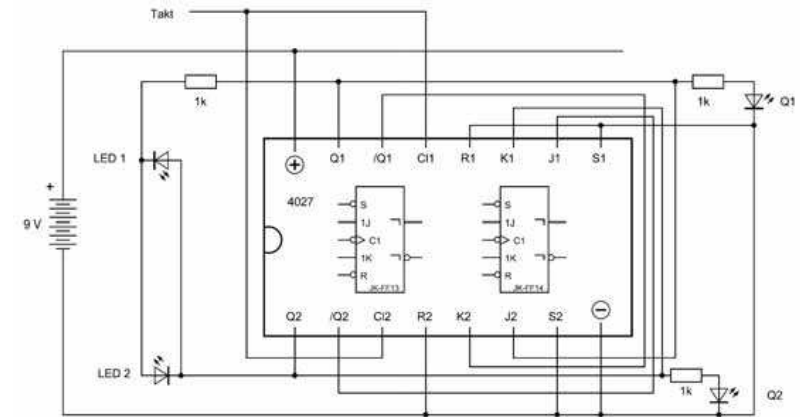


Změňte zapojení v obvodu, tak aby nedošlo k záměně J a K a zpětné vazby. Výsledný efekt je nestabilní stav, vzhledem k tomu, že funkce obvodu závisí na prvním stavu klopného obvodu po jeho zapnutí. Je tak možné, že oba výstupy zůstanou trvale zapnuty nebo vypnuty. Důvodem je pro čítač neustálá změna v posunu fázi.

Bit dekodér

V předchozím experimentu svítily obě LED ve dvou cyklech. Nyní budou jednotlivé spínací fáze dekodovány a zobrazeny díky dalším dvěma LED a zařazení rezistoru mezi oba výstupy obvodu. Levé LED budou svítit pouze v případě, když oba Q výstupy budou ve stejném okamžiku vykazovat nerovnovážný stav. Protože jsou spínány antiparalelně, dochází k střídavému rozsvěcování.

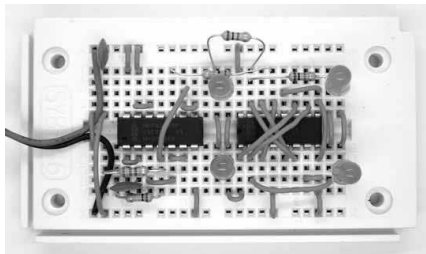
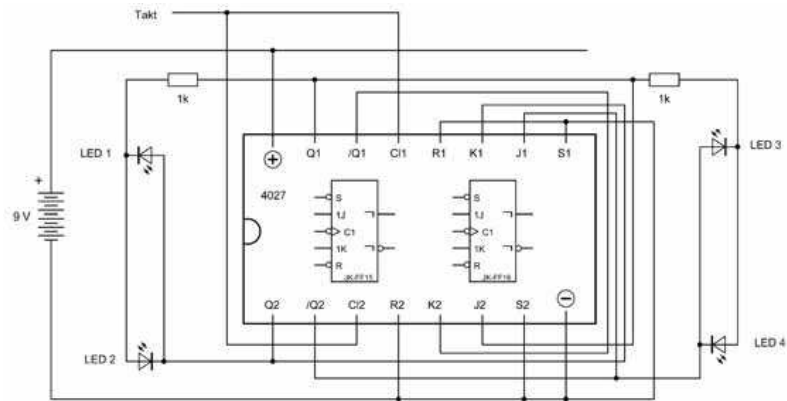
Výstup Q2	Výstup Q1	Číselná hodnota	LED 1	LED 2
1	0	2	1	0
1	1	3	0	0
0	1	1	0	1
0	0	0	0	0



1 z 4

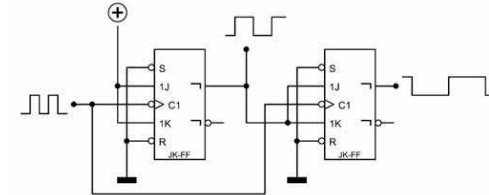
Proto, aby svítila pouze 1 ze 4 LED, musíte zapojit dvě LED v pravé části obvodu, mezi oba Flipflop obvody. U dvou zbývajících spínacích fází dochází k dekódování, ve spodní části obvodu je pak použit invertovaný výstup /Q.

Výstup Q2	Výstup Q1	Číselná hodnota	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4
1	0	2	1	0	0	0
1	1	3	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0

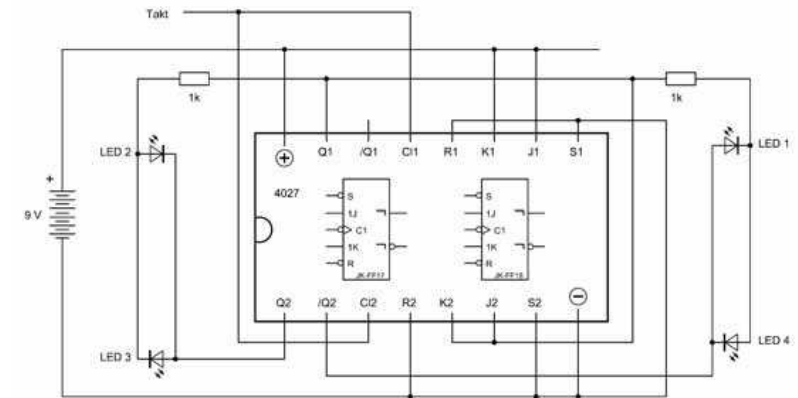


Synchronní čítač

Víceúrovňový synchronní čítač přináší stejné výsledky jako víceúrovňový Ripple Counter. Rozdíl je pouze v tom, že výstupy se spínají ve stejnou chvíli. Všechny fáze tak musí pracovat ve stejné cyklu. Cyklický signál je nyní aplikován paralelně do všech C-vstupů obvodu. Obvod tak nečeká na výsledek předchozí fáze, ale očekává odkaz na přepnutí do další fáze. Výstup Q je připojen do J a K následující fáze. Pokud je Q = 1, následný cyklický pulz sepne obě fáze najednou.

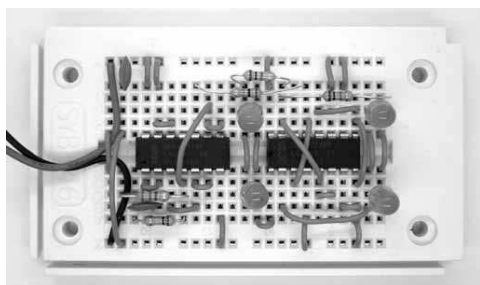


V první fázi, jsou J a K připojeny k Vcc. Jedná se tak o Toggle Flipflop. Pokaždé když Q = 1, následný pulz přepíná stav. Tím dochází k přesnému součtu sekvence pro binární čítač.



Opět platí, že 4 LED budou rozsvěcovány v jednotlivém pořadí. Celkový efekt pak připomíná světelnou tečku otáčející se ve směru hodinových ručiček.

Výstup Q2	Výstup Q1	Číselná hodnota	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4
0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0
1	0	2	0	0	1	0
1	1	3	0	0	0	1



Recyklace



Elektronické a elektrické produkty nesmějí být vhazovány do domovních odpadů. Likviduje odpad na konci doby životnosti výrobku přiměřeně podle platných zákonných ustanovení.

Šetřete životní prostředí! Přispějte k jeho ochraně!

Příklad tohoto návodu zajistila společnost Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.

Všechna práva vyhrazena. Jakékoliv druhy kopii tohoto návodu, jako např. fotokopie, jsou předmětem souhlasu společnosti Conrad Electronic Česká republika, s. r. o. Návod k použití odpovídá technickému stavu při tisku! **Změny vyhrazeny!**

© Copyright Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.

REV8/2015