



**LOGITRONIK 01**

EXPERIMENTY V ČÍSLICOVÉ TECHNICE

# NÁVOD K POUŽITÍ

ke stažení na:

[www.nostalcomp.cz](http://www.nostalcomp.cz)

Výrobce: JESAN JESENÍK p. m. p.

telefon: 2031-4

telex: 66 596

# POČÍTAČOVÝ VĚK

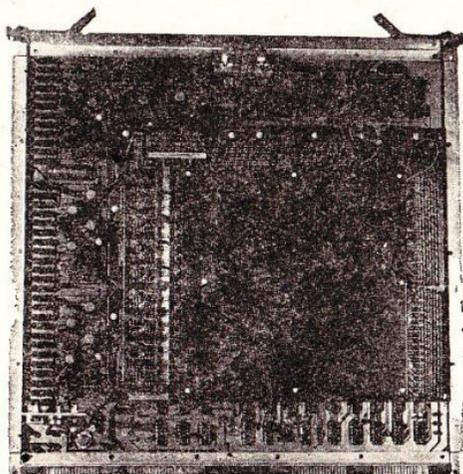
Zijeme v analogovém světě spojitě plynoucího času a přesto je kolem nás technika, která se záměrně plynulosti vyhýbá. Má mnoho výhod a její pochopení je snadné i pro Vás. Je to číslicová technika, která je základem samočinných počítačů a pracuje pouze se dvěma hodnotami.

Kdybyste chtěli shrnout úspěšné technické prostředky posledních desetiletí, jistě byste nezapomněli jmenovat na předním místě elektronický počítač nebo jednu z jeho účelových variant: kalkulačku.

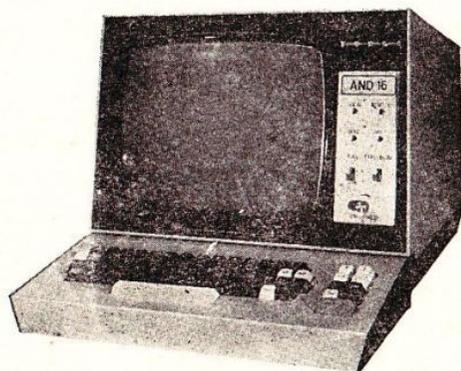
Elektronické počítače pracují v řídicích střediscích kosmických letů, v bankách a spořitelnách, řídí tavbu oceli a chod válcovacích stolic v železárnách, pracují v dolech i v zemědělství, na palubách letadel a kosmických lodí.

Elektronika nám nabízí prostřednictvím počítačů neslýchané služby. Mohou nám ušetřit jednoduchou duševní práci, jsou rychlé, přesné, poslušné a pracují bez nároku na odpočinek. Jsou budoucností věku kybernetiky a robotů. Jsou určeny k práci, ale lze si s nimi i hrát. V příručkách firmy Texas Instruments (jako první na světě uvedla na trh obvody řady 74...) se praví, že práce s obvody TTL vyžaduje myšlenkový skok. Všichni, kdož se budete touto problematikou zabývat, dáte této větě za pravdu.

Číslicové signály jsou v elektrotechnice řadou impulsů nebo rychle se měnících dvou úrovní napětí, které se mění nespojitě nebo skokově. Analogová informace se mění plynule a může mít velké množství stavů, tak jako např. žárovka, která svítí na maximum své hodnoty, můžeme její svit nastavit na jakoukoliv nižší úroveň až nesvítit vůbec. Žárovka však může být i příkladem číslicového zařízení. Její stavy zapnuta – nezapnuta jsou ukázkou číslicového (dvojhodnotového = binárního) charakteru. Se dvěma stavy pracují i logické integrované obvody.



Ferritová paměť jednotky JP 12 - R



Alfanumerický display AND 16

Pomocí stavebnice LOGITRONIK 01 pochopíte základy této techniky, ověříte si vlastními pokusy základní elektronické obvody ze kterých jsou sestaveny elektronické počítače.

Jak to bylo ...

K prvnímu většímu rozšíření výpočetní techniky došlo koncem 19. století zavedením jednoduchých účtovacích strojů a pokladen. Byla to jednoduchá mechanická zařízení mající předpoklady pro sériovou výrobu.

Vynálezce těchto počítačích strojů nalézáme již od 17. století. Byli to:

- JOHN NAPIER – v r. 1617 zkonstruoval stroj pro násobení čísel
- BLAISE PASCAL – jako 19letý prosadil první mechanický kalkulátor již v r. 1642
- GOTTFRIED LEIBNITZ – v r. 1671 postavil kalkulátor se schopností násobit a dělit
- CHARLES BABBAGE – v r. 1871 navrhl počítačový stroj, jehož řešením položil základ dnešním počítačům.

Převrat v konstrukci těchto počítačích strojů přinesl teprve rozvoj elektrotechniky.

V 50 letech našeho století vzniká první generace elektronických počítačích strojů – aktivními prvky v nich byly elektronky. Američané postavili pro výpočty balistických drah elektronkový počítač ENIAC s 18 000 elektronkami.

Druhá generace počítačů již užívá tranzistory a její počátky spadají do 60 let.

Dnešní počítače třetí generace jsou konstruovány (sestavěny) s použitím integrovaných obvodů.

V Československu se začalo s výzkumem v letech 1948 až 1949. Ke skutečnému rozšíření výpočetní techniky došlo až ve druhé polovině 50. let.

Prvním čs. počítačem se stal počítač SAPO, posavený byl v roce 1951. Později vznikl jeho nástupce počítač EPOS.

Nyní v rámci RVHP budujeme počítače systému JSEP a SMEP.

Zdařilou ukázkou výkonné výpočetní techniky je 16-ti bitový počítač JPR 12R. z Tesly Strašnice.

## Součástky použité ve stavebnici

Stavebnice obsahuje 28 jednotlivých prvků. S jednotlivými druhy vás v krátkosti seznámíme.

Odpory:

Ve stavebnici je použito 10 odporů. Používají se k omezení el. proudu v obvodech. Jejich hodnota je udávána v ohmech. Větší jednotky jsou 1 k $\Omega$  (kilo ohm) = 1000  $\Omega$

1 M $\Omega$  (mega ohm) = 1000 k $\Omega$

Při označování hodnot odporů se píše zkratka k nebo M místo desetinné čárky, např. 5k6 znamená 5,6 k = 5 600  $\Omega$ . Protéká-li odporem el. proud, je jeho velikost nepřímo úměrná velikosti odporu.

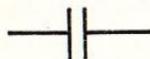
Symbol pro odpor je:



### Kondensátory:

Součástí stavebnice je 8 kondenzátorů. Používají se k oddělení stejnosměrné složky proudu, k akumulaci el. energie, k ladění oscilačních obvodů a k mnoha dalším účelům v el. obvodech. Jednotkou kapacity je FARAD. Protože tato jednotka je pro praktické použití příliš veliká, používáme hodnot kondenzátorů v  $\mu\text{F}$  (mikro), nF (nano), pF (piko). Součástí stavebnice jsou 4 kondenzátory keramické (100 pF, 1 nF = 0,001  $\mu\text{F}$ ) u nichž můžeme zaměňovat vývody a 4 kondenzátory elektrolytické (50  $\mu\text{F}$ ; 200  $\mu\text{F}$ ) jejichž dielektrikum je nasyceno elektrolytem (anoda je značena +) a prohození vývodů v zapojení vede k jejich znehodnocení.

Symbol pro kondenzátor je:



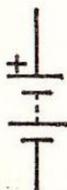
### Tlačítka:

Stavebnice má 3 spínací tlačítka. Jsou umístěna uprostřed pracovní plochy a používáme je k ovládní toku proudu. Je-li tlačítko nahoře, kontakt je rozpojen a proud spínačem neprotéká. Je-li tlačítko stlačeno dolů, spojí se oba kontakty spínače a proudový okruh se uzavře. Pro tento typ mechanického spínače je v obvodech použito označení:



### Zdroj:

Stavebnice je napájena ze 4 tužkových monočlánků zapojených do série. Zdroj napětí je nezbytný pro činnost elektronických obvodů. Rozdíl napětí vyvolá tok proudu použitými prvky. Baterie je umístěna v držáku ve spodní pravé části pracovní plochy. Jmenovité svorkové napětí baterie je 6 V. Protože doporučené napájecí napětí IO je 4,8 – 5,3 V je do série se zdrojem zapojována dioda, na které vzniká potřebný úbytek napětí 0,7 V. Při vkládání článků do držáků se řiďte symbolikou vyznačenou v držáku baterií. Ve schématech obvodů je pro zdroj (baterii) použito označení:



Stavebnici je možno napájet též z vnějšího zdroje o napětí max 6 V, a to zásadně připojením kladného pólu na kontakt č. 61 a záporného na kontakt č. 62. V tomto případě vyjměte baterie!

### Indikátory

Ve stavebnici jsou použity dvě světlo emitující diody (LED). Jsou umístěny v pravé horní části pracovní plochy. Odpor 330  $\Omega$  zařazený do série s každou diodou, omezuje proud dio-

du protékající a tím snižuje napětí na potřebnou velikost. Pracovní napětí LED je 1,65 V. Doporučený český výraz je SVITIVKA.

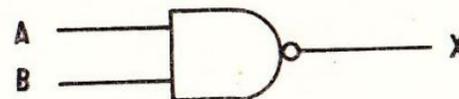
**NIKDY NEZAPOJUJTE LED BEZ ODPORU – PROUDOVÝ NARAZ JI SPOLEHLIVĚ ZNEHODNOTÍ.**

Označení pro LED je:



### Integrovaný obvod:

Ve stavebnici je použit jeden integrovaný obvod – MH 74 00. Je to číslicový obvod s tranzistorovou vazbou obsahující 16 tranzistorů, 16 odporů a 4 diody ve velmi malé ploše (čipu), jež tvoří čtveřici dvouvstupových pozitivních logických členů NAND. IO je nejkritičtějším prvkem stavebnice, který se při nesprávném zapojení napájecích vývodů 7 a 14 snadno poškodí. Značení IO je závislé na druhu obvodu, které obsahuje. Dvouvstupové NAND hradlo značíme takto:



Aby mohl IO „přečíst“ informaci (bit) na svém vstupu – tzn. rozlišit logickou 1 a logickou 0, bylo dohodou mezi výrobcí stanoveno, že napětí log 0 se bude pohybovat v rozsahu 0 až 0,7 V a napětí log. 1 v rozsahu 2,4 V až 5 V. Oblast mezi těmito dvěma hladinami nazýváme zakázané pásmo, protože elektronické součástky v důsledku výrobních tolerancí mohou vstupní impulsy přicházející v této napětové úrovni chybně zpracovat.

Vstupy A a B jsou libovolně zaměnitelné. IO je ze skupiny obvodů označovaných jako TTL (tranzistor - tranzistor - logic.). Všechny obvody TTL mají určitou společnou charakteristiku a pracují s napětově stejnými úrovněmi „H“ a „L“. Pouzdra IO jsou rozdělena do několika typů. Typ v naší stavebnici použitý je ve velmi častém provedení známém jako DIL (DUAL IN LINE PACKAGE). Vyznačuje se tím že vývody jsou umístěny ve dvou rovnoběžných sekcích po obou stranách pouzdra. Vyrábějí se v provedení s 8, 14, 16, 24 a 40 vývody.

### Konstrukce zapojení:

Instalace baterií:

Jak již bylo uvedeno, stavebnice je určena pro použití 4 tužkových článků. Pokud se stavebnicí delší čas neparujete, vyjměte baterie z držáku a uložte v chladnu a suchu. Ze starých baterií prosakující elektrolyt způsobí korozi pružných kontaktů, neodstranitelně

skvrny na pracovní ploše a navíc dráždí pokožku. Postižené místo otřete hadříkem namočeným do teplé mýdlové vody – Pozor – pracovní plocha je papírová – nenamáčet!

#### Propojování:

Provádí se vodiči jejichž odizolovaný konec se sevře mezi závity kontaktní pružinky. Pružinku vykloníme prsty na jednu stranu a mezi její otevřené závity vsuneme odizolovaný konec vodiče. Při připojování více vodičů do jedné pružinky je nevhodnější způsob vyklánět pružinku směrem na již připojený předchozí vodič. Při rozpojování vypneme pružinku tímto směrem a tahem drát vyjmeme. Při častějším používání se může stát, že se odizolovaný konec drátu odlomí. V tom případě odstraníme izolaci nařiznutím a stáhnutím asi 10 mm od ulomeného konce.

#### Návod k zapojení:

U každého zapojení je uveden výklad jeho činnosti, případně jeho aplikace ve skutečném počítači. Seznámení s obvodem je provedeno prostřednictvím schématu zapojení, nákrešů propojení jednotlivých kontaktů na pracovní desce a vlastního postupu zapojování. Pokud se ve schématech křížují dva vodiče nepropojené

označují se:

jsou-li propojeny, označují se takto:



Při vlastním propojování postupujte tak, že vodiči příslušné délky propojíte v součástky, jejichž číselné značení kontaktů je odděleno pomlčkami. Kontakty, jejichž čísla jsou oddělena čárkami nepropojíte.

Příklad: postup zapojení kontaktů 51–54, 53–62

Spojíte vodiče mezi sebou kontakty 51 a 54, dalším vodičem potom kontakty 53 a 62. Kontakty 54 a 53 nepropojíte.

#### Upozornění:

Do sestaveného obvodu napojte zdroj jako poslední (kontakty 60–61). Osvojte si důležitou zásadu – před přivedením napájecího napětí vždy celý obvod zkontrolujte.

Ochráňte tak součástky před případným a nebezpečným přepólováním (IO a elektrolyty) a zdroj před skratem. Při rozpojování obvodů začněte vždy kontakty 60–61.

#### Chybné zapojení:

Jestliže dodržíte postup zapojování, bude obvod okamžitě pracovat. V opačném případě můžeme chybu nalézt způsobem užívaným elektromechaniky při vyhledávání závad v el. zařízeních:

1. Jsou v pořádku baterie? Při napájení z vybitých baterií pracuje obvod nespoehlivě – vyměnit!
2. Sestavili jste obvod ukvapeně? Překontrolujte postupně všechny spoje, často je užitečné přizvat ke kontrole přítele – další pár očí může vidět to, co jsme sami přehlédli. Nejlépe je celé zapojení zrušit a začít znovu.

Stavebnici neskladujte a nepoužívejte na vlhkých místech, pružinky nenamáhejte víc, než je nutno pro vložení vodiče. Při běžném používání nehrozí nebezpečí poškození pájených spojů ve vnitřní části stavebnice. Pokud však budete spoj obnovovat – nezahřívajte IO déle, jak 2 sec. Přehřátí IO znamená často jeho zničení!

#### Logické systémy.

Jednoduchá a složená hradla lze vzájemně spojovat, abychom získali nejrůznější log. funkce. Některé z výsledků logických systémů obsahují hradel pouze několik, jiné mohou používat desítky nebo stovky hradel. Log. systémy mohou být rozděleny na dva základní druhy – na kombinační a sekvenční.

Kombinační obvody jsou charakterizovány rychlou provozuschopností, mají mimořádně malé zpoždění, log. funkce je realizována v co nejkratším čase.

Sekvenční obvody obsahují paměťové a zpožďovací prvky, které dovolují, aby log. výsledek předchozího výstupu přímo ovlivnil nový vstup. Následkem toho jsou sekvenční obvody pomalejší než obvody kombinační, což umožňuje použít je jako např. paměťové registry, čítače, třídače a mikroprocesory.

#### Úvod do kombinačních logických obvodů:

V této oblasti rozeznáváme 4 základní logické funkce. Jsou nazvány mezinárodně YES, NOT, AND, OR (ANO, NE, I, NEBO).

Seznámíte se s každou z těchto funkcí na základě zajímavých obvodů. Každé zvlášť je věnován popis včetně jednoho nebo dvou charakteristických zapojení, na kterých je logická funkce simulována tlačítky. Potom se seznámíte s toutéž funkcí obvodu, v němž jsou tlačítka nahrazena hradly číselového log. obvodu, jejichž vzájemnou kombinací vznikají základní funkce.

V logických obvodech, které budete zapojovat, je pomocí spínače zadávána vstupní informace (bit) pro danou funkci. V konkrétních obvodech jsou tyto vstupní údaje výsledkem činnosti jiných, předřazených IO a může jich být zpracováno až milion za sekundu, frekvencí vyjádřenou v Mhz.

Každá logická funkce může být vyjádřena rovnicí, která určuje vztah mezi vstupem a výstupem. Tyto logické rovnice používají stejné symboly jako rovnice algebraické, mající však zcela jiný význam.

Pro přehledné vyjádření vztahu mezi vstupem a výstupem (obou může být několik) používáme tzv. pravdivostních tabulek. V nich jsou v určitém pořadí uvedeny všechny možné kombinace stavů na vstupu a jim odpovídající stavy výstupu. Tyto stavy jsou specifikovány logickými úrovněmi Log. 1 („H“) a Log. 0 („L“).

# 1. ČINNOST SVĚTLOEMITUJÍCÍCH DIOD FUNKCE „YES“ (ANO) S MECH. SPÍNAČEM

Základní funkce světlo emitujících diod LED (light – emitting diode) spočívá v indikaci stavu obvodu. Svítící dioda představuje logickou 1, nesvítící logickou 0.  
LED diody vedou proud pouze jedním směrem. Protéká-li diodou proud, dioda svítí, neprotéká-li nesvítí. Jsou vyráběny diody svítící různými barvami.

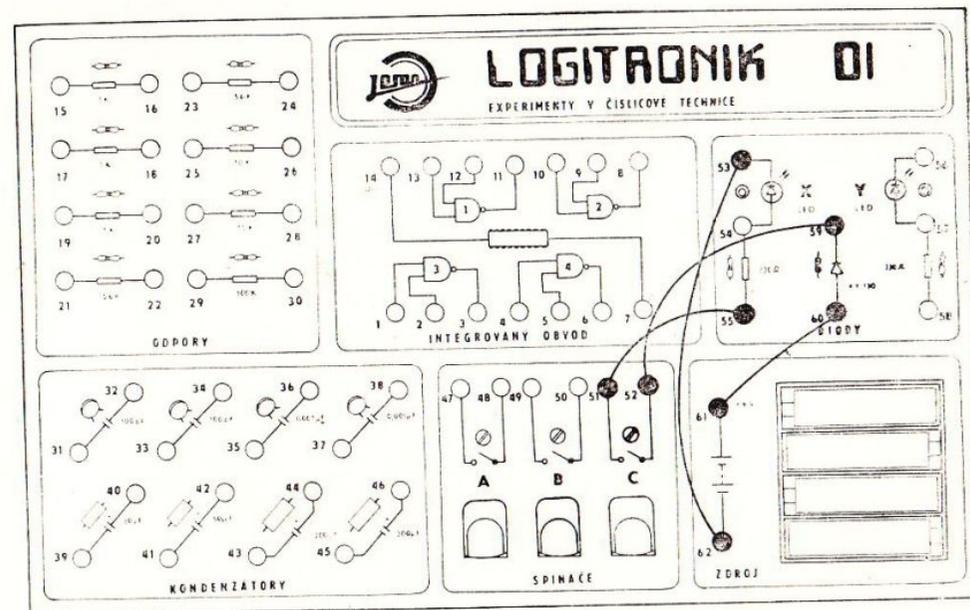
Prohlédněte si schema zapojení.

Je-li spínač sepnut (stisknut) LED protéká proud a tato svítí – indikuje logickou 1.  
Není-li spínač sepnut, proud neprotéká a LED nesvítí – indikuje logickou 0.

Tvrzení, že LED propouští proud pouze jedním směrem si můžeme ověřit např. záměnou přívodních vodičů na svorky č. 53 a 55.

**Zapamatujte si, že LED nesmí být nikdy zapojena do obvodu bez odporu 330 Ω – jinak hrozí zničení LED i integrovaného obvodu.**

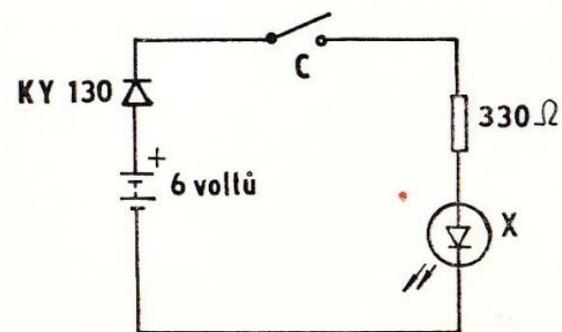
Před neúmyslným připojením LED na „tvrdé“ napětí zdroje 6 V je chrání plastické krytky, kryjící pružinové kontakty č. 54 a 57. V případě potřeby (zapojení č. 2; 8; 12) můžete tyto krytky odstranit otáčením proti směru pohybu hodinových ručiček.



Postup zapojování:

53–62, 52–59, 51–55, 61–60

POZNAMKY:



## 2. LOGICKÝ OBVOD „NOT“ (NE) S MECH. SPÍNAČEM.

Pro obvody „NOT“ se vžil označení invertor (převodník)

Jednou ze základních logických operací je inverze a vykonáváme ji tzv. invertory. Logické stavy na vstupu invertoru vedou k opačným log. stavům na výstupu. Je-li na vstupu invertoru logická 0, je na výstupu logická 1 a naopak. Tuto operaci si můžeme znázornit pomocí jednoho spínače a jedné LED.

Prohlédněte si schema a zapojte obvod.

V této verzi simuluje spínač vstup invertoru a LED jeho výstup. Je-li spínač uvolněn (logická 0), indikuje LED vysokou (H) úroveň signálu (logická 1) a svítí. Je-li spínač sepnut, (logická 1) indikuje LED nízkou (L) úroveň a nesvítí.

Názornou pomůckou při řešení stavů logických obvodů je tzv. pravdivostní tabulka.

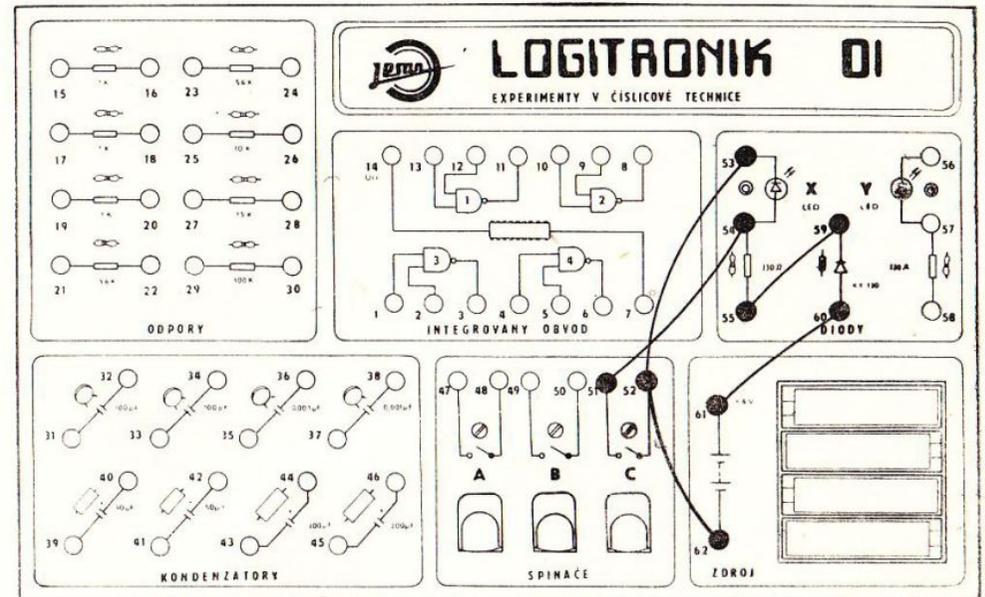
Vstup Spínač	Výstup LED
0	
1	

Její nejjednodušší příklad vidíte před sebou. Pokuste se ji vyplnit na základě činnosti sestaveného obvodu. Tyto logické operace lze vyjádřit logickou rovnicí

$$X = \bar{A}$$

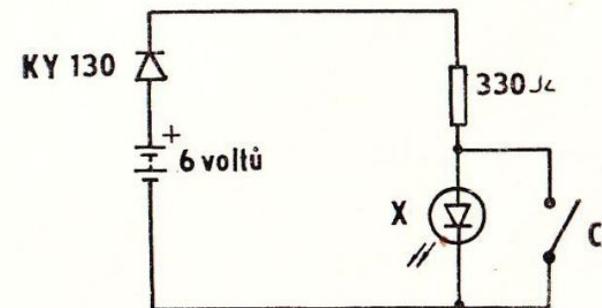
Čti: X se nerovná A, kde „X“ je symbol pro výstup a „A“ pro vstup. Čárka nad A je symbol pro inverzi nazývanou též negace.

POZNAMKY:



Postup zapojování:

51-54, 53-52-62, 55-59, 61-60



### 3. LOGICKÝ ČLEN „NOT“ (NE) JAKO INVERTOR.

Inverzní funkce mohou být vykonávány jedním z hradel „NAND“. Propojením obou vstupů mezi sebou se hradlo „NAND“ stává invertorem a obvod invertuje logické stavy na vstupu. Ve schemech je invertor pro přehlednost znázorněn trojúhelníkovým symbolem přesto, že je v našem případě vytvořen z hradla „NAND“.

V daném zapojení je spínač „A“ užíván k zavedení logického stavu na vstup invertoru. Indikátor „X“ (jedna LED) indikuje logický stav, „Y“ (druhá LED) indikuje logický stav výstupu.

Prohlédněte si schema a zapojte obvod.

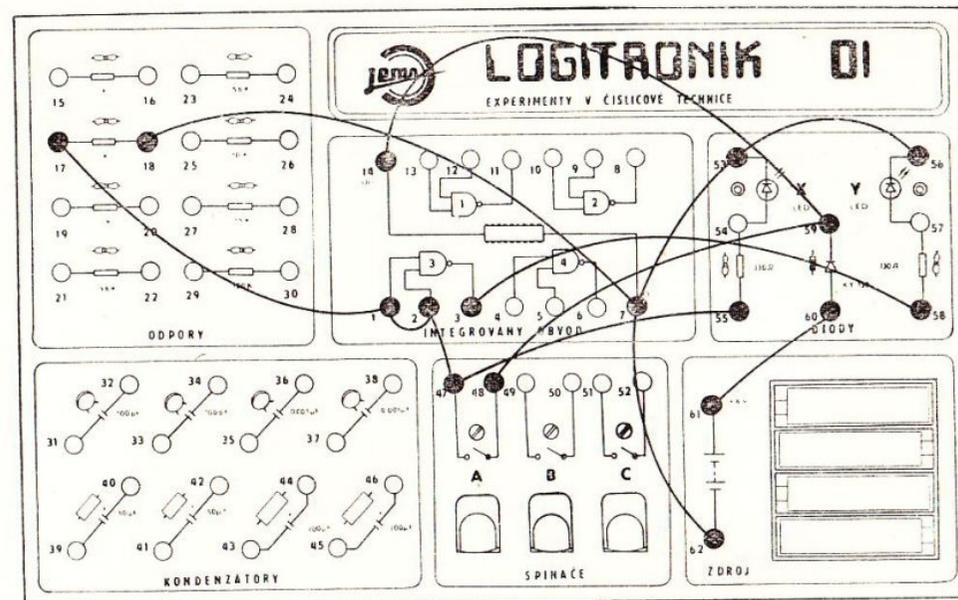
Není-li spínač sepnut, na vstup invertoru proniká záporné napětí přes odpor 1k, tzn. úroveň log. 0 svítí LED „Y“ a indikuje nám log. 1 na výstupu. Nyní sepneme spínač „A“. Tím je přivedeno kladné napětí zdroje na vstup invertoru, tzn. log. 1. Tato skutečnost je indikována rozsvícením LED „X“. Indikátor výstupu „Y“ zhasne – na výstupu je log. 0.

Na základě pozorování doplňte tabulku pro toto zapojení. Doplňenou tabulku porovnejte s tabulkou zapojení č. 2.

Obě jsou shodné.

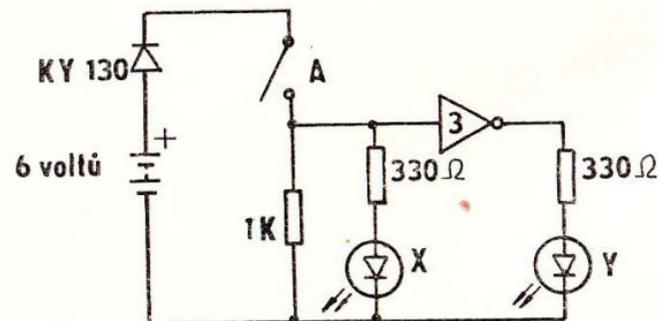
Vstup	Výstup
0	
1	

POZNAMKY:



Postup zapojování:

17-1-2-47-55, 18-7-53-56-62, 3-58, 48-59-14, 61-60



#### 4. NEINVERZNÍ PŘEVODNÍK (ZESILOVAČ). FUNKCE „YES“(ANO)

Na předchozím zapojení jsme se poučili, že invertor mění logický stav na svém vstupu v opačný na výstupu. Někdy je třeba převést logický stav do jiné části číslicového obvodu, ale neinvertovat jej. Jak je tomu např. při rozvodu řídicího signálu, kdy výstupní proud řídicího hradla by nestačil pokrýt vstupy všech připojených hradel. Využíváme tzv. logického zisku (v našem případě je roven 10). To znamená, že na jeden výstup IO lze připojit až 10 vstupů jiných hradel. K tomu nám slouží neinverzní převodník řízený pulsy čili: neinvertující invertor (non-invertor). Logický stav na výstupu je stejný jako na vstupu, ale obvod umocňuje požadované oddělení obvodů.

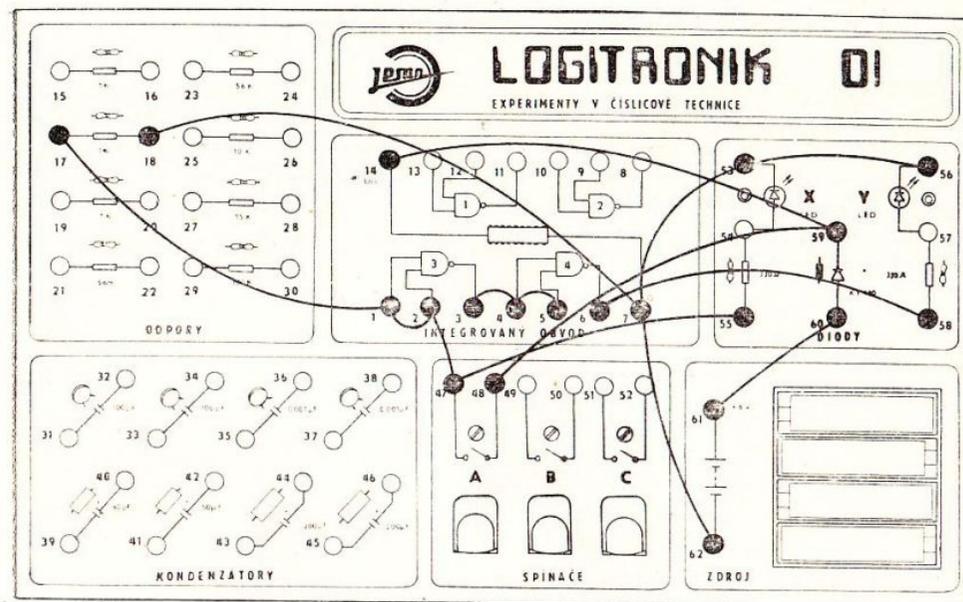
Neinvertující převodník sestavíme spojením dvou hradel „NAND“. Prohlédněte si el. schéma a podle pracovního postupu provedte zapojení obvodu. Při porovnání s předchozím schematem vidíme, že obě zapojení jsou si velmi podobná, až na to, že je přidán další invertor, který mění výstupní logický stav na shodný se vstupním.

To znamená, že při nesepnutém spínači je na vstupu log. 0 a výstupu rovněž log. 0. Je-li spínač sepnut, je na vstupu i výstupu Log 1. Tím dosáhneme oddělení mezi vstupem a výstupem, aniž by došlo k inverzi log. stavů, tyto jsou opět indikovány na vstupu LED „X“ a na výstupu LED „Y“.

Na základě pozorování činnosti obvodu vyplňte tabulku pro tento typ převodníku:

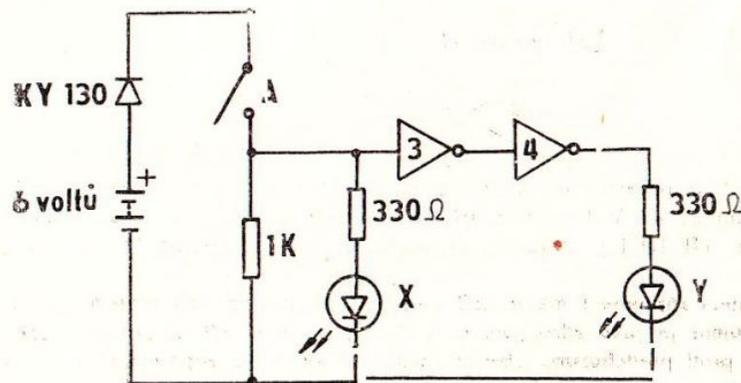
Vstup	Výstup
0	
1	

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

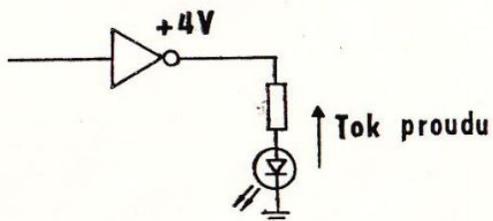
17-1-2-47-55, 18-7-53-56-62, 3-4-5, 6-58, 48-59-14, 61-60.



## 5 DVA ZPŮSOBY ZAPOJOVÁNÍ „LED“

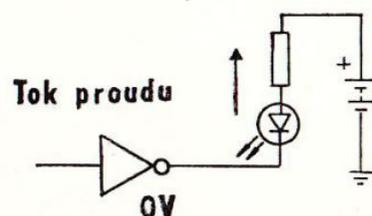
V předcházejících dvou zapojeních jste měli LED se seriovým odporem zapojen mezi výstup IO a zápornou větev. Při zapojení tímto způsobem LED indikuje napětí na výstupu IO. V TTL log. obvodech je log 0 míněno, že výstupní napětí je velmi nízké, mezi 0 až 0,8 V. Toto nízké napětí nestačí rozsvítit LED, takže je indikována log 0. Je-li na výstupu TTL IO log. stav odpovídající log 1, úroveň napětí vzroste na 2–5 V. Toto napětí rozsvítí LED – je indikována log 1.

Schema zapojení viz obrázek:



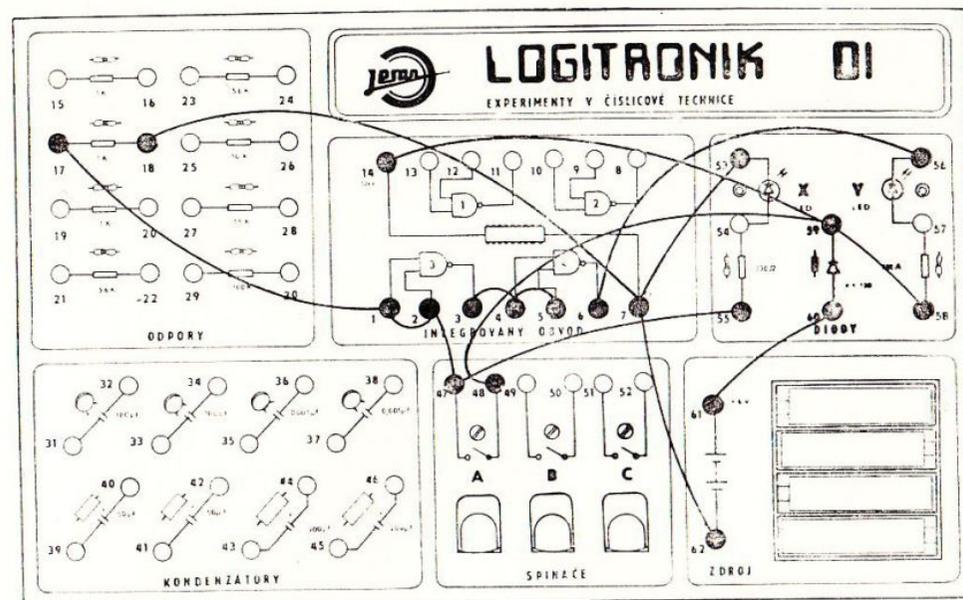
V tomto zapojení je TTL IO chápán jako zdroj proudu pro LED. LED v tomto zapojení zatěžuje hradlo jeho maximální výstupním proudem 7 mA. To představuje velkou zátěž pro výstup TTL IO. Ve skutečných log. obvodech, kde jsou dva TTL IO propojeny mezi sebou současně, vstup následujícího hradla odebírá kolem 5 uA z výstupu předchozího při log. stavu 1.

V některých zapojeních může LED zatížit hradlo natolik, že jeho funkce nemusí být spolehlivá. Z tohoto důvodu lze zapojit LED tak, jak vyplývá z obr. níže:



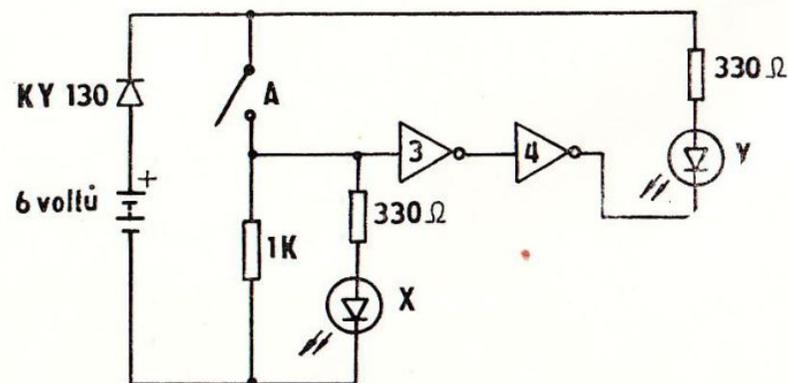
V tomto zapojení je při stavu log 1 na výstupu TTL IO napětí 4 V. Ve větvi ZDROJ – LED je k dispozici napětí 4,5 V. Rozdíl napětí 0,5 V nestačí k rozsvícení a tato indikuje log 0. Je-li na výstupu TTL IO log 0 (0–0,5 V), rozdíl napětí 4 V rozsvítí LED a tato indikuje log 1.

V tomto úsporném zapojení indikuje LED stejné stavy opačně vůči předchozímu zapojení. Při tomto zapojení je jako zdroj proudu chápána baterie. TTL IO pracuje jako spínač napětí, změna proti předchozímu obvodu spočívá v opačném zapojení LED „Y“ a jejího seriového odporu.



Postup zapojování:

17–1–2–47–55, 18–7–53–62, 3–4–5, 6–56, 48–59–58–14, 61–60



## 6. LOGICKÝ OBVOD „AND“ (I) S MECH. SPÍNAČI.

Jednou ze základních logických funkcí je funkce „AND“. Oba vstupy „AND“ obvodu musí mít stav log 1, aby měl výstup rovněž hodnotu log 1. Má-li jeden nebo oba vstupy hodnotu log 0, bude i na výstupu log 0.

Jinak řečeno oba vstupy musí být „PRAVDA“, aby i výstup byl „PRAVDA“.

funkce „AND“ zahrnuje tvrzení: „Budu-li mít čas i peníze, půjdu na fotbal“.

Obě podmínky – čas a peníze – musí být splněny, (být pravda) aby i výsledek – jít na fotbal – byl splněn (byl pravda).

Tato úvaha je znázorněna logickou rovnicí  $X = A \times B$

Čti: X je rovno A i B      X = výstup  
A a B = vstupy

V log. rovnicích je  $\times$  čteno jako I (AND). Někdy je jako indikace „AND“ operace užívána tečka, případně je operace zapsána bez použití symbolů:

$X = A \times B = A \cdot B = AB$

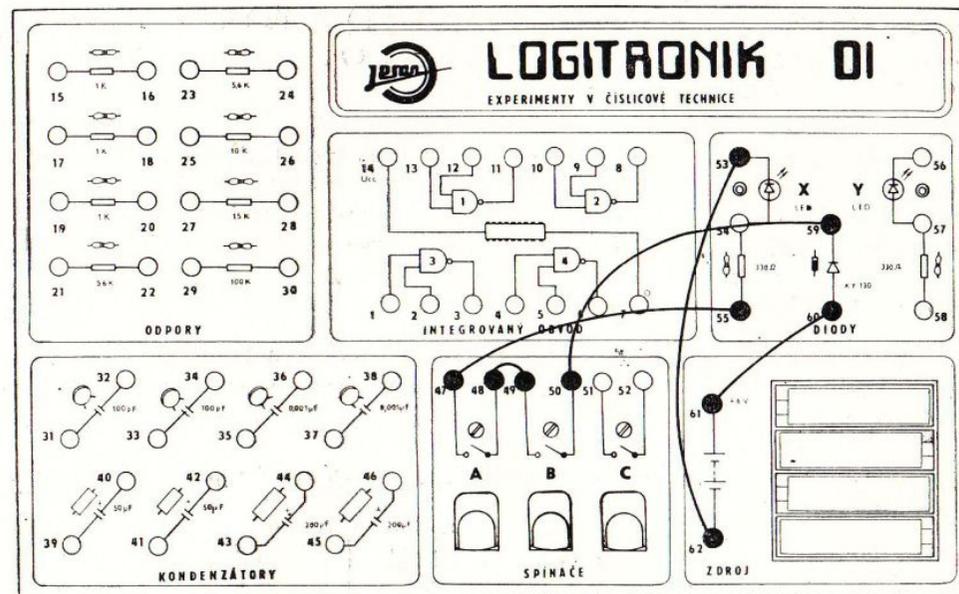
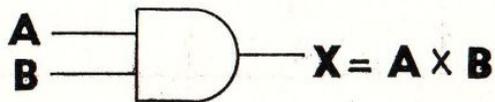
Prohlédněte si schema a podle postupu zapojte obvod.

V tomto zapojení představuje nesepnutý spínač log 0 a sepnutý log 1. Jsou-li oba spínače, A, B nesepnuty, je na výstupu indikována log 0. Stiskněte spínač A, zatímco B je nesepnutý. Ani nyní obvodem neprotéká proud, LED nadále indikuje log 0. Stiskněte i druhý spínač, LED se rozsvítí, indikuje log 1. Sepnutím obou spínačů jsou splněny obě podmínky podmiňující průchod proudu z baterií přes LED.

☉oplňte pravdivostní tabulku pro dvouvstupový obvod „AND“:

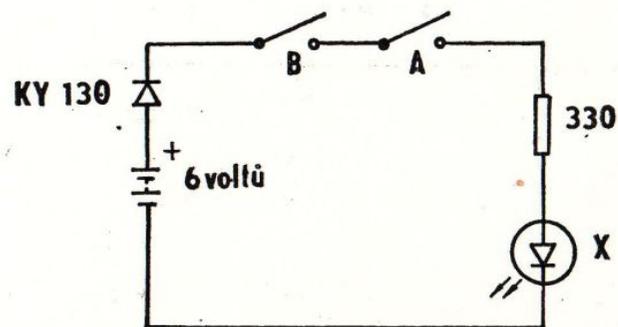
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Symbol pro log. dvouvstupový obvod „AND“ je:



Postup zapojování:

53–62, 50–59, 48–49, 47–55, 61–60



## 7. LOGICKÝ OBVOD „AND“ (1) S IO – DVOUVSTUPOVÉ HRADLO.

Funkce hradla může být uskutečněna propojením dvou hradel „NAND“, jak vyplývá ze schéma zapojení. Kombinací hradla „NAND“ a invertoru tedy vzniká funkce „AND“. Hradlo „AND“ (1 – logický součin, disjunkce) je rozhodovací obvod se dvěma nebo i více vstupy. Na jeho výstupu je log. 0, je-li na některém, nebo na všech vstupech úroveň log. 0.

Proveďte zapojení dle schématu a postupu.

Jsou-li oba spínače nezapnuti (výstup log 0) je na vstupu log 0. Pokud je pouze jeden ze spínačů (A nebo B) sepnut, je na výstupu stále log. 0. Sepneme-li oba spínače (vstup log. 1) je na výstupu log. 1 – LED svítí.

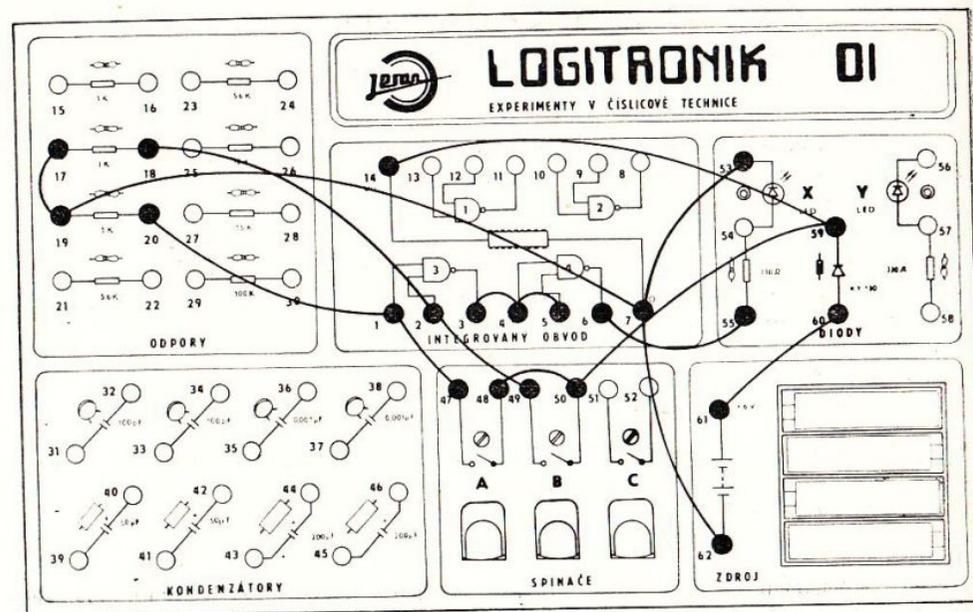
Na základě pozorování činnosti obvodu vyplňte pravdivostní tabulku pro funkci dvouvstupového hradla „AND“.

A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tato tabulka je shodná s tabulkou pro zapojení č. 6. Logická rovnice je totožná.

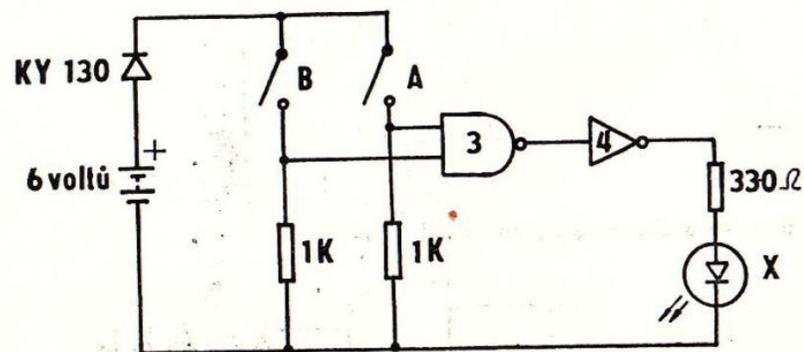
$$X = A \times B$$

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-2-49, 20-1-47, 3-4-5, 6-55, 48-50-59-14, 61-60



## 8. LOGICKÝ OBVOD „NAND“ (NE I) S MECH. SPÍNAČI.

Další ze základních log. funkcí je funkce „NAND“. Představte si tuto situaci:

Uzavřete dohodu se svým přítelem, že pojedete spolu na výlet vlakem, jestliže si zaplatí jednu cestu (libovolně tam či zpět). Budete-li však muset zaplatit jeho obě cesty, nevezmete ho sebou.

Funkce „NAND“ je přesně opačná funkci „AND“, se kterou jste se seznámili v předchozích 4 zapojeních. Jedná se tedy o negovaný logický součin.

Jsou-li oba spínače nesepnuty (log. 0), LED svítí – indikuje log. 1. Je-li jeden ze spínačů A či B sepnut LED stále svítí. Jsou-li sepnuty oba spínače A i B, LED nesvítí, indikuje log. 0.

Logická rovnice pro tuto funkci je:

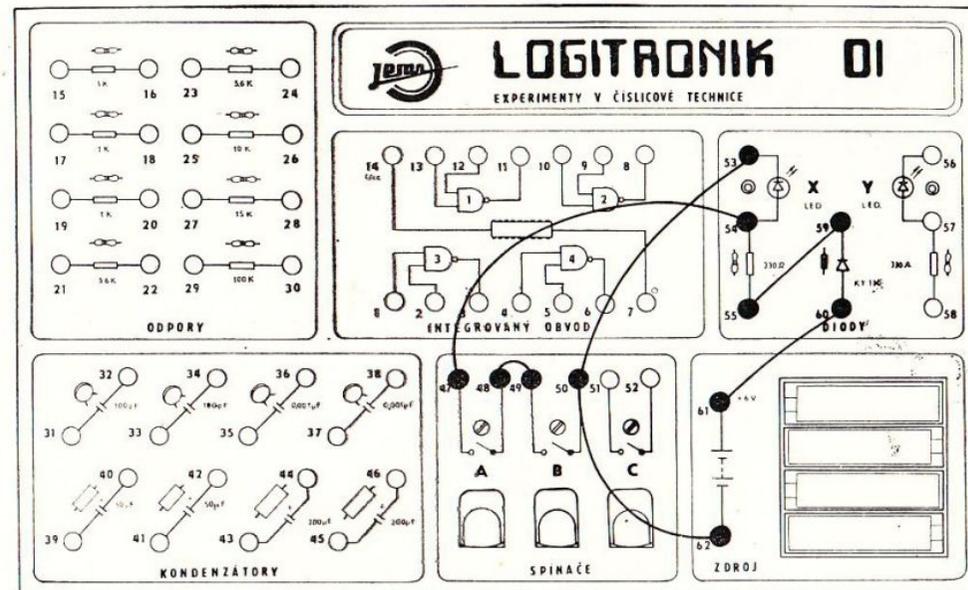
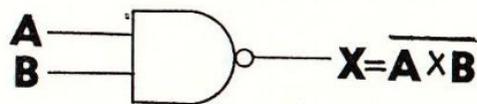
$$X = \overline{A \times B}$$

Čti: X je rovno not (ne) A i B. Křížek je symbol pro log. součin, jak již bylo uvedeno v zapojení č. 6. Musíte si uvědomit, že  $\overline{A \times B}$  (not A a B) není totéž jako  $\overline{A} \times \overline{B}$  (not A a not B).

Vyzkoušejte všechny kombinace, doplňte tabulku.

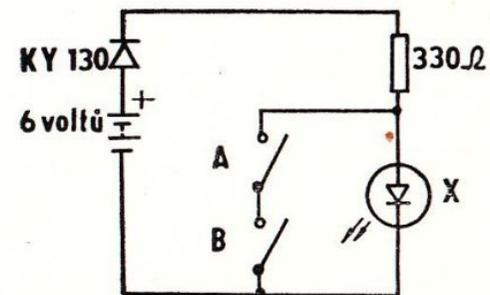
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Porovnejte tabulku se zapojením č. 6. Z porovnání vyplývá, že „NAND“ funkce je opačná funkci „AND“. Symbol log. obvodu pro „NAND“ funkci je stejný jako pro „AND“, kromě malého kroužku na výstupu (tento kroužek značí inverzi příslušného hradla).



Postup zapojování:

53–50 –62, 48–49, 47–54, 55–59, 61–60



## 9. LOGICKÝ OBVOD „NAND“ (NE I) S IO - DVOUVSTUPOVÉ HRADLO.

Dvouvstupové hradlo „NAND“ je základní obvod IO MH 7400. Tento IO obsahuje čtyři stejná dvouvstupová hradla.

Proveďte zapojení dle schematu a postupu.

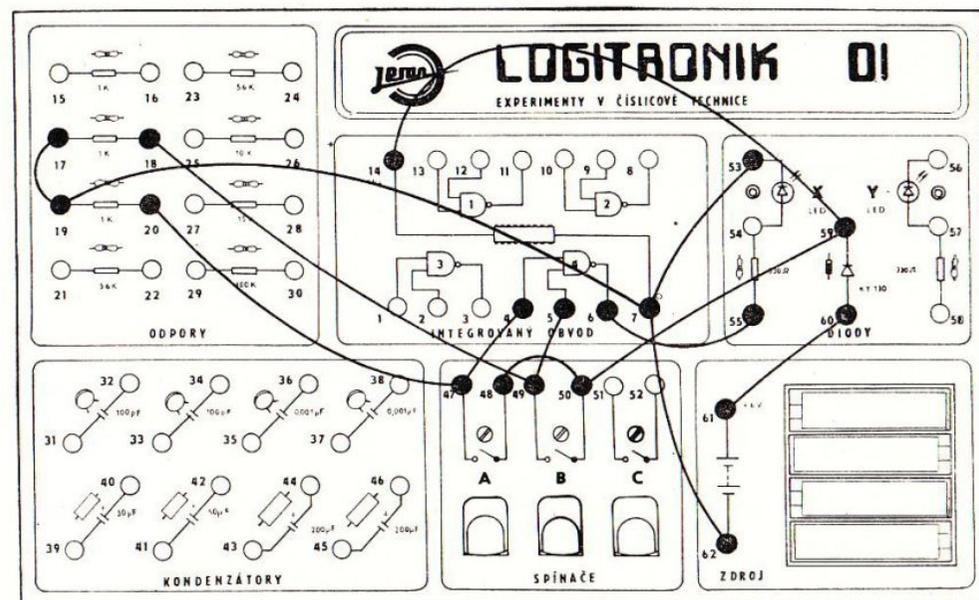
Jsou-li oba spínače nesepnuty, je vstup log 0, na výstupu je indikována pomocí LED log 1. Je-li jeden spínač sepnut, je na výstupu stále log 1. Sepneme-li oba spínače, změní se stav na výstupu na log 0.

Dle pozorování vyplňte pravdivostní tabulku:

A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

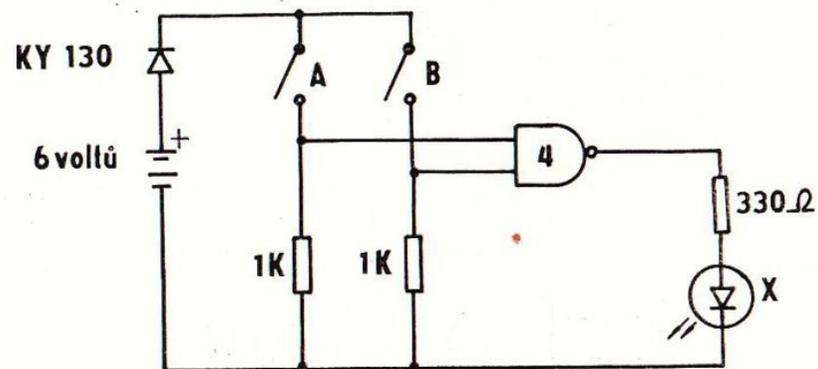
Tabulka je shodná s tabulkou zapojení č. 8  
Rovněž log. rovnice je stejná jako u zapojení č. 8

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-49-5, 20-47-4, 6-55, 48-50-59-14, 61-60



## 10. LOGICKÝ OBVOD „OR“ (NEBO) S MECH. SPÍNAČI.

Je další ze základních log. funkcí. Na výstupu dvou vstupového hradla „OR“ je log 1 tehdy, když jeden nebo oba vstupy mají úroveň log 1.

Tuto funkci můžeme vyjádřit tvrzením: „Bude-li dnes pršet, nebo bude-li příliš chladno, zůstanu doma, nepůjdu nikam“. Je-li jedna z podmínek splněna (PRAVDA), výstup bude PRAVDA – zůstanu doma. Jsou-li obě podmínky PRAVDA, výstup bude opět PRAVDA.

Log. rovnice  $X = A + B$

Čti: X je rovno A nebo B      X = výstup  
A a B = vstupy

V log. rovnicích + čteme jako „nebo“

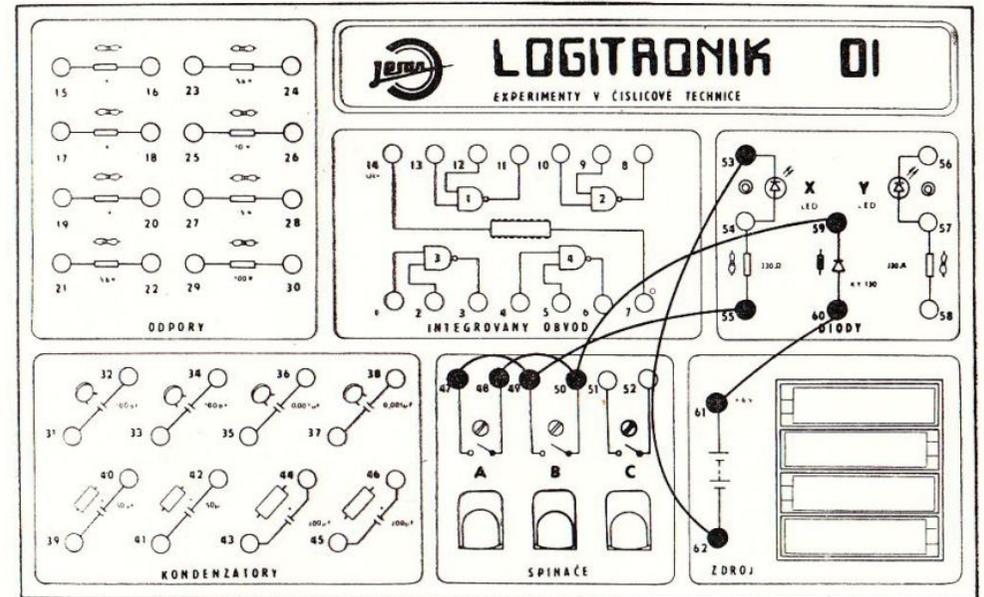
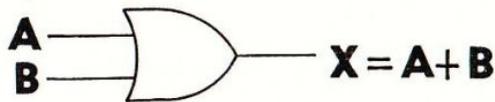
Zapojte obvod dle schematu a postupu zapojení:

Jsou-li oba spínače A a B nesepnuty, LED nesvíí, indikuje log 0. Stiskneme-li spínače A nebo B, LED svítí – indikuje log 1. Stiskneme-li oba spínače současně, LED svítí – indikuje log 1.

Doplňte pravdivostní tabulku pro dvou vstupový obvod „OR“:

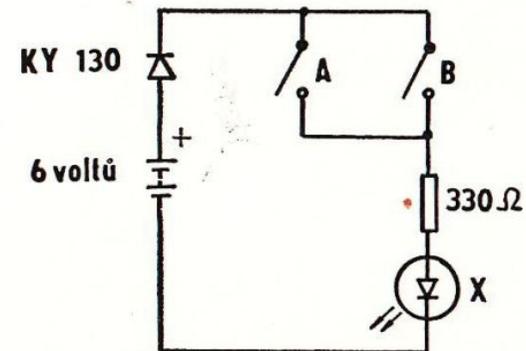
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Symbol log. dvou vstupového obvodu „OR“ je:



Postup zapojování:

53–62, 48–50–59, 47–49–55, 61–60



## 11. LOGICKÝ OBVOD „OR“ (NEBO) S IO.

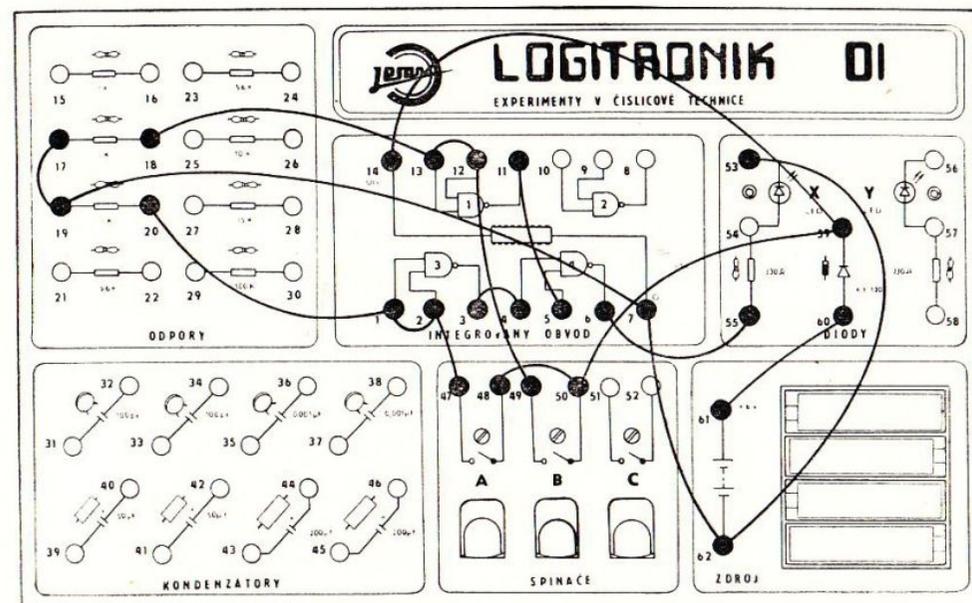
Funkci dvoustupového hradla „OR“ může vykonávat kombinované zapojení jednoho „NAND“ hradla a dvou invertorů. Hradlo „OR“ (NEBO – logický součet, konjunkce) je také rozhodovací obvod se dvěma, nebo několika vstupy. Na jeho výstupech je log. 0, není-li na některém nebo na všech jeho vstupech úroveň log. 1. Zapojte obvod dle schématu a postupu zapojení:

Jsou-li oba spínače nesepnuty (log 0), na výstupu log 0. Při stisknutí spínače A nebo B bude na výstupu log 1. Stiskneme-li oba spínače současně, bude na výstupu opět log 1. Na základě pozorování doplňte pravdivostní tabulku pro dvoustupové hradlo „OR“.

A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

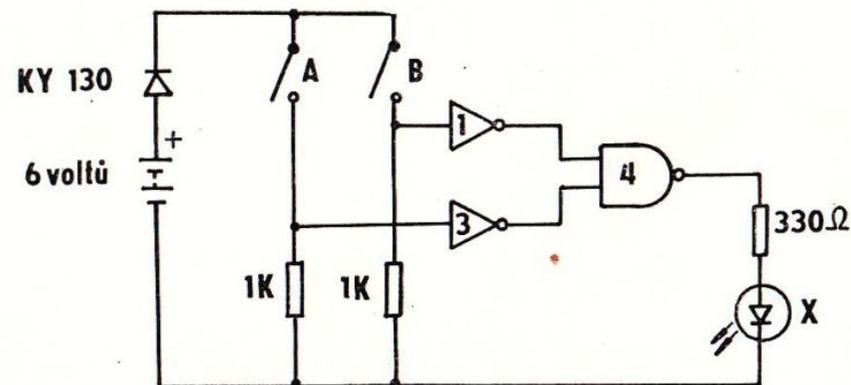
Tabulka je shodná s tabulkou pro zapojení č. 10  
Rovněž log. rovnice je stejná.

POZNAMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-13-12-49, 20-1-2-47, 5-11, 3-4, 6-55,  
48-50-59-14, 61-60



## 12. LOGICKÝ OBVOD „NOR“ (NE – NEBO) S MECH. SPÍNAČI.

Poslední ze základních log. funkcí je funkce „NOR“. Znamená, „NE NEBO“, a je inverzní funkcí „OR“. Je to negovaný logický součet.

Tvrzení: „Přejdu ulici pokud nebude svítit červené světlo a nepojedou auta“, je log. tvrzení typu „NOR“. Jestliže žádná z podmínek nastala – přejdu ulici. Pokud jedna z podmínek nebo obě nastaly, ulici nepřejdu.

Tato log. operace je znázorněna log. rovnicí  $X = \overline{A + B}$

Čti:  $X$  je rovno NE A NEBO B. Křížek je symbol pro log. součin. Je nutné si uvědomit, že  $\overline{A + B}$  (NE A + B) není totéž jako  $\overline{A} + \overline{B}$  (NE A NEBO NE B).

Inverze je značena pruhem nad proměnnou.

Zapojte obvod dle schématu a postupu zapojení:

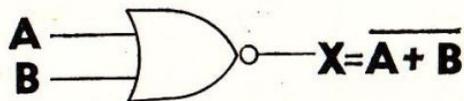
Jsou-li spínače A, B nesepnuty, je na výstupu indikována log 1. Stiskneme-li tlačítko A LED – indikuje log 0. Stiskneme-li B – na výstupu je opět indikována log 0. Stiskneme-li A, B současně – na výstupu je opět indikována log 0.

Doplňte pravdivostní tabulku pro dvou vstupový obvod „NOR“.

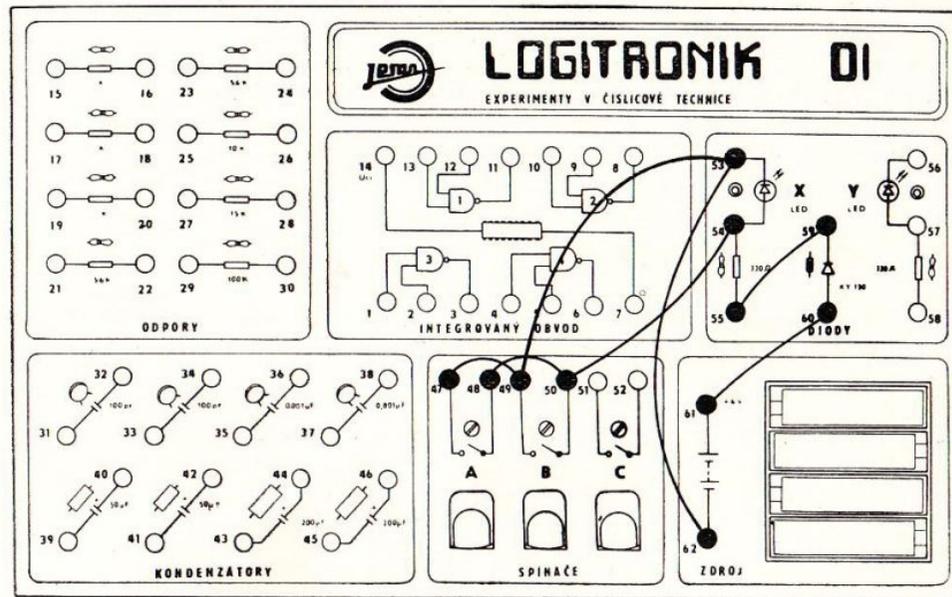
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Porovnejte tuto tabulku s tabulkou pro zapojení č. 10. Všimněte si, že sloupek X má opačné hodnoty než u zapojení č. 10 „NOR“ funkce je inverzní funkci „OR“.

Symbol obvodu pro funkci „NOR“ je:

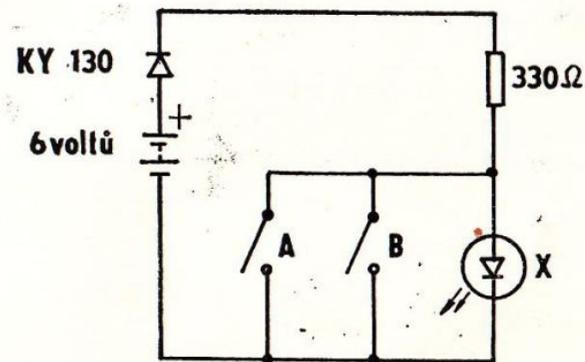


Symbol je shodný se symbolem pro funkci „OR“ kromě malého kroužku na výstupu. Kroužek symbolizuje inverzi ve vztahu k funkci „OR“.



Postup zapojování:

47-49-53-62,, 48-50-54, 55-59-, 61-60



### 13. LOGICKÝ OBVOD „NOR“ (NE NEBO) S IO.

Může být sestaveno propojením jednoho hradla „NAND“ a tří invertorů.

Provedte zapojení dle schématu a postupu zapojení:

Jsou-li spínače nesepnuty, je na výstupu indikována log 1. Při stisknutí jednoho spínače (A nebo B) je na výstupu log 0. Při stisknutí obou spínačů současně zůstává na výstupu log 0.

Podle výsledku pozorování vyplňte následující pravdivostní tabulku.

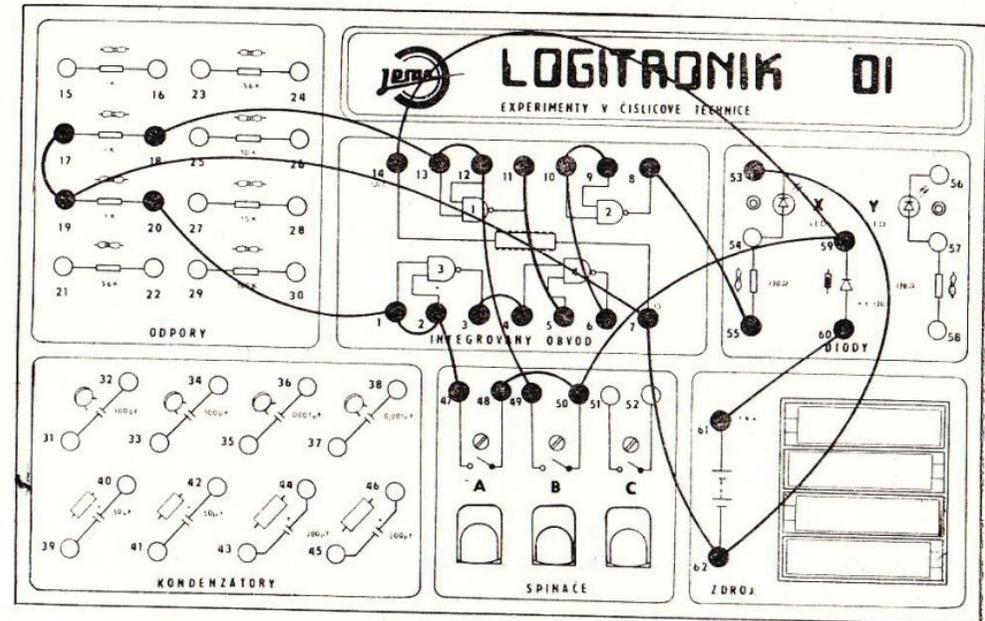
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabulka je shodná s tabulkou pro zapojení č. 12.

Rovněž log. rovnice je shodná s log. rovnicí pro zapojení č. 12.

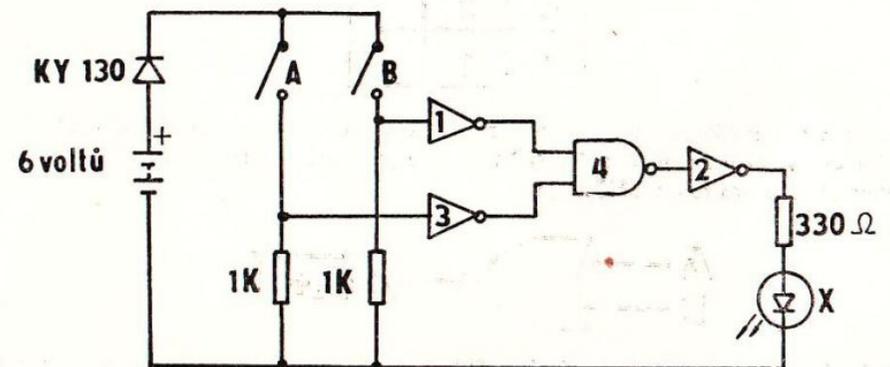
$$X = \overline{A + B}$$

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-13-12-49-, 20-1-2-47, 5-11, 3-4, 6-9-10, 8-55, 48-50-59-14, 61-60



## 14. LOGICKÝ OBVOD „EXCLUSIVE – OR“ (ZVLÁŠTNÍ – NEBO) S IO.

V tomto a několika následujících zapojeních se seznámíte s kombinovanými obvody sestavenými z obvodů pro základní log. funkce. První z nich je obvod pro funkci „EXCLUSIVE OR“. Vzpomeňte si, že v základní funkci „OR“ je na výstupu log 1, jestliže jeden nebo oba vstupy jsou log 1 (viz zapojení č. 10 a 11).

V „EXCLUSIVE OR“ funkci bude na výstupu log 1, jestliže jeden ze vstupů je log 1. Ne však oba!

Log. rovnice pro tuto funkci může být napsána dvěma způsoby.

$$X = A \oplus B \quad \text{kde symbol } \oplus \text{ chápeme jako EXCLUSIVE OR.}$$

nebo

$$X = A\bar{B} \oplus \bar{A}B$$

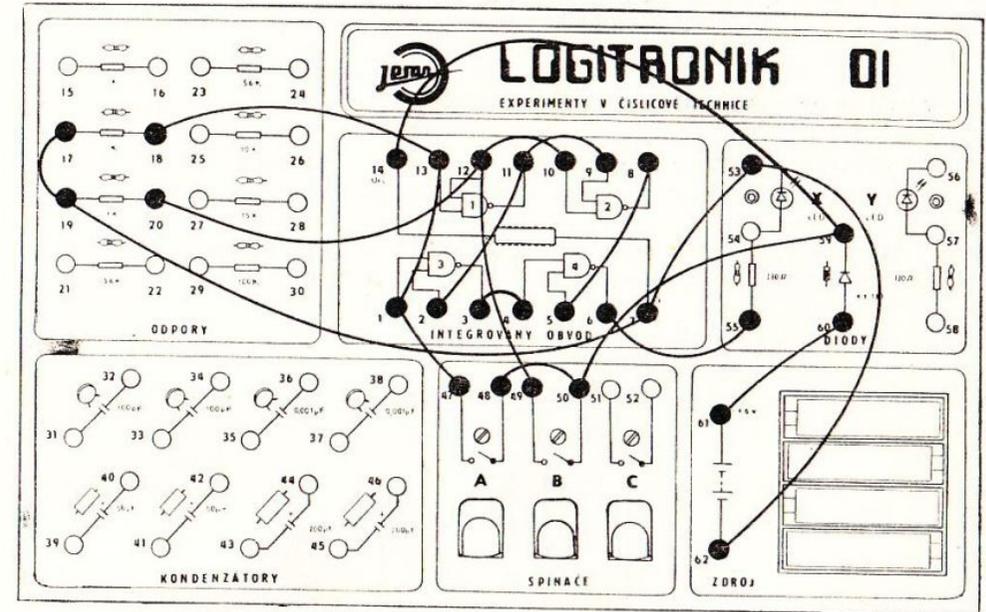
Čti: X je rovno A a NE B nebo NE A a B

Proveďte zapojení dle schématu a postupu zapojení:

Proveďte postupné spínání spínačů A, B a pozorujte LED na výstupu. Krátce stiskněte spínač A a potom krátce spínač B, a oba spínače současně. Na základě činnosti obvodu vyplňte pravdivostní tabulku.

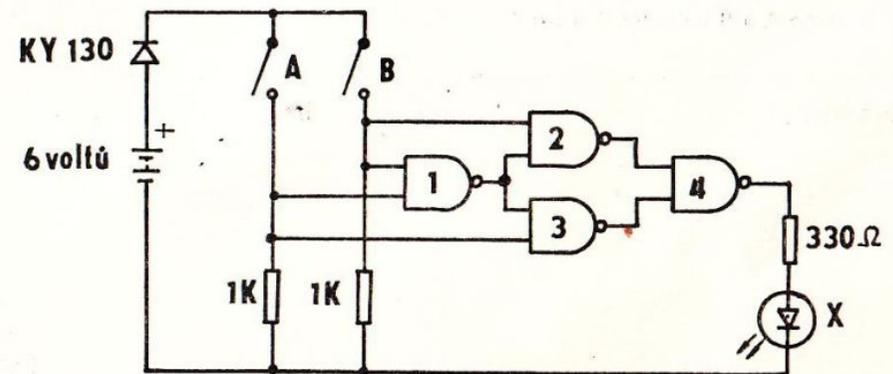
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Porovnejte tuto tabulku s tabulkou pro zapojení č. 11 a všimněte si rozdílu. Ponechte obvod zapojen pro další funkce.



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-13-1-47, 20-12-10-49, 2-11-9,  
3-4, 5-8, 6-55, 48-50-59-14, 61-60



## 15. DVOUVSTUPOVÝ KOMPARÁTOR S IO.

Jeho činnost je opačná funkci „EXCLUSIVE OR“. Na výstupu je log 1, pokud jsou na obou vstupech shodné log. stavy.

Protože k postavení skutečného komparátoru je třeba pěti „NAND“ hradel a v naší stavebnici jsou pouze čtyři, budeme si činnost komparačního obvodu simulovat na předchozím zapojení.

Invertor zapojený na výstup obvodu „EXCLUSIVE OR“, je „vyroben“ pomocí LED zapojené mezi výstup hradla a kladný pól zdroje.

V předchozím zapojení proved'te změny dle schéma zapojení.

Vyzkoušejte různé kombinace spínání a doplňte odpovídající stav výstupu do tabulky.

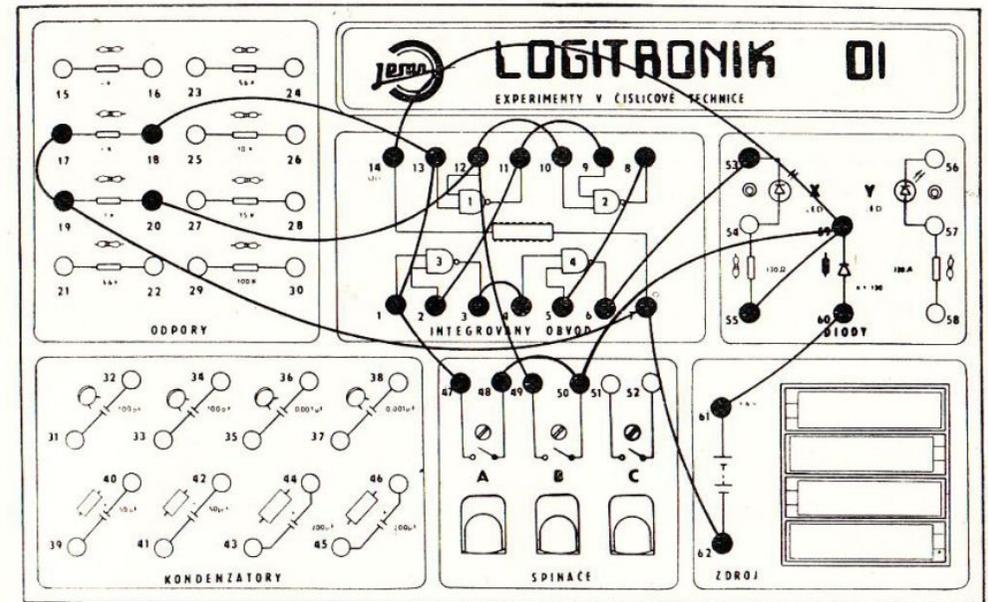
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Log. rovnice pro tuto operaci je:

$$X = AB + \bar{A}\bar{B}$$

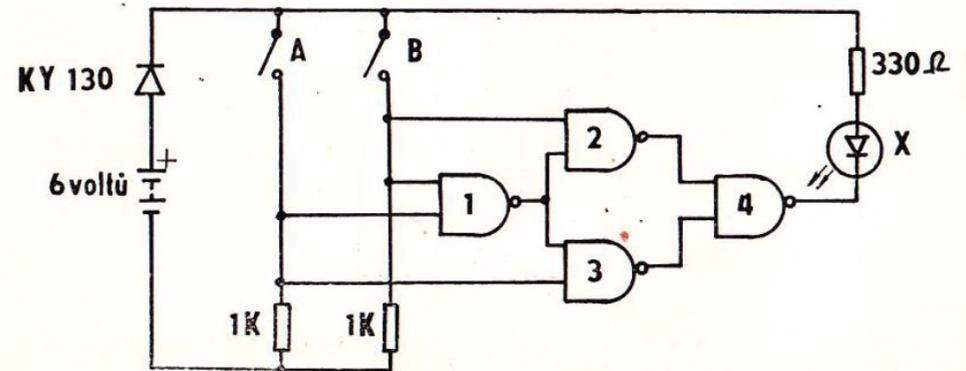
Čti: X je rovno A a B nebo NE A a NE B

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-62, 18-13-1-47, 20-12-10-49, 2-11-9,  
3-4, 5-8, 6-53, 48-50-59-55-14, 61-60



## 16. LOGICKÝ OBVOD „AND“ (I) JAKO HRADLO PRO PŘENOS ÚDAJŮ (DAT)

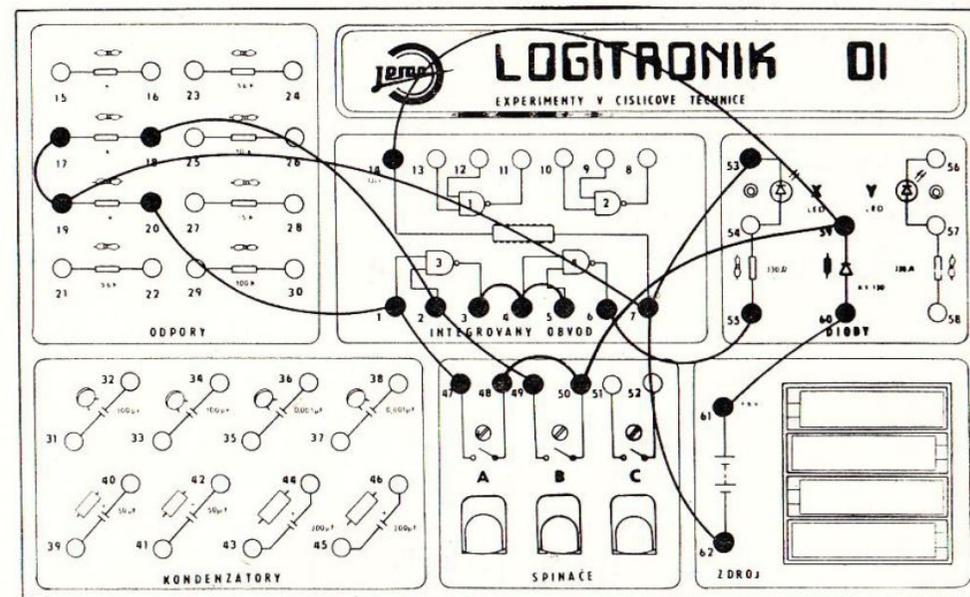
V počítačových obvodech jsou základní logické funkce užívány k převodu dat na místa určení. Pomocí hradla je řízen postup logického signálu z jedné části obvodu do následující. Je-li hradlo otevřeno (aktivováno) spínačem B umožňuje přenos dat na výstup obvodu. Pokud je hradlo uzavřeno je na jeho výstupu log. 0.

Zapojte obvod dle schéma a postupu zapojení:

Stiskněte spínač A, ale spínač B ponechte rozpojen. Všimněte si, že na výstupu hradla nedošlo ke změně log. stavu. Nyní stiskněte spínač B a držte jej sepnutý. Současně několikrát uvolněte a stiskněte spínač A a všimněte si, že logická úroveň výstupu se bude měnit shodně se změnou na vstupu A – z toho vyplývá, že informace (log. 1, nebo log. 0) jsou přenášeny na výstup.

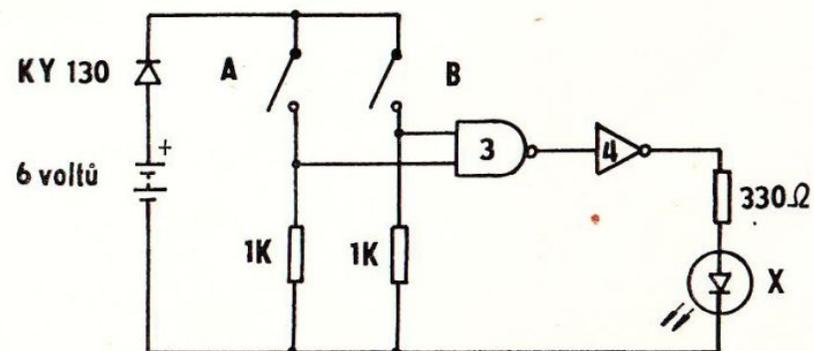
Aktivace B	Výstup X
0	0
1	A

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-2-49, 20-1-47, 3-4-5, 6-55  
48-50-59-14, 61-60



## 17. LOGICKÝ OBVOD „NAND“ (NE I) PRO PŘENOS DAT.

Tutéž funkci stejně jako předchozí můžeme vykonávat pomocí hradla „NAND“ – viz schéma zapojení. V tomto zapojení je vstupní údaj invertován na výstup.

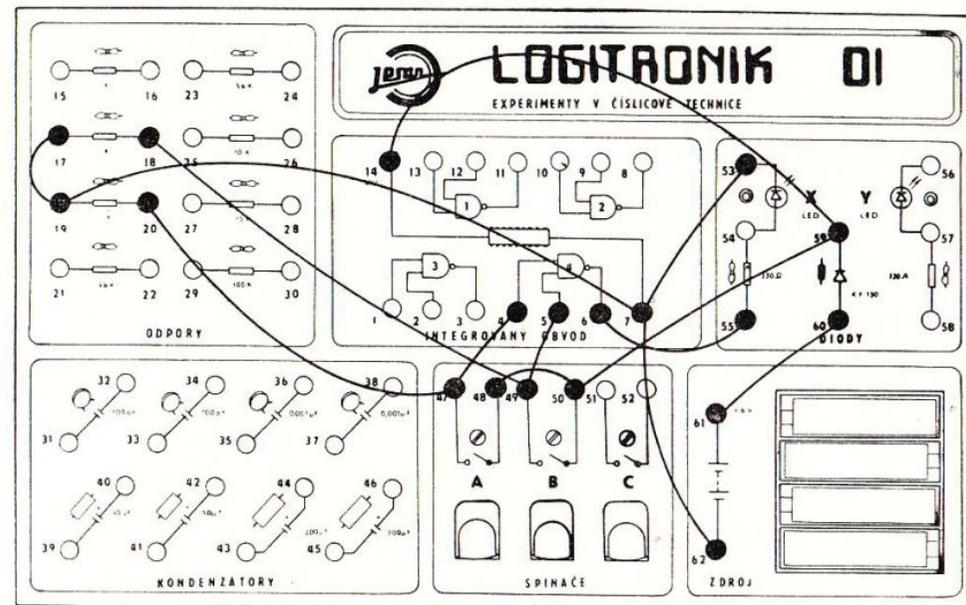
Proveďte zapojení obvodu dle schéma a postupu zapojení.

Je-li spínač B nesepnut, vstupní informace ze spínače A se neprojeví na výstupu – je na něm indikována log. 1.

Stiskneme-li spínač A při současně zapnutém spínači B vidíme, že vstupní údaj je invertován na výstup. Tyto operace jsou znázorněny v tabulce.

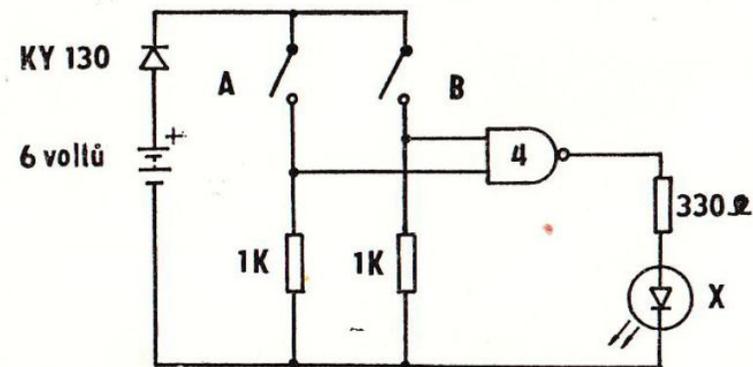
Aktivace B	Výstup X
0	1
1	$\bar{A}$

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

17-19-7-53-62, 18-49-5, 20-47-4, 6-55, 48-50-59-14, 61-60



## 18. DEMULTIPLEXER

Převádí (přeměňuje) dvojkové údaje na vstupu na dvě nebo několik výstupních řádek. Stejně jako u multiplexeru řídí výstup adresový vstup.

Zapojte obvod dle schéma a postupu zapojení.

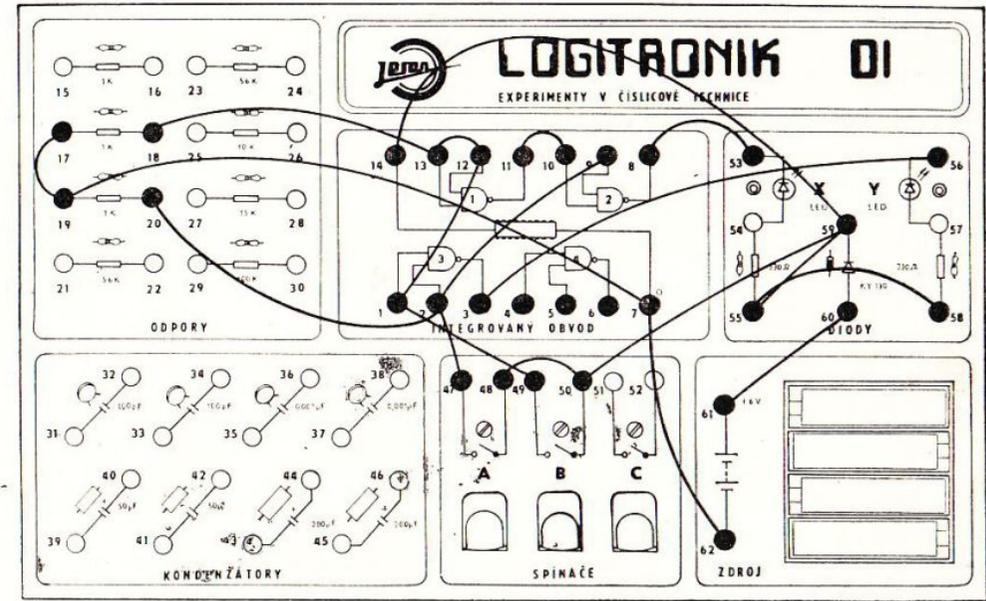
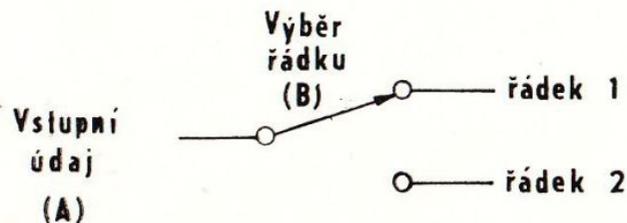
Zdroj údajů (dat) simuluje spínač A. Spínač B představuje tzv. výběr (select). Ve skutečném počítači tuto funkci zastává log. signál.

LED „X“ indikuje logický stav řádku 1 a LED „Y“ indikuje logický stav řádku 2.

Při nesepnutém spínači B jsou údaje přiváděny na řádek 1. Nyní krátce stiskněte spínač B, poté spínač A a všimněte si, jak LED indikují změny stavů, které nastaly. Se stavem log. 1 na výběru řádky jsou údaje přiváděny na řádek 2.

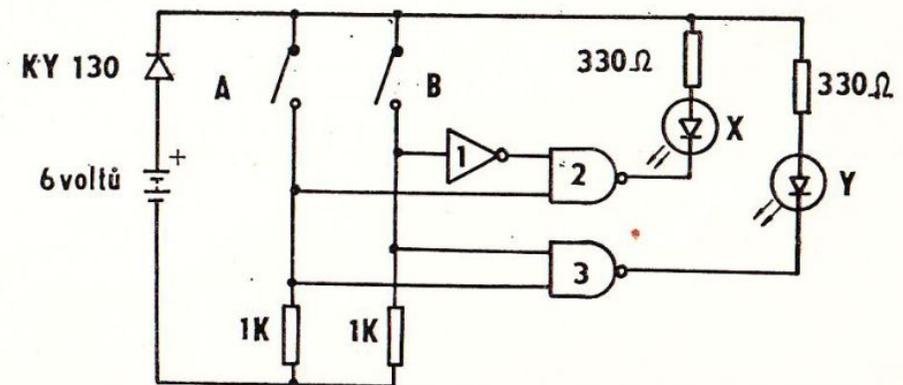
Tyto operace jsou znázorněny v tabulce:

Výběr řádku	Výstupní řádek
0	1
1	2



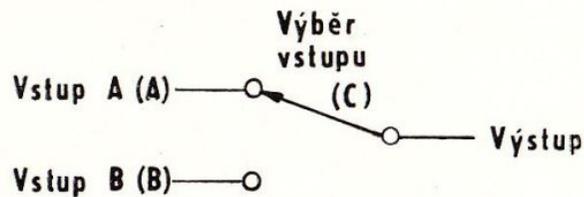
Postup zapojování:

17-19-7-62, 18-13-12-1-49, 20-2-47-9, 3-56, 10-11, 8-53,  
48-50-59-55-58-14, 60-61



## 19. MULTIPLEXER – výběr vstupu (source selector)

Další důležité zapojení používané v oblasti počítačové techniky je tzv. multiplexer. Je podobný mnohapolohovému otočnému přepínači. Je to v podstatě kombinační logický obvod, který vybírá jednu z několika vstupních řádek a data na této řádce převádí k jednoduchému výstupu. Základní činnost tohoto obvodu si můžeme vyložit na výběru vstupu ze dvou řádek jehož princip je uveden na obrázku.

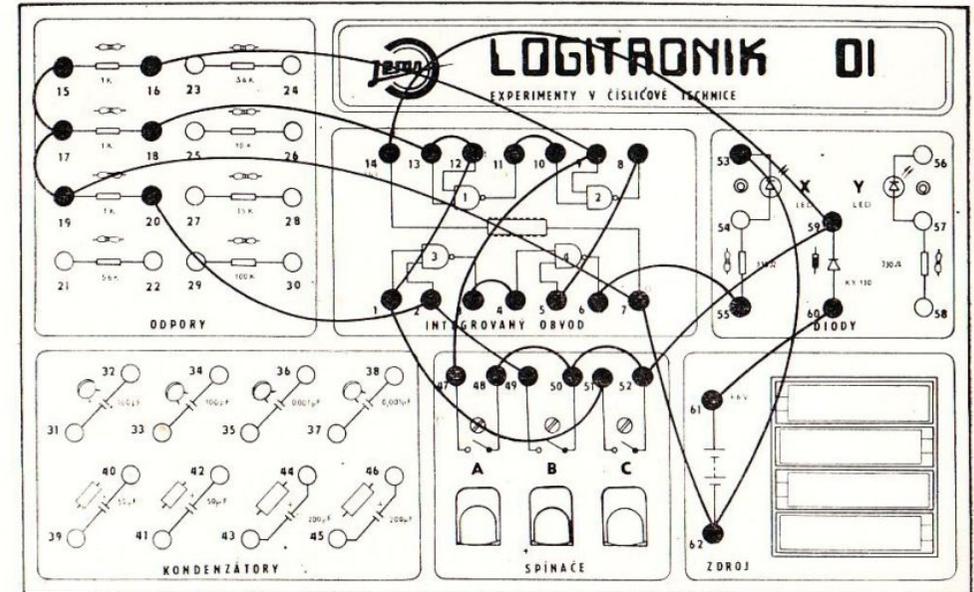


Zapojte obvod dle schéma a postupů zapojení. Spínače A a B simulují zdroj výchozích informací, spínač C pracuje jako výběr vstupu. Je-li spínač C nesepnut, je výstup propojen na zdroj informací A, je-li sepnut, je výstup propojen na zdroj informací B.

Výběr vstupu	Vstup
0	A
1	B

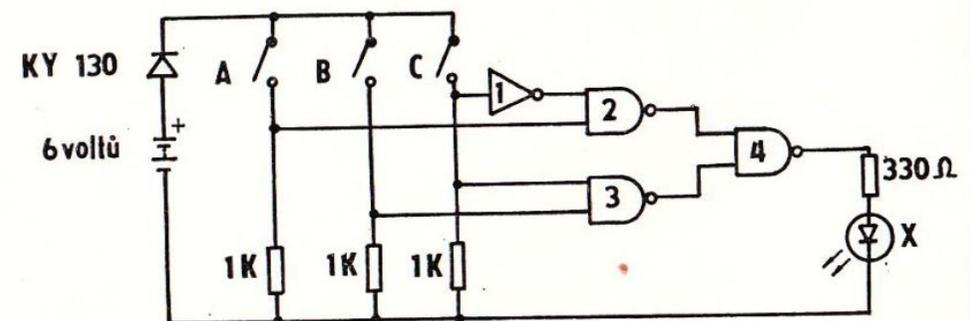
Multiplexery se běžně používají k řízení zobrazovacích obvodů např. kapesních kalkulaček, aby se mohl co nejvíce omezit počet „nožiček“ kalkulátorového čipu. Multiplexer aktivuje každou číslici nebo segment číslice na displeji mnohokrát za sec. a tak „ošálí“ naše oko, které vnímá údaj na displeji jako trvale svítící.

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

15–17–19–7–53–62, 16–9–47, 18–13–12–1–51, 20–2–49, 10–11,  
5–8, 3–4, 6–55, 48–50–52–59–14, 60–61



**Souhrn uvedených logických funkcí.**

V tomto krátkém přehledu bychom chtěli shrnout čtyři logická hradla, která jsou označována podle funkce AND, NAND, OR, NOR, s nimiž lze realizovat jakoukoliv logickou funkci. Pokuste se bez nahlédnutí do předchozích stránek doplnit následující pravdivostní tabulky a rovnice jednotlivých funkcí. Své výsledky srovnajte se skutečnými obvody, jejichž čísla jsou uvedena pod každou tabulkou.

AND		
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

X = \_\_\_\_\_  
viz zapojení č.6

OR		
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

X = \_\_\_\_\_  
viz zapojení č.10

NAND		
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

X = \_\_\_\_\_  
viz zapojení č.8

NOR		
A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

X = \_\_\_\_\_  
viz zapojení č.12

V následujícím testu doplňte logické stavy vstupů a výstupů hradel v kombinacích, odpovídajících jednotlivým funkcím.

Postupujte podle názorného řešení první úlohy:

Pro funkci hradla „AND“ stav log 1.....na výstupu odpovídá log 1 na obou vstupech.

Pro funkci hradla „OR“ stav log.....na výstupu odpovídá log.....na obou vstupech.

Pro funkci hradla „NAND“ stav log.....na výstupu odpovídá log.....na obou vstupech.

Pro funkci „NOR“ stav log.....na výstupu odpovídá log.....na obou vstupech.

Pro funkce „AND“ a „NAND“, jsou log stavy výstupu opačné, odpovídají-li log stavu vstupů A, B log.....

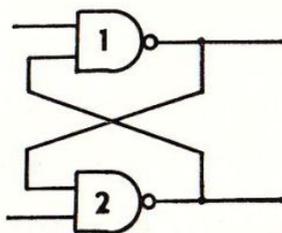
Pro funkce „OR“ a „NOR“ jsou log. stavy výstupů rovněž opačné, odpovídají-li log. stavy vstupů A, B log.....

## Úvod do sekvenčních logických obvodů.

Na rozdíl od kombinačních log. obvodů mají sekvenční obvody paměť. Její výstup se chová nezávisle vzhledem k stavu na některém ze vstupů, a to stavu před několika sekundami nebo dokonce před několika dny:

Typickým představitelem sekvenčních log. obvodů je klopný obvod (KO) dříve multivibrátor.

Základní zapojení KO:



Povšimněte si, že dva výstupy klopného obvodu doplňuje jeden druh tak, že je-li na jednom výstupu log 1, na druhém je log 0 a obráceně. Přivedeme-li na takto zapojené hradla el. napětí, začnou se jejich stavy na výstupech střídavě měnit.

Rezeznáváme tři základní typy KO, kterými se budeme zabývat podrobněji.

- Jsou to: 1. Astabilní klopný obvod  
2. Bistabilní klopný obvod  
3. Monostabilní klopný obvod

Rozdíl mezi jednotlivými typy spočívá v jejich odlišných stabilních stavech.

### 1. Astabilní KO (FREE-RUNNING)

Předpona A nám udává, že stavy jeho výstupů nejsou stálé a periodicky se střídají. Obě hradla průběžně přepínají (spínají) zátěž na výstupech. Rychlost překlápění astab. KO je dána velikostí odporů a kondenzátorů, zapojených v obou větvích zpětné vazby.

### 2. Bistabilní KO (FLIP-FLOP)

Předpona Bi udává, že KO má dva stabilní stavy pro jejichž změnu je nutný impuls zvenčí. U tohoto druhu KO může jedno z hradel vést tak dlouho, pokud vstupní impuls neotevře hradlo druhé a neuzavře hradlo první. Tento stav potrvá, dokud není opět vnějším impulsem změněn. Schopnosti vést jsou nazývány „stavy“. Základní bistab. KO FF jsou velmi podobné obvodům, používaných převážně s přímou vazbou mezi výstupem a vstupem.

### 3. Monostabilní KO.

Má pouze jeden stabilní stav, proto předpona mono. V tomto typu KO má obvod počáteční stav s jedním hradlem otevřeným. Vhodný vstupní impuls překlápí KO na určitou dobu do opačného stavu. Po uplynutí této doby (čas je dán kapacitou kondenzátoru) se KO sám, bez vnějšího impulsu, uvede do původního, stabilního stavu. Tento obvod používá kondenzátory a odpory pouze v jedné větvi zpětné vazby. Je také zván jednorázovým KO.

KO jsou užívány v číslicových obvodech a počítačích při provádění početních úkonů, časování a v paměťových funkcích jako děliče, čítače, paměťové registry apod. Všimněte si, že při všech kombinacích na vstupech hradel jednotlivých log. funkcí je vždy jedna z úrovní výstupu jediná! Je-li úroveň výstupu  $Q = \text{log } 1$  je úroveň výstupu  $\bar{Q} = \text{log } 0$ .

---

## POZNAMKY:

## 20. ASTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD.

Často jsou nejen v číslicové technice používány různé typy generátorů impulsů. Požadovaný rozsah je velký – řádově od několika Hz až do 1 Mhz. Vzhledem k tomu, že vytvářený signál má charakter kmitu (oscilace) nazýváme tyto zdroje jednotně oscilátory. Astabilní KO nebo-li FREE-RUNNING je v podstatě oscilátor stejně jako log. obvod.

1. Hradla jsou zapojena jako invertory.
2. Pro řízení frekvence překlápění byla zavedena zpětná vazba pomocí odporů a kondenzátorů.
3. Není zde vstup, KO obvod se řídí sám, pomocí LED máme indikovány stavy na výstupech. Ve skutečných obvodech je obvykle dále zpracováván impuls pouze z jednoho výstupu.

Zapojte obvod dle schema a postupu zapojení.

Jakmile zapojíte kontakt č. 60, jedna z LED se rozsvítí. Tento stav potrvá velmi krátce, obvod se překlápí, svítící LED zhasíná a současně se rozsvěcí druhá LED. Střídavě blikající indikátory indikují oscilace obvodu.

Pokuste se určit tuto frekvenci odhadem potřebného času mezi dvěma rozsvíceními jedné z LED. Zjištěná hodnota nám udává periodu oscilace. Obvykle ji značíme T. Frekvence F je reciproká hodnota periody T dle rovnice:

$$F = \frac{1}{T}$$

Je-li perioda 0,5 sec., je frekvence  $F = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Hz}$

Délku periody můžeme stanovit přesněji, změříme-li celkový čas 10 cyklů a tento podělíme 10.

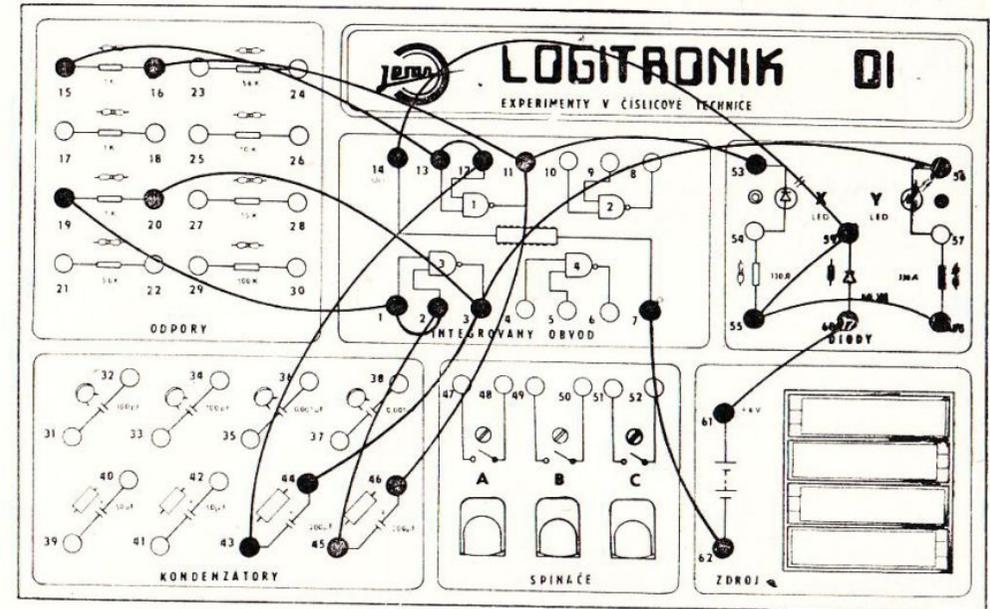
Odhadněte délku periody vašeho KO ..... sekund

Vypočítejte frekvenci  $F = \frac{1}{\dots} = \dots \text{ Hz}$

Frekvence vašeho KO může být změněna, použijete-li ve zpětné vazbě kondenzátorů rozdílných hodnot.

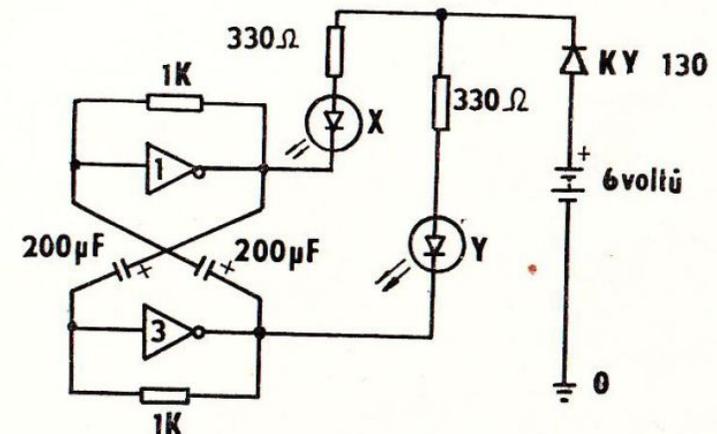
Napřed odpojte vedení ke kontaktu č. 60. Proveďte změnu zapojení vedení z kontaktu 43 na kontakt 39, ze 45 na 41, ze 44 na 40, ze 46 na 42. Tím jste nahradili kondenzátor 200  $\mu\text{F}$  ve zpětné vazbě kond. 50  $\mu\text{F}$ .

Připojte kontakt 60 a všimněte si, oč rychleji LED blikají, z toho plyne, že snižováním kapacity kondenzátorů zvyšujete kmitočet MV.



Postup zapojování:

15-13-12-43, 44-3-20-56, 16-11-46-53, 19-1-2-40,  
7-62, 58-55-59-14, 61-60



## 21. BISTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD TYPU „R-S“.

V číslicových obvodech používáme několik druhů bistab. KO

Jsou to:

- R-S (FLIP-FLOP)
- J-K (hodinový klopný obvod)
- D (datový klopný obvod)

Seznámíme se blíže s prvním z uvedených typů, protože ostatní potřebují k sestavení více hradel, než máme ve stavebnici k dispozici.

Písmena R a S jsou zkratky termínů „RESET“ (nulování) a „SET“ (nastavení). Ve schématu si všimněte, že dva vstupy jsou označeny jako R a S a výstupy Q a  $\bar{Q}$  (NE Q). Q a  $\bar{Q}$  jsou symboly užívány pro dva normální výstupy všech typů FLIP-FLOP KO.

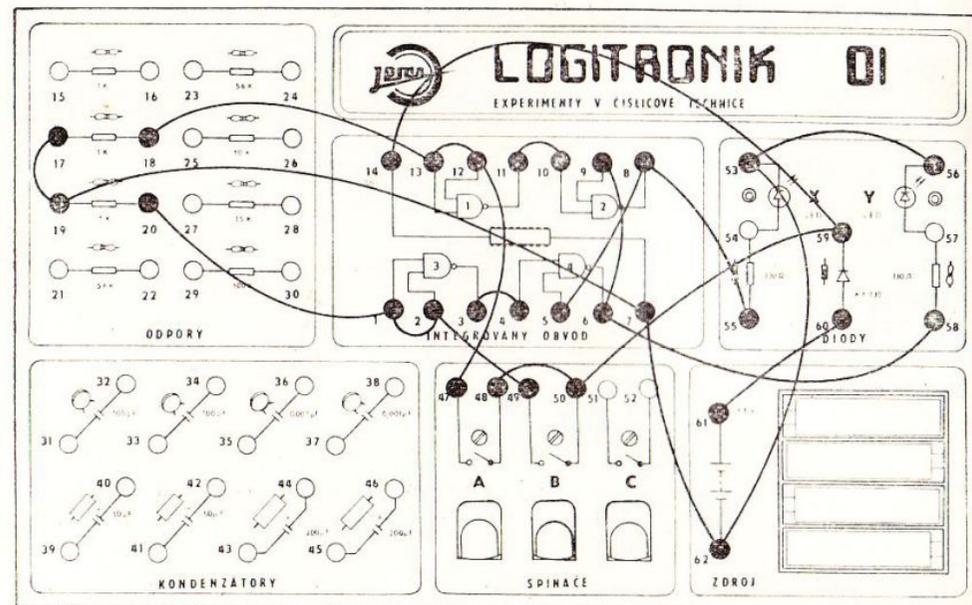
Při činnosti obvodu budou na výstupech Q a  $\bar{Q}$  vždy vzájemně opačné log. stavy. Bude-li na Q log 1, na  $\bar{Q}$  bude log 0 a obráceně. Z toho vyplývá, že je-li na Q log 1, „FLIP-FLOP“ je ve stavu „SET“. Je-li na Q log 0, je „FLIP-FLOP“ ve stavu „RESET“.

Prohlédněte si schéma a zapojení a dle postupu zapojte.

Když připojíte poslední kontakt 61, jedna z LED se rozsvítí. Zkuste odpojit vodič ke kontaktu 61 a několikrát se jím kontaktu dotkněte – někdy se rozsvítí LED „X“ a jindy „Y“.

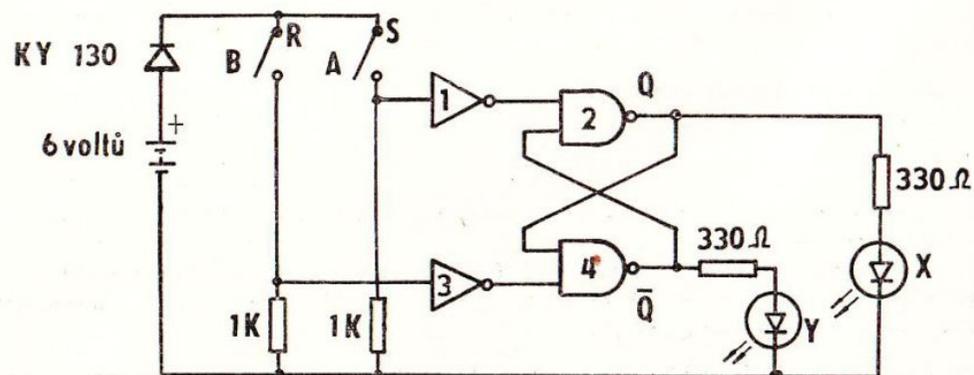
Krátce stiskněte spínač A – LED „X“ svítí – indikuje, že „FF“ je stavu „SET“. Krátce stiskněte spínač B, rozsvítí se LED „Y“ – indikuje, že „FF“ je ve stavu „RESET“. Nejsou-li spínače sepnuty, „FF“ zůstává ve stavu, v jakém byl při posledním sepnutí. Nyní stiskněte oba spínače současně a držte je sepnuty. Všimněte si, že oba výstupy jsou log 1. Toto je nestabilní (neurčitý) stav, který bývá nazýván ALOGICKÝ. Ve skutečných zařízeních, které užívají „R-S“ „FF“ jsou obvody konstruovány tak, aby nebylo možno „vyrobit“ na obou vstupech „R“ a „S“ log 1 současně. Uvolněte najednou oba spínače a jedna z LED zhasne. Stav „FF“ je určen spínačem, který byl uvolněn později, několikrát si zkuste určení stavu „R-S“ „FF“ samostatně.

Tento obvod můžete s přáteli použít při zkoušení reflexů. Stiskněte každý jednou rukou jeden spínač. Na daný signál jej uvolněte, zůstane svítit ta LED, či spínač byl uvolněn později.



Postup zapojování:

- 17–19–7–62–53–56, 18–13–12–47, 11–10, 3–4, 6–9–58, 5–8–55,  
20–1–2–49, 48–50–59–14, 61–60



## 22. KLOPNÝ OBVOD „R-S-T“.

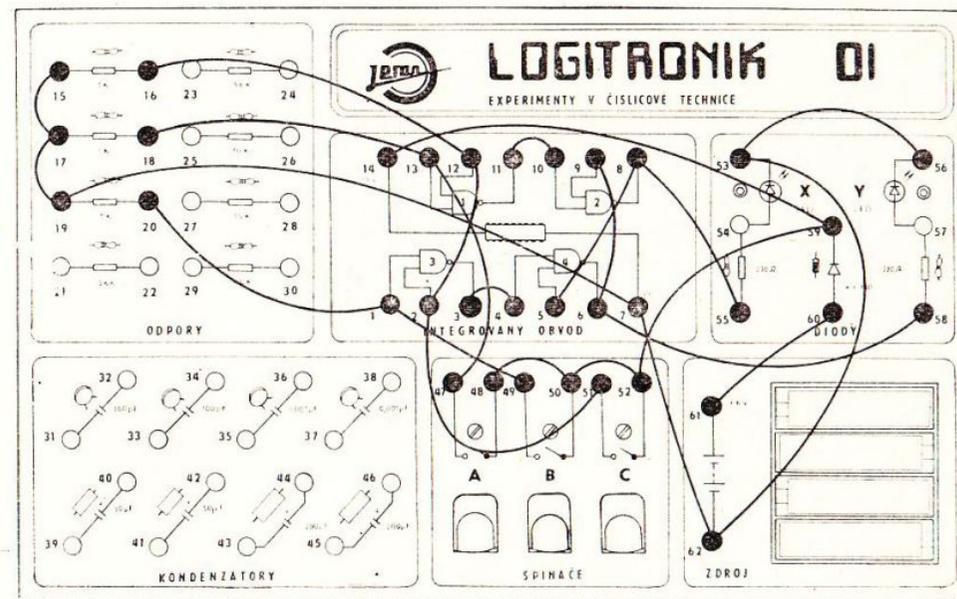
je obdobou předchozího zapojení kromě toho, že dvoustupové invertory (1 a 3) musí být zapojeny jako hradlo „NAND“.

Obvod se vyznačuje těmito vlastnostmi:

Je-li stisknuto tlačítko C – můžeme volit mezi indikací LED „X“ a „Y“ tlačítka A a B – indikace zůstává zachována i po uvolnění tlačítek. Pokud se ovšem snažíme změnit logický stav na výstupu pouze pomocí tlačítek A nebo B (C je uvolněno) obvod nereaguje.

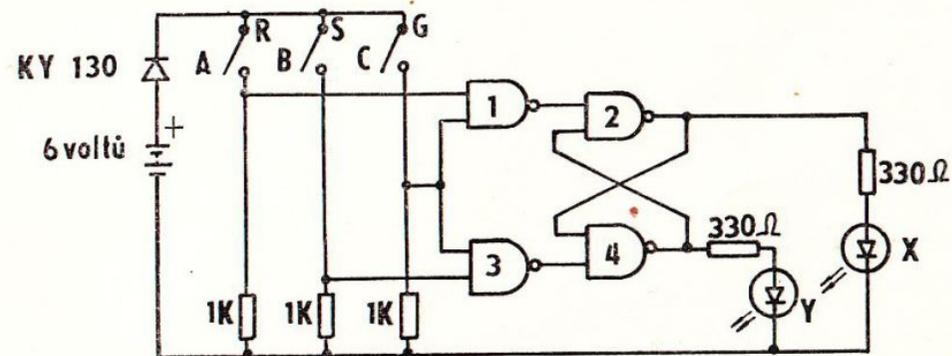
Pro tyto vlastnosti je tento obvod používán v číslicové technice všude tam, kde je nutno zabránit náhodnému stavu logických obvodů (např. při zapnutí napájecího napětí). V praxi je nahrazeno tlačítko C tzv. hodinovým vstupem klopného obvodu. Spínač C je označen jako G protože hodinové pulsy jsou hradlovány (angl. gated).

### POZNÁMKY:



### Postup zapojování:

15-17-19-7-62-53-56, 16-12-2-51, 18-13-47, 11-10, 3-4,  
6-9-58, 5-8-55, 20-1-49, 48-50-52-59-14, 61-60



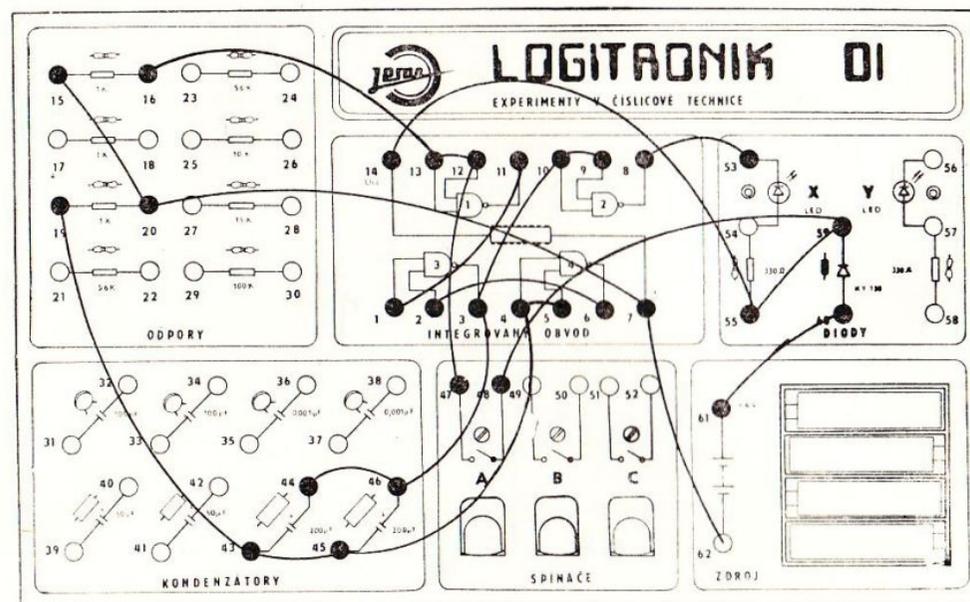
## 23. MONOSTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD.

Třetí typ KO, který můžeme vytvořit pomocí našeho číslicového IO je monostabilní KO. Jak již bylo popsáno v úvodu, tento typ má pouze jeden stabilní stav, který může být řízen vhodným signálem. Takto vyvolaný impuls na výstupu monostabilního KO svou dobou trvání odpovídá předem zvolenému stavu, daném kapacitou kondenzátoru. Platí zde pravidlo – jeden impuls výstupního signálu, jehož délka trvání je konstantní, odpovídá jednomu, nebo více impulsům, které přivedeme na vstup KO v čase kratším, než jaký je dán kapacitou použitého kondenzátoru a velikostí odporu. Tento typ KO je využíván jak v číslicové technice, tak např. při snímání impulsů v NC strojích.

Náš monostabilní KO je navržen pro spuštění kladným impulsem.

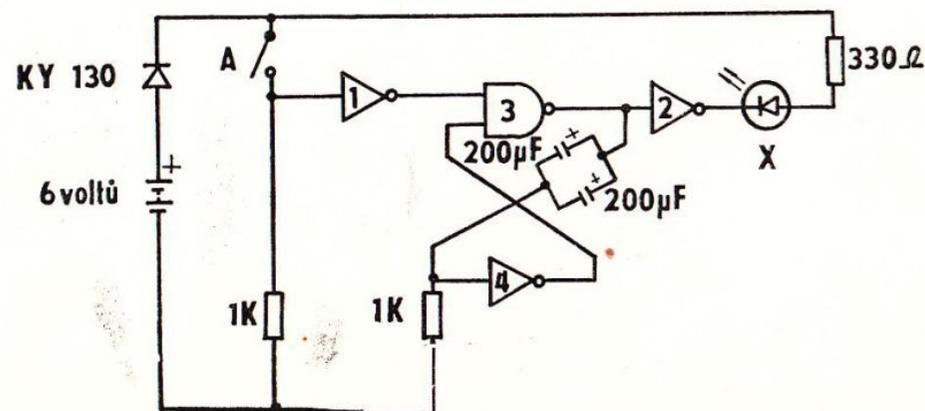
Délka trvání logického stavu na výstupu je konstantní bez ohledu na dobu tisknutí spínače. Příkladně-li spínač déle než asi 1 sekundu, LED zhasne okamžikem uvolnění spínače.

POZNÁMKY:



Postup zapojování:

15-20-7-62, 19-43-45-4-5, 1-11, 16-13-12-47,  
10-9-3-46-44, 2-6, 8-53, 48-59-55-14, 61-60



## 24. FREKVENČNÍ DĚLIČ (FD), KLOPNÝ OBVOD T.

FD mají v číslicové technice velký význam. Jsou používány v čítačích, digitálních voltmetrech, časoměrných zařízeních atd. FD je užíván v podstatě k získání nízké frekvence z vysoké frekvence základního zdroje kmitočtu (např. oscilátoru)

Seznámíme se s děličem dvěma:

Je-li vstupní frekvence děliče 20 Hz, výstupní frekvence bude 10 Hz.

Děliče mohou dělit 2–16. Nejrozšířenější je dělič 10 – dekadický. Řazením děličů za sebe můžeme dělit i čísla mnohem vyššími.

V našem FD jsou hradla 1 a 3 zapojena jako invertory. Astabilní MV je stejný jako v zapojení č. 20. Obvod vyrábí referenční signál.

Hradla 2 a 4 jsou zapojena jako základní „R-S FF“ až na to, že vstupy jsou odděleny kondenzátory 1 nF. LED „X“ bude indikovat frekvenci oscilátoru, LED „Y“ výstupní frekvenci z děliče.

Zapojte obvod dle schéma a postupu zapojení:

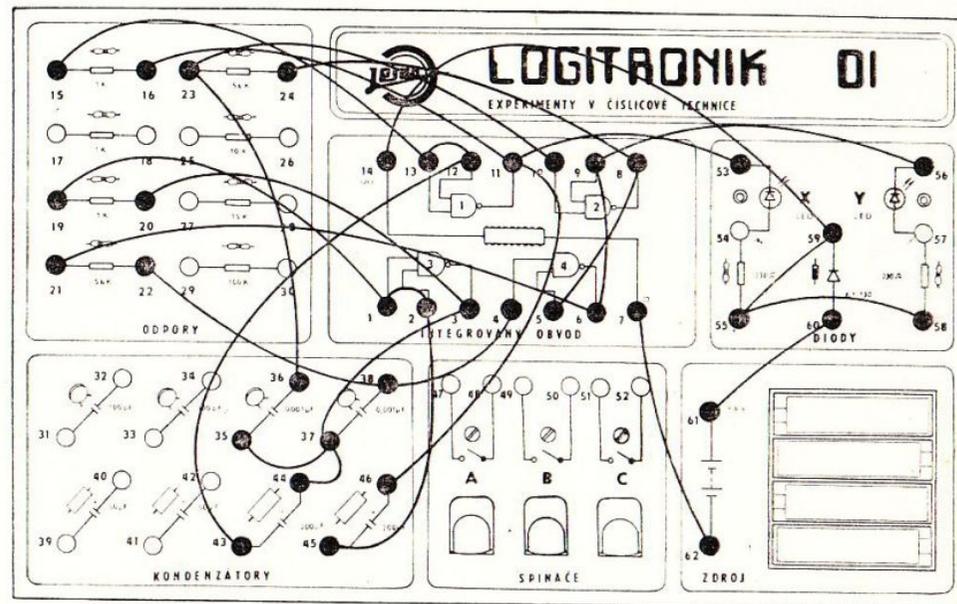
Jakmile propojíte poslední kontakty 60–61, obě LED začínají blikat, všimněte si však, že LED „X“ bliká 2X rychleji než LED „Y“.

Jak dělič pracuje:

Astabilní KO složený z hradel 1 a 3 kmitá v určitém kmitočtu, daném kapacitou kondenzátorů. Přitom úroveň impulsů na výstupu hradla 3 je inverzní k výstupu hradla 1. Tyto řídicí pulsy přecházejí na vstupy bistabilního KO a překlápějí jej. Tzn. že každý vstupní impuls vyvolá vystřídaní stavu na výstupech hradel 2 a 4. Z toho plyne, že stav na výstupu jednoho z hradel je stejný při každém druhém impulsu na vstupech a výsledkem je dělení 2.

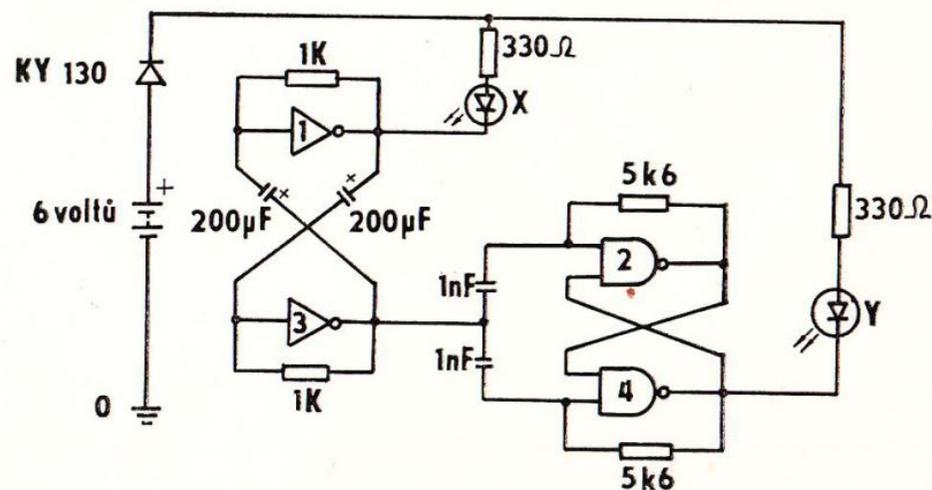
Vstup KO typu T (hradla 2 a 4) je proveden jako derivační; tzn. vazbou přes kondenzátory, které propouštějí jen velmi úzké pulsy rovnoměrně do obou hradel. Na jejich vstupech se toto napětí sčítá s napětím zpětné vazby (jeho velikost je dána odpory 5k6) a spíná to hradlo, které je blíže kritické úrovni.

Ponechejte obvod zapojen!



Postup zapojování:

7–62, 15–13–12–43, 35–37–44–3–20, 16–11–46–53, 19–1–2–45,  
36–23–10, 22–38–4, 24–8–5, 21–6–9–56, 58–55–59–14, 61–60



## 25. ELEKTRONICKÁ HRA.

Kombinací dvou předchozích zapojení můžeme získat zajímavou hru pro obveření sebe i svých přátel. Prohlédněte si schéma zapojení vpravo dole a povšimněte si těchto změn: Frekvence KO je zvýšena snížením kapacity změnou kondenzátoru 50 uF místo 200 uF. Kapacita oddělovacích kondenzátorů v obvodu „R-S F-F“ (flip-flop) je snížena z 1 nF na 100 pF.

Na výstupu „F-F“ jsou připojeny obě LED, vstup „F-F“ je řešen spínačem.

Po přivedení napětí bude jedna z LED svítit. Po stisknutí spínače A začnou obě diody střídavě blikat ve velmi krátkých intervalech. Po odpojení KO od obvodu „F-F“ uvolněním spínače zůstane tento zafixován a stav překlopení hradel indikuje jedna z LED.

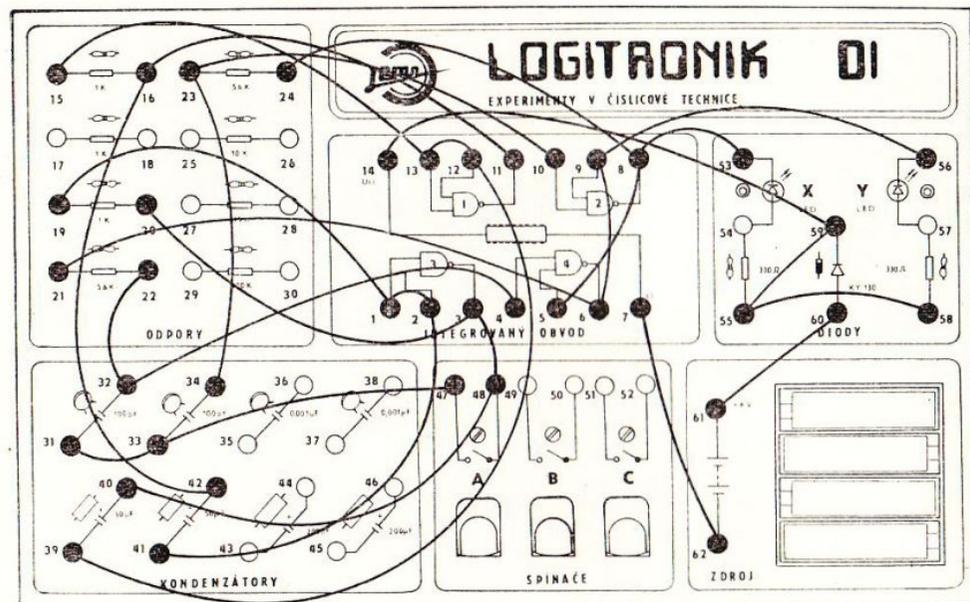
Svůj postřeh ověříme pomocí poměru mezi skutečným a předpokládaným stavem obvodu „F-F“ po odpojení spínačem.

Jednoduchou úpravou obvodu získáme generátor náhody – elektronickou variantu známé hry „Panna – orel“.

Stačí vyměnit kondenzátory 50 uF za kond. 1 nF. Zvýšení kmitočtu překlápění obvodu přesahuje schopnosti vnímání lidského oka (indikace obou LED se jeví jako trvalý svit), a proto také zaniká možnost ovlivnit stav obou LED po rozepnutí spínače.

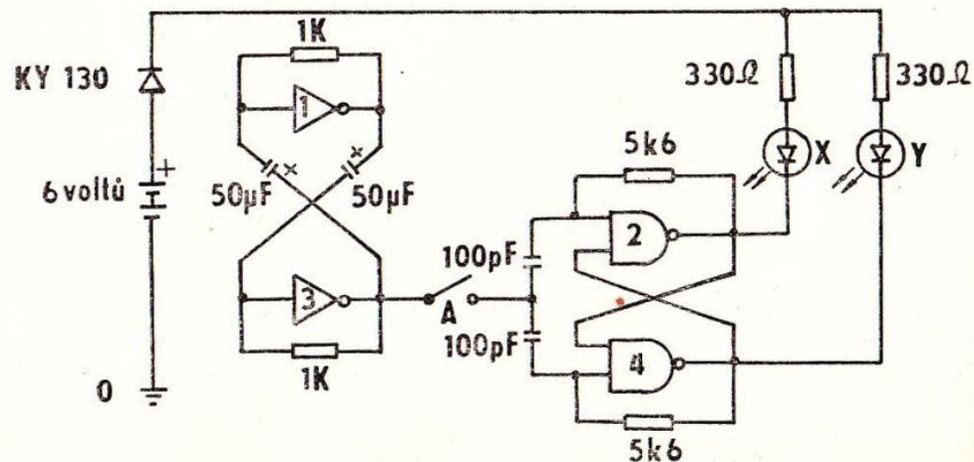
Příjemnou zábavu.

POZNÁMKY:



### Postup zapojování.

7-62, 15-13-12-39, 20-3-48-40, 19-1-2-41, 42-16-11, 22-32-4,  
21-6-9-56, 34-23-10, 24-8-5-53, 31-33-47, 58-55-59-14, 61-60



## Seznam jednotlivých částí stavebnice:

Úplná stavebnice LIGITRONIK se skládá z těchto částí

- návod – seznam jednotlivých dílů – 25 textů zapojení s vyobrazením			
- krabice s víkem			
- pracovní deska o rozměrech 325×208×23 s otvory			
- držák baterií pro 4 ks tužkových článků			
- pružinové kontakty			52 ks
- spínače plechové			3 ks
- vodiče:			
25 cm Ø 0,5 izolovaný			4 ks
15 cm Ø 0,5 izolovaný			14 ks
8 cm Ø 0,5 izolovaný			10 ks
- šroubky M3			8 ks
- maticky M3			8 ks
- krytky			2 ks
- odpory		kondenzátory:	
1 KΩ	3 ks	100 pF keramické	2 ks
5 k6 Ω	2 ks	1 nF keramické	2 ks
10 KΩ	1 ks	50 μF elektrolytické	2 ks
15 KΩ	1 ks	200 μF elektrolytické	2 ks
100 KΩ	1 ks		
330 Ω	2 ks		
- integrovaný obvod:			
MH 7400 (D 100 D)			1 ks
- diody:			
křemíková KY 130 80			1 ks
světlo emitující diody LED LQ 1132			2 ks

Napájecí zdroje – 4 ks tužkových monočlánků dle ČSN 36 4171 nejsou součástí stavebnice. stavebnice.

## Slovníček cizích výrazů:

AND	i
YES	ano
NOT	ne
OR	nebo
EXCLUSIVE	zvláštní, výjimečný
RESET	nulovat, uvést do počátečního stavu
SET	nastavit, seřadit, vložit
FLIP-FLOP	fonetické vyjádření funkce obvodu
FREE-RUNNING	volnoběžný
LIGHT	světlo
EMITTING	emise, vyzařování
INVERTOR	převodník (úrovni)
NC stroje	(numerical controlled) – číslíkové řízené stroje
ANALOGOVÝ	přímo úměrný
Úroveň „H“	(high) vysoká
„L“	(low) nízká
bit	(binary digit) jednotka informace, jeden ze dvou možných znaků dvojkové soustavy) tj. log 0 nebo log 1
byte	tzv. slovo obsahující 8 bitů. Slovo, které má 4 bity, se nazývá nibble.
čip	křemíková destička, v níž jsou zvláštním technologickým postupem vytvořeny a vzájemně propojeny el. součástky
DIL	(dual in line package) typ pouzdra integrovaného obvodu se dvěma paralelními řadami vertikálních vývodů
ENIAC	(elektronic numerical integrator and calculator – elektronický číslíkový integrátor a počítač)
	název prvního číslíkového elektronického počítače
JSEP	jednotný systém elektronických počítačů
JPR	jednotka programového řízení
SMEP	systém malých elektronických počítačů

