



W łazienkach w nowym budownictwie nie można rozciągnąć odpowiedniej ilości sznurów do suszenia upranej bielizny. Prócz tego, zawieszona w łazience bielizna przeszkadza podczas kąpieli, woda kapie na podłogę i w rezultacie w takiej sytuacji pranie w domu zmienia się w kataklizm. Aby temu zapobiec, możemy z łatwością wykonać praktyczną suszarkę umożliwiającą zawieszenie bielizny, a następnie podciągnięcie suszarki na lince aż pod sufit, tak by było możliwe korzystanie z wanny. Opis suszarki zamieszczony jest na str. 64.

## UKŁADY SCALONE W PRACOWNI RADIOAMATORA

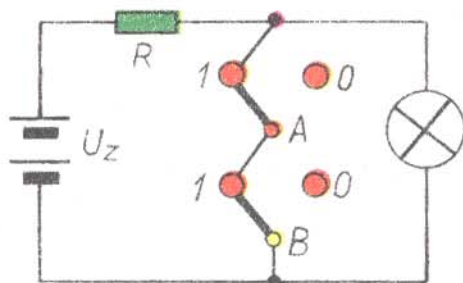
### Układ scalony UCY 7400 N

Do niedawna wśród amatorów elektroników panowało przekonanie, że tylko liniowe (analogowe) układy scalone mogą być wykorzystywane do prostych prac amatorskich. Z chwilą pojawienia się na rynku obok liniowych układów scalonych również kilku podstawowych typów cyfrowych układów scalonych, zainteresowanie techniką cyfrową znacznie wzrosło. Spowodowało to zwiększenie ilości publikacji w różnych czasopismach na temat praktycznego zastosowania tych układów przez amatorów. Tutaj przedstawimy zasady teoretyczne i omówimy przykłady praktycznego zastosowania podstawowego układu cyfrowego, jakim jest bramka TTL typu NAND. Symbol TTL oznacza skrót od angielskich słów: Transistor - Transistor Logic, a NAND po polsku „nie-i” (NOT-AND). We wszystkich opisach układów cyfrowych przyjęto konwencję logiczną dodatnią, wg której zero logiczne (0) jest reprezentowane przez niski poziom napięcia (L) maks. 0,4 V napięcia dodatniego wzglę-

dem „masy”, a jedynka logiczna (1) – przez wysoki poziom napięcia (H) od 2,4 V do 5,5 V.

Na rys. 1a przedstawiony został schemat ideowy dwuwęściowej bramki należącej do rodziny TTL serii UCY 7400, a na rys. 1b symbol graficzny i tzw. tabela prawdy, określająca stany na wejściu i wyjściu bramki. Realizowaną funkcję można przedstawić w sposób następujący:

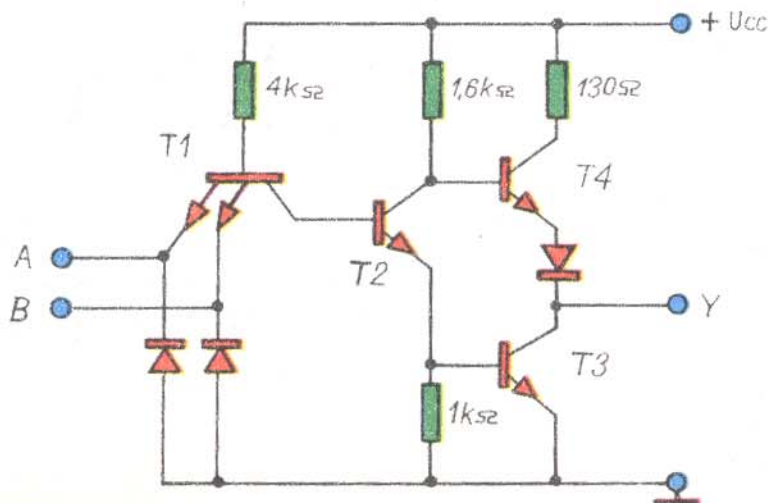
$$\overline{A \cdot B} = Y$$



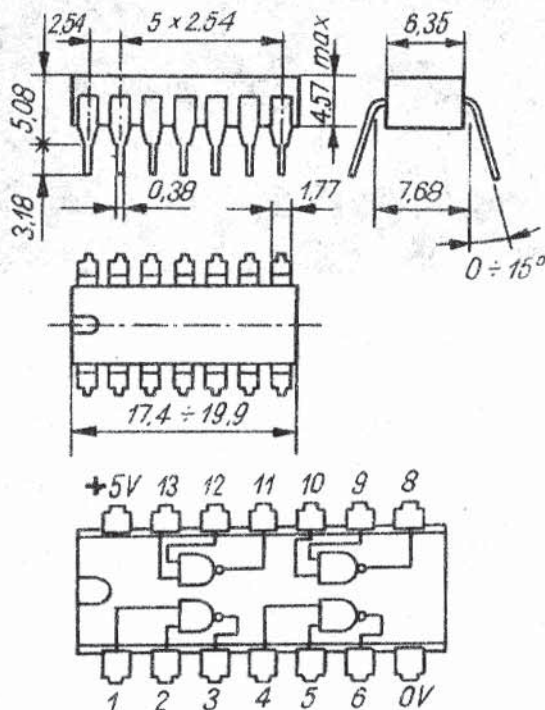
Rys. 2

a)

b)



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Rys. 3

(kreska nad iloczynem oznacza negację – NOT). Jeśli teraz porównamy zapis tego równania i tabelę prawdy, to stwierdzimy, że na wyjściu mamy zawsze wysoki poziom (jedynka logiczna), gdy na co najmniej jednym wejściu jest niski poziom (0). Na wyjściu ustala się niski poziom (zero logiczne) tylko wtedy, gdy na obu wejściach jest wysoki poziom. Układ spełnia więc funkcję negacji iloczynu (NAND).

Dla lepszego zobrazowania działania takiej bramki, na rys. 2 przedstawiony jest obwód elektryczny realizujący taką samą funkcję. Żarówka w obwodzie gaśnie tylko wtedy (stan „0”), gdy są włączone obydwa wyłączniki A i B (stany „1”).

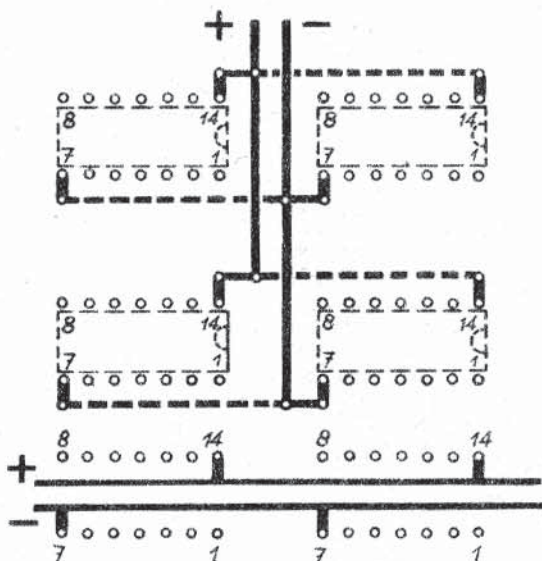
Jak można było zauważyć, układ cyfrowy pracuje zawsze zasadniczo w dwóch skrajnych stanach: włączonym (na wyjściu panuje napięcie  $\leq 0,4$  V) i wyłączonym (na wyjściu jest napięcie  $\geq 2,4$  V). Przejście z jednego stanu w drugi jest bardzo szybkie i praktycznie niezauważalne za pomocą amatorskich przyrządów pomiarowych, gdyż wynosi ok. 10 ns ( $1 \cdot 10^{-8}$  s).

Jak widać ze schematu, tranzystor wieloemitery T1 spełnia funkcję AND, natomiast tranzystor

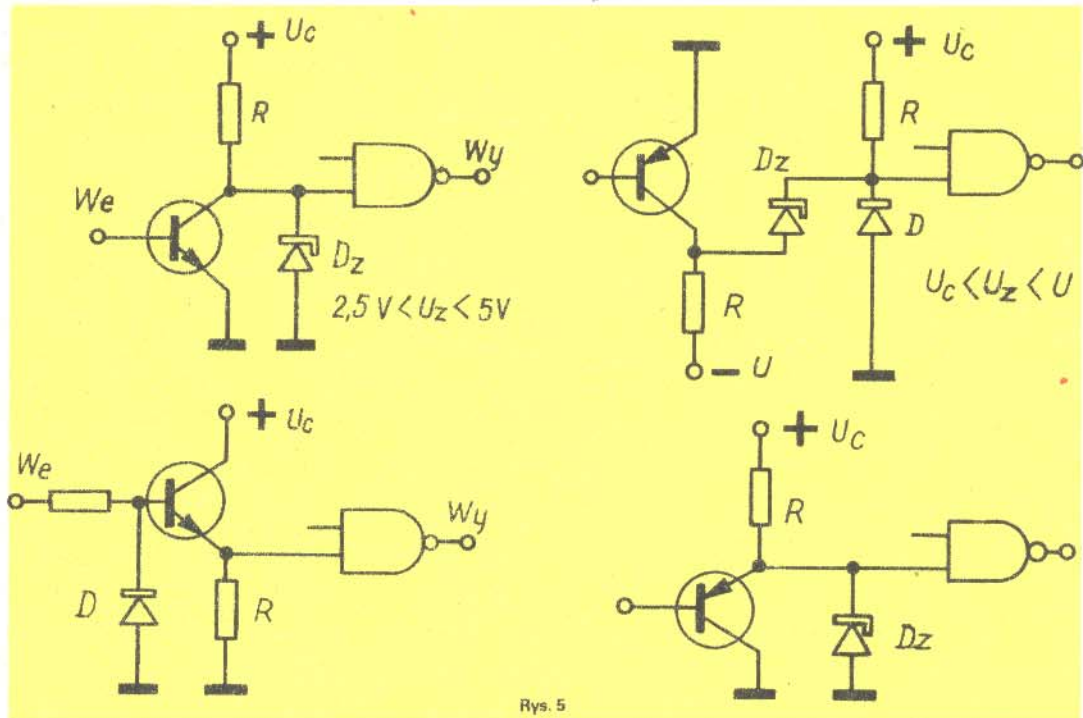
T2 realizuje funkcję NOT. Tranzystory T3 i T4 stanowią wzmacniacz wyjściowy.

W wyłączonej bramce (na wejściu „0”) tranzystor T1 jest w stanie nasycenia, tranzystor T4 w stanie aktywnym, a tranzystory T2 i T3 są odcięte. Taki stan ustala się dlatego, że złącze emiter-baza tranzystora T1 jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia, więc tranzystor ten nasycy się, a prąd nasycenia jest określony przez niewielki prąd bazy zablokowanego wtedy tranzystora T2. Brak spadku napięcia na rezystorze R<sub>3</sub> odcina tranzystor T3. Odwrotnie natomiast dzieje się z tranzystorem T4, co powoduje ustalenie się na wyjściu bramki wysokiego stanu.

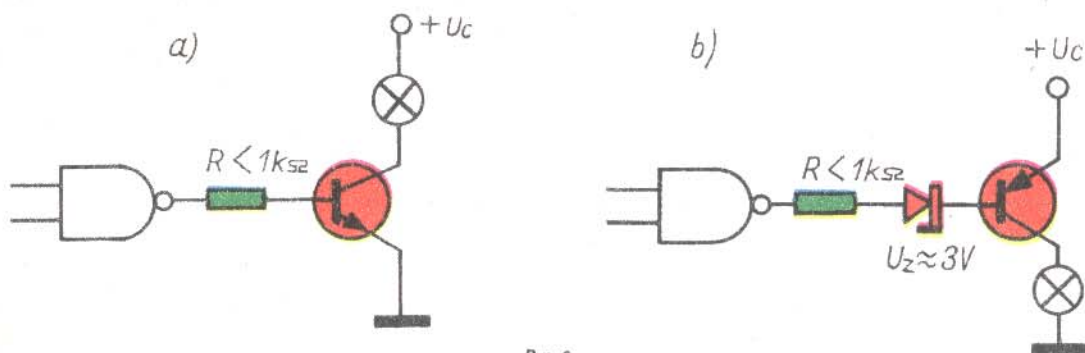
W przypadku gdy bramka jest włączona (na wejściach „1”), tranzystor T4 jest odcięty, tranzystory T2 i T3 są w stanie nasycenia, a tranzystor T1 pracuje w połączeniu inwersyjnym (tzn. rolę emitera spełnia kolektor i odwrotnie) i jest w stanie aktywnym. Prąd bazy tranzystora T1 płynie teraz przez kolektor T1 do bazy tranzystora T2 powodując jego nasycenie, w wyniku czego spadek napięcia na R<sub>3</sub> otwiera tranzystor T3, a napięcie na rezystorze R<sub>2</sub> maleje i odcina tranzystor T4. Sytuacja na wyjściu bramki jest więc odwrotna niż w stanie poprzednim i na wyjściu jest napięcie nasycenia U<sub>CE</sub> tranzystora T3 nie przekraczające 0,4 V, czyli niski stan.



Rys. 4



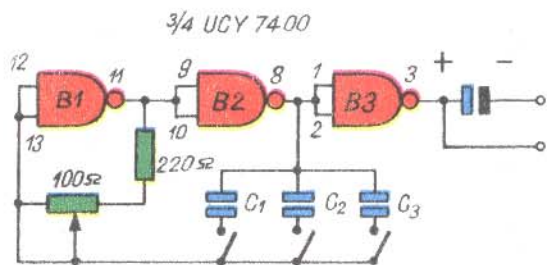
Rys. 5



Rys. 6

Diody przyłączone do wejść bramki ograniczają ujemne wartości napięć, jakie mogą pojawić się na wejściach.

Bramka, której działanie zostało omówione, stanowi niejako „cegieleczkę”, z takich „cegieleczek” można budować układy spełniające różne funkcje. Układ scalony cyfrowy UCY 7400 produkcji krajowej zawiera w jednej obudowie cztery bramki dwuwejściowe. Wymiary obudowy i topografia wyprowadzeń tego układu zostały pokazane na rys. 3. Jest on pod względem funkcjonalnym odpowiednikiem następujących typów: D 100 C (NRD), FJH 131 (Philips), MC7400P (Motorola), SN7400N (Texas), MHA111 (Tesla), MH7400 (Tesla), 1LB303



Rys. 7

(ZSRR), 1LB553 (ZSRR), SFC400E (Sescossem), FLH101 (Siemens), MIC7400-J (ITT).

Na schematach ideowych publikowanych w literaturze fachowej spotyka się układy cyfrowe przedstawione za pomocą symboli takich, jak na rys. 1, lub symboli topograficznych, jak na rys. 3. Przed rozpoczęciem budowy konkretnych układów z elementami cyfrowymi warto poznać podstawowe zasady ich montażu, zasilania i współpracy z elementami dyskretnymi, w szczególności z tranzystorami. Napięcie zasilania i „masę” oraz inne połączenia można rozprowadzić stosując obwód drukowany jednostronny lub najlepiej dwustronny.

W praktyce amatorskiej dostępne są wyłącznie płytki drukowane jednostronnie, dlatego można stosować zwieracze drutowe (linia przerywana na rys. 4) po drugiej stronie płytki. W ten sposób drukowane połączenia stają się bardziej przejrzyste i łatwiejsze do montażu. Ścieżki zasilania i masy powinny przebiegać równolegle i możliwie blisko siebie tak, jak pokazano np. na rys. 4. Rysunek ten przedstawia dwa przykłady prowadzenia ścieżek zasilania (od strony druku). Dotyczy to głównie zespołów składających się z większej ilości układów scalonych. Do prostych schematów składających się z niewielu układów zasady tej można nie stosować.

Bardzo ważne jest, aby zasilac układy cyfrowe typu UCY 7400 N stabilnym napięciem stałym. Zgodnie z danymi katalogowymi napięcie zasilania nie może chwilowo przekraczać + 7 V, a napięcie wejściowe podawane na wejście bramki + 5,5 V. Stabilność napięcia zasilania podczas pracy układu w zakresie temperatur od 0° do 70°C powinno wynosić 5 V ± 5%, czyli 4,75–5,25 V. We wszystkich układach tej serii plus zasilania dołącza się do końcówki 14, a minus do 7 (masa). W przypadku stosowania większej ilości kostek – układów, dla każdego 5–10 sztuk należy zastosować kondensator blokujący zasilanie o pojemności 0,01–0,1 μF (najlepiej ferroelektryczny).

Podczas montażu układów funkcjonalnych często pozostaje kilka wolnych, nie wykorzystanych wejść. Można je połączyć z wejściami wykorzystywanymi tej samej bramki, łączyć przez rezystor 1 kΩ z napięciem zasilania + 5 V, lub pozostawić je nie połączone z czymkolwiek. Niepodłączenie wejścia bramki TTL (końcówka „wisząca w powietrzu”) odpowiada podaniu na to wejście jedynki logicznej.

Wyjścia bramek nie mogą być natomiast łączone między sobą, a ilość wejść innych bramek, dołączonych

do jednego wyjścia, nie powinna zasadniczo przekraczać dziesięciu. Podczas sprawdzania działania urządzenia dopuszczalne są chwilowe zwarcia wejść poszczególnych bramek do masy. Jeśli chcemy wymusić na wyjściu bramki NAND stan „1”, należy jedno z jej wejść uziemić.

W urządzeniach cyfrowych często występuje problem adaptacji sygnałów wejściowych w taki sposób, aby można je było wprowadzić na wejścia elementów logicznych. Na rys. 5 podane zostały przykłady współpracy z tranzystorami typu n-p-n oraz p-n-p w dwóch wariantach. Diody Zenera ograniczają napięcie wejściowe bramki, aby poziom ten nie przekraczał + 5 V. Tranzystory użyte do tego celu powinny mieć jak najniższe napięcie nasycenia  $U_{CE}$ , czyli w stanie przewodzenia spadek napięcia pomiędzy emiterem i kolektorem nie powinien przekraczać 0,4 V.

Istnieje również problem wyprowadzania sygnałów nietypowych z układów TTL, np. do sterowania przekaźników elektromagnetycznych, próżniowych (kontaktronów) lub żarówek sygnalizacyjnych (rys. 6). Układ z rys. 6a nie odwraca fazy

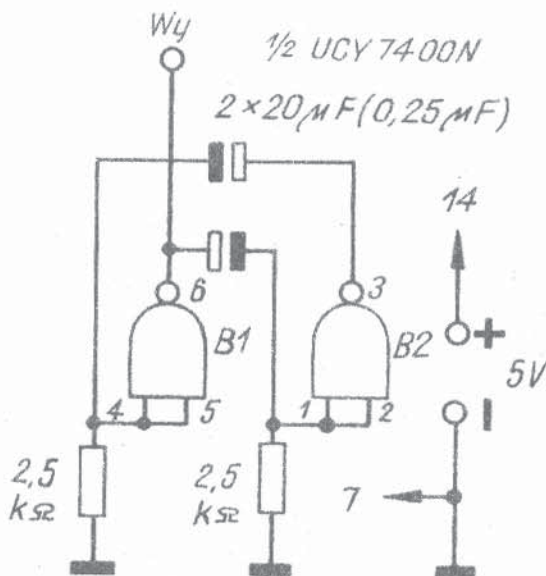
**Niektóre ważniejsze parametry elektryczne układu UCY 7400 N są następujące (przy  $U_{CC} = 4,75 - 5,25 \text{ V}$ ,  $T_{amb} = 0^\circ - +70^\circ \text{C}$ ):**

- napięcie wejściowe w stanie L	$U_{IL} < 0,8 \text{ V}$
- napięcie wejściowe w stanie H	$U_{IH} > 2 \text{ V}$
- napięcie wyjściowe w stanie L	$U_{OL} \leq 0,4 \text{ V}$
(przy $U_{CC} = 4,75 \text{ V}$ ; $I_0 = 16 \text{ mA}$ ; $U_I = 2 \text{ V}$ )	
- napięcie wyjściowe w stanie H	$U_{OH} \geq 2,4 \text{ V}$
(przy $U_{CC} = 4,75$ ; $I_0 = 0,8 \text{ mA}$ ; $U_I = 0,8 \text{ V}$ )	
- zwarciový prąd wyjściowy	$I_{OS} \quad 18-55 \text{ mA}$
- prąd wejściowy w stanie L (każde wejście)	$I_{IL} \leq 1,6 \text{ mA}$
(przy $U_{CC} = 5,25 \text{ V}$ ; $U_I = 0,4 \text{ V}$ )	
- prąd wejściowy w stanie H (każde wejście)	$I_{IH} \leq 40 \mu\text{A}$
(przy $U_{CC} = 5,25 \text{ V}$ ; $U_I = 2,4 \text{ V}$ )	
- prąd zasilania w stanie L (na wyjściu)	$I_{CCL} \leq 22 \text{ mA}$
(przy $U_{CC} = 5,25 \text{ V}$ ; $U_I = 5 \text{ V}$ )	
- prąd zasilania w stanie H (na wyjściu)	$I_{CCH} \leq 8 \text{ mA}$
(przy $U_{CC} = 5,25 \text{ V}$ ; $U_I = 0 \text{ V}$ )	
- czas propagacji sygnału z L do H	$t_{pLH} < 22 \text{ ns}$
z H do L	$t_{pHL} < 15 \text{ ns}$

sygnału, tzn. „1” na wyjściu bramki odpowiada „1” na wyjściu wzmacniacza (żarówka się świeci). Natomiast rys. 6b ilustruje przykład odwracania fazy za pomocą tranzystora p-n-p. Oznacza to, że tranzystor nie przewodzi (żarówka nie świeci), gdy na wyjściu bramki jest poziom wysoki „1”. W przypadku użycia tranzystora o małym współczynniku wzmocnienia ( $< 100$ ), diodę Zenera możemy pominąć.

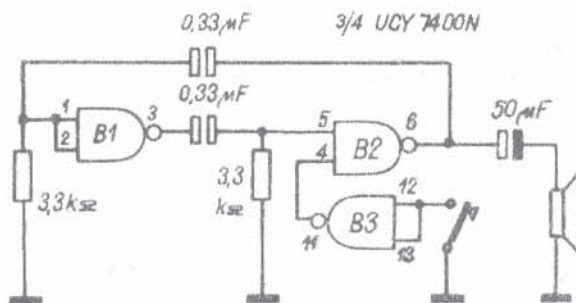
Po tym niezbędnym wstępie teoretycznym zapoznamy się z przykładami zastosowania układu scalonego UCY 7400 N w urządzeniach przydatnych dla amatora elektronika. Z układów tych można w prosty sposób budować przede wszystkim generatory (przerzutniki astabilne – multiwibratory) wytwarzające bezpośrednio przebiegi prostokątne. Generatory takie charakteryzują się stosunkowo małą stałością częstotliwości, ponieważ generowane przebiegi zawierają dużą ilość częstotliwości harmonicznych. Mimo tej wady są one bardzo przydatne, np. do sprawdzania urządzeń wzmacniających m.cz. i w.cz. w szerokim zakresie częstotliwości.

Na rys. 7 pokazany został układ generujący drgania prostokątne o różnych częstotliwościach, zależnych od pojemności kondensatora C. Częstotliwość określona jest właściwościami elektrycznymi bramki i działaniem opóźniającym gałęzi RC. Sygnał wyjściowy odbieramy bezpośrednio z wyjścia bramki B3, np. do sterowania innych układów TTL lub przez kondensator rozdzielający (sterowanie



Rys. 8

układów tranzystorowych). Schematy zawierające układy scalone cyfrowe przeważnie nie podają sposobu przyłączenia zasilania, gdyż wynika to z danych katalogowych i topografii wyprowadzeń, a niekiedy czyni się to tak, jak na rys. 8, który przedstawia inny układ multiwibratora, składającego się z dwóch bramek B1 i B2 sprzężonych szeregowo kondensatorami (wyjście B1 połączone z wejściem B2 i odwrotnie). Pojemności kondensatorów sprzęgających określają różne częstotliwości pracy układu. Np. przy pojemnościach  $0,25 \mu\text{F}$  uzyskać można częstotliwość  $800 - 1000 \text{ Hz}$ , natomiast przy  $20 \mu\text{F}$  – częstotliwość około  $7 \text{ Hz}$ . Zmieniając pojemność jednego kondensatora względem drugiego, można otrzymywać różne stosunki czasu trwania impulsu do przerwy. Należy również pamiętać o tym, że zmiany napięcia zasilania wpływają na częstotliwość pracy generatora. Wejścia każdej z bramek połączone są razem, ale jeśli jedno z wejść połączymy z masą, to zgodnie z tabelą prawdy (rys. 1b) na wyjściu danej bramki będzie stałe „1” logiczne. Oznacza to, że generator nie działa. Można wykorzystać tę właściwość i dodając jeszcze jedną bramkę użyć jej jako wyłącznika generatora (rys. 9). Po zwarceniu wejść bramki B3 do masy, na



Rys. 9

wyjściu jej pojawia się „1” i generator pracuje. Natomiast gdy wejścia jej nie są połączone z masą, np. przez klucz telegraficzny, na wyjściu B3, a zarazem na wejściu B2 jest „0”, co powoduje przerwę w działaniu generatora. Generowany sygnał może być odtwarzany przez głośnik lub słuchawki, może służyć więc np. do nauki telegrafii.

Oczywiście, możliwości stosowania układu scalonego serii 7400 w praktyce amatorskiej są bardzo szerokie i nie ograniczają się tylko do budowy generatorów. Inne ciekawe schematy aplikacyjne postaramy się opisać w następnych numerach „M.T.”.

Mgr Jacek Sawicki