# TAK I NIE
# – KLUCZ DO MINIKOMPUTERA

**(Część II)**

W pierwszej części artykułu zajmowaliśmy się dwójkowym systemem liczenia. Stwierdziliśmy, że jednym z powodów zastosowania w maszynach cyfrowych dwójkowego systemu liczenia jest szczególnie wygodny sposób reprezentacji liczb dwójkowych, za pomocą ciągów sygnałów napięciowych. Sygnały w takich ciągach miały wartość napięcia równą zeru albo wartość ustaloną. Sygnałom o wartości zera przyporządkowaliśmy symbol 0, a sygnałom o pewnym, ustalonym napięciu symbol 1. Wskazaliśmy też możliwość reprezentowania za pomocą ciągów zero-jedynkowych informacji, w zależności od przyjętego sposobu kodowania.

Okazuje się, że symbole 0 i 1 mogą znaleźć zastosowanie przy opisywaniu logiki dwuwartościowej. Opierając się na prawach logiki można budować sieci elektryczne wykonujące czynności logiczne. Złożone sieci elektryczne, automatycznie sterowane sygnałami zero-jedynkowymi, stanowią „mózg" każdej maszyny cyfrowej.

## Sieci elektryczne

W życiu codziennym spotykamy wiele prostych i bardziej złożonych sieci elektrycznych wykonujących czynności logiczne. Majsterkowicze niejednokrotnie budowali proste układy takich sieci i niektórzy, być może, robili to w sposób zupełnie intuicyjny.

Spróbujmy teraz wspólnie przeanalizować działanie zasadniczych typów sieci.

## Połączenie szeregowe

Weźmy dwa wyłączniki dwustanowe, ogniwo i żaróweczkę. Zbudujmy obwód, jak na rys. 1. Rozpatrzmy działanie tego obwodu.

Po zamknięciu wyłącznika I i wyłącznika II żarówka świeci. Pozostałe możliwe położenia wyłączników nie spowodują świecenia żarówki. Opiszmy działanie układu w tabelce i przedstawmy sytuacje w niej opisane (rys. 2).

Umówmy się teraz, że stanowi otwarcia wyłącznika przypiszemy symbol 0, a stanowi zamknięcia symbol 1; same wyłączniki zaś oznaczymy symbolami: wyłącznik I symbolem $x_1$, wyłącznik II symbolem $x_2$. Żarówkę oznaczymy symbolem Y, a jej stany symbolami: 0 – nie świeci, 1 – świeci. Wobec powyższej umowy nasza tabelka przyjmie taką postać, jak na rys. 3, Widzimy więc, że jeśli stan $x_1$ jest 1 i stan $x_2$ jest 1, to wtedy stan Y też jest 1. W pozostałych trzech przypadkach stan Y jest 0.

Załóżmy, że wypowiadamy zdanie złożone z dwóch zdań pojedynczych połączonych spójnikiem „i" oraz że wypowiadane przez nas zdania pojedyncze mogą być fałszywe albo prawdziwe. Niech fałsz będzie oznaczony przez 0, a prawda przez 1. Zdania prawdziwe powodują zamknięcie odpowiadającego im wyłącznika. Zdania fałszywe nie mają takiej mocy. Jeżeli wypowiemy teraz dowolne, zgodne z założeniami, zdanie dwuczłonowe, to sieć z rys. 1 odpowie świeceniem żarówki, gdy wypowiemy prawdę, żarówka nie będzie świecić, gdy wypowiemy fałsz.

Przykład

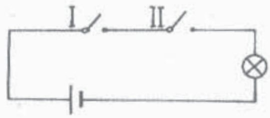
„Lis jest czworonogiem i człowiek jest czworonogiem" – całe zdanie fałszywe. Pierwsze zdanie pojedyncze prawdziwe – 1. Drugie zdanie pojedyncze fałszywe – 0. 1 i 0 daje 0; stan Y jest 0 – żarówka nie świeci.

„Lis jest czworonogiem i kot jest czworonogiem" – całe zdanie prawdziwe. Oba zdania składowe są prawdziwe – stan Y jest 1 – żarówka świeci.

Każde wyrażenie, któremu można przypisać prawdę albo fałsz, nazwiemy zdaniem. Wartością logiczną zdania może być prawda (ozn. 1) albo fałsz (ozn. 0).

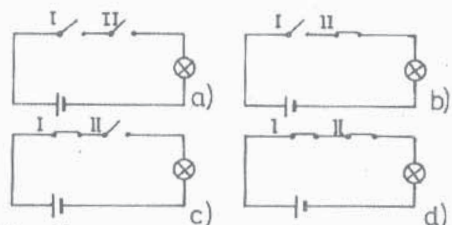
W logice spójnik „i" zastępuje symbol $\wedge$.

Wyrażenie mające postać $x_1 \wedge x_2$ ($x_1$ i $x_2$) nazwiemy iloczynem logicznym. Tabelka iloczynu logicznego ma postać przedstawioną na rys. 4. Podobnie jak iloczyn zdań można utworzyć iloczyn innych obiektów, np. zbiorów. Obiektami szczególnie nas interesującymi będą styki wyłączników lub styki przekaźników. Przez odpowiednie połączenie styków uzyskamy odwzorowanie poszczególnych operacji logicznych.




Rys. 1

| | I | II | stan żarówki |
|---|---|---|---|
| a | otwarty | otwarty | nie świeci |
| b | otwarty | zamknięty | nie świeci |
| c | zamknięty | otwarty | nie świeci |
| d | zamknięty | zamknięty | świeci |




Rys. 2

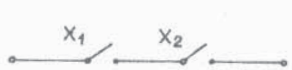
| $X_1$ | $X_2$ | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Rys. 3

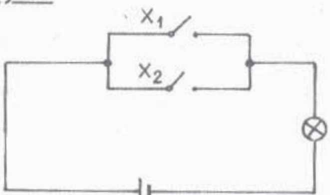
| $X_1$ | $X_2$ | $X_1 \wedge X_2 = Y$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Rys. 4

$X_1 \wedge X_2$ - operacja logiczna




Rys. 5




Rys. 6

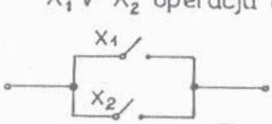
| $X_1$ | $X_2$ | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Rys. 7

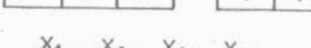
| $X_1$ | $X_2$ | $X_1 \vee X_2$ Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Rys. 8

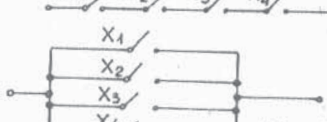
$X_1 \vee X_2$ operacja logiczna




Rys. 9

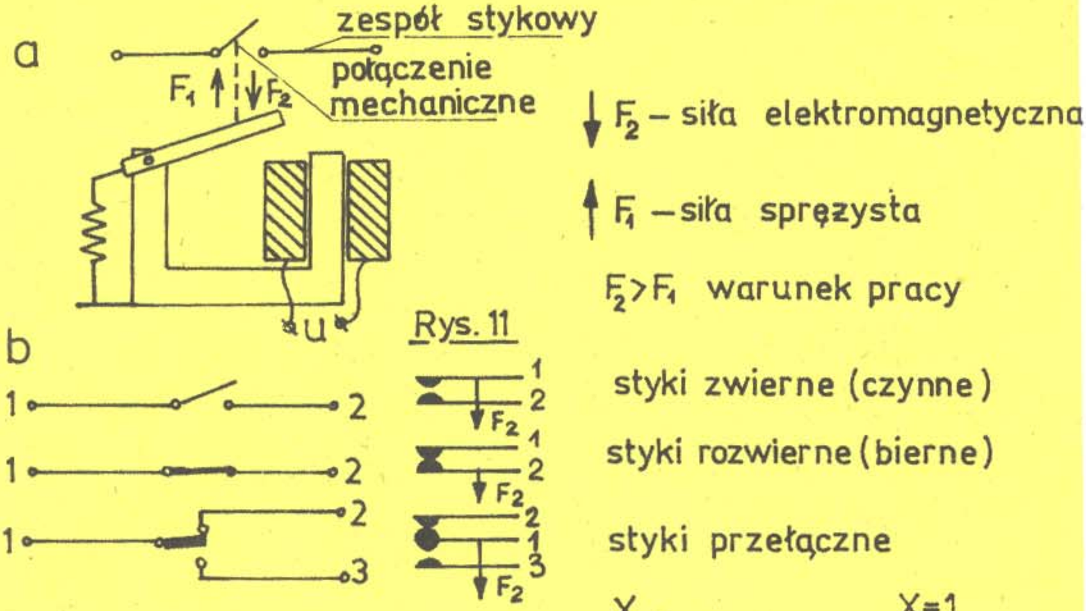



$X_1 \wedge X_2 \wedge X_3 \wedge X_4$




$X_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee X_4$

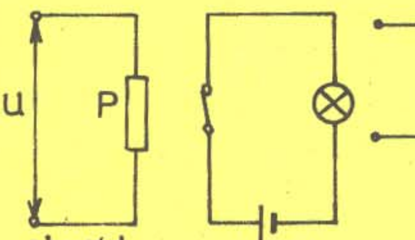
Rys. 10



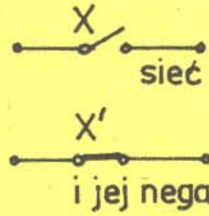

Rys. 11

| X | X'=Y |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

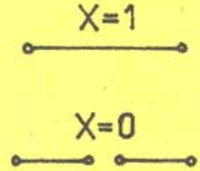
Rys.12




Rys.13




Rys.14




Rys.15

Omówione wyżej połączenie szeregowe stanowi sieć (rys. 5) odwzorowującą operację logiczną $x_1 \wedge x_2$, zwaną iloczynem logicznym lub mnożeniem logicznym.

**Połączenie równoległe**

Połączmy teraz dwa wyłączniki równolegle. Obwód przedstawia rys. 6. Zamknięcie wyłącznika $x_1$ **lub** wyłącznika $x_2$ spowoduje zaświecenie żarówki. Żarówka świeci także, gdy oba wyłączniki są zamknięte. Zachowując poprzednie oznaczenia, opiszmy działanie sieci w tabelce (rys. 7). Możemy, podobnie jak przy połączeniu szeregowym, rozważać zdania. Zauważmy jednak, że spójnik – **lub** – w języku potocznym ma czasem inne znaczenie! Spójnik **lub** logicy zastąpili symbolem $\vee$ .

Wyrażenie mające postać $x_1 \vee x_2$ ($x_1$ **lub** $x_2$) nazywamy sumą logiczną. Tabelkę sumy logicznej przedstawiono na rys. 8. Połączenie równoległe stanowi sieć odwzorowującą operację logiczną $x_1 \vee x_2$, zwaną sumą logiczną (rys. 9).

Do budowy iloczynu logicznego, jak i sumy logicznej, można użyć wielu wyłączników. Otrzymamy wtedy odwzorowanie wieloczłonowego iloczynu albo wieloczłonowej sumy, co obrazuje rys. 10.

## Przekaźnik

Przekaźnik jest elementem, który składa się z elektromagnesu działającego na ruchomą zworę i zespołu styków sterowanych ruchem zwory. Rys. 11a ujmuje schematycznie działanie przekaźnika. Rys 11b przedstawia rodzaje styków oraz ich schematyczne symbole w sieciach elektrycznych. Kiedy końcówki cewki elektromagnesu przyłączymy do źródła napięcia, powstaje siła elektromagnetyczna przyciągająca zworę. Poruszająca się zwora rozwiera lub zwiera styki. Po odłączeniu napięcia zwora pod działaniem sprężyny powraca do pozycji spoczynkowej, zwalniając styki. Styki bierne są zamknięte dopóty, dopóki elektromagnes przekaźnika nie znajduje się pod napięciem, natomiast styki czynne są wtedy otwarte. I na odwrót – styki czynne są zamknięte dopóty, dopóki elektromagnes przekaźnika znajduje się pod napięciem, natomiast styki bierne są wtedy otwarte.

Przekaźnik przekształca więc sygnał napięciowy w sygnał mechaniczny. Sygnał mechaniczny uruchamia połączenia stykowe, co z kolei umożliwia odzyskanie sygnału napięciowego. Widzimy, że przekaźnik różni się od zwykłego włącznika, bądź przełącznika, jedynie sposobem sterowania.

Obwód cewki elektromagnesu przekaźnika nazywamy obwodem sterującym. Obwód współpracujący ze stykami przekaźnika nazywamy obwodem wykonawczym. Ważną cechą przekaźnika jest elektryczne oddzielenie obwodu sterującego od obwodu wykonawczego. Powoduje to niemożność oddziaływania sygnałów wykonawczych na sygnały sterujące pracę przekaźnika.

## Operacja negacji

Oprócz poznanych operacji iloczynu i sumy logicznej często występuje operacja nazywana negacją. W języku potocznym taką operację symbolizuje stwierdzenie – nieprawda, albo też krótkie – nie. Weźmy zdanie: ,,Pies jest zwierzęciem" – zdanie prawdziwe. Operacja negacji na takim zdaniu polega na dodaniu wyrażenia – nieprawda. Powyższe zdanie zanegowane brzmi: ,,Nieprawda, że pies jest zwierzęciem". Jest to zdanie fałszywe o wartości logicznej 0.

Zanegowanie prawdy daje fałsz!

Weźmy drugie zdanie: ,,Pies jest rośliną" – zdanie fałszywe. Zanegujmy to zdanie: ,,Nieprawda, że pies jest rośliną" – zdanie prawdziwe o wartości logicznej 1.

Zanegowanie fałszu daje prawdę!

W logice dla oznaczenia negacji używamy symbolu  albo równie często symbolu ′ np. 1′ – nieprawda, że 1, 0′ – nieprawda, że 0. Jeżeli rozpatrujemy obiekty 0 i 1, to operacja negacji daje się ująć w tabelkę przedstawioną na rys. 12.

Żeby zanegować sygnał, należy zbudować taki obwód, który dla napięcia zero przyłożonego na wejście obwodu da na wyjściu obwodu napięcie odpowiadające wartości jeden. I odwrotnie – dla wartości napięcia na wejściu – jeden, na wyjściu pojawi się napięcie zero. Zbudowanie takiego obwodu umożliwia użycie przekaźnika z parą styków biernych (rys. 13). Na rysunku symbolem P oznaczono przekaźnik. Jeżeli na zaciskach cewki przekaźnika brak jest napięcia, $x = 0$, to żarówka świeci. Jeżeli na zaciski cewki przyłożymy napięcie zasilające, $x = U_z = 1$, to przekaźnik rozwiera obwód i żarówka nie świeci.

Właśnie takie sytuacje opisuje tabelka negacji:

| |
|---|
| 1′ daje 0. |
| 0′ daje 1. |

Zwróćmy uwagę, że nie budujemy sieci będącej samej w sobie negacją, ale negujemy sygnał, który być może jest otrzymany z jakiejś sieci! Możemy negować istniejącą sieć – możemy budować negację będącą negacją danej sieci. (Wypowiedzenie samego słowa – nieprawda, bez odniesienia do czegokolwiek, nie ma żadnego sensu).

Rys. 14 przedstawia sieć złożoną z jednego wyłącznika oraz jej negację. Zanegowanie tej sieci polega na zamianie styków zwiernych stykami rozwiernymi.

Spośród różnorodnych sieci wyróżniamy dwie:

1. Sieć stale zamkniętą (zwykły przewodnik) – rys. 15a.
2. Sieć stale otwartą (przerwany obwód) – rys. 15b.

Wcześniej poznane sieci miały dwa możliwe stany: stan przewodzenia (ozn. 1) i stan nieprzewodzenia (ozn. 0). Sieci wyróżnione na rys. 15 charakteryzują się jednym stałym stanem. Sieć stale zamknięta ma ciągle stan 1, sieć stale otwarta – stan 0.

Połączenie szeregowe i połączenie równoległe umożliwiają budowanie sieci bardziej złożonych. Poniżej podajemy wzory (prawa) obowiązujące przy konstruowaniu sieci (rys. 16). Podajemy też przykłady sieci ilustrujące niektóre z podanych wzorów (rys. 17).

Jak łatwo zauważyć, umiejętne stosowanie wzorów pozwala niekiedy upraszczać budowane sieci, przy zachowaniu pełnionych przez te sieci funkcji. Jednocześnie widać, że dwie sieci pełniące identyczne funkcje mogą być zupełnie inaczej zbudowane pod względem elektrycznym, czego oczywistym przykładem jest rys. 17. Potrzeba analizy pracy

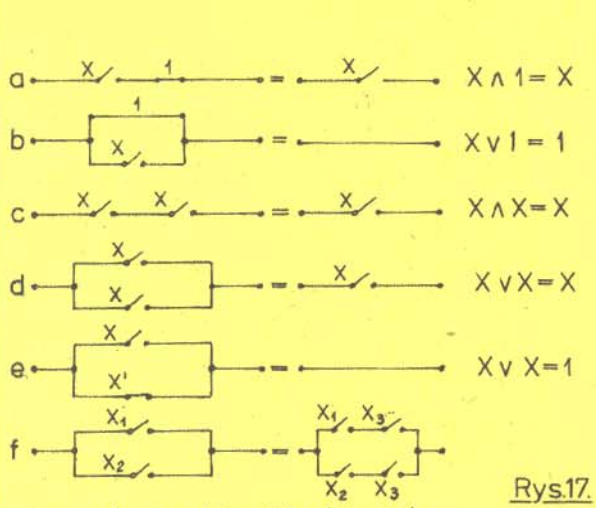
Rys.16.

| | |
|---|---|
| 1. $0' = 1$ | I. $1' = 0$ |
| 2. $X \wedge 1 = X$ | II. $X \vee 0 = X$ |
| 3. $X \vee 1 = 1$ | III. $X \wedge 0 = 0$ |
| 4. $X_1 \wedge X = X \wedge X$ | IV. $X_1 \vee X_2 = X_2 \vee X_1$ |
| 5. $X \wedge X = X$ | V $X \vee X = X$ |
| 6. $X_1 \wedge (X_2 \wedge X_3) = (X_1 \wedge X_2) \wedge X_3$ | VI. $X_1 \vee (X_2 \vee X_3) = (X_1 \vee X_2) \vee X_3$ |
| 7 $(X_1 \vee X_2) \wedge X_3 = (X_1 \wedge X_3) \vee (X_2 \wedge X_3)$ | VII $(X_1 \wedge X_2) \vee X_3 = (X_1 \vee X_3) \wedge (X_2 \vee X_3)$ |
| 8. $(X')' = X$ | VIII. $(X')' = X$ |
| 9. $(X_1 \wedge X_2)' = X_1' \vee X_2'$ | IX. $(X_1 \vee X_2)' = X_1' \wedge X_2'$ |
| 10. $X \wedge X' = 0$ | X. $X \vee X' = 1$ |

danej sieci, jak też równoważność działania różniących się elektrycznie sieci prowadzą do konieczności przyjęcia jakiejś ogólnej metody sprawdzania pracy budowanych sieci. Najczęściej spotykaną metodą analizowania pracy sieci jest metoda zero-jedynkowa.

Jeżeli umiemy opisać (zaprojektować) sieć za pomocą wyrażeń logicznych, to nie zachodzi potrzeba próbnego budowania układów elektrycznych. Nabycie chociażby elementarnych umiejętności w tym zakresie znakomicie ułatwia wszelkie prace konstruktorskie.

Pragniemy tutaj polecić chętnym wykonanie kilku prostych ćwiczeń, np. narysowanie i przeanalizowanie wszystkich schematów sieci odpowiadających podanym wzorom. Dla sprawdzenia poprawności proponujemy metodę zero-jedynkową. Oto jej przykład.




Rys.17.

$(X_1 \vee X_2) \wedge X_3 = (X_1 \wedge X_2) \vee (X_2 \wedge X_3)$

Weźmy sieci odpowiadające wyrażeniom: $(x_1 \vee x_2) \wedge x_3$ oraz $(x_1 \wedge x_3) \vee (x_2 \wedge x_3)$.

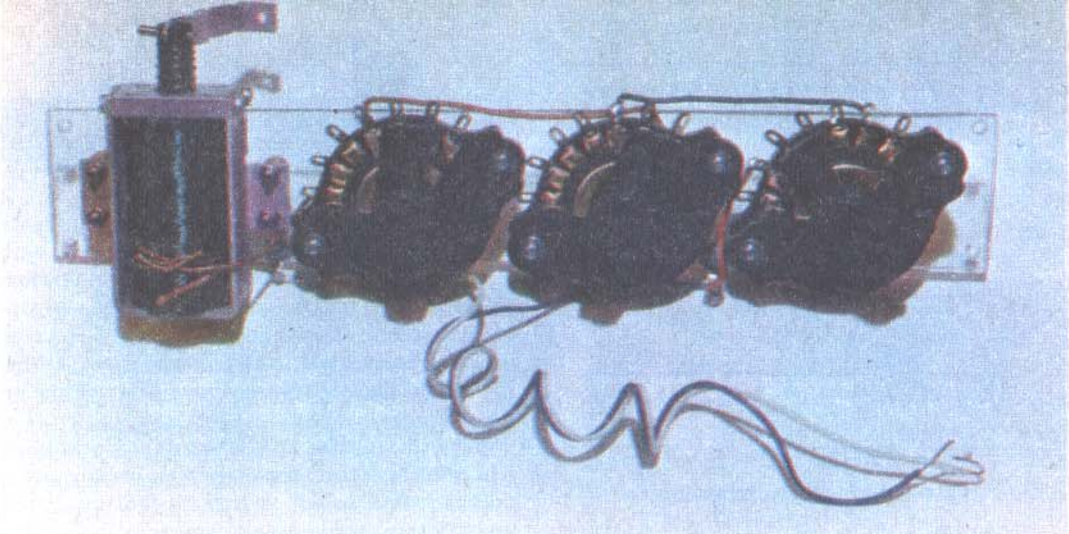
Wzór 7 z rys. 16 mówi nam, że oba te wyrażenia są identyczne, tzn. $(x_1 \vee x_2) \wedge x_3 = (x_1 \wedge x_3) \vee (x_2 \wedge x_3)$.

Sieci odpowiadające tym wyrażeniom przedstawia rys. 17f. Ponieważ wartości x mogą być 0 albo 1, co odpowiada otwarciu, bądź zamknięciu wyłącznika oznaczonego przez x, to wystarczy skonstruować i wypełnić odpowiednią tabelkę (rys. 18). Symbole $x_1$, $x_2$, $x_3$ w tabelce oznaczają poszczególne wyłączniki. Ciągi zero-jedynkowe, znajdujące się bezpośrednio pod nimi, oznaczają wszystkie możliwe kombinacje położeń (stanów) tych wyłączników. W kolumnach pod wyrażeniami wykonano obliczenia wartości logicznych wyrażeń, w zależności od przyjętych stanów wyłączników. Przez $Y_1$ i $Y_2$ oznaczono wartości logiczne całych wyrażeń. Widzimy, że dla jednakowych stanów wyłączników $x_1$, $x_2$, $x_3$ dla obu wyrażeń (dla ciągu zero-jedynkowego), wartości logiczne obydwu rozważanych wyrażeń są sobie równe, co znaczy, że wyrażenia są identyczne albo lepiej – równoważne. Ponieważ sieci z rys. 17f ściśle odwzorowują te wyrażenia, to mamy prawo wnioskować, że praca tych sieci niczym się nie różni – możemy z powodzeniem zastąpić jedną sieć przez drugą. Na ogół stosuje się sieci o możliwie małej liczbie styków, co obniża koszty.

Projektując dowolną sieć pamiętajmy, że wyłączniki występujące w sieci należy przedstawiać w sposób jednoznaczny. Wszystkie styki oznaczone symbolem x będą na schemacie otwarte, a styki oznaczone symbolem x' będą na tym schemacie zamknięte. Styki wielokrotne, należące do tego samego wyłącznika, oznaczamy takim samym indeksem. Dla przykładu odwzorujmy w sieci wyrażenie $(x_1 \wedge x_2) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3)$ (rys. 19). Do budowy sieci opisanej powyższym wyrażeniem należy użyć trzech wyłączników: wyłącznika $x_1$ o dwóch parach styków zwiernych, wyłącznika $x_2$ o dwóch parach styków – jednej zwiernej i drugiej rozwiernej, oraz wyłącznika $x_3$ o jednej parze styków zwiernych.

Jako ćwiczenie praktyczne proponujemy rozwiązanie następującego problemu logicznego:

Przed kilkoma miesiącami prasa codzienna doniosła, że jeden z francuskich klubów piłkarskich zamierza wypróbować nową metodę sędziowania na meczach piłki nożnej. Jednego sędziego głównego miało zastąpić aż trzech sędziów głównych, którzy obserwowaliby mecz spoza boiska, za pomocą specjalnej aparatury. Każdy z sędziów dysponowałby przyciskiem (wyłącznikiem). Kiedy którykolwiek z sędziów zdecydowałby się na interwencję, wtedy zamiast używania gwizdka naciskałby swój przy-



Zespół trzech przełączników, o siedmiu położeniach każdy, wraz z elektromagnetycznym mechanizmem ryglującym tworzą cyfrowy zamek do skrytki

cisk. Dopiero jednoczesna interwencja dwóch lub trzech sędziów spowodowałaby przerwę w meczu, przez uruchomienie gwizdka na stadionie. Interwencja tylko jednego z sędziów byłaby bezskuteczna.

Inżynierowie francuscy przygotowali odpowiednią aparaturę. Jednym z problemów było zapewne zbudowanie odpowiedniej sieci logicznej. Kto spośród Czytelników samodzielnie rozwiąże ten problem, będzie mógł uznać, że jest dostatecznie przygotowany do projektowania sieci logicznych pracujących w uproszczonych maszynach matematycznych. Tego rodzaju próby podejmiemy w kolejnych odcinkach, a tymczasem zajmiemy się nieco innym wykorzystaniem właściwości podstawowych operacji logicznych.

### Zamek elektromechaniczny

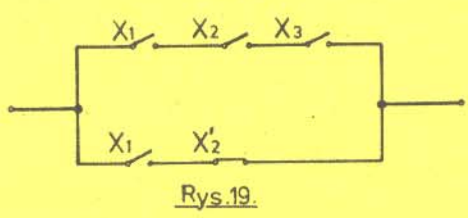
Zaprojektujmy i zbudujmy zamek, który otwierać się będzie nie za pomocą zwykłego klucza, ale przez zastosowanie szyfru. Nie chodzi tu o ochronę przed ludźmi żądnymi cudzej własności, lecz raczej o przyjemną rozrywkę.

Jak wiadomo, zamek jest tym lepszy, im trudniej osobie niepowołanej ten zamek otworzyć. Nic nie stoi na przeszkodzie, by zbudować zamek, który trudniej jest otworzyć, niż np. trafić szóstkę w Toto-Lotku. My poprzestaniemy na skromniejszym rozwiązaniu. Do budowy zamka wykorzystamy właściwości iloczynu logicznego. Schemat elektryczny zamka przedstawia rys. 20. Jego zasadniczymi elementami są obrotowe, wielopozycyjne przełączniki – P, stosowane w głośnikach radiowęzłowych (14 zł za sztukę). Zarówno typ przełącznika, jak ilość przełączników są dowolne.

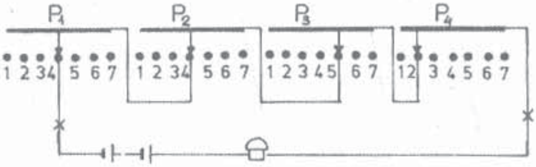
Stosując przełączniki o dużej ilości położeń uzyskamy zmniejszenie możliwości przypadkowego otwarcia zamka. Szansa przypadkowego otwarcia zamka maleje jeszcze szybciej, gdy zwiększamy ilość przełączników. Obliczenie wszystkich możliwych i różnych położeń przełączników pozostawiamy chętnym Czytelnikom – jest to jeden z prostych problemów kombinatorycznych. Układ elektryczny zamka zbudowanego z dziewięciu przełączników o siedmiu położeniach tworzy szyfr, który trudniej „złamać" (i to znacznie) niż trafić szóstkę w Toto-Lotku.

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $(X_1 \vee X_2) \wedge X_3 = Y_1$ | $(X_1 \wedge X_3) \vee (X_2 \wedge X_3) = Y_2$ | $Y_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | $(0 \vee 0) \wedge 0 = 0 \wedge 0 = 0$ | $(0 \wedge 0) \vee (0 \wedge 0) = 0 \vee 0 = 0$ | 0 |
| 0 | 0 | 1 | $(0 \vee 0) \wedge 1 = 0 \wedge 1 = 0$ | $(0 \wedge 1) \vee (0 \wedge 1) = 0 \vee 0 = 0$ | 0 |
| 0 | 1 | 0 | $(0 \vee 1) \wedge 0 = 1 \wedge 0 = 0$ | $(0 \wedge 0) \vee (1 \wedge 0) = 0 \vee 0 = 0$ | 0 |
| 1 | 0 | 0 | $(1 \vee 0) \wedge 0 = 1 \wedge 0 = 0$ | $(1 \wedge 0) \vee (0 \wedge 0) = 0 \vee 0 = 0$ | 0 |
| 1 | 1 | 0 | $(1 \vee 1) \wedge 0 = 1 \wedge 0 = 0$ | $(1 \wedge 0) \vee (1 \wedge 0) = 0 \vee 0 = 0$ | 0 |
| 1 | 0 | 1 | $(1 \vee 0) \wedge 1 = 1 \wedge 1 = 1$ | $(1 \wedge 1) \vee (0 \wedge 1) = 1 \vee 0 = 1$ | 1 |
| 0 | 1 | 1 | $(0 \vee 1) \wedge 1 = 1 \wedge 1 = 1$ | $(0 \wedge 1) \vee (1 \wedge 1) = 0 \vee 1 = 1$ | 1 |
| 1 | 1 | 1 | $(1 \vee 1) \wedge 1 = 1 \wedge 1 = 1$ | $(1 \wedge 1) \vee (1 \wedge 1) = 1 \vee 1 = 1$ | 1 |

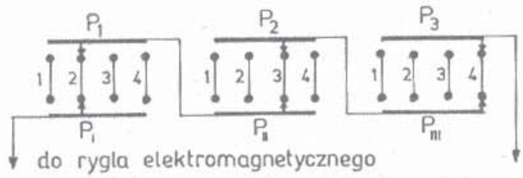
Rys.18.




Rys.19.




$P_{1(4)} \wedge P_{2(4)} \wedge P_{3(5)} \wedge P_{4(2)}$ – dają 1
(pozostałe mozliwe położenia dają 0)
$P_1, P_2, P_3, P_4$ – przełączniki obrotowe Rys.20.




$(P_{1(2)} \wedge P_{I(2)}) \wedge (P_{2(3)} \wedge P_{II(3)}) \wedge (P_{3(4)} \wedge P_{III(4)})$ – dają 1
(pozostałe położenia $P_1, P_2, P_3$ dają 0)
$P_1$ $P_2$ $P_3$ – deszyfrowanie Rys.21.
$P_I$ $P_{II}$ $P_{III}$ – szyfrowanie (wnetrze schowka)

Układ z rys. 20 może także posłużyć do zabezpieczenia samochodu przed kradzieżą. Wystarczy w tym celu włączyć sieć zbudowaną z przełączników w obwód prądowy cewki zapłonowej samochodu. Uruchomienie pojazdu wymaga ustawienia szyfru: przed opuszczeniem pojazdu zmieniamy pozycję poszczególnych przełączników. Tego rodzaju zabezpieczenie jest znacznie skuteczniejsze od wszelkiego rodzaju metalowych lasek zakładanych na kierownicę, ukrytych dodatkowych wyłączników, alarmów dźwiękowych itp. rozwiązań. (Orientacyjny czas planowego „łamania" szyfru – około 7 godzin).

Na rys. 21 przedstawiono schemat zamka umożliwiającego dowolny wybór szyfru, każdorazowo przed zamknięciem zamka. Podobne rozwiązania spotyka się w automatach bagażowych. Dla przejrzystości rysunku pokazano tylko trzy pary przełączników o czterech położeniach każdy. W rozwiązaniach praktycznych stosuje się cztery do sześciu par przełączników, z których każdy ma dziesięć do szesnastu położeń. Zespół przełączników $P_I$, $P_{II}$, $P_{III}$, służący do szyfrowania, znajduje się we wnętrzu schowka. Po wrzuceniu monety do automatu zamek szyfrujemy i zatrzaskujemy drzwiczki skrytki. Podczas odbioru bagażu, pokrętłami przełączników $P_1$, $P_2$, $P_3$ znajdujących się na zewnątrz schowka, nastawiamy wybrany uprzednio szyfr. W momencie nastawienia szyfru elektromagnes zwalnia rygiel i drzwiczki skrytki samoczynnie się otwierają.

**Włodzimierz Augustyniak**