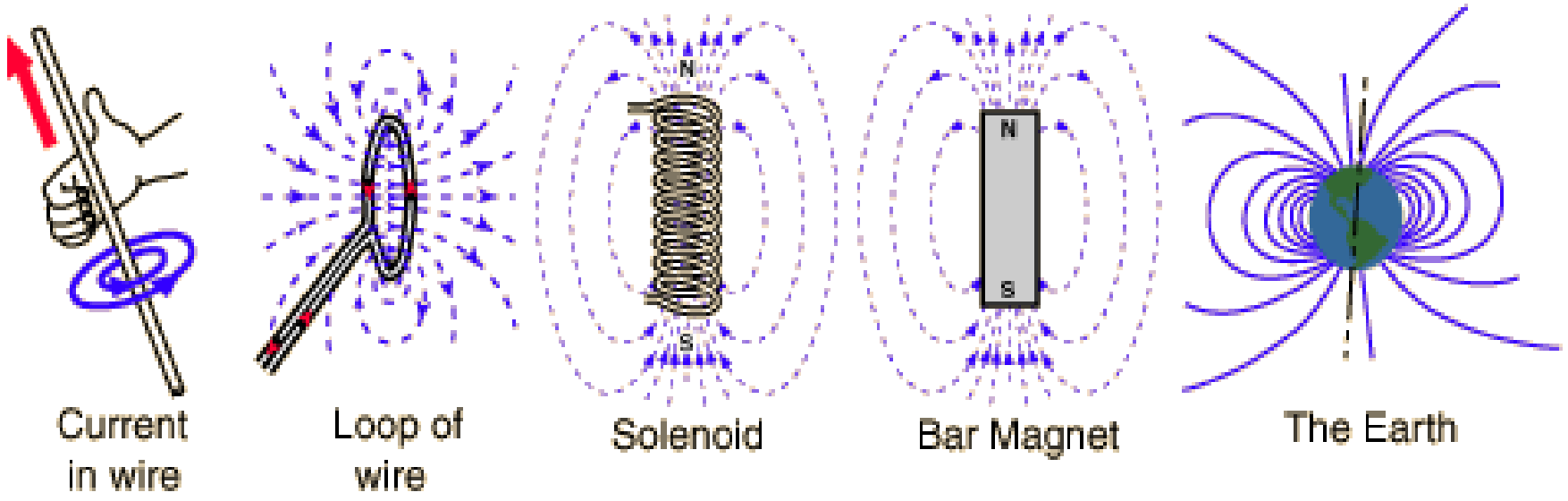
ELEKTROTECHNIKA

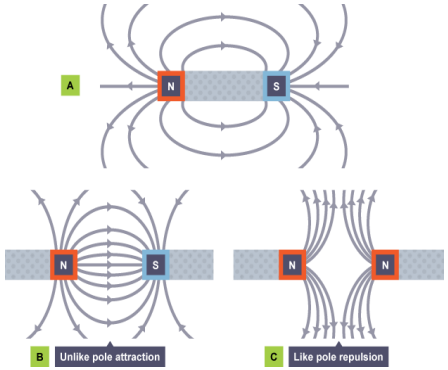
Część 2

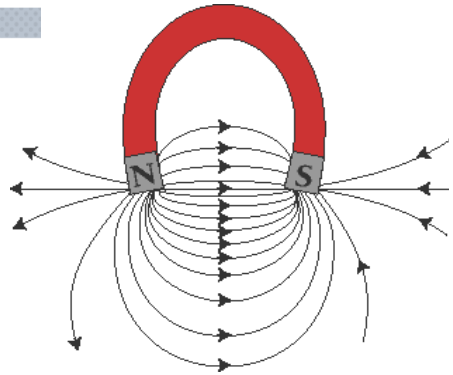
POLE MAGNETYCZNE

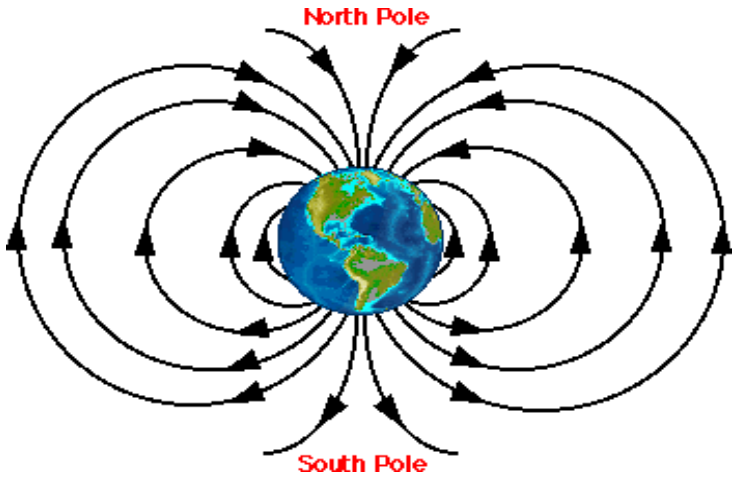
Pole magnetyczne – własność przestrzeni, w której siły działają na poruszające się ładunki elektryczne, a także na ciała mające moment magnetyczny niezależnie od ich ruchu. Pole magnetyczne, obok pola elektrycznego, jest przejawem pola elektromagnetycznego.



Current in wire | Loop of wire | Solenoid | Bar Magnet | The Earth





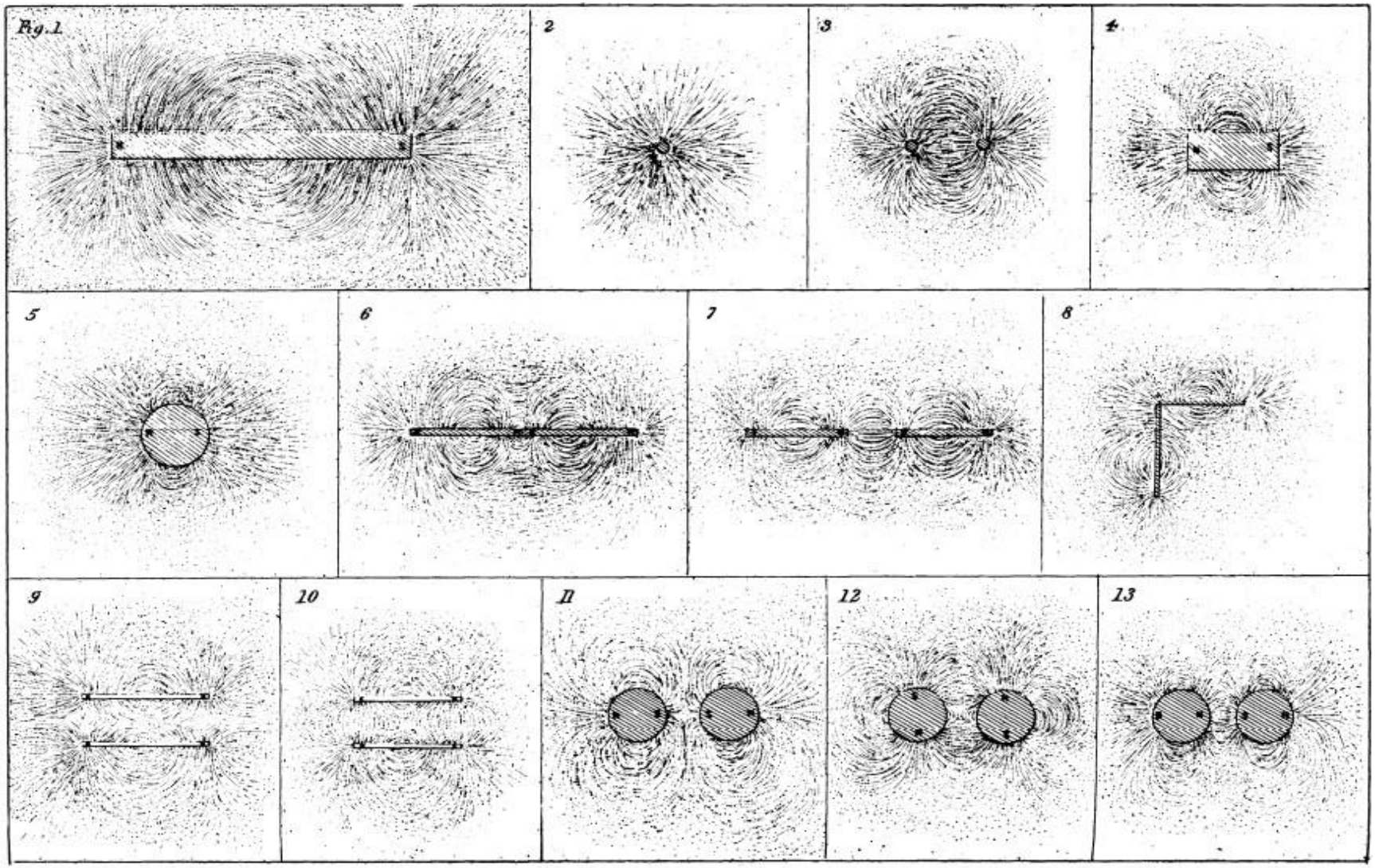


Natężenie pola i linie sił pola magnetycznego

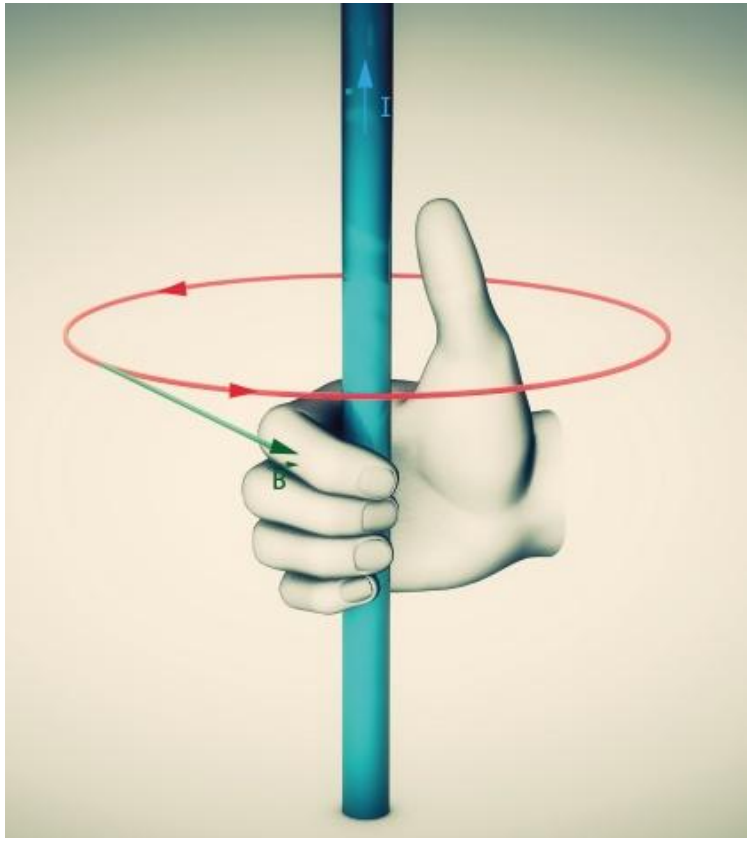
Linie sił pola magnetycznego są zawsze zamknięte nie tak jak linie sił pola elektrycznego, które zaczynają się i kończą na ładunkach

Pole magnetyczne prezentujemy graficznie rysując tzw. *linie pola magnetycznego* czyli linie wektora indukcji magnetycznej ***B***. Wektor ***B*** jest *styczny* do tych linii pola w każdym punkcie, a rozmieszczenie linii obrazuje wielkość pola - im gęściej rozmieszczone są linie tym silniejsze jest pole. Najsilniejsze pole występuje w pobliżu końców magnesu czyli w pobliżu *biegunów magnetycznych.*

Linie sił pola magnetycznego są zawsze zamknięte nie tak jak linie sił pola elektrycznego, które zaczynają się i kończą na ładunkach

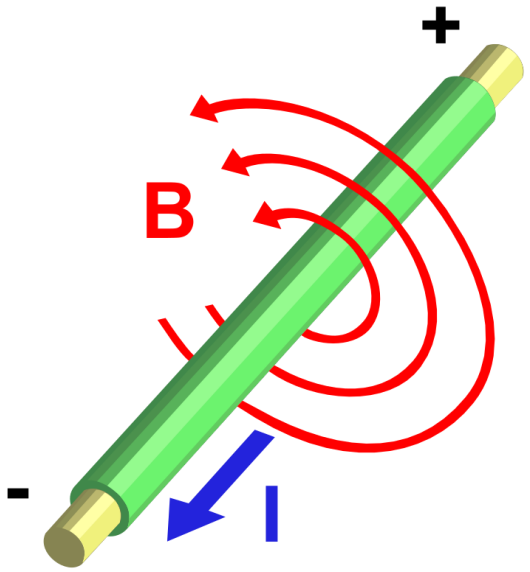


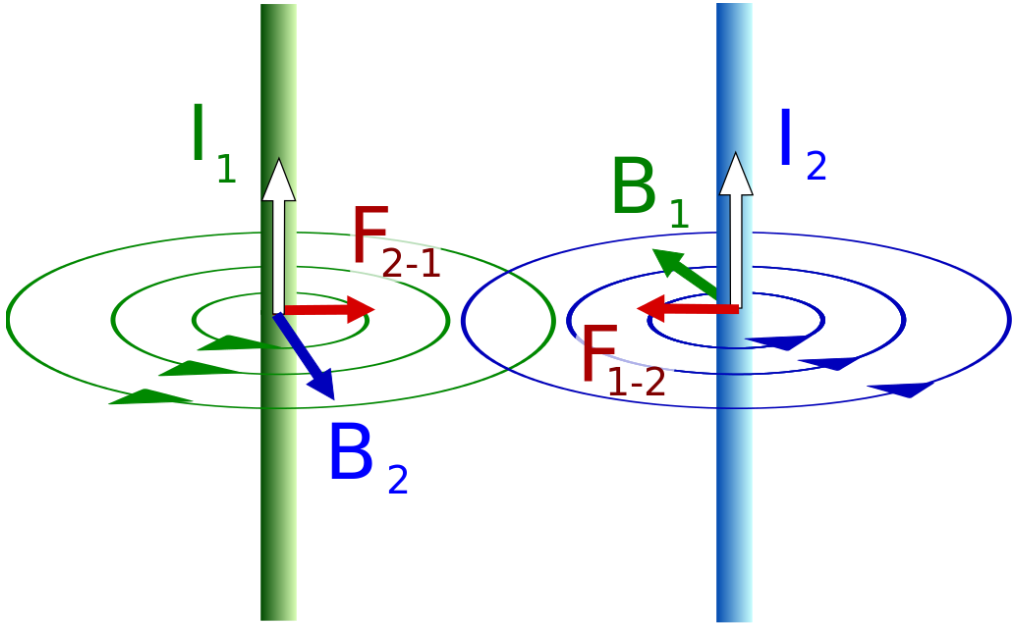
Źródłem pola magnetycznego są poruszające się ładunki elektryczne. Pole magnetyczne wokół przewodnika, w którym płynie prąd elektryczny.



$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$$

Prawo Ampere'a – prawo wiążące indukcję magnetyczną wokół przewodnika z prądem z natężeniem prądu elektrycznego przepływającego w tym przewodniku. Prawo to wynika z matematycznego twierdzenia Stokesa.
W wersji rozszerzonej przez J.C. Maxwella prawo to opisuje powstawanie pola magnetycznego w wyniku ruchu ładunku lub zmiany natężenia pola elektrycznego.

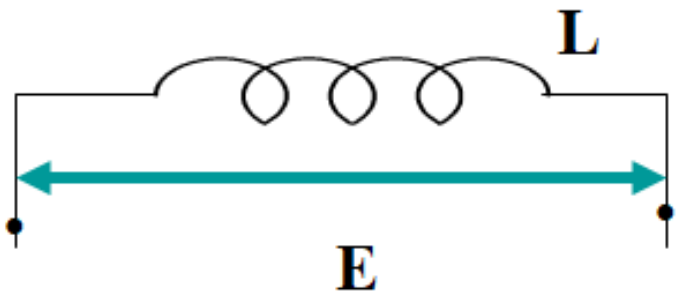




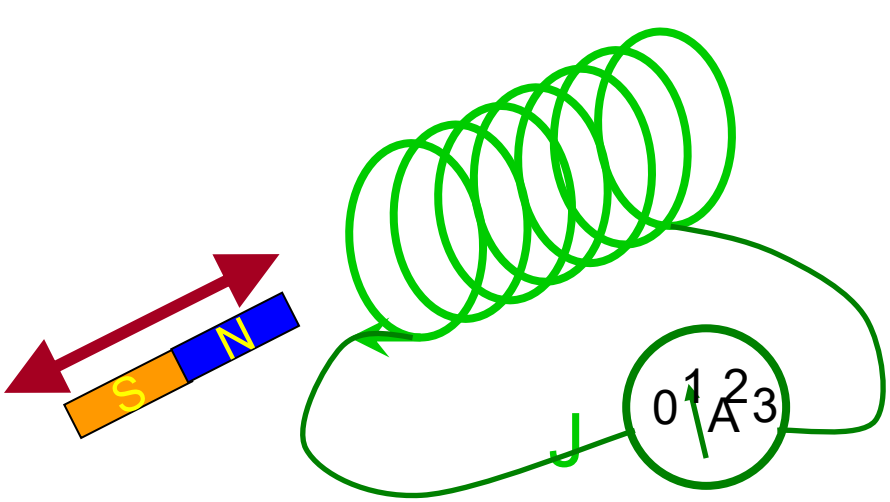
Cyrkulacja wektora natężenia pola magnetycznego jest równa sumie algebraicznej natężeń prądów płynących wewnątrz konturu całkowania.

Prawo indukcji Faradaya

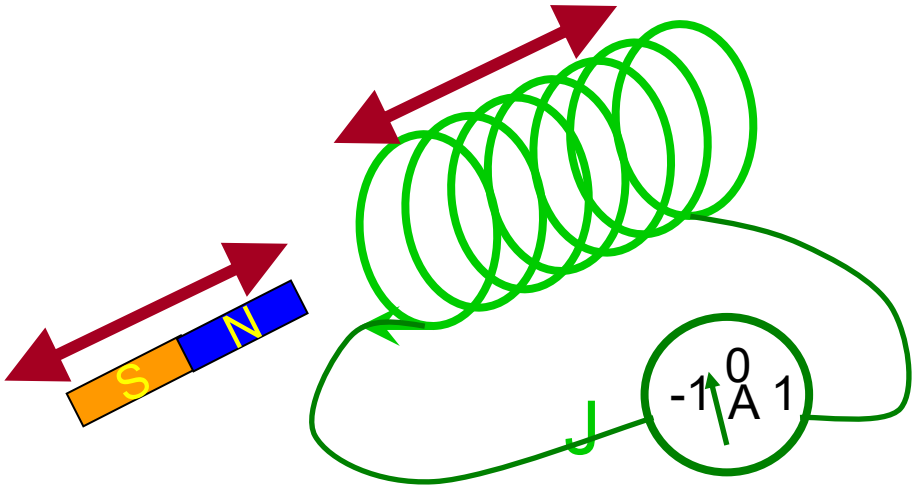
$$E = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$



Indukowana w obwodzie SEM jest równa szybkości, z jaką zmienia się strumień pola B, przechodzący przez ten obwód. Znak „-” dotyczy kierunku indukowanej SEM.



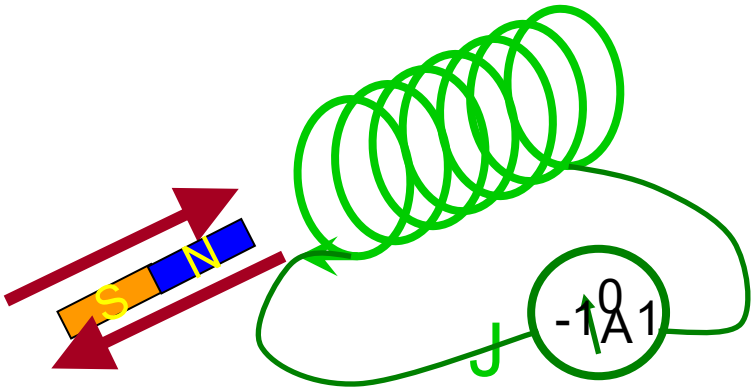
Zmiennym polem magnetycznym indukujemy prąd w obwodzie elektrycznym

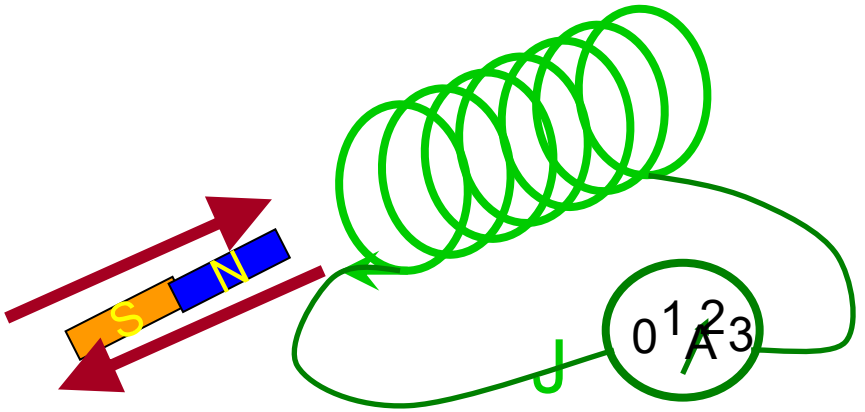


Efekt nie zależy od tego czy poruszamy cewką czy magnesem,

Prąd jest większy przy większej powierzchni cewki

Doświadczenie Faraday'a

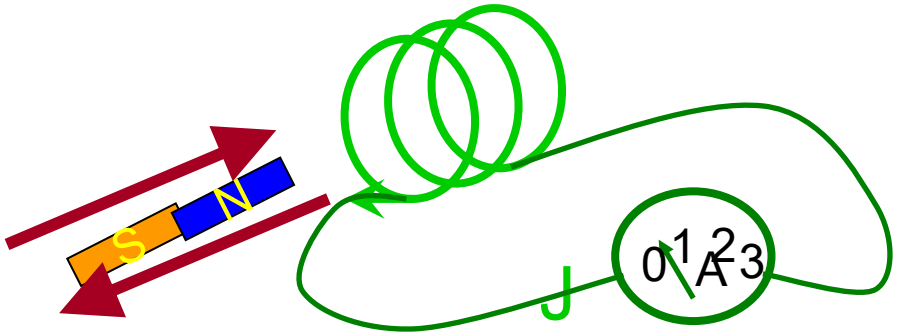




Kierunek prądu jest przeciwny przy wsuwaniu i wysuwaniu

Kierunek prądu zmienia się, gdy zmienimy orientację magnesu

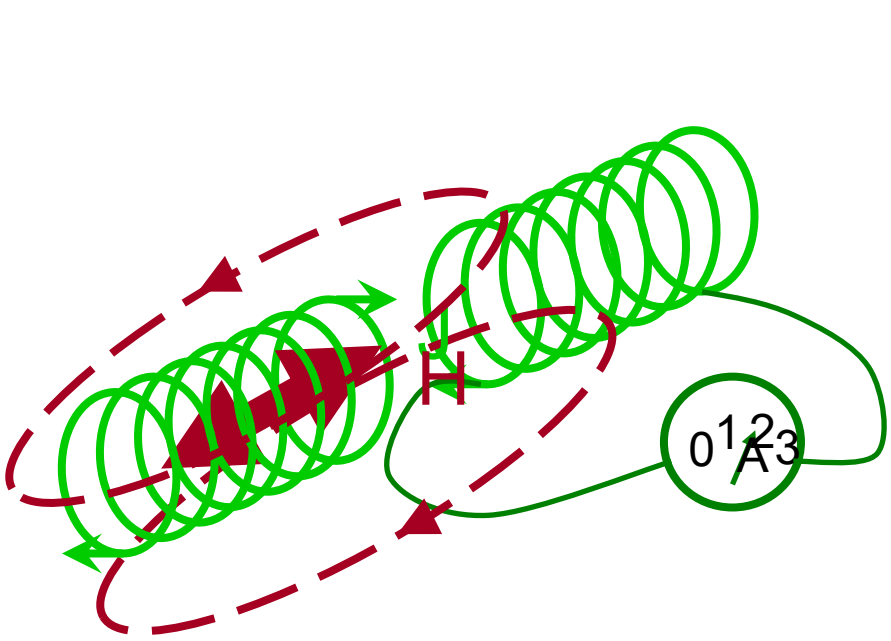
Prąd jest większy przy większym magnesie.



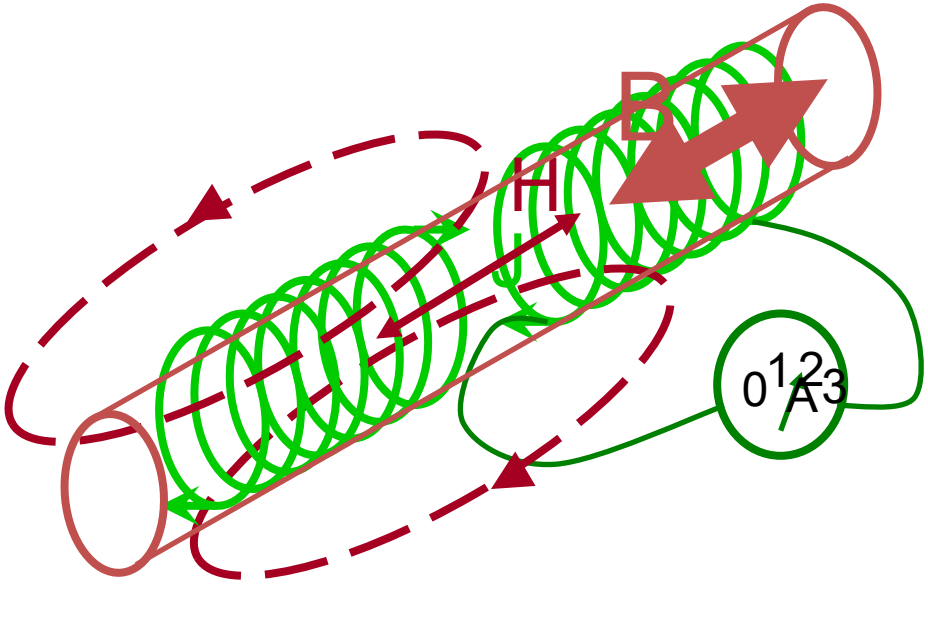
Prąd rośnie z ilością zwojów

Prąd indukowany:

- jest efektem czysto dynamicznym
- skaluje się z szybkością zmian (pochodną) strumienia pola magnetycznego
- skaluje się z ilością zwojów

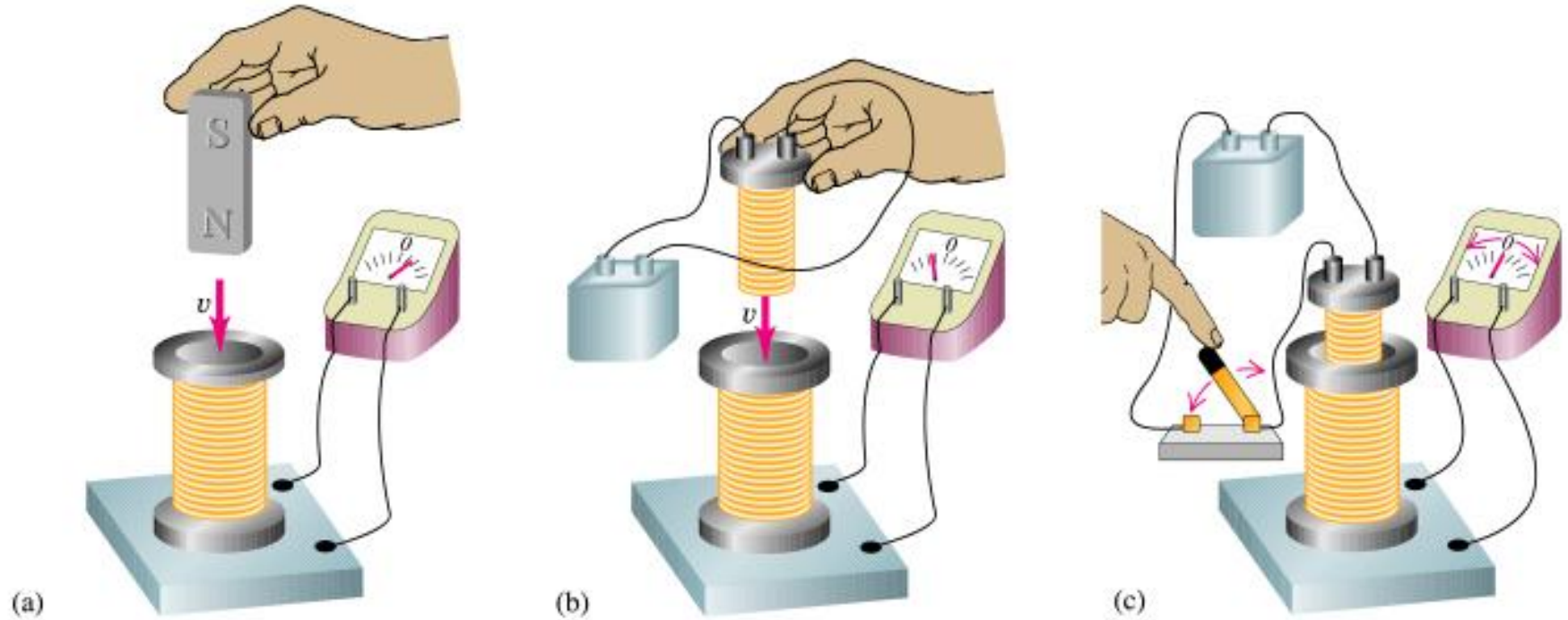


Zmienny prąd w cewce pierwotnej indukuje prąd w cewce wtórnej



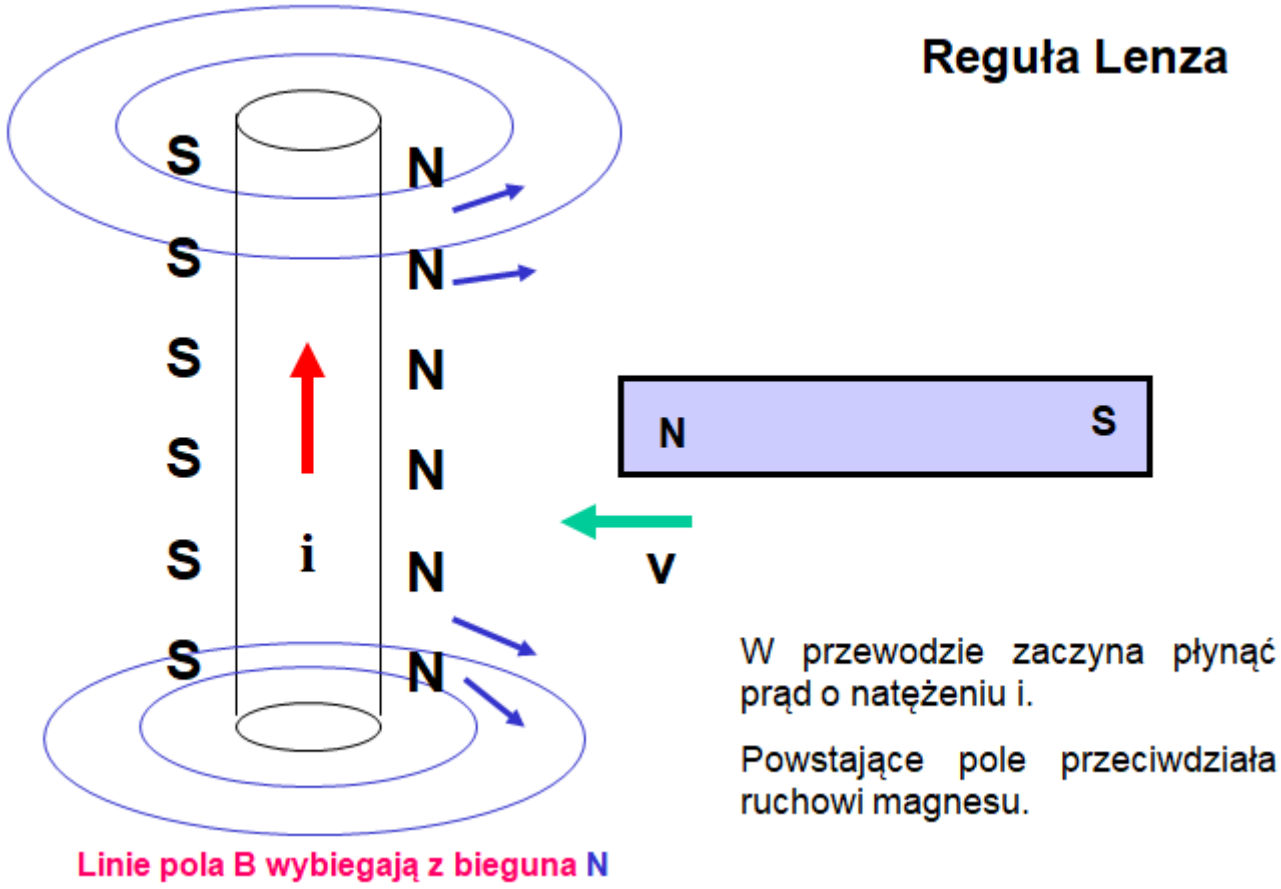
Umieszczenie rdzenia ferromagnetycznego w cewkach znacznie zwiększa indukowany prąd

Prawo Faraday'a



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\mathcal{E} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

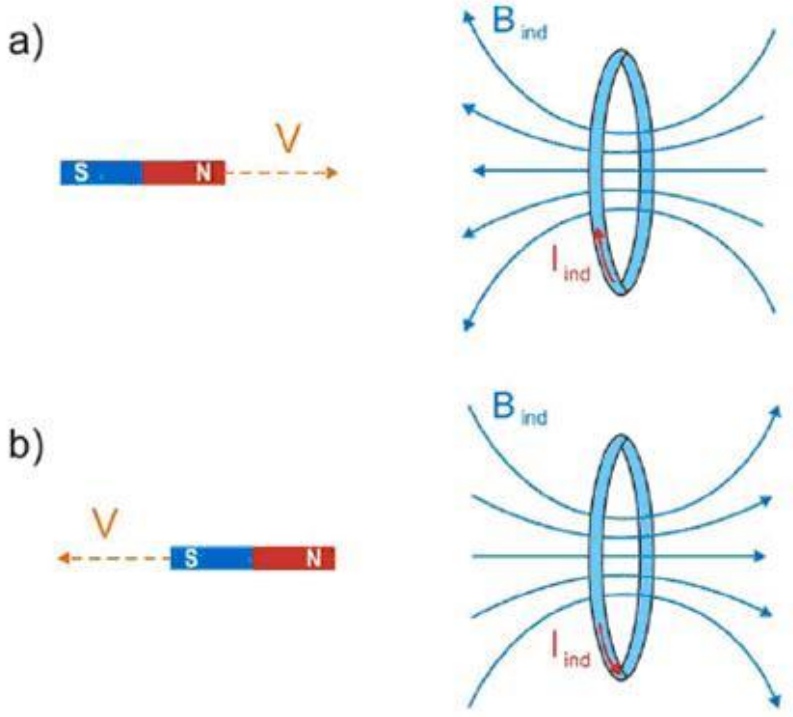


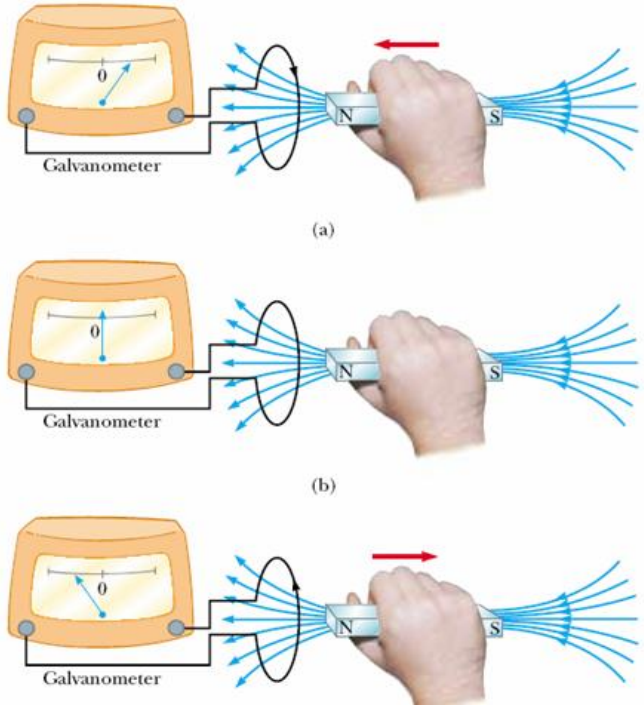
Mówi ona, że prąd indukcyjny (nazywany też prądem wtórnym) wzbudzony w przewodniku pod wpływem zmiennego pola magnetycznego, ma zawsze taki kierunek, że wytworzone wtórne pole magnetyczne przeciwdziała przyczynie (czyli zmianie pierwotnego pola magnetycznego), która go wywołała.

Reguła Lenza

"Każde zdarzenie wywołuje skutki, które działają przeciw zdarzeniu, które je wywołało."

Prąd indukowany w petli ma taki kierunek, że przeciwstawia się zmianie, która go wywołała. Kierunek prądu indukowanego w pętli zależy od tego czy strumień rośnie czy maleje (zbliżamy czy oddalamy magnes).





Związek między wektorami magnetycznymi

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M}$$

indukcja

natężenie pola

namagnesowanie

B - Indukcja magnetyczna – wszelkie prądy

H – Natężenie pola magnetycznego – prądy rzeczywiste

M – Namagnesowanie (dipolowy moment magnetyczny na jednostkę objętości)

Indukcja magnetyczna B

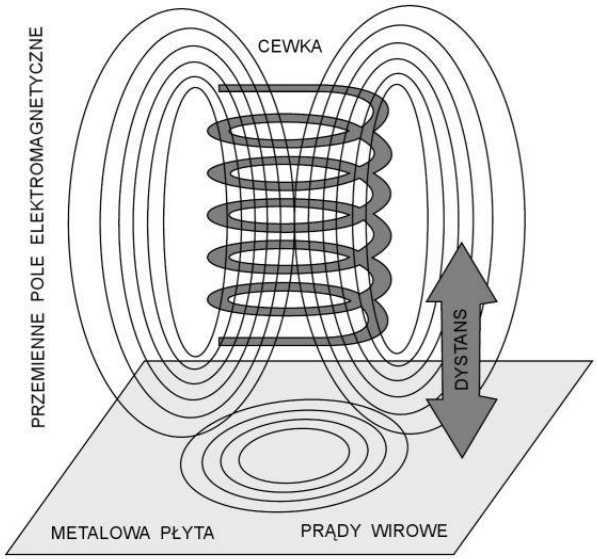
Jeżeli dodatni ładunek próbny porusza się w stronę punktu P z prędkością v i jeżeli na ten ładunek działa siła F, to w punkcie p istnieje pole B, gdzie B jest wektorem spełniającym związek:

$$\vec{F} = q_0(\vec{v} \times \vec{B})$$

F – siła działająca na ładunek elektryczny z powodu jego ruchu w polu magnetycznym,
q – ładunek elektryczny,
v – prędkość ładunku,

Prądy wirowe

Prądy wirowe (prądy Foucaulta) – prądy indukcyjne wzbudzane w metalach znajdujących się w zmiennym polu magnetycznym

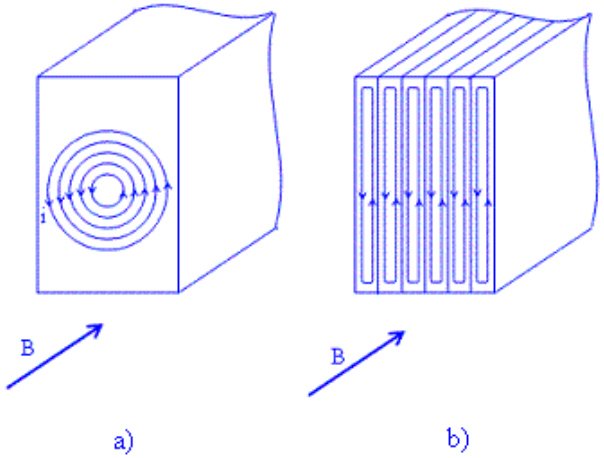


Zastosowania

Metoda prądów wirowych polega na wzbudzaniu zmiennego pola elektromagnetycznego w badanym materiale i odbieraniu reakcji materiału poprzez sondę badawczą.

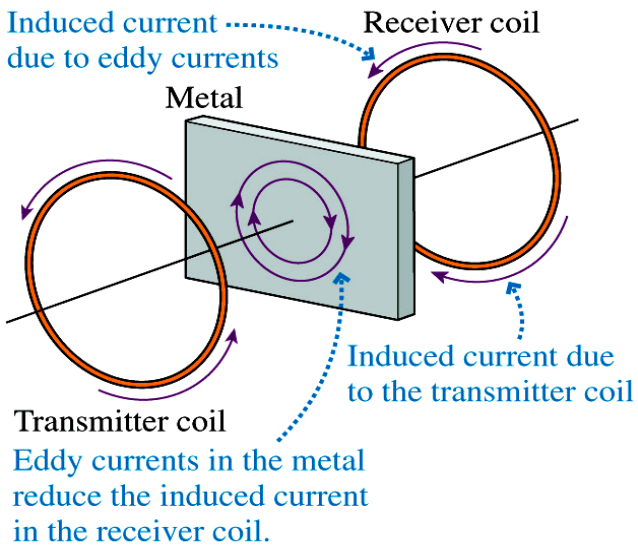
Zakres badań materiałowych:

- rodzaju materiału
- grubości materiału
- grubości powłok metalicznych jak i niemetalicznych np. powłok lakierniczych
- warunków obróbki cieplnej jak i uszkodzeń na skutek obróbki cieplnej
- głębokości zahartowania powierzchni, twardości powierzchni
- diagnostyki maszyn do pomiarów drgań - giętych i wzdłużnych, np. wałów
- defektoskopii wiroprądowej tj. pomiaru struktury metali pod kątem rys, zawalcowań, pęknięć, pustek i wtrąceń np. rur, wałów.

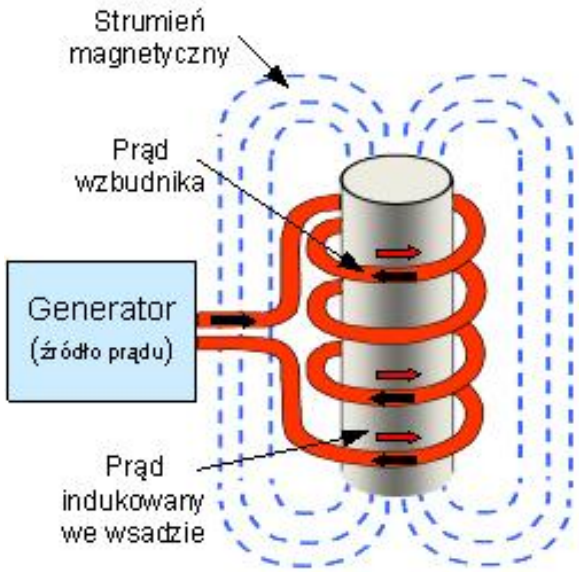


Prądy wirowe

Wykrywacz metali (nie tylko magnetycznych jak żelazo)



Piece indukcyjne - cewki zasilane prądem o wysokiej częstotliwości (tysiące Hz) i dużym natężeniu (kilkuset A).



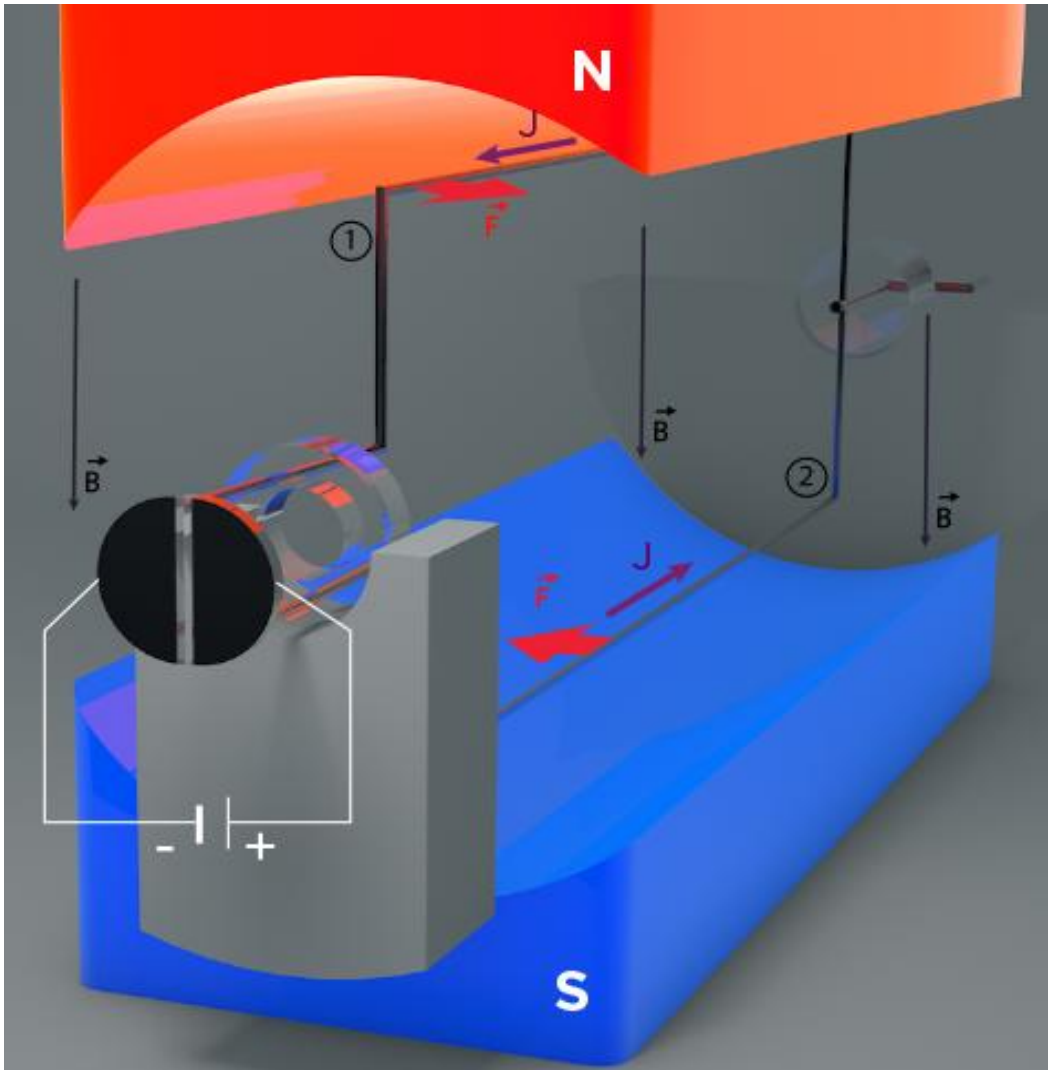
Kuchenki indukcyjne

Prądy wirowe

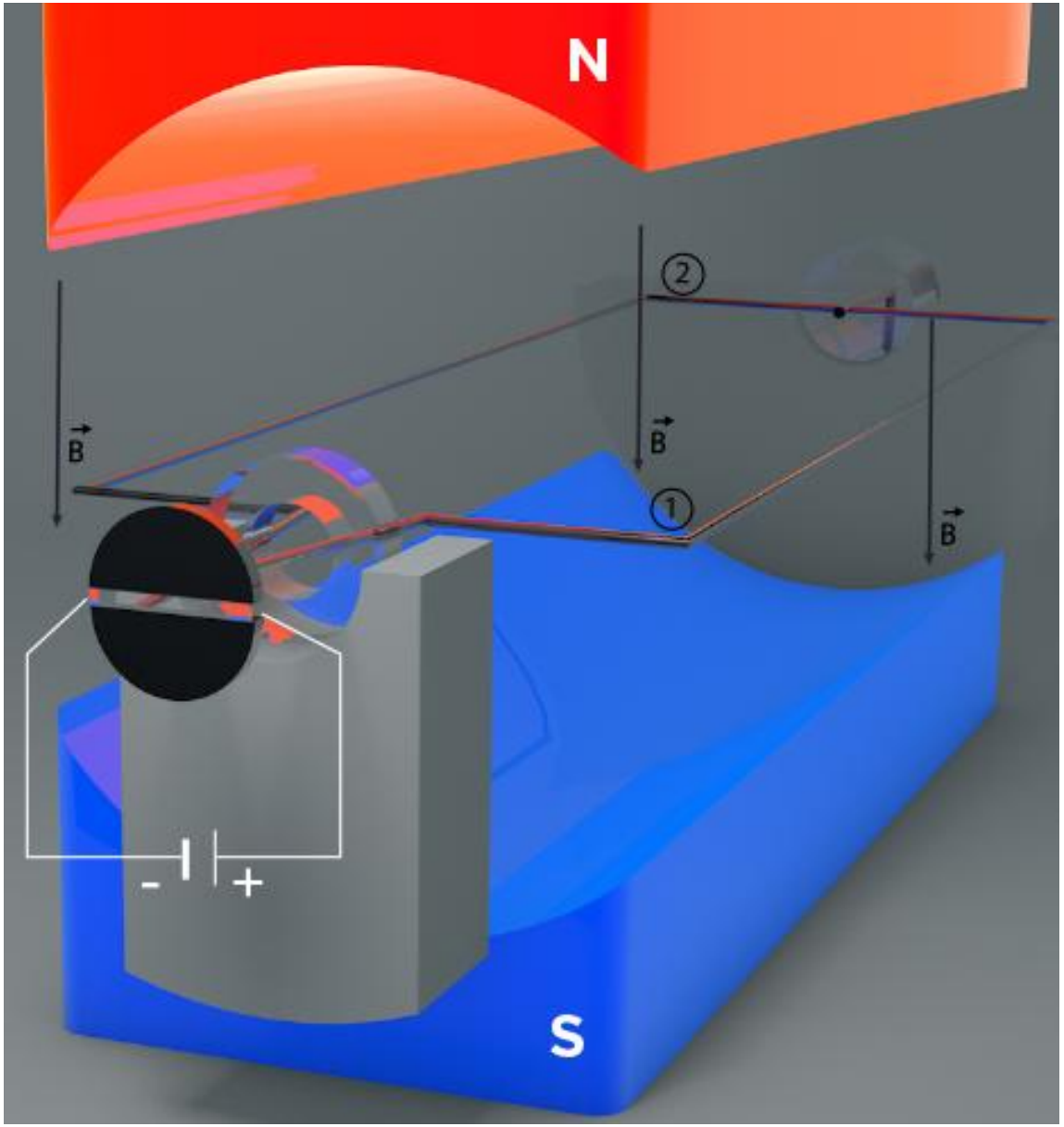
Licznik indukcyjny

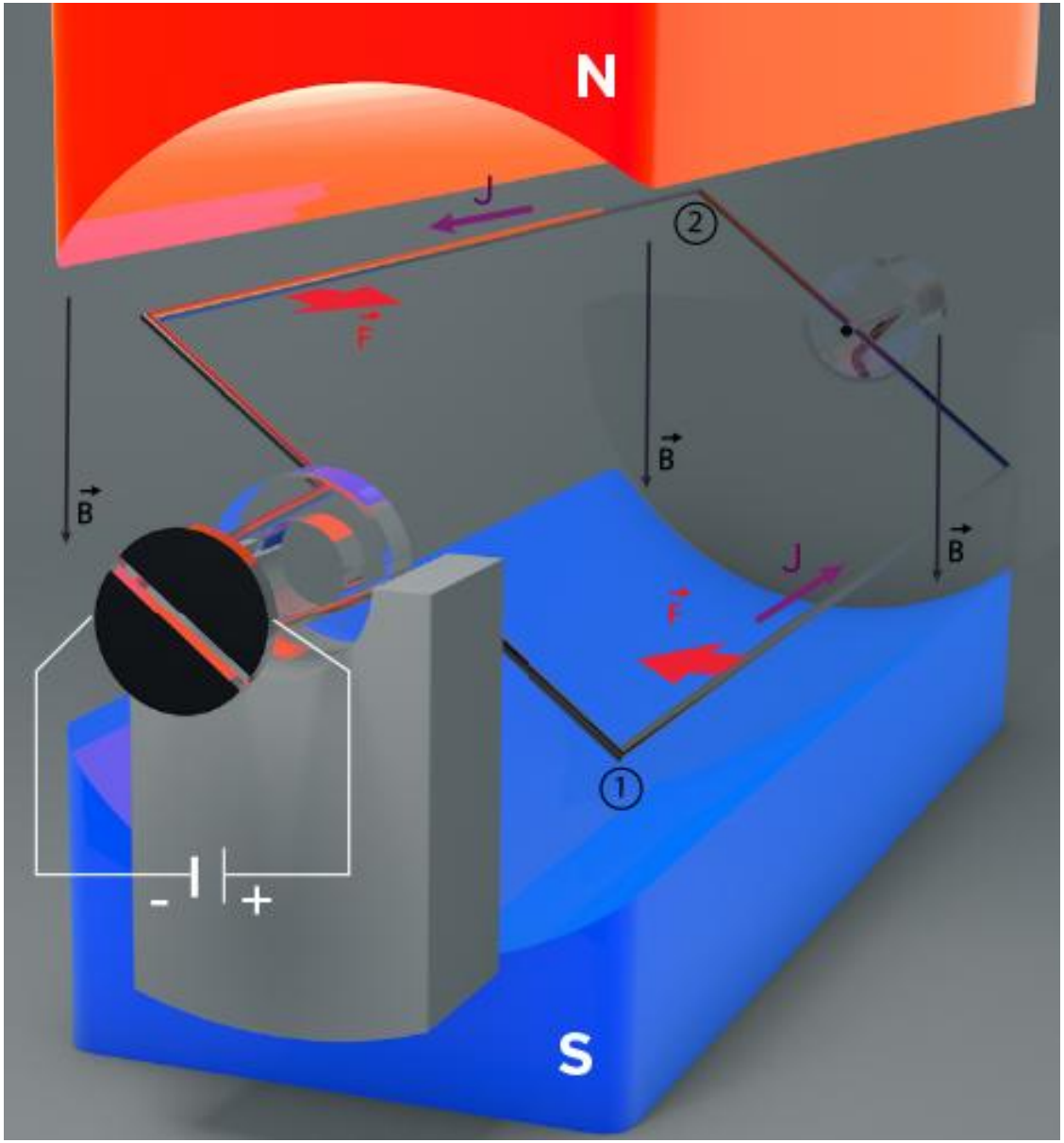
Aluminiowa tarcza porusza się pod wpływem wirowego pola magnetycznego wytworzonego przez dwie cewki. W jednej cewce płynie prąd proporcjonalny do natężenia prądu pobieranego przez odbiorcę, w drugiej do napięcia. Cewki są tak umieszczone, że powstający moment napędowy jest proporcjonalny do iloczynu chwilowej wartości prądu i napięcia (a więc licznik "mierzy" moc czynną), a ten z kolei jest równoważony poprzez moment hamujący, który powstaje w wyniku obrotu tarczy między biegunami magnesu trwałego i jest proporcjonalny do szybkości ruchu tarczy.

Siła elektrodynamiczna

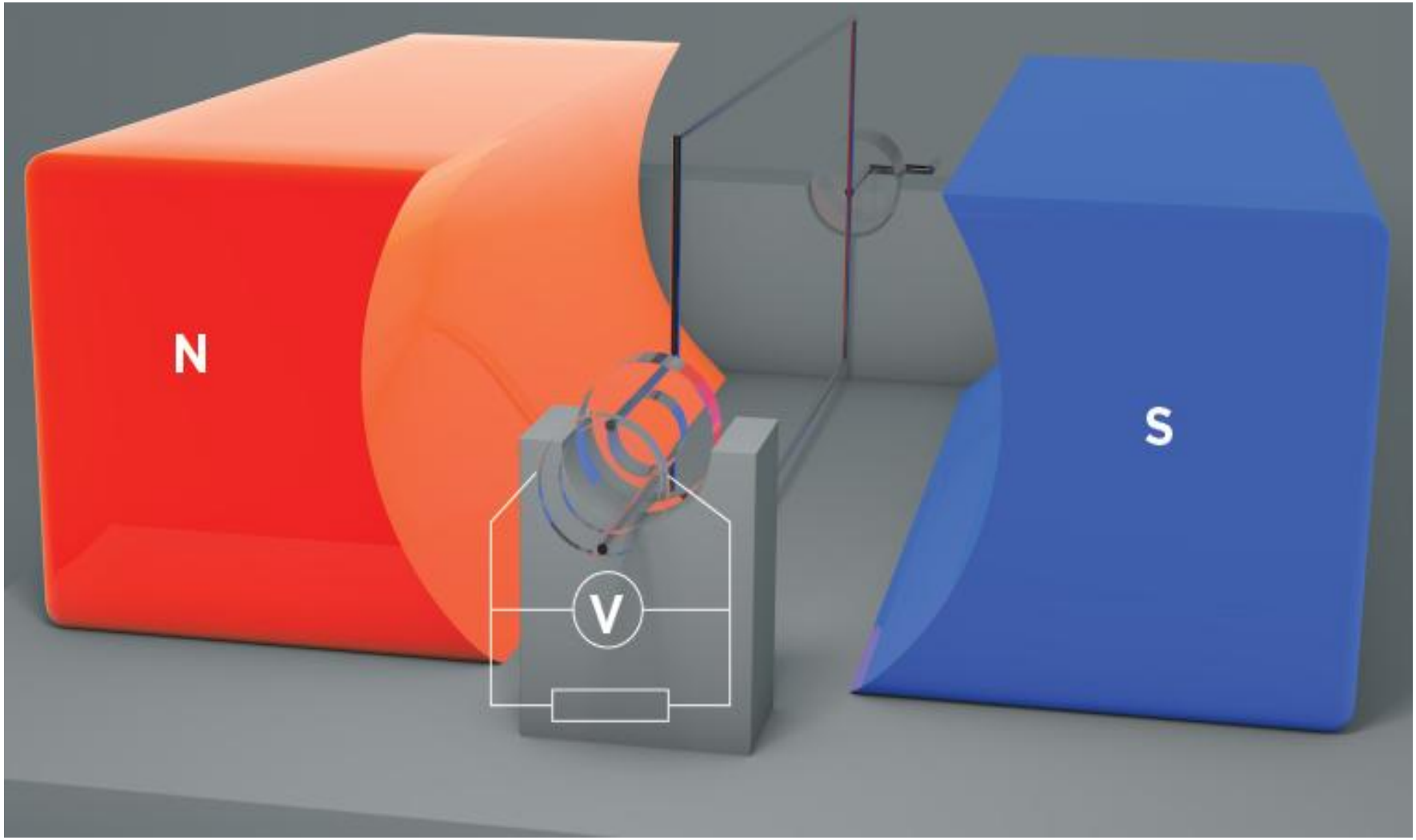


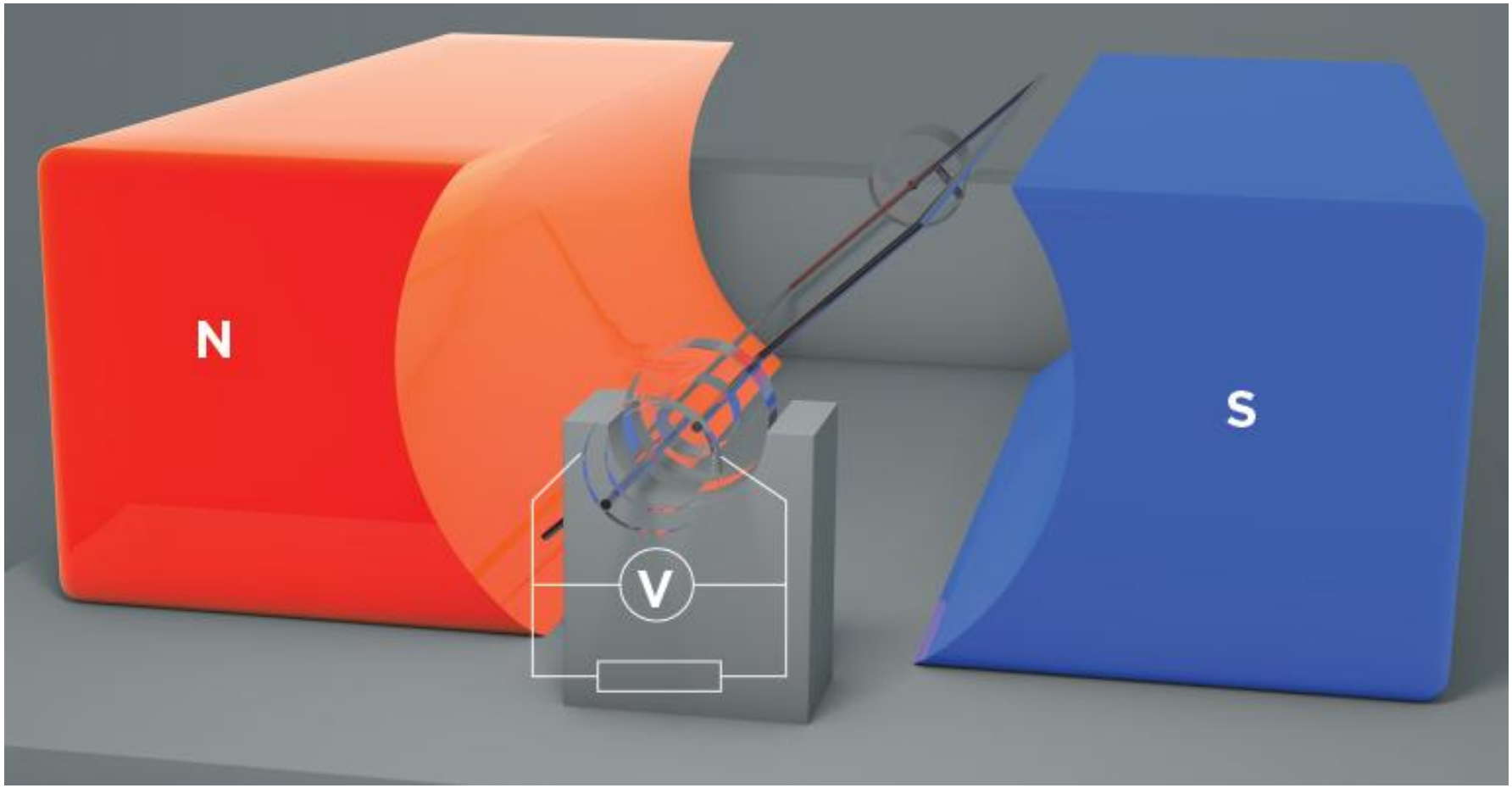
Fizyczne podstawy działania silników elektrycznych

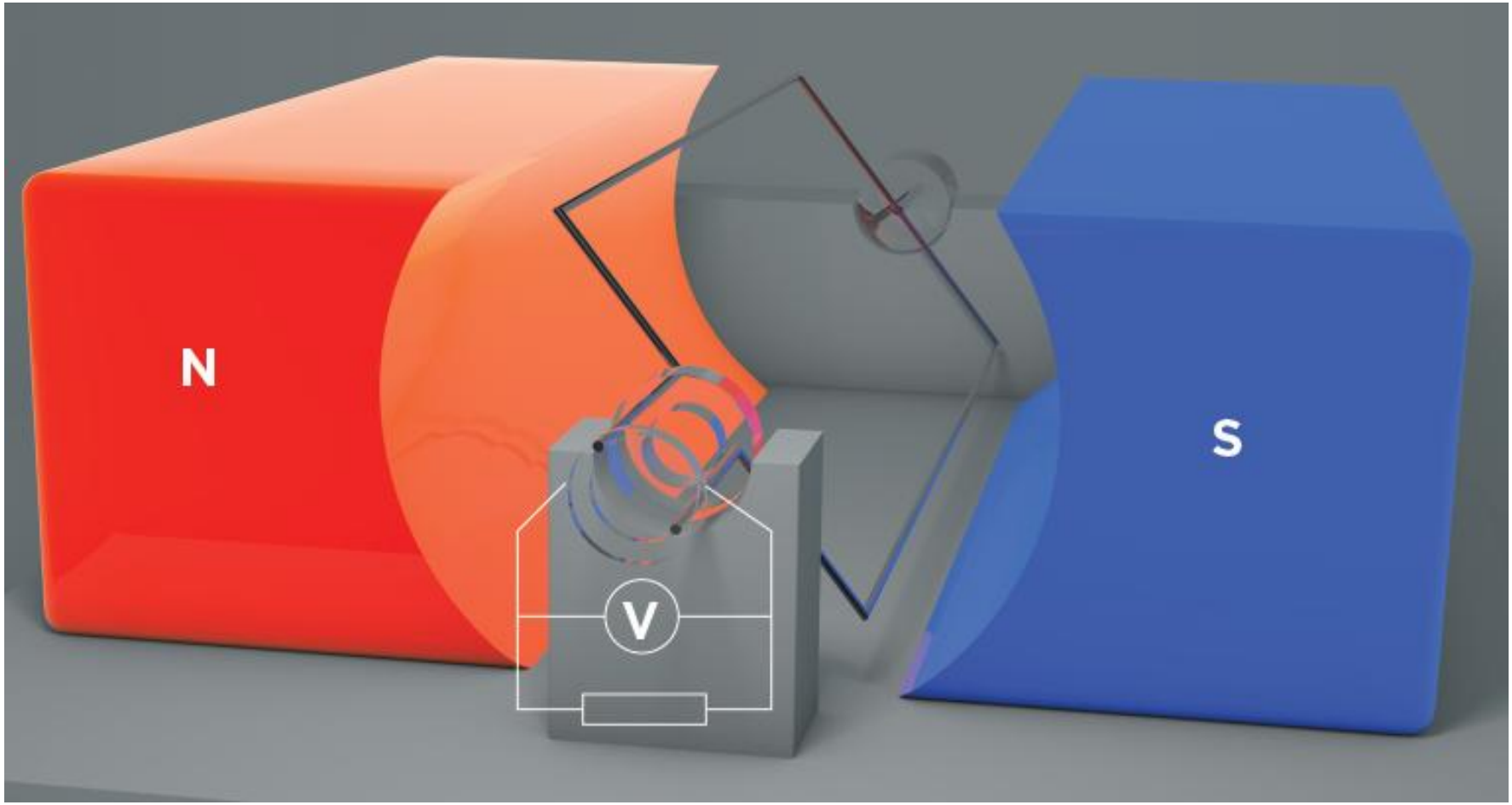

N
2
B
B
1
B
-
+
S


N
J
2
F
B
B
B
J
F
1
-
+
S

Prądnica prądu przemiennego

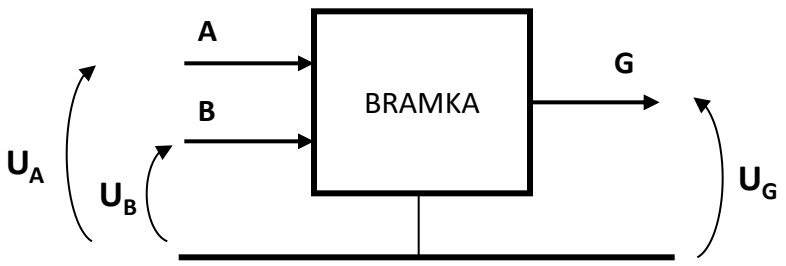


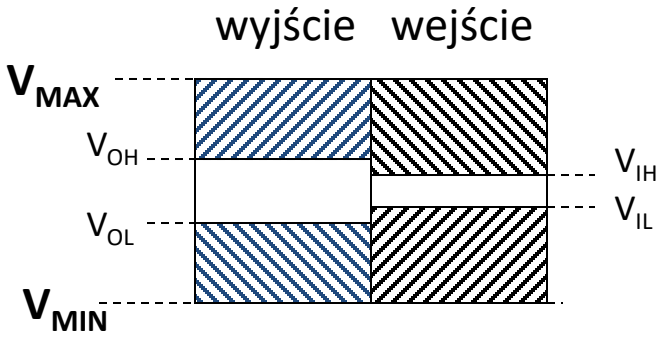

N
S
V


N
S
V

BRAMKI LOGICZNE

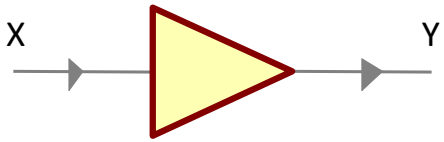
W układach fizycznych napięcie elektryczne może reprezentować stany logiczne.
Bramką nazywamy prosty obwód elektroniczny realizujący funkcję logiczną.
Pewien zakres napięcia odpowiada stanowi logicznemu 0, a inny zakres stanowi logicznemu 1.
Zwyczajowo stanowi 0 przypisujemy niższe napięcie niż stanowi 1 dlatego stan logiczny 0 nazywamy stanem logicznym **niskim** i oznaczamy **L** (ang. *low*), a stan logiczny 1 nazywamy stanem logicznym **wysokim** i oznaczamy **H** (*ang. high*)
Dopuszczalne poziomy napięć dla wejść i wyjść bramek są rozsunięte dla zapewnienia marginesu zakłóceń.
V_{OH} minimalne napięcie wyjścia w stanie wysokim
V_{OL} maksymalne napięcie wyjścia w stanie niskim
V_{IH} minimalne napięcie wejścia w stanie wysokim
V_{IL} maksymalne napięcie wejścia w stanie niskim



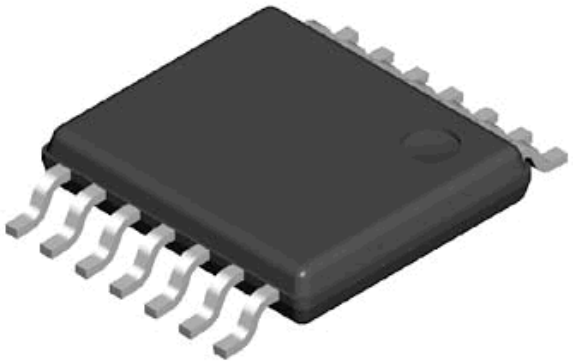


Sterowane mogą być tylko wejścia bramki !

Bramka buforująca: BUF



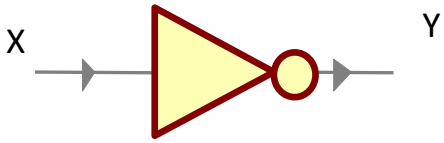
X	Y
0	0
1	1

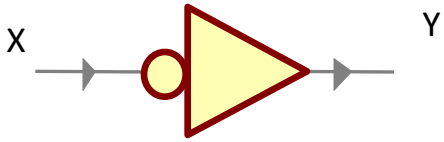


TSSOP

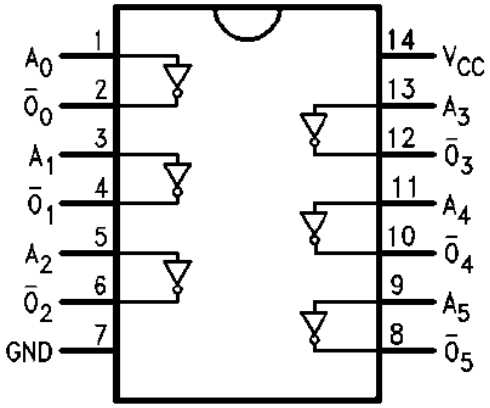
Bramka negacji: NOT, INV

W przyjętej konwencji symboliki bramek kółko na linii sygnałowej oznacza negację zmiennej



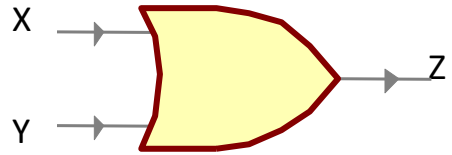


X	Y
0	1
1	0

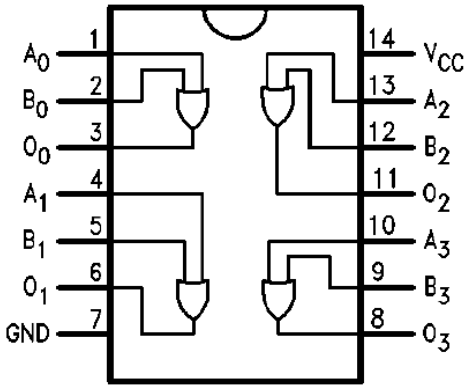


7404

Bramka OR

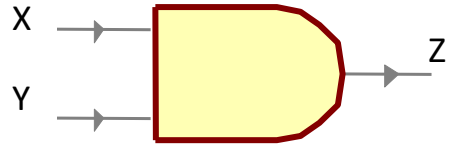


X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

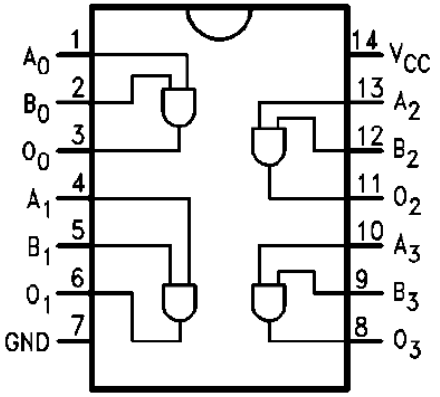


7432

Bramka AND

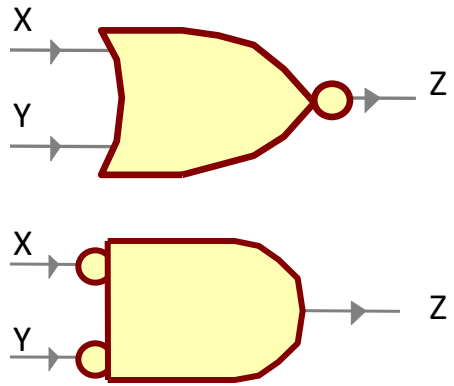


X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

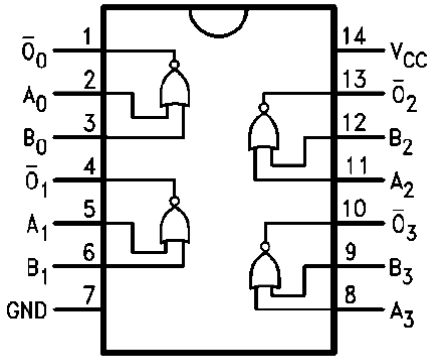


7408

Bramka NOR Konwersja symbolu wg. reguły *„bubble pushing”*

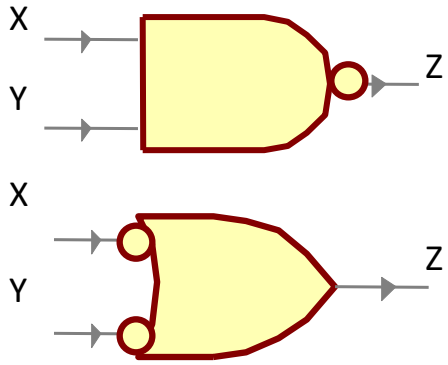


X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

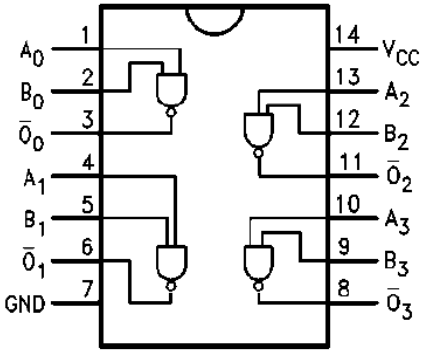


7402

Bramka NAND *„bubble pushing”*

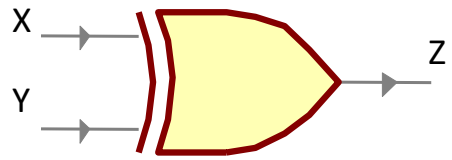


X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



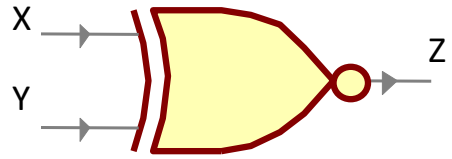
7400

Bramka XOR



X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Bramka XNOR



X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Zachowanie bramki logicznej może być zapisane w postaci tablicy prawdy lub opisu słownego

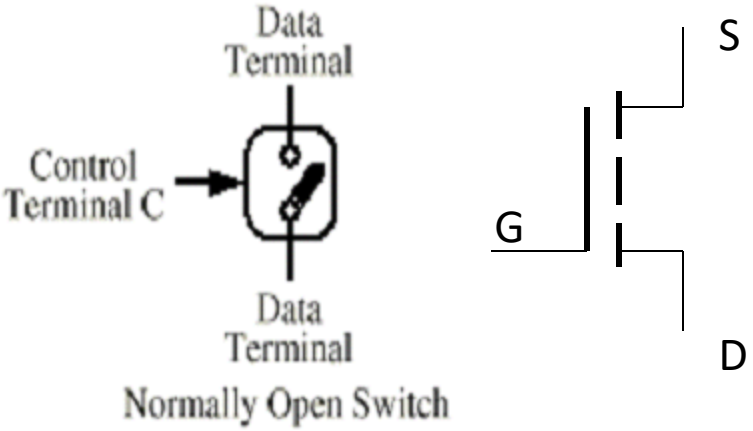
Funkcja	Operator	Opis
NOT, INVERTER	C=A’	C jest jeden jeżeli A jest 0
AND	C=A • B	C jest jeden jeżeli A i B są jeden
OR	C=A + B	C jest jeden jeżeli A lub B są jeden
XOR	C=A ⊕ B	C jest jeden jeżeli albo A albo B jest jeden.
NAND	C=A ↑ B	C jest jeden jeżeli A lub B są zero
NOR	C=A ↓ B	C jest jeden jeżeli A i B są zero
BUF	C=A ≡ B	C jest jeden jeżeli A i B są takie same

Klucz jest elementem trójkońcówkowym składającym się z dwóch równoważnych linii danych A i B i jednego wejścia sterującego **C**

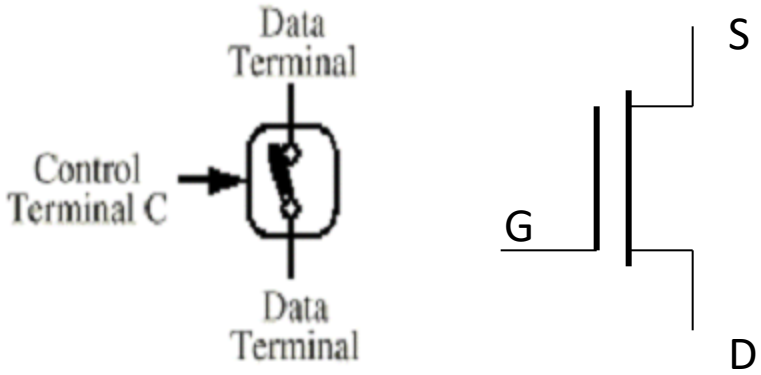
- Kiedy C=0 klucz znajduje się w stanie normalnym,
- Kiedy C=1 klucz jest aktywny.

Klucz normalnie otwarty w stanie normalnym nie przewodzi. Węzły A i B rozwarte

Klucz normalnie zamknięty w stanie normalnym przewodzi. Węzły A i B zwarte



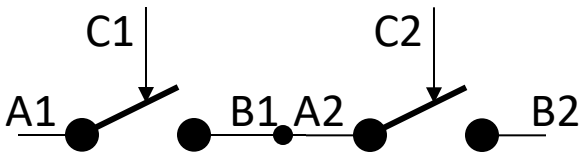
Normally Open Switch



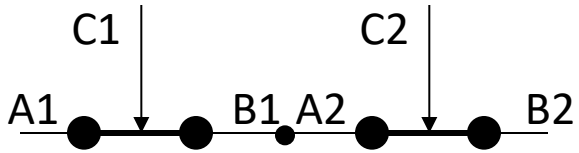
Normally Closed Switch

W algebrze kluczy klucz przyjmuje wartość „prawda” jeżeli przewodzi.

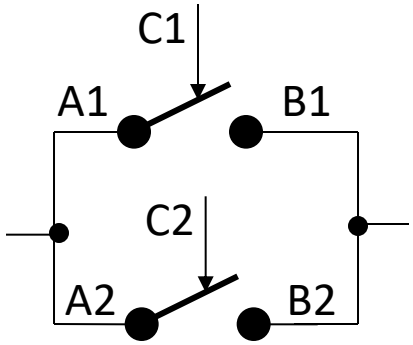
Funkcja AND C1•C2



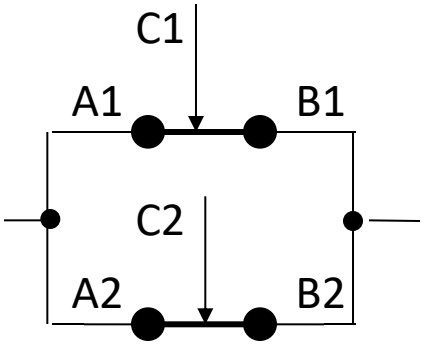
Funkcja NOR (C1’ • C2’)



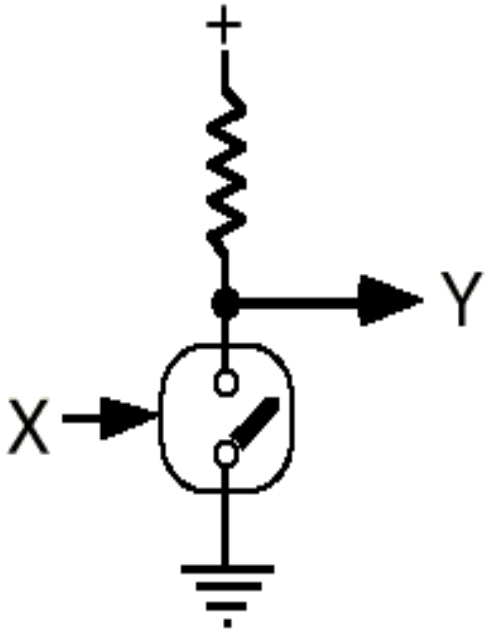
Funkcja OR C1+C2

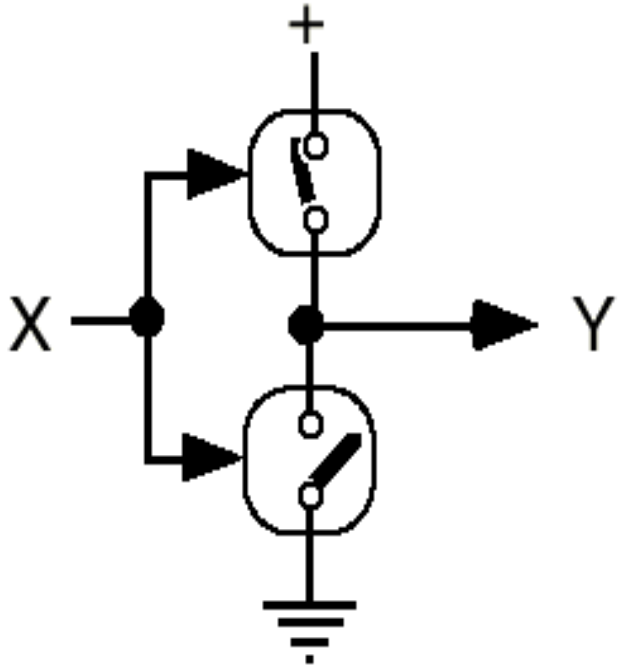


Funkcja NAND C1 •C2=(C1’+C2’)

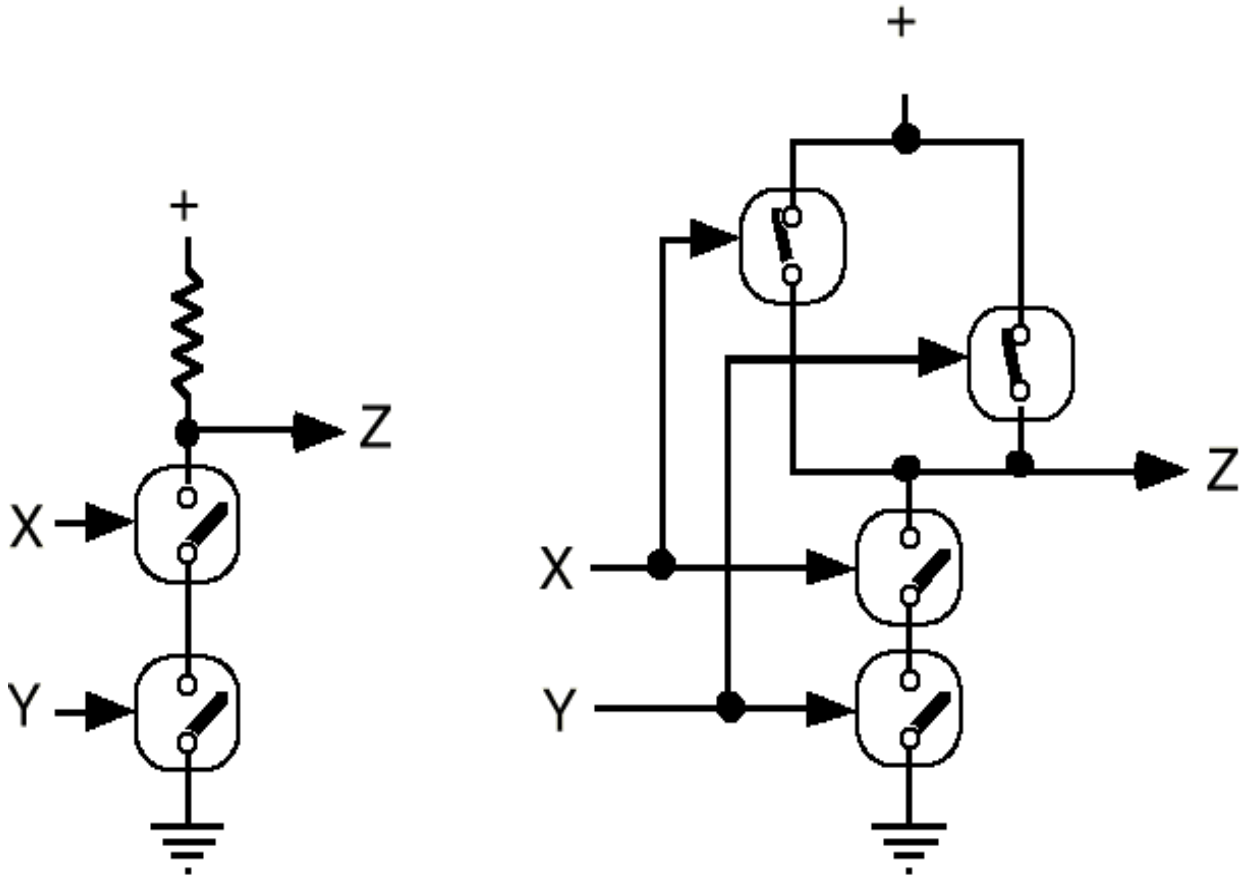


NOT

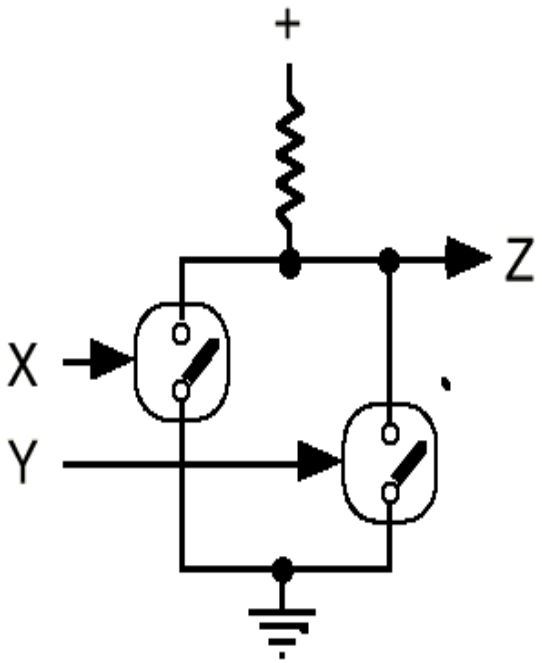


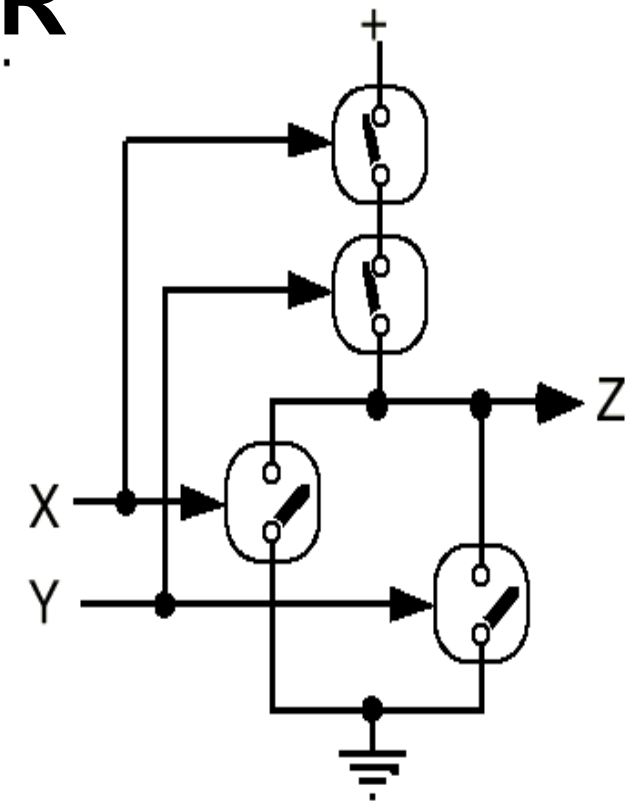


NAND



NOR



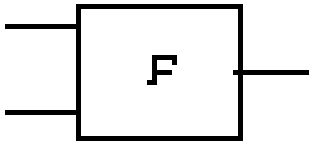


1) Jeżeli założymy, że dodatnia wartość napięcia na bramce odpowiada stanowi logicznemu **1** to mówimy że układ pracuje w logice **dodatniej**,

2) Jeżeli założymy, że dodatnia wartość napięcia na bramce odpowiada stanowi logicznemu **0** to mówimy że układ pracuje w logice **ujemnej**,

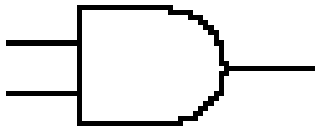
3) W praktyce bramki realizuje się w logice dodatniej

Bramka fizyczna



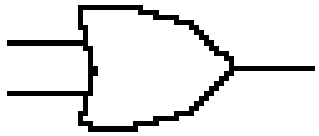
A	B	F
low	low	low
low	high	low
high	low	low
high	high	high

Logika dodatnia



A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

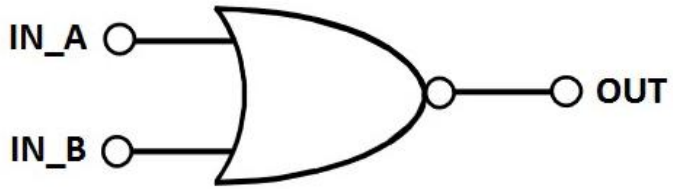
Logika ujemna



A	B	F
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Bramka NOR

(NOT OR)

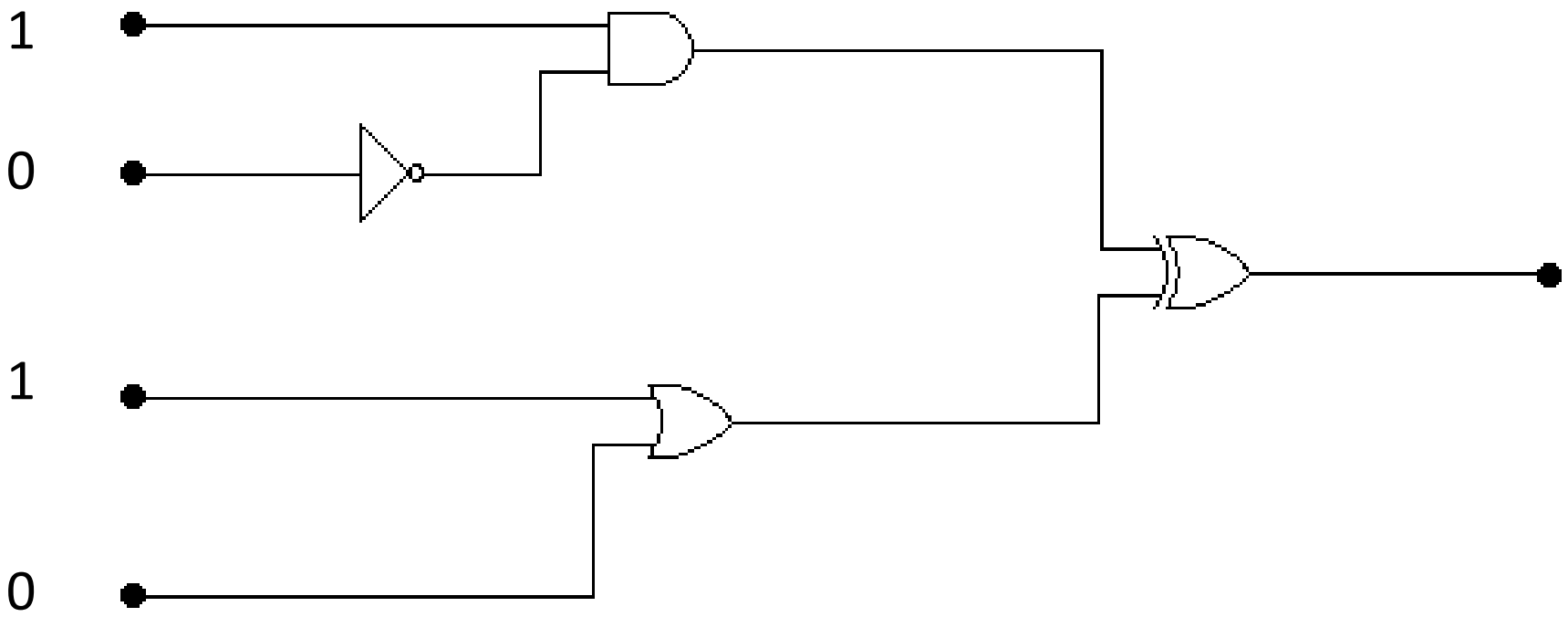


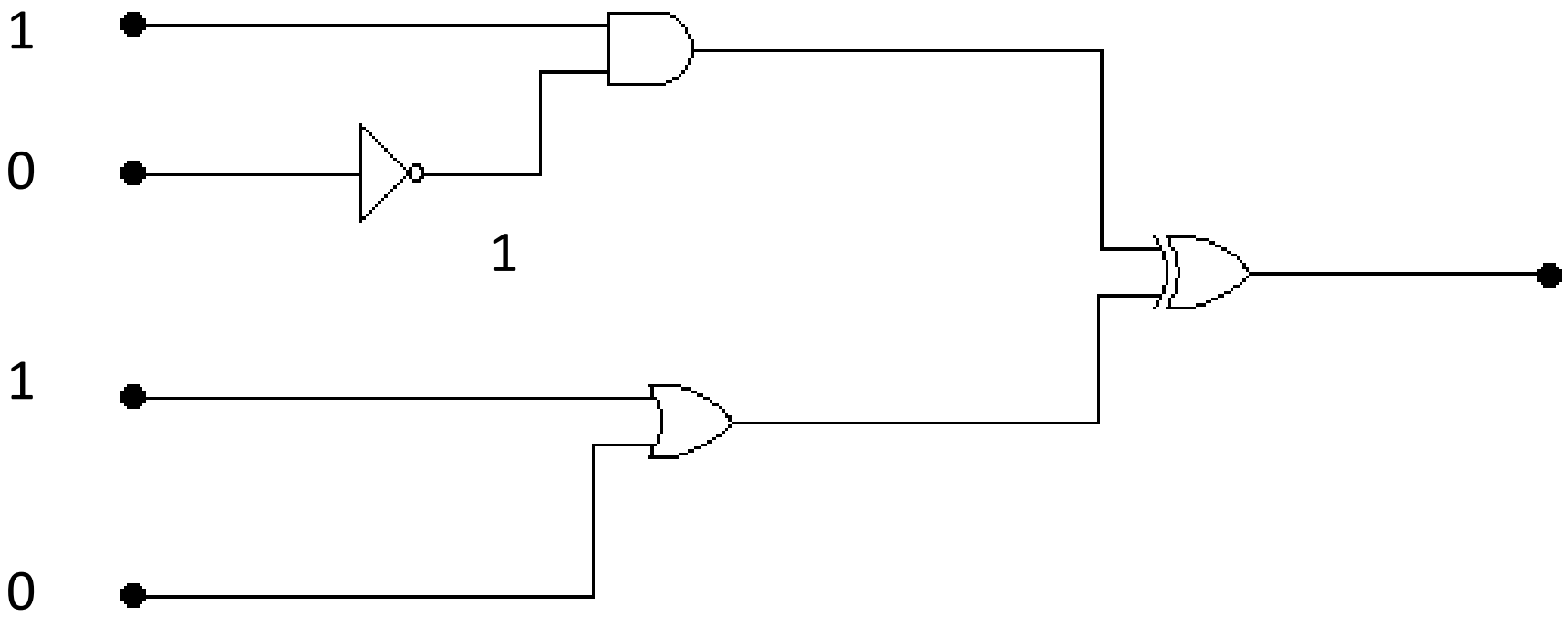
Język drabinkowy
(ladder diagram):

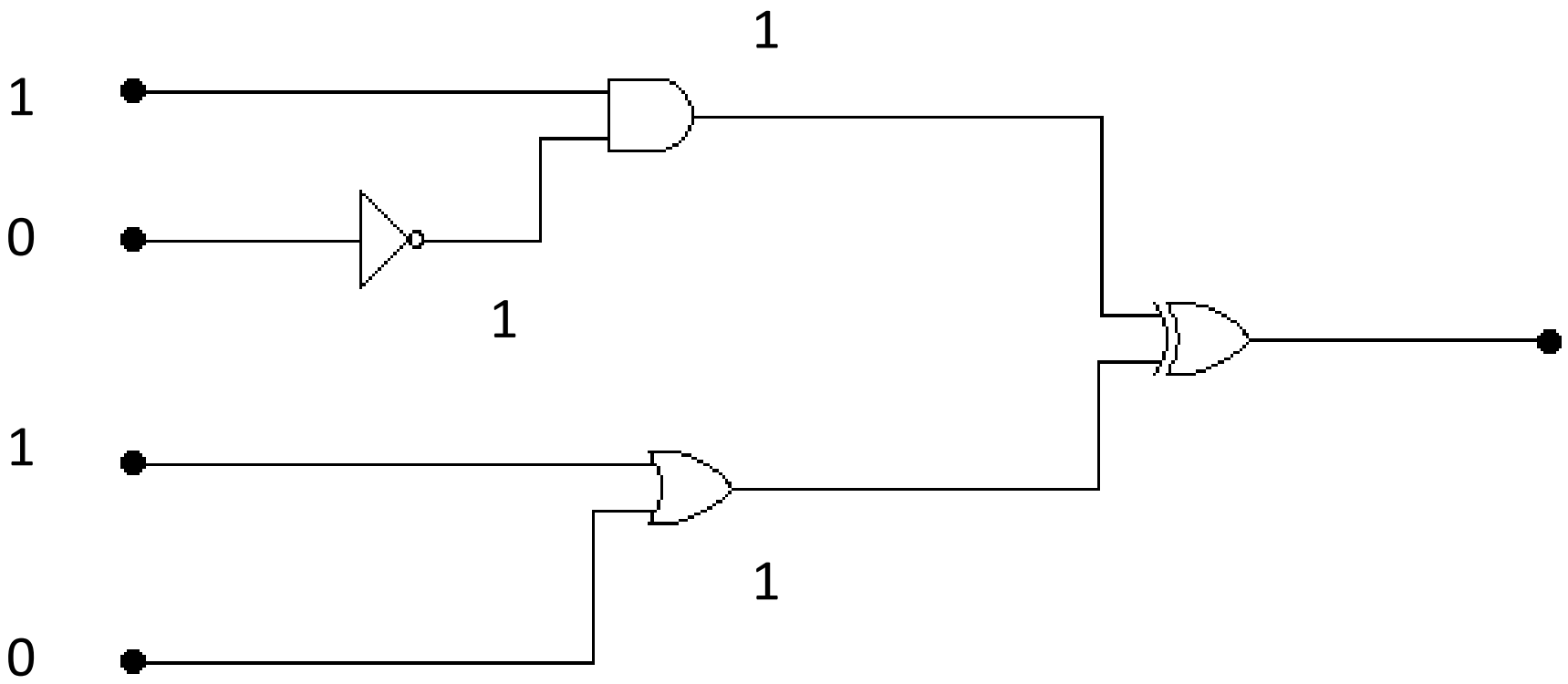
Tabela prawdy

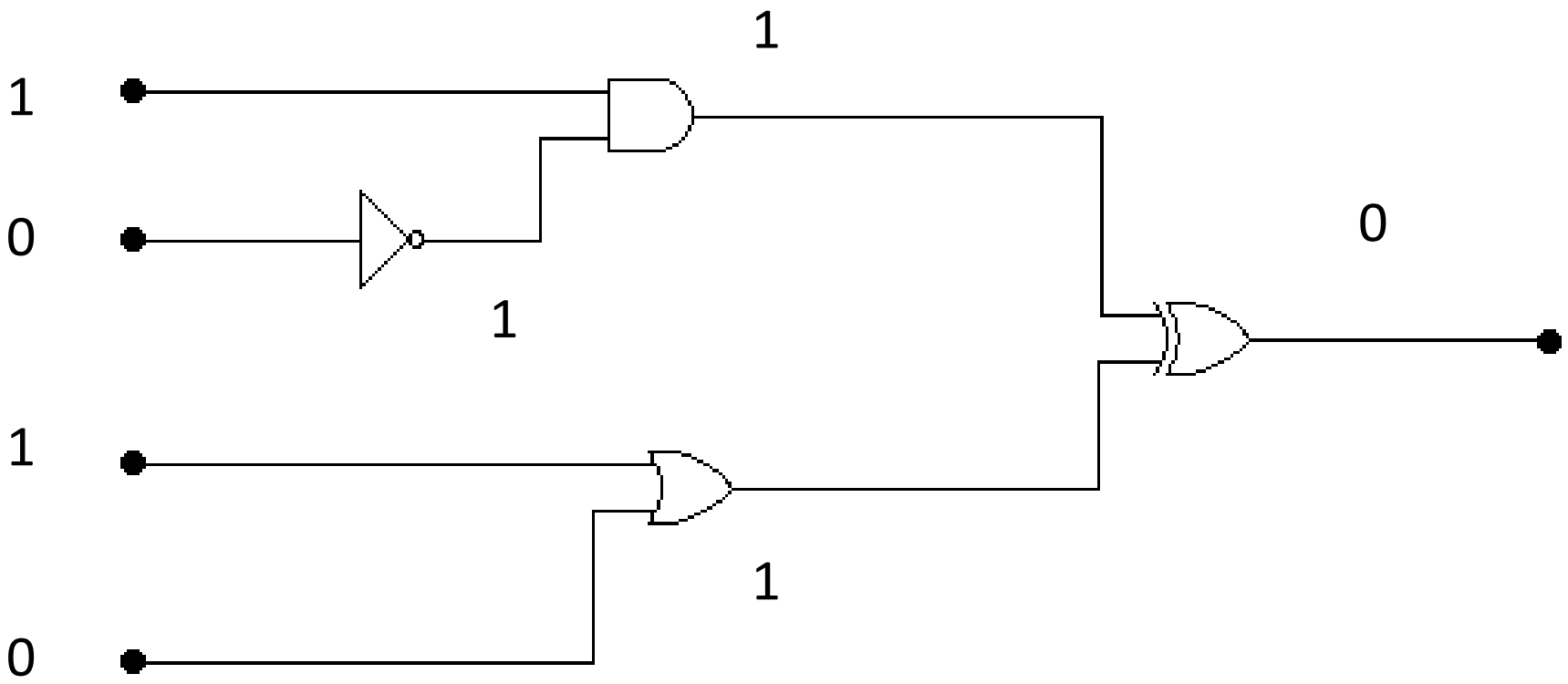
WEJŚCIA		WYJŚCIE
IN_A	IN_B	OUT
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ANALIZA PRZYKŁADOWEGO UKŁADU

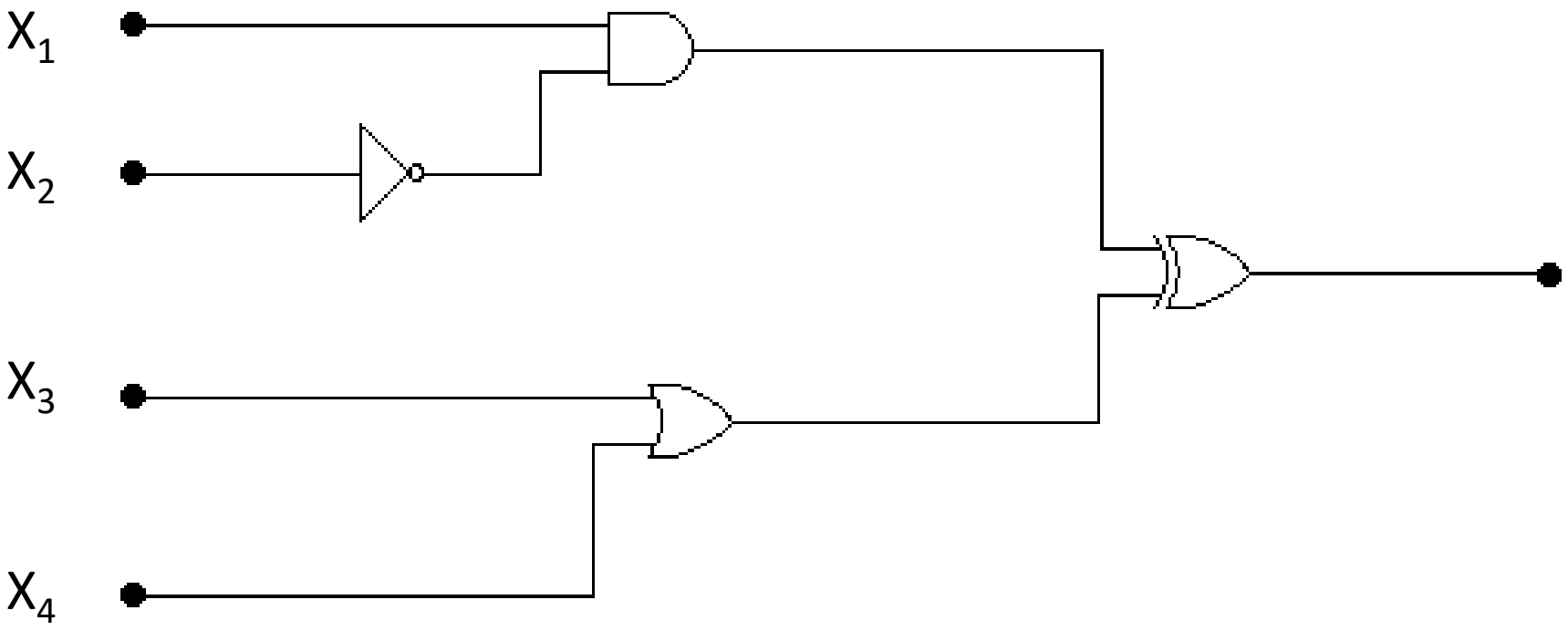


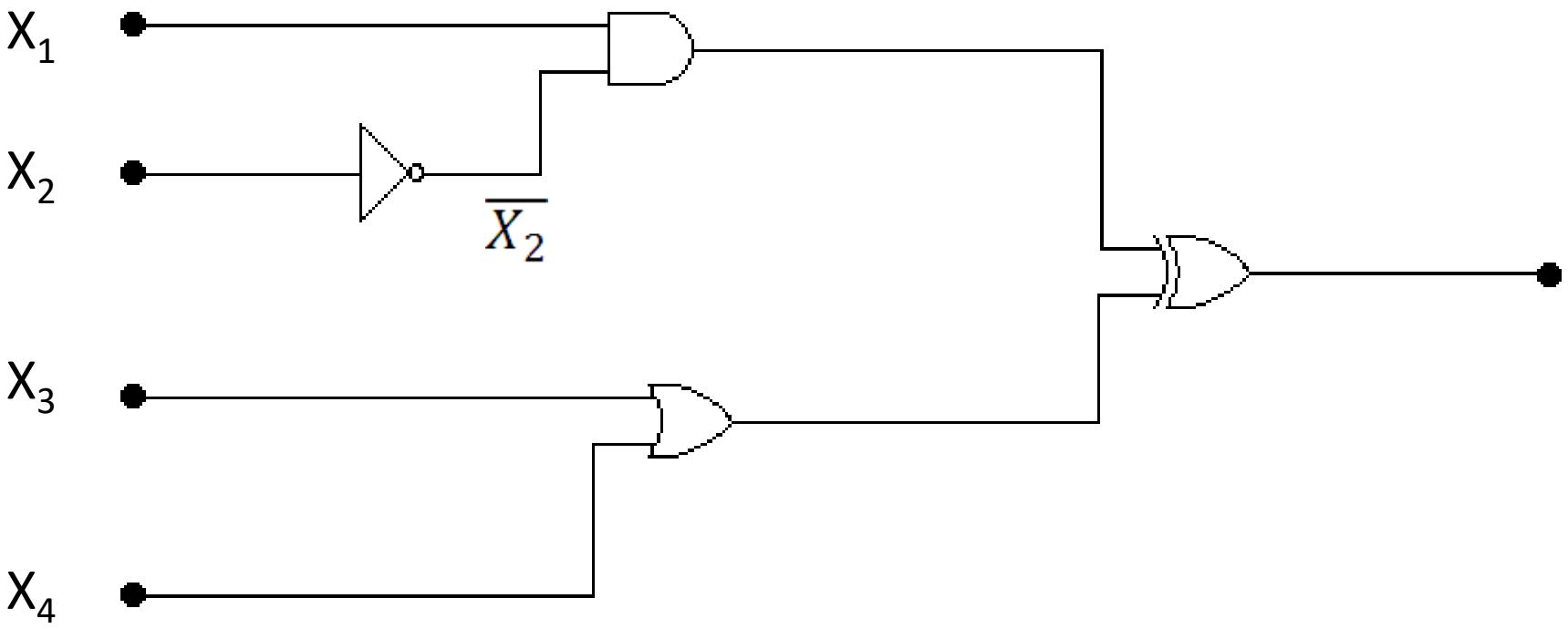

1
0
1
1
0

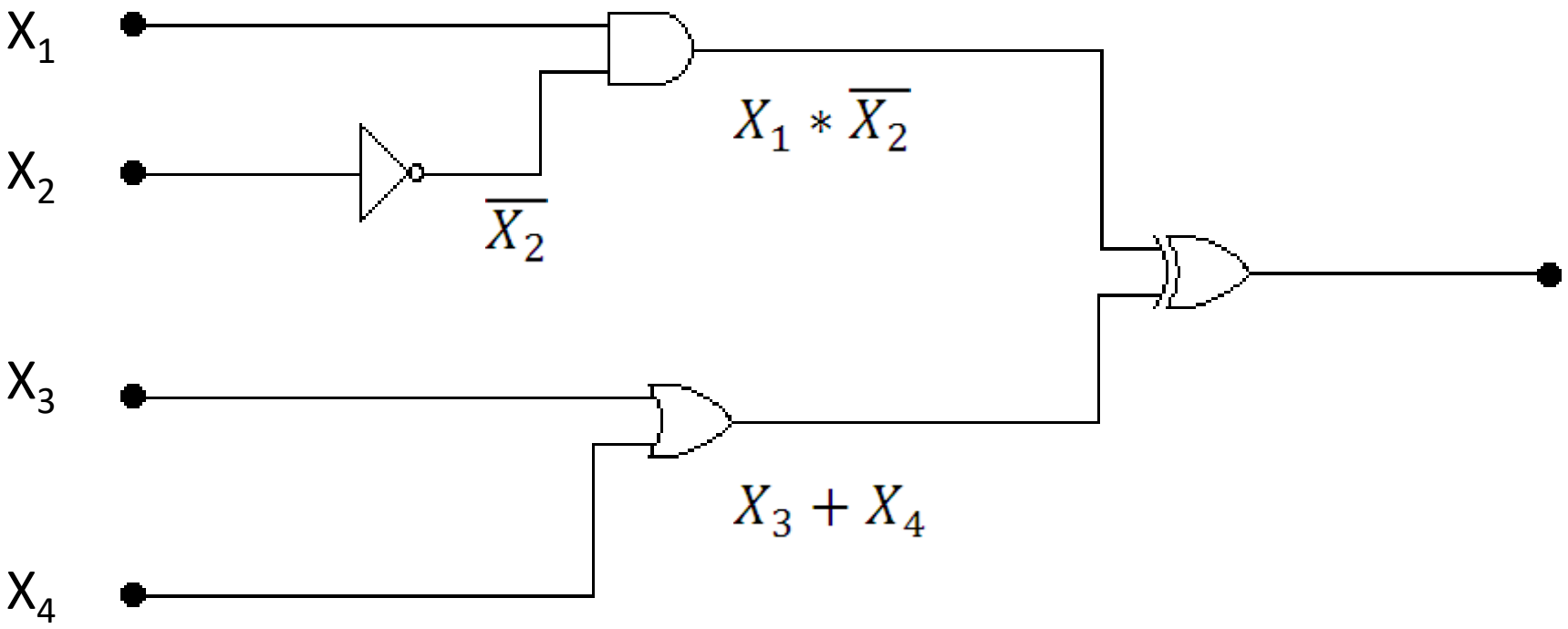

1
1
0
1
1
1
0

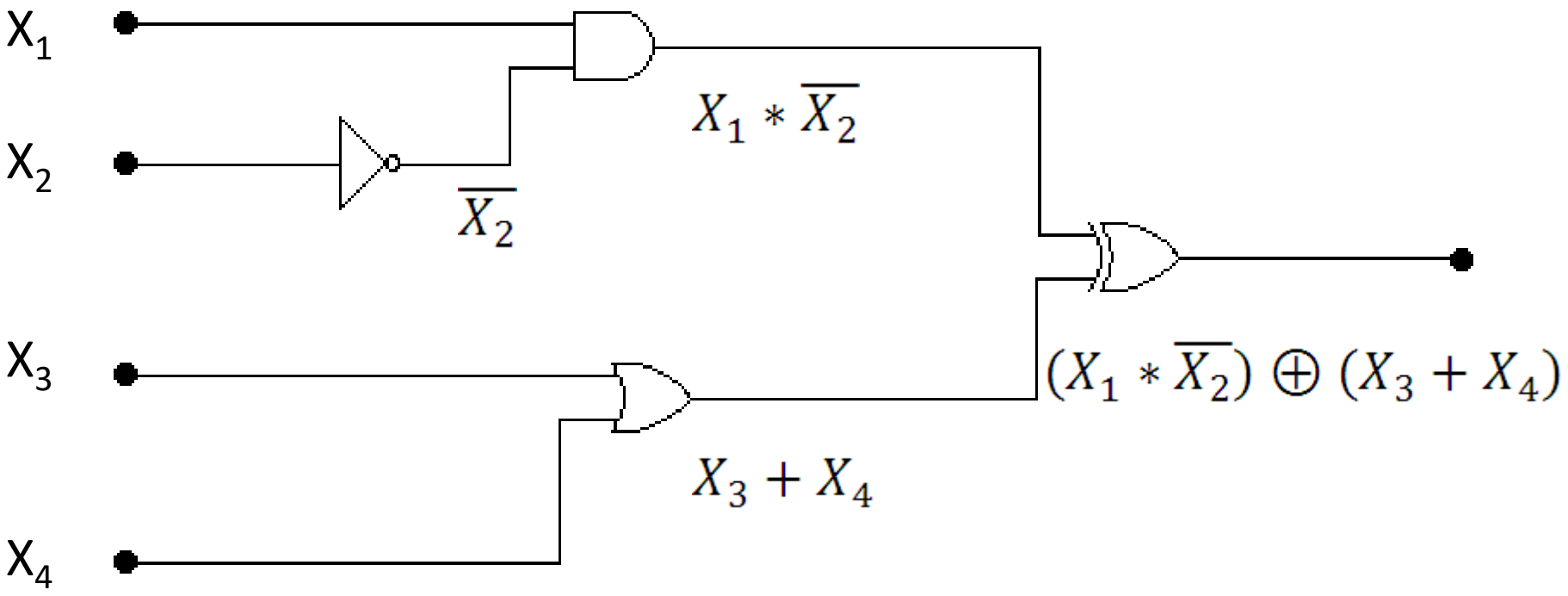

1
1
0
1
0
1
1
0
1
0

TWORZENIE RÓWNANIA FUNKCJI LOGICZNEJ



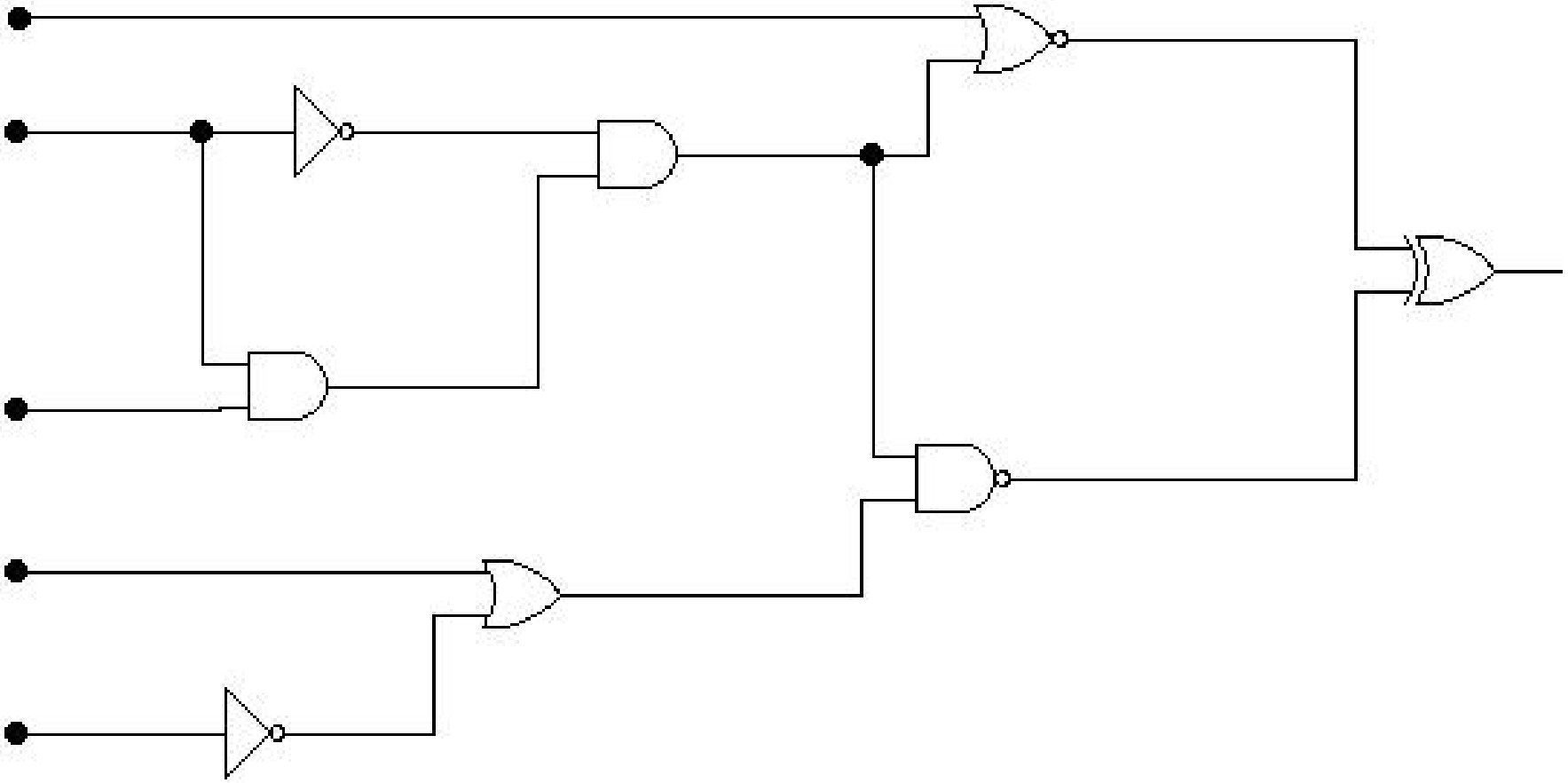

X1
X2
$\overline{X_2}$
X3
X4

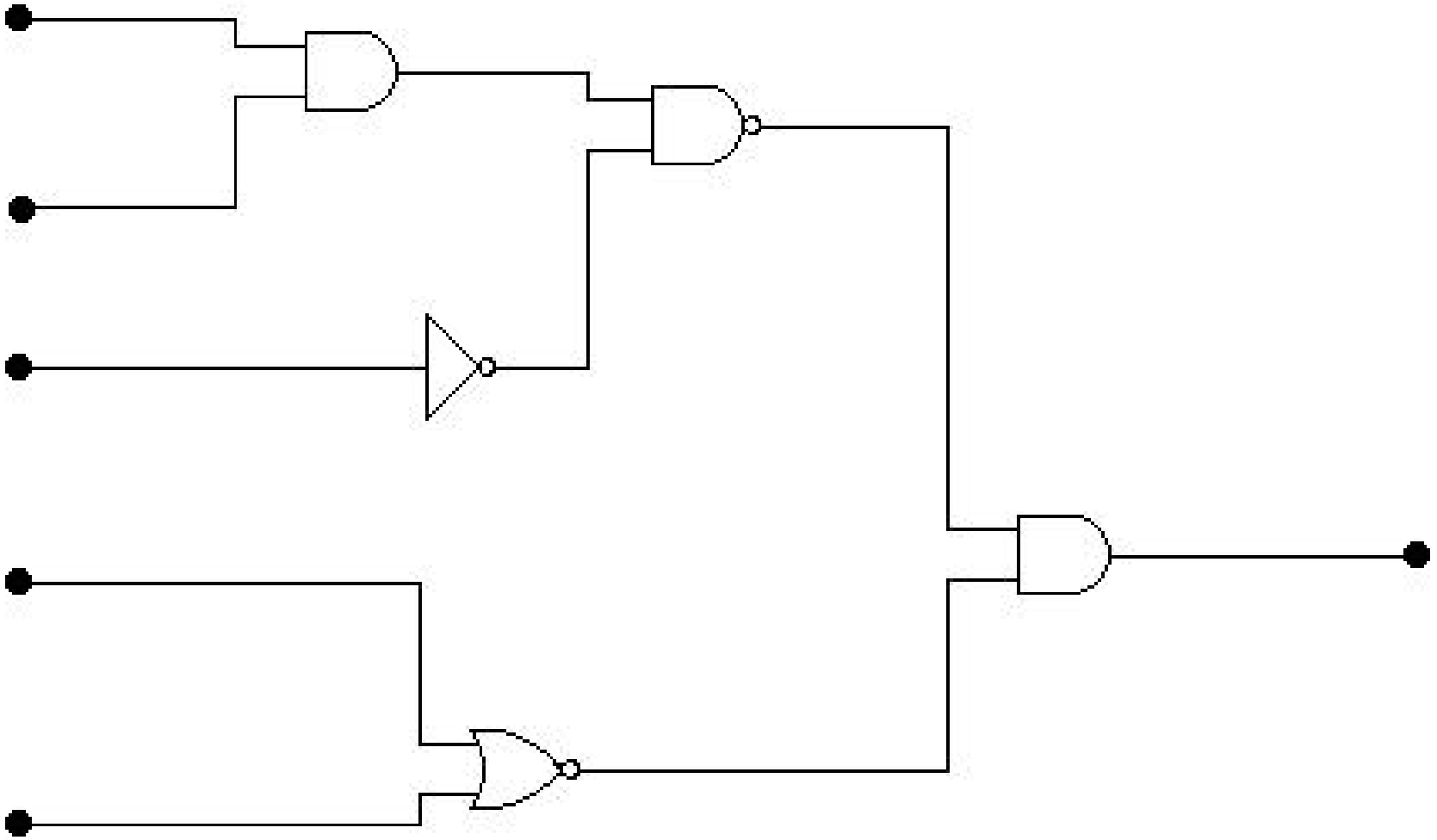

X1
X2
X3
X4
$\overline{X_2}$
$X_1 * \overline{X_2}$
$X_3 + X_4$

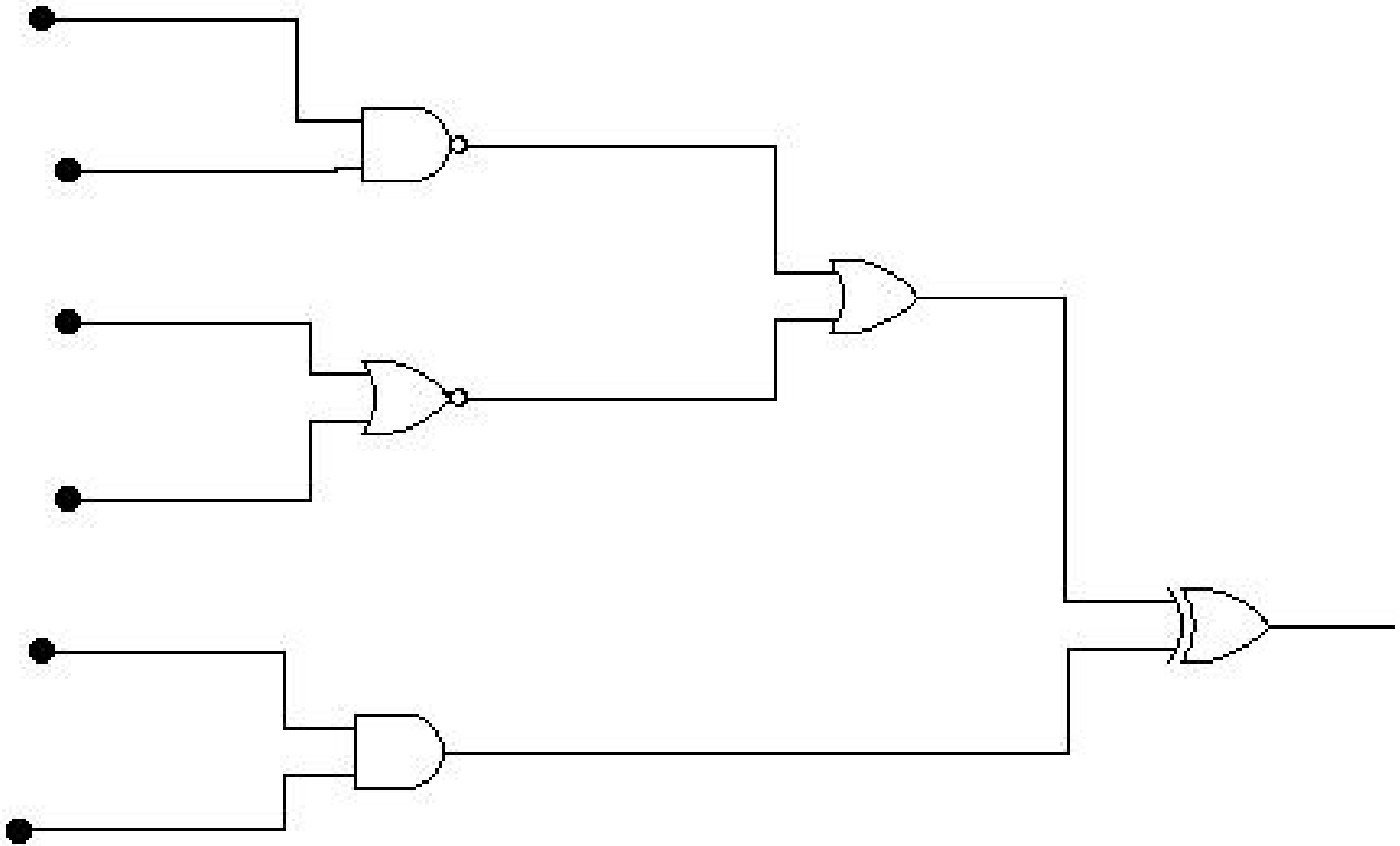


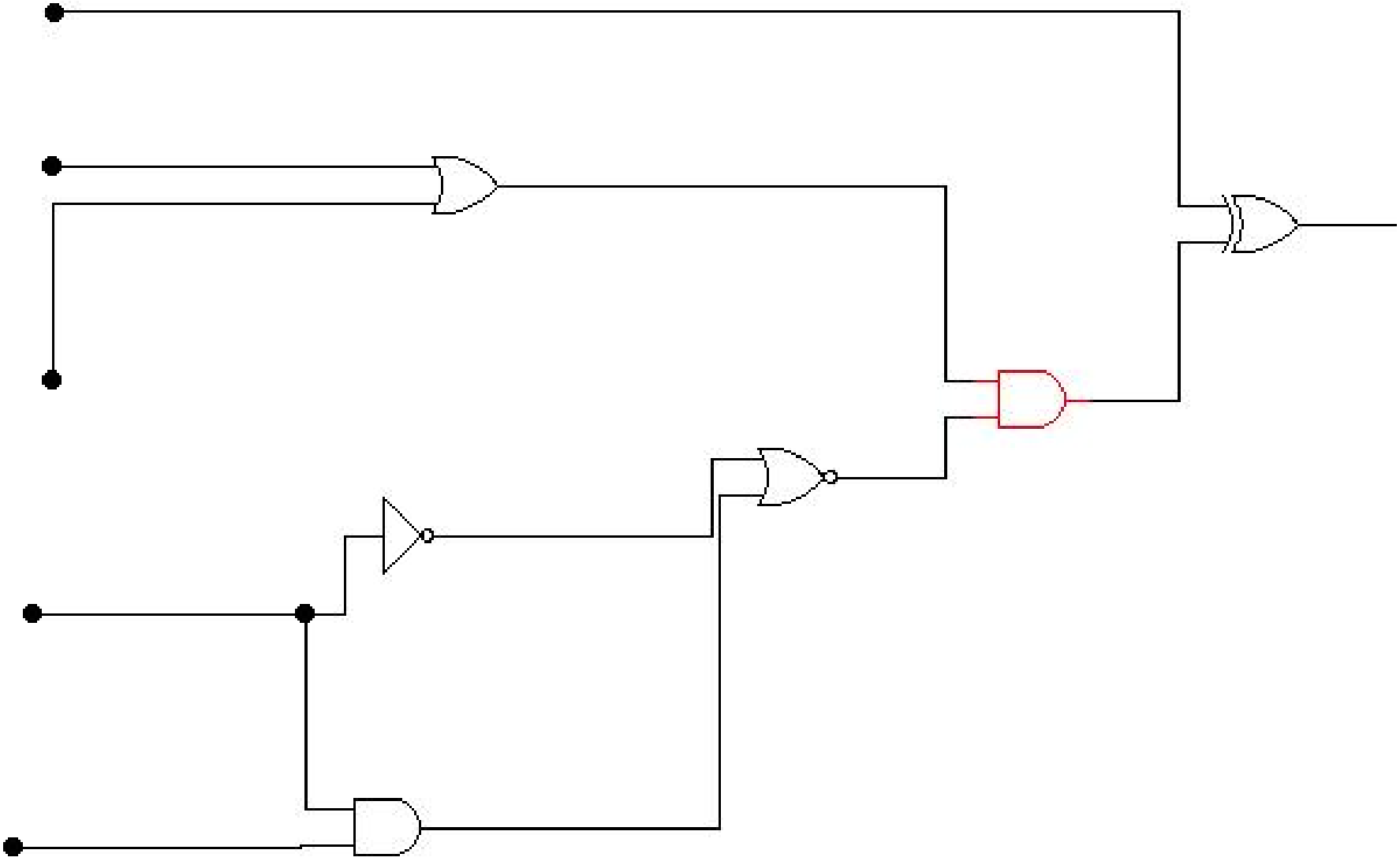
$$Y = (X_1 * \overline{X_2}) \oplus (X_3 + X_4)$$

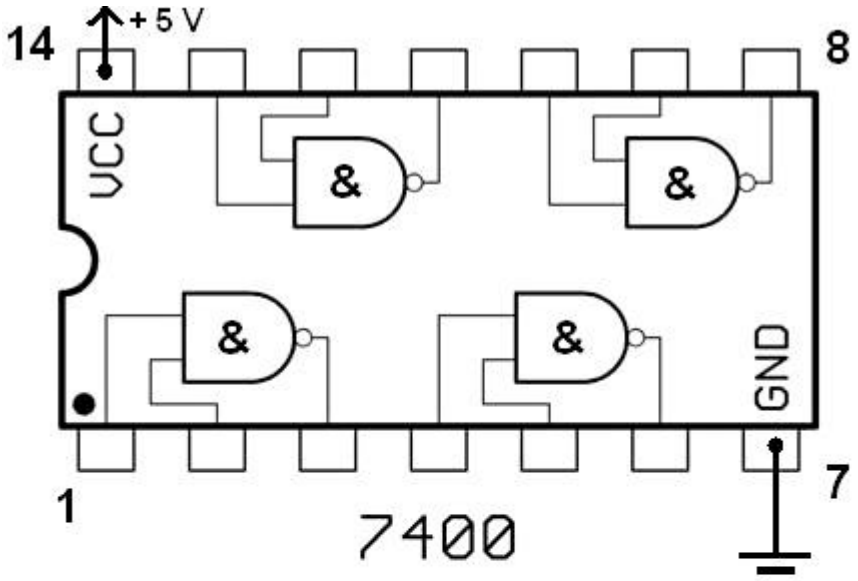
ZADANIA

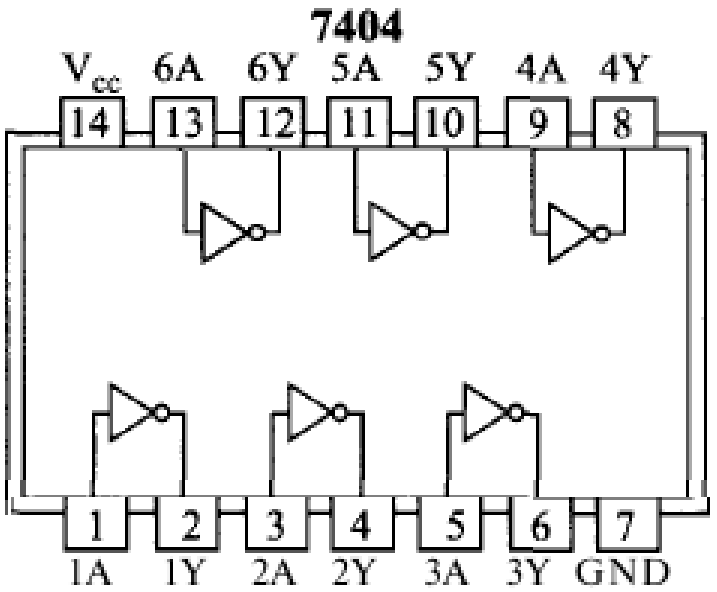


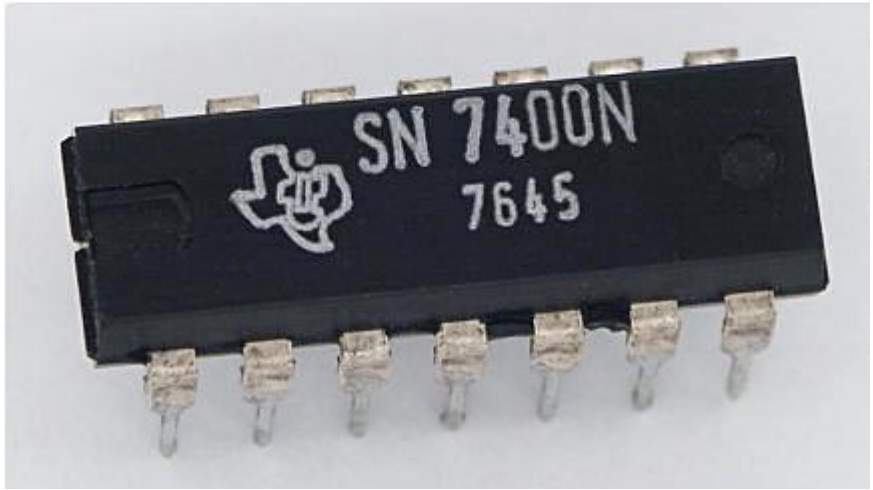










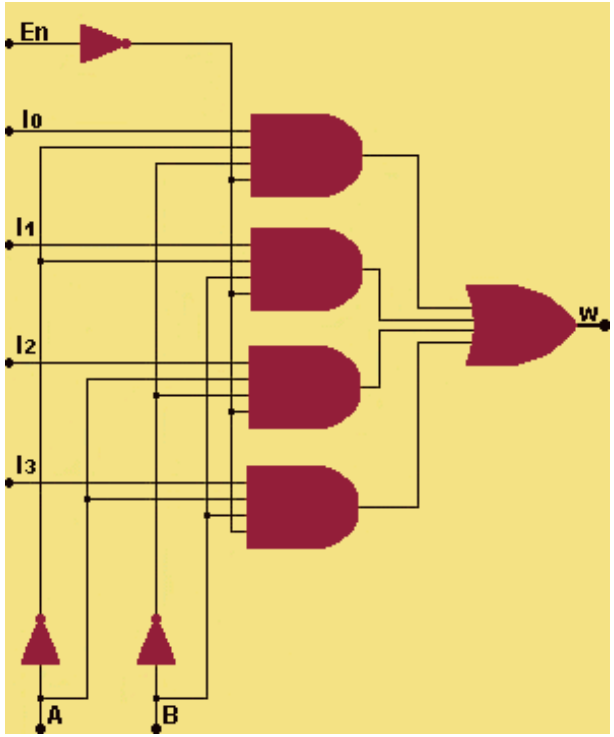


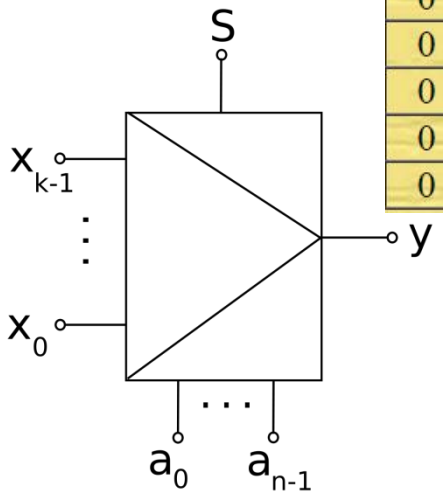
Układy scalone z bramkami (funktorami) logicznymi

MULTIPLEKSER - układ kombinacyjny, najczęściej cyfrowy, służący do wyboru jednego z kilku dostępnych sygnałów wejściowych i przekazania go na wyjście.

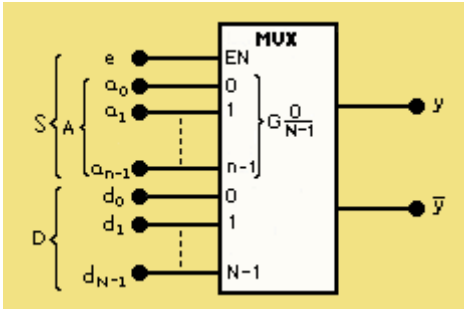
Multiplekser jest układem komutacyjnym (przełączającym), posiadającym k wejść informacyjnych (zwanych też wejściami danych x_0, x_1, …, x_{k-1}, zazwyczaj jest ich 2^n), n wejść adresowych (sterujących a_0, a_1, …, a_{n-1}) i jedno wyjście y.

Posiada też wejście sterujące działaniem układu oznaczane jako S (wejście zegarowe) lub e Działanie multipleksera polega na przekazaniu wartości jednego z wejść x_i na wyjście y.





En	A	B	I_0	I_1	I_2	I_3	W
1	Qn	Qn	Qn	Qn	Qn	Qn	0
0	0	0	0	Qn	Qn	Qn	0
0	0	0	1	Qn	Qn	Qn	1
0	1	0	Qn	0	Qn	Qn	0
0	1	0	Qn	1	Qn	Qn	1
0	0	1	Qn	Qn	0	Qn	0
0	0	1	Qn	Qn	1	Qn	1
0	1	1	Qn	Qn	Qn	0	0
0	1	1	Qn	Qn	Qn	1	1



Układy Logiczne

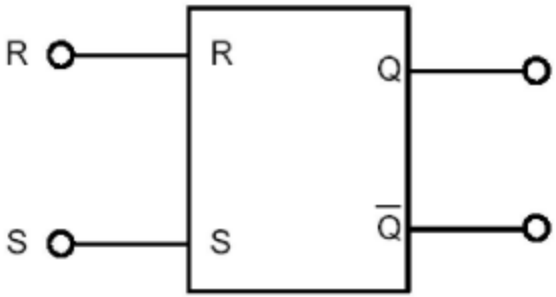
Układy kombinacyjne

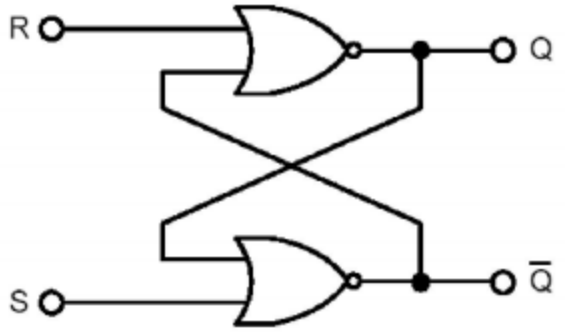
Stan wyjściowy zależy tylko i wyłącznie od stanów wejściowych

Układy sekwencyjne

Stan wyjściowy zależy zarówno od stanów wejściowych jak i poprzednich stanów wyjściowych

Przerzutnik RS





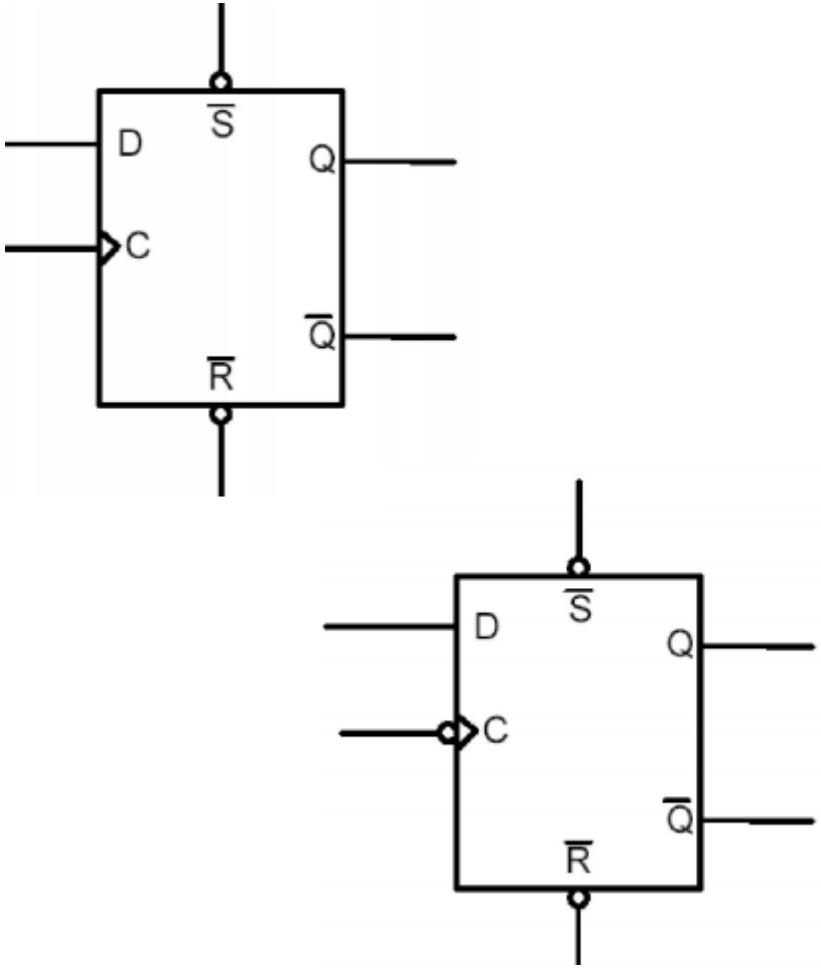
S	R	Q_n	$\overline{Q}_n$
0	0	Q_{n-1}	$\overline{Q}_{n-1}$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

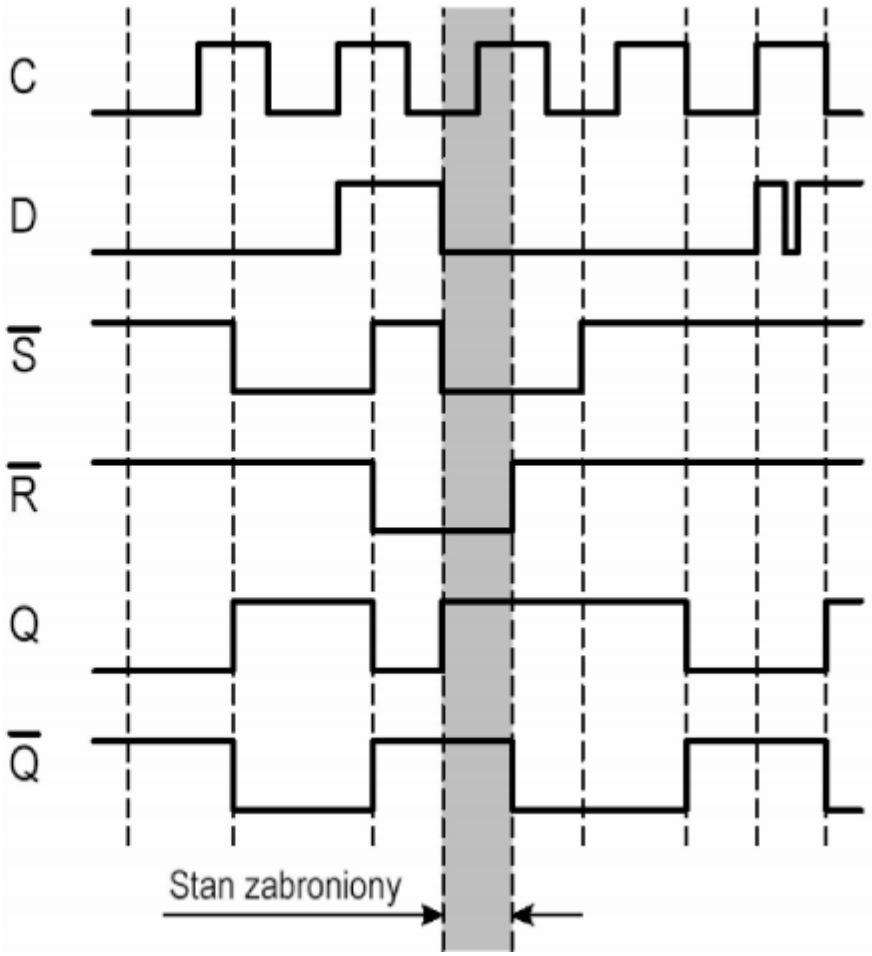
S•R = 0

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	S	R
$0 \rightarrow 0$	0	X
$0 \rightarrow 1$	1	0
$1 \rightarrow 0$	0	1
$1 \rightarrow 1$	X	0

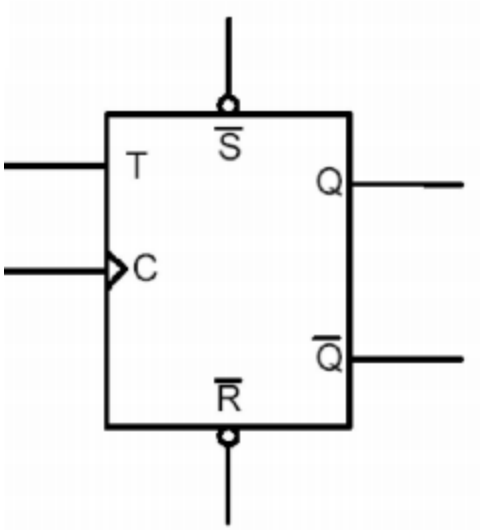
Q \ SR	00	01	11	10
0	0	0	-	1
1	1	0	-	1

Przerzutnik D



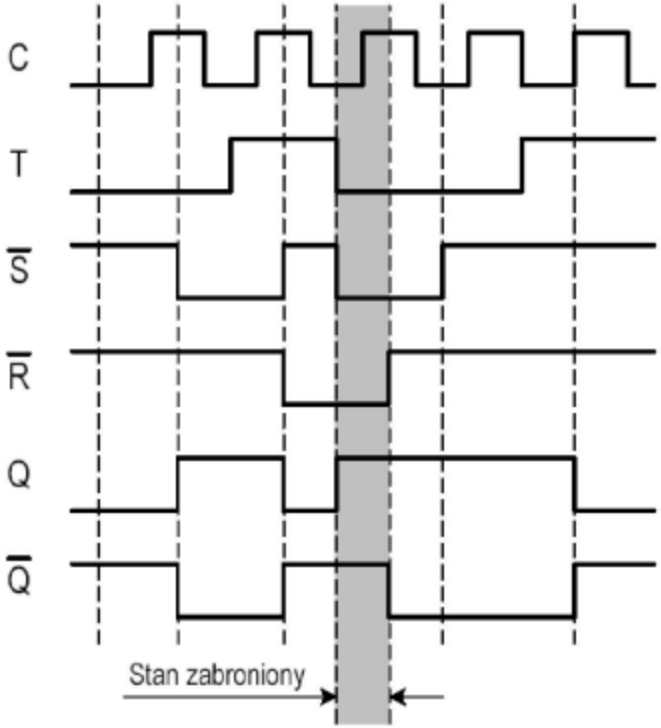


Przerzutnik T

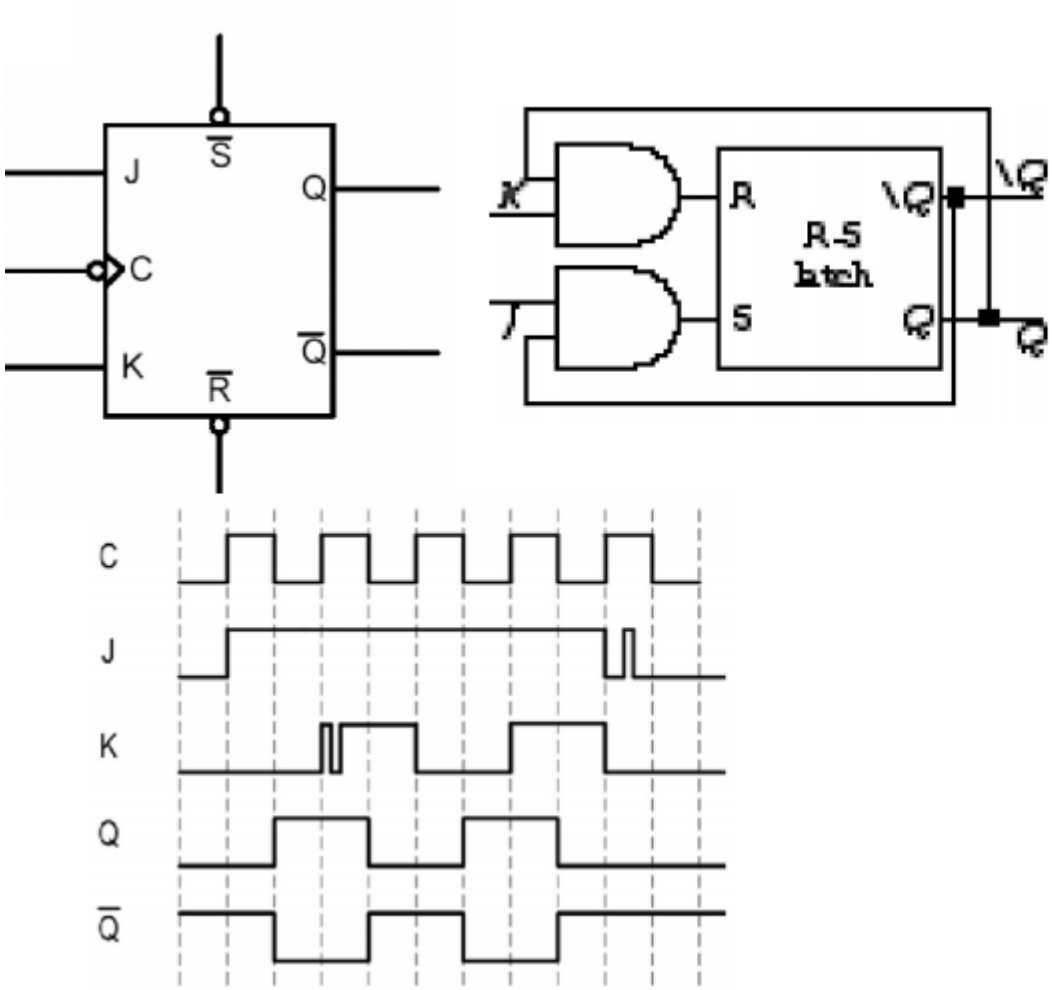


T	Q_n
0	Q_{n-1}
1	$\overline{Q}_{n-1}$

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	T
0 → 0	0
0 → 1	1
1 → 0	1
1 → 1	0



Przerzutnik JK



J	K	Q_n
0	0	Q_{n-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}_{n-1}$

Q \ JK	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	X
$0 \rightarrow 1$	1	X
$1 \rightarrow 0$	X	1
$1 \rightarrow 1$	X	0

Dziękuję za uwagę

mgr inż. Robert Czak
tel: 0048 603687444
mail: robert.czak@op.pl