



25

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O
im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA Nr 1

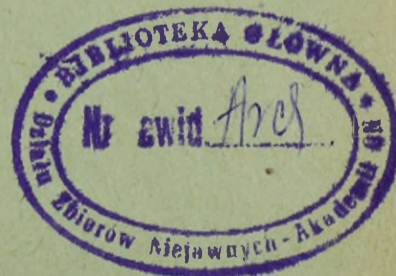
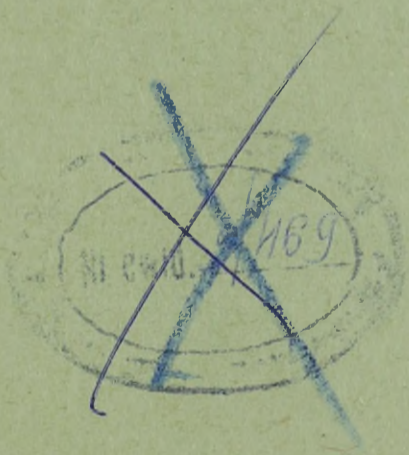
Egz. Nr 15

mjr mgr Jan NOWAKOWSKI

W P R O W A D Z E N I E D O C Y B E R N E T Y K I

(Skrypt)

Część I



4181

REMBERTÓW

STYCZEŃ

1964



25

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O
im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA Nr 1

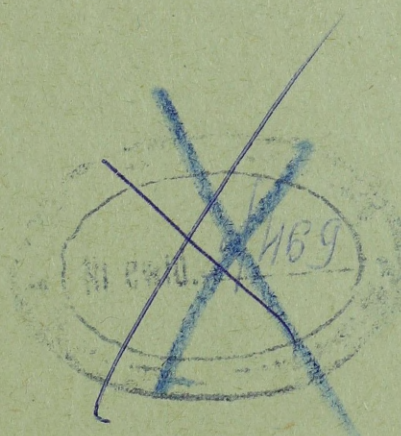
Egz. Nr 15

mjr mgr Jan NOWAKOWSKI

WPROWADZENIE DO CYBERNETYKI

(Skrypt)

Część I



4184

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im.gen.broni K.Swierczewskiego

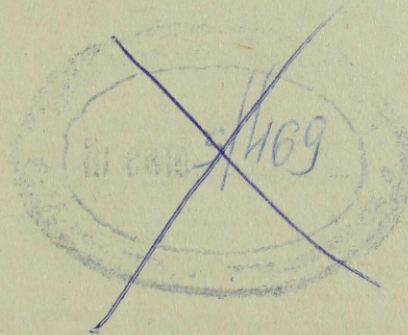
KATEDRA NR 1

ZATWIERDZAM
SZEFA KATEDRY NR 1

mjr mgr Jan NOWAKOWSKI

WPROWADZENIE DO CYBERNETYKI

/Skrypt, część I/.



REMBERTÓW

Listopad

1963 r.

SPIS TRESCI

	str.
Przedmowa	
Wstęp	1
I. PRZEDMIOT CYBERNETYKI	3
1.1.0. Łączność	3
1.2.0. Sterowanie	5
1.3.0. Podstawowe działy cybernetyki	8
II. PODSTAWOWE POJĘCIA CYBERNETYKI	9
2.1.0. Pojęcie układu względnie odosobnionego ..	9
2.2.0. Podział układów względnie odosobnionych ..	12
2.2.1. Układ prospektywne niezawodne	13
2.2.2. Układy retrospektywne niezawodne	14
2.2.3. Układy zawodne: prospektywne i retrospektyw- ne	15
2.3.0. Graficzne przedstawianie układów względnie odosobnionych	16
2.4.0. Sprzężenia układów względnie odosobnio- nych	16
2.4.1. Sprzężenie szeregowe	17
2.4.2. Sprzężenie równoległe	19
2.4.3. Sprzężenie zwrotne	19
2.4.4. Dodatnie sprzężenie zwrotne	22
2.4.5. Sprzężenie zwrotne ujemne	23
2.4.6. Samosprzężenie	27
2.4.7. Tabela sprzężeń lub macierz sprzężeń	27
2.5.0. Informacja	29
2.5.1. Binarna /dwójkowa/ jednostka informacji ..	33
2.6.0. Inny podział układów względnie odosobnio- nych	36
2.7.0. Układy zero-jedynkowe	37
III. METODY CYBERNETYKI	41
3.1.0. Analiza	41
3.2.0. Synteza	42
3.3.0. Modelowanie	42
3.3.1. Modele praksedologiczne	42 n
3.3.2. Modele biologiczne	45
3.3.3. Modele imitujące zwierze łącznie z oto- czeniem	45

3.3.4. Syntetyczne zwierzęta	47
3.3.5. Modele wyodrębnionych organów zwierzęcia	55
3.3.6. Modele logiczne	57
3.3.7. Modele ekonomiczne	62
Literatura	66

P r z e d m o w a

Wielu ludzi myśli błędnie, że cybernetyka jest nauką o maszynach. Nie będę się tu zastanawiał nad tym, jakie są przyczyny rozpowszechnienia tego błędu. Bardziej mi odpowiada zajęcie stanowiska pozytywnego tj. danie wyjaśnienia, czym właściwie zajmuje się współczesna cybernetyka. Wydaje się, że bez większych wątpliwości orzec można, że cybernetyka dziś zajmuje się głównie dwoma rodzajami procesów, mianowicie sterowaniem / = kierowaniem/ i transformowaniem informacji. Jeżeli wprowadzić do rozważań cybernetycznych pojęcie zasilenia, to wówczas łatwo stosunkowo wykazać, że sterowanie jest identyczne z transformowaniem zasileń, a więc w konsekwencji cybernetyka dzisiejsza głównie bada dwa /analogiczne pod wielu względami/ procesy: transformowanie zasileń i transformowanie informacji. Jako prosty przykład transformowania zasileń podać można produkcję materialną, jako prosty przykład transformowania informacji konstruowanie planu ekonomicznego.

Wspomnieliśmy już, że cybernetyka nie jest nauką o maszynach. Stanowisko to staje się jasne, jeśli weźmiemy pod uwagę, że maszyny zgoła nie mają monopolu ani na transformowanie zasileń, ani na transformowanie informacji, chociaż w każdej z działających maszyn zachodzi choć jeden z tych procesów. Materialnym podłożem tych procesów są również często organizmy żywe, ich organy, a także całe organizacje /np. organizacje społeczne/. Często też procesy te odbywają się w obrębie zespołów mieszanych - zespołów stworzonych przez sprzężenie w jedną całość ludzi i maszyn.

Powyższe wyjaśnienia tłumaczą nam, dlaczego tak szeroki jest zasięg zastosowań cybernetyki, dlaczego cybernetyką interesują się zarówno logicy, jak fizjologowie, ekonomiści i inżynierowie łączności. Tłumaczą one zarazem, że cybernetyka ma również pewną wspólną problematykę z inżynierią maszyn matematycznych, gdyż maszyna matematyczna jest zawsze transformatorem informacji.

Wydaje się, że to, co istotne w działaniu siły zbrojnej da się również zredukować do transformowania zasileń /np. użycie

broni i amunicji/ oraz do transformowania informacji /np. praca sztabów/, wobec czego cybernetykę można stosować do pewnych zagadnień o charakterze militarnym. Nie chcę twierdzić, że takie zastosowanie cybernetyki da natychmiastowe wyniki, być może, że wyniki te będą widoczne dopiero po dłuższym wysiłku twórczym i wychowaniu kadry oficerów - cybernetyków; niemniej gra okaże się "wartą świeczki". Dlatego też dobrze się stało, że opracowano przejrzysty i łatwo dostępny skrypt poświęcony cybernetyce przeznaczony dla oficerów ludowego wojska.

Dr Henryk Greniewski
profesor
Uniwersytetu Warszawskiego

Warszawa, grudzień 1962.

W s t ę p

=====

Początków cybernetyki należy szukać w Stanach Zjednoczonych w okresie bezpośrednio poprzedzającym drugą wojnę światową.

W tym czasie, w Bostonie grupa ludzi nauki przeważnie z uniwersytetu Harvard, lecz reprezentująca różne kierunki wiedzy, zbierała się co miesiąc przy okrągłym stole na obiad. Po obiedzie jeden z uczestników przedstawił jakiś punkt metodologii naukowej, który stawał się podstawą dyskusji. W ten sposób uczeni, specjaliści z różnych dziedzin wiedzy, nabrali przyzwyczajenia do wyszukiwania punktów styczności swych dziedzin.

W zebraniach tych brał udział profesor matematyki Instytutu Technologicznego w Massachusetts - Norbert Wiener. Tutaj poznał on osobiście inicjatora i ożywczego ducha tych zebrań, dra Arturo Rosenbluetha, ówczesnego profesora Akademii Medycznej w Harvard. Obaj ci ludzie często ubolewali nad tym, że daleko posunięta specjalizacja w jednym kierunku przeszkadza wymianie poglądów między różnymi specjalistami. Wiener pisał, że każdy naukowiec zanadto dąży do uważania pokrewnego tematu jako należącego całkowicie do jego kolegi. Wytwarza się w ten sposób sytuacja, którą dowcipnie określił Bernard Shaw: "Specjalista jest to człowiek, który wie coraz więcej o jednej coraz to węższej dziedzinie, tak, że dochodzi w końcu do tego, iż wie wszystko o niczym". Innymi słowy, pomiędzy poszczególnymi dziedzinami wiedzy istniały pewne "pasy graniczne" - pasy "ziemi niczyjej". Do badania tych właśnie pasów "ziemi niczyjej", ~~nakłaniały~~ ~~matematyków~~ ~~Wienera~~ ~~z~~ ~~fizjologów~~ ~~Rosenbluetha~~ rozmowy prowadzone przez nich w Bostonie.

Wydaje się, że rozważania tych ludzi pozostałyby na długo jeszcze nieznanym szerszemu ogółowi, gdyby druga wojna światowa nie postawiła na porządku dziennym praktycznego zagadnienia: leci samolot nieprzyjacielski, w jaki sposób może go trafić obrona przeciwlotnicza. Trafić w samolot nie jest łatwo, tak jak do jakiegoś celu nieruchomego. Tutaj trzeba celować do pewnego określonego punktu, w którym pocisk mógłby spotkać się z celem. Jeśli samolot porusza się po linii prostej, to wyznaczenie takiego punktu jest stosunkowo

łatwe. W praktyce jednak pilot zmienia swój kurs skoro tylko zorientuje się, że artyleria prowadzi do niego ogień. Zagadnienie trafienia w samolot pociskiem sprowadza się więc do tego, aby w czasie t_1 przewidzieć wszystkie możliwe położenia samolotu w czasie t_2 , wybrać z nich jedno, najbardziej prawdopodobne i właśnie w to miejsce wystrzelić pocisk. Manewr samolotu jest ograniczony jego prędkością, a także wytrzymałością fizjologiczną pilota. Jednak nawet w tych warunkach pilot ma do wyboru ogromną ilość decyzji. Celowniczy na ziemi musi zatem w swych przewidywaniach uwzględnić spodziewaną decyzję pilota - zagadnienie jest więc nie tylko matematyczne lecz również psychologiczne.

W czasie wojny Wienerowi i Bigelowowi oraz innym matematykom powierzono pracę nad konstrukcją maszyny, która zastępując celowniczego uporządkowałaby sprawę ognia obrony przeciwlotniczej. Maszyna ta powinna była uwzględniać reakcję człowieka, mianowicie pilota, swobodną w pewnych granicach a także powinna zastąpić reakcję innego człowieka, mianowicie celowniczego obserwującego samolot.

Tak więc dwa układy nerwowe zostały wplecione w układ mechaniczny. Tym samym doszło do bezpośredniego zetknięcia na jednej płaszczyźnie dwóch różnych dziedzin nauki: psychologii i mechaniki.

Do końca wojny wspomnianej powyżej maszyny nie skonstruowano. Z chwilą jednak gdy problem budowy takiej maszyny postawiono na porządku dziennym, narodziła się potencjalnie cybernetyka.

W latach 1943 i 1944 rozpoczęto prace nad budową dla celów wojennych wielkich maszyn liczących. Wiener odegrał pierwszoplanową rolę przy ich opracowaniu teoretycznym.

Latem 1946 roku Wiener udał się do Meksyku, gdzie w Meksykańskim Instytucie Kardiologicznym wraz z Rosenbluethem dokonali szeregu doświadczeń na rdzeniu pacierzowym. Fizjolog zajmował się szczególnie bezpośrednimi danymi z doświadczenia, natomiast matematyk badał głównie teoretyczne podobieństwo pewnych zjawisk biologicznych zachodzących w rdzeniu do działania serwomechanizmów.

W roku 1947 Norbert Wiener przybywa do Francji i tutaj spotyka M. Freymanna, dyrektora wydawnictw Hermanna, których publikacje naukowe są rozpowszechnione na całym świecie. Wiener dużo opowiadał Freymannowi o swych poglądach i swych doświadczeniach. Freymann namawia go, aby wydał on książkę na ten temat. Wiener odpowiada, że ludzie zrozumieją te idee za jakieś dwadzieścia lat i że nie znajdzie się wydawca, który zaryzykowałby wydać taką książkę. Freymann oferuje Wienerowi wydanie jego książki. Wiener udaje się do USA, pisze książkę i po paru miesiącach książka zostaje wydana. Nosi ona tytuł: "Cybernetyka, czyli sterowanie i łączność u zwierząt i w maszynach". W książce tej zawarte zostały podstawowe założenia cybernetyki.

Tak więc cybernetyka jako nauka stała się faktem.

I. PRZEDMIOT CYBERNETYKI

Słowo "cybernetyka" pochodzi od greckiego słowa "kubernetes" co znaczy, "sterujący okrętem". Słowo to było już używane w poprzednim okresie; okazuje się, że użył go żyjący na przełomie V i IV wieku p.n.e. filozof grecki Platon. W jednym ze swych utworów, a mianowicie w dialogu "Gorgias" wkłada w usta Sokratesa następujące zdanie: "Cybernetyka /umiejętność sterowania/ ocala od największych niebezpieczeństw nie tylko duszę, lecz również ciało i dobra".

W 1843 roku użył słowa "cybernetyka" Ampère, rozumiejąc pod nim tę część polityki, która zajmuje się środkami rządzenia.

W 100 lat później Norbert Wiener użył tego słowa dla oznaczenia nauki, zajmującej się badaniem ogólnych praw łączności i sterowania. Tak więc cybernetyka we współczesnym rozumieniu to nauka o łączności i sterowaniu.

1.1.0. Łączność.

Obecnie wyjaśnimy sobie pojęcie łączności. Łączność jest to przekazywanie informacji. W cybernetyce pojęcie łączności ujmowane jest bardzo szeroko - dlatego z punktu widzenia cybernetyki obojętne jest pomiędzy jakimi układami materialnymi zachodzi zjawisko łączności. Cybernetyka bada

proces łączności, abstrahując od charakteru układów, pomiędzy którymi on zachodzi. Proces łączności może zachodzić pomiędzy ludźmi /przesłanie listu, przekazywanie informacji przez nauczyciela uczniom, rozmowa dwojga ludzi przez telefon/ a także pomiędzy człowiekiem i zwierzęciem oraz odwrotnie. Np. człowiek wydając psu rozkazy, przekazuje mu pewne informacje. Pies kręci ogonem i w ten sposób informuje swego pana, że znajduje się w doskonałym humorze. Proces łączności może również zachodzić pomiędzy człowiekiem i maszyną oraz odwrotnie. Program wprowadzany przez człowieka do maszyny liczącej jest informacją dotyczącą działania maszyny. Żołnierz obsługujący radiolokator wciąż otrzymuje informacje o przedmiotach znajdujących się w zasięgu "wzroku" radaru. Może się zdarzyć, że proces łączności zachodzi pomiędzy samymi maszynami.

We wszystkich wyżej wspomnianych przykładach mieliśmy do czynienia z procesami łączności. Mimo, że łączność dokonywała się pomiędzy różnymi układami materialnymi, to jednak można w każdym z tych procesów wyróżnić pewne wspólne charakterystyczne cechy.

1/ W każdym procesie łączności musi występować układ, który wysyła informacje. Układ ten nazwiemy układem informującym.

2/ W każdym procesie łączności występuje układ odbierający informacje. Układ ten nazwiemy układem informowanym.

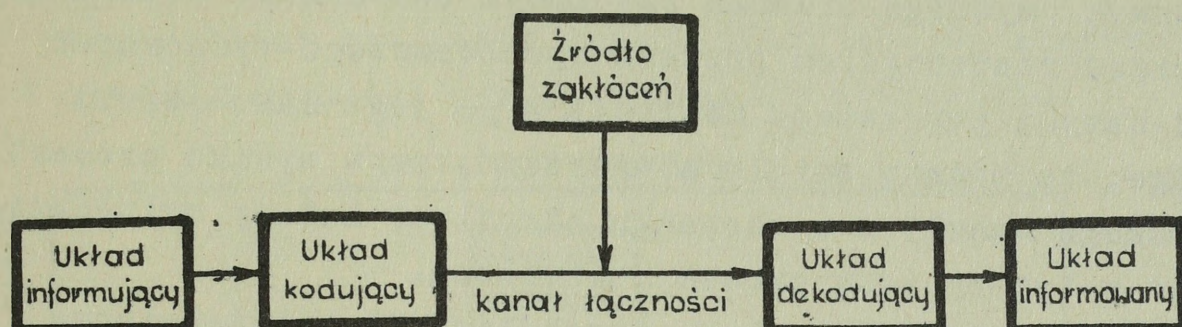
3/ W każdym procesie łączności musi występować kanał łączności, którym informacje płyną z układu informującego do układu informowanego.

Kiedy przesyłamy informacje kanałem łączności, musimy je przystosować do charakterystyk danego kanału. Czynność przystosowująca informacje do przesłania ich kanałem łączności nazywamy kodowaniem.^{1/} Układ zajmujący się kodowaniem

1/ W języku wojskowym termin "kodowanie" ma inną treść aniżeli w języku cybernetyki. Mówiąc o kodowaniu, my wojskowi mamy na myśli świadome utajnianie informacji. Celem takiego utajniania jest ukrycie właściwej treści przesyłanych informacji bądź to przed nieprzyjacielem, bądź przed układami, które tych informacji odebrać nie powinny. W wojsku, obok terminu "kodowanie" używany jest jego synonim, a mianowicie termin "szyfrowanie". Szyfrować - znaczy w sposób świadomy i celowy utajniać informacje przesyłane kanałami łączności. W niniejszym skrypcie, termin "kodowanie" będziemy rozumieli tak, jak jest on rozumiany w języku cybernetyki. Użycie tego terminu w innym znaczeniu będzie za każdym razem sygnalizowane.

informacji nazwiemy układem kodującym. Po przejściu przez kanał łączności informacje muszą być rozkodowane aby układ informowany mógł je zrozumieć. Układ zajmujący się rozkodowywaniem informacji nazwiemy układem dekodującym.

Układ składający się z układu informującego, układu kodującego, kanału łączności, układu dekodującego i układu informowanego nazywany układem łączności.



Układ łączności

Przykładem układu łączności jest układ złożony z nauczyciela i uczniów. Nauczyciel to układ informujący, uczniowie to układ informowany, rolę kanału łączności spełnia w tym wypadku powietrze. Inny przykład to układ składający się z dwóch osób prowadzących rozmowę przez telefon. Układem informującym jest osoba mówiąca do telefonu, natomiast osoba słuchająca jest układem informowanym. Role kanału łączności spełnia tu przewód łączący dwa telefony wraz z tymi telefonami. Informacje wchodzące do kanału łączności muszą zostać zakodowane: fale dźwiękowe muszą przekształcić się w odpowiednie impulsy elektryczne. Wychodząc z kanału łączności impulsy elektryczne muszą zostać rozkodowane tzn. muszą ponownie przekształcić się w fale dźwiękowe. Role układu kodującego i dekodującego spełniają obydwie mikrofony.

1.2.0. Sterowanie.

Sterowanie to tyle co uzyskiwanie zmian sytuacyjnych. Podobnie jak w przypadku łączności, cybernetyka podchodzi do sterowania w sposób ogólny i abstrakcyjny. Cybernetyka kładzie nacisk na powszechną formę procesów sterowania, abstrahując od ich konkretnej treści. Z punktu widzenia cybernetyki obo-

jętne jest pomiędzy jakimi układami materialnymi zachodzi proces sterowania. Sterowanie może zachodzić pomiędzy ludźmi, pomiędzy człowiekiem i zwierzęciem, pomiędzy człowiekiem i maszyną oraz odwrotnie.

Wychowanie należy traktować jako sterowanie zachodzące pomiędzy ludźmi. Wychowawca zawsze dąży do uzyskania pewnych zmian sytuacyjnych u swych wychowanków: chce np. wyrobić u nich nawyk czystego pisania czy nawyk poprawnego mówienia. Jeżeli przed rozpoczęciem procesu wychowawczego wychowanek nie miał nawyku poprawnego mówienia a po jego zakończeniu posiadł go, to możemy śmiało stwierdzić, że w wyniku procesu wychowawczego zaszły w wychowanku określone zmiany sytuacyjne. Mamy więc w tym wypadku proces sterowania.

Wyobraźmy sobie dobrze wyszkolony pluton żołnierzy ćwiczący musztrę pod dowództwem dowódcy plutonu. Dowódca wydaje komendy, które są przez pluton wzorowo wykonywane. Każda komenda zmienia położenie ćwiczącego pododdziału - następuje więc zmiana sytuacyjna plutonu. Jest to też przykład sterowania zachodzącego między ludźmi. Należy uznać, że proces kierowania przedsiębiorstwem przez dyrektora czy też proces dowodzenia wojskami przez dowódcę jest niczym innym jak tylko odmianą sterowania. W przypadku dowodzenia dowódcy idzie o to, aby uzyskiwać pewne zmiany sytuacyjne w dowodzonych przez niego oddziałach.

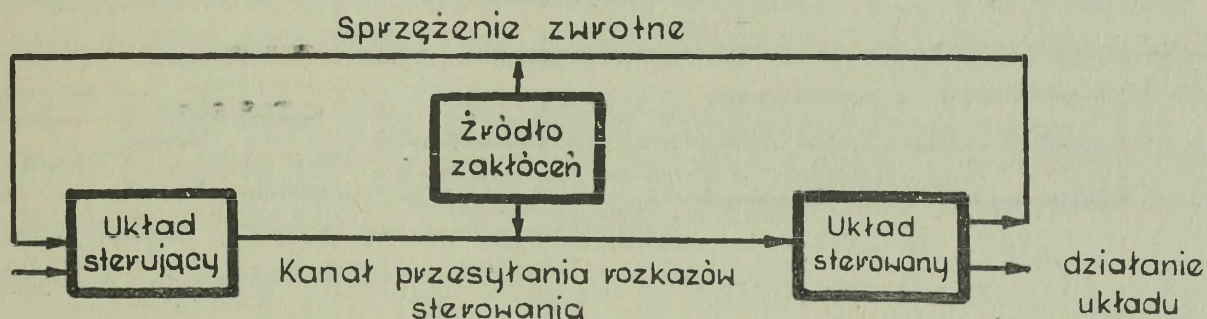
Popatrzmy na inne przykłady. Oto przewodnik prowadzi psa gończego - pada komenda "waruj" i pies legnie cicho na ziemi, pada komenda "trop" i pies biegiem podąża za uchwyconym śladem. Jest to przykład sterowania zwierzęciem przez człowieka. Można sterować maszyną - przykładem tego jest chociażby operator pracujący przy obsłudze koparki.

Wyżej pokazane przykłady sterowania posiadają pewne wspólne cechy charakterystyczne dla wszelkiego sterowania.

- 1/ W każdym procesie sterowania występuje układ, którego zadaniem jest sterowanie. Układ ten nazywamy układem sterującym.
- 2/ W każdym procesie sterowania występuje układ, który jest sterowany. Układ ten nazywamy układem sterowanym.

3/ W każdym procesie sterowania występuje kanał łączności, którym rozkazy sterowania płyną z układu sterującego do układu sterowanego. Często układ sterowany połączony jest z układem sterującym kanałem sprzężenia zwrotnego, którym płyną informacje o działaniu układu sterowanego.

Układ złożony z układu sterującego, sterowanego i kanału łączności nazywamy układem sterowania.



Układ sterowania.

Zjawisko sterowania było znane już dawniej, jeszcze przed powstaniem cybernetyki. Sterowanie "przedcybernetyczne" oparte było na bezpośredniej mechanicznej łączności i bezpośrednich kontaktach /np. regulator Watta czy sprzężenie zwrotne w młynie/. Cechą charakterystyczną sterowania cybernetycznego jest fakt, że dokonywa się ono przy pomocy sygnału niosącego określoną informację.

Na czym polega sterowanie cybernetyczne? Układ sterujący przesyła do układu sterowanego rozkazy /informacje/ sterowania, wyznaczające działanie układu sterowanego. Innymi słowy działanie układu sterowanego jest wyznaczone przez informacje - rozkazy napływające z układu sterującego. Układ sterowany ze swej strony przesyła układowi sterującemu informacje - sprawozdania ze swej działalności. Owe informacje - sprawozdania są podstawą do wysyłania nowych informacji - rozkazów sterowania przez układ sterujący.

1.3.0. Podstawowe działy cybernetyki.

W obecnym stanie rzeczy zarysowały się w cybernetyce trzy zasadnicze rdziały rozwijające się względnie samodzielnie.

1. Teoria informacji zajmująca się przekazywaniem informacji kanałami łączności. Opracowano ją przede wszystkim pod względem statystycznym a głównym jej twórcą jest Amerykanin C. Shannon. Jednym z podstawowych osiągnięć teorii informacji jest opracowanie liczbowej miary informacji, dzięki czemu stało się możliwe porównywanie procesów informacyjnych zachodzących w różnorodnych układach.

2. Teoria automatycznej regulacji i sterowania, w ramach której opracowano teorię sprzężenia zwrotnego. Teoria ta operując pojęciami dodatniego i ujemnego sprzężenia zwrotnego pozwala wyjaśnić w sposób naukowy wiele zjawisk związanych z pracą systemu nerwowego i mózgu. Wskazano między innymi na fakt, że u podstaw homeostazy leży ujemne sprzężenie zwrotne.

3. Teoria szybkich automatycznych maszyn matematycznych rozumiana jako teoria samoorganizujących się procesów logicznych analogicznych do procesów myślenia ludzkiego. W ramach tej teorii rozpatruje się między innymi analogie pomiędzy pracą maszyny cyfrowej i mózgu ludzkiego. Dochodzi się w tej dziedzinie do wniosku, że działalność mózgu ma charakter statystyczny. W jednym ze swych artykułów /"Przebieg Kulturalny nr 27 z 1962 r./ profesor Manczarski stwierdza, że kapitałnym zagadnieniem cybernetyki jest stworzenie sztucznego mózgu o inteligencji przekraczającej inteligencję człowieka. Stanie się to możliwe, konkluduje autor, wtedy, gdy uda się zbudować układ przewyższający mózg ludzki pod względem zdolności magazynowania informacji oraz pod względem ilości operacji statystycznych.

Niektórzy znawcy przedmiotu uważają, że jednym z działów cybernetyki są "badania operacji", których celem jest opracowanie metod analizy operacji i znalezienie optymalnych wariantów wykorzystania sił i środków.^{1/}

1/ A.Berg, A. Kitow, A.Lapunow: "Kibiernietika w wojennom diele" /Wojennaja Myśl nr 2 z 1961 r - Moskwa/.

- 9 -

Cybernetyka w szerokim zakresie korzysta z dorobku innych nauk, takich jak automatyka, biologia, fizjologia, psychologia, elektronika, językoznawstwo i inne. Ogromną rolę w badaniach cybernetycznych odgrywają różne gałęzie matematyki i logiki, a w szczególności logika matematyczna, rachunek prawdopodobieństwa, teoria gier, równania różniczkowe i algebra abstrakcyjna. Twórca cybernetyki, Norbert Wiener, uważa że bez logiki matematycznej powstanie cybernetyki byłoby niemożliwe.

II. PODSTAWOWE POJĘCIA CYBERNETYKI

=====

Obok pojęcia sterowania i łączności ogromną rolę odgrywa w cybernetyce pojęcie układu względnie odosobnionego, pojęcie sprzężenia i pojęcie informacji. Obecnie po kolei omówimy te podstawowe pojęcia.

2.1.0. Pojęcie układu względnie odosobnionego.

Zanim wyjaśnimy pojęcie układu względnie odosobnionego spróbujmy wyjaśnić sobie pojęcie układu absolutnie odosobnionego. W sposób intuicyjny układ absolutnie odosobniony lub jak się często mówi absolutnie izolowany, rozumiemy jako pewien układ materialny wyizolowany ze Wszechświata. Znaczy to, że układ absolutnie odosobniony nie działa na pozostałą część Wszechświata i pozostała część Wszechświata nie działa na układ absolutnie odosobniony. Gdybyśmy ową część Wszechświata znajdującą się na zewnątrz układu absolutnie izolowanego nazwali "światem zewnętrznym", to moglibyśmy pojęcie układu absolutnie izolowanego zdefiniować następująco. "Układ absolutnie odosobniony /izolowany/" to taki układ, który spełnia oba poniższe warunki:

- a/ układ ten nie oddziaływa na świat zewnętrzny;
- b/ świat zewnętrzny nie oddziaływa na ten układ.

Pomijamy zagadnienie realności takich układów, wspomni-
nany jedynie, że cybernetycy uważają, że nasz Wszechświat
spełnia oba powyższe warunki, więc jest układem absolutnie
izolowanym.

Cybernetyka nie zajmuje się układami absolutnie odosobnionymi. Cybernetykę interesują układy zwane układami względnie odosobnionymi. Co rozumiemy pod pojęciem układu względnie odosobnionego? Intuicyjnie rzecz biorąc, chodzi nam o pewien układ materialny odizolowany od świata zewnętrznego, przy czym izolacja ta ma charakter względny. Znaczy to, że pomiędzy układem względnie odosobnionym a światem zewnętrznym zachodzą określone stosunki. Stosunki te polegają na wzajemnym oddziaływaniu na siebie układu względnie odosobnionego i świata zewnętrznego. To wzajemne oddziaływanie ujęte jest w określone ramy. Mianowicie, oddziaływanie świata zewnętrznego na układ względnie odosobniony jest ograniczone i dokonywa się tylko poprzez określone połączenie świata zewnętrznego z układem względnie odosobnionym. Podobnie, oddziaływanie układu względnie odosobnionego na świat zewnętrzny jest także ograniczone i dokonywa się tylko poprzez określone połączenia układu względnie odosobnionego ze światem zewnętrznym. Możemy więc stwierdzić, że cechą zasadniczą układów względnie odosobnionych jest posiadanie dwojakiego rodzaju połączeń /zwanych bardzo często kanałami/ ze światem zewnętrznym:

- 1/ połączeń, którymi świat zewnętrzny działa na układ; połączenia te w języku cybernetyki zwą się "wejściami" układu;
- 2/ połączeń, którymi układ działa na świat zewnętrzny; połączenia te cybernetycy nazywają "wyjściami".

Przy okazji wprowadziliśmy pojęcie "wejścia" i "wyjścia" układu. Wyjaśniamy, że "wejście" układu to kanał, którym świat zewnętrzny oddziaływa na układ względnie odosobniony; natomiast "wyjście" układu to kanał, którym układ oddziaływa na świat zewnętrzny. Wejście i wyjście wspomniane powyżej są kanałami łączącymi świat zewnętrzny z układem względnie odosobnionym - dlatego ślątego nazywać je będziemy wejściami i wyjściami zewnętrznymi. O obok wejść i wyjść zewnętrznych bywają wejścia i wyjścia wewnętrzne - są to najogólniej rzecz biorąc kanały, którymi układ oddziaływa sam na siebie.

11

Każde wejście i wyjście może przyjmować pewne stany, które nazywamy stanami wyróżnionymi. Mamy więc "stan wyróżniony wejścia", inaczej zwany "bodźcem" i "stan wyróżniony wyjścia" inaczej zwany "reakcją". Zbiór wszystkich stanów wyróżnionych wejścia /bodźców/ nazywamy "repertuarem danego wejścia". Zbiór wszystkich stanów wyróżnionych wyjścia /reakcji/ nazywamy "repertuarem danego wyjścia".

Jako przykład wejścia zewnętrznego pewnego układu może służyć zwykły "kontakt elektryczny". Repertuar tego wejścia jest bardzo ubogi, składa się z dwóch stanów wyróżnionych:

- 1/ stan wyróżniony, przy którym styki nie są zwarte;
- 2/ stan wyróżniony, przy którym styki są zwarte.

Podobnie można potraktować jako wyjście określonego układu tarczę zegarka ze wskazówkami. W tym wypadku repertuar wyjścia składa się z nieskończonej ilości stanów wyróżnionych. Układy względnie odosobnione mogą posiadać ilości wejść i wyjść. Najprostsze jednak układy to takie, które mają tylko jedno wejście i jedno wyjście.

Obecnie podamy kilka przykładów układów względnie odosobnionych. Wyobraźmy sobie zwykły zamek drzwiowy wraz z kluczem. Jedynym wejściem tego układu jest klucz, jedynym wyjściem natomiast zasuwka zamka. Wejście tego układu posiada ubogi repertuar: klucz może być przekręcony lub nie. Podobnie wyjście też ma tylko dwa stany wyróżnione: zasuwka jest schowana lub wysunięta. Rozpatrzmy inny układ materialny, a mianowicie układ składający się z przewodu znajdującego się pod napięciem, wyłącznika i oprawki, w której znajduje się dobrze wkręcona, nieprzepalona żarówka. Jest to układ względnie odosobniony. Jedyne wejście tego prostego układu to ów przełącznik, o którym wspominaliśmy powyżej. Jedyne jego wyjście to żarówka. Wyjście posiada dwa stany wyróżnione: żarówka pali się lub nie. Inny przykład prostego układu względnie odosobnionego to zwykły pistolet. Świat zewnętrzny działa na ten układ przede wszystkim poprzez strzelca. W pistolecie można wyróżnić dwa wejścia, którymi świat zewnętrzny może na niego działać:

- 1/ jedno wejście to komora, do której wprowadzamy magazynek z amunicją;
- 2/ drugie wejście to spust, którym strzelec powoduje wystrzał.

Pistolet posiada dwa wyjścia, przez które działa na świat zewnętrzny:

- 1/ lufa, z której wypada pocisk;
- 2/ otwór, przez który wyrzucana jest po strzale łuska.

Za przykład układu względnie odosobnionego może nam posłużyć pracująca radiostacja nastawiona na odbiór. Posiada ona następujące wejścia:

- 1/ antenę wychytującą fale elektromagnetyczne o określonej długości;
- 2/ pokrętła, przy pomocy których nastawiamy radiostację na określoną długość fali, regulujemy siłę odbioru, modulujemy głos itp.

Radiostacja posiada jedno jedyne wyjście - jest nim głośnik tej radiostacji. Przykład bardzo skomplikowanego układu względnie odosobnionego to człowiek.

2.2.0. Podział układów względnie odosobnionych.

W układach względnie odosobnionych istnieje zależność pomiędzy stanem wyróżnionym wszystkich wyjść a stanem wyróżnionym wszystkich wejść. Zależność ta może mieć dwojaką postać:

- 1/ stany wyróżnione wyjść w jakiś sposób są wyznaczone przez stany wyróżnione wejść;
- 2/ stany wyróżnione wejść w jakiś sposób są wyznaczone przez stany wyróżnione wyjść.

Jeżeli w jakimś układzie względnie odosobnionym stany wyróżnione wyjść są wyznaczone przez stany wyróżnione wejść, to układ taki nazywany "układem prospektywnym".

Jeżeli w jakimś układzie względnie odosobnionym stany wyróżnione wejść są wyznaczone przez stany wyróżnione wyjść to układ taki nazywany "układem retrospektywnym".

Wszystkie układy prospektywne i retrospektywne dzielimy na zawodne i niezawodne. Uwzględniając powyższe, otrzymamy następujący podział układów względnie odosobnionych:

- 1/ układy prospektywne niezawodne;
- 2/ układy retrospektywne niezawodne;
- 3/ układy prospektywne zawodne;
- 4/ układy retrospektywne zawodne.

Omówimy po kolei wszystkie rodzaje układów.

2.2.1. Układy prospektywne niezawodne.

"Układ prospektywny niezawodny" charakteryzuje się tym, że minione i aktualne stany wyróżnione wszystkich wejść w sposób jednoznaczny określają stany wyróżnione wyjść.

Można w sposób bardziej ściśle określić pojęcie układu prospektywnego niezawodnego. Określenie to wygląda następująco. Układ względnie odosobniony jest układem prospektywnym niezawodnym, jeżeli spełnia warunki:

- 1/ Każde z wejść posiada przynajmniej dwa stany wyróżnione;
- 2/ Stan wyróżniony dowolnego wyjścia jest zawsze wyznaczony w sposób jednoznaczny przez aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wejść.

Prostym prospektywnym układem niezawodnym jest zaostrzony granat ręczny. Jedyne jego wejście jest zatyczka przytrzymująca rączkę granatu; jedynym wyjściem jest całość granatu. Wejście ma repertuar złożony z dwóch stanów wyróżnionych:

- 1/ zatyczka przytrzymuje rączkę granatu;
- 2/ zatyczka zwalnia rączkę granatu.

Wyjście również przyjmuje dwa stany wyróżnione:

- 1/ granat eksploduje;
- 2/ granat nie eksploduje.

Każdy ze stanów wyróżnionych jedynego wejścia w sposób jednoznaczny określa stan wyróżniony jedynego wyjścia. Gdy zatyczka przytrzymuje rączkę granatu, to granat nie eksploduje;

natomiast gdy zatyczka zwalnia rączkę granatu, to granat eksploduje.

Wspomniany przez nas układ składający się z zamka i kłuzka też jest układem propektywnym niezawodnym, podobnie jak układ składający się z kontaktu, żarówki i przewodu.

Znając aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wejść niezawodnego układu propektywnego możemy w sposób jednoznaczny określić aktualny stan wyróżniony dowolnego wyjścia tego układu.

2.2.2. Układy retrospektywne niezawodne.

"Nieawodny układ retrospektywny" charakteryzuje się tym, że aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wyjść w sposób jednoznaczny określają minione /nie późniejsze jednak od stanów wyróżnionych wyjść/ stany wyróżnione wejść. Ścisłej możemy zdefiniować układ retrospektywny niezawodny następująco. Układ względnie odosobniony jest układem retrospektywnym niezawodnym, jeżeli spełnia warunki:

- 1/ każde z wyjść posiada przynajmniej dwa stany wyróżnione;
- 2/ miniony /dostatecznie odległy od chwili bieżącej/ stan wyróżniony dowolnego wejścia jest zawsze wyznaczony w sposób jednoznaczny przez aktualne i minione /jednak nie wcześniejsze niż wchodzący w grę stan wejścia/ stany wyróżnione wszystkich wyjść.

Warto dać przykład takiego układu. Weźmy układ składający się z tarczy nerwu ocznego i mózdzka, połączonych przewodami nerwowymi. Wejściem tego układu jest mózdzek, natomiast jego wyjściem jest tarcza nerwu ocznego. Wejście może przyjmować przynajmniej dwa stany wyróżnione:

- 1/ mózdzek znajduje się w stanie ucisku;
- 2/ mózdzek nie znajduje się w stanie ucisku.

Wyjście tego układu również przyjmuje przynajmniej dwa stany wyróżnione:

- 1/ tarcza nerwu ocznego znajduje się w położeniu normalnym;

2/ tarcza nerwu ocznego jest wysadzona do góry.

W tym układzie stan wyróżniony wejścia jest w sposób jednoznaczny określony przez aktualny i miniony stan wyróżniony wyjścia. Jeżeli tarcza nerwu ocznego znajduje się w położeniu normalnym, to wiadomo, że mózdzek nie znajduje się w stanie ucisku. Jeżeli tarcza nerwu ocznego wysadzona jest do góry, to mózdzek znajduje się w stanie ucisku. Badając aktualne stany wyróżnione wyjścia tego układu /zmiany tarczy ocznej/ możemy w sposób jednoznaczny orzec coś o stanie wyróżnionym wejścia /mózdzek/. Na tej podstawie lekarze nieomylnie orzekają guz mózdzka.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że niektóre układy względnie odosobnione są zarazem układami prospektywnymi i retrospektywnymi. Znaczy to, że bądź każdy aktualny stan wyróżniony dowolnego wyjścia jest jednoznacznie wyznaczony przez aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wejść, bądź każdy miniony stan wyróżniony dowolnego wejścia jest wyznaczony jednoznacznie przez aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wejść. Układem prospektywno-retrospektywnym jest układ złożony z klucza i zamka, tarczy nerwu ocznego i mózdzka, przewodu elektrycznego, żarówki i przełącznika. Układy te można traktować bądź jako prospektywne bądź jako retrospektywne. Jeżeli mamy dostęp do wejść układu i chcemy dowiedzieć się czegoś o jego wyjściach, to wtedy układ ten traktujemy jako prospektywny. W wypadku przeciwnym, układ ten traktujemy jako retrospektywny.

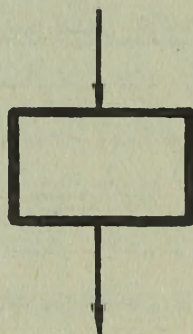
2.2.3. Układy zawodne: prospektywne i retrospektywne.

"Układy prospektywne zawodne" charakteryzują się tym, że stan wyróżniony dowolnego wyjścia jest zawsze w sposób prawdopodobny wyznaczony przez aktualne i minione stany wyróżnione wszystkich wejść. Zakładamy, że wspomniane prawdopodobieństwo jest nie mniejsze jak 50%. "Układy retrospektywne zawodne" charakteryzują się tym, że miniony /dostatecznie odległy od chwili bieżącej/ stan wyróżniony dowolnego wejścia jest zawsze w sposób prawdopodobny wyznaczony przez aktualne i minione /jednak nie wcześniejsze niż wchodzący w grę stan wejścia/ stany wyróżnione wszystkich wejść. Zakładamy, że wspomniane prawdopodobieństwo nie jest mniejsze jak 50%.

W naszych rozważaniach będziemy się zajmowali wyłącznie układami niezawodnymi.

2.3.0. Graficzne przedstawianie układów względnie odosobnionych

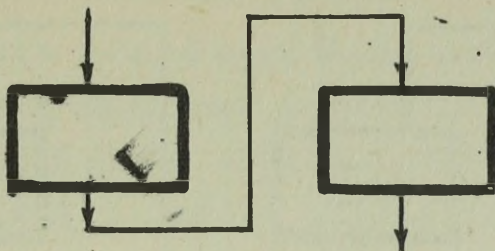
Należy przyjąć pewien sposób graficznego przedstawiania układów względnie odosobnionych. W niniejszym skrypcie oprzemy się na sposobie zaproponowanym przez prof. dra H. Greniewskiego. Polega on na tym, że sam układ przedstawiany w postaci prostokąta, którego podstawą jest jeden z większych boków. Wejścia układu oznaczamy strzałkami skierowanymi w kierunku górnej podstawy, natomiast wyjścia przy pomocy strzałek wychodzących z dolnej podstawy.



2.4.0. Sprzężenie układów względnie odosobnionych.

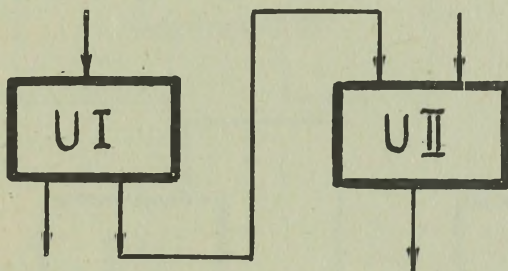
Sprzężenie dwu układów to po prostu ich złączenie. Nie chodzi nam jednak o wszelkiego rodzaju połączenia. Np. jeżeli dwa samochody wpadną na siebie, to nastąpi ich połączenie, sprzężenie. Jednak cybernetyka takiego rodzaju sprzężenia mi nie zajmuje się. Dlaczego? Dlatego, że przy tego rodzaju sprzężeniach następują zbyt duże zniekształcenia układów sprzęganych. Cybernetyka interesuje się tylko i wyłącznie takimi sprzężeniami, które polegają na tym, że wyjście jednego układu łączymy z wejściem układu drugiego. Dwa układy sprzężone w ten sposób tworzą zupełnie nowy układ względnie odosobniony.

Sprzężenia układów względnie odosobnionych mogą mieć różny charakter; rozróżniemy: sprzężenie szeregowo, równoległe, zwrotne i samosprzężenie. Sprzężenie dwóch układów przedstawiamy graficznie za pomocą strzałki wychodzącej z dolnej podstawy jednego prostokąta i biegnącej do górnej podstawy drugiego prostokąta.



2.4.1. Sprzężenie szeregowe.

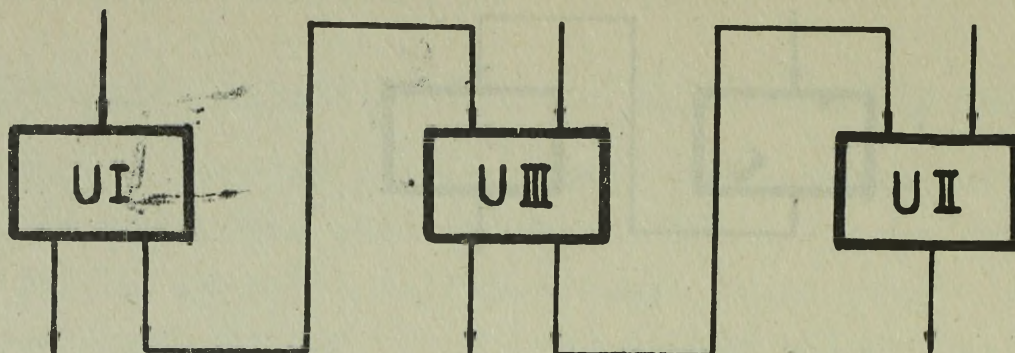
Rozróżniamy bezpośrednie sprzężenie szeregowe i pośrednie sprzężenie szeregowe. Na początku omówimy bezpośrednie sprzężenie szeregowe. Mówimy, że układ UI jest sprzężony bezpośrednio szeregowo z układem UII, jeżeli przynajmniej jedno wyjście układu UI jest zarazem wejściem układu UII.



Bezpośrednie sprzężenie szeregowe.

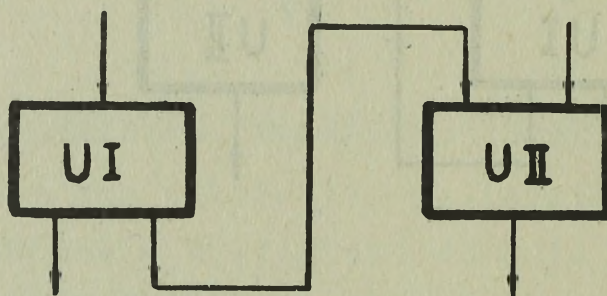
Pośrednie sprzężenie szeregowe można zdefiniować następująco. Układ UI jest sprzężony pośrednio szeregowo z układem UII, jeżeli istnieje układ UIII, spełniający następujące warunki:

- 1/ układ UI jest sprzężony bezpośrednio szeregowo z układem UIII;
- 2/ układ UIII jest sprzężony bezpośrednio szeregowo z układem UII.



Pośrednie sprzężenie szeregowe

Może się zdarzyć, że dwa układy UI i UII są sprzężone szeregowo w ten sposób, że tylko jedno wyjście jednego z tych układów jest zarazem wejściem układu drugiego. Takie sprzężenie szeregowe nazywamy przejściem.



Przejście

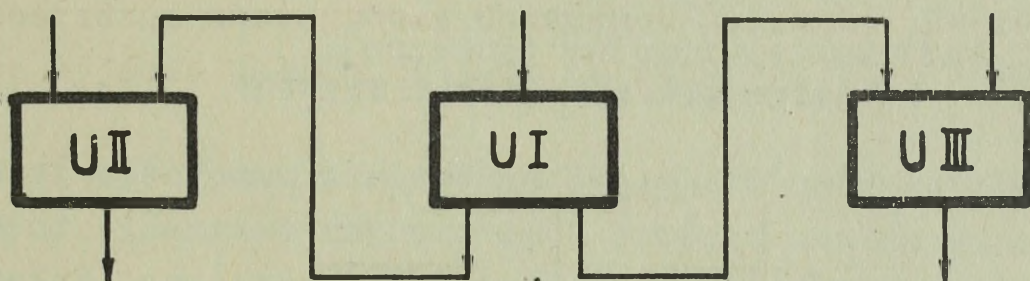
Przykłady sprzężenia szeregowego bezpośredniego: ręka jest bezpośrednio sprzężona z pistoletem w czasie strzelania, palce maszynistki są sprzężone bezpośrednio z klawiszami maszyny do pisania, abonent rozmawiający przez telefon jest bezpośrednio sprzężony z mikrotelefonem, dowódca pułku jest bezpośrednio sprzężony z dowódcami batalionu.

Przykłady sprzężenia szeregowego pośredniego: dowódca pułku jest pośrednio szeregowo sprzężony z dowódcą kompanii czy dowódcą plutonu, maszynistka jest w sposób szeregowy pośrednio sprzężona z trzcionkami maszyny, centralna agencja prasowa jest pośrednio sprzężona z czytelnikami gazet.

2.4.2. Sprzężenie równoległe.

Sprzężenie równoległe może mieć miejsce pomiędzy co najmniej trzema układami względnie odosobnionymi. Mówimy, że trzy układy względnie odosobnione UI, UII, UIII są sprzężone równoległe, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- 1/ układ UI jest sprzężony bezpośrednio szeregowo z układem UII;
- 2/ układ UI jest sprzężony bezpośrednio szeregowo z układem UIII.



Sprzężenie równoległe

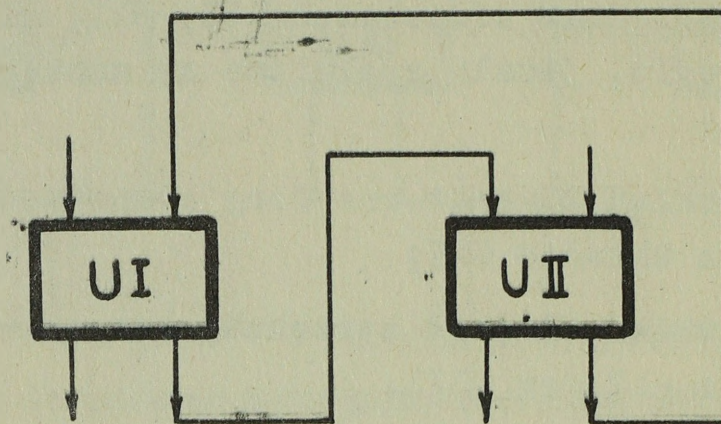
Przykłady sprzężenia równoległego: centralna agencja prasowa dostarczająca informacji różnym redakcjom, redakcja i czytelnicy pisma przez nią wydawanego, sygnał alarmowy przesyłany ze sztabu pułku do wszystkich pododdziałów pułku, dowódca wydający rozkaz zbiórki rozproszonym żołnierzom.

2.4.3. Sprzężenie zwrotne.

Sprzężenie zwrotne może być bezpośrednie i pośrednie. Na początku omówimy bezpośrednie sprzężenie zwrotne. Mówimy, że dwa układy względnie odosobnione UI i UII są sprzężone zwrotnie bezpośrednio, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- 1/ układ UI jest bezpośrednio szeregowo sprzężony z układem UII;

2/ układ UII jest bezpośrednio sprzężony szeregowo z układem UI.



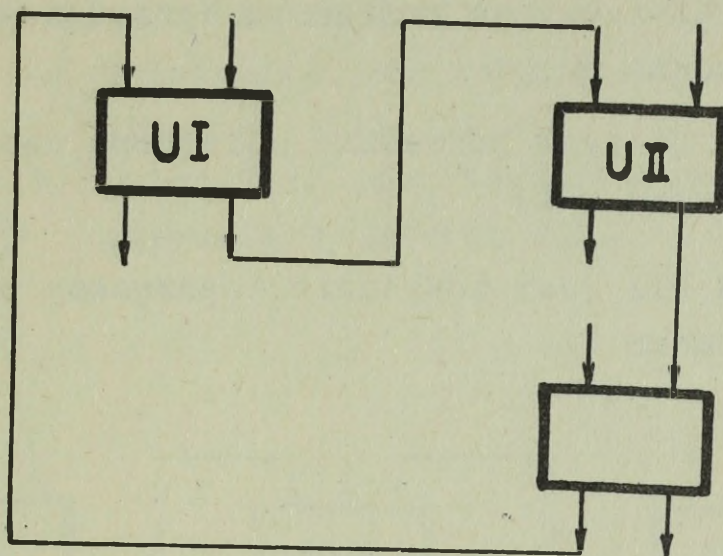
Bezpośrednie sprzężenie zwrotne

Przykładem bezpośredniego sprzężenia zwrotnego jest żołnierz strzelający z karabinu. Zarówno żołnierz jak i karabin to układy względnie odcosobnione wzajemnie ze sobą sprzężone. Żołnierz jest sprzężony szeregowo z karabinem i oddziaływa na niego poprzez uchwyt, ładowanie i spust. Karabin będący również szeregowo sprzężony z żołnierzem oddziaływa na niego przede wszystkim poprzez odrzut.

Pośrednie sprzężenie zwrotne może mieć różne postacie, które po kolei omówimy.

1/ Dwa układy UI i UII są pośrednio sprzężone zwrotnie, jeżeli spełnione są następujące warunki:

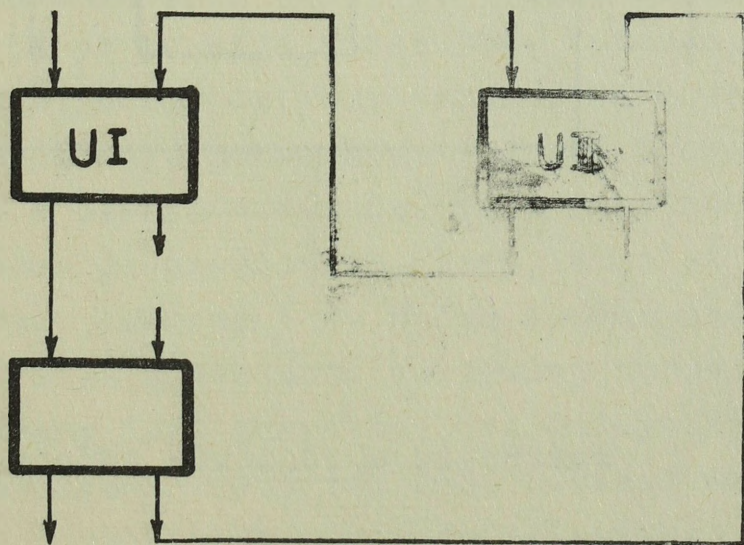
- a/ układ UI jest bezpośrednio szeregowo sprzężony z układem UII;
- b/ układ UII jest pośrednio szeregowo sprzężony z układem UI.



Pośrednie sprzężenie zwrotne.

2) Dwa układy UI i UII są pośrednio sprzężone zwrotnie, jeżeli spełnione są warunki:

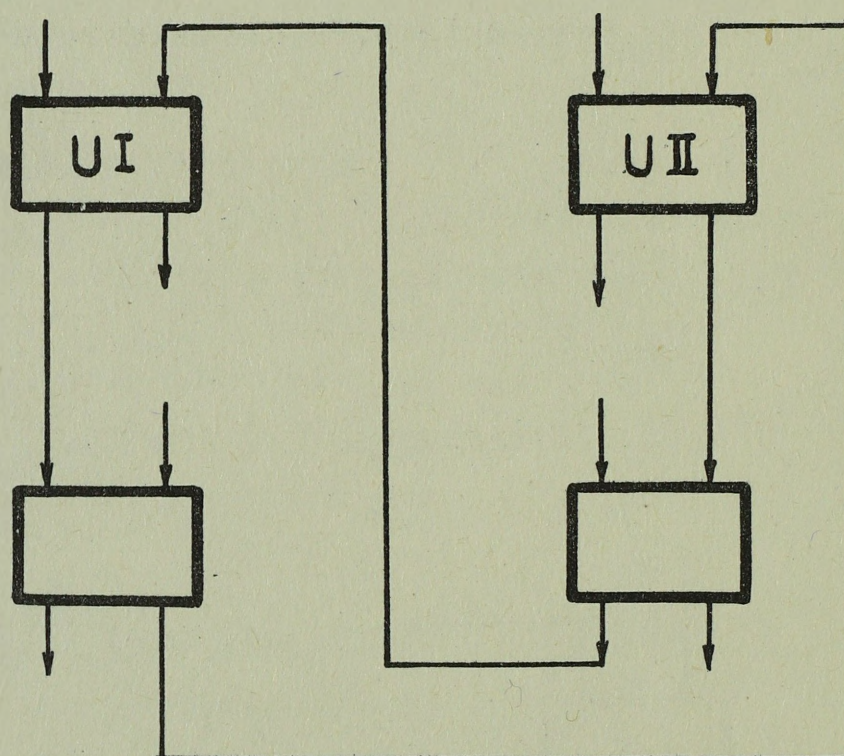
- a/ układ UI jest pośrednio szeregowo sprzężony z układem UII;
- b/ układ UII jest bezpośrednio szeregowo sprzężony z układem UI.



Pośrednie sprzężenie zwrotne.

3/ Dwa układy UI i UII są pośrednio sprzężone zwrotnie o ile spełniają warunki:

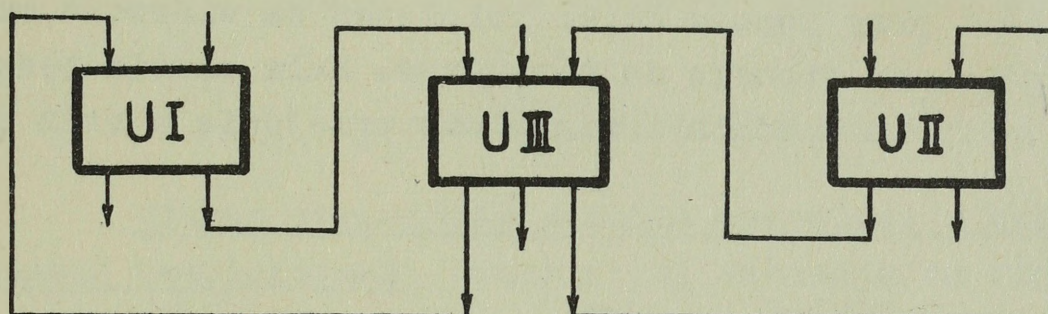
- a/ układ UI jest pośrednio sprzężony szeregowo z układem UII;
- b/ Układ UII jest pośrednio sprzężony szeregowo z układem UI.



Pośrednie sprzężenie zwrotne.

4/ Dwa układy UI i UII są pośrednio sprzężone zwrotnie o ile istnieje układ UIII spełniający warunki następujące:

- a/ układ UIII jest bezpośrednio sprzężony zwrotnie z układem UI;
- b/ układ UIII jest bezpośrednio sprzężony zwrotnie z układem UII.



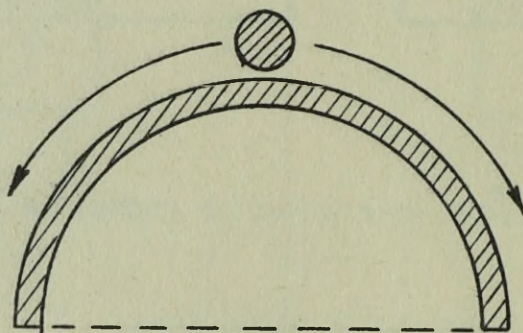
Pośrednie sprzężenie zwrotne.

2.4.4. Dodatnie sprzężenie zwrotne.

Sprzężenie zwrotne może być dodatnie i ujemne. Na początku wyjaśnimy istotę sprzężenia zwrotnego dodatniego. Wyobraźmy sobie, że rozmawiają dwie osoby: osoba A i osoba B. W czasie rozmowy osoby te są ze sobą sprzężone. Rozmowa, którą prowadzą nie jest przyjemna, dotyczy tematu, na który dyskutanci mają odmienne poglądy. Początkowo rozmowa prowadzona jest spokojnie, ale w pewnym momencie osoba A podnosi głos, na co osoba B odpowiada podniesieniem głosu, z kolei osoba A zaczyna mówić jeszcze głośniejszym głosem itd. W ten sposób dochodzi do ostrej wymiany zdań a wreszcie do jawnej sprzeczki.

Rozpatrzmy inny przykład. Oto maszynista prowadzący pociąg nagle zwariował. Gdy szybkość pociągu wzrasta, on każe dorzucić swemu pomocnikowi węgla do paleniska; to powoduje naturalnie dalszy wzrost szybkości pociągu. Maszynista upaja się szybkością i znów nakazuje dorzucić węgla pod palenisko. Cykl ten powtarza się wielokrotnie aż do momentu, gdy pociąg wyskoczy z szyn i w ten sposób wyrwie się spod władzy szalonego maszynisty.

W powyższych dwu wypadkach mieliśmy do czynienia ze sprzężeniami zwrotnymi dodatnimi. Istota tego sprzężenia polega na tym, że stan układów sprzężonych na skutek ich wzajemnego oddziaływania odchyła się coraz bardziej od pewnej określonej wielkości. W naszym wypadku od normalnego poziomu odchyłała się rozmowa oraz szybkość pociągu i tempo dorzucania węgla do paleniska. Najogólniej można powiedzieć, że sprzężenie zwrotne dodatnie charakterystyczne jest dla układów rozregulowanych. Sprzężenie zwrotne dodatnie możemy zilustrować przy pomocy kulki położonej na wierzchu kulistego naczynia ustawionego do góry dnem. Kula zawsze będzie z tego naczynia spadała i nigdy nie przejdzie w stan równowagi.



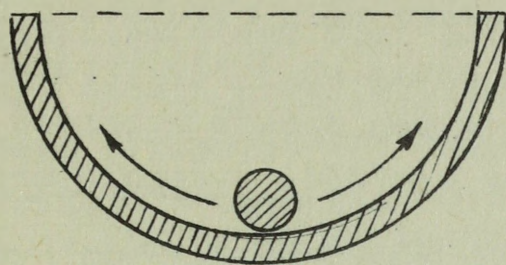
Sprzężenie zwrotne dodatnie.

2.4.5. Sprzężenie zwrotne ujemne.

Inny charakter ma sprzężenie zwrotne ujemne. Wyobraźmy sobie, że jedziemy samochodem i postanawiamy jechać ze stałą prędkością równą 60 km/godz. Patrzymy na tachometr, który wskazuje 40 km/godz. Szybkość jest za mała, więc naciskamy pedał gazu. Teraz szybkość gwałtownie wzrasta i dochodzi do 70 km/godz. Naturalnie, że jest ona dla nas za duża. Dlatego zwalniamy pedał gazu i obserwujemy jak wskazówka tachometru balansując w lewo i w prawo ustala się na cyfrze 60. W ten sposób osiągamy ^{żądaną} prędkość.

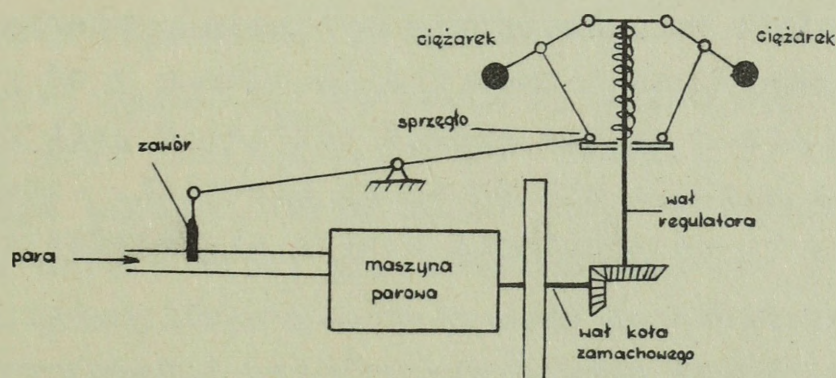
Istota sprzężenia zwrotnego ujemnego jest dążność do zachowania pewnej stałej wartości przeciętnej. Sprzężenie zwrotne ujemne możemy w sposób plastyczny przedstawić przy pomocy kulki wrzuconej do naczynia kulistego. Kulka po wzięciu

wahaniach przejdzie w stan równowagi, zatrzymując się na dnie naczynia.



Sprzężenie zwrotne ujemne.

Ujemne sprzężenie zwrotne występuje w układach zwanych regulatorami. Cybernetycy wskazują na regulator Watta oraz na urządzenie regulujące dopływ ziarna do kamieni w wiatraku, jako na klasyczne przykłady ujemnego sprzężenia zwrotnego.



Regulator Watta

Regulator Watta jest urządzeniem regulującym prędkość obrotów koła zamachowego maszyny parowej. Mechanizm tego regulatora nie jest skomplikowany: wał koła zamachowego poprzez koła zębate powoduje obroty pionowego wału regulatora. Na tym pionowym wale są umieszczone dwa ciężarki, które mogą się od siebie oddalać pod działaniem siły odśrodkowej w miarę wzrostu prędkości obrotu wałów. Ciężarki odchylając się oddziałują na sprzęgło i dźwignię, które z kolei powodują ruch zaworu w przewodzie doprowadzającym parę do maszyny. Jeżeli prędkość ruchu maszyny rośnie, ciężarki odchylają się coraz bardziej od

pionowego wału regulatora i zawór zmniejsza dopływ pary do maszyny. To pociąga za sobą zmniejszenie szybkości ruchu maszyny. Gdy prędkość maleje, ciężarki zbliżają się coraz bardziej do pionowego wału regulatora i zawór zaczyna zwiększać dopływ pary. Prędkość obrotu wałów zaczyna ponownie wzrastać. W ten sposób prędkość ruchu maszyny osiąga określoną wartość. W regulatorze Watta prędkość ruchu maszyny oddziałuje na dopływ pary i odwrotnie: dopływ pary oddziałuje na prędkość ruchu maszyny.

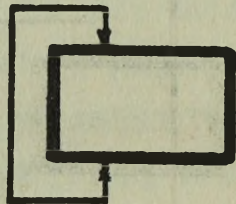
Podobny regulator można spotkać w wiatrakach. Regulator ten reguluje ilość ziarna sypanego do młownika w zależności od siły wiatru. Ziarno znajduje się w wielkim, zwężającym się ku dołowi zbiorniku i zsuwa się specjalną rynną w kierunku osi młowników. Ta rynna przy pomocy sprężyny połączona jest z graniastą osią młownika, która jest wprawiana w ruch skrzydłami wiatraka. W czasie ruchu obrotowego osi graniastej jej kandy odpychają od siebie rynnę, podczas gdy nacisk sprężyny powoduje jej gwałtowne uderzenie w następny bok osi. Następnie sytuacja powtarza się: rynna znów jest odpychana i znów z siłą uderza w oś graniastą. Znajdujące się w rynnie ziarno poddawane jest nieustannym wstrząsom i zarypuje się pomiędzy młowniki. Jeżeli wiatr jest silny, to oś graniasta obraca się bardzo szybko i do młowników wpada dużo ziarna. Jeżeli natomiast wiatr jest słaby, to oś obraca się wolniej i do młowników wpada niewiele ziarna. W ten sposób ilość ziarna jest zawsze regulowana prędkością obrotu osi graniastej a raczej siłą wiatru. W wyżej omówionych regulatorach występuje sterowanie "starego" "przedcybernetycznego" rodzaju. Sterowanie dokonywa się tutaj na drodze bezpośrednich oddziaływań, bezpośrednich kontaktów.

Z ujemnym sprzężeniem zwrotnym spotykamy się także i u organizmów żywych: przejawia się ono przede wszystkim w utrzymywaniu równowagi fizjologicznej środowiska wewnętrznego. Owa równowaga w języku naukowym nosi nazwę "homeostazy" i zawsze jest związana z obecnością życia. Obecnie podamy parę przykładów homeostazy. Organizm utrzymuje stałą temperaturę, co dokonuje się przez regulację tempa produkcji

ciepła i jego strat. Zwykle produkcję ciepła zwiększa się wtedy gdy temperatura ciała zaczyna opadać, natomiast utratę ciepła przyspiesza się gdy temperatura ciała wzrasta. Temperatura ciała zwierzęcia ciepłokrwistego musi być utrzymana w bardzo wąskich granicach. Jeżeli przez dłuższy czas temperatura środowiska wewnętrznego utrzymuje się powyżej lub poniżej owych optymalnych granic, to organizm umiera. Jak działa mechanizm utrzymujący temperaturę ciała na stałym poziomie? Jeżeli w środowisku zewnętrznym panuje niska temperatura, to ciepłota niedostatecznie chronionego ciała zaczyna się obniżać. Wtedy natychmiast zostaje wstrzymane wydalenie potu, co zapobiega utracie ciepła. Zwązają się naczynia krwionośne znajdujące się pod powierzchnią skóry, przez co zmniejsza się możliwość utraty ciepła krwi krążącej w ustroju. Ssakom owłosionym jeżą się włosy, ptakom stroszą się pióra: w ten sposób tworzy się przy skórze warstwa nieruchomego powietrza izolującego organizm od chłodu panującego w otoczeniu. Zwiększa się ilość cukru we krwi, a co za tym idzie ilość ciepła produkowanego przez organizm. Występują również dreszcze jako wynik przyspieszonej przemiany materii. Z chwilą gdy działalność tych mechanizmów zaczyna przynosić rezultaty, tempo ich działania zostaje automatycznie zwolnione. Temperatura ciała podnosi się zwykle wtedy gdy pracują mięśnie. Ciepło wytworzone przez pracę mięśni musi zostać szybko rozproszone, gdyż w przeciwnym wypadku wzrost temperatury środowiska wewnętrznego mógłby grozić bezpieczeństwu niektórych tkanek a przede wszystkim tkanek nerwowych. Jeżeli temperatura środowiska wewnętrznego wzrasta, to następuje rozszerzenie naczyń krwionośnych znajdujących się pod powierzchnią skóry, co ułatwia wydzielanie z niej ciepła na zewnątrz. Dużą rolę w obniżaniu temperatury ciała odgrywa pocenie. Wilgotna skóra parując ochładza krew w naczyniach włosowatych znajdujących się pod jej powierzchnią. Z chwilą gdy temperatura ciała znacznie opadnie, działanie wyżej wymienionych mechanizmów zostaje zaniesowane. W podobny sposób organizm reguluje poziom cukru, wapnia, tłuszczu, tlenu i innych składników we krwi.

2.4.6. Samosprzężenie.

Bywają wypadki, że układ względnie odosobniony jest sprzężony sam ze sobą. Mówimy wtedy o samosprzężeniu układu. Ściślej możemy powiedzieć: układ posiada samosprzężenie wtedy i tylko wtedy gdy przynajmniej jedno wyjście tego układu jest zarazem jego wejściem. Samosprzężenie jakiegoś układu to po prostu połączenie jego wyjść i wejść wewnętrznych. Ze względu na powyższe samosprzężenie układu możemy równie dobrze nazwać jego przejściem wewnętrznym. Samosprzężenie przedstawiać będziemy graficznie przy pomocy strzałki wychodzącej z dolnej podstawy prostokąta i kończącej się w górnej jego podstawie.

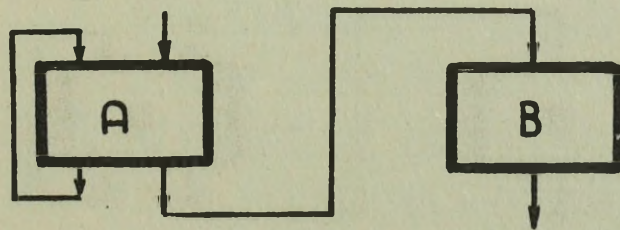


Samosprzężenie.

2.4.7. Tabela sprzężeń lub macierz sprzężeń.

Budujemy ją w sposób następujący. Wyjściom układów sprzężonych przyporządkowujemy kolumny tabeli, natomiast wyjściom układów sprzężonych przyporządkowujemy wiersze tabeli. Każdy układ ma więc w tabeli przyporządkowany jeden wiersz i jedną kolumnę. Obok tego mamy dodatkową kolumnę, w której zaznaczamy ilość wyjść na zewnątrz poszczególnych układów oraz kolumnę, w której zaznaczamy ogólną ilość wejść poszczególnych układów. Podobnie mamy wiersz, w którym zaznaczamy ilość wyjść w poszczególnych układach. Jakie oznaczenia zastosujemy w naszej tabeli? Przede wszystkim przyjmujemy, że układy sprzężone są tylko przy pomocy przejść. Założmy, że sprzęgamy ze sobą dwa układy A i B w ten sposób, że układ A jest sprzężony szeregowo z układem B, że układ A posiada samosprzężenie oraz że układ A posiada jedno wyjście z zewnątrz a układ B jedno wyjście na zewnątrz. W tabeli sprzężeń na przecięciu kolumny przyporządkowanej układowi A i wiersza przyporządkowanego układowi B stawiamy znak "1". Ogólnie możemy powiedzieć, że

jeżeli układ, któremu przyporządkowana jest kolumna, jest sprzężony z układem, któremu przyporządkowany jest wiersz tabeli to na przecięciu tej kolumny z tym wierszem stawiamy znak "1". W przeciwnym wypadku na przecięciu kolumny z wierszem stawiamy znak "0". W naszym przykładzie na przecięciu kolumny przyporządkowanej układowi B z wierszem przyporządkowanym układowi A stawiamy znak "0". Jeżeli jakiś układ posiada samosprzeżenie, to na przecięciu kolumny przyporządkowanej temu układowi z wierszem jemu przyporządkowanym stawiamy "1". W przeciwnym wypadku na tym przecięciu stawiamy "0". Tak więc na przecięciu kolumny przyporządkowanej układowi A z wierszem przyporządkowanym układowi A stawiamy "1". Na analogicznym przecięciu dotyczącym układu B stawiamy "0". Jeżeli jakiś układ posiada wyjście na zewnątrz to na skrzyżowaniu kolumny "wyjścia na zewnątrz" z wierszem przyporządkowanym temu układowi stawiamy znak "1". W wypadku przeciwnym na tym przecięciu stawiamy znak "0". W naszym wypadku na przecięciu kolumny "wyjścia na zewnątrz" z wierszem przyporządkowanym układowi B stawiamy "1". Natomiast na przecięciu wyżej wspomnianej kolumny z wierszem przyporządkowanym układowi A stawiamy "0". Dowolny układ może posiadać wejście z zewnątrz. W takim wypadku na przecięciu kolumny przyporządkowanej danemu układowi z wierszem "wejścia z zewnątrz" stawiamy znak "1". Jeżeli układ nie posiada takiego wejścia, to na tym przecięciu stawiamy znak "0". Tak więc na przecięciu kolumny przyporządkowanej układowi A z wierszem "wejścia z zewnątrz" stawiamy "1", natomiast na przecięciu kolumny przyporządkowanej układowi B z analogicznym wierszem stawiamy "0".



Sprzeżenie szeregowe układów A i B

Wejścia	W y j ś c i a			Razem wejść
	na zew- nętrz	A	B	
zewnętrz		1	0	1
A	0	1	0	1
B	1	1	0	2
Razem wyjść	1	3	0	4

Tabela /macierz/ sprzężeń.

2.5.0. Informacja.

Jednym z ważniejszych pojęć cybernetyki jest pojęcie informacji. Dział cybernetyki zajmujący się badaniem informacji nosi nazwę teorii informacji. Spróbujemy w najogólniejszych zarysach wyjaśnić co nazywamy informacją. Otóż zakładamy, że stosunek zachodzący pomiędzy układem względnie odosobnionym a światem zewnętrznym jest często przekazywaniem informacji. W tym rozumieniu informacja to wiadomość o konkretnym wydarzeniu, które zaszło, zachodzi lub może zajść w świecie zewnętrznym lub układzie względnie odosobnionym. Jeżeli weźmiemy pod uwagę fakt, że zarówno układ względnie odosobniony jak i świat zewnętrzny znajdują się w ciągłej zmianie, to możemy powiedzieć, że informacja to wiadomość o zmianach zachodzących w układzie względnie odosobnionym lub w świecie zewnętrznym. Naturalnie mamy tu na myśli zmiany, które zaszały, zachodzą aktualnie lub mogą zajść w przyszłości. Mówiąc, że w jakimś układzie zachodzą zmiany, rozumiemy, że układ ten przyjmuje różne możliwe stany. Słusiej możemy powiedzieć, że informacja jest wiadomością o stanach jakie przyjmował w przeszłości, przyjmuje aktualnie lub może przyjąć w przyszłości układ względnie odosobniony lub świat zewnętrzny. Informacje mogą płynąć od układu względnie odosobnionego do świata zewnętrznego. Są to wiadomości o stanach przyjmowanych przez układ względnie odosobniony. Informacje

mogą również płynąć wewnątrz samego układu względnie odosobnionego. W tym wypadku informacje płyną od wyjść wewnętrznych układu do jego wejść wewnętrznych. Informacje te są również wiadomościami o stanach przyjmowanych przez układ. Obok tego kierunku przepływu informacji istnieje inny: informacje mogą płynąć od świata zewnętrznego do układu względnie odosobnionego. Te informacje są wiadomościami o stanach przyjmowanych przez świat zewnętrzny.

Reasumując można stwierdzić, że:

- 1/ Informacja jest wiadomością o stanach, jakie może przyjmować układ względnie odosobniony lub świat zewnętrzny.
- 2/ Informacje mogą być wysyłane zarówno przez układ względnie odosobniony jak i przez świat zewnętrzny.
- 3/ Informacje mogą być odbierane zarówno przez układ względnie odosobniony jak i przez świat zewnętrzny.
- 4/ Zwykle jest tak, że informacje wysyłane przez układ względnie odosobniony odbierane są przez świat zewnętrzny, natomiast informacje wysyłane przez świat zewnętrzny odbierane są przez układ względnie odosobniony.
- 5/ Czasami informacje wysyłane przez układ względnie odosobniony odbierane są przez ten sam układ; dzieje się to wtedy, gdy układ posiada wejścia i wyjścia wewnętrzne.

Informacjami są wszelkie wiadomości mające postać nakazów, sprawozdań i powiadomień. W tym rozumieniu informacją jest każdy rozkaz i zarządzenie przekazane oraz każdy meldunek i sprawozdanie podwładnego. Podobnie, informacjami są ustalone sygnały dowodzenia, współdziałania, ostrzegania i powiadamiania.

Z informacją nierozzerwalnie jest związany sygnał. Sygnał jest to proces fizyczny będący nośnikiem informacji. Sygnałem mogą być fale elektromagnetyczne, fale dźwiękowe, prąd elektryczny, światło, ruchy ręki, głowy i inne zjawiska fizyczne. Wyobraźmy sobie, że dowódca pułku uzgodnił z dowódcami batalionu, że wszelkie ataki czółgów nieprzyjaciela sygnalizowane będą rakietami "czarny dym". Od tej pory, ilekroć w rejonie obrony pułku zostanie wystrzelona

rakieta "czarny dym", tylekroć broniący dowiedzą się, że są przedmiotem ataku czołgów nieprzyjaciela. W tym wypadku rakietą jest zjawiskiem fizycznym, sygnałem niosącym informację o ataku czołgów nieprzyjaciela. Naturalnie, aby wiedzieć jaką informację niesie sygnał, należy znać zależność na mocy której przyporządkowano informację sygnałowi.

W teorii informacji operuje się pojęciami informacji użytecznej, nadmiaru informacyjnego i szumu. Informacja użyteczna to nowa wiadomość, nieznana układowi odbierającemu informację i wykorzystywana przez niego w działaniu. Nadmiar informacyjny to wiadomość w zasadzie już znana układowi odbierającemu informację i nie dostarczająca mu żadnych nowin. Szum to wszelkiego rodzaju zakłócenia występujące w procesie przesyłania informacji kanałami łączności. Dowódcą pułku otrzymując w czasie walki meldunek o położeniu podległych batalionów otrzymuje informacje użyteczne, które wykorzystają do kierowania walką pułku. Podobnie, rozkaz bojowy wydawany podwładnemu przez przełożonego stanowi informację użyteczną. Przykładem nadmiaru informacyjnego są informacje o nieprzyjacielu zawierające tę samą treść ale pochodzące z różnych źródeł. Na polu walki, szumem są wszystkie te procesy, które w jakimś stopniu uniemożliwiają przesyłanie informacji kanałami łączności bez zniekształceń.

Wyobraźmy sobie, że sygnałem do natarcia jest czerwona rakietą. Szumem utrudniającym odebranie tej informacji może być w tym wypadku np. mgła ograniczająca pole widzenia. Weźmy inny przykład. Oficer wrysowuje na mapę sytuację bojową. Układ znaków taktycznych i skrótów literowych wrysowanych na mapę i obrazujących jakąś realną lub założoną sytuację taktyczną stanowi zbiór informacji użytecznych o tej sytuacji. Jeżeli teraz oficer podcienia niektóre ze znaków taktycznych określonym kolorem, to ilość informacji na mapie nie ulegnie zmianie. Informacje zapisane na mapie staną się tylko bardziej czytelne. Dlatego owe podcienianie sytuacji na mapie traktujemy, jako nadmiar informacyjny. Może się zdarzyć że oficer używał mapy w czasie deszczu, kolorowe znaki rozlały się w barwne plamy - mapa stała się trudna do odczytania. I oto mamy niemal klasyczny

przykład szumu utrudniającego odczytanie informacji użytecznej.

Istnieją ścisłe zależności pomiędzy informacjami użytecznymi, nadmiarem informacyjnym i szumem. Informacje użyteczne przekazywane kanałami łączności są bardzo podatne na wszelkiego rodzaju zakłócenia, szumy. Wynikiem tego jest tendencja do zniekształceń informacji przekazywanych kanałami łączności. Nadmiar informacyjny jest jednym ze środków walki z zakłóceniami. Np. przekazując przez radiostację depeszę w warunkach złej słyszalności, możemy treść depeszy wielokrotnie powtórzyć. W miarę wzrostu ilości powtórzeń wzrasta prawdopodobieństwo przesłania depeszy bez zniekształceń. Nadmiar informacyjny jest więc środkiem walki z szumami utrudniającymi przekazywanie informacji użytecznych.

Przy przechowywaniu, odbiorze i przesyłaniu informacji jest zużytkowana energia, ale ta energia w żaden sposób nie charakteryzuje samej informacji. Np. informacja o sytuacji bojowej może być przesłana przez radio, telegraf, gońca itd. Za każdym razem na przesłanie tej informacji zostanie zużyta pewna energia: ilość tej energii nie zależy jednak ani od charakteru przesyłanej informacji, ani od jej ważności, ani od tego na ile jest ona prawdopodobna. Ilość energii zużytkowanej na przesłanie informacji zależy jedynie od poziomu techniki i może nieograniczenie maleć.

Informacja nie ma charakteru materialnego a co za tym idzie nie posiada cech właściwych przedmiotom materialnym. Jeżeli jakiś przedmiot materialny przeniesiemy z miejsca A do miejsca B, to normalną kolejną rzeczą w miejscu A brak będzie tego przedmiotu. Innymi słowy: określony przedmiot materialny może się znajdować tylko w jednym określonym miejscu, nigdy zaś w dwu miejscach jednocześnie. Inaczej rzecz się ma z informacją. Układ informujący przekazując informacje układowi informowanemu wcale nie staje się uboższy o przekazaną informację. Np. z jednego podręcznika może czerpać wiedzę całe grono uczniów a mimo to suma informacji zawartych w tym podręczniku pozostanie bez zmian. Podobnie jest z wykładowcą przekazującym wiedzę słuchaczom: mimo iż przekazuje on określone informacje, to sam nie traci

swej wiedzy. Przeciwnie, można stwierdzić, że przekazywanie wiedzy przez wykładowcę prowadzi do jej utrwalenia i pogłębienia.

Z życia codziennego wiemy, że jeżeli do zbioru przedmiotów materialnych jednego gatunku dodajemy nowe przedmioty tego samego gatunku, to zbiór ten będzie rósł. Jeżeli np. mamy w zapasie pięć sztuk amunicji do karabinu i będziemy do tego dodawali nowe naboje to nasz zapas będzie się stale powiększał. Inaczej jest z informacją. Ilość informacji zawartej w jednym układzie informującym jest taka sama co w dwóch, trzech, dziesięciu czy tysiącu identycznych układach. Ilość informacji zawartej w niniejszym skrypcie jest taka sama jak ilość informacji zawarta w całym jego wydaniu.

Teoria informacji, zajmująca się przekazywaniem informacji kanałami łączności, została opracowana przede wszystkim pod względem statystycznym. Dotychczas nie zajmowano się informacją od strony jej treści. Taka analiza jest niewątpliwie bardzo trudna przede wszystkim ze względu na subiektywizm, który występuje przy określaniu wartości jednej i tej samej informacji przez różne układy informowane. Np. informacja o zniszczeniu kompanii piechoty uderzeniem broni atomowej przedstawia różną wartość dla dowódcy batalionu, w skład którego wchodziła ta kompania, dla dowódcy pułku, dla dowódcy armii i dowódcy frontu.

Ostatnio w radzieckiej literaturze cybernetycznej spotyka się głosy śledzące opracowania teorii informacji, która za podstawę swych rozważań brałaby treść informacji. Podkreśla się przy tym, że zbadanie problematyki informacji z pozycji ogólnofilozoficznych pozwoliłoby określić dalsze perspektywy rozwoju teorii informacji oraz perspektywę przejścia od współczesnej, formalnej teorii informacji do nowej, semantycznej. Należy zwrócić uwagę na fakt, że prace nad nową, semantyczną teorią informacji znajdują się w stadium początkowym.

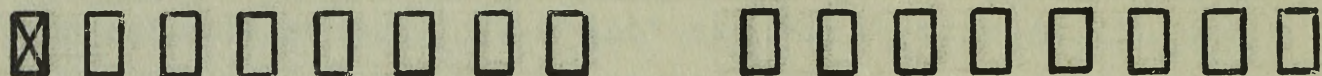
2.5.1. Binarna /dwójkowa/ jednostka informacji.

Statystyczna teoria informacji wypracowała binarną /dwójkową/ jednostkę informacji zwaną w skrócie "bitem".

"Bit" jest to informacja elementarna, stanowiąca odpowiedź "tak" lub "nie" na określone pytanie. Wyjaśnijmy sobie to określenie. Otóż ktoś zadaje pytanie, ktoś inny na nie odpowiada. Odpowiedź na pytanie jest zawsze pewną informacją; może ona być mniej lub więcej złożona. Najprostsza informacja występuje wtedy, gdy na pytanie można udzielić jednej z dwu odpowiedzi: "tak" lub "nie". Informację zawartą w takiej właśnie odpowiedzi nazywamy "bitem". Jeżeli ktoś mnie zapyta: "Jesteś oficerem?", to moja odpowiedź na to pytanie będzie miała wartość jednego bita. Podobnie wartość jednego bita będą miały odpowiedzi na następujące pytania: "Czy czołg T-34 jest czołgiem pływającym?", "Czy nieprzyjaciel przeszedł do natarcia?", "Czy cała artyleria zajęła już stanowiska ogniowe?", "Czy szeregowiec Slimak jest członkiem KMW?" itp.

Nie wszystkie pytania i odpowiedzi na nie są tak proste jak w przykładach dawanych powyżej. W teorii informacji zakłada się, że każde pytanie złożone można rozłożyć metodą kolejnych dzieleni na pytania proste, na które odpowiedź może być tylko "tak" lub "nie". Liczba tych pytań i odpowiedzi odpowiada liczbie bitów, czyli informacji wyrażonej w tych jednostkach. Rozpatrzmy następującą sytuację. Ktoś rozłożył przed nami 16 kart w ten sposób, że nie widzimy ich wartości a tylko ich koszulki. Wiadomo, że wśród tych 16 kart znajduje się "as pik", którego mamy odnaleźć. Musimy w sposób poprawny odpowiedzieć sobie na pytanie: "która z leżących przed nami kart jest asem pik?". Odpowiedź na pytanie jest trudna przede wszystkim dlatego, że dla każdej karty istnieje jednakowe prawdopodobieństwo /równe $\frac{1}{16}$ /, że jest ona asem pik. Aby odnaleźć asa pik zastosujemy następującą metodę poszukiwań: karty podzielimy na dwie równe części i spytamy kogoś, w której części znajduje się as pik, następnie tę część podzielimy na dwie równe części i znów zapytamy się kogoś, w której z nich znajduje się as pik - czynność tę będziemy powtarzali aż do momentu kiedy odnajdziemy asa pik. Czytelnicy napewno zauważyli, że postępując w ten sposób zastąpiliśmy dość skomplikowane pytanie: "Która z leżących przed nami kart jest asem pik?". - szeregiem prostych

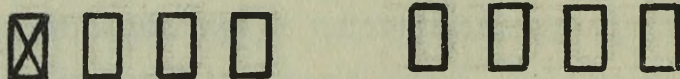
pytań, z których każde brzmiało: "Czy w tej części kart znajduje się as pik?" Każda odpowiedź na to pytanie miała wartość jednego bita. Ile więc bitów informacji otrzymaliśmy łącznie? Odpowiedź na to pytanie poprzedzimy graficzną ilustracją powyższego rozumowania.



Czy w tej części kart znajduje się as pik?

TAK

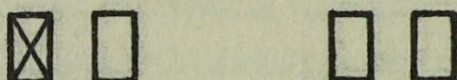
1 bit



Czy w tej części kart znajduje się as pik?

TAK

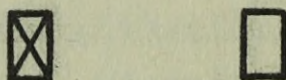
1 bit



Czy w tej części kart znajduje się as pik?

TAK

1 bit



Czy w tej części kart znajduje się as pik?

TAK

1 bit

Razem

4 bity

Istnieje wzór przy pomocy którego w prosty sposób możemy obliczyć ilość informacji zawartej w powyższym omówionym przykładzie. Dokonując wyboru spośród określonej liczby

jednakowo prawdopodobnych zdarzeń, obliczamy ilość informacji w bitach, związaną z tym wyborem biorąc logarytm przy podstawie dwa z liczby wszystkich zdarzeń. Oznaczając ilość informacji w bitach literą "I", natomiast liczbę jednakowo prawdopodobnych zdarzeń literą "N", możemy wspomniany wzór przedstawić w następującej formie:

$$I = \log_2 N$$

Zgodnie z tym wzorem odpowiedź na pytanie zakładające jedną z 16-tu jednakowo prawdopodobnych odpowiedzi jest informacją o wartości 4-ch bitów, natomiast odpowiedź na pytanie zakładające jedną z 64-ch jednakowo prawdopodobnych odpowiedzi jest informacją o wartości 6-ciu bitów.

2.6.0. Inny podział układów względnie odosobnionych.

Z powyższych rozważań wynika, że układy względnie odosobnione mogą odbierać informację, wysyłać informacje lub też zarazem odbierać i wysyłać informacje.

Układy mogące odbierać informacje nazwiemy "układami informowanymi". Dokładniej powiemy: "układ informowany" to taki układ względnie odosobniony, który posiada przynajmniej jedno wejście informacyjne. Przykładem układu informowanego jest żołnierz - obserwator, któremu dowódca powierzył obserwację rejonu zajętego przez nieprzyjaciela. Traktując tego żołnierza jako układ względnie odosobniony stwierdzamy, że posiada on tylko wejścia informacyjne. Podstawowym jego zadaniem jest odbiór różnych informacji i ich przechowanie.

Układy mogące wysyłać informacje nazywamy "układami informującymi". Ścisłej: "Układy informujące" to takie układy względnie odosobnione, które posiadają choć jedno wyjście informacyjne. Za przykład układu informującego może służyć zwykła płyta: posiada ona jedyne wyjście a mianowicie rowki, w których "zaklęte" zostały różne dźwięki.

Układy mogące wysyłać i zarazem odbierać informacje nazywamy "układami informacyjnymi". Układy informacyjne to takie układy względnie odosobnione, które są zarazem układami informującymi i układami informowanymi. Ścisła definicja ta-

kiego układu brzmi: "układ informacyjny" to taki układ względnie odosobniony, który posiada choć jedno wejście i choć jedno wyjście informacyjne. W życiu na każdym kroku spotykamy układy informacyjne. Układami informacyjnymi są np. radioodbiornik, telewizor, magnetofon itp.

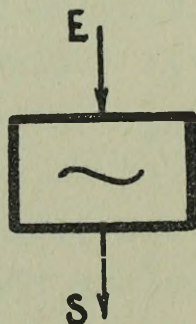
2.7.0. Układy zero-jedynkowe

W cybernetyce ogromną rolę odgrywają tzw. układy zero-jedynkowe. Są to układy względnie odosobnione, charakteryzujące się tym, że repertuar dowolnego wejścia /wyjścia/ składa się z dwóch stanów wyróżnionych oznaczonych symbolami "1" i "0". Stan wyróżniony wejścia oznaczony symbolem "1" to jakby bodziec na wejściu, natomiast stan wyróżniony wejścia oznaczony symbolem "0" to jakby brak bodźca na wejściu. Podobnie jest z wyjściami. Stan wyróżniony wyjścia oznaczony symbolem "1" to jakby reakcja na wyjściu a stan wyróżniony wyjścia oznaczony symbolem "0" to jakby brak reakcji na wyjściu.

Zasady pracy układów zero-jedynkowych opierają się na dwuwartościowej logice zdań.

Wśród różnych układów zero-jedynkowych wyróżniamy: układy negacyjne, opóźniające, powielające, alternatywne, koniunkcyjne i ekwiwalencyjne.^{1/}

Układ negacyjny jest układem zero-jedynkowym posiadającym tylko jedno wejście i tylko jedno wyjście. Reakcja na wyjściu pojawia się wtedy i tylko wtedy, gdy na wejściu brak bodźca. Na wyjściu występuje brak reakcji wtedy i tylko wtedy, gdy na wejściu znajduje się bodziec.



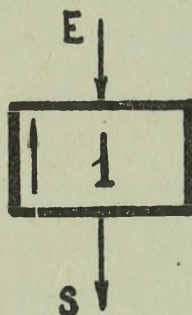
Układ negacyjny.

^{1/} Ostatnio prof. Greniewski w odniesieniu do tych układów wprowadza następujące nazwy: negatory, retardatory, kopiatory, alternatory, koniunktory i ekwiwalenty.

Działanie układu negacyjnego można opisać przy pomocy prostej tabelki, w której E oznacza wejście, natomiast S oznacza wyjście.

E	S
1	0
0	1

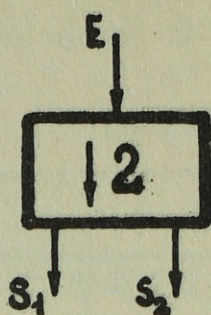
Układ opóźniający, podobnie jak układ negacyjny, posiada jedno wejście i jedno wyjście. Reakcja na wyjściu jest jednak zawsze opóźniona o jedną lub kilka jednostek czasu w porównaniu do bodźca na wejściu.



Układ opóźniający.

Stan wyróżniony wejścia w czasie t_0 .	Stan wyróżniony wyjścia w czasie t_1 .	Stan wyróżniony wyjścia w czasie t_2 .
1	0	1
0	0	0

Układy powielające posiadają jedno wejście i przynajmniej dwa wyjścia. Reakcja na wszystkich wyjściach jest identyczna z bodźcem na jedynym wejściu. Z powyższego widać, że główną i podstawową funkcją układu powielającego jest rozmnażanie bodźców działających na układ. Układ powielający przedstawiać będziemy w formie prostokąta, tak jak pozostałe układy względnie odosobnione. Wewnątrz prostokąta będziemy rysować strzałkę skierowaną ostrzem w dół a obok niej liczbę pokazującą ilość wyjść układu.

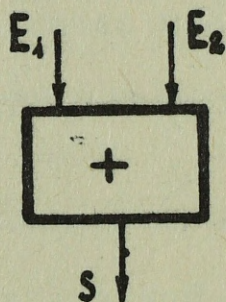


Układ dwupowielający.

Zależność pomiędzy stanami wyróżnionymi jedynego wejścia a wyjściami ilustruje poniższa tabelka

E	s_1	s_2
1	1	1
0	0	0

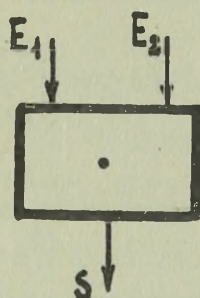
Najprostszy układ alternatywny posiada dwa wejścia i jedno wyjście. Układ alternatywny jest bardzo czuły: reakcja na jedynym wyjściu pojawia już wtedy, gdy bodziec pojawi się przynajmniej na jednym z wejść układu. Brak bodźca na obydwu wejściach pociąga za sobą brak reakcji na jedynym wyjściu.



Działanie układu opisuje poniższa tabelka.

E_1	E_2	S
1	0	1
0	1	1
1	1	1
0	0	0

Najprostszy układ koniunkcyjny, tak samo jak omówiony układ alternatywny posiada dwa wejścia i jedno wyjście. W przeciwieństwie jednak do układu alternatywnego, układ koniunkcyjny jest bardzo nieczuły: reakcja na jedynym wyjściu pojawia się wtedy i tylko wtedy, gdy bodźce pojawiają się na wszystkich wejściach jednocześnie. W przeciwnych wypadkach reakcja na wyjściu nie występuje.

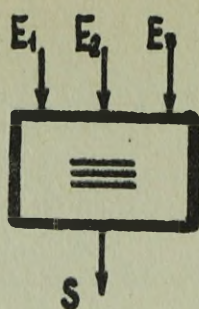


Układ koniunkcyjny.

Tabela pracy układu koniunkcyjnego ma postać następująca.

E_1	E_2	S
1	0	0
0	1	0
1	1	1
0	0	0

Układem ekwiwalencyjnym nazywamy układ zero-jedynkowy posiadający jedyne wyjście oraz co najmniej dwa wejścia. Reakcja występuje na wyjściu wtedy i tylko wtedy, gdy stany wszystkich wejść są identyczne. Na wyjściu brak reakcji wtedy i tylko wtedy gdy stany wyróżnione dwóch dowolnych wejść są różne. Układ ekwiwalencyjny przypomina maszynkę, przy pomocy, której oceniamy wyniki głosowania. Sygnalizuje on wszelką jednomyślność w głosowaniu: bądź to pozytywną bądź negatywną.



Układ ekwiwalencyjny.

Obecnie zbudujemy tabelkę opisującą pracę trójwejściowego układu ekwiwalencyjnego.

E_1	E_2	E_3	S
1	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	1
0	0	1	0
0	1	1	0
0	0	0	1
1	0	1	0
0	1	0	0

Omówione układy zero-jedynkowe są realizowane w technice. Stanowią one podstawowe cegiełki, z których konstruowane są współczesne elektroniczne maszyny cyfrowe. Największą rolę odgrywają układy negacyjne, opóźniające, koniunkcyjne i alternatywne. Dwa ostatnie ze wspomnianych układów, w literaturze traktującej o organizacji maszyn cyfrowych nazywane są brankami.

III. METODY CYBERNETYKI

=====

W zakresie zastosowań cybernetyki wyróżniają się trzy podstawowe metody: analiza, synteza i modelowanie.

3.1.0. Analiza.

Analiza istniejących już układów względnie odosobnionych /np. organizmów, urządzeń, maszyn/ polega na rozróżnieniu w obrębie danego układu jego części składowych, będących również układami względnie odosobnionymi i na studiowaniu sprzężeń tych układów, strukturyzujących całość badanego obiektu.

3.2.0. Synteza.

Synteza polega na tym, że w oparciu o pewien prosty asortyment układów względnie odosobnionych chcemy zbudować nowy układ względnie odosobniony, spełniający określone warunki. Owe proste układy sprzęgamy ze sobą i otrzymujemy poszukiwany układ.

3.3.0. Modelowanie.

Modelowanie jest to projektowanie lub budowanie /fizyczne/ modeli. Model, to najogólniej rzecz biorąc kopia oryginału. Ściślej można powiedzieć, że model to układ możliwie mało skomplikowany działający analogicznie do oryginału.

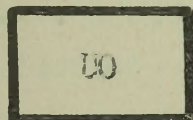
W cybernetyce najczęściej budujemy cztery rodzaje modeli:

- 1/ modele prakseologiczne
- 2/ modele biologiczne
- 3/ modele logiczne
- 4/ modele ekonomiczne.

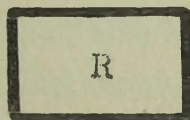
3.3.1. Modele prakseologiczne.

Modele prakseologiczne obrazują wzajemne oddziaływanie sprawcy /poszczególne lub zespołowe/ i oficzenia lub też wzajemne /ew. jednostronne/ oddziaływanie poszczególnych sprawców.

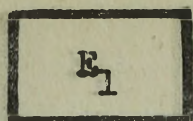
Rozpatrzmy obecnie jeden z takich modeli prakseologicznych, a mianowicie model strzelania. Nie będziemy modelowali wszelkiego strzelania, lecz wymodelujemy określony rodzaj strzelania: strzelanie z broni ręcznej /np. z pistoletu/. Przyjmijmy, że jest to strzelanie obserwowane, a więc takie, w czasie którego strzelający widzi tarczę po każdym strzale. Model tego strzelania zbudujemy z następujących prostych układów:



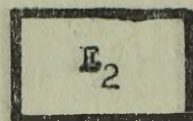
- ośrodkowy układ nerwowy;



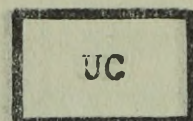
- receptor biorący udział w strzelaniu /oko/;



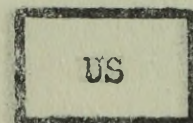
- efektor utrzymujący pistolet w odpowiednim położeniu i naprowadzający go na cel /ręka trzymająca pistolet/;



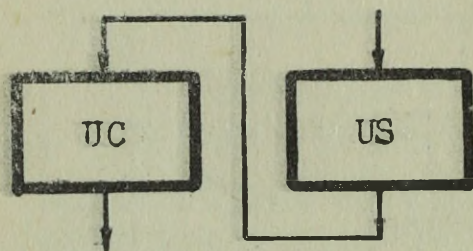
- efektor naciskający na spust pistoletu /palec wskazujący/;



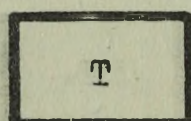
- układ celowniczy /zespół przyrządów celowniczych/;



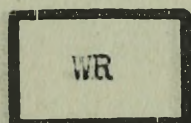
- układ spustowy /urządzenie spustowo-uderzeniowe, od pracy którego zależy w ostatecznej instancji spowodowanie /wystrzału/;



- pistolet /zakładamy, że składa się z dwu zasadniczych układów, a mianowicie układu celowniczego i układu spustowego wzajemnie ze sobą sprzężonych/;



- tarcza /cel do którego strzelamy/;



- wzmacniacz receptora /luneta, przez którą obserwujemy tarczę/.

Wymienione układy sprzęgamy ze sobą i otrzymujemy poszukiwany model, który w sposób dość wierny odzwierciedla istotę takiej czynności, jaką jest strzelanie z pistoletu. Każde strzelanie rozpoczyna się od tego, że ktoś bierze do ręki pistolet i zaczyna naprowadzać go na cel. Od tego momentu pistolet jest sprzęgnięty ze strzelcem. Na naszym modelu

sprzężenie to przedstawione jest przy pomocy linii $E_1 - UC$. Zgrywanie przyrządów celowniczych z celem przedstawia /naturalnie w sposób schematyczny/ linia $UC - R$. Dokładność celownia jest kontrolowana przez ośrodkowy układ nerwowy; informacje o zgrywaniu przyrządów celowniczych trafiają do układu ośrodkowego dzięki sprzężeniu $R - UO$. W układzie ośrodkowym odbywa się analiza otrzymanych informacji. Może się okazać, że przyrządy celownicze nie są zgrane w sposób zadawalający i wtedy do ręki trzymającej pistolet pójdzie rozkaz ponownego, bardziej dokładnego zgrania przyrządów celowniczych. Rozkaz ten dobiegnie do ręki sprzężeniem $UC - E_1$. W czasie celowania na rękę trzymającą pistolet może zadziałać szereg różnych bodźców zewnętrznych mających ujemny wpływ na dokładność celowania. Np. w czasie strzelania może wiać silny wiatr, który będzie miotał ręką w lewo lub w prawo. Informacje o tym stanie rzeczy popłyną do układu ośrodkowego dwiema drogami: po pierwsze poprzez receptor obserwujący przyrządy celownicze układ ośrodkowy dowie się, że jakaś siła działająca z zewnątrz uniemożliwiła dokładne ustawienie przyrządów celowniczych; po drugie poprzez sprzężenie $E_1 - UO$ układ ośrodkowy dowie się od samej ręki, że musiała ona zmienić swe położenie. Jeżeli siła wiatru jest dość duża, to uniemożliwi ona oddanie skutecznego strzału. W tym wypadku układ ośrodkowy wyśle polecenie do ręki trzymającej pistolet, aby proces zgrywania przyrządów celowniczych powtórzyć. Z chwilą gdy przyrządy celownicze zostaną dostatecznie dokładnie zgrane, układ ośrodkowy wydaje decyzję naciśnięcia spustu. Decyzja ta przekazywana jest z układu ośrodkowego do palca naciskającego spust sprzężeniem $UC - E_2$. Pалеc naciska spust /czynność ta na modelu przedstawiona jest przy pomocy linii $E_2 - US$ / i pada strzał. Przy pomocy wzmacniacza receptora / UR / strzelający obserwuje tarczę / T / i o ile zajdzie potrzeba, wprowadza poprawki w celowaniu. Może się jednak zdarzyć, że mimo dokładnego wycelowania pistoletu pociski nie trafiają w tarczę. Bliższa analiza tego faktu doprowadza nas do wniosku, że pomiędzy wycelowaniem pistoletu a oddaniem strzału zachodzą zjawiska negatywnie wpływające na proces skutecznego strzelania. Otóż okazuje się, że palec naciskający spust / E_2 / jest sprzężony z ręką trzymającą pistolet / E_1 / . Ruch palca wpływa na położenie całej ręki, a co za tym idzie, na polo-

MODEL OBSERWOWANEGO STRZELANIA Z BRONI RĘCZNEJ

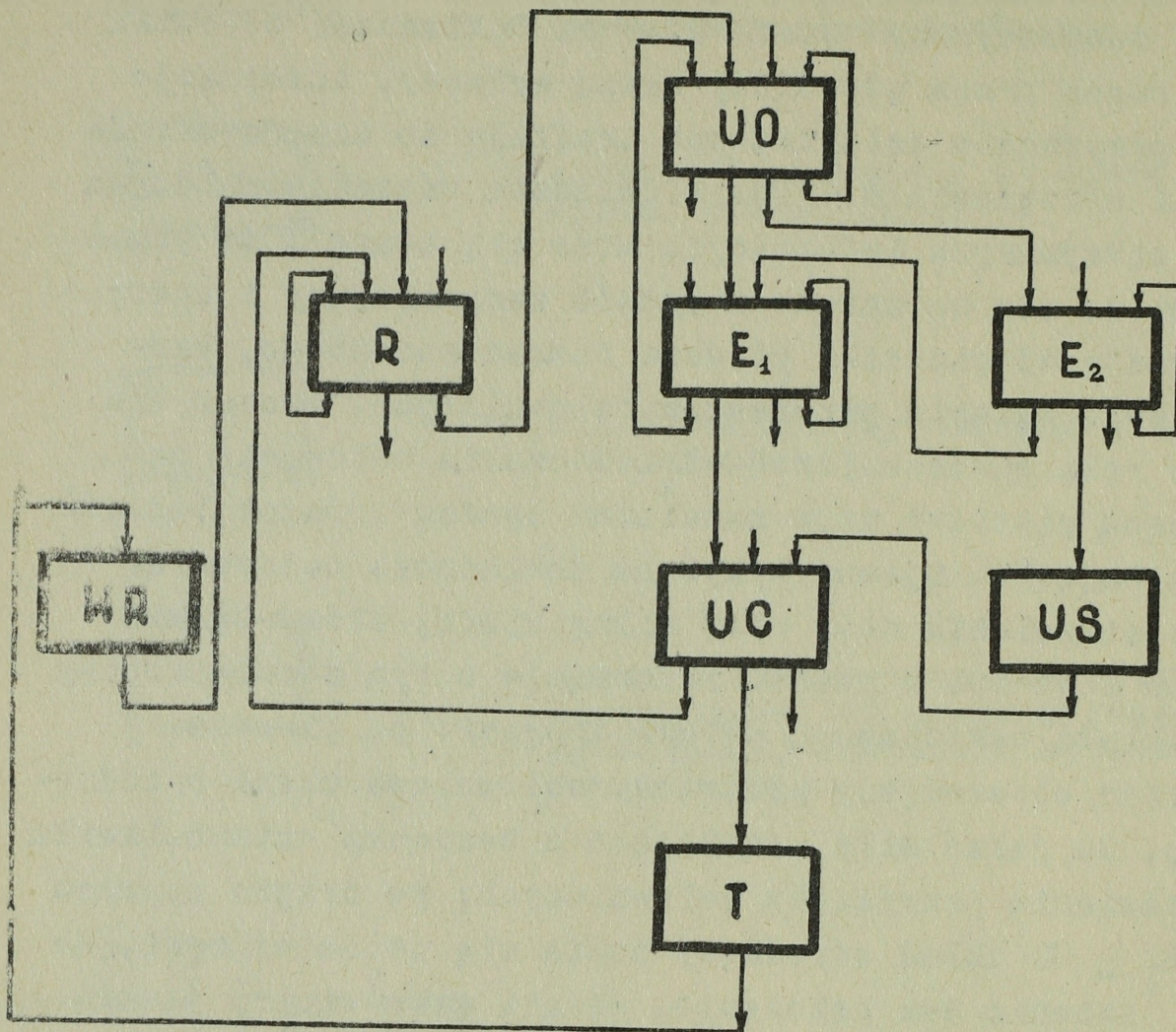


Tabela sprzężeń modelu

Wejścia	Wyjścia									Razem wejść
	na zewnątrz	UO	R	E ₁	E ₂	UC	US	WR	T	
z zewnątrz		1	1	1	1	1	0	0	0	5
UO	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
R	1	0	1	0	0	1	0	1	0	4
E ₁	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
E ₂	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
UC	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
US	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
WR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Razem wyjść	5	4	3	4	4	3	1	1	1	26

45

zenie palca, a co za tym idzie, na położenie całego pistoletu, który z tą ręką jest sprzężony. Wpływ palca naciskającego spust na położenie ręki jest różny. U strzelców początkujących jest on ogromny, natomiast u mistrzów strzelania jest on niewielki i dlatego w niewielkim stopniu wpływa ujemnie na proces strzelania. Zdarza się, że początkujący strzelcy trafiają z odległości 25m punkty leżące o 1,5m od celu, który chcieli porazić. Palec naciskający spust pistoletu może również innymi drogami utrudniać skuteczne strzelanie. Otóż palec naciska na urządzenie spustowe, które jest sprzężone z urządzeniem celowniczym /US - UC/. Jeżeli ów nacisk jest nieumiejętny, to może doprowadzić do tego, że przyrządy celownicze tuż przed strzałem zostaną wytrącone ze swego poprawnego położenia. Naturalnie, że taki strzał nie będzie skuteczny /nie trafi do celu/. Strzały oddawane przez nas mogą być bardzo dobre, pociski układają się wtedy w miejscach przez nas zamierzonych. W tym wypadku układ ośrodkowy rozkazuje, aby celowanie i naciskanie spustu przebiegało w taki sam sposób. Jeżeli pociski nie układają się zgodnie z naszym zamierzeniem, to w układzie ośrodkowym proces celowania jest analizowany i zostają wydane odpowiednie rozkazy korekcyjne.

3.3.2. Modele biologiczne.

Modele biologiczne są to układy /np. mechaniczne, elektryczne/ naśladujące pod pewnymi względami zachowanie organizmów żywych. Znany modele imitujące zwierzę łącznie z otoczeniem, zwierzę wyodrębnione z otoczenia /tzw. zwierzęta syntetyczne/ oraz modele imitujące wyodrębniony organ lub inny fragment zwierzęcia.

3.3.3. Modele imitujące zwierzę łącznie z otoczeniem.

W końcu ub.stulecia uczony angielski Lloyd Morg, a następnie Amerykanin F.L. Thorndike dokonali szeregu eksperymentów i obserwacji zachowania się zwierząt, w wyniku których powstało określenie "uczenia się przez próby i błędy" oraz pierwsze analityczne badania tego rodzaju zachowania.

Thorndike przeprowadzał swe eksperymenty na kotach umieszczonych w klatkach. Koty aby zaspokoić jakąś potrzebę życiową musiały opuścić klatkę po uprzednim odnalezieniu wyjścia. Jeden z eksperymentów polegał na umieszczeniu głodnego kota w klatce, której drzwi otwierają się tylko wówczas, gdy kot wykona jakąś prostą czynność jak np. naciśnięcie dźwigni lub pociągnięcie za sznurek. Przed klatką położono pożywienie. Zgłodniały kot szalał w klatce: starał się przecisnąć między prętami, drapał pazurami podłogę, gryzł wszystko co znajdowało się wewnątrz. Wreszcie zupełnie przypadkowo wykonał właściwy ruch, drzwi klatki otworzyły się i kot mógł schwycić upragnione pożywienie. Eksperyment powyższy powtarzane kilkakrotnie. Okazuje się, że stopniowo czas potrzebny kotu na wydostanie się z klatki stawał się coraz krótszy. W końcu kot nauczył się wykonywać dokładnie czynność potrzebną do wydostania się z klatki.

Nieco później popularne stało się znajdowanie wyjścia z labiryntu. Do tych eksperymentów używano zazwyczaj szczurów. Szczura pozbawionego jakiegoś istotnego dla życia czynnika wpuszczano do labiryntu, na którego wyjściu umieszczano się przynętę. Zwierzę czując jakąś potrzebę zaczyna działać. Rzuci się na oślep i pędzi po korytarzach labiryntu raz po raz trafiając na ślepe odcinki. Jednak po jakimś czasie szczur trafi na właściwą drogę i osiąga przynętę. Szczur wpuszczony do labiryntu po raz drugi rozwiązuje go na ogół w nieco krótszym czasie niż za pierwszym razem. Po pewnej ilości kolejnych prób zwierzę omija wszystkie ślepe zaułki i pokonuje labirynt w krótkim czasie.

Zarówno wspomniany powyżej kot jak i szczur zdobywały pewne umiejętności życiowe metodą prób i błędów.

Cybernetykom udało się zbudować urządzenie będące modelem uczenia się metodą prób i błędów. Jest to tzw. "mysz w labiryncie" skonstruowana przez amerykańskiego uczonego Claude Shannona. Sztuczna mysz w kształcie małego wózka zostaje wpuszczona do zamkniętej przestrzeni pozostawianej przegrodami w taki sposób, że tworzy się dość zawiły labirynt z jednym wyjściem, w którym umieszczona jest "przynęta". Mysz błądzi w labiryncie, zderza się z przeszkodami, aż wreszcie po

jakimś czasie udaje się jej dotrzeć do przynęty. Wpuszczona do labiryntu po raz drugi, mysz jakby zapamiętała poprzednią drogę i zmierza do celu najkrótszym szlakiem.

Z powyższego wynika, że sztuczna mysz zachowywała się podobnie jak wspomniane powyżej szczury. Można powiedzieć, że podobnie jak i one sztuczna mysz uczyła się metodą prób i błędów.

3.3.4. Syntetyczne zwierzęta.

Syntetyczne zwierzęta są to modele zwierząt wyodrębnionych z otoczenia. "Ojcem" syntetycznych zwierząt jest angielski neurolog Grey Walter, który wspólnie ze swą żoną skonstruował w 1948 r. urządzenie elektroniczne imitujące działanie organizmów żywych. Był to ELMER /robot elektromechaniczny/ mający kształt trójkołowego wózka elektronicznego pokrytego pancerzem z płytek bakielitowych. Z pancerza na kształt głowy wystawała fotokomórka a tuż pod nią znajdowała się niewielka żaróweczka. Drugim reprezentantem była ELSIE /czuła na światło elektryczne i zewnętrzne/ mająca taki sam kształt jak ELMER, lecz będąca bardziej elegancką dzięki pięknemu pancerzowi z czerwonego pleksiglasu. Obydwa urządzenia przypominały swym kształtem żółwie - dlatego nazwano je żółwiami elektronicznymi.

Jak najogólniej wygląda konstrukcja żółwi elektronicznych Grey Waltera? Żółw ma trzy koła: jedno z przodu i dwa z tyłu. Koła tylne są wolne, natomiast koło przednie jest kołem jednocześnie napędowym i kierunkowym. Koło to jest napędzane przez dwa różne silniczki. Silnik kierunkowy powoduje obracanie się wału kierunkowego, na którym osadzona jest fotokomórka oraz widełki przedniego koła. W tym układzie fotokomórka obraca się wraz z przednim kołem. Silniczek napędowy działa na osi przedniego koła. Zachowanie się żółwia jest uzależnione od sposobów pracy obu omówionych silniczków. Jeżeli żółw poszukuje światła, to jego silnik napędowy pracuje na połowie obrotów, a silnik kierunkowy na pełnych obrotach. Fotokomórka obraca się a żaróweczka kontrolna na piersi żółwia pali się. W momencie kiedy fotokomórka dostrzeżnie światło zostaje wyłączony silniczek kierunkowy a silniczek napędowy włącza się na pełne obroty. Fotokomórka pozostaje nieruchoma a żaróweczka kontrolna nie świeci się. Gdy natężenie światła jest zbyt duże, wówczas zostaje włączony na połowę obrotów silniczek kierun-

kowy, przy czym silniczek napędowy pracuje na pełnych obrotach.

Obecnie omówimy zachowanie się żółwi. Puszczone swobodnie poruszają się, kręcąc bez przerwy swymi głowami - fotokomórkami, którymi przeszukują przestrzeń w pogoni za światłem. Na piersi żarzy się żaróweczka wskaźnikowa.

ELSIE zamknięta w labiryncie utworzonym z mebli potrafi znaleźć lukę aby się przez nią wydostać. Naturalnie nie przychodzi jej to łatwo; raz po raz uderza pancerzem w meble, kręci się dokoła bezradnie i znów uderza w przeszkodę. Wreszcie znajduje wyjście. Całym swym zachowaniem przypomina ślepcę, który próbuje wyjść z pokoju, ale nie wie gdzie się znajduje wyjście.

Jeżeli zapalić w pokoju światło, to ELSIE natychmiast zaczyna niespokojnie obracać głową i po kilku chwilach zauważa go. Po kilku niepewnych ruchach ELSIE zaczyna zdecydowanie zbliżać się do źródła światła. Fotokomórka już się nie obraca i skierowana jest ku światłu. Żaróweczka kontrolna już się nie świeci.

Jeżeli na drodze do światła umieścimy jakąś przeszkodę /np. pudełko/ to zaobserwujemy ciekawe zachowanie się Elsie. Otóż następuje zderzenie ELSIE z przeszkodą, po którym nie kontynuuje ona już ruchu do światła, które w dalszym ciągu widzi ponad przeszkodą. Wydaje się, że owo zderzenie wryło się w pamięć ELSIE i że zniweczyło pociąg do światła. Jednak tak nie jest - wstrzymało je ono tylko na kilka sekund. ELSIE zaczyna posuwać się wzdłuż przeszkody i wkrótce minawszy ją rozpoczyna znów swój poprzedni marsz. Jak wytłumaczyć to zachowanie się żółwia? Jego tarcza jest połączona z podwoziem tylko w jednym punkcie. To połączenie można przedstawić jako pręt mogący się nieco pochylać w gniazdku, w którym zwykle zajmuje on położenie środkowe. Gniazdko jest trwale połączone z podwoziem a pręt z tarczą żółwia. Najlżejsze nawet uderzenie w skorupę żółwi powoduje zetknięcie pręta ze ścianką gniazdka co powoduje przepływ prądu w określonym obwodzie. W związku z tym następuje zmiana sposobów pracy silników, wynikiem czego jest omijanie przez żółwia przeszkody.

Dokonujemy następnego eksperymentu: zapalamy latarkę elektryczną, kładziemy ją na podłodze i zasłaniamy ekranem.

ELSIE przeszukuje przestrzeń i w pewnym momencie zupełnie przypadkowo mija ekran i dociera do światła.

Spróbujmy postawić przed ELSIE lustro; co ona uczyni? Światło żarówki kontrolnej odbija się w lustrze i jak magnes przyciąga ELSIE do siebie. Pędzi ona ku lustru i przez moment wydaje się, że zderzy się z nim. Ale nie. Zbliżywszy się do lustra ELSIE rozpoczyna przed nim dziwny taniec, nakreślając rodzaj zębów piły. Wyjaśnienie tego zachowania jest stosunkowo łatwe. Do lustra pociąga ELSIE odbicie w tym lustrze światła jej żaróweczki kontrolnej - ale żaróweczka świeci tylko wtedy gdy pracuje silniczek kierunkowy, wprawiający w ruch fotokomórkę. Z chwilą gdy fotokomórka ma ustalone położenie, wskutek działania światła odbitego w lustrze silniczek kierunkowy zatrzymuje się i żaróweczka kontrolna gaśnie. Teraz lustro przestaje być "interesujące". ELSIE zaczyna ponownie przeszukiwać przestrzeń.

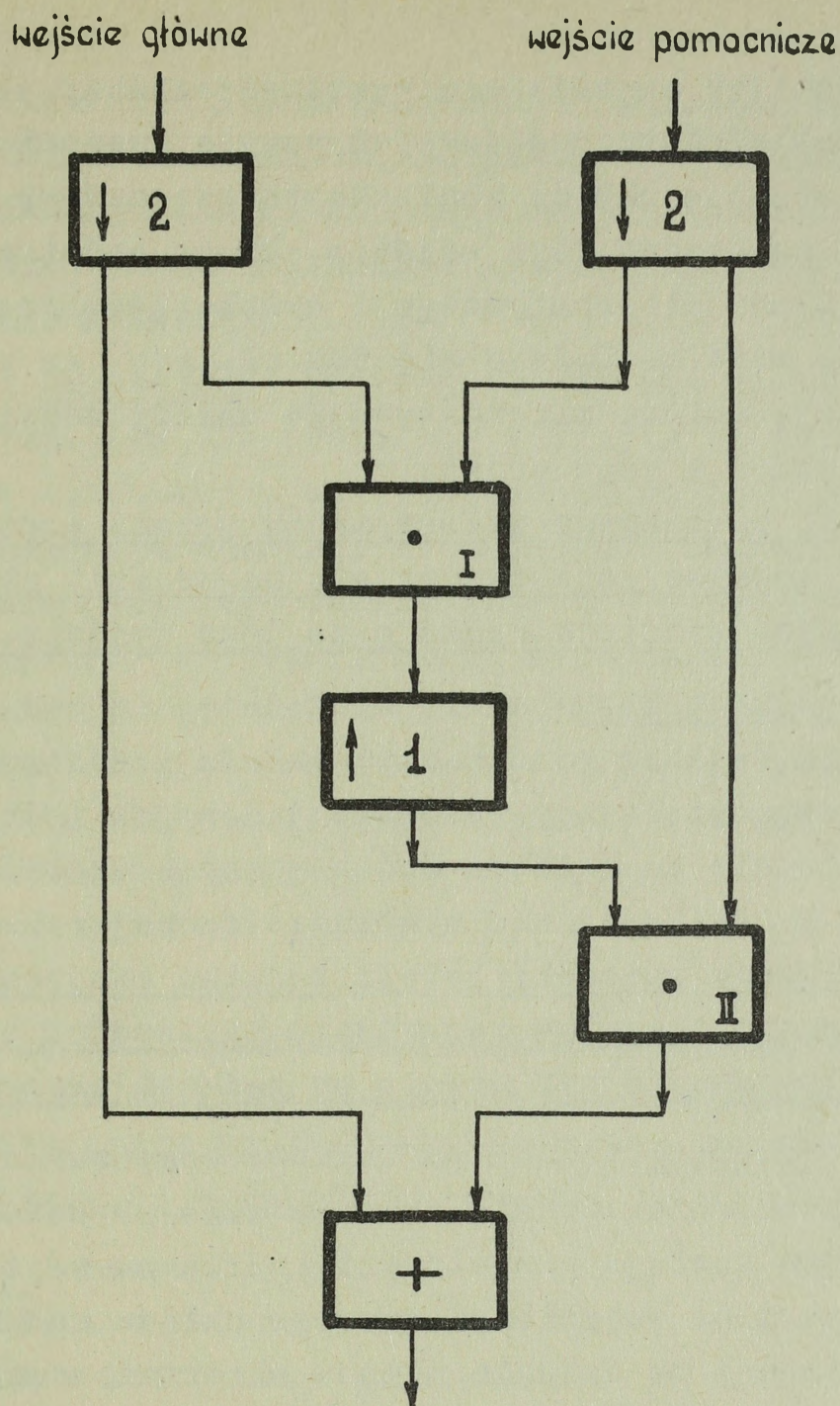
Ciekawe jest zachowanie dwóch żółwi w momencie spotkania. Przy spotkaniu oko w oko rozpoczynają one tajemniczy balet: zakreślają szerokie ruchy, posuwają się ku sobie, po tym uciekają i znów zbliżają się do siebie. Cykl ten powtarza się wielokrotnie; jego wyjaśnienie leży w działaniu wspomnianej już żaróweczki napięrszej.

Po pewnym czasie daje się zauważyć, że ELSIE zaczyna tracić siły do chodzenia tam i z powrotem. W mieszkaniu Grey Waltera znajduje się budka z bardzo silną żaróweczką, pod którą znajduje się kontakt. Grey Walter przekręca wyłącznik, zapala się silna żaróweczka, której światło przyciąga ELSIE. Dopada ona budki, dotyka specjalnie dla niej przygotowanych kontaktów, za pomocą których ładuje swe akumulatory prądem pobieranym z sieci. Gdy akumulatory są naładowane, żółw ucieka z budki, przestaje reagować na silne źródło światła i reaguje na światło o średnim natężeniu. Stan poprzedzający owo "karmienie" jest imitacją głodu, natomiast stan następujący po nim jest imitacją sytości.

W roku 1950 małżeństwo Walterów skonstruowało żółwia elektronowego CORA. Żółw ten reagował na dźwięk, światło i zderzenia oraz posiadał zdolność wytwarzania odruchów warunkowych. Przeprowadzono z CORA następujące doświadczenie.

Zapalono źródło światła i na drodze do niego ustawiono przeszkodę; CORA dochodzi do przeszkody, zaczyna ją omijać. W tym momencie eksperymentator przy pomocy gwizdka wydaje tony dostosowane do obwodów elektrycznych żółwia. Po kilku chwilach ponownie zapalono źródło światła ale teraz nie oddzielono go przeszkodą od żółwia. CORA zmierza do światła i kiedy już jest niedaleko, eksperymentator zaczyna gwizdać. Teraz zaczynają się dziać rzeczy dziwne: CORA zaczyna wymijać jakąś niewidzialną wymagowaną przeszkodę. Jak wytłumaczyć to dziwne zachowanie żółwia? Możemy powiedzieć, że CORA nabyła warunkowy odruch wymijania przeszkody. Stało się to dzięki temu, że bodziec bezwarunkowy /uderzenie skorupą w przeszkodę/ współdziałał z bodźcem obojętnym /dźwięk gwizdka/ co doprowadziło do powstania określonych skojarzeń. Później wystarczyło aby zadziałał tylko bodziec obojętny /dźwięk gwizdka/ a CORA zachowywała się tak jakby działał bodziec bezwarunkowy. Okazuje się, że CORA nauczyła się czegoś: nauczyła się omijać przeszkody. CORA imituje więc takie zjawisko, jakim jest uczenie się. Jest ona geniuszem i kretynem w jednej osobie: geniuszem jest dlatego, że wystarczy jedna lekcja aby jej czegoś nauczyć; kretynem natomiast jest dlatego, że konceptu wystarczy jej tylko na jeden egzamin.

Ową zdolność do nabywania odruchów warunkowych można wy-
modelować w technice zero-jedynkowej. Model tego rodzaju opracował kilka lat temu prof.dr H.Greniewski. Model ten jest bardzo prosty, przy jego budowie nie uciekano się nawet do sprzężeń zwrotnych, a oparto się jedynie na sprzężeniach równoległych i szeregowych. Model składa się z dwóch układów dwupowielających, dwu układów koniunkcyjnych, jednego układu opóźniającego i jednego układu alternatywnego.



Model odruchu warunkowego /wg prof.dr H.Greniewskiego/

Model ma dwa wejścia: wejście główne, na które oddziałują bodźce bezwarunkowe tzn. takie, które zawsze wywołują reakcję układu i wejście pomocnicze, na które oddziałują bodźce obojętne /tzn. takie, które w normalnych warunkach nie wywołują reakcji układu/. Model posiada także jedno wyjście, na którym pojawia się reakcja układu.

Przeprowadzimy obecnie kilka prostych eksperymentów myślowych, których celem będzie analiza działania przedstawionego modelu.

Eksperyment I. Bodziec bezwarunkowy pojawia się na wejściu głównym i zostaje powielony przez układ dwupowielający. Jeden z bodźców pojawi się na wejściu pierwszego układu

koniunkcyjnego i tu zaginie nie wywołując żadnej jego reakcji. Dzieje się tak dlatego, że jak już powyżej wspominaliśmy, aby wywołać reakcję układu koniunkcyjnego, należy oddziaływać jednocześnie na obydwa jego wejścia. Drugi bodziec pojawi się na wejściu układu alternatywnego i wywoła jego reakcję a tym samym reakcję modelu. Dzieje się tak dlatego, że po to aby wywołać reakcję układu alternatywnego należy oddziaływać co najmniej na jedno z jego wejść.

Wyniki pierwszego eksperymentu możemy podsumować następująco: bodziec pojawiający się na wejściu głównym powyższego modelu zawsze wywołuje reakcję na jego wyjściu.

Eksperyment II. Obecnie zakładamy, że bodziec obojętny pojawia się na wejściu pomocniczym układu i zostaje powielony przez układ dwupowielający. Zarówno jeden jak i drugi bodziec trafiają następnie na wejścia dwóch różnych układów koniunkcyjnych /I, II/ i zanikają, nie wywołując żadnej reakcji.

Wyciągamy wniosek: jeżeli bodziec obojętny pojawi się na wejściu pomocniczym po pojawieniu się bodźca bezwarunkowego na wejściu głównym, to nie wywoła on reakcji naszego modelu.

Eksperyment III. Obydwa bodźce: bezwarunkowy i obojętny działają jednocześnie. Co się wówczas dzieje? Bodziec na wejściu głównym zostaje powielony i trafia na wejście układu alternatywnego i na wejście pierwszego układu koniunkcyjnego. Bodziec trafiający na wejście układu alternatywnego wywołuje jego reakcję a tym samym reakcję całego modelu. Bodziec trafiający na drugi układ koniunkcyjny spotyka się z innym bodźcem, o którym za chwilę powiemy. Tymczasem bodziec na wejściu pomocniczym także zostaje powielony i trafia na wejścia obydwu układów koniunkcyjnych. Bodziec na wejściu drugiego układu koniunkcyjnego zanika nie wywołując jego reakcji. Natomiast bodziec na wejściu pierwszego układu koniunkcyjnego spotyka się z bodźcem wspomnianym już poprzednio i wspólnie z nim wywołuje reakcję układu. Reakcja układu koniunkcyjnego staje się z kolei bodźcem na wejściu układu opóźniającego. Jednak bodziec ten nie wywołuje reakcji układu opóźniającego. Dzieje się tak dlatego, że w układzie opóźniającym reakcja na wyjściu jest zawsze o jakiś czas opóźniona w stosunku do bodźca na wejściu.

Reasumując wyniki eksperymentu III powiemy: jeżeli bodźce pojawiają się na obydwu wejściach układu, to wywołują one jego reakcje, przy czym w wyniku tego wspólnego oddziaływania jeden impuls zostaje na jakiś czas przechowany w układzie opóźniającym.

Eksperyment IV. Bodziec działa tylko na wejście pomocnicze. Zostaje powielony i trafia na wejścia obydwu układów koniunkcyjnych. Bodziec na wejściu pierwszego układu koniunkcyjnego zanika i nie wywołuje reakcji układu. Bodziec na wejściu drugiego układu koniunkcyjnego spotyka się z bodźcem który tymczasem opuścił układ opóźniający i trafił na wejście układu koniunkcyjnego. Powstaje więc sytuacja, że na obydwu wejściach drugiego układu koniunkcyjnego pojawiają się bodźce wywołujące reakcję na jego wyjściu. Reakcja układu koniunkcyjnego jako bodziec pojawia się na jednym z wejść układu alternatywnego i wywołuje jego reakcję a tym samym reakcję całego modelu.

Z powyższego eksperymentu wynika, że jeżeli bodziec obojętny pojawiający się na wejściu dodatkowym jest poprzedzony jednoczesnym oddziaływaniem bodźca bezwarunkowego i bodźca obojętnego, to wywołuje on reakcję na wyjściu modelu.

Konstrukcje podobne do żółwi Grey Waltera zaczęto w późniejszym czasie budować w innych krajach. W Związku Radzieckim w Instytucie Automatyki i Telemekhaniki Akademii Nauk dwaj kandydanci nauk technicznych R.W. Wasiljew i A.M. Piotrowski skonstruowali elektronowego żółwia zwanego "czerepachą" /czerepacha-żółw/. Czerepacha ma kształt trójkątnego wózka elektronowego pokrytego pancerzem i zaopatrzony jest w fotokomórkę i mikrofon. Żółw posiada zdolność wytwarzania odruchów warunkowych. Jeżeli w czasie ruchu czerepacha natknie się na przeszkodę, to zamykają się specjalne kontakty i żółw ochodzi przeszkodę. Jeżeli w czasie omijania przeszkody dzwonić, to po pewnym czasie żółw tylko na dźwięk dzwonka będzie wykonywał manewr taki jak przy omijaniu przeszkody. Jest to przykład odruchu warunkowego. Jeżeli odruch nie będzie przez jakiś czas wzmocniany wspólnym oddziaływaniem obydwu bodźców /zderzenia z przeszkodą i dzwonkiem/ to czerepacha przestanie reagować na dźwięk dzwonka. Dzięki określonej

konstrukcji zółwia odruch warunkowy utrzymuje się u niego przez stosunkowo długi czas. Opisaną czerepachę demonstrowała delegacja radziecka w dniu 25 czerwca 1956 na kongresie cybernetycznym w Namur.

W Polsce zółwia elektronowego skonstruował inżynier Andrzej Barland. Polski zółw nazywa się CUPEL /Cybernetyczne Urządzenie Przekąźnikowo-elektronowe/ i został zbudowany w 1959 r. Konstrukcja jego zbliżona jest do konstrukcji pierwszych zółwi Grey Waltera.

Omówione przez nas zółwie elektronowe mają stosunkowo prostą konstrukcję. Budując swoje zółwie Grey Walter chciał specjalnie zwrócić uwagę na to, że pewne strony działalności żywych organizmów mogą być imitowane przez bardzo proste modele. Stąd już niedaleko do wniosku, że pewne czynności organizmów żywych również opierają się na stosunkowo prostych mechanizmach.

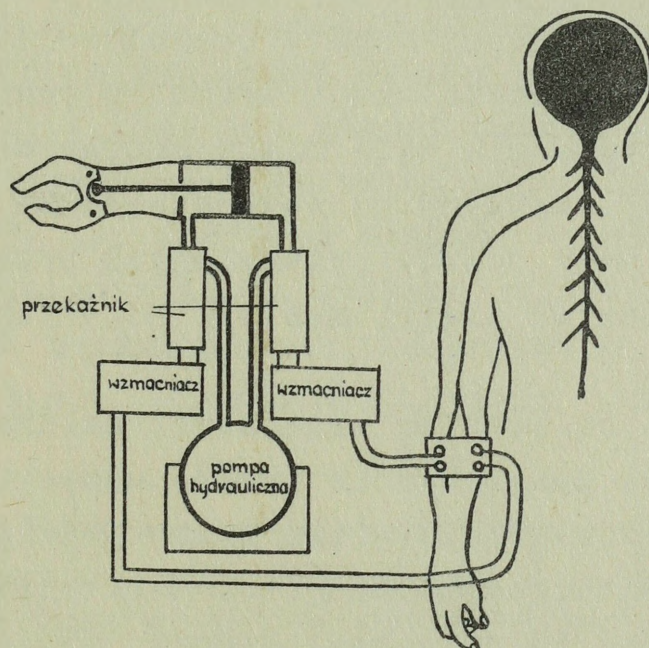
W okresie poprzednim próbowano budować urządzenia imitujące czynności organizmów żywych. W roku 1929 na Międzynarodowej Wystawie Radiowej w Paryżu i na Międzynarodowej Wystawie Magic City demonstrowano psa "Philidoga", którego twórcą był Henri Piroux. Pies był zbudowany w kształcie czwórkołowego wózka, w którym przednie koła były zaopatrzone w niezależne od siebie silniczki napędowe. We łbie psa umieszczono na kształt oczu dwie fotokomórki, dzięki którym był on czuły na światło. "Philidog" przesuwał się w ślad za latarką elektryczną i obracał się lub zakreślał koło tyle razy, ile mu nakazano. Gdy przesuowano latarkę zbyt blisko niego, na wprost jego nosa, wówczas był on niezadowolony i zaczynał szczekać. Inny pies elektryczny miał być pokazany na Targach Światowych w Now Jorku w 1939 r. Miał być czuły na ciepło i miał rzucać się na wszystkich odwiedzających i gryźć ich w łydki. W przeddzień otwarcia targów padł ofiarą własnego uczulenia: w nocy przez otwarte drzwi zobaczył latarnie samochodu, rzucił się w kierunku ich światła i został zmiądzony przez samochód.

Należy uznać, że sztuczne zółwie tworzą nowy etap w rozwoju mechanizmów imitujących zachowanie organizmów żywych. Pies "Philidog" jest po prostu automatem o działaniach przewidzianych - zamiast kierować nim przy pomocy systemu dźwigni lub przycisków, człowiek kieruje nim za pomocą promieni świetlnych.

Żółwie elektronowe to mechanizmy obdarzone tropizmami. Mimo, iż zbudowane są z podobnych elementów co pies "Philidog" to jednak charakteryzują się bardziej złożonym działaniem. Ich zachowanie jest teoretycznie przewidywalne - postępują one zgodnie z pewnymi okolicznościami zewnętrznymi i wewnętrznymi, które mogą być obliczone. W praktyce ich reakcje, które są bardzo złożone wykluczają możliwość przewidywań działania żółwi.

3.3.5. Modele wyodrebnionych organów zwierzęcia.

Przykładem takiego modelu jest sztuczna ręka kierowana myślą, którą skonstruowano w Centralnym Instytucie Naukowo-Badawczym w Moskwie.



Sztuczna ręka.

Sztuczna ręka była wystawiona w 1959 r. na Wystawie Osiągnięć ZSRR w Moskwie. Umieszczono ją na wysokim statywie i połączono przewodami hydraulicznymi z aparaturą zasilającą. Przedłużenie ręki stanowił przewód elektryczny zakończony metalową bransoletą. Jeżeli włożono bransoletę na przedramię ręki, to wykonywanie odpowiednich ruchów dłoni wywoływało takie same ruchy ręki: np. zaciśnięto rękę i natychmiast dłoń modelu także się zacisnęła. Zaskakującą jednak rzeczą jest to, że wystarczyło tylko pomyśleć, że zaciska się dłoń, a ręka modelu natychmiast się zacisnęła. Jak się to dzieje? Otóż mózg ludzki, gdy chcemy zacisnąć dłoń wysyła polecenie do mięśni /efektorów/. Informacja jest przesyłana w postaci sygnałów elektrycznych zwanych bioprądami /prądy czynnościowe układu nerwowego/. Prądy te są wychwytywane przez odpowiednie czujniki znajdujące się w bransolecie i następnie wzmacniane. Wzmocnione sygnały sterują urządzeniami hydraulicznymi uruchamiającymi rękę. Sztuczna ręka w sprzężeniu z człowiekiem pełni funkcję efektora. W najbliższej przyszłości znajdzie ona zastosowanie wszędzie tam gdzie człowiek nie może wykonać jakiejś czynności własnymi rękami /np. w technice jądrowej/. Sztuczna ręka to nie tylko proteza ale i prototyp przyszłego sterowania maszynami, które nie będą miały kontaktów, przycisków, przełączników itp. Maszyny te będą sterowane bezpośrednio myślą człowieka przy pomocy przesyłanych przewodami lub przez radio do wykonawczych części maszyny odpowiednich fal elektromagnetycznych.

Budowane są również urządzenia pełniące funkcję receptorów. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim jako protezy dla inwalidów. Szczególnie wiele pracy poświęca się sprawie skonstruowania sztucznego oka /tzw. elektroftalmu/, zmieniającego bodźce świetlne na dotykowe. Twórcą projektu tego rodzaju protez był okulista polski prof. Noiszewski. Receptorem miał być zespół fotokomórek, w których bodźce świetlne zmieniałyby się w słabe prądy elektryczne, które z kolei uruchamiałyby efektory w postaci dotykadeł drażniących komórki nerwowe skóry niewidomego. Model taki skonstruował w 1923 roku w Manchesterze, Fournier d'Albe. Aparaty takie używane są przez niewidomych w Anglii i w Niemczech.

W grudniu 1962 r. prasa krajowa doniosła o skonstruowaniu "sztucznego oka" przez dwóch polskich uzoonych: okulistę szczecińskiego prof. Witolda Starkiewicza i pracownika Politechniki Wrocławskiej prof. Tadeusza Kuliszewskiego. Polski elektroftalm składający się ze 120-tu fotokomórek przeszedł pomyślnie pierwsze próby w klinice Szczecińskiej Akademii Medyoznej.

3.3.6. Modele logiczne.

Modele logiczne są to modele czynności intelektualnych, które można sprowadzić do operacji formalnych. Idzie tu przede wszystkim o takie czynności jak porównywanie sprzecznych informacji, przekład tekstu z języka na język, wykonywanie działań arytmetycznych.

Zajmiemy się bliżej modelami działań arytmetycznych. Na wstępie zapoznamy się z ogólnymi zasadami liczenia w systemie dwójkowym /tzw. systemie binarnym/. W systemie dziesiętnym, z którym spotykamy się w życiu codziennym, zasadę numeracji stanowi dziesięć cyfr: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9; natomiast w systemie dwójkowym zasadę numeracji stanowią tylko dwie cyfry: 0,1. Przy ich pomocy możemy zapisywać wszelkie liczby oraz wykonywać na nich określone działania. Zarówno system dziesiętny jak i system binarny są systemami pozytywnymi w przeciwieństwie do systemu rzymskiego.

W celach porównawczych przedstawimy obecnie zapis poszczególnych liczb w trzech systemach: rzymskim, dziesiętnym i binarnym.

System rzymski	System dziesiętny	System binarny
	2	3
0	0	0
I	1	1
II	2	10
III	3	11
IV	4	100
V	5	101
VI	6	110
VII	7	111

1	2	3
VIII	8	1000
IX	9	1001
X	10	1010
.....
C	100	1100100
.....
M	1000	1111101000

Czytelnik po przestudiowaniu powyższej tabelki od razu zauważy słabą stronę systemu binarnego a mianowicie rozwlekłość zapisu. Należy jednak podkreślić, że dobre strony systemu binarnego /np. duże uproszczenie tabliczki mnożenia/ mają zdecydowaną przewagę.

Istnieje bardzo prosty sposób przechodzenia od zapisu liczby w systemie dziesiętnym do zapisu liczby w systemie dwójkowym. Sposób ten wyjaśnimy na przykładzie przekształcenia liczby 157 z systemu dziesiętnego na dwójkowy.

157		1	
78		0	
39		1	
19		1	$157_{10} = 10011101_2$;
9		1	
4		0	
2		0	
1		1	

Liczbę 157 dzielimy przez 2 i otrzymujemy 78,5; po zaokrągleniu "w dół" zapisujemy 78; po ponownym podzieleniu przez 2 otrzymujemy 39 i tak dalej aż do końca.

Ogólnie pamiętać należy, że ilekroć po podzieleniu otrzymujemy w wyniku liczbę z ułamkiem, to zawsze zaokrąglamy ją "w dół" do całości. Operację dzielenia powtarzamy dopóki, dopóki nie otrzymamy 1. Następnie naprzeciw liczb nieparzystych /1, 9, 19, 39, 157/ stawiamy 1, a naprzeciw liczb parzystych /2,4,78/ umieszczamy 0. Na koniec, cyfry 1 i 0 zapisujemy w jednym szeregu rozpoczynając od dołu. W ten sposób liczba $157_{10} = 10011101_2$.

Zasady działań na liczbach binarnych są proste. Wyjaśnia je czytelnikowi tabelki zamieszczone poniżej.

Dodawanie dwu liczb binarnie jednocyfrowych.

$$\begin{aligned}0 + 0 &= 0 = 00, \\0 + 1 &= 1 = 01, \\1 + 0 &= 1 = 01, \\1 + 1 &= 10 = 10.\end{aligned}$$

Mnożenie dwu liczb binarnie jednocyfrowych.

$$\begin{aligned}0 \cdot 0 &= 0, \\0 \cdot 1 &= 0, \\1 \cdot 0 &= 0, \\1 \cdot 1 &= 1.\end{aligned}$$

Odejmowanie dwu liczb binarnie jednocyfrowych.

$$\begin{aligned}0 - 0 &= 0, \\1 - 0 &= 1, \\1 - 1 &= 0.\end{aligned}$$

Dodawanie trzech liczb binarnie jednocyfrowych.

$$\begin{aligned}0 + 0 + 0 &= 0 = 00, \\0 + 0 + 1 &= 1 = 01, \\0 + 1 + 0 &= 1 = 01, \\1 + 0 + 0 &= 1 = 01, \\0 + 1 + 1 &= 10 = 10, \\1 + 1 + 0 &= 10 = 10, \\1 + 0 + 1 &= 10 = 10, \\1 + 1 + 1 &= 11 = 11.\end{aligned}$$

Omówimy teraz przykład dodawania dwu liczb binarnie wielocyfrowych. Np. mamy obliczyć:

$$101 + 111.$$

W tym celu liczby zapisujemy jedna pod drugą i podkreślamy:

$$\begin{array}{r}+ 101 \\ \underline{111} \\ \dots\dots\dots\end{array}$$

Następnie dodajemy cyfry ostatniej kolumny: $1 + 1 = 10$, zapisujemy 0 a jedynekę przenosimy do kolumny następnej:

$$\begin{array}{r}+ 101 \\ \underline{111} \\ \dots\dots\dots 0\end{array}$$

Z kolei dodajemy cyfry kolumny drugiej: $0 + 1 + 1$ /z przeniesienia/ = 10, zapisujemy 0 a jedynekę przenosimy do kolumny następnej:

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 111 \\ \hline \dots 00 \end{array}$$

Na koniec, dodajemy cyfry kolumny pierwszej: $1 + 1 + 1$ /z przeniesienia/ = 11 i zapisujemy wynik

$$\begin{array}{r} 101 \\ + 111 \\ \hline 1100 \end{array}$$

W ten sposób doszliśmy do końcowego rezultatu.

Spróbujmy obecnie pomnożyć przez siebie dwie powyższe liczby.

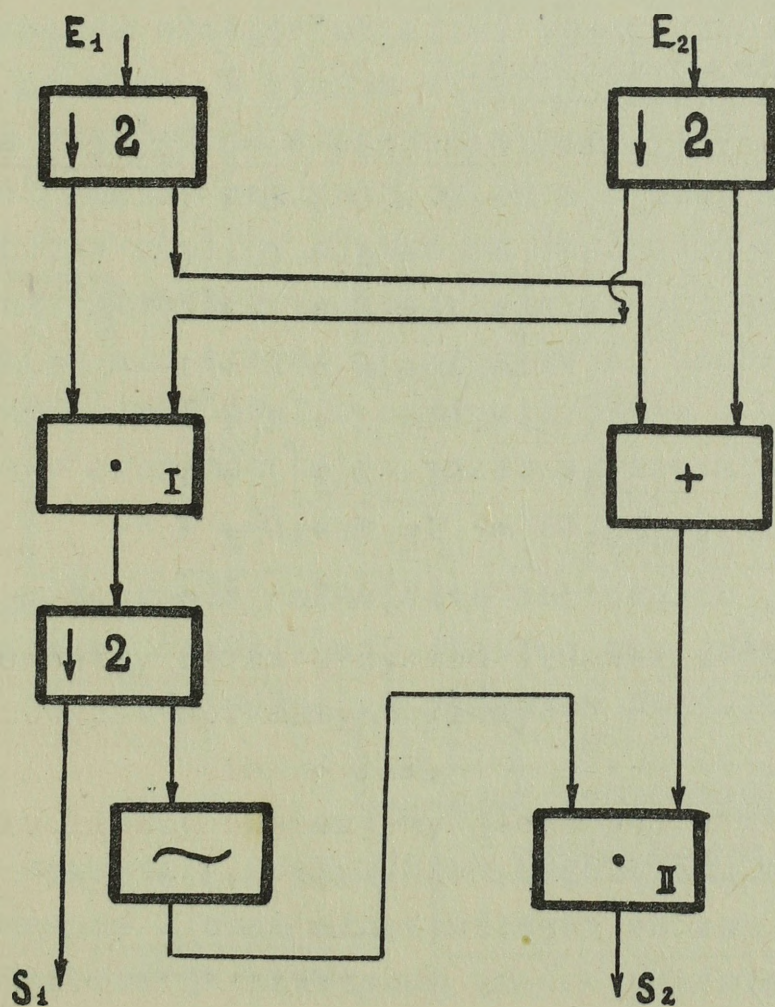
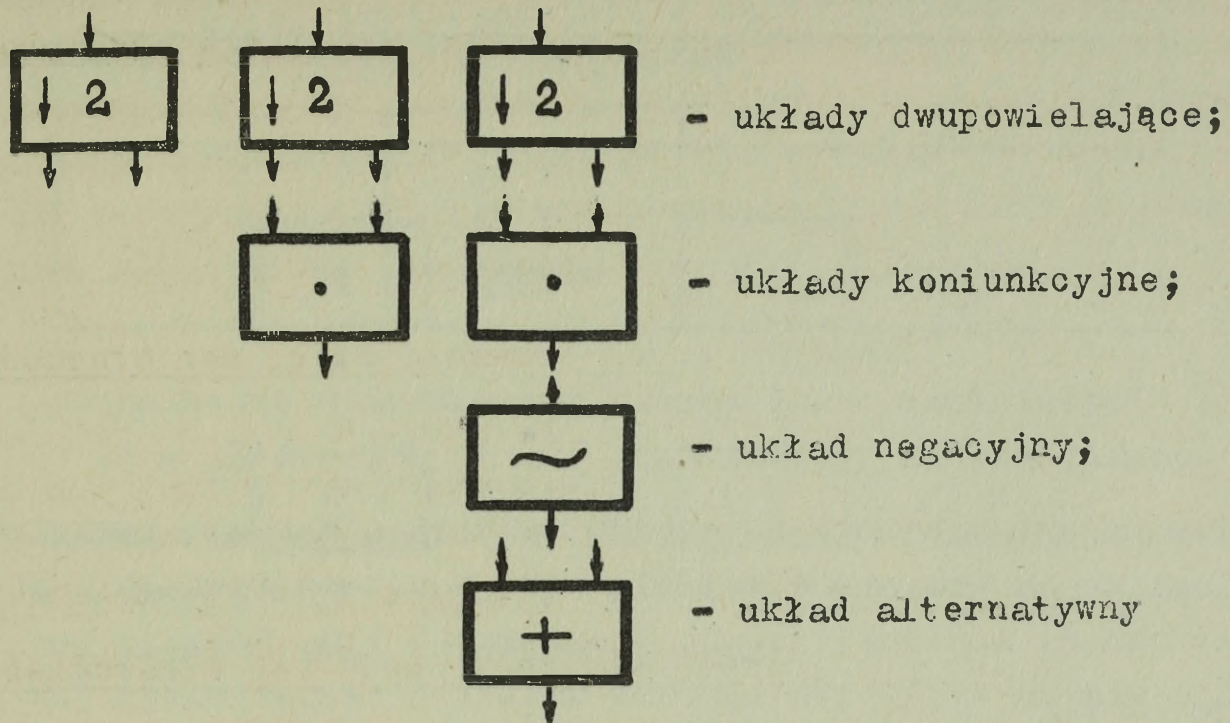
$$\begin{array}{r} 101 \\ + 111 \\ \hline 101 \\ + 101 \\ 101 \\ \hline 100011 \end{array}$$

Nie wdając się w szczegółowe wyjaśnienia, należy podkreślić, że w powyższym mnożeniu oparto się na zasadzie mnożenia dwóch liczb binarnie jednocyfrowych oraz na zasadzie dodawania trzech liczb wielocyfrowych.

Binarny system liczenia znalazł zastosowanie w pracy elektronicznych maszyn cyfrowych. Dzięki niemu każda liczba można przedstawić przy pomocy szeregu impulsów elektrycznych. Np. cyfrę 1 przedstawia się przy pomocy dodatniego impulsu elektrycznego, natomiast 0 przy pomocy impulsu ujemnego.

Obecnie, z prostych układów zero-jedynkowych omówionych w poprzednich rozdziałach, zbudujemy model sumatora /układu sumującego/, który realizuje zasady dodawania dwu liczb binarnie jednocyfrowych.

Model zbudujemy z następujących układów:



Model logiczny sumatora.

Działanie modelu opisuje prosta tabelka.

E_1	E_2	S_1	S_2
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Prześledźmy pracę modelu dla warunków określonych przez ostatni wiersz tabelki tzn. dla $E_1 = 1$ i $E_2 = 1$.

Impulsy pojawiające się na obydwu wejściach zostają powielone i przesłane na wszystkie wejścia układu alternatywnego i pierwszego układu koniunkcyjnego. W związku z tym, impulsy pojawiają się na wyjściach zarówno układu alternatywnego jak i pierwszego układu koniunkcyjnego. Impuls na wyjściu pierwszego układu koniunkcyjnego tafia na wejście układu powielającego i przenosi się na wyjście układu S_1 oraz na wejście układu negacyjnego. W tym samym momencie na wyjściu układu negacyjnego oraz na jednym z wejść drugiego układu koniunkcyjnego brak impulsu. Natomiast na drugim wejściu układu koniunkcyjnego pojawi się impuls przeniesiony z wejścia układu alternatywnego. Jednak na wyjściu S_2 impuls nie pojawi się, ponieważ na jednym z wejść drugiego układu koniunkcyjnego brakuje impulsu. Ostatecznie stany wyjść sumatora ukształtują się tak jak opisuje je tabelka: $S_1 = 1$, $S_2 = 0$.

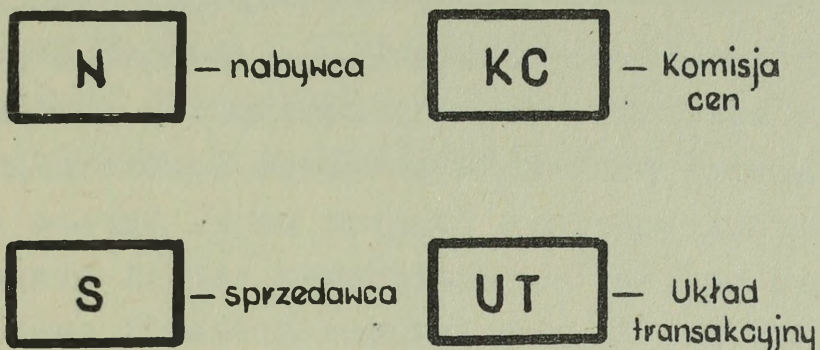
Czytelnik, znając już działanie poszczególnych układów zero-jedynkowych, sam potrafi prześledzić działanie modelu sumatora dla pozostałych warunków wyjściowych.

3.3.7. Modele ekonomiczne.

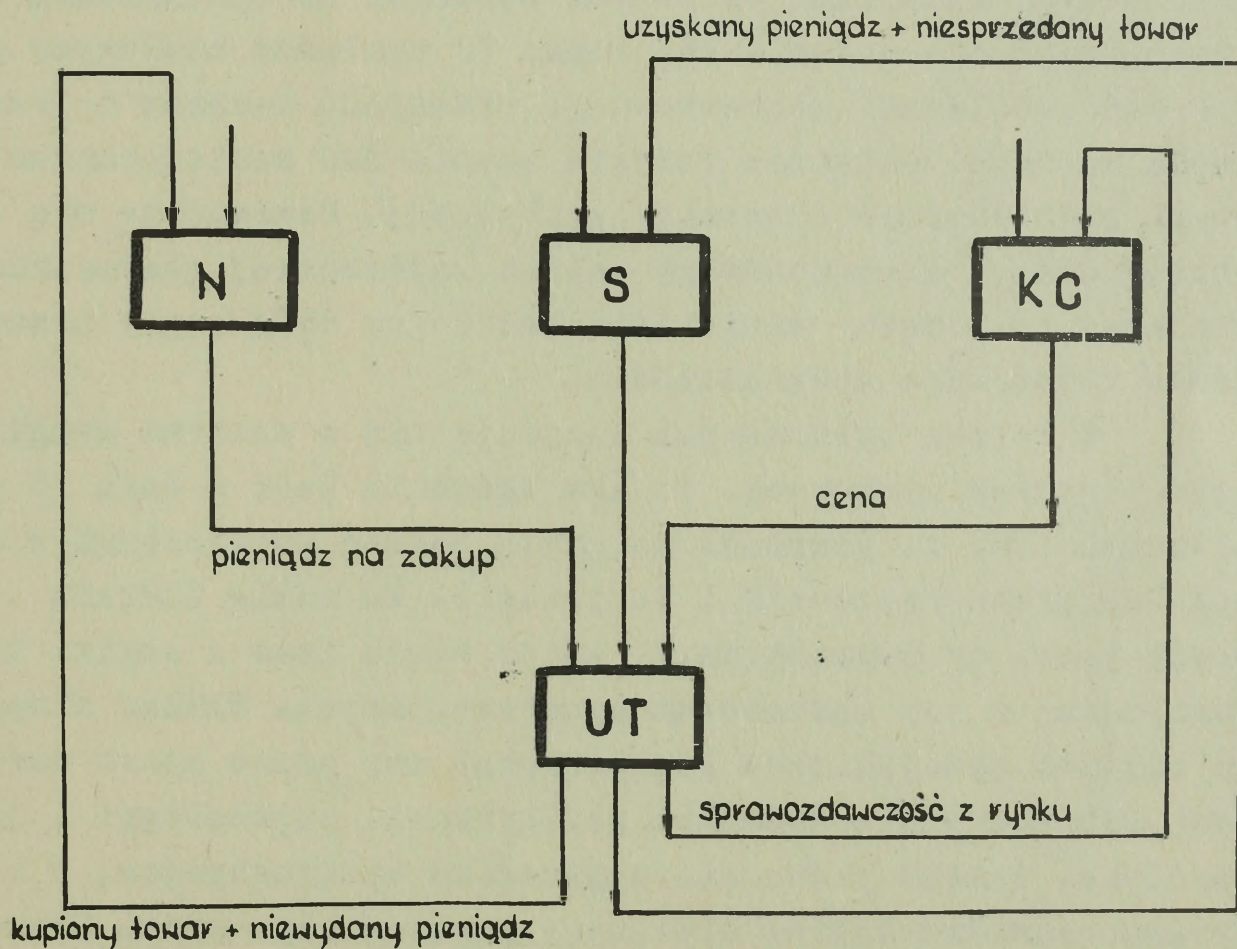
Omówiona w pierwszych rozdziałach aparatura pojęciowa może być wykorzystana do konstruowania modeli ekonomicznych. W oparciu o tę aparaturę możemy modelować wytwórczość, spożycie, wymianę a także planowanie i spożycie. Komisja Ekonometryczna Polskiej Akademii Nauk opracowała nawet model całego gospodarstwa narodowego centralnie planowanego. Model ten znaleźć można w książce prof. dra H.Greniewskiego p.t. "Elementy cybernetyki spo-

sehem niematematycznym wyłożone". Obecnie przedstawiamy model wymiany zaczerpnięty z powyżej cytowanej pracy.

Model zbudowany jest z następujących prostych układów względnie odosobnionych.



Układy te sprzęgamy - otrzymujemy model wymiany.



Sprzężenie układu transakcyjnego.

Czytelnikowi nie sprawi napewno kłopotu odnalezienie poszczególnych sprzężeń modelu i wyjaśnienie ich działania.

x

x

x

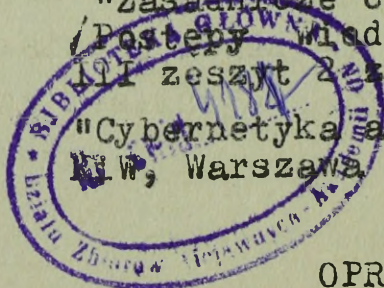
W latach 1948-1954 wielu naukowców w Związku Radzieckim a także w państwach demokracji ludowej z wielką nieufnością odnosiło się do cybernetyki. Jednym ze źródeł tej nieufności był fakt, że niektórzy cybernetycy na Zachodzie wyciągali z cybernetyki szereg wniosków sprzecznych z podstawami filozofii marksistowskiej. Na szczęście okres uprzedzeń do cybernetyki mamy już poza sobą. Dzisiaj cybernetyka rozwija się bujnie w Związku Radzieckim a widowym tego przykładem są radzieckie sputniki, rakiety księżycowe i wostoki. Przy Prezydium Akademii Nauk ZSRR powołano Komitet Cybernetyki obejmujący szeroki wachlarz różnych nauk. Zwraca się uwagę na rozwinięcie ogólnej matematycznej teorii sterowania. Instytut Matematyczny im. W.A. Stekłowa prowadzi prace z zakresu teorii informacji i cybernetycznych zastosowań logiki matematycznej. Na szeroką skalę prowadzi się prace konstrukcyjne w dziedzinie budowy maszyn liczących, przede wszystkim elektronicznych maszyn cyfrowych. Obecnie prowadzi się prace nad elektronicznymi maszynami cyfrowymi zdolnymi do wykonywania setek tysięcy operacji na sekundę. Ponad 70 zakładów naukowych pracuje nad problemami mechanicznego przekładu tekstów z jednego języka na inne. Ostatnio podjęto studia nad zastosowaniem cybernetyki w dziedzinie ekonomii politycznej. Przewiduje się zbudowanie dużego elektronowego modelu radzieckiej gospodarki narodowej na którym ekonomiści radzieccy będą mogli przeprowadzać różnorodne doświadczenia.

W Polsce cybernetyka znajduje się w centrum uwagi wielu placówek naukowych. Polska Akademia Nauk w dniu 15 października 1958 r. powołała do życia Zakład Cybernetyki w ramach Instytutu Filozofii i Socjologii. Na czele Zakładu stanął prof. dr H. Greniewski, autor wielu prac z logiki matematycznej i jej zastosowań cybernetycznych. Zakład skupiając różnych specjalistów koncentrował swe prace wokół zastosowań cybernetyki w ekonomii politycznej, psychologii i językoznawstwie. Zakład prowadził seminarium cybernetyczne, w ramach którego omawiano szereg ciekawych tematów. Np. prof. Markow, kierownik katedry logiki matematycznej na uniwersytecie im. Łomonosowa, wygłosił referat o rozwoju cybernetyki w ZSRR; prof. Oskar Lange wygłosił referat o zastosowaniu cybernetyki w ekonomii; mgr Dichter referował model polskiego "Golema" - urządzenia elektronowego imitującego między innymi wyobraźnię

i marzenia senne. W 1961 r. Zakład Cybernetyki został zlikwidowany. 21 maja 1962 r. powołano do życia Polskie Towarzystwo Cybernetyczne /PTC/, którego przewodniczącym został prof. Oskar Lange a sekretarzem naukowym prof. H.Greniewski. Wśród członków - założycieli towarzystwa znalazło się wielu wojskowych. "Celem PTC - jak czytamy w projekcie statutu - jest popieranie, krzewienie i popularyzacja nauk cybernetycznych i ich zastosowań, kształcenie specjalistów oraz udzielanie pomocy osobom pracującym w zakresie tych nauk".

L I T E R A T U R A

1. Berg A.I. "O niektórych problemach cybernetyki" /Zeszyty teoretyczne nr 9 z 1960 r./
2. Berg A.I.
Kitow A.
Lapunow A. "O kibernetice w wojennym dziele" /Wojennaja Mysl nr 2 z 1961 r-Moskwa/.
3. Boruń K. "Tajemnice sztucznych zwierząt" /P.W. "Wiedza Powszechna", Warszawa 1961 r./
4. Ducroq A. "Era robotów" / PWN, Warszawa 1960r./
5. Ekel J. "Teoria informacji" /Psychologia Wychowawcza nr nr 2 i 3 z 1960 r./
6. Gonczarenko M. "Kibernetika w wojennym dziele" /Izdatielstwo DOSAAF, Moskwa 1961r./
7. Greniewski H. "Elementy cybernetyki sposobem niematematycznym wyłożone" /PWN, Warszawa 1961 r./
8. Greniewski H. "Cybernetyka z lotu ptaka" /Książka i Wiedza, Warszawa 1959 r./
9. Greniewski H. "Pojęcia i założenia cybernetyki" /Argumenty nr 17 z 1958 r./
10. Krajzmer L.P. "Cybernetyka techniczna" /Wydawnictwo MON, Warszawa 1959 r./
11. Kuleszyński L. "Cybernetyka a dowodzenie" /Żołnierz Wolności z 22.V.1962r./
12. Manczarski S. "Cybernetyka młoda i modna" /Przegląd Kulturalny nr 27 z 1962 r./.
13. Pierre de Latil "Sztuczne myślenie" /Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1961 r./.
14. Poletajew J.A. "Zagadnienia cybernetyki" /Państwowe Wydawnictwo Techniczne Warszawa 1961 r./
15. Sobolew S.L.
Kitow A.J.
Lapunow A.A. "Zasadnicze cechy cybernetyki" /Postępy Wiedzy Medycznej - tom III zeszyt 2 z 1956 r./
16. Wiener N. "Cybernetyka a społeczeństwo" /PWN, Warszawa 1960 r./



Wykonano w 130 egz.

OPRACOWAŁ:

Egz. Nr 1-130 Bibl. Jawna
Wyk. mjr Nowakowski.
Druk. 10.dn.27.11.63r.
Nr ks. 536/WW

mjr mgr Jan NOWAKOWSKI

C.1-C-XV-1893