

12.10. Maryam's

4 O L A T

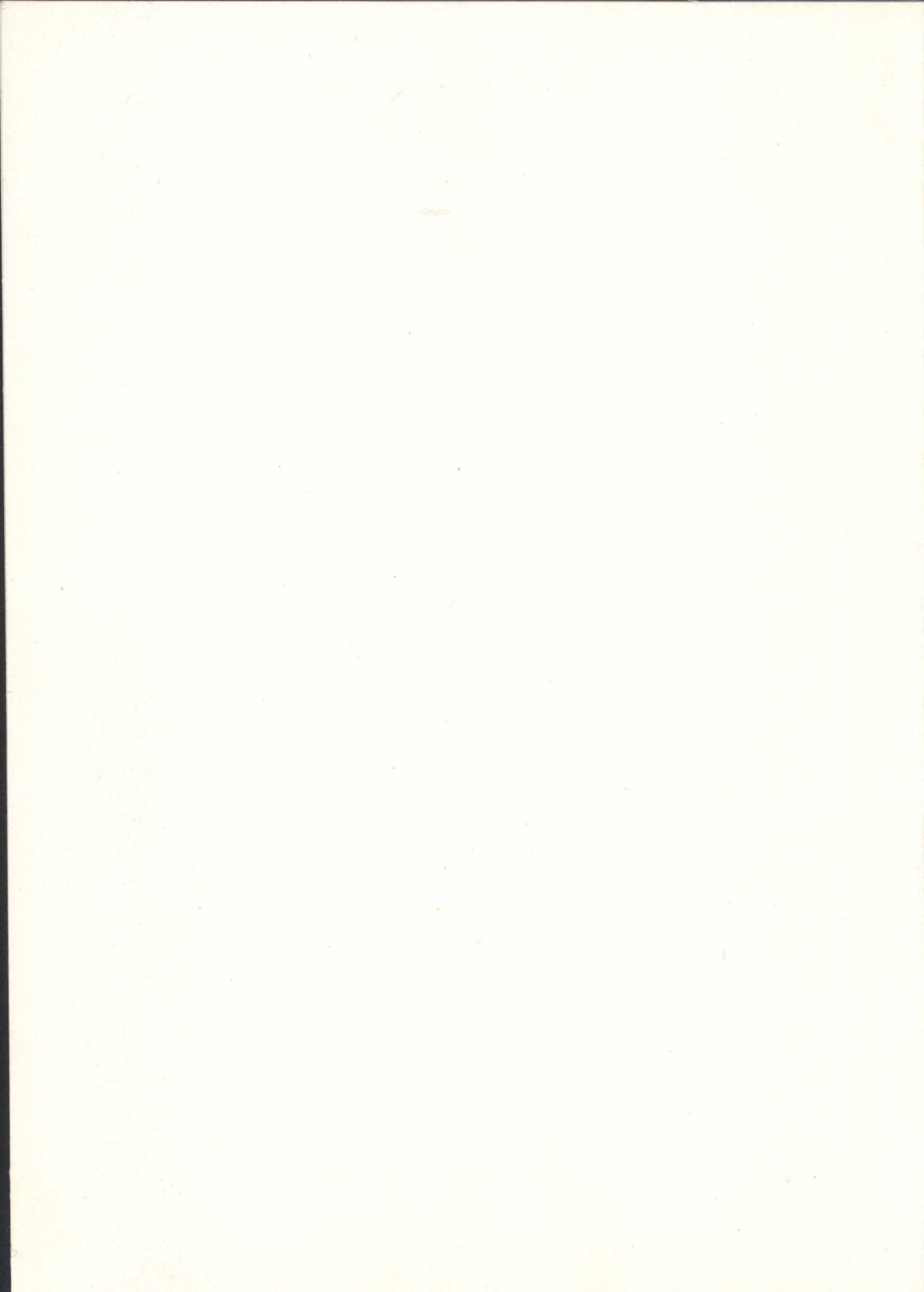
INFORMATYKI

W

P O L S C E

[illegible]

Warszawa, październik 1988



Dobrze jest obce rzeczy znać,
a swoje obowiązek

Encyklopedia Staropolska Glogera

Miasto Skarżysko-Kamienna znajdujące się w połowie drogi między Warszawą, a Krakowem, położone u podnóża Gór Świętokrzyskich, jest moim rodzinnym miastem. W nim w roku 1939 tuż przed wojną ukończyłem szkołę średnią (Liceum), jako pierwszy produkt reformy oświatowej Jędrzejowicza. Miałem zdawać na Politechnikę Warszawską, niestety wybuchła wojna i studiowanie stało się niemożliwe. W tym miejscu chciałbym wyrazić wdzięczność dla mojego nauczyciela w Liceum, biologa Stanisława Zwolińskiego, z którym nieprzerwany ciąg dyskusji na lekcjach nie tylko z biologii ale i innych dziedzin, rozbudził we mnie dociekliwość i zainteresowanie naukowe.

Wojnę przeżyłem ucząc się, studiując matematykę wspólnie z Krystynem Bochenkiem i reperując radia dla organizacji podziemnych. Toteż gdy w styczniu 1945 roku Skarżysko zostało wyzwolone od Niemców, natychmiast jak tylko było możliwe, udałem się wraz z Krystynem na studia do Lublina, gdzie zapisaliśmy się na Politechnikę Warszawską w Lublinie. Wtedy to było możliwe, gdyż większość młodych ludzi jechała na zachód "na szaber" zamiast iść na studia. Tam ukończyliśmy pierwszy rok, zaś następny rok na Politechnice Gdańskiej. Poznałem tam drugiego po Krystynie przyszłego informatyka Leona Łukaszewicza. Pozostali oni w Gdańsku, zaś ja przeniosłem się na Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej, który ukończyłem pod koniec roku 1948, a następnie podjąłem pracę jako asystent w Katedrze Radiotechniki Politechniki Warszawskiej u prof. Groszkowskiego i prof. Ryżki.

Wcześniej tuż po przeniesieniu się do Warszawy w roku 1946 przeczytałem w Problemach [1] artykuł o ENIAC'u, który bardzo mnie zafascynował. Spowodowało to, że późniejszą propozycją L. Kukaszewicza zainteresowania się maszynami matematycznymi przyjąłem z entuzjazmem.

Dnia 23 grudnia 1948 roku miało miejsce historyczne zebranie gdy w pokoju "Seminarium matematyczne" znajdującym się wtedy na ul. Hożej w Instytucie Fizyki spotkało się sześć osób: prof. K. Kuratowski, prof. A. Mostowski, dr. H. Greniewski, i trzech inżynierów K. Bochenek, L. Kukaszewicz oraz piszący te słowa. Celem tego zebrania było omówienie możliwości budowy i podjęcie decyzji budowy wtedy tak zwanych Aparatów Matematycznych i tak się rozpoczął mój związek z Aparatami Matematycznymi.

Rok 1949 to nieustanne dyskusje doktora Greniewskiego i trójki inżynierów nad "teoriami" dotyczącymi Aparatów Matematycznych i ewentualna ich budowa. W końcu roku 1950, po utworzeniu Instytutu Matematycznego, przystąpiliśmy do organizowania laboratorium w utworzonej w Instytucie Grupie Henryka Greniewskiego, którego właśnie usunięto z przyczyn politycznych z Komisji Planowania. Pierwszymi pracownikami tej Grupy była owa czwórka. Przystąpiono do wstępnych prac. Ja zająłem się maszynami cyfrowymi zaś Bochenek i Kukaszewicz maszynami analogowymi, fot. 1.

Praktycznie do roku 1954 nie mieliśmy kontaktów z zagranicą, za wyjątkiem Czechosłowacji, gdzie Antonin Swoboda projektował swoją przekaznikową maszynę SAPO. Była to pierwsza maszyna na świecie tolerująca błędy. Nie miała jednak ona praktycznie wpływu na nasze projekty. Otrzymaliśmy od niego tylko pomoc w zakresie literatury; fot. 2.

Prace nad maszynami matematycznymi, tylko o nich dalej piszę, wystartowały w GAM od roku 1952. Początkowo uczestniczył w nich mały zespół ludzi: Zdzisław Pawlak, Zygmunt Sawicki oraz Henryk Furman, Gustaw Śliwicki i ja.

Pierwszym projektem w rozwoju polskich elektronicznych komputerów była konstrukcja rtęciowej pamięci ultradźwiękowej projektowanej i budowanej z H. Furmanem (lata 1952 - 1953).

Wybór tej pamięci podyktowany był zamiarem zbudowania maszyny cyfrowej o dostatecznie dużej jak na owe czasy szybkości. Pamięć ta miała decydujący do roku 1959 wpływ na projekty dalszych polskich maszyn, fot. 3, 4.

W okresie 1952 - 1959 zbudowano cztery maszyny cyfrowe : EMAL, XYZ, EMAL - 2 i BINEG. EMAL i XYZ były budowane w Państwowym Instytucie Matematycznym, EMAL - 2 był projektem realizowanym w katedrze Sieci Elektrycznych Politechniki Warszawskiej i Instytucie Badań Jądrowych, zaś BINEG w Katedrze Konstrukcji Telekomunikacyjnych Politechniki Warszawskiej. Chciałbym jeszcze dodać, że maszyny XYZ oraz BINEG były budowane przez moich uczniów, którzy zapoznali się z aparatami matematycznymi przy budowie EMALA.

Do dziś nie ma niestety żadnej polskiej publikacji o maszynach, które konstruowaliśmy i budowaliśmy w początkowym okresie dlatego opiszę skrótowno dwie maszyny: EMAL i EMAL 2 ; ich charakterystyki techniczne i strukturalne. (EMAL to skrót nazwy Elektronowa Maszyna Automatycznie Licząca) [3], [4].

Pierwszym polskim projektem był EMAL (lata 1953 - 1955). Maszyna EMAL była szeregową, dwójkową, jednoadresową. Zbudowana była na logice opartej na starej technologii lampowej i wcześniej opracowanej pamięci rtęciowej o pojemności 512 słów 40 bitowych umieszczonych w 32 rurach z rtęcią pracującej na częstotliwości 750kHz. Wpływ temperatury był kompensowany przez automatyczną zmianę częstotliwości. EMAL miał stało-przecinkową arytmetykę, znak plus absolutną wartość. Format danych i rozkazów pokazano w tab. I.

Na rys.1 pokazano schemat blokowy EMALA. Składa się on z pamięci P, jednostki arytmetyczno - logicznej AR, sterowania S, sprzęgu do pamięci TL i sprzęgów WY i WM dla wejścia/wyjścia. EMAL miał dynamiczne i statyczne rejestry. Statyczne rejestry oznaczono biało - czarnymi trójkątami. maszyna miała dwa niezależnie adresowalne dostępy do pamięci. Jeden dostęp był dla danych drugi dla rozkazów lecz miał tylko jeden dostęp dla zapisu danych. Mechanizmy te pozwalały na niezależny odczyt danych i rozkazów.

TABLICA I ROZKAZY MASZINY EMAL

Rozkazy	Funkcje
1. Dodaj	$(A) + (P_n) \rightarrow A$
2. Odejmij	$(A) - (P_n) \rightarrow A$
3. Pomnóż i dodaj	$[(A) + (M) * (P_n) \rightarrow (A)]$
4. Pomnóż i odejmij	$[(A) - (M) * (P_n) \rightarrow (A)]$
5. Podziel i dodaj	$[(A) + (M) * (P_n) \rightarrow (A)]$
6. Podziel i odejmij	$[(A) - (M) * (P_n) \rightarrow (A)]$
7. Pomnóż przez (n)	$(A) * 2^n \rightarrow (A)$
8. Pomnóż przez $(-n)$	$(A) * 2^{-n} \rightarrow (A)$
9. Przesuń w lewo	$\leftarrow (A)$
10. Przesuń w prawo	$(A) \rightarrow$
11. Wartość absolutna	$I(A)I \rightarrow (A)$
TRYB 1 12. Suma logiczna	$[(M) \vee (P_n) + (A)] \rightarrow (A)$
13. Iloczyn logiczny	$[(M) \wedge (P_n) + (A)] \rightarrow (A)$
14. Załaduj $Mr(P_n) \rightarrow M$	
15. Pamiętaj i zeruj A	$(A) \rightarrow P_n, 0 \rightarrow A$
16. Zapamiętaj A	$(A) \rightarrow P_n$
17. Skok 1 warunkowy	$n \rightarrow LR \text{ if } (A) > 0$
18. Skok 2 warunkowy	$n \rightarrow LR \text{ if } (A) < 0$
19. Skok bezwarunkowy	$n \rightarrow LR$
20. Drukuj jeden znak	
21. Czytaj jeden znak	
22. STOP	

TRYB 2 23. Czytaj taśmę

Maszyna EMAL pracowała w dwóch trybach pracy: 1. Tryb 1 praca normalna, 2. Tryb 2 automatycznego czytania informacji.

W trybie 2 przez wejście WM przesyła się dane do kolejnych komórek pamięci począwszy od komórki m do końca taśmy z informacjami.

Maszyna ta była wyposażona w dodatkową pamięć dla rozkazów w układzie sterującym w postaci dwóch rejestrów dla przechowywania dwóch rozkazów. Ta dodatkowa pamięć i mechanizm

podwójnego dostępu do pamięci powodował, że szybkość pracy maszyny była większa o około 60% niż szybkość bez tych mechanizmów. Dodatkowa pamięć o niezależnym dostępie dla rozkazów bez skoków podnosi szybkość do około 100%, zaś skoki zmniejszyły jej szybkość o 40%. Dlatego, gdy skoki nie były wykonywane nie malała jej szybkość. Pojemność tej dodatkowej pamięci wynikała stąd, że dla pobrania jednego rozkazu potrzeba było jednego dużego cyklu pamięci. Problem przyspieszania pracy uwzględniając skoki wymagał użycia dodatkowych mechanizmów architekturno - sprzętowych, które poraz pierwszy zapoczątkowano w EMALu. Nie jest on jednak do dziś całkowicie rozwiązany. Prowadzone są ciągle badania w tym kierunku na świecie. Niestety maszyna ta w pełni nigdy nie pracowała. Spowodowane to było złą jakością elementów dostępnych wtedy w Polsce (lampy, elementy, łączówki, itp), które powodowały problemy bardzo trudne do pokonania w realizacji tak dużej maszyny pracującej na statycznych przerzutnikach. Trudności te zostały pokonane w następnych trzech polskich maszynach używających lepszych i nowocześniejszych elementów oraz wykorzystujących technikę dynamiczną w układach logicznych.

Jest oczywiste, że tzw. raport von Neumanna [2] i maszyna Wilkesa [3] miały wpływ na projekt EMALA, tym niemniej w EMALu, jak wynika z dotąd opublikowanych prac, po raz pierwszy na świecie zastosowano specjalne mechanizmy dla przyspieszenia pobierania, a więc i wykonywania rozkazów.

W okresie "międzymaszynowym" od EMALA do EMALA 2, zajmowałem się problemami związanymi z technologią i wykorzystywaniem elementów magnetycznych i ferrytowych. W tym czasie zbudowałem model pamięci ferrytowej, opracowywałem technologie układów magnetycznych, bawiłem się transfluksorami oraz magnetycznymi strukturami wielootworowymi, jak również problemami związanymi z technologią magnetycznych pamięci bębnowych. Technologię ferrytów otrzymaliśmy od akademika Lebiediewa z Instytutu Toczoj Miechaniki i Wyczyslitiejnej Tiechniki w Moskwie. Technologię tę opanowano i wytworzono własne ferryty, które były następnie zastosowane do budowy

maszyny EMAL 2.

Druga maszyna, którą konstruowałem to EMAL 2. Maszyna była projektowana i budowana wraz z Kazimierzem Balakierem, Lesławem Niemczyckim i Andrzejem Harlandem oraz technikami Henrykiem Furmanem, Gustawem Śliwickim, Stefanem Kostrzewą i Zbigniewem Grzywaczem w latach 1957 - 58.

EMAL 2 miał pamięć bębnową o pojemności 1024 słów rozmieszczonych na 32 ścieżkach. Bęben mógł pracować do 12000o/m. Ścieżka zerowa była pewnego rodzaju pamięcią ROM i zawierała prosty program wprowadzający. EMAL 2 nie miał dynamicznych rejestrów. Cała logika i rejestry były zbudowane na magnetycznych elementach. Była to maszyna szeregowo o słowie długim 34-bitowym i krótkim 17-bitowym. Pracowała w arytmetyce uzupełnienia do 2. Dzięki użyciu specjalnie sterowanych generatorów dla zasilania elementów magnetycznych, maszyna pobierała stosunkowo mało energii. Pobór energii w dużym zakresie zależał od ilości aktualnie czynnych bloków funkcjonalnych. Również z tego powodu obniżono czterokrotnie częstotliwość zegara bez obniżenia szybkości pracy. Dlatego w tym celu w pamięci zapisane były na jednej ścieżce szeregowo-równoległe. Obniżyło to częstotliwość zegara ze 108kHz do 27kHz, bez zmniejszenia szybkości pracy. Średnia szybkość maszyny wynosiła ponad 150 operacji/sek. Szybkość ta wynikała z szybkości pamięci bębnowej, przy liczbie obrotów bębna 6000o/m. Rysunek 2 przedstawia schemat blokowy maszyny EMAL 2, zaś tablica II jej rozkazy, fot. 5.

TABLICA II Rozkazy EMALA 2

Kod	Rozkaz	Funkcja	Warunku	Generacja	
				W	N
00	Pobierz rozkaz o adresie n	(n) -> RD	--	--	0
01	Skocz do adresu zawartego w n	(n) -> L	--	--	0
02	Skocz do n	n -> L	--	--	0
03	Skocz warunkowo przy 1	if W=1, L->n	--	--	0

04	Skok ze śladem	(L)→n; n+1→L	--	0
05	Stop	(n)→LE--	0	
06	Skocz warunkowo przy 0	if W=0, L→n	--	0
07	Skok ze śladem gdy N=1	(L)→n; n+1→L	--	0
10	Dodawanie	(A) + (n) → A	(A)<0	1
11	Odejmowanie	(A) - (n) → A	(A)<0	1
12	Przesłanie do Akumulatora	(n) → A	(A)=0	0
13	Przesłanie do Akumulatora -	(-n) → A	(A)=0	0
14	Przesłanie do pamięci	(A) → P _n	(A)=0	0
15	Zaokrąglanie	(A) +/- 2 ⁻³⁴	(A)<0	0
16	Mnożenie	(M) * (n) → AB	(A)<0	0
17	Dzielenie	(A) : (n) → A	(A)<0	
nR → B				
20	Potęgowanie dodatnie	(AB) * 2 ⁿ	(A)<0	0
21	Potęgowanie ujemne E(AB) * 2 ^{-2p}	(A)<0	0	
		→n		
22	Przesyłanie cykliczne w prawo	(AB)	(A)<0	0
		←		
23	Przesuwanie cykliczne w lewo	(AB)	(AB)<0	0
24	Czytanie Znak	(T)5 → A	V = 1	0
25	Drukowanie Znak	(A)5 → D	Z = 1	0
26	Bezwzględna wartość EI(A)I → A	A = 0	0	
27	Przesłanie do rejestru M	(n) → M	(M)<0	0
30	Iloczyn logiczny	(A) ^ (n) → A	A = 0	0

Maszyna EMAL 2 miała hierarchiczną strukturę sterowania bardzo podobną do sieci Petriego rys.3. Była to maszyna bardzo zwarta i z tego względu łatwa do transportu, fot.6.

Jedną z istotnych cech maszyny była bardzo wysoka, jak na owe czasy, niezawodność logicznych układów ferrytowych. Niezawodność ograniczały elektronowe lampy mocy stosowane do zasilania impulsowego. Niezłym przykładem jej niezawodności było liczenie tablic funkcji Lagrange'a, które trwały 3 miesiące non stop (całodobowo bez awarii).

Maszyna ta stała się załącznikiem Centrum Obliczeniowego Polskiej Akademii Nauk, które następnie zostało przekształcone w Instytut Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk, w

którym obecnie ja i Leon Kukaszewicz pracujemy.

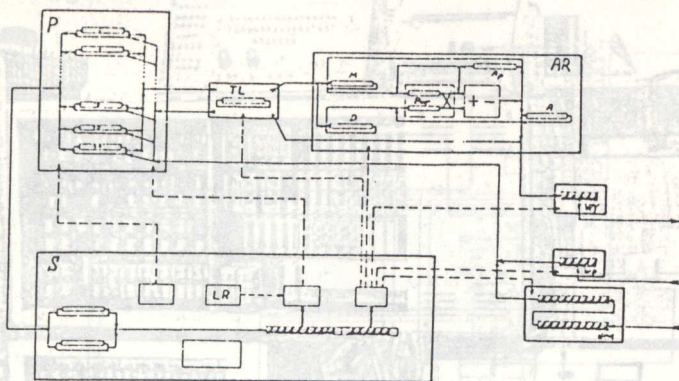
[1] Vidimus - Zyjemy w Świecie Fantastyczniejszym Niż Świat Starych Bajek - ENIAC - Robot Matematyk. PROBLEMY nr 6, wrzesień 1946, str. 4951.

[2] Burks, A. W., Goldstine, HH, and von Neumann, J. Preliminary Discusion of Logical Design of am Electronic Computing Instrument, Institute for Advanced Study, 1946.

[3] Wilkes, M W., and Renwik, W. the EDSAC-an electronic calculating machine. J. Sci, Inst. 12 (1949), 385 - 391.

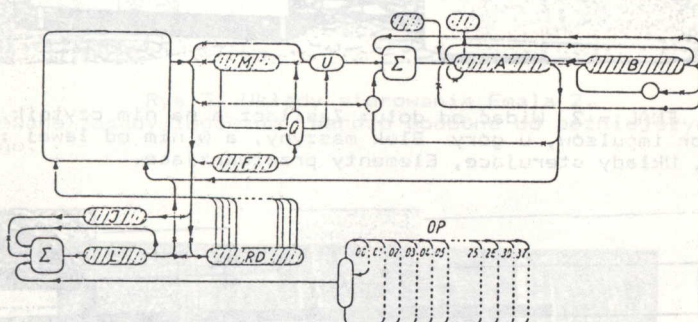
[4] Marczyński R. W., EINIGE Bemerkungen uber den kleinen Zifferrechner EMAL 2. II Internationalen Kolloquiums uber "Aktuelle Probleme der Rechentechnik", Dresden Juni 1962.

[5] Marczyński R. W., The First Sewen Years of Polish Digital Computers. Annals of the History of Computing Vol. 2 No. 1 pg. 37 - 47.



Rys.1 Blokowy Schemat Emala.

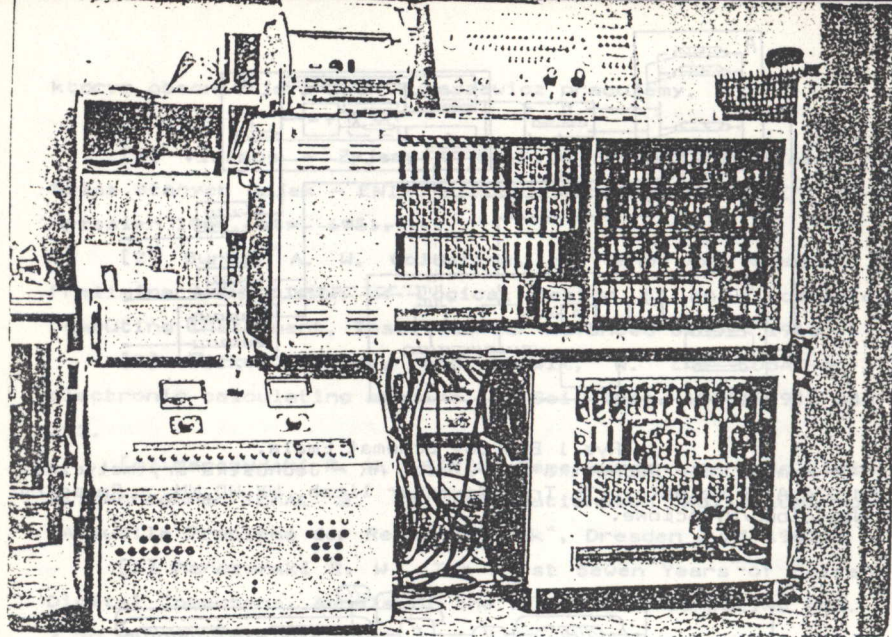
P - Pamięć, S - Jednostka sterująca, AR - Jednostka arytmetyczna, M,D,A,Ap - Rejestry, TL Transformator liczb, WY,WD,WM, - Rejestry Wejściowo/Wyjściowe.



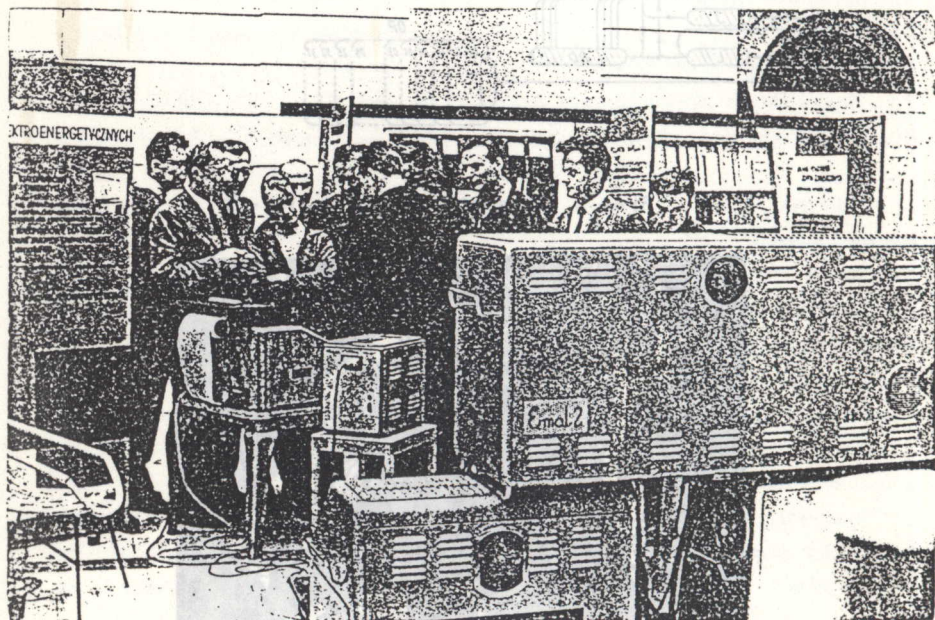
Rys. 2 Schemat blokowy Emala - 2.



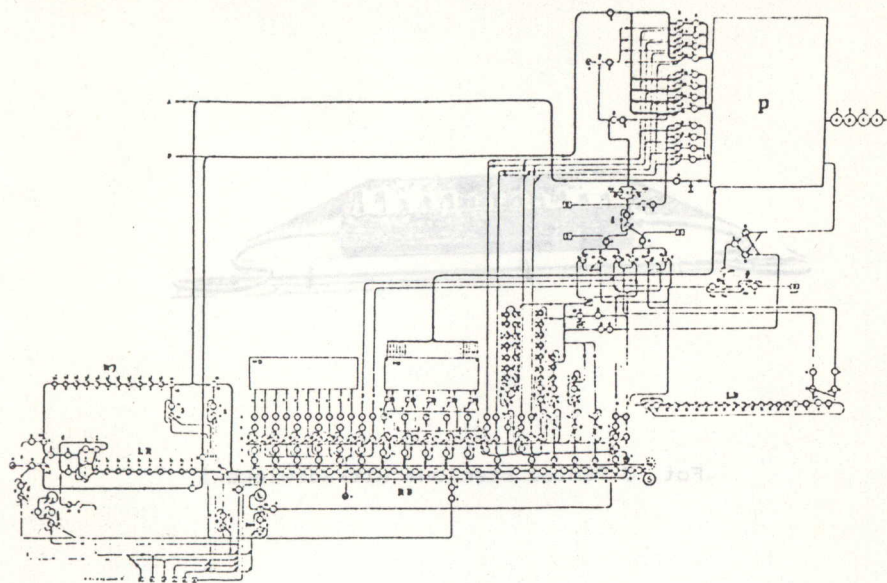
Fot. 1 Stoja L.Lukszewicz, K.Bochenek, R.Marczyński,



Fot. 5 EMAL - 2 Widać od dołu: Zasilacz a na nim czytnik, obok Generator impulsów, u góry Blok maszyny, a w nim od lewej: Blok pamięci, Układy sterujące, Elementy przetwarzające.

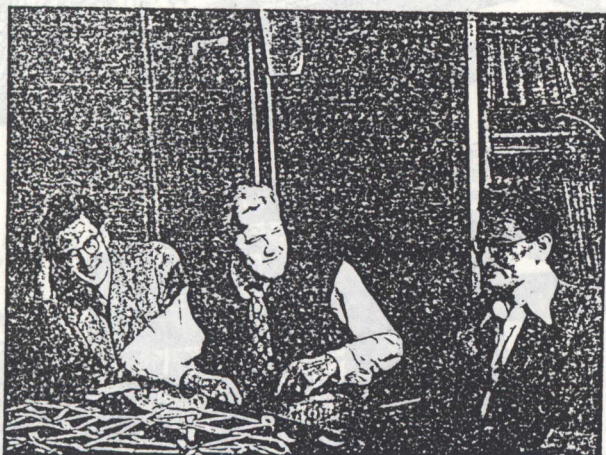


Fot. 6 EMAL- 2. Wystawa na Politechnice Warszawskiej, rok 1962.



Rys 3. Układy sterowania Emala 2.

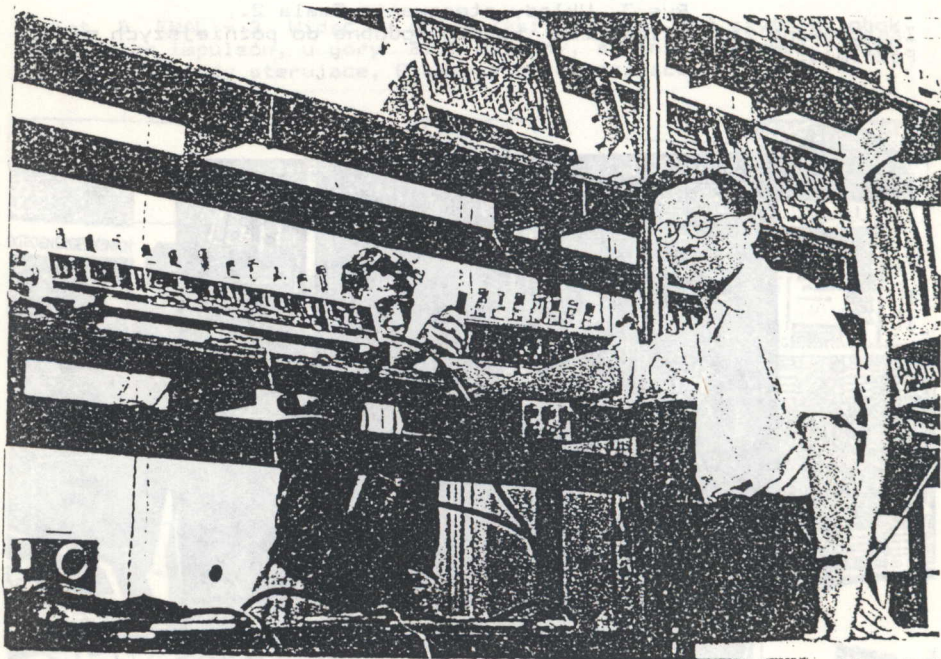
Zastosowane zasady logiczne bardzo podobne do późniejszych sieci Petriego.



Fot. 2 R. Marczyński, A. Svoboda, L. Łukasiewicz. Widać tzw. "Kostki Svobody" używane do minimalizacji funkcji Boola.



Fot. 3 Pamięć rtęciowa ultradźwiękowa



Fot.4 Testowanie podzespołów Emala. Stoja: W.Stachowiak, R.Marczyński.

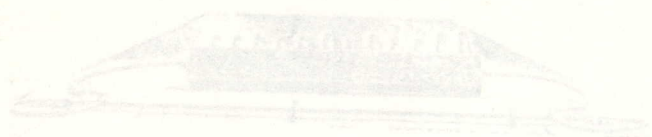


Fig. 3. Elementy konstrukcji ultrasonowej



Fig. 4. Testowanie podzespołów Chł. Hudek, W. Stachowiak, R. Herczyński.

