



HENRYK GLADYS
Państwowa Dyspozycja Mocy
Warszawa

Mgr inż. Henryk Gładys ukończył Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej w roku 1958. Do r. 1962 pracował w Instytucie Energetyki, obecnie pracuje w Państwowej Dyspozycji Mocy na stanowisku kierownika działu Techniki Cyfrowej i Analogowej. Od roku 1960 zajmuje się wdrażaniem techniki cyfrowej do zagadnień związanych z eksploatacją systemu elektroenergetycznego. Jest autorem licznych publikacji z tej dziedziny oraz szeregu metod algorytmów i programów na różne maszyny cyfrowe.

MCERO – specjalistyczna maszyna cyfrowa do ekonomicznego rozdziału obciążeń pomiędzy elektrownie

Opisano specjalistyczną maszynę cyfrową MCERO, skonstruowaną w Instytucie Automatyki Systemów Energetycznych we Wrocławiu. Maszyna MCERO jest użytkowana od 1968 r. w Państwowej Dyspozycji Mocy do codziennego planowania pracy elektrowni i sieci oraz do rozwiązywania różnych problemów z dziedziny eksploatacji systemu elektroenergetycznego. Podano parametry techniczne maszyny, rozwiązania konstrukcyjne i krótkie opisy programów.

Maszyna cyfrowa MCERO zbudowana jest na bazie EMC ODRA 1003. Koncepcja jej powstała w Instytucie Automatyki Systemów Energetycznych (IAS) we Wrocławiu. W IAS wykonano również projekt techniczny oraz całość maszyny, wykorzystując do tego celu bęben magnetyczny, układ wejścia-wyjścia oraz pakiety EMC ODRA 1003, na których oparto układy logiczne MCERO. Przy opracowywaniu założeń oraz koncepcji tej maszyny, IAS współpracował ściśle z Państwową Dyspozycją Mocy (PDM), dla której była przeznaczona. MCERO została zainstalowana w roku 1968 w PDM.

MCERO jest w zasadzie maszyną uniwersalną, przeznaczoną do obliczeń numerycznych. Tym niemniej jednak, z uwagi na specjalnie zaadaptowaną pamięć stałych (p. niżej) oraz oprogramowanie jej, maszyna przede wszystkim przeznaczona jest do obliczeń ekonomicznego rozdziału obciążeń (ERO) pomiędzy elektrownie z uwzględnieniem strat mocy w systemie elektroenergetycznym.

Na rys. 1. przedstawiono pulpit operatora tej maszyny.

1. Dane techniczne maszyny MCERO

a. Organizacja

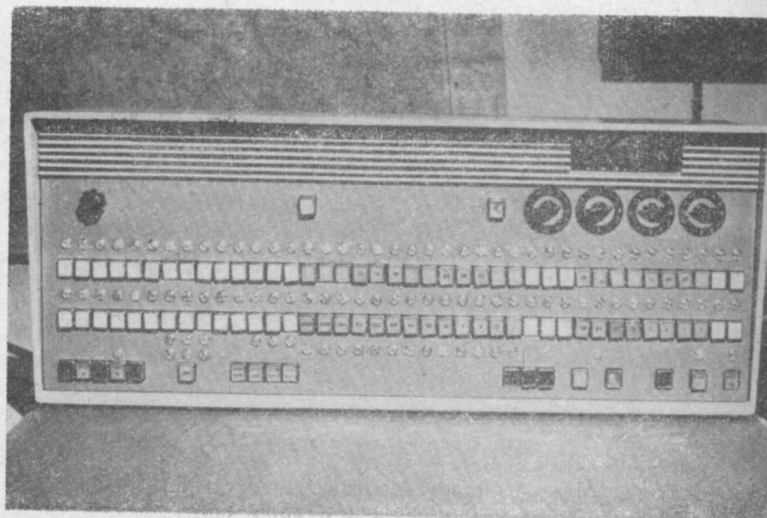
- rodzaj pracy — szeregowy, sekwencyjny (przeplot co 3)
- system liczenia — binarny
- arytmetyka — uzupełnieniowa
- długość słowa — 39 bitów
- przecinek — stały
- adresowość — jednoadresowa
- budowa rozkazu:
 - 17 bitów części operacyjnej
 - 13 bitów części pamięci bębnowej
 - 9 bitów adresu pamięci szybkiej (ferrytowej)
 - 1 bit modyfikacji;

- modyfikacja rozkazów — każdy rozkaz podczas pobierania z pamięci bębnowej może być modyfikowany przez dowolną połówkę komórki pamięci ferrytowej.

b. Pamięć

- pamięć bębnowa — pojemność 8192 słów (ponumerowanych od 0 do 8191), średni czas oczekiwania około 10 μ sek.
- pamięć ferrytowa — pojemność 128 słów 40-bitowych lub 256 słów 20-bitowych (ponumerowanych od 0 do 255), czas dostępu około 8 μ sek.
- pamięć stałych (oparta na zasadzie matrycy diodowej) — pojemność 56 słów 40-bitowych (ponumerowanych od 0 do 110 co 2), czas dostępu około 60 μ sek.

Rys. 1. Pulpit operatora maszyny cyfrowej MCERO



c. Urządzenie wejścia-wyjścia

- wejście — czytnik elektryczny start-stopowy wprowadzający z taśmy papierowej 5-kanalowej lub wejście z dalekopisu, ewentualnie wejście telemetryczne 20-kanalowe
- wyjście — perforator taśmy 5-kanalowej lub dalekopis.

d. Średni czas operacji

- rozkazy krótkie (nie komunikujące się z pamięcią bębnową) — 1850—2780 operacji/sek.
 - rozkazy długie — (komunikujące się z pamięcią bębnową) — około 47 operacji/sek.
 - mnożenie — około 200 operacji/sek.
 - dzielenie — około 110 operacji/sek.
 - badanie obrazu — jak operacje krótkie (jest to specjalny rozkaz, który powoduje przesunięcie w lewo słowa znajdującego się w akumulatorze głównym do „wyjścia” pierwszego bitu z pozycji znakowej, licząc jednocześnie ilość przesunięć w tzw. liczniku chwil).
 - Średnia szybkość maszyny około 1000 operacji/sek.
- e. Technika — tranzystorowa, dynamiczna
f. Częstotliwość podstawowa — 230 Khz
g. Zasilanie $3 \times 220/380 \text{ V} \pm 10\%$, 50 Hz
h. Pobór mocy 1,5 kVA
i. Ciężar 1000 kg
j. Zajmowana powierzchnia $2430 \times 1600 \text{ mm}$.

2. Rozwiązanie konstrukcyjne

Maszyna MCERO wykonana jest w kształcie litery C. W środkowej części znajduje się pulpit operatora (p. rys. 1), bęben pamięci magnetycznej oraz dwie ramy logiki. W lewej części znajduje się pamięć ferrytowa oraz tablica wejściowa do odwzorowania parku urządzeń wytwórczych. W prawej części znajduje się zasilanie, mała rama logiki (układy wejścia-wyjścia) oraz tablica wyjściowa do odwzorowania układu sieci elektroenergetycznej.

Na pulpicie operatora przewidziano m.in.:

- a) monitor (wraz z odpowiednimi potencjometrami) do zadawania sumarycznego zapotrzebowania mocy systemu elektroenergetycznego
- b) sygnalizację zawartości rejestru rozkazów, akumulatora głównego, licznika rozkazów
- c) klawisze rejestru zewnętrznego oraz rejestru rozkazów
- d) sygnalizację akustyczną pracy maszyny (na życzenie operatora)
- e) klawisze stopów maszyny (stop przy nadmiarze oraz stop na żądanym adresie) wraz z sygnalizacją przyczyn stopów
- f) klawisze do włączania i wyłączania bębna magnetycznego oraz całości zasilania maszyny
- g) klawisze blokujące zapis do pewnej części pamięci bębnowej
- h) klawisze organizacyjne (rodzaj pracy maszyny: krokowa, automatyczna, start, rodzaj wyjścia, wykonaj rozkaz).

Na tablicy wejściowej z lewej strony odwzorowującej park urządzeń wytwórczych znajdują się przyciski, za pomocą których (przez wciśnięcie) odwzorować można aktualny stan:

- a) czynnych kotłów i turbin w elektrowniach
- b) wielkość zadanego obciążenia niektórych elektrowni pracujących w reżimie wymuszonym, na który nie mamy wpływu w czasie obliczeń ERO (np. elektrownie wodne)
- c) wielkość zadanej wymiany zagranicznej na poszczególnych liniach łączących Polskę z pozostałymi krajami sąsiednimi
- d) inne informacje dotyczące np. ograniczeń mocy elektrowni lub pory dnia (dzień, noc) z uwagi na różne wielkości poboru pary grzejno-technologicznej w elektrociepłowniach w ciągu doby.

Łączna liczba elektrowni wynosi $54 + 11$ (grup elektrowni) pracujących w reżimie wymuszonym.

Na tablicy wejściowej z prawej strony znajduje się schemat układu sieci $400/220/110 \text{ kV}$ (z pewnymi uproszczeniami) oraz przyciski do włączania lub wyłączania danej linii. Łączna liczba węzłów sieci wynosi 33, zaś linii — 62 (z tych niektóre są 2-torowe).

Do kompletu wyposażenia maszyny zaliczyć jeszcze należy:

- przyrząd do sprawdzania pakietów logicznych
- przyrząd do sprawdzania pakietów pamięci szybkiej
- oscyloskop katodowy.

3. Krótki opis istniejących programów

3.1. Programy ogólne

Maszyna wyposażona jest w grupy programów (podprogramów), które nie są związane bezpośrednio z programami specjalistycznymi oraz w programy pomocnicze, związane z wprowadzaniem danych liczbowych zgodnie z programami specjalistycznymi.

Do programów (podprogramów) ogólnych nie związanych bezpośrednio z programami specjalistycznymi zaliczyć należy:

- a) testy kontrolne
- b) podprogramy obliczania podstawowych funkcji trygonometrycznych ($\sin x$, $\cos x$, $\arctg x$, \sqrt{x}).
- c) podprogramy czytania danych (do całego słowa PB, połówki lub ćwiartki) oraz druku wyników
- d) podprogramy wprowadzania programów w kodzie zewnętrznym i binarnym oraz wprowadzania taśmy binarnej z programami lub danymi
- e) podprogram sprawdzania sumy kontrolnej po wprowadzeniu taśmy binarnej.

3.2. Programy specjalistyczne

W chwili obecnej maszyna jest wyposażona w zespół programów (oraz niewielkich podprogramów), służących do przeprowadzania obliczeń ekonomicznego rozdziału obciążeń pomiędzy elektrownie z uwzględnieniem strat mocy w sieci.

W skład tego zespołu programów wchodzi następujące zasadnicze programy, powiązane wzajemnie tzw. programem głównym:

1. Programy obliczeń charakterystyk elektrowni (por. L5-L7) różnych typów (powiązane ze sobą tzw. programem organizacyjnym).
2. Program obliczania ekonomicznego rozdziału obciążeń pomiędzy elektrownie (bez uwzględnienia lub z uwzględnieniem strat sieciowych).
3. Program obliczania rozpliwów mocy w systemie elektroenergetycznym (wraz z obliczaniem wielkości napięć w węzłach i strat mocy w liniach).
4. Program obliczania impedancji własnych i wzajemnych dla poszczególnych węzłów sieci.
5. Program obliczania współczynników strat sieciowych typu B_{mn} oraz współczynników karnych, niezbędnych dla uwzględnienia strat sieciowych przy obliczaniu ERO.
6. Program obliczania obciążeń węzłów na podstawie wyników obliczeń ERO oraz na podstawie sumarycznego zadanego obciążenia systemu (przy wykorzystaniu tzw. współczynników udziałów zapotrzebowania mocy poszczególnych węzłów w stosunku do zapotrzebowania sumarycznego).
7. Podprogramy druku wyników wyjściowych (mocy elektrowni, rozpliwów mocy i in.).

Każdy z tych programów może być wykorzystywany niezależnie, np. można obliczać tylko same rozpliwów mocy, zadając bilanse mocy w węzłach otrzymane

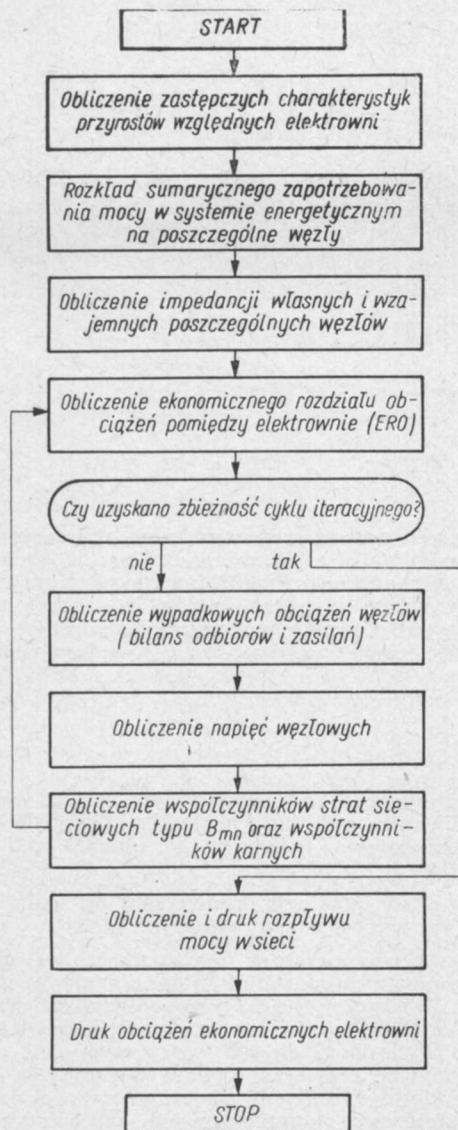
z innych obliczeń lub pomiarów rzeczywistych i nie korzystając z programu, jak w pkt. 6 podanego zestawienia.

Do wyboru odpowiedniego zestawu programów w danym cyklu obliczeniowym, operator wykorzystuje odpowiednie klawisze rejestru zewnętrznego Z (zgodnie z programem głównym).

W celu lepszej orientacji co do cyklu obliczeniowego ERO w systemie elektroenergetycznym, podano na rys. 2 uproszczony algorytm obliczeń takiego cyklu. Omówimy następnie w skrócie najważniejsze elementy tego algorytmu.

Elektrownie z uwagi na różne ich układy ciepłne, a co za tym idzie różne algorytmy obliczeń charakterystyk oraz z uwagi na obecność elektrowni z wymuszonym obciążeniem, podzielono na 6 grup:

1. Elektrownie blokowe
2. Elektrownie kondensacyjne jednocieśnieniowe (kolektorowe)
3. Elektrownie dwucieśnieniowe (z turbiną czołową i reduktorem pary pomiędzy ciśnieniami).
4. Elektrociepłownie
5. Elektrownie o skomplikowanym (nietypowym) układzie cieplnym lub nietypowymi warunkami pracy



Rys. 2. Uproszczony algorytm obliczeń ekonomicznego rozdziału obciążeń elektrowni z uwzględnieniem strat mocy w sieci

urządzeń; wydzielenie tej grupy było konieczne z uwagi na uniknięcie dalszej komplikacji programu obliczeń charakterystyk (dla tej grupy charakterystyki elektrowni liczone są oddzielnie, a tutaj służą jako gotowe dane).

6. Elektrownie o wymuszonym reżimie pracy.

Ekonomiczny rozdział obciążeń pomiędzy elektrownie odbywa się według metody równych przyrostów względnych kosztów mocy dostarczonej do odbiorców (por. np. L.4,8), co oznacza, że dla każdej elektrowni i -tej zachodzić musi w stanie optymalnym warunek:

$$\frac{dK_i}{dP_i} \cdot k_i = \lambda \quad (\text{zł/MWh})$$

gdzie $\frac{dK_i}{dP_i}$ — przyrost względny kosztów mocy wytwarzanej w elektrowni i -tej (zł/MWh),

k_i — współczynnik karny ze względu na straty mocy w sieci,

λ — nieoznaczony współczynnik Lagrange'a (jest to przyrost względny kosztów mocy dostarczonej do odbiorców).

Obliczenie współczynnika k_i jest bardzo skomplikowane, gdyż zmienia się on w zależności od aktualnego stanu sieci i elektrowni oraz obciążenia odbiorców. Istnieje wiele metod wyznaczania tych współczynników. Dla maszyny MCERO zaprogramowano obliczenie jego zgodnie z metodą tzw. współczynników strat sieciowych typu B_{mm} (L. 4).

Danymi wyjściowymi są tu obciążenia elektrowni, odbiorców, rozpyły mocy, napięcia i kąty fazowe tych napięć w poszczególnych węzłach, a także parametry sieci.

Program obliczenia rozpyłów mocy rozróżnia 3 rodzaje węzłów:

- a) bilansujący (napięcie $U = \text{const}$, kąt fazowy $\vartheta = \text{const}$, moc czynna P oraz bierna $Q = \text{var}$),
- b) generatory — ($U, P = \text{const}$, $\vartheta Q = \text{var}$),
- c) odbiorcy — ($P, Q = \text{const}$, $U, \vartheta = \text{var}$).

Obliczenie obciążeń odbiorców w węzłach (wskutek braku odpowiedniej ilości pomiarów telemetrycznych, zainstalowanych w PDM) jest następujące:

$$P_j = u_j P_0 \quad (\text{MW})$$

gdzie P_j — odbiór mocy w węzle j (MW)

u_j — współczynnik udziału obciążenia węzła j -tego w sumarycznym obciążeniu (w ułamku dziesiętnym) — liczony na podstawie materiałów statystycznych,

P_0 — sumaryczne zapotrzebowanie mocy w systemie elektroenergetycznym (MW).

Ograniczone ramy artykułu nie pozwalają na szczegółowsze omówienie zastosowanego algorytmu obliczeń ERO. Należy jedynie zaznaczyć jeszcze, że całość programów specjalistycznych, o których mowa wyżej, zajmuje około połowy komórek PB, resztę zaś, tzn. drugą połowę, zajmują dane wyjściowe (głównie charakterystyki kotłów i turbin oraz parametry sieci) oraz częściowo niektóre podprogramy i testy kontrolne, zablokowane na stałe.

4. Przeznaczenie i wykorzystanie maszyny MCERO

Jak to już zaznaczono, maszyna służyć będzie w zasadzie do obliczeń ekonomicznego rozdziału obciążeń pomiędzy elektrownie. Dlatego też główne jej wykorzystanie dotyczy codziennego planowania pracy elektrowni i sieci (istotnym czynnikiem bowiem przy codziennym planowaniu jest znajomość przewidywanych rozpyłów mocy w następnej dobie — w określonych godzinach). Ponadto maszyna jest wykorzystywana do obliczeń charakterystyk elektrowni oraz analiz ekonomicznego rozdziału obciążeń, niezbędnych do ciągłego ulepszania metody ERO. Niezależnie od

tego, opracowywane są równocześnie inne programy, związane lub nie związane z ERO, które służyć będą do obliczeń różnych zagadnień z dziedziny eksploatacji systemu elektroenergetycznego.

Z uwagi na zastosowanie tablic wejściowych, maszyna jest wygodna w obsłudze i stosunkowo operatywna, jeśli chodzi o obliczenia związane z ERO.

Przykładowo obliczenie 20 wariantów charakterystyk dla elektrowni 2-ciśnieniowej trwa średnio:

a) przy obliczaniu ręcznym przez wykwalifikowanego inżyniera — ok. 1 miesiąc;

b) przy obliczaniu np. istniejącymi programami na maszynie URAL-2 lub ODRA 1003 — około 15—25 godzin, łącznie z przygotowaniem danych;

c) przy obliczaniu na MCERO — około 1,5—3 godz. w zależności od tego, w jakim stopniu dokonuje się zmian w danych w stosunku do poprzednich obliczeń.

Czas obliczeń całego cyklu ERO z uwzględnieniem strat mocy w sieci jest różny w zależności od tego, w jakim stopniu biorą udział w obliczeniu poszczególne części programu oraz w zależności od wielkości zmian w danych wyjściowych w stosunku do poprzednich obliczeń. Średnio czas ten waha się od 0,5 do 1 godz., a w przypadku obliczeń tylko rozplywów mocy oraz ERO — bez uwzględnienia strat sieciowych — około 20—25 min. (w tym czas obliczeń rozplywów mocy wynosi około 15 min.).

JERZY ŚCIEGIENNY

Główny Urząd Statystyczny
Warszawa

Wnioski ogólne

1. Rozwiązanie organizacyjne, konstrukcyjne oraz oprogramowanie EMC MCERO jest oryginalnym przedsięwzięciem i stanowi poważny eksperyment w kierunku automatyzacji pracy systemu elektroenergetycznego przy użyciu maszyn cyfrowych i współpracujących z nimi urządzeń analogowych.

2. Niezależnie od bieżących usług EMC MCERO w pracy PDM, maszyna ta posłuży do zebrania przez personel ruchowy niezbędnych doświadczeń w zakresie dalszego wdrażania do obliczeń operacyjnych coraz dokładniejszych metod obliczeń przy użyciu nowoczesnych maszyn cyfrowych.

BIBLIOGRAFIA

[1] Projekt techniczny specjalistycznej maszyny cyfrowej MCERO — praca zbiorowa IASE pod kierunkiem prof. dr inż. J. Kożuchowskiego, Wrocław 1966 r.

[2] Zespół dokumentacji technicznych oraz instrukcji obsługi i konserwacji MCERO — oprac. IASE z lat 1963—1968. Wykonane pod kierunkiem prof. dr inż. J. Kożuchowskiego.

[3] E. Bałaban, T. Mandat — „Kod zewnętrzny MCERO” — oprac. IASE, Wrocław 1966 r.

[4] R. Franczak, R. Frydrychowski, J. K. Zieliński — „Obliczanie charakterystyk wytwórczych elektrowni ciepłych za pomocą maszyny cyfrowej” — „Maszyny Matematyczne” nr 8/1968.

[5] R. Franczak, R. Frydrychowski, J. K. Zieliński — „Zastosowanie ETO do optymalizacji rozdziału obciążeń na elektrownie w systemie elektroenergetycznym” — „Maszyny Matematyczne” nr 1—2/68.

697.9:681.322

Klimatyzacja pomieszczeń dla komputerów

Artykuł omawia problem klimatyzacji pomieszczeń ośrodków obliczeniowych na podstawie doświadczeń budowy ośrodka GUS w Warszawie. Wyszczególniono dane potrzebne do założeń projektowych klimatyzacji. Przedstawiono systemy wymuszonego obiegu powietrza i potrzebny zestaw urządzeń. Omówiono zasady działania i eksploatacji instalacji klimatyzacyjnej. Opiszano ważniejsze urządzenia: klimator (szafa chłodnicza), nagrzewnica, filtr powietrza, nawilżacz, urządzenia sterujące, rejestrujące i sygnalizujące.

Duży koszt maszyn do elektronicznego przetwarzania danych zmusza ich użytkowników do wykorzystywania tych urządzeń w maksymalnym stopniu. Postulat ten wymaga stworzenia możliwie najlepszych warunków ich eksploatacji. Ponieważ wiadomo, że układy elektroniczne pracują poprawnie w stałej określonej temperaturze otoczenia, należy im taką temperaturę zapewnić. Również zbyt wysoka lub niska wilgotność powoduje możliwość powstawania ładunków elektrostatycznych lub kondensację wilgoci. Ładunki elektrostatyczne powstające na kartach, taśmach papierowych, taśmach magnetycznych oraz przewodnicach tych nośników w urządzeniach zewnętrznych, utrudniają ich automatyczny transport, a nawet zniekształcają zapis lub odczyt. Zbyt duża wilgotność jest szczególnie szkodliwa dla kart dziurkowanych, a kondensacja powoduje korozję urządzeń. Taśmy magnetyczne wymagają szczególnej czystości otoczenia i wolnego od wszelkiego rodzaju pyłów powietrza. Jeżeli dodać

do tego jeszcze korzystny wpływ stałych warunków otoczenia dla personelu obsługi maszyny, to konieczność instalowania klimatyzacji i płynące stąd korzyści są oczywiste.

Dlatego też instalacja klimatyzacyjna stała się niezbędnym wyposażeniem ośrodków EPD.

Parametry temperatury i wilgotności, w zależności od wymagań producenta, kształtują się w granicach 20 do 24 °C oraz 40 do 60% wilgotności względnej. Odfiltrowanie pyłów z otaczającego powietrza powinno wynosić 97 do 99%, przy czym filtr powinien zatrzymywać cząsteczki pyłu o wielkości 1 mikrona. Wszystkie te wymagania zmuszają użytkowników EMC do instalowania kompleksowych, zautomatyzowanych instalacji klimatyzacyjnych, których koszt i eksploatacja stanowi poważny problem. Ostatnio w Polsce zostało uruchomionych kilka takich instalacji klimatyzacyjnych, przede wszystkim dla maszyn ICT,