

Modularny System Cyfrowy

K - 202

Założenia techniczne

Opracował: Jacek Karpiński

W A R S Z A W A

marzec 1971

1. Nazwa i oznaczenie wyrobu

Modularny System Cyfrowy - K-202, zwany dalej K-202.

Jednostka centralna K-202 nazywana jest też minikomputerem.

2. Przeznaczenie wyrobu

K-202 przeznaczony jest przede wszystkim do:

- sterowania procesami i automatyki
- rejestracji cyfrowej i identyfikacji obiektów
- przetwarzania danych administracyjnych i ekonomicznych
- zbierania i wstępnego przetwarzania danych
- badań symulacyjnych
- prowadzenia systemów ewidencyjnych i bibliotecznych
- rozwiązywania problemów technicznych i konstrukcyjnych
- automatyzacji projektowania inżynierskiego
- rozwiązywania problemów numerycznych
- automatyzacji przesyłania informacji, jako maszyna komunikacyjna.

K-202, jako system modularny, może pracować w zestawach autonomicznych jednoprocessorowych lub wieloprocessorowych, jak również może służyć jako maszyna peryferyjna w większych systemach.

3. Techniczno - ekonomiczne uzasadnienie celowości opracowania nowego wyrobu

3.1. Porównanie K-202 z innymi maszynami.

Główne cechy minikomputerów, powodujące ich gwałtowne zapotrzebowanie i popularność na świecie, to:

- modularna budowa pozwalająca na elastyczny rozwój systemu u użytkownika przy minimalnych kosztach początkowych, do różnych

zastosowań.

- wysoki współczynnik wydajności (moc obliczeniowa do ceny).
- bardzo małe wymiary i brak potrzeby specjalnych klimatyzowanych pomieszczeń i dodatkowych instalacji.
- prosta konstrukcja i technologia (pomijając gotowe elementy i podzespoły), co poza bardzo niską ceną daje wysoki współczynnik niezawodności, oraz praktycznie brak potrzeby stałej obsługi konserwacyjnej.
- bardzo prosta obsługa.
- wysoki stopień uniwersalności zastosowań.

K-202 posiada wszystkie wymienione wyżej cechy minikomputerów, a jej parametry logiczne i techniczne są konkurencyjne w stosunku do aktualnie wprowadzanych na rynek minikomputerów na świecie.

W porównaniu z produkowanymi już w kraju maszynami Odra 1204 i Odra 1304 jest przy jednakowych zestawach urządzeń peryferyjnych ok. 3 do 6 razy bardziej wydajna w przetwarzaniu informacji i posiada większą moc przetwarzania od Odra 1305 i R-30. Jednostka centralna K-202 ma kosztować kilkakrotnie taniej niż jednostki centralne Odra 1304 i Odra 1305 i R-30.

Przewiduje się, że w ponad 90 / zastosowań można będzie zastąpić zestawy Odra 1305 przez znacznie tańsze zestawy K-202.

K-202 zapewnia możliwość rozbudowy pamięci operacyjnej do 4,3 mln słów 16 bitowych (10 razy więcej niż Odra 1305) i ma ok. dwukrotnie większą szybkość wykonywania operacji podstawowych od m.c. Odra 1305.

3.2. Baza materiałowa

Obecnie krajowa baza materiałowa nie zaspakaja potrzeb niezbędnych do zbudowania nowoczesnej maszyny cyfrowej, dlatego też dla zbudowania modeli, prototypów i do produkcji K-202 zakłada się użycie nowoczesnych elementów i podzespołów importowanych z KK (na mocy umowy międzynarodowej jest to import kooperacyjny). W przyszłości istnieje możliwość zastępowania elementów importowanych produkcją krajową (układy scalone serii SN 74N). Potrzebny jest również import niektórych urządzeń peryferyjnych do zestawów K-202.

3.3. Analiza możliwości produkcyjnych

Projekt i dokumentacja została opracowana wspólnie przez firmy brytyjskie Data-Loop Ltd, M.B.Metals Ltd i polską ZWPP ERA. Model i prototypy zostały zbudowane w ZWPP ERA przy współpracy w/w firm brytyjskich, które dostarczyły elementy, podzespoły i część urządzeń peryferyjnych dla kompletacji zestawów.

Zakłada się współpracę i kooperację z innymi przedsiębiorstwami Polskimi.

Producentem K-202 będzie wydzielone Przedsiębiorstwo Doświadczalne Produkcji i Kompletacji Systemów Komputerowych w Warszawie.

4. Przewidywane zapotrzebowanie i możliwości produkcyjne

Zapotrzebowanie kraju na minikomputery do r. 1975 szacowane jest łącznie na około 300 szt. (Patrz: Informatyka - program rozwoju na lata 1971 - 1975 KNiI, marzec 1970).

Obecnie duże zapotrzebowania krajowe na tego rodzaju komputery wogóle nie jest zaspakajane, a w zamian instaluje się znacznie droższe, a mniej wydajne zestawy. (Odra 1204, Odra 1304, Mińsk 22 itp.)

Przewiduje się wzrost zapotrzebowania krajowego do ok. 500 szt. do roku 1975.

Umowy kooperacyjne przewidują eksport do KK większej części produkcji.

Do grudnia 1971 wykonane zostaną dwa prototypy.

Przewiduje się że produkcja K-202 wyniesie:

1972	-150 szt
1973	-500 szt
1974	-800 szt
1975	-1000 szt

Razem w latach 1971 - 75. 2450 szt.

Przy zwiększonym zapotrzebowaniu rynku jest możliwość zwiększenia produkcji.

5. Podstawowe dane techniczne

5.1. Jednostka centralna (procesor).

W skład jednostki centralnej K-202 (oznaczenie CPU K-202) wchodzi:

- arytmometr ze sterowaniem

- pamięć operacyjna (do 16k)
- zasilanie
- urządzenia standardowego interfejsu
- urządzenia kontrolne i sygnalizacyjne
- arytmometr zmiennego przecinka (opcja).

5.1.1. Arytmometr ze sterowaniem.

Rodzaj pracy: równoległy, asynchroniczny.

Długość słowa: 16 bitów.

Arytmetyka: dwójkowa, uzupełnieniowa

liczby stałoprzecinkowe - 16 bitów i 32 bity

liczby zmiennoprzecinkowe - 48 bitów:

16 bitów cecha i 32 bity mantysa

(programowo lub z dodatkowym arytmometrem).

Lista rozkazów: całkowicie oryginalna, obejmuje 90 rozkazów.

Sterowanie: elektroniczne, asynchroniczne.

Rozkazy: o zmiennej długości (jedno, dwa lub trzy słowa).

Adresowanie: adres bezpośredni do 64 k, stronicowanie (pageing
w blokach od 4 k do 64 k słów 16 bitowych
(max. 64 bloki).

Czas wykonywania podstawowych operacji: większość operacji
wykonywana jest w ciągu 1 us (średnio 2 us).

5.1.2. Pamięć operacyjna.

K-202 może posiadać pamięć operacyjną od 4 k do 4096 słów (do 64 bloków po 64 k), przy czym poszczególne bloki mogą mieć różne czasy cyklu pamięci.

W jednostkę centralną wbudowany jest t.zw. blok zerowy pamięci o cyklu 0,8 usek i pojemności 4 k, 8 k lub 16 k (standard 4 k). Pamięć operacyjną można powiększać przez włączanie bloków modułowych po 16 k, 32 k lub 64 k, o cyklu 0,8 usek, do 2 usek zależnie od potrzeb.

5.1.3. Zasilanie.

Zasilanie jest autonomiczne w jednostce centralnej i we wszystkich blokach modułowych.

Napięcie zasilania $220\text{ V} \pm 10 / 50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$.

Moc zasilania jednostki centralnej ok. 400 W.

5.1.4. Urządzenia standardowego interface'u.

K-202 posiada dwa układy standardowego interface'u:

- dla szybkich kanałów wymiany informacji, pamięci operacyjnych i zewnętrznych (informacja 16 bitowa)
- dla urządzeń pracujących znakowo po 8 bitów.

Istnieje możliwość przyłączenia 64 urządzeń (8 kanałów) do interface'u szybkiego, oraz 64 urządzeń (8 kanałów) do interface'u wolnego (znakowego).

Poprzez moduły elektroniki współpracy (jednostki sterujące) można przyłączyć do tych dwóch interfejsów wszelkiego rodzaju urządzenia zewnętrzne zarówno typu pamięciowego, wejścia - wyjścia, jak i urządzenia specjalne. Łączenie kilku jednostek centralnych w system wieloprocesorowy realizuje się przy pomocy interfejsu szybkiego.

Maksymalna przepustowość interfejsu szybkiego 16 mln. bitów/sek. (2 mln znaków 8 bitowych/sek).

Maksymalna szybkość przesyłania kanału: 16 mln bitów/sek.

Maksymalna przepustowość interfejsu znakowego: 200 tyś. znaków lub słów/sek.

5.1.5. Urządzenia kontrolne i sygnalizacyjne

Na płycie czołowej umieszczone są lampki sygnalizacyjne, wskazujące ważniejsze informacje o stanie jednostki centralnej oraz przełączniki i przyciski dla uruchomienia systemu i umożliwienia wprowadzenia ręcznego pewnych informacji do systemu.

5.1.6. Szybki arytmometr zmiennoprzecinkowy (opcja) działa automatycznie na dwóch słowach 48 bitowych, wykonując dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie zmiennoprzecinkowe wraz z normalizacją. Czas dodawania i odejmowania (wraz z pobraniem argumentów i normalizacją) - 12 us, mnożenie i dzielenie - 25 us.

5.2. Urządzenia zewnętrzne.

5.2.1. Urządzenia zewnętrzne interface'u blokowego (szybkiego).

Dla interface'u szybkiego przewiduje się możliwość podłączenia następujących modułów:

- pamięci operacyjne w blokach do 64 k słów każdy
- pamięci stałe (tylko odczyt)
- pamięci dyskowe i bębnowe w blokach do 230 mln bitów każdy.
- pamięci taśmowe
- monitory ekranowe alfanumeryczne i graficzne (z buforem)
- szybka transmisja danych (z buforem)
- urządzenia specjalne.

Urządzenia te podłączane będą poprzez moduły kanałów, zawierające jednostki sterujące.

Moduł kanału może sterować 2,4 lub 8 urządzeń pamięci zewnętrznych.

5.2.2. Urządzenia zewnętrzne interface'u znakowego (wolnego).

Dla interface'u znakowego przewiduje się możliwość przyłączenia następujących modułów:

- monitory ekranowe alfanumeryczne i graficzne
- monitory drukujące (elektryczne maszyny do pisania n.p. Teletype, Facit 3851 itp.)
- czytniki taśmy papierowej
- czytniki kart perforowanych
- dziurkarki taśmy perforowanej

- dziurkarki kart
- drukarki wierszowe
- wyjściowe urządzenia graficzne (graphplotter)
- urządzenia transmisji danych
- konwertery analogowo - cyfrowe i cyfrowo - analogowe
- wykonawcze człony automatyki sterowane cyfrowo (adresowanie sygnałowych kanałów zewnętrznych do 32 tysięcy).

Urządzenia te podłączane są przez moduły kanałów, które mogą sterować do 8 urządzeń każdy, lub 256 we-wy analogowych lub binarnych dla automatyki.

5.2.3. Inne urządzenia zewnętrzne.

Do K-202 można podłączyć dowolnego rodzaju urządzenia zewnętrzne dla których szybkość wymiany informacji nie musi być większa od 16 mln. bitów na sekundę.

5.3. Niezawodność.

Średni czas między uszkodzeniami dla jednostki centralnej K-202 powinien być większy od 10000 godz.

Średni czas niezbędny dla usunięcia uszkodzenia powinien być mniejszy od 20 min.

Średni czas gotowości operacyjnej CPU K-202 powinien być nie mniejszy od 23,5 godz. na dobę.

5.4. Warunki eksploatacji, transportu i przechowywania.

Zakłada się, że CPU K-202 będzie mogła być narażona na działanie czynników mechanicznych i klimatycznych oraz przyspieszeń uderowych * określonych w poniższej tabeli:

Udary wielokrotne *

- przyspieszenie do 15 g *
- czas trwania impulsu 5 - 10 ms

Maksymalna temperatura

- pracy 40 C
- transportu 60 C
- przechowywania 50 C

Minimalna temperatura

- pracy 10 C
- transportu -40 C
- przechowywania 0 C

Wilgotność względna

- pracy 30/ - 90/ bez kondensacji
- transportu do 95 / " "
- przechowywania 30 / - 85 / " "

Ciśnienie atmosferyczne 500 - 800 mm Hg

Odporność i wytrzymałość na wibrację zgodnie z normą,

JS EMC OST. C50.000.007.

* w opakowaniu transportowym.

6. Oprogramowanie

6.1. Wymagania ogólne.

Oprogramowanie systemu K-202 powinno zapewnić sprawną eksploatację systemu w różnych zestawach dla różnych zastosowań, wymienionych w p.2.

6.2. Języki programowania.

Podstawowym językiem programowania K-202 typu assemblerowego jest język ASBK.

Zasadniczymi językami programowania typu compiler'owego w systemie K-202 są Fortran IV, Basic i Algol.

Przewiduje się również używanie języków Cobol, CSL, Cemma, Most, RPG i Biceps.

Wewnętrznym i zewnętrznym kodem dla znaków alfanumerycznych w systemie K-202 jest kod ISO-7.

6.3. Oprogramowanie podstawowe.

6.3.1. Biblioteka podprogramów.

Biblioteka podprogramów zawiera programy wszystkich funkcji elementarnych, obsługi urządzeń zewnętrznych i rozkazów programowanych (ekstrakodów).

6.3.2. System operacyjny i Executive.

System operacyjny K-202 ma budowę modułową i jest generowany dla różnych zestawów urządzeń zewnętrznych.

Zabezpiecza on współpracę operatora i programów użytkowych z systemem w zakresie pełnej biblioteki podprogramów, programów bibliotecznych i programów tłumaczących.

6.3.3. Programy tłumaczące.

Do dyspozycji systemu operacyjnego są następujące programy tłumaczące:

- język symboliczny ASSK - segmentowy, konwersacyjny, z makrosami;
- Trafo - oryginalny język konwersacyjny dla formuł arytmetycznych.
- Fortran IV - według standardu ASA.
- Algol - odpowiednik Algolu dla Odra 1304 i 1204.
- Basic - według standardu ASA.
- Gemma - według oprogramowania IMM.
- Most - według opracowania Elwro.
- Cobol - odpowiednik Cobolu dla Odra 1304.

6.3.4. Programy techniczne.

Biblioteka programów technicznych zawiera testy diagnostyczne jednostki centralnej K-202, testy diagnostyczne poszczególnych urządzeń zewnętrznych i test modułarny dla systemu K-202, a także programy dla uruchomienia i korekacji programów.

6.4. Oprogramowanie użytkowe.

Biblioteka programów użytkowych składa się z:

- programów stanowiących zbiór podstawowy, jak programy z zakresu algebry, statystyki, planowania, gospodarki materia-

łowej, prowadzenia produkcji, planowania i prowadzenia inwestycji itp.

- programów specjalnych dla rejestracji cyfrowej, sterowania procesami komunikacji, transmisji danych, zbiorów ewidencyjnych, przygotowywania danych itp.
- programów pisanych przez użytkowników i włączanych do biblioteki na bieżąco.

7. Charakterystyka konstrukcji

7.1. Organizacja logiczna.

Organizacja logiczna jest oryginalna i zrobiona pod kątem uzyskania następujących cech:

- modularność wewnętrzna jednostki centralnej i modularność systemu.
- pełna uniwersalność zastosowań.
- taniość i prostota konstrukcji przy użyciu układów scalonych SSI i MSI.
- duża szybkość CPU - do miliona operacji/sek.
- efektywny kod rozkazowy.
- możliwie maksymalne zredukowanie dostępu do pamięci operacyjnej, dla uniknięcia konieczności stosowania szybkich pamięci buforowych (scratch pad memory).
- możliwie proste ale szybkie sterowanie wewnętrzne (elektroniczne).

Jednostka centralna posiada dwa zewnętrzne układy interfejsów (szyny informacyjne i adresowe) (interface bus - line) i jedną wewnętrzną 16 - bitową szynę informacyjną (internal bus - line). Wszystkie rejestry są 16 - bitowe.

Dla programisty dostępnych jest 7 rejestrów uniwersalnych (akumulator - B - rejestr), 2 rejestry specjalne i licznik rozkazów.

Oprócz tego jest 6 rejestrów wewnętrznych niedostępnych dla programisty.

W standardowym wykonaniu jednostka centralna K-202 posiada 32 poziomy przerwań. Przerwania realizowane są elektronicznie z priorytetami. Możliwe jest powiększanie liczby przerwań do 64 w modułach po 16.

7.2. Konstrukcja.

7.2.1. Konstrukcja mechaniczna.

Jednostka centralna K-202 zamknięta jest w konstrukcji metalowej o gabarycie ok:

szerokość	48 cm
wysokość	21 cm
długość	60 cm

Wewnątrz znajdują się pakiety z układami scalonymi, pamięć ferrytowa i zasilacz.

Na płycie czołowej znajdują się przełączniki i lampki sygnalizacyjne. Na płycie tylnej znajdują się łączówki dla podłączenia urządzeń zewnętrznych.

7.2.2. Konstrukcja elektroniczna.

Podstawowymi układami elektronicznymi są układy scalone typ SN 74 N i SN75N szeregu SSI i MSI firmy Texas Instrument, lub podobne.

Do sterowania pamięci ferrytowej oraz zasilania są używane również tranzystory i diody krzemowe.

7.2.3. Zasilanie.

Układ zasilania zabezpieczony jest przed przeciążeniem i zwarciami, oraz przed zanikami napięcia. Jednostka centralna chroniona jest przed zanikiem napięcia sieci (220 V, 50 Hz) przez automatyczny układ zabezpieczający wszystkie informacje. Po powtórny włączeniu jednostki centralnej przetwarzanie rozpoczyna się od przerwanej miejsca bez straty informacji.

7.3. Zakłócenia.

K-202 powinna być odporna na zakłócenia i nie wytwarzać zakłóceń określonych wymaganiami punktów 2.3 - 2.7 standardu JS EMC OST. C 50. 000.007, wymaganiami PN-69/E-02031 (grupa 7 poziom S 1) oraz standardami ISO.

7.4. Wygoda i bezpieczeństwo eksploatacji.

CPU K-202 powinna zapewniać wygodną i bezpieczną eksploatację i między innymi spełniać wymagania punktów 5 i 6 standardu JS EMC OST. C 50. 000.007.

Wszystkie pakiety podstawowe o jednakowych oznaczeniach muszą być wymienne.

8. Zestawy systemów K-202

8.1. Standardowe urządzenia zewnętrzne

8.1.1. Urządzenia pamięciowe.

Przewiduje się stosowanie następujących urządzeń pamięciowych:

- blok pamięci ferrytowej 16 k 0.8 us
- blok pamięci ferrytowej 16 k 1.5 us
- blok pamięci ferrytowej 32 k 0.8 us
- blok pamięci ferrytowej 32 k 1.6 us
- blok pamięci ferrytowej 64 k 1.0 us
- blok pamięci ferrytowej 64 k 1.5 us
- pamięć bębnowa 128 k PB-204
- pamięć bębnowa 1024 k PB-7
- pamięć dyskowa 32 k Singer - Librascop
- pamięć dyskowa 96 k Singer - Librascop
- pamięć dyskowa 1.5 M Control Data 9425
- pamięć dyskowa 3 M BASF 6111
- pamięć dyskowa 12 M BASF 6114
- pamięć taśmowa T-7000
- pamięć taśmowa PT-3
- pamięć taśmowa kasetowa Digidec 70

8.1.2. Urządzenia wejścia-wyjścia.

Przewiduje się stosowanie następujących urządzeń wejścia-wyjścia:

- maszyna do pisania Teletype ASR 33 lub 390
- maszyna do pisania Facit 3851
- czytnik taśmy papierowej CT-1001

- czytnik taśmy papierowej Electrographic 8/300
- czytnik kart perforowanych Cardcom lub Aritma
- perforator taśmy papierowej Facit 4070
- perforator kart Varipunch 404
- telex (dalekopis) w.g. standardu CITT
- urządzenia fototelekopii
- monitor ekranowy DDU 1088, DDU SE 2000 lub Westinghouse 1600
- monitor ekranowy graficzny
- radiolącza
- modem 200 B
- modem 1200/600 B
- drukarka wierszowa Data Printer V-132-C
- drukarka wierszowa Błonie DW 202

8.2. Zestaw modelu.

W skład modelu K-202 wchodzi:

- | | |
|---|---------|
| - jednostka centralna K-202 | - 1 szt |
| - blok pamięci operacyjnej 16 k 1.8 us | - 1 szt |
| - monitor piszący Teletype ASR 33 lub ASR 390 | - 2 szt |
| - monitor ekranowy Wand i DDK 1088 | - 2 szt |
| - czytnik taśmy papierowej CT-1001 | - 1 szt |
| - czytnik taśmy papierowej Electrographic 8/300 | - 1 szt |
| - perforator taśmy papierowej Facit 4070 | - 1 szt |
| - drukarka wierszowa DW-202 | - 1 szt |

8.3. Zestaw prototypu.

W skład prototypu K-202 wchodzi:

- | | |
|---|---------|
| - jednostka centralna K-202 z pamięcią 12 k | - 1 szt |
| - blok pamięci operacyjnej 32 k 1.0 us | - 1 szt |

- pamięć magnetyczna kasetowa	- 1 szt
- monitor piszący Teletype ASR 390	- 2 szt
- monitor ekranowy	- 2 szt
- czytnik taśmy papierowej CT-1001	- 1 szt
- czytnik kart perforowanych Cardcom	- 1 szt
- perforator taśmy papierowej Facit 4070	- 1 szt
- drukarka wierszowa DW 202	- 1 szt

9. Przybliżone koszty uruchomienia produkcji
oraz przybliżona cena jednostki wyrobu.

9.1. Kalkulacja wstępna kosztów uruchomienia produkcji,
w milionach złotych:

1. Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej	2
2. - " - - " - technologicznej	3
3. - " - oprogramowania	20
4. - " - dokumentacji eksploatacyjnej	2
5. wykonanie prac konstrukcyjno-badawczych	4
6. wykonanie modelu	6
7. wykonanie 2 szt prototypów	10
8. wykonanie oprzyrządowania elektronicznego	5
9. wykonanie oprzyrządowania mechanicznego	6

58 mln zł.

Przy założeniu, że produkcja do końca 1975r. wyniesie
2450 szt, koszty przygotowania obciążające 1 szt wyrobu
wyniosą około 23500 zł.