

Rozkazy arytmetyczne umożliwiają wykonywania operacji stało- i zmiennoprzecinkowych oraz dziesiętnych. Do kategorii tej zaliczamy również operacje porównywania liczb i przekształcanie z jednego systemu liczenia w inny (o innej podstawie).

Rozkazy logiczne są to operacje sumy i iloczynu, logicznego, przesuwania danych, logicznego porównywania, testowania itd.

Rozkazy skoku (przekazywanie sterowania) pozwalają programiście na podejmowanie decyzji w trakcie realizacji programu i zmianę dalszej kolejności wykonywania rozkazów.

Rozkazy we/wy inicjują transmisję danych pomiędzy pamięcią operacyjną i urządzeniami zewnętrznymi. Operacje te umożliwiają testowanie stanu określonych urządzeń i pozwalają w koniecznych przypadkach na wykonanie operacji sterowania.

Rozkazy zmiany stanu pozwalają wykonywanemu programowi "załadować" lub "zapamiętać" klucze ochrony pamięci i słowa stanu. Operacje te umożliwiają przechodzenie procesora ze stanu nadzorczego w problemowy i odwrotnie oraz umożliwiają wykonywanie szeregu innych czynności związanych ze sterowaniem pracą komputera (np. maskowanie przerwań, tzn. zezwalają lub zabraniają poszczególnych typów przerwań).

Liczba różnych instrukcji współczesnych komputerów średniej wielkości (należą do nich m.in. komputery krajowe ODRA 1305 i R-32) przekracza zazwyczaj 100. Mniejsze komputery i minikomputery mają zwykle bardziej ograniczone zbiory instrukcji, zawierające tylko najczęściej używane rozkazy. Niektóre minikomputery (np. PDP 11) oraz mikroprocesory II generacji (np. Z80, Z8000 i inne 16-bitowe) mogą mieć ponad 100 instrukcji.

6. Sterowanie operacjami we/wy. Kanały zewnętrzne

Operacja we/wy inicjowana jest przez rozkaz maszynowy, który odwołuje się do kanału zewnętrznego. Kanały są to spe-

cjalne urządzenia, które przejęły zadanie sterowania procesami przesyłania danych między urządzeniami zewnętrznymi a pamięcią operacyjną. W tym celu kanał powinien być wyposażony w układy pozwalające przechowywać wszystkie informacje potrzebne do kontroli i sterowania transmisją danych. Kanały zewnętrzne mają znacznie większy wpływ na wydajność pracy współczesnych komputerów niż inne elementy sprzętu.

6.1. Budowa i działanie kanału zewnętrznego

Fizycznie kanał składa się z szyn przesyłowych, układów logicznych do pamiętania i przekształcania informacji sterujących transmisją, standardowych układów podłączania urządzeń zewnętrznych (ang. standard interface), układów selekcji i zgłaszania przerwań, a czasami układów do buforowania informacji i sterowania strumieniem własnych rozkazów.

Podobnie jak pracą procesora steruje program, tak i pracą kanału zewnętrznego steruje tzw. program kanału, znajdujący się w pamięci operacyjnej. Podstawowe elementy składowe kanału mianowicie:

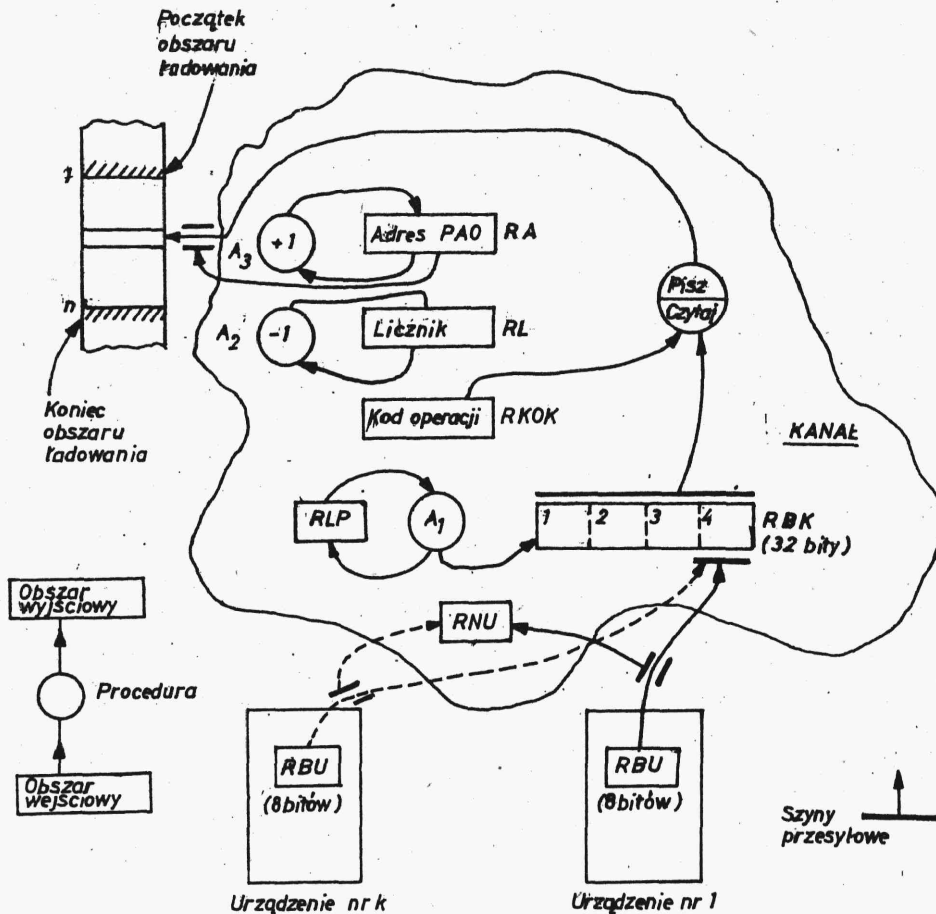
- rejestr adresów,
- licznik słów,
- rejestr sterowania,

zawierają informacje określające odpowiednio

- adres komórki pamięci operacyjnej, której dotyczy najbliższe przesłanie,
- liczbę przesyłanych słów lub znaków,
- kod operacji kanału (np. CZYTAJ lub PISZ) oraz numer urządzenia w danym kanale, które ma brać udział w transmisji danych.

Po każdym przesłaniu zawartość rejestru adresów zwiększana jest o pewną stałą wielkość (najczęściej o jedność) tak, że kolejne słowa są zapamiętywane w kolejnych komórkach pamięci. Zawartość licznika słów zmniejszona jest po transmisji każdego słowa (znaku) o 1, czyli licznik zawiera informacje o liczbie słów (znaków) pozostałych do przesłania. Do realizacji

transmisji potrzebne są także inne specjalne rejestry, np. rejestr buforowy kanału, służący do składania słów ze znaków oraz rozkładania słów na znaki (rys.6.1).



Rys.6.1. Schemat działania kanału zewnętrznego: RL-licznik słów, RA-rejestr adresów, RLP-rejestr licznika znaków w słowie, RKOK-rejestr kodu operacji kanału, RBK-rejestr buforowy kanału, RNU-rejestr numeru urządzenia, RBU-rejestr budorowy urządzenia

Kanały zewnętrzne różnią się stopniem autonomiczności operacyjnej oraz fizycznej niezależności od procesora i pamięci operacyjnej. Najbardziej skomplikowane są tzw. kanały procesorowe, które w największym stopniu odciążają procesor od obsługi przerw (koniecznej np. po każdym rozkazie programu ka-

nału w przypadku prostszych kanałów) oraz inicjowania kolejnych operacji. Kanał procesorowy posiada zdolność niezależnego pobierania kolejnych rozkazów z pamięci wg zawartości licznika rozkazów kanału oraz zdolność do wykonywania rozkazu skoku w programie kanału. Rozkazy programu kanału nie muszą dotyczyć tylko kanału, mogą być przekazywane do realizacji przez inne urządzenia. Przykładem kanałów procesorowych są kanały komputerów serii IBM 360/370. Gdy jednostka sterująca urządzeniem we/wy sygnalizuje kanałowi zakończenie operacji we/wy, kanał sygnalizuje o tym zdarzeniu przerwaniem programu realizowanego aktualnie przez procesor.

6.2. Kanały selektorowe i multipleksorowe

Z punktu widzenia liczby współbieżnie obsługiwanych urządzeń, kanały zewnętrzne dzieli się na dwie grupy:

Kanały selektorowe, które mogą sterować transmisją tylko jednego urządzenia zewnętrznego. Służą one do podłączenia szybkich urządzeń zewnętrznych takich, jak dysk lub bęben magnetyczny, ponieważ w czasie takiej transmisji kanał nie jest "bezczynny",

Kanały multipleksorowe, które mogą sterować wieloma współbieżnymi transmisjami jednocześnie. Służą one do podłączenia jednocześnie wielu urządzeń zewnętrznych wolnych, takich jak czytniki kart, monitory ekranowe itp. oraz urządzeń o średniej prędkości transmisji, jak np. pamięci taśmowe, jednostki sterujące teleprzetwarzaniem. Układy sterowania transmisją w kanale multipleksorowym są wspólnie wykorzystywane przez wszystkie urządzenia podłączone do kanału. Aby natomiast umożliwić współbieżną transmisję, każde urządzenie dołączone do kanału ma własne rejestry do pamiętania wszystkich informacji sterujących (mianowicie własny rejestr adresów, licznik słów, rejestr sterowania itd.). Właśnie taką część kanału związaną z danym urządzeniem nazywamy podkanałem. A więc kanał multipleksorowy jest zbiorem podkanałów, które są "przepytywane" cyklicznie, czy żądają odczytu (zapisu) z (do) pamięci opera-

racyjnej. Jeśli tak, to układ sterujący inicjuje pracę programu podkanału. Po obsłużeniu zgłoszenia, układ sterujący przełącza się na kolejny podkanał. Aby umożliwić współpracę kanału multipleksorowego z szybkimi urządzeniami (np. pamięć taśmowa), wprowadzony jest specjalny tryb pracy zwany trybem pracy jednokanałowej. Podkanał zgłaszający tryb pracy jednokanałowej "monopolizuje" sterowanie kanału, aż do zakończenia transmisji (czyli wyzerowania licznika znaków).

7. Organizacja pamięci operacyjnej

Funkcjonowanie całego systemu cyfrowego w znacznym stopniu zależy od organizacji i fizycznej realizacji pamięci operacyjnej. Pamięć operacyjna jest pamięcią "liniową", bezpośrednio adresowalną, składającą się z kolejno ponumerowanych rejestrów, zwanych komórkami pamięci.

Pamięć operacyjna może być zbudowana m.in. z rdzeni ferrytowych (czas dostępu: ok. 1-2 μ s), drutów powlekanych materiałem magnetycznym (czas dostępu: ok. 0,08 - 0,3 μ s) oraz najdroższych obecnie, lecz bardzo szybko taniejących wraz z rozwojem technologii wytwarzania, scalonych układów półprzewodnikowych (czas dostępu: 0,015 - 0,1 μ s). Podstawowym elementem pamięci jest komórka zwana w żargonie bitem, czyli układ fizyczny zdolny do zapisania, przechowywania i wyprowadzenia cyfry dwójkowej, 0 lub 1. Łańcuch bitów o ustalonej dla każdego komputera długości (zwykle 6 lub 8 bitów), potrzebny do zakodowania jednego znaku nazywa się bajtem [ang. byte]. Większą niż bajt jednostką informacji w języku wewnętrznym maszyny jest słowo. Może ono mieć długości 4, 8, 12, 16 bitów (w mikrokomputerach), 8-16 bitów (w minikomputerach), 24 bity (np. ODRA 1300, ICL 1900), 32 bity (np. IBM S/360 i 370 oraz JS RIAD) lub więcej.