

O. POJĘCIA OGÓLNE

01. Zapis elektryczny

W pracy każdej maszyny, w której obliczenia są wykonywane przez układy elektryczne, a więc i w pracy elektronowej maszyny cyfrowej, istnieją trzy charakterystyczne etapy:

1. Przyporządkowanie liczbom, stanowiącym dane do obliczeń, pewnych parametrów elektrycznych, zazwyczaj potencjałów względem ziemi.
2. Zmiany wartości tych potencjałów stosownie do zamierzonego toku obliczeń.
3. Przyporządkowanie liczb potencjałom otrzymanym w etapie 2.

Zmienne, które występują w różnych zagadnieniach przebiegają bądź zbiór wszystkich wartości leżących w pewnym przedziale, bądź też zbiór, którego elementami są li tylko niektóre z tych wartości. W pierwszym przypadku zbiór jest ciągły, a zatem nieskończony, w drugim - praktycznie rzecz biorąc - jest skończony a zatem dyskretny. Analogicznie, zbiór wartości, jakie może przyjmować przyporządkowany parametr elektryczny, jest w pierwszym przypadku ciągły, w drugim - dyskretny i skończony. Maszyny opierające się na przyporządkowaniu zbiorów ciągłych nazywają się działającymi przez analogię, maszyny zaś opierające się na przyporządkowaniu zbiorów skończonych nazywają się maszynami cyfrowymi.

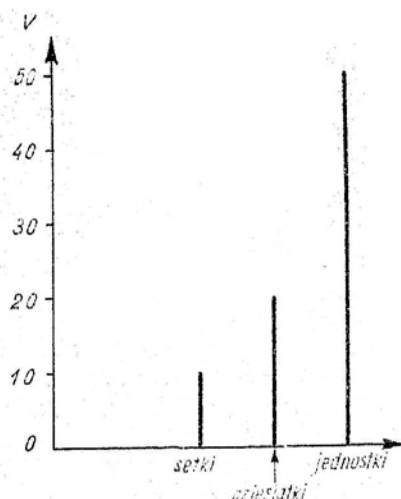
Maszyny liczące przez analogię są niezmiernie cennym narzędziem do przybliżonego rozwiązywania równań różniczkowych, natomiast do obliczeń numerycznych są one na ogół stosowane rzadziej ze względu na stosunkowo małą dokładność. Opis maszyn liczących przez analogię leży poza zakresem tego skryptu.

W maszynach cyfrowych każdej liczbie przyporządkujemy z reguły nie jedną wartość obranego parametru

elektrycznego, lecz pewien ciąg takich wartości, stanowiący odwzorowanie zapisu pozycyjnego tej liczby. Odwzorowanie takie musi, rzecz prosta, opierać się na przyporządkowaniu wartości parametru elektrycznego poszczególnym cyfrom. Załóżmy np., następujące przyporządkowanie potencjałów względem ziemi:

Cyfra	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Przyporządkowany potencjał w woltach względem ziemi	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

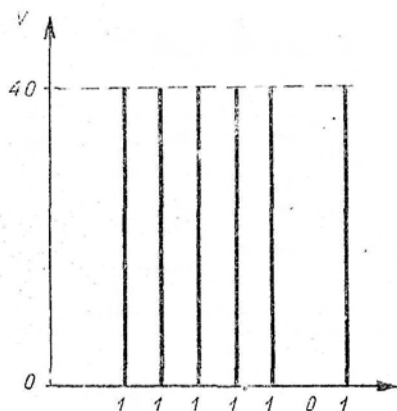
Wówczas trzy punkty, przyporządkowane odpowiednio cyfrom setek, dziesiątek i jednostek, o potencjałach względem ziemi 10, 20 i 50 V, odwzorowują liczbę 125. Wygodnie jest mówić, że takie trzy potencjały stanowią zapis elektryczny liczby 125 (rys. 0-1).



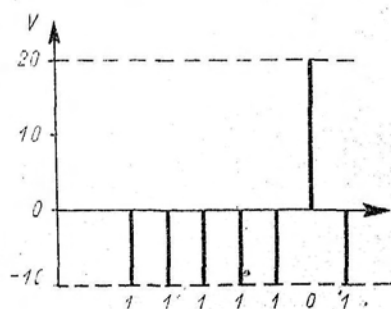
Rys. 0-1. Zapis elektryczny liczby 125 w układzie dziesiętnym

W toku pracy maszyny liczącej zapisy są wielokrotnie odczytywane oraz przekształcane. Czas dokonywania każdej z tych manipulacji jest z reguły niewielki, z drugiej zaś strony prawdopodobieństwo popełnienia przy tym błędu powinno być możliwie małe. Otóż prawdopodobieństwo to jest tym mniejsze im

mniejszą liczbę wartości może przyjmować obrany parametr elektryczny w tym samym punkcie. Liczba dziesięciu różnych potencjałów potrzebnych do określenia cyfry na każdym miejscu zapisu pochodzi z ogólnie przyjętego dziesiętnego systemu rachowania. Z punktu widzenia bezbłędności działania pożądane jest mieć do czynienia z mniejszą liczbą potencjałów. Najmniejszą możliwą ich liczbą jest 2. Korzystniej jest zatem zapisywać liczby nie w układzie dziesiętnym, lecz dwójkowym, zwanym czasem układem binarnym, w którym na każdym miejscu znakowym może być bądź cyfra 0, bądź cyfra 1.



Rys. 0-2. Przykład zapisu elektrycznego liczby 125 w układzie dwójkowym



Rys. 0-3. Inny przykład zapisu elektrycznego liczby 125 w układzie dwójkowym

W układzie dwójkowym zapis liczby 125 wygląda tak

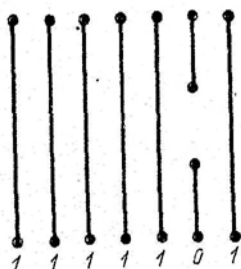
1111101.

Jeśli przyporządkujemy cyfrze "0" potencjał 0 względem ziemi, cyfrze zaś "1" - potencjał +40 V, to zapis elektryczny wymienionej liczby będzie wyglądał tak, jak pokazano na rys. 0-2.

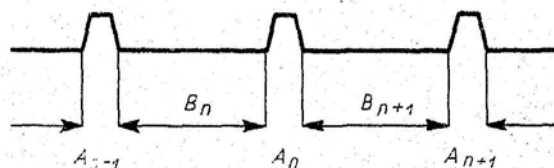
Jeśli przyporządkujemy cyfrze "0" potencjał +20 V względem ziemi, cyfrze zaś "1" potencjał -10 V, to zapis elektryczny tej samej liczby będzie wyglądał tak, jak pokazano na rys. 0-3.

Jeśli przyporządkujemy cyfrze "0" otwarty odcinek obwodu, cyfrze zaś "1" - odcinek zwarty, to zapis elektryczny tejże liczby będzie wyglądał tak, jak pokazano na rys. 0-4.

Ze względu na prostotę układów elektrycznych oraz wysoką pewność działania w większości elektronowych maszyn cyfrowych stosuje się zapis binarny. Ponieważ, poza maszynami liczącymi tego typu, stosujemy dziesiętny układ, więc wszelkie dane liczbowe wprowadzane do maszyny są przeliczane przez nią z układu dziesiętnego na dwójkowy; wszelkie zaś ostateczne wyniki obliczeń są przeliczane przed ujawnieniem z układu dwójkowego na dziesiętny.



Rys. 0-4
Zapis elektryczny liczby 125 w układzie dwójkowym za pomocą otwartych i zwartych odcinków obwodów



Rys. 0-5. Impulsy generatora sterującego

02. Rytm pracy

Prawie wszystkie elektronowe maszyny cyfrowe pracują w pewnym rytmie narzuconym przez źródło napięcia o specjalnie dobranym przebiegu. Źródło to będziemy nazywali generatorem sterującym maszyną.

Generator sterujący nadaje przede wszystkim pewien zasadniczy ciąg jednakowych impulsów powtarzających się w jednakowych odstępach czasu (rys. 0-5). W maszynie liczącej w układzie binarnym każdy element lub układ elementów biorący udział w procesie liczenia jest w jednym z dwóch możliwych stanów,

które możemy nazwać stanem 0 i stanem 1. Podczas procesu liczenia stany te w poszczególnych punktach maszyny ulegają zmianom. Zmiany te mogą następować tylko w przedziałach czasu A pod wpływem impulsów napięcia nadawanych przez generator sterujący. Z tego względu stan danego elementu w dowolnym punkcie przedziału A_n jest, na ogół biorąc, nieokreślony. Na początku przedziału A_n stan jest taki sam, jak w bezpośrednio poprzedzającym przedziale, tzn. B_n , na końcu przedziału A_n jest taki sam, jak w bezpośrednio następującym przedziale, tzn. B_{n+1} . W którymkolwiek natomiast punkcie któregośkolwiek przedziału B stan każdego elementu jest taki sam, jak w każdym innym punkcie tego samego przedziału.

Długość przedziału A musi być dostatecznie duża aby elementy wszelkich stosowanych w maszynie odmiannych zdążały przejść ze stanu 0 do stanu 1 lub odwrotnie. Długość przedziału B musi być dostatecznie duża, aby natężenia prądów powstających w bezpośrednio poprzednim przedziale A spadły do tak małych wartości, które nie miałyby dostrzegalnego wpływu na przebiegi zachodzące w bezpośrednio następnym przedziale A.

Sumę jednego przedziału czasu A i jednego przedziału czasu B będziemy nazywali podstawowym okresem pracy maszyny, a odwrotność podstawowego okresu - podstawową częstotliwością maszyny. Długość przedziału A stanowi zazwyczaj $1/4$ do $1/3$ okresu podstawowego. Częstotliwość podstawowa w maszynach przekaznikowych wynosi kilkadziesiąt c/s, w maszynach opartych na lampach jonowych - od kilkuset do kilkunastu tysięcy c/s, w maszynach opartych na lampach elektronowych i prostownikach krzemowych lub germanowych - od stu tysięcy do paru milionów c/s.

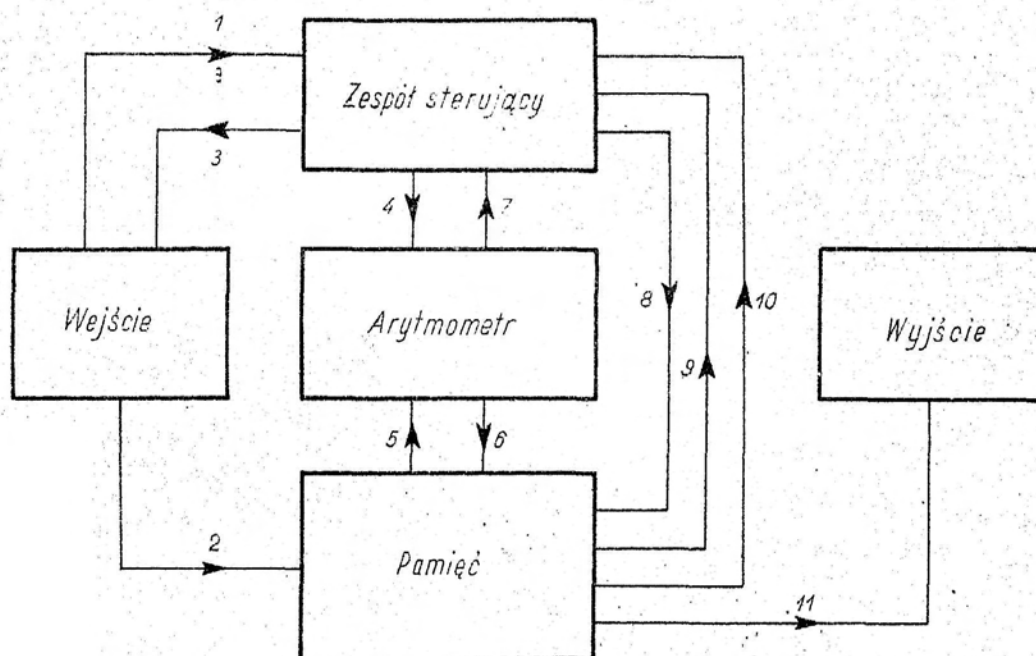
Poza impulsami o częstotliwości podstawowej w wielu maszynach generatory sterujące nadają impulsy pomocnicze, np. co drugi, co czwarty lub co dwudziesty impuls podstawowy lub też w innych bardziej skomplikowanych relacjach.

03. Zespoły zasadnicze

Każda maszyna składa się z pewnych zespołów, przy czym każdy zespół ma określone znaczenie funkcjonalne. Wykonywane przez maszyny funkcje oraz podział

tych funkcji między zespoły bywa w różnych maszynach z gruntu odmienny. Można jednakże pogrupować myślowo zespoły rzeczywiste każdej prawie maszyny w pewne jednostki, którym w różnych maszynach odpowiadają te same prawie zakresy czynności. Jednostki te będziemy nazywali zespołami podstawowymi. Przyjmuje się zazwyczaj, że zespołów podstawowych jest 5: zespół wejściowy, zespół wyjściowy, arytmometr, pamięć i zespół sterujący.

Zespołem wejściowym lub krócej wejściem nazywa się zespół, który przyjmuje dane liczbowe i dyspozycje pracy z zewnątrz, rejestruje je i przekształca do postaci odpowiedniej dla innych organów maszyny.



Rys. 0-6. Schemat blokowy maszyny cyfrowej

Zespołem wyjściowym lub krócej wyjściem nazywa się zespół, który pobiera wyniki obliczeń, przekształca je i ujawnia np. drukuje.

Arytmometrem nazywa się zespół wykonujący działania arytmetyczne.

Pamięcią nazywa się zespół, którego wyłącznym zadaniem jest rejestracja danych liczbowych i innych.

Zespołem sterującym nazywa się zespół, który kieruje pracą pozostałych organów maszyny.

Niektórzy autorzy traktują wejście i wyjście, jako jeden organ, którego zadaniem jest utrzymywanie łączności maszyny ze światem zewnętrznym.

Można zdać sobie w ogólnych zarysach sprawę z działania każdej maszyny używając pojęcia zespołów podstawowych i uniwersalnego schematu blokowego pokazanego na rys. 0-6.

Zespół wejściowy przesyła przekształcone przez siebie informacje częściowo do zespołu sterującego drogą 1, częściowo lokuje je automatycznie w pamięci drogą 2, częściowo zaś lokuje w pamięci tą samą drogą, lecz dopiero po otrzymaniu dyspozycji z urządzenia sterującego drogą 3. Następnie zespół sterujący uruchamia arytmometr drogą 4, który pobiera potrzebne mu dane z pamięci drogą 5. Po wykonaniu działania arytmetycznego arytmometr przekazuje wynik do pamięci drogą 6 oraz w niektórych przypadkach przesyła sygnał o wykonaniu drogą 7 do zespołu sterującego. Zespół sterujący drogą 8 wysyła do pamięci impuls powodujący przekazanie drogą 9 informacji o następnym etapie pracy. Po ukończeniu określonego fragmentu obliczenia zespół sterujący drogą 10 powoduje ujawnienie wyniku pobieranego z pamięci drogą 11 przez zespół wyjściowy.

Poza pięcioma zespołami podstawowymi w skład każdej maszyny wchodzi oczywiście liczne zespoły pomocnicze, jak urządzenia zasilające, sygnalizacyjne, chłodzące itp.