

## 7. SYNTEZA URZĄDZEŃ CYFROWYCH

### 7.1. PODSTAWOWE STRUKTURY

W dotychczasowych rozważaniach pod nazwą „urządzenie cyfrowe” występował *układ przetwarzający sygnały binarne* (część centralna urządzenia, układ przełączający) oraz *zespoły peryferyjne*, przystosowujące ten układ do współpracy z człowiekiem lub obiektem automatyzowanym. Układ przełączający występował w dwóch odmianach, jako układ kombinacyjny albo sekwencyjny. Przy syntezie praktycznych urządzeń cyfrowych taki podział jest niewystarczający, gdyż nie uwzględnia pewnych charakterystycznych odmienności sygnałów i metod ich przetwarzania. Na strukturę urządzenia i sposób jego syntezy istotny wpływ ma fakt, że sygnały wejściowe i wyjściowe można podzielić na dwie grupy: *sygnały sterowania* i *sygnały informacyjne*.

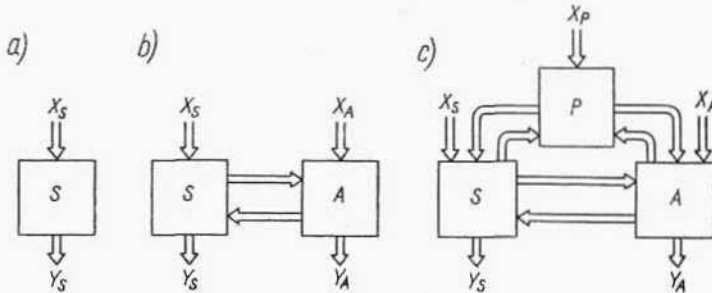
*Sygnały sterowania* przenoszą polecenia określające stan urządzenia cyfrowego lub obiektu sterowanego (ZAŁACZ, WYŁACZ, ZMIENŃ PROGRAM, STOP itp.), a także meldunki o jego stanie (POSTÓJ, AWARIA, FAZA II itp.). Sygnały te są zazwyczaj pojedynczymi sygnałami binarnymi.

*Sygnały informacyjne* przenoszą dane stanowiące wynik pomiaru lub przetwarzania, wartości zadane lub graniczne itp. Są to zazwyczaj liczby, czyli ciągi sygnałów binarnych.

Najprostsze strukturalnie urządzenia cyfrowe przetwarzają tylko sygnały sterujące i składają się z bloku sterowania oraz zespołów peryferyjnych (wejścia i wyjścia). Na schematach blokowych zespoły peryferyjne będą często pomijane (gdyż w jakiejś postaci występują zawsze), więc najprostszy rodzaj urządzeń można opisać blokiem sterowania *S* (rys. 7-1a). Do tej grupy należą urządzenia automatyki napędu, prostsze urządzenia sterowania sekwencyjnego itp.

Sygnały informacyjne mogą być dostarczane do urządzeń cyfrowych w celu:

- przetwarzania w inną postać (np. dogodniejszą do druku),
- kontroli (np. liczby jedynek w słowie),
- przetwarzania za pomocą operacji arytmetycznych lub logicznych (np. obliczenia wartości średniej wielu pomiarów).



Rys. 7-1. Podstawowe struktury urządzeń cyfrowych (bez zespołów wejścia i wyjścia)

$S$  — blok sterowania;  $A$  — arytmometr;  $P$  — pamięć

Układ, w którym wykonuje się jedno lub kilka z tych działań, będzie dla uproszczenia nazywany *arytmometrem*<sup>1)</sup> aczkolwiek w wielu zastosowaniach (np. w telemechanice) realizuje on tylko czynności a) i b). Blok sterowania steruje działaniem arytmometru (rys. 7-1b).

Jeśli nie wszystkie informacje, potrzebne do wykonania działań w arytmometrze, można równocześnie dostarczyć z zewnątrz, albo gdy wyniki przetwarzania nie mogą być bezpośrednio przekazane zespołom odbiorczym, zachodzi potrzeba zastosowania pamięci. Najbardziej pełna struktura urządzenia cyfrowego zawiera więc 3 bloki (rys. 7-1c) oraz zespoły peryferyjne. Pamięć może być wykorzystywana także przez blok sterowania; często jest pamięcią stałą. Blok pamięci bywa złożony i kosztowny, ale sposób korzystania z niego jest zazwyczaj prosty i dlatego w dalszych rozważaniach pamięć nie będzie specjalnie wyróżniana.

Blok  $S$  może być układem kombinacyjnym, ale najczęściej jest układem sekwencyjnym. Jego wewnętrzna struktura jest zazwyczaj prosta i synteza może być przeprowadzona metodami opisanymi w rozdz. 3 i 4.

<sup>1)</sup> Często ta część urządzenia jest nazywana układem arytmetyczno-logicznym

W p. 7.3 będzie przedstawiona metoda postępowania, ułatwiająca określenie funkcji bloku sterowania.

Synteza arytmetrometru jest trudniejsza, gdyż w bloku tym są przetwarzane słowa, często będące liczbami o konkretnym znaczeniu fizycznym, a działania na słowach nie mają tak sformalizowanego aparatu matematycznego, jakim jest algebra Boole'a dla działań na sygnałach binarnych. Przy złożonych problemach przetwarzania, bywają pomocne metody numeryczne, ale w specjalizowanych układach automatyki problem najczęściej nie polega na tym, jak rozbić zadany proces przetwarzania na operacje arytmetyczne, lecz na tym — jak, w jakiej kolejności i na jakich sygnałach te operacje wykonać, aby realizacja była prosta. W przeciwieństwie do uniwersalnych maszyn cyfrowych w urządzeniach specjalizowanych bardzo często szybkość przetwarzania nie jest ważna, a dążenie do prostoty rozwiązań wymaga rozważenia różnych wariantów, w tym również tak powolnego jak przetwarzanie sygnałów unitarnych.

Ponieważ nie istnieje algorytmiczna metoda syntezy układu optymalnie przetwarzającego słowa, najprostszą drogą do nabrania doświadczenia jest zapoznanie się z różnymi wariantami przetwarzania. W opisanych niżej układach pominięto rozwiązania złożone, które są dokładnie przedstawione w bogatej literaturze dotyczącej maszyn cyfrowych.

## 7.2. UKŁADY ARYTMOMETRU

### 7.2.1. PRZETWARZANIE W INNĄ POSTAĆ

Na etapie syntezy blokowej nie rozważa się zazwyczaj takich szczegółów jak kod stosowanych sygnałów, czy ich postać fizyczna, gdyż te cechy rzadko wpływają na strukturę blokową urządzenia, ale dwie cechy sygnałów muszą być wzięte pod uwagę:

- sposób zapisu liczb (jedynekowy, dwójkowy),
- sposób przekazywania (szeregowy, równoległy),

Połączenia tych wariantów daje 4 możliwości, ale sygnały równoległe jedynkowe nie są stosowane, pozostają więc trzy typy sygnałów:

- $X^{1S}$  — jedynkowy szeregowy,
- $X^{2S}$  — dwójkowy szeregowy,
- $X^{2R}$  — dwójkowy równoległy.

Wykonywanie działań na sygnałach tych trzech rodzajów wymaga stosowania urządzeń o różnej złożoności, a czasy realizacji działań są