

# Układy cyfrowe

## ZAGADNIENIA

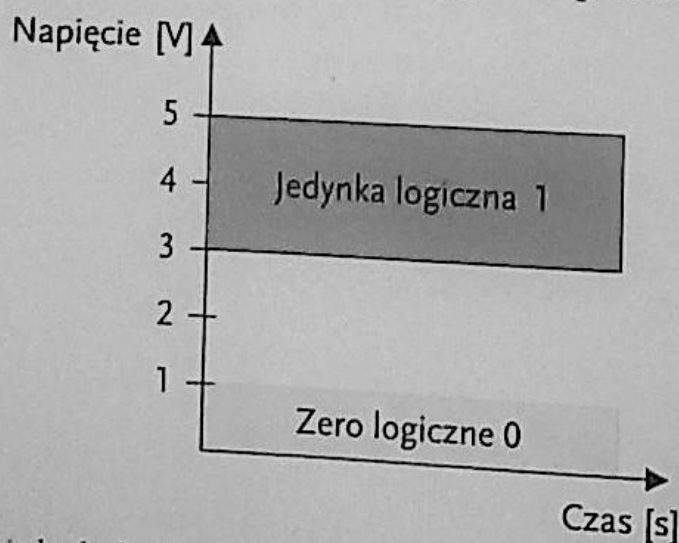
- Cechy układów cyfrowych
- Zalety i wady układów cyfrowych
- Typy układów cyfrowych

Układy cyfrowe są w praktyce budowane różnymi technikami. W urządzeniach automatyki stosuje się powszechnie układy elektroniczne, których przekaźniki stanowią podstawowe elementy przełączające. Złożoność logiczna i szybkość działania takich układów są jednak stosunkowo niewielkie, natomiast ich rozmiary, masa, pobór mocy i koszt – duże. Najpowszechniej używane układy cyfrowe wytwarzane w technologii mikroelektronicznej to układy scalone.

Cyfrowe układy scalone wytwarza się wyłącznie jako układy monolityczne. Układy scalone, w których jako elementy czynne wykorzystuje się tranzystory bipolarne (NPN lub PNP), nazywa się układami bipolarnymi. Układy scalone z tranzystorami unipolarnymi to układy unipolarne.

Układy cyfrowe są rodzajem układów elektronicznych, w których sygnały napięciowe przyjmują tylko określoną liczbę stanów z przypisanymi im wartościami liczbowymi. Informacja wewnątrz urządzeń cyfrowych jest więc zakodowana za pomocą uporządkowanego ciągu cyfr. Zwykle liczba stanów wszelkich sygnałów wynosi 2 i przyjmują one wartości umowne 0 i 1. Operacje realizowane przez układy cyfrowe można opisać zgodnie z algebrą Boole'a, czyli językiem logiki matematycznej. Dlatego układy cyfrowe nazywa się także układami logicznymi.

Sygnały elektryczne istnieją w systemach cyfrowych w jednej z dwóch wartości. Są to: poziom niski L (*low*) oraz poziom wysoki H (*high*). W praktyce określa się dwa pola tolerancji, wewnątrz których powinien się znajdować poziom sygnału reprezentującego logiczne 0 i 1.



Rys. 18.1. Zero logiczne i jedynka logiczna typowe dla układów TTL (ang. *Transistor-Transistor Logic*)



# Układy cyfrowe

Jedynka logiczna zawiera się więc w obrębie napięcia 3–5 V, a zero logiczne w obrębie napięcia 0–1 V.

Układy cyfrowe są zbudowane z bramek logicznych, realizujących operacje znane z algebry Boole'a. Są to: negacja (NOT), iloczyn logiczny (AND), negacja iloczynu logicznego (NAND), suma logiczna (OR), negacja sumy logicznej (NOR), różnica symetryczna (EX-OR) itp. Ze względu na stopień skomplikowania współczesnych układów cyfrowych wykonuje się je w postaci układów scalonych.

## Cechy układów cyfrowych

- Mają wejście (wejścia) i wyjście (wyjścia) – gdzie mogą przyjąć sygnał 0 lub 1.
- Realizują określoną funkcję – sygnał na wyjściu zależy od sygnału (sygnałów) na wejściu oraz stanu wewnętrznego układu.

## Zalety układów cyfrowych

- Bezstratne kodowanie i przesyłanie informacji. W układach analogowych, operujących na nieskończonej liczbie stanów sygnałów, było to niemożliwe do uzyskania.
- Uproszczone zapisywanie i przechowywanie informacji cyfrowej.
- Mała wrażliwość na zakłócenia elektryczne.
- Możliwość tworzenia układów programowalnych, których działanie określa program komputerowy.

## Wady układów cyfrowych

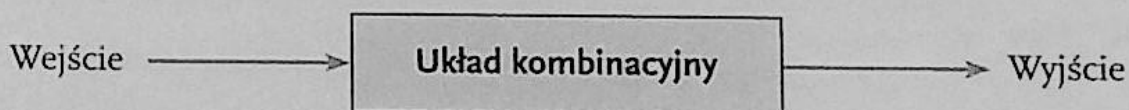
- Skomplikowanie zarówno na poziomie elektrycznym, jak i logicznym.
- Mimo większej odporności na zakłócenia wykrywanie możliwych przekłamań stanów logicznych wymaga wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń.

## Układy cyfrowe kombinacyjne i sekwencyjne

Ze względu na sposób przetwarzania informacji rozróżnia się dwa typy układów cyfrowych:

- układy kombinacyjne,
- układy sekwencyjne.

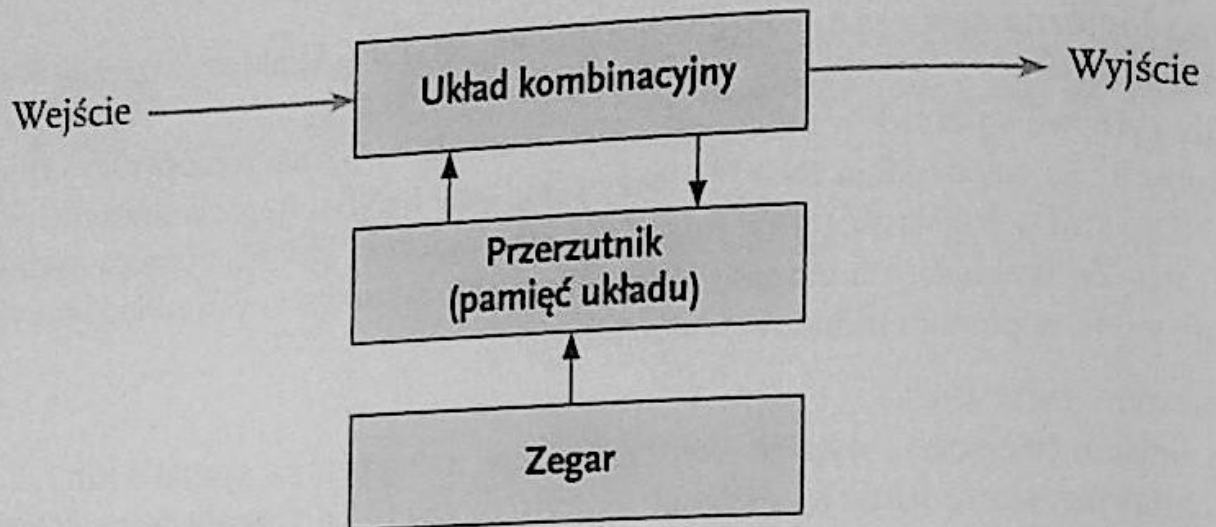
W układach kombinacyjnych sygnały wyjściowe zmieniają się z mierzalnym małym opóźnieniem w stosunku do zmian sygnałów wejściowych, czyli każdy stan wejść określa jednoznacznie stan wyjść (rys. 18.2).



Rys. 18.2. Schemat blokowy układu kombinacyjnego

Natomiast w układach sekwencyjnych stan wejść nie opisuje w sposób jednoznaczny stanu wyjść. Stan wyjść zależy bowiem od poprzednich stanów wejść zapamiętanych w układzie. Układy sekwencyjne nazywa się też układami kombinacyjnymi z pamięcią (rys. 18.3). Układy sekwencyjne dzielimy na synchroniczne i asynchroniczne.

# Układy cyfrowe



Rys. 18.3. Schemat blokowy układu sekwencyjnego

## SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. jak określony jest układ cyfrowy?
2. Jakie cechy ma układ cyfrowy?
3. Jak dzielimy układy cyfrowe?
4. Jakie są zalety układów cyfrowych?