

# Architektury systemów komputerowych

## Lista zadań nr 1

Na zajęcia od 3 do 5 marca 2025

W zadaniu 1 i 2 wolno używać **wyłącznie** instrukcji przypisania, operatorów bitowych, dodawania, odejmowania i przesunięć bitowych. Wszystkie zmienne mają typ `uint32_t`. Można używać zmiennych tymczasowych.

**Zadanie 1.** Zmienne  $i, k$  spełniają warunek  $0 \leq i, k \leq 31$ . Napisz ciąg instrukcji w języku C, który skopiuje  $i$ -ty bit zmiennej  $x$  na pozycję  $k$ -tą. Najpierw pokaż rozwiązanie pośrednie używające instrukcji warunkowej.

**Uwaga!** Musisz rozpatrzyć trzy przypadki:  $i < k$ ,  $i > k$  oraz  $i = k$ .

**Zadanie 2.** Napisz ciąg instrukcji w języku C, który wyznaczy parzystość liczby zapalonych bitów w zmiennej  $x$ . Oznacza to, że końcowa wartość powinna wynieść 0 jeśli liczba zapalonych bitów jest parzysta, a 1 gdy jest nieparzysta.

**Uwaga!** Oczekiwana złożoność to  $O(\log n)$ , gdzie  $n$  to liczba bitów w słowie. Posłuż się strategią „dziel i zwyciężaj”.

**Zadanie 3.** Przedstaw dwuwejściową bramkę logiczną (czyli równoważnie – jej tablicę prawdy), która sama w sobie jest zbiorem funkcjonalnie pełnym, czyli można za jej pomocą zasymulować działanie wszystkich bramek z wykładu.

Jeśli Ci się uda, spróbuj wskazać wszystkie takie bramki oraz uargumentować, że więcej takich nie istnieje.

**Zadanie 4.** Zbuduj układ o dwóch wejściach  $a, b$  i trzech wyjściach, porównujący swoje wejścia. Na pierwszym wyjściu powinna pojawić się 1 dokładnie wtedy, gdy  $a > b$ , na drugim, gdy  $a < b$ , a na trzecim, gdy  $a = b$ .

Następnie wykorzystaj zbudowany układ (jednobitowy komparator) do konstrukcji układu porównującego liczby 3 bitowe, czyli zbuduj układ z sześcioma wejściami  $a_2, a_1, a_0, b_2, b_1, b_0$  i trzema wyjściami. Wyjścia powinny się zachowywać analogicznie jak w przypadku układu porównującego pojedyncze bity. Układy tego typu nazywają się komparatorami. Zakładamy, że wejścia są liczbami dodatnimi, reprezentowanymi w naturalnym kodzie binarnym.

**Zadanie 5.** W tym zadaniu rozważamy liczby dodatnie reprezentowane w naturalnym kodzie binarnym. Do dyspozycji masz układy dwóch rodzajów:

- układ przyjmujący na wejściu dwie liczby dwubitowe i zwracający ich czterobitowy iloczyn,
- układ sumatora otrzymujący dwie dwubitowe liczby i dodatkowo wstępne przeniesienie, zwracający dwubitową sumę oraz bit przeniesienia.

Używając pewnej liczby układów powyższego typu skonstruuj układ przyjmujący na wejściu dwie liczby czterobitowe i zwracający ich ośmiobitowy iloczyn. Nie wolno używać żadnych dodatkowych bramek logicznych.

**Zadanie 6.** Zbuduj układ szeregowego komparatora liczb: na dwa wejścia układu podawane są w kolejnych taktach zegara kolejne bity dwóch liczb  $A$  i  $B$  w kolejności od najmniej znaczącego do najbardziej znaczącego (zakładamy, że liczby są tej samej długości). Układ powinien mieć trzy wyjścia: na pierwszym ma być jedynka, gdy przeczytane do tej pory liczby są równe, na drugim, gdy pierwsza liczba jest większa, na trzecim, gdy druga liczba jest większa.

**Zadanie 7.** Zbuduj z przerzutników S-R licznik liczący od 0 do 5 (kolejne stany: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 000, 001...). Postaraj się uzyskać możliwie najprostsze układy wyliczające wyjścia przerzutników.