

# Logika cyfrowa

## Lista zadań nr 14

Termin: 10 i 12 czerwca 2024

**Uwaga!** Podczas zajęć należy znać pojęcia zapisane **wytluszczoną czcionką**. W przypadku braku znajomości tych pojęć student może być ukarany punktami ujemnymi.

1. Rozważmy program, w którym poszczególne rodzaje instrukcji występują z następującą częstością:

OP	OP-IMM	LOAD	STORE	BRANCH	JAL	JALR	typ U
24%	18%	25%	10%	11%	2%	2%	8%

Jaka jest średnia liczba cykli zegarowych poświęconych przez **wielocyklową implementację RISC V** z wykładu na jedną instrukcję?

2. Ile cykli potrzebuje wielocyklowa implementacja RISC V z wykładu, aby wykonać poniższy program?

```
add x8, x0, x0
add x9, x0, x0
addi x5, x0, 10
loop:
    bge x8, x5, done
    add x9, x9, x8
    addi x8, x8, 1
    j loop
done:
```

Jaka jest średnia liczba cykli na instrukcję dla wykonania tego programu?

3. Rozważmy możliwość dodania do wielocyklowej implementacji RISC V następującej instrukcji:

```
lwiw rd, rs1, rs2
```

Nazwa instrukcji rozwija się do *load with increment, word*. Jej działanie ma polegać na załadowaniu do rejestru **rd** wartości słowa 32-bitowego z pamięci danych spod adresu **rs1 + rs2**.

- Jakie nowe elementy ścieżki danych musimy dodać (jeśli trzeba)?
- Jakie istniejące elementy ścieżki danych musimy zmodyfikować (jeśli trzeba)?
- Jakie nowe połączenia musimy dodać w ścieżce danych (jeśli trzeba)?
- Jakie nowe sygnały sterujące należy dodać (jeśli trzeba)?
- Jak należy zmodyfikować automat kontrolera (jeśli trzeba)?

4. Rozważmy możliwość dodania do wielocyklowej implementacji RISC V następującej instrukcji:

```
swap rs1, rs2
```

Działanie instrukcji ma polegać na zamianie miejscami wartości rejestrów **rs1** i **rs2**.

Odpowiedz na pytania z podpunktów zadania 3. Czy można obyć się bez modyfikacji ALU?

5. Rozważmy możliwość dodania do wielocyklowej implementacji RISC V instrukcji **mul** i **div** z rozszerzenia M. Załóżmy, że dysponujemy układem wykonującym mnożenie w dwa cykle, oraz układem wykonującym dzielenie w cztery cykle.

Odpowiedz na pytania z podpunktów zadania 3.

6. Rozważmy możliwość wymiany trójportowego pliku rejestrów z implementacji wielocyklowej RISC V na jednoportowy, z portem za pomocą którego można odczytać albo zapisać jeden rejestr w ciągu cyklu. Jak zmodyfikować ścieżkę danych i kontroler, aby móc dokonać takiej wymiany?