

Laita jokaiseen vastauspaperiin nimikirjoituksesi, nimen selvennys, opiskelijanumero, kokeen nimi ja päivämäärä. Keskity olennaiseen, mutta riittävällä yksityiskohtaisuudella.

Kokeessa on neljä kysymystä, jaossa yhteensä 42 pistettä ja koeaika on 2,5 tuntia.

### 1. *Lyhyesti (12 p)*

- Miten väylän synkroninen ajoitus ja asynkroninen ajoitus eroavat toisistaan?
- Selitä mistä on kyse, kun väylä käyttää aikavuorottelua (multiplexing). Anna PCI-väylään liittyvä esimerkki.
- Miten langoitettu kontrolli (hardwired) ja mikro-ohjelmoitu kontrolli (microprogrammed) eroavat toisistaan?
- Mitä ovat horisontaalinen mikrokoodi ja vertikaalinen mikrokoodi? Miten ne eroavat toisistaan?

### 2. *Välimuisti / cache (10 p)*

- Kuvaa lyhyesti välimuisti ja TLB. Mitä yhteistä/eroja on välimuistilla ja TLB:llä? Miten niiden toiminta liittyy toisiinsa? (4p)
- Oleta, että (epärealistisen pienessä) välimuistiratkaisussa viitatus 4-tavuisen sanan 16-bittinen tavuosoite on 0x90B4. Välimuisti rivin pituus on 16 tavua ja välimuistin koko on 512 tavua. Kerro välimuistin rakenne ja piirrä kuva, josta käy ilmi välimuistin rakenne ja selitä miten mainittu muistipaikka löytyy välimuistista, kun toteutus perustuu joukkoassosiatiiviseen kuvaukseen, jossa joukon koko on 2.

Huolehdi, että vastauksestasi käy selkeästi ilmi kuinka annettu tavuosoite jakautuu osiin (bittitasolla). Voit olettaa, että viitattu muistipaikka löytyy välimuistista. (6p)

### 3. *Riippuvuudet / Dependencies (10 p)*

Kun suoritin käyttää liukuhihnoitusta (tavallista tai superskalaaria), suorituksessa on yhtä aikaa useita eri vaiheessa eteneviä konekäskyjä. Nimeä ja kuvaa kaikki mahdolliset käskyjen väliset riippuvuustyypit. Anna kustakin konkreettinen (konekielitason) esimerkki. Kerro myös miten kunkin riippuvuustyypin aiheuttamat mahdolliset ongelmat torjutaan sekä kuinka niiden aiheuttamia suorituskykyä heikentäviä vaikutuksia voidaan vähentää.

### 4. *Piirit / Circuits (10 p)*

Yhdistelmäpiirillä on neljä sisäänmenoa ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ) ja neljä ulostuloa ( $z_1, z_2, z_3, z_4$ ). Piirille annettava numero on koodattu pakattua desimaaliesitystä (BCD) käyttäen, joten numerot 0, 1, 2, ..., 9 koodataan siis biteiksi 0000, 0001, ..., 1001. Piirin tehtävä on palauttaa ulostulosta vain parillisia BCD-numeroesityksiä, ts. numeroita 0 ja 1 vastaa ulostulossa arvo 0, numeroita 2 ja 3 vastaa ulostulossa arvo 2, jne.

- Anna totuustaulukko, josta käy ilmi kutakin sisäänmenoa vastaava ulostulo. (3p)
- Anna ulostulo  $z_2$  Boolean lausekkeena SOP (sum of products) muodossa. (3p)
- Anna ulostulo  $z_2$ :n Karnaugh-kartta ja sen avulla muodostettu mahdollisimman yksinkertainen ulostulo  $z_2$ :n Boolean lauseke (4p)

Please write on each paper the date and the name of the exam as well as your name, student id and signature. Try to keep your answers short, but concise. Concentrate on the essentials and fundamentals, but on a detailed level.

The exam time is 2.5 hours and there are four questions and total 42 points available.

**1. Briefly (12 p)**

- What are the differences of synchronous and asynchronous timing on a bus?
- What does it mean, when bus uses multiplexing. Give an example using PCI-bus.
- What are the differences of hardwired and microprogrammed control?
- What are horizontal and vertical microinstructions? How do they differ?

**2. Cache (10 p)**

- Give short descriptions of cache and TLB. What are their similarities and differences? How do their functionalities work together? (4p)
- Let us assume that a (unrealistically small) cache implementation is accessed using 16-bit byte address 0x90B4 of a 4-byte word. The cache line contains 16 bytes and the whole cache size is 512 bytes. Explain the cache structure and draw a diagram, which shows the cache structure. Explain carefully how the memory content is found from the cache, when the cache is implemented using two-way set-associative. (This means that the set size is 2).  
Make sure that your answer clearly indicates how the given byte address is split to parts/fields (on bit-level). You may assume that the word can be found from cache. (6p)

**3. Dependencies (10 p)**

When CPU uses pipelining (normal or superscalar), it is working parallel with several instructions. What kind of dependencies (dependency types) must be taken into account? Name all of them and describe precisely each dependency problem type. Give a code example of each type. Explain also how the system can avoid the possible problems and how to reduce the penalty to the system performance.

**4. Circuits (10 p)**

Combinatorial circuit is has four inputs ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ) and four outputs ( $z_1, z_2, z_3, z_4$ ). The inputs for a number that is a binary-coded decimal (BCD) so that 0,1,2,...,9 are coded to bits 0000, 0001,..., 1001. The circuit must return from the output only even-valued BCD digits. This means that input digits 0 and 1 give output digit 0, digits 2 and 3 give output 2, etc.

- Give truth table that indicates the values from all inputs to outputs. (3p)
- Give  $z_2$  as a Boolean statement in SOP (sum of products) form. (3p)
- Give the Karnaugh map of  $z_2$  and the simplest possible SOP-form for  $z_2$  based on it. Show how the simplification was done with Karnaugh map (4p).

**Remember to give course feedback! Link to page <https://ilmo.cs.helsinki.fi/kurssit/servlet/Valinta?kieli=en> is also available from Studies page .**

**KÄÄNNÄ!**