

## T-106.4155 Käyttöjärjestelmät

**Ohjeita** Tentissä on viisi tehtävää. Kustakin tehtävästä saatava maksimipistemääärä näkyy tehtävän alussa. Pyri vastaamaan tiiviisti ja selkeästi. Matematiikan peruskursseilla hyväksyttyjen laskimien käyttö on sallitu.

- 1 (10p) Määrittele lyhyesti seuraavat käsitteet. (Yksi piste kustakin kohdasta.)
- a) Mikä on skeduleri?
  - b) Mitä ovat ehtomuuttujat?
  - c) Mikä on gang scheduling?
  - d) Mikä on monitori?
  - e) Mikä on etuoikeuskäsky (privileged instruction)?
  - f) Mitä on aktiivinen odottaminen (busy waiting)?
  - g) Mita on nälkiintyminen?
  - h) Mitä on pollaus (polling)?
  - i) Mikä on binäärisemafori?
  - j) Mikä on rengaspuskuri?

Huomaa että pitkät (useiden virkkeiden) tarinat *eivät ole sallittuja*.

- 2 (6p) Esitä semaforeja käytäen tuottaja-kuluttajaongelmaan poissulkevuuden toteuttava lukkiutumaton ratkaisu. Anna sekä tuottajien koodi että kuluttajien koodi, joihin olet merkinnyt kriittisen sektion kohdan. Selitä ja perustele lyhyesti ratkaisusi.
- 3 (4p) Tarkastellaan yhden suorittimen reaalialikäytössä, jossa on kolme periodista tehtävää, joiden periodit ovat 9ms, 11ms ja 13ms. Tehtävien vaativat suoritinajat ovat vastaavasti 4ms, 2.7ms ja 0.3ms. Voiko järjestelmä olla skeduloitava staattisilla prioriteeteilla (RMS)? Perustele. (Vihje: käytä epäyhtälötä ellei sinulla ole laskinta – kuutiojuuri  $2 > 34/27$ .)
- 4 (6p) Tarkastellaan neljän sivun keskusmuistia, jonka avulla on toteutettu sivutettu virtuaalimuisti. Keskusmuisti on aluksi tyhjä, ja virtuaalimuiston sivuille viitataan järjestyksessä: 0, 1, 2, 3, 0, 1, 4, 0, 1 ja 2. a) Kuinka monta sivunpuutosta tapahtuu, kun korvausmenetelmä on LRU? b) Entä jos korvausmenetelmä on FIFO? c) Mikä on optimaalinen korvaussekvenssi? Perustele vastauksesi.
- 5 (6p) Kirjoita enintään yhden sivun pituinen essee sulautetuista järjestelmistä. Määrittele, mitä sulautetetuilla järjestelmillä tarkoitetaan sekä minkälaisia vaatimuksia ja rajoitteita ne tyypillisesti toteuttavat. Kuvaille lisäksi joitain sulautettujen käyttöjärjestelmien keskeisiä ominaisuuksia.

## T-106.4155 Operating systems

The exam contains five questions. The maximum points for each question are listed in the beginning of the questions. Give clear and compact answers. You are allowed to use a calculator permitted in the mathematics basic courses.

- 1 (10p) Give short definitions for the following. (One point per question.)

- a) What is a scheduler?
- b) What are condition variables?
- c) What is gang scheduling?
- d) What is a monitor?
- e) What is a privileged instruction?
- f) What is busy waiting?
- g) What is starvation?
- h) What is polling?
- i) What is a binary semaphore?
- j) What is a ring buffer?

Note that long explanations (several sentences) are *not allowed*.

- 2 (6p) Considering the producer-consumer problem, give a deadlock-free solution that implements mutual exclusion by using *semaphores*. Present the code for both the producers and the consumers, and mark clearly the critical sections. Explain and justify your solution shortly.
- 3 (4p) Consider a single processor real-time system with three tasks, whose periods are 9ms, 11ms, and 13ms. The required processor times for the tasks are 4ms, 2.7ms, and 0.3ms, respectively. Can the system be schedulable if static priorities (RMS) are used? Explain why or why not. (Hint: if you do not have a calculator, use inequations – the cube root of 2 > 34/27.)
- 4 (6p) Consider a main memory of four pages, which is used to implement a paged virtual memory. The main memory is initially empty, and the pages of the virtual memory are referred to in the following order: 0, 1, 2, 3, 0, 1, 4, 0, 1, and 2. a) How many page faults will occur, when LRU replacement is used? b) How many page faults will occur, when FIFO replacement is used? c) What is the optimal sequence of replacements? Give proper explanations.
- 5 (6p) Write an essay no-longer than one page on embedded systems. Define what are the embedded systems, describe some of their typical requirements and constraints. Also, depict some of the key characteristics of an embedded operating system.