

Ohjeita tenttijöille:

- Tentissä ei saa käyttää laskinta eikä mitään lisämateriaalia.
- Kirjoita vastauksesi selvästi, jotta vältyt epäselvän käsialan aiheuttamilta turhilta pisteiden menetyksiltä.
- Koko tentin maksimipistemäärä on 24 ja sen voi siis saada ilman bonuspistekysymykseen vastaamistakin.
- Tentin läpipääsyraja on 12 pistettä.
- Tehtävät orvostellaan siten, että syväosaaminen (perustelut) muodostaa kolmasosan pisteistä.
- Tentin tarkastaa Raimo Mäkelä ja tuloksia voi kysellä myös sähköpostitse osoitteesta raimo.makela@tut.fi.

1. Selitä esimerkein

- a) Miten lasketaan yhteen- ja vähennyslaskut kahdenkomplementtiluvuilla ja miten lukualueen rajallisuus vaikuttaa laskentaan? (4p)
- b) Miten lasketaan kertolasku etumerkittömällä binääriluvuilla? (2p)

BONUS: Miten lasketaan kertolasku kahdenkomplementtiluvuilla? (2p)

2. Piirrä kytkentäkaaviot ja todista boolean algebralla:

- a) Miten XOR-portista voidaan toteuttaa invertteri? (2p)
- b) Miten XOR-portti voidaan toteuttaa NAND porteilla? (2)
- c) Miten $2 \rightarrow 1$ multiplexerillä voidaan toteuttaa AND funktio? (2)

3. Suunnittele systeemi joka toteuttaa nelibittisille kahdenkomplementtiluvuille A[3:0] ja B[3:0] yhtälön (6p)

$$f = \begin{cases} A - B, & \text{kun } A > B \\ B - A & \text{kun } A \leq B \end{cases}$$

4. Suunnittele hyviä suunnittelutapoja noudattaen synkroninen laskuri joka toistaa BCD lukuja nolosta viiteen ylöspäin. Toisto pitää voida pysäyttää ja jatkaa edelleen signaalin S avulla. (6p)