

Ohjeita tenttijöille:

- Tentissä ei saa käyttää laskinta eikä mitään lisämateriaalia.
- Kirjoita vastauksesi selvästi, jotta välttyt epäselvän käsialan aiheuttamilta turhilta pisteiden menetyksiltä.
- Koko tentin maksimipistemäärä on 24 ja sen voi siis saada ilman mahdollisiin bonuspistekysymyksiin vastaamistakin.
- Tentin läpipääsyraja on 12 pistettä ja tilakonetehtävästä pitää saada vähintään neljä pistettä.
- Testissä arvostellaan sitä kuinka asiat on ymmärretty. Asioiden ymmärrys näkyy siitä miten hyvin vastaus on rajattu ja selitetty sekä siitä miten havainnollisia esimerkkejä vastauksessa on käytetty. Tästä syystä jos ei ole aivan varma mitä arvioija tarkkaanottaen halua vastaukseksi niin kannattaa vastauksiin aina kirjoittaa kaikki mitä kyseiseen asiaan ajattelee liittyvän. Asian sivusta kirjoittamisesta kuitenkin sakotetaan.
- Tentin tarkastaa Raimo Mäkelä ja tuloksia voi kysellä myös sähköpostitse osoitteesta [raimo.makela@tut.fi](mailto:raimo.makela@tut.fi).

1. Selitä lyhyesti **esimerkein**

- a) Miten Karnaughn karttaa käytetään Boolean yhtälön sievennykseen? (1p)
- b) Mikä on kahdenkomplementti ja miten se tehdään kahdenkomplementtiluvuille? (1p)
- c) Mistä tunnistaa kahdenkomplementtilukujen laskutoimituksen ylivuodon? (1p)
- d) Miten desimaaliluvun voi muuntaa kahdenkomplementtiluvuksi? (1p)
- e) Miten oktaaliluku muunnetaan desimaaliluvuksi? (1p)
- f) Miten tehdään etumerkittömien binäärilukujen kertominen alekkain? (1p)

**Muista mahdollisimman havainnolliset esimerkit.** Tämä tehtävä arvostellaan puolen pisteen tarkkuudella.

2. Piirrä kytkentäkaaviot ja todista boolean algebralla:

- a) Millä kahdella tavalla NOR-portista voidaan toteuttaa inverterti? (1p)
- b) Miten XOR-portti voidaan toteuttaa NAND-porteilla? (2p)
- c) Miten kahdesta yhteen multiplexeri voidaan toteuttaa käyttäen vain NAND-portteja? (3p)

**Vihje siihen miten tehtävä on ajateltu ratkaistavaksi:** Mieti ensin toteutettavaa kytkentää vastaava booleanyhtälö jonka sitten pyörittelet käyttäen laskusääntöjä haluttuun muotoon ja lopulta piirrät yhtälöä vastaavan kytkentäkaavion.

3. Suunnittele systeemi joka laskee neljä bittiseen ulostuloonsa  $f[3:0]$  kahden neljä bittisen kahdenkomplementtilun  $A[3:0]$  ja  $B[3:0]$  itseisarvojen summan. Eli suorittaa funktion  $f=|A|+|B|$ . Muista huomioida mahdolliset ylivuodot. (6p)

4. **Tilakonetehtävä:** Suunnittele hyviä suunnittelutapoja noudattaen synkroninen tilakone joka toistaa ulostulossa heksadesimaalilukujen sekvenssiä  $\{2, 0, A, A, 0, 8\}$  vasemmalta oikealle kun sisäänmeno  $S=1$  ja oikealta vasemmalle kun  $S=0$ . (6p)