

Mikroelektronika tanulmányi verseny

2020/21 tanév 2. félév

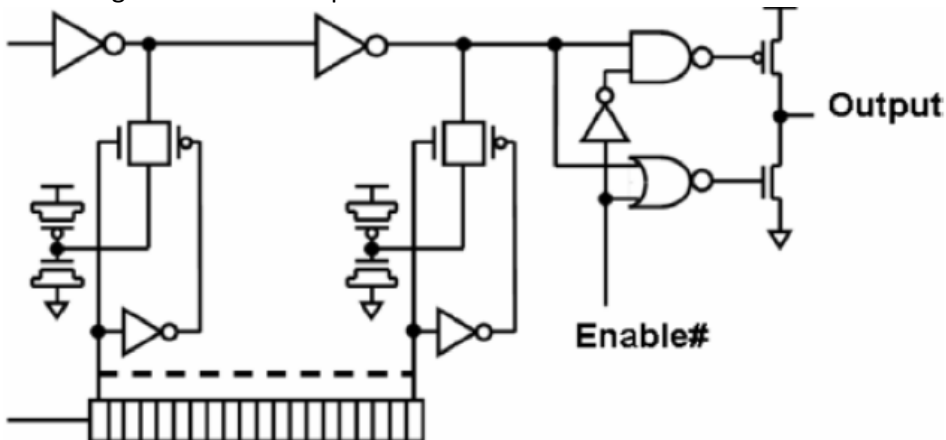
A verseny idén távolléti formában kerül megrendezésre. Az érdeklődők keressék Teamsen a [Mikroelektronika Tanulmányi Verseny 2021](#) csoportot, a beiratkozási jelszó: **demp2wu**. A feladatok megoldására egy teljes tanulmányi hét, azaz öt munkanap áll rendelkezésre, a beadási határidő április 30. péntek, 23:59.

A feladatok beadása egy zip file-ban történik, amit Teams csoportban kell feltölteni. Lehetőség szerint az egyes feladatok megoldása a zip archívumon belül a feladat sorszámának megfelelő könyvtárba kerüljön, pdf formátumban.

Kérjük törekedjen az igényes megjelenésű dokumentumra, de ne túlozza el a formázást, ne töltse ezzel az időt! Szintén kérjük idemásolni a releváns szimulációs és/vagy forrásfile-okat, azaz mindent, amiből a megoldás reprodukálható. **Az 1. díjért SEM kell az összes feladatot megoldani, azért van ilyen sok feladat, hogy kényelmesen lehessen választani közülük.** A feladatok nehézségét a pontozás próbálja tükrözni, de ez szubjektív és nemlineáris.

1. A NAND kapu szimulációjánál észrevehető, hogy a késleltetés függ a bemeneti kombinációtól. Az 10 -> 11 vagy a 01->11 váltás lesz gyorsabb? Mi ennek az elméleti magyarázata? (2p)
2. A 2. analóg labor ring oszcillátorában (5 fokozat, 5V tápfeszültség, alpméretű tranzisztorok, azaz NMOS 10 μ m/2 μ m és PMOS 15 μ m/2 μ m) egy technológiai jótündér segítségével *mindkét* tranzisztor *egyetlen* modellparaméterét egy kettes faktorról megváltoztathatja, azaz kétszeresére növelheti, vagy felére csökkentheti. Pl. megnövelheti kétszeresére mindkét fajta tranzisztor oxid vastagságát. A kapcsoláson tehát nem szabad változtatni, kizárólag a modellparamétert szabad. Melyik paramétert kell megváltoztatni és miért, hogy a legnagyobb oszcillációs frekvencia növekedést érezzük el? Elméleti indoklást és szimulációs ellenőrzést kérünk. (3p) (Tipp: a modellparaméterek az AMSLev49.sub szövegfile-ban találhatóak. A modell típusa BSIM3, erre kell rákeresni, hogy melyik paraméter mit jelent, van egy pár..., elméleti megfontolás nélkül valószínűleg nem érdemes brute-force-al próbálkozni. A modellfile-t ne írja át, hanem nézzen utána a kézikönyvben a .STEP szimulációs utasítás használatának!)
3. A 3. analóg labor erősítés versenyén többen úgy értek el jó eredményt, hogy sorba kötöttek három földelt source-ú fokozatot. A feladat most ugyanez, de több megkötéssel: a kimeneten egy csúcstól csúcsig mért legalább 4V amplitúdójú jelet kiadó háromfokozatú erősítőt kell méretezni úgy, hogy az erősítés a lehető legnagyobb legyen. A tápfeszültség 5V, a tranzisztorok méretaránya maximum 100 lehet, a minimális méret pedig 1 μ m, a drain körüli ellenállás pedig maximum 100k Ω . (Tehát a legszélesebb tranzisztor méretei W/L=100 μ m/1 μ m, a leghosszabb csatornájú pedig W/L=1 μ m/100 μ m) Mekkora lesz ennek az erősítése? (A legnagyobb erősítést elérő megoldás 3 pont, a többi helyes megoldás pedig ennek megfelelően lineárisan skálázva.)
4. Olvasson utána az SCL (source-coupled logic) digitális áramköröknek! Érjen el SCL inverterekből épített ring-oszcillátorral minél nagyobb frekvenciát, de 1,8V (egy egész nyolc tized!) tápfeszültséggel! Az SCL swing minimum 250mV legyen, a tranzisztorok legkisebb mérete 0,35 μ m, méretaránya pedig maximum 20 lehet, a teljes kapcsolás pedig (átlagosan) maximum 300 μ A-t fogyaszthat! (A legnagyobb frekvenciát elérő megoldás 4 pont, a többi helyes megoldás pedig ennek megfelelően lineárisan skálázva.)

5. Mire szolgálhat az alábbi kapcsolás?



Építse meg a kapcsolást (2 fokozat elegendő, a tristate buffert nem kell belevenni) az első analóg labor tranzisztorméreteivel (NMOS 0,4 μ m/0,35 μ m PMOS 1,2 μ m /0,35 μ m) és határozza meg a paramétereit! (ha megérti, mit csinál a kapcsolás, tudni fogja, melyik paraméter lesz érdekes) Tipp: nézzen utána, hogyan lehet hierarchiát kialakítani LTSpice-ban, ennyi tranzisztort ne rajzoljon be kézzel! (4p)

6. Készítse el egy LED-es mozgófényt megvalósító digitális logikai rendszer Verilog HDL modelljét! A pontos specifikáció a következő (automatikus ellenőrzést végzünk, kötelezően használja a megadott modul deklarációt!)

```
module kitt(
    input    clk,
    input    reset_n,
    input    enable,
    output[7:0] cout
);
```

A reset lefutó élére a rendszer alapállapotba áll, semelyik LED nem világít. Ha engedélyezett, akkor minden órajelre maximum 3 világító fény elindul balra, ott eljut a legszélég, majd visszafordul jobbra, amikor kifut a működés újrakezdődik, [az itt található videónak megfelelően](#). Specifikációt teljesítő modul: 4p. Az AMS 350nm -es technológián a legkisebb területen megvalósítható modul +1p.