

Tartalom:

[1. házi feladat](#)

[2. házi feladat](#)

[3. házi feladat](#)

[4. házi feladat](#)

[5. házi feladat](#)

[6. házi feladat](#)

[7. házi feladat](#)

[8. házi feladat](#)

[9. házi feladat](#)

[10. házi feladat](#)

[Mintah vagja h mi van csak olyan fura ZH](#)

1. házi feladat

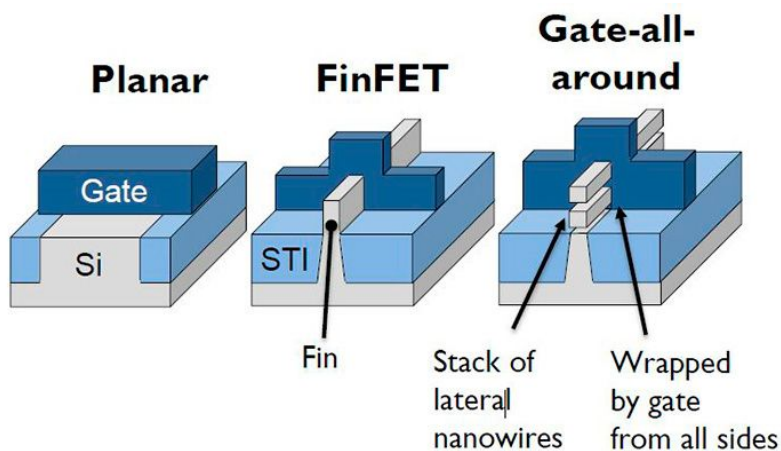
1. Olvassa el, vagy nézze meg Kaizad Mistry Intel alelnök 10nm technology leadership c. előadását! (ez egy áttekintő előadás, amit esetleg nem értene meg a Google segítségével nézzon utána!)

<https://newsroom.intel.com/newsroom/wp-content/uploads/sites/11/2017/03/Kaizad-Mistry-2017-Manufacturing.pdf>

2. Nézzon utána az 1. előadáson említett FinFET, LGAA, VGAA tranzisztorstruktúráknak! Mennyiben térnek el ezek a 2. előadás 15. diáján látható tranzisztoroktól?

FinFET, LGAA, VGAA: A töltéshordozók a gate-en keresztül futnak.

pMOS, nMOS: A töltéshordozók a gate alatt futnak.

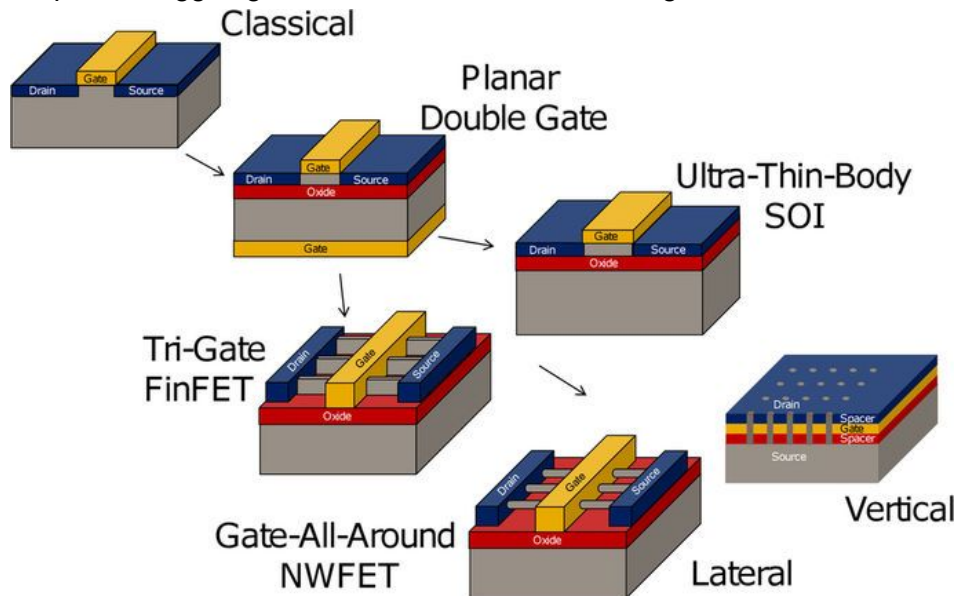


Kép forrása: <https://www.hwsz.hu/hirek/57002/samsung-gaa-gate-all-around-nanohuzal-tranzisztor-szilicium-gyartastechnologia-felvezeto.html>

FinFET: Ennél a tranzisztortípusnál a source és a drain egy azon vezetéken helyezkednek el, mely uszonyszerűen emelkedik ki, a töltések nem a kapu alatt, hanem ezen folynak. A kapuelektroda ezt a vezetéket három oldalról fogja közre. Ennek a megoldásnak az előnye, hogy bekapcsolt állapotban több áram folyik a source és a drain között, kikapcsoltan kevesebb (MOSFET-hez hasonlóan), illetve gyorsabb az átmenet a két állapot között.

LGAA-VGAA: Itt az „uszony” helyett nanohuzalokon keresztül folynak a töltések, a kapu minden irányból körül öleli ezeket (gate-all-around), jobban skálázható, mint a FinFET, 5nm alá is el lehet jutni ezzel a típussal.

LGAA vs VGAA: LGAA (Lateral Gate-All-Around), FinFET-hez hasonlóan horizontálisan futnak a nanoszálak, míg a VGAA (Vertical Gate-All-Around) rétegzés felépítésű, függőlegesen futnak a vezetékek a rétegzések között.



3. Hogyan hat a méretcsökkentés egy vezeték ellenállására illetve egy síkkondenzátor kapacitására? (azaz ha minden fizikai méretet n-edrésztére csökkentünk, hogyan változik meg az ellenállás illetve a síkkondenzátor kapacitása?)

Vezetők: Állandó hőmérsékleten adott anyagból készült huzalok ellenállása egyenesen arányos a huzal hosszával (L), és fordítottan arányos a huzal keresztmetszetével (A).
 $R = \rho \cdot (L/A)$, ahol ρ a fajlagos ellenállás. Ebből kifolyólag ha minden fizikai méret n -ed részére csökken, akkor $L' = L/n$ és $A' = A/n^2$ (mert a hosszra négyzetes a terület változása). Ezeket behelyettesítve a képletbe azt fogjuk kapni, hogy $R' = R \cdot n$, tehát az ellenállás n -szeresére nő.

Síkkondenzátor: A képlet:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}, \quad \text{<-- (Wikipédia - Kondenzátor)}$$

$$A' = A/n^2 \text{ és } d' = d/n.$$

$$\text{Akkor } C = \epsilon_0 \epsilon_r (A/d) (1/n)$$

Tehát a kapacitás $1/n$ -ed részére (növekszik?)

4. Becsüljük meg egy 100mm² területű chip esetén 300mm-es szilíciumszeletről 450mm-re áttérve mennyivel több IC készül el szeletenként!

-na ez a cucc kör alakú és általában átmérőről beszélnek

i

ha nem számolunk a körlapok szélén keletkező veszteséggel(mivel csak becsülni kell)
akkor 2 szer több IC készül el.

EDIT:

300mm-es szelet területe: $150 \cdot 150 \cdot \pi = 70685$

$N_1 = 70685/100 = 706.85$

450mm-es szelet területe: $225 \cdot 225 \cdot \pi = 159043$

$N_2 = 159043/100 = 1590.43$

$dN = N_2 - N_1 = \text{kb. } 884$

5. Egy cm^3 szilíciumban $5 \cdot 10^{22}$ atom van. Egy (szokásos) $5 \cdot 10^{17}/\text{cm}^3$ koncentrációjú adalékolás hatására hány %-os tisztaságú lesz a szilícium?

lol ez nem csak egy osztás? $\frac{1 - (5 \cdot 10^{17} / 5 \cdot 10^{22})}{1}$ {nem $((5 \cdot 10^{17} + 5 \cdot 10^{22})/2)/5 \cdot 10^{22}$? }
Ha az adalék is $5 \cdot 10^{22}$ lenne, akkor azt mondanánk, hogy 50%-os tisztaságú, de a fenti képlettel 100%-ot kapnánk. Szerintem (szilícium atomok száma)/(összes atom) kell.

$[(5 \cdot 10^{17}) / (5 \cdot 10^{22})] \cdot 100 = 0,001 \Rightarrow 99,999\%$

6. Tételezzünk fel egy mikroprocesszort, ahol a fogyasztás nagy részét a dinamikus fogyasztás okozza, majd csökkentsük az órajel frekvenciáját a felére. Ugyanazon program lefuttatásakor hogyan változik az akkumulátorból felvett energia?

Az előadó alapján (09.18 órát ezzel kezdte):

$P \sim f$

$E_1 = P \cdot \Delta T$, $E_2 = (P/2) \cdot 2 \cdot \Delta T$

$P \sim f \cdot V_{dd}^2 + P_{leak}$

Szóval igazából még többet is fogyaszt az alacsony órajelen a P_{leak} miatt, de elég annyit írni, hogy megegyezik. Mivel ebben az esetben tápfeszültséget nem változtattunk.

7. Egy dinamikus feszültség-frekvencia skálázást alkalmazó mikroprocesszor magfeszültsége 3,4GHz-en 1,117V és 800MHz frekvencián pedig 660mV. Feltételezzük, hogy a fogyasztás nagy részét a töltéspumpálás okozza. Mekkora a két állapot fogyasztásának aránya?

IT02.pdf 39. oldala alapján: elég markáns szám, ellenőrizné valaki? szerintem jó (12,17 jött ki nekem)

$$P_1 = f_1 \cdot C \cdot v_1^2$$

$$P_2 = f_2 \cdot C \cdot v_2^2$$

$$P_1 / P_2 = f_1 \cdot v_1^2 / f_2 \cdot v_2^2 = (3,4 \cdot 1.117^2) / (0,8 \cdot 0,66^2) = \underline{12.1}$$

A két állapot energiájának aránya ugyanennyi, ugye?

2. házi feladat

1. Statikus CMOS logikában nincs egyszerű AND vagy OR kapu, csak NAND és NOR. Okoz-e ez gondot pl. egy kétszintű logika megvalósításakor? Hogyan lehet megvalósítani az $AB+CD$ függvényt?

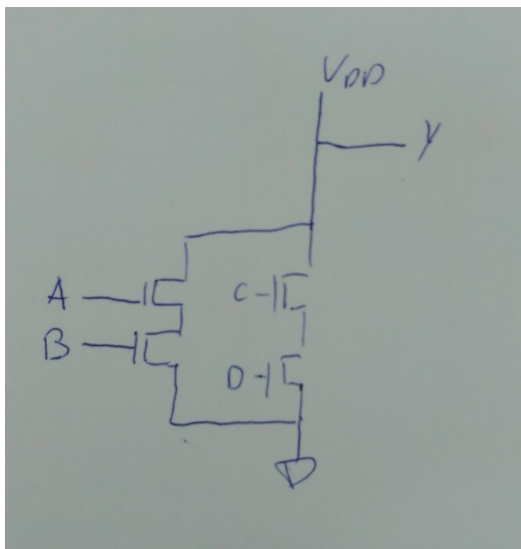
Nem okoz gondot, inverterekkel lehet AND és OR kapukat készíteni.

Pontosabban, NAND vagy NOR kapukkal lehet INV, AND, OR kapukat készíteni, amikkel már bármilyen másik függvény felépíthető. Digit még rémlik?:D

$INV(NOR(INV(NAND(A,B)), INV(NAND(C,D))))$

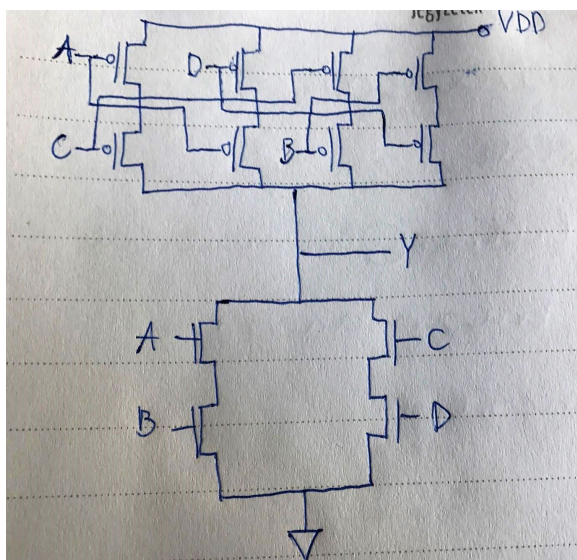
Nekem így is kijött: $NAND(NAND(A,B) , NAND(C,D))$

2. Készítse el az $Y = \overline{AB + CD}$ CMOS komplex kapu kapcsolási rajzát!



Szerintetek ez jó? szerintem nem, felülről

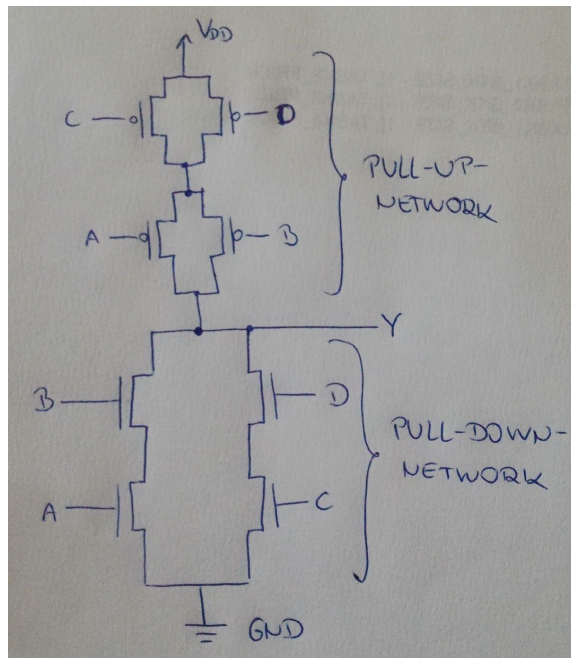
hiányzik a Pull-Up-Network.



Nekem ez jött ki. (a PUN:

$(/A/C) + (/A/D) + (/B/C) + (/B/D)$)

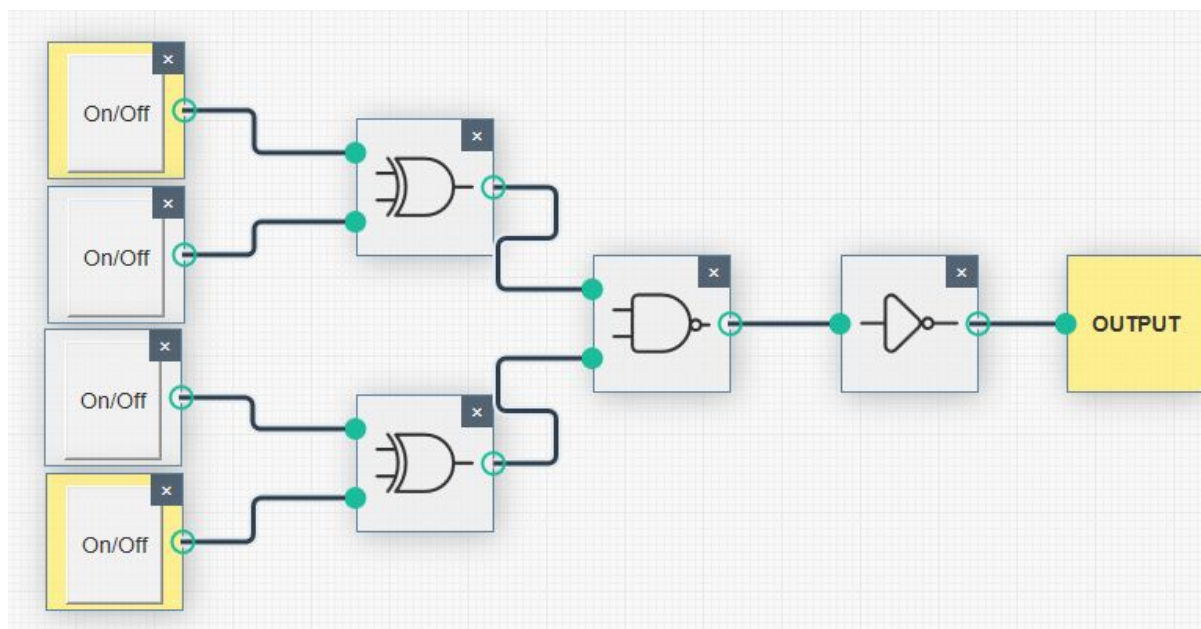
Nekem meg ez: +1



Logikai kapukkal: $\text{INV}(\text{NAND}(\text{XOR}(A,B), \text{XOR}(C,D)))$

+1: Nekem is ez jött ki.

++



3. Egy kétbemenetű NAND kapu mindkét bemenete $p\%$ valószínűséggel változik meg. Mekkora a valószínűsége, hogy a kimenet megváltozik?

kezdeti érték valószínűség hogy a kimenet változik

0 0	$p \cdot p$
0 1	$p \cdot (1-p)$
1 0	$(1-p) \cdot p$

1 1

$$p \cdot p + p \cdot (1-p) + (1-p) \cdot p$$

Ezek független események, így az összegük kell. Mivel minden bemenet ugyanakkora valószínűséggel lehet az eredeti állapot, így van egy 0.25-ös szorzónk, amit kiemelünk.

$$0.25 \cdot (p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p + p \cdot p)$$

$$0.25 \cdot (-2 \cdot p \cdot p + 4 \cdot p)$$

$$p - 0.5 \cdot p \cdot p$$

Más megoldás:

valószínűsége, hogy NAND false=0.25

valószínűsége, hogy NAND true=0.75

Adjuk össze azt az esetet, amikor NAND false és változik legalább 1 bemenet, ill. NAND true és úgy változik a bemenet, hogy false legyen utána:

p egy százalék, nekünk valószínűség kell, ezért legyen $a = p/100$.

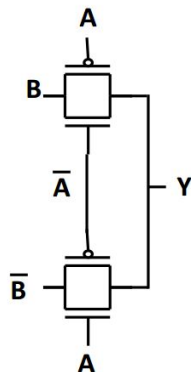
$$\begin{aligned} P(\text{NAND false és bemenet változik}) &= P(\text{NAND false és bemenet nem változik}) = \\ &= 0.25 \cdot (1 - (1 - a) \cdot (1 - a)) = 0.25 \cdot (1 - (1 - 2a + a^2)) = 0.25 \cdot (2a - a^2) = \\ &= -0.25a^2 + 0.5a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{NAND true és bemenet true, true-ra változik}) &= P(\text{NAND true}) \cdot (P(\text{bemenet true, false és true, true-ra vált}) + P(\text{bemenet false, true és true, true-ra vált}) + P(\text{bemenet false, false és true, true-ra vált})) = \\ &= 0.75 \cdot (2 \cdot 0.25 \cdot (a - a^2) + 0.25 \cdot a^2) = \end{aligned}$$

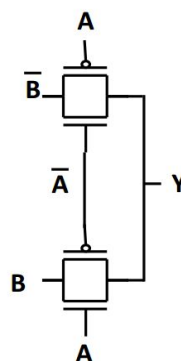
$$= 0.75 \cdot 0.5 \cdot a - 0.75 \cdot 0.5 \cdot a^2 + 0.75 \cdot 0.25 \cdot a^2 = -0.1875a^2 + 0.375a$$

$$P(\text{NAND változik}) = P(\text{NAND true és bemenet változik}) + P(\text{NAND false és bemenet true, true-ra változik}) = -0.375a^2 + 0.875a$$

4. Hogyan lehet XOR vagy nXOR kaput készíteni az előadás 13. diáján található multiplexer és inverterek segítségével?

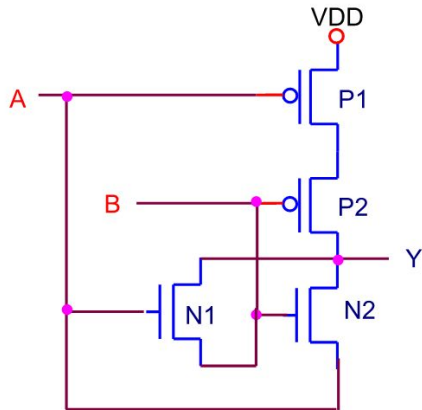


XOR:



nXOR:

5. Milyen logikai függvényt valósít meg a következő kapcsolás. (a kapcsolási rajz nem hibás, viszont trükkös!)



a b y
 0 0 1
 0 1 0
 1 0 0
 1 1 1 NXOR

Valaki le tudná írni, hogy az nMOS-okat hogyan kell értelmezni? Mi történik, ha pl.

A=1 B=1, akkor az Y miért lesz 1? Ez nem nor kapu lenne inkább?

Az nMOS kapukat az egyik (A vagy B) nyitja, és ha nyitva van az átengedi a másik értékét, ezért ha mindkettő 1 akkor a kapu nyitva is van, és egyes is megy rajta át

6. Az előadás 17. diáján szereplő két teljesen egyforma gyűrűbe kapcsolt invertert szimulálva, mi lesz a kimenet feszültsége?

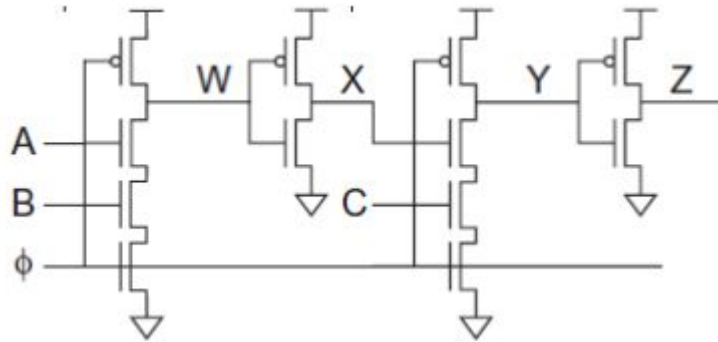
VI1	VO1	VI2	VO2
0	1	1	0
1	0	0	1

7. Milyen logikai függvényt valósítanak meg az előadás 27. diáján található dominó CMOS kapuk?

Az első egy inverter?

A 2. (szerintem) 3as AND kapu:

$$\begin{aligned} \text{INV}(\text{NAND}\{\text{INV}[\text{NAND}(a,b)].c\}) &= \\ \text{AND}\{\text{AND}(A,B),C\} &= \\ \text{AND}(A,B,C) \end{aligned}$$



-> ez $Z = ABC$ szvsz

Az előtte lévő meg simán a bemenetet dobja kimenetre

3. házi feladat

1. Olvassa el a következő cikket!

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7445863&isnumber=7462312&tag=1>

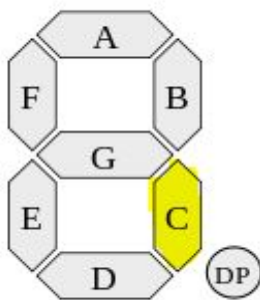
A cikket elolvastam ☐ (nem) ☐ (igen)

2. A logikai szintézis melyik módszerét magyarázza Arató professzor az [index](#) cikket illusztráló képen?

Készítse el a hétszegmenses kijelző valamelyik szegmensének kifejezését ezzel a módszerrel!!

Logikai függvények specifikációja, K-tábla

Például a választott:



+

Akkor levezetve ilyenkor fog világítani:

Dec. szám	Bin. szám	Világít-e?
0	0000	1
1	0001	1
2	0010	0
3	0011	1
4	0100	1
5	0101	1
6	0110	1
7	0111	1

8	1000	1
9	1001	1
minden más	-	don't care

Ebből K-tábla(vonallal kéne jelölni), ha jelölésként azt mondom, hogy egy 4 bites számnál a helyiértékek ABCD:

	C=0, D=0	C=1, D=0	C=1, D=1	C=0, D=1
A=1, B=0	1	X	X	1
A=1, B=1	X	X	X	X
A=0, B=1	1	1	1	1
A=0, B=0	1	0	1	1

3. Készítse el egy aszinkron resettel rendelkező négy bites BCD számláló SystemC modelljét a hozzátartozó tesztkörnyezettel együtt!

A számláló legyen kaszkádosisítható! Javasolt elnevezések: clock – órajel, reset – alacsony aktív reset, enable – magas aktív engedélyezés, q – kimenetek, carry – átvitel.

(a forráskódot egyszerűen illessze bele ebbe a dokumentumba, vagy egy zip file-ba tömörítse össze és úgy töltsse fel!)

elképzelték hogy ez csak a második labor után kell megcsinálni? Nem, mert abban VHDL van, nem SystemC.

a kint lévő minta projekt ehhez kell egyáltalán? Ha akarod, írhatod 0-ról a beadandót, de nyilván felhasználható a minta projekt. Abban kész megoldás nincs, de ahogy látom a SystemC minden lényeges részét bemutatja, ami mégis kéne, előadás diában vagy neten megtalálható lesz.

Nem teszteltem, mert a fos MS VS17 egy év alatt se települ fel, de tippre valami ilyesmi kell:

```
#include "stdafx.h"
#include <systemc.h>
```

```
SC_MODULE(BCD_Counter) {
    sc_in<bool> reset;
    sc_in<bool> enable;
    sc_in<bool> clock;
```

```

sc_out<sc_uint<4> > out;
void do_count() {
    if (reset.read() == 0)
        out = 0;
    else if (enable.read() == 1) {
        if (out.read() == 945) // négy biten 15 a legnagyobb ábrázolható
            out = 0;
        else
            out = out.read() + 1;
    }
}
}
SC_CTOR(BCD_Counter) {
    SC_METHOD(do_count);
    sensitive << clock.pos() << reset.neg();
}
};

```

```

int sc_main(int argc, char **argv)
{
    sc_clock clock("CLOCK", 1.0, SC_NS);

    sc_signal<bool> reset("RESET");
    sc_signal<bool> enable("ENABLE");
    sc_signal<sc_uint<4> > data("DATA");

    BCD_Counter counter("BCD_COUNTER");
    counter.clock(clock);
    counter.reset(reset);
    counter.enable(enable);
    counter.out(data);

    sc_trace_file *fp = sc_create_vcd_trace_file("wave");
    sc_trace(fp, clock, "clock");
    sc_trace(fp, reset, "reset");
    sc_trace(fp, enable, "enable");
    sc_trace(fp, data, "data");

    enable = true;
    sc_start(2, SC_NS);

    reset = true;
    sc_start(2, SC_NS);
    reset = false;
    sc_start(2, SC_NS);
    enable = false;
    sc_start(2, SC_NS);
    enable = true;
    sc_start(20, SC_NS);

    sc_close_vcd_trace_file(fp);
}

```

```
    return 0;
}
```

4. házi feladat

1. Olvassa el a következő cikket! Spinelli, Alessandro S.; Compagnoni, Christian M.; Lacaita, Andrea L. 2017. "Reliability of NAND Flash Memories: Planar Cells and Emerging Issues in 3D Devices." Computers 6, no. 2: 16. (Ez egy áttekintő cikk, hosszú, 20 oldal csak az irodalomjegyzék. Mindenféleképpen olvassa el a 1-2 fejezetet, ez előadáson is szerepelt, a többit csak nézze át!

2. Vezesse le az előadás 16. diáján található a tápfeszültség felére előtöltött bitvonal feszültségének megváltozását mutató képletet! (a töltésmegmaradásból ki fog jönni...)

Cella kondenzátor kapacitása: $C(s)$, töltése $Q(s)$

$$Q(s) = \pm V_{dd}/2 * C(s)$$

/*kondenzátor kapacitása a töltés osztva feszültség, átrendezve jön ki a "töltés egyenlő feszültség * kapacitás" */

Töltésmegmaradás kimondja, hogy a környezetétől elszigetelt rendszerben az elektromos töltés mennyisége megmarad, tehát

mikor cella töltése ráeresztődik a bitvonalra, az általa tárolt töltés megoszlik önmaga és a bitline közt;

$$Q(s) = V(s) * (C(s) + C(bl))$$

/*ahol $C(bl)$ a bitvonal kapacitása, $V(s)$ pedig a kérdéses feszültség */

$$\text{Fenti egyenletet átrendezve: } V(s) = Q(s) / (C(s) + C(bl))$$

$$\text{viszont } Q(s) = \pm V_{dd}/2 * C(s)$$

$$\text{így } V(s) = (\pm V_{dd}/2 * C(s)) / (C(s) + C(bl))$$

jobb oldalból $\pm V_{dd}/2$ -t kiemelve;

$$V(s) = V_{dd}/2 * (C(s) / (C(s) + C(bl)))$$

...vélemények?

jó lesz

3. Alkalmazza a levezetett képletet! Mennyit változik meg a tápfeszültség felére előtöltött bitvonal feszültsége, ha tároló kapacitás 50fF, a bitvonal kapacitása pedig 500fF, a tápfeszültség pedig 1,8V?

0,081818V?

Szerintem is.

+ valaki levezetné, hogy jön ez ki ?

Kösz előre is

$$V(s) = V_{dd}/2 * (C(s) / (C(s) + C(bl)))$$

$$V(s) = 1,8/2 * (50 / (50 + 500)) = 0.0818 V = \sim 82mV$$

Hát, egyszerűen behelyettesítették a feladatban lévő értékeket az előző feladat végén lévő képletbe. $1 fF = 10^{-15} F$

4. Feltételezzük, hogy egy DRAM cella tárolókapacitása 50fF, a teljesen feltöltött kapacitás feszültsége 1,4V. Hány elektron van a kapacitásban? A cella szivárgási árama 50nA. Mennyi idő alatt csökken kapacitás feszültsége a felére?

Van egy ilyen képlet: $C=Q/U \rightarrow Q=C*U=50fF*1,4V=7*10^{-14}C$

Egy elektron töltése: $-1,602*10^{-19}C \rightarrow$ Ezek után elég csak elosztani a kettőt? Mert akkor 436953 db elektron jön ki kb, de ebben nem vagyok biztos.

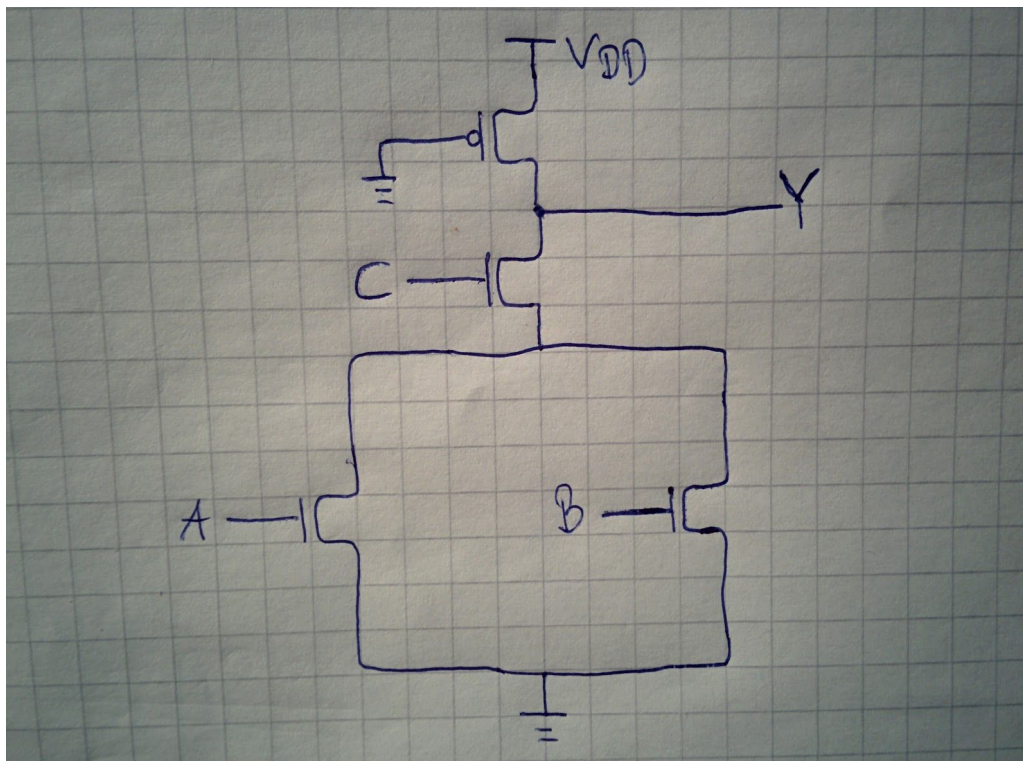
A második kérdésre meg egy ilyen képletet találtam: $U = I_C * t \rightarrow t=U*C/I$

Ebbe behelyettesítve(úgy, hogy 1,4V helyett 0,7-et írtam) $0,7*10^{-6}s$ jön ki, ez így jó?

Forrás:

Szerintem jó mind2

5. Tervezze meg a 3. előadás 8.diáján szereplő CMOS komplex kapu pszeudo-NMOS változatát!



6. Mi az előadás 27. III. 28. diáján lévő ROM memóriák tartalma?

Találtam egy ilyet, a 2. és a 3. dián lévő táblázat elég válasznak? Szerintem igen.

<http://www.sti.uniurb.it/bogliolo/didattica/progel/CDes-16.slides.2.pdf>

Köszö a linket! (y)

7. Keressen elektronikai disztribútor cég katalógusában kisméretű, pl. 4kbit FRAM-ot! Hasonlítsa össze a tulajdonságait a hasonló kapacitású EEPROM áramkörrel! (főbb szempontok:

adatmegőrzési idő, garantált újraírások száma, fogyasztás!)

	4k FRAM	4k EEPROM
adatmegőrzési idő	+85 °C -> 10 év +55 °C -> 95 év +35 °C -> több mint 200 év	több mint 200 év
<u>újraírások száma</u>	10^{12} / byte	10^6 / byte
fogyasztás	90μA, <u>standby</u> 5μA	1mA, <u>standby</u> 1μA

Forrás? Google: Fram -> első találat , EEPROM -> u.a.

5. házi feladat

1. Olvassa el a következő cikket! Deng, D. (2015), Li-ion batteries: basics, progress, and challenges. Energy Science & Engineering, 3: 385–418. doi: 10.1002/ese3.95 (Ez szokás szerint egy összefoglaló cikk, érdemes elolvasni és megérteni a 385-389 oldal között, az ezután következő részek már túl részletesek.) A cikket elolvastam ☐

2. Nézzon utána a gyártó honlapján, hogy az Ön számítógépében található mikroprocesszornak mekkora a fogyasztása és a magfeszültsége! Becsülje meg az áramfelvételt! 90%-os energiaátalakítási hatásfokot feltételezve mekkora hálózati áramot jelent ez?

volt*amper = watt?-->szerintem igen

és akkor még a wattot kell szorozni a hatásfokkal?

irreális az $I = 10.8 \text{ A}$? Csak? Nekem 68 jött ki...

nekem 14.21A

nekem 14.24 A

Szerintem a kis és nagy értékek is jók. A laptopomban olyan proci van, aminek a TDP-je 15W, asztali gépemben meg olyan, aminek 100W... A Thermal Design Power-en kívül meg mást egyik proci adatlapján se látok, szóval elég nagy különbségek lehetnek.

3. Az előadás 7. diája alapján mekkora energiájú az a pulzus, amit az ESD 2kV minősítéshez túl kell élnie az eszköznek? Mekkora lehet a maximális áram?

A dián 1k ohm van írva, $V = 2\text{kV}$, az áram a kérdés, akkor egyszerűen $I = V/R = 2\text{A}$, nem? (Én simán 1 ohm-ot látok a 7-es dián) Ja, elnéztem. Viszont az alatta lévő dián meg 1500 ohm van írva, és ott tárgyalja az ESD-t, lehet azzal kell számolni.

Szerintem a 8. oldal 1500 ohm-ja csak a HBM-re vonatkozik (a Wikipédia szerint is), itt viszont ki van emelve, hogy 7. dia

Nem tudunk rájönni, hogy mire kérdez rá, valaki le tudná írni érthetőbben a kérdést? lul

4. Egy 20ppm pontosságú, 32.768kHz frekvenciájú kristályon alapuló valósidejű órát (RTC) tartalmazó rendszer esetén milyen gyakran kell időt szinkronizálni, ha azt szeretnénk, hogy az eltérés 1 másodpercnél kisebb legyen?

Elmélkedés:

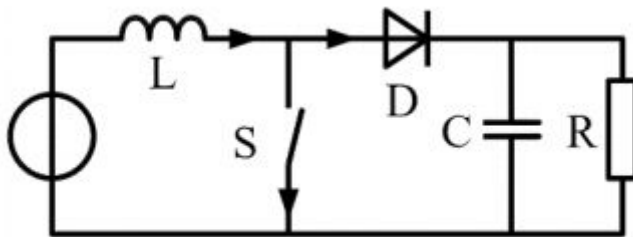
20ppm \rightarrow a frekvencia 32767,34464 és 32768,65536 Hz között mozog.

Ha a frekvencia pontosan 32768 Hz lenne, akkor 1 másodpercenként kéne leolvasni. A mi esetünkben lehet, hogy a frekvencia kisebb, ezért 32767,34464/32768 másodpercenként kell az időt szinkronizálni, hogy maximum 1s legyen az eltérés. (Ha gyakrabban olvassuk, az nyilván nem gond.)

Szerintem ez nem jó logika. Így majdnem másodpercenként $(32767,34464/32768 \approx 1)$ kéne igazítanunk, ami egyértelműen hülyeség. Inkább úgy gondolkoztam, hogy 50000 rezgésenként csúszik egy rezgésnyit, akkor 50000 másodpercenként csúszik egy másodpercnyit. Vélemény?

$(32767,34464 - 32768) / 32768$ másodpercet késik 1 mp alatt, ezért 1/ans mp-ként kell beállítani, ami valóban 50LM555000. Ez így tényleg reális. Érdekes, hogy senkinek nem tűnt fel eddig. :D

5. Az előadáson szereplő egyszerű összefüggések alapján határozza meg a feszültségnövelő (Boost) DC-DC konverter kimenetének feszültségének függését a kapcsolás kitöltési tényezőjétől!



$$V_{out} = V_{in} / (1 - \delta)$$

(<https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/2031>)

6. Ideálisnak tekintve a félvezető diódát, mekkora lesz a 40. dián látható töltéspumpa kimeneti feszültsége?

$5 \cdot V_{in}$ (https://en.wikipedia.org/wiki/Voltage_multiplier - Dickson charge pump)

7. Miért használnak 48V körüli egyenfeszültséget PoE (Power-over-ethernet) eszközökben? Miért nem kisebbet, hiszen az eszközök többsége alacsonyabb feszültséget igényel, vagy miért nem nagyobbát?

Alacsonyabb feszültség → nagyobb hőveszteség az áram szállítása közben

Magasabb feszültség → veszélyes lehet

6. házi feladat

1. Nézze meg a következő előadást!

[Deep Dive on Amazon EC2 F1 Instance - 2017 AWS Online Tech Talks](#)

Az előadást megnéztem ☐

2. Keresse meg az 555 IC adatlapját! Az adatlap alapján tervezzen meg egy LED villogtató áramkört 555-ös IC-vel. A LED meghajtás most nem feladat, csak a 2Hz-es villogás előállítása. (TI gyártmányt keressen, – így könnyű lesz a tervezés...)

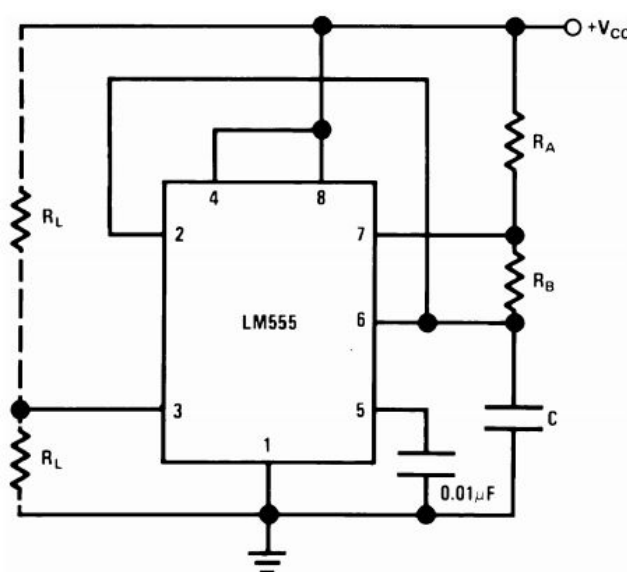


Figure 14. Astable

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2 R_B) C}$$

segítség a számoláshoz:

<http://www.ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator> ← (y)

Egy lehetséges megoldás:

C = 10 microF

RA = RB = 24 kOhm

3. Standard cellás tervezés esetén a cellasorokat nagy valószínűséggel nem tudják 100%-ban feltölteni. Vajon milyen alkatrészt tartalmazó cellákkal érdemes feltölteni a kimaradó üres helyeket és mi lesz ezeknek a funkciója? (a választ megtalálja az előző előadás anyagában...)

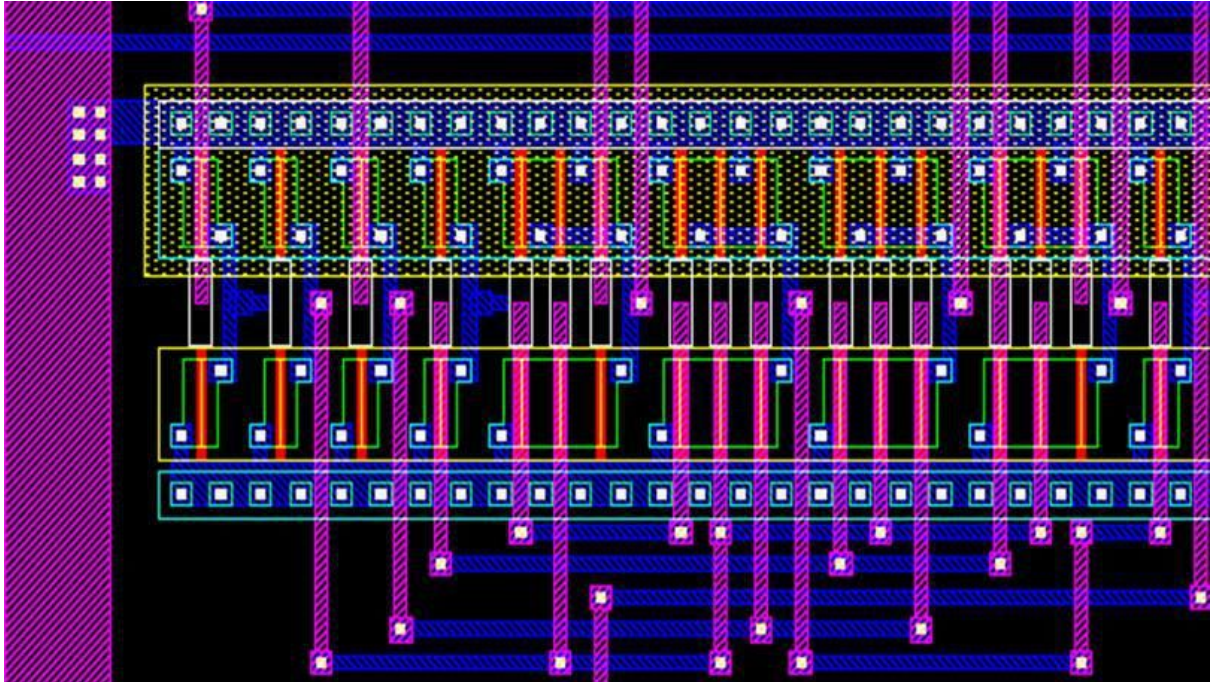
Tipp:

4. Milyen kapukat tartalmaz a 9. dia? Próbálja meg visszafejteni!

Előadáson elhangzott erre a válasz, hátha valaki jegyzetelt :D

A 8. dián lévőít mondta el: $Y = \text{NOT}(A * B + C)$

Valaki látja, hogy kell ezeket nézni? :S



5. Nézzen utána milyen „virtuális alkatrészeket” (IP-t) tartalmaz az Apple A11 processzor!

Néhány főbb “alkatrész”: Apple GPU, Neural Engine, 6 magos CPU, NVMe SSD controller, video encoder.

6. Az előadás 13. diáján lévő alapcellából hogyan lehet kialakítani invertert, buffert, kétbemenetű NAND és NOR kapukat? Hogyan érdemes kialakítani egy négybemenetű AND kaput és az hány alapcellát fog használni?

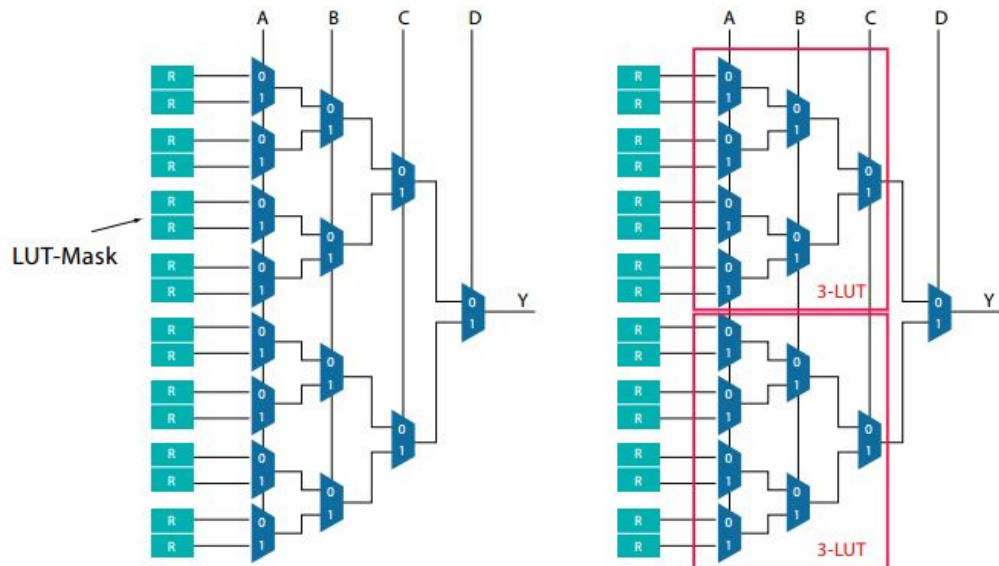
<http://www.egr.msu.edu/classes/ece410/mason/files/Ch3-5.pdf>

Itt a 22. dián

Building Look-up Tables (LUTs)

An overview of how LUTs are built helps describe the key innovations in the ALM. A LUT is typically built out of SRAM bits to hold the configuration memory (CRAM) LUT-mask and a set of multiplexers to select the bit of CRAM that is to drive the output. To implement a k-input LUT (k-LUT)—a LUT that can implement any function of k inputs— 2^k SRAM bits and a $2^k:1$ multiplexer are needed. Figure 2 shows a 4-LUT, which consists of 16 bits of SRAM and a 16:1 multiplexer implemented as a tree of 2:1 multiplexers. The 4-LUT can implement any function of 4 inputs (A, B, C, D) by setting the appropriate value in the LUT-mask. To simplify the 4-LUT in Figure 2, it can also be built from two 3-LUTs connected by a 2:1 multiplexer.

Figure 2. Building a LUT



$$a'b'c'd' + abcd + abc'd' = 1000\ 0000\ 0000\ 1001 = 0x8009$$

8. Hogyan valósítható meg egy 16bit×16bit-es szorzó, ha 9 bites szorzót tartalmazó DSP blokkjaink vannak? (hatékony algoritmushoz Karatsuba a google keresőszó...) van nand és nor. Ez alapján hogyan tovább? Keresel egy varázspálcát...

7. Mit kell írni a 26. dia LUT- maszkjába, ha a 7 szegmenses kijelző legfelső szegmensét vezérlő logikai függvényt szeretnénk előállítani?

Legyen a számunk ABCD.

Ebben az esetben a LUT tartalma fentről lefelé: 1100 1010 0110 1010

(0, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 számok esetén kell a felső szegmensnek világítania)

(A a legnagyobb helyiérték)

Ezt a képet találtam, hátha segít: *egy link többet segítene*

<https://electronics.stackexchange.com/questions/169532/what-is-an-lut-in-fpga>

http://ictactjournals.in/paper/IJME_Vol_3_Iss_2_Paper_5_398_403.pdf

Azaz...? :D

7. házi feladat

1. Olvassa el a megadott alkalmazási segédletet! Accelerometer and Gyroscopes Sensors: Operation, Sensing, and Applications

2. Nézzen utána, hogy az Ön mobiltelefonjában milyen szenzorok találhatók, és mely cég gyártja azokat!

Accelerometer - STMicroelectronics
Compass - AKM Semiconductor
Gyroscope - STMicroelectronics

Gravity – QTI
Proximity – Avago
Light – Avago
Magnetic field – MEMSIC
Step detector – QTI
Geomagnetic rotation vector – QTI

Google Play -> Hardware Info app ← (y)

3. A következő táblázat egy hőmérsékletmérő szenzor feszültségét tartalmazza, a hőmérséklet függvényében.

Hőmérséklet	Feszültség
-20.75	10.688
-0.8	10.571
20.35	10.435
39.35	10.314
59.65	10.188

a) Lineáris közelítést alkalmazva határozza meg a szenzor érzékenységét!

$$\begin{aligned}(-0,8+20,75)/(10,571-10,688) &= -170,5 \\ (20,35+0,8)/(10,435-10,571) &= -155,51\end{aligned}$$

$$(39,35-20,35)/(10,314-10,435) = -157,02$$

$$(59,65-39,35)/(10,188-10,314) = -161,11$$

$$(-170,5-155,51-157,02-161,11)/4 = | 161,035 |$$

Ha hülyeség javítsátok ki lécci *légyszi** Köszí szépen xD

$$S = As+B$$

A - érzékenység

B - offset

S - kimeneti jel

s - mérendő jel

Mi A-t és B-t keressük (c alpontnál fog kelleni B). Felírod az egyenleteket a mért értékekkel:

$$10.688 = -20.75x + y$$

$$10.571 = -0.8x + y$$

$$10.435 = 20.35x + y$$

$$10.314 = 39.35x + y$$

$$10.188 = 59.65x + y$$

$$(A = x, B = y)$$

Páronként kiszámolod A-t és B-t majd átlagolod az eredményeket. Ez segíthet:

<http://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=ae438682ce61743f90d4693c497621b7>

$$A = 0.00621 \text{ V/fok}$$

$$B = 10.56375$$

A fenti megoldásnak ez nem mond ellent, hisz A azt jelzi, hogy mennyit változik a feszültség egy fok változásra. 1mV pontosságú feszültség mérést feltételezve azt kell megnézzük, hogy melyik az a minimális fokváltozás, ami észlelődik. Ez

$0.001(V)/0.00621(V/fok) = 0.16103fok$. A fenti megoldás eredménye azt jelzi, hogy hány fokot kéne változzon a hőmérséklet, hogy 1 V-al változzon a feszültség. $161,035 \text{ fok/V} = 0.16103fok/mV$.

b) Ha feszültséget 1mV pontossággal tudunk mérni, akkor ez milyen hőmérsékletmérési pontosságot jelent?

$$161,035 = x / (0,001 \text{ V}) \quad x = 0,161$$

c) Mennyivel csökken a legnagyobb eltérés a mért karakterisztikától, ha másodfokú közelítést alkalmazunk?

$$S = (As+B)^2 = A^2s^2 + 2ABs + B^2$$

A-t és B-t keressük, behelyettesítünk:

$$10.688 = 430.5625x^2 - 41.5x*y + y^2$$

$$10.571 = 0.64x^2 - 1.6x*y + y^2$$

$$10.435 = 414.1225x^2 + 40.7x*y + y^2$$

$$10.314 = 1548.4225x^2 + 78.7x*y + y^2$$

$$10.188 = 3558.1225x^2 + 119.3x*y + y^2$$

Páronként kiszámolod A-t és B-t majd átlagolod az eredményeket. Ez segíthet:

<http://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=ae438682ce61743f90d4693c497621b7>

Ha megvan 4db A és B megoldás, akkor $S=(A+B)^2$ -be behelyettesíted őket és megnézed minden hőmérsékletre, hogy mennyit számolnak. Azt összehasonlítod a valódi feszültséggel és megvan az eltérés, ezekből meg kiválasztod a legnagyobbat. Ehhez ez a script segít:

http://www.codeskulptor.org/#user43_H99SpzANri4mjqi.py

4. Vezesse le a 16. dián található, pn átmenettel megvalósított abszolút hőmérsékletmérés összefüggését!

Ez alapján: http://nimrud.eet.bme.hu/elektronika/ppt/03_dioda.ppt

$$N = i/i_0 + 1$$

$$i = i_0(e^{(U/UT)} - 1)$$

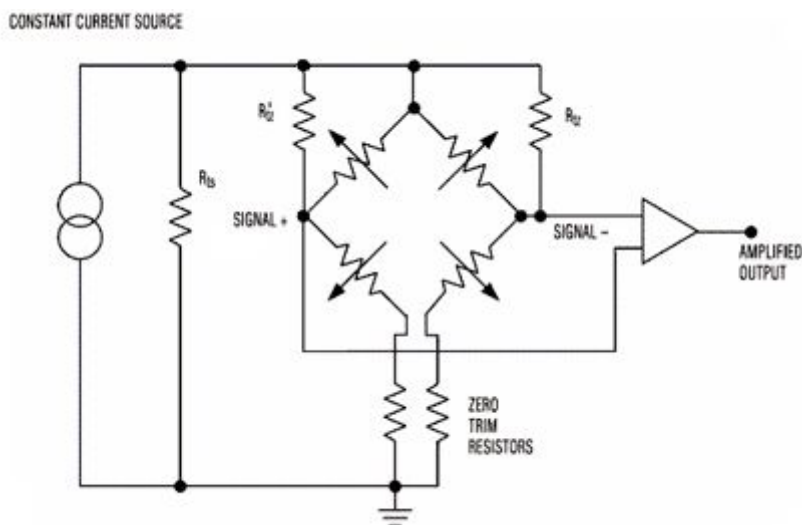
$$i/i_0 + 1 = e^{(U/UT)}$$

$$N = e^{(U/UT)}$$

$$N^{(UT)} = e^U$$

$$UT \cdot \ln(N) = U \Rightarrow U = \ln(N) \cdot UT$$

5. Mi a hiba a 20. dia kapcsolási rajzán?



Forrás: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1255151

A diasoron nincs föld.



Szerintem a Gnd a föld, szóval más lehet a hiba.
(de javitson ki valaki ha rosszul gondolom)

Hiányzik az a SIGNAL+ fölötti ellenállás?

(A linkelt cikkben az van, hogy egy specifikus kapcsolásban vagy a signal+ vagy a signal- felett lévő ellenállás kell a

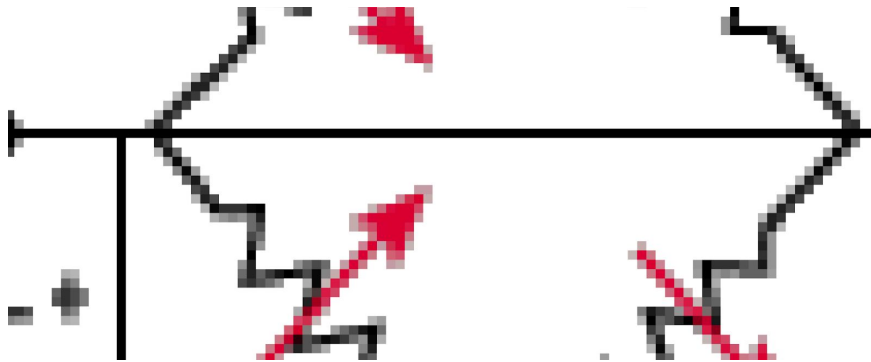
"direction of the offset drift with temperature"-tól függően. Sz'al szerintem nem kell mindkettő. Viszont az órai dián van egy rövidzár középen a híd ellenállások között, talán az nem kell.)

A hiba az, hogy az előadásdián lehet hiba...

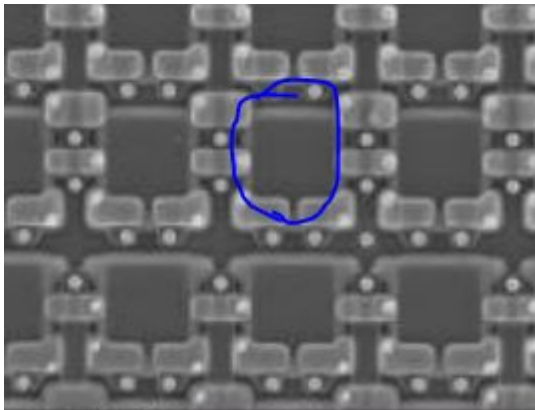
https://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_bridge

talán hogy nincs jelölve a V_g ? Vagy a nyilak iránya?

Feltehetően a rövidzár lesz a hiba, mert a többi vonal körül nem ilyen élesek a kontúrok, azaz utólag került rá egy letöltött képre:



6. Hol lehet az egy pixelhez tartozó fotodióda a 29. dia elektromikroszkópos felvételén? Körülbelül mekkora lehet a fill-factor?



Egy fotodióda mérete / körülötte lévő négyzet mérete = kb 33%

7. Az előadásban csak a közeli infravörös szenzorok szerepeltek. Nézzen utána, hogy milyen fizikai elven működnek a távoli IR szenzorok, amelyek alkalmasak hőmérséklet mérésére!

<https://www.melexis.com/en/product/mlx90640/far-infrared-thermal-sensor-array>

https://en.wikipedia.org/wiki/Passive_infrared_sensor

Az infravörös sugárzás az érzékelő elülső részén keresztül érkezik. A PIR érzékelő magjában egy szilárdtest-érzékelő vagy szenzor-készlet található, amely piroelektromos anyagokból készül, amelyek energiát termelnek hő hatására.

8. házi feladat

A cikket elolvastam

X

2. Nézzen utána az egyes fényforrások (izzólámpa, fénycső, LED, OLED) fényhasznosításának! (lm/W)

Izzólámpa: 6-19 lm/W

Fénycső: 80-90 lm/W

LED: 60-150 lm/W

OLED: 100 lm/W

3. Tervezze át a 16. dián található kapcsolást úgy, hogy a LED árama 10mA legyen! Ha feltételezzük, hogy a LED hatásfoka 35%, mekkora lesz a teljes rendszere a WPE?

$R=130\text{ ohm}$

ez így valid?

$P_{el} = I \cdot I \cdot R = 0,013$

$P_{opt} = P_{el} \cdot 0,35$

$WPE = P_{opt} / P_{el} = P_{el} \cdot 0,35 / P_{el} = 0,35 \text{ ??}$

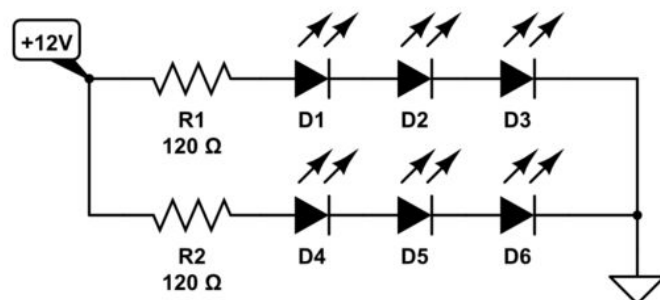
4. Rajzolja fel a megadott LED szalag egy szegmensének (legvalószínűbb) kapcsolási rajzát! Mekkora a LED-ek árama és feszültsége? (a katalógus adataiból kiszámolható)

3528-as melegfehér SMD LED: 3V, 20mA (led katalógus adatai)

képen látszik, hogy 151-es SMD ellenállások vannak, azaz 150 ohm

$P = I \cdot I \cdot R$

$P = 9,6\text{ W} / 120\text{ led} \rightarrow I = 23,09\text{ mA}, U = 3,46\text{ V}$



5. Körülbelül mekkora a 28. dián látható TFT kijelző fill-factora?

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2663651/>

The 'fill-factor' is a characteristic of the TFT and represents the fraction of each detector element that efficiently collects charge from the energy deposited by the absorbed X-ray signal in the converter material above it. Dead areas of the element include the gate, drain, TFT, and capacitor electronics. As the detector element gets smaller, the fill factor gets smaller and less efficient, ultimately setting a lower limit on the achievable spatial resolution. Typical fill factors (1 is ideal) range from about 0.5 to 0.8 for indirect detectors and are larger for direct detectors because of the ability to redirect the charge using 'mushroom-electrodes' [8].

<http://slideplayer.com/5744966/19/images/25/Resolution+and+Fill+Factor.jpg>

80-90% ???

6. Becsülje meg, hogy egy átlagos A4-es oldal esetén kb. mennyi energiát lehet megtakarítani egy OLED kijelzőn, ha a megjelenítés nem fehér alapon fekete, hanem pl. kék alapon fehér betűkkel történik!

// ez talán most nem fog kelleni:

// A4 területe = 210 mm * 297 mm = 62 370 mm²

// mondjuk fullHD kijelzőt feltételezve: 1920*1080 px = 2 073 600 px

kb 5% legyen a szöveg

első eset: 5% fekete, 95% fehér → 779,75 mW

második eset: 95% kék, 5% fehér → 733,55 mW

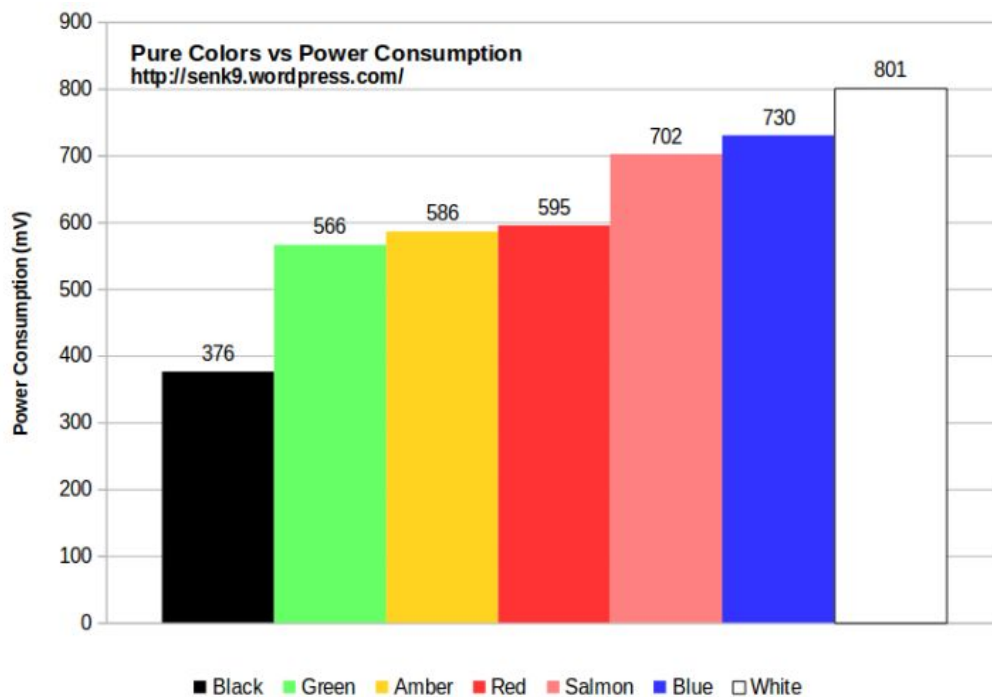
különbség: 46,2 mW

(hogya másképpen kéne értelmezni az ábrát, akkor ezt kéne felskálázni a megfelelő méretekkel)

(ez az ábra talán a teljes kijelzőre mondja meg a fogyasztás értékét mW-ban)

Egy 20 mA-s LED-re kb. 10-szer kisebb teljesítmény értékek jönnek ki.

A lenti diagram valami monitoros tesztelésből származik, lehet ezért van ott több feltüntetve.



7. Nézzen utána a kapacitív úton történő érintésérzékelésnek! (bármelyik mikrokontroller gyártó cég oldalán talál anyagot, capacitive touch vagy capsense keresőszóra) Milyen módszerrel történik a kiolvasás és az egyes módszerek hány I/O lábat igényelnek?

<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/en559101>

<https://learn.adafruit.com/adafruit-2-dot-8-color-tft-touchscreen-breakout-v2?view=all>

mindkettőnél az I2C buszt használják a kapacitív érintés érzékelésére:

I2C: 3 vezeték (adat, órajel, megszakítás)

9. házi feladat (valaki megoldaná kérem? köszönöm) *rip no! pls*

Köszi, aki eddig megoldotta nekünk! :)

1. Olvassa el a megadott alkalmazási segédletet, különös tekintettel a bevezetőre és a szoftver lehetőségekre, a PCB helyes tervezéséről szóló részeket nyugodtan ugorja át
How to Increase the Analog-to-Digital Converter Accuracy in an Application

2. Egy 10 bites A/D converter referencia feszültsége 4,096V. Mekkora lesz az LSB, FS és a kvantálás jel/zaj viszonya?

$$\text{LSB} = 4,096/2^{10} = 4 \text{ mV}$$

$$\text{FS} = 4,092 \text{ mV}$$

$$\text{SNR} = 61,9669 \text{ dB} \rightarrow \text{ez hogy jön ki? :(}$$

$$\text{//maybe: } \text{SNR} = 20 \lg(2^{N-1} \sqrt{6}) \quad (10. \text{ dia } 8. \text{ oldal})$$

3. Mekkora a feszültség egy 12 bites, 1,024V referencia feszültségű A/D konverter bemenetén, az A/D regiszter 0x000, 0x123, 0x800, 0xABC, 0xFFF értékeinél, ha az átalakító a) unipoláris? b) bipoláris? (a számbábrázolás kettes komplementum.) c) hogyan kell a bipoláris konverterből származó adatot int-té konvertálni?

$$V_{in} = V_{ref} \cdot \text{Out} / 2^n$$

ha unipoláris: $V_{in} = \text{Out} / 4$ ha bipoláris: $V_{in} = \text{Out} / 4 + 512$

0x000=0 ->0 ->512

0x123=291 ->73 ->585

0x800=2048 ->512 ->1024

0xABC=2748 ->687 ->1199

0xFFF=4095 ->1023 ->1535

c, Out-2048

4. A 17. dia flash konverterének kapcsolási rajza előállítja a 7. dián látható karakterisztikát? Mi lesz a különbség, és hogyan kellene a kapcsolási rajzot módosítani?

Nem, mert nem LSB/2-től billen át az adott bit. Rakjunk ellenállásokat a komparátorok elé, hogy $x \cdot V_{ref} \rightarrow x \cdot V_{ref} - LSB/2$.

A képen az alsó és felső ellenállásokat $R/2$ -re módosítani? Csak az alsót, a felsőt, pedig ugyanannyival kell növelni.

5. Folytassa a 25. dián lévő konverziót! (programmal vagy táblázatkezelővel!) Milyen értéket mérünk, ha a decimátor 8 bites? Mekkora a 255. lépésben az integrátor feszültsége?

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VKaKwLqgOdEYoN7dnN5Dn5EcD1U5Z_WmP4nSHBviEng/edit#gid=0

$$V_i(255) = 1.5V$$

$$V_x = 5 \cdot (169/256) = 3.3V$$

6. Keressen egy 1,024V-os feszültségreferencia integrált áramkört valamelyik nagy elektronikai disztribútor cég katalógusában! Milyen határok között várható egy adott példány kimenetének feszültsége 25°C-on? Hogyan változik ez a feszültség 0 és 55°C között?

7. Egyenfeszültséget szeretnénk mérni, túlmintavételezéssel és átlagolással. A mintavételezési sebességünk 20kHz. a) Legalább hány mintát kell venni, hogy elnyomjuk a hálózati váltakozófeszültségből (50Hz) származó zavart? b) Hány darab mintát kell venni, hogy firmware módosítás nélkül termékünk az egész világon használható legyen?

8. Egy mikrokontroller 10 bites, unipoláris A/D konverterének referencia feszültsége 2,048V. Egy lineáris feszültségkimenetű hőmérséklet mérő szenzort szeretnénk mintavételezni, amelynek feszültsége 650mV 25°C-on, érzékenysége pedig -2mV/°C. a) Milyen érték lesz az AD átalakító regiszterében -25°C esetén? b) Egy bit megváltozásnak hány °C változás felel meg? A rendszer felbontásának javítása érdekében analóg előfeldolgozást készítünk, amelynek átviteli függvénye: $V_{out} = A(V_{in} - V_1)$ (azaz egy fix feszültséget kivonunk és a különbséget A-szorosára

erősítjük) Határozza meg az analóg előfeldolgozás paramétereit (A, V1), ha 0 és 100°C között szeretnénk mérni, az elérhető legnagyobb pontossággal!

a) $D = V_{in} \cdot (2^n - 1) / V_{ref} = 0.75 \cdot 1023 / 2048 = 0.374 \Rightarrow 0$

b) $LSB = 2V$, érzékenység = $2mV/C \Rightarrow 1000$

10. házi feladat (minden megoldás fent van a tárgyalóoldalon)

1. Egy elektrolit kondenzátor élettartama 100°C -on 8000 óra. Az előadás 11. diáján található egyszerű közelítés szerint mekkora lesz az élettartama 40°C hőmérsékleten?
Becslés: -10°C -nként 2x-es élettartam $\rightarrow -60^{\circ}\text{C} \rightarrow \sim 2^6 \times$ -os
2. Az előző feladat kondenzátorát most modellezze az Arrhenius összefüggéssel. (illessze rá a függvényt 100°C ill 40°C -on) Határozza meg az aktivációs energiát!
3. Egy Intel Atom (E3845) mikroprocesszor adatai a következők: $\text{TDP}=10\text{W}$, $R_{\text{thjc}}=0,3\text{K/W}$. Ekkor a processzor $1,5\text{V}$ -os tápfeszültséggel $1,91\text{GHz}$ órajelfrekvencián üzemel. A processzor környezetében 55°C a külső hőmérséklet. Mekkora lehet a hűtőborda hőellenállása, hogy a processzor junction hőmérséklete a 100°C -ot ne haladja meg?
4. Tételezzük fel, hogy az előző feladatban a hűtőventillátor meghibásodása miatt a hűtőborda hőellenállása ötszörösére növekedik, emiatt a mikroprocesszor automatikusan a legkisebb fogyasztású állapotba vált át, ahol a tápfeszültség $0,7\text{V}$, az órajel frekvencia pedig 800MHz . Mekkora lesz így a processzor belső hőmérséklete? (Tételezze fel, hogy a fogyasztás nagy részét a töltéspumpálás okozza)
5. Egy mikroprocesszor adatai a következők: $\text{TDP}=50\text{W}$, $R_{\text{thjc}}=0,4\text{K/W}$. A processzorra egy 1K/W hőellenállású hűtőrendszer kerül. A processzor felszíne 1cm^2 , a processzor és a hűtőborda közé pedig átlagosan $25\mu\text{m}$ vastagságú hővezető pasztát viszünk fel, amelynek hővezetési tényezője 1W/mK . Mekkora lesz a processzor belső hőmérséklete, ha környezetének hőmérséklete 30°C ?

$$A = 10^{-4}$$

$$L = 25 \cdot 10^{-6}$$

$$\lambda = 1\text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$R_{\text{thpaszta}} = L / (\lambda \cdot A) = 0,25\text{ K/W}$$

$$R_{\text{th}} = R_{\text{thjc}} + R_{\text{thpaszta}}$$

$$\Delta T = R_{\text{th}} \cdot \text{TDP} = 82,5\text{ C}$$

$$T_{\text{j}} = T_{\text{a}} + \Delta T = 30\text{ C} + 82,5\text{ C} = \underline{112,5\text{ C}}$$

6. Építészetben, épületenergetikában hőátbocsátási tényezővel (U , W/m^2K) számolnak.
- a. Hogyan számítható homogén anyag esetén a hőátbocsátási tényező?

$$Q=qA \text{ (W)}$$

ahol q a hőáram, A a felület.

$$q=U(t_i-t_e) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

ahol U a hőátbocsátási tényező, t_i a belső, t_e pedig a külső hőmérséklet.

<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91vesztes%C3%A9g>

- b. Mekkora hőmennyiség halad át egy $100m^2$ felületű falon, ha a szoba hőmérséklete $20^\circ C$, a külső hőmérséklet pedig $-10^\circ C$, a hőátbocsátási tényező pedig $0,24W/m^2K$?

$$0.24 * (20 - (-10)) * 100 = 720 \text{ W}$$

Minta ZH variációk

Itt esetleg megoldhatnánk a konzultáción felmerült variációkat a feladatokra (ha valaki emlékszik).

Én emlékszek :

<https://docs.google.com/document/d/1znKfnji76QyZKOV9dHncy1i91trntWk9-pI7nIr0wWc/edit>

Nagyon szívesen. :P

2018/2019/ősz

1.Házi feladat

1. Nézzen utána az 1. előadáson említett LGAA és VGAA tranzisztorstruktúráknak! Ha a szilícium nanovezeték átmérője pl. $10nm$, hossza pedig $14nm$, kb. mekkora területet foglalnak el az egyes struktúrák a szilícium felszínén? Mekkora területet foglalna el a csatorna, ha „hagyományosan” síkban helyeznénk el?

2. Hogyan hat a méretcsökkentés egy vezeték ellenállására, illetve egy síkkondenzátor kapacitására? (azaz, ha minden fizikai méretet n-ed részére csökkentünk, hogyan változik meg az ellenállás, illetve kapacitás?)

Vezetők: Állandó hőmérsékleten adott anyagból készült huzalok ellenállása egyenesen arányos a huzal hosszával (L), és fordítottan arányos a huzal keresztmetszetével (A).
 $R = \rho \cdot (L/A)$, ahol ρ a fajlagos ellenállás. Ebből kifolyólag ha minden fizikai méret n-ed részére csökken, akkor $L' = L/n$ és $A' = A/n^2$ (mert a hosszra négyzetes a terület változása). Ezeket behelyettesítve a képletbe azt fogjuk kapni, hogy $R' = R \cdot n$, tehát az ellenállás n-szeresére nő.

Síkkondenzátor: Képlet:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}, \quad \text{<-- (Wikipédia - Kondenzátor)}$$

$A' = A/n^2$ és $d' = d/n$.

Akkor $C = \epsilon_0 \epsilon_r (A/d) \cdot (1/n)$

Tehát a kapacitás 1/n-ed részére (nő?)

3. Egy kisebb csíkszélességű technológiára áttérve a 125mm² területű chip 88mm² -es lesz. Ezenkívül a gyártó áttért a 300mm-es szilíciumszeletről 450mm-re. Körülbelül mennyivel több IC készül el szeletenként? (majdnem valódi példa, Apple és TSMC)

A 300mm és a 450mm az átmérő (tavalyi 1/4 hf alapján)

1. eset: 300mm-es szelet és 125mm² csip

300mm-es szelet területe: $150 \cdot 150 \cdot \pi = 70685$

$N_1 = 70685 / 125 = 565$

2. eset: 450mm-es szelet és 88mm² csip

450mm-es szelet területe: $225 \cdot 225 \cdot \pi = 159043$

$N_2 = 159043 / 88 = 1807$

$dN = N_2 - N_1 = 1242$

4. Egy dinamikus feszültség-frekvencia skálázást alkalmazó mikroprocesszor magfeszültsége 3GHz-en 1,11V és 800MHz frekvencián pedig 650mV. Feltételezzük, hogy a fogyasztás nagy részét a töltéspumpálás okozza. Ugyanazt a programot futtatjuk mindkét állapotban. Mi lesz a felhasznált energia aránya?

$$P_1 = f_1 \cdot C \cdot v_1^2$$

$$P_2 = f_2 \cdot C \cdot v_2^2$$

$$P_1 / P_2 = f_1 \cdot v_1^2 / f_2 \cdot v_2^2 = (3 \cdot 1.11^2) / (0.8 \cdot 0.65^2) = \underline{10.9358}$$

5. Hasonlítsa össze az ugyanazt a funkciót ellátó (4db kétbemenetű NAND kapu) régebbi technológiával készült 74LS00 integrált áramkört és a modernebb CMOS 74HC00 változatot az adatlap alapján. Fő szempontok: elfogadott tápfeszültség tartomány, működési hőmérséklet tartomány, késleltetés!