

Elektronika alapjai 12. gyakorlat

A gyakorlaton megoldott feladatok

1. Feladat

Mekkora (digitális értelemben vett, bit/s) sávszélességet igényel egy full-HD kijelzés (1920×1080, másodpercenként 60 kép) átvitele, ha az egyes színkomponenseket 8 biten visszük át?

- A) Határozza meg a „nettó” sávszélességet!
- B) Nézzen utána, hogy a valóságban, pl. HDMI esetén hogyan alakul a szükséges sávszélesség!

Megoldás

Ez 2021-ben nagyjából egy technikai minimumnak tekinthető egy számítógép kijelző esetén, bár a digitális televíziózás Európában általában 1920×1080i, 50Hz-t használ. Az 'i' azt jelenti, hogy a valóságban két félképet visznek át, így a képfrissítés csak 25 teljes kép másodpercenként.

A szükséges sávszélesség:

$$X \cdot Y \cdot 3 \cdot bp \cdot f = 1920 \cdot 1080 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 60 = 2,781Gbit/s$$

(itt 1Gbit = 2³⁰ bit. Ha 1Gbit-et 10⁹ bitnek definiálunk, picit nagyobb számokat kapunk.)

Ez sem kevés, de a valóságban ennél jóval többet igényel. A HDMI kábelen a jeleket egy ún. TMDS kódolással viszik át, ami 8bit-es szavakból 10bit-es szavakat képez (másik elnevezése a 8b/10b). Másrészt történelmi okokból hosszabb sorokat és több sort visznek át, mint amennyi a kép méretéből következne. Erre a CRT kijelzők miatt volt szükség, a katódsugárcsőes kijelzőkben szükség volt szinkronizáló jelekre és időre, amíg az elektronsugár a kép jobboldaláról visszakerül a bal oldalra, illetve a kép aljáról a tetejére (vertikális ill. horizontális visszafutás) Emiatt az átvendő információ úgy tűnik, mintha a kép nagyobb lenne, full HD esetben:

$$(1920 + 280) \cdot (1080 + 45) \cdot 3 \cdot 10 \cdot 60 = 4,15Gbit/s$$

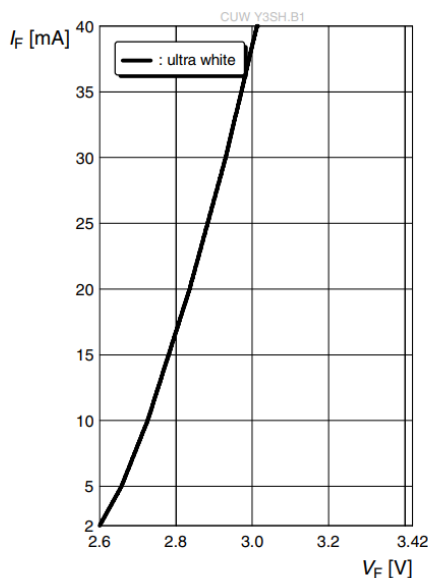
A “felesleges”, képi információt nem tartalmazó időben (HDMI terminológia: data island) történik a hang és egyéb információk átvitele, egy jóval erősebb, hibajavító kódolással.

2. Feladat

Tételezzük fel, hogy állítható háttérvilágítást készítünk LED segítségével. (OSRAM Micro SIDELED® 3806, CUW Y3SH.B1) A mellékelt adatlap-részlet alapján tekintse át a megvalósítási lehetőségeket! A LED-et az ajánlott, 20mA-es munkapontban szeretnénk használni a maximális megvilágítás esetén. Hogyan lehet pl. 50%-os intenzitást megvalósítani?

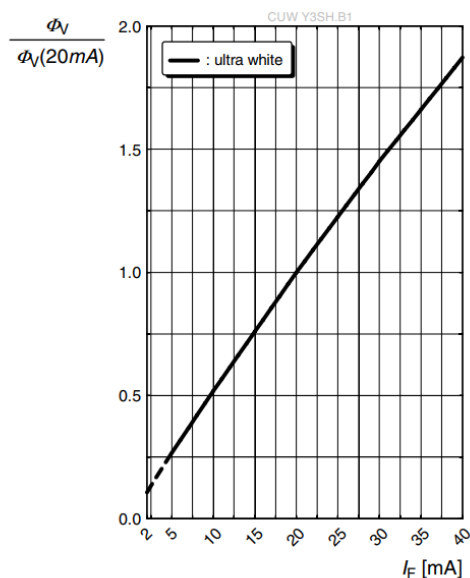
Forward current ^{6), 7)}

$$I_F = f(V_F); T_s = 25^\circ\text{C}$$



Relative Luminous Flux ^{6), 7)}

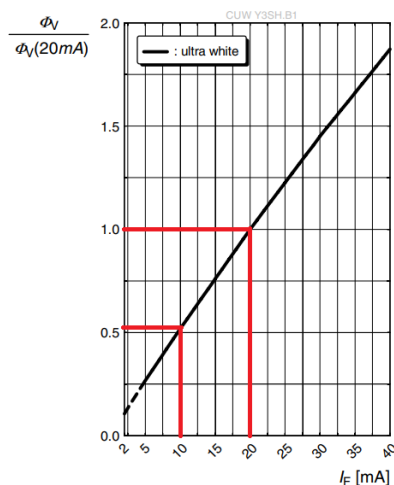
$$\Phi_V / \Phi_V(20\text{mA}) = f(I_F); T_s = 25^\circ\text{C}$$



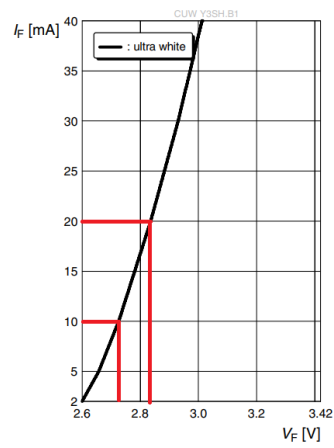
Megoldás

A leggyakrabban alkalmazott megoldás a pulzus-szélesség moduláció. A LED-re kerülő áram kitöltési tényezőjét változtatjuk a kikapcsolt és a 20mA között. 50%-os megvilágításhoz az idő felében kell a LED-et bekapcsolni. A frekvenciát néhány kHz-re érdemes választani.

Másik lehetőség az áram változtatása. Igényesebb monitorok esetén ezt történik, nem PWM. A PWM stroboszkóp hatást okozhat, ami az erre érzékenyeknél fejfájást válthat ki. Látható, hogy az intenzitás csaknem lineárisan szabályozható az áram függvényében.



Harmadik lehetőségünk a feszültséggel történő vezérlés. Tudjuk, hogy ez a gyakorlatban kerülendő, hiszen az LED elektromos szempontból egy dióda, azaz kis feszültségváltozáshoz nagy áram (és ebből következően fényesség) változás tartozik. A 20mA-hez 2,84V, a 10mA-hez pedig 2,73V tartozik.



3. Feladat

Egy laptop fogyasztása átlagosan 10W, ebből az aktív LCD kijelző 75%-os fényességen 2W-ot fogyaszt. A teljesen feltöltött akkumulátor 5200mAh kapacitású és 11,1V-os. Mennyi ideig fogja bírni 100%-os ill. 50%-os fényességgel?

Megoldás

Első közelítésben számoljuk ki az akkumulátor energiatartalmát! (ez nem teljesen korrekt, de első közelítésben fogadjuk el)

$$W = 5200mAh \cdot 11,1V = 57,72Wh$$

A Wh-t most nem váltjuk át Joule mértékegységbe. (1 kWh kb. 40Ft, ebből kb. 18x töltjük fel). A feltöltött akkumulátorral a megadott adatokkal 5h 46 percet üzemel.

Tételezzük fel, hogy az LCD fogyasztásának nagy részét a háttérvilágítás adja, és a intenzitás beállítása a háttérvilágítás kitöltési tényezőjének állításával történik, így a 100% intenzitáson a fogyasztás:

$$P = 8 + \frac{100\%}{75\%} 2 = 10,67W \text{ ebből számítva az üzemidő 5h 25p}$$

Hasonlóan 50%-os fényerőn:

$$P = 8 + \frac{50\%}{75\%} 2 = 9,33W \text{ ebből számítva az üzemidő 6h 11p}$$

4. Feladat

Egy 10%-os kitöltésű oldalt jelenítünk meg. (azaz az oldal fehér, a betűk feketék) Ebben az esetben a kijelző fogyasztása 2W. (teljesen valós, egy laptop kijelző kb. ennyit fogyaszt). Mekkora lesz a fogyasztás, ha invertálva (fehér betűk fekete háttéren) jelenítjük meg ugyanazt az oldalt, ha a kijelző

- A) LCD
- B) OLED

technológián alapul?

Megoldás

- A) LCD esetében a fogyasztás legnagyobb részét a háttérvilágítás adja. Valódi energiamegtakarítás a fényesség csökkentésével érhető el. A képernyőtartalomtól függő fogyasztása, az a bekapcsolt pixelek feszültségének invertálása (ld. előadás) nyilván dinamikus fogyasztást fog okozni, de ennek frekvenciája (pl. 60Hz) kicsi. Valószínűleg valamivel kevesebbet fog fogyasztani, de nem biztos, hogy ez alapesetben kimérhető, tehát kb. 2W-nál egy kicsit kevesebbet fogunk mérni.

A legmodernebb LED kijelzők sok LED-et tartalmaznak és azok fényességét a környező képtartalom függvényében egyedileg állítják, itt energiamegtakarítás érhető el.

- B) OLED esetén viszont maga a pixel világít, fehér szín esetén mindegyik pixel. Ha n pixelt feltételezünk, akkor a 10%-os oldal esetén a képpontok 90%-a világít, tehát az egy pixelre eső fogyasztás:

$$P_{pixel} = \frac{P}{0,9n}$$

Invertált (night) módban csak 10% világít, azaz:

$$P_{inv} = 0,1n \frac{P}{0,9n} = \frac{P}{9} = 222mW$$

OLED kijelző esetén tehát jelentős energiamegtakarítás érhető el, amely akkumulátor idő növekedésben jelentkezik.

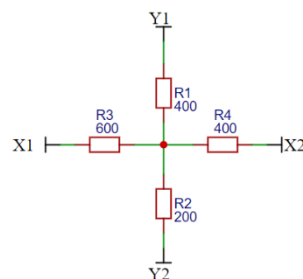
5. Feladat

Egy 10×6 cm rezisztív érintőképernyő bal alsó sarkától vett 6cm, 2cm pontot nyomjuk meg. A kijelző kiolvasásához használt feszültség 5V és 12 bites A/D konverterrel mintavételezzük, melynek referencia feszültsége szintén 5V. Az ellenállásréteg ellenállása 100Ω/cm.

- A) Mi lesz az A/D x illetve y koordinátát tároló regiszterében?
- B) Egy LSB-nek hány mm felel meg?

Megoldás

- A) A teljes képernyő X irányban 1000Ω, Y irányban összesen 600Ω ellenállású. A megadott ponton összeérintve az ábrán látható kapcsolási rajzot kapjuk.



Kiolvasáskor először az X2 pontot +5V-ra, az X1-et 0-ra kapcsoljuk. Az Y1 pontot az A/D konverterre vezetjük, Y2-t nem használjuk. Ebben az esetben – mivel az A/D mintavevő és tartó áramkörének bemeneti ellenállása nagy, ezért áram nem folyik, az A/D bemenetére az R3-R4 ellenálláson megosztott feszültség kerül.

$$V_X = \frac{V_{CC} R_3}{R_3 + R_4} = 3V$$

Az Y koordináta kiolvasásához most Y2-t földeljük és Y1-re kapcsoljuk a +5V-ot, majd pl X1 segítségével mérjük a feszültségosztó feszültségét.

$$V_Y = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5}{3}V$$

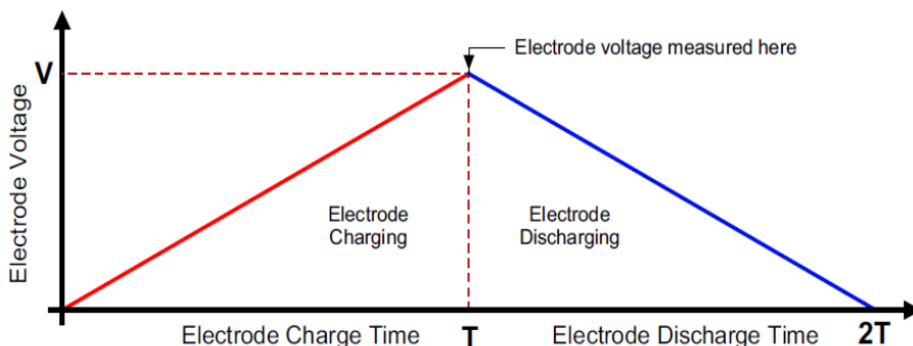
A 12 bites A/D ezek alapján:

$$x = \frac{3}{5} 4096 = 2458 \text{ illetve } y = \frac{1}{3} 4096 = 1365 \text{ értéket mutat.}$$

- B) Mindkét irányban 4096 részre bontjuk a mért feszültséget, ezáltal a távolságot is, tehát X irányban egy LSB 0,024mm-nek, Y irányban 0,015mm

6. Feladat

Kapacitásváltozás mérését teljesen digitális módszerrel (kapacitás feltöltése, majd adott ellenálláson történő kisütés idejének mérése) a 8. gyakorlaton láttuk. Ez a módszer azonban nem túl pontos, az érintőképernyők esetén gyakrabban alkalmazzák egy adott ideig állandó árammal történő feltöltést majd kisütést, és az elért maximális feszültséget mérik meg egy A/D konverterrel, ahogy az ábra mutatja.



Legyen a 10 bites A/D konverter referencia feszültsége 1,8V, a mérendő kapacitás maximuma 10pF, az áramot μA -ben 6biten, a feltöltési-kisütési időt pedig 3 biten programozhatjuk a következőképpen: $T = 0,5 \cdot 2^{n-1} \mu\text{s}$. (n=0 kombináció tiltott) Hogyan állítsuk be a regisztereket, hogy az A/D konverterrel közel maximális értéket mérjünk?

Megoldás

Induljunk ki a definícióból:

$$Q = I \cdot T = C \cdot V$$

A mért feszültségnek nagyjából a referencia feszültségnek kell lennie, azaz:

$$I \cdot T = 10\text{pF} \cdot 1,8\text{V} = 18\text{pC}$$

Mivel a feltöltési-kisütési idő 2 hatvány szerint változtatható, gyors számolással kiderül, hogy három lehetséges kombináció van, ahol az áram egész értékre jön ki: (szerencsére $\mu\text{A} \cdot \mu\text{s} = \text{pC}$)

0,5 μs	36 μA
1 μs	18 μA
2 μs	9 μA

Ebből válasszuk pl. a középsőt.

7. Feladat

A LED adatlapján a hőellenállásra két értéket is találunk.

„Real thermal resistance junction/solderpoint typ. 107K/W

Electrical thermal resistance junction/solderpoint typ. 50 K/W”

Mi lehet a kettő között a különbség?

Megoldás

A hőellenállás definíció szerint 1W hőteljesítményre normált hőmérséklet emelkedés, azaz

$$R_{TH} = \frac{\Delta T}{P_{HEAT}}$$

Ez az értéke lesz a valódi hőellenállás. A LED ugyanis a betáplált elektromos energia egy (lehetőség szerint minél nagyobb) részét fény formájában kisugározza. Ezt mérni nehezebb és valójában kényelmesebb az elektromos teljesítményre (U·I) normálttal számolni, ez lesz a második érték.

$$R_{THEL} = \frac{\Delta T}{P_{EL}}$$

A két hőellenállás segítségével akár a hatásfokot is megbecsülhetjük, hiszen

$$P_{EL} = P_{OPT} + P_{HEAT} = \eta P_{EL} + (1 - \eta) P_{EL}$$

Ez alapján az optikai hatásfok:

$$\eta = \frac{P_{OPT}}{P_{EL}} = 1 - \frac{P_{HEAT}}{P_{EL}} = 1 - \frac{R_{THEL}}{R_{TH}} = 53\%$$

Azaz a betáplált elektromos energia több mint fele fény formájában távozik.