

ELEKTRONIKA - RÉSZLETES KIDOLGOZOTT MEGOLDÁSOK

110 feladat teljes megoldási menettel

Minden feladat: terv -> adatok/modell -> levezetés -> eredmény -> ellenőrzés -> értelmezés -> kiértékelés -> továbblépés.

1. Ohm-törvény

Feladat: Egy 12 V-os forrásra 1 k Ω ellenállást kapsz. Mekkora az áram?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 V, 1 k Ω .

Levezetés: A számítás gerince: $I = U/R = 12 \text{ V} / 1000 \Omega = 0,012 \text{ A}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

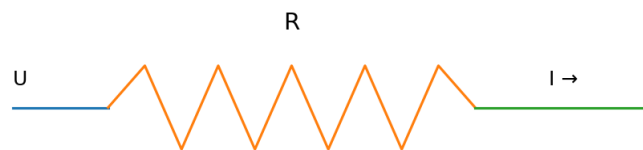
Eredmény: 12 mA

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



2. Teljesítmény

Feladat: 5 V mellett 2 A folyik. Mekkora a teljesítmény?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 5 V, 2 A.

Levezetés: A számítás gerince: $P = U \cdot I = 5 \cdot 2 = 10 \text{ W}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 10 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

3. Energia

Feladat: Egy 10 W-os fogyasztó 3 órán át működik. Mennyi energiát használ?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 W.

Levezetés: A számítás gerince: $E = P \cdot t = 10 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 30 \text{ Wh}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 30 Wh

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

4. Feszültségosztó

Feladat: $R_1 = R_2$ egy feszültségosztóban. $V_{in} = 10 \text{ V}$. Mennyi V_{out} ?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 V.

Levezetés: A számítás gerince: Azonos ellenállásokon azonos feszültség esik. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

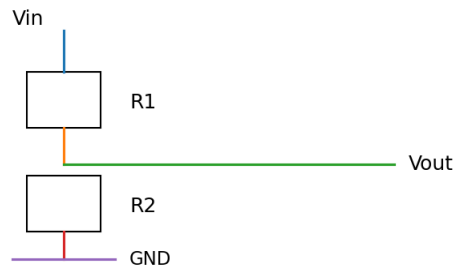
Eredmény: 5 V

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



5. Kondenzátor

Feladat: Mi a kondenzátor fizikai energiatároló közege?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A két elektróda közötti elektromos térben tárol energiát. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Elektromos tér

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

6. Induktor

Feladat: Mi ellen tiltakozik egy induktor?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.

4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.

5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: $u_L = L \cdot di/dt$: minél gyorsabban változik az áram, annál nagyobb indukált feszültség. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Az áram gyors megváltozása ellen

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

7. RC szűrő

Feladat: $R=1\text{ k}\Omega$, $C=100\text{ nF}$. Közelítő határfrekvencia?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.

2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.

3. Helyettesíts be SI-egységekben.

4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: $1\text{ k}\Omega$, 100 nF .

Levezetés: A számítás gerince: $f_c = 1/(2\pi RC) \approx 1591\text{ Hz}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

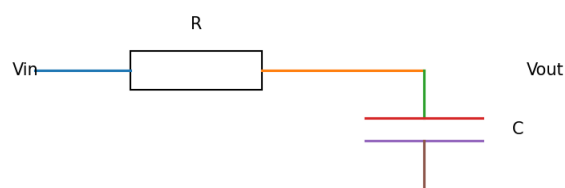
Eredmény: $1,59\text{ kHz}$

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



8. Dióda

Feladat: Melyik irány a hagyományos előreirányú áram a diódán?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Előrefeszítéskor a hagyományos áram az anódtól a katód felé folyik. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

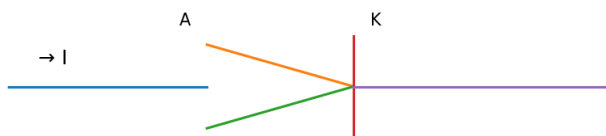
Eredmény: Anód → katód

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



9. Zener-dióda

Feladat: Mire használható a Zener-dióda letörési tartománya?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Fordított irányban meghatározott feszültség körül vezetni kezd. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Feszültségkorlátozásra / referencia célra

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

10. BJT

Feladat: Mi a BJT három fő kivezetése?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A bázis vezérli a kollektor-emitter áramot. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Bázis, kollektor, emitter

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

11. MOSFET

Feladat: Mi a MOSFET három fő kivezetése?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kérdezett mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.
5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A gate-source feszültség vezérli a csatornát. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

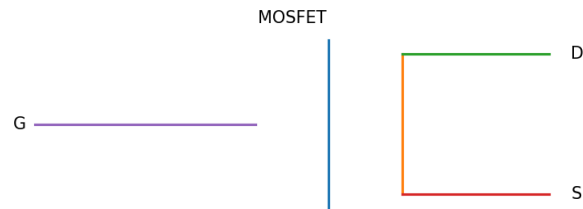
Eredmény: Gate, drain, source

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az I^2R vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolat csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik $R_{DS(on)}$, Q_g vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



12. $R_{DS(on)}$

Feladat: Mit jelent a kisebb $R_{DS(on)}$ vezetési szempontból?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.
5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: $P_{vezetés} \approx I^2 R_{DS(on)}$. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Kisebb vezetési veszteséget

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az $I^2 R$ vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik $R_{DS(on)}$, Q_g vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

13. Op-amp

Feladat: Melyik bemenetet jelöli a + az op-ampnál?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Pozitív irányú bemeneti különbség pozitív kimeneti változást okoz. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

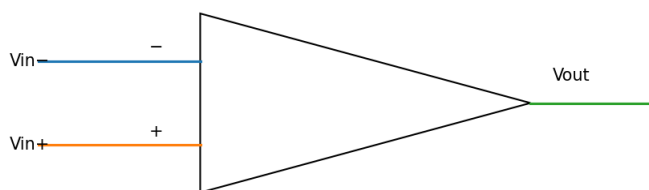
Eredmény: Nem invertáló bemenet

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



14. Negatív visszacsatolás

Feladat: Miért használjuk gyakran op-ampnál?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A kimenet egy részét ellentétes előjellel visszavezetjük. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Kiszámítható zárt hurkú erősítés és jobb linearitás miatt

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

15. Komparátor

Feladat: Mi a komparátor alapfeladata?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A kimenet jelzi, melyik bemenet nagyobb. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Két feszültség összehasonlítása

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

16. PWM

Feladat: Mit jelent 25% duty cycle?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 25%.

Levezetés: A számítás gerince: A kitöltési tényező az aktív idő aránya. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

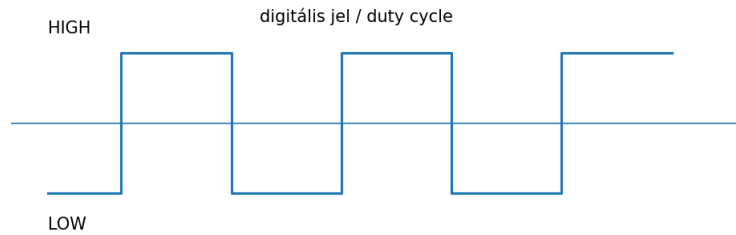
Eredmény: A periódusidő 25%-ában aktív/HIGH

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



17. SMPS

Feladat: Miért kapcsolgat egy kapcsolóüzemű tápegység?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A félvezető főleg BE/KI állapotban dolgozik, így kisebb lehet a veszteség. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Hatékony energiaátalakításért

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetinél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

18. Buck

Feladat: A buck konverter tipikus feladata?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Ideális esetben kisebb kimeneti DC feszültséget állít elő. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

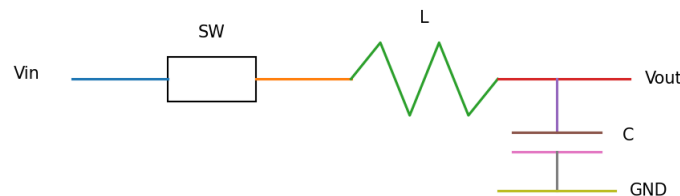
Eredmény: DC feszültség csökkentése

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetinél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



19. Boost

Feladat: A boost konverter tipikus feladata?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Induktoros energiatárolással emeli a kimeneti feszültséget. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: DC feszültség növelése

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

20. Flyback

Feladat: Miért lehet hasznos a flyback?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékelj a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A transzformátorszerű mágneses elem energiát tárol és átad. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Feszültségátalakításra és galvanikus izolációra

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemeneténél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

21. PCB return path

Feladat: Miért fontos a visszaáram útja?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A jel mindig zárt áramhurokot alkot. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

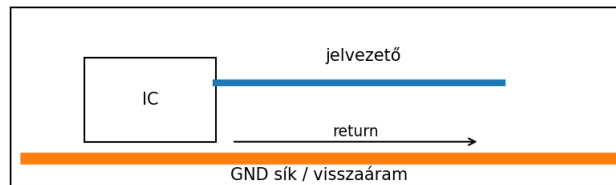
Eredmény: Meghatározza a hurokterületet és EMI-t

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



22. Decoupling

Feladat: Hová kerüljön a kis kerámia dekoppoló kondenzátor?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A kis hurok csökkenti a parazita induktivitást. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A táplált IC táp- és GND lábaihoz nagyon közel

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységtváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

23. ESR

Feladat: Mi az ESR?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Veszteséget és ripple-feszültséget okozhat. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A kondenzátor ekvivalens soros ellenállása

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

24. DCR

Feladat: Mi a DCR?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Rézveszteséget I^2R formában okoz. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A tekercs DC ellenállása

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

25. ADC

Feladat: Mit csinál az ADC?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Mintavételezi és kvantálja a bemenetet. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Analóg jelet digitális kóddá alakít

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; fs-nek elegendően nagyinak kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



26. Aliasing

Feladat: Mikor fenyeget aliasing?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Nyquist szerint megfelelő mintavétel és anti-alias szűrés kell. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Ha a jel frekvenciatartalma túl magas a mintavételhez képest

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyra kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

27. I2C

Feladat: Melyik két fő jelvezetékét használja az I2C?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: SDA az adat, SCL az órajel. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: SDA és SCL

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

28. USB-C CC

Feladat: Mire szolgál a CC vezeték?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A Type-C/PD tárgyalás fontos része. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Csatlakozás/orientáció és USB-PD kommunikáció felismerésére

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

29. BMS

Feladat: Mi a BMS egyik alapvető feladata?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számolj feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékeld a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A cellafeszültséget, áramot és gyakran hőmérsékletet figyel. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

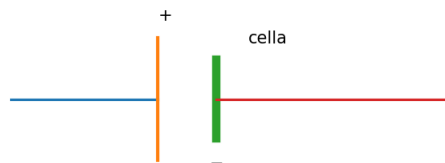
Eredmény: A cellák védelme túltöltés/mélymerítés/túláram ellen

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.



30. Oszcilloszkóp

Feladat: Miért jobb rövid ground spring gyors jeleknél, mint hosszú krokodilföld?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A hosszú földvezeték ringinget és hamis tüskéket okozhat. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Kisebb hurokinduktivitás miatt

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont definíció/fő képlet, 1 pont helyes eredmény vagy következtetés, 1 pont fizikai indoklás.

31. LED előtét

Feladat: 5 V tápról 2 V nyitófeszültségű LED-en 10 mA-t akarsz. Mekkora előtétellenállás kell?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.

2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.

3. Helyettesíts be SI-egységekben.

4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 5 V, 2 V, 10 mA.

Levezetés: A számítás gerince: $R = (5-2)/0,01 = 300 \Omega$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

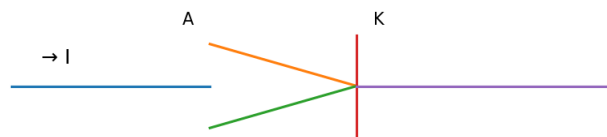
Eredmény: 300 Ω

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



32. Feszültségosztó terheléssel

Feladat: 10 V, $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$. Ha a kimenetre 10 k Ω terhelés kerül, V_{out} nagyobb vagy kisebb lesz 5 V-nál?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.

2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.

3. Helyettesíts be SI-egységekben.

4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 V, 10 k Ω , 10 k Ω , 5 V.

Levezetés: A számítás gerince: Az alsó ág $10 \text{ k}\Omega \parallel 10 \text{ k}\Omega = 5 \text{ k}\Omega$, így $V_{out} = 10 \cdot 5 / (10 + 5) = 3,33 \text{ V}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

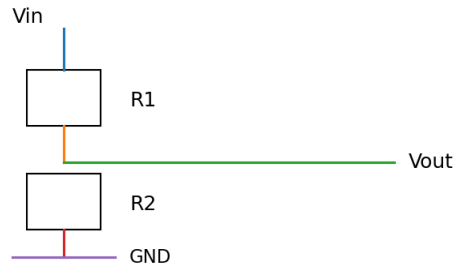
Eredmény: Kisebb, kb. 3,33 V

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



33. RC időállandó

Feladat: $R=10\text{ k}\Omega$, $C=10\text{ }\mu\text{F}$. Mennyi τ ?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: $10\text{ k}\Omega$, $10\text{ }\mu\text{F}$.

Levezetés: A számítás gerince: $\tau=RC=10000\cdot10\text{e-}6=0,1\text{ s}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

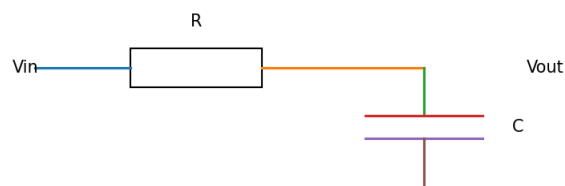
Eredmény: $0,1\text{ s}$

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



34. RC töltés

Feladat: Egy RC körben 1 időállandó után a kondenzátor kb. hány százalékra töltődik?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.

3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.

4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.

5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Az exponenciális töltésnél $1 - e^{-1} \approx 0,632$. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: 63%

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

35. MOSFET vezetési veszteség

Feladat: 5 A folyik $20 \text{ m}\Omega$ RDS(on)-ú MOSFET-en. Mennyi vezetési veszteség?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.

2. A statikus részhez használd az I, RDS(on), VGS vagy SOA adatokat.

3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.

4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.

5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 5 A, $20 \text{ m}\Omega$.

Levezetés: A számítás gerince: $P = I^2 R = 25 \cdot 0,02 = 0,5 \text{ W}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

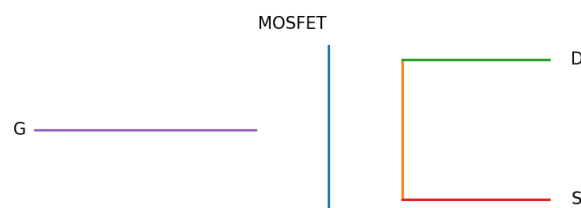
Eredmény: $0,5 \text{ W}$

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az $I^2 R$ vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik RDS(on), Qg vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



36. Hatásfok

Feladat: 65 W kimenet, 94% hatásfok. Közelítő bemeneti teljesítmény és hő?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 65 W, 94%.

Levezetés: A számítás gerince: $P_{in} = P_{out} / \eta = 65 / 0,94 \approx 69,15$ W; veszteség $\approx 4,15$ W. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 69,1 W be; 4,1 W hő

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modell és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

37. Buck duty

Feladat: Ideális buck: $V_{in} = 12$ V, $V_{out} = 5$ V. Közelítő duty cycle?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet $\rightarrow$ kapcsolóelem $\rightarrow$ induktív/kapacitív energiatárolás $\rightarrow$ kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékelj a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 V, 5 V.

Levezetés: A számítás gerince: $D \approx V_{out} / V_{in} = 5 / 12 \approx 0,417$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

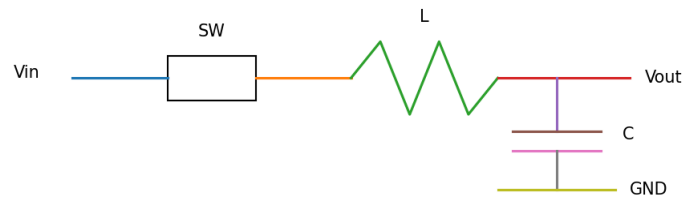
Eredmény: 41,7%

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetnél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Tovább lépés: Tovább lépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



38. PWM átlag

Feladat: 10 V amplitúdójú ideális PWM 30% duty-val egy lassú terhelésen milyen átlagot ad?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 V, 30%.

Levezetés: A számítás gerince: $\text{Átlag} \approx D \cdot U = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ V}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

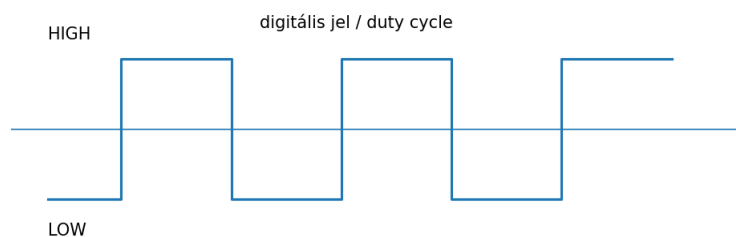
Eredmény: 3 V

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



39. Op-amp nem invertáló

Feladat: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ GND felé, $R_2 = 40 \text{ k}\Omega$ visszacsatolás. Erősítés?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.

4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 kΩ, 40 kΩ.

Levezetés: A számítás gerince: $A_v = 1 + R_2/R_1 = 1 + 4 = 5$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

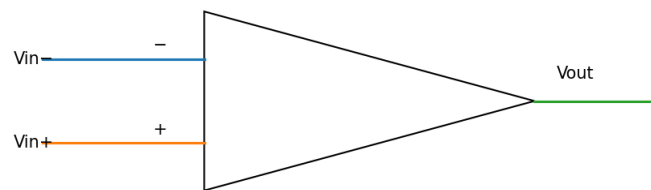
Eredmény: 5×

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



40. Op-amp kimenet

Feladat: Az előző 5× erősítő 0,6 V bemenetnél ideálisan mit ad?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 0,6 V.

Levezetés: A számítás gerince: $0,6 \cdot 5 = 3$ V. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 3 V

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

41. GBW

Feladat: 1 MHz GBW op-ampot 10× zárt hurkú erősítésre állítasz. Nagyságrendileg mekkora sávszélesség várható?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 1 MHz.

Levezetés: A számítás gerince: Egypólusú közelítésben $BW \approx GBW/\text{gain}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kb. 100 kHz

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

42. Slew rate

Feladat: 1 V/ μ s slew rate mellett 10 V változáshoz minimum mennyi idő kell?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 1 V, 10 V.

Levezetés: A számítás gerince: $\Delta t = \Delta V / SR = 10 / 1 = 10 \mu s$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 10 μ s

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

43. Dióda veszteség

Feladat: 1 A folyik 0,5 V nyitófeszültségű diódán. Mennyi veszteség?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 1 A, 0,5 V.

Levezetés: A számítás gerince: $P \approx VF \cdot I = 0,5 \cdot 1 = 0,5$ W. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 0,5 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



44. Tekercs DCR veszteség

Feladat: 2 A RMS, DCR=0,1 Ω . Rézveszteség?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.

2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.

3. Helyettesíts be SI-egységekben.

4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 2 A, 0,1 Ω .

Levezetés: A számítás gerince: $P = I^2 R = 4 \cdot 0,1 = 0,4$ W. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 0,4 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

45. Kondenzátor ESR ripple

Feladat: 1 A RMS ripple és 50 mΩ ESR. ESR-veszteség?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 1 A, 50 mΩ.

Levezetés: A számítás gerince: $P = I^2 ESR = 1^2 \cdot 0,05 = 0,05$ W. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 0,05 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modell és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

46. ADC LSB

Feladat: 12 bites ADC, 0-3,3 V tartomány. 1 LSB kb.?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 bit, 3,3 V.

Levezetés: A számítás gerince: $3,3/4096 \approx 0,000806$ V. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 0,806 mV

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; fs-nek elegendően nagyoknak kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modell és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



47. ADC kód

Feladat: 12 bites 0-3,3 V ADC-n kb. milyen kód 1,65 V?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 bit, 3,3 V, 1,65 V.

Levezetés: A számítás gerince: Fél skála -> kb. 2^{11} . A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kb. 2048

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyoknak kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

48. Nyquist

Feladat: 10 kHz legmagasabb jelkomponenshez elméleti minimum mintavétel?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 kHz.

Levezetés: A számítás gerince: Nyquist: $f_s > 2 \cdot f_{\max}$; gyakorlatban tartalék és szűrés kell. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 20 kS/s fölött

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyoknak kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

49. I2C pull-up

Feladat: Mi történik túl nagy pull-up ellenállásnál nagy buszkapacitás mellett?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Az RC időállandó megnő. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Lassú felfutási él

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

50. RS-485 lezárás

Feladat: Miért teszünk lezároellenállást hosszú RS-485 vonal végére?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékeld, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmazd meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A lezárás a karakterisztikus impedanciához illeszt. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

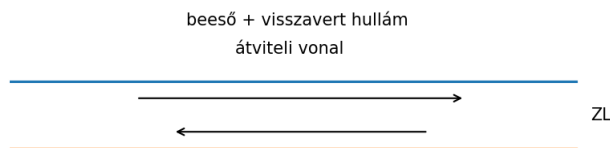
Eredmény: A visszaverődések csökkentésére

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



51. USB PD

Feladat: 20 V·3,25 A hány watt?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 20 V, 3,25 A.

Levezetés: A számítás gerince: $P=U \cdot I=65 \text{ W}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 65 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

52. Akkumulátor energia

Feladat: 3,7 V névleges, 2 Ah cella közelítő energiája?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számold feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékelj a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 3,7 V, 2 A.

Levezetés: A számítás gerince: $E \approx U \cdot Ah = 3,7 \cdot 2 = 7,4 \text{ Wh}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

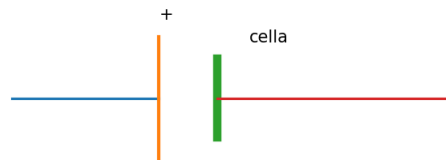
Eredmény: 7,4 Wh

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



53. C-rate

Feladat: 2 Ah cellát 1C-vel terhelsz. Mekkora áram?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számolj feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékeld a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 2 A.

Levezetés: A számítás gerince: 1C a névleges Ah kapacitásnak megfelelő amper. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 2 A

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

54. Termikus ellenállás

Feladat: 2 W veszteség, $\theta_{JA}=40$ °C/W. Ideális közelítésben mekkora hőmérséklet-emelkedés?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 2 W, 40 °C/W.

Levezetés: A számítás gerince: $\Delta T = P \cdot \theta = 2 \cdot 40 = 80$ °C. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 80 °C

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

55. PCB hurok

Feladat: Azonos jelvezetőnél melyik sugároz kevésbé: közeli folytonos GND sík vagy távoli kerülő visszaút?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Kisebb hurokterület és induktivitás. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

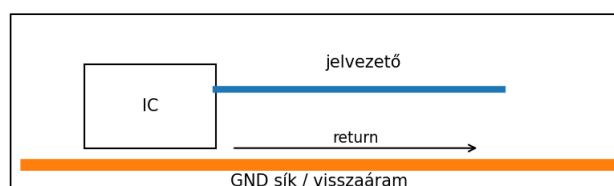
Eredmény: A közeli folytonos GND sík

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautat, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramkörü elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



56. Hot loop

Feladat: Miért kell kicsire venni a buck nagy di/dt hot loopját?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: $V = L \cdot di/dt$ miatt kis L kell gyors áramváltozásnál. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

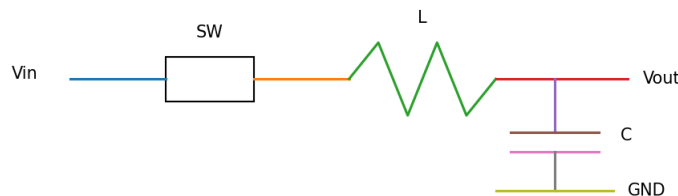
Eredmény: EMI, ringing és parazita induktív feszültségek csökkentésére

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemeneténél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



57. Gate resistor

Feladat: Nagyobb gate-ellenállás tipikusan hogyan hat a MOSFET kapcsolási élére?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Csökkenti a gate töltő/kisütő áramát; EMI javulhat, kapcsolási veszteség nőhet. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

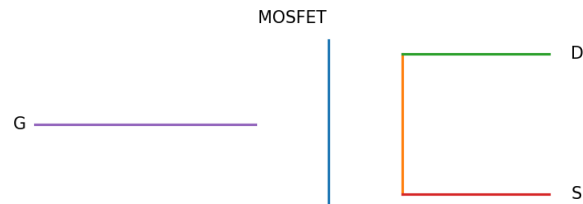
Eredmény: Lassítja

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetnél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



58. Komparátor hiszterézis

Feladat: Miért hasznos zajos küszöbjel körül?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Külön fel- és lekapcsolási küszöböt ad. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Megakadályozza a gyors ki-be kapcsolgatást

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

59. Anti-alias szűrő

Feladat: Miért kerül ADC elé low-pass szűrő?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Így kisebb az aliasing. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A Nyquist fölötti komponensek csökkentésére

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; fs-nek elegendően nagyra kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referencia hibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.



60. Mérőfej

Feladat: Miért torzíthat egy $1\times$ szkóprobe jobban gyors jelet, mint $10\times$?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Jobban terheli a nagy impedanciájú/gyors csomópontot. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Nagyobb bemeneti kapacitása lehet

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 1 pont adatok/modellezés, 2 pont számítás, 1 pont egységellenőrzés, 1 pont értelmezés.

61. Buck veszteséglánc

Feladat: $12\text{ V} \rightarrow 5\text{ V}$ buck, 2 A kimenet, 90% hatásfok. Mennyi Pin, Iin közelítőleg?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 V, 5 V, 2 A, 90%.

Levezetés: A számítás gerince: $P_{out}=10$ W; $P_{in}=10/0,9=11,11$ W; $I_{in}=P_{in}/12\approx0,926$ A. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

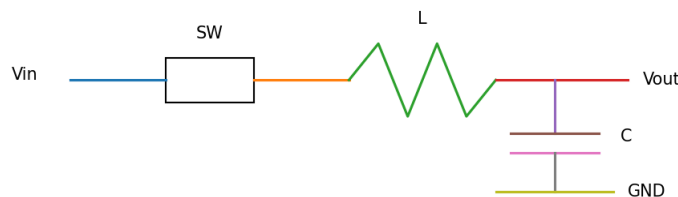
Eredmény: $P_{in}\approx11,11$ W; $I_{in}\approx0,926$ A

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemeneténél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out}<V_{in}$ és $0<D<1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



62. MOSFET termika

Feladat: MOSFET 1,5 W-ot disszipál, $\theta_{JA}=50$ °C/W, $T_a=30$ °C. Közelítő T_j ?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.
5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 1,5 W, 50 °C/W, 30 °C.

Levezetés: A számítás gerince: $\Delta T=75$ °C, így $T_j\approx105$ °C. Valós PCB-n θ_{JA} erősen layoutfüggő. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

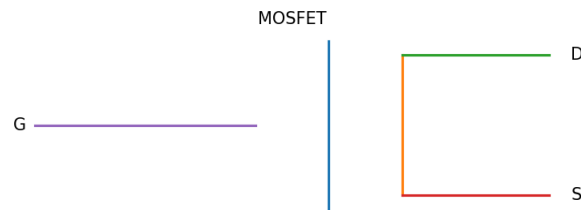
Eredmény: 105 °C

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az I^2R vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik RDS(on), Q_g vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



63. RC + ADC

Feladat: 10 k Ω /100 nF low-pass kerül ADC elé. f_c és τ ?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 k Ω , 100 nF.

Levezetés: A számítás gerince: $\tau = RC = 0,001$ s; $f_c = 1/(2\pi \cdot 0,001) \approx 159$ Hz. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

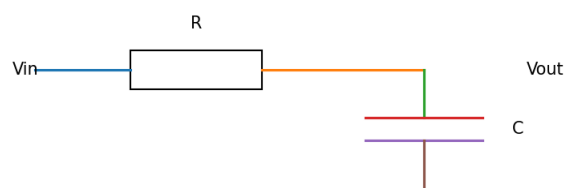
Eredmény: $f_c \approx 159$ Hz; $\tau = 1$ ms

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyoknak kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



64. ADC zaj

Feladat: 12 bites 3,3 V ADC-n 4 LSB csúcs-csúcs zaj kb. hány mV?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.

4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 12 bit, 3,3 V.

Levezetés: A számítás gerince: $1 \text{ LSB} \approx 0,806 \text{ mV}$; $4 \text{ LSB} \approx 3,22 \text{ mV}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kb. 3,22 mV

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; fs-nek elegendően nagynek kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



65. Op-amp GBW + gain

Feladat: $\text{GBW} = 2 \text{ MHz}$, erősítés $20\times$. 80 kHz szinuszt akarsz erősíteni. Sávszélesség szempontból reális?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 2 MHz, 80 kHz.

Levezetés: A számítás gerince: $\text{BW} \approx 2 \text{ MHz} / 20 = 100 \text{ kHz}$, ezért 80 kHz már közel van a korláthoz. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

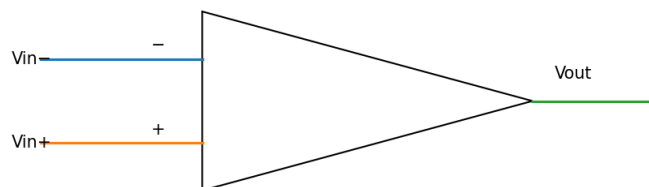
Eredmény: Határeset, kb. 100 kHz becsült BW

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



66. Op-amp slew

Feladat: 5 V csúcsú, 100 kHz szinuszhoz minimum slew rate?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 5 V, 100 kHz.

Levezetés: A számítás gerince: $SR_{min} = 2\pi f V_p = 2\pi \cdot 100k \cdot 5 \approx 3,14 \text{ V}/\mu s$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kb. 3,14 V/ μs

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

67. Flyback izoláció

Feladat: Miért nem elég csak a transzformátor áttételét nézni hálózati flybacknél?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet $\rightarrow$ kapcsolóelem $\rightarrow$ induktív/kapacitív energiatárolás $\rightarrow$ kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A biztonság és a tranziens feszültségek külön tervezési korlátok. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Izoláció, creepage/clearance, kapcsolási csúcsok és szabályozás is kritikus

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetinél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

68. Gate-hurok

Feladat: Gyors GaN/MOSFET gate-hurok hosszát megduplázzod. Milyen két problémát vársz?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékelj a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: $V = L \cdot di/dt$ és a gate-kör rezonanciája érzékeny a geometriára. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

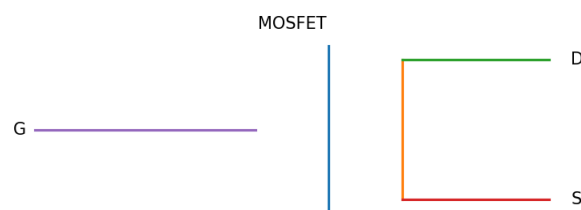
Eredmény: Nagyobb parazita L, több ringing/EMI és rosszabb gate kontroll

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetnél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



69. Decoupling hálózat

Feladat: Miért lehet jobb 100 nF + 1 µF együtt, mint csak egy nagy 10 µF MLCC?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 100 nF, 1 μ F, 10 μ F.

Levezetés: A számítás gerince: ESL, ESR, önrezonancia és DC bias miatt a kondenzátorok nem ideálisak. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Szélesebb frekvenciatartományú alacsony impedancia

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

70. Ground plane rés

Feladat: Gyors jel referencia-síkjában rés van. Mi történhet a visszaárammal?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A visszaáram a kis impedanciájú referenciaút közelében szeretne folyni. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

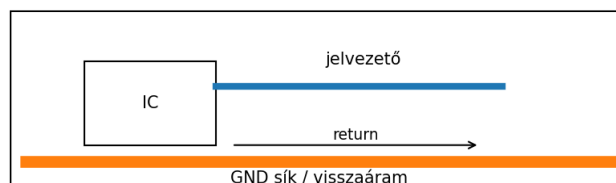
Eredmény: Kerülőútra kényszerül, nő a hurok és EMI

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautat, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramkört alkot. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



71. Differenciális pár

Feladat: Miért kell a két vezeték együtt, hasonló geometriával vezetni?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A szimmetria javítja a jel integritását. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Azonos környezet, kontrollált differenciális impedancia és kisebb móduskonverzió

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

72. RS-485 reflexió

Feladat: 120 Ω vonalat 1 k Ω -mal zársz. Jó illesztés?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 120 Ω , 1 k Ω .

Levezetés: A számítás gerince: A terhelés nagyon eltér Z₀-tól, ezért jelentős reflexió várható. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

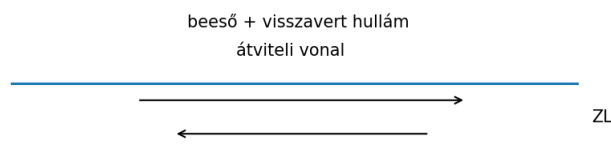
Eredmény: Nem

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



73. BMS balansz

Feladat: 4 soros cellából egy hamarabb eléri a felső feszültséghatárt. Miért segít a balanszolás?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számold feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékelj a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A soros pakkot a leggyengébb/legmagasabb cella korlátozza. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

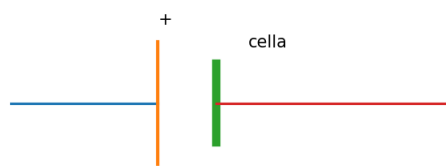
Eredmény: Csökkenti a cellák töltöttségi eltérését, így több használható pakk-kapacitás marad

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



74. USB-PD kábel

Feladat: Miért nem csak a töltő határozza meg a nagy teljesítményt?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A tárgyalás és kábeláram-képesség része a rendszernek. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A kábel és a sink/source PD képességei is korlátoznak

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

75. Current shunt

Feladat: 10 mΩ shunton 8 A folyik. Mekkora feszültség és veszteség?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 mΩ, 8 A.

Levezetés: A számítás gerince: $U=IR=0,08\text{ V}$; $P=I^2R=64\cdot 0,01=0,64\text{ W}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 80 mV; 0,64 W

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

76. Wheatstone-híd

Feladat: Miért alkalmas kis ellenállásváltozás mérésére?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Kis szenzorváltozás mérhető differenciális feszültséggé válik. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A differenciális kimenet érzékeny a híd kiegyensúlyozatlanságára

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

77. PWM motor

Feladat: Miért nem feltétlenül 50% tápfeszültséget 'lát' minden pillanatban a motor 50% PWM-nél?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 50%, 50%.

Levezetés: A számítás gerince: A motoráram nem ugrik azonnal. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

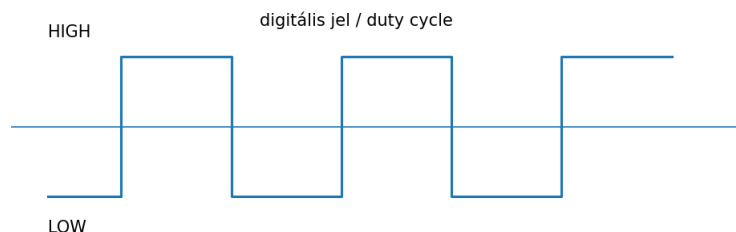
Eredmény: A pillanatnyi feszültség teljes táp vagy nulla; az induktivitás és mechanika átlagolja

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.



78. Scope ringing

Feladat: Gyors kapcsolási csomóponton nagy ringinget mérsz hosszú ground clip-pel. Mi az első ellenőrzés?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurkot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.

3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A mérőhurok maga is rezonálhat. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Ismételd meg rövid ground spring/differenciális mérőfejjel

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautat, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

79. Thermal derating

Feladat: Egy alkatrész 25 °C-on elvisel egy adott teljesítményt. 80 °C környezetben miért nem biztos?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 25 °C, 80 °C.

Levezetés: A számítás gerince: Derating és termikus út szükséges. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kisebb hőmérséklet-tartalék marad $T_{j,max}$ -ig

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

80. EMI CM/DM

Feladat: Mi a lényegi különbség common-mode és differential-mode zaj között?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.

4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Más áramút és gyakran más szűrőelem kell. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: DM a két vezető között, CM együtt mozog a referencia/föld felé

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv/modellezés, 3 pont számítás, 2 pont valós korlátok, 1 pont sanity-check.

81. Buck design sanity

Feladat: 24 V→5 V/3 A buck, 92% hatásfok. Becsöld Pout, Pin, veszteség, lin.

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott Vin, Vout, Iout/Pout, hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, Pout, Pin, lin).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékelj a valós korlátokat: ripple, félvezetőveszteség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 24 V, 5 V, 3 A, 92%.

Levezetés: A számítás gerince: $P_{out}=15\text{ W}$; $P_{in}=15/0,92=16,30\text{ W}$; $P_{loss}=1,30\text{ W}$; $I_{in}\approx 16,30/24=0,679\text{ A}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

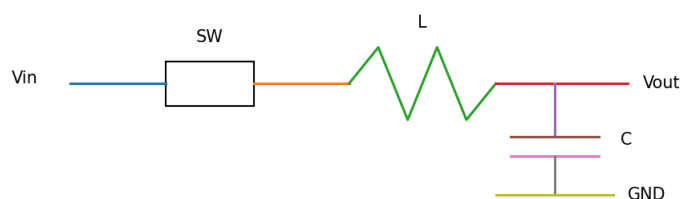
Eredmény: 15 W; 16,30 W; 1,30 W; 0,679 A

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetnél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Tovább lépés: Tovább lépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsöld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



82. MOSFET összevetés

Feladat: A: $10\text{ m}\Omega$, $Q_g=80\text{ nC}$; B: $20\text{ m}\Omega$, $Q_g=25\text{ nC}$. Melyik jobb?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.
5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: $10\text{ m}\Omega$, 80 nC , $20\text{ m}\Omega$, 25 nC .

Levezetés: A számítás gerince: A kisebb vezetési veszteségű, B könnyebben/gyorsabban hajtható. Frekvencia, áram, driver és termika dönti el. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

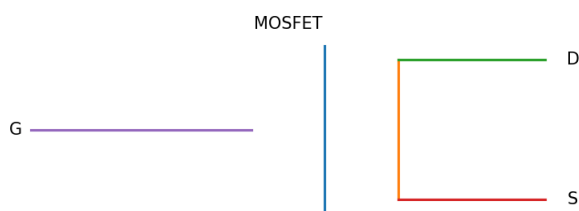
Eredmény: Nem dönthető el egyetlen számból

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az I^2R vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik $R_{DS(on)}$, Q_g vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



83. Switching loss gondolat

Feladat: Miért nőhet a MOSFET kapcsolási vesztesége a frekvenciával?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet $\rightarrow$ kapcsolóelem $\rightarrow$ induktív/kapacitív energiátárolás $\rightarrow$ kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékelj a valós korlátokat: ripple, félvezetővesztesség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Ha egy átmenet energiavesztése E_{sw} , akkor $P_{sw} \approx E_{sw} \cdot f_{sw}$. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Több átmenet történik másodpercenként

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemenetnél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

84. LC rezonancia

Feladat: $L=10\ \mu\text{H}$, $C=1\ \mu\text{F}$. Közelítő rezonanciafrekvencia?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: $10\ \mu\text{H}$, $1\ \mu\text{F}$.

Levezetés: A számítás gerince: $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC}) \approx 50,3\ \text{kHz}$. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Kb. $50,3\ \text{kHz}$

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

85. Ringing diagnózis

Feladat: Switch node ringing frekvenciája változik, amikor kis plusz kapacitást teszel rá. Mire utal?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A hozzáadott C eltolja a rezonanciafrekvenciát. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Parazita L-C rezonanciára

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

86. Snubber

Feladat: Mi a snubber kompromisszuma?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A rezgési energiát kontrolláltan disszipálja. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Ringing/EMI csökkenhet, de plusz veszteség keletkezik

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

87. Op-amp stabilitás

Feladat: Nagy kapacitív terhelésnél miért oszcillálhat egy op-amp?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolat típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A visszacsatolási hurok stabilitása romlik. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

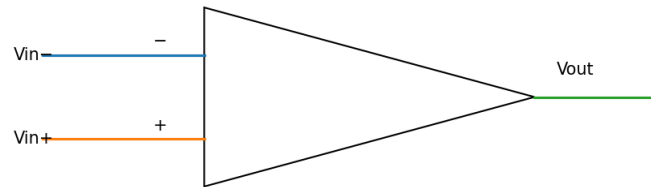
Eredmény: A plusz pólus fáziskésést okozhat és leronthatja a phase margint

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



88. TIA

Feladat: Fotodióda áramát feszültséggé akarod alakítani. Melyik op-amp topológia természetes?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolat típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A visszacsatoló ellenállás az áramot feszültséggé alakítja. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Transzimpedancia-erősítő

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

89. ADC front-end

Feladat: Nagy impedanciájú szenzor közvetlenül SAR ADC-re kötve pontatlan. Miért?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Buffer vagy megfelelő RC/forrásimpedancia kell. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A mintavételi kondenzátor tranziens töltőárama terheli a forrást

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyra kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységtáváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



90. Aliasing példa

Feladat: $f_s=48$ kS/s, 30 kHz szinusz mintavételezve milyen alacsonyabb alias környékén jelenhet meg?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 48 kS/s, 30 kHz.

Levezetés: A számítás gerince: $|30-48|=18$ kHz. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 18 kHz

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; f_s -nek elegendően nagyra kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységtáváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

91. I2C rise time

Feladat: $R_{pullup}=10$ k Ω , $C_{bus}=200$ pF. RC időállandó?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.

2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 10 kΩ.

Levezetés: A számítás gerince: $\tau = RC = 10000 \cdot 200e-12 = 2 \mu s$; gyors busznál ez túl lassú lehet. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 2 μs

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

92. USB-PD 100 W

Feladat: 20 V-on 100 W-hoz mekkora áram kell?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 20 V, 100 W.

Levezetés: A számítás gerince: $I = P/U = 100/20 = 5 \text{ A}$; ehhez megfelelő kábel és PD képesség kell. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 5 A

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

93. Cellasor

Feladat: 4S Li-ion pakk 4,2 V/cella felső határral mekkora maximális pakkfeszültség?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számold feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékelj a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 4,2 V.

Levezetés: A számítás gerince: $4 \cdot 4,2 = 16,8$ V. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

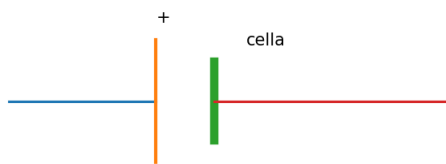
Eredmény: 16,8 V

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



94. Shunt amplifier

Feladat: 5 mΩ shunt, 20 A -> mekkora shunt feszültség? Ha 20× erősíted, mekkora kimenet?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.
5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.
6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 5 mΩ, 20 A.

Levezetés: A számítás gerince: $U = 0,005 \cdot 20 = 0,1$ V; $20 \times = 2$ V. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: 100 mV; 2,0 V

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

95. Kelvin mérés

Feladat: Miért kell Kelvin bekötés kis shunton?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurkot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Külön sense pontokkal a shunt tényleges feszültsége mérhető. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A nagyáramú rézvezető feszültségeseését ki kell zárni a mérőjelből

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

96. Ground bounce

Feladat: Miért nőhet több digitális kimenet egyidejű kapcsolásakor?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurkot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmaz meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: $V=L \cdot di/dt$ referenciaeltolódást hoz létre. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

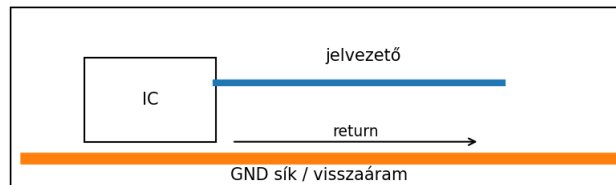
Eredmény: A közös induktivitáson nagy összesített di/dt okoz feszültséget

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramköri elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Tovább lépés: Tovább lépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



97. Transmission line threshold

Feladat: Mikor érdemes egy PCB trace-t átviteli vonalként kezelni?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmazd meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Nem csak az órajel frekvenciája, hanem az élebbesség dönt. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

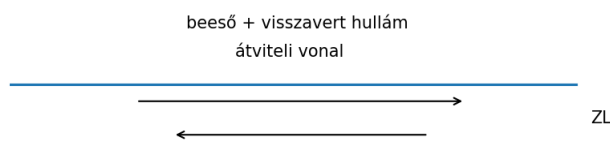
Eredmény: Ha a jel élidejéhez képest a terjedési késés már nem elhanyagolható

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramkört elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbbélés: Továbbbélés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbbélés.



98. Differential termination

Feladat: 100 Ω differenciális pár végére 100 Ω differenciális lezárás kerül. Mi a cél?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurokú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: $100\ \Omega$, $100\ \Omega$.

Levezetés: A számítás gerince: Csökkenti a visszaverődést. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: A vonal differenciális impedanciájának illesztése

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/meredekségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

99. GaN layout

Feladat: Miért különösen érzékeny GaN a layout parazitákra?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, $dv/dt/di/dt$ és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.
5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Kis parazita L/C is nagy tüskét, ringinget és EMI-t okozhat. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

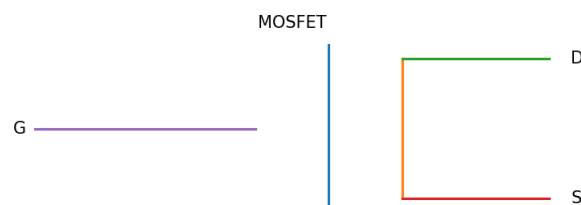
Eredmény: Nagyon gyors dv/dt és di/dt miatt

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az I^2R vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik $R_{DS(on)}$, Q_g vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.



100. Mérési biztonság

Feladat: Hálózati primer oldali switch node-ot hagyományos földelt szköppal akarsz mérni. Miért veszélyes?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: Megfelelő differenciális mérőfej, izolált eljárás és biztonsági gyakorlat kell. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: A szkóp földje védőföldhöz kötött, rövidzárt/életveszélyt okozhat

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 2 pont terv, 3 pont helyes levezetés, 2 pont nemideális hatások, 2 pont kiértékelés, 1 pont továbbgondolás.

101. Expert: PDN

Feladat: Egy gyors FPGA/MCU tápján több kondenzátor van, mégis nagy tranziens droop látszik. Sorolj fel legalább négy vizsgálandó okot.

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.
2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.
3. Kösd hozzá a kapcsolásban betöltött szerepéhez.
4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.
5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A PDN nem 'kapacitásmennyiség', hanem frekvenciafüggő impedanciahálózat. A cél a terhelés spektrumában alacsony impedancia. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

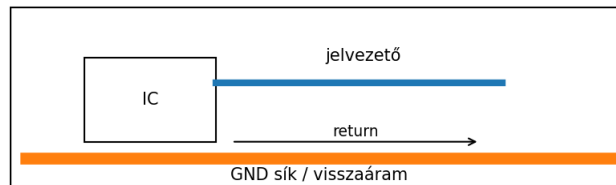
Eredmény: ESL/loop inductance, kondenzátor DC-bias, plane/via impedancia, VRM loop response, rezonancia/anti-rezonancia

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



102. Expert: SMPS loop

Feladat: Egy buck jó DC pontosságú, de terheléslépcsőre hosszasan cseng. Mit gyanítasz?

Megoldási terv:

1. Azonosítsd az energiatutat: bemenet -> kapcsolóelem -> induktív/kapacitív energiatárolás -> kimenet.
2. Írd fel a megadott V_{in} , V_{out} , I_{out}/P_{out} , hatásfok vagy frekvencia adatokat.
3. Számold ki először az ideális fő összefüggést (pl. duty, P_{out} , P_{in} , I_{in}).
4. Ezután számolj veszteséget vagy kritikus terhelést, ha a feladat ad hozzá adatot.
5. Ellenőrizd a kapott eredményt: helyes nagyságrend, teljesítménymérleg, $0 < D < 1$, pozitív veszteség.
6. Végül értékeld a valós korlátokat: ripple, félvezetővesztesség, termika, layout és EMI.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A DC szabályozás lehet jó úgy is, hogy a dinamikus hurok alulcsillapított. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Gyenge fázistartalék / rossz kompenzáció

Ellenőrzés: SMPS sanity-check: a kimeneti teljesítmény nem lehet nagyobb a bemeneténél; a veszteség nem lehet negatív; bucknál ideális esetben $V_{out} < V_{in}$ és $0 < D < 1$; a kapott áramoknak és hőnek reálisnak kell lennie.

Kiértékelés: Kiértékelés: az ideális szám csak a kezdőpont. Valós konverterben a félvezetők, induktor DCR-je, kondenzátor ESR-je, gate drive, kapcsolási veszteség, hőmérséklet és PCB-paraziták módosítják az eredményt. Egy jó megoldás ezt külön kimondja.

Továbbblépés: Továbbblépés: számolj ripple-t, válassz induktort és kondenzátort, becsüld a MOSFET és dióda/szinkron FET veszteségét, majd nézd meg a termikát és a hot-loop layoutot.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.

103. Expert: EMI

Feladat: A vezetett EMI fő csúcsa a kapcsolási frekvencia többszörösein jelenik meg. Milyen forrásokat vizsgálnál?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékeld, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmazd meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A harmonikusok a nem szinuszos gyors élekből származnak; a fizikai áramhurkot kell megtalálni. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

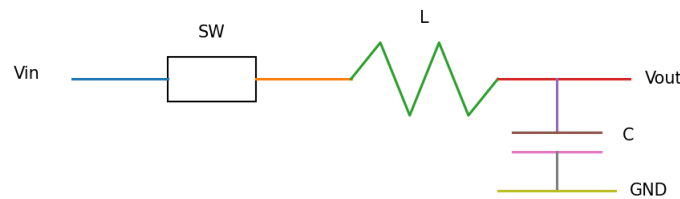
Eredmény: Hot loop, switch node dv/dt, dióda/MOSFET átmenetek, gate drive, CM/DM út

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautat, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramkörü elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



104. Expert: ADC ENOB

Feladat: Egy 16 bites ADC adatlapja 12,5 bit ENOB-ot ad a kívánt frekvencián. Mit jelent ez?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a teljes bemeneti tartományt és a felbontást/mintavételt.
2. Számold ki az LSB-t vagy a Nyquist-feltételt.
3. Fordítsd át a fizikai bemenetet kóddá vagy a mintavételi frekvenciát frekvenciatartománnyá.
4. Ellenőrizd a zajt, referenciahibát és aliasing lehetőségét.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 16 bit, 12,5 bit.

Levezetés: A számítás gerince: Zaj és torzítás miatt a hasznos információ kb. 12,5 ideális bitnek felel meg. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: A tényleges dinamikus felbontás jóval kisebb 16 bitnél

Ellenőrzés: ADC sanity-check: a kód nem lépheti túl a teljes skálát; 1 LSB mindig a teljes tartomány/ 2^N nagyságrendje; fs-nek elegendően nagynek kell lennie a jel sávszélességéhez.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: adj hozzá bemeneti zajt és referenciahibát, majd becsüld meg, mennyi effektív bit marad használható.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



105. Expert: op-amp common mode

Feladat: Az op-amp bemenetei a tápfeszültségen belül vannak, mégsem működik lineárisan. Mi hiányozhat az ellenőrzésből?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a kapcsolás típusát és a zárt hurkú erősítést.
2. Számold ki az ideális kimenetet.
3. Ellenőrizd a tápfeszültség, common-mode tartomány, output swing, GBW és slew rate korlátokat.
4. Ha bármelyik korlát sérül, az ideális eredmény nem realizálható.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A 'rail-to-rail' sem mindig jelent tökéletes működést minden terhelésen és hőmérsékleten. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

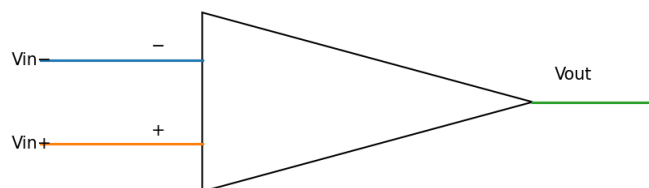
Eredmény: Input common-mode tartomány és output swing

Ellenőrzés: Op-amp sanity-check: az ideális kimenetnek bele kell férnie a tényleges output swingbe, és a jel frekvenciájának/merevedségének bele kell férnie GBW és slew rate korlátokba.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Továbbblépés: Továbbblépés: ellenőrizd ugyanazt a kapcsolást valós op-amp adatlap GBW, slew rate és output swing adataival.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



106. Expert: MOSFET SOA

Feladat: Miért nem elég $R_{DS(on)}$ alapján MOSFET-et választani lineáris vagy nagy tranziens terhelésre?

Megoldási terv:

1. Válaszd szét a statikus és dinamikus viselkedést.
2. A statikus részhez használd az I , $R_{DS(on)}$, V_{GS} vagy SOA adatokat.
3. A dinamikus részhez nézd a gate töltést, kapacitásokat, dv/dt / di/dt és a driver impedanciáját.
4. Számold ki a kért mennyiséget, majd becsüld a veszteséget és hőmérsékleti hatást.

5. Ellenőrizd, hogy az eredmény belefér-e az üzemi tartományba.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A statikus vezetési ellenállás nem írja le a lineáris üzem biztonságát. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

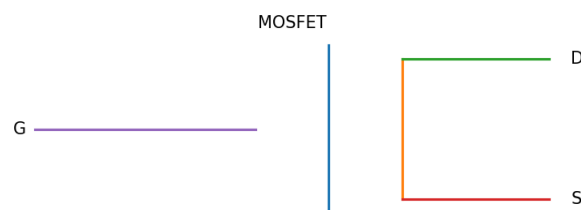
Eredmény: SOA, termikus hotspot és tranziens energia korlátozhat

Ellenőrzés: MOSFET sanity-check: nagyobb áram négyzetesen növeli az I^2R vezetési veszteséget; gyorsabb kapcsolás csökkentheti az átmeneti időt, de növelheti a ringing/EMI kockázatát.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: ugyanazt a feladatot oldd meg másik RDS(on), Qg vagy kapcsolási frekvencia mellett, és hasonlítsd össze a vezetési és kapcsolási kompromisszumot.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



107. Expert: BMS

Feladat: Két párhuzamos cellacsoport sorba kötve eltérő belső ellenállású. Milyen hatást vársz nagy terhelésnél?

Megoldási terv:

1. Határozd meg a cella/pakk konfigurációt és a névleges adatokat.
2. Számolj feszültséget, áramot, energiát vagy C-rate-et.
3. Ellenőrizd a cellánkénti határértékeket.
4. Értékelj a BMS, balansz, hőmérséklet és belső ellenállás szerepét.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A gyengébb csoport hamarabb éri el az alsó feszültséghatárt. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

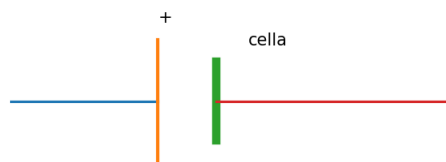
Eredmény: Eltérő feszültségesés és SOC-bebecslési/balansz problémák

Ellenőrzés: Akkumulátor sanity-check: soros cellák feszültsége összeadódik, Ah kapacitás nem; párhuzamos ágaknál a kapacitás nő. Cellánkénti határértéket mindig külön is ellenőrizni kell.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



108. Expert: SI

Feladat: Egy differenciális pár tökéletesen hosszillesztett, mégis rossz a szemdiagram. Miért?

Megoldási terv:

1. Rajzold fel fejben a teljes áramhurokot, nem csak a jelvezetékét.
2. Keresd meg a nagy di/dt vagy dv/dt részt.
3. Azonosítsd a referencia-síkot, visszaáramot, viasokat és esetleges megszakításokat.
4. Értékelj, hogyan változik a hurokterület, parazita induktivitás és visszaverődés.
5. A végén fogalmazd meg konkrét layout- vagy mérési javítást.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A hosszillesztés csak egy része a jelintegritásnak. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

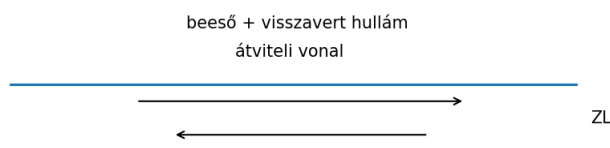
Eredmény: Impedancia-diszkontinuitás, via/stub, referencia-váltás, crosstalk, veszteség

Ellenőrzés: PCB sanity-check: ha a módosítás növeli a kritikus hurokterületet vagy megszakítja a referenciautatót, általában rossz irányba változik az EMI és a ringing.

Kiértékelés: Kiértékelés: a geometria itt maga is áramkört elem. A helyes válasz nem ér véget azzal, hogy 'rövidebb vezeték jobb'; meg kell nevezni, melyik hurok, referenciaút vagy impedancia javul.

Továbbblépés: Továbbblépés: rajzold be külön a jel előremenő és visszatérő útját, majd jelöld a legnagyobb hurokterületet.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.



109. Expert: scope

Feladat: Egy 500 MHz-es szkópon 1 GHz-es élkomponenst akarsz vizsgálni. Mit vársz?

Megoldási terv:

1. Gyűjtsd ki a megadott adatokat és írd melléjük az egységeket.
2. Válaszd ki a legegyszerűbb, már tanult összefüggést.
3. Helyettesíts be SI-egységekben.
4. Számold ki az eredményt.

5. Végezz nagyságrendi és egységellenőrzést.

6. Írd le egy mondatban, mit jelent fizikailag az eredmény.

Adatok és modell: A feladatból kiolvasható adatok: 500 MHz.

Levezetés: A számítás gerince: A mérőrendszer sávszélessége szűri a jelet. A behelyettesítés után mindig tartsd meg az egységeket, mert az egységellenőrzés az egyik legegyszerűbb hibaszűrő.

Eredmény: Az él lassabbnak/kerekebbnek látszik és a csúcsok torzulhatnak

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.

110. Expert: rendszerhiba

Feladat: Egy USB-C PD tápegység csak bizonyos kábelekkel instabil. Adj rendszerszintű hibakeresési sorrendet.

Megoldási terv:

1. Azonosítsd a kérdésben szereplő fő fogalmat.

2. Fogalmazd meg a fizikai jelentését.

3. Kösd hozzá a kapcsolatban betöltött szerepéhez.

4. Nevezd meg a legfontosabb valós korlátot vagy tipikus hibát.

5. Ellenőrizd, hogy a válasz nem csak definíció, hanem használható mérnöki következtetés is.

Adatok és modell: A feladat elsősorban kvalitatív; a lényeg a fizikai kapcsolat és a helyes mérnöki következtetés.

Levezetés: A levezetés itt fogalmi: A hibát rétegenként kell szétválasztani: protokoll, energiaút, szabályozás, fizikai kapcsolat. A válasz akkor teljes, ha a jelenség okát és gyakorlati következményét is össze tudod kötni.

Eredmény: Kábel/CC-PD tárgyalás $\rightarrow$ VBUS droop $\rightarrow$ csatlakozó/vezeték veszteség $\rightarrow$ konverter tranziens $\rightarrow$ EMI/jelintegritás

Ellenőrzés: Ellenőrzés: helyes egység, reális nagyságrend, helyes előjel, és az eredmény összhangban van a fizikai intuícióval.

Kiértékelés: Kiértékelés: hasonlítsd össze az eredményt azzal, amit fizikailag vártál. Ha az eredmény meglepő, először az egységátváltást, majd a modellt és az implicit feltételezéseket ellenőrizd.

Tovább lépés: Tovább lépés: változtass meg egy paramétert $\pm 20\%$ -kal, és becsüld meg előre, milyen irányban változik az eredmény.

Önértékelés: Önértékelés: 3 pont rendszerszintű terv, 3 pont fizikai indoklás, 2 pont korlátok/hibamódok, 2 pont ellenőrizhető mérnöki javaslat.