

ELEKTRONIKA - MEGOLDÁSLISTA

Rövid megoldások és magyarázatok a 110 feladathoz

A - fogalomértés

1. Ohm-törvény

Válasz: 12 mA

Magyarázat: $I = U/R = 12 \text{ V} / 1000 \Omega = 0,012 \text{ A}$.

2. Teljesítmény

Válasz: 10 W

Magyarázat: $P = U \cdot I = 5 \cdot 2 = 10 \text{ W}$.

3. Energia

Válasz: 30 Wh

Magyarázat: $E = P \cdot t = 10 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 30 \text{ Wh}$.

4. Feszültségosztó

Válasz: 5 V

Magyarázat: Azonos ellenállásokon azonos feszültség esik.

5. Kondenzátor

Válasz: Elektromos tér

Magyarázat: A két elektróda közötti elektromos térben tárol energiát.

6. Induktor

Válasz: Az áram gyors megváltozása ellen

Magyarázat: $u_L = L \cdot di/dt$: minél gyorsabban változik az áram, annál nagyobb indukált feszültség.

7. RC szűrő

Válasz: 1,59 kHz

Magyarázat: $f_c = 1/(2\pi RC) \approx 1591 \text{ Hz}$.

8. Dióda

Válasz: Anód → katód

Magyarázat: Előrefeszítéskor a hagyományos áram az anódtól a katód felé folyik.

9. Zener-dióda

Válasz: Feszültségkorlátozásra / referencia célra

Magyarázat: Fordított irányban meghatározott feszültség körül vezetni kezd.

10. BJT

Válasz: Bázis, kollektor, emitter

Magyarázat: A bázis vezérli a kollektor-emitter áramot.

11. MOSFET

Válasz: Gate, drain, source

Magyarázat: A gate-source feszültség vezérli a csatornát.

12. RDS(on)

Válasz: Kisebb vezetési veszteséget

Magyarázat: $P_{\text{vezetés}} \approx I^2 R_{\text{DS(on)}}$.

13. Op-amp

Válasz: Nem invertáló bemenet

Magyarázat: Pozitív irányú bemeneti különbség pozitív kimeneti változást okoz.

14. Negatív visszacsatolás

Válasz: Kiszámítható zárt hurkú erősítés és jobb linearitás miatt

Magyarázat: A kimenet egy részét ellentétes előjellel visszavezetjük.

15. Komparátor

Válasz: Két feszültség összehasonlítása

Magyarázat: A kimenet jelzi, melyik bemenet nagyobb.

16. PWM

Válasz: A periódusidő 25%-ában aktív/HIGH

Magyarázat: A kitöltési tényező az aktív idő aránya.

17. SMPS

Válasz: Hatékony energiaátalakításért

Magyarázat: A félvezető főleg BE/KI állapotban dolgozik, így kisebb lehet a veszteség.

18. Buck

Válasz: DC feszültség csökkentése

Magyarázat: Ideális esetben kisebb kimeneti DC feszültséget állít elő.

19. Boost

Válasz: DC feszültség növelése

Magyarázat: Induktoros energiatárolással emeli a kimeneti feszültséget.

20. Flyback

Válasz: Feszültségátalakításra és galvanikus izolációra

Magyarázat: A transzformátorszerű mágneses elem energiát tárol és átad.

21. PCB return path

Válasz: Meghatározza a hurokterületet és EMI-t

Magyarázat: A jel mindig zárt áramhurokot alkot.

22. Decoupling

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

Magyarázat: A kis hurok csökkenti a parazita induktivitást.

23. ESR

Válasz: A kondenzátor ekvivalens soros ellenállása

Magyarázat: Veszteséget és ripple-feszültséget okozhat.

24. DCR

Válasz: A tekercs DC ellenállása

Magyarázat: Rézvesztést I^2R formában okoz.

25. ADC

Válasz: Analóg jelet digitális kóddá alakít

Magyarázat: Mintavételezi és kvantálja a bemenetet.

26. Aliasing

Válasz: Ha a jel frekvenciataralma túl magas a mintavételhez képest

Magyarázat: Nyquist szerint megfelelő mintavétel és anti-alias szűrés kell.

27. I2C

Válasz: SDA és SCL

Magyarázat: SDA az adat, SCL az órajel.

28. USB-C CC

Válasz: Csatlakozás/orientáció és USB-PD kommunikáció felismerésére

Magyarázat: A Type-C/PD tárgyalás fontos része.

29. BMS

Válasz: A cellák védelme túltöltés/mélymerítés/túláram ellen

Magyarázat: A cellafeszültséget, áramot és gyakran hőmérsékletet figyel.

30. Oszilloszkóp

Válasz: Kisebb hurokinduktivitás miatt

Magyarázat: A hosszú földvezeték ringinget és hamis tüskéket okozhat.

B - kombinált

31. LED előtét

Válasz: 300 Ω

Magyarázat: $R = (5-2)/0,01 = 300 \Omega$.

32. Feszültségosztó terheléssel

Válasz: Kisebb, kb. 3,33 V

Magyarázat: Az alsó ág 10 k Ω ||10 k Ω =5 k Ω , így $V_{out} = 10 \cdot 5 / (10 + 5) = 3,33$ V.

33. RC időállandó

Válasz: 0,1 s

Magyarázat: $\tau = RC = 10000 \cdot 10e-6 = 0,1$ s.

34. RC töltés

Válasz: 63%

Magyarázat: Az exponenciális töltésnél $1 - e^{-1} \approx 0,632$.

35. MOSFET vezetési veszteség

Válasz: 0,5 W

Magyarázat: $P = I^2 R = 25 \cdot 0,02 = 0,5$ W.

36. Hatásfok

Válasz: 69,1 W be; 4,1 W hő

Magyarázat: $P_{in} = P_{out} / \eta = 65 / 0,94 \approx 69,15$ W; veszteség $\approx 4,15$ W.

37. Buck duty

Válasz: 41,7%

Magyarázat: $D \approx V_{out} / V_{in} = 5 / 12 \approx 0,417$.

38. PWM átlag

Válasz: 3 V

Magyarázat: Átlag $\approx D \cdot U = 0,3 \cdot 10 = 3$ V.

39. Op-amp nem invertáló

Válasz: $5 \times$

Magyarázat: $A_v = 1 + R_2 / R_1 = 1 + 4 = 5$.

40. Op-amp kimenet

Válasz: 3 V

Magyarázat: $0,6 \cdot 5 = 3$ V.

41. GBW

Válasz: Kb. 100 kHz

Magyarázat: Egypólusú közelítésben $BW \approx GBW / \text{gain}$.

42. Slew rate

Válasz: 10 μ s

Magyarázat: $\Delta t = \Delta V / SR = 10 / 1 = 10$ μ s.

43. Dióda veszteség

Válasz: 0,5 W

Magyarázat: $P \approx V_F \cdot I = 0,5 \cdot 1 = 0,5$ W.

44. Tekercs DCR veszteség

Válasz: 0,4 W

Magyarázat: $P = I^2 R = 4 \cdot 0,1 = 0,4$ W.

45. Kondenzátor ESR ripple

Válasz: 0,05 W

Magyarázat: $P=I^2ESR=1^2\cdot0,05=0,05$ W.

46. ADC LSB

Válasz: 0,806 mV

Magyarázat: $3,3/4096\approx0,000806$ V.

47. ADC kód

Válasz: Kb. 2048

Magyarázat: Fél skála $\rightarrow$ kb. 2^{11} .

48. Nyquist

Válasz: 20 kS/s fölött

Magyarázat: Nyquist: $f_s > 2 \cdot f_{max}$; gyakorlatban tartalék és szűrés kell.

49. I2C pull-up

Válasz: Lassú felfutási él

Magyarázat: Az RC időállandó megnő.

50. RS-485 lezárás

Válasz: A visszaverődések csökkentésére

Magyarázat: A lezárás a karakterisztikus impedanciához illeszt.

51. USB PD

Válasz: 65 W

Magyarázat: $P=U \cdot I=65$ W.

52. Akkumulátor energia

Válasz: 7,4 Wh

Magyarázat: $E \approx U \cdot Ah=3,7 \cdot 2=7,4$ Wh.

53. C-rate

Válasz: 2 A

Magyarázat: 1C a névleges Ah kapacitásnak megfelelő amper.

54. Termikus ellenállás

Válasz: 80 °C

Magyarázat: $\Delta T=P \cdot \theta=2 \cdot 40=80$ °C.

55. PCB hurok

Válasz: A közeli folytonos GND sík

Magyarázat: Kisebb hurokterület és induktivitás.

56. Hot loop

Válasz: EMI, ringing és parazita induktív feszültségek csökkentésére

Magyarázat: $V=L \cdot di/dt$ miatt kis L kell gyors áramváltozásnál.

57. Gate resistor

Válasz: Lassítja

Magyarázat: Csökkenti a gate töltő/kisütő áramát; EMI javulhat, kapcsolási veszteség nőhet.

58. Komparátor hiszterézis

Válasz: Megakadályozza a gyors ki-be kapcsolgatást

Magyarázat: Külön fel- és lekapcsolási küszöböt ad.

59. Anti-alias szűrő

Válasz: A Nyquist fölötti komponensek csökkentésére

Magyarázat: Így kisebb az aliasing.

60. Mérőfej

Válasz: Nagyobb bemeneti kapacitása lehet

Magyarázat: Jobban terheli a nagy impedanciájú/gyors csomópontot.

C - erős

61. Buck veszteséglánc

Válasz: $P_{in} \approx 11,11 \text{ W}$; $I_{in} \approx 0,926 \text{ A}$

Magyarázat: $P_{out} = 10 \text{ W}$; $P_{in} = 10/0,9 = 11,11 \text{ W}$; $I_{in} = P_{in}/12 \approx 0,926 \text{ A}$.

62. MOSFET termika

Válasz: 105°C

Magyarázat: $\Delta T = 75^\circ\text{C}$, így $T_j \approx 105^\circ\text{C}$. Valós PCB-n θ_{JA} erősen layoutfüggő.

63. RC + ADC

Válasz: $f_c \approx 159 \text{ Hz}$; $\tau = 1 \text{ ms}$

Magyarázat: $\tau = RC = 0,001 \text{ s}$; $f_c = 1/(2\pi \cdot 0,001) \approx 159 \text{ Hz}$.

64. ADC zaj

Válasz: Kb. $3,22 \text{ mV}$

Magyarázat: $1 \text{ LSB} \approx 0,806 \text{ mV}$; $4 \text{ LSB} \approx 3,22 \text{ mV}$.

65. Op-amp GBW + gain

Válasz: Határeset, kb. 100 kHz becsült BW

Magyarázat: $BW \approx 2 \text{ MHz}/20 = 100 \text{ kHz}$, ezért 80 kHz már közel van a korláthoz.

66. Op-amp slew

Válasz: Kb. $3,14 \text{ V}/\mu\text{s}$

Magyarázat: $SR_{min} = 2\pi f V_p = 2\pi \cdot 100 \text{ k} \cdot 5 \approx 3,14 \text{ V}/\mu\text{s}$.

67. Flyback izoláció

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

Magyarázat: A biztonság és a tranziens feszültségek külön tervezési korlátok.

68. Gate-hurok

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

Magyarázat: $V=L \cdot di/dt$ és a gate-kör rezonanciája érzékeny a geometriára.

69. Decoupling hálózat

Válasz: Szélesebb frekvenciatartományú alacsony impedancia

Magyarázat: ESL, ESR, önrezonancia és DC bias miatt a kondenzátorok nem ideálisak.

70. Ground plane rés

Válasz: Kerülőútra kényszerül, nő a hurok és EMI

Magyarázat: A visszaáram a kis impedanciájú referenciaút közelében szeretne folyni.

71. Differenciális pár

Válasz: Azonos környezet, kontrollált differenciális impedancia és kisebb móduskonverzió

Magyarázat: A szimmetria javítja a jel integritását.

72. RS-485 reflexió

Válasz: Nem

Magyarázat: A terhelés nagyon eltér Z_0 -tól, ezért jelentős reflexió várható.

73. BMS balansz

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

Magyarázat: A soros pakkot a leggyengébb/legmagasabb cella korlátozza.

74. USB-PD kábel

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

Magyarázat: A tárgyalás és kábeláram-képesség része a rendszernek.

75. Current shunt

Válasz: 80 mV; 0,64 W

Magyarázat: $U=IR=0,08$ V; $P=I^2R=64 \cdot 0,01=0,64$ W.

76. Wheatstone-híd

Válasz: A differenciális kimenet érzékeny a híd kiegyensúlyozatlanságára

Magyarázat: Kis szenzorváltozás mérhető differenciális feszültséggé válik.

77. PWM motor

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

Magyarázat: A motoráram nem ugrik azonnal.

78. Scope ringing

Válasz: Ismételd meg rövid ground spring/differenciális mérőfejjel

Magyarázat: A mérőhurok maga is rezonálhat.

79. Thermal derating

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

Magyarázat: Derating és termikus út szükséges.

80. EMI CM/DM

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

Magyarázat: Más áramút és gyakran más szűrőelem kell.

D - meredek

81. Buck design sanity

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

Magyarázat: $P_{out}=15$ W; $P_{in}=15/0,92=16,30$ W; $P_{loss}=1,30$ W; $I_{in}\approx 16,30/24=0,679$ A.

82. MOSFET összevetés

Válasz: Nem dönthető el egyetlen számból

Magyarázat: A kisebb vezetési veszteségű, B könnyebben/gyorsabban hajtható. Frekvencia, áram, driver és termika dönti el.

83. Switching loss gondolat

Válasz: Több átmenet történik másodpercenként

Magyarázat: Ha egy átmenet energiavesztesége E_{sw} , akkor $P_{sw}\approx E_{sw}\cdot f_{sw}$.

84. LC rezonancia

Válasz: Kb. 50,3 kHz

Magyarázat: $f_0=1/(2\pi\sqrt{LC})\approx 50,3$ kHz.

85. Ringing diagnózis

Válasz: Parazita L-C rezonanciára

Magyarázat: A hozzáadott C eltolja a rezonanciafrekvenciát.

86. Snubber

Válasz: Ringing/EMI csökkenhet, de plusz veszteség keletkezik

Magyarázat: A rezgési energiát kontrolláltan disszipálja.

87. Op-amp stabilitás

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

Magyarázat: A visszacsatolási hurok stabilitása romlik.

88. TIA

Válasz: Transzimpedancia-erősítő

Magyarázat: A visszacsatoló ellenállás az áramot feszültséggé alakítja.

89. ADC front-end

Válasz: A mintavételi kondenzátor tranziens töltőárama terheli a forrást

Magyarázat: Buffer vagy megfelelő RC/forrásimpedancia kell.

90. Aliasing példa

Válasz: 18 kHz

Magyarázat: $|30-48|=18$ kHz.

91. I2C rise time

Válasz: 2 μ s

Magyarázat: $\tau=RC=10000 \cdot 200e-12=2$ μ s; gyors busznál ez túl lassú lehet.

92. USB-PD 100 W

Válasz: 5 A

Magyarázat: $I=P/U=100/20=5$ A; ehhez megfelelő kábel és PD képesség kell.

93. Cellasor

Válasz: 16,8 V

Magyarázat: $4 \cdot 4,2=16,8$ V.

94. Shunt amplifier

Válasz: 100 mV; 2,0 V

Magyarázat: $U=0,005 \cdot 20=0,1$ V; $20 \times=2$ V.

95. Kelvin mérés

Válasz: A nagyáramú rézvezető feszültségcsökkenését ki kell zárni a mérőjelből

Magyarázat: Külön sense pontokkal a shunt tényleges feszültsége mérhető.

96. Ground bounce

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

Magyarázat: $V=L \cdot di/dt$ referenciaeltolódást hoz létre.

97. Transmission line threshold

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

Magyarázat: Nem csak az órajel frekvenciája, hanem az élsebesség dönt.

98. Differential termination

Válasz: A vonal differenciális impedanciájának illesztése

Magyarázat: Csökkenti a visszaverődést.

99. GaN layout

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

Magyarázat: Kis parazita L/C is nagy tüskéket, ringinget és EMI-t okozhat.

100. Mérési biztonság

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

Magyarázat: Megfelelő differenciális mérőfej, izolált eljárás és biztonsági gyakorlat kell.

E - expert

101. Expert: PDN

Válasz: ESL/loop inductance, kondenzátor DC-bias, plane/via impedancia, VRM loop response, rezonancia/anti-rezonancia

Magyarázat: A PDN nem 'kapacitásmennyiség', hanem frekvenciafüggő impedanciahálózat. A cél a terhelés spektrumában alacsony impedancia.

102. Expert: SMPS loop

Válasz: Gyenge fázistartalék / rossz kompenzáció

Magyarázat: A DC szabályozás lehet jó úgy is, hogy a dinamikus hurok alulcsillapított.

103. Expert: EMI

Válasz: Hot loop, switch node dv/dt , dióda/MOSFET átmenetek, gate drive, CM/DM út

Magyarázat: A harmonikusok a nem szinuszos gyors élekből származnak; a fizikai áramhurokot kell megtalálni.

104. Expert: ADC ENOB

Válasz: A tényleges dinamikus felbontás jóval kisebb 16 bitnél

Magyarázat: Zaj és torzítás miatt a hasznos információ kb. 12,5 ideális bitnek felel meg.

105. Expert: op-amp common mode

Válasz: Input common-mode tartomány és output swing

Magyarázat: A 'rail-to-rail' sem mindig jelent tökéletes működést minden terhelésen és hőmérsékleten.

106. Expert: MOSFET SOA

Válasz: SOA, termikus hotspot és tranziens energia korlátozhat

Magyarázat: A statikus vezetési ellenállás nem írja le a lineáris üzem biztonságát.

107. Expert: BMS

Válasz: Eltérő feszültségesés és SOC-bebecslési/balansz problémák

Magyarázat: A gyengébb csoport hamarabb éri el az alsó feszültséghatárt.

108. Expert: SI

Válasz: Impedancia-diszkontinuitás, via/stub, referencia-váltás, crosstalk, veszteség

Magyarázat: A hosszillesztés csak egy része a jelintegritásnak.

109. Expert: scope

Válasz: Az él lassabbnak/kerekebbnek látszik és a csúcsok torzulhatnak

Magyarázat: A mérőrendszer sávszélessége szűri a jelet.

110. Expert: rendszerhiba

Válasz: Kábel/CC-PD tárgyalás → VBUS droop → csatlakozó/vezeték veszteség → konverter tranziens → EMI/jelintegritás

Magyarázat: A hibát rétegenként kell szétválasztani: protokoll, energiaút, szabályozás, fizikai kapcsolat.