

Číslo súťažiaceho:

Čas odovzdania:

Počet bodov teoretická časť:

Počet bodov slovne zadaný problém:

Teoretická časť – súbor otázok z elektroniky (30 bodov)

Súťažiaci vypracuje odpoveď na jednotlivé otázky. Za každú správnu odpoveď môže získať 1 bod. Za slovne zadaný problém môže získať 10 bodov. V teoretickej časti môže súťažiaci získať spolu 40 bodov.

Pre úlohy vyžadujúce výpočet použite zadnú stranu testu. Každú úlohu jasne označte poradovým číslom. Každý výsledok musí obsahovať aj správne jednotky. Numerický výsledok bez jednotiek alebo dostatočne podrobného výpočtu (alebo zdôvodneného výsledku) nebude uznaný!

Teoretická elektrotechnika

1. Aká fyzikálna jednotka sa používa pre indukčnosť?
2. Uvedte všeobecný vzťah pre výpočet odporu paralelnej kombinácie n rezistorov rôznej hodnoty
3. Vyhrievacie teleso má štítkové údaje 400V/4kW. Akým výkonom bude vyhrievať ak ho namiesto trojuholníka pripojíme do hviezdy na fázové napätie 230 V?
 $P =$
4. Ako sa mení reaktancia cievky s rastúcou frekvenciou?
5. Vypočítajte hodnotu komplexnej impedancie rezistora $R = 100 \Omega$ pri frekvencii $f = 100 \text{ kHz}$
 $Z = (\quad + j \quad) \Omega$
6. Ako sa zmení kapacita vzduchového doskového kondenzátora s kapacitou $C = 100 \text{ pF}$ ak ho ponoríme do destilovanej vody ($\epsilon_{rvoda} = 80$)?
 $C' =$
7. Čo hovorí Kirchhoffov zákon o slučkových napätiach (vyjadrite slovne, alebo matematicky)?
8. Na akom princípe je založená činnosť transformátora?
9. Na vzdialenej ťažnej veži došlo k náhlemu výpadku generátora elektrickej energie. Na jeho opätovné naštartovanie je potrebné najprv oživiť riadiaci systém, ktorý je napájaný zo zdroja 24 V= a má prúdový odber 1 A. Riadiaci systém nabehne len ak bude vstupné napätie vyššie ako 16V. Napätie vyššie ako 40 V ho zničí. Na veži žiadne iné zdroje energie k dispozícii nie sú, ale v sklade sme našli dve palety plne nabitých NiCd článkov s menovitým napätím 1,2 V, ich vnútorný odpor je však 1 Ω . Navrhnite ako systém naštartovať, nakreslite podrobnú schému zapojenia a vypočítajte hodnoty napätí a prúdov v obvode
10. Nakreslite principiálnu schému zosilňovača s bipolárnym tranzistorom v zapojení spoločný emitor

Elektronické obvody a všeobecné znalosti

11. Vypočítajte odpor medeného vodiča s priemerom $d = 1 \text{ mm}$, dĺžky 10 m (rezistivita $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

12. Nakreslite Darlingtonovo zapojenie tranzistorov. Aký je dôvod jeho použitia?

13. Dvojbran má na vstupe napätie $U_{\text{IN}} = 1 \text{ V}$ a na výstupe napätie $U_{\text{OUT}} = 316 \text{ mV}$. Vypočítajte hodnotu napäťového zisku/útlmu tohoto obvodu v decibeloch. Je obvod aktívny alebo pasívny?

14. Nakreslite obvod s operačným zosilňovačom, ktorý má napäťové zosilnenie $G = -2$ a uveďte vzťah pre výpočet zosilnenia.

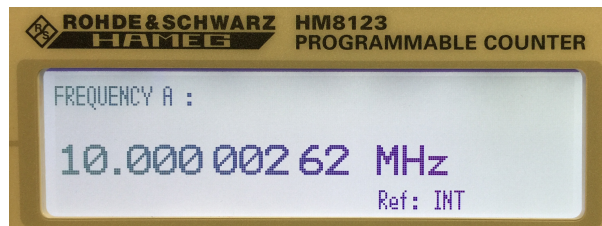
15. Analógovo číslicový prevodník v digitálnom osciloskope má typicky rozlíšenie 8 bitov. Aký je najmenší rozdiel napätia, ktorý dokážeme zmerať na rozsahu 5 V?

16. Ktorý elektrický parameter varikapu sa mení s priloženým záverným napätím?

17. Nakreslite časový priebeh obdĺžnikového signálu po prechode dolnopriepustným RC členom. Uvažujte podobné hodnoty časovej konštanty a periódy signálu.

Meranie v elektrotechnike

K bežnému laboratórnemu čítaču sme pripojili výstup frekvencie 10 MHz z céziových atómových hodín. Displej prístroja je vyfotený na obrázku:



18. Ktorý prípad je pravdepodobnejší? (vyznačte)

Čítač meria vždy presne, ale frekvencia atómových hodín je posunutá

Frekvencia atómových hodín je 10 MHz presne, ale čítač nie je dosť presný aby ju správne zmeral

19. Vypočítajte veľkosť **absolútnej** odchýlky frekvencie atómových hodín a referencie nášho čítača

$$\Delta f =$$

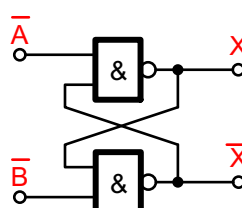
20. Nakreslite metódu merania odporu Wheatstoneovým mostíkom a uveďte vzťah pre výpočet hodnoty meraného odporu

Číslicová technika

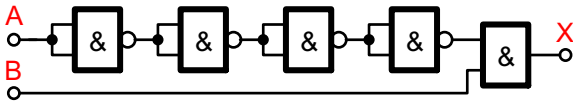
21. Vyjadrite binárne číslo 1100101011111110 v hexadecimálnom tvare

22. Ktorým z hradiel AND, NAND, OR, XOR, NOT dokážeme priamo zistiť, či sa dva vstupné bity zhodujú? Okrem typu hradla napíšte aj jeho pravdivostnú tabuľku

23. Ako sa nazýva a na čo sa používa tento logický obvod?



24. Zapište funkciu logického obvodu z obrázku v jej minimálnej (najjednoduchšej) forme:



X =

Praktické vedomosti

25. Navrhnete ako zosilňovač z otázky 14 zrealizovať výhradne s použitím rezistorov z radu E12 (1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2). Vyberte konkrétne hodnoty rezistorov a nakreslite kompletne zapojenie

26. Navrhnete spôsob ako ovládať relé s cievkou 24V/0,2A pinom mikrokontroléra. Nakreslite podrobnú schému zapojenia a uveďte konkrétne hodnoty prvkov

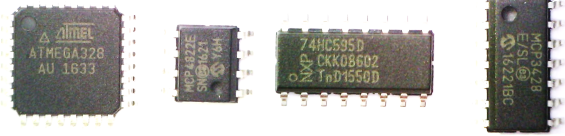
27. Mzdové náklady konštruktéra elektronických zariadení sú 2000€ mesačne. Do prístroja, ktorého sa vyrobí spolu 2 kusy potrebuje vybrať operačný zosilňovač. Nevie sa rozhodnúť, či použije typ OPA2277 za 15€/kus a zariadenie mu bude hneď fungovať, alebo použije typ NE5532 za 35 centov/kus, ale musí stráviť dva dni ladením spätnoväzobných slučiek aby prístroj fungoval. Použitie ktorého zosilňovača bude vo výsledku lacnejšie? Vašu odpoveď zdôvodnite.

28. Identifikujte typ a hodnotu súčiastok z fotografie:



29. Na fotografii sú štyri integrované obvody, ktoré budete onedlho osadzovať. Vyznačte do obrázku

kde majú pin číslo 1. Ktorý z nich patrí do skupiny „bežných“ logických obvodov?



30. Navrhnete (a nakreslite) spôsob ako sa dá osciloskopom merať prúd vo vodiči

Bonusy

- B1. Ak by sme použili oscilátor z úlohy 19 ako referenciu pre hodinky, o koľko sekúnd za deň by uchádzali?

- B2. Ako sa nazýva súčiastka, ktorej vývody sa nazývajú anóda, katóda a mriežka?

- B3. Aká bude výsledná impedancia dvoch rovnakých, paralelne zapojených koaxiálnych káblov o nominálnej impedancii 50 Ω?

- B4. V digitálnych, alebo impulzných obvodoch sa často používajú blokované kondenzátory rôznych typov v kombinácii napr. 10uF-100nF-10nF-1nF. Prečo?

- B5. Elektrická energia sa na veľmi dlhé vzdialenosti prenáša pomocou jednosmerných vedení s napätím 750 kV (alebo viac). Ako vieme takéto vedenie pripojiť do štandardnej rozvodnej siete 50 Hz?

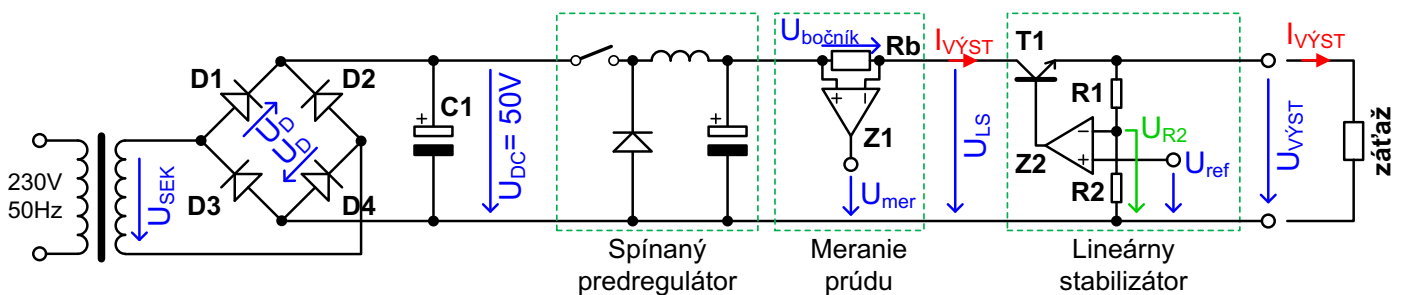
Slovne zadaný problém (10 bodov)

V rámci všetkých súťažných disciplín celoslovenského kola budete pracovať na jednom kompletnom projekte – po súťaži si domov odnesiete viackanálový laboratórny napájací zdroj.

Technické parametre zdroja:

- Výstupné napätie regulovateľné v rozsahu 0-30 V, rozlíšenie nastavenia 1 mV
- Maximálny výstupný prúd 3A, rozlíšenie nastavenia 1 mA
- Meranie výstupného napätia s rozlíšením 1 mV a prúdu s rozlíšením 1 mA
- Režim regulácie napätia, režim prúdového obmedzenia, elektronická poisťka
- Lineárna regulácia výstupného napätia, spínaný predregulátor. Pasívne chladenie
- Štyri nezávislé, galvanicky oddelené kanály
- Riadenie mikrokontrolérom

V rámci slovne zadaného problému vypočítate niektoré dôležité parametre, vyberiete kritické komponenty a navrhnete dôležité časti zdroja. Zjednodušená schéma výkonovej časti zdroja je na nasledujúcom obrázku:



Úloha č.1 (3 bodov):

Sekundárne napätie sieťového transformátora U_{SEK} je dvojcestne usmernené diódami D1..D4 a vyhladené kondenzátorom C1.

Vypočítajte potrebné sekundárne napätie transformátora U_{SEK} ak chceme na vstupnej jednosmernej zbernici zdroja udržiavať konštantné jednosmerné napätie $U_{DC} = 50\text{ V}$. Zanedbajte úbytok napätia na diódach D1..D4 a uvažujte nulový odber prúdu $I_{VYST} = 0\text{ A}$.

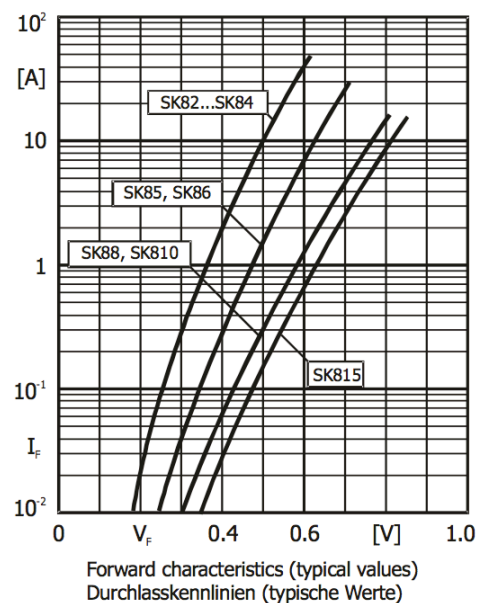
$$U_{SEK} =$$

Usmerňovač (D1..D4) je osadený Schottkyho diódami typu SK86. Pomocou V-A charakteristiky z datasheetu určite úbytok napätia U_D na jednej dióde ak uvažujeme, že ňou tečie konštantný pracovný prúd 3 A. Pracovný bod vyznačte v charakteristike.

$$U_D =$$

Vypočítajte celkovú výkonovú stratu $P_{MOSTÍK}$ na celom usmerňovacom mostíku. Pre jednoduchosť uvažujte konštantný pracovný prúd 3 A.

$$P_{MOSTÍK} =$$



Úloha č.2 (3 body):

Výstupný prúd zdroja sa sníma ako úbytok napätia na bočníku R_b s hodnotou odporu $33\text{m}\Omega$. Riadiaci mikrokontrolér meria hodnotu prúdu pomocou vysoko presného a stabilného 16-bitového analógovo-číslicového prevodníka s referenčným napätím $U_{\text{ADCREf}} = 2,048\text{ V}$ (vstupný rozsah prevodníka je rovný referenčnému napätiu). Úbytok napätia na bočníku $U_{\text{BOČNÍK}}$ sa pomocou ultra-precízneho prístrojového zosilňovača Z1 zosilní a upraví tak, aby prevodník dosiahol optimálnu presnosť merania.

Vypočítajte hodnotu úbytku napätia $U_{\text{BOČNÍK}}$ pri maximálnom výstupnom prúde zdroja:

$U_{\text{BOČNÍK}} =$

Vypočítajte hodnotu zisku zosilňovača Z1 tak, aby sa tento úbytok optimálne namapoval do vstupného rozsahu AD prevodníka:

ZISK =

Ktorá súčiastka zo spomenutej signálovej cesty (bočník – zosilňovač – AD prevodník) bude dominantne určovať presnosť merania prúdu?

V katalógu máme k dispozícii rezistory s hodnotami 33, 68 a $100\text{ m}\Omega$ najrôznejších typov:

SMD rezistory, teplotný koeficient odporu 100 ppm/C

0402 1% 60mW 0,1€

0603 1% 0,1W 0,1€

0805 1% 0,15W 0,1€

1206 5% 0,25W 0,1€

1206 1% 0,25W 0,1€

1206 0,1% 0,25W 0,25€

Uhlíkové vývodové, teplotný koeficient odporu 1000 ppm/C

5% 0,25W 0,01€

5% 5W 0,03€

Metalizovaný vývodový, teplotný koeficient odporu 100 ppm/C

1% 0,25W 0,1€

1% 1W 0,25€

0,1% 1W 2,50€

Ktorý typ by ste podľa doteraz známych skutočností vybrali ako bočník do zdroja a prečo? Cena Vášho riešenia je dôležitá. Podrobne zdôvodnite Vašu voľbu a načrtnite navrhnuté riešenie:

Výstupné napätie zdroja sa nastavuje pomocou napätia privedeného na svorku U_{REF} (z potenciometra, alebo číslicovo/analógového prevodníka). Lineárny stabilizátor v zdroji funguje tak, že zosilňovač Z2 sa snaží vynútiť také výstupné napätie zdroja, aby bol trvale dosiahnutý nulový rozdiel napätia medzi svojimi dvoma vstupmi + a -. Inými slovami, pri správnej funkcii zdroja sú napätia U_{R2} a U_{REF} vždy rovnaké, t.j. $U_{\text{R2}} = U_{\text{REF}}$.

Aká musí byť hodnota deliaceho pomeru rezistorového deliča $DP = U_{\text{R2}}/U_{\text{VÝST}}$ aby sme s pomocou referenčného napätia 2,048 V dosiahli výstupné napätie zdroja 32,768 V?

DP =

Vypočítajte hodnotu rezistora R1 ak zvolíme $R2 = 2,2\text{ k}\Omega$. Vyberte najbližšiu štandardnú hodnotu z radu E12.





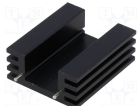
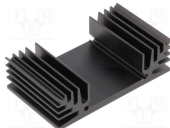

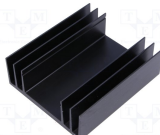


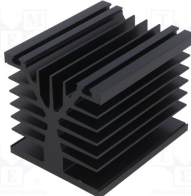

R2 =

Úloha č.3 (1 bod):

Spínaný predregulátor umožňuje výrazne znížiť tepelnú stratu na lineárnom stabilizátore zdroja. Obvod je niečo ako jednosmerný transformátor, takmer bez strát dokážeme pretransformovať napätie vstupnej jednosmernej zbernice $U_{DC} = 50\text{ V}$ na ľubovoľné výstupné napätie. Zdroj sme navrhli tak, aby predregulátor za každých okolností udržoval konštantný úbytok napätia 2 V na lineárnom stabilizátore, t.j. rozdiel $U_{LS} - U_{VYST} = 2\text{ V}$. Vypočítajte tepelnú stratu P_{T1max} na tranzistore T1 lineárneho stabilizátora v najnepriaznivejšom pracovnom bode zdroja (t.j. keď sa najviac ohrieva):

$$P_{T1max} =$$

Podľa parametra tepelný odpor vyberte najmenší vhodný chladič tak, aby tranzistor nedosiahol teplotu vyššiu ako 60°C ani v prípade, keď bude v lete v laboratóriu teplota 35°C . (Ak ste sa ešte neučili počítať chladiče použite jednoduchý sediacky rozum, fyzikálna jednotka pre tepelný odpor dáva odpoveď ako na to). Váš výber zakrúžkujte a vysvetlite ako ste k nemu prišli:

 123 °C/W	 74 °C/W	 40 °C/W	 20 °C/W
 11 °C/W	 6 °C/W	 4,1 °C/W	 3,2 °C/W
 2,5 °C/W	 1,8 °C/W	 0,7 °C/W	 0,15 °C/W

Úloha č.4 (3 body): použite zadnú stranu

Posledná úloha je navrhnuť ako by mal celý zdroj blokovo vyzerat'. Na zadnú stranu nakreslite okomentovanú blokovú schému prístroja. Naše hlavné požiadavky sú:

Štyri nezávislé, galvanicky oddelené kanály (zdroje). Žiaden z kanálov nesmie byť vnútorne pripojený k ochrannému vodiču siete (t.j. plne plávajúca „zem“).

Zdroj sa ovláda z užívateľského riadiaceho panelu (jednotky), ktorý je z dôvodu bezpečnosti uzemnený. Chceme použiť mikrokontrolér a digitálny displej.

Výstupné napätie a maximálny prúd každého kanálu zdroja sa ovláda pomocou jednosmerného referenčného napätia 0 až $2,048\text{ V}$, chceme dosiahnuť presnosť nastavenia lepšiu ako 1% . Vstup je galvanicky spojený so zemou príslušného zdroja.

Aktuálne výstupné napätie a prúd každého kanála zdroja je k dispozícii ako vzorka napätia 0 až $2,048\text{ V}$. Výstup je galvanicky spojený so zemou príslušného zdroja.

Riadiaca jednotka meria a zobrazuje aktuálne napätie a prúd každého kanálu zdroja. Presnosť merania a zobrazenia chceme dosiahnuť lepšiu ako 1% .

Navrhните, ako ovládať jednotlivé plávajúce zdroje z centrálnej riadiacej jednotky, ako poslať a vygenerovať referenčné napätia, ako namerať a pozbierať aktuálne parametre zdroja, ako jednotlivé kanály zdroja pripojiť k elektrickej sieti 230V a ako by mala vyzerat' riadiaca jednotka. Neskôr uvidíte, či je Vaše riešenie podobné tomu, čo budete na súťaži stavať.