МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ДВАДЕСЕТТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА
ИЗ
ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике **трећег** разреда смера **енергетике**

број задатка															
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**Укупно бодова**
2 2 4	**4 -1**	**3 3**	**4 -1**	**3 3**	**3 3**	**4 4**	**4 4**	**5**	**3 3 3**	**4 -1**	**5 5**	**6**	**4 2 2**	**4 4**	**100 -3**
број бодова															

јун 2017

УПУТСТВО ЗА РЕШАВАЊЕ ЗАДАТАКА И ПИТАЊА

Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати и видети шта се у њему тражи, па потом одговорити онако како се у питању, односно у задатку захтева. Код решавања задатака, рачунање и цртање дијаграма обавити на за то предвиђеном месту. Уколико прорачун захтева више простора користити полеђину претходног листа са ознаком броја задатка на који се односи. Добијени резултат односно одговор треба уписати на месту које је за то предвиђено. Код питања са понуђеним одговорима заокружује се само један одговор.

Питања и задаци се оцењују бодовима и можете освојити највише 100 бодова.

За свако питање и задатак дат је број бодова на насловној страни теста.

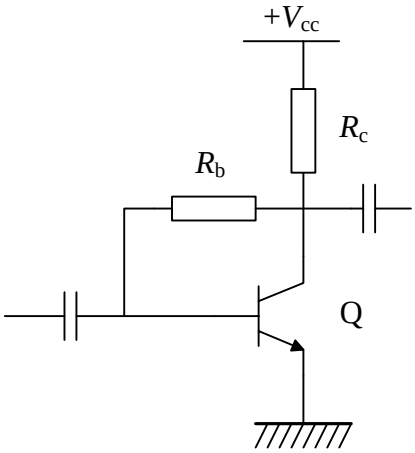
ПАЖЊА: За нетачне одговоре код питања где се заокружује одговор добијају се негативни поени (-1 поен), док се код осталих питања не добијају негативни поени.

Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

Тест саставио: др Жарко С. Јанда, дипл. инг. професор Високе школе електротехнике и рачунарства у Београду, виши научни сарадник Електротехничког института „Никола Тесла“ у Београду

1. Задатак:

На слици је приказано електронско коло са једним транзистором и два отпорника. Вредности елемената у колу су: R_c = 2 kΩ, h_{FE} = 100, V_{BE} = 0,7 V, V_{CC} = 24 V. У једносмерном радном режиму одредити вредност отпора R_b тако да овај појачавач ради у класи А.



$$I_C = \frac{V_{cc}}{2R_c} = \frac{24}{2 \cdot 2} = 6\,\text{mA}$$ ***2 бода***

$$I_B = \frac{I_C}{100} = 60\ \mu\text{A}$$ ***2 бода***

$$R_B = \frac{\frac{Vcc}{2} - V_{BE}}{I_B} =$$

$$= \frac{12 - 0{,}7}{60\ \mu\text{A}} = 188{,}333\,\text{k}\Omega$$

4 бода

8

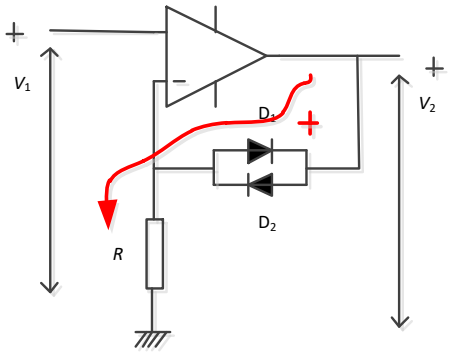
2. Питање:

Ако се радна тачка биполарног транзистора, везаног у споју заједничког емитора, креће дуж радне праве тек када улазни сигнал достигне одређену позитивну вредност, већу од нуле, тада транзистор ради као појачавач у класи:

а) А,
б) В,
в) С,
г) АВ.

4/-1

3. Задатак.



На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем и две једнаке диоде у антипаралелној вези у повратној спрези. Ако је улазни напон V_1 = 5 V и излазни напон V_2 = 5,7 V, одредити:

а) излазни напон V_2 када је улазни напон V_1 = -5 V,

б) пад напона на директно поларисаној диоди.

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са ±15 V.

Решење:

Могу се написати следећи изрази, зависно од знака улазног напона

$$V_2 = V_1 + V_D, \text{ako } V_1 > 0$$

$$V_2 = V_1 - V_D, \text{ako } V_1 < 0$$

пад напона на диоди биће $5{,}7 = 5 + V_D \Rightarrow V_D = 0{,}7\text{ V}$ ***3 бода***

и излазни напон је

$V_2 = -5\text{V} - 0{,}7\text{V} = -5{,}7\text{V}$ ***3 бода***

6

4. Питање:
Монофазни мостни пуноуправљиви усмерач даје активно-индуктивном потрошачу једносмерну струју средње вредности I_d. Колико износи ефективна вредност наизменичне струје кроз напојне водове усмерача:

а) $\frac{I_d}{\sqrt{2}}$,

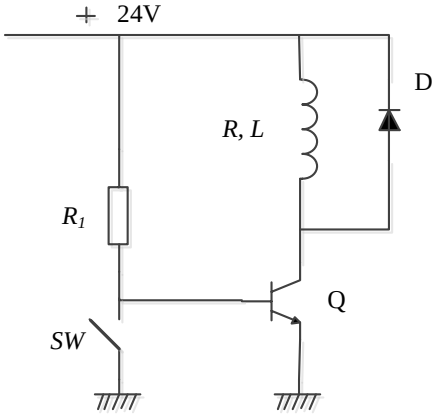
б) $\frac{I_d\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,

в) $\frac{I_d}{2}$,

г) I_d.

4/-1

5. На слици је приказано електрично коло са транзистором Q који се периодично укључује и искључује помоћу прекидача SW. Време трајања укљученог стања прекидача SW једнако је 75 μs и време трајања искљученог стања тог прекидача износи 25 μs. На истој слици је приказан и побудни намотај релеја називног напона 12 V а познато је да ће реле затворити своје радне контакте и када се побудни намотај побуди са напоном од 10 V.



Да ли ће реле на слици затворити своје радне контакте и зашто?

Решење:
Релативно време вођења транзистора у току једне периоде (фактор испуне) износи 0,25 периоде (кад је прекидач SW отворен) ***3 бода***

Средњи напон на побудном намотају биће

$$24\text{V} \cdot 0{,}25 = 6\text{V} < 10\text{V}$$

и реле се неће побудити ***3 бода***

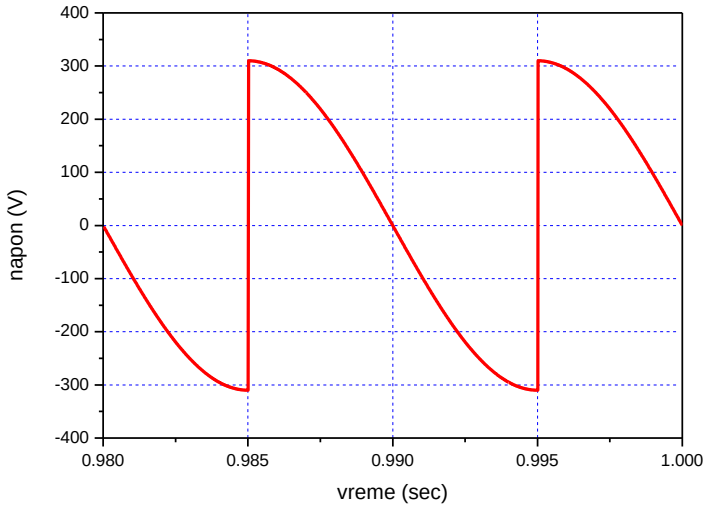
6

6. Задатак:

Скицирајте таласни облик излазног напона једнофазне пуноталасне мостне усмераче при углу регулације од 90° и то за случај:

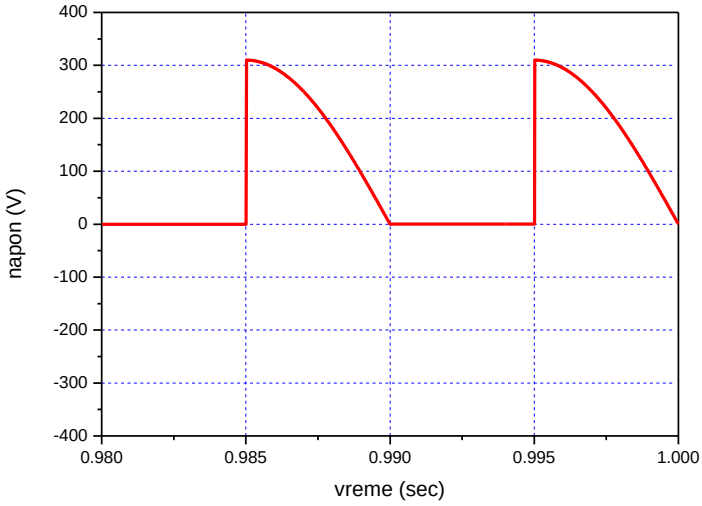
а) активно-индуктивног оптерећења
б) активног оптерећења

а)



3 бода

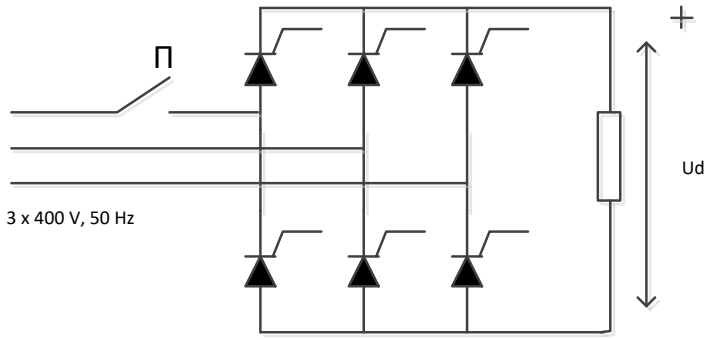
б)



3 бода

6

7. Питање:



На слици је приказан трофазни мостни пуноуправљиви исправљач. Исправљач је напојен трофазним системом напона линијске вредности 400 V и фреквенције 50 Hz. Ако је средња вредност излазног напона 467,65 V и прекидач П затворен, одредити:

а) угао управљања трофазног мостног пуноуправљивог исправљача, уз занемарење утицаја комутације,

б) ако у току рада дође до прекида једне фазе, а сви управљачки импулси остану на својим местима, колики је излазни напон у случају активног оптерећења,

Водити рачуна како се рачуна угао управљања код појединих исправљачких шема!

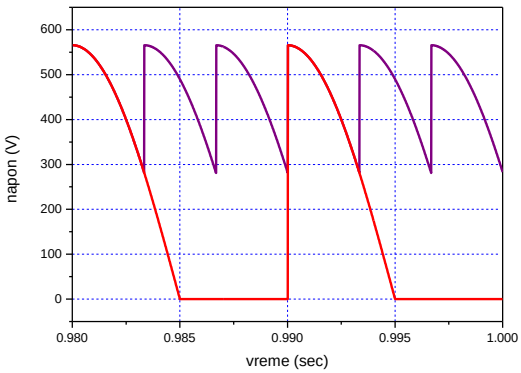
Решење:

а)

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{U_d}{1{,}35U_{lin}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{467{,}65}{1{,}35 \cdot 400}\right) = 30°$$

4 бода

б)



Импулс гејта који одговара углу регулације од 30° код трофазног мостног пуноуправљивог исправљача одговара углу регулације од 90° код монофазног мостног пуноуправљивог исправљача, и средња вредност излазног напона биће

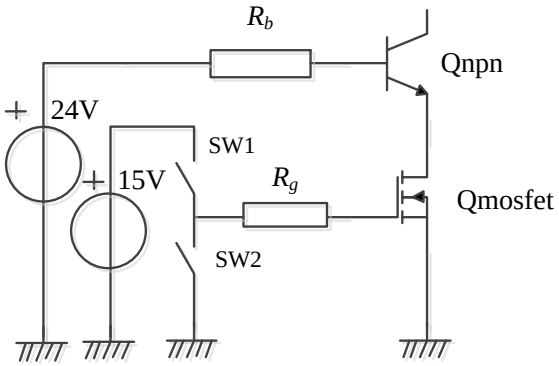
$$U_d = 0{,}45U_{lin}\,(1 + \cos(\alpha)) = 180\ \text{V}$$

4 бода

8

8. Питање:

На слици је приказана каскодна веза биполарног транзистора Qnpn и МОСФЕТ транзистора Qmosfet. Овај двотранзисторски прекидач се преводи у стање вођења затварањем прекидача SW1(SW2 отворен) а у непроводно стање затварањем прекидача SW2(SW1 отворен). Параметри биполарног транзистора су: пробојни напон колектор-емитор кад база није спојена, V_{CEO} = 450 V, пробојни напон колектор-емитор када је база кратко спојена са емитором, V_{CES} = 1000 V, напон колектор-емитор засићеног транзистора $V_{CE(sat)}$ = 1,5 V. Параметри MOSFET транзистора су: пробојни напон дрејн-сорс, V_{DS} = 100 V, отпор дрејн-сорс у укљученом стању транзистора $R_{DS(on)}$ = 10 mΩ.



а) одредити максимални напон који може да поднесе овај прекидач комбинован од два транзистора,,

б) одредити пад напона на описаном двотранзисторском прекидачу ако кроз њега протиче струја од 10 А.

Решење:

а) Пошто је тада MOSFET транзистор непроводан, инверзно је поларисан спој база-колектор биполарног транзистора и подносиви напон је V_{CES} = 1000 V

4 бода

б)

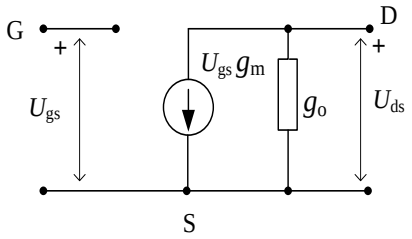
$$V_{CS} = V_{CE(sat)} + R_{DS(on)} \cdot I_C = 1{,}5\text{V} + 0{,}01\Omega \cdot 10\text{A} = 1{,}6\text{V}$$

4 бода

8

9. Задатак:

Нацртати еквивалентну шему МОСФЕТ транзистора за наизменичне сигнале ниских фреквенција.



Са параметром g_o се признаје свих 5 поена, а без g_o се признају 4 поена. Не очекује се приказивање капацитета.

5

10. Задатак:

а) Минимизирати логичку функцију

$$F = \overline{\overline{ABC} + \overline{(AB + C)}},$$

б)Приказати реализацију те логичке функције са двоулазним НИ колима,

в) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

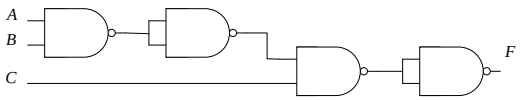
A	B	C	F

а) $F = \overline{\overline{ABC} + \overline{(AB + C)}} = ABC \cdot (AB + C) =$
$ABCAB + ABCC = ABC + ABC = ABC$,

то је у ствари И логичко коло

3 бода

б)



признаје се и било која друга реализација ако је логички тачна

3 бода

в)

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

3 бода

9

11. Питање:

Са порастом температуре, инверзна струја тиристора:

а) расте са порастом температуре,
б) пада са порастом температуре,
в) не зависи од температуре.

То је потпуна аналогија са инверзном струјом PN споја. Пошто је тиристор четворослојна компонента са 3 PN споја ово тврђење треба да буде очигледно.

4/-1

12. Задатак:

Дат је трофазни мостни пуноуправљиви исправљач који је оптерећен са активно-индуктивним теретом. При углу регулације $\alpha_1 = 30°$ излазна струја исправљача износи $I_{d1} = 100$ A при излазном једносмерном напону $U_{d1} = 367{,}65$ V. При углу регулације $\alpha_2 = 45°$ излазна струја исправљача износи $I_{d2} = 45{,}71$ A при излазном једносмерном напону $U_{d2} = 336{,}12$ V при другом терету.
Сматрајући да је пад напона исправљача због комутације пропорционалан струји исправљача, одредити:

а) коефицијент пада излазног напона због комутације, у V/A

б) линијску вредност напона трофазног система који напаја предметни мостни пуноуправљиви исправљач.

Решење:
Полази се од познатог израза за трофазни мостни пуноуправљиви исправљач

$$U_d = 1{,}35 U_{lin} \cos(\alpha) - k \cdot I_d$$

и добија се систем од две једначине са две непознате

$$367{,}65\text{V} = 1{,}35 U_{lin} \cos(30°) - k \cdot 100\text{A}$$
$$336{,}12\text{V} = 1{,}35 U_{lin} \cos(45°) - k \cdot 45{,}71\text{A}$$

а решења овог система једначина су

$U_{lin} = 400\text{V}$ ***5 бодова***

$k = 1\text{V/A}$ ***5 бодова***

10

13. Задатак:

Термичка отпорност између плочице силицијума на којој је направљен тиристор и кућишта самог тиристора износи $R_{TH,J-C} = 0{,}05\frac{K}{W}$. Термичка отпорност хладњака на који је причвршћено кућиште према амбијенту износи $R_{TH,C-A} = 0{,}5\frac{K}{W}$. Температура силицијумске плочице износи $\vartheta_J = 90°C$. Ако је снага дисипације $P_D = 100W$ одреди температуру околине ϑ_{OK}

Решење:

$$\vartheta_{ок} = \vartheta_J - P_D\left(R_{TH,J-C} + R_{TH,C-A}\right) =$$
$$= 35°C$$

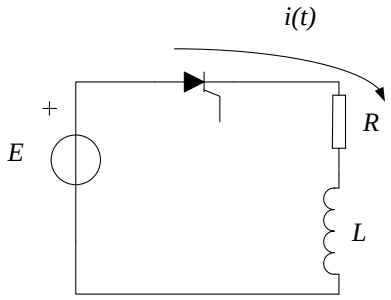
6 бодова

6

---

14. Задатак:

.



Тиристорско коло са слике се напаја из једносмерног извора напона E = 200 V. Потрошач се састоји из редне везе отпорности R = 1 Ω и индуктивности L = 10 mH. У тренутку t = 0 доведен је импулс на гејт тиристора, довољне амплитуде и трајања да преведе тиристор у стање вођења. Почетна вредност струје у колу је била једнака нули, $i(0) = 0$. Струја држања употребљеног тиристора износи I_H = 0,1 A.

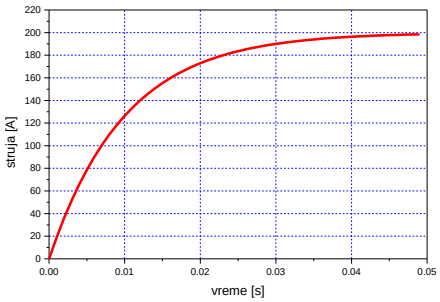
а) нацртати таласни облик и написати израз за струју потрошача,

б) одредити струју која тече кроз тиристор у устаљеном стању,

в) одредити време за које ће тиристор бити у стању вођења.

а) $i(t) = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right)$, где је $T = \frac{L}{R}$ \

4 бода



б) у устаљеном стању кроз тиристор ће тећи константна струја од

$$I = \frac{E}{R} = \frac{200\,\text{V}}{1\Omega} = 200\,\text{A}$$

2 бода

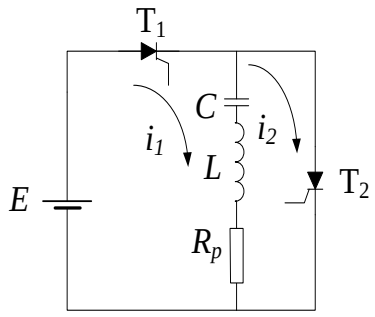
в) пошто је струја успостављена кроз тиристор већа од струје држања, тиристор ће бити бесконачно дуго у стању вођења.

2 бода

8

15. Задатак:

На слици је приказан резонантни инвертор. Док је T_1 укључен а T_2 искључен, тече струја i_1 и кондензатор се пуни. У следећој полупериоди се T_1 се искључује а T_2 укључује и тада тече струја i_2 и при томе се кондензатор празни. При томе је интервал између окидних импулса које на гејтовима добијају тиристори T_1 и T_2 нешто мало већи од половине периоде резонантног кола.



а) У резонанси, када је $|X_C| = |X_L| = 8R_p$ ефективна вредност напона на резонантној фреквенцији износи 225 V а снага предата потрошачу 100 kW. Колика је отпорност потрошача R_p?

б) Колики је пад напона на кондензатору и индуктивности при датој снази и резонантној радној фреквенцији?

Решење:

а) У резонанси се поништавају X_C и X_L па је отпорност $R_p = \frac{225^2}{100000} = 0{,}50625\,\Omega$.

4 бода

б) $U_C = U_L = X_L \frac{225}{Rp} = 8 \cdot 225 = 1800V$

4 бода

8