



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ТРИНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

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			Σ
Број бодова																	
4	4	4	4	12	8	4	15	4	4	12	13	4	4	4			100
-1	-1	-1	-1			-1		-1	-1			-1	-1	-1			-10

Тест саставио: др Жарко С. Јанда, дипл. инг. професор Више електротехничке школе у Београду

ЈУН 2007

УПУТСТВО

(ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)

Питања и задаци су припремљени у складу са наставним програмима предмета Електроника (за смер енергетике) и Енергетска електроника.

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. 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.

САВЕТИ

Свако питање и задатак преба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

Није мудро да се дуго задржавате на питањима и задацима код којих, у датом тренутку, не можете са сигурношћу да одредите тачан одговор, односно да сагледате решење постављеног задатка. Усредсредите се на питања и задатке који следе. Након тога, преостало време посветите решавању задатака које сте “прескочили”.

СРЕЋНО!

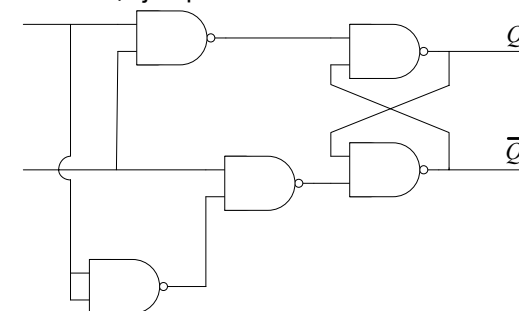
1. Питање:

Зашто се између база и емитора транзистора у Дарлингтоновом споју везују отпорници?

- а) да би се смањило струјно појачање,
- б) да би се повећало струјно појачање,
- в) да би се повећала температурна стабилност,
- г) да се затворе инверзне струје цурења колекторских PN спојева,
- д) није понуђен тачан одговор.

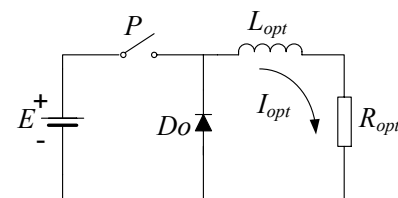
2. Питање:

На слици је приказан



- а) RS флип флоп,
- б) JK флип флоп,
- в) D флип флоп,
- г) T флип флоп.

3. Питање:



На слици је приказан директни једносмерни претварач са активно-индуктивним оптерећењем. Трајање импулса (укљученог стања прекидача P које се периодично понавља) износи t_i , фреквенција рада прекидача P износи f , односно одговарајућа периода износи T . Једносмерни напон напајања је E . Средња вредност напона оптерећења, у устаљеном радном стању, износи

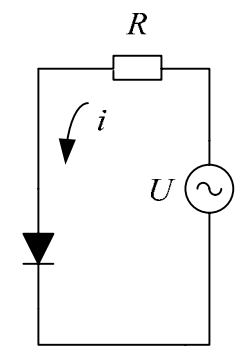
- а) $E \cdot f \cdot T$,
- б) $E / f \cdot T$,
- в) $E \cdot f \cdot t_i$,
- г) $E \cdot T \cdot t_i$,
- д) није понуђен тачан одговор.

4. Питање:

Прорачунска снага трансформатора за трофазну мостну шему усмеравања и активно-индуктивно оптерећење износи

- а) $1,34 P_d$
- б) $1,05 P_d$
- в) $1,23 P_d$
- г) није понуђен тачан одговор.

5. Задатак:



На слици је приказана шема прикључења отпорника отпорности R на извор наизменичног напона ефективне вредности U . Нека се на отпорнику дисипира снага P **када је уместо диоде кратак спој**.

- а) Колика се снага дисипира на отпорнику када је у коло везана диода?
- б) Колика је ефективна вредност напона на отпорнику када је у коло везана диода?

6. Задатак.
 Приказати реализацију са НИ колима логичке функције која је приказана таблицом

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

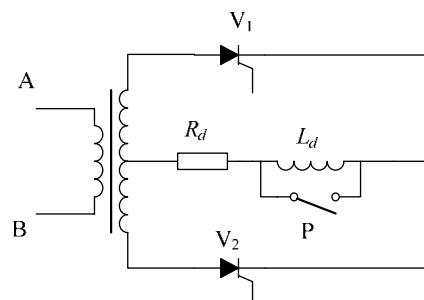
--

7. Питање:

Пробојни напон између аноде и катоде тиристора је:

- а) већи када је струја гејта већа,
- б) мањи када је струја гејта већа,
- в) не зависи од струје гејта,
- г) ни један одговор није тачан.

8. Задатак.



На слици је приказана једнофазна полуталасна шема усмеравања са средњом тачком. Индуктивност L_d је веома велика. При неком углу управљања α и при затвореном прекидачу P средња вредност усмереног напона на излазу усмерача је $U_d = 100 \text{ V}$. Ако се прекидач P отвори, средња вредност усмереног напона се промени на $U_{d1} = 92,82 \text{ V}$.

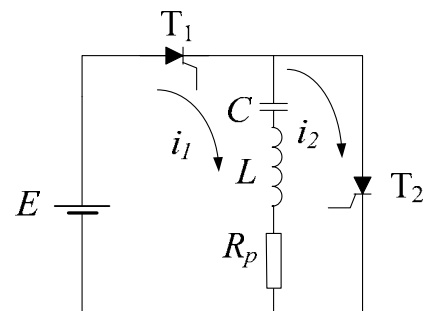
- а) Ако је отпорност потрошача $R_d = 10 \Omega$, одреди снагу која се дисипира на отпорнику када је прекидач P отворен.
- б) Одреди угао управљања α .
- в) Одреди максималну вредност улазног напона овог усмерача (на једној половини намотаја секундара, U_m).

15. Питање:

Индуктивни пад напона због комутације (спољна карактеристика усмераче) је,

- а) пропорционалан једносмерној струји потрошача и обрнуто пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,
- б) пропорционалан једносмерној струји потрошача и пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,
- в) обрнуто пропорционалан једносмерној струји потрошача и пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,
- г) ни један одговор није тачан.

13. Питање:



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 већи од половине периоде резонантног кола. Управљање снагом која се предаје потрошачу R_p се може постићи:

- а) променом вредности напона једносмерног извора,
- б) променом фреквенције управљачких импулса на гејтовима,
- в) на оба начина, и променом вредности напона једносмерног извора и променом фреквенције управљачких импулса на гејтовима,
- г) ни један одговор није тачан.

☐

14. Питање:

Тиристори се класирају за фазно управљане примене за мрежно напајање од 50 Hz или 60 Hz и за инверторске примене. Који параметар се користи за класификацију тиристора на ове две групе,

- а) максимални напон тиристора,
- б) максимална струја тиристора,
- в) време искључивања тиристора,
- г) време укључивања тиристора,
- д) ни један одговор није тачан.

☐

9. Питање:

Управљачка карактеристика трофазне усмераче са средњом тачком при активном оптерећењу достиже нулу при углу управљања од:

- а) $5\pi/6$,
- б) $2\pi/3$,
- в) π ,
- г) ни један одговор није тачан.

☐

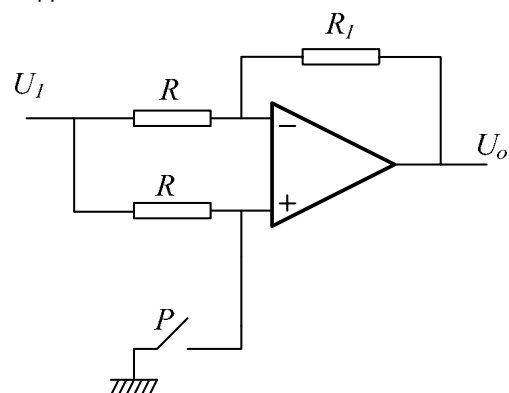
10. Питање:

Код монофазног напонског инвертора као електронски прекидачи су искоришћени транзистори којима су паралелно везане помоћне диоде. Транзистори се тако укључују и искључују да излазни напон има правоугаони облик. Ако је излаз инвертора оптерећен са активним оптерећењем (идеални отпорник),

- а) помоћне диоде никада не проводе струју,
- б) помоћне диоде стално проводе струју,
- в) помоћне диоде повремено струју,
- г) ни један одговор није тачан.

☐

11. Задатак.

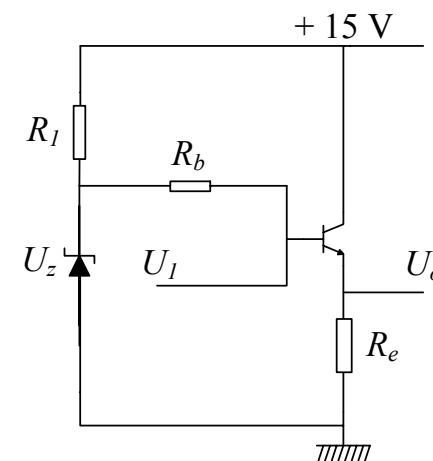


На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Ако је улазни напон $U_I = 5 \text{ V}$ а отпори $R = 1 \text{ k}\Omega$ и $R_I = 2 \text{ k}\Omega$, одредити:

- излазни напон U_O када је прекидач P затворен.
- излазни напон U_O када је прекидач P отворен.

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

12. Задатак.



На слици је приказан појачавач са биполарним транзистором у споју заједничког колектора. Поларизација базе је изведена помоћу отпорника R_b . Ценерову диоду напона $U_Z = 12 \text{ V}$, треба посматрати као идеалну. Параметри транзистора су $h_{11e} = 1 \text{ k}\Omega$, $h_{21e} = 200$. Једносмерни пад напона између базе и емитора је $U_{be} = 0,7 \text{ V}$. Једносмерно струјно појачање транзистора је $h_{21E} = h_{21e}$ а отпор $R_e = 100 \Omega$.

а) Одредити вредност отпора R_b тако да једносмерни напон на отпору R_e буде једнак половини напона напајања и одговарајућу улазну отпорност за наизменични сигнал.

б) Ако се биполарни транзистор замени са Дарлингтон везом два таква биполарна транзистора, одредити вредност отпора R_b тако да једносмерни напон на отпору R_e буде једнак половини напона напајања и одговарајућу улазну отпорност за наизменични сигнал.

НАЧИН БОДОВАЊА ПИТАЊА И ЗАДАТАКА ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ (ТРИНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ)

Број задатка																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			Σ
Број бодова																	
4	4	4	4	12	8	4	15	4	4	12	13	4	4	4			100
-1	-1	-1	-1			-1		-1	-1			-1	-1	-1			-10
				6 +			5 +			6 +	5 +						
				6			5 +			6	8						

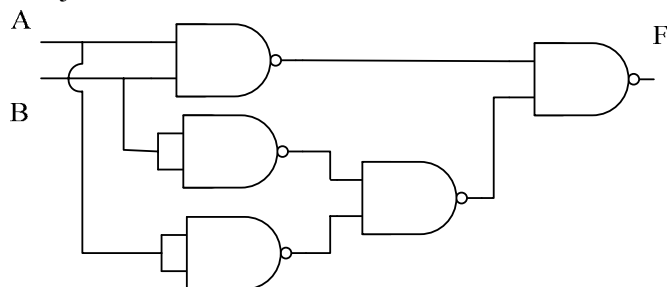
КЉУЧ ЗА ПРЕГЛЕДАЊЕ ЗАДАТАКА

1. под г)
2. под в)
3. под в)
4. под б)
5. а) када је у колу везана диода, снага дисипирана на отпорнику је $\frac{P}{2}$,
будући да се број полупериода у којима се дисипира снага смањио
два пута.
б) одредимо ефективну вредност напона

$$A_r = \frac{(U\sqrt{2})^2}{2} \left\{ \pi - 0 - \frac{\sin(2\pi) - \sin(0)}{2} \right\} = U^2 \pi,$$

$$U_r^2 = \frac{A_r}{2\pi - 0} = \frac{U^2}{2} \Rightarrow U_r = \frac{U}{\sqrt{2}}.$$

6. Решење је



7. под б)

$$8. \text{ а) } P = \frac{U_{d1}^2}{R_d} = \frac{(92,82 \text{ V})^2}{10 \Omega} = 861,6 \text{ W}$$

б) средња вредност излазног напона монофазног усмераача са средњом тачком, при активном оптерећењу, износи

$$U_d = \frac{U_m}{\pi} (1 + \cos(\alpha)) , \text{ а при активно-индуктивном оптерећењу}$$

$$U_{d1} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} \cos(\alpha). \text{ Из односа}$$

$$\frac{U_d}{U_{d1}} = \frac{(1 + \cos(\alpha))}{2 \cos(\alpha)} \Rightarrow \frac{100 \text{ V}}{92,82 \text{ V}} = \frac{(1 + \cos(\alpha))}{2 \cos(\alpha)} \Rightarrow \cos(\alpha) = 0,866$$

следи да је угао $\alpha = 30^\circ$.

$$\text{в) добије се из израза } \frac{U_{d1} \pi}{2 \cdot \cos(\alpha)} = U_m \Rightarrow U_m = 168,4 \text{ V}$$

9. под а)

10. под а)

$$11. \text{ а) } U_0 = -\frac{R_1}{R} \cdot U_1 = -2 \cdot U_1 = -10 \text{ V} , \text{ односно то је елементарни}$$

инвертујући појачавач.

б) $U_1 = U_+ = U_- = U_0 = 5 \text{ V}$, јер кроз отпорнике не тече никаква струја (у реалном колу теку само мале струје поларизације улазних транзистора у диференцијалном улазном појачавачу ОП)

12. а) Из $I_b h_{21E} R_e = 7,5 \text{ V}$ следи да је $I_b = 375 \mu\text{A}$. Из израза

$$I_b = \frac{U_z - U_{be}}{R_b + h_{21E} R_e} \text{ налази се да је } R_b = 10,13 \text{ k}\Omega.$$

Улазна отпорност овог појачавача за наизменични сигнал биће

$$R_{ul} = R_b \parallel (h_{11e} + h_{21e} \cdot R_e) = 6,835 \text{ k}\Omega.$$

б) Ако се транзистор замени са Дарлингтоновим спојем два иста таква транзистора, еквивалентно струјно појачање ће бити,

приближно, $h_{21Darlington} = h_{21e}^2 = 40000$ а еквивалентна улазна

отпорност Дарлингтоновог споја $h_{11Darlington} = h_{11e} \cdot h_{21e} = 200 \text{ k}\Omega$.

Сада из $I_b h_{21Darlington} R_e = 7,5 \text{ V}$ следи да је $I_b = 1,875 \mu\text{A}$. Из израза

$$I_b = \frac{U_z - 2U_{be}}{R_b + h_{21Darlington} R_e} \text{ налази се да је } R_b = 1,653 \text{ M}\Omega.$$

Улазна отпорност овог појачавача за наизменични сигнал биће

$$R_{ul} = R_b \parallel (h_{11Darlington} + h_{21Darlington} \cdot R_e) = 1,186 \text{ M}\Omega.$$

13. под в)

14. под в)

15. под б)



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



**ПИТАЊА И ЗАДАЦИ
ИЗ
ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ**

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

Одговори и решења

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

Тест саставио: др Жарко С. Јанда, дипл. инг. професор високе електротехничке школе у Београду

мај 2008

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 односно -2 поена где је назначено), 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.

1. Питање:

Управљачка карактеристика трофазне усмераче са средњом тачком при активном оптерећењу достиже нулу при углу управљања од:

- а) $5\pi/6$,
- б) $2\pi/3$,
- в) π ,
- г) ни један одговор није тачан.

5/-1

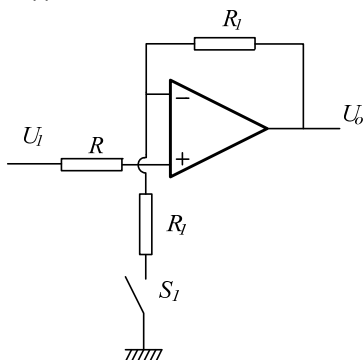
2. Питање:

Тиристор се регуларно преводи у проводно стање ако:

- а) је директно поларисан и добија импулс струје у гејту,
- б) је инверзно поларисан и добија импулс струје у гејту,
- в) је директно поларисан са веома великим напоном,
- г) није понуђен тачан одговор.

5/-1

3. Задатак.



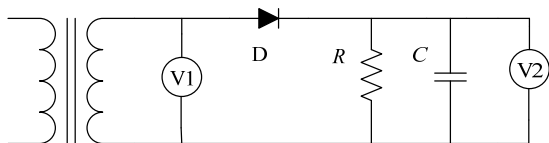
+5 V и +5 V

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Ако је излазни напон $U_o = 10 \text{ V}$ при затвореном прекидачу S_1 , колики ће бити излазни напон ако се прекидач S_1 отвори? Колики је улазни напон? Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

5+5

10

4. Питање:



Ако волтметар V2 на слици показује 20 V, колико показује волтметар V1. Сматрати да је диода идеална и да је отпорник релативно велики, тако да је временска константа пуно већа од 10 милисекунди.

- а) 20 V
- б) $20\sqrt{2}$ V
- ☒ в) $10\sqrt{2}$ V
- г) није понуђен тачан одговор

6/-2

5. Питање:

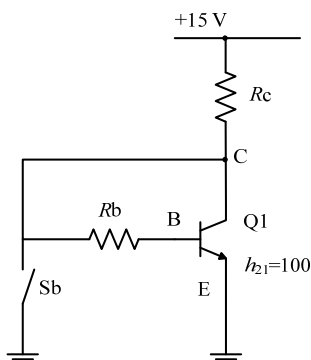
Када је потребно направити усмераче за веома високе напоне, прибегава се редном везивању тиристора. Да би се постигла равномерна расподела инверзног напона, тиристорима се паралелно везују и додатни елементи, и то:

- а) индуктивности,
- б) отпорности,
- в) кондензатори,
- ☒ г) отпорности, а понекад и RC чланови паралелно отпорностима.

6/-2

6. Задатак.

На слици је приказано коло са једним транзистором у споју заједничког емитора. Вредности отпора у колу су $R_c = 1 \text{ k}\Omega$ и $R_b = 100 \text{ k}\Omega$. Струјно појачање транзистора $Q1$ износи 100. Пад напона на директно поларисаном базно емиторском споју износи приближно 0,7 V.



- а) Одредити напон колектора транзистора $Q1$ кад је прекидач S_b отворен.
б) Одредити напон колектора транзистора $Q1$ кад је прекидач S_b затворен.

а) полазне једначине су

$$15V - R_c(I_c + I_b) = V_{CE} \quad (2 \text{ бода})$$

$$R_b \cdot I_b = V_{CE} - 0,7V \quad (2 \text{ бода})$$

$$I_c = I_b \cdot \beta \quad (2 \text{ бода})$$

Решење је израз

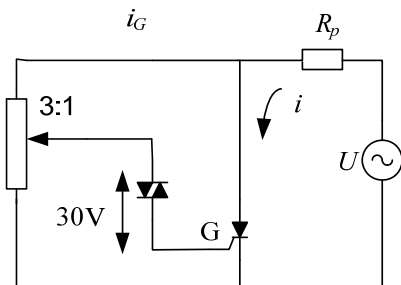
$$V_{CE} = \frac{1500 + (\beta + 1)0,7}{(\beta + 1) + 100} = 7,814V \quad (4 \text{ бода})$$

в) Када је прекидач S_b затворен, струја базе транзистора је нула и транзистор се налази у непроводном стању. Напон V_{CE} је приближно једнак +15 V.

(5 бодова)

15

7. Задатак.



На слици је приказан једноставан начин генерисања побудне струје тиристора. Тренутак укључења тиристора зависи од подешавања потенциометра и пробојног напона дијака, који износи 30 V (напон гејт катоде занемарити). Потенциометар је подешен тако да напон дели са 3. Напон наизменичног извора износи $U = 220 \text{ V}$, а фреквенција 50 Hz. Одредити:

а) Електрични угао при коме тиристор почиње да проводи струју.

б) Електричну снагу ослобођену на потрошачу $R_p = 20\Omega$.

а) тренутак паљења тиристора се дешава када напон на дијаку постане већи од 30 V,

$$\frac{220 \cdot \sqrt{2}}{3} \cdot \sin(\alpha) = 30,$$

Односно

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{90}{220 \cdot \sqrt{2}}\right) = 16,81^\circ$$

б) Кад је познат угао регулације, треба одредити ефективну вредност напона на отпорном потрошачу, према формули

$$U_{eff} = \frac{U}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(1/\pi)(\pi - \alpha + \frac{\sin(2\alpha)}{2})}$$

односно

$$U_{eff} = 155,155V, \text{ и онда је снага}$$

$$P_p = \frac{U_{eff}^2}{R_p} = 1203,65W$$

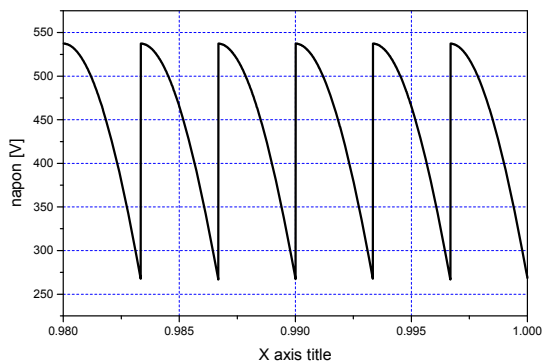
5 бодова

4 бода

4 бода

13

8. Питање:



На слици је приказан таласни облик излазног напона тофазног мостног пуноуправљивог исправљача. Угао регулације тиристора у исправљачком мосту је:

- а) 0 степени
- б) 30 степени**
- в) 60 степени
- г) 90 степени

6/-2

9. Питање:

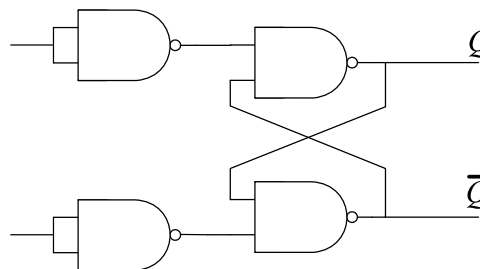
Код монофазног пуноуправљивог мостног исправљача у току комутације истовремено проводе

- а) два тиристора
- б) три тиристора
- в) четири тиристора**
- г) није понуђен тачан одговор

5/-1

10. На слици је приказан

- а) RS флип флоп,**
- б) JK флип флоп,
- в) D флип флоп,
- г) T флип флоп.



6/-2

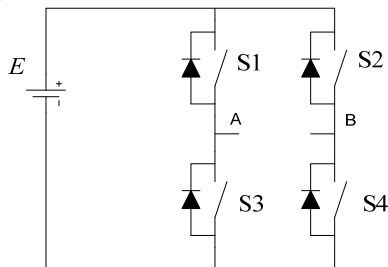
11. Питање:

Са порастом температуре, инверзна струја цурења тиристора:

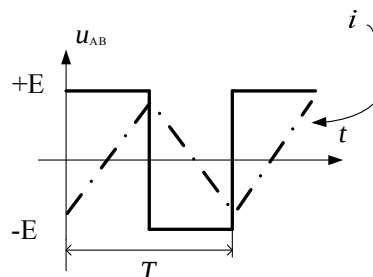
- а) расте са порастом температуре,
- б) пада са порастом температуре,
- в) не зависи од температуре.

5/-1

12. Питање:

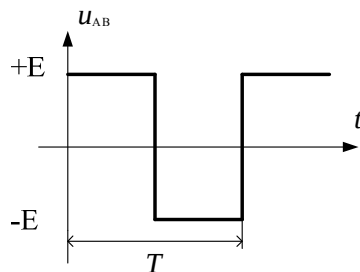


На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака А и В генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.



(6 бодова цртеж)

Добије се троугаони таласни облик струје кроз чисто индуктивни потрошач. Пошто је то наизменична струја, њена средња вредност је нула.



(6 бодова одговор)

Ако се између тачака А и В веже индуктивни потрошач (има само индуктивност L а омски отпор је једнак нули), скицирати таласни облик струје потрошача.

Колика је средња вредност струје тог потрошача?

12

13. Питање:

Трофазни мостни пуноуправљиви усмерач даје потрошачу једносмерну струју средње вредности I_d . Колико износи ефективна вредност наизменичне струје кроз напојне водове:

а) $\frac{I_d}{\sqrt{3}}$,

б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,

в) $\frac{I_d}{3}$.

г) $\frac{I_d \sqrt{2}}{3}$.

6/-2



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ШЕСНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

Одговори и решења

за ученике трећег разряда смера енергетике

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

јун 2010



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, научни сарадник Електротехничког института „Никола Тесла“ у Београду

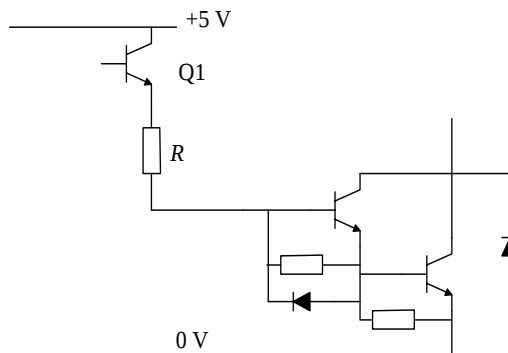
Срећно!



1. Питање:

Зашто се између база и емитора транзистора у Дарлингтоновом споју везују отпорници?

- а) да би се смањило струјно појачање,
- б) да би се повећало струјно појачање,
- в) да би се повећала температурна стабилност,
- ☒ г) да се затворе инверзне струје цурења колекторских PN спојева,
- д) није понуђен тачан одговор.



Колика треба да буде отпорност отпорника R на слици да би струја базе Дарлингтон споја транзистора на слици износила 1A. Падови напона на PN спојевима износе по 0,8V док пад напона на транзистору Q1 може да се сматра занемарљиво малим?

тачно заокружен одговор

$$\frac{(5V - 0,8V * 2)}{1A} = 3,4\Omega$$

5

5

2. Питање:

Прорачунска снага трансформатора за трофазну мостну шему усмеравања и активно-индуктивно оптерећење износи:

а) $1,34 P_d$

☒ б) $1,05 P_d$

в) $1,23 P_d$

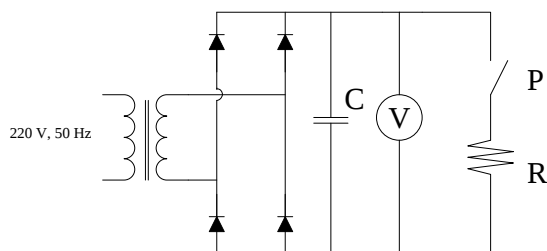
г) није понуђен тачан одговор.

4/-1



3. Задатак:

На слици је приказана шема једнофазног мостног исправљача са четири диоде и изолационим трансформатором.



На излазу из шеме усмерача је везан мали кондензатор C ($RC \ll 1/f$) и паралелно њему волтметар V . Такође је на излаз усмерача везан и отпорни потрошач (активни пријемник) преко прекидача P . Вредност отпорника R је 1Ω . Ако волтметар V при отвореном прекидачу P показује $14,141 \text{ V}$, колика ће средња струја тећи кроз отпорник R по затварању прекидача P ?

$$I = \frac{V}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \frac{1}{R} = \frac{2V}{\pi} \frac{1}{R} = 9 \text{ A}$$

6

4. Питање:

Управљачка карактеристика трофазне мостне усмераче при активном оптерећењу достиже нулу при углу управљања од:

а) $5\pi/6$,б) $2\pi/3$,в) π ,

г) ни један одговор није тачан.

4/-1

5. Питање:

Колико тиристора периодично истовремено проводи струју при раду трофазног исправљача са средњом тачком? Посматрати случај када је исправљач оптерећен са номиналном струјом потрошача, који је активно-индуктивни.

Два, у току периода комутације.

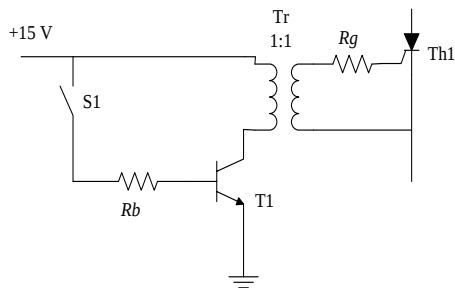
4/-1



6. Задатак:

Идеални трансформатор преноси напон са примара на секундар са преносним односом 1:1. Ако је потребна струја гејта да се тиристор Th1 преведе у проводно стање 0,2 A, одредити потребну вредност отпора гејта R_g .

Пад напона између електрода гејта и катоде износи приближно, 1,6 V. Ако је струјно појачање транзистора T1 једнако 200, одредити максималну вредност отпора R_b са којом се транзистор може довести у потпуно укључено стање (засићење). Сматрати да је пад напона на засићеном транзистору 0V. Напон између базе и емитора транзистора сматрати да је 0,7 V.



$$R_g = \frac{15V - 1.6V}{0.2A} = 67\Omega$$

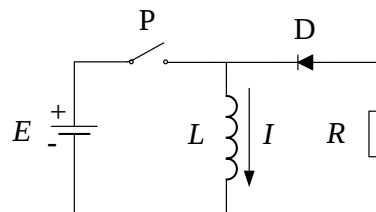
$$R_b = \frac{15V - 0.7V}{(0.2A / 200)} = 14300\Omega$$

5

5

7. На слици је приказано електрично коло са прекидачем P који се периодично укључује и искључује. Време трајања укљученог стања једнако је времену трајања искљученог стања и износи T. Индуктивност L је толико велика да се може сматрати да кроз њу тече скоро једносмерна струја I. Ако је напон једносмерног извора $E = 100\text{ V}$ и отпор отпорника $R = 10\Omega$, израчунати вредност те једносмерне струје I.

(Користити закон одржања енергије коју преноси индуктивност L).



Енергија узета из извора, када је прекидач затворен, складишти се у магнетском пољу индуктивности и предаје се потрошачу у периоду када је прекидач отворен (тада води диода). Пошто је реч о устаљеном радном стању, и пошто је индуктивност веома велика, кроз индуктивност тече стална једносмерна струја.

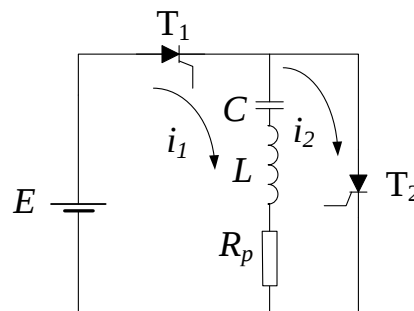
$$E \cdot I \cdot T = RI^2 \cdot T \Rightarrow E = RI \Rightarrow I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = 10\text{ A}$$

6



8. Питање:

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 већи од половине периоде резонантног кола. Управљање снагом која се предаје потрошачу R_p се може постићи:



- а) променом вредности напона једносмерног извора,
- б) променом фреквенције управљачких импулса на гејтовима,

в) на оба начина, и променом вредности напона једносмерног извора и променом фреквенције управљачких импулса на гејтовима,

- г) ни један одговор није тачан.

4/-1

9. Питање:

Струјно појачање код биполарног транзистора у споју заједничког емитора:

а) расте са порастом температуре, и опада при порасту струје колектора, при великим струјама,

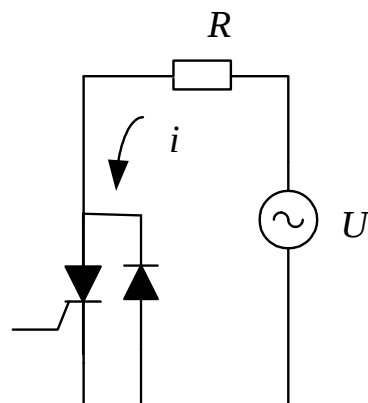
- б) опада са порастом температуре, и опада при порасту струје колектора, при великим струјама,
- в) не зависи од температуре, и опада при порасту струје колектора, при великим струјама,
- г) расте са порастом температуре, и расте при порасту струје колектора, при великим струјама,
- д) не зависи од струје, расте са порастом температуре.

4/-1



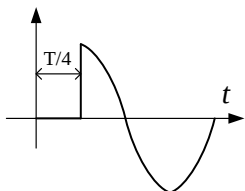
10. Задатак:

На слици је приказана шема прикључења отпорника отпорности $R = 10 \Omega$ на извор наизменичног напона ефективне вредности $U = 220 \text{ V}$ преко тиристора и диоде. Тиристор се пали после 90 степени од тренутка проласка тренутне вредности напона кроз нулту вредност.



- а) Колика се снага дисипира на отпорнику? Скицирајте таласни облик напона на потрошачу.
 б) Колика је ефективна вредност напона на отпорнику? То може да се одреди најлакше преко већ израчунате снаге.

а)



$$P_p = \frac{U^2}{R_p} \cdot \frac{3}{4} = 3630 \text{ W}$$

5

$$\text{б) } U_{eff} = \sqrt{P_p \cdot R} = 190,5 \text{ V}$$

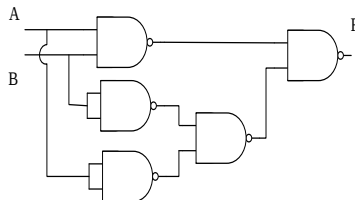
5

11. Задатак:

- а) Приказати реализацију са НИ колима логичке функције $F = AB + \bar{A} \cdot \bar{B}$
 б) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

A	B	F

а)



4

то је у ствари логичко коло EXNOR

б)

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

4



12. Задатак:

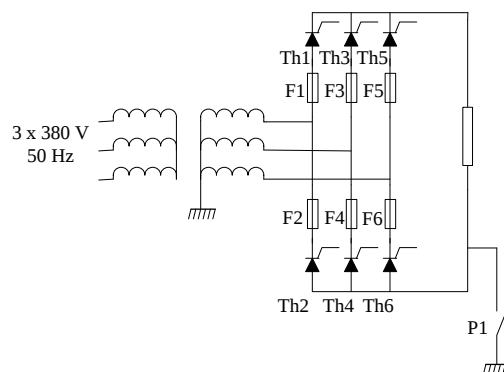
На слици је приказан трофазни мости исправљач. Трофазни усмерачки мост се напаја преко изолационог трансформатора преносног односа 380 V / 380 V (линијски напони).

Секундар изолационог трансформатора има средњу тачку која је уземљена.

а) Одредити излазни напон овог исправљача ако је управљачки угао $\alpha = 60^\circ$.

б) У току рада дође до кратког споја негативног извода исправљача са земљом (затварање P1), што даље доведе до изгоревања ултрабрзих осигурача F2, F4 и F6. Међутим, управљачка електроника није детектовала грешку и регулатор напона је наставио да ради и одржава напон на излазу.

Колика је нова вредност угла управљања? Занемарити ефекат комутације.



$$\text{а) } U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha), \quad U_d = 256,6 \text{ V}$$

$$\text{б) } U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U_{fzno} \cdot \cos(\alpha), \quad \alpha = 4,8^\circ$$

4

6

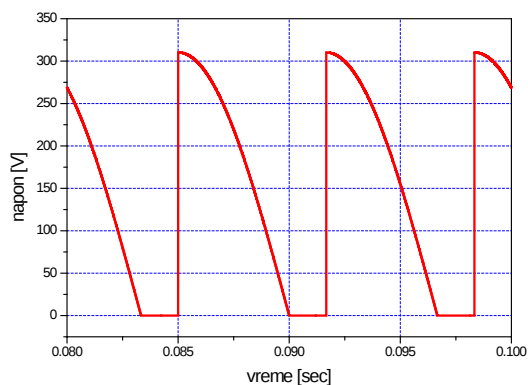


13. Питање:

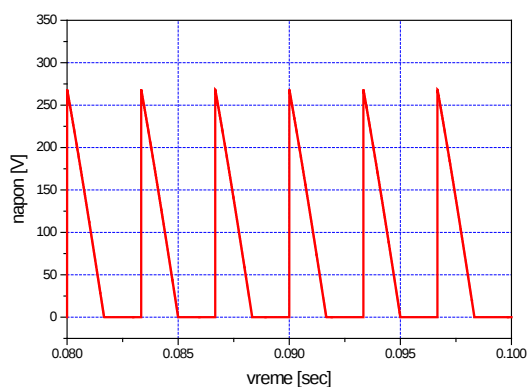
На следећим сликама су приказани таласни облици излазног напона појединих трофазних исправљачких шема.

За сваки таласни облик одредити одговарајућу трофазну шему везе (са средњом тачком или веза моста) и проценити угао паљења тиристора.

Потрошач је активни.



Трофазна шема усмеравања са
средњом тачком, угао регулације
 $\alpha = 60^\circ$.

4

Трофазна мостна шема
усмеравања, угао регулације
 $\alpha = 90^\circ$.

4



14. Питање:

MOSFET транзистор се између својих управљачких прикључака, гејта и сорса, електрично понаша као:

а) индуктивитет,

б) капацитет,

в) отпорност,

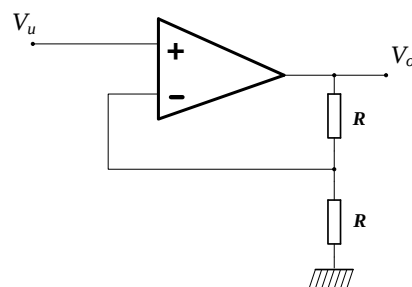
г) струјни понор.

4/-1

15. Задатак:

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Ако је напон на улазу приказаног електронског кола једнак $V_u = 5\text{ V}$, одредити вредност излазног напона V_o ?

Како се мења вредност излазног напона ако се вредност улазног напона промени на $V_u = 10\text{ V}$? Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15\text{ V}$.



$V_o = 10\text{ V}$ при $V_u = 5\text{ V}$

5

$V_o = 15\text{ V}$ при $V_u = 10\text{ V}$, јер је излаз операционог појачавача ушао у засићење

5







МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



СЕДАМНАЕСТО 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
број бодова															
4	5	5	4 4	3 2 3 2	3 3	4 -1	4 -1	4 4 4 4	4 4 4 4	4 -1	4 -1	5	5	4 4 4	100 -4

јун 2011



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.

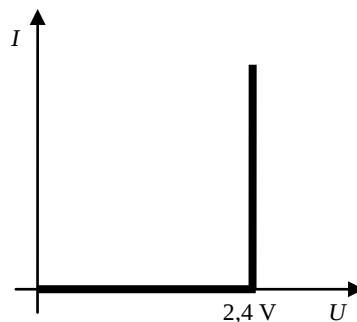
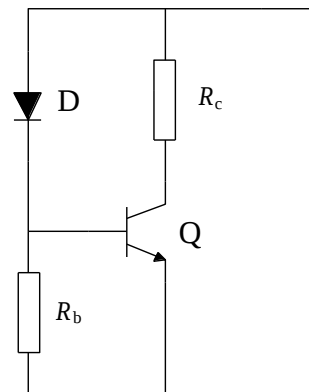
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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



1. Задатак:

На слици је приказано просто електронско коло са диодом, транзистором и два отпорника. Пад напона на диоди када води износи $V_D = 1,7 \text{ V}$, пад напона на емиторском споју транзистора који проводи $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, отпор везан између базе и емитора је $R_b = 1 \text{ k}\Omega$ и колекторски отпор је $R_c = 10 \Omega$. Скицирати зависност излазне струје од прикљученог напона (волт-амперску карактеристику).

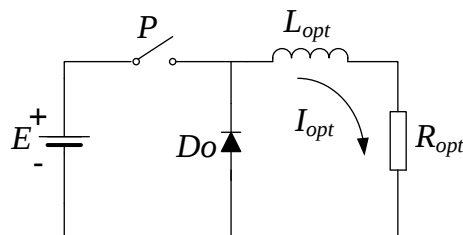


Практично је реч о редној вези диоде D и базно-емиторског PN споја транзистора; другим речима, док тече струја напон је приближно константан и једнак 2,4 V.

Решења се признају без обзира на то да ли је апсцисна оса напонска или струјна. Довољно је назначити тачку после које се има константна вредност напона, независно од струје, а пре које практично нема тока струје кроз приказано коло.

4 бода

2. Задатак:



На слици је приказан директни једносмерни претварач са активно-индуктивним оптерећењем. Трајање импулса (укљученог стања прекидача P које се периодично понавља) износи $t_{on} = 50 \mu\text{s}$ фреквенција рада прекидача P износи $f = 10 \text{ kHz}$, односно одговарајућа периода прекидања износи $T = 100 \mu\text{s}$. Вредност једносмерног напона напајања је $E = 100 \text{ V}$. Колика је средња вредност напона оптерећења, у устаљеном радном стању, при непрекидној струји кроз оптерећење?

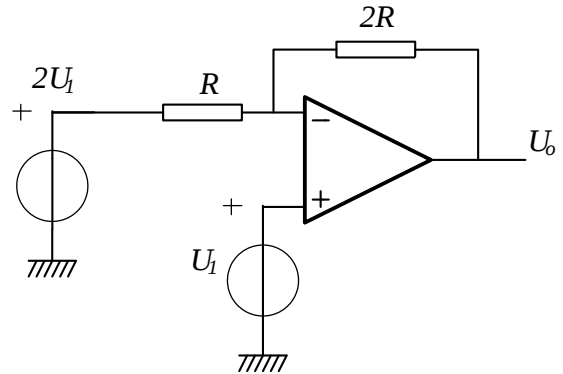
$$U = E \cdot t_{on} \cdot f = 100 \text{ V} \cdot 50 \mu\text{s} \cdot 10 \text{ kHz}$$

$$U = 50 \text{ V}$$

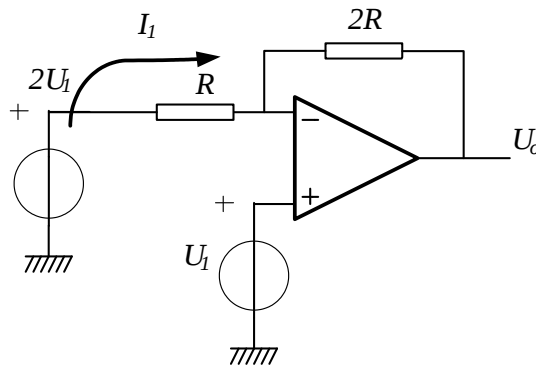
5 бода



На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Одредити колика је вредност излазног напона U_o ? Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са ± 15 V. Напон U_1 је једнак +5 V.



Пошто је затворена негативна повратна спрега, потенцијали инвертујућег и неинвертујућег улаза операционог појачавача биће једнаки.



Струја означена са I_1 биће одређена изразом

$$I_1 = \frac{2U_1 - U_1}{R} = \frac{U_1}{R}.$$

Онда се излазни напон може одредити као

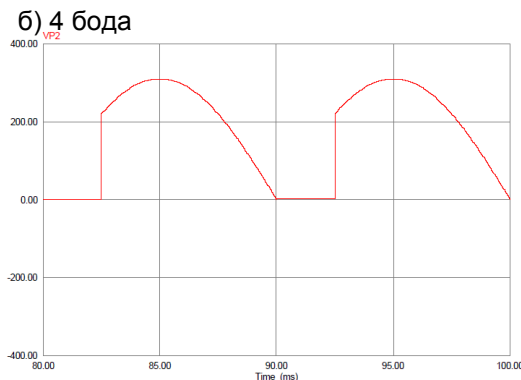
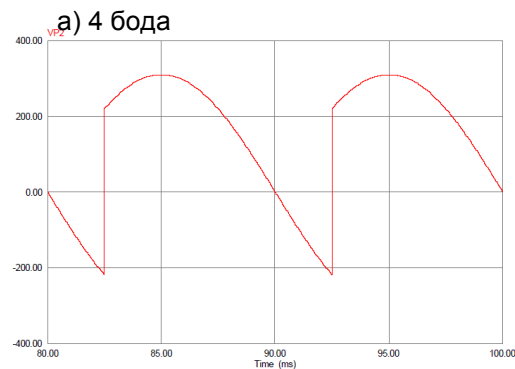
$$U_o = U_1 - \frac{U_1}{R} 2R = -U_1 = -5 \text{ V}.$$

5 бода

4. Задатак:

Скицирајте таласни облик излазног напона једнофазне пуноталасне мостне усмераче при углу регулације од 45° и то за случај:

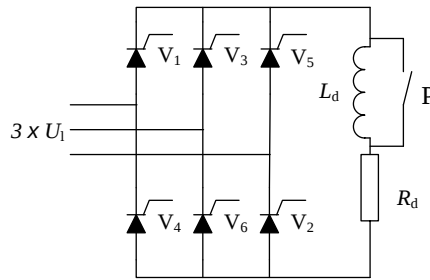
- а) активно-индуктивног оптерећења
- б) активног оптерећења



8 бодова



5. Задатак.



На слици је приказана трофазна мостна усмерача са тиристорима. Индуктивност L_d је веома велика. Ефективна вредност линијског улазног напона износи 380 V. При углу управљања $\alpha = 60^\circ$ и при отвореном прекидачу P одредити:

- а) средњу вредност усмереног напона на излазу усмерача,
 б) средњу вредност струје кроз отпорник ако је отпорност потрошача $R_d = 10 \Omega$.

Ако се прекидач P затвори, одредити:

- в) средњу вредност усмереног напона на излазу усмерача,
 г) средњу вредност струје кроз отпорник ако је отпорност потрошача $R_d = 10 \Omega$.

- а) средња вредност излазног напона трофазне мостне усмераче, при активно-индуктивном оптерећењу, износи $U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha)$

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = 25,66 A$$

2 бода

$$U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} 380 V \cdot \cos(60^\circ)$$

$$U_d = 256,6 V, \text{ 3 бода}$$

- в) средња вредност излазног напона трофазне мостне усмераче, при активном оптерећењу, будући да је угао регулације мањи или једнак 60° , износи такође

$$U_d = 256,6 V,$$

3 бода

- г) и средња вредност струје биће иста, само ће без индуктивности таласни облик струје пратити таласни облик излазног напона

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} = 25,66 A$$

2 бода

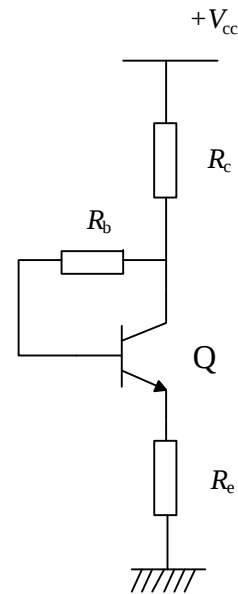
10 бодова



6. Задатак:

На слици је приказано електронско коло са једним транзистором и три отпорника. Вредности елемената у колу су: $R_b = 100 \text{ k}\Omega$, $R_c = 2 \text{ k}\Omega$, $R_e = 1 \text{ k}\Omega$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CC} = 24 \text{ V}$. У једносмерном радном режиму одредити:

- напон U_{ce} и струју I_c транзистора Q,
- снагу ослобођену на транзистору, P_{ce} ,



По другом Кирхофовом закону може се писати да је

$$R_e I_e + V_{BE} + R_b I_b + R_c I_c = V_{cc} \text{ и}$$

$I_e = (h_{FE} + 1)I_b$. Овде је струјно појачање довољно велико да се може сматрати да су струја колектора и струја емитора једнаке. Решењем написаних једначине по струји базе, добија се да је

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_b + h_{FE}(R_e + R_c)},$$

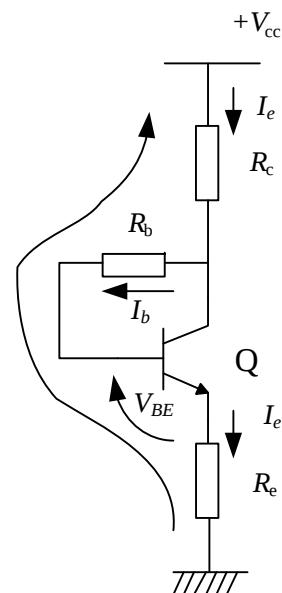
односно да је

$$I_b = \frac{24 - 0,7}{100 + 100(1 + 2)} = 0,5825 \mu\text{A}$$

$$\text{а) } I_c = I_b \cdot h_{FE} = 5,825 \text{ mA} = I_e$$

$$U_{ce} = V_{CC} - I_c \cdot (R_e + R_c) = 6,252 \text{ V}$$

3 бода



$$\text{б) } P_c = I_c \cdot U_{ce} = 38 \text{ mW} \quad \text{3 бода}$$

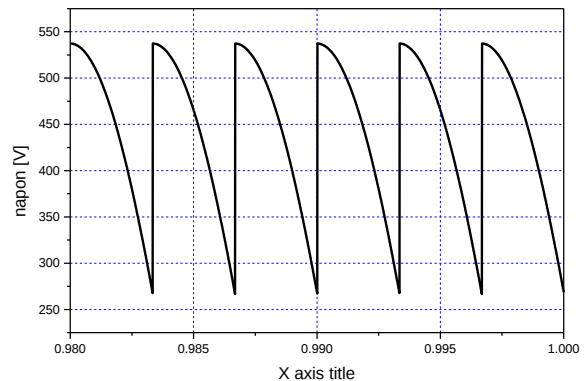
6 бодова



7. Питање:

На слици је приказан таласни облик излазног напона тофазног мостног пуноуправљивог исправљача. Дужина временског интервала који је приказан на апсцисној оси износи 20 ms. Угао регулације тиристора у исправљачком мосту је:

- а) 0 степени
- б) 30 степени
- в) 60 степени
- г) 90 степени



б) 30 степени

4/-1 бод

8. Питање:

Пробојни напон између колектора и емитора биполарног транзистора је

- а) већи, ако база и емитор нису кратко спојени,
- б) мањи, ако су база и емитор кратко спојени,
- в) не зависи од тога да ли су база и емитор спојени,
- г) већи, ако база и емитор јесу кратко спојени

4/-1 бод

г) већи, ако база и емитор јесу кратко спојени

9. Задатак.

- а) Минимизирати логичку функцију

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

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

- в) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

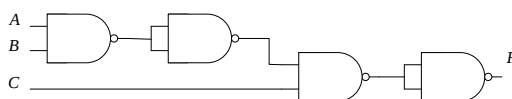
A	B	C	F

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

- а) $\overline{ABCAB} + \overline{ABCC} = \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{ABC}$,4 бода

то је у ствари И логичко коло

- б) 4 бода



признаје се и било која друга реализација ако је логички тачна

в)

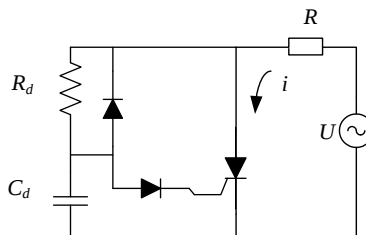
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

4 бода

12 бодова



10. Задатак:



На слици је приказана шема прикључења отпорника отпорности $R = 10 \Omega$ на извор наизменичног напона ефективне вредности $U = 220 \text{ V}$ преко тиристора. Електрично коло састављено од отпорника R_d и кондензатора C_d доводи до паљења тиристора после 45 степени од тренутка проласка тренутне вредности напона кроз нулту вредност.

- а) Колика се снага дисипира на отпорнику?
 б) Колика је ефективна вредност напона на отпорнику?
 в) Да ли је напон на отпорнику једносмеран пулсирајући или наизменичан?

- а) Кад је познат угао регулације, треба одредити ефективну вредност напона на отпорном потрошачу, према формули

$$U_{eff} = \frac{U}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(1/\pi)(\pi - \alpha + \frac{\sin(2\alpha)}{2})}$$

односно $U_{eff} = 148,33 \text{ V}$, и онда је снага

$$P_p = \frac{U_{eff}^2}{R} = 2200 \text{ W}$$

4 бода

в) напон на отпорнику је пулсирајући једносмеран.
4 бода

12 бодова

11. Питање:

Са порастом температуре, инверзна струја тиристора:

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

а) расте са порастом температуре

4/-1 бод

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

12. Питање:

Трофазни мостни пуноуправљиви усмерач даје потрошачу једносмерну струју средње вредности I_d . Колико износи ефективна вредност наизменичне струје кроз напојне водове усмерача:

а) $\frac{I_d}{\sqrt{3}}$,

б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,

в) $\frac{I_d}{3}$.

г) $\frac{I_d \sqrt{2}}{3}$.

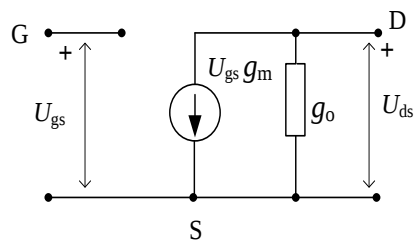
б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,

4/-1 бод



13. Задатак:

Нацртати еквивалентну шему МОСФЕТ транзистора за наизменичне сигнале ниских фреквенција.

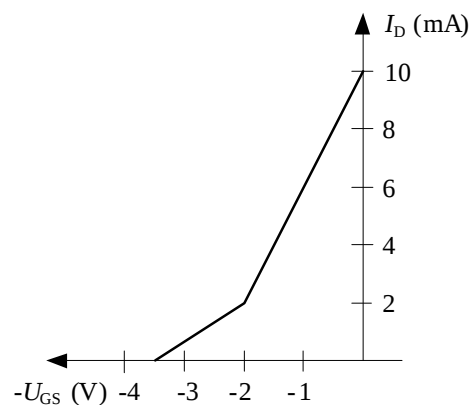


Са параметром g_o се признаје свих 5 поена, а без g_o се признају 4 поена. Не очекује се приказивање капацитета.

**5
бодова**

14. Задатак:

Одредити стрмину ФЕТ транзистора чија је преносна карактеристика приказана на слици. Стрмина је глатка крива која је овде само приближно представљена као изломљена линија, ради лакшег рачуна.



На приложеном дијаграму читамо следеће тачке:

2 mA & - 2 V,

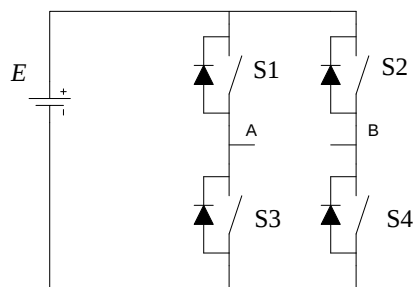
6 mA & - 1 V,

и онда ће бити

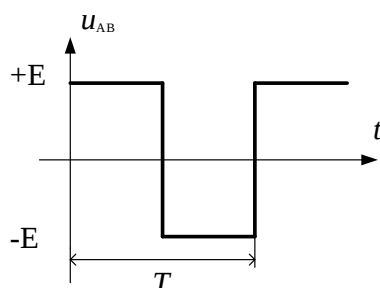
$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = \frac{4 \text{ mA}}{1 \text{ V}} = 4 \text{ mA/V}$$

Признају се и приближно добијене другачије вредности стрмине, само ако је принцип израчунавања довољно јасно назначен.

**5
бодова**



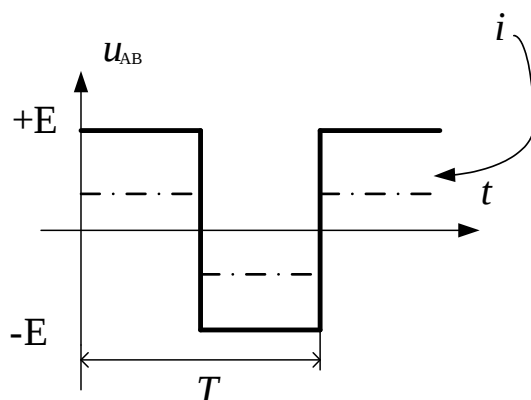
На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака А и В генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.



Ако се између тачака А и В веже омски потрошач (индуктивност L је једнака нули а постоји само омски отпор R), скицирати таласни облик струје потрошача.

Колика је средња вредност струје тог потрошача?

Колика је средња вредност струје која тече кроз повратне диоде?



(4 бода цртеж)

Добије се правоугаони таласни облик струје која тече кроз чисто омски потрошач. Пошто је то наизменична струја, њена средња вредност је нула.

(4 бода одговор)

Средња вредност струје кроз повратне диоде је нула, пошто те диоде уопште не воде у случају прикљученог омског потрошача.

(4 бода одговор)

12 бодова



ЕНЕРГЕТСКА електроника

www.viser.edu.rs

СЕДАМНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2011.



ЕНЕРГЕТСКА електроника

www.viser.edu.rs

СЕДАМНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2011.



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ОСАМНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике трећег разряда смера енергетике

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

јун 2012



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.

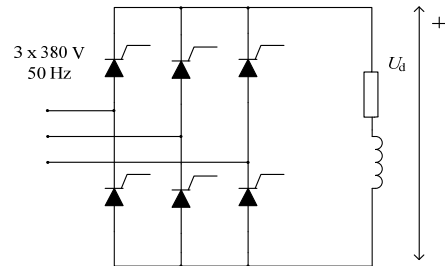
Тест саставио: др Жарко С. Јанда, дипл. инг. професор Високе школе електротехнике и рачунарства у Београду, научни сарадник Електротехничког института „Никола Тесла“ у Београду



1. Задатак:

На слици је приказан трофазни мостни исправљач. Трофазни усмерачки мост се напаја трофазним напонем $3 \times 220 \text{ V}$ (линијски напони) преко изолационог трансформатора који поседује расипну индуктивност. На исправљач је прикључено активно-индуктивно оптерећење.

Изазни напон овог исправљача ако је управљачки угао $\alpha = 60^\circ$ износи $138,5 \text{ V}$ а излазна струја $13,85 \text{ A}$.



а) Због које појаве излазни напон овог исправљача није једнак него је мањи од оног који се добија према формули за управљачки угао $\alpha = 60^\circ$.

а) мањи је због пада напона услед комутације (**3 бода**); према формули

$$U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha)$$

б) Како та разлика напона зависи од струје оптерећења исправљача?

излазни напон би износио $148,5 \text{ V}$. То значи да је комутациони пад напона

пропорционалан струји потрошача са фактором пропорционалности

$$\frac{10 \text{ V}}{13,85 \text{ A}} = 0,722 \text{ V/A}$$

в) Одреди омску отпорност активно-индуктивног оптерећења овог исправљача.

г) У току рада дође до смањења управљачког угла на $\alpha = 0^\circ$. Колики ће бити излазни напон овог исправљача а колика струја оптерећења?

б) та разлика напона, односно пад напона због комутације, је пропорционална струји оптерећења исправљача, **3 бода**

$$\text{в) } R = \frac{138,5 \text{ V}}{13,85 \text{ A}} = 10 \Omega \quad \text{3 бода}$$

г) нова вредност излазног напона исправљача, у празном ходу, биће 297 V , према датој формули. Струја оптерећења, уз урачунавање појаве комутације, биће

$$\frac{297 \text{ V}}{10 \Omega + 0,722 \text{ V/A}} = 27,7 \text{ A}, \text{ а излазни напон тада износи } 277 \text{ V. } \quad \text{4 бода}$$

13

2. Питање:

Ако се радна тачка биполарног транзистора, везаног у споју заједничког емитора, налази на средини радне праве, тада он ради као појачавач у класи:

- а) А,
б) В,
в) С,
г) АВ.

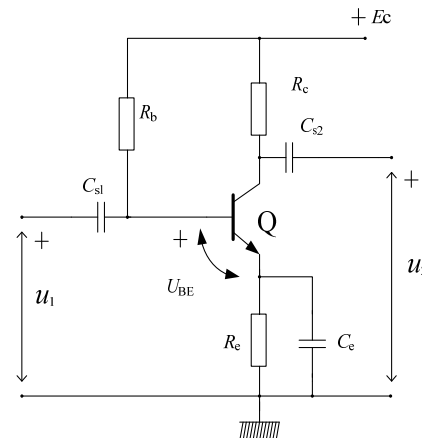
4/-1



3. Задатак.

На слици је приказано коло са једним транзистором у споју заједничког емитора. Вредности отпора у колу су $R_c = 470 \Omega$, $R_b = 100 \text{ k}\Omega$ и $R_e = 220 \Omega$. Струјно појачање транзистора Q износи $\beta = 100$. Пад напона на директно поларисаном базно емиторском споју износи приближно $0,7 \text{ V}$. Напон напајања износи $E_c = 15 \text{ V}$. Сви кондензатори су веома великог капацитета.

Одредити једносмерну вредност струје колектора транзистора Q , и једносмерни напон између колектора и емитора.



Из једначине

$I_E R_e + U_{BE} + R_b I_B = E_c$, знајући да је веза струје базе и струје емитора

$I_E = (\beta + 1)I_B$, израчунава се

$$I_B = \frac{E_c - U_{BE}}{R_b + (\beta + 1)R_e} = 0,117 \text{ mA} \quad \mathbf{2 \text{ бод}}$$

Сада се струја колектора лако одређује да је $11,7 \text{ mA}$ (**2 бода**) и напон између колектора и емитора да је

$$U_{CE} = E_c - R_c I_C - R_e I_E = 6,9 \text{ V} \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

6

4. Питање:

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

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. Питање:

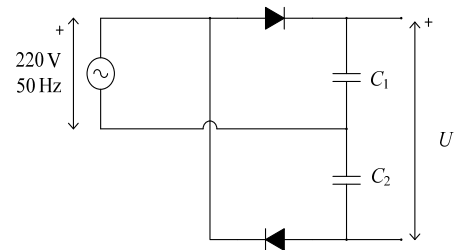
На слици је приказан исправљач са две диоде. Излазни једносмерни напон је:

а) $\frac{220}{\sqrt{2}} V$,

б) $\frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V$,

в) $\frac{220}{2} V$,

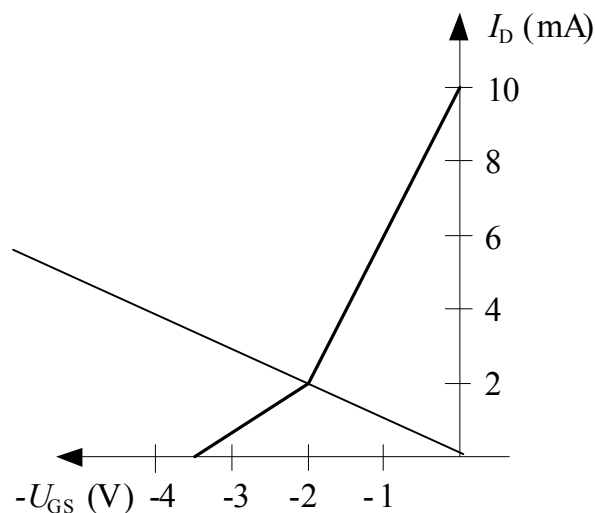
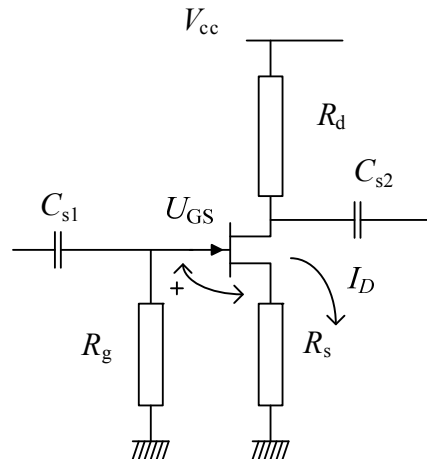
г) $2\sqrt{2} \cdot 220 V$.

**4/-1**



6. Задатак:

Одредити струју дрејна у радној тачки ФЕТ транзистора у споју заједничког сорса чија је преносна карактеристика приказана на слици. Стрмина је глатка крива која је овде само приближно представљена као изломљена линија, ради лакшег рачуна. Вредности отпора у колу су $R_s = 1\text{ k}\Omega$, $R_g = 1\text{ M}\Omega$ и $R_d = 220\text{ }\Omega$.



Веза напона између гејта и сорса са струјом дрејна је дата изразом, $U_{GS} = -R_s \cdot I_D$, тако да се радна тачка одређује графички, као тачка пресека дате карактеристике ФЕТ транзистора и праве линије дефинисане датим изразом.

Са приказане слике се види да је то тачка $(-2\text{ V}, 2\text{ mA})$, односно тражена струја дрејна износи 2 mA .



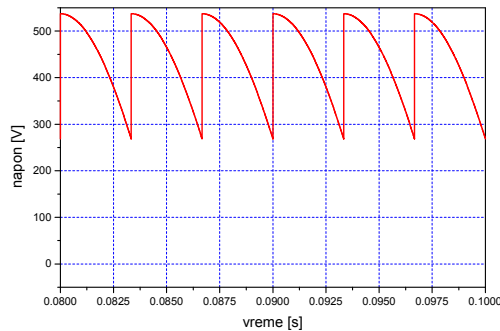
7. Питање:

На следећим сликама су приказани таласни облици излазног напона појединих трофазних исправљачких шема.

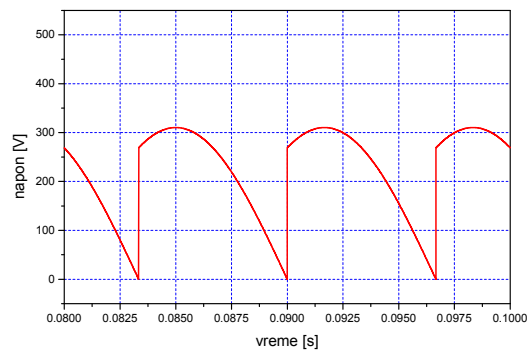
За сваки таласни облик одредити одговарајућу трофазну шему везе (са средњом тачком или веза моста) и проценити угао паљења тиристора.

Потрошач је активно-индуктивни а приказан је временски интервал од 20 ms.

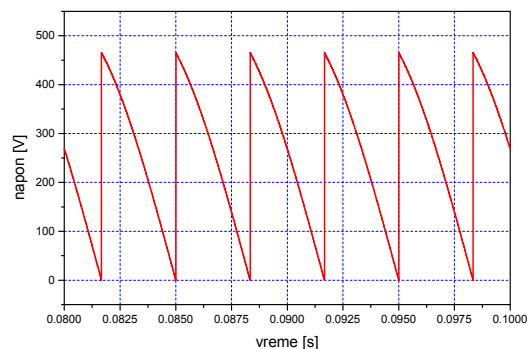
а)



б)



в)



а) Трофазна мостна шема усмеравања, угао регулације $\alpha = 30^\circ$.

3 бода

б) Трофазна мостна шема усмеравања са средњом тачком, угао регулације $\alpha = 30^\circ$.

3 бода

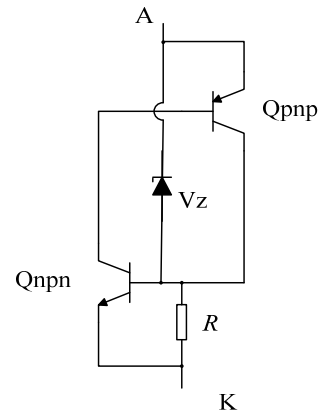
в) Трофазна мостна шема усмеравања, угао регулације $\alpha = 60^\circ$.

3 бода



8. Питање:

На слици је приказано еквивалентно двотранзисторско коло које се понаша као четворослојна диода (има пробојну карактеристику). Ако је напон при коме почиње да води Зенерова диода 5,6 V а напон директне поларизације ПН споја база-емитор 0,7 V одредити при коме напону, доведеном између крајева означених на шеми са А и К, приказани електронски склоп прелази у проводно стање:



а) 4,9 V,

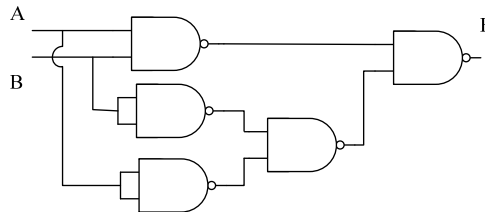
б) 5,6 V,

в) 5,1 V,

г) 6,3 V.

4/-1

9. Задатак:



а) Написати израз за логичку функцију која је приказана логичком мрежом на слици.

$$F = AB + \bar{A} \cdot \bar{B} \quad 3 \text{ бода}$$

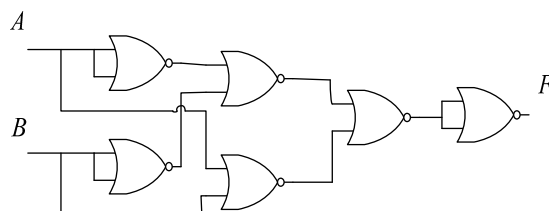
б) Написати таблицу истинитости за логичку функцију која је приказана логичком мрежом. 3 бода

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

в) Приказати реализацију те логичке функције са НИЛИ логичким колима.

Пошто је $\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A + B}}$ и

$\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A + B}}$, онда је

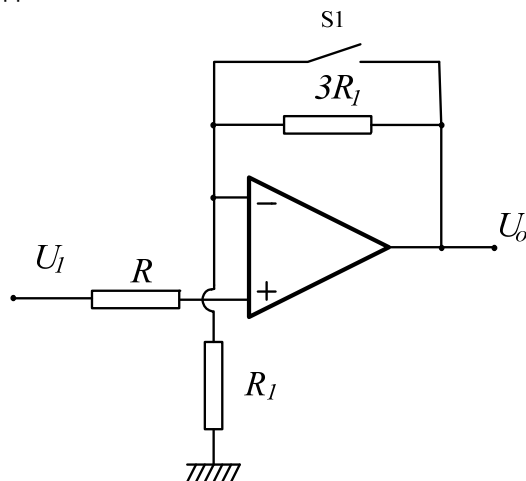


3 бода

9



10. Задатак:



2 V, 3 бода

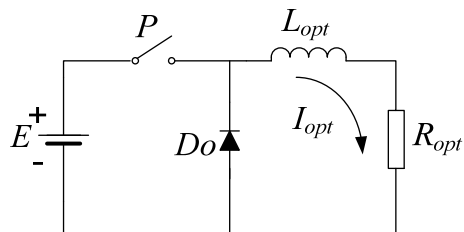
2 V, 3 бода

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Ако је излазни напон $U_o = 8 \text{ V}$ при отвореном прекидачу S1, колики ће бити излазни напон ако се прекидач S1 затвори? Колики је улазни напон?

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

6

11. Питање:



На слици је приказан директни једносмерни претварач са активно-индуктивним оптерећењем. Трајање импулса (укљученог стања прекидача P које се периодично понавља) износи t_{on} , фреквенција рада прекидача P износи f , односно одговарајућа периода прекидања износи T . Вредност једносмерног напона напајања је E . Средња вредност напона оптерећења, у устаљеном радном стању, износи

а) $E \cdot f \cdot T$,

б) $E \cdot f \cdot T$,

в) $E \cdot f \cdot t_{on}$,

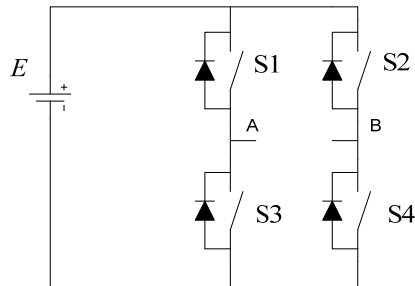
г) $E \cdot T \cdot t_{on}$,

д) није понуђен тачан одговор.

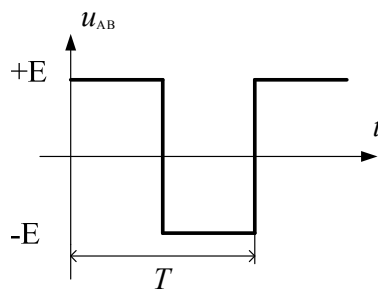
4/-1



12. Задатак:



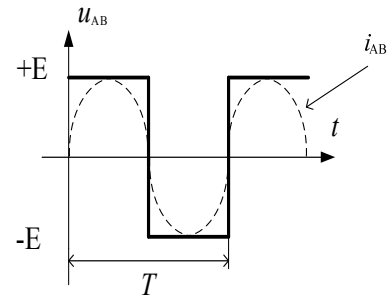
На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака А и В генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.



Ако се између тачака А и В веже редна веза индуктивности L , капацитета C и омског потрошача R и ако је фреквенција генерисаног таласног облика напона једнака резонантној фреквенцији напајаног LRC кола ($f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$), скицирати таласни облик струје потрошача.

Колика је средња вредност струје тог потрошача?

Колика је средња вредност струје која тече кроз повратне диоде?



3 бода

Средња вредност струје потрошача је 0А, пошто је реч о наизменичној струји.

3 бода

Средња вредност струје повратних диода је 0А, пошто се потрошач на резонантној фреквенцији понаша као омска отпорност.

3 бода



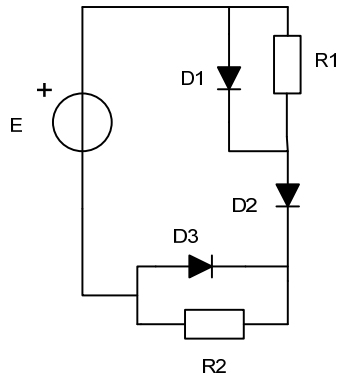
13. Задатак:

На слици је приказано коло са диодама. Електромоторна сила $E = 10\text{V}$. Падови напона на директно поларисаним диодама износе по $0,7\text{V}$. Отпори су $R_1 = 1\text{k}\Omega$ и $R_2 = 2\text{k}\Omega$.

$$\text{а) } I_1 = \frac{V_d}{R_1} = \frac{0,7\text{V}}{1\text{k}\Omega} = 0,7\text{mA}$$

3 бода

$$\text{б) } I = \frac{E - 2 \cdot V_d}{R_2} = \frac{8,6\text{V}}{2\text{k}\Omega} = 4,3\text{mA}$$

3 бода

а) Одредити струју кроз отпорник R_1 .

б) Одредити струју кроз извор електромоторне силе E .

6

14. Питање:

Код трофазног мостног исправљача у току комутације истовремено проводе

☒ а) два тиристора

☐ б) три тиристора

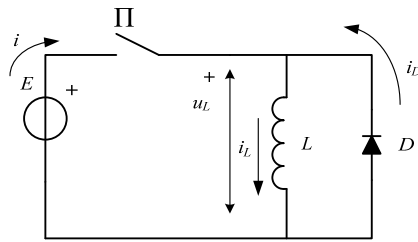
☐ в) четири тиристора

☐ г) није понуђен тачан одговор

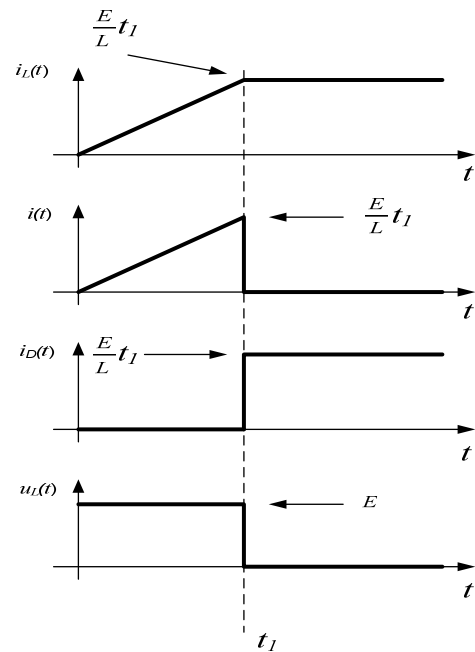
4/-1



15. Задатак:



На слици је приказана шема прикључења извора једносмерног напона E на паралелну везу идеалне диоде и идеалне индуктивности преко прекидача П. У почетном тренутку струја индуктивности је била једнака нули и прекидач П је затворен и поново отворен после истека неког времена t_1 . Скицирати таласне облике струје кроз пригушницу $i_L(t)$, струје кроз диоду $i_D(t)$, струје једносмерног извора $i(t)$ и напона на крајевима индуктивности $u_L(t)$.



Сваки дијаграм по 3 бода



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТПРВО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ **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
број бодова															
8	4 -1	9	4 -1	6	16	4 -1	4 -1	10	8	4 -1	4 -1	6	4 -1	9	100 -7

мај 2015



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.

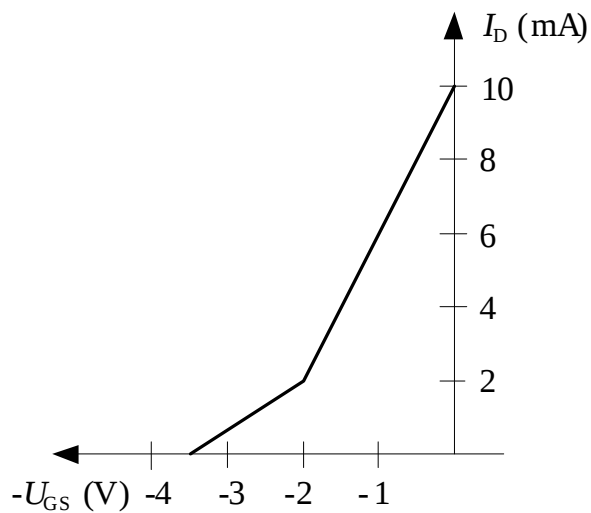
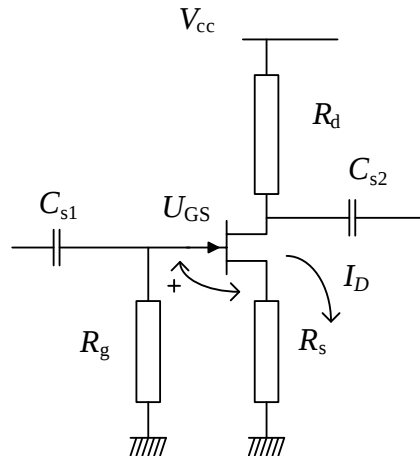
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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



1. Задатак:

Одредити струју дрејна у радној тачки ФЕТ транзистора у споју заједничког сорса чија је преносна карактеристика приказана на слици. Стрмина је глатка крива која је овде само приближно представљена као изломљена линија, ради лакшег рачуна. Вредности отпора у колу су $R_s = 1 \text{ k}\Omega$, $R_g = 1 \text{ M}\Omega$ и $R_d = 220 \text{ }\Omega$.

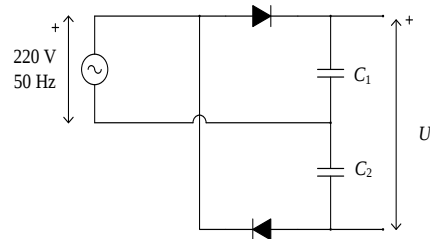




2. Питање:

На слици је приказан исправљач са две диоде. Излазни једносмерни напон је:

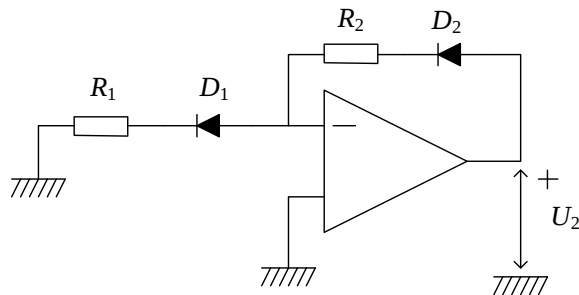
- а) $\frac{220}{\sqrt{2}} V$,
- б) $\frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V$,
- в) $\frac{220}{2} V$,
- г) $2\sqrt{2} \cdot 220 V$.



3. Задатак.

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Падови напона на проводно поларисаним диодама износе $V_d = 0,7 V$. Отпорник R_2 је два пута мањи од отпорника R_1 .

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 V$.



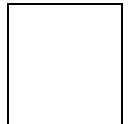
- а) Одредити вредност излазног напона U_2 .
- б) Колики треба да буде однос отпорности отпорника R_1 и R_2 да излазни напон U_2 буде нула волти?



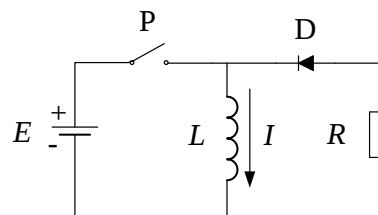
4. Питање:

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

- а) $\frac{I_d}{\sqrt{2}}$,
- б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,
- в) $\frac{I_d}{2}$,
- г) I_d .



5. На слици је приказано електрично коло са прекидачем P који се периодично укључује и искључује. Време трајања укљученог стања једнако је T а време трајања искљученог стања износи $T/2$. Индуктивност L је толико велика да се може сматрати да кроз њу тече скоро једносмерна струја I . Ако је напон једносмерног извора $E = 100 \text{ V}$ и отпор отпорника $R = 10 \Omega$, израчунати вредност те једносмерне струје I . Пад напона на диоди у току вођења занемарити. (Користити закон одржања енергије коју преноси индуктивност L).





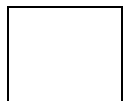
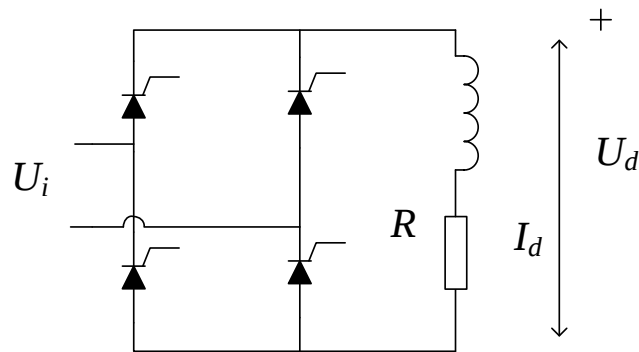
6. Задатак:

На слици је приказан монофазни пуноуправљиви мостни исправљач. Монофазни усмерачки мост се напаја напоном ефективне вредности 220 V. Оптерећење је активно-индуктивно.

Вредност управљачког угла α_1 износи нула степени.

а) Одредити излазни једносмерни напон овог исправљача. Занемарити ефекат комутације.

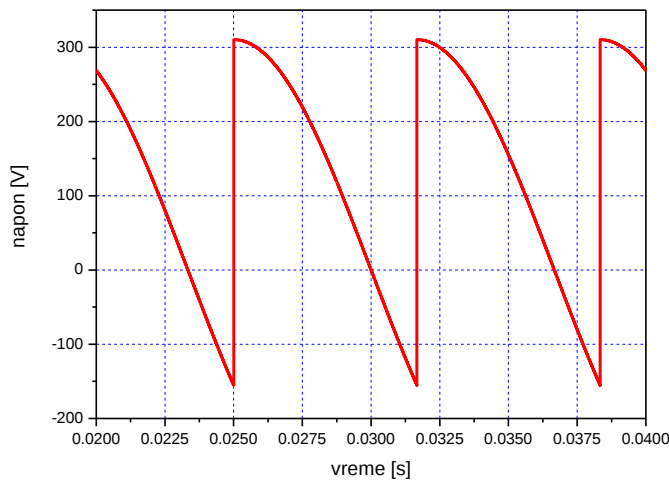
б) Затим један тиристор изгуби паљење због квара управљачког кола. Одредити нову вредност једносмерне струје ако је омска отпорност $10\ \Omega$.





7. Питање:

На слици је приказан таласни облик излазног напона једне трофазне исправљачке шеме.



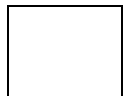
То је:

а) Трофазна мосна шема са активно-индуктивним потрошачем, која ради са углом паљења тиристора (углом регулације) од $\alpha = 30^\circ$,

б) Трофазна шема усмеравања са средњом тачком, са активним потрошачем, која ради са углом паљења тиристора (углом регулације) од $\alpha = 60^\circ$,

в) Трофазна шема усмеравања са средњом тачком, са активно-индуктивним потрошачем, која ради са углом паљења тиристора (углом регулације) од $\alpha = 60^\circ$,

г) Трофазна мосна шема са активним потрошачем, која ради са углом паљења тиристора (углом регулације) од $\alpha = 60^\circ$,



8. Питање:

Пробојни напон између аноде и катодe тиристора (у директном смеру) је:

- а) већи када је струја гејта већа,
- б) мањи када је струја гејта већа,
- в) не зависи од струје гејта,
- г) ни један одговор није тачан.

Сетите се како изгледа функционална зависност струје тиристора од напона у првом квадранту!





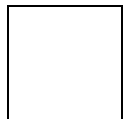
9. Задатак:

а) Приказати реализацију са НИ колама логичке

функције $F = AB + \bar{A} \cdot \bar{B}$

б) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

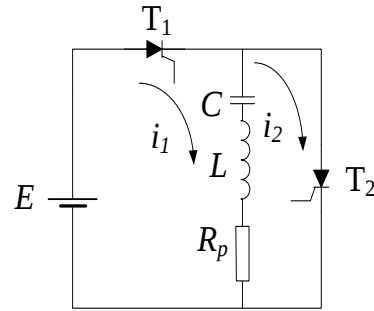
A	B	F



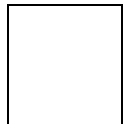


10. Задатак:

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?



11. Питање:

Управљачка карактеристика трофазне мостне усмераче при активном оптерећењу достиже нулу при углу управљања од:

- а) $5\pi/6$,
б) $2\pi/3$,
в) π ,
г) ни један одговор није тачан.





12. Питање:

Спољна карактеристика трофазне мосне усмераче представља зависност средње вредности усмереног напона од средње вредности усмерене струје оптерећења. Ту карактеристику у области великих струја чине међусобно паралелне праве линије са падајућим нагибом. У области малих, непрекиданих струја

- а) линије које представљају спољну карактеристику усмераче се повијају надоле, ка мањим вредностима напона,
- б) линије које представљају спољну карактеристику усмераче се повијају навише, ка вишим вредностима напона,
- в) линије које представљају спољну карактеристику усмераче се не повијају ни навише ни наниже,
- г) ни један одговор није тачан.

☐

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 околине износи $\vartheta_{OK} = 40^{\circ}C.$

Ако је снага дисипације $P_D = 150W$ одреди температуру силицијумске плочице $\vartheta_J.$

☐

14. Питање:

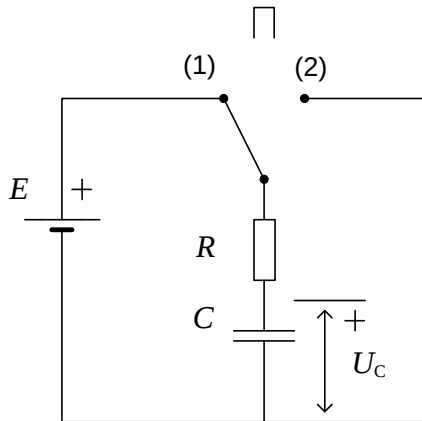
Када је потребно направити усмераче за веома високе напоне, прибегава се редном везивању тиристора. Да би се постигла равномерна расподела инверзног напона, тиристорима се паралелно везују и додатни елементи, и то:

- а) индуктивности,
- б) отпорности,
- в) кондензатори,
- г) отпорности, а понекад и RC чланови паралелно отпорностима.

☐



15. Задатак:



На слици је приказана шема прикључења извора једносмерног напона $E=100\text{V}$ на редну везу отпорника и кондензатора веома великог капацитета преко преклопника П. Када је преклопник П у положају (1), кондензатор је преко отпорника повезан на извор напона. Када је преклопник у положају (2) кондензатор се празни кроз отпорник. Преклопник П преклапа много брже од временске константе кола RC .

Ако је време трајања стања (1) преклопника $T/4$ а стања (2) $3T/4$ одредити усталјену вредност напона кондензатора





ЕНЕРГЕТСКА електроника

www.viser.edu.rs

ДВАДЕСЕТПРВО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2015.



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТДРУГО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике трећег разряда смера енергетике

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

мај 2016



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.

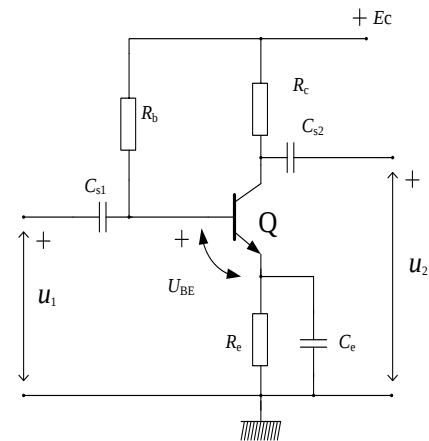
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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



1. Задатак.

На слици је приказано коло са једним транзистором у споју заједничког емитора. Вредности отпора у колу су $R_c = 470 \Omega$, $R_b = 100 \text{ k}\Omega$ и $R_e = 220 \Omega$. Струјно појачање транзистора Q износи $\beta=200$. Пад напона на директно поларисаном базно емиторском споју износи приближно $0,7 \text{ V}$. Напон напајања износи $E_c = 20 \text{ V}$. Сви кондензатори су веома великог капацитета. Термички напон је $U_T = 26 \text{ mV}$.



а) Одредити једносмерну вредност струје колектора транзистора Q , и једносмерни напон између колектора и емитора.

б) Одреди вредности параметара g_m и r_π .

в) Одреди појачање приказаног појачавача.

а) Из једначине $I_E R_e + U_{BE} + R_b I_B = E_c$, знајући да је веза струје базе и струје емитора

$I_E = (\beta + 1)I_B$, израчунава се

$$I_B = \frac{E_c - U_{BE}}{R_b + (\beta + 1)R_e} = 0,1338 \text{ mA}.$$

2 бода

Сада се струја колектора лако одређује да је $26,76 \text{ mA}$ **(2 бода)**

$$\text{б) } g_m = \frac{I_{CQ}}{U_T} = \frac{0,02676}{0,026} = 1,03 \text{ A/V}$$

2 бода

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{200}{1,03} = 194,1 \Omega \quad \text{2 бода}$$

$$\text{в) } A_u = -g_m \cdot R_c = -484,1 \quad \text{2 бода}$$



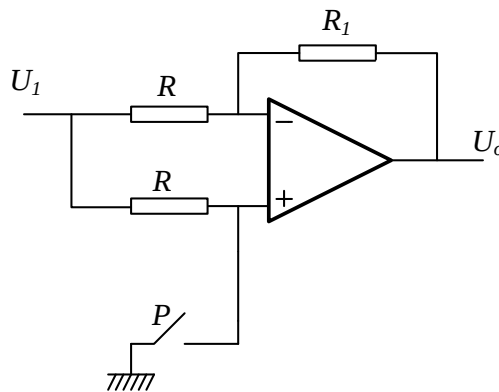
2. Питање:

Ако се радна тачка биполарног транзистора, везаног у споју заједничког емитора, налази на крају радне праве који одговара максималном напону колектора, тада он 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. Ако је улазни напон $U_1 = 5 \text{ V}$ а отпори $R = 1 \text{ k}\Omega$ и $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, одредити:

- а) излазни напон U_0 када је прекидач P затворен.
б) излазни напон U_0 када је прекидач P отворен.

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

а) $U_0 = -\frac{R_1}{R} \cdot U_1 = -2 \cdot U_1 = -10 \text{ V}$, односно

то је елементарни инвертујући појачавач.

3 бода

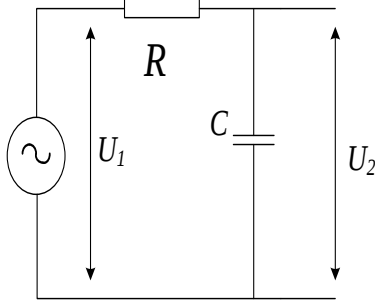
б) $U_1 = U_+ = U_- = U_0 = 5 \text{ V}$, јер кроз отпорнике не тече никаква струја (у реалном колу теку само мале струје поларизације улазних транзистора у диференцијалном улазном појачавачу ОП)

3 бода**6**



4. Питање:

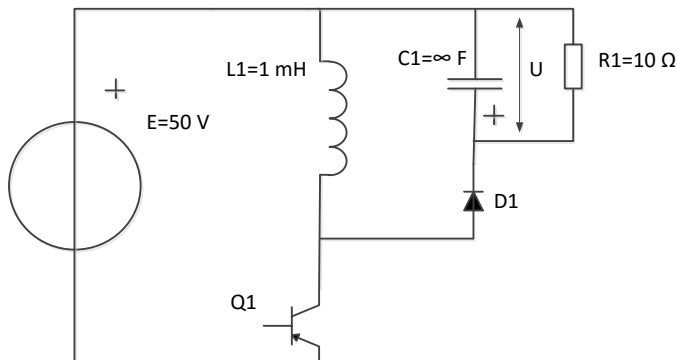
Одредити (написати) израз за горњу граничну фреквенцију кола приказаног на слици.



$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot RC}$$

4

5. На слици је приказано електрично коло транзистором Q1 који се периодично укључује и искључује. Време трајања укљученог стања једнако је $T/2$ и време трајања искљученог стања износи $T/2$. Фреквенција прекидања транзистора је 10 kHz.



- а) Ако је излазни кондензатор бесконачно великог капацитета, израчунати вредност излазне једносмерне струје I . Пад напона на диоди у току вођења занемарити. (Користити закон баланса флукса који се одржава на индуктивности L).
 б) Одредити максималну вредност струје пригушнице.
 в) При којој вредности отпорног оптерећења претварач долази на границу прекидне струје (таласни облик сттрује пригушнице додирује вредност 0 A)?

Решење: Енергија узета из извора, када је транзистор затворен, складишти се у магнетском пољу индуктивности и предаје се потрошачу у периоду када је прекидач отворен (тада води диода).

- а) Пошто је ,према принципу баланса флукса,

$$E \frac{T}{2} = U \frac{T}{2}$$

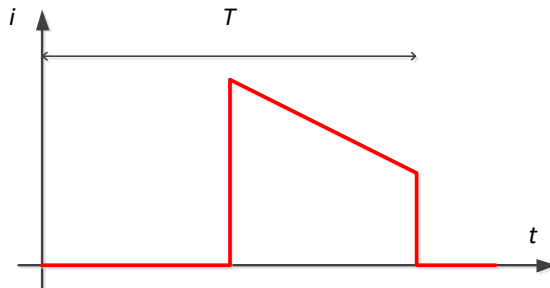
напон на излазу претвараача ће бити исти као емс на улазу и износиће 50 V, поларитета као на слици. Пошто је капацитет



кондензатора бесконачно велики, излазни напон је практично једносмеран, занемарљиве таласности. Одговарајућа једносмерна струја је 5 А.

4 бода

б) Максимална вредност струје пригушнице је истовремено и максимална вредност струје диоде. Таласни облик струје диоде је дат на следећој слици (у непрекидном режиму рада):



Средња вредност струје диоде је у ствари излазна једносмерна струја претварача и износи

$$I_{D,avg} = I = \frac{I_{L,max} + I_{L,min}}{2} \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{1}{T} = \frac{I_{L,max} + I_{L,min}}{4} = 5 \text{ A}$$

При томе је разлика максималне и минималне струје пригушнице, односно ПРОМЕНА струје пригушнице одређена као

$$(I_{L,max} - I_{L,min}) = E \cdot \frac{T}{2L} = 2,5 \text{ A.}$$

Пошто је

$$I_{L,max} - I_{L,min} = 2,5 \text{ A}$$

и

$$I_{L,max} + I_{L,min} = 20 \text{ A}$$

очито је

$$I_{L,max} = 11,25 \text{ A и}$$

$$I_{L,min} = 8,75 \text{ A}$$

4 бода, за максималну струју

в) На границу прекидне струје претварач долази када му је

$$I_{L,min} = 0 \text{ A и}$$

$$I_{L,max} = 2,5 \text{ A.}$$

Онда је средња вредност излазне струје

$$I = \frac{I_{L,max} + I_{L,min}}{2} \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{1}{T} = \frac{I_{L,max} + I_{L,min}}{4} = 0,625 \text{ A}$$

и одговарајућа отпорност терета је

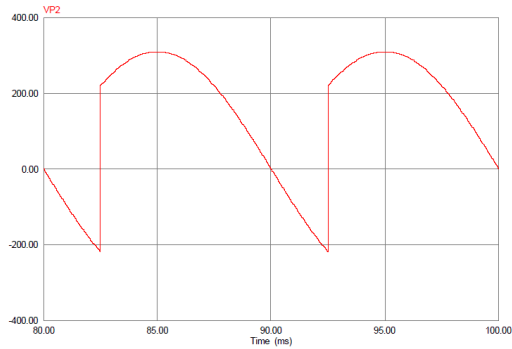
$$R = \frac{50 \text{ V}}{0,625 \text{ A}} = 80 \Omega \text{ 4 бода}$$



6. Задатак:

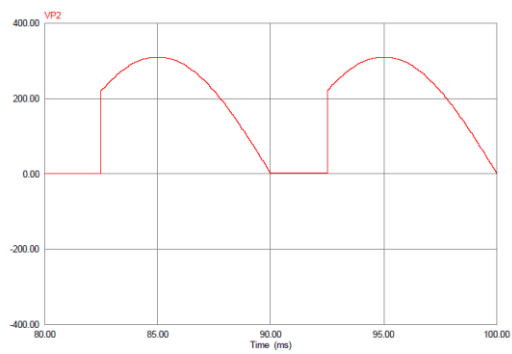
Скицирајте таласни облик излазног напона једнофазне пуноталасне мостне усмераче при углу регулације од 45° и то за случај:

- а) активно-индуктивног оптерећења
- б) активног оптерећења



а)

4 бода

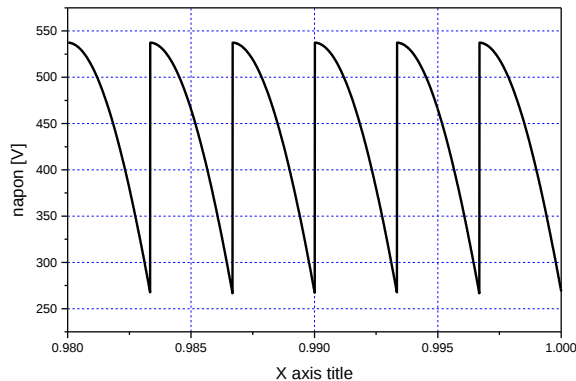


б)

4 бода



7. Питање:



На слици је приказан таласни облик излазног напона тофазног мостног пуноуправљивог исправљача. Дужина временског интервала који је приказан на апсцисној оси износи 20 ms. Угао регулације тиристора у исправљачком мосту је:

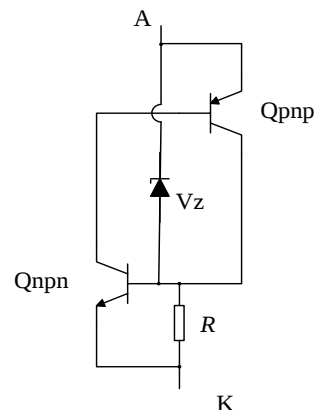
- а) 0 степени
- ☒ б) 30 степени
- в) 60 степени
- г) 90 степени

4/-1

8. Питање:

На слици је приказано еквивалентно двотранзисторско коло које се понаша као четворослојна диода (има пробојну карактеристику). Ако је напон при коме почиње да води Зенерова диода 5,6 V а напон директне поларизације ПН споја база-емитор 0,7 V одредити при коме напону, доведеном између крајева означених на шеми са А и К, приказани електронски склоп прелази у проводно стање:

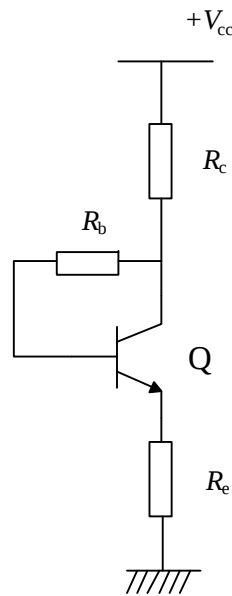
- а) 4,9 V,
- б) 5,6 V,
- в) 5,1 V,
- ☒ г) 6,3 V.



4/-1

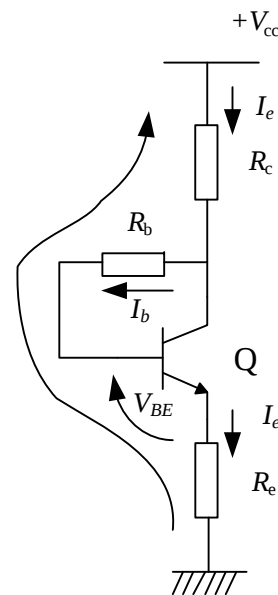


9. Задатак:



На слици је приказано електронско коло са једним транзистором и три отпорника. Вредности елемената у колу су: $R_b = 100 \text{ k}\Omega$, $R_c = 2 \text{ k}\Omega$, $R_e = 1 \text{ k}\Omega$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CC} = 24 \text{ V}$. У једносмерном радном режиму одредити:

- напон U_{ce} и струју I_c транзистора Q,
- снагу ослобођену на транзистору, P_{ce} ,



По другом Кирхофовом закону може се писати да је

$$R_e I_e + V_{BE} + R_b I_b + R_c I_e = V_{CC} \text{ и}$$

$I_e = (h_{FE} + 1)I_b$. Овде је струјно појачање довољно велико да се може сматрати да су струја колектора и струја емитора једнаке.

Решењем написаних једначине по струји базе, добија се да је

$$I_b = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_b + h_{FE}(R_e + R_c)},$$

односно да је

$$I_b = \frac{24 - 0,7}{100 + 100(1 + 2)} = 0,5825 \mu\text{A}$$

$$\text{а) } I_c = I_b \cdot h_{FE} = 5,825 \text{ mA} = I_e$$

$$U_{ce} = V_{CC} - I_c \cdot (R_e + R_c) = 6,252 \text{ V}$$

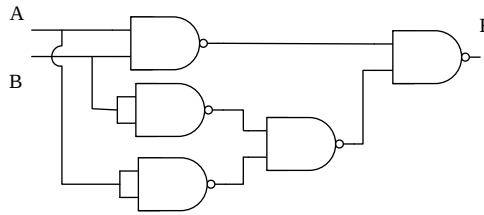
4 бода

$$\text{б) } P_c = I_c \cdot U_{ce} = 38 \text{ mW}$$

4 бода



10. Задатак:



а) Написати израз за логичку функцију која је приказана логичком мрежом на слици.

$$F = AB + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

3 бода

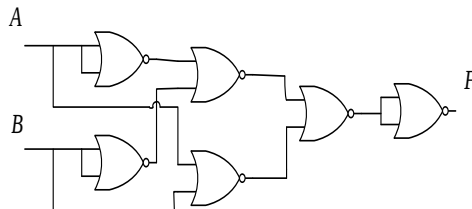
б) Написати таблицу истинитости за логичку функцију која је приказана логичком мрежом.

3 бода

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

в) Приказати реализацију те логичке функције са НИЛИ логичким колима.

Пошто је $\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$ и
 $\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$, онда је



3 бода

9

11. Питање:

Тиристор се регуларно преводи у проводно стање ако:

а) је директно поларисан и добија импулс стује у гејту,

б) је инверзно поларисан и добија импулс стује у гејту,

в) је директно поларисан са веома великим напоном,

г) није понуђен тачан одговор.

4/-1



12. Питање:

Индуктивни пад напона због комутације (спољна карактеристика усмераче) је,

а) пропорционалан једносмерној струји потрошача и обрнуто пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,

б) пропорционалан једносмерној струји потрошача и пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,

в) обрнуто пропорционалан једносмерној струји потрошача и пропорционалан еквивалентној индуктивној отпорности секундарног намотаја,

г) ни један одговор није тачан.

4/-1

13. Задатак:

Термичка отпорност између плочице силицијума на којој је направљен тиристор и кућишта самог тиристора износи

$$R_{TH,J-C} = 0,05 \frac{K}{W}. \quad \text{Термичка отпорност}$$

хладњака на који је причвршћено кућиште према амбијенту износи $R_{TH,C-A} = 0,5 \frac{K}{W}.$

Температура силицијумске плочице износи $\vartheta_J = 100^\circ C$. Ако је снага дисипације $P_D = 150W$ одреди температуру околине ϑ_{OK}

Решење:

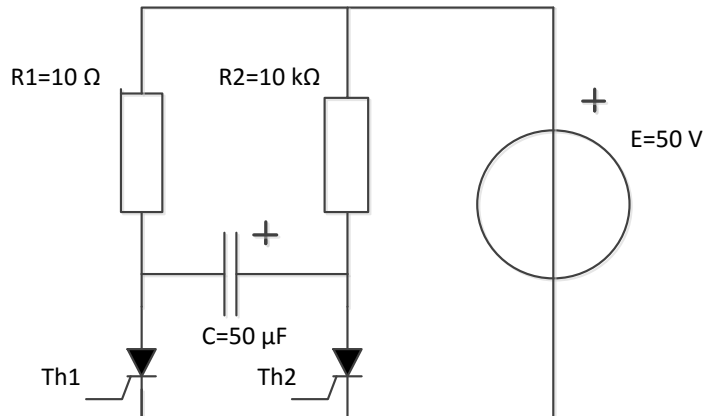
$$\begin{aligned} \vartheta_{OK} &= \vartheta_J - P_D (R_{TH,J-C} + R_{TH,C-A}) = \\ &= 17,5^\circ C \end{aligned}$$

6 бодова**6**



14. Задатак:

На слици је приказано електрично коло које се користи за испитивање динамичких карактеристика брзих тиристора при гашењу.

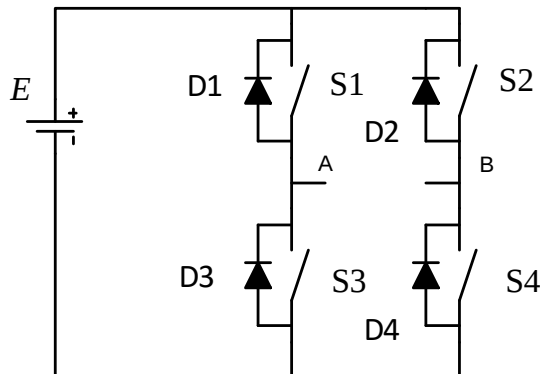


Тиристор Th1 је брзи тиристор који се испитује а тиристор Th2 је помоћни тиристор. Процес испитивања се одвија тако што се тиристор Th1 преведе у стање вођења. По постизању устаљеног стања у колу се помоћни тиристор преведе у стање вођења, чиме се тиристор Th1 инверзно поларише и угаси, и то веома брзо, за пар микросекунди.

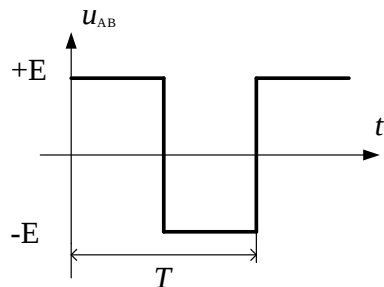
Ако је напон на кондензатору C по престанку вођења тиристора Th1 пао на вредност од 49 V, одредити повраћено наелектрисање током гашења тиристора Th1.

$$Q_{rr} = \Delta U \cdot C = 1 \text{ V} \cdot 50 \mu\text{F} = 50 \mu\text{C}$$

5 бодова

15. Задатак:


На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака A и B генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.



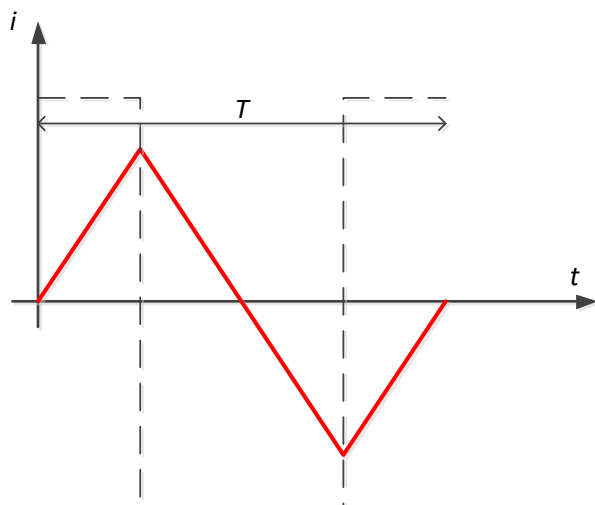
Ако се између тачака A и B веже индуктивни потрошач (отпорност R је једнака нули), скицирати таласни облик струје потрошача, од тачке A ка тачки B, таласни облик струје кроз прекидач S1 и таласни облик струје кроз диоду D3.

- Колика је средња вредност струје тог потрошача?
- Скицирати таласни облик струје потрошача.
- Скицирати таласни облик струје прекидача S1.
- Скицирати таласни облик струје диоде D3.
- Колика је средња вредност струје која тече кроз диоду D3, у односу на њену вршну вредност?

a) 0 A **3 бода**

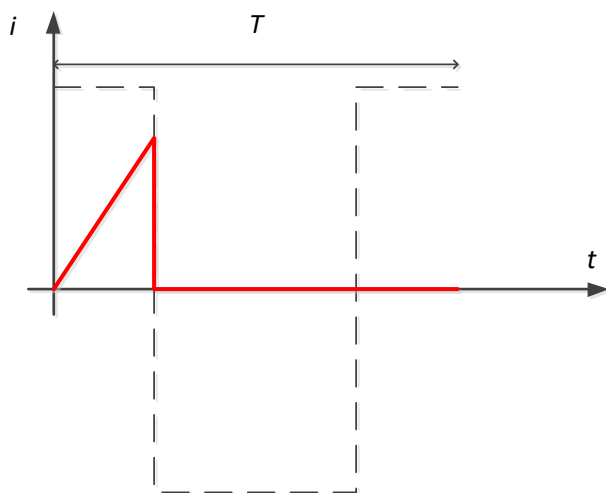


б)



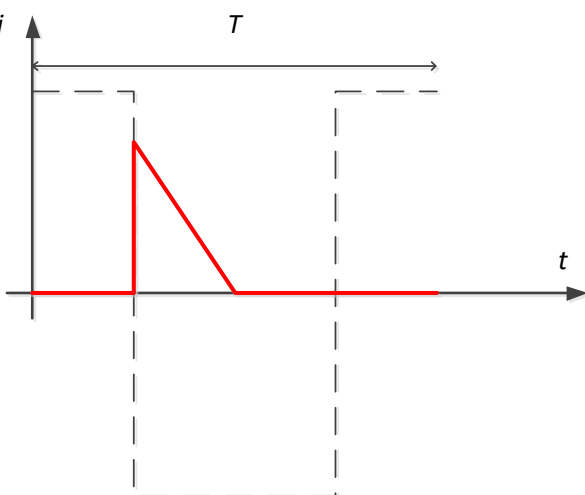
3 бода

в)



2 бода

г)



2 бода



д)

$$I_{d,avg} = \frac{I_{d,max}}{2} \cdot \frac{T}{4} \cdot \frac{1}{T} = \frac{I_{d,max}}{8},$$

2 бода





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике трећег разряда смера енергетике

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

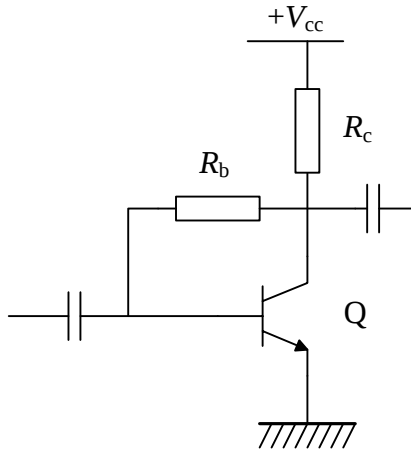
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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: $R_c = 2 \text{ k}\Omega$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CC} = 24 \text{ V}$. У једносмерном радном режиму одредити вредност отпора R_b тако да овај појачавач ради у класи А.



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

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

$$R_B = \frac{\frac{V_{CC}}{2} - V_{BE}}{I_B} = \frac{12 - 0,7}{60 \text{ }\mu\text{A}} = 188,333 \text{ k}\Omega$$

4 бода



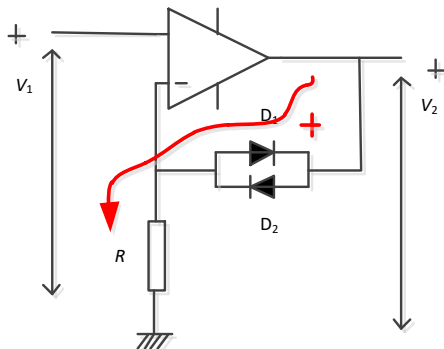
2. Питање:

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 $V_1 = 5 \text{ V}$ и излазни напон $V_2 = 5,7 \text{ V}$, одредити:

- а) излазни напон V_2 када је улазни напон $V_1 = -5 \text{ V}$,
- б) пад напона на директно поларисаној диоди.

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

Решење:

Могу се написати следећи изрази, зависно од знака улазног напона

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

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

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

и излазни напон је

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

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) $\frac{I_d}{\sqrt{2}}$,

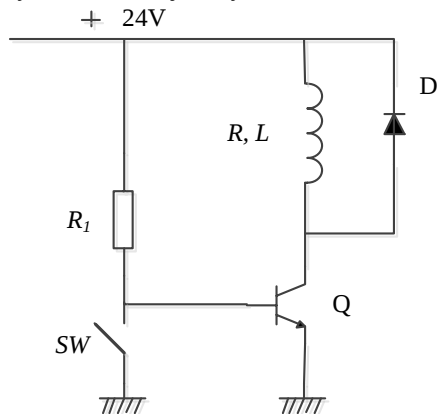
б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,

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 $75 \mu s$ и време трајања искљученог стања тог прекидача износи $25 \mu s$. 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 напонем 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

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

и реле се неће побудити

3 бода

6



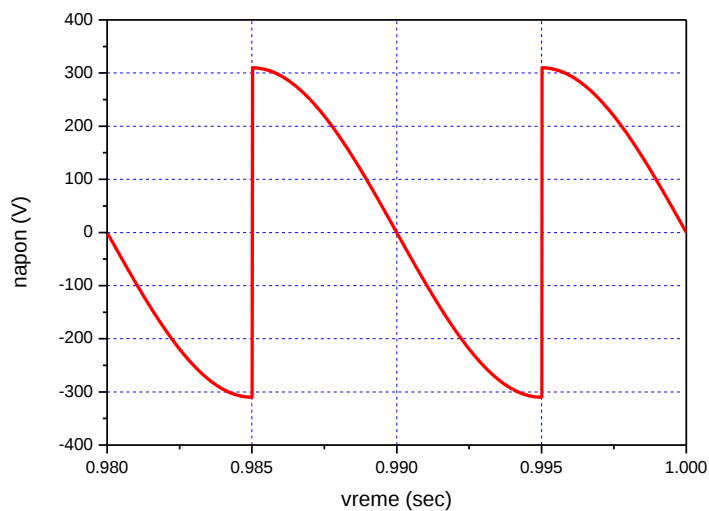
6. Задатак:

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

а) активно-индуктивног оптерећења

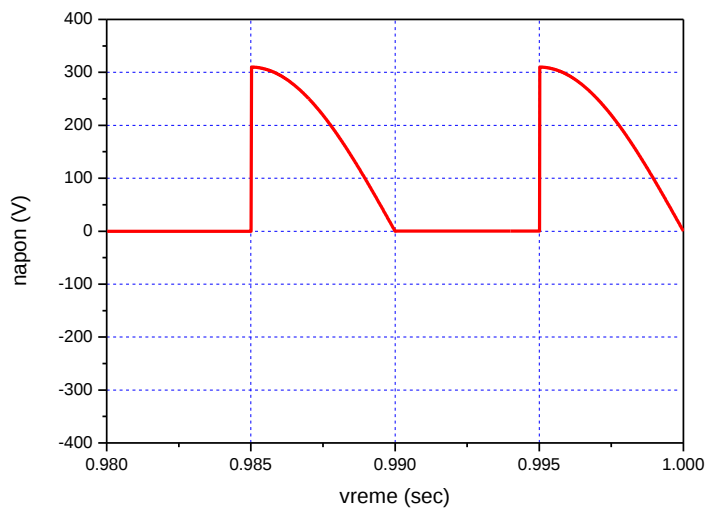
б) активног оптерећења

а)



3 бода

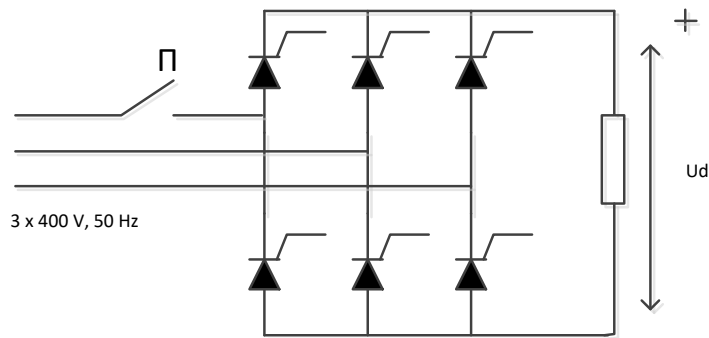
б)



3 бода



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!

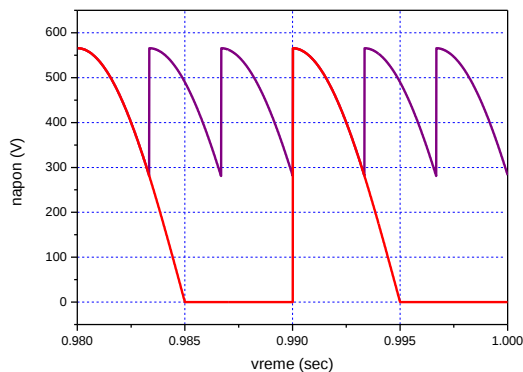
Решење:

а)

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

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

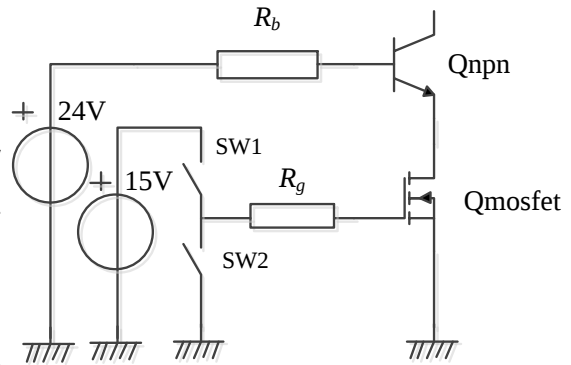
$$U_d = 0,45 U_{lin} (1 + \cos(\alpha)) = 180 \text{ V}$$

4 бода



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, $V_{CEO} = 450 \text{ V}$, пробојни напон колектор-емитор када је база кратко спојена са емитором, $V_{CES} = 1000 \text{ V}$, напон колектор-емитор засићеног транзистора $V_{CE(sat)} = 1,5 \text{ V}$. Параметри MOSFET транзистора су: пробојни напон дрејн-сорс, $V_{DS} = 100 \text{ V}$, отпор дрејн-сорс у укљученом стању транзистора $R_{DS(on)} = 10 \text{ m}\Omega$.



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 A.

Решење:

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

4 бода

б)

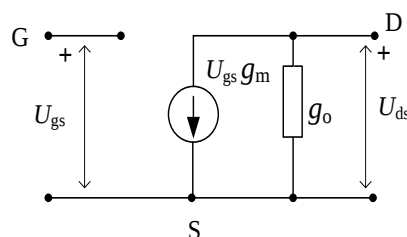
$$V_{CS} = V_{CE(sat)} + R_{DS(on)} \cdot I_C = 1,5\text{V} + 0,01\Omega \cdot 10\text{A} = 1,6\text{V}$$

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

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

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

в) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

A	B	C	F

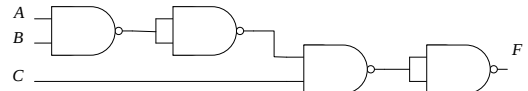
$$F = \overline{ABC} + \overline{(AB + C)} = ABC \cdot (AB + C) =$$

$$a) ABCAB + ABCC = ABC + ABC = ABC,$$

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 $\alpha_1 = 30^\circ$ излазна струја исправљача износи $I_{d1} = 100 \text{ A}$ при излазном једносмерном напону $U_{d1} = 367,65 \text{ V}$. При углу регулације $\alpha_2 = 45^\circ$ излазна струја исправљача износи $I_{d2} = 45,71 \text{ A}$ при излазном једносмерном напону $U_{d2} = 336,12 \text{ V}$ 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

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

и добија се систем од две једначине са две непознате

$$\begin{aligned} 367,65 \text{ V} &= 1,35U_{lin} \cos(30^\circ) - k \cdot 100 \text{ A} \\ 336,12 \text{ V} &= 1,35U_{lin} \cos(45^\circ) - k \cdot 45,71 \text{ A} \end{aligned}$$

а решења овог система једначина су

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

$$k = 1 \text{ V/A} \quad \mathbf{5 \text{ бодова}}$$

**13. Задатак:**

Термичка отпорност између плочице силицијума на којој је направљен тиристор и кућишта самог тиристора износи

$$R_{TH,J-C} = 0,05 \frac{K}{W}. \quad \text{Термичка отпорност}$$

хладњака на који је причвршћено кућиште

$$\text{према амбијенту износи } R_{TH,C-A} = 0,5 \frac{K}{W}.$$

Температура силицијумске плочице износи

$$\vartheta_J = 90^\circ C. \quad \text{Ако је снага дисипације}$$

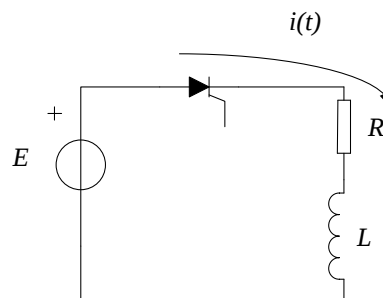
$$P_D = 100W \text{ одреди температуру околине } \vartheta_{OK}$$

Решење:

$$\begin{aligned} \vartheta_{OK} &= \vartheta_J - P_D (R_{TH,J-C} + R_{TH,C-A}) = \\ &= 35^\circ C \end{aligned}$$

6 бодова

6

14. Задатак:

Тиристорско коло са слике се напаја из једносмерног извора напона $E = 200 \text{ V}$. Потрошач се састоји из редне везе отпорности $R = 1 \Omega$ и индуктивности $L = 10 \text{ mH}$. 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 $I_H = 0,1 \text{ A}$.

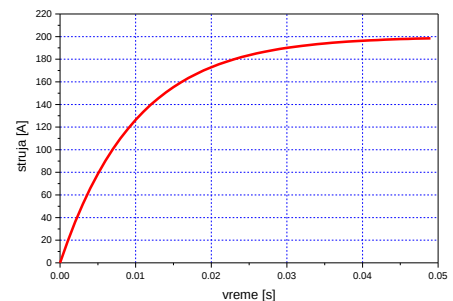
а) нацртати таласни облик и написати израз за струју потрошача,

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

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

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

4 бода



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

2 бода

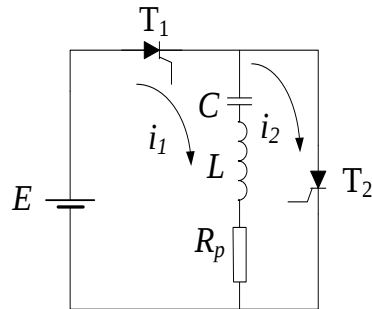
в) пошто је струја успостављена кроз тиристор већа од струје држања, тиристор ће бити бесконачно дуго у стању вођења.

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

$$\text{је отпорност } R_p = \frac{225^2}{100000} = 0,50625 \Omega.$$

4 бода

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

4 бода



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике трећег разреда смера енергетике

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

јун 2018



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.

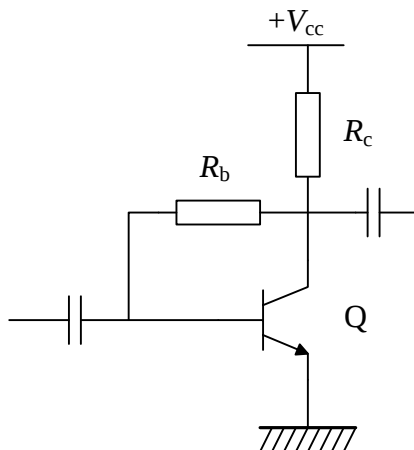
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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: $R_c = 2 \text{ k}\Omega$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CC} = 15 \text{ V}$. У једносмерном радном режиму одредити вредност отпора R_b тако да овај појачавач ради у класи А.



$$I_C = \frac{V_{cc}}{2R_c} = \frac{15}{2 \cdot 2} = 3,75 \text{ mA} \quad (2 \text{ бода})$$

$$I_B = \frac{I_C}{100} = 37,5 \mu\text{A} \quad (2 \text{ бода})$$

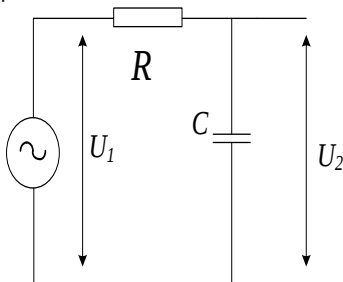
$$R_B = \frac{\frac{V_{cc}}{2} - V_{BE}}{I_B} = \frac{7,5 - 0,7}{37,5 \mu\text{A}} = 181,333 \text{ k}\Omega$$

(4 бода)



2. Питање:

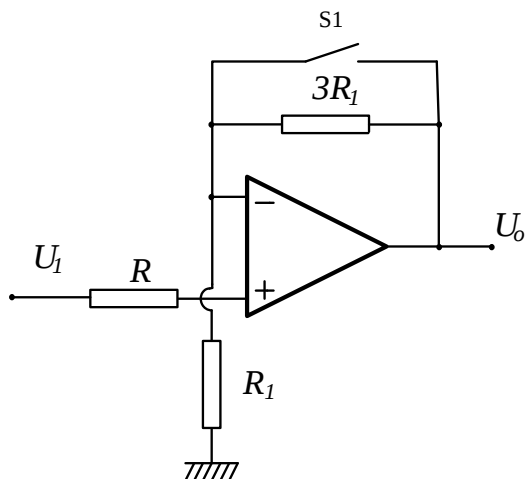
Одредити (написати) израз за горњу граничну фреквенцију кола приказаног на слици.



$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot RC} \quad (4 \text{ бода})$$

4

3. Задатак.



$$\frac{U_0}{4} = 2 \text{ V}, \quad (4 \text{ бода})$$

$$\frac{U_0}{4} = 2 \text{ V}, \quad (4 \text{ бода})$$

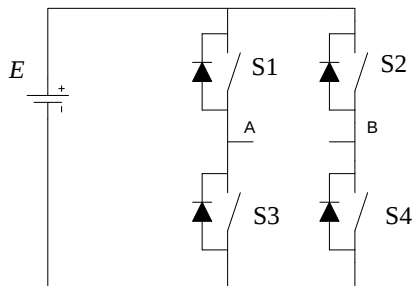
На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Ако је излазни напон $U_o = 8 \text{ V}$ при отвореном прекидачу S1, колики ће бити излазни напон ако се прекидач S1 затвори? Колики је улазни напон?

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

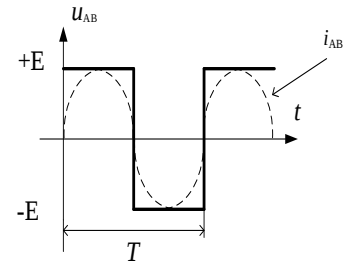
8



4. Задатак:

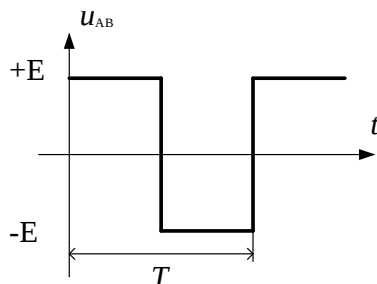


На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака А и В генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.



(3 бода)

Средња вредност струје потрошача је 0А, пошто је реч о наизменичној струји.



(3 бода)

Средња вредност струје повратних диода је 0А, пошто се потрошач на резонантној фреквенцији понаша као омска отпорност.

Ако се између тачака А и В веже редна веза индуктивности L , капацитета C и омског потрошача R и ако је фреквенција генерисаног таласног облика напона једнака резонантној фреквенцији напајаног LRC кола ($f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$), скицирати таласни облик струје потрошача.

(3 бода)

Колика је средња вредност струје тог потрошача?

Колика је средња вредност струје која тече кроз повратне диоде?

9

5. Питање:

Код трофазног мостног исправљача у току комутације истовремено проводе

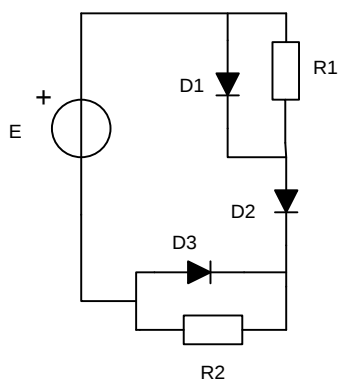
- а) два тиристора
- б) три тиристора
- в) четири тиристора
- г) није понуђен тачан одговор

4/-1



6. Задатак:

На слици је приказано коло са диодама. Електромоторна сила $E = 10\text{V}$. Падови напона на директно поларисаним диодама износе по $0,7\text{V}$. Отпори су $R_1 = 1\text{k}\Omega$ и $R_2 = 2\text{k}\Omega$.



$$\text{а) } I_1 = \frac{V_d}{R_1} = \frac{0,7\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = 0,7\text{ mA}$$

(4 бода)

$$\text{б) } I = \frac{E - 2 \cdot V_d}{R_2} = \frac{8,6\text{ V}}{2\text{ k}\Omega} = 4,3\text{ mA}$$

(4 бода)

а) Одредити струју кроз отпорник R_1 .

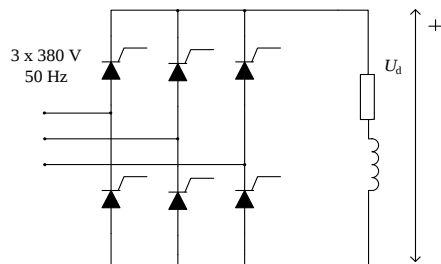
б) Одредити струју кроз извор електромоторне силе E .



7. Задатак:

На слици је приказан трофазни мостни исправљач. Трофазни усмерачки мост се напаја трофазним напонем $3 \times 220 \text{ V}$ (линијски напони) преко изолационог трансформатора који поседује расипну индуктивност. На а) мањи је због пада напона услед исправљач је прикључено активно-индуктивно комутације; према формули оптерећење.

Излазни напон овог исправљача ако је управљачки угао $U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha)$ (2 бода)
 $\alpha = 60^\circ$ износи $138,5 \text{ V}$ а излазна струја $13,85 \text{ A}$.



а) Због које појаве излазни напон овог исправљача није једнак него је мањи од оног који се добија према формули за управљачки угао $\alpha = 60^\circ$.

б) Како та разлика напона зависи од струје оптерећења исправљача?

в) Одреди омску отпорност активно-индуктивног оптерећења овог исправљача.

г) У току рада дође до смањења управљачког угла на $\alpha = 0^\circ$. Колики ће бити излазни напон овог исправљача а колика струја оптерећења?

Решење:

излазни напон би износио $148,5 \text{ V}$. То значи да је комутациони пад напона пропорционалан струји потрошача са фактором пропорционалности

$$\frac{10\text{V}}{13,85\text{A}} = 0,722\text{V/A} \quad (3 \text{ бода})$$

б) та разлика напона, односно пад напона због комутације, је пропорционална струји оптерећења исправљача, (3 бода)

$$\text{в) } R = \frac{138,5\text{V}}{13,85\text{A}} = 10\Omega \quad (2 \text{ бода})$$

г) нова вредност излазног напона исправљача, у празном ходу, биће 297 V , према датој формули. Струја оптерећења, уз урачунавање појаве комутације, биће

$$\frac{297\text{V}}{10\Omega + 0,722\text{V/A}} = 27,7\text{A}$$

а излазни напон тада износи 277 V . (3 бода)



8. Питање:

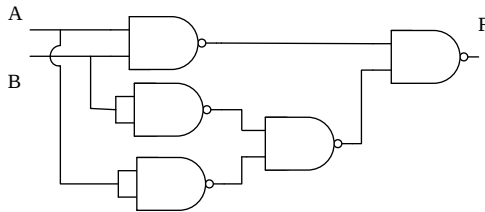
Управљачка карактеристика трофазне мостне усмераче при активном оптерећењу достиже нулу при углу управљања од:

а) $5\pi/6$,б) $2\pi/3$,в) π ,

г) ни један одговор није тачан.

4/-1

9. Задатак:



а) Написати израз за логичку функцију која је приказана логичком мрежом на слици.

$$F = AB + \bar{A} \cdot \bar{B} \quad (3 \text{ бода})$$

б) Написати таблицу истинитости за логичку функцију која је приказана логичком мрежом.

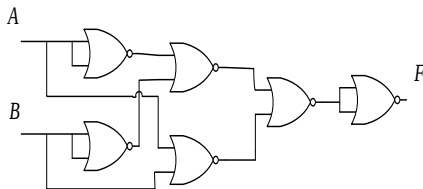
(3 бода)

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

в) Приказати реализацију те логичке функције са НИЛИ логичким колима.

Пошто је $\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$ и

$\overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$, онда је



(3 бода)



10. Питање:

Тиристор се регуларно преводи у проводно стање ако:

а) је директно поларисан и добија импулс струје у гејту,

б) је инверзно поларисан и добија импулс струје у гејту,

в) је директно поларисан са веома великим напоном,

г) није понуђен тачан одговор.

4/-1

11. 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 $\vartheta_J = 90^\circ C$. Ако је снага дисипације $P_D = 100W$ одреди температуру околине ϑ_{OK} .

Решење:

$$\begin{aligned}\vartheta_{ок} &= \vartheta_J - P_D (R_{TH,J-C} + R_{TH,C-A}) = \\ &= 35^\circ C\end{aligned}$$

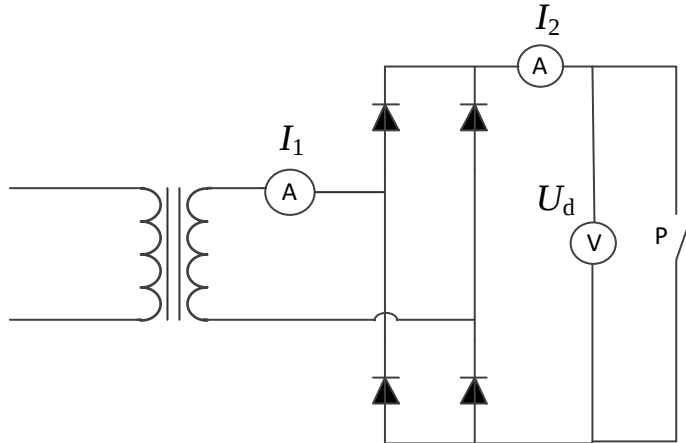
(6 бодова)

6



12. Задатак:

У колу монофазног мосног претварача, приказаном на слици, при отвореном прекидачу Р волтемтар са кретним калемом мери једносмерну вредност напона $U_d = 100 \text{ V}$. Знајући да расипна индуктивност трансформатора, мерена на његовој секундарној страни, износи $L_2 = 1 \text{ mH}$, одредити ефективну вредност наизменичне струје I_1 по затварању прекидача Р као и одговарајућу једносмерну вредност струје I_2 . При томе сматрати да је пад напона на диодама у мосној усмерачи једнак 0 V када воде. Фреквенција наизменичног напона износи 50 Hz .



Решење:

Једносмерни напон је $U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U$, па ефективни наизменични напон на улазу у мосну усмерачу можемо одредити као $U = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d = 1.11 \cdot 100 \text{ V} = 111 \text{ V}$.

(2 поена)

При затвореном прекидачу Р тече струја кратког споја

$$I_1 = \frac{1}{100\pi L_2} U = 353.33 \text{ A}.$$

(2 поена)

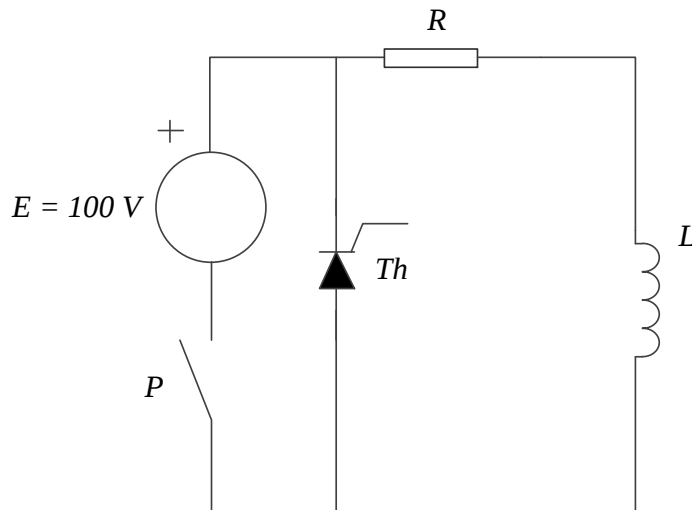
Одговарајућа једносмерна струја I_2 је исправљена синусна наизменична струја

$$I_1 \text{ и њена вредност (средња = једносмерна) износи } I_2 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_1 = 318.30 \text{ A}.$$

(3 поена)

**13. Задатак:**

У колу на слици прекидач P је затворен довољно дуго времена да се успостави ток сталне једносмерне струје. Напон напонског извора је $E = 100 \text{ V}$, отпор је $R = 10 \Omega$ и индуктивност је $L = 10 \text{ mH}$. У једном тренутку се доводи низ импулса на гејт тиристора и тада се отвори прекидач P тако да тиристор преузме струју која тече кроз коло. Кад тиристор преузме струју кола, укидају се импулси на гејту. Ако је струја држања тиристора $I_h = 0.5 \text{ A}$, одредити колико ће времена после отварања прекидача P тиристор бити у стању вођења. Сматрати да је пад напона на тиристор који води 0 V , ради једноставнијег рачуна.



Решење:

Устаљена струја у колу износи $I = \frac{E}{R} = 10 \text{ A}$. **(2 поена)**

По отварању прекидача P ту струју преузима тиристор и она почиње експоненцијално да опада у времену према изразу $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{R \cdot t}{L}}$,

(2 поена)

и то све док не достигне ниво струје држања тиристора, $I_h = 0.5 \text{ A}$, а онда ће да се тиристор угаси. Значи, време за које ће тиристор бити у проводном стању се одређује из израза

$$I_h = \frac{E}{R} e^{-\frac{R \cdot t_v}{L}}, \text{ односно } t_v = -\frac{L}{R} \ln \left(\frac{I_h \cdot R}{E} \right) = 3 \text{ ms} \quad \textbf{(4 поена)}$$



14. Питање:

Прорачунска снага трансформатора за трофазну мостну шему усмеравања и активно-индуктивно оптерећење износи

а) $1,34 P_d$

б) $1,48 P_d$

в) $1,23 P_d$

г) $1,05 P_d$

4/-1

15. Питање:

Трофазни 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) I_d ,

в) $\frac{I_d}{2}$,

г) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$

4/-1



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТПЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА 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
6	5	12	4/-1	4/-1	12	4/-1	4/-1	9	11	4/-1	4/-1	4/-1	8	9	100/-7
број бодова															
6	5	3 3 3 3	4 -1	4 -1	2 2 2 2 2 2	4 -1	4 -1	3 3 3	2 2 2 2 3	4 -1	4 -1	4 -1	4 4	3 3 3	100 -7

јун 2019



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.

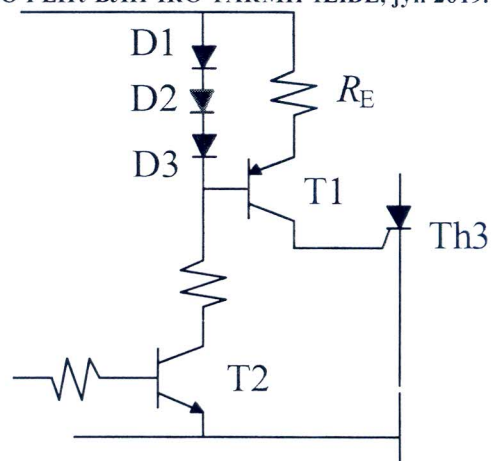
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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:

За кола са слике је познато да су падови напона на директно поларисаним диодама по 0,7 V а напон директно поларисаног споја база-емитор 0,8 V. Отпор $R_E = 5 \Omega$. Одредити струју емитора транзистора T1 која тече кроз гејт тиристора Th3. Сматрати да је струјно појачање транзистора T1 веома велико. Транзистор T2 активира транзистор T1 тако што уђе у zasiћење под дејством своје базне струје.



$$I_C = \frac{3 \cdot V_D - V_{BE}}{R_E};$$

$$I_C = \frac{3 \cdot 0,7 - 0,8}{5} =$$

$$= 260 \text{ mA}$$

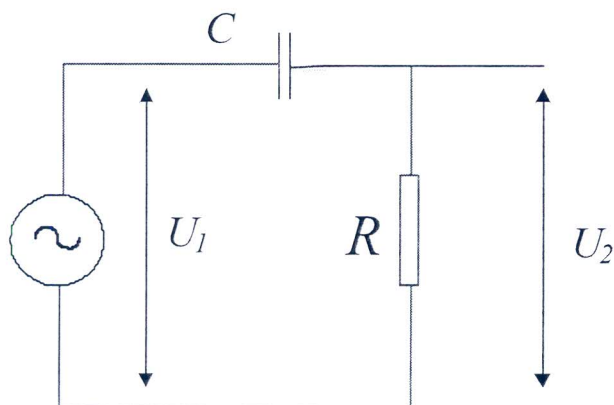
6 бодова

6

2. Питање:

Одредити (написати) израз за доњу граничну фреквенцију кола приказаног на слици.

$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot RC}$$

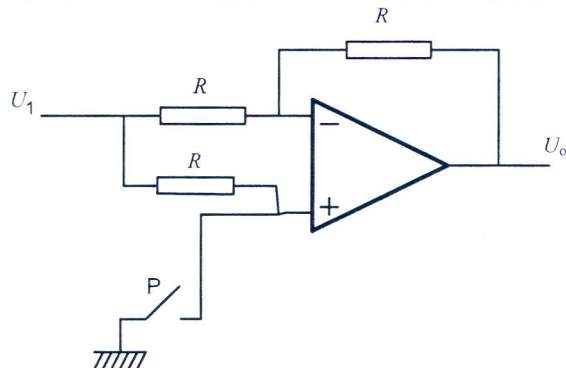


5



3. Задатак:

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Улазни напон U_1 је наизменични синусног таласног облика, ефективне вредности 1 V и фреквенције 50 Hz. Прекидач P је отворен сваки пут када је у току позитивна полупериода улазног напона, и затворен је сваки пут док траје негативна полупериода улазног напона. Одредити средњу вредност излазног напона U_o . Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са ± 15 V. Скицирати таласне облике улазног и излазног напона.



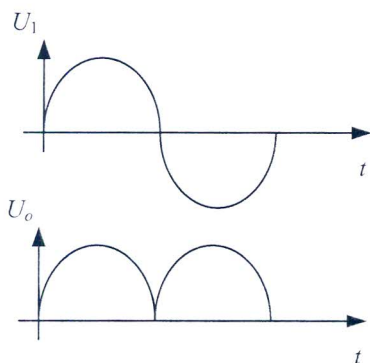
Решење:

$U_o = U_1$, када је прекидач P отворен јер је пад напона на свим отпорима једнак нули, па тако и струје кроз њих, **3 бода**

$U_o = -U_1$, када је прекидач P затворен јер је то шема инвертујућег јединичног појачавача, тако да је напон U_o у ствари исправљен наизменични напон U_1 **3 бода**

Средња вредност напона на излазу операционог појачавача биће

$$\frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0,9 \text{ V}$$

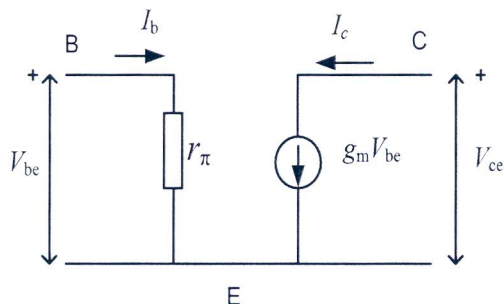
3 бода**3 бода**



4.

Питање:

На слици је приказана упрошћена еквивалентна шема биполарног транзистора са параметрима r_π и g_m .

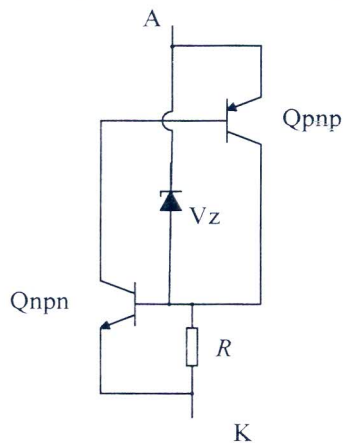
Параметар g_m :

- а) не зависи од струјног појачања транзистора а зависи од температуре,
б) не зависи од струјног појачања транзистора ни од температуре,
в) зависи од струјног појачања транзистора и не зависи од температуре,
г) зависи од струјног појачања транзистора и зависи од температуре.

4/-1

5. Питање:

На слици је приказано еквивалентно двотранзисторско коло које се понаша као четворослојна диода (има пробојну карактеристику). Ако је напон при коме почиње да води Зенерова диода 5,6 V а напон директне поларизације ПН споја база-емитор 0,7 V одредити при коме напону, доведеном између крајева означених на шеми са А и К, приказани електронски склоп прелази у проводно стање:



- а) 4,9 V,
б) 5,6 V,
в) 5,1 V,

г) 6,3 V.

4/-1



6. Задатак.

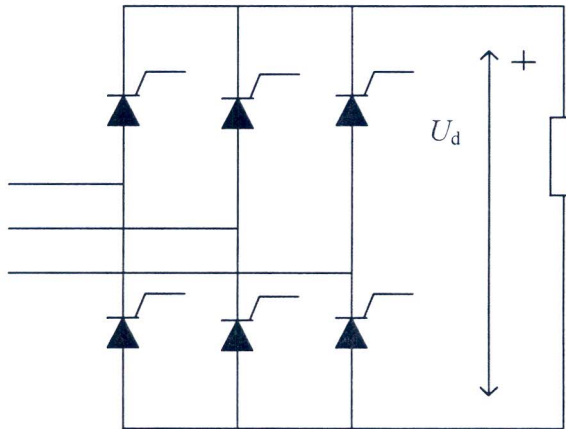
На слици је приказан трофазни пуноуправљиви мостни исправљач. Трофазни усмерачки мост се напаја трофазним напонам непознате ефективне вредности и оптерећен је активно-индуктивним оптерећењем.

Излазни једносмерни напон овог исправљача при неком управљачком углу α износи 467,654 V. Ако се вредност управљачког угла повећа за 30° излазни напон се промени и буде једнак 270 V. Одредити вредност управљачког угла α као и линијску ефективну вредност напона који напаја овај исправљач. Занемарити ефекат комутације.

ПОДСЕТНИК:

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos(\alpha) \cos(\beta) - \sin(\alpha) \sin(\beta)$$

$$\sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2 = 1$$



Средња вредност излазног напона трофазног мостног исправљача, при активно-индуктивном

оптерећењу износи $U_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha)$. **2 бода**

У првом случају се може писати да је излазни напон

$$467,654 = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha) = K \cdot \cos(\alpha) \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

и сходно томе, у другом случају биће

$$270 = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_l \cdot \cos(\alpha + 30^\circ) = K \cdot \cos(\alpha + 30^\circ) \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

Развојем овог косинуса збира два угла добија се следећи израз

$$K \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos(30^\circ) - K \cdot \sin(\alpha) \cdot \sin(30^\circ) = 270$$

односно после замене

$$467,654 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - K \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{2} = 270 \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$



ЕНЕРГЕТСКА електроника
и решавамо као

www.viser.edu.rs
ДВАДЕСЕТПЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2019.

$K \cdot \sin(\alpha) = 270$ а из услова задатка знамо да је $K \cdot \cos(\alpha) = 467,654$
што значи да је

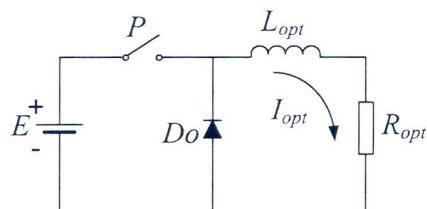
$$K^2 = 291600 \Rightarrow K = 540 \Rightarrow U_l = \frac{K}{1,35} = 400 \text{ V} \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

Угао α биће

$$\cos(\alpha) = \frac{467,654}{K} = 0,866025 \Rightarrow \alpha = 30^\circ \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$



Питање:



На слици је приказан директни једносмерни претварач са активно-индуктивним оптерећењем. Трајање импулса (укљученог стања прекидача P које се периодично понавља) износи t_{on} , фреквенција рада прекидача P износи f , односно одговарајућа периода прекидања износи T . Вредност једносмерног напона напајања је E . Средња вредност напона оптерећења, у устаљеном радном стању, износи

а) $E \cdot f \cdot T$,

б) $E \cdot f \cdot T$,

в) $E \cdot f \cdot t_{on}$,

г) $E \cdot T \cdot t_{on}$,

д) није понуђен тачан одговор.

4/-1

8. Питање:

Временска константа τ редног RL кола износи:

а) RL

б) R/L

в) L/R

г) R^2/L

4/-1



9. Задатак.

а) Минимизирати логичку функцију $F = \overline{ABC} + (\overline{AB} + C)$,

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

в) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

A	B	C	F

РЕШЕЊЕ:

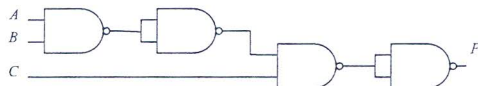
$$F = \overline{ABC} + (\overline{AB} + C) = \overline{ABC} \cdot (\overline{AB} + C) =$$

$$a) \overline{ABC}AB + \overline{ABC}C = \overline{ABC} + \overline{ABC}C = \overline{ABC}$$

то је у ствари троулазно 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

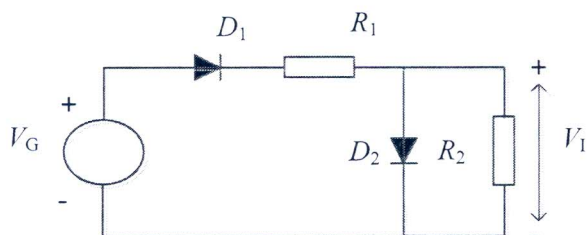
3 бода

9



10. Задатак.

У колу на слици су познате вредности елемената $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ и пад напона на директно поларисаним диодама $V_D = 0,6 \text{ V}$. Ако се улазни напон извора V_G мења у опсегу од 0 до 5 V приказати зависност излазног напона V_1 графички као зависност од V_G .



РЕШЕЊЕ:

Док је $V_G < V_D$ излазни напон биће $V_1 = 0 \text{ V}$ јер диода D_1 не може да води (није довољно директно поларисана). **(2 бода)**

Кад напон извора V_G порасте толико да диода D_1 може да води, излазни напон постаће

$$V_1 = (V_G - V_D) \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

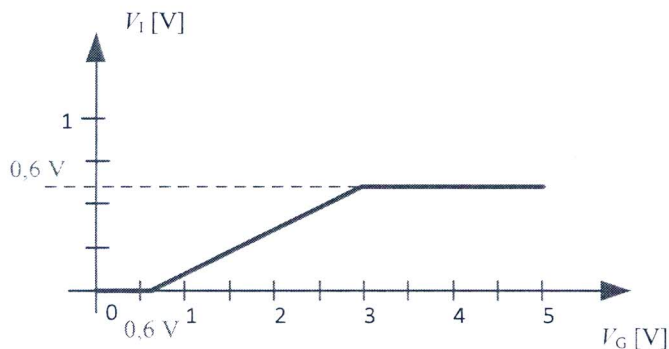
пошто сада умањени напон извора напаја отпорни разделник напона. **(2 бода)**

Овај израз дефинише излазни напон све док не проведе диода D_2 због довољне директне поларизације. То ће се десити када напон извора постане

$$V_G = V_D \frac{R_1 + R_2}{R_2} + V_D = 3 \text{ V} \quad \textbf{(2 бода)}$$

и даље ће излазни напон бити једнак

$$V_1 = 0,6 \text{ V} \quad \textbf{(2 бода)}$$

График **(3 бода)**



11. Питање:

Ако се радна тачка биполарног транзистора, везаног у споју заједничког емитора, налази на средини радне праве, тада он ради као појачавач у класи:

☒ а) А,

б) В,

в) С,

г) АВ.

4/-1

12. Питање:

Код трофазног мостног усмерача са тиристорима сваки усмерачки елемент се налази у стању непровођења:

а) $1/3$ периоде,

☒ б) $2/3$ периоде,

в) $5/6$ периоде,

г) $1/6$ периоде.

4/-1

13. Питање:

Код трофазног мостног исправљача у току комутације истовремено проводе

☒ а) два тиристора

б) три тиристора

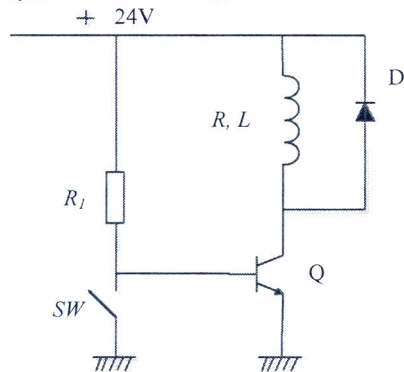
в) четири тиристора

г) није понуђен тачан одговор

4/-1



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 $40 \mu\text{s}$ и време трајања искљученог стања тог прекидача износи $60 \mu\text{s}$. 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?

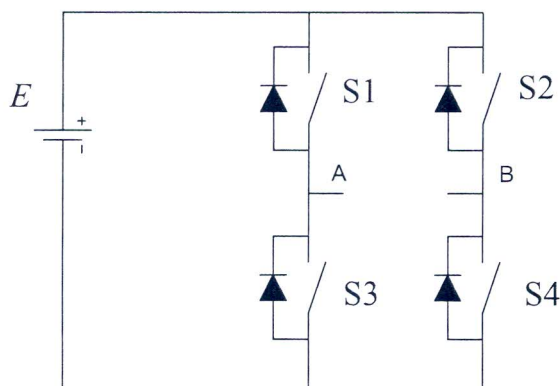
Решење:

Релативно време вођења транзистора у току једне периоде (фактор испуне) износи $0,6$ периоде (кад је прекидач SW отворен) **4 бода**

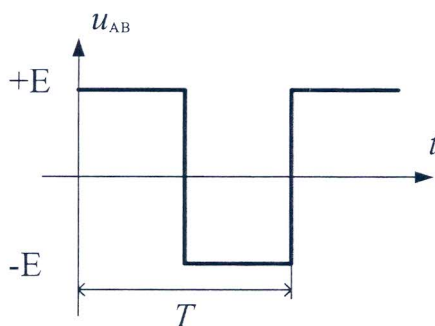
Средњи напон на побудном намотају биће $24 \text{ V} \cdot 0,6 = 14,4 \text{ V} > 10 \text{ V}$
и реле ће се побудити **4 бода**



15. Задатак:



На горњој слици је приказан монофазни напонски инвертор са прекидачима који имају паралелно везане повратне диоде. Прекидачи су тако управљани да се између тачака А и В генерише таласни облик напона приказан на доњој слици.

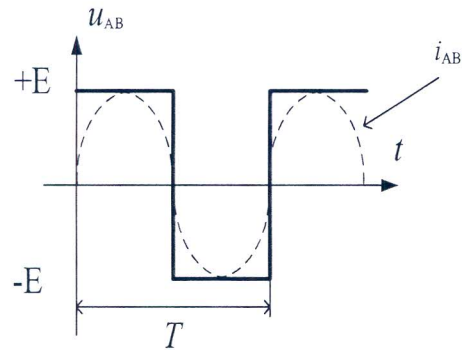


Ако се између тачака А и В веже редна веза индуктивности L , капацитета C и омског потрошача R и ако је фреквенција генерисаног таласног облика напона једнака резонантној фреквенцији напајаног LRC кола ($f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$), скицирати таласни облик струје потрошача.

Колика је средња вредност струје тог потрошача?

Колика је средња вредност струје која тече кроз повратне диоде?

РЕШЕЊЕ:

**3 бода**

Средња вредност струје потрошача је 0А, пошто је реч о наизменичној струји.

3 бода

Средња вредност струје повратних диода је 0А, пошто се потрошач на резонантној фреквенцији понаша као омска отпорност.

3 бода



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ИЗ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

за ученике трећег разряда смера енергетике

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

мај 2022

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

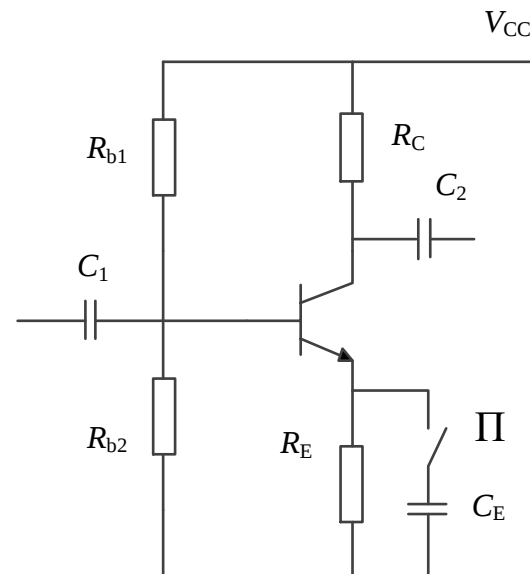
1. Задатак:

За коло са слике је познато да је напон емитора 1,5 V. Отпорник у колу емитора је $R_E = 500 \Omega$. Отпорници R_{b1} и R_{b2} су велике вредности у односу на остале отпорнике у колу. Отпорник у колу колектора је $R_C = 1500 \Omega$. Сви кондензатори у колу су веома велики и представљају кратак спој за фреквенције на којима одређујемо напонско појачање кола. Струјно појачање транзистора је 300 а $U_T = 26 \text{ mV}$.

а) Одредити једносмерну струју емитора транзистора.

б) Одредити напонско појачање приказаног кола на слици и улазну отпорност када је прекидач П затворен.

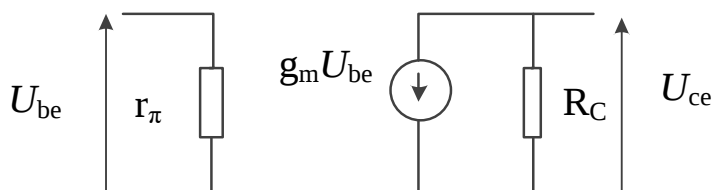
в) Одредити напонско појачање приказаног кола на слици када је прекидач П отворен.



Решење:

а) $I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{1,5 \text{ V}}{500 \Omega} = 3 \text{ mA}$ **3 бода**

б)



$$r_{\pi} = \frac{\beta U_T}{I_C} = \frac{300 \cdot 0,026 \text{ V}}{0,003 \text{ A}} = 2600 \Omega, \quad g_m = \frac{I_C}{U_T} = \frac{0,003 \text{ A}}{0,026 \text{ V}} = 0,115 \text{ S}$$

и појачање је $A_U = -g_m R_C = -173$ док је улазна отпорност у ствари $r_{\pi} = 2600 \Omega$

3 бода

в) $A_U = g_m R_C \left(-1 + \frac{\beta + 1}{\beta + 1 + \frac{r_{\pi}}{R_E}} \right) = -2,94$ Јако ће се смањити због постојања негативне повратне везе. **3 бода**

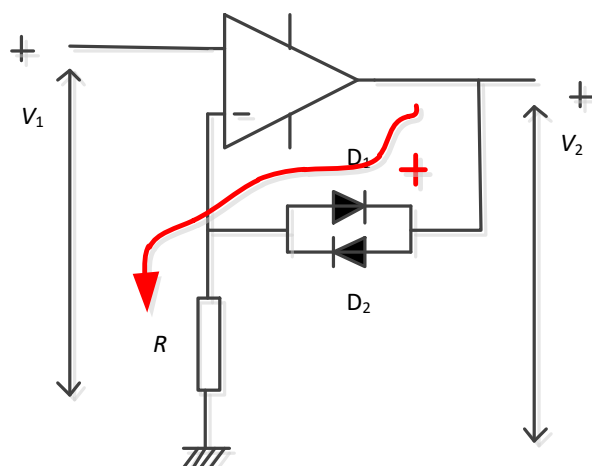
2. Питање:

Тиристор се регуларно преводи у проводно стање ако:

- а) је директно поларисан и добија импулс струје у гејту,
- б) је инверзно поларисан и добија импулс струје у гејту,
- в) је директно поларисан са веома великим напонем,
- г) није понуђен тачан одговор.

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 $V_1 = 5 \text{ V}$ и излазни напон $V_2 = 5,7 \text{ V}$, одредити:

- а) излазни напон V_2 када је улазни напон $V_1 = -5 \text{ V}$,
- б) пад напона на директно поларисаној диоди.

Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са $\pm 15 \text{ V}$.

Решење:

Могу се написати следећи изрази, зависно од знака улазног напона

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

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



ЕНЕРГЕТСКА електроника

ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

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*



4.. Питање:

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

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. Питање:

Прорачунска снага трансформатора за трофазну мостну шему усмеравања и активно-индуктивно оптерећење износи

а) $1,34 P_d$

б) $1,48 P_d$

в) $1,23 P_d$

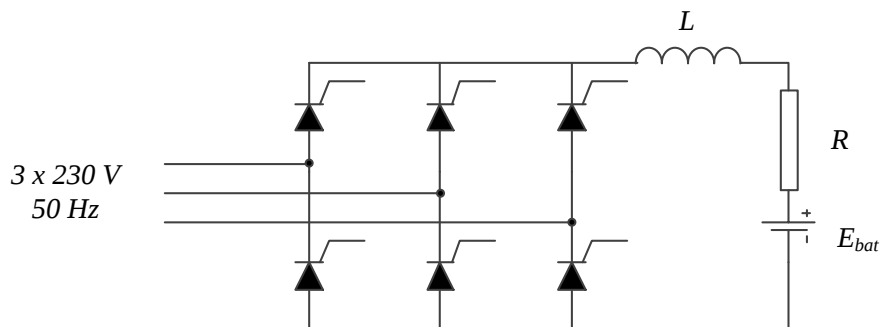
г) $1,05 P_d$

4/-1

6. Задатак.

На слици је приказан трофазни пуноуправљиви мостни исправљач. Трофазни усмерачки мост се напаја трофазним међуфазним (линијским) напонам ефективне вредности 230 V и оптерећен је активно-индуктивним оптерећењем.

Активно-индуктивно оптерећење је реализовано као редна веза оловне акумулаторске батерије који садржи 55 редно везаних ћелија и веома велике индуктивности унутрашњег отпора 1 Ω.



а) Акумулаторска батерија је напајала потрошаче једносмерног напона у трафо-станици и испразнила се до вредности напона од 1,8 V по ћелији. Електронски систем управљања исправљачем је детектовао низак напон акумулаторске батерије и почео је пуњење са сталном једносмерном струјом од 20 А. Колики је угао управљања исправљача у том тренутку?

б) Пунећи се сталном струјом од 20 А после неког времена напон по ћелији батерије порасте на 2,42 V. Колики је тада угао управљања исправљача?

Решење:

Могу се написати следећи изрази напонске равнотеже једносмерног напона, зависно од величине напона по једној ћелији акумулаторске батерије,

$$\frac{3\sqrt{2}}{\pi} 230 \cdot \cos(\alpha) = R \cdot I_d + n_{\text{ћелија}} \cdot E_{1\text{ћелије}}$$

У случају а) биће

$$\cos(\alpha) = \frac{R \cdot I_d + n_{\text{ћелија}} \cdot E_{1\text{ћелије}}}{230 \cdot (3\sqrt{2})/\pi} = \frac{1 \cdot 20 + 55 \cdot 1.8}{1.35 \cdot 230} = 0.383$$

односно $\alpha = 67.46^\circ$

4 бода

У случају б) биће

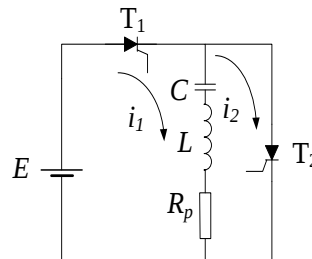
$$\cos(\alpha) = \frac{R \cdot I_d + n_{\text{ћелија}} \cdot E_{1\text{ћелије}}}{230 \cdot (3\sqrt{2})/\pi} = \frac{1 \cdot 20 + 55 \cdot 2.42}{1.35 \cdot 230} = 0.493$$

односно $\alpha = 60.46^\circ$

4 бода

7. 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?

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

$$R_p = \frac{225^2}{100000} = 0,50625 \Omega.$$

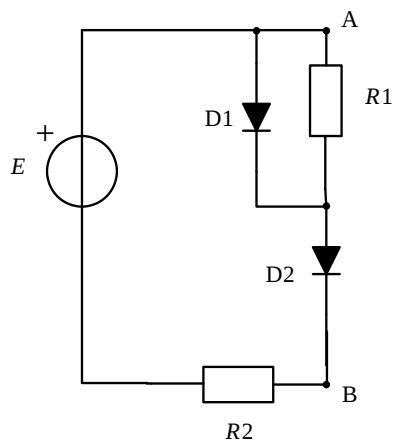
4 бода

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

4 бода

8. Задатак:

За коло са слике је познато да је електромоторна сила $E = 10V$, падови напона на директно поларисаним диодама износе по $0,7V$. Отпори су $R1 = 1k\Omega$ и $R2 = 2k\Omega$.



- Одредити струју кроз отпорник $R1$.
- Одредити струју кроз извор електромоторне силе E .
- Одредити напон између тачака A и B

Решење:

$$a) I_1 = \frac{0,7V}{1k\Omega} = 0,7mA$$

3 бода

$$b) I_E = \frac{10 - 2 \cdot 0,7V}{2k\Omega} = 4,3mA$$

3 бода

$$в) U_{AB} = 2 \cdot 0,7V = 1,4V$$

3 бода

9. Задатак.

а) Минимизирати логичку функцију $F = \bar{B} + \bar{C} \cdot A + \bar{A}(\bar{B} \cdot D) \cdot A$

б) Приказати реализацију те логичке функције са логичким колима,

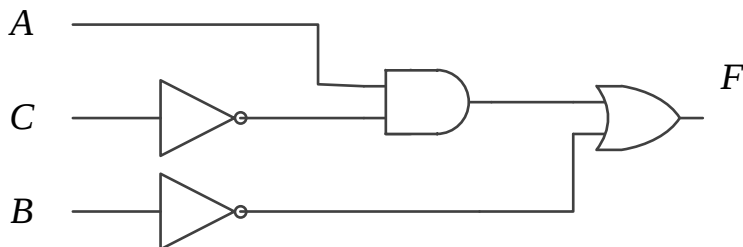
в) Написати таблицу истинитости те логичке функције.

A	B	C	D	F

Решење:

а) Минимизирана логичка функција $F = \bar{B} + \bar{C} \cdot A$ **3 бода**

б) Приказана реализација логичке функције **3 бода**



в) Таблица истинитости логичке функције. **3 бода**

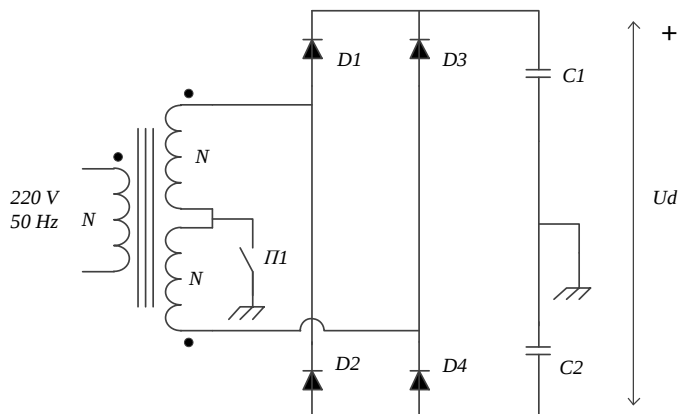
A	B	C	D	F
1	0	0	X	1
1	1	0	X	1
0	0	0	X	1
0	0	1	X	1
1	0	1	X	1
Све остале комбинације				0

Очито, логичка вредност функције не зависи од улаза D.

9

10. Задатак.

У колу на слици је приказана једнофазна мостна усмерача напојена на неуобичајени начин. Напојни трансформатор има три једнака намотаја, везана као на слици.



а) Одредити вредност једносмерног излазног напона када је прекидач П1 отворен.

б) Одредити вредност једносмерног излазног напона када је прекидач П1 затворен.

Решење:

а) Вредност једносмерног излазног напона када је прекидач П1 отворен је 0 V, будући да се напони на секундарима напојног трансформатора у том случају поништавају (обрати пажњу на хомологе крајеве намотаја, означене тачкама).

4 бода

б) Вредност једносмерног излазног напона када је прекидач П1 затворен је $220\sqrt{2} \cdot 2 = 440\sqrt{2} = 622 \text{ V}$.

4 бода

Зашто? Зато што су секундари напојног трансформатора везани паралелно када је прекидач П1 затворен, и оба поларишу истовремено своје диоде. Тако у позитивној полупериоди воде диоде D1 и D3 а у негативној полупериоди воде диоде D2 и D4 тако да се излазни кондензатори набију на вршну вредност напона напајања који се доводи на њих.



11. Питање:

Ако се радна тачка биполарног транзистора, везаног у споју заједничког емитора, налази на средини радне праве, тада он ради као појачавач у класи:

а) А,

б) В,

в) С,

г) АВ.

4/-1

12. Питање:

Код трофазног мостног усмерача са тиристорима који је оптерећен са активним оптерећењем и при углу управљања већем од 60° средња вредност излазног напона је одређена изразом :

а) $\frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_{lin.eff} \cos(\alpha)$,

б) $\frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_{lin.eff} [1 + \cos(\alpha + \frac{\pi}{3})]$,

в) $\frac{\pi\sqrt{2}}{3} U_{lin.eff} [1 + \cos(\alpha + \frac{\pi}{3})]$,

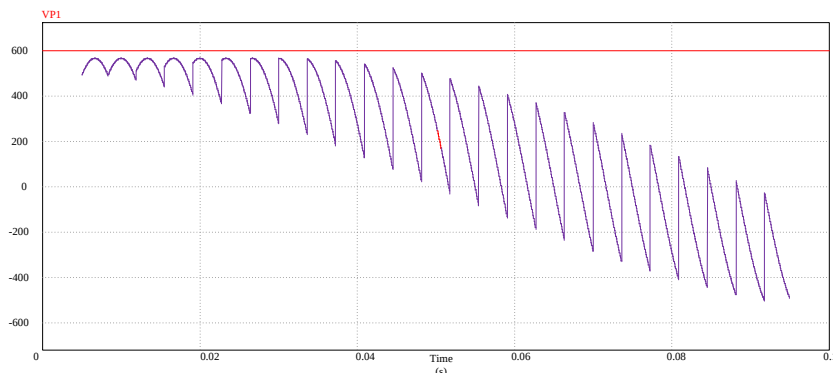
г) $\frac{\pi\sqrt{2}}{3} U_{lin.eff} \cos(\alpha)$.

4/-1

13. Задатак:

На слици је приказан таласни облик излазног напона трофазног мостног тиристорског исправљача, оптерећеног са активно-индуктивним оптерећењем, при промени угла управљања α у опсегу од:

- а) 0° до 90°
- б) 90° до 180°
- в) 0° до 120°
- г) 0° до 180°



Пошто је одређен угао управљања α на почетку и на крају приказаног процеса промене угла управљања, одредити средњу вредност напона на излазу овог трофазног мостног исправљача на крају приказаног прелазног процеса ако је на почетку приказаног процеса износио 100 V.

Решење:

Са приложене слике се види, према таласном облику излазног напона трофазног мостног тиристорског исправљача, оптерећеног са активно-индуктивним оптерећењем, да је полазни угао управљања исправљача 0° а крајњи већи од 90° (пошто је средња вредност негативна а пропорционална је косинусу угла управљања) али мањи од 180° .

То значи да је крајња вредност угла управљања 120° .

4 бода

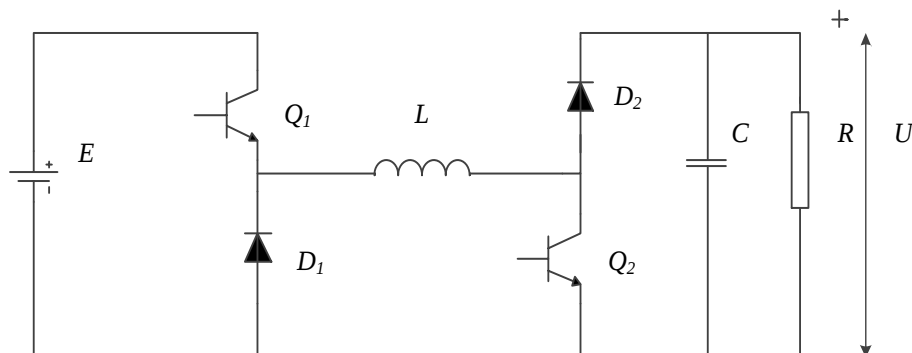
Излазна вредност једносмерног напона на крају ове промене угла управљања биће

$$U_d = U_{d0} \cos(\alpha) = 100 \cos(120^\circ) = -50 \text{ V}$$

4 бода

14. Задатак:

На слици је приказано електрично коло претварача са транзисторима Q_1 и Q_2 који се периодично укључују и искључују. Време трајања укљученог стања прекидача једнако је времену трајања искљученог стања. Индуктивност L је веома велика тако да је струја кроз њу непрекидна, са малом таласношћу, током преклапања транзистора Q_1 и Q_2 . Извор једносмерног напона $E = 100 \text{ V}$ је повезан на улаз претварача као на слици.



а) Колика је вредност једносмерног излазног напона U ако је излазни кондензатор C веома велики, тако да је излазни једносмерни напон константан?

б) Колика је средња вредност струје кроз индуктивност L ако је отпорност отпорника на излазу $R = 10 \Omega$.

Решење:

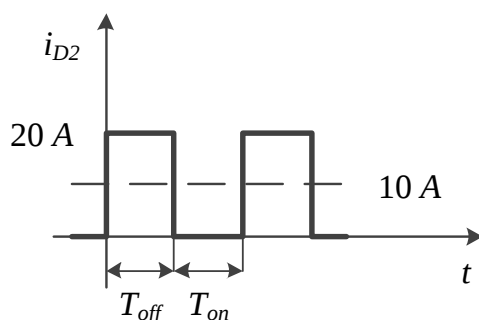
а) Користити закон баланса флуksа који се одржава на индуктивности L .

$$E \cdot T_{on} = T_{off} U \Rightarrow U = E = 100 \text{ V}$$

3 бода

б) Излазна једносмерна струја је

$I = \frac{U}{R} = \frac{100 \text{ V}}{10 \Omega} = 10 \text{ A}$ и то је истовремено средња вредност импулсне струје која тече кроз диоду D_2 а чији је таласни облик приказан на следећој слици,

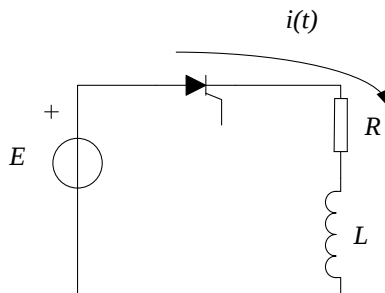


Па је струја кроз индуктивност два пута већа и једнака 20 A . (Цртеж таласног облика струје се не захтева у решењу)

3 бода

6

15. Задатак:

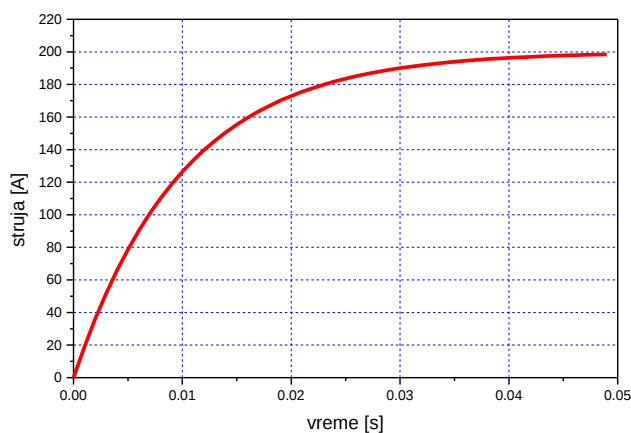


Тиристорско коло са слике се напаја из једносмерног извора напона $E = 200 \text{ V}$. Потрошач се састоји из редне везе отпорности $R = 1 \Omega$ и индуктивности $L = 10 \text{ mH}$. У тренутку $t = 0$ доведен је импулс на гејт тиристора, довољне амплитуде и трајања да преведе тиристор у стање вођења.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

- нацртати таласни облик и написати израз за струју потрошача,
- одредити струју која тече кроз тиристор у устаљеном стању,
- 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 $T = \frac{L}{R}$ \

3 бода



б) у

устаљеном стању кроз тиристор ће тећи константна струја од

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

3 бода

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

3 бода



АКАДЕМИЈА ТЕХНИЧКО-УМЕТНИЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКА електроника

ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

www.atuss.edu.rs



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТСЕДМО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА 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
10	4/-1	11	4/-1	8	5	4/-1	4	9	11	4/-1	6	4/-1	7	9	100/-5
број бодова															
3 3 4	4 -1	2 2 2 2 3	4 -1	2 2 2 2	5	4 -1	2 2	3 3 3	3 2 3 3	4 -1	2 2 2	4 -1	3 4	3 3 3	100 -5

мај 2023.

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.

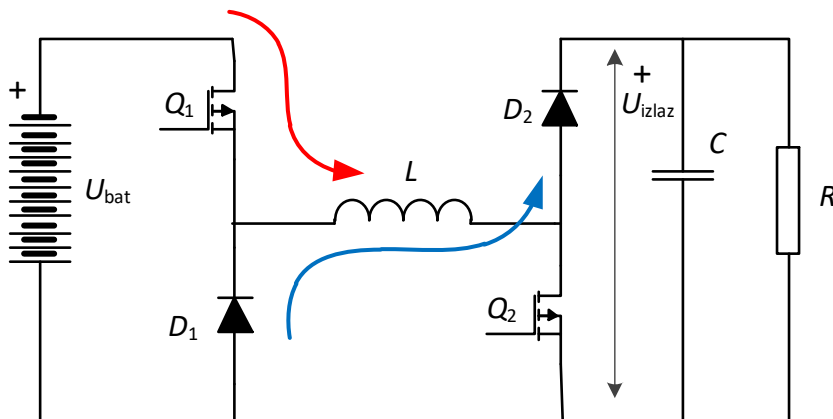
ПАЖЊА: За нетачне одговоре код питања где се заокружује одговор добијају се негативни поени (-1 поен), док се код осталих питања не добијају негативни поени.

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 приказан директни једносмерни претварач са два прекидача и две диоде. Познато да је електромоторна сила $U_{bat} = 100V$, падови напона на директно поларисаним диодама износе по $1V$. Отпор је $R = 10\ \Omega$ и кондензатор на излазу је веома велики. Време трајања укљученог стања прекидача Q_1 и Q_2 износи $100\ \mu s$ и не мења се у току рада. Индуктивност L је довољно велика да кроз њу тече непрекидна струја.



- Одредити струју кроз отпорник R , ако је фреквенција прекидања прекидача $5\ kHz$.
- Одредити струју кроз отпорник R , ако је фреквенција прекидања прекидача $8\ kHz$.
- Одредити снагу дисипирану на отпорнику R , ако је фреквенција прекидања прекидача $4\ kHz$.

Решење:

За време трајања укљученог стања прекидача $T_{on} = 100\ \mu s$ струја тече дуж црвеног трага на слици и флуks пригушнице се повећа за $U_{bat} \cdot T_{on} = 10\ V \cdot ms$. Када су прекидачи искључени, струја пригушнице протиче кроз замајне диоде, плави траг на слици и флуks пригушнице опадне за $(U_{izlaz} + 2V_D) \cdot \left(\frac{1}{f} - T_{on}\right)$. Флуks пригушнице мора бити балансиран у току једног прекидачког периода.

$$a) I = \left(\frac{U_{bat} T_{on}}{\frac{1}{f} - T_{on}} - 2V_D \right) \frac{1}{R} = \left(\frac{0.01}{200\ \mu - 100\ \mu} - 2 \right) \frac{1}{10} = 9.8\ A \quad 3\ бода$$

$$б) I = \left(\frac{U_{bat} T_{on}}{\frac{1}{f} - T_{on}} - 2V_D \right) \frac{1}{R} = \left(\frac{0.01}{125\ \mu - 100\ \mu} - 2 \right) \frac{1}{10} = 39.8\ A \quad 3\ бода$$

$$в) I = \left(\frac{U_{bat} T_{on}}{\frac{1}{f} - T_{on}} - 2V_D \right) \frac{1}{R} = \left(\frac{0.01}{250\ \mu - 100\ \mu} - 2 \right) \frac{1}{10} = 6.47\ A$$

$$P = R \cdot I^2 = 418.2\ W$$

4 бодова



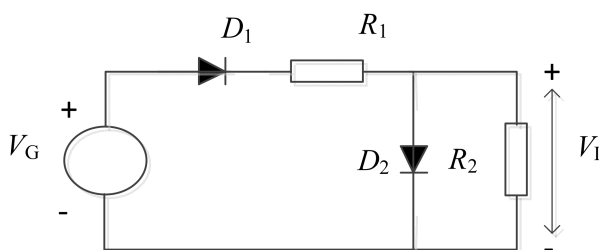
2. Питање:

Код трофазног мостног усмерача са тиристорима сваки усмерачки елемент се налази у стању непровођења:

- а) 1/3 периоде,
 б) 2/3 периоде,
 в) 5/6 периоде,
 г) 1/6 периоде

3. Задатак:

У колу на слици су познате вредности елемената $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ и пад напона на директно поларисаним диодама $V_D = 0,6 \text{ V}$. Ако се улазни напон извора V_G мења у опсегу од 0 до 5 V приказати зависност излазног напона V_I графички као зависност од V_G .



РЕШЕЊЕ:

Док је $V_G < V_D$ излазни напон биће $V_I = 0 \text{ V}$ јер диода D_1 не може да води (није довољно директно поларисана).

2 бода

Кад напон извора V_G порасте толико да диода D_1 може да води, излазни напон постаће

$$V_I = (V_G - V_D) \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

пошто сада умањени напон извора напаја отпорни разделник напона.

2 бода

Овај израз дефинише излазни напон све док не проведе диода D_2 због довољне директне поларизације. То ће се десити када напон извора постане

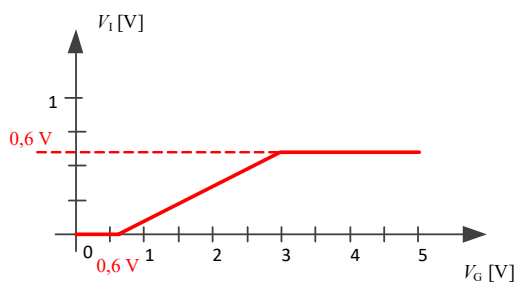
$$V_G = V_D \frac{R_1 + R_2}{R_2} + V_D = 3 \text{ V}$$

2 бода

и даље ће излазни напон бити једнак

$$V_I = 0,6 \text{ V}$$

2 бода

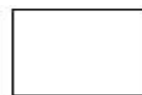


График

3 бода

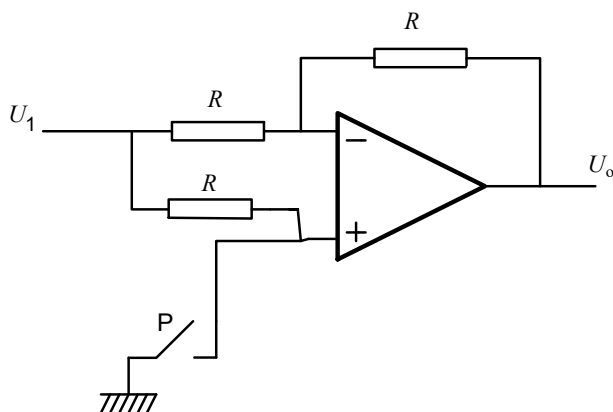
4. Питање:
Монофазни мостни пуноуправљиви усмерач даје активно-индуктивном потрошачу једносмерну струју средње вредности I_d . Колико износи ефективна вредност наизменичне струје кроз напојне водове усмерача:

- а) $\frac{I_d}{\sqrt{2}}$,
б) $\frac{I_d \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$,
в) $\frac{I_d}{2}$,
г) I_d .



5. Задатак:

На слици је приказано електронско коло са операционим појачавачем. Улазни напон U_1 је наизменични синусног таласног облика, ефективне вредности 5 V и фреквенције 50 Hz. Прекидач P је отворен сваки пут када је у току позитивна полупериода улазног напона, и затворен је сваки пут док траје негативна полупериода улазног напона. Одредити средњу вредност излазног напона U_o . Сматрати да је операциони појачавач идеалан и да се напаја са ± 15 V. Скицирати таласне облике улазног и излазног напона.



Решење:

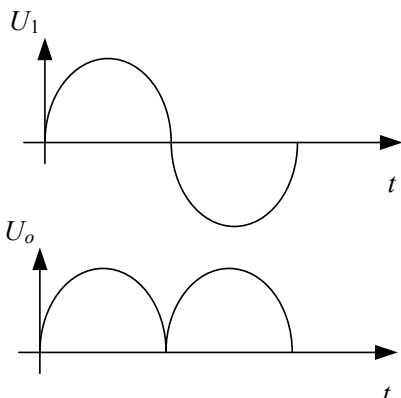
$U_o = U_1$, када је прекидач P отворен јер је пад напона на свим отпорима једнак нули, па тако и струје кроз њих, **2 бода**

$U_o = -U_1$, када је прекидач P затворен јер је то шема инвертујућег јединичног појачавача, тако да је напон U_o у ствари исправљен наизменични напон U_1 **2 бода**

Средња вредност напона на излазу операционог појачавача

биће $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot 5 = 4.5 \text{ V}$

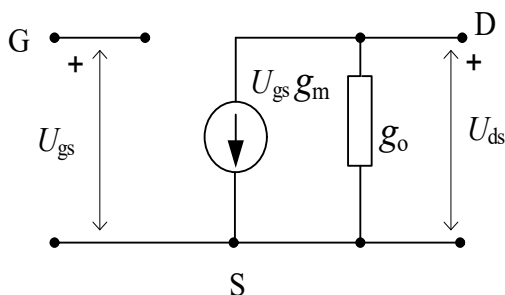
2 бода



2 бода

6. 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.

7. Питање:

Временска константа τ редног RL кола износи:

- а) RL
- б) R/L
- в) L/R
- г) R^2/L



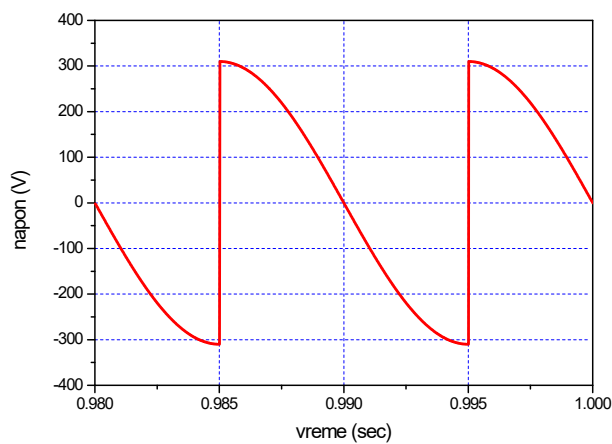
8. Задатак:

Задатак:

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

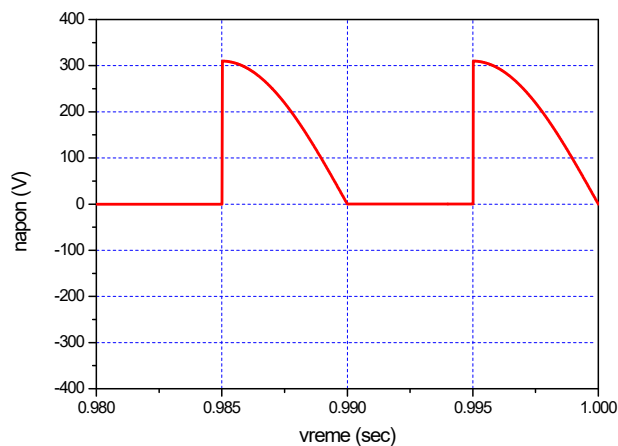
- а) активно-индуктивног оптерећења
- б) активног оптерећења

а)



2 бода

б)



2 бода





9. 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

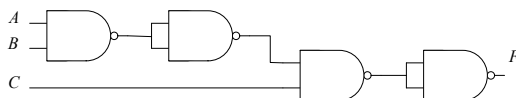
РЕШЕЊЕ:

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

- а)
то је у ствари троулазно И логичко коло

3 бода

б)



признаје се и било која друга реализација ако је логички тачна

3 бода

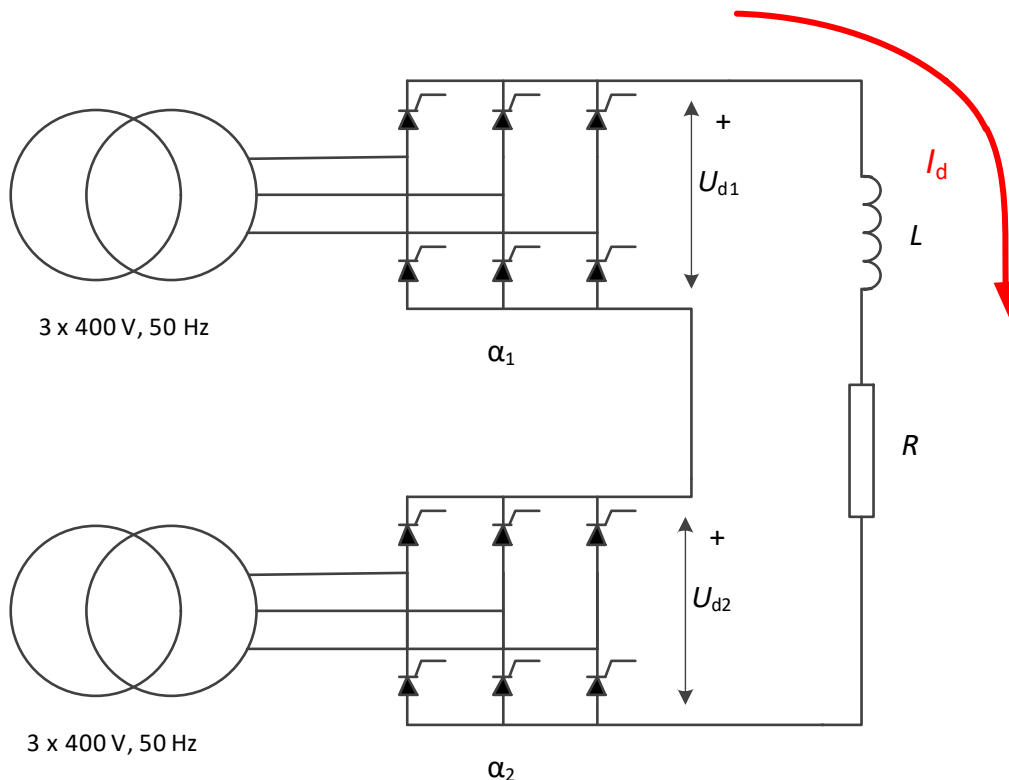
в)

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



10. Задатак.



На слици је приказана редна веза две трофазне мостне усмераче са тиристорима. Индуктивност L је веома велика а отпорност је $R = 10 \Omega$. Занемарити падове напона због комутације. При угловима управљања $\alpha_1 = 120^\circ$ и $\alpha_2 = 30^\circ$ одредити:

а) средњу вредност усмереног напона на отпорности R ,

$$U_d = U_{d1} + U_{d2} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} 400 (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = -270.1 \text{ V} + 467.7 \text{ V} = 197.6 \text{ V}$$

3 бода

б) снагу дисипирану на отпорнику

$$P_d = \frac{U_d^2}{R} = 3902.7 \text{ W}$$

2 бода

в) снагу коју прва усмерача узима из напојне мреже,

$$P_{d1} = U_{d1} - \frac{U_d}{R} = -270.1 \text{ V} \cdot 19.76 \text{ A} = -5337.2 \text{ W}$$

(*prva usmerača u stvari vraća energiju u napojnu mrežu*)

3 бода

г) снагу коју друга усмерача узима из напојне мреже,

$$P_{d2} = U_{d2} - \frac{U_d}{R} = +467.7 \text{ V} \cdot 19.76 \text{ A} = +9241.8 \text{ W}$$

3 бода

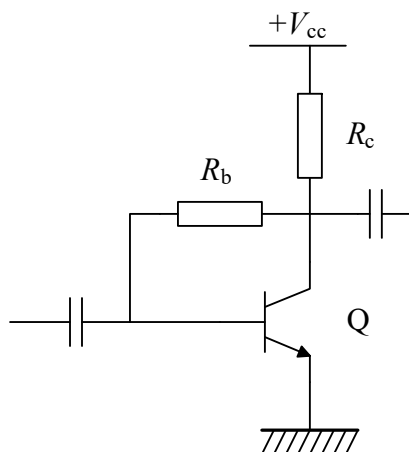
11. Питање:

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.

12. Задатак.

На слици је приказано електронско коло са једним транзистором и два отпорника. Вредности елемената у колу су: $R_c = 2 \text{ k}\Omega$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CC} = 10 \text{ V}$. У једносмерном радном режиму одредити вредност отпора R_b тако да овај појачавач ради у класи А.



$$I_C = \frac{V_{CC}}{2R_c} = \frac{10}{2 \cdot 2} = 2.5 \text{ mA} \quad 2 \text{ бода}$$

$$I_B = \frac{I_C}{100} = 25 \mu\text{A} \quad 2 \text{ бода}$$

$$R_B = \frac{\frac{V_{CC}}{2} - V_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 0,7}{25 \mu\text{A}} = 172 \text{ k}\Omega$$

2 бода

13. Питање:

Прорачунска снага трансформатора за трофазну мостну шему усмеравања и активно-индуктивно оптерећење износи

а) $1,34 P_d$

б) $1,48 P_d$

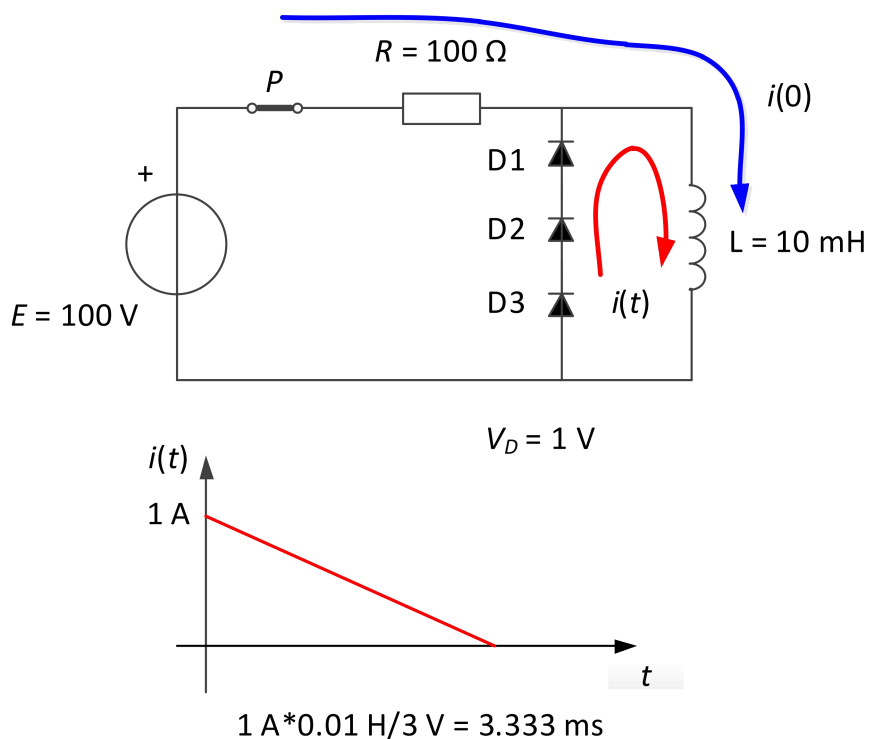
в) $1,23 P_d$

г) $1,05 P_d$



14. Задатак:

На слици је приказана шема електричног кола са прекидачем. Прекидач је веома дуго био затворен, а затим се отвори у тренутку $t = 0$. Скицирати таласни облик струје кроз пригушницу, почевши од тренутка отварања прекидача и одредити тренутак када замајне диоде престају да воде. Вредности свих параметара електричног кола су дате на слици.

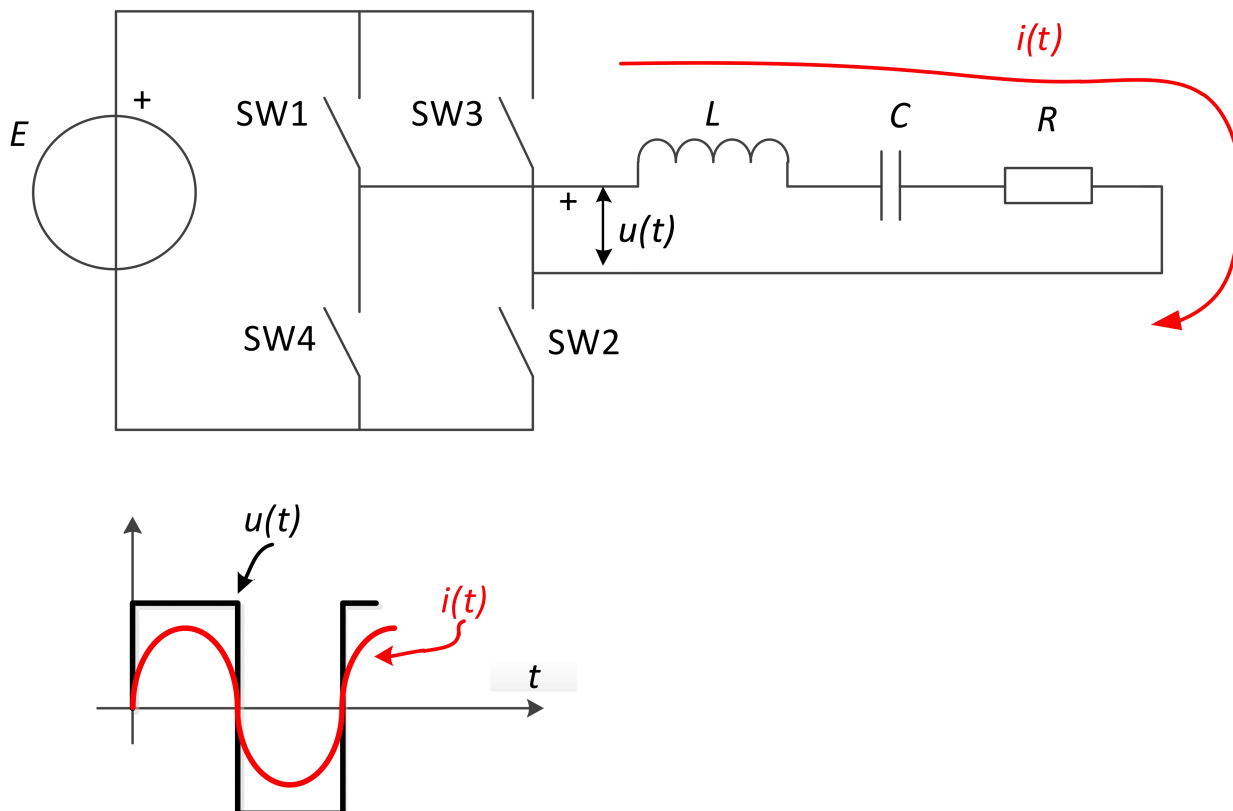


Слика вреди 3 бода и израчунато време вреди 4 бода.



15. Задатак:

На слици је приказана шема резонантног редног инвертора, који напаја индукциону пећ. Резонантна фреквенција износи $f = 10 \text{ kHz}$, а вредност кондензатора у резонантном колу износи $C = 50 \text{ }\mu\text{F}$. Прекидачи генеришу четвртасти таласни облик напона који је у фази са синусоидалном резонантном струјом.



а) Ако је напон на резонантном кондензатору $U_c = 1000 \text{ V}$, одредити ефективну вредност струје кроз потрошач.

$$I = 2\pi f \cdot C \cdot U_c = 3141.6 \text{ A} \quad \mathbf{3 \text{ бода}}$$

б) Одредити дисипирану снагу на потрошачу ако је отпор потрошача $R = 1 \text{ }\Omega$.

$$P = R \cdot I^2 = 9869604 \text{ W} \quad \mathbf{3 \text{ бода}}$$

в) Одредити вредност резонантне индуктивности L .

$$L = \frac{1}{C \cdot 4\pi^2 f^2} = 5.066 \text{ }\mu\text{H} \quad \mathbf{3 \text{ бода}}$$

