



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.

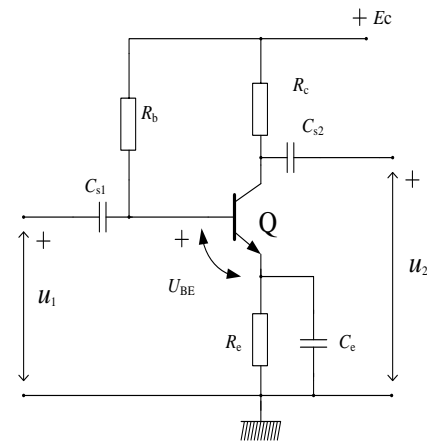
Пишите читко, нарочито бројке. За рад можете користити лични калкулатор и прибор за писање. Израда теста траје 120 минута.

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 $R_c = 470 \, \Omega$, $R_b = 100 \, k\Omega$ и $R_e = 220 \, \Omega$. Струјно појачање транзистора Q износи $\beta = 200$. Пад напона на директно поларисаном базно емиторском споју износи приближно $0,7 \, V$. Напон напајања износи $E_c = 20 \, V$. Сви кондензатори су веома великог капацитета. Термички напон је $U_T = 26 \, mV$.



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

б) Одреди вредности параметара 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

в) Одреди појачање приказаног појачавача.

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

2 бода

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

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

2 бода

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

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



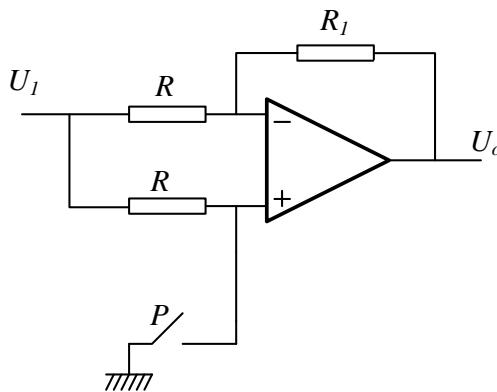
2. Питање:

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)

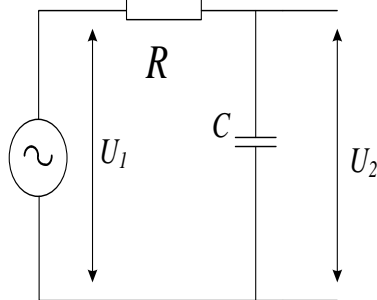
3 бода

6



4. Питање:

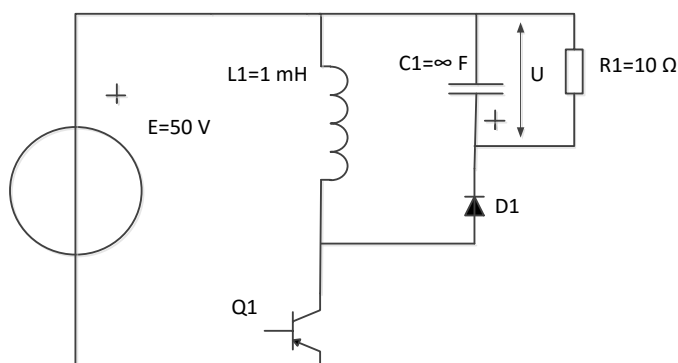
Одредити (написати) израз за горњу граничну фреквенцију кола приказаног на слици.



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

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,

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

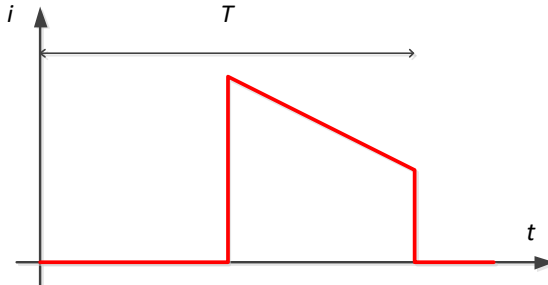
напон на излазу претвараача ће бити исти као емс на улазу и износиће 50 V, поларитета као на слици. Пошто је капацитет



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

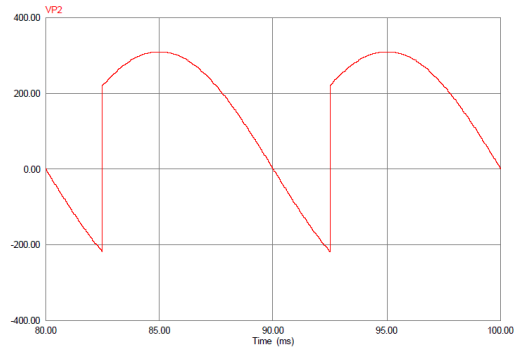
$$R = \frac{50 \text{ V}}{0,625 \text{ A}} = 80 \Omega \text{ 4 бода}$$



6. Задатак:

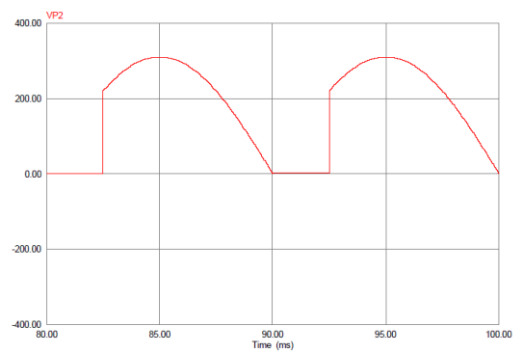
Скицирајте таласни облик излазног напона једнофазне пуноталасне мостне усмераче при углу регулације од 45° и то за случај:

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



а)

4 бода

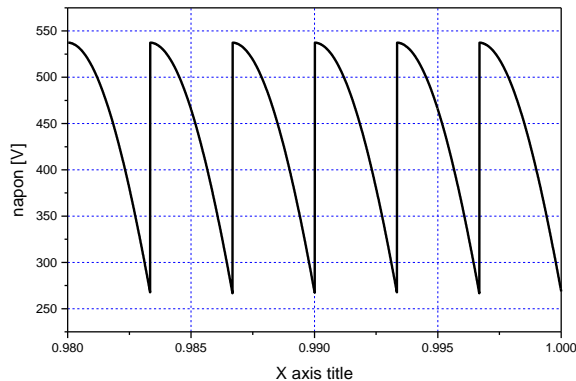


б)

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:

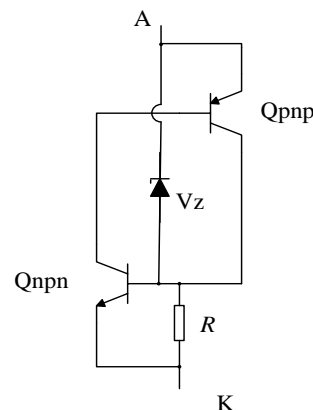
- а) 0 степени
- ☒ б) 30 степени
- в) 60 степени
- г) 90 степени

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:

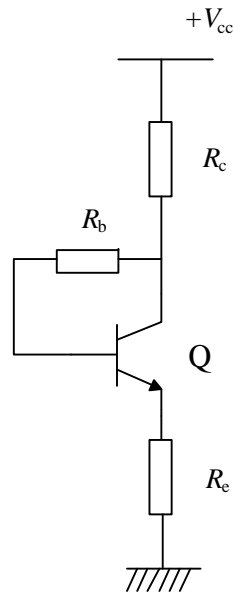
- а) 4,9 V,
- б) 5,6 V,
- в) 5,1 V,
- ☒ г) 6,3 V.



4/-1

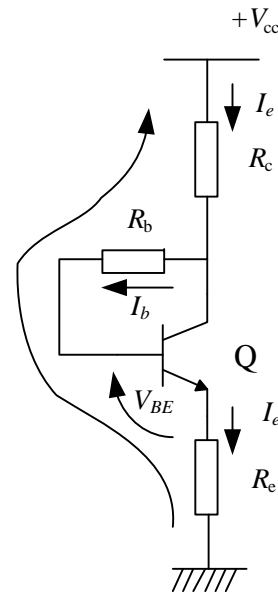


9. Задатак:



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

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

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

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

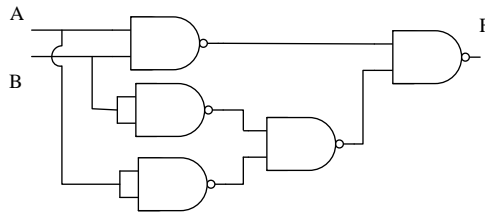
4 бода

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

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

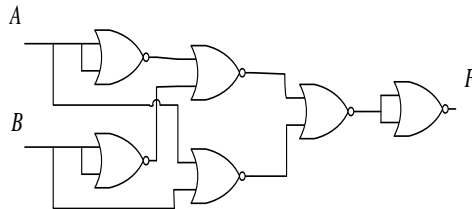
б) Написати таблицу истинитости за логичку функцију која је приказана логичком мрежом.

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}

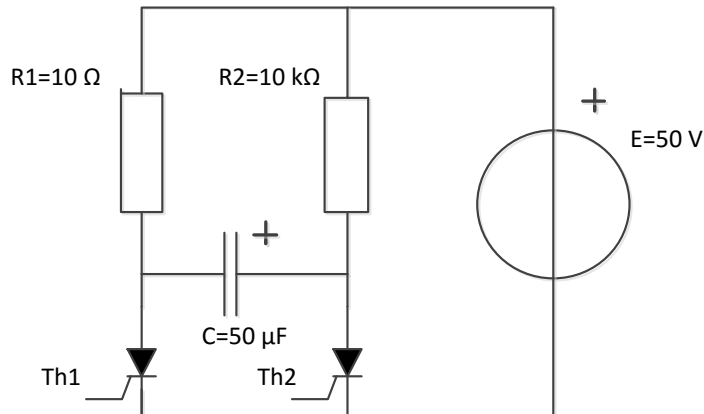
Решење:

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

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.

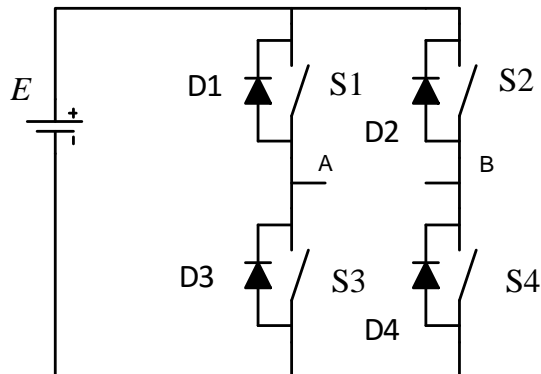
Ако је напон на кондензатору C по престанку вођења тиристора Th1 пао на вредност од 49 V, одредити повраћено наелектрисање током гашења тиристора Th1.

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

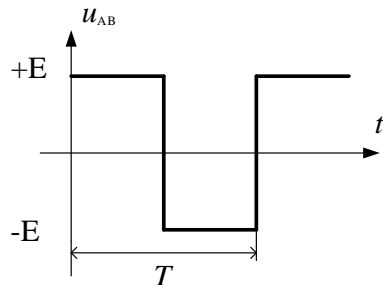
5 бодова



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.



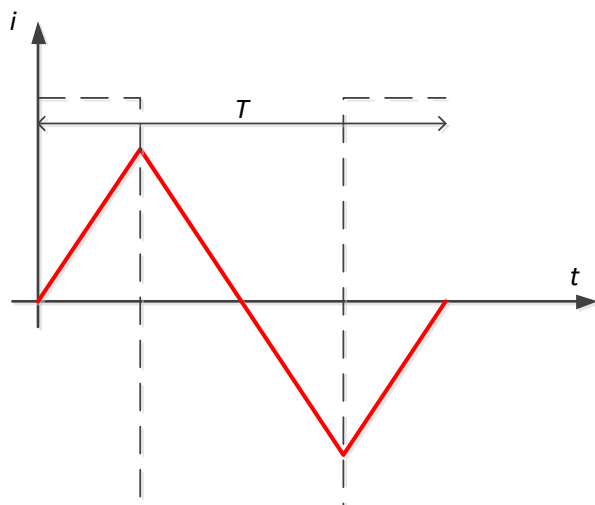
Ако се између тачака A и B веже индуктивни потрошач (отпорност R је једнака нули), скицирати таласни облик струје потрошача, од тачке A ка тачки B, таласни облик струје кроз прекидач S1 и таласни облик струје кроз диоду D3.

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

а) 0 A 3 бода

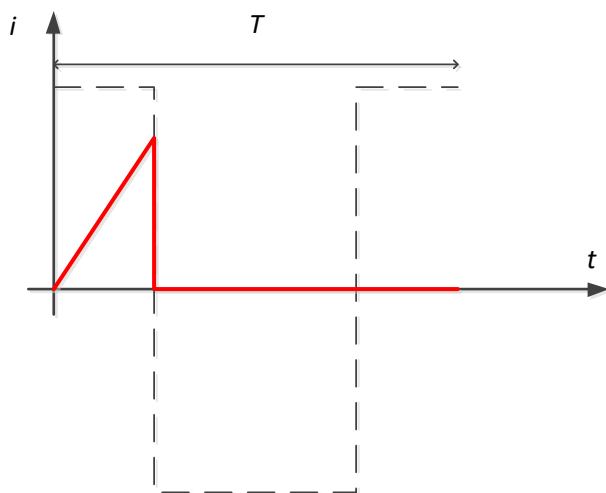


б)



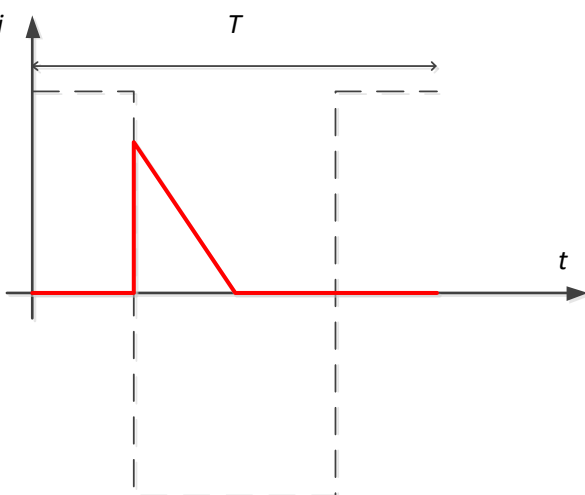
3 бода

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

