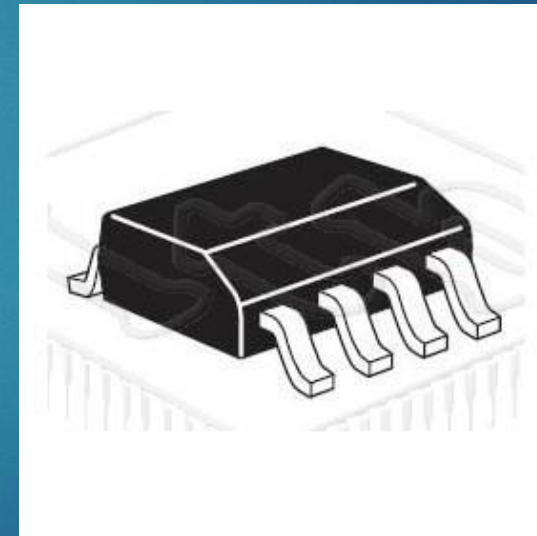
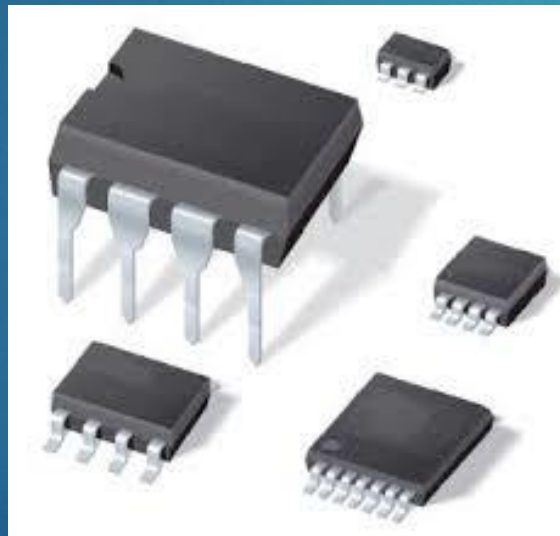
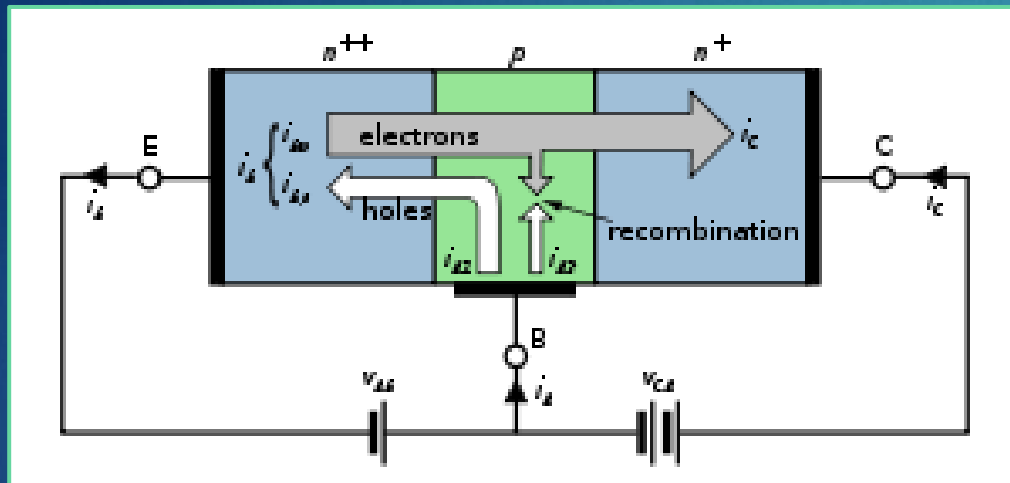


ЧАС 2,3

КОЛА ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ СА ОПЕРАЦИОНИМ ПОЈАЧАВАЧЕМ



ПРИНЦИП РАДА **NPN** ТРАНЗИСТОРА

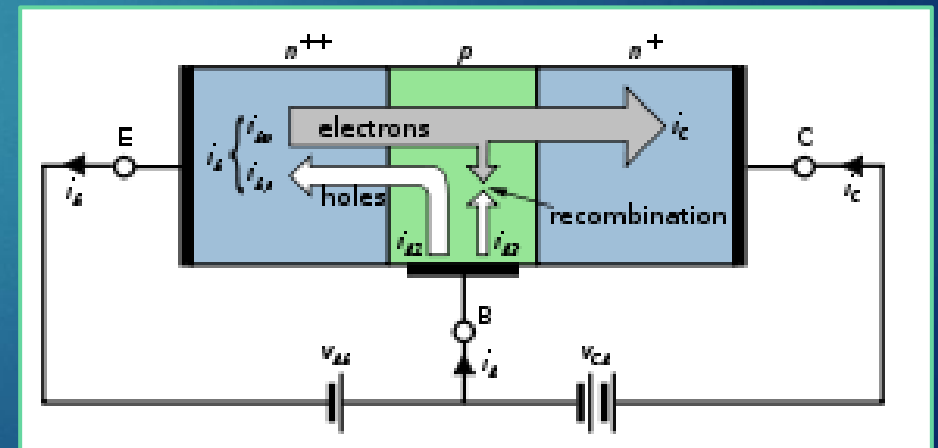


Струје унутар NPN транзистора

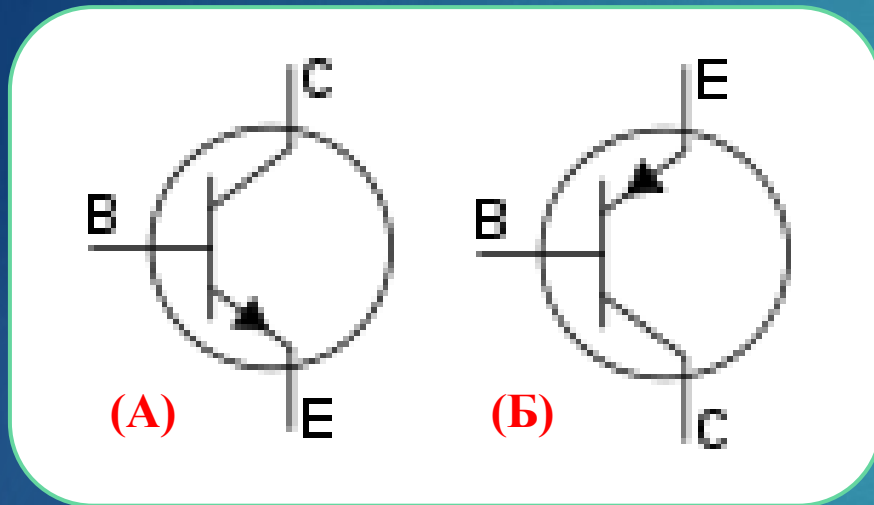
- ▶ Прва област транзистора је **емитор**, који је полупроводник **N-типа** и обично има велику концентрацију примеса.
- ▶ Друга област је **база**, која је полупроводник **P-типа** и код које је концентрација примеса знатно мања него код емитора; област базе је такође знатно ужа него код емитора и колектора.
- ▶ Трећа област је **колектор**, која је полупроводник **N-типа**; концентрација примеса у њему је мања него у емитору.
- ▶ Између емитора и базе је један PN-спој, док је други између базе и колектора. PN-спој емитор-база је директно поларисан извором E_{BE} , а PN-спој база-колектор је инверзно поларисан извором E_{CB} .

ПРИНЦИП РАДА **NPN** ТРАНЗИСТОРА

- ▶ У емитору су електрони главни носиоци електрицитета, а у бази су то шупљине.
- ▶ Види се да је потребан један извор (E_{BE}) да потисне електроне из емитора у подручје базе, док је други (E_{CE}) потребан да их повуче из подручја базе ка колектору.
- ▶ На кретање електрона највише утиче први извор (E_{BE}) и од њега највише зависи колико ће електрона да крене из емитора.
- ▶ Други извор (E_{CE}) служи за њихово прикупљање у подручју базе и мало утиче на укупан број електрона који се крећу кроз транзистор.
- ▶ Електрони се не рекомбинују у подручју колектора, него настављају пут ка металном прикључку колектора, затим се крећу кроз проводнике и извор напајања E_C и улазе поново у емитор.



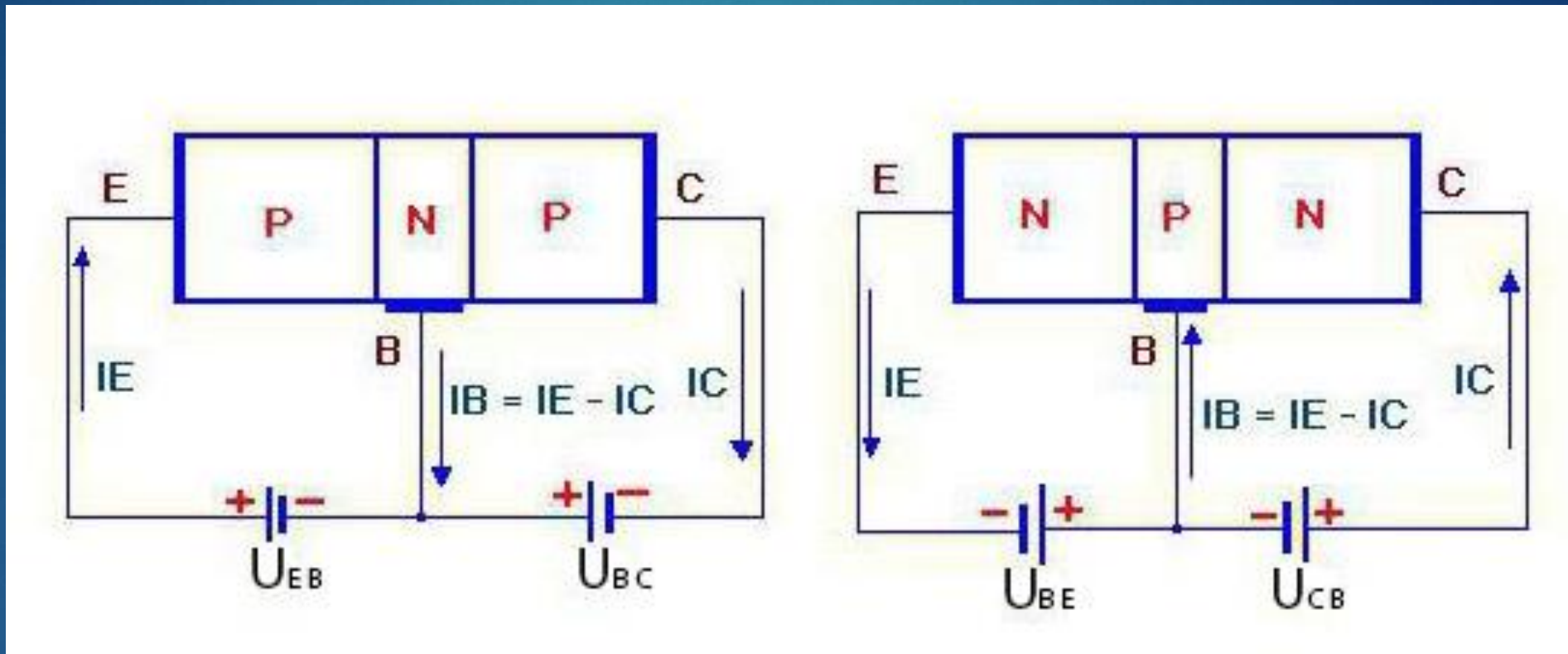
РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ NPN И PNP ТРАНЗИСТОРА



**Симболи за NPN (А) и PNP (Б)
транзистор**

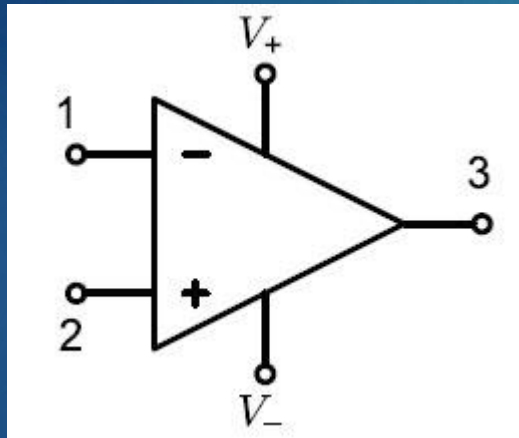
- ▶ На слици су приказани симболи транзистора.
- ▶ Код PNP транзистора је емитор полупроводник P-типа, база N-типа, а колектор опет P-типа.
- ▶ Објашњење за PNP транзистор је исто као и код NPN транзистора, само су струје и напони обрнутог смера, а електрони и шупљине су заменили места.
- ▶ Струју кроз транзистор чине електрони и шупљине. Због тога се ови транзистори често називају биполарни транзистори.

РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ NPN И PNP ТРАНЗИСТОРА



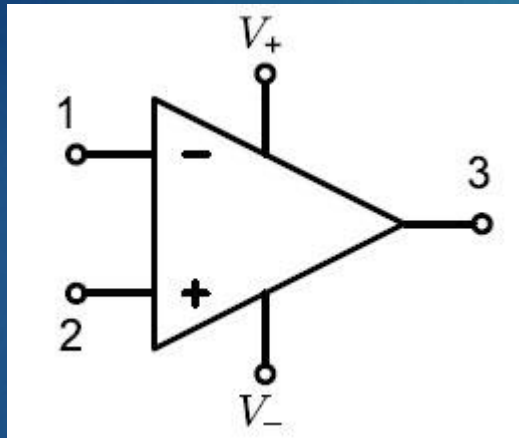
Струје на прикључцима PNP и NPN транзистора

ОПЕРАЦИОНИ ПОЈАЧАВАЧ



- ▶ Термин операциони појачавач је уведен за посебну врсту појачавача са добрим улазним карактеристикама и великим појачањем.
- ▶ Операциони појачавач има структуру диференцијалног појачавача.
- ▶ Можемо да видимо да да операциони појачавач има два улаза, са (-) је означен **инвертујући улаз**, а са (+) **неинвертујући улаз**.
- ▶ Поред тога као и код обичних појачавача постоје још прикључци за напајање и излазни прикључак.
- ▶ За нормалан рад операционих појачавача пожељно је обезбедити двоструко, симетрично напајање ($+V_{CC}$, $-V_{CC}$).

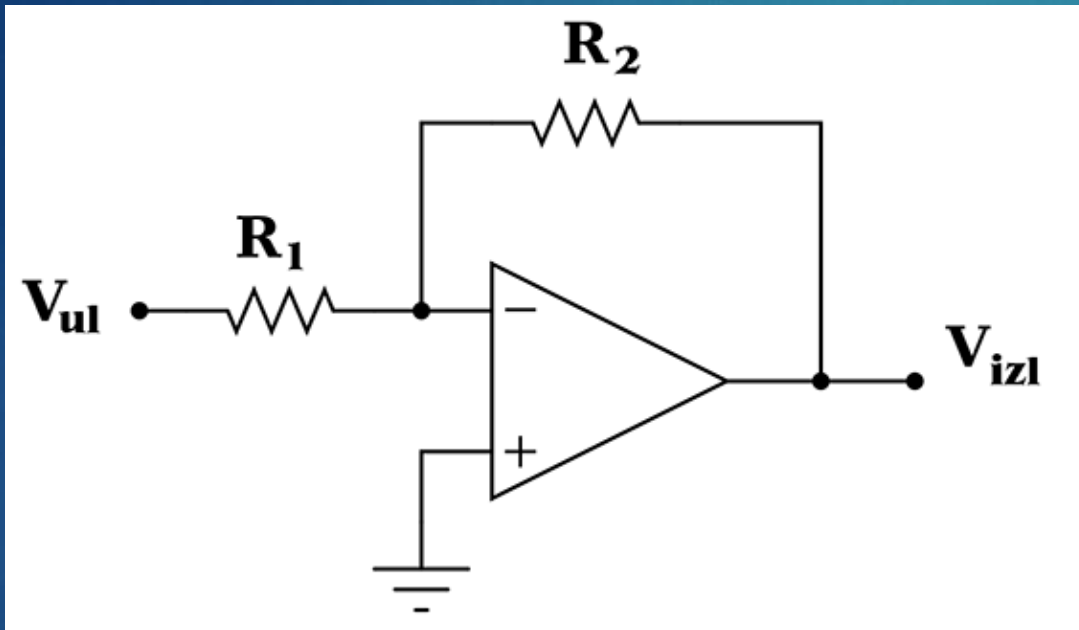
ОПЕРАЦИОНИ ПОЈАЧАВАЧ



- ▶ Најважније особине идеалних операционих појачавача су:
 1. Бесконечно велика улазна отпорност (**струја кроз улазне прикључке је једнака нули**)
 2. Излазна отпорност једнака нули (**излаз представља идеалан напонски извор**).
- ▶ Операциони појачавач се користи за реализацију бројних и разноврсних електронских кола са различитим функцијама.
- ▶ У линеарним колима операциони појачавач се не користи без додатних елемената преко којих се остварује повратна спрега.

ИНВЕРТУЈУЋИ ОПЕРАЦИОНИ ПОЈАЧАВАЧ

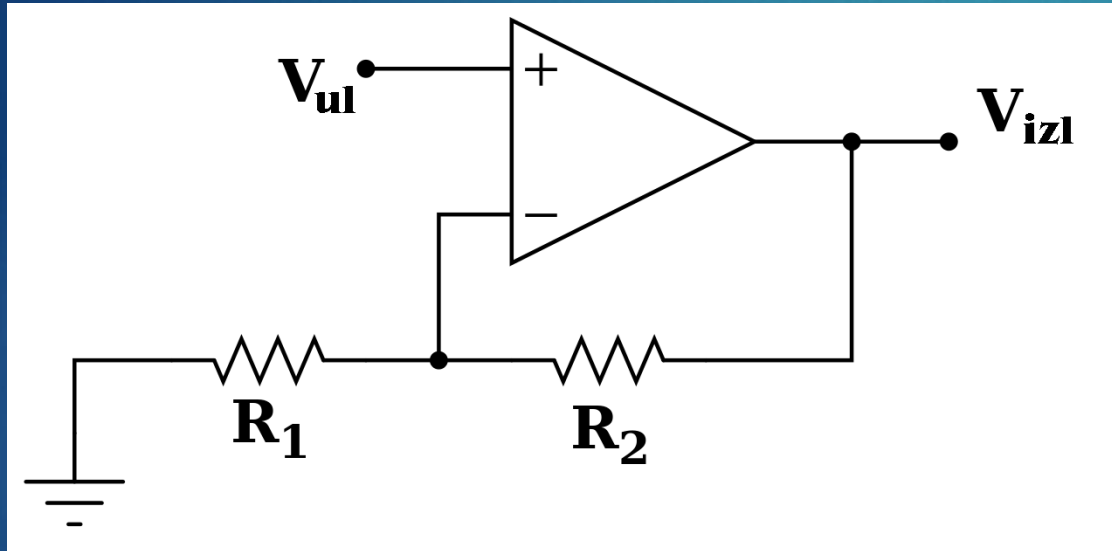
2,3
час



- ▶ Изузетно је битно да појачање не зависи од самог операционог појачавача већ искључиво од избора вредности за R_1 и R_2 .
- ▶ Видимо да је излазни сигнал фазно померен за π у односу на улазни сигнал о чему нам говори знак $(-)$ у математичком изразу.
- ▶ Појачање инвертујућег операционог појачавача износи:

$$A = -\frac{R_2}{R_1}$$

НЕИНВЕРТУЈУЋИ ОПЕРАЦИОНИ ПОЈАЧАВАЧ

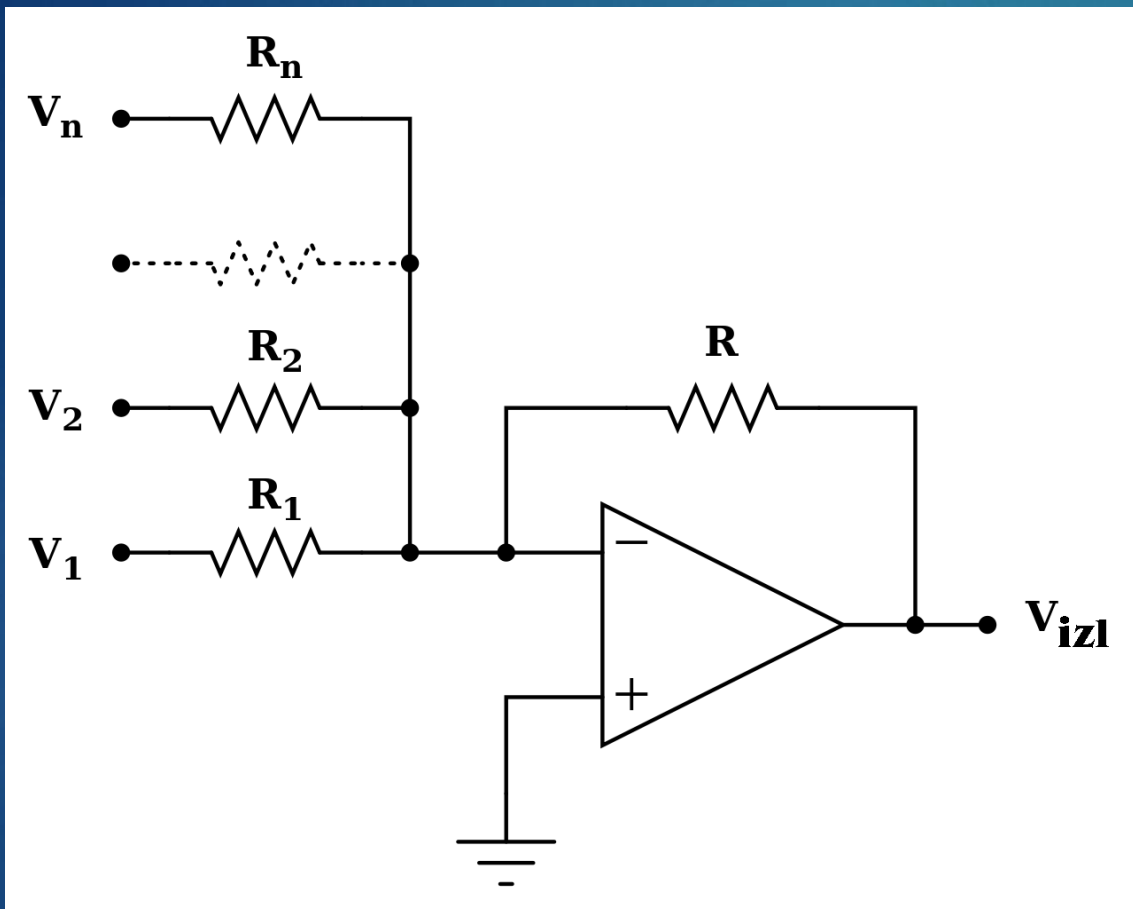


- ▶ Код овог појачавача улазни сигнал се доводи на неинвертујући улаз (+).
- ▶ Појачање код неинвертујућег појачавача је увек веће од 1 и на излазу се добија сигнал који је у фази са улазним сигналом.
- ▶ Појачање неинвертујућег операционог појачавача износи:

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

КОЛО ЗА САБИРАЊЕ НАПОНА

2,3
час



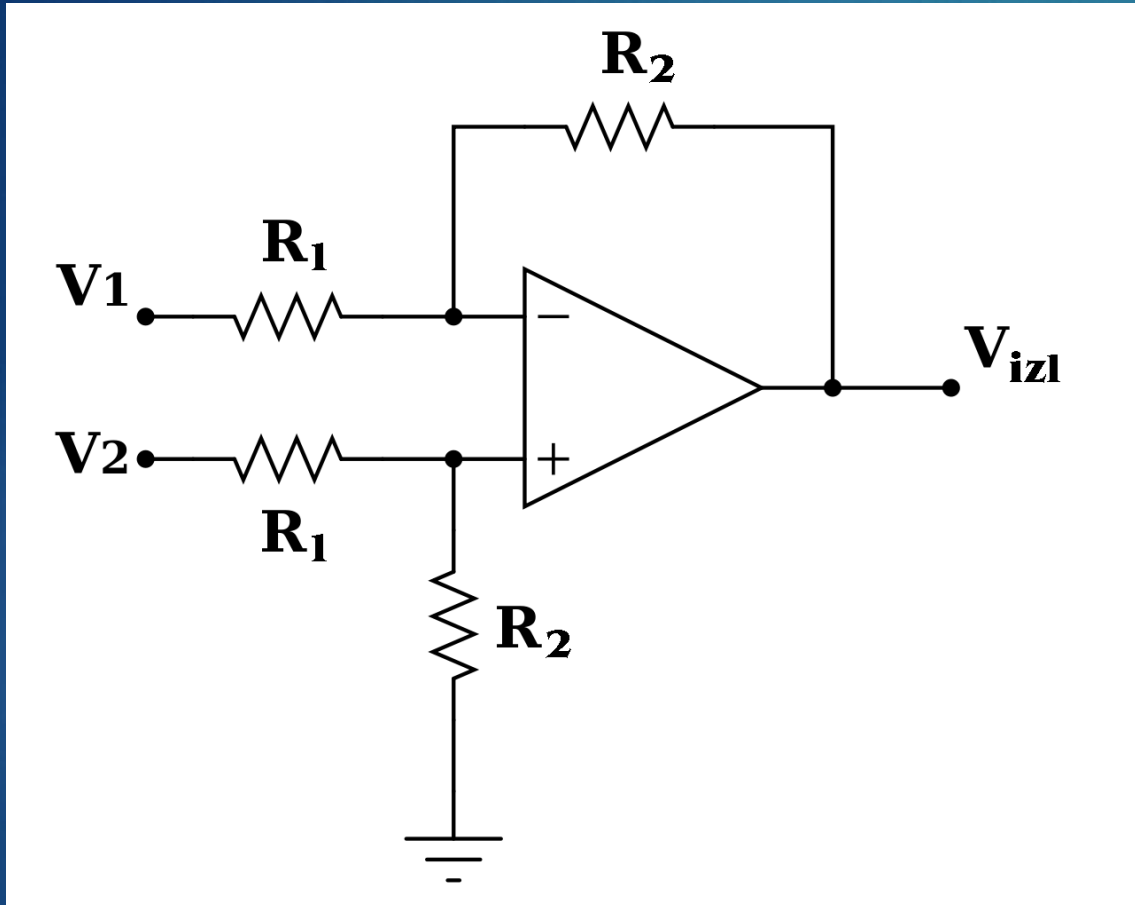
► Улога овог склопа је сабирање сигнала присутних на улазу, и давање резултата на излазу.

► Излазни напон сабирача износи:

$$U_{izl} = - \left(\frac{R}{R_1} * U_1 + \frac{R}{R_2} * U_2 + \dots + \frac{R}{R_n} * U_n \right)$$

КОЛО ЗА ОДУЗИМАЊЕ НАПОНА

2,3
час

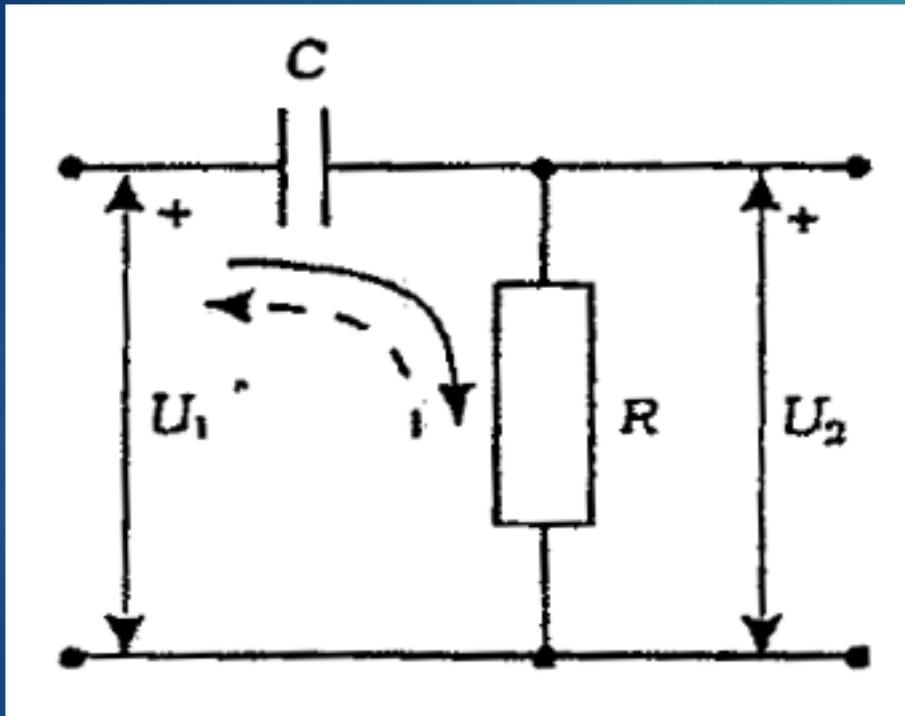


► Операциони појачавач ипак не можемо користити директно као диференцијални појачавач.

► Излазни напон кола за одузимање напона износи:

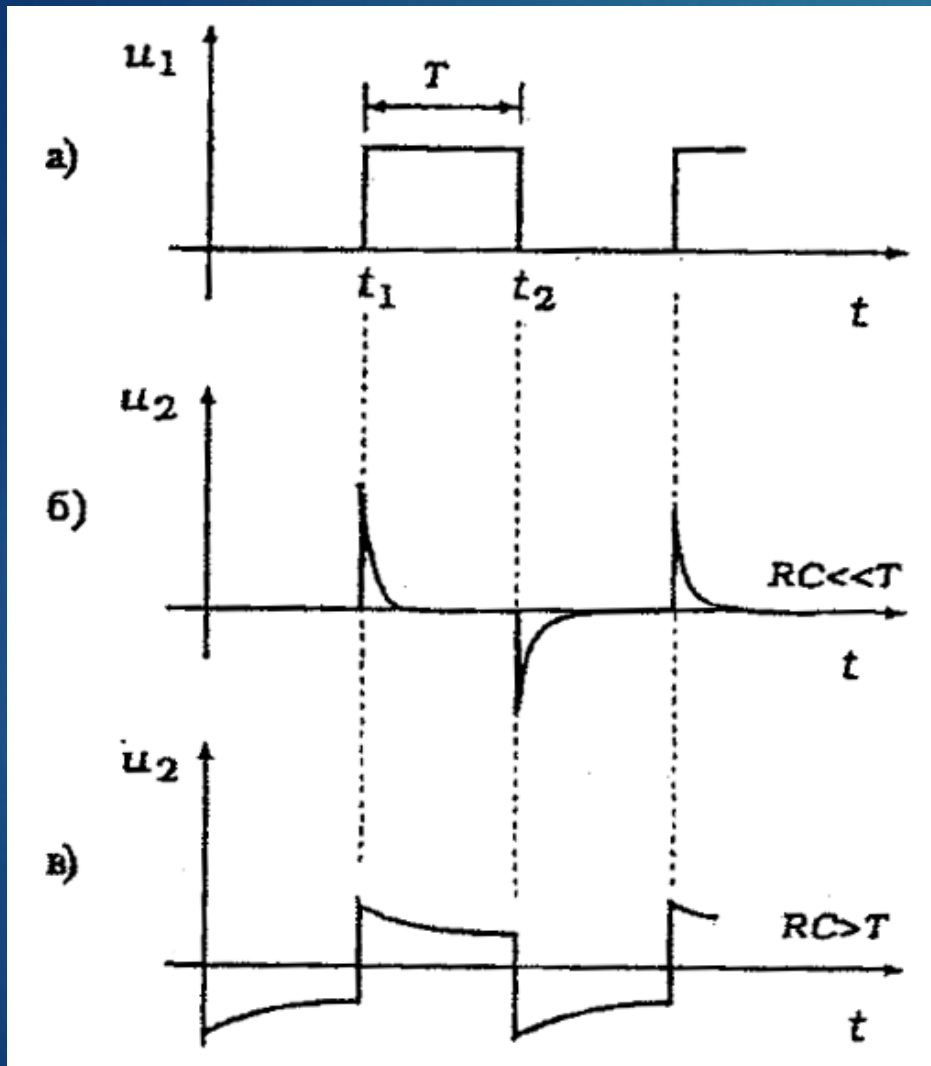
$$U_{izl} = \frac{R_2}{R_1} (U_2 - U_1)$$

ПАСИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



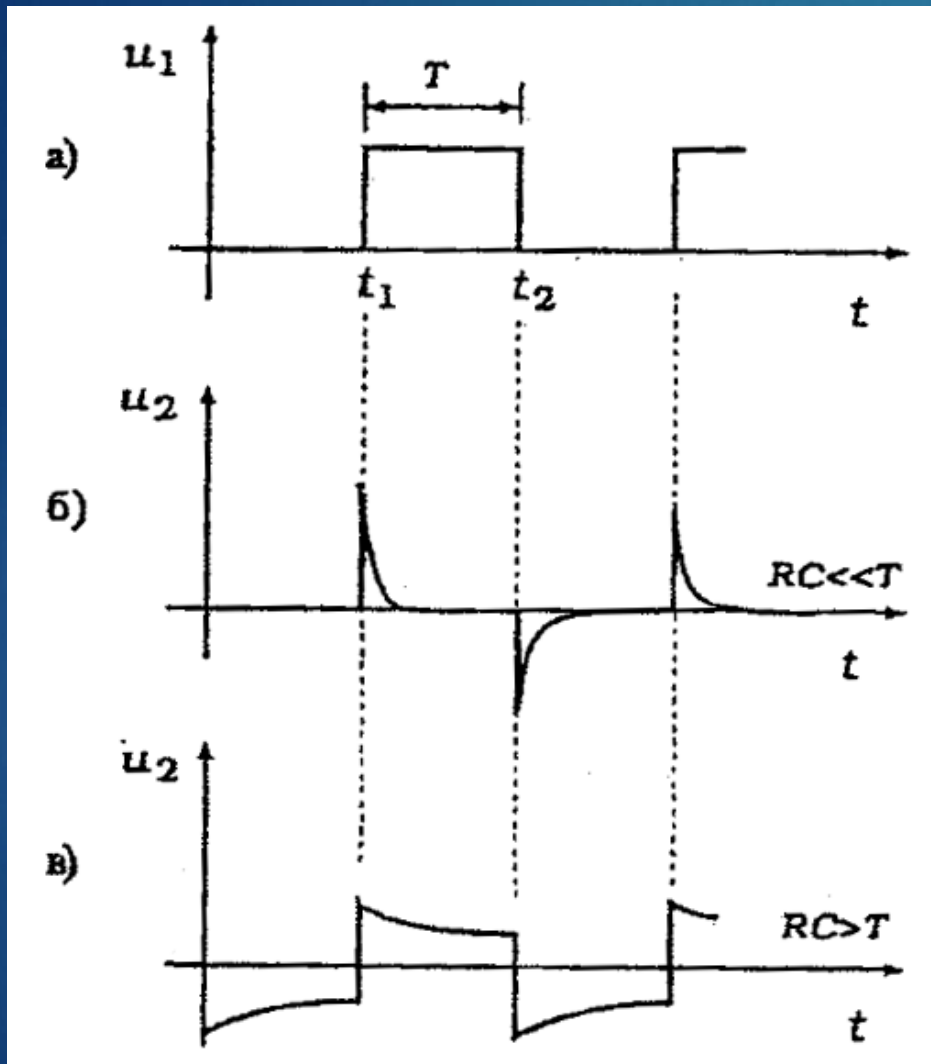
- ▶ Кола за диференцирање дају на свом излазу напон који је сразмеран брзини промене улазног напона.
- ▶ Садрже кондензатор који се пуни или празни када се на њему мења напон и отпорник.
- ▶ Пасивно коло за диференцирање се користи за претварање једног облика напона у други.
- ▶ Испитују се правоугаоним напоном.

ПАСИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



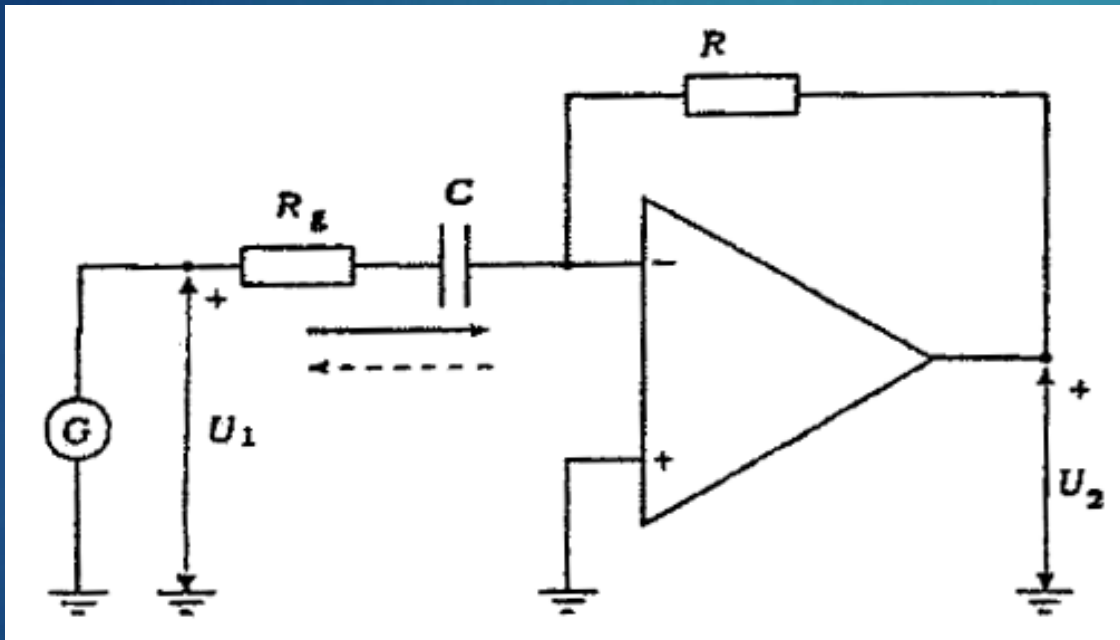
- ▶ У тренутку t_1 када се на улаз овог кола доведе правоугаони напон, кондензатор се пуни (струја је означена пуном линијом), напон на њему расте, а напон на отпорнику опада.
- ▶ Када се кондензатор напуни струја престаје да тече и напон на њему је једнак нули.
- ▶ У тренутку t_2 када напон на улазу овог кола падне на нулу, кондензатор се празни у супротном смеру (испрекидана линија).
- ▶ Струја пражњења има супротан смер, па је и излазни напон негативан.

ПАСИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



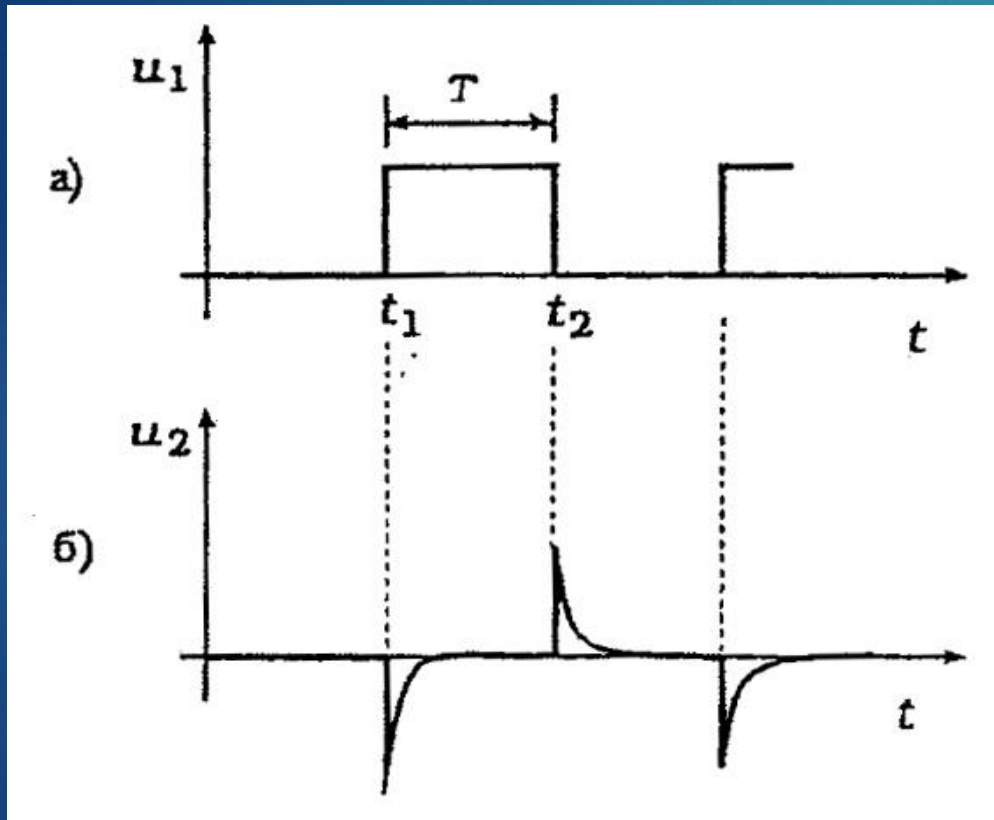
- ▶ Елементи кола за диференцирање се бирају тако да се кондензатор брзо напуни, односно да је испуњен услов $RC \ll T$, где су R и C елементи кола за диференцирање, а T је време трајања правоугаоног импулса.
- ▶ Уколико није испуњен овај услов кондензатор се не напуни потпуно за време трајања импулса, нити се испразни за време паузе, па тада ово није право коло за диференцирање.

АКТИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



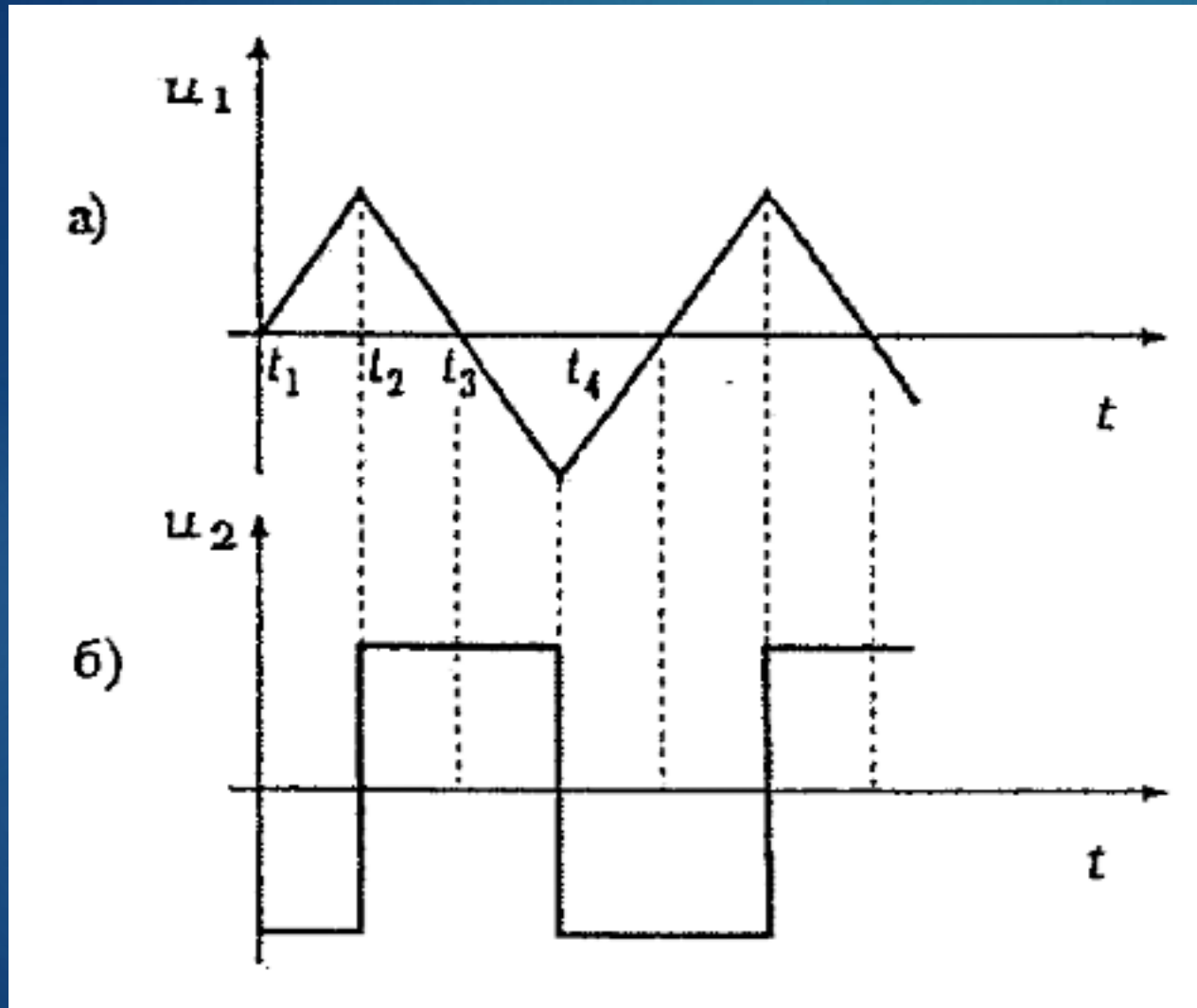
- ▶ Пасивна кола за диференцирање могу да слабе, али не и да појачавају напон.
- ▶ Због тога се уместо њих користе активна кола за диференцирање.
- ▶ Активна кола за диференцирање као појачавачки елемент користе операциони појачавач.

АКТИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



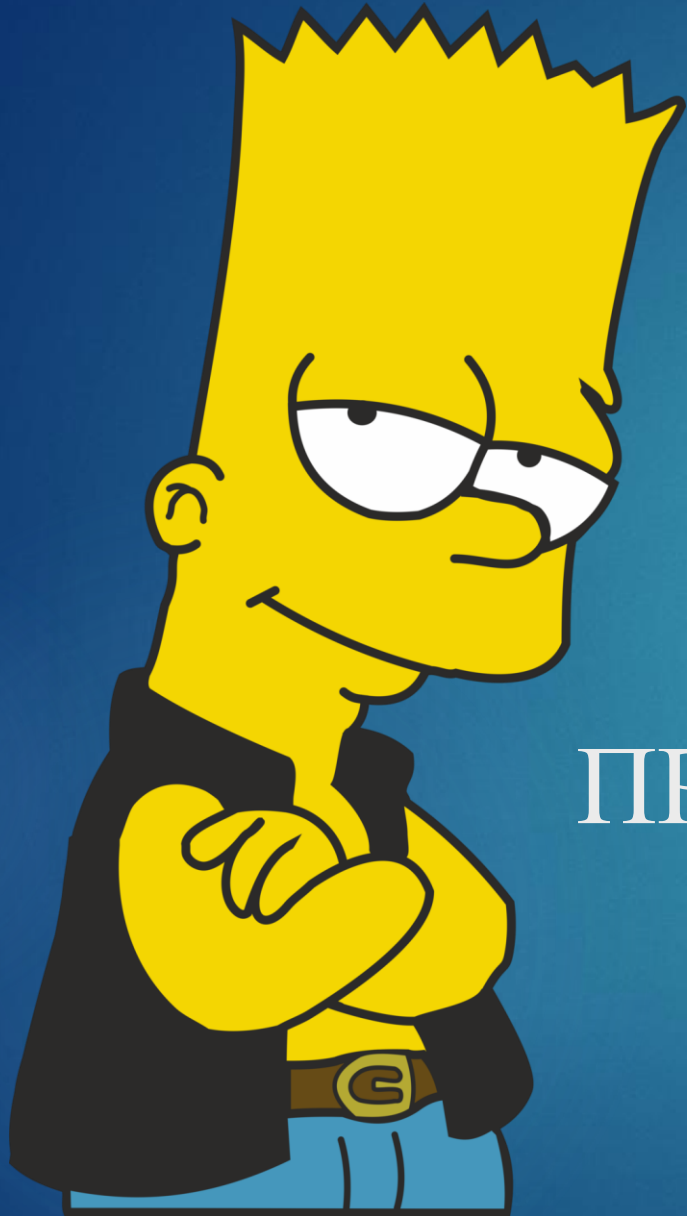
- ▶ Испитивање активног кола за диференцирање се обавља такође правоугаоним напоном.
- ▶ Кондензатор се пуни кроз унутрашњу отпорност генератора R_g , која је обично мала, па је струја пуњења у почетку релативно велика, због чега је излазни напон у почетку највећи и негативан.
- ▶ Овај напон брзо пада на нулу јер се кондензатор брзо пуни.
- ▶ Када престане улазни напон кондензатор се брзо празни и излазни напон брзо пада на нулу.
- ▶ У овом случају брзина пуњења и пражњења кондензатора зависи од производа $R_g C$.

АКТИВНО КОЛО ЗА ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ



► Помоћу активног кола за диференцирање се троугаони напон може претворити у правоугаони.

► Ово коло се такође може користити и за фазно померање синусног напона.



ТРЕБА ЛИ ДА БАРТ ОВО
ИСПИШЕ СТО ПУТА НА
ТАБЛИ, ИЛИ МОЖЕ И
ПРОФЕСОР ДА ПОНОВИ АКО
НЕШТО НИЈЕ ЈАСНО?