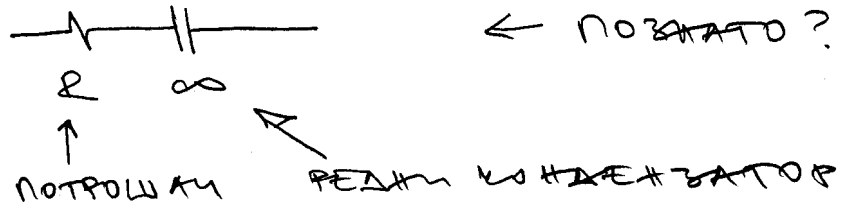


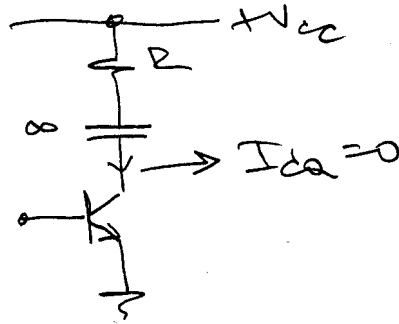
# ПРОБЛЕМЫ С АЗЕДНОСМЕРНОМ КОМПОНЕНТОМ

ЦЕЛЬ: УКЛОНИТЬ АЗЕДНОСМЕРНУ КОМПОНЕНТУ НАПРЯЖЕНИЯ И СТРУЖЕ С ПОТРОШАЧА

РЕШЕНИЕ?

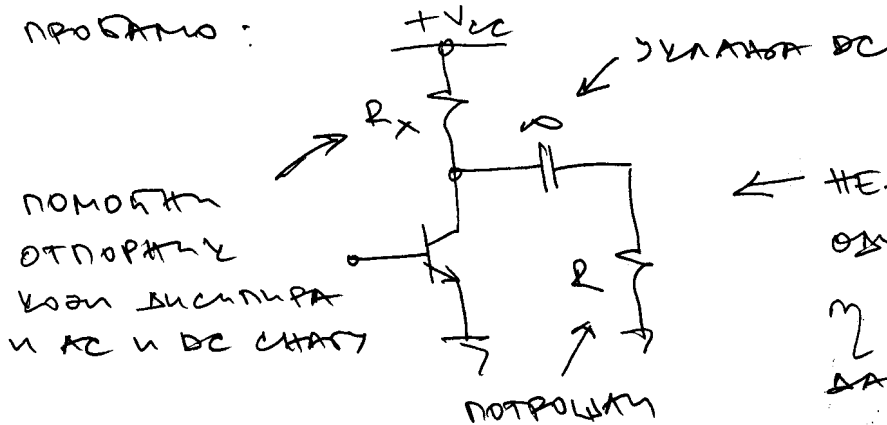


НЕ МОЖЕ:



← ПОРЕМЕТЕНА ПОЛАРИЗАЦИЯ, ПРОБАТЕ ДА ИСПРАЗНТЕ КОНДЕНЗАТОР

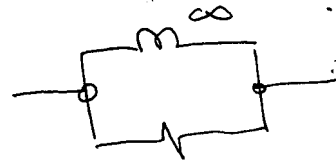
ДА ПРОБАМО:



ПОМОЖИ ОТПОРЪЪЪ КОЖИ ДИСИПЛА И AC И DC СНАГЪ

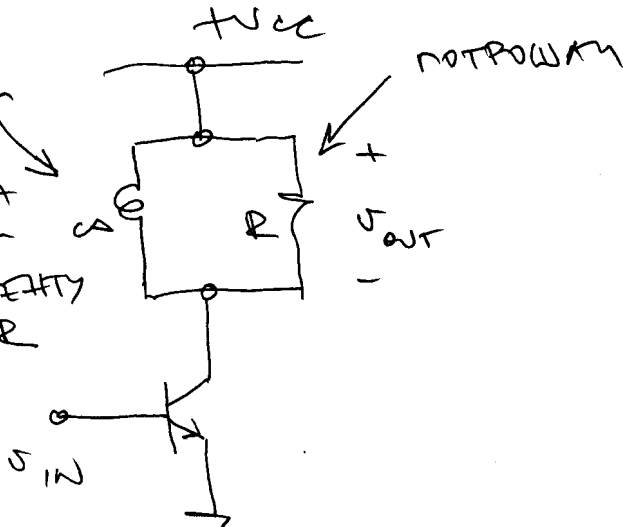
← НЕЕДИНАКО, ОБУСТАЖЕМ,  $\mu \downarrow$  (ДА ПРОБАТЕ ДА ИСПРАЗНТЕ?)

У ПОМОЖ СТУПА ДУАЛИТЕТ




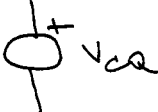

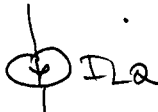
АСТАНА КОЖИ

ПОМОЖИ РЕАКТИВНИ ЕЛЕМЕНТ КОЖИ ТРЕБА ДА УКЛОНИ DC КОМПОНЕНТУ  $V/i$  СЪ R



- ДА СЕ МАМО ВРАТНО У ПРОДНОСТ, ПРЕДСТАВЕ РЕАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА, ИДЕАЛИЗОВАТЕ ДОДУШЕ

ОБО НАЗ ВРАТНА ЗЕР ПАУЖАМО СНАТЕ

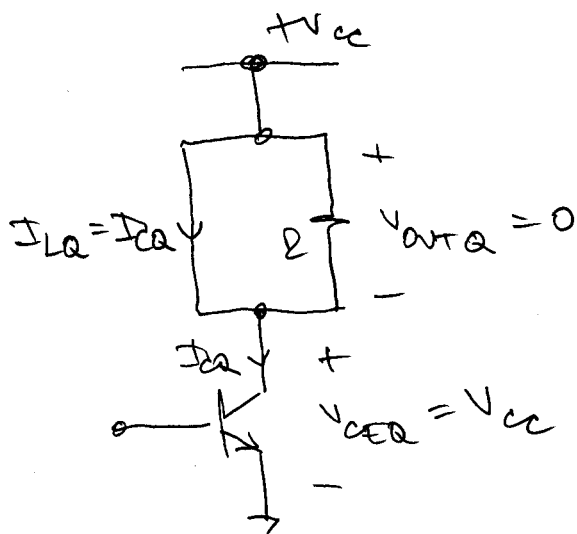
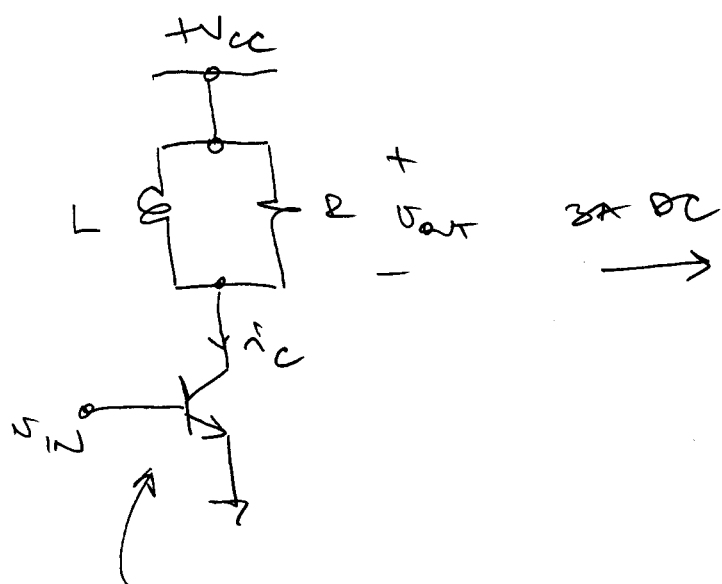
| СТВАРНО   | DC   | AC  | ТРЕЊУТА ВРЕДНОСТ  |
|---|--|-----|---|
|  | $\begin{matrix}   \\ + \\ V_{CQ} \\   \\ - \end{matrix}$ | $ $ |  |
|  | $\downarrow I_{LQ}$                                      | $ $ |  |

↑  
ТАКМО

↑  
ИДЕАЛИЗОВАНО,  
ВАЖИ ЗА  $\frac{1}{\omega C} \rightarrow 0$   
ОДНОЧНО  $\omega L \rightarrow \infty$ ;  
НАЗЕ СВЕ У С И Л,  
ИМА НЕУТО И У  $\omega$

↑  
ПОД УСЛОВИМА,  
ОБО ВАЖИ; ЗНАНО  
КАД СЕ ПАУЖАМО  
СНАТЕ; ОБО СЕ  
СТВАРНО ВРАТНО  
ЗОНД

- ДА СЕ ВРАТНО НА НАЗЕ КОНО :



ОБОМ ТРАЖИЗУТОРУ ДЕ  
НЕКАЗЕ КОНО ЗА  
ПОЛАЖИЖАМО ПОСТАВНО  
МРТ НА  $\hat{i}_c = I_{CQ}$

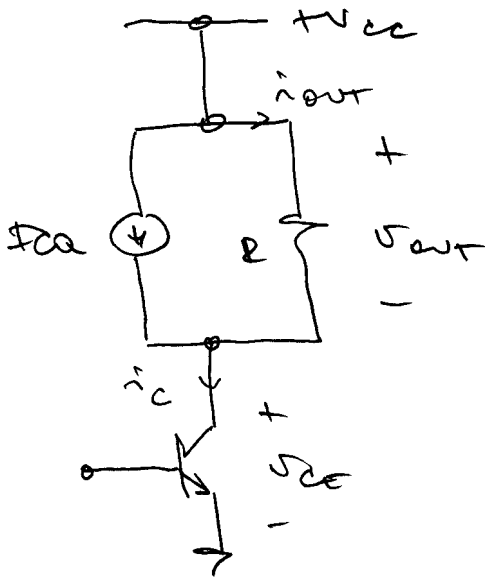
ЗАУЛЖИЖАМ (ОЕТТЕЛ):

$$I_{LQ} = I_{CQ}$$

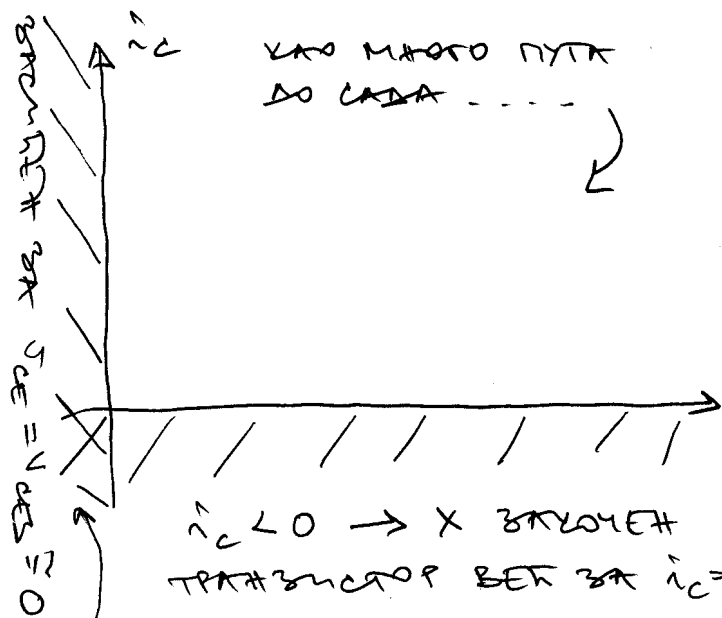
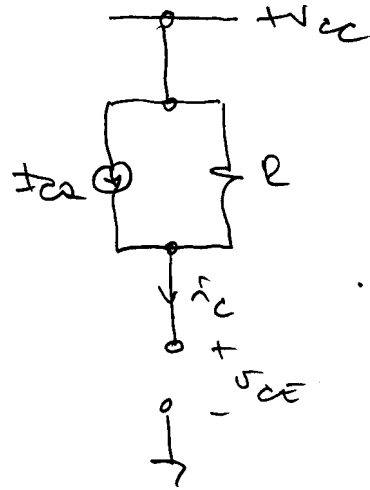
$$V_{outQ} = 0 \leftarrow \text{ОБОЧНО КТЕЖИ}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC}$$

- ЕВЛУБАНЕЊТА ЦЕНА ЗА ТРЕЊУЊЕ СРЕДНОСТУ (ТР. БР.) СЛУЊАА!



КАКО ИЗГЛЕДА РАДНА ПРАВА?



КАКО МАДО ПУЊА ДО САДА

$$V_{CE} = V_{CC} - R(i_C - I_{CQ})$$

ОДНОЧНО

$$V_{CE} = V_{CC} + R I_{CQ} - R i_C$$

ИЛИ

$$i_C = \frac{1}{R} (V_{CC} + R I_{CQ} - V_{CE})$$

ОДНОЧНО

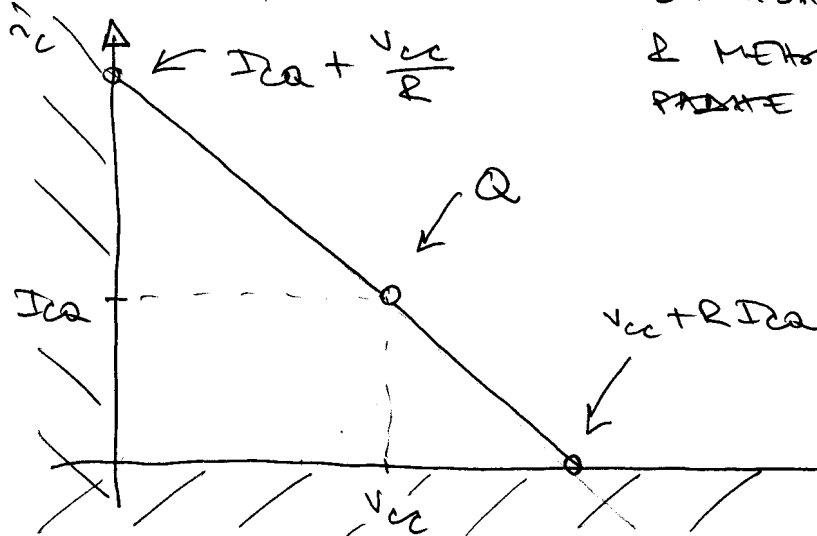
$$i_C = I_{CQ} + \frac{V_{CC}}{R} - \frac{V_{CE}}{R}$$

$i_C < 0 \rightarrow X$  ЗАКЛУЧЕТ ТРАНЗИСТОР БЕЊ ЗА  $i_C = 0$

III УВАДРАЊТ, ИВАРЗАЊА, АЛТИВАЊА, НЕ ЗАЊУМА МЕИ

ЗАКЛУЧУВАЊУ:

ЗА ИВАРЗАЊА Q ИВАРОМ R МЕЊАМ НАЊУО РАДНЕ ПРАВЕ

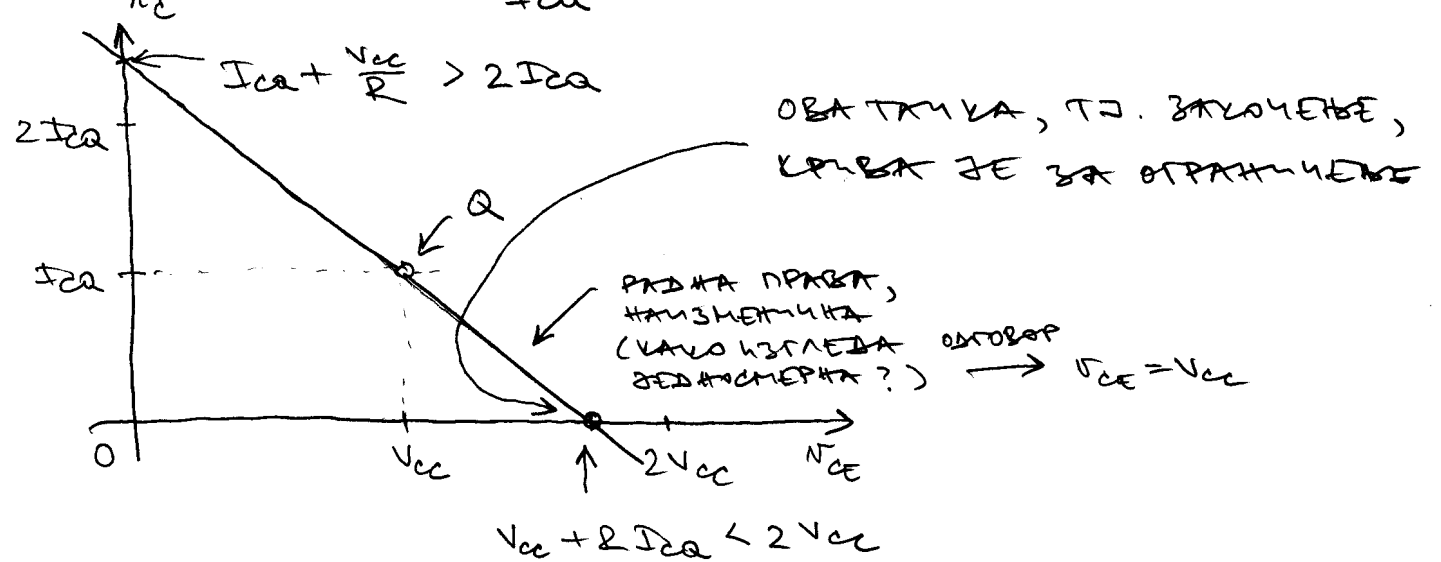


НАЊУО

- Угъл ми се максимална часта тензорачичетот  
 излазнок сигнал; зобу што вету амплитуду и  
 струже и харвожа; рачуа пребагузем  $i_c (V_{CE})$   
 раваа, тд су ми отраичеба: заичеба & заичеба;  
 нмау  $V_{out} = V_{CC} - V_{CE}$ ,  $i_{out} = i_c - I_{CQ}$ ;  
 $V_{CEQ} = V_{CC}$  и  $I_{CQ}$  су оуеураа, слободаа парамеа  
 се харво раае раае

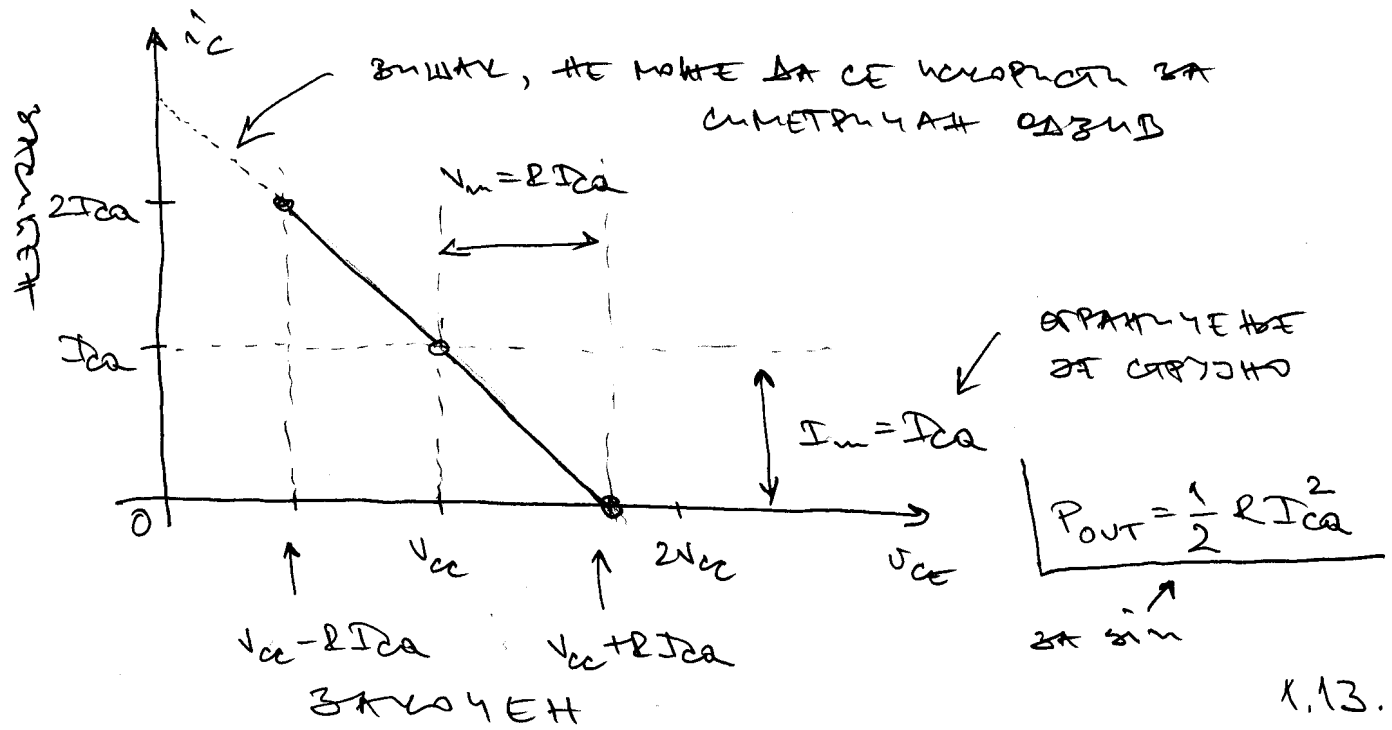
$$V_{CE} = V_{CC} + R I_{CQ} - R i_c \quad \text{или} \quad i_c = I_{CQ} + \frac{V_{CC}}{R} - \frac{V_{CE}}{R}$$

- случај ①:  $R < \frac{V_{CC}}{I_{CQ}}$

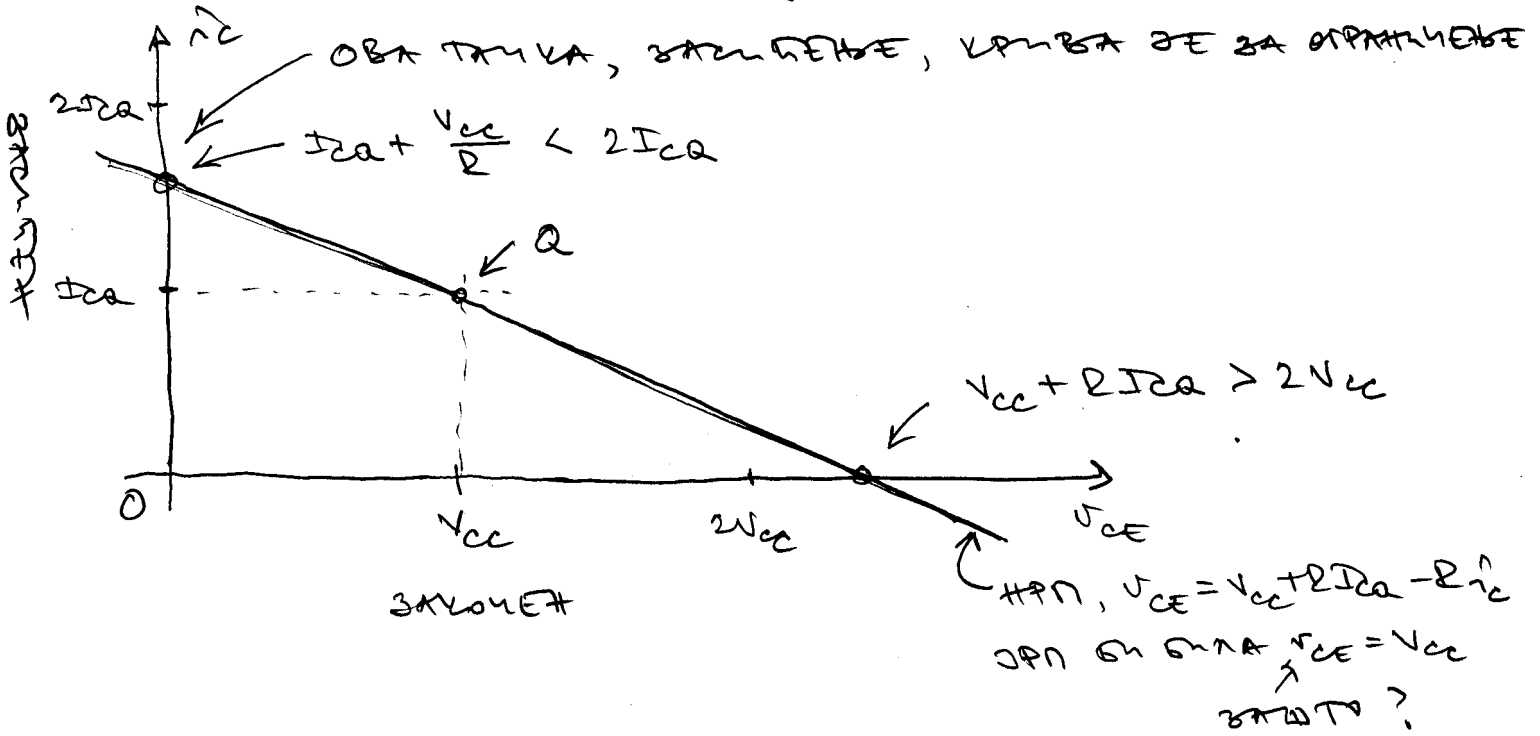


- отраичеба се стружо,  $V_m = \min(V_{CC}, R I_{CQ}) = R I_{CQ}$

- рааа тачка се за симетриаа оабуа криве

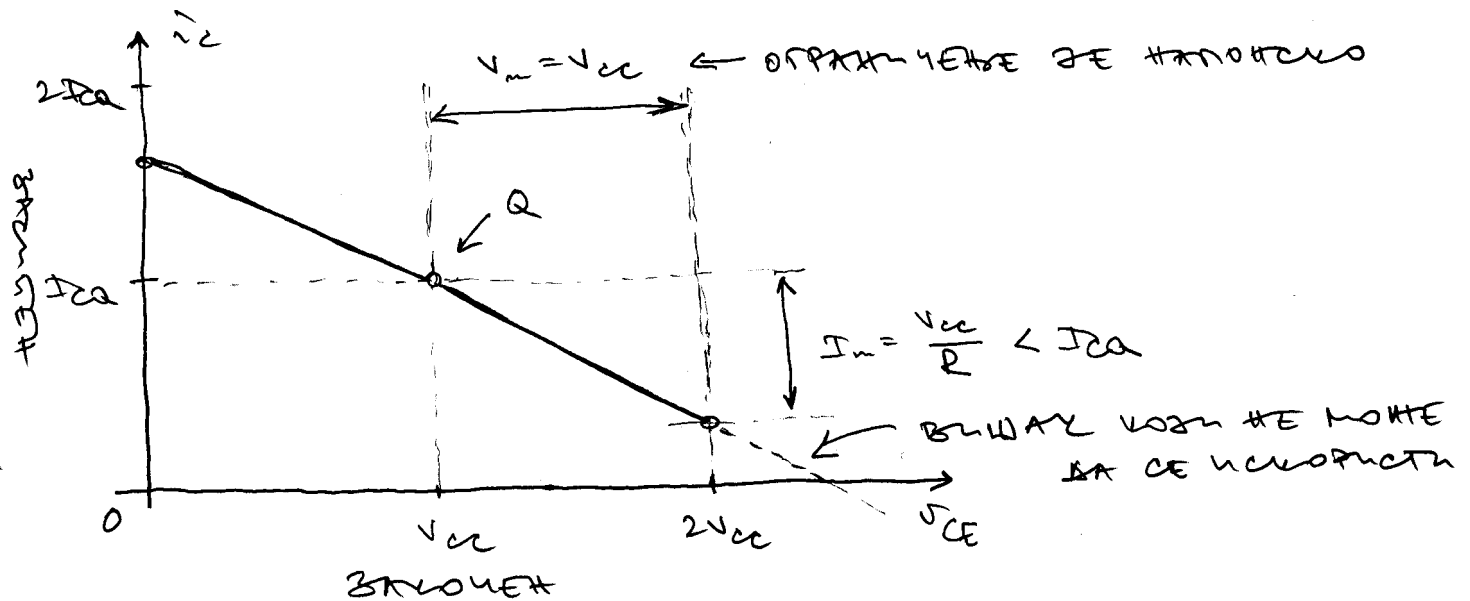


- СЛУЧАЙ (2) :  $R > \frac{V_{CC}}{I_{CQ}}$



- ОГРАНИЧЕНИЕ БУДЕ ИМПУЛЬСНО,  $V_m = \min(V_{CC}, R I_{CQ}) = V_{CC}$

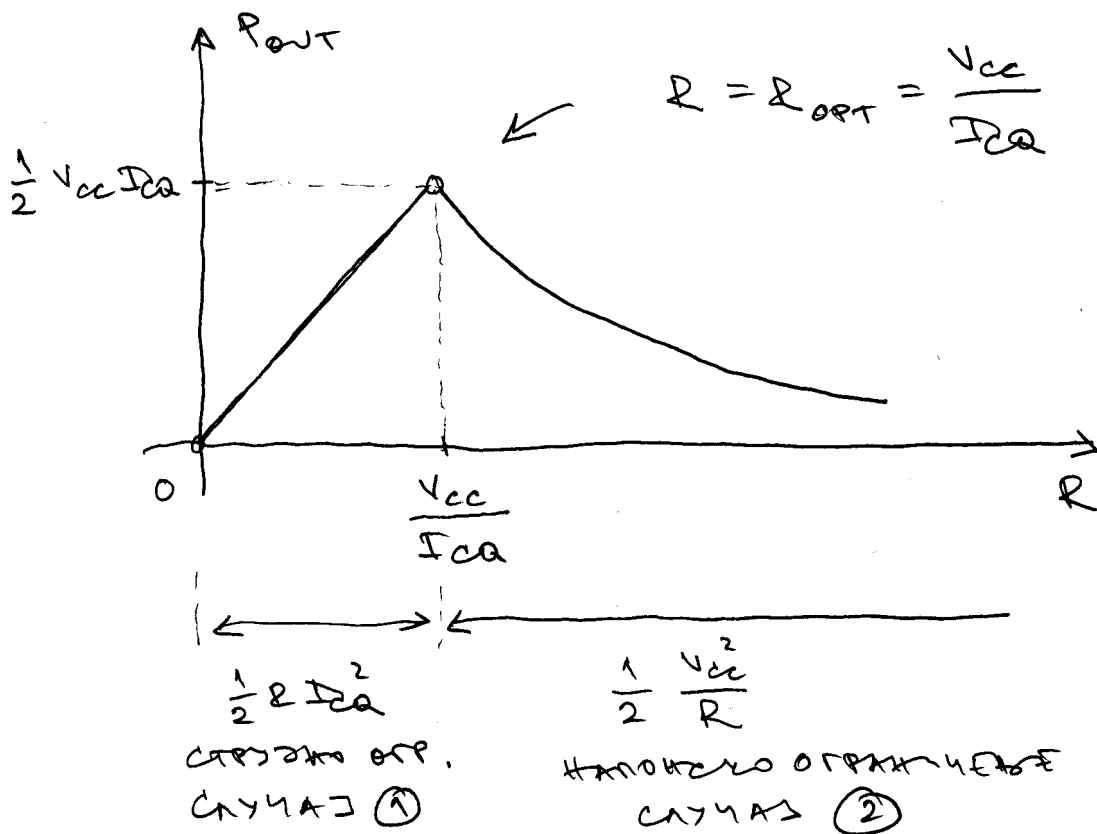
- РАДИА ТИПКА БУДЕ ЗА МАКСИМАЛЬНУЮ СИМЕТРИЧНУЮ ОДЗУБ КРЕПЕ ПО ДУЖИ



$$P_{out} = \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R}$$

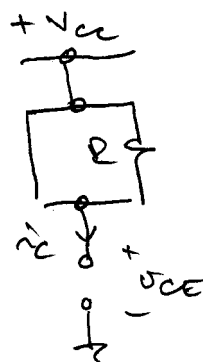
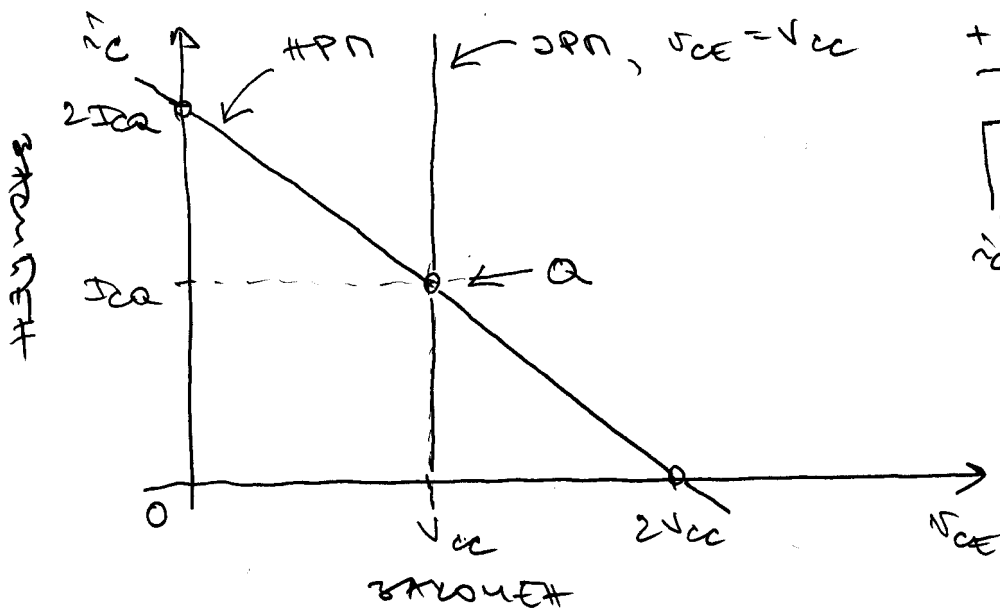
↑  
 ЗАЧЕТО

ЗАВИСНОСТ МАКСИМАЛНЕ КОРИСНЕ СНАГЕ ПРИ ПОДМАВАНЬУ С ИДУЩИМ ДАЛШОТ СЪПРЯГА ОД R



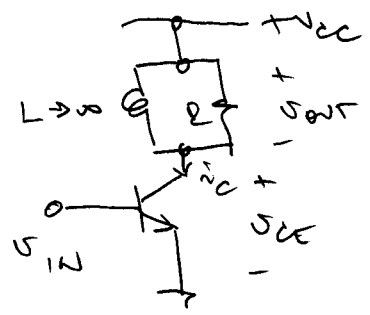
- ЛАБОРАТОРНА БЕНКА 1 → НЕ ФАКТОРИЗОВАТИ РЕЗУЛТАТЕ! В. ЗОВАНОВИЌ: "У НЕРЕЉИМА БЕ НАЗВАНИЈА ЗА ЧЕСТИТОСТ"

- РАДНА ПРАВА (НАУЗМЕРУНА) ЗА  $R = \frac{V_{cc}}{I_{dc}}$

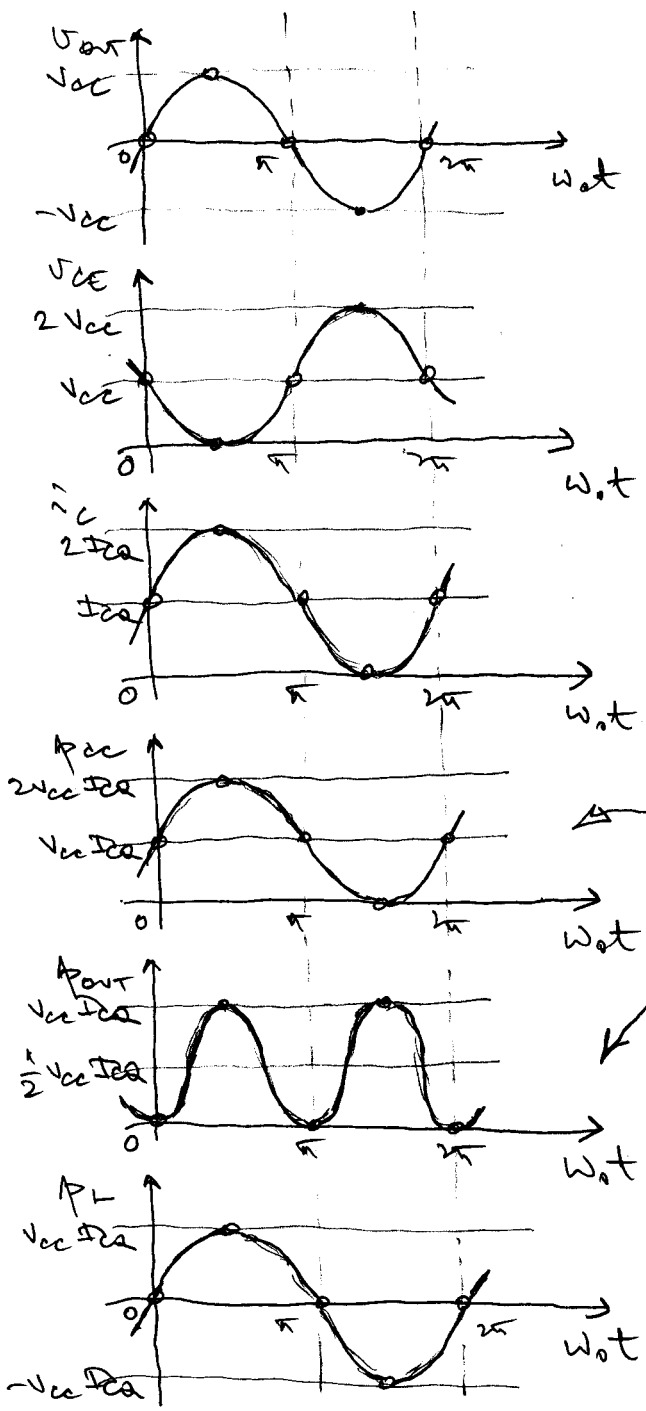


← ЕДВ. КОДО ЗА ОПРЕДБАЊЕ ИПН

- ДУЗАТРАМН, СМЪТ СОНДАНАТИ УЗНАЗНУ ХАМОТ, МАКСИМАЛНА АМПЛИТУДА,  $R = R_{opt} = V_{cc} / I_{ca}$



$V_{out} = V_{cc} \sin \omega t$  ← ПРЕТНОСТАВКА  
 $V_{CE} = V_{cc} (1 - \sin \omega t)$  ←  $V_{cc} - V_{out}$   
 $I_c = I_{ca} (1 + \sin \omega t)$  ← ОПИДАНЕ БРЕДНОСТ  $I_c$



$P_{out} = V_{out} I_{out} = \frac{V_{out}^2}{R}$   
 $P_{out} = V_{cc} I_{ca} \sin^2 \omega t$   
 $P_{out} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca} (1 - \cos 2\omega t)$   
 $P_{cc} = V_{cc} I_c = V_{cc} I_{ca} (1 + \sin \omega t)$   
 $P_D = V_{CE} I_c = V_{cc} I_{ca} (1 - \sin^2 \omega t)$   
 $P_D = V_{cc} I_{ca} \cos^2 \omega t$   
 $P_L = I_L V_L = I_{ca} V_{out}$   
 $P_L = V_{cc} I_{ca} \sin \omega t$  ←

$P_{cc} \stackrel{?}{=} P_{out} + P_D + P_L$   
 $V_{cc} I_{ca} (1 + \sin \omega t) \stackrel{?}{=}$   
 $\stackrel{?}{=} V_{cc} I_{ca} \sin^2 \omega t +$   
 $+ V_{cc} I_{ca} \cos^2 \omega t +$   
 $+ V_{cc} I_{ca} \sin \omega t$   
 $0 = 0 \quad \underline{0 \neq}$

ЗАПОМНЕТЕ СЕ  
 НЕКО, КЪМ ПОСЛЕДНО

- ЧИТАЈЕ СЕ КА СРЕДНОМ СТАНАМА ?

$$P_{out} = \overline{P_{out}} = \overline{V_{cc} I_{ca} \sin^2 \omega t} = V_{cc} I_{ca} \overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}$$

$$P_D = \overline{P_D} = \overline{V_{cc} I_{ca} \cos^2 \omega t} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}$$

$$P_{cc} = \overline{P_{cc}} = \overline{V_{cc} I_{ca} (1 + \sin \omega t)} = V_{cc} I_{ca} (1 + \overline{\sin \omega t}) = V_{cc} I_{ca}$$

$$P_L = \overline{P_L} = \overline{V_{cc} I_{ca} \sin \omega t} = \emptyset \quad \text{- ОЧЕРУВАМО}$$

$$P_{cc} \stackrel{?}{=} P_{out} + P_D + P_L$$

$$V_{cc} I_{ca} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca} + \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca} + \emptyset \quad \text{или } \underline{\underline{0\%}}$$

- ЗОЕ НА ПУБОУ ТРЕТУМЕ СТАТЕ И НА ПУБОУ СРЕДНОЕ СТАТЕ, РЕЗУЛТАТ СЕ СЛАБИ.

- КОЕ ЕФИЦИЕНТ КОРИСНОГ ДЕЈСТВА У ОВОМ СЛУЧАЈУ (НЕ ВАНУ ГЕНЕРАТО, СМО ЗА СИНУСОИДАЛНУ ИЗРАЗНУ АКЦИОН МАКСИМАЛНЕ АМПЛИТУДЕ ПРИ  $R = R_{opt} = V_{cc} / I_{ca}$ )

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{cc}} = \frac{\frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}}{V_{cc} I_{ca}} = \frac{1}{2} = 50\%$$

- У ОВАКОУ НА ЗЕ ПОЖАЧАВАМ  $\eta \uparrow 2x$ , + НЕМА ДС КОМПОНЕНТЕ НА ПОТРОШКУ

- 1/2 ЗЕ ЗА СИНУСОИДУ, 1 ЗА  $\square\square\square$ , 1/3 ЗА  $\sim$ , ИЗВЕДУМЕ СММ



- ЗАВИСИМОСТ КОЕФИЦИЕНТА КОРИСНОГО ДЕЙСТВИЯ (ККД) ОТ АМПЛИТУДЫ ВЪЗНАЗНОГО НАПОНА, SIN ОБЛАСТ

$$v_{out} = V_m \sin \omega t \quad 0 < V_m < V_{cc}$$

$$i_{out} = \frac{v_{out}}{R} = I_{ca} \frac{V_m}{V_{cc}} \sin \omega t$$

$$i_c = I_{ca} + i_{out} = I_{ca} \left( 1 + \frac{V_m}{V_{cc}} \sin \omega t \right)$$

$$P_{cc} = V_{cc} I_{ca} \left( 1 + \frac{V_m}{V_{cc}} \sin \omega t \right)$$

$$P_{cc} = V_{cc} I_{ca} \rightarrow \text{НЕ ЗАВИСИМ ОТ } V_m! \text{ УПРЕТА!}$$

$$P_{out} = \frac{1}{2} \frac{V_m^2}{R} = \frac{1}{2} I_{ca} \frac{V_m^2}{V_{cc}} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca} \left( \frac{V_m}{V_{cc}} \right)^2$$

ОТ, 1/2 СЕ ЧЕСТО ЗАБОРАВЯВА, ВАЖЕ ЗА SIN

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} V_{cc} I_{ca} \left( \frac{V_m}{V_{cc}} \right)^2}{V_{cc} I_{ca}} = \frac{1}{2} \left( \frac{V_m}{V_{cc}} \right)^2$$

$$\eta = \frac{1}{2} \left( \frac{V_m}{V_{mmax}} \right)^2$$

← МОДЕ. КАРИКТЕРИСТИКА ЗА СВУХ ПОЗНАВАТЕЛНА СЪСТЕ > КЛАС А



ЗАШТО СЕ ОБАВО?

$$P_{out} = \frac{1}{2} \frac{V_m^2}{R}$$

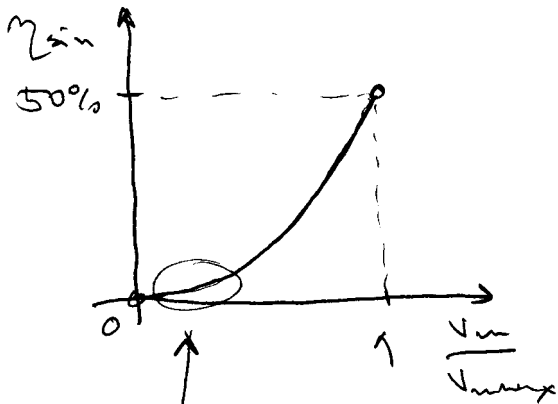
НЕМА БЕЗЕ КОЕФ. ЗА ПОЗНАВАТЕЛНАТА ОБЛАСТ P<sub>out</sub>, ЗАВИСИМОСТ СЕ ВЪВЕЖДА

$$P_{cc} = V_{cc} I_{ca}$$

— ОВО СЕ ПРОБЛЕМ, P<sub>cc</sub> НЕ ЗАВИСИМ ОТ V<sub>m</sub>!



НА ОБИЧНЕ ТРЕБА РАДИУМ



ОБЛАСТ ЗА КОРИСНОСТ ОТ КЛАС А

$$i_c = I_{CQ} \left( 1 + \frac{v_m}{V_{cc}} \sin \omega t \right)$$

$$v_{CE} = V_{cc} - v_{out} = V_{cc} - v_m \sin \omega t$$

$$v_{CE} = V_{cc} \left( 1 - \frac{v_m}{V_{cc}} \sin \omega t \right)$$

$$P_D = V_{cc} I_{CQ} \left( 1 - \left( \frac{v_m}{V_{cc}} \right)^2 \sin^2 \omega t \right)$$

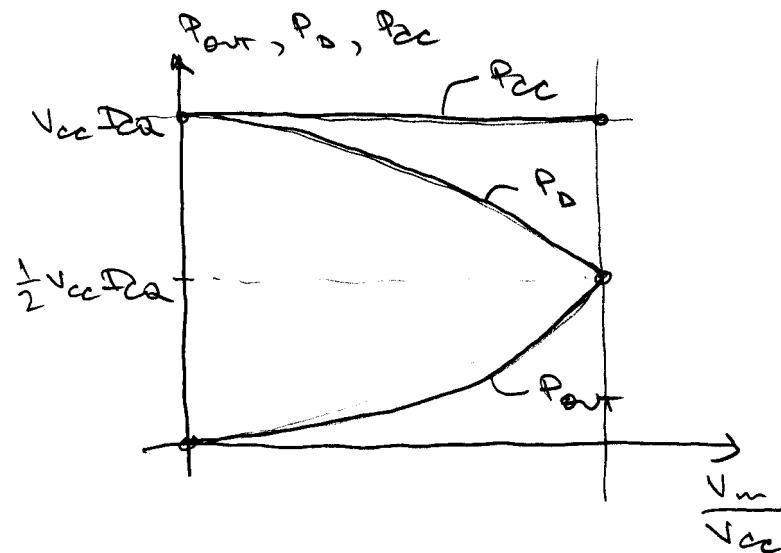
$$P_D = V_{cc} I_{CQ} \left( 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{v_m}{V_{cc}} \right)^2 \right)$$

$$P_{out} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{CQ} \left( \frac{v_m}{V_{cc}} \right)^2 \quad - \text{ON PARAMETER, } \frac{1}{2} \frac{v_m^2}{R}$$

$$P_{cc} = V_{cc} I_{CQ}$$

$$P_{cc} = P_D + P_{out} \quad \text{30E OK}$$

2EP  $P_L = 0$



- КАЗО РАДИ ПОДНЯВАМ ?

-  $v_m \rightarrow 0 \quad P_D = P_{cc}$

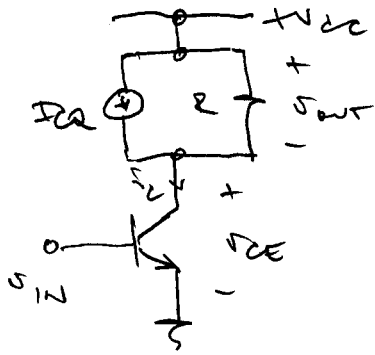
-  $P_{cc}$  JE КОНСТАНТНО, КАЗО СМЪТНАА КАМ ТЕ

-  $P_{out} \uparrow, P_D \downarrow$ , ДРМЕ РАБОТЕТНИ

- ТРАНСИСТОР СЕ НАДБИВЕ ПРЕДЕ КАМ ТЕ ПОДНЯВАА  
 АКАКАС СМЪТНАА

ПРЕХОДНА ХАРИКТЕРИСТИКА, НЕЛИНЕАРНОСТ

- НЕ МОЖЕ ШЕКА ЗА МАЛЕ СИГНАЛЕ, АЛТЕРНИЗОВАНА ЗЕ



$$v_{out}(v_{in}) = ?$$

$$v_{out} = R(i_c - I_{CQ}) = \frac{V_{CC}}{I_{CQ}} (i_c - I_{CQ})$$

$$i_c = I_S e^{\frac{v_{in}}{V_T}} = I_S e^{\frac{V_{BEQ} + v_{in}}{V_T}} = I_S e^{\frac{V_{BEQ}}{V_T}} e^{\frac{v_{in}}{V_T}} = I_{CQ} e^{\frac{v_{in}}{V_T}}$$

$$v_{out} = \frac{V_{CC}}{I_{CQ}} (I_{CQ} e^{\frac{v_{in}}{V_T}} - I_{CQ}) = V_{CC} (e^{\frac{v_{in}}{V_T}} - 1)$$

$$v_{out} = V_{CC} (e^{\frac{v_{in}}{V_T}} - 1) \quad \leftarrow \text{ОУЧГЛЕНАМО НЕЛИНЕАРНО}$$

МАТЕМАТИКА X:  $e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$

$$v_{out} = V_{CC} \left( \frac{v_{in}}{V_T} + \frac{1}{2!} \left( \frac{v_{in}}{V_T} \right)^2 + \frac{1}{3!} \left( \frac{v_{in}}{V_T} \right)^3 + \dots \right)$$

У РАЗВОЈУ У РЕД ПРИСТАТИ СУЗ КОЈИМ ЧЛАНОВИ, ОТИШЕ ШЕ ШТА, БРАО НЕЛИНЕАРНО

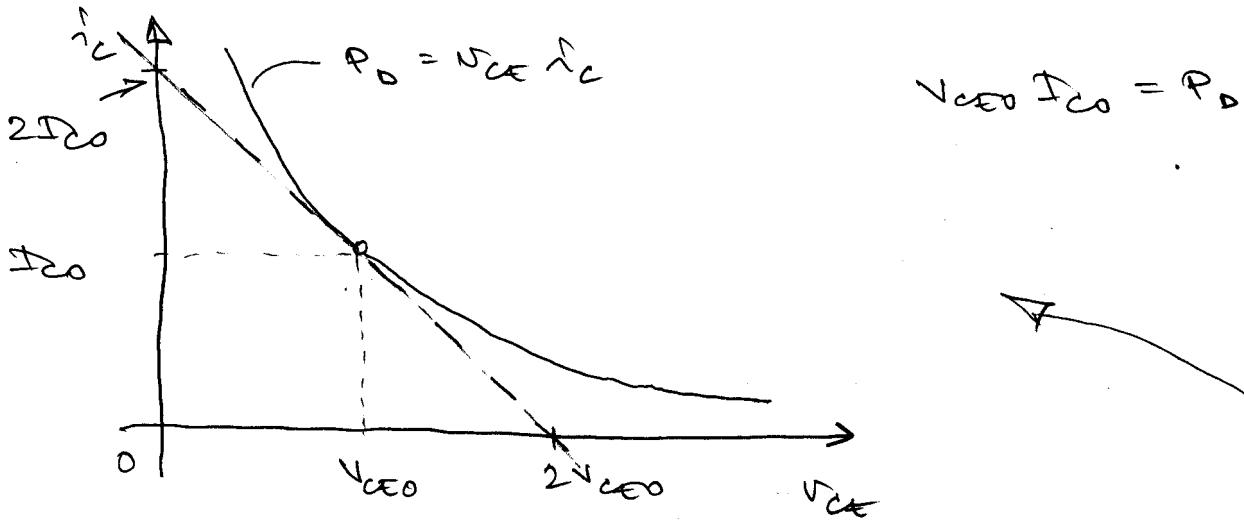
$$v_{out} \approx V_{CC} \frac{v_{in}}{V_T} = \frac{V_{CC}}{V_T} v_{in} - \text{АЛТЕРНИЗОВАНА}$$

$$v_{out} \approx \left( \frac{V_{CC}}{I_{CQ}} \right) \left( \frac{I_{CQ}}{V_T} \right) v_{in} = g_m R v_{in} \quad \leftarrow \text{ПОЗНАТО?}$$

↑  
ОДО БИ ШТА ШЕКА ЗА МАЛЕ СИГНАЛЕ

— ХИПЕРБОЛА СНАГЕ —

- ОВО ДЕ ДИФЕРЕНЦА, АЛИ МОРА ДЕДНОМ ДА СЕ УРАДИ
- $P_D = U_{CE} I_C$  — ОВО ДЕ ХИПЕРБОЛА СНАГЕ
- ЕКВИВАЛЕНЦИЈАТА НАЈЛАЗИ У  $(U_{CE}, I_C)$  РАВАН



- $I_C$  И  $U_{CE}$  НЕ ПРАВЕ СЛОБОСТАНО ДИСИПАЦИЈУ, ПРАВЕ ДЕ ЗАВЕДНО
- А САДА ОНО ЦТО ВОЛИТЕ: ТЕОРЕМА (ИЛИ ЛЕМА) О ДИСИПАЦИЈА

- ДИФЕРЕНЦИЈА ТАНГЕНТЕ,  $y = f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0)$

$$I_C = \frac{P_D}{U_{CE}}$$

↑ МАТЕМАТИКА N+1

$$I_C = \frac{P_D}{U_{CE0}} - \frac{P_D}{U_{CE0}^2} (U_{CE} - U_{CE0})$$

ДИФЕРЕНЦИЈА :

1) ЗА  $U_{CE} = 0$        $I_C = 2 \frac{P_D}{U_{CE0}} = 2 \frac{I_{C0} U_{CE0}}{U_{CE0}} = 2 I_{C0}$

2) ЗА  $I_C = 0$        $U_{CE} = U_{CE0} + U_{CE0} = 2 U_{CE0}$

ДА ЧУВАМО

Q ЧИТА ЧИЛИТАБА ТРАИЗНОТОР ?

A ТЕМПЕРАТУРА !

Q ОДКУДЕ ТЕМПЕРАТУРА ?

A ОД ДИСПАУИТЕ !

ЗАШТО ?

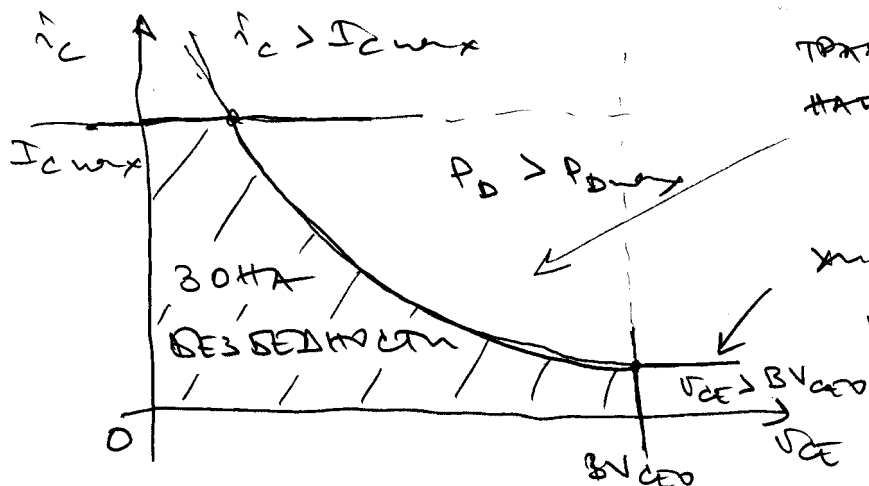
Q ОД КОЈЕ ДИСПАУИТЕ,  $P_D$  ИЛИ  $P_D$

A ОД  $P_D$  ЗА РАЗУМНЕ ФРЕКВЕНЦИЈЕ (  $P_D$  ЗА 1 MHz )

- ОСТАЛА ОГРАНИЧЕЊА :

$i_c < I_{Cmax}$  - КОЛИЧИН

$V_{CE} < V_{CE0}$  - ПРОБНО НАБРАЊЕН, ЕЛЕКТРОНИКА - 2



ТРАИЗНОТОР МОЖЕ ДА СЕ  
НАЈЕ И ОБЈЕ, АМ КРАЈНОСТРАЖО

ХИПЕРБОЛА СТАТЕ

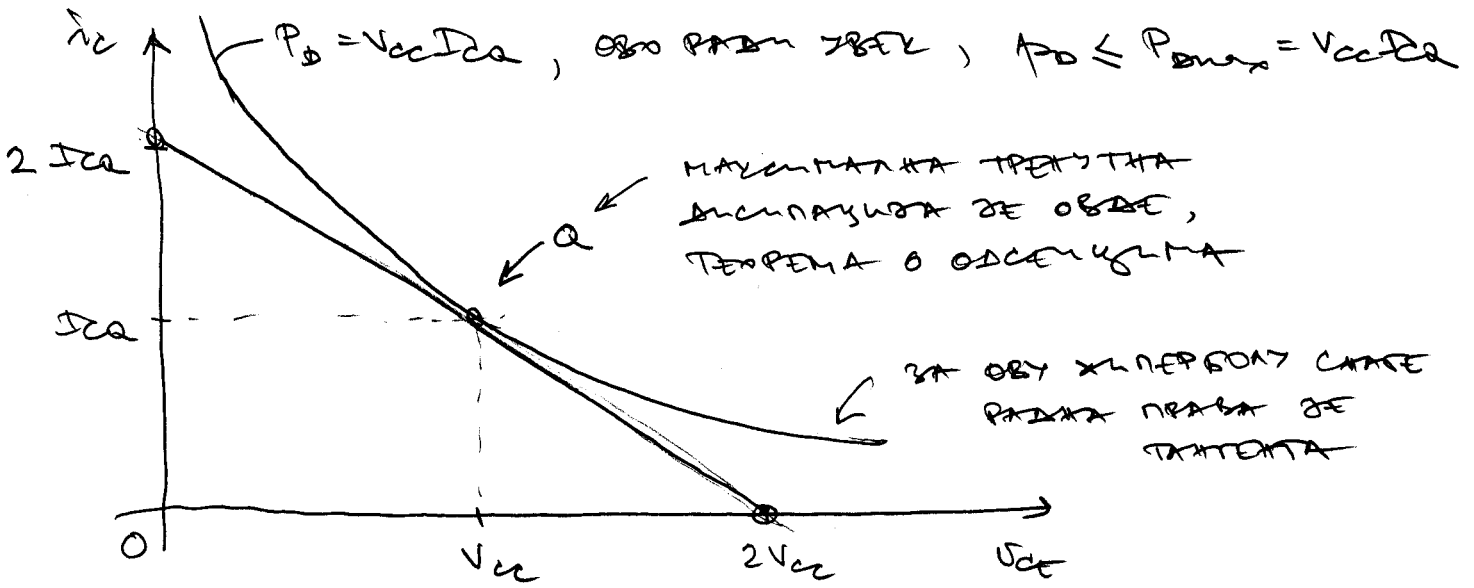
$$V_{CE} i_c = P_{Dmax}$$

- ИЛИ ОВО БИЛО ЦЕЛА ПРИЧА, ПОСТОЈИ И "СЕКУНДАРНИ  
ПРОБНО" И СЛ., АМ  $\approx$  ТО БЕ ТО

- КАКО ИЗБОРАТИ ТРАИЗНОТОР ?

- КОБИ НАСМАЊЕ  $P_D$  ДА ТРАИЗНОТОР НЕ ИЗБОРИ

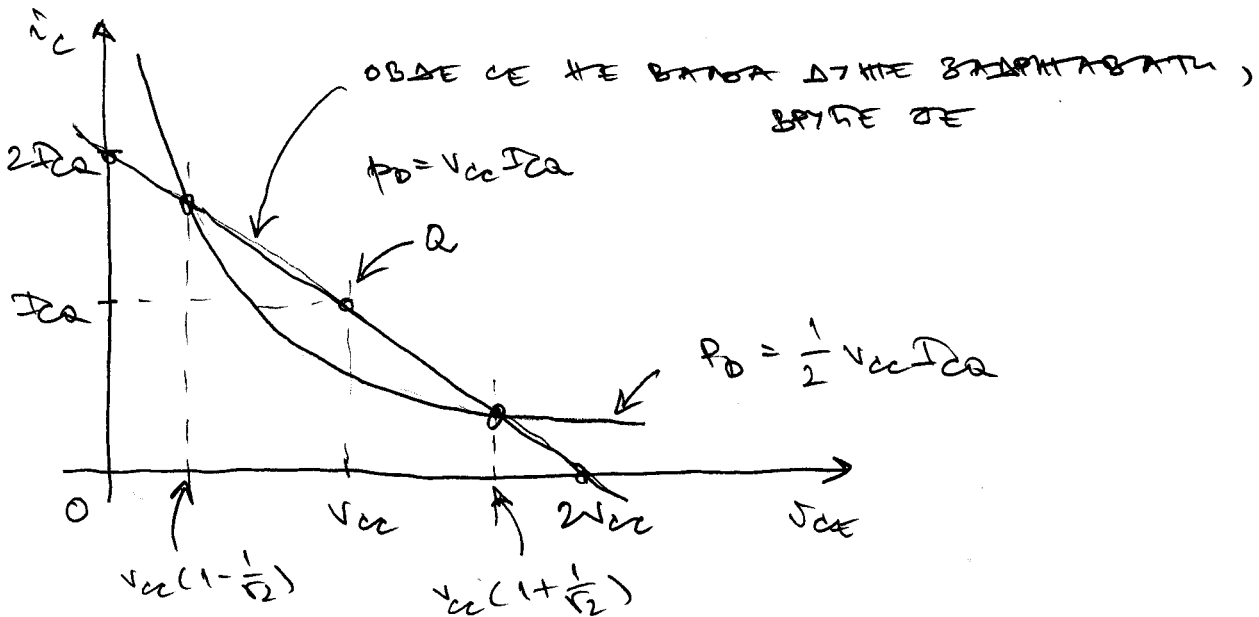
- ВЕЉА УЗМЕТИ РАДНЕ ПРАВЕ И ХАРАКТЕРНЕ ТАЧКЕ



- HOWEVER,  $P_D = \frac{1}{2} V_{CC} I_{CQ}$ , KADA? ZA

$v_{out} = V_{CC} \sin \omega t$ , TADA U CASU TADA

- ALO MU JELO PRAVITUJE  $v_{out} = V_{CC} \sin \omega t$  MOJE U DRUGIMUJE



ТРАНСИСТОР НЕ ПРЕПРЕТИ АЛО СЕ УСКЛОУЧУ ПОБЈАТИ СМЕРИ

- РЕЗУЛМЕ ДОСАДАШНОХ РЕЗУЛТАТА :

1) ДОДАТ  $L$ , УКЛОЊЕЊА ДС КОМПОНЕНТА СА ПОТРОШАЧА

2)  $\eta$  ПОПРАВЉЕН СА 25% НА 50%

3) ПРЕТОНА КАРАКТЕРИСТИКА ОСТАЛА ЗАЛО НЕЛИНЕАРНА

4) ЗАВИСНОСТ  $\eta(V_m)$  НЕПРОВОЉНА, УБЛАЖАЊА;  
НАЈЕХ ФАЗНОТ  $\rightarrow P_{dc} = V_{cc} I_{ca} = \text{const}$

5) ЗА ОПТИМАЛНО ИСКОРИШЋЕЊЕ ПОКАЗАНО  
ДА МОРА ДА БИЛИ  $R = V_{cc} / I_{ca}$ ; ОВО ЗЕ  
НЕЗГОДНО ОГРАЊЕЊЕ.

↑

ПРВО НЕМО ОВО ОГРАЊЕЊЕ НАПАСИ

КАМ, ПРЕ ТОГА ЗЕДНА ЗЛО ВАЖНА ПРЧУА . . .

↓