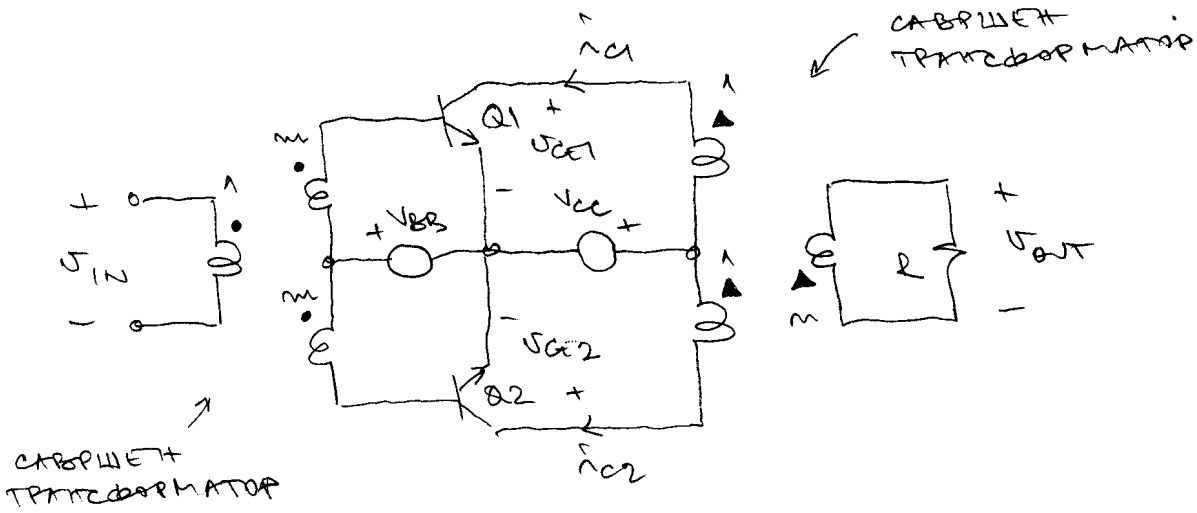


# СИМЕТРИЧНА ПОСТРАВАНА СТАПЕ У КЛАСИ А

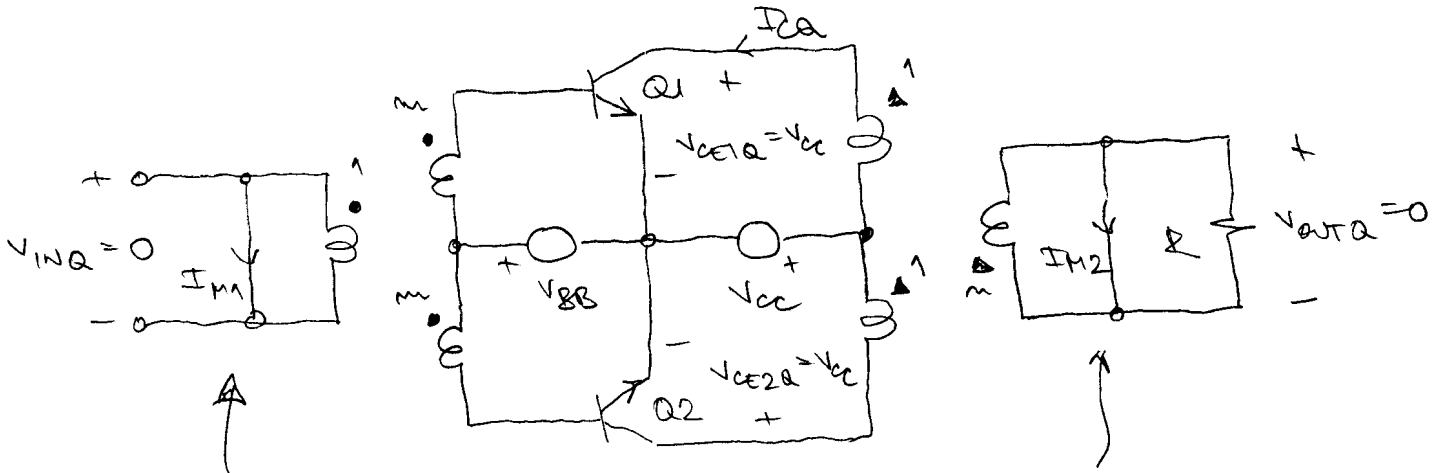
- ПОЛУШАЈ ДА СЕ:

- 1) ДИСТАНЦИЈА ПОДЕЛИ НА ДВА ТРАНСИСТОРА
- 2) ПОПРАВИ МИТЕРАНОСТ
- 3) СТАВЉИ ТРАНСФОРМАТОР

- ШЕМА КОЈА ДОЊОМ УСПЕХ:



- DC ЕКВИВАЛЕНТНО КОЛО ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ МПТ:



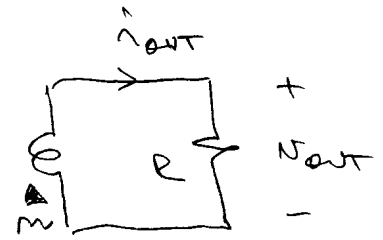
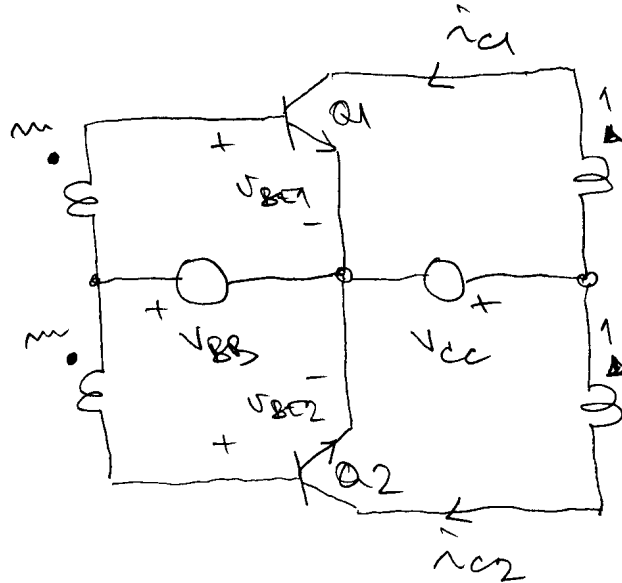
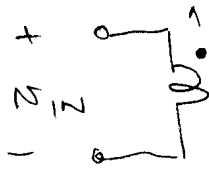
ОБАД КС ПРЕДСТАВЉА DC ЕКВИВАЛЕНТ  $L_{M1}$   
 $I_{M1} = \emptyset$

ОБАД КС ПРЕДСТАВЉА DC ЕКВИВАЛЕНТ  $L_{M2}$   
 $I_{M2} = \emptyset$

НА ОСНОВУ ОВОГА УДЕЛАТИ ТРАНСФОРМАТОРНУ СЈ АДЕКВАТНУ ЗА МОДЕЛОВАЊЕ

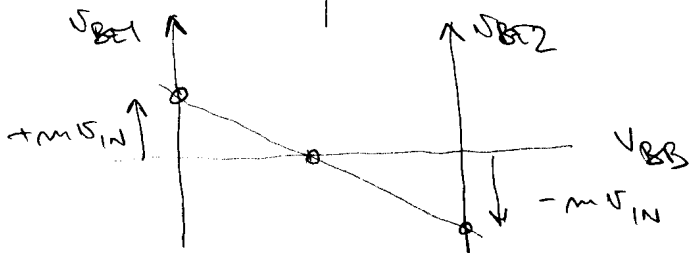
- ПРИБЛИЖЕНА ХАРАКТЕРИСТИКА

ИДЕАЛЕН ТРАНСФОРМАТОР



ИДЕАЛЕН ТРАНСФОРМАТОР

ПОБУДА:



$$V_{BE1} = V_{BB} + m V_{IN}$$

$$V_{BE2} = V_{BB} - m V_{IN}$$

- СТРУЖНА БЕДТАЛИНА ИЗРАЗНОТ ИДЕАЛНОТ ТРАНСФОРМАТОР:

$$1 \cdot \hat{i}_{c1} - 1 \cdot \hat{i}_{c2} - m \hat{i}_{out} = 0$$

$$\hat{i}_{out} = \frac{1}{m} (\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2})$$

$$\hat{i}_{out} = \frac{V_{out}}{R}$$

$$V_{out} = \frac{R}{m} (\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2}) =$$

$$= \frac{R}{m} \left( I_{S0} e^{\frac{V_{BB} + m V_{IN}}{V_T}} - I_{S0} e^{\frac{V_{BB} - m V_{IN}}{V_T}} \right) =$$

$$= \frac{R}{m} I_{S0} e^{\frac{V_{BB}}{V_T}} \left( e^{\frac{m V_{IN}}{V_T}} - e^{-\frac{m V_{IN}}{V_T}} \right) =$$

$$= \frac{R I_{C0}}{m} \cdot 2 \operatorname{sh} \frac{m V_{IN}}{V_T}$$

$$V_{out} = \frac{2 R I_{C0}}{m} \operatorname{sh} \frac{m V_{IN}}{V_T}$$

- РАДНА ПРАВА ? ОВО ЗЕ ОБИЧНОТО ПИТАЊЕ,  
 ИЗЕ БИШ ПРАВОЛНАТОСКИ ОДГОВОР, А КОЛКУ  
 ЗЕ РИ ПРАВОЛНАТОСКИ ВЛАДЕТЕ ...

- ЗАДАЧА МЕ  $\hat{i}_{c1}(v_{ce1})$  "ПО ОБИЧНОТО КОЛА"

$$v_{ce1} = v_{cc} - \frac{1}{m} v_{out} \quad \text{КЕ ЦЕНТРАЛНОГ ТРАНСФОРМАТОРА (УТ)}$$

$$v_{out} = R \hat{i}_{out} \quad \text{СЛОВ ЗАКОН}$$

$$\hat{i}_{out} = \frac{1}{m} (\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2}) \quad \text{КЕ УТ}$$

$$v_{ce1} = v_{cc} - \frac{R}{m^2} (\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2})$$

↑  $\hat{i}_{c2}$  ОБДЕ ПРАВУ

РЕШУНЕ ПРОБЛЕМЕ, ТРЕБА  
 ГА ПОВЕЗАТИ СА  $\hat{i}_{c1}$  И/ИЛИ  $v_{ce1}$

- ПАК И ДЕЛИМИЧНО ТАЧАТ ОДГОВОР - ЛИНЕАРИЗАЦИЈА

$$\hat{i}_{c1} = I_{cQ} + g_m v_{be1} = I_{cQ} + g_m (v_{ce1} - v_{bb})$$

$$\hat{i}_{c1} = I_{cQ} + g_m m v_{in}$$

$$\hat{i}_{c2} = I_{cQ} - g_m m v_{in} \quad \text{— АНАЛОГНО}$$

$$\hat{i}_{c1} + \hat{i}_{c2} = 2 I_{cQ}$$

- ДУВАТ РЕЗУЛТАТ, ЗОУ И  
 ДА ЗЕ ПОТПУНО ТАЧАТ ...

↑ ВАЖНО САМО КАД ЛИНЕАРИЗАЦИЈА ВАЖИ

$$\hat{i}_{c2} = 2 I_{cQ} - \hat{i}_{c1}$$

ИЗЕ ДОВОЛНО ВАЖИ ФОРМУЛУ; ЗЕДНАКО  
 ЗЕ ВАЖНО ВАЖИ КАДА МОЖЕ ДА СЕ ПРИМЕНИ

- ПОД ПРЕДПОСТАВКОЙ ДА МЫ ТЕПЕРЬ ЗАКЛУЧАЕМ ВЫВОДЫ ИСПОЛНИ:

$$V_{CE1} = V_{CC} - \frac{R}{n^2} (\hat{i}_{C1} - 2I_{CQ} + \hat{i}_{C1})$$

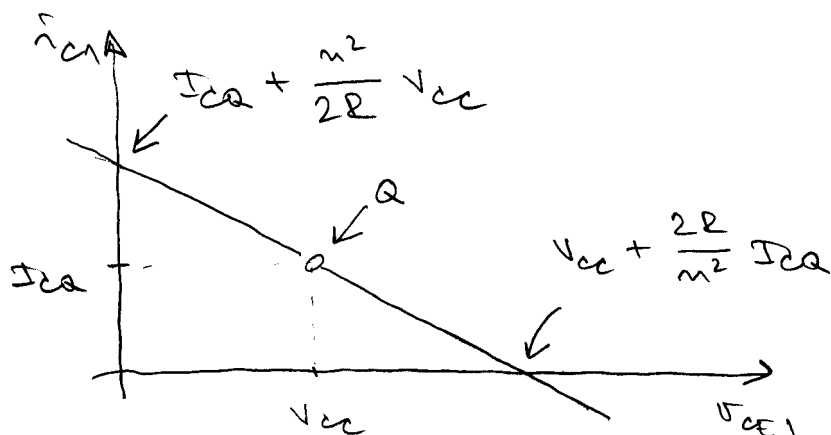
$$V_{CE1} = V_{CC} - \frac{2R}{n^2} (\hat{i}_{C1} - I_{CQ})$$

$$V_{CE1} = V_{CC} + \frac{2R}{n^2} I_{CQ} - \frac{2R}{n^2} \hat{i}_{C1}$$

или:

$$\hat{i}_{C1} = I_{CQ} + \frac{n^2}{2R} V_{CC} - \frac{n^2}{2R} V_{CE1}$$

↑  
↓  
HPN



- ЗА ОПТИМАЛЬНО ПОСТАВЛЕННУ РП (max P<sub>out</sub>)

$$\frac{n^2}{2R} V_{CC} = I_{CQ}$$

$$n_{OPT} = \sqrt{\frac{2R I_{CQ}}{V_{CC}}}$$

← ЭТО ВАЛО БЪ АРГУМЕНТ  
ТРАНЗИСТОР УТЪУАДО  
НА HPN И  $n_{OPT}$

- ПРЕ НЕТО КТО ПРЕДЕЛО НА УПРАВЛЕНИЕ, ДА ЗОШ МАЛО  
 ВЪЗНИКМО ЕДЕЛТЕ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ

... СЪ СТРАНЕ 1.43:

$$\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2} = 2 m g_m v_{in}$$

$$v_{out} = \frac{R}{m} (\hat{i}_{c1} - \hat{i}_{c2}) = 2 R \frac{m}{m} g_m v_{in}$$

$$v_{out} = 2 R \frac{m}{m} g_m v_{in}$$

← ПОСЛЕДНАТА  
 ЛИНЕАРИЗАЦИЯ КЪ ВЪТ  
 Е ЛИНЕАРНА  
 ПРЕХОТНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- НЕЛИНЕАРНА ПРЕХОТНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ДОБЪДЕТА  
 СЪ  $\hat{i}_c = I_S e^{v_{BE}/V_T}$

$$v_{out} = \frac{2 R I_{CQ}}{m} \operatorname{sh} \frac{m v_{in}}{V_T}$$

$$\approx \frac{2 R I_{CQ}}{m} \left( \frac{m v_{in}}{V_T} + \frac{1}{3!} \left( \frac{m v_{in}}{V_T} \right)^3 + \frac{1}{5!} \left( \frac{m v_{in}}{V_T} \right)^5 + \dots \right)$$

McLaurin, МАТЕМАТИКА:  $\operatorname{sh} x = x + \frac{1}{3!} x^3 + \frac{1}{5!} x^5 + \dots$

ВАЖНО: УЗ РАЗВОДА У РЕД У ПОРЕДЪТЪ СЪ  
 ПОЗНАВАМЕ СЪ ВЕДЪМ ТРАНЗИСТОРЪМ ИСПАТЪ  
 СЪ ЧАТЪ ВЪ ПАРНОТ РЕДА; ЛИНЕАРИЗАЦИЯ,  
 ЛИНЕАРНОСТ ПОПРАВЯВАТА; ВРАТЪ НЕМО СЪ ЗОШ НА ОВО

$$v_{out} \approx \frac{2 R I_{CQ}}{m} \frac{m v_{in}}{V_T} = 2 R \frac{m}{m} g_m v_{in}$$

↑  
 ОБРАЗЪМ  
 ЧАТЪ ВЪ ВЪВЕТ РЕДА

↑  
 СЪ СТРАНЕ СЪ СЪ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ  
 МОДЕЛОМ, ОЧЕЛЪ ВАНО

-  $m = m_{opt} = \sqrt{\frac{2 R I_{ca}}{V_{cc}}}$ , МАКСИМАЛНА АМПЛИТУДА  
 НЕУЗОБЛЪЧЕНАТ СЪТЪСОУДАНАТОР НАПОНА, АНТИРЕЗОНАНС  
 ВЪНЪЛ, МОЖЕ СЕ ПРИМЕНИ

- ПРЕТНО СТАБИЛНО  $V_{out} = m V_{cc} \sin m \omega_0 t$

КА СЪРАЖЕ 1.43  $V_{ce1} = V_{cc} - \frac{1}{m} V_{out}$

$$V_{ce1} = V_{cc} (1 - \sin m \omega_0 t)$$

$V_{ce1} + V_{ce2} = 2 V_{cc}$  — УЗН + КЕ УТ, ПРОБЕРТЕ

$$V_{ce2} = V_{cc} (1 + \sin m \omega_0 t)$$

КА СЪРАЖЕ 1.43  $m_{opt}$   $i_{c1} = 2 I_{ca} - \frac{I_{ca}}{V_{cc}} V_{ce1}$

$$i_{c1} = I_{ca} (1 + \sin m \omega_0 t)$$

КА СЪРАЖЕ 1.43, ПОСЛЕДНА АНТИРЕЗОНАНС

$$i_{c1} + i_{c2} = 2 I_{ca}$$

ЗНАТЕ КАКО СЕ УПТА,  
 $\frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega_0 t)$

$$i_{c2} = I_{ca} (1 - \sin m \omega_0 t)$$

$$P_{c1} = V_{ce1} i_{c1} = V_{cc} I_{ca} (1 - \sin^2 m \omega_0 t) = V_{cc} I_{ca} \cos^2 m \omega_0 t$$

$$P_{c2} = V_{ce2} i_{c2} = V_{cc} I_{ca} (1 - \sin^2 m \omega_0 t) = V_{cc} I_{ca} \cos^2 m \omega_0 t$$

$$P_{cc} = V_{cc} (i_{c1} + i_{c2}) = 2 V_{cc} I_{ca}$$

$$P_{out} = \frac{1}{R} m^2 V_{cc}^2 \sin^2 m \omega_0 t = \frac{1}{R} \frac{2 R I_{ca}}{V_{cc}} V_{cc}^2 \sin^2 m \omega_0 t$$

$$P_{out} = 2 V_{cc} I_{ca} \sin^2 m \omega_0 t$$

1.46

- ЗОЕ:

$$P_{D1} + P_{D2} + P_{out} = 2 V_{cc} I_{ca} \cos^2 \omega t + 2 V_{cc} I_{ca} \sin^2 \omega t = 2 V_{cc} I_{ca} = P_{cc} \quad \underline{\underline{ок}}$$

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

$$P_{D1} = \overline{P_{D1}} = V_{cc} I_{ca} \overline{\cos^2 \omega t} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}$$

$$P_{D2} = P_{D1} = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}$$

↳ ЭТОМ РЕЖИМЕ ОСОБЕНА СЛОЖИВАЮЩАЯСЯ КЛАСС А; АМПЛИТУДА РЕ ПОДЕРЖИВАЕТСЯ НА ДВА ТРАНЗИСТОРА

$$P_{cc} = \overline{P_{cc}} = 2 V_{cc} I_{ca}$$

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

$\eta = 50\%$  ЗА СИН УЗЛ. НАПОТ  $\max$  АМПЛИТУДЕ

↑ УСТА ВАС И ПРЕ

$$P_{Dmax} = V_{cc} I_{ca}, \text{ Ч МРТ}$$

$$P_D = \frac{1}{2} V_{cc} I_{ca}, \text{ ТАКО ЗА } \max \sin \omega t$$

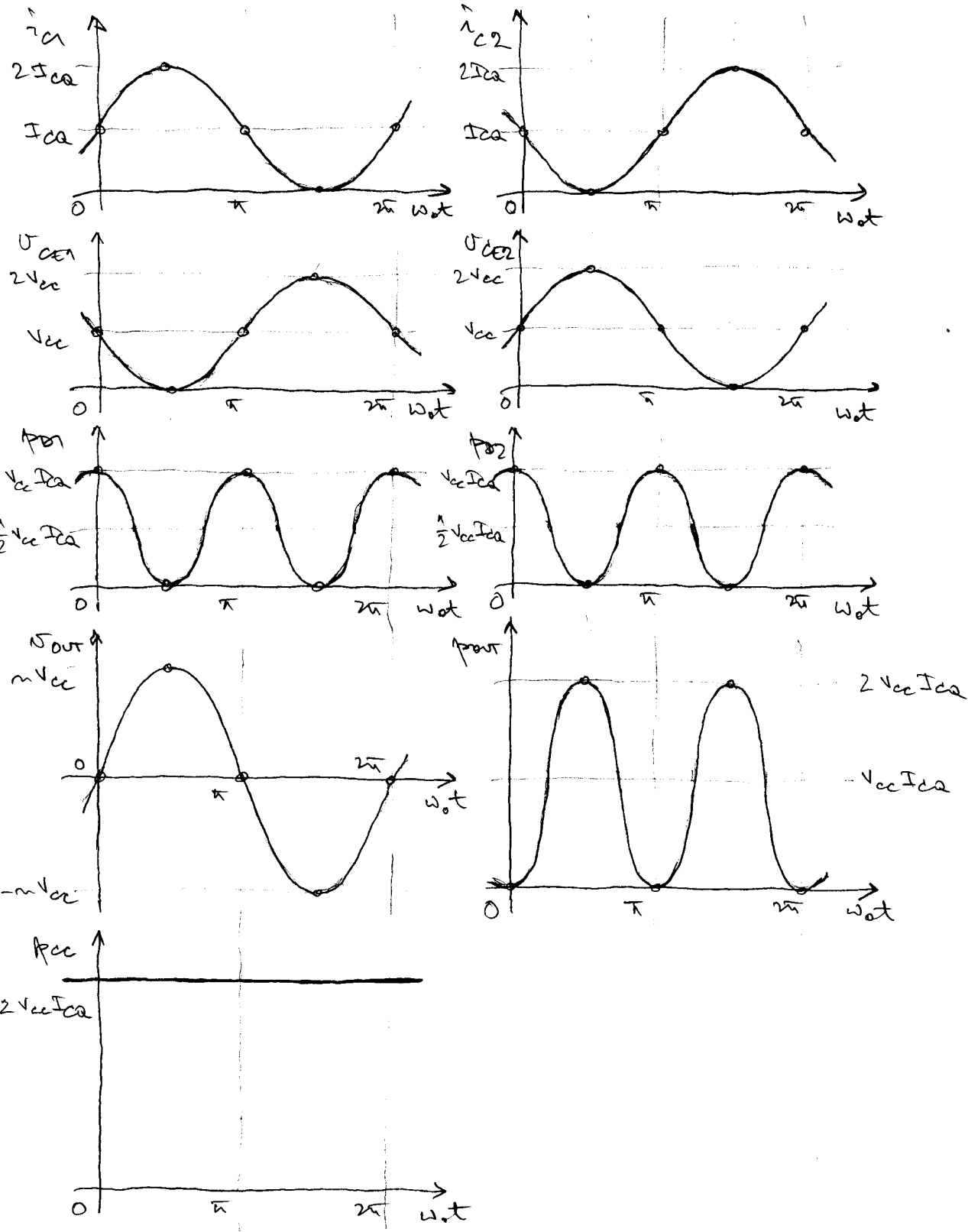
- ЗАВИСИМОСТ СИГНА И  $\eta$  ОТ  $V_m$  (АМПЛИТУДЕ УЗРАЗНОС НАПОТА) И ОБЛИКА УЗРАЗНОС НАПОТА  
→ УРАДЬТЕ САМИ; УПРЕКАНТА ИСПИТА ТЕМА

- РЕЗУЛТАТ ЗА  $\eta$

$$\eta = k \left( \frac{V_m}{V_{mmax}} \right)^2 \quad \leftarrow \text{НЕ ИЗБЕЖНО ЗА КЛАСС А, Т.Е. СКОРО НЕ ИЗБЕЖНО (НОС ПРИМЕР УСКОРО)}$$

↑ ЗАВИСИ ОТ ОБЛИКА СИГНАЛА  
КОЖИ СЕ ПОЗНАВА, "PATTERN"

- МАЛО БЕЖИТЕ УПРАВЉА:





# СНС У КЛАСИ А СА МОСФЕТ-ОБУКА

- ЧЕСТА КОЛИТИНА ТЕМА

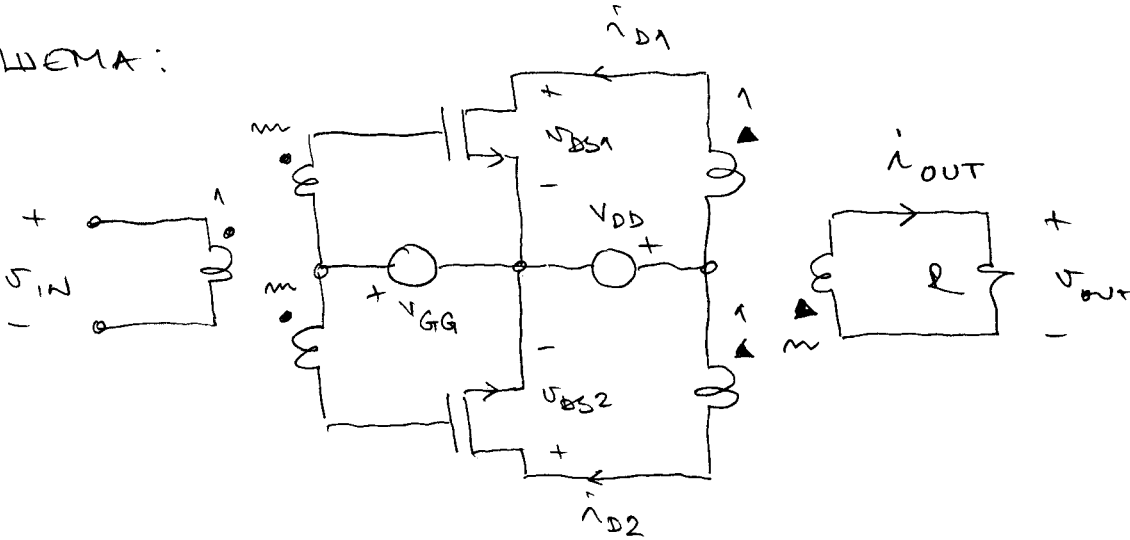
- СПЕЦИФИЧНОСТ:

- ДВЕ НЕЛИНЕАРНОСТИ СЕ ПОТУРУ, АЛИНЕАРНА ПРЕНОСА К-КА

- КЛАСА А, А УКАЗНА СНАГА ЗАВУЧИ ОД УКАЗАНЕ

- РАДНА ПРАВА - ЈО ПУТЕ ТУДЕ ПРАВА

- ШЕМА:



$$V_{OUT} = R \cdot I_{OUT} \quad \Omega \text{ OB } 3K\Omega \text{ OH}$$

$$I_{OUT} = \frac{1}{2} (I_{D1} - I_{D2}) \quad \text{KE UT}$$

$$V_{OUT} = \frac{R}{2} (I_{D1} - I_{D2})$$

ДВЕ СТРАЖЕ КОЈЕ НЕЛИНЕАРНО ЗАВУЧЕ ОД  $V_{IN}$

$$I_{D1} = \frac{\beta}{2} (V_{GS1} - V_T)^2 = \frac{\beta}{2} (V_{GG} - V_T + m V_{IN})^2$$

$$I_{D2} = \frac{\beta}{2} (V_{GS2} - V_T)^2 = \frac{\beta}{2} (V_{GG} - V_T - m V_{IN})^2$$

$$I_{D1} - I_{D2} = \frac{\beta}{2} \cdot 2 \cdot 2 (V_{GG} - V_T) m V_{IN}$$

$$V_{OUT} = \frac{2RB}{m} (V_{GG} - V_T) m V_{IN}$$

← СРАЗНО!  
АЛИНЕАРНО!

↑ АЛИНЕАРНА ПРЕНОСА КАРАКТЕРИСТИКА

- ОЧЕКУВАНО? ПАРНИ ЧЛАНОВИ ИСПАДАДУ, ПОСЛЕДНОЈ  
 ДЕ КВАДРАТ, УЈЕДНО И ДЕЈАЛНИ НЕЛИНЕАРНИ КОДИ  
 ОБИЕ ПОСТОЈИ

- КИДЕ ПРИЧИ ЗОШ КРАС, ПОТРОШКА:

$$i_{DD} = i_{D1} + i_{D2}$$

$$i_{DD} = \frac{1}{2} \cdot \frac{B}{2} \left( (V_{GG} - V_T)^2 + m^2 \sigma_{IN}^2 \right)$$

КОНСТАНТНИ
ЧЛАН
ЧЛАН КОДИ
ЗАБУДИ ОД
СИГНАЛА КОДИ
СЕ ПОСТУПАВА

$$i_{DD} = B \left( (V_{GG} - V_T)^2 + m^2 \sigma_{IN}^2 \right)$$

↑ СКОПЕТИЈА ЗАБЛУДАТА  $\eta (V_m / V_{mmax})$

- РАДНА ПРАВА? КИДЕ КОПИТЕ ПРАВА, КРИВА ДЕ

$$V_{DS1} = V_{DD} - \frac{1}{m} \sigma_{out} = V_{DD} - \frac{1}{m} R \frac{1}{m} (i_{D1} - i_{D2})$$

$$V_{DS1} = V_{DD} - \frac{R}{m^2} (i_{D1} - i_{D2})$$

↑  
 ИЗРАЗИТИ  $i_{D2}$  ПРЕКО  $i_{D1}$  - - - - -

- СДС У ЧЛАНУ А У MOSFET ВЕРЗИЈИ СЕ  
 КОРИСТИ У РФ, ЗА ПРЕДАЖИЉЕ, ЛИТЕРАТУРА ДЕ

- ШТА СМО ПОСТИГЛИ СА СИМЕТРИЧНИМ ПОЗНАВАЊЕМ СТАТЕ 7 КЛАСИ А ?

1. ПОПРАВЉЕНА ЛИНЕАРНОСТ
2. ДИСПЛУЈУИЗА ПОДЕЉЕНА НА ДВА ТРАНЗИСТОРА
3. РАДНА ТАЧКА ЗА ОБА ТРАНСФОРМАТОРА НА  $i_M = 0$ , СИМЕТРИЧНА ОГРАНИЧЕЊА
4. СТРУЈА ПОТРОШЊЕ МАЊЕ - ВИШЕ КОНСТАНТНА, МАЊИ КОНДЕНЗАТОР НА  $V_{CC}$  ИЛИ  $V_{DD}$

- ШТА НИ СМО ПОПРАВЉИЛИ ?

1.  $\eta = k \left( \frac{V_m}{V_{max}} \right)^2$ , МАЊЕ - ВИШЕ (MOS ПРИМЕР)

↑ ОВО ПРОВАДАМО СЛЕДЕЋЕ, КЛАСА Б

- ЧИМЕ ЂЕ СВЕ ТО ПЛАЊЕЊО ?

1. СЛОЖИЊЕ ЗА КОНСТРУКЦИЈА
2. ДВА ТРАНЗИСТОРА
3. УЛАЗНИ ТРАНСФОРМАТОР