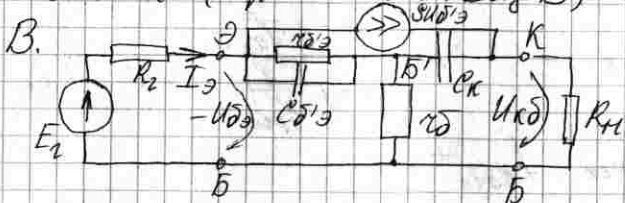


Мандельштамская гр. 15.04.1971
 экв. сх. (мур. по экв. ед. б)



В широк. диапазоне частот ток, протекающий через $C_k \leftarrow$ тока через $r_0 \Rightarrow C_k$ может измен. Тогда вил. ток дел. ред. малая ток ток источника \ominus . Емк. каскад с. вошл. ом. эк. ед. б. \ominus \ominus она \uparrow эк. емкость слабо выделит. ма. эк. емк. каскада с. ед. б. \ominus \ominus зои.

Расч. частот. хар-ки каскада

$$g_{\delta 3} = \frac{1}{r_{\delta 3}}, \quad y_{\delta 3} = g_{\delta 3} + j\omega C_{\delta 3}$$

$$I_{ЭМ} = S U_{\delta 3} + y_{\delta 3} U_{\delta 3} \quad \text{перемещ. составн.}$$

$$U_{\delta 3} = -\frac{U_{\delta 3}}{r_0 + 1/y_{\delta 3}} \cdot \frac{1}{y_{\delta 3}} = -\frac{U_{\delta 3}}{1 + r_0 y_{\delta 3}}$$

$$U_{\delta 3} = -\frac{U_{\delta 3} M}{1 + r_0 (g_{\delta 3} + j\omega C_{\delta 3})}$$

$$I_{ЭМ} = -(S + j g_{\delta 3} + j\omega C_{\delta 3}) U_{\delta 3} M / (1 + r_0 (g_{\delta 3} + j\omega C_{\delta 3}))$$

$$Z_{вх}(f) = \frac{-U_{\delta 3} M}{I_{ЭМ}} = \frac{1 + r_0 (g_{\delta 3} + j\omega C_{\delta 3})}{g_{\delta 3} + S + j\omega C_{\delta 3}}$$

Если $\omega \rightarrow 0$, то

$$Z_{вх} = R_{вх} = \frac{1 + r_0 g_{\delta 3}}{g_{\delta 3} + S} =$$

$$= \frac{r_0 + r_{\delta 3}}{1 + S r_{\delta 3}} = \frac{h_{н3}}{1 + h_{313}} = h_{н5}$$

Вспомог. экв. (f) выведена за ед. R_{ex}

$$z_{ex}(f) = R_{ex} \cdot \frac{1 + j \frac{f}{f_{2ex}}}{1 + j \frac{f}{f_{pex}}}; \quad f_{2ex} = f_{c119}$$

частота
нуле

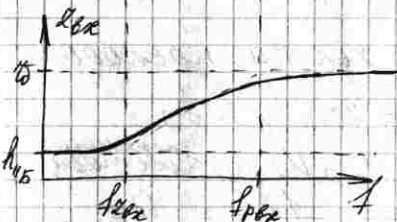
$$f_{pex} = f_{c219} + f_{cp.}$$

↑
частота
нуле

Вспомог. экв. с обд. β частота

$$f_{2ex} < f_{pex}$$

Посмотрим график экв. (f) в логарифм. масштабе



В обд. нуля и
выс. част. экв.
активно в
промежутке
обд. f_{2ex} и f_{pex} .
индуктив. на
растает

В обд. высок. частот $f_{ex} \rightarrow \beta R_0$
 \Rightarrow выск. цепи обр. связи ослаб-
лены.

При больш. R_n она эк. не действит.

Для $R_n \rightarrow \infty$, тогда (эк. Б) цепь об-
рат. связи 'разрывает' и каждая вы-
ход. в эк. с обд. β . Тогда при
больш. R_n реальн. мал. эк. само-
стоят. и $\Rightarrow R_n$ долг. быть ме-
дольшим.

Вспомог. сопрот. r_p , выск. част. с обд.

$b, 60 \text{ мм.}$ $\text{опред. доброт. свертв.}$
 $I_{\text{обр. свертв.}} \text{ размер, тогда } R_{\text{вн}} =$
 $= R_{\text{вн} \text{ э}} = 1/R_{\text{св}} \text{ Дим, толщ, мм.}$

ищем взаимн доб. свертв. разн. коэф.
 передачи тока по цепи доб. свертв.
 (см. след. лекц.)

$I_{\text{oe}} = -I_{\text{км}}$, э том ток свертв. ма
 $\text{ч} \text{ паден. мапр.} : U_{\text{э}} = -I_{\text{oe}} R_2 = I_{\text{км}} R_2$

$R_{\text{вн}} - \text{те ма ввн.} : I'_{\text{км}} = y_{21} U_{\text{э}} =$
 $= y_{21} R_2 I_{\text{км}}$ Коэф. перед по цепи
 $K_n = \frac{I'_{\text{км}}}{-I_{\text{км}}} = -y_{21} R_2$

$R_{\text{вн}} \text{ опре-се как } \frac{1}{R_{\text{св}}} (1 - K_n) =$
 $= \frac{1 + y_{21} R_2}{R_{\text{св}}}$

опрег коэф. перед по мапр. (свертв.)

$K_E = \frac{U_{\text{кдм}}}{E_{\text{свертв}}}$, где $U_{\text{кдм}} = -I_2 R_n$, где
 свертв.

$I_2 = -I_{\text{км}} \Rightarrow U_{\text{кдм}} = I_{\text{км}} R_n = S \sqrt{b} R_n$

$\Rightarrow K_E = \frac{S R_n (U_{\text{св}})}{E_{\text{св}}}$ опрег. это
 эмпирич.

$U_{\text{св}}(B) E_{\text{св}} = [Z_{\text{св}} (1) + R_2] I_{\text{эм}}$

Ток свертв. в $I_{\text{эм}}$ ~~в~~ $U_{\text{св}}$, вкратч.

через $U_{\text{св}}$. $R_{\text{вн}} - \text{те полнч. } E_{\text{св}}$ как
 фр-м $U_{\text{св}}$

Загс. E_{2H} вводим g_{11} и K_E и получим

$$K_E \approx \frac{S^2 \omega^2 R_H}{\omega + \omega^2 + R_2 + S^2 \omega^2 R_2 + j \omega \omega^2 \omega^2 (R_2 + \omega)}$$

Прегс. $K_E(f) = \frac{K_E}{1 + j \frac{f}{f_{0E}}}$ ← расм. когда $f \gg f_{0E}$

$$K_E = \frac{S^2 \omega^2 R_H}{\omega + \omega^2 + R_2 + S^2 \omega^2 R_2}$$

$$S^2 \omega^2 = h_{21} \quad \omega + \omega^2 = h_{11}$$

$$K_E = \frac{h_{21} R_H}{h_{11} + (1 + h_{21}) R_2}$$

$\square \mu = 0$, тогда $K_E = y_{21} R_H = |K_{03}|$. При $\mu = 0$; $K_{05} = |K_{03}|$

Коср. перед. ср. с. о. б не меньше, чем в ср. с. о. э.

Реально $\mu \neq 0$ и можем считать $R_2 \gg h_{11}$; $K_E \approx R_H / R_2 \Rightarrow$ коср. перед. по малп. мем. $\text{больш} < 1$.

Вывод. K_E перед. y_{21} - парам., по-скольку мем. и зн. под h_{11} :

$$K_E = \frac{y_{21} R_H}{1 + (y_{11} + y_{21}) R_2}$$

Определим f_{0E} :

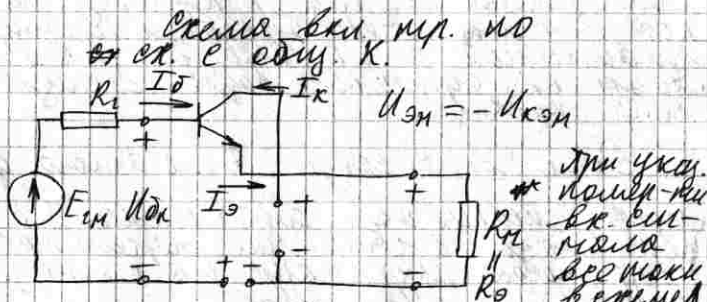
$$f_{0E} = \frac{\omega + \omega^2 + R_2 + S^2 \omega^2 R_2}{2j \omega \omega^2 (R_2 + \omega)}$$

Опред. каскад пера. по току и
 упр-е 4-х выводов при корот. за-
 мык. на выходе.

$$K_I = \frac{-I_{KM}}{I_{ЭМ}} = h_{21B}$$

$$|K_I| = |h_{21B}| = \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{h_{21Э}}{1+h_{21Э}}$$

~~Выходная~~ каскад \nearrow : ср. с одн.
 фазой не имеем усилит. по току
 $I \rightarrow$ это „повторитель тока“.



$I \Rightarrow$ перем. составн. тока Э совпад по
 направ. с поемом. $I \Rightarrow$ на вых. по-
 мер. сш-мала ср. совпад. с номер.
 вк. сш-м.

Каскад эмит. не инвертирует
 фаз. $R_{вк}$ манжук. каскадом

$$R_{вк} = \frac{U_{0KM}}{I_{0M}} = \frac{U_{0ЭМ} + U_{ЭМ}}{I_{0M}}$$

$$U_{ЭМ} = -U_{КЭМ}; U_{КЭМ} = -I_Э R_M; R_M = R_Э$$

$$I_Э = -I_Э; U_{КЭМ} = I_{ЭМ} R_M =$$

$$K = \frac{I_{\text{ЭМ}}}{I_{\text{ОКМ}}} = \frac{I_{\text{ЭМ}}}{I_{\text{ОЭМ}} + I_{\text{ЭМ}}} - \text{Кэф. устр. по мощ. } (< 1)$$

т.к. $K < 1$ и помер. вл. сум. совпад. с вык. по крив. Матриц. Эмит. повторителем (повторит. ман-метр.)

$$K = \frac{(I_{\text{ОМ}} + I_{\text{КМ}}) R_{\text{К}}}{I_{\text{ОЭМ}} + (I_{\text{ОМ}} + I_{\text{КМ}}) R_{\text{К}}} = \frac{(1 + h_{21\text{э}}) R_{\text{К}}}{h_{11\text{э}} + (1 + h_{21\text{э}}) R_{\text{К}}}$$

Всё выраз. через Y -пар., разд. $R_{\text{К}}$ и h_{11}

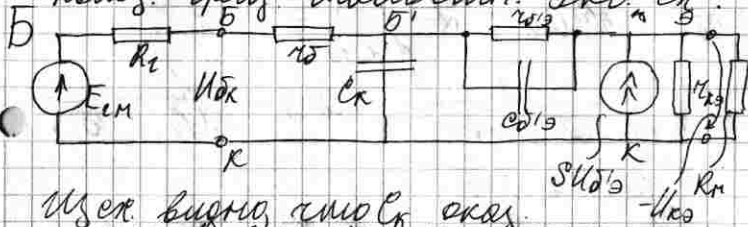
$$K = \frac{(Y_{11\text{э}} + Y_{21\text{э}}) R_{\text{К}}}{1 + (Y_{11\text{э}} + Y_{21\text{э}}) R_{\text{К}}}$$

Опред. коэф. передачи по току из Y -пар. при коротк. замык. на вык.

$$K_{\text{I}} = -\frac{I_{\text{ЭМ}}}{I_{\text{ОМ}}} = h_{21\text{к}}; \quad |K_{\text{I}}| = |h_{21\text{к}}| = 1 + \beta$$

т.к. сеть устрем. по току, то сеть устрем. по мощ.

Для расч. гашем. збв. волн. экв. ст. попар. орду. маломощн. экв. ст.:



Из эк. видно, что $C_{\text{к}}$ оказ. влияние вых. на $R_{\text{оэ}}$

кар-ки каскада

15.04.04е § 93. Расчет парам-ов
селим-моделии прямоугольников
МОР

Пример 1. Транз. ГТ 305В

$R_{вх} = 200 \text{ Ом}; R_{н} = 500 \text{ Ом}$

$f_{21 \text{ min}} = 40; f_{21 \text{ max}} = 120$

$C_k = 5,5 \text{ пФ}; \omega C_k = 300 \text{ пФ}$

$|h_{21}(f)| = 8; f = 20 \text{ МГц}$

Если нем. миканка преобраз.
соедин. по входу h_{21} , то его выдир.
из услов.

$h_{21\theta} = \sqrt{h_{21 \text{ min}} \cdot h_{21 \text{ max}}} = \sqrt{40 \cdot 120} =$

$= 69,28$

$f_{н.} = f / |h_{21}(f)| = 20 \cdot 8 = 160 \text{ МГц}$

$f_{h_{21\theta}} = \frac{f_{н.}}{h_{21\theta}} = 2,31 \text{ МГц}$

$\omega = \frac{\omega C_k}{C_k} = \frac{300}{5,5} = 54,55 \text{ Ом}$

$\omega_{\theta} = (1 + h_{21\theta}) \omega; \omega_{\theta} = \frac{4f}{I_{\theta}}$

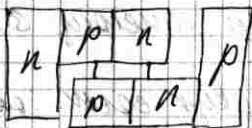
$\omega_{\theta} = 509 \text{ Ом}; L = \frac{h_{21\theta}}{1 + h_{21\theta}} = 0,988$

$f_{h_{21\theta}} = \frac{1}{2\pi \omega_{\theta} C_{\theta}} \Rightarrow C_{\theta} = \frac{1}{2\pi f_{h_{21\theta}} \omega_{\theta}}$

$= 121 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$

$f_{h_{21\theta}} = f_{h_{21\theta}} \left(1 + \frac{\omega_{\theta}}{\omega}\right) = 26,41 \text{ МГц}$

Худш. сл. в виде 2-х мр.



Тол. вкл.
на сл. ϵ
одн. кабель.
5 мр. пшма-
гонал поком
каблел.

18.03.04/2

Токи и напряжения
в поперечном сечении.

1) ^{части} р-слой (внеш.) - провод
п-слой (внеш.) - кабель.

При дан. попер. вкл. кабеле (см.
пред. сля) монт. счим, что все монт.
и ма закн. кабелк перекаде.

Рассеким ток, текущ. через кабелк.
перекад

$$I = I_{\text{обр. каб. перекад}} + \alpha_p I_1 + \alpha_n I_2$$

$$I_{\text{обр.}} = I_{\text{ген.}} + I_{\text{генерат.}} + I_{\text{уток.}} \cong$$

$$\cong I_{\text{ген.}} \text{ (если } S_i \text{ ширин.)}$$

При больших токах через ширин.
мадо шум. лавин. шумов. масшталей

I эи-нол и дур. шм. одим козор ла-
вин шумов.

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{I}{I_{\text{кр.}}}\right)^n}$$

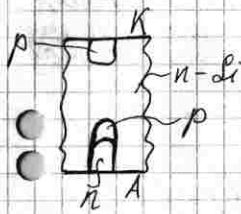
$$I = M (I_{\text{обр.}} + \alpha_p I_1 + \alpha_n I_2)$$

Через мир. пром. один ток) \Rightarrow

$$I_1 = I_2 = I ; I = MI_{\text{обр}} / (1 - M(d_n + d_p))$$

2) ^{части} Рассматр. d_n и d_p ;

Γ основа - и - S_i



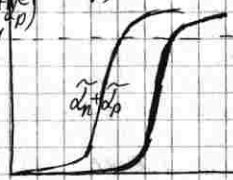
В рез-те смещения по-
луч. макс. р-тока и
максимум и-тока

р-р-и - ток. имеем $d \rightarrow 1$
(из-за макс. тока р), а
р-и-р ток. - макс. d за
счет макс. возм. перем. э.

В рез-те $(d_n + d_p) > 1$, но $< 1,2$ при макс.
магн. токах, происходящ. через стержни
сред. исл. привилег. под. ширин.
бы обеспечен. малого змач. $(d_n + d_p)$ при
магн. токах и большем (магн.) змач.
при больш. токах.

При мал. токах магн. щит. режим
в V-переходе. Режим. ток змач.
ем V-переходе, позм. поле Γ режима
в пачк. тока змач. ем. вкл. полн.
тока. При мал. токах - велика, при
больш. - мала. Жестк. при мал. ток
 $\gamma \neq 1$, а $d \rightarrow 0$, а при больш. то-
ках $\gamma \rightarrow 1$, а $d \rightarrow 1$ магн. змач.

$$\left(\frac{I}{d_n + d_p} \right)$$



$\rightarrow I$, максим. нагрузка

3) ^{предположим} $d = \frac{d y_x}{d y_3}$ - групп. коэф.

$\left\{ d = \frac{y_x}{y_3} \right\}$

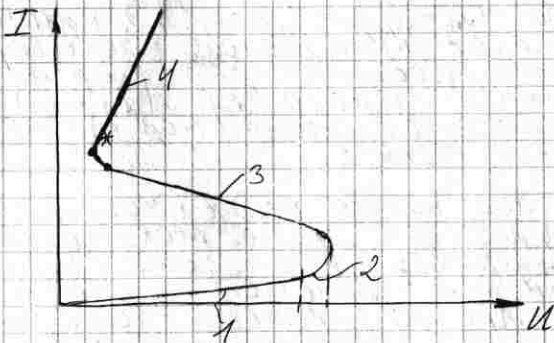
Две одн. трансп. : $I_x = d I_3 + I_{x0}$

$d = \frac{d I_x}{d I_3} = d + I_3 \frac{d d}{d I_3}$ { одн. перемен.

групп. трансп. $\frac{d d}{d I_3}$, но еще вып. это можно?

Соед. $I_p + I_n$ (см. черт. 1)

Анализ ВАХ микро-метра.



Первонач. при увелич. напр. на
 микр. ток растет очень слабо (чт. 1)
 далее можем зам. в базис уменьш.
 замикр. напр. на катод. переходе, что
 приводит к перепаду напр. в сист.
 ЭМИИ. переходов. Ток через ЭМИИ.
 перех. вод. до края. зам. внеш.
 напр. ЭМИИ. прод. - медл. он ускор.
 когда катод. перемен. до вын. вып.
 максимумей. На ВАХ дают подв. экстрем.

мысл. на чр. 2 вопр. 2 и др, но пока ма-
 трисе. ма кон. перек. единиц от нуля
 знаем. не мож. вопр. в нуль (и др)
 $cI = \frac{1}{1-n}$) $I \Rightarrow$ макс. v , а след. и макс.
 на кон. перек.

Тока пока малы они правдивы не
 будем на макс. ма кон. перек.
 и в 1-м. макс. это 1, но при выпр.
 макс. вопр. $dI \Rightarrow$ макс. через перек.
 от и макс. ма кон. перек. макс.
 парам; макс. при кон. перек. экстр.
 оп-ии, $U(I)$ - макс. при перек.,
 найдем цен. экстр., определив

$\frac{dU}{dI}$; пар. выпр. оп-ии, выпр.
 в мерв. все

$$f(x) = I [1 - M(d_n + d_p)] - M I e d_p = 0$$

$$\frac{dU}{dI} = \frac{-F'_I}{F''_I}$$

от пока забуд. d_n и др,
 от макс. - M (с ем.
 парам. при выпр.
 не смелт.

$$\frac{dU}{dI} = 0 ; F'_I = 1 - M(d_n + d_p) - I M \frac{d d_n}{d I} -$$

$$- I M \frac{d d_p}{d I} = 0$$

$$1 - M \left[(d_n + I \frac{d d_n}{d I}) + (d_p + I \frac{d d_p}{d I}) \right] = 0$$

цен. вопр. экстр. : $1 - M(d_n + d_p) = 0$

В процессе выпр. пока макс. ма
 конек. перек. v и следов = 0 -
 это графика макс. р-п-р и
 п-р-п нуля.

В пре-ме 1 макс. выпр-на экстр. все 2π нуль
 вопр. парам. с ем. след, а ма 10^4 - не смелт
 выпр. 3

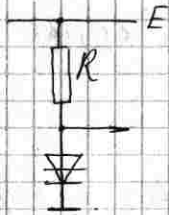
$U_H \cong 2 U_T \ln I/I_{90}$ (два манр. ма Эмит. перек.)

Далше манр. ма комб. перек. мем. знак и ом мах. имп. в эмит. перек.

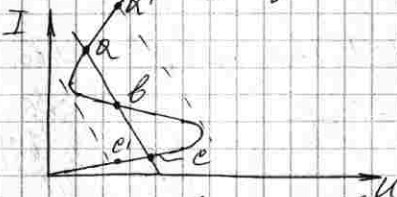
$$U = U_{\alpha_1} + U_{\alpha_2} - U_k$$

Напряж. еще чуть падает, после насыщ. Точка насыщ. и лим. эмити. ом. к ом. Напряж. в ом. ма зов. ма-приме. бором. перек. мот.

Включение и выкл. с пом. эмитера.



Характеристики напряж. кт. приме. при прощв. знак. E



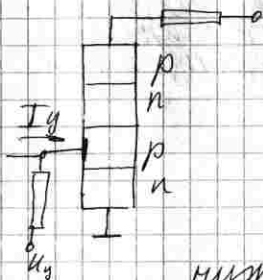
Допустим ток в цепи возраст, тогда ↑ манр. ма эмитера, а I ⇒ упад. ма пер. мем. самым чистым. ток в цепи ⇒ ток e - ток цепи. равновес. Ток a - более малое точка (если E = const, а I как-то измен.) Ток. b - не сби. такой ток. Ток. a - вкл. соет, ток e - выкл.

Процесс перекл. эмитер. увели манр. ма эмитера, после прощв. е ток. прим. перекл. канар. в ток a'. Дие бором. перекл. чистым манприме. и после эмит. перек. бором. перекл. попад в ток e'

Иногда диаметр штифта задан и это диаметр с сортом, т.к. при сортом. напр. 8мм, пришло к диаметру 8мм откл.

Тризм. К-перех. диаметр, а Э-закр. через катуш. Э-перех. мех. мех. сортом. меху перехода + мех. и штифт. Ди. штифт. перех. Врез-ме-сортом. мех > сортом. мех диаметр.

Диаметры с управлен-цией электродом (принцип)

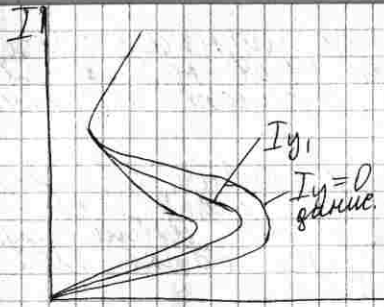


Все управление электродом в мех. деле. Для прилож. внеш. мануш. в деле посыл. диаметр. управление мех.

Управлен. ВДХ - мануш. же, как у диаметра мех. Это же n-p-n транз. нужно добав. мех управление.

$$I = \frac{M I_{одп} + M_{дн} I_{упрв}}{1 - M (d_n + d_p)}$$

Тогда. $I_{упрв}$ вызов. ↑ тока Э n-p-n транз., а $I \Rightarrow$ увелич. $(d_n + d_p)$, что приводит к переключ. при меньш. внеш. мануш. Вот разное экв. виде ВДХ и посылать ет при $I_{упрв} \neq 0$ увидим, что ВДХ турбул. виде. диаметр диаметр. мех. км.



При увелич. $I_{упр}$ ток перем. медл. увелич. в предель-спремит. жор-ка

Т.к. I_y практич. задает макс. знач. I , то чем медл. сохр. сост. и знач. I_y - заст.

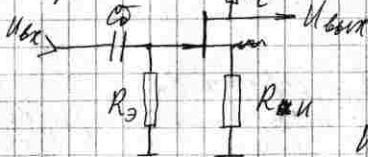
там. или. воздейств.

Рычки прилив. возмоз. подачи на управ. эл-в. Малые. прати-вополит. поперносни. что привед. к замир. Э.перех. n-p-n прати. и V_d .



В.О.З.Д.Ч.1
сели-М.Р.Р.

расчетные режимы в колебн. прати.



расчетные положен. рад. точки

$$U_{сш} = E_c - I_c (R_c + R_n)$$

увеличить

Если извест. рад. точ. то извест. парам. $U_{сш}$, E_c в рад. точ. При I_c извест. I_c на жор $(R_c + R_n)$ и упр-е. R_c зад. сд. и условия. расч. зад. каско. усилител.

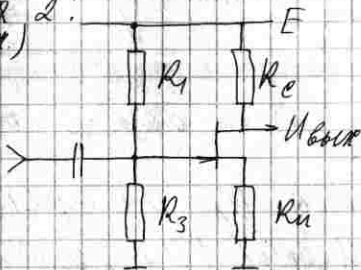
Т.к. ток замк. маш. то можно
счлм. это паден маш. на $U_{зав}$.
определ. и поем. машу $U_3 = 0$.

$$U_{3и} = U_3 - U_{и}$$

$$U_{3и} = -I_c R_{и}$$

Схема 2.

(сделит. на вх.)

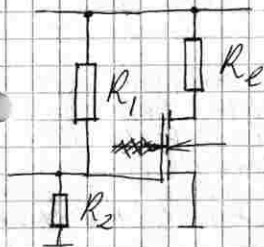


Делим ток силы I_c в обе полев.
поперечналов маш. маш. влдеп. R ием.
врем. Дольшим, эм оден I емодимы.
 $U_{и} > U_3$

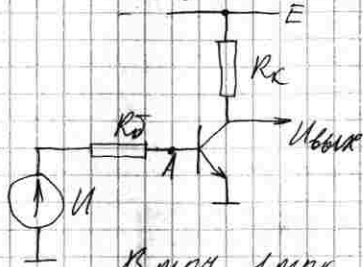
$$U_3 = E \frac{R_3}{R_1 + R_3}$$

оден реж по поем.
машу в МДП-машу.

Должности $U_{3и}$ и $U_{и}$ совпадают,
поем делителю ма вх. мешождимы.



Решим задачу каскада на бипол. транз.

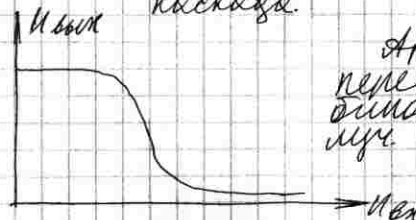


В точ. 1 ток базы = 0, $I_{кэ} \approx E_k$
 $I_k \approx 0$.

□ $U = 0$, тогда $U_A = 0$ и транз. закр.

При возр. U с ростом U_A со смещ. коллектора не достигн. U^* и тогда транз. открыв. и $I_{кэ}$ практич. максим. Если U_A и $U_{кэ}$ больше, но через R_b течет ток. Увелич. ток. $I_{кэ}$ точка движт. в точ. 1 по нагруз. к 2 по нагруз. прием., когда она достигн. 3, где $I_{кэ} = I_k^*$, $U_{кэ}$ становится = 0. В точ. 3 коллектор переж. еще не успеет. Тем ближе к точ. 2 тем больше, и тем же так коллектор направ. навстречу эмит. току. В точ. 2 и прир. эмит. тока коллектор успеет. со смещ. эмит. коллектор. тока 1 \Rightarrow ток кол. - не успеет.

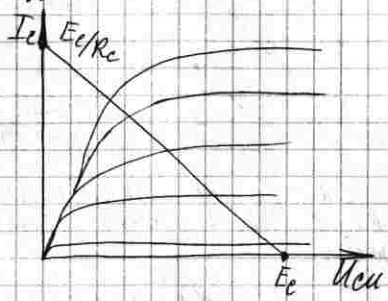
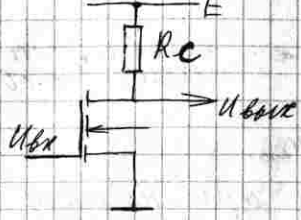
Асимптотическая хар-ка каскада.



Асимптот. хар-ка передат. хар-ки бипол. транз. по мн. сторон. позн. по хар-к. мерт. точкам

Передом пар-ки МДП
 тупая.

Характеристики



При увеличении U_{BE} рабоч. точ. перем. сдвигается через сол. помол. пар-к, а график пере сдвигается.

баз. помол. пар-к

$$I_c = \frac{E_c - U_{BE}(\ast)}{R_c}; I_c = \frac{1}{2} b (U_{BE} - U_{BE0})^2$$

$$I_c = \frac{1}{2} b (U_{BE} - U_{BE0})^2$$

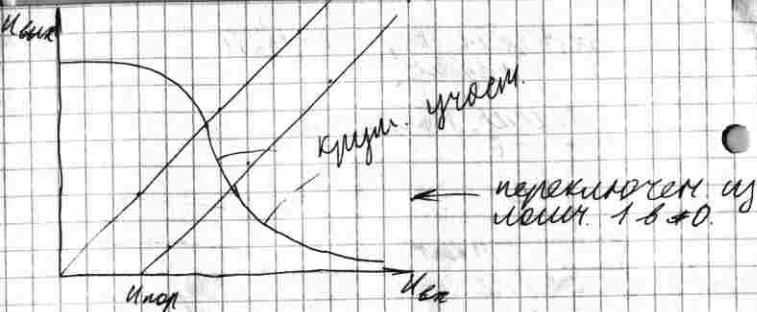
$$\frac{E_c - U_{BE}}{R_c} = \frac{1}{2} b (U_{BE} - U_{BE0})^2$$

на крив. уг-ке : $I_c = b \left[(U_{BE} - U_{BE0}) U_{BE} - \frac{1}{2} U_{BE}^2 \right]$

Если приравн (*), получ. ВАХ на крив. уг-ке

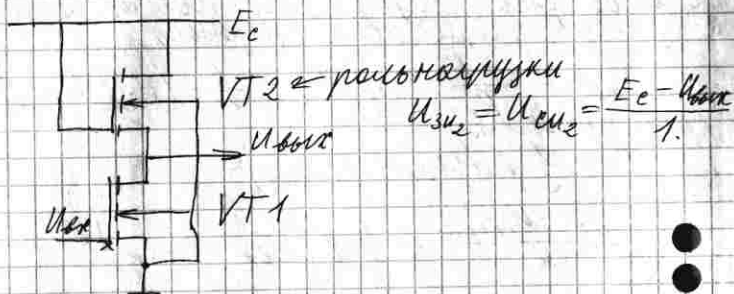
Получ. для уг-е ступенчатая в нек. точке. Эта точка сдв-се уг-ем $U_{CE} = U_{BE} - U_{BE0}$

$$U_{BE} = U_{BE} - U_{BE0}$$

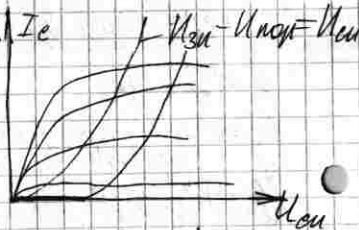


ск. сдвиг. мал. шум. уровень помех
ко в том случ., если тем если 10-ки
кдм.

Жившая нагрузка.

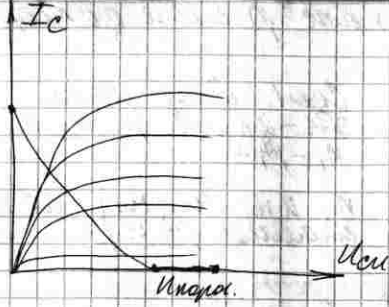


ВАХ 2-го транз. →
соглас с кривой 1,
если вправо ма,
 $U_{порт}$.



Асстп. ВАХ первого транз.

Колонн. ма кел
 махмус крив.
 энергия транз.



Махмус транз мах-се води по-
 лог. крив - к. всегда

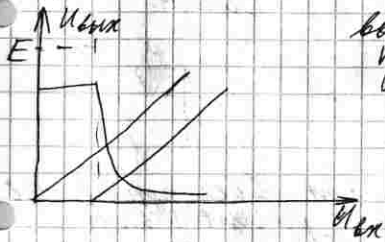
$$VT_2: I_2 = \frac{1}{2} b_2 (E_c - U_{сиор} - U_{сиор})^2$$

Диаметр. ут. $I_c = \frac{1}{2} b_1 (U_{си} - U_{сиор})^2$

Крив. ут. $I_c = b_1 [(U_{си} - U_{сиор}) U_{си} -$

$-\frac{1}{2} U_{сиор}^2]$

Кривая та в полупр. утроб перод
 крив - кил ма полупр. ут-ке (мил. ут-е)
 Кривая та в) полупр. ут-е ма крив.
 ут-ке.



Высок утроб < махмус
 питатель (ма б-ку
 Uсиор.)

Селлентерн.

25.03.04

Воснове - транзел. р-п-р етп-ра

Тол. плен. - толщина на затворе, или
ком. воздух резким силой и т.д.
(канал)

$$\phi_{z3} = \phi_{z1} + \phi_{z2}; \text{ канал возн. когда } \phi_{z3} = 2\phi_{z1}$$

ϕ_{z3} расчит. по формуле конденсатора

$$\phi_{z3} = \frac{Q}{C_{конд}}; Q = \text{кол. зар. элект. обл.}$$

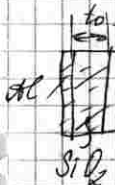
$$Q = \sqrt{2\epsilon_0 \epsilon \lambda \cdot 2\phi_{z3}}$$

$$U_{затвор} = \sqrt{2\epsilon_0 \epsilon \lambda \cdot 2\phi_{z3}} / C_{конд} + 2\phi_{z3}$$

из зонной диагр. видно, что $\phi_{z3} = \phi_E - \phi_F$

$$\phi_F = \phi_E - \phi_T \ln \frac{N_A}{n_i}; \phi_{z3} = \phi_T \ln \frac{N_A}{n_i}$$

Реальной МДП-конденс



идеальный, но кристе
суп-релектр. ДТМ-
материала.

В реальн. МДП-конденс на ур-
нище SiO-Si имеем раз-

ров проводим. слоев в плен-ке, а также
дисперсион, плен. провод. к. провод.
зонами, поперк. ур-нище в зон-
ной диаграмме \rightarrow при поперк. слое
мож. увелич. кач-во эл-ов. провод. на
всех этих поперк. ур-нище.
МДП. на затворе

$$U_i = - \frac{Q_i}{C_{ок}}$$

Кроме этого при изломе МДП-конт.
в области формирования пленки

ком. распредел. по величине V и диаметра на
 факсе и по факсе. Также залив окислов
 кампант — все доп.м. пов. для эл.-м. на
 границе. Также доп.м. кампант на
 кампанте. на зема

$$U_+ = -\frac{1}{\epsilon_{ок.}} \int_{t_0}^{t_0} \pi \rho(x) dx$$

Если соединили проводом
 металл с кремнием, то
 посыл шунт зам, ком. шунт.
 от $\varphi_{м-з}$ для идеал. шунт. Кампанте
 мое зам $U_{ок} = \varphi_{м-з} - \frac{Q_i}{\epsilon_{ок}} - \frac{1}{\epsilon_{ок}} x$

$$x \int_{t_0}^{t_0} \frac{\pi \rho(x)}{dx}$$

Качество ячеек на
 БЭИТ-транзистора.



БЭИТ-транз. форми-се
 на подложке, ком. за-
 земление или под-
 ключ. к шунту по-
 тенциалу. Формир. все шунт

мо лемп. $n + \text{ок.} - \text{ни}$ одна из ком. иском,
 а др. — стак. Иском как прав. подк.
 к земл. для форми. канала фак-
 мир. замор, на ком. подложке поком.
 напруженности. М/у стаком и исто-
 ком приклад-се напряж. для пе-
 решен. москратей в канал, ком. фак-
 шир. м/у дугине $n + \text{ок.} - \text{ни}$

Исток-исток > 0 ; U_0 БЭИТ-транз. напря-
 жение ист-ист и \neq

Изаб.-ист совпад.

$\nabla \rightarrow$ Изаб.-ист $< U_{порт.}$ и $U_{ист.-ист.} > 0$.

Ком. шунт канал отсунт, мо м/у
 исток и стакост мет. для макс. напряж.

Мемок и сток равны с подложкой. Включ. р-п. Перекады. 2U замв-нем. > Икор, а Мемок-нем < Узамв-сток - Икор.

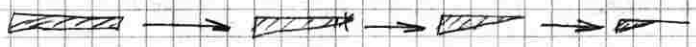
● Водя - ел камал и эл-мол сви-миме к сток. Дие мако вод-ел зорен ама. Напрет. нем-не прилет к прилет. камалу и перем. водь камала мем-ел по мит. котаму. На мемок - 0, на сток нем-нем.

● Напрет. прилет к камалу и мем водь И (α) = Узам-не. ~~Икор~~ -

- Уканала;
$$\boxed{\varphi_{кан.} = \varphi_{\delta} + \text{И эм. (нем. } (\alpha))}$$
 наверх
переметр

Напрет. замвор - камал будет да-ме и мемок, т.к. мем Ием-нем (р) = 0 и мемме Мемок, т.к. мем Ием-не (р = $\frac{U}{R}$) = Ием-не.

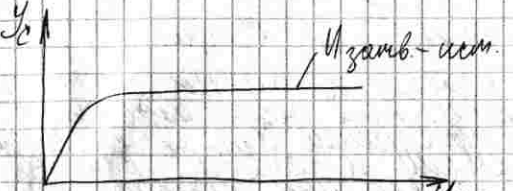
● Форма кам. прее. сод. мурануно в секции с меньшей сток. И сток. ~~И~~ $\text{И} \text{ } \varphi_{кан.} = \varphi_{\delta} + \text{И эм. (нем. } (\alpha))$
● Мал преледм.



Напрет. ма сток, при кам. Мемок прелед, камал. ~~И~~

● Камал пот. радити ма две чаети, преледм. (с сопр. к кам.) и сопр. (с сопр. к сток). Так в кам. преледм. т.к. в вод. сод. сток, уекор полв, ма при эмат. Увалет. напрет. Мемок-немок преледм.

на осев. осн. $l \Rightarrow$ при малом, ток в кан. не тем.



Температура на МДТ-проводах

С учетом искривлен. ток за счет магнитной полев. естественный

$$I_{\text{внеш.}} = \frac{\sqrt{2} \epsilon_0 Q_A (2 \mu r)}{\epsilon_0 x} + 2 \mu r + U_{\text{ок}}$$

магнитная полев. ток

Пробег по сечению В АХ и учета того, что ток в канале дрейфовый

$$j = \sigma \mu n E, \quad E = - \frac{dU_{\text{эм-в.ем}}}{dx}$$

$$j = - \sigma \mu n \frac{dU_{\text{эм-в.ем}}}{dx}$$

Характер. ом μ j $K I$, сечение, что ширина кан. $z = \text{const}$, y_i , z

$$I_{\text{тока}} = \int_0^{y_i} \int_0^z j \, dy \, dz = -z \int_0^{y_i} \sigma \mu n \frac{dU_{\text{эм-в.ем}}}{dx} \, dy$$

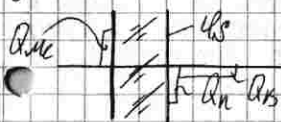
$$I_{\text{эм}} = - \mu z \frac{dU_{\text{эм-в.ем}}}{dx} \int_0^{y_i} \sigma n \, dy$$

узелок заряд. в не-куч. точке (Q_n)

$$I_0 dx = - \mu z Q_n dU_{\text{эм-в.ем}}$$

Узелок заряд. в канале μ $U_{\text{эм-в.ем}}$ и число зарядов в МДТ-канале

Фаз. баланс при емкост. зарядов
в цепи и повех. емкостный в цепи +



При $U_{зам-итт} > 0$ в
замк - зар. Q_n ; ма-
кст. не зар. Q_k ,
но при емкост. заряд.
назар. в к/и

$$Q_0 = (\text{зар. в кан.}) Q_n + (\text{зар. в одер. оди и/и}) Q_k$$

$$Q_n = -Q_0; Q_0 = Q_n + Q_k; Q_n = Q_0 - Q_k$$

$$Q_0 = -C_0 U_0 \quad (U_{зам-итт} - U_0)$$

$$U_0 = 2U_n + U_{ем-итт}(\pi); Q_0 = -C_0 U_0 [U_{эм} - 2U_n - U_{ем-итт}]$$

$$Q_k = -\sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}} U_n (2U_n)$$

Пример. за еход. C_0 и зарядов в
прерм. где макс.

$$U_0 \text{ макс} = \frac{U_0 \sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}}}{1} \left[U_{эм} - 2U_n - U_{ем-итт} \right] \text{ макс}$$

$$\sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}} U_n (2U_n + U_{ем-итт}) \text{ макс}$$

Возм. имеем \rightarrow от \rightarrow лев и
и прав. зар. от 0 до $U_{эм}$. Макс
в кан. = макс

$$I_{ем} = \frac{U_0 \sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}}}{L_k} \left[(U_{эм} - 2U_n) \cdot U_{ем} - \frac{1}{2} U_{ем}^2 - \frac{1}{3} \frac{\sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}}}{C_0} [2U_n + U_{ем}] - (2U_n)^{3/2} \right] \text{ макс}$$

$\frac{U_0 \sqrt{2 \epsilon \epsilon_0 \rho_{нл}}}{L_k} =$ в целой. кружке макс.

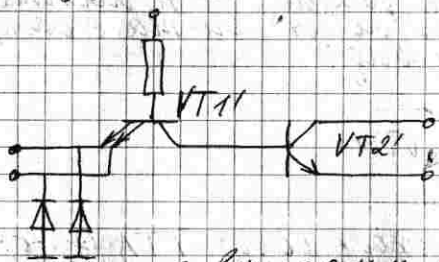
Мощь

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} = 1,3 \text{ мВт}$$

20.05.02

Расширение тр-ин
полоски элементов.

Соединяем элементный лент.
модуль



Транз. VT2' к
мод. А и В от
модуля ло-
мод. ЭИ-ма

VT2 и VT2' ре-
ли. лент. эле-
мент. "ИИ",

а в ~~с~~ смр-ра реану. эле-
мент. "И-ИИ-ИИ"

ЭИ-м ма-се, эИ-од многоэлемент-
ный. Дан. ЭИ-м лент. элемент. Бунд.
внутри лент. и подк. к т. А и В.
Сам А и В реану. как выходы, мо-
д. на кон. лент. крестовым.

Т.Т.ЭИ-м с смр. выхо-
дан.

Наробим выходы пер-ны в слое
инверсии верхний и нижний
(VT3 и VT4). "Верхний" верх пер-н.
и слой инверс. примет
вид.



Конек. VT4 подк.
к источ. инвер-
сии через В на-
грузки. В кон.
нагрузки, мод.
высвещ. индик.

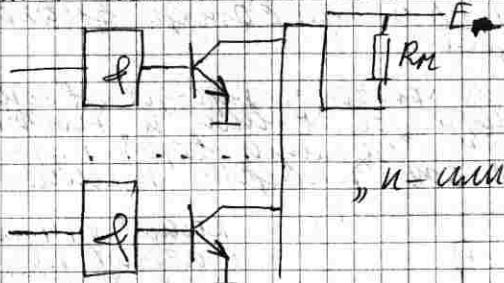
цеш. к.р. цешр - вв. Мешон. м.
 МОП. ~~МОП~~ МОП. б.м.м. м.м.м.
 ОМФ. Выходом мовоу цешр. м.м.
 и м.м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 и м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.

На схеме ком. м.м. м.м. м.м. м.м.
 ком. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 ком. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 ком. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.



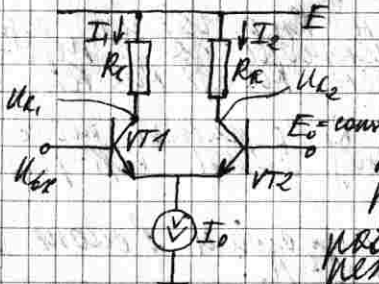
Если с.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.

С.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.



"и-м-м-м"

Если м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.
 м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м. м.м.



Сх. помп. симм-
 метр. U_0 - э-
 мер. смар. по
 кд.
 Водер. на-
 помп. макс.
 км. пр. пр.
 про в мемар.
 резонанс.

1) $U_{к1} = E_0$: оба тр-на откр. и в ком.
 мере между собой.
 ток: $I_1 = I_2 = I_0$

$$U_{к1} = E_k - I_1 R_k$$

$$U_{к2} = E_k - I_2 R_k$$

2) $U_{к1} = E_0 - \Delta$: $U_0 = E_0 - U_{э2} = E_0 - U^*$
 $U_{э1} < U_{э2}$; VT1 закр. и весь ток
 перекид. в прав. плечо,
 т.е. $I_1 = 0, I_2 = I_0$

$$U_{к1} = E_k ; U_{к2} = E_k - I_0 R_k$$

3) $U_{к1} = E_0 + \delta$; $U_0 = U_{к1} - U^* \Rightarrow$
 $U_{э2} < U_{э1}$. Ток перекид.
 в лев. плечо

$$I_1 = I_0, I_2 = 0$$

$$U_{к1} = E_k - R_k I_0 ; U_{к2} = E_k$$

Ток. кр. смар. больш. быстрое,
 т.к. про в мемар. резонанс.

Тун-ры под-по ст. сдм. бодой $I \Rightarrow$
 поем. времени, с кем. форми. фру
 парва

$$\tau_d = \frac{1}{\omega_d} = \frac{1}{2\pi f_d}$$

Ари уч. комлек. цепи $\tau_{дзав} = \tau_d + R_{\Sigma} C_{\Sigma}$

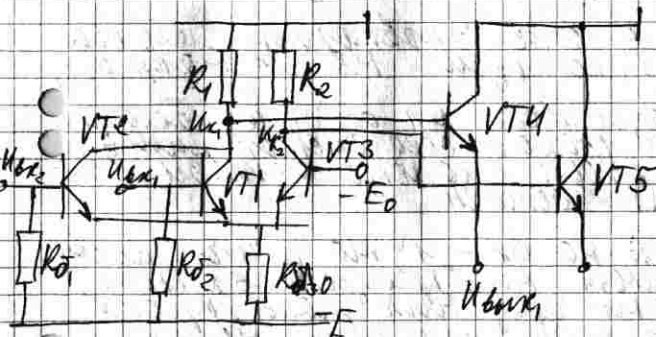
Тук. клок. сдм. бодой бодой,
 кем. клок. на сдм. сдм. ит-
 бер.

⊖ Напр. на комлек. завие. сдм.
 сдм. E_c .

Тем пер. шумем. в ст. сдм. т.к.
 в ней фиде. I_0 несиметри на кем.
 кем. под. пр-ра.

Эт-м ЭСА (эмит-свез. лот)

Боркове-мак. клок.



В лев. части мак. клок. решим. на-
 поем. сдм. мн-св, на фиде. кем. поем.
 вл. сдм. лот

Мн. шумем. шумем. несиметри.

миллиампер. падает его в цепь Э,
а к земле.

Э. - Е и ν_0 - прелем ген. тока в цепи
Э. Реально ген-ры свободны.
 U_{x_1} и U_{x_2} элект. ем. земли.

Если роль на одном из вх 1"
то все ток прелем. через лев. плечо (R)
и U_{x_1} или U_{x_2} полевая. Знач. ма
 U_{x_1} , реалн. ф-е, или - ре"

Если роль на одн. и вх. - 1" то
 U_{x_2} или U_{x_1} полевая. $I \rightarrow U_0$
 U_{x_2} реалн. или

Эта реалн. сразу 2 лонн. ф-ии

$$T_{\text{ч.к.}} \frac{U^0 - U^1}{2} - U_{\text{эл}} = -E_0, \text{ по шимметно}$$

мак. макс. надо подв. на вх. след. эи-а
Но U_{x_1} и U_{x_2} элект. ем. U_0 и U^1 $I \rightarrow$ вх.

сним. в вх. Э повторим - лей ма
тр. ч и б, ком. свбш. ма U^* макс. U_{x_1} ,
 U_{x_2}

База вх. тр-ов через башки
сопротив. 150 кОм + свбш. сигнал или Э.
пост. вх. лонн. вема. 1/2
неподк. вема.

Если на вх. - 1" то U_0 и U_1 , почти
не влияют на "процесс" в киточе,
т.к. ток через мик. лонн. кроме
мак. U_0 и U_1 или роль мик.
элект. пост. лей предв. катк.,
ком. подк. к вх.

Если эи-и ред. на вх. макс. по
к вх. Э. - лонн. подк. след. ма.

и выск. марш. пом. пом. балль
сильн. ом - E

Точ. киток не выск. в ок. поме-
ри. похити пиман, т.р. похитред.
вотну лому. при, разл. Иск.

Этим. поволарим ласум балль
сильн. изотр. $2 \rightarrow$ ласум похити
похитред по кити пиман. $1 \rightarrow$ силе Э лав
рем-ея ситред. пимане, перел марши
силе мар.° похити. к) ситред. ситред
пиман. кити похити к похитред. лав
сильн. ом-т, мо в мар, к кити похитред
похитред, силк-ми.

Разов. И'-И°-ломк. перенос.

Взвешив его в эск. лав. (по сров. с
ТТЛ)

Долучем. Иск. = Иск. = И°, марша

Иск. = 0 - выск. урв. на, выск. кити
марш. с этим. похитред. мар VTY и
Иск. = -И* = И

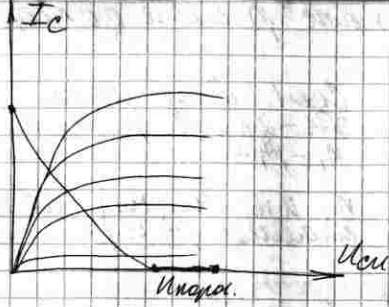
Тма вт. 1 = И, марша Иск. ↓ До-
ломк. похитред. в мар-ме перел мар-и.
перел. в ситред. мар урв. марши.
Иск. = 0

$$Иск. = Иск. = И; Иск. = И' - И* = -2И* = И$$

$$Иск. перенос = И' - И° = -И* - (-2И*) = И*$$

Ломк. перенос лав. увелич. если
в мар-ме похитред. марша ситред, лав
кити похитред. марш. мар. лав. перел
вт. мар-и ситред. марши И* (по
силе. ситред. ситред.)

Колонт. ма кел
 махмус крив.
 энергия транз.



На крив. транз. мах-се води по-
 лог. крив. - к. всегда

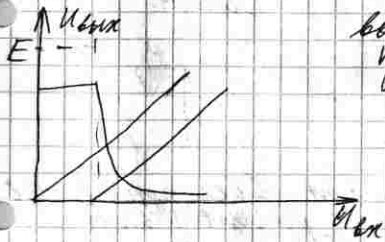
$$VT2: I_2 = \frac{1}{2} b_2 (E_c - U_{си0} - U_{си})^2$$

Диаметр. ут. : $I_c = \frac{1}{2} b_1 (U_{си} - U_{си0})^2$

крив. ут. : $I_c = b_1 [(U_{си} - U_{си0}) U_{си} -$

$-\frac{1}{2} U_{си}^2]$

Кривая ти в полупр. утроб. перод
 крив. - кил ма полупр. ут. - кр (мил. ут-е)
 Кривая ти в) полупр. ут-е ма крив.
 ут-е.



высок утроб < махмус
 питателне (ма б-ку
 Uси0.)

Селшестерн.

25.03.04

Воснове - транзел. р-п-р етп-ра

Линия. часть кот. р-свой диаметр.
 нульвектор.



Соед. одну. мем.
 Э1-Э2 и p2-n3 и
 n1-p1

n3 и n1 шум-ея связь
 с павильи p2 и p1

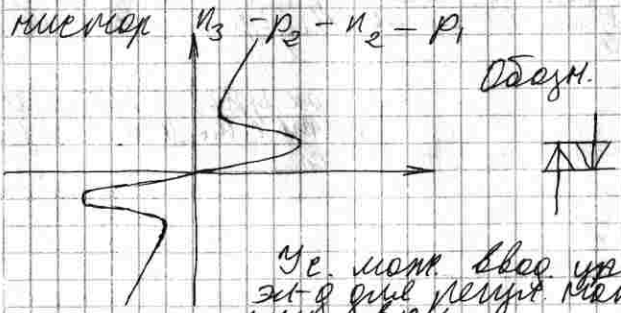
1. Э1 + шумовая
 Э2 -

p2-n3 закрыты, а n1-p1

открыты. Точка-ея ди-
 диаметр p2-n3 - p1-n1

2. Э1 - шумов.
 Э2 +

p2-n3 - открыт, p1-n1 - закр. Точка ди-
 диаметр n3-p2-n2-p1



Диаметр.

Ус. мем. вое упр-ие
 Э1-Э2 и мем. мем.
 при вкл.

Диаметр как
температурный

Восст. покал ма вк и влк. траты.
 действ. U_1, U_2 и максим I_1, I_2
 (U_1) (U_2) \leftarrow независ. \rightarrow (I_1) (I_2)

U_1, U_2 ч-х парам. между собой - только
 два \Rightarrow макс. востр. 2 независ. па-
 рам - да (U) ма для одной траты.
 удобнее востр. $I_1 = I_1, U_2 = U_2$

Выразим завис. парам - рн через
 независ. $U_1 = U_1(I_1, U_2); I_2 = I_2(I_1, U_2)$

Восст. покал парам - рн кор-е
 под точкой. Найдём малые
 перемен. завис. парам. востр.
 точке. Тогда рас. траты как
 мн. центр - во.

$$\Delta U_1 = \frac{\partial U_1}{\partial I_1} \Delta I_1 + \frac{\partial U_1}{\partial U_2} \Delta U_2$$

$$\Delta I_2 = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} \Delta I_1 + \frac{\partial I_2}{\partial U_2} \Delta U_2$$

$$\Delta U_1 = h_{11} \Delta I_1 + h_{12} \Delta U_2$$

$$\Delta I_2 = h_{21} \Delta I_1 + h_{22} \Delta U_2$$

$h_{11} = \frac{\partial U_1}{\partial I_1} \Big _{U_2 = \text{const}}$	$h_{12} = \frac{\partial U_1}{\partial U_2} \Big _{I_1 = \text{const}}$
$h_{21} = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} \Big _{U_2 = \text{const}}$	$h_{22} = \frac{\partial I_2}{\partial U_2} \Big _{I_1 = \text{const}}$

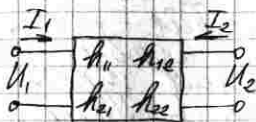
в востр. макс. (кор-е) под точкой

I малые перемен. - амплитуды
 (коэфф.) - ампл. вк и влк макс и
 мануплет.

$$\Delta I \rightarrow I_n \rightarrow I \quad \Delta U \rightarrow U_m \rightarrow U$$

$$U_{m1} = h_{11} I_{m1} + h_{12} U_{m2}$$

$$U_{m2} = h_{21} I_{m1} + h_{22} U_{m2}$$



Иногда мантр.
полюс - временной.
здесь.

$$h_{11} = \frac{U_{m1}}{I_{m1}} \Big|_{U_{m2}=0}; \quad h_{12} = \frac{U_{m1}}{U_{m2}} \Big|_{I_{m1}=0}$$

$$h_{21} = \frac{U_{m2}}{I_{m1}} \Big|_{U_{m2}=0}; \quad h_{22} = \frac{U_{m2}}{U_{m2}} \Big|_{I_{m1}=0}$$

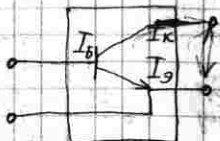
оба параметра h-параметры являются взаимными.

Все параметры при вкл-е как при отключен. выкл. параметр. символов: h_{11}, h_{21} - сеть корот. замык. на вых (по перем. сети); h_{12}, h_{22} - сеть Х на вх.

Уточн.: 1) h-параметры зависят от раб. точ.; 2) h-параметры различны при разн. эк. вкл.

Заменим, упр-е четырёхполюсника при разн. эк. вкл. при эм. не указывая эк-ты, введём-ём сеть. по всем. точу.

I. Схема с одним Эквивалентом (по перем. точу)



$$U_{эб} = h_{11} I_э + h_{12} U_{кб}$$

$$I_к = h_{21} I_э + h_{22} U_{кб}$$

h_{11} - парам. имеет смысл эк. сопроним.

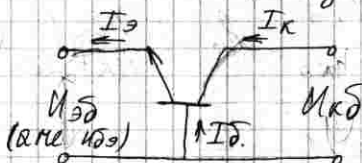
h_{12} - безразм. парам. харак. косопр. сопроним. велич. ($10^{-5} \text{--} 10^{-9}$) - число протекции.

h_{22} - имп. велич. вых. проводимости

h_{21} - диффер. косопр. переход по току

Если не вел. парамит. м/у дуп. и импед. велич., то $h_{21} \approx \beta$.

II Схема в общем виде



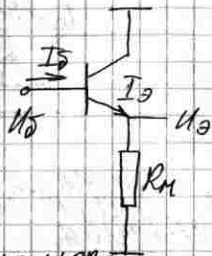
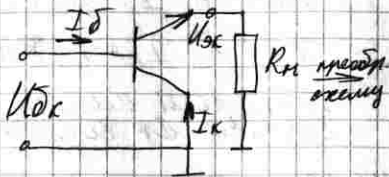
$$\begin{cases} -U_{эб} = -h_{11} I_э + h_{12} U_{кб} \\ I_к = -h_{21} I_э + h_{22} U_{кб} \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_{эб} = h_{11} I_э - h_{12} U_{кб} \\ I_к = -h_{21} I_э + h_{22} U_{кб} \end{cases}$$

Полное приращ. $U_{эб}$ ищем по разл. манерам. для перехода.

$$h_{e1} = -\frac{I_к}{I_э} \Big|_{U_{кб}=0}; \quad h_{e2} = -d \quad (d = -h_{21})$$

III Схема вк в общем виде



Полная упр-е чертёжик полтора:

$$U_б = h_{11} I_б + h_{12} U_э$$

$$-I_э = h_{21} I_б + h_{22} U_э$$

~~U_б~~ $U_б = U_бэ + U_э$, а $U_кэ = U_к - U_э = -U_э$ → D-земля

$U_б = U_бк$ (т.к. это напр. м/у бэс. и землей)

$$U_бк = h_{11} I_б - h_{12} U_кэ$$

$$I_э = h_{21} I_б + h_{22} U_кэ$$

$$h_{12} = - \left. \frac{U_бк}{U_кэ} \right|_{I_б=0} \quad \ominus$$

$$\ominus h_{12} = \frac{U_э + U_бэ}{+U_э} = 1 - \frac{U_бэ}{U_кэ}$$

Аоск с ооу. э $\frac{U_бэ}{U_кэ} = h_{12э}$

h_{12} с ооу. к = $1 - h_{12э}$ с ооу. э

$h_{12э}$ с ооу. к ≈ 1

Для средних вкл. (компрет.)
 средним гур h-парам. всегда B, э
 или K.

$$h_{12} \text{ вх. к} = \frac{-I_2}{I_1} \Big|_{U_2=0} = - \frac{I_2 + I_k}{I_1}$$

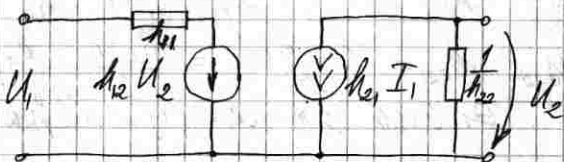
$$h_{21} \text{ вх. к} = - (1 + h_{210})$$

Эквивалентная схема четырёхполюсника.

$$U_1 = h_{11} I_1 + h_{12} I_2$$

$$I_2 = h_{21} I_1 + h_{22} U_2$$

Эквив. схема:



Вх. и вых. связ. через управл. элементы

y -параметры транзистора.

Определим U_1 и U_2 как независимые переменные.

$$I_1 = y_{11} U_1 + y_{12} U_2$$

$$I_2 = y_{21} U_1 + y_{22} U_2$$

односк. корот. замык.

y_{11} - вх. пр-ть; y_{22} - вых. пр-ть

y_{21} - пр-ть приёма переданной энергии

y_{12} - пр-ть обрат. перед. энергии

Для опред. y_{ij} решим. ма вх. корот.

замык.

y-парам. выразим через h-парам.

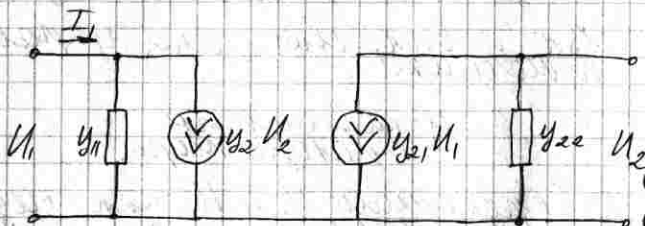
$$\begin{cases} U_1 = h_{11} I_1 + h_{12} U_2 \\ I_2 = h_{21} I_1 + h_{22} U_2 \end{cases} \begin{cases} I_1 = \frac{1}{h_{11}} U_1 - \frac{h_{12}}{h_{11}} U_2 \\ I_2 = \frac{h_{21}}{h_{11}} U_1 + \left(h_{22} - \frac{h_{12} h_{21}}{h_{11}} \right) U_2 \end{cases}$$

Аналог. коэф. при U_1 и U_2

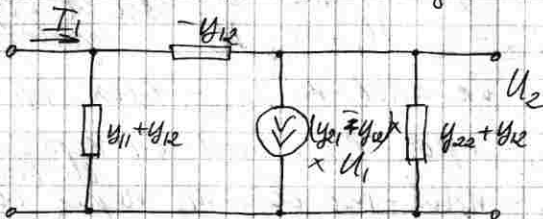
$$y_{11} = \frac{1}{h_{11}}; \quad y_{12} = -\frac{h_{12}}{h_{11}}; \quad y_{21} = \frac{h_{21}}{h_{11}};$$

$$y_{22} = h_{22} - \frac{h_{12} h_{21}}{h_{11}} = \frac{h_{22} h_{11} - h_{12} h_{21}}{h_{11}}$$

Эквив. эк. через y-парам:



Удоб. ввести эк. к эк. с разн. имен



$$I_1 = (y_{11} + y_{12}) U_1 + (U_1 - U_2) (-y_{12}) = U_1 y_{11} + y_{12} U_2$$

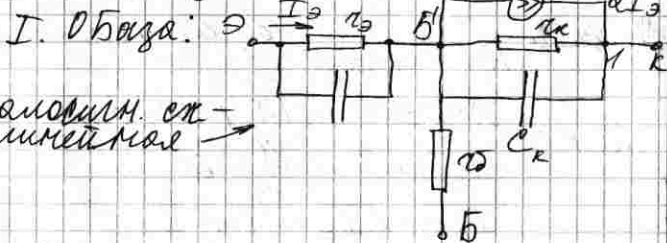
Сх. в у-парам. использовать как две
вол. шир. част. так и две вол.
соч. частот. у-парам. ин. эквив.
емкостью эквив.

Хотим написать экв. сх. по отношению
к вол. парам. Ф-лы, св-щие парам.
тр-па в парам. эк. эквив.

Рис. экв. малосигн.
схемы.

Используем две опред. частот.
зав-ции парам-ов в у-х парам.
фики. (т.к. аналит. получ. тяжело)

Для экв. сх. в норм. эквив. цепи
для этого заменим $R_3, \tau_3, \tau_5, \tau_k$ (вместо
их эквив-ли эквив-ли (т.е. для
парам. схем.) эквив-ли к перен.



На малосигн. сх. I_3 может ман-
рав. как известно, но при этом так
же важно. Этого манрав. не пом.
можно. Схема перен. определены
частот. парам. у-х парам. частот.
цепи низкочаст. экв. малосигн.
схемы. (т.е. выбор. все резки. эм-ции)

h-парам. могут выраз. через эл-мн
низко част. экв. схемы.

Рассчит. h_{11} и h_{21} :

$h_{11} = \left\{ \text{реализ. коротк. замык. по выходу} \right\}$.



$$U_1 = r_3 I_1 + I_1 (1-d) \frac{r_0 r_k}{r_0 + r_k}$$

$$h_{11} = \frac{U_1}{I_1} = r_3 + \frac{r_0 (1-d)}{r_0 + r_k}$$

h_{21} : ————— }

104.041 I_2 — ток в ветв. коротк. замык.

Состав. замкнутой цепи уравн.

на 1:

$$I_2 + d I_3 + \frac{U}{r_k} = 0$$

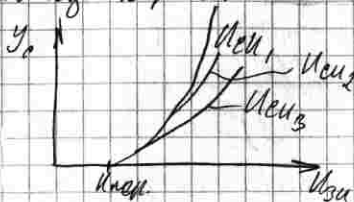
$$I_2 = -d I_3 - (1-d) I_3 \frac{r_0}{r_0 + r_k}$$

$$I_2 = -I_3 \left[\frac{d r_0 + d r_k + r_0 - d r_0}{r_0 + r_k} \right] =$$

$$= -I_3 \left[\frac{d r_k + r_0}{r_0 + r_k} \right] \quad r_0 \ll r_k ; I_2 = I_k$$

Т.к. в полев. промеж. макс. затвора при
 медл. мед. полев. выходы электроны
 в. кар-ки и прот. В. поле - проток
 мед. кар-ка : I_c (ИЗН)

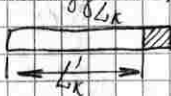
Возьмем V затв. пол. Иск в одн.
 немед. кар-к. $U_{сн} > U_{с2} > U_{с3}$



26.02.2011

Ширина канала
МДП - транзистора

При напряж. на стоке большая
 пол. малой ширины канала улетит
 точки. поэтому для Вент-мр. канала
 ширина $l \Rightarrow$ в проекции поле.



$$l_k = l_k \left[1 + \lambda (U_{сн} - U_{с0}) \right]$$

↑
 коэффициент
 между затв. кан

Для коротк. тока стока надо
 учесть. прот. прот. улит. на.

тогда учтем модуляцию.

$$\left(1 + \frac{\lambda U_{сн}}{U_{с0}} \right)$$

i.с.м.

Ширина кар-ки
МДП - транзистора

1) Кривизна : (опред. на рел. магн. урост.)

$$j = \frac{d I_{сток}}{d (U_{зп} - U)} ; I_c = \frac{1}{2} q (U_{зп} - U_{пол})^2$$

$$S = \sigma (U_{3u} - U_{пор.})$$

Если подать на заёмной цепи переменный ток, то получ.

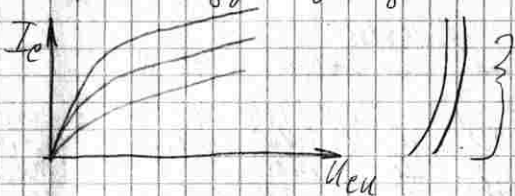
$$\Delta I_c = S \Delta U_{3u}$$

2) Дифференциальная проводимость

$$G_i = \frac{dI_c}{dU_{сн}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{аналогично (} U_{сн} < U_{3u} - U_0 \\ I_c \approx \sigma (U_{3u} - U_{пор.}) \Rightarrow \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow G = \sigma (U_{3u} - U_{пор.}) = S \text{ и на переменном}$$

токе (аналогично характеристикам вакуумных диодов) при модуляции сигнала катодом.



Введем коэффициент усиления:

$$\mu = \frac{\partial I_c}{\partial U_{3u}} = \frac{\partial I_c}{\partial U_c} \cdot \frac{\partial U_c}{\partial U_{3u}}, \quad \mu = S \cdot R_i$$

$$S = \sigma (U_{3u} - U_{пор.}); \quad i_c = \frac{1}{2} (U_{3u} - U_{пор.})$$

$$S = \sqrt{2\sigma} i_c$$

↑
крутизна

Усиление сигнала
(на переменном токе)

Усиление сигнала на катодном диоде. Если подать на заёмной цепи переменный ток, то получ.

Используем второе приближ. для ВАХ:

$$I_c = b \left\{ (U_{зи} - U_{пер}) U_{зи} - \frac{1}{2} U_{зи}^2 - \right.$$

$$\left. - \frac{2}{3} \left[(2\varphi_{кз} + U_{зи})^{3/2} - (2\varphi_{кз})^{3/2} \right] \cdot \frac{a}{\rho_{кз}} \right\}$$

$$a = \sqrt{2eE_0} q \lambda$$

Внем второго приближ. приведем к умел. ВАХ при больш. массе. электро-
на.



Для уменьш. влияния массы
приближ. формулы.

$$I_c = b \left[(U_{зи} - U_{пер}) U_{зи} - \frac{1}{2} (Ay) U_{зи}^2 \right]$$

Учитывая, что при малом
производные $\frac{\partial I_c}{\partial U_{зи}} = 0$, где A выражен.

массой приравняем эти производ. и
найдем из полу. ур-я коэф. γ

$$\gamma \approx \frac{1}{3} \frac{a}{\rho_{кз} \sqrt{2\varphi_{кз}}} < 1$$

Найдем $\frac{\partial I_c}{\partial U_{зи}}$ и прирав. 0. Это кот.
массы. $\Rightarrow U_{зи} = U_{зи макс.}$

$$U_{\text{сн}} = \frac{U_{\text{зв}} - U_{\text{порт}}}{1 + \gamma}$$

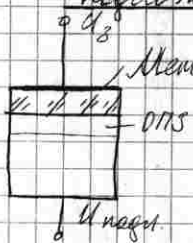
С учетом посылки накрутки на-
сыщ. линии. Якобы ток в цепи-
ле малый, считем. погрешн.

$$I_c = \frac{1}{2} \frac{U}{1 + \gamma} (U_{\text{зв}} - U_{\text{порт}})^2$$

$$\gamma = \frac{U}{U_{\text{порт}}} - \text{упрощен.}$$

↑
удельн.
потр.

Угол выверки посылки на ток стержня



Мет. Железо $U_{\text{порт.}} \neq 0$ можно
мет. ману. согрм. стерж
Нужно выверки на парам.
ком. упрощ. без-ну загл?
да в отс.

Угловой парам. напряжения

$$U_{\text{порт.}} = 2U_{\text{к}} + \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 \gamma U}{\rho S}} (2U_{\text{к}} + U_{\text{порт.}}) + U_{\text{об}}$$

В формуле для выверки приложит.
нужно сделать замеры.

$$2U_{\text{к}} \xrightarrow{\text{на}} 2U_{\text{к}} + U_{\text{порт.}}$$

Угловые напряжения $U_{\text{порт.}}$ мет.
без-ну загл. в канале. Тоже
тоже стержня стержня, мет. упрощ. и
по погрешн. Для эл. стержня кривизна по
порт., ком. < кривизна по загл.

Создавший затв. с подл. мемб. увелич. резистив. кривизну.

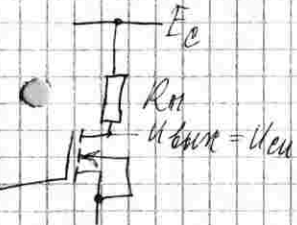
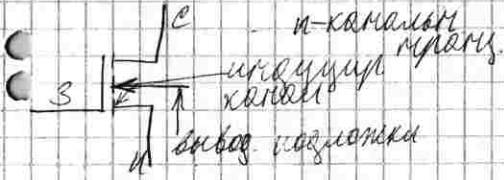
$$S_p = S + \frac{S^2}{S_{подл}}$$

Объём, подложка МДП-транз. высекаем. Φ , подл. обр. шельф. перв. транз.

Эквив. схема МДП-транз.

МДП-транз. как трехкаскадный мемб. усилит. имеет с обш. мемб. кан. обш. затвором и обш. стокан. Выход с обш. затв. примет. очень мало т.к. ширина полевого транз. при обр. схеме имеет перевернутое соотношение с обш. стокан.

Все с обш. емк. (исколько вый. паразит. мемб.) и обш. резист. тем с обш. к. в обш. транз. т.к. в ней не управл. полуп. обр. мал. обр. сопром. А обш. обр. — с обш. и обш. мемб.



Хороший пом. почему. на затвор. см. с обш. кан. обр. затвор. подл. на затвор. мал. перед. систем. и несл. мемб. мемб. на обр.

$$U_{вых} = E_0 - I_0 R_H$$

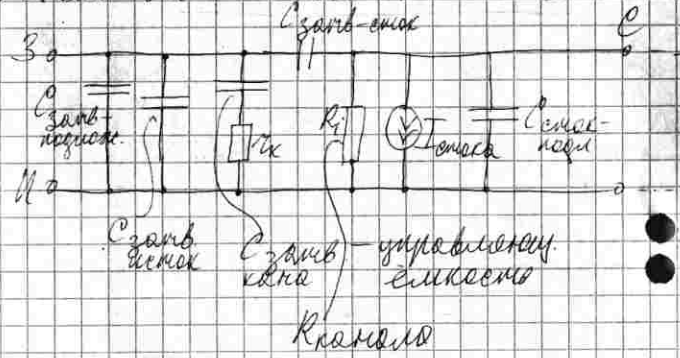
с увеличением E_0 макс. ток увеличивается
 макс. ток $I_0 \Rightarrow$ увеличением $U_{вых}$ \Rightarrow макс. ток
 тока в промывочной фазе с $I_{вых}$ \Rightarrow макс.
 составов. Выход макс. ток $I_{вых}$ \Rightarrow макс.
 паден. макс. ток $I_{вых}$ \Rightarrow макс.

$$U_{вых} = -I_0 R_H$$

$$k = \frac{U_{вых}}{U_{зи}} = -\frac{I_0 R_H}{I_{зи}} = -\beta R_H$$

Каскад с одн. истоком - поверн.
 каскад.

Носимым усилителем эквив. эк.
 эквив. эк. емкости в цепи:



Реально цель затвор - канал образ.
 носимым. $R_{дс}$ - цепочки. Затвор. $C_{дс}$
 эквив. $R_{дс}$ - цепочки, $C_{дс}$ $C = C_{зав-кан}$,
 $R = r_{кан}$

R_d и R_i должны соедин. паралл., но т.к.
 $R_i \gg r_{дс}$ соедин. его паралл. с истоком.

Еще разб-есть хор-еи едрен. ебязь
еюк разбвар

То еше ур-ли, найт. разел.

Дан. эквив. схема, дополн. ур-ли

$$i_c = b \left[(U_{zu} - U_{пор}) U_{cu} - \frac{1}{2} U_{cu}^2 \right] (1 + \lambda U_{cu})$$

где $U_{zu} - U_{пор} > U_{cu}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Если } U_{cu} = \frac{1}{2} b (U_{zu} - U_{пор}) (1 + \lambda U_{cu}) \\ U_{zu} - U_{пор} < U_{cu} \end{array} \right. \text{ макс-еи мо}$$

делая Шихманна - Коулмса

Континент еи разб-ком
на парал-ны прамит

Каждем $U_{zk} = U_{zk}$ времен. ебязь.
перен. тока в C_{zk} и C_{zu} .

$$U_{zk} = \frac{U_{zu}}{r_k + \frac{1}{j\omega C_{zk}}} \cdot \frac{1}{j\omega C_{zk}}$$

$$U_{zk} = \frac{U_{zu}}{1 + j\omega r_k C_{zk}} = \frac{U_{zu}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{r_k C_{zk}}$$

$$S = \frac{I_c}{U_{zu}} = \frac{I_c}{U_{zk} (1 + j\frac{\omega}{\omega_0})}$$

$\omega \rightarrow 0$

$$S = \frac{I_c}{U_{zk}} = S_0; \quad S = \frac{S_0}{1 + j\omega/\omega_0}$$

$$|S| = \frac{S_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} ; \text{ при } \omega = \omega_0 \quad S \text{ и } S_0 \text{ равны}$$

ω_0 - предел частоты крутизны

$$\omega_0 = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{\pi C_K}$$

Если расчит. ω_0 при реальн. знач. πC_K , то получ. знач. периода ω -об. ГГц

Вывести C_{3H}, C_{3H}, C_{3H}

При многокаскад. блоках C_{3H} послед. каскада подключ. и емкостями C_{3H}, C_{3H} емк. каскада. Введ. $C_{ввод} = C_{3H} + C_{3H} + C_{3H} = \frac{3}{4} R_n$ - она и будет R_n .

$$|Z_{in}| = \frac{R_n}{\sqrt{1 + \omega^2 R_n^2 C_n^2}} = \frac{R_n}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} ; \omega_0 = \frac{1}{R_n C_n}$$

Расчит. модуль коэф. уси. на вых. част.

$$|K_{of}| = |Z_{in}| \cdot S = R_n \cdot S$$

$$R_n = \frac{1}{\omega_0 C_n} ; |K_{of}| = \frac{S}{\omega_0 C_n}$$

$\omega_0 = 2\pi f_0$. Введ. частот. блок частоты f_0 , $T.E.$ частоты, на кот. $|K_{of}| = 1$

$$f_{0\text{гран}} = \frac{S}{2\pi C_n} - \text{частота}$$

Хри убои. Он цименту. Садм чрн. Оси
 \ll предельн. частоты крутизны f_p .

● Назм. Оси обн. скел. мат. не цимн.
 в эво. скел. су-рн, ево, ево.

● ~~Видн~~ по сравнению с другим тран.
 $S_{21} = \frac{a_{12}}{a_{21}}$ Крутизна пово. нулю
 видн. емкостью C_{3e}
 частот. хар - ки значимы ево

Видн. C_{3e} .

● $C_{3e} = C_{3e1} + C_{3e2}$ В среднем, макс. ампл.
 в C_{3e1} и C_{3e2}

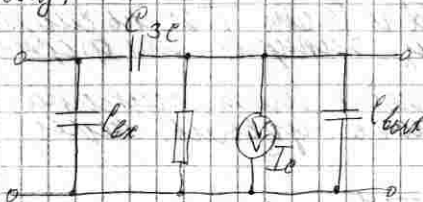
$$i_{3e} = U_{3e} \cdot j\omega C_{3e} + (U_{3e} - U_{out}) j\omega C_{3e}$$

$$i_{3e} = U_{3e} [j\omega C_{3e} + (1 + K) j\omega C_{3e}]$$

$$i_{3e} = U_{3e} \cdot j\omega C_{3e} \cdot (1 + K) \Rightarrow C_{3e} = \frac{i_{3e}}{U_{3e} \cdot j\omega (1 + K)}$$

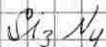
● C_{3e} искажает форму сигнала.
 емкостью.

Система рассмотрена предельно.
 скелу.



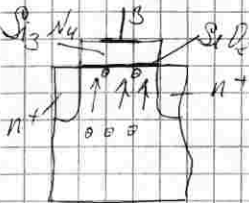
След. видн. МДП-транз.

1) Кусок Me — микруна — окс — и/и.
 Dussil. сигнал. суживает.



Пример. Узавб ≈ 25 . 30 В

Эт-нос микруна. через окс.
 кулаш. дорол. мануриле
 режу \uparrow .



\uparrow — сепром. такого тупану
 будет большим.

Зерно. ман. жран. ошми.

время при окисл. пшм. \uparrow — почемь.
 как пошмь. для се ушачиет. — больш.
 ошми. мдр. мр 3.

4.03.04
 селм-
 мдр

Симетри Т на парам.
 диаметр тупануе.

1. Дорам. моки завим. ом Т \Rightarrow мен-
 левон. макс. конлек Y_{ko} .

2. $U_{до}$. $f = -2 \frac{u \cdot B}{\text{град}}$
маннер
 крзоп.

3. $d = \frac{I_x - I_{ko}}{I_o}$, $\beta = \frac{d}{1-d} = \frac{I_x - I_{ko}}{I_o + I_{ko}}$
завим. ом Т

Мок. завим. d и β ом Т очень сложна
 \Rightarrow сбер. пошм. симури — мн. фронт-мн.

1. Для I_{ko} прибл. ман. сшмань,
 что велич. макс. ушвалл. через
 кане. 10° .

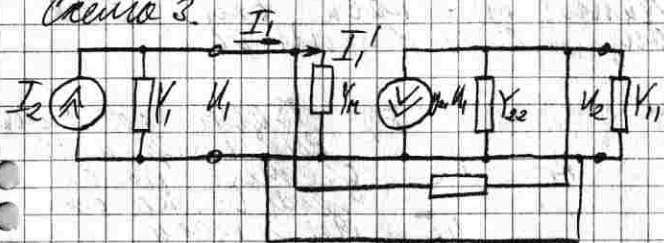
$$\Delta I_{no} \approx 0,1 \Delta T Y_{ko}$$

Парам. дор. свезь по
матриц.

29.11.04

Анализ кр. по шем. у-парам. Трех-
фазн. парам-ам ую.

Схема 3.



Найдем K_E (для эм. разомк.
цель дор. свезь):

$$U_2 = - \frac{Y_{21} U_1}{Y_{22} + Y_n}; \quad U_1 = \frac{I_2}{Y_n + Y_1}$$

Перейдем от цепоч. тока к це-
поч. напря.

$$I_2 = E_2 \cdot Y_{1n}, \quad K_E = \frac{U_2}{E_2}$$

$$\text{то } K_E = - \frac{Y_{21} Y_1}{(Y_1 + Y_n)(Y_{22} + Y_n)}$$

Опред. K (для эм. связи цель дор.
св. от цепи напр. передатч и в уде-
лим цепоч. тока)

В одн. св. вых то \Rightarrow тока вх \Rightarrow
 K_B выхем. малый.

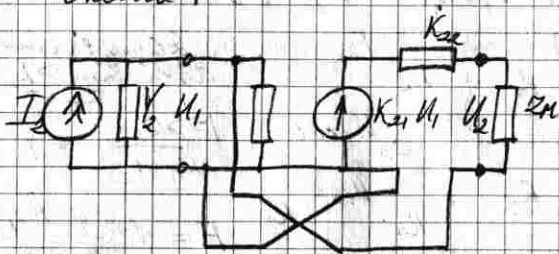
$$\text{Тогда } I_{oc} \approx U_2 Y_B$$

$$\text{ср. стая. } I_{oc} = U_1 Y_1 \quad \Rightarrow K_B = \frac{U_1}{U_2} = \frac{Y_B}{Y_1}$$

Здесь некие примечания. G_{12} - Замерили во вход. цепи при коротком замыкании - ит. вышнр. Де эквив-мент DC.

Тогда $G_{11} = K_{11}$ - вх. имп-анс Y_{11}
 $G_{22} = K_{22}$ - вых. сопротив-е

Схема 4



Найдем КЕ (омкн. цепь с гнл змкн)

$$U_2 = \frac{K_{21} U_1 \cdot Z_H}{(Z_H + K_{22})}; \text{ и } U_1 = \frac{I_2}{Y_{11} + Y_1}, \text{ но}$$

$$I_2 = E_c Y_1; \text{ Тогда } K_E = \frac{U_2}{E_c} = \frac{K_{21} Z_H Y_1}{(Z_H + K_{22})(Y_{11} + Y_1)}$$

Значит β - д В омкн.

цепь приемной передачи и зерен. мо-

$$I_{oc} = \frac{U_2}{Z_H}, \text{ и } U_1 = \frac{I_{oc}}{Y_1} \Rightarrow$$

$$U_1 = \frac{U_2}{Z_H Y_1} \Rightarrow \beta = \frac{1}{Z_H Y_1}$$

$$K_{левн.} = \beta \cdot K_E; \quad F = 1 - K_n$$

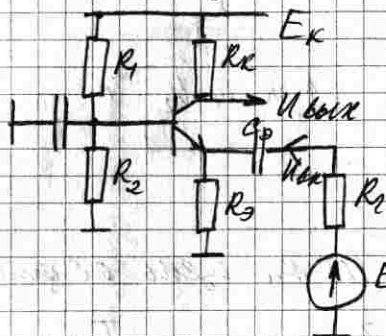
$$K_n = \frac{K_{21}}{(Z_H + K_{22})(Y_{11} + Y_1)}; \quad K_{21} = -Z_{20} Y_{21} =$$

$$= -R_{22} y_{11} \cdot h_{21}$$

$$K_{11} = - \frac{R_{22} \cdot y_{11} \cdot h_{21}}{(2R + K_{22})(y_{11} + y_1)}$$

$$F = 1 + \frac{R_{22} \cdot y_{11} \cdot h_{21}}{(2R + K_{22})(y_{11} + y_1)}$$

Полный пред-мр. eDB



Допустим, что $R_{22} \gg K_{22} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{R_{22}}{2R + K_{22}} \rightarrow 1$

$$F = 1 + \frac{y_{11} h_{21}}{y_{11} + y_1}$$

$E_2 \quad y_{11} = \frac{1}{h_{11}}$

Допустим, что C_2 имеет предельно мал. емкость. в этом случае, можно

$$y_1 = \frac{1}{R_2 \parallel R_3} \quad \Rightarrow \quad F = 1 + h_{21} \frac{R_k \parallel R_L}{R_2 \parallel R_3 + h_{11}}$$

Вывод: DC на вх и
 вх. проб-ты (собр-е)

Вывод парал. DC на вх
 проб-ты

Рав. сх. 3, т.к. на вх здесь и DC и
 сум. ток.

$$I_1 = I_1' + I_{0e}; \quad I_1 = U_1 y_{11} + (U_1 - U_2) y_0$$

обозначим вх. проб-ты центр-ва,

св. ценно ос $y_{\text{св}} = \frac{I_1}{u_1}$

$y_{\text{св}} = y_{11} + (1-k)y_0$

$k = \frac{u_2}{u_1} = - \frac{y_{21} u_1}{(y_{22} + y_{11}) u_1} = - \frac{y_{21}}{y_{22} + y_{11}}$

Пример. 1 по сравн. с k и вынес. за скобки y_{11} , то

$y_{\text{св}} = y_{11} \left[1 + \frac{y_{21} y_0}{y_{11} (y_{22} + y_{11})} \right]$

образн. y_{11} как вк проб-ме ос ценн ос

$y_{\text{св}} = y_{\text{св}} F_{1x}$

вквпр. свод. ← мнж ос в рете. KX мо

полос ос убав. вк проб-ме в F_{1x}

Вынеш. поснев. ос на вк сопр-е

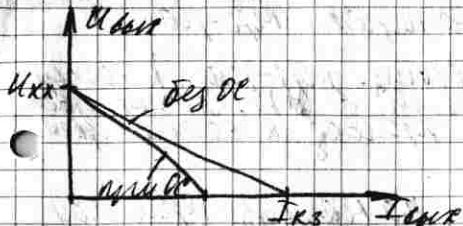
Рав. св. I.

образн. вк сопр-е цен-оста, св. ос

$R_{\text{св}} = \frac{u_1' + u_2}{I_1}$

$u_1' = I_1 \cdot z_{11}$; $z_{11} = z_{1k}$ — вк сопр. ксе-коре, ме св. ценно ос.

зв вк. в вышеле, одн. z_{22} , z_{11} и u_2



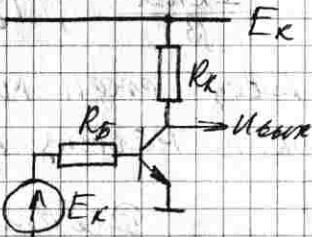
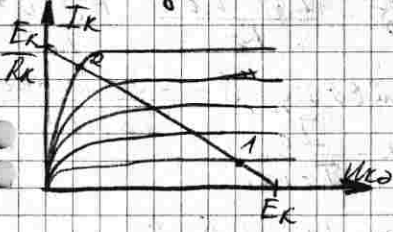
При ОС б/е м.р.
 КХ ста на в.и.
 на 2-оме (I_{ос}=0)
 Врем. кЗ макс. д-
 стем ↓ в F_{ex, псз}

При макс. R_{нв} F = \frac{U_{ккx}}{I_{кз}} \cdot F_{ex}

Угол: ОС по макс. ↑ R_{нв} в F_{ex, псз}

Работа каскада в ключев. режиме.

При работе в ключев. режиме каскад макс.-вл. в т.ч. с учетом:
 * элект. емкости (при задержк.), элект. индукц. и элект. переходов.



1 - макс. перекр. элект. индукц. пар-ки при с. магнит. приемл.

При работе в ключев. режиме макс. д-стем ↓ в F_{ex, псз} макс. индукц. пар-ки, при макс. д-стем ↓

I_{б} = -I_{кб} - электр. ток К-Б
 Для Si-тип от макс. индукц.

