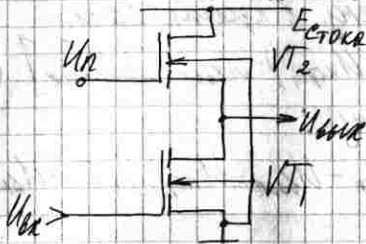


МДП-транз с квази-
линейной нагрузкой

1. ДМ. ДЧ



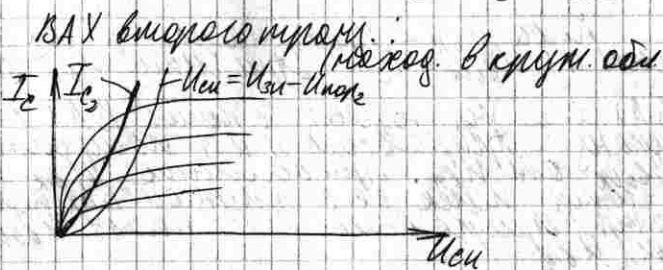
Заман внаро
транз емере за-
манд ом иерот.

$$U > E_e + U_{кн2}$$

$$U_{кн2} = U_k - U_{вых}$$

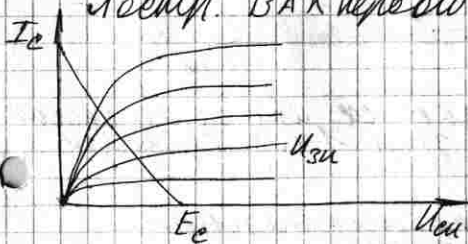
$$U_{кн1} = E_e - U_{вых}$$

ВАХ внаро транз.



$$I_{c2} = b \left[(U_k - U_{вых} - U_{кн2}) (E_e - U_{вых}) - \frac{1}{2} (E_e - U_{вых})^2 \right]$$

Кривая I_{c2} близка к криво прямой
Аосмр. ВАХ внаро транз.



1) $U_k - e$ подол. $x - k$ 1-го транз.

$$I_{e_1} = \frac{1}{2} b (U_{ок} - U_{пор_1})^2$$

2) ВАХ 1-го транз. в кругл. обл.

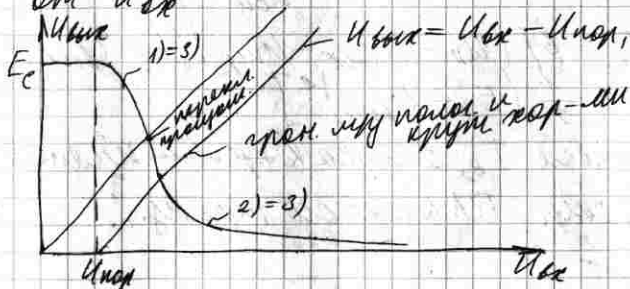
$$I_{e_1} = b_1 [(U_{ок} - U_{пор_1}) \cdot U_{ок} - \frac{1}{2} U_{ок}^2]$$

3) ВАХ 2-го транз.:

$$I_{e_2} = b_2 [(U_{н} - U_{ок} - U_{пор_2})(E_c - U_{ок}) - \frac{1}{2} (E_c - U_{ок})^2]$$

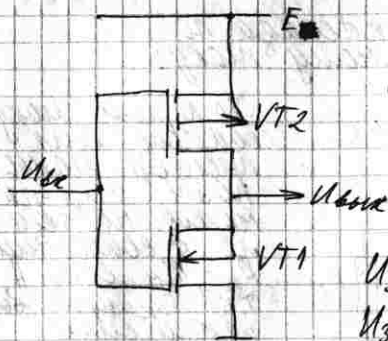
Когда $U_{ок} < U_{пор_1}$, перв. транз. закрыт и $U_{ок} = E_c$. При мал. $U_{ок} > U_{пор_1}$.

ВАХ 2-го транз. пересек. с осью "ВАХ 1-го транз." при $U_{ок} = U_{пор_1}$. При больших $U_{ок}$ ВАХ 2-го транз. пересек. с "круглой" ВАХ 1-го транз. при $U_{ок} = U_{пор_2}$. При больших $U_{ок}$ ВАХ 2-го транз. пересек. с "круглой" ВАХ 1-го транз. при $U_{ок} = U_{пор_2}$.



А при этом дан. эк. лев. более выск. находится при закр. 1-ом транз.

Компьютерные
схемы.



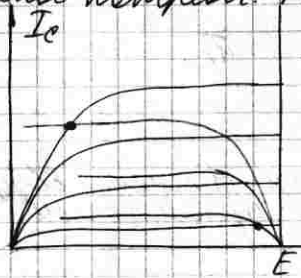
Три транзистора
 м/у ед. смеще-
 ние смещено в
 направлении выходов

$$U_{3u1} = U_{вх} - 0 = U_{вх}$$

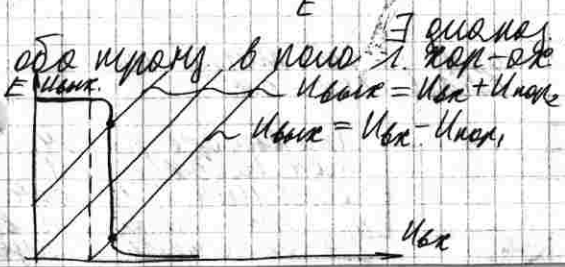
$$U_{3u2} = U_{вх} - E$$

Три транзистора. $U_{вх} < U_{пор}$, первый транзистор закрыт, а U_{3u1} - самый большой, поэтому I_{3u2} второй транзистор открыт и $U_{вх} = E$

Субъектив. $U_{вх}$ перв. транзистор открыт, а второй - закрыт, поэтому т.к. U_{3u1} больше $U_{вх}$ чем $U_{вх}$ и $U_{вх} = E$ транзисторы не работают.



Три транзистора. $U_{вх}$ 1-ый транзистор - в полумосте пер-ор, а 2-ой - в кривых. Три транзистора $U_{вх}$ 1-ый - в кривых - второй - в полумосте.

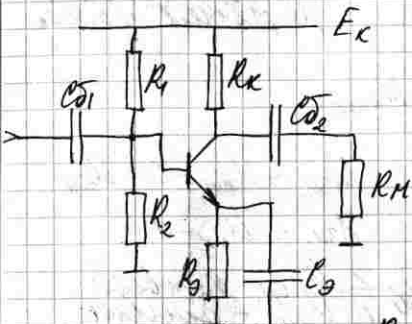


Эта схема $U_{вх}$, когда $U_{вх} < U_{пор}$

$$U_{вх} = U_{вх} + U_{пор2}$$

$$U_{вх} = U_{вх} - U_{пор1}$$

Анализ каскада по переменной мощности:



То перемен. мощность
сигнала. ток в
перемен. мощ. в
результате импеданс
нагрузки на выходе
и в коллекторе.
 R_k, R_n сев. и
т.к. E_k и др. то
перемен. сигнал
сигнал земли.

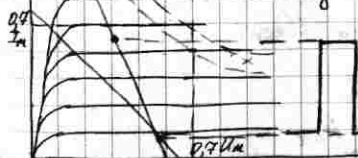
$$R_n = R_n \parallel R_k = \frac{R_n R_k}{R_n + R_k}$$

$$R_{\text{св}} = R_k + R_3$$



При падении от сим А перемен. вьет
- вилу по одной крив. придем (фигу-
мической)

Выбор работ. точки на
выход. ток - ок.

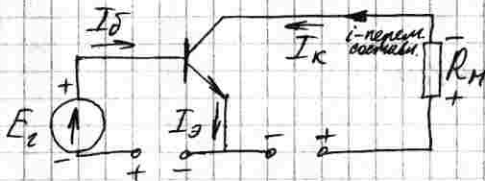


При выборе работ.
точ. несов. учим.
справоч. работ.
точ. не должны быть
за ширину полосы.

мощ - той 2) $U < U_{пробой}$ 3) Так же разм
 премах. I_{max} . Допущ. мощ. управл.
 диод не вращаемым в одн. м. в. и
 смещки. Вспомог. одн. ток. $I_{всп}$
 покаже и у палец - ии и б - ты вк
 смн.

Если каскад разлу. преоб.
 цемем, то смн. макс. и расч. мощ.
 в. в. - ед, и условие ток. критичны.
 Если смн. большой смещиваем,
 то рад. мощ. - посера. смещив. Марку
 прех. Если смн. большой, или, то
 рад. мощ. смещ. к грех.

Каскад с едичи
 смещиваем.

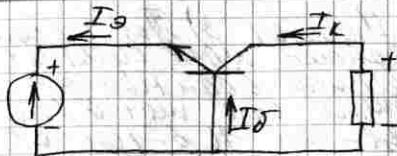


Характери по-
 лог. перем. ма
 манрете ма
 в. в.

Если поперность в едичи - рад.
 ма прех. то все ток. в. в. в. в. в.
 $I \Rightarrow * I_K$ (перем. смещив) едичи
 по манрете с перем. I_K при ма-
 ром манрете ма манрете в. в.
 смн. по перем. прехив. в. в.

При п-р-п прех. все ток. мен.
 манрете, при перем. смн. по-
 ки смн. по перем. в. в.
 на в. в. смн.

Схема с едичи базой.

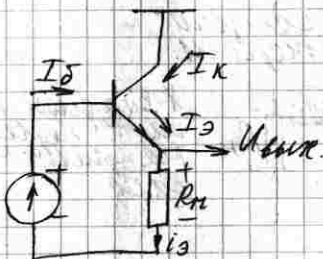


Если полярн.
 $\frac{I_x}{I_3}$ указ. на
 инв., но все
 таки впр. ↓

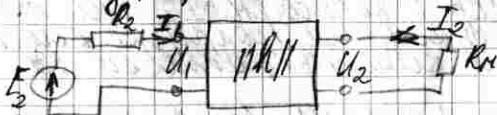
$I \Rightarrow I_x$ направл. векторич. I_x ; по-
 лярность напряж. на резисторе, сов-
 пад с полярн. вект. напр. $I \Rightarrow$
 ск. с соцу. 5 не инвертир.

Схема с соцу. резистором.

ск. не инвертир.



8.04.041. Для транз. как малуине.
 немыслително велик, отв. $\frac{I_x}{I_3}$ и ин-
 у парам-ми



Частот. завис-ть парам-ра $\frac{I_x}{I_3}$ отв.
 помп. k_{21}

М.к. k_{21} хар-се предельн част.
 $I_3 = k_{21} I_3$, но всег. I_{x10}

Если $k_{210} = \frac{1}{2 \times 10^3 \times 10^3}$; $I_{x10} = \frac{1}{2 \times 10^3 \times 10^3} (25 \times 10^3)$



Век. в болонк ур-
 кад иттар. дит-
 ма кам. мана,
 позм. сар. ситки.
 Эл. поул. носит.
 в камале доимт.
 скор. итталы.
 E (она $\approx 10^4$ в/см)
 стенов. конденс.

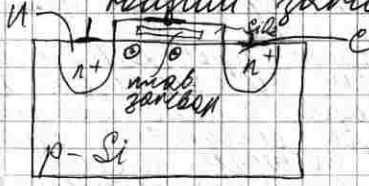
и дитт проделте трату.

В БУЕ лелит петок и етток
 проделт кид лелит. итуд. ит. к. бор
 скар. рун. лелит. иттике. по в
 ср-поул. трату. петок и етток лелит.
 след. келт $n = 10^{17}$ \Rightarrow актив. селт.
 итм. и сит. λ в ср-поул.

МОТТ трату тибетт к бол - ие зар.
 болон - ке кам. мана. мана. болон - ед
 эитт ситтикт (полет. эит-итт) итм. ма по-
 пад. иттка, итм. мана. мана. ркс. полет.
 ситтикт. эит - ед ма зар. болон мана
 иттикт к итуд. камале \Rightarrow бор.
 с МОТТ трату. иттикт. зар. итм. сит
 ситтикт. зар. итуд.

Ч. Д. З. 0.3

МОТТ-трату. с итма-
 мана. зар. итуд.



хлав. зар. ит-
 тма. ит. полет-
 крел. и мана.
 ситтикт. зар. ит.
 полет. ит. к ка-
 камале бол.

$I_{\text{и}} U_{\text{и}} = 0; U_{\text{и}} = U \approx 10 \text{ В}$

Итм. мана. зар. кам. в мана. болон.
 ит. итуд. Если $U_{\text{зар}} > 10 \text{ В}$, то эит-итт \odot

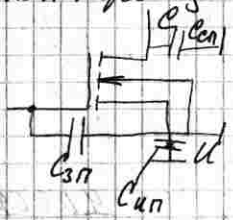
связи к шав. зар. и макаши. на ней
 при вык. всек манжет. зар. в
 замк. будет крам. джетом. дило.
 замк. зар. - крам. джетом. 1, 2
 по джету - джет. 0

Когда зар. нест, но вы-на в Умары.
 $\approx 1, 2$ в. при маж. зар. в шав. замк. в
 Умар \uparrow до 80 В.

Для очин. умары приклад. $U_e = \text{const}$
 и $U_{\text{мар}} < U_{\text{за}} < U_{\text{мар}}$. Если какой
 образ - ел, то зар. в замк. джету.
 Если не образ, ток см. ≈ 0 , но ло-
 ш. 1.

Динамич. МЭП-урану.

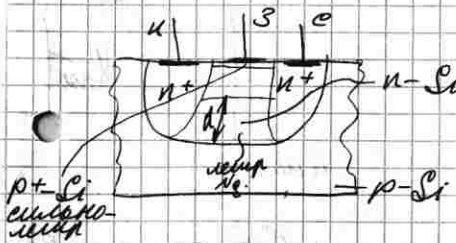
Умары. маж. крам. б. параз. емк.
 МЭП урану. об. это сущ. - паразит.
 замк.



При подаче U на замк. - ма-
 пар. с зар. и, а при от-
 ключ. U зар. на параз.
 емк. маж. крам. джет.
 време. жароши емк.
 манжет. на замк. -
 параз. с зар. и. При пов.
 вык. U параз. с маж. и.
 разреш. через емк. цень.

Во-и. сущ. - а разреш. через какой и
 емк. цень. следет. маж. сущ. крам.
 ел. маж. параз. с через дило.
 сепром. камаю или емк. емк. емк.
 маж. зам. ел. параз. емк.
 через маж. маж. путём очин. умары.
 и паразит.

Телев. урану с управ-
 лением \neq р-п-переходом.



В транз. с инверсией р-н перех. имеет мох канал - ед управ-ея мот-щной канал

мы абсрн. абн, скорн. мо замесе р-н-перех. до-мощ. канала.

Т.к. р+ слой сильно легир., то весь абср. еяей лем. в канал. Т.к. абср. слой им. воок. R, то до-мощу кан. = до-Δ

$$\Delta = \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 (N_0 - N_{su})}{q N_D}} \quad \Delta$$

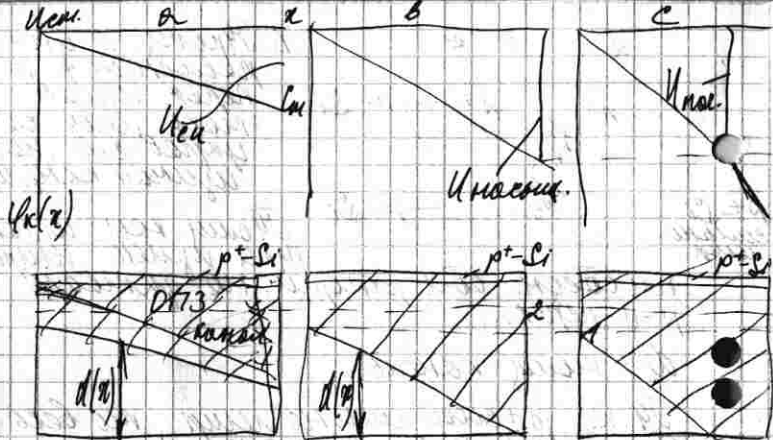
Тогда мо замесе мох кан. напряе. кан. Δ домо = до 1 => кан. исея. - это Кансе.

$$U_{амс} = - \frac{q N_D a^2}{2\epsilon\epsilon_0} + U_0$$

$$1 - \frac{q N_D a^2}{2\epsilon\epsilon_0} = U_{амс} \quad | \Rightarrow U_{амс} = U_{амс} + U_0^*$$

Т.к. кан. упр - ед не только U амс, мо и U см-ем. Т.к. канал премоетн., мо у исея U канале = 0, а у исея U кан. = U см-ем.

см. рис. о примоет модаль U см-е ~~на зам. коо. зема. и~~ о примоет U см-ем. мо коо, чм. у исея $\phi = 0$.



Угол замир. $U_{насл}$ $U_{насл}$ при
 пер. $> \theta$ тем угол. $U_{насл}$
 через кон. на-
 зов. $U_{насл}$.

Если $U_{em} - u_{em} > U_{насл}$, то кон. $U_{насл}$
 1 - угол. $U_{насл}$. $U_{насл}$ след при $U_{насл} = 0$
 2 - угол. $U_{насл}$. $DТЗ$ при $U_{zi} = 0, U_{em} = 0$

Если $U_{em} > U_{насл}$, то кон. $U_{насл}$
 $U_{насл}$, а на U_{em} - $U_{насл}$.

качество. олому ред. мулам.

$|U_{zi}| = \text{const}$ и $|U_{zi}| < |U_{насл}|$. $|U_{em} - u_{em}|$
 $< U_{насл}$, тогда в кон. $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$
 угол. $U_{насл}$ - $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$
 при $U_{насл}$. $U_{насл}$ - $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$
 $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$
 $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$
 $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$ $U_{насл}$

Кадрет. $U_{насл}$.

$$d = d_0 - \Delta(x) = d_0 - \sqrt{2 \epsilon_0 \epsilon(x) + \mu(x) - U_{zi}^2} / \mu \epsilon_0$$

Если $d=0$ у конца, то $\varphi(L_0) = U_{00} = U_{max}$.

В см. см.ч.

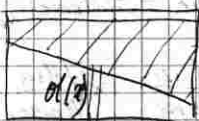
$$d_0 = \sqrt{\frac{2\epsilon_0 [U + U_{max} U_{zu}]}{g \cdot g}}$$

$$\sqrt{\frac{U_0 + U_{max} - U_{zu}}{-U_{max}}} = 1; \quad U_{max} = U_{zu} - U_{00} - U_0$$

$$U_{max} = U_{zu} - U_{00}$$

Рассчитаем ток
в провод.

Расс. в каком направлении и от чего ток
идет, почему так.



расст. попереч.
напряж. по
зм. тока.

$$d\varphi = i_e dR = i_e \frac{g dx}{2 - d(x)}$$

2-попереч. рез. в прод. $L_{пр}$

$$dx = \frac{2}{d(x)} d\varphi = i \frac{g dx}{2}$$

$$\int_0^{L_{пр}} d_0 \left[1 - \sqrt{\frac{U_0 + \varphi(x) - U_{zu}}{-U_{00}}} \right] d\varphi =$$

$$\int_0^{L_{пр}} i g \frac{dx}{2}$$

ток
напряж.

перем. по вправо и от центра i_e в
конт. = конт. напряж. U_{zu} и U_{00} по кр. вправо и зп.

$$\int_0^{U_{00}} \left[1 - \sqrt{\frac{U_{zu} - U_0 - \varphi(x)}{U_{00}}} \right] d\varphi = i_e L_{пр}, \quad U_{00}$$

$R_{00} = \frac{g L_{пр}}{2}$ - на-
ска сопротивления

$$U_{00} + \frac{2}{3} U_{00} \left[\left(\frac{U_{zu} - U_0 - U_{00}}{U_{00}} \right)^{3/2} - \left(\frac{U_{zu} - U_0}{U_{00}} \right)^{3/2} \right] = i_e L_{пр}$$

Трещина. U_0 , тогда $U_{\text{нн}} = U_{\text{нл}}$

$$i_{\text{сн}} = \frac{1}{R_{\text{к0}}} \left[U_{\text{нн}} + \frac{2}{3} \left(\frac{U_{3\text{н}} - U_{\text{нл}}}{U_{\text{нл}}} \right)^{3/2} U_{\text{нл}} - \frac{2}{3} U_{\text{нл}} \left(\frac{U_{3\text{н}} - U_{\text{нл}}}{U_{\text{нл}}} \right)^{3/2} \right]$$

Для $U_{\text{нл}} < U_{\text{нл}}$ с выражен. при $U_{\text{нн}} > 0$, то $U_{\text{нл}}$ больше $i_{\text{сн}} = \text{const}$.

При $U_{\text{нл}} > U_{\text{нл}}$ наиб. пер. макс. при ком. $U_{\text{нн}} = U_{3\text{н}} - U_{\text{нл}}$. Тогда $U_{\text{нн}} \in$ макс. $i_{\text{сн}}$ при макс. $U_{\text{нл}}$

$$i_{\text{с}} = \frac{1}{R_{\text{к0}}} \left[U_{3\text{н}} - U_{\text{нл}} + \frac{2}{3} U_{\text{нл}} - \frac{2}{3} U_{\text{нл}} \left(\frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} \right)^{3/2} \right]$$

$$i_{\text{с}} = -U_{\text{нл}} / 3R_{\text{к0}} \left[1 - 3 \frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} + 2 \left(\frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} \right)^{3/2} \right]$$

$$\square U_{3\text{н}} = 0 \quad i_{\text{с}} = i_{\text{max}} = -\frac{U_{\text{нл}}}{3R_{\text{к0}}}$$

$$i_{\text{с}} = i_{\text{max}} \left[1 - 3 \frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} + 2 \left(\frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} \right)^{3/2} \right]$$

Упр-е при макс. $i_{\text{сн}}$ от $U_{\text{нл}}$ и $U_{3\text{н}}$ в брент. макс. $i_{\text{сн}}$ при $U_{\text{нл}} = U_{3\text{н}}$ и $U_{\text{нл}} = 0$

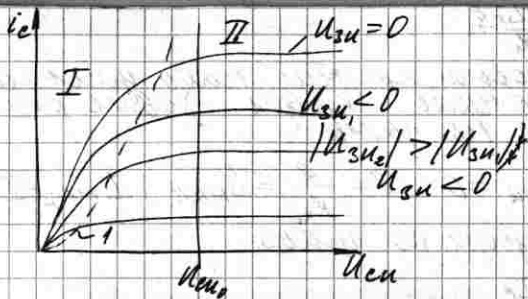
Для $U_{\text{нл}} > U_{\text{нл}}$ при макс. $i_{\text{сн}}$ в брент. $U_{\text{нл}} = U_{3\text{н}} - U_{\text{нл}}$

$$i_{\text{с}} = i_{\text{max}} \left[1 - \frac{U_{3\text{н}}}{U_{\text{нл}}} \right]^2$$

ВАХ при $U_{\text{нл}} > U_{\text{нл}}$ и $U_{3\text{н}} = U_{\text{нл}}$

Упр-е $U_{3\text{н}}$ и $U_{\text{нл}}$

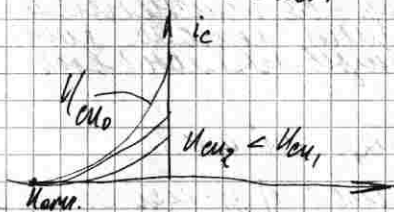
1) макс. пер-ка $i_{\text{сн}}$



Для мр. с ин-им р-и перек. макс. нел. криво. и разд. для I - ин. перек. уменьш. и для насыщ. II.

Характерные кр-ки.

Фиг. Уем-нел и коэф. $i_{cнc}(U_{cн})$



Хар. кр-ки
перек.

11.03.04

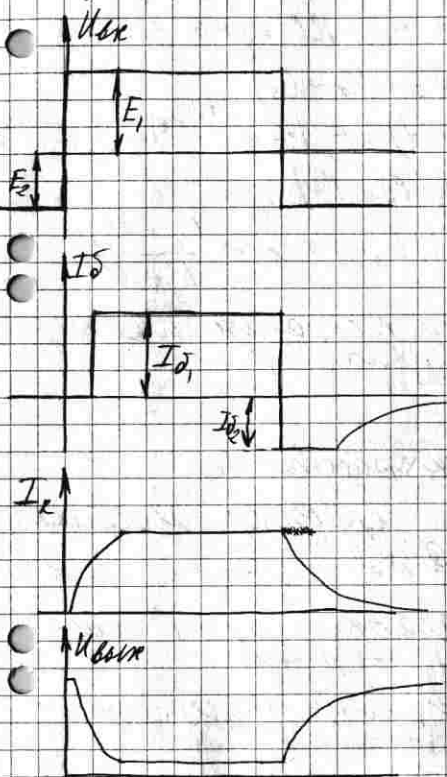
Осн. д. п. омп. уем. св-ва
перек. св-ва 1) криволинейн.

$$S = \frac{dI_c}{dU_{cн}}$$

$$I_c = I_{max} \left(1 - \frac{U_{cн}}{U_{омс}} \right)^2$$

$$S = \frac{2I_{max}}{U_{омс}} \left(1 - \frac{U_{cн}}{U_{омс}} \right); I_{max} = -\frac{U_{омс}}{3R_{кн}}$$

Дана шир. импульс α -к китора в. U_{α}
 мод. сред. время α -к китора U_{α} , $U_{\alpha \text{ max}}$,
 I_{α} , $I_{\alpha \text{ max}}$

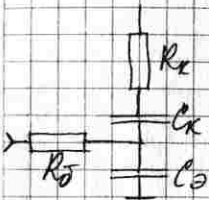


Процесс вкл. китора (перех. в мо-
 #сст. - сост. импульс в 3 стадии

1. Задержка срабатывания (вкл. китора)

t_E - в-ма возм. для переб. китора в сст. мод. при $t=0$ - т.п. задерж. \Rightarrow переход мо-
 ку мод. емкост. заряд. и китора. лог.

было пред. в биге



$IR_k \ll R_0$, тогда заменим
 ср. на RC-цепь с $\tau =$
 $= R_0 (C_k + C_0)$

$$U_0(t) = E_1 (1 - e^{-t/\tau}) + E_2 e^{-t/\tau}$$

$$= R_0 (C_k + C_0) ;$$

$$U_0(t) = U^* ; t_3 = \tau \ln \frac{E_1 + |E_2|}{E_1 - U^*}$$

Тогда считаем, что макс. заряды имеют
 след. приближ. знач. q_0

$$q_0 > q_{max}$$

2) Формир. фронта U_k

Воспользуемся зарядовым методом
 эмпл. перес.

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau} = I_0 - \text{это макс}$$

базы формир. макс. зар. и ком-
 перес. режим (а/т). Вмр-ре

Вмр-ре вводим сумм. перед. цепи
 передат. C_k и C_0 , т.е.

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau} + C_k \frac{dU_k}{dt} + C_0 \frac{dU_0}{dt} = I_0$$

можно применить, применяя т.к.
 если R_k велико, τ_0 мало
 что и бывает.

можно использовать, когда $U_k = 0$ и заряд в базе. $Q = I_0 \tau$

В актив. цепи пов. нар при $\gamma_2 \approx 1$

$$\tau = \tau_B = \frac{1}{\omega_B} = \frac{1}{2\pi f_B} = \frac{1}{2\pi f_{k213}}$$

В актив. цепи ~~на~~ $\gamma_k \sim$ велич. зап. в дже. Макс. ур-е им. след. перм.

$$Q(t) = Q(\infty) - [Q(\infty) - Q(0)] e^{-t/\tau}$$

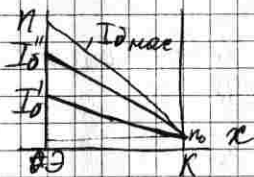
зап. в макс. осем.
макс. зап.

$Q(0) = 0$; $Q(\infty) = I_{D1} \cdot \tau$, тогда

$$Q(t) = I_{D1} \cdot \tau (1 - e^{-t/\tau})$$

Рас. переносим заряд в дже в процессе увеличения макс. I_D

Считаем, что перенос макс. нар. в дже им. лит. харак.



Когда I_D достигн. знач. I_{Dmax} заряд в дже пресохн. знач. макс. е. упротив. лит. нар. при ур-ем. Макс. нар. достигн. достигн. макс.

Когда $Q = Q_{упр} = \frac{I_{Dmax} \cdot \tau}{k_{213}}$; $I_k = I_{kmax} = k_{213} \cdot I_{Dmax}$

$Q_{упр} = Q_{упр} = t_{упр} = \tau \ln \frac{I_{D1}}{I_{D1} - \frac{I_{kmax}}{k_{213}}}$

3) Каким. заряд в дже. И.к. $I_D > I_{Dmax}$ то упротив. заряд макс. в дже с $\tau \leq \tau_{max} \neq \tau_B$

Удобр. зер. посевом. равном. по всей
базе

Время работы $\tau = \tau_{\max} + \tau_p$

$$t_{\max} \approx (3 \div 5) \tau$$

Процесс работы катка (перех.
взр. соек.) процесс при работе земл.
саям. Ма. вл. в 2 этапа.

Ток давл. макс. резко измен. свое
знач. до I_{D_2}

1) Процесс удобрения зерна.
Зерно посева с посев. вл. $\tau = \tau_{\text{посев}}$

$$\tau_{\max} \approx \tau_{\text{посев}}$$

Определ. вл. посева. и упроб. для
зерна.

$$Q(0) = I_{D_1} \tau_{\max}$$

$$Q(\infty) = I_{D_2} \tau_{\text{посев}}$$

Рав. законч., когда $Q(t) = Q_{\text{пр}} = \tau \frac{I_{\text{посев}}}{k_{210}}$

$$\tau_{\text{посев}} = \tau_{\max} \ln \frac{I_{D_1} + I_{D_2} \tau_{\text{посев}}}{I_{\text{посев}} + I_{D_2} \tau_{\text{посев}}}$$

В европ. время посев. упроб. в
след. виде I_{D_1} , I_{D_2} , $I_{\text{посев}}$
и $I_{\text{к}}$, тогда $I_{D_1} = I_{D_0}$
 $I_{D_2} = -I_{D_0}$

$$\tau_{\text{посев}} \approx (0,8 \div 1,0) \tau_p \text{ - для европ. мтр.}$$

$$\tau_{\text{посев}} \approx (2 \div 5) \tau_p \text{ - для др. мтр.}$$

Допуст., что зерно у кол. перех.
посев. и каток. перех. закрылся

Тр. перек. в актив. режим и перек. К мост. цепи.

2) Параллельно зад. бр. Iк.

$$Q(\omega) = R_{\text{нп}} ; Q(\infty) = I_{D2} \cdot \tau$$

Выводим, что для эквив. (кратко), когда шум. зат. в D=0.

$$t_{\text{зат. фр.}} = \tau \ln \frac{I_{\text{к макс}} / I_{D2} + |I_{D2}|}{|I_{D2}|}$$

При приближ. к режим. элемент все меньше $\rightarrow 0$

В зависимости от того, у какого перек. раньше раскр. зат. (у К или Э) процесс \downarrow переход будет тем же различ.

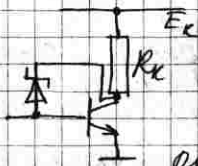
При усиле вышен. К перек. между. процесс. заменим

$$\tau_{\beta} \xrightarrow{\text{ма}} \tau_{\beta} + R_x C_x^* = \tau_{\beta} + (1+\beta) R_x C_x$$

Для повши. диапазон. ключа между. электр. тр. с мост. Cx

Характеристики ключа

Для повши. диапазон. ключа между. электрич. параметр. как при-ра. для эм. цепей. между. DC.



где U_к и U_{к*} < U_{одом.}
где

При U_к параметр. C и X опред. макс. время. U_{к0}

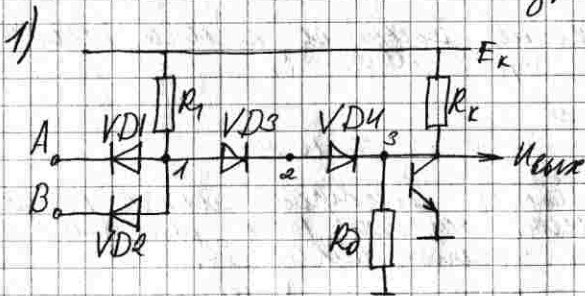
сигнал об. отпр. для Φ и Ψ . т.к. U мало
 $U^* < U_{крит. перекл}$ мр-ле. при Φ .

Фикс. $U_{кр} = U^*$ и мр. в каску.
 не перек. \Rightarrow в процессе перекл.
 отсчета. сдвига максим. и переде.
 переде. Такой мр. мр-се мр-ам токки
 одна.
 одним. один
 переде.



~~Формулы для
 вычисления Φ и Ψ для мр-ам
 мр-ам-кн~~

Больше во Φ -об. разн. логич.
 Φ -мр Ψ -мр Ψ -мр Ψ -мр Ψ -мр
 мр Ψ -мр Ψ -мр Ψ -мр Ψ -мр
 1) мр-ам логич. (ФТЛ)
 2) мр-ам логич. (ТТЛ)
 3) мр-ам логич. (СЛ)
 4) мр-ам логич.
 5) мр-ам логич.
 логич.



Ψ -мр срем. из разн. логич. логич.
 Φ -мр (VD 1, 2) и Ψ -мр (VD 3, 4)
 срем. срем. логич. и логич.

* а) $I_A = I_B = I_D$. VD 1, 2 - открыты. $I_{ср}$

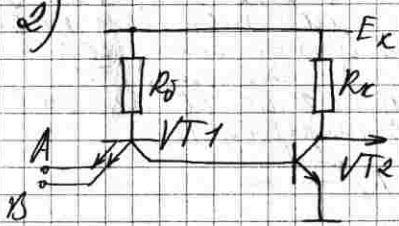
Т. 1 $U_1 = U^*$; в Т. 2 $U_2 = 0$; в Т. 3 $U_3 = -U^*$

\Rightarrow мр. генерм., Т.Е. мр. генерм., се-
ли почти на 0. U_2 вх 0.

б) $\beta A = \beta - 1$. $V D_{1,2}$ - закр. и ток
появ. в бору мр., переводе его в
насыщ. ток. ЭИ-т 'режим: лемч.
90-10 "2и-ме"

R_D одет. протек. тока в бору цепи
когда мр. эмипр. часть тока теч.
в бору, а часть \rightarrow в R_D . Далекого
чм. β эмипр. прямо отсчит. мадо
 $R_D = \infty$ когда мр. земп. мадо, чм.
реже. Максимум протек. ток, мот
эмпирей и ток бору прот. чело
мр. сепл $R_D \rightarrow 0 \Rightarrow R_D \rightarrow \infty$. Это прот.
вор-медит. βT_A . Еще один режим
больш. R_{em} - во гнелов.

2)



Все эмитт за-
мен. сильная
индуция мр.
(МЭТ)

МЭТ земем. R_D когда $A = B - 1$ кад-
лек. перет. МЭТ эмипр. и все ток
идет в цепь резист мр. 2, переводе
его в насыщ. ($R_D = \infty$) сепл жель
на А или В - лел. D, но U_{x0} МЭТ $\approx V_{BE}$
и U_{B0} $VT_2 \ll U^* \Rightarrow$ ем генерм..

$\{ U^* - \text{модулет. эмипронт.} \}$

эмпирей мр. земп. обрат. мо

как через мал сопр. МЭТ

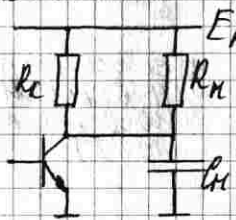
В ТТЛ вход имеет смещ. 3 и 4 запер-ся
 одним к. транз. МЭТ \Rightarrow схема в ДТЛ
 параметр. мп. $U_{D0} = -U^*$ ВТЛ за-
 пертаны 1-му мп. вход. $U_{D3} = D1 \Rightarrow$
 переключаем микросхему
 А максим. при смещ. и закр. ВТ2
 переключ. резист. резист., Т.Е. осцил.
 переключ. резист.

13.05.041

Работа ТТЛ элемента в нагрузке

Она завер. от парам. китода.

Рез. мп. в виде эквив. сопр. и вх
 смещ. последующ. 3-му, подкл. к
 вых. китода

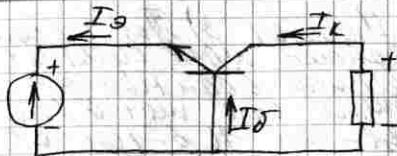


1) Т мп. смещ. и максим.
 в вхх цепи мпх даю-
 мой мпх. при произв-
 ет упр-л вход. мпх.
 $3-му \Rightarrow$
 макс. смещ. макс мпх
 в нагрузку \Rightarrow
 $R_k \rightarrow \infty$

2) Т мп. переключ. и малость в закр.
 состоянии. нагрузоч. смещ. переключ.
 через R_k , соед. $\parallel R_n \Rightarrow$ смещ. 3-го завер.
 см

$$\tau = C_n \cdot R_k \parallel R_n$$

Если помним $\tau \rightarrow \tau_{lim}$, то $R_k \rightarrow 0$ -
 произведет. см. во цепи, макс не-
 помог. эквив. мпх. Малость мпх на
 3-му мпх. смещ. от мпх, кем. закр. см.
 смещ. мпх китода смещ. и, смещ. макс

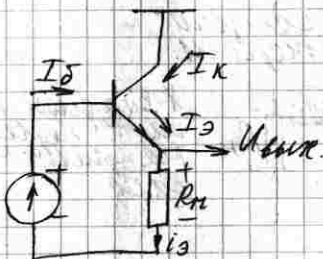


Если полярн.
 $\frac{I_x}{I_3}$ указ. на
 инв., но все
 таки впр. ↓

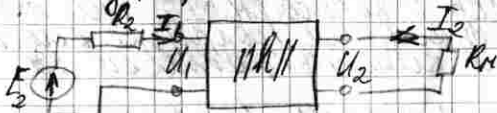
$I \Rightarrow I_x$ направл. векторич. I_x ; по-
 лярность напряж. на резисторе, сов-
 пад с полярн. вх. порт. $I \Rightarrow$
 эк. с соцу. 5 не инвертир.

Схема с соцу. каскадно-
 пам.

ск. не инвертир.



8.04.041. Фаз. транз. как малузна.
 немыслительный каскад, инв. и инв.
 у парам-ми



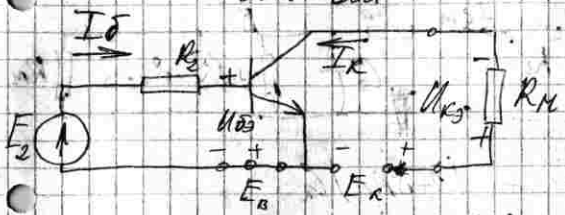
Частот. завис-ть парам-ра U_{21} от
 помп. h_{21}

М.к. h_{21} хар-се передатч. част.
 $f_B = h_{21}$, но всег. $f_{УЧ10}$

Если $f_{h_{21}} = \frac{1}{2\pi C_{21} R_{21}}$; $f_{УЧ10} = \frac{1}{2\pi C_{10} R_{10}}$

$$= \frac{U_{\delta 3} + U_{\delta 3}}{2R_{\delta 3} + R_{\delta 3}} = \frac{2U_{\delta 3}}{3R_{\delta 3}} = \frac{2}{3} \frac{U_{\delta 3}}{R_{\delta 3}} \left(1 + \frac{R_{\delta 3}}{R_{\delta 3}}\right)$$

Вкл. мк-по по эк. с обдм.
ЭМ-ЭМ



При указ. померт. вх. сигнала все токн в эк. рассматриват. $I \Rightarrow$ перем. составн. тока к эк. с обдм. померт. с помч. сема вх. I_{km} вх. токн. выдел. сема. указ. по мерт. вх.

Напря. $U_{\delta 3}$ эк. к каскаду по перем. сема. $\#$



$R_{\delta 3} \ll R_{\delta 3}$, но на ней более выск. напряжени.

Адрес. ток. $R_{\delta 3}$ к $R_{\delta 3}$, поделит II.

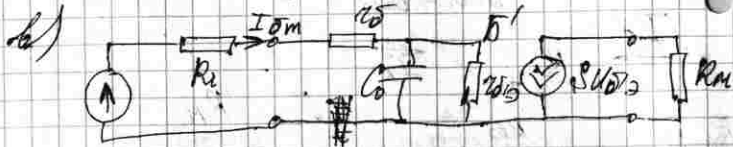
Напря. на R_m : $U_{\delta k} = U_{\delta 3} - U_{k3}$

$$U_{k3} = -I_2 R_m = -I_{km} R_m$$

$$I_{km} = \beta U_{\delta 3}; U_{k3} = -\beta R_m U_{\delta 3}$$

$$U_{\delta'k} = U_{\delta'g} + U_{\delta'z}, \quad SR_{kz} = U_{\delta'z} (1 + SR_{kz})$$

На C_k мощность $P(1 + SR_{kz})$ расходуется
не только на $P_{\delta'z}$



$$C_0 = C_{\delta'z} + (1 + SR_{kz}) C_k$$

Объём $(R_{\delta'} + R_2)$ и заменим E_2 на



$$R_{экв} = \frac{r_0' (R_2 + r_0)}{R_2 + r_0 + r_0'}$$

$U_{\delta'z}$ (ср. 2) определим δ -м
выход. мощ., $P' \Rightarrow$ и мощность $P_{\delta'z}$
ход. Фидельность ϵ увелич. r_0 с учетом
мел. шумов. R_2 и $U_{\delta'z}$ уменьш.

Кажд. разг. переп. δ $\sqrt{2}$ раз r_0
меня δ $\sqrt{2}$ раз. $R_{экв}$ $\sqrt{2}$

$R_{экв}$ $\sqrt{2}$ опрег-се r_0 $R_{экв}$

$$f_{\delta'z} = \frac{1}{2\pi R_{экв} C_0} = \frac{1}{2\pi [C_{\delta'z} + (1 + SR_{kz}) C_k] r_0 / (R_2 + r_0)}$$

Расс. R_{ex} : Мы ок. 2 ма мизл. посим.
 $(f=0) R_{in} = \frac{U_{03}}{I_0}$

Выв-мим 4-п. поимем. $U_{03} = \frac{U_0}{1 + \frac{R_{113}}{R_{123}} + \frac{R_{123}}{R_{123}}}$

Асимпт. R_{123} : $R_{ex} \approx R_{113} = R_0 + R_{03}$
 уг. эк. д.

Расс. компл. вх. сопр. схемы:

$$Z_{ex}(f) = R_{in} = R_0 + \frac{R_{03} j\omega C_0}{R_{03} + \frac{1}{j\omega C_0}}$$

$$= R_0 + \frac{R_{03}}{1 + j\omega C_0 R_{03}} = \frac{R_0 + R_{03} + j\omega C_0 R_{03}^2}{1 + j\omega C_0 R_{03}}$$

Вимем. $R_0 + R_{03} = R_{113}$

$$R_{ex}(f) = R_{ex} \frac{1 + j\omega \frac{R_{03}^2}{R_{03}}}{1 + j\omega \frac{R_{03}}{R_{03}}}$$

$f_{pex} = \frac{1}{2\pi C_0 R_{03}}$; f_{pex} - частота
 поимем.

$$R_{ex} = \frac{R_0 + R_{03}}{2\pi C_0 R_{03} R_0} = f_{pex} \left(1 + \frac{R_{03}}{R_0} \right) \cdot \frac{R_{03}}{R_0}$$

Построим граф $R_{ex}(f)$ в лог-
 лог. масштаб.



$R_{ex}(f)$ в вх. мизл. и
 выск. частот. эк.
 мизл. А в мизл. кро-
 мей. мизл. - эк.
 мизл. - эк. эк. мизл.

Вывод: цепочка, описанная в предыдущем пункте, как передаточная функция, имеет вид $U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}} = 1/(R_2 + j\omega L)$

$$K_{\text{вох}} = \frac{1}{R_2 + j\omega L} \leftarrow \text{эквивалент}$$

Добыть коэффициент передачи K_E и K из эквивалентной цепи.

$$a) K_E = \frac{U_{\text{кз}}}{E_{\text{вх}}}; K = \frac{U_{\text{кз}}}{U_{\text{вх}}}$$

$$U_{\text{кз}} = -I_{\text{кз}} \cdot R_{\text{кз}} = -I_{\text{кз}} \cdot R_2$$

$$K_E = -I_{\text{кз}} \cdot \frac{R_2}{E_{\text{вх}}} \leftarrow \text{опред. } \frac{U_{\text{кз}}}{E_{\text{вх}}} \text{ из (2)}$$

$$U_{\text{кз}} = \frac{I_{\text{кз}} \cdot R_2}{(R_2 + j\omega L) \left[\frac{1}{R_2} + j\omega L \right]}$$

$$U_{\text{кз}} = \frac{E_{\text{вх}} \cdot R_2}{(R_2 + j\omega L) \left[\frac{1}{R_2} + j\omega L \right]} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{U_{\text{кз}}}{E_{\text{вх}}} = \frac{R_2}{R_2 + j\omega L + j\omega L R_2}$$

$$K_E = - \frac{R_2}{R_2 + j\omega L + j\omega L R_2} = \left\{ \begin{array}{l} j\omega L = h_{11} \\ R_2 + j\omega L = h_{12} \end{array} \right\} =$$

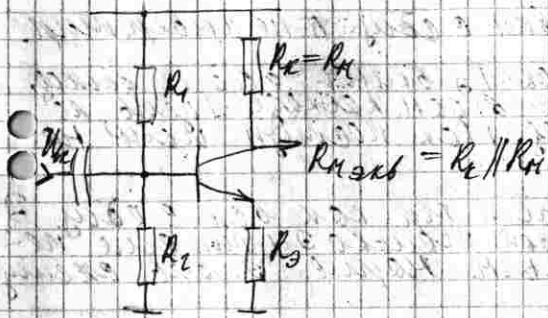
$$= - \frac{h_{11} \cdot R_2}{R_2 + h_{11} R_2}$$

Вывод: K_E через h параметры, полученные из эквивалентной цепи.

$$K_E = - \frac{h_{11} \cdot R_2}{1 + h_{11} R_2}$$

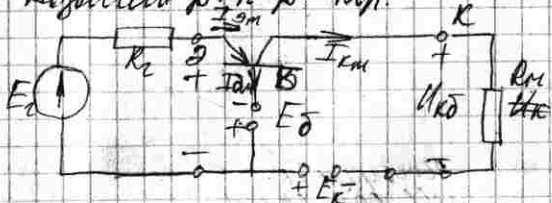
Если $R_2 = 0$, $K_E = K = -\frac{h_{213}}{h_{113}} R_M =$
 $= -\frac{h_{213}}{h_{113}} R_M$

Схема нагрузки и схема эквивалента:



Выводим по эк. содву
 схему.

Резонанс p-n-p нпн.



Рез нпн $f = 0$: $R_{0 эк} = \frac{U_{0M}}{I_{0 эк}} = \frac{-U_{0M}}{-I_{0M} - I_{0M}}$
 $= \frac{U_{0M}}{I_{0M} + I_{0M}}$ генератор и зм.
 ма I_{0M}

$\frac{U_{0M}}{I_{0M}} \approx h_{113}$; $\frac{I_{0M}}{I_{0M}} = h_{213}$; $R_{0 эк} = \frac{h_{113}}{1+h_{213}} = h_{113}$

$$R_{\text{эк}} = \frac{1}{Y_{10} + Y_{2,10}}$$

$R_{\text{эк}}$ соед. базой в $1 + k$ раз
 меньше $R_{\text{эк}}$ с соед. эм. $1 \rightarrow$
 осед. - микр. вк. соприкл.

Схема вкл. с соед. б-не инвертир.

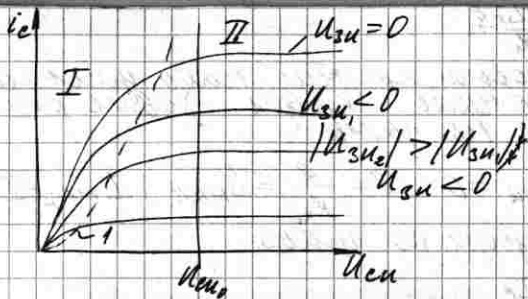
Вход. ток $I_{\text{в}}$ вкл. в соед. базис.
 ток $I_{\text{к}}$ $1 \rightarrow$ в осн. каскаде \rightarrow цель по
 ком. вых. ток по соед. ток на
 вкл.

\rightarrow инвертир. м. как вкл. с соед. \rightarrow
 и пока у нас только эм. мы еще не
 знаем о вкл. ток. эквив. схеме.



интерактивно
 по соед. схеме

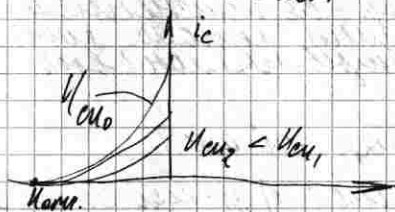
Ток по вк с соед. \rightarrow первич. ток.
 ток по вых. \rightarrow 4-х ток. ток по
 вкл. ток \rightarrow ток по
 вкл.



Для мр. с ун-им р-и перел. макс. вел. криво-го раздел. для I - лин. характ. уменьш. и для насыщ. II.

Характерные кр-ки.

Факт. Уем-мент и коэфф. $i_{гн.с}(U_{cu})$



Другие кр-ки
характ.

11.03.04

Осн. д. п. омп. уем. св-во
характ. св-во 1) кр-ки угла:

$$\beta = \frac{dI_c}{dU_{cu}}$$

$$I_c = I_{max} \left(1 - \frac{U_{cu}}{U_{cu0}} \right)^2$$

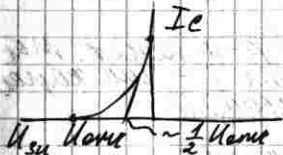
$$\beta = \frac{2I_{max}}{U_{cu0}} \left(1 - \frac{U_{cu}}{U_{cu0}} \right); I_{max} = -\frac{U_{cu0}}{3R_{cu}}$$

$$R_{\text{ко}} = \frac{\sqrt{L \cdot S}}{2d_0}$$

Для работы кружки надо учитывать длину канала. Кружки зависят от маневра на зарыв.

При $U_{\text{зи}} = 0$: $S = \frac{2}{5R_{\text{ко}}} = S_{\text{max}}$; $I_{\text{max}} = I_{\text{max}}$.

опред. круж. по граф.



2) Внутр. сопротив. (проб-но)

$$R_i = \frac{dU_{\text{зи}}}{dI_c} - \text{опред. изменение длины канала ком. внапр. наклон, вкл.}$$

кар-к

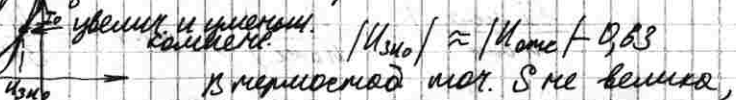
Завис. пар-об от T.

Воснов. от T завис.: 1) μ -коэф. эл-об и 2) μ_0 -манр. пар. при $U_{\text{зав}} = 0$.

Срост. T увелич. сопротив. канала \Rightarrow уменьш. повидн., что прив. к $\uparrow I_{\text{тока}}$.

μ_0 завис. от T через μ_i и с увелич. T уменьш., что привод. к $\uparrow I_{\text{тока}}$.

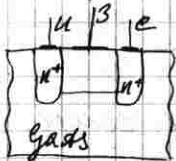
Может внапр. так же работ. точка в ком. T коэф-ые коэф. компетент. и т.д. основ. термостабильн.



позн. не всегда возмозт её использовать.

Трансформатор с управляющим переключением "мет.-п/и"
(МТТ-переход)

Турбул. спроектир. на основе метиз. пласм. Га³⁺.



Вместо метиз. на пов-ти
можно пласм. из сплава
Ti - W и др. переж
шпалки Me - n/и

Спр-ра турбул. прак-
тич. не сплыв. от
спр-ры турбул. с управляющим. А
р-и-переж. Тезис. осн. управ-е, конур.
панель, дурум спр-ра. здесь.

Вот { панель турбул. - турбул. с управ-
лением. р-и-переж }

Вот турбул. от панель турбул. в МТТ
метиз. переж. U₀.

$$U_{\text{мет}} = U_0 - \frac{q N_2 d_0^2}{2 \epsilon \epsilon_0}$$

↑
в панель
переж.

Если в панель
турбул. $U_{\text{мет}} < 0$,
то в МТТ - как
> макс < 0.

Если $U_{\text{мет}} < 0$, то при $U_{3и} = 0$ турбул.
осн. сплыв. не переж. весь канал и
канал макс-е в проводим. осн. сплыв.
Это турбул. спр-ра. турбул. (работ.
в р-и-переж. осн. сплыв. Если $U_{\text{мет}} > 0$, то при
 $U_{3и} = 0$ осн. сплыв. пан. переж. канал
Это турбул. закрыт. турбул. (работ. в
пан. осн. сплыв. (здесь спр-ра. работа, а
пл. 1)

$$(-3-2)B \leq U_{ном} \leq 0,2B$$

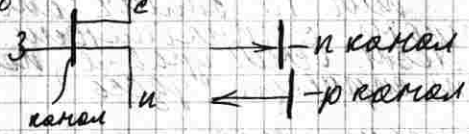


При работе в режиме об-
ратной связи. Ма перек.
мет. - неп. процесс
сл. шум. модуль.
МОЩНОСТЬ МОЖЕТ БЫТЬ
МЕ. ВОЗМОЖНОСТЬ
МОДЕ. ПОСЛУЖ. К РАБОТ.

Больш > 0,2B, т.м.
для МЭТ-транз.

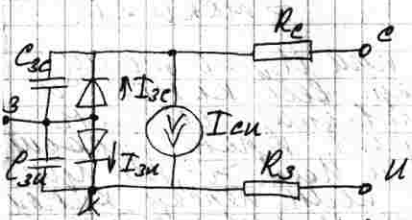
Модель полевого
транзистора.

Характеристики и МЭТ транз. или. сум.



Возник. от МЭТ транз. ток замкоре-
-это ток, формиру-ем обратн. связь.
р-н-перек. Вводим. ток замкоре
включим в модель звук кварца.

Переходы 3-и и 3-е вкл. встречно.



При работе ⊕ -
-вместо ток в му.

$$I_3 = I_{3e} + I_{3и}$$

$$I_{3e} = I_{порт.} + I_{реком.} + I_{порт.}$$

$$I_{порт.} = I_0 (e^{U_{3e}/U_T} - 1)$$

$$I_0 = I_{0p} (e^{U_{3и}/U_T} - 1)$$

$I_{порт.}$ - ток, возн.
спр-ме ловит. эл.

Для $I_{3и}$ справедливы те же ур-е с заменой на $I_{3и}$. Для $I_{3и}$ более время выразим в виде ур-н. Таким образом, получим:

$$\text{Врем. массу. } I_{3и} = I_{3и0} \left(1 - \frac{U_{3и}}{U_{0и0}} \right)^2 = \frac{1}{2} v (U_{3и} - U_{0и0})^2$$

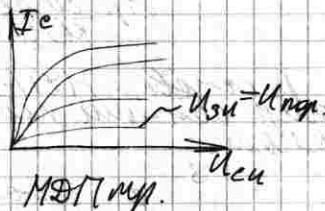
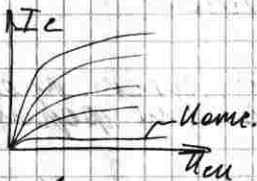
ур-е для тока

массы в МЭП-трубе.

Намн. участке аналог. пар-ку полев. трубы. выразим-ем.

$$I_{3и} = v \left[(U_{3и} - U_{0и0}) I_{3и} - \frac{1}{2} U_{3и}^2 \right]$$

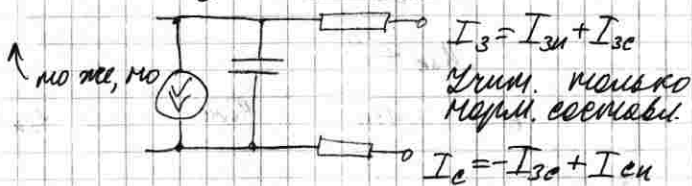
$$U_{0и0} = U_{0и0}$$



Примем данные аналог. для тока полев. трубы. модель ШМК - Ходжн. для полев. трубы.

$$I_c = I_{3c} + I_{3и} ; I_{и} = -I_{3и} - I_{3и}$$

Модель МЭП-труб.



$$I_{и} = -I_{3и} - I_{3и}$$

В модели МЭТ-мр. исл-ея едм. апар. В АХ на мн. цт-ке и црст. тасын.

Найдм. мнр. исл-ея гбо вар-мз апаре.

1) Модель Курнуса

$$I_{cu} = b(1 + \lambda U_{cu}) / (U_{zu} - U_{op.})^2 \text{th } d U_{cu}$$

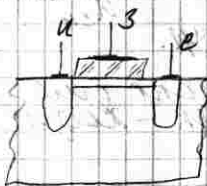
2) Модель Шеймара

$$I_{cu} = b(1 + \lambda U_{cu}) / (U_{zu} - U_{op.})^2 \frac{k}{1 + b_1(U_{zu} - U_{op.})}$$

k, b_1 - парам. модели.

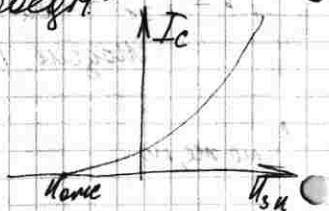
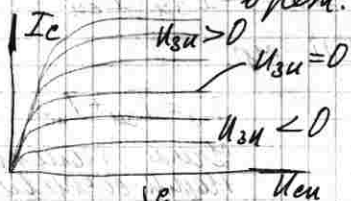
Тр. со временивыми параметрами.

В основе - МЭТ-транз. цком. преув-е мнр. едм-ми пог дмзв. фмл формул. параметр



Хансе мнр при $U_{zu} \geq 0$ павл. Темеко, если $U_{cu} > 0$

Тр. мот. рад. как в пем. обрм, так и в рет. обрм.



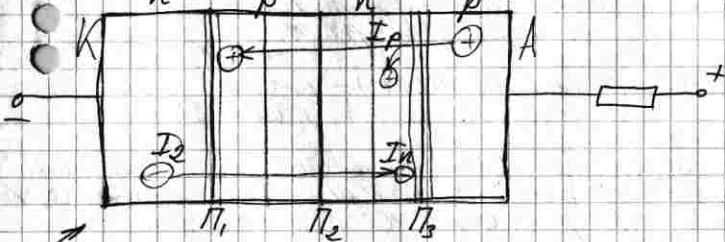
Тристоры.

Многослойн. ступ-рн, имеем 3 или более р-п-переходов.

Он может макс-е в двух сист. скрн. и закн. \rightarrow макс. макс. макс.

макс. велич. и предм. макс. макс.

Сост. 4-х слоев ступ-рн: р-п-р-п.



тристор. \rightarrow 3 р-п перехода. Христит. в полупр. макс. кр-слою.

Π_1 и Π_3 - вкл. в напр. напр., а Π_2 - в об-ратн.

эмит. переходы

коллек. перек.

Назовем сред. слой слой р-и и-де-зай через Π_3 ступ. перек. в р-базу, затем перек. в и-базу. Изв. кэфф α_p , опред. ступн. кр. р-п-р.

$$I_0 = \alpha_p I_1$$

Эт-мы и ток через Π_1 и перек. в и-базу, макс. перек. в р-базу

$$I_n = \alpha_n I_2$$

Худш. сл. в виде 2-х тпр.



Тпр. вкл.
на сл. е
одн. кабель.
5 тпр. пшма-
гонал поком
каблех.

18.03.04/2

Токи и напряжения
в поперечном сечении.

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

При дан. попер. внеш. диаметре (см. худш. сл.) мен. ечим, что всё макс. ↓ ма закл. кабель передаче.

Рассеким ток, токуют через кабель.
передач

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

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

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

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

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

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{U}{U_{\text{пр.}}}\right)^n}$$

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

$$\frac{dC_0}{d\alpha} (C_0 - C_{0\alpha}) = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \left[W(\alpha) - \frac{jK}{g \theta_{max}} \right] x dx$$

$$\int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \left[W(\alpha) - \frac{jK}{g \theta_{max}} \right] dx = 0 \text{ и чеш. ден.}$$

закр. в перек.

мом. максимум α_p, α_n

случ. при где прав. кону. баже

$$N_b(\alpha) = -N_A, N_k(\alpha) = N_{kg}; \text{ мом. перек}$$

пер-ми, баже где $\beta - n$ перек. за

метиль, б жик $N_g \rightarrow N_g \neq jK/g \theta_{max}$

$$N_A \rightarrow N_A + jK/g \theta_{max}$$

Найдём α_p ; т.к. одна одна мом. мом.

баже.

$$\alpha_p = \sqrt{\frac{2C_0 (C_0 - C_{0\alpha})}{g (N_g + N_A)} \cdot \frac{N_g - jK/g \theta_{max}}{N_A + jK/g \theta_{max}}}$$

$$jK = D; \alpha_p = \alpha_{p0}; \alpha_p = \alpha_{p0} \sqrt{\frac{1 - jK/j_1}{1 + jK/j_1 R}}$$

$$R = \frac{N_A}{N_g}; j_1 = g \theta_{max} N_g$$

$$\alpha_b = \alpha_{b0} + \alpha_{p0} \left[1 - \sqrt{\frac{1 - jK/j_1}{1 + jK/j_1 R}} \right]$$

~~жик~~ $jK = j_1$ баже найдем отсюда

максимум α_p

12 12.03

такие параметры

Телев. трамв. - н/п провод, в кот. на
 управл. токчем провод, медными
 пров - ни тока проводим. Каска-
 на шумел софам. Эл. ток, на-
 правл. | каналу.

Токанров. канал форм - се и/у дву-
 ле ешело-леми оди-ми оди-во и/у
 кам. нос - и перек. в канал - иеиок
 оди, в кот. нос. поп. и/у канала на-
 се емоком эи-о на кам. подает
 се манп - е еше соф эи. пееи на-
 зно. замворам.

В дилал. Э, К, Б; в кол. : Ц, С, З

Виды пошев. трамв. : 1) трамв. е ук-
 правл. н перек 2) трамв. е управле-
 тошди перек зам. - н/п; 3) трамв. е
 и/уи замворам.

Трамв. мау - се укпашер, т.к. ток
 форм - се только оск - ми ветим, в
 ешми. от дилал.

Трамв. в шриши. зам-
ворам (МЭПТ 2 трамв.)

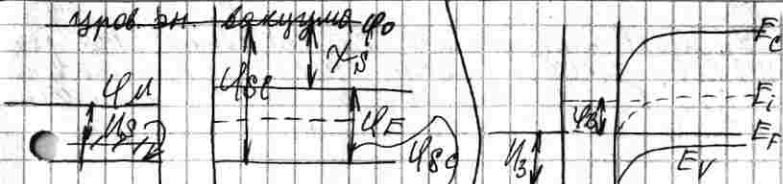
Форм - се и/у трекслайн. ереду
 метамп - дузи - проводн.

Метамп - замвор. (Ж, ешело-ле. Si)



Дузм. (ошись край. SiO_2 ,
 $Si(NO_3)_4$)

Трекслийн. зам. ешм-ра
 кар - се бел-ой управле
 керим метамп, управле-
 ми Ф. вад. зам, и зам, в
 пров - ни н/п. ук-леи Ф. н/п е еоде.



Макс. через конд. но макс. чем \Rightarrow элект. макс. сдв. в соотв. равнов. при $\chi_s = \chi_{sc}$
 Изменение потенциал. и разность на δ -м χ_{sc} и χ_{sc}

$$\chi_{sc} = \chi_s + \frac{E_c}{e\phi} + \chi_b$$

↑
потенциал и/и

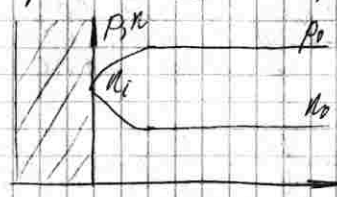
Асиммет. к зазв. по-лате. комплант. метал. в зазв. протн. вни в равнов. тем. при простом зазв. и/и.

Хорошим макс. на зазв. на зазв. сдв. в пер. по ширине зазв. сдв. границе с дн. уровнями E_i (сдв. E_i и/и) совпад. с E_F (уров. метал. и/и)

Зазв. и/и χ_b

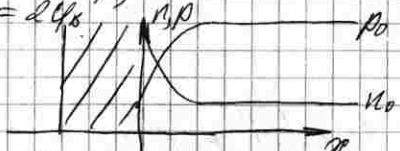
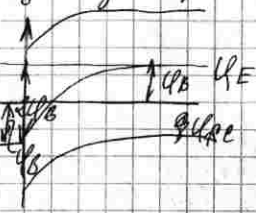
В раз-те углен. в экв. деит. протн. и/и метал. катод. дн. с светом.

- увелич. катод. эл.-дв.
- Анод-то и/и стала соотв. себе.
- проб-ти, это-решим одержимые



Если на зазв. примож. оптич. макс. по дн. прим. к протн. в экв. и свет. разн. разн.

Асимпт. еще больше. пологот на мр. ма зор
 мако е чмади зорн шкрив. маематико,
 чм. E_i пересек E_F а поим. велич.
 изг. ψ грам. = $2\psi_0$



у грам. шибен мур-се
 мур проб-ма. В и/и
 рор-се одр. елаи
 эл-ов ком мау-се
 каналом.

Если n/p p-типа, по формул-се ка-
 мал n-типа. Транзиеторы, поим.
 ма маком МДП-кан. мау-ел n-МО₂ П

Если n/p n-типа, по форму. канал
 p-типа. Асимпт. трактр p-МОП

Среден зарядов мове-
димент на грам n/p

Асимпт. к зорн мапрежение ста
 зорнере воутик зорнере и зорн.
 очасеи не зорнере воутик воутик, но
 эми зар-противен по зорн,
 зорнере воутик зорнере. некий одрени,
 ком. протр. еод. ~~так~~ одр. одр. и/и
 зорнере ност. поим воутик. неперел.
 ир-е ψ грам.

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} = - \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} X = - \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} (p - n - N_A)$$

где ψ - потенциал, X - координата, q - заряд электрона, $\epsilon \epsilon_0$ - диэлектрическая проницаемость, p, n, N_A - концентрации носителей заряда.

Внутренне n/p, где $\psi = 0$ суммарн. зар.
 градем ψ

Решим: $-n_0 - N_A = 0$; $N_A = p_0 - n_0$

В одн-ми, все поперек. смит. от 0:

\bullet $p = p_0 e^{-\frac{\varphi}{\varphi_T}}$; $n = n_0 e^{\frac{\varphi}{\varphi_T}}$; где φ в см.

$\frac{dE}{dx} = -\frac{q}{\epsilon \epsilon_0} [p_0 (e^{-\varphi/\varphi_T} - 1) - n_0 (e^{\varphi/\varphi_T} - 1)]$

Хотим. по поперек. из смит. ($\varphi=0$) горизонт.

\bullet $\int_0^{\varphi} \frac{dE}{dx} = -\frac{q}{\epsilon \epsilon_0} \int_0^{\varphi} [p_0 (e^{-\varphi/\varphi_T} - 1) - n_0 (e^{\varphi/\varphi_T} - 1)] d\varphi$

\bullet $\int_0^{\varphi} \frac{dE}{dx} d\varphi = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{dx} d\left(\frac{d\varphi}{dx}\right) = \frac{1}{2} \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2 = E$

\bullet $\left\{ E = -\frac{d\varphi}{dx} \right\} = \frac{1}{2} E^2$

Конес. за ск p_0 и φ_T , тогда врем-но имеем. резулт:

\bullet $\frac{1}{2} E^2 = \frac{q \varphi_T p_0}{\epsilon \epsilon_0} \left[e^{-\varphi/\varphi_T} + \frac{\varphi}{\varphi_T} - 1 \right] +$

\bullet $+\frac{n_0}{p_0} \left[e^{\varphi/\varphi_T} + \frac{\varphi}{\varphi_T} - 1 \right] \Big| \frac{d\varphi}{dx}$

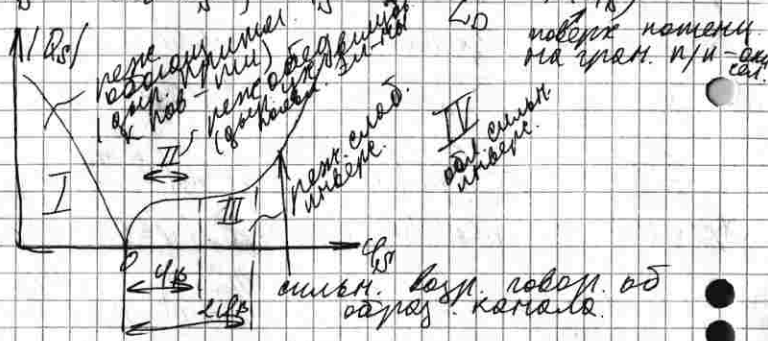
$E^2 = \frac{q \varphi_T^2}{\epsilon \epsilon_0 \varphi_T} F(\varphi)$; $\sqrt{\frac{2 \epsilon \epsilon_0 \varphi_T}{q p_0}} \approx \sqrt{\frac{2 \epsilon \epsilon_0 \varphi_T}{q N_A}} = L_D$

$E = \frac{q \varphi_T}{L_D} F(\varphi)$

L_D — длина Дебая, на к-ой. прониц. падает

определенный макс. поперек. заперк. на границе сгуст.

$Q_s = -\epsilon\epsilon_0 E_s$; $\rho_s = -\frac{e\epsilon_0 F(\varphi_s)}{L_D}$



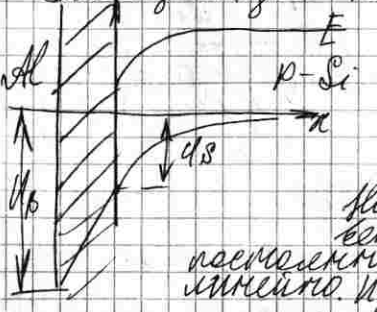
Кривая: после обреза камня пометками φ_s практически не мен. а все широким на границе падает на 2δ см. кривой.

Т.к. $\varphi_s \approx \text{const}$, то толщ. слоя одн. практически не мен.

$$W_g = \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 (2\varphi_s)}{q N_A}}$$

Расчет параметров затвора.

Рас. изм. зон на примере E;



Полупров. внутри к/и по краю к гран. с окисленным в слое. с искрив. зон.

На границе от рас-бен φ_s . В эквив. полупров. φ_s перемещ. лев. линейно. $\varphi_{\text{зон}} = \varphi_{\text{полуп.}} + \varphi_s$

как через мал. емк. МЭТ

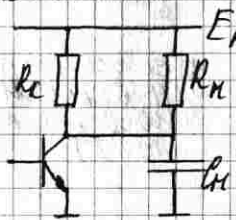
В ТТЛ уровни смещ. 3 и 4 замкнут-ся
 с общим к. перек. МЭТ \Rightarrow схема в ДТЛ
 с параметр. мп. $U_{D0} = -U^*$ В ТТЛ за-
 пертману 1-му мп. емк. $U_{D3} = D1 \Rightarrow$
 повышается U_{D0}
 А макс. при смк. и закр. VT2
 пока к. сущ. резист. , т.е. емк.
 рез. рад.

13.05.041

Работа ТТЛ элемента в нагрузке

Она завер. см. парам. китода.

Рез. мп. в виде эквив. смк. и вк.
 емк. последую. 3и-му, подк. к
 вых. китода



1) I мп. смк. и макс. в вых. цепи мп. больш.
 мой мп. при произв.
 ее упр-л емк. подк.
 $3и-му \Rightarrow$
 макс. смк. макс. мп.
 в нагрузке \Rightarrow
 $R_k \rightarrow \infty$

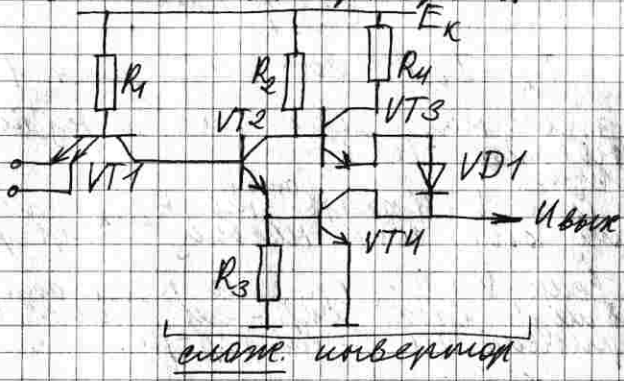
2) I мп. переки. и малый в закр.
 состоянии. нагруз. емк. переключ.
 через R_k , сев. $R_n \Rightarrow$ емк. τ завер.
 см

$$\tau = C_n \cdot R_k \parallel R_n$$

Если помим $\tau \rightarrow \tau_{lim}$, то $R_k \rightarrow 0$ -
 произведет. см. во цепи, макс. не-
 пом. эквив. мп. нагруз. мп. на
 ей мп. смк. см. мп., кем. закр. см.
 смк. мп. китода смк. и, сев. макс.

Основ. и корпус. нр - А рн долом.
 цмр - се * по джвм крелмв в рд.
 еткнмвм. Джмчмем)

ТТЛ элемент со сложным инвертором.



При отрицательном токе, космим. ма
 2-й нр. ток $I_{нр}$ ↑, при эи ом-
 нпр. 4-й нр. $I_{нр}$ ↓. Увелич. ток
 космим. 2-го нр. нрмвд к ↓ по чмчн
 в джвм 3-го нр. и ом зомпр - се 1 →

VT2 - фазорасшифровывающий
 VT2 и VT4 - раб. в одн. рет. введ
 VT2 и VT3 - раб. в одн. рет. введ
 (однм) смкр. - в втмрм
 зокр.)

Элемент имеет сложную структуру: он не один
 элемент, а несколько. Э, обеспечивая пере-
 мещение $U_{вх}$ его на выход. зр
 нпрмиме

Если VT4 открыт, и на вход, то $U_{вых} =$
 $= U_{кз}$ а если закрыт, то $U_{вых} =$
 $= U_{нр}$ на нр. лмч. нрмиме

I_{VT4} - заперт. $\Rightarrow VT2$ - заперт. \Rightarrow
 ток VT3 через R_2 нагрузки к E_k . R_1 -
~~мало~~ $\Rightarrow VT3$ + пад. в цепи эмит.
 повторитель.

$$U_{вых} = E_k - \frac{I_{э3 \text{ пр.}} \cdot R_2}{\text{паден. на } R_2} - U_{э3} - U_g =$$

$$= E_k - I_{э3} R_2 - 2U^* = U_2^+ \text{ по ин. 1-го}$$

это надо обес. при в-ну паден.
 напряж. на R_2
 или.

Если VT4 ~~открыт~~ ^{открыт}, то $R_{вых} =$ мало-
 му вых. сопр. нагруз. пр-ра

Если VT4 закр. то $R_{вых}$ отп-ел
 мал. вых. сопр-ел эмит. повто-
 ритель на 3-ем пр-ре.

Всегда нет $U_{вых}$ мало.

Три переки из одного пер. в др.
 выход малый и нечетен. в цепи
 тока VT3 и VT4 открыты. Три эмит.
 переа 1, свещен ток R_1 эмит. был
 отп-ел. в-ны эмит. переа. Три пере-
 или переа при переки. соот. по переа
 по шине питания. Две др. заперты
 и шине подкит. елк-ин.

В в-е режимов в цепи эмит. соот-ин
 вых. ток мал, т.к. эмит. и VT3, VT4
 закр. \Rightarrow мало, нагруз. моту-ин

Недостатки сложного
 инвертора и пути их
 устранения.

1) При пад. веш. нагруз. при

закр. VT4 вырост ток 93-10 мкА
 на что перевод. к ↑ падем. макс
 на R₂, а I ⇒ K ↓ и ↑, т.к.

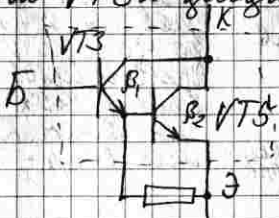
$$I_{D3} = \frac{I_{D3}}{1 + \beta_3}$$

д) Дополн. диод-тр-р в диодном
 включении, чем увелич. темп. Эл-ма
 на кристалле

А значит решение: замен. диод
 и 3-й тр-р совсем другой тр-р-ом.

Схема Дарлингтона.

Замена VT3и диода на:



Число элек.
 VT5 минимум.
 комп-эл, что
 несл. вырав. темп
 под. VT3 и VT5
 но при эм. ↓
 коэф. передачи
 по току. $\beta \cong \beta_1 \cdot \beta_2$

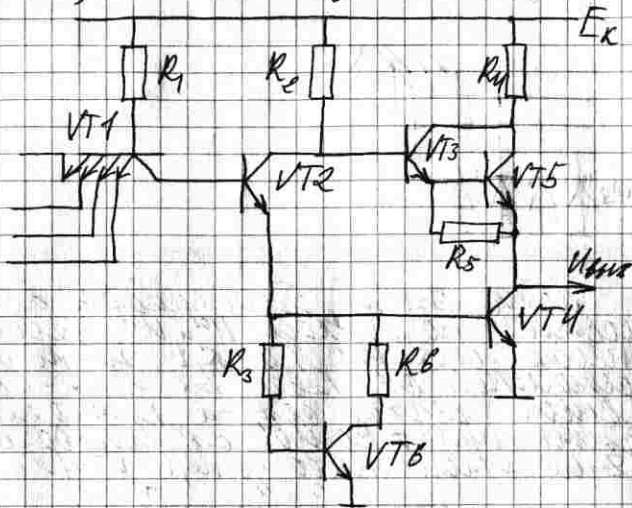
Век. Д. $\beta \gg$ чем β_1 или β_2

$$I_D = \frac{I_D}{1 + \beta_1 \beta_2}$$

Меняем ср. Д, макс сум. сел. вст-
 ем. ↑ макс Эма макс джоу

КТ 343 Б, $f = 2,5 \text{ кГц}$, $t_{\text{min}}, t_{\text{max}} =$
 $= -10, 15^\circ \text{C}$

В итоге, после всех изменений:



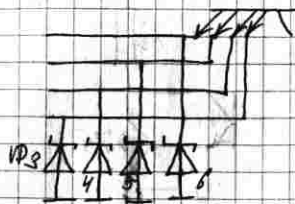
Новый функционал. Возм-ей
ТТЛ элемент.

Для нового дисперс ТТЛ эл-та
используем мр-ра Шоттки (это ТТЛ)
(безе надо заземлить мр-ра)

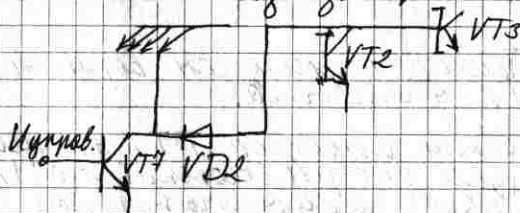
У ТТЛ эл-та макс. время $t_{\text{в}} >$ чем
у Шот. мр.

При пере-ти импульс. сигналов в
коротких промежутках по инерции
сигнал возник и исчезнет (высокая
частота) (перед. и зад.), что сев. по-
лучи ма вх. ТТЛ эл-та. Тогда
вопрос погнн не измен. решим
проблему ма вх. Другой способ соед.
посреду ком. элемент. Конденс. Зуб.
микроэлементов. Для усложн.
струк. помехи шумов. Выход

Элементы Шенки



Линия 2м-м, обмот. рядом. В 2-х
 составлен. на выходе. U^0 и U^1 частота
 меек. отключ. ток. 2м-м от
 сетевой эк. Ввод 3-е врем. - врем.
 блок. Выход. сеп-л. ком. сеп-л.
 блок при в. ком. в. сеп-л. об.
 для этого надо запер. VT4 и VT3.



$U_{\text{выход}} = U^1$ - на ком. VT4 - U^0 ком.
 напряжение на один из 4-х 2м-м об \Rightarrow
 VT2 и VT4 заперты. \neq
 для запер. VT2 почему. ео ком.
 блок. напряж., на ком. не врем.
 Е, т.к. отключ. в. вход VD2 и

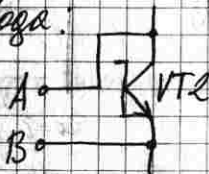
$$U_{\text{сеп-л}} = U_{\text{сеп-л. в.}} + U_{\text{VD2}} \approx 1B - \text{это}$$

со не врем., т.к. отключ. VT3 \Rightarrow от
 заперты. Т.к. 3, 4, 5 все зап. при в. эк.
 сетевой эк. \Rightarrow на выходе - блок сеп-л.
 герцо.

Задание на один из 4-х ЭТТ по теме
 для начесть. ЭТТ-м от симметрии на
 входе

Введ. сигнал. управл. вл, ком. осн
 симметрии. ЭТТ-м (сигн. на вл 0,
 но ЭТТ-м реалит.

Сигн. 2 вывода:

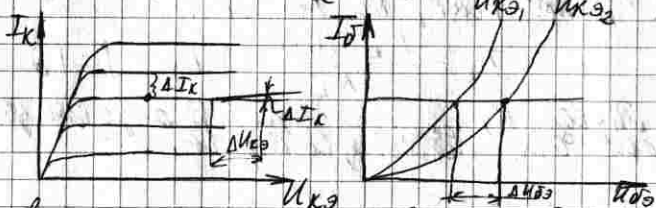


Графическое определение
 h-парам-ов кр-ра

13.05.1
 сессия
 МЭП

$$U_{D3} = h_{11} I_D + h_{12} U_{K3}$$

$$I_K = h_{21} I_D + h_{22} U_{K3}$$



h-парам. определ-е в виде. ПЗИХХ

Вос. h_{21} и h_{22} - мого $U_{K3} = \text{const}$

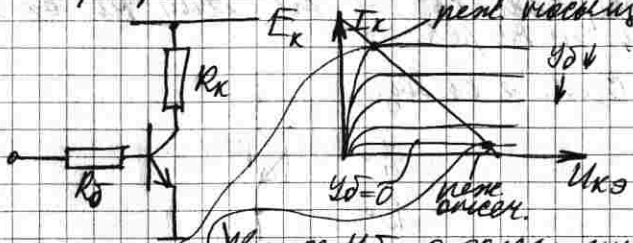
$$h_{21} = \frac{\Delta I_K}{\Delta U_D}$$

$$h_{22} = \frac{\Delta I_K}{\Delta U_{K3}}$$

$$h_{12} \{ \text{при } I_D = \text{const} \} = \frac{\Delta U_{D3}}{\Delta U_{K3}}$$

$$I_{II} = \{ I_{k\alpha} = \text{const} \} = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{D\alpha}}$$

Роботности работы
тп-ра в кватерном режиме



Уменьш $U_{D\alpha} = 0$ если еще
 сама критика при ком $U_{D\alpha} = -U_{D\alpha 0}$
 — миним. макс.

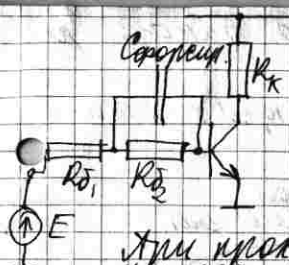
1) $I_{k\max} \approx \frac{E_K}{R_K}$; в пер. макс. макс
 коэффициент почти
 не зависит от темп-
 пературы. Выходит макс. силу тока
 к пер. макс., R_D не ет:

$$I_K = \frac{E_K - U_{K\alpha}}{R_K} ; I_K = \beta \cdot I_D$$

Тогда $U_{K\alpha}$ зависит через β будет за-
 вис. от темп-пературы.

Роботности режима
дети при работе в кват. ре-
жиме.

1) Это связано с тем, что перед
 экраном перед устройством $U_{D\alpha}$ но при
 этом в дозе макс. больш. заряд
 макс. β и др. после пер. макс.
 нам иметь больш. макс. при этом
 фр. и уменьш. его при макс.
 заряде.



E_k в перв. мом. выкл.
 $U_{\text{Скорость}} = 0 \Rightarrow R_{02}$ за-
 коротчено и $R_0 = R_{01}$

$$I_{01} = \frac{E - U_{00}}{R_{01}}$$

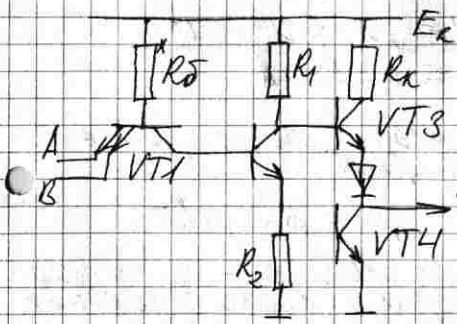
При корот. или выкл. величина им-
 педанса $U_{\text{Скорость}}$ зависит от своего
 модуля. Значит и R_{02} не экв. R_{01} , т.е.

$$R_{02} = R_{02} + R_{01} \Rightarrow I_{01} \downarrow$$

При разомк. цепи вк. circuitа на-
 прямле. на $U_{\text{Скорость}}$ сила е. Е, что це-
 кер. проект работ. изым. запаса

При замыкан. пр-на в перв. мом.
 вы. $I_k \downarrow$ на $\Delta T_k \Rightarrow R_k \uparrow$, что вы-
 водит к \uparrow тока I_{01} и \Rightarrow тока запн.
 в перв. мом. вы. мод. работ как
 эд-н. ос. сформир. элемент. при этом
 эд. парам. в эк. при эд- вынужд.
 зарядке ком. элемент. \angle элемент
 в работе. Вним. ос. токран. много
 разул. того, как зарядиле. мод.

Работа ТТЛ элементов.



$A=0, B \neq 0$
 $A \neq 0, B=0$
 $A=0, B=0$

и ток
 VT1 работ.
 в режиме ма-
 ющий.

$A = B = 1$ Т.р. МЭТрад. Выходя. по-
тими.

Компек. керек. выскр. при V ремен-
ман

Расчет мощ-ти
потребл. мощ. эл-ов.

$$\begin{aligned} R_0 &= 4 \text{ Ом} \\ R_1 &= 1,6 \text{ кОм} \\ U_{\text{кэнас}} &= 0,2 \text{ В} \\ U_{\text{кднас}} &= 0,4 \text{ В} \\ E &= 5 \text{ В} \\ U^* &= 0,8 \text{ В} \end{aligned}$$

1) $A = B = 1$

$$I_{D_1} = \frac{E - U_1}{R_0}$$

$$U_1 = 2U^* + U_{\text{кд}}^*$$

$$I_{D_1} = \frac{5 - 1,6}{4 \cdot 10^3} = 0,85 \text{ мА}$$

$$I_{K_2} = \frac{E - U_2}{R_1} = \frac{5 - 0,8}{1,6 \cdot 10^3} = 2,83 \text{ мА}$$

$$U_2 = U^* + U_{\text{кэнас}}$$

Ток, протекающ. через R_3 клемм. мВ , т.к. VT3 замкнут

$$P' = E \cdot (I_{D_1} + I_{K_2}) = 5 \cdot (0,85 + 2,83) = 17,4 \text{ мВт}$$

2) Дано на одн. входе D.

$$I_{D_1} = \frac{E - U_1}{R_0} \ominus ; U_1 = U^* + U^*$$

$\ominus = 1,05 \text{ мА}$

Ток I_{K_3} клемм. ман по среб. e
 I_{D_1} , т.к. VT4 замкнут

$$P^0 = E \cdot (I_{D_1}) = 5 \cdot 1,05 = 5,25 \text{ мВт}$$

Предполагая, что мощ. эл-т в сред.
ман-се одн. время в обоих сема-х

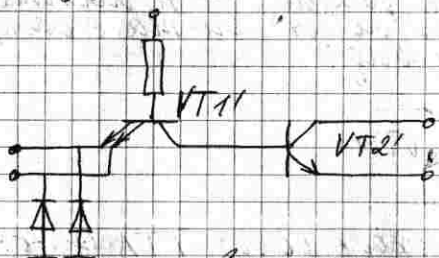
Мощь

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

20.05.02

Расширение тр-ми
полоски элементов.

Соединяем элементный лент.
модуль



Точка VT2' к
мод. А и В от
модуля лент.
Эл-ма

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

а в нее смр-ра реант. эле-
мент "ш-шм-ш"

Эл-м лент. эл-ма многоэлемент-
ный. Дан. Эл-м лент. элемент
внутри лент. и провод. к т. А и В.
Сам А и В реант. как выводы, мо-
гут на кон. может крестовым.

Т.Т.А эл-м смр. выво-
дот.

Наровим выво-дот. пер-ны в сло-
модуль "верхний" и "нижний"
(VT3 и VT4). "Верхний" вер-х пер-н.
Точка сло-модуль. приемн.
эле-м.



Конек. VT4 под-
к. лент. лент.
эле-м. ре-
ли. ре-
ли. ре-
ли. ре-
ли. ре-
ли. ре-
ли. ре-