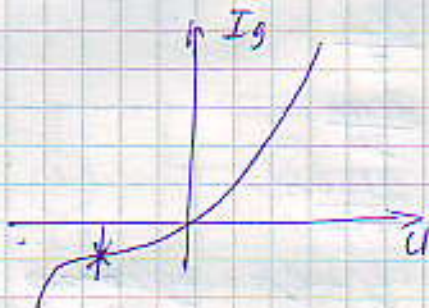


② Лабораторная работа 1.

Электрические цепи, содержащие диоды.

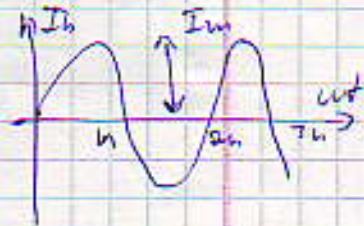
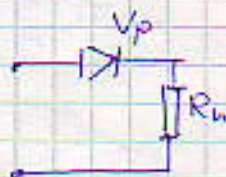
Полупроводниковыми диодами называют прибор, который имеет 2 вывода: анод "А" и катод "К" и содержит один р-н переход. Все диоды можно разделить на выпрямительные и энергетические. Выпрямительный диод пропускает ток в одном направлении. При напряжении $U = U_{ак} > 0$ диод открыт, через него течёт прямой ток $I = I_{пр}$. При $U = U_{ак} < 0$, диод закрыт, он обладает малым обратным током $I_{обр} = I_s$; $I = I_0(e^{\lambda U} - 1)$, $\lambda = \frac{q}{kT}$



диод открыт, если \oplus - диод закрыт

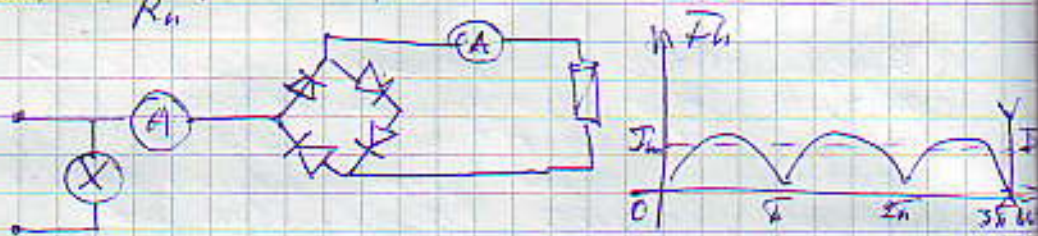
Схема однополупериодного выпрямителя

$$U(t) = U_m \cdot \sin \omega t$$



В мостовой схеме выпрямителя
 включаемые при выходе
 напряжения $U(t) = U_m \sin \omega t$

$$I_1 = \frac{U_m}{R_n} |\sin \omega t|$$



$$R_n = U_n(A) = U_m |\sin \omega t|$$

В схеме однополупериодного
 выпрямителя по эк. эк. выпре-
 деленной числ. ережим за
 период T - напряжение,

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T U_n dt, \quad I_0 = \frac{1}{T} \int_0^T I_n dt$$

$$V_0 = \frac{U_m}{\pi}; \quad I_0 = \frac{I_m}{\pi}$$

1-е напряжение $\frac{U_m}{2}$

2-е напряжение $\frac{2U_m}{3\pi}$

3-е напряжение $\frac{2U_m}{15\pi}$

В схеме выпрямителя по эк. эк.
 выпределенной числ. ережим за

$$U_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} U_m dt, \quad I_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} I_n dt$$

70 гармоника —

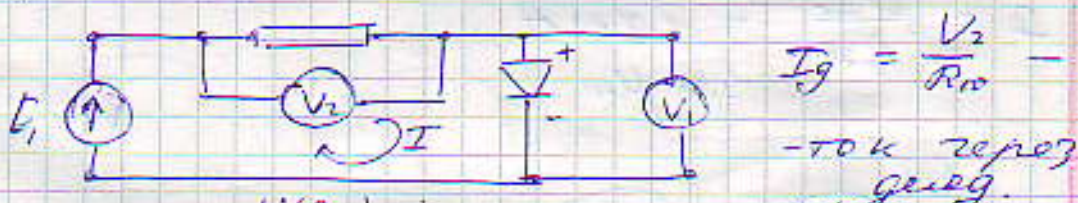
70 гармоника $\frac{440\omega}{36}$

60 гармоника $\frac{440\omega}{15\pi}$

60 гармоника $\frac{440\omega}{36\pi}$

Цель: найти значение переменного тока в нагрузке $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int i^2 dt}$ для цепи постоянного напряжения. Искать $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (т.е. ток средне-квадратичный).
Одномерный сигнал $I = \frac{I_m}{2}$

Цель: заниматься в изучении работы одно- и двухполюсных цепей постоянного напряжения, изучать свойства и свойства фильтров, расчеты токов и напряжений в нагрузке и составлении рез-ов расчета и оформления.



E_i	$U(R_{10})$	E_i	$U(R_{10})$
$E_1 = 1,25$	0	$E_6 = 4,1$	3,5
$E_2 = 1,9$	1,26	$E_7 = 5$	4,2
$E_3 = 2,5$	1,9	$E_8 = 6,4$	5,4
$E_4 = 3$	2,25	$E_9 = 8$	7,31
$E_5 = 3,5$	2,9	$E_{10} = 10,2$	9,42
		$E_{11} = 12$	11,2

$R_{10} = 700 \Omega$; $700 \mu\Omega$

5) Сигнал без "C"

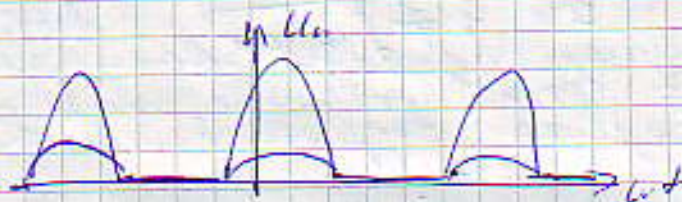
$$U_2 = 7,4$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_4} = \frac{7,4}{10} = 0,74 \text{ A}$$

$$U_{\text{вых}} = 0,56 \text{ B}$$

$$I_{\text{вых}} = \frac{U}{R_{20}} = 0,56 \text{ mA}$$

$$R_{20} = 1,4 \text{ kOhm}$$



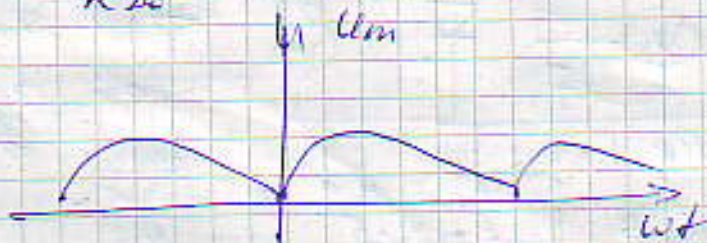
6) С емкостью "C"

$$U_2 = 3,0$$

$$I_2 = \frac{U_2 R_4}{10 \text{ Ohm}} = \frac{U_2 R_4}{R_4} = 0,3 \text{ mA}$$

$$U_{R_{20}} = 1,8 \text{ B}$$

$$I = \frac{U_{R_{20}}}{R_{20}} = 1,8 \text{ mA}$$



7) С переменным сопротивлением резистора

($A \times 10$) $U_2 = 5,8 \text{ B}$; $I_2 = \frac{U_2 R_4}{10 \text{ Ohm}} = 5,83 \text{ mA}$

$$U_{\text{вых}} = -2,67 \text{ B} , I_{\text{вых}} = \frac{-2,67}{10 \text{ Ohm}} = -2,67 \text{ mA}$$

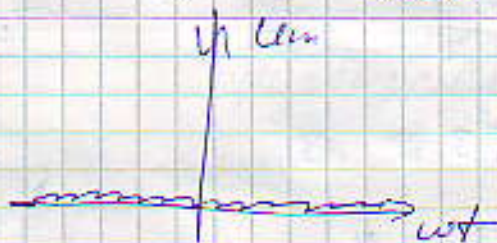
8) Периодический генератор.

$$f = 697 \text{ МГц}$$

$$U_{\text{ген}} = -2,7 \text{ В}$$

$$I_{\text{ген}} = \frac{U_{\text{ген}}}{R_{\text{гс}}} = -2,7 \text{ мА}$$

$$U_2 = 50 \text{ мВ}; \quad I_2 = \frac{U_2}{R_{\text{гс}}} \approx 0,5 \text{ мА}$$



1) $U_2 = 0,27 \text{ В}$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_{\text{гс}}} = 0,027 \text{ мА}$$

$$U_{\text{ген}} = -1,9 \text{ В}$$

$$I_{\text{ген}} = \frac{U_{\text{ген}}}{R_{\text{гс}}} = -1,9 \text{ мА}$$



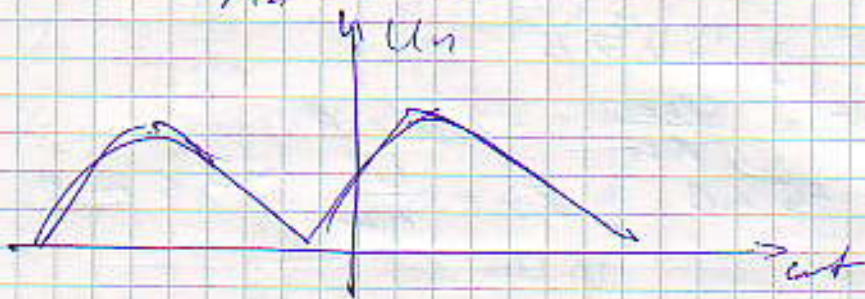
12, C генератор

$$U_{\text{ген}} = 2,1 \text{ В}$$

$$I_{\text{ген}} = \frac{U_{\text{ген}}}{R_{\text{гс}}} = 2,1 \text{ мА}$$

$$U_2 = 2.2 \text{ mV}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_{in}} = 0.22 \text{ }\mu\text{A}$$

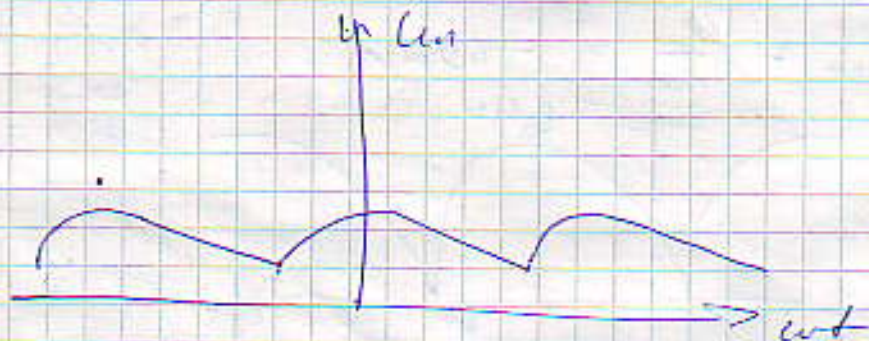


$$B. U_2 = 33.8 \text{ B}$$

$$I_2 = \frac{33.8 \text{ B}}{10 \text{ Ohm}} = 3.38 \text{ mA}$$

$$U_{\text{out}} = -2.7 \text{ B}$$

$$I_{\text{out}} = \frac{U_{\text{out}}}{R_{20}} = -2.7 \text{ mA}$$



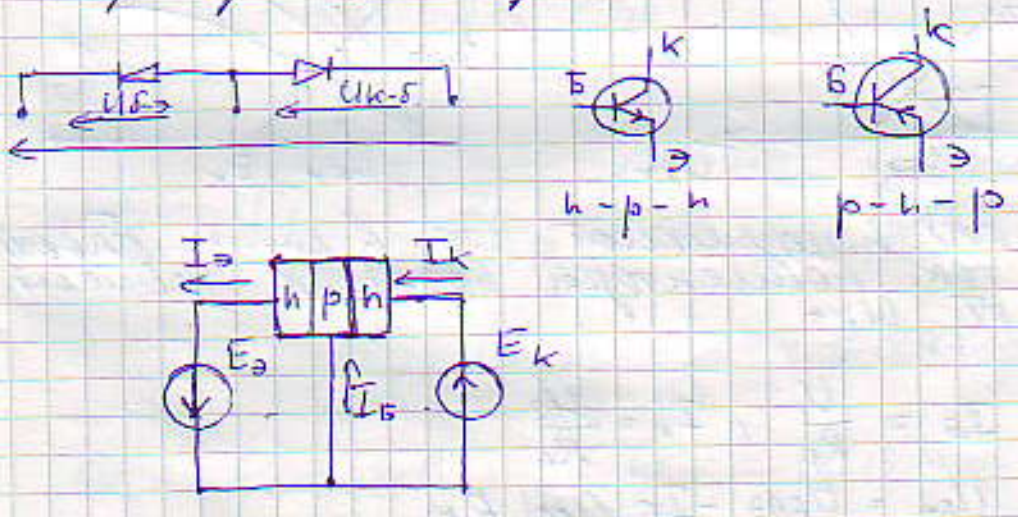
Лабораторная работа № 2

Исследование характеристик
 биполярного транзистора и
 усилителя на биполярном
 транзисторе.

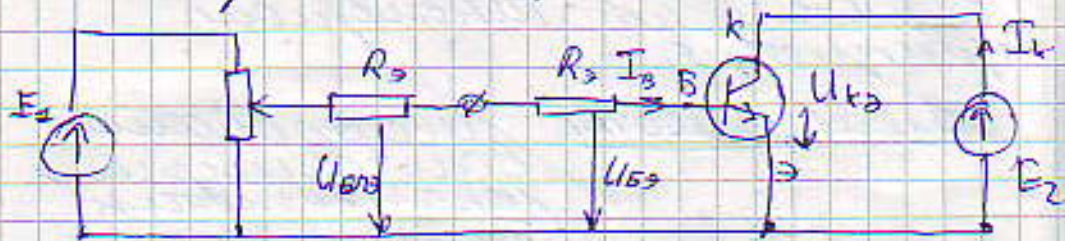
Цель работы: исследование
 вольт-амперных
 характеристик
 биполярного
 транзистора и
 усилителя на его
 основе.

Описание:

Транзистор - прибор, состоящий
 из p-n перехода, в зависимости
 от направления тока двух типов:
 p-n-p и n-p-n



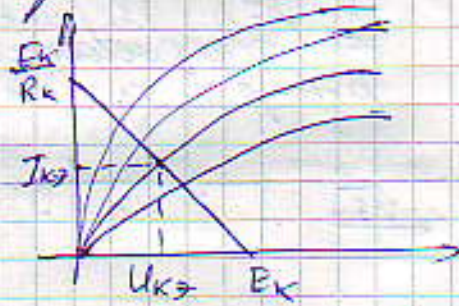
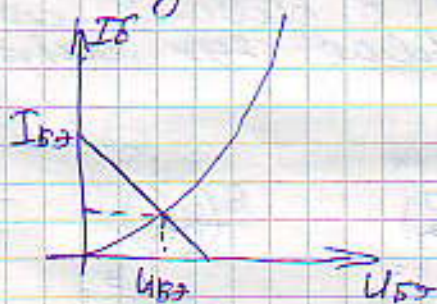
Существует множество вариантов схем включения датчиков температуры, рассмотрим схему усилителя с делителем напряжения.



$$I_B = I_k + I_B$$

$I_k = \rho I_B$ ρ - коэффициент усиления,

рассмотрим ВАХ выходной цепи и выведем характеристики.



ВАХ характеризуются тем, что в цепи протекает ток коллектора $I_{кз}$ и зависит от $U_{кз}$

$$I_B = \frac{U_1}{R_1} ; I_k = \frac{U_2}{R_2}$$

$$U_{кз} = U_{кз0} - I_B (1 + \rho) R_2$$

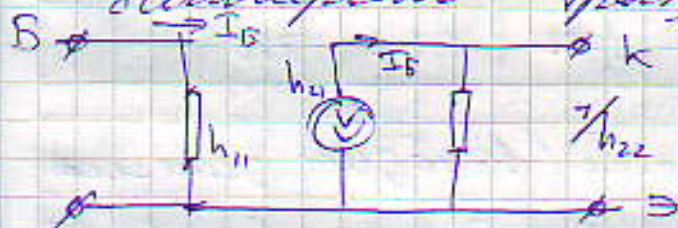
В шунтовой модели выходная характеристика транзистора — амплитудное значение системы ур-н

$$\begin{cases} U_{кз} = h_{11} I_B + h_{12} U_{кз} \\ I_k = h_{21} I_B + h_{22} I_{кз} \end{cases}$$

$$h_{11} = \frac{\Delta U_{кз}}{\Delta I_B} \Big|_{U_{кз} = \text{const}} \quad h_{12} = \frac{\Delta U_{кз}}{\Delta U_{кз}} \Big|_{I_B = \text{const}}$$

$$h_{21} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_B} \Big|_{U_{кз} = \text{const}} \quad h_{22} = \frac{\Delta I_k}{\Delta U_{кз}} \Big|_{I_B = \text{const}}$$

Существует величина коэффициента усиления транз.



Максимальная мощность при заданном коэффициенте усиления

$$K_{ув} = \frac{U_{кз\max}}{U_{кз}} = \frac{R_k}{R_{вт} R_{г}} \quad \beta = \frac{I_k}{I_B}$$

результат усиления.

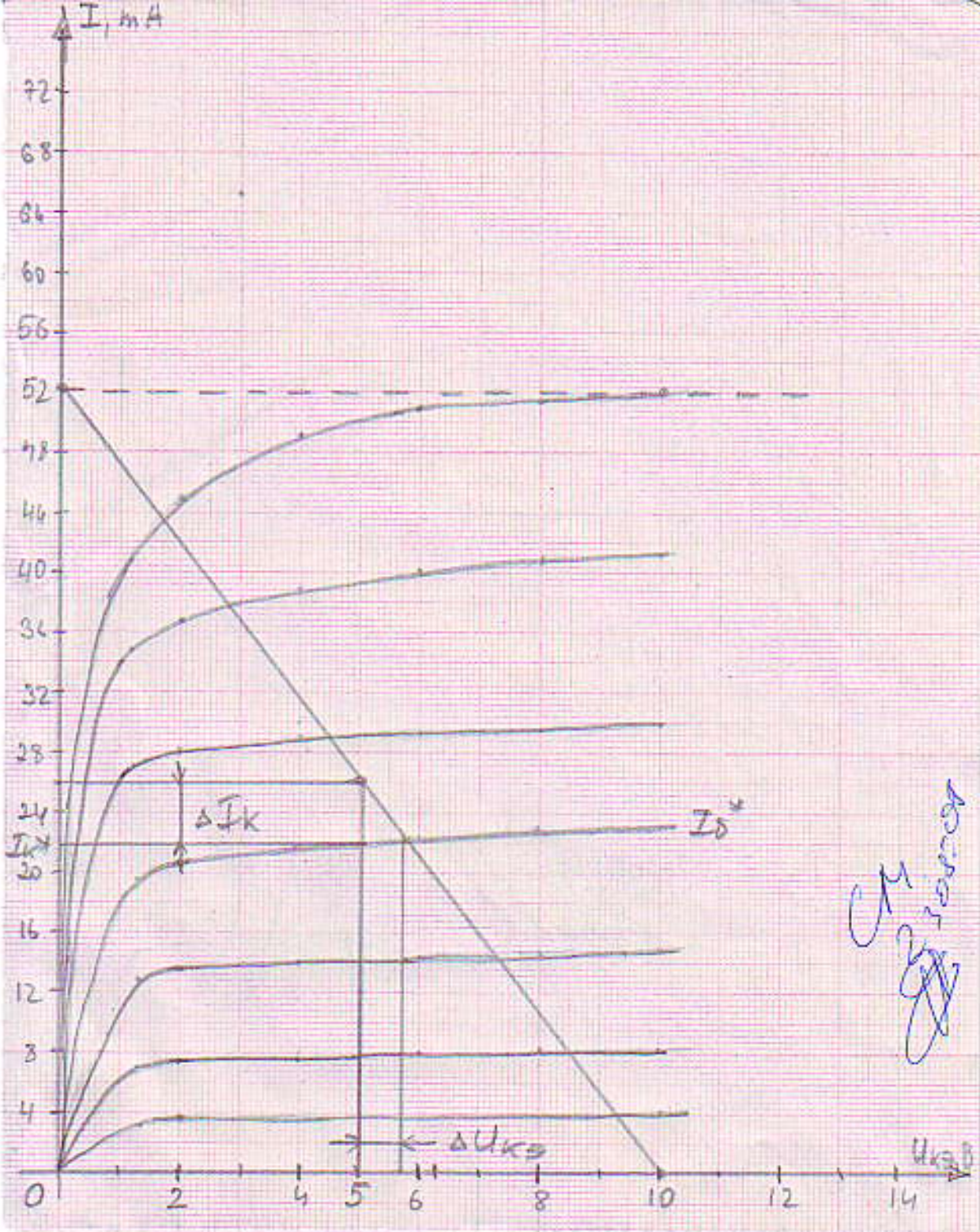
① $E_1 = 2B$ $E_2 = 10B$

Таблица значений (входное значение)

U_1, B	$U_{ном}, B$	I_0, mA	U_k, B	U_2	I_k, mA	β
0	0,7	0	0,7	0	0	—
0,25	0,03	0,25	0,675	0,04	0	36
0,5	0,61	0,5	0,68	0,1	2,2	44
1	0,83	1	0,69	0,27	5,4	54
2	0,83	2	0,70	0,57	11,4	77
3	0,74	3	0,71	1	20,2	67,3
4	0,7	4	0,7	1,4	25,2	
5	0,77	5	0,86	1,61	31,0	

Таблица значений (выходное значение)

I_0, mA	U_{k2}	0	2	4	6	8	10
0,25	I_k, mA	35	34,6	34,6	36	36,7	37,3
0,5	I_k, mA	75	77,1	78,4	80,5	82,2	83,8
0,75	I_k, mA	110	141,1	144	147	150,5	154,5
1	I_k, mA	136	200	212	214	217	223
1,25	I_k, mA	0,27	0,27	0,22	0,27	0,29	0,3
1,5	I_k, mA	0,35	0,38	0,38	0,39	0,4	0,41
2,0	I_k, mA	$28 \cdot 10^{-3}$	0,45	0,5	0,51	0,51	0,52



Handwritten signature and text:

CM
 2/2/2023

Лабораторное работа n 3

Исследование хр-к полевого транзистора и усилителя на полевой тр-ре.

Цель работы: Исследовать ВАХ полевого транзистора и усилителя на его основе.

Теоретическое введение:

Полевой транзистор это управляемый силовой прибор в котором управляется проводимостью проводящего канала с помощью электростатического поля. Полевой тр-р имеет 3 электрода сток (Drain), исток (Source), управляющий электрод - затвор (Gate).



n-TMOS



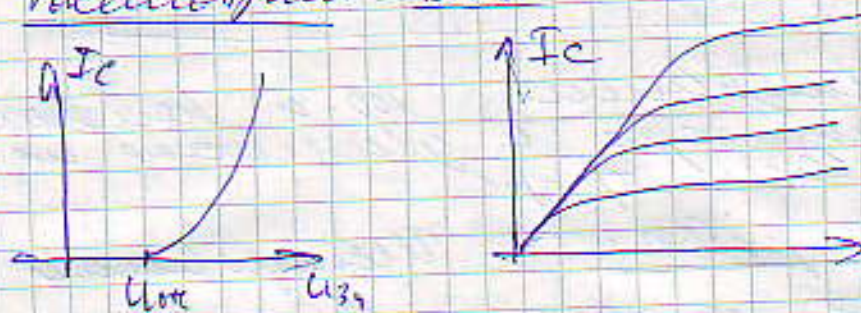
p-TMOS

Рассмотрим схему с обвязкой истоком



$$\beta = \frac{I_C}{I_B}; I_u = I_C + I_B$$

Рассмотрим ВАХ

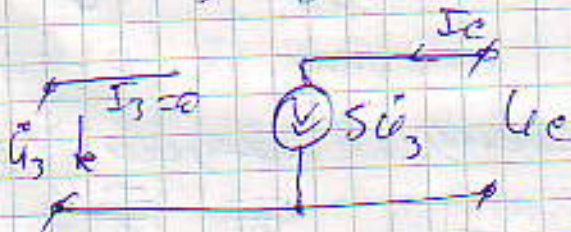


Поскольку ток диода I_{D0} велика каждой кривой (используя пропорцию), ивый график на вольт-амперной характеристике в области увеличения напряжения U_{31} в области насыщения переносится.

$I_c(U_3)$ — выражена

$$I_c(U_3) = S_2 (U_3 - E)^2$$

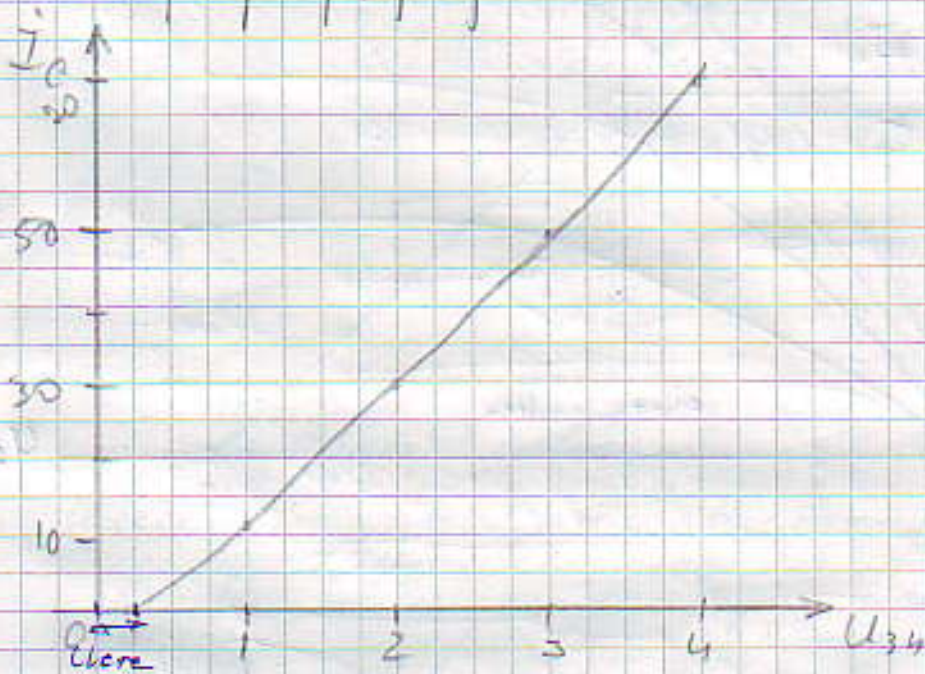
Рассмотрим элементную схему замещения:



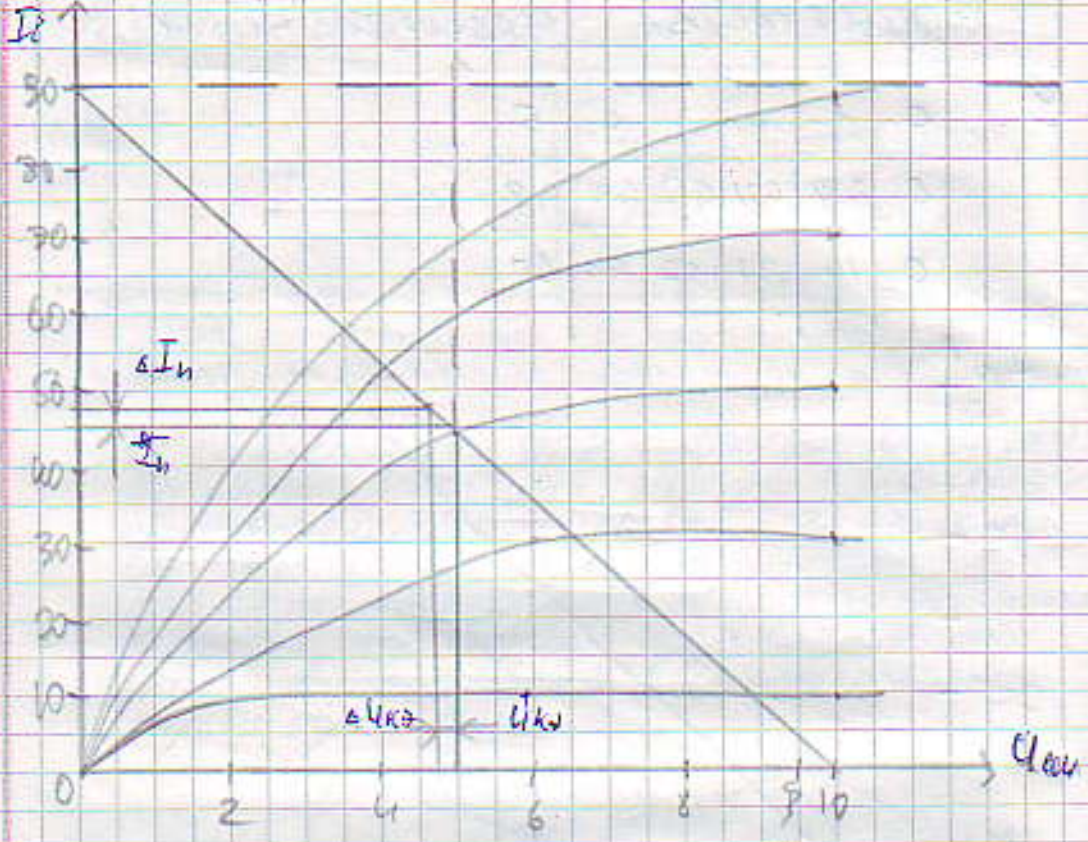
Результаты измерения

①

0	1	2	3	4	5
0	0,14	0,31	0,52	0,71	0,9
0	14	31	52	71	90



	$U_{0, B}$	1,22	2	4	6	8	10
1	$I_{0, A}$	9	11	13	14	14	14
2	$I_{0, A}$	15	21	28	31	32	32
3	$I_{0, A}$	17	26	42	48	51	52
4	$I_{0, A}$	18	31	53	66	71	73
5	$I_{0, A}$	19	32	57	75	85	90



Лабораторная работа № 4

Операционный усилитель

Фер. звезда:

Современные ОУ являются многоцелевыми эл-он, водами. в виде интегральной микросхемы. Применяются при конструировании усилителей.



могут принимать входы и выходы

Они из выходов являются инвертирующей и неинвертирующей. Могут как повысить так и понизить уровень сигнала. Обладают высокой точностью и стабильностью.

$$K = 10^4 \div 10^5$$

$$Z = 10^4 \div 10^5 \text{ Ом}$$

Способен работать в широком диапазоне частот (от 0 до 10^7 Гц.)
 $U_{\text{вых}} = K(U_2 - U_1)$ на широким частотам

но при этом совпадает с разностью
 $(U_2 - U_1)$

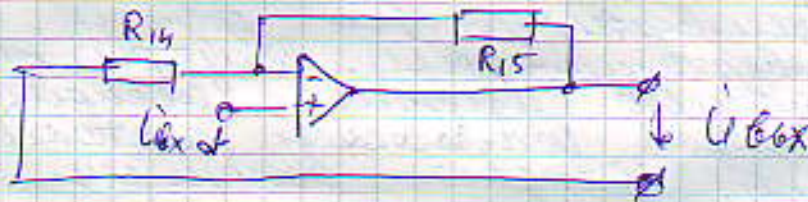
$$K_4^i = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta(U_2 - U_1)}$$

Рассмотрим простейшие
 случаи ОУ:

1) Инвертирующий ОУ

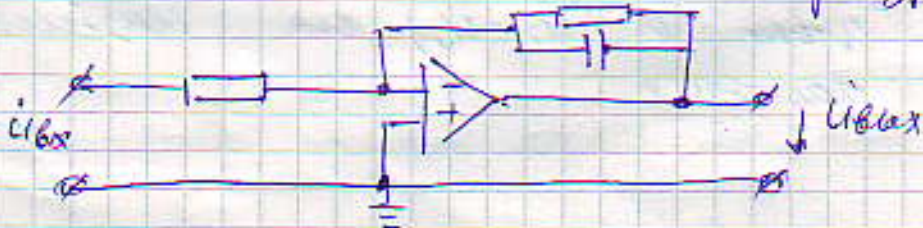


2) Неинвертирующий ОУ



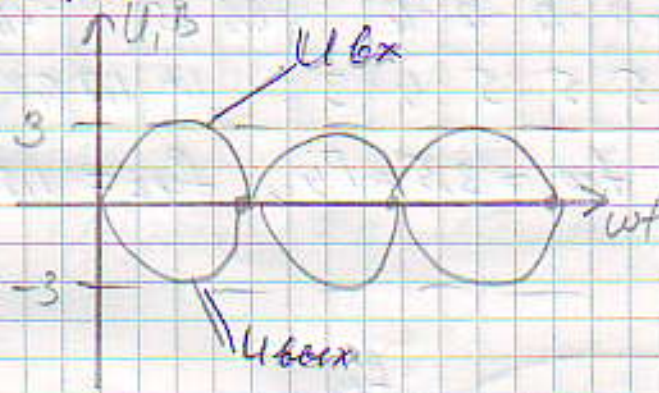
$$K_4^i = \frac{R_{14} + R_{15}}{R_{14}}$$

3) Интегрирующий ФНЧ (то же название)

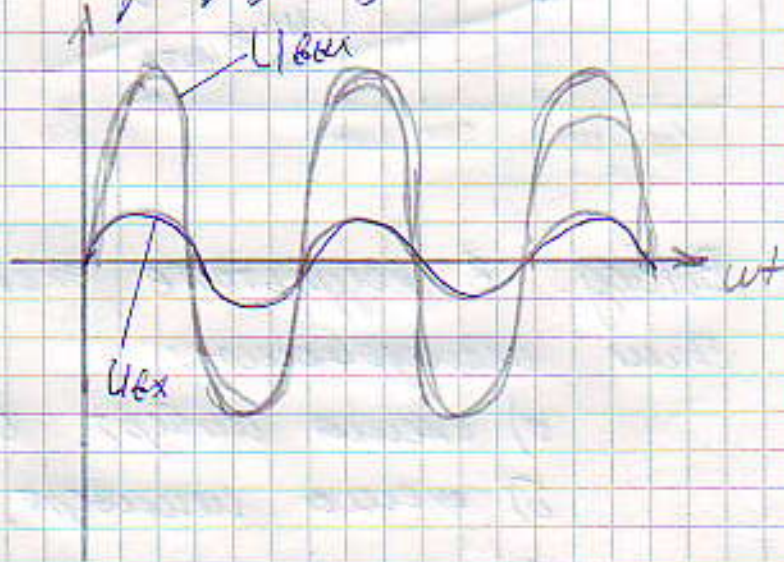


Результат исследования:

а) Шварцкоуши

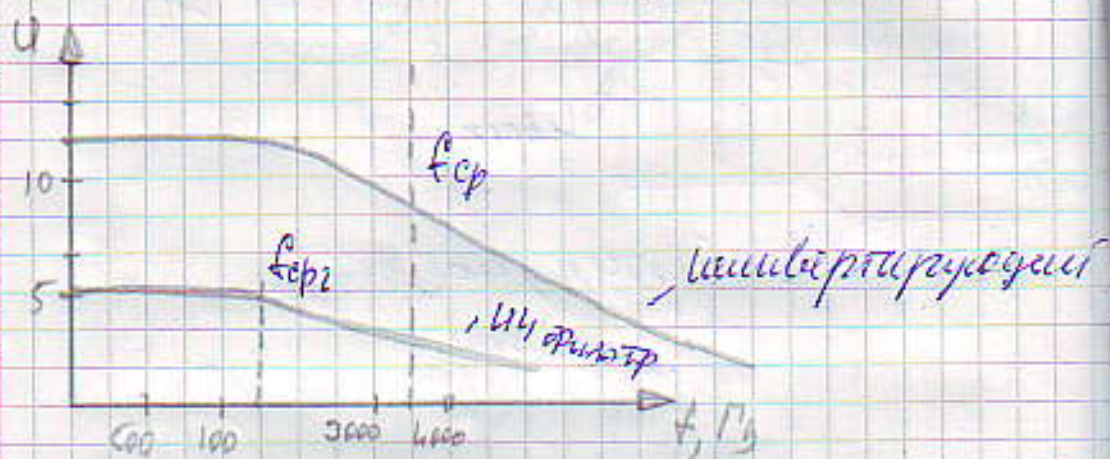


б) не шварцкоуши



$f_{\text{ПЧ}}$	100	500	1	3	4	5	10	15	20	400
$f_{\text{ПЧ}}$	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц	кГц
$U_{\text{уп}}$	12	12	12	12		6,5	3,5		2,5	
$U_{\text{инв}}$	-12	-12	-12	-12		-6,5	-3,5		-2,5	
$U_{\text{ср}}$	5	5	5	4	3		1,6	1,2	0,8	0,6

$$f_{\text{ср}} = 3,5 \text{ кГц}, \quad f_{\text{ср}2} = 1,5 \text{ кГц}.$$



Вывод: в результате экспериментов
были сделаны выводы:

- схема инверт. ОУ
- схема неинверт. ОУ
- схема с ОУ - активной ФЧФ
Impres

В результате схемы АЧХ для схем

- и б)

Из результатов видно, что f_1 (частота среза) для ω инверт. ОУ имеет $f_{ср2}$ (частота среза для ФНЧ) и асимметрии для Б) и В) отмечаются. В схеме с ФНЧ частота среза $f_{ср}$ от номинала $f_{н0}$.