

Министерство образования Российской Федерации

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(технический университет)**

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Лабораторно-практические занятия
по дисциплине
"Электротехника и электроника"
(Раздел III)**

Под ред.

621.38
Л 125

УДК: 621.38(076.5)

Утверждено учебным управлением МЭИ

Авторы:

Князьков О.М., Комаров Е.В., Рослякова Е.И., Соколов В.Б.

Рецензент доцент, к.т.н. Сильванский И.В.

Подготовлено на кафедре Электротехники и интроскопии.

Сборник содержит руководство к основным лабораторно-практическим занятиям (ЛПЗ) и предназначен для студентов всех специальностей ЭнМФ, ТЭФ, ПТЭФ и ЭФФ.

Лабораторно-практические занятия проводятся на универсальных стендах, оборудованных ПЭВМ, в лаборатории электроники кафедры электротехники и интроскопии.

Во введении дано краткое описание стенда, характеристика измерительных приборов, указан порядок выполнения работы, а так же основные требования по технике электробезопасности.

©Московский энергетический институт, 1999

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторно-практические занятия (ЛПЗ), проводимые в лаборатории электроники, дают навыки в обращении с некоторыми основными устройствами, применяемыми в автоматике, а также в современной информационно-измерительной и вычислительной технике. Эксперимент сопровождается простыми расчетными заданиями, помогающими усвоить основные принципы работы исследуемых объектов, упростить и сократить время выполнения лабораторного задания. Эксперимент расширяется и дополняется моделированием на ПЭВМ.

Порядок работы в лаборатории электроники

1. Студенческая группа разбивается на 8 бригад по 2-3 человека в бригаде. Номер бригады соответствует номеру стенда и сохраняется в течение всего семестра.
2. Каждое ЛПЗ состоит из нескольких обязательных частей:
 - а) подготовка к занятию (изучение теоретических положений, выполнение рекомендованных расчетов, заготовка протокола *каждым из студентов*);
 - б) сдача *каждым студентом* коллоквиума, за который проставляется оценка;
 - в) выполнение эксперимента, подтверждающего или дополняющего расчет. (Звездочкой (*) помечены пункты задания, выполняемые факультативно.);
 - г) обсуждение и формулирование выводов по результатам ЛПЗ.
3. Программа ЛПЗ может быть выполнена за 2 часа *только при условии тщательной предварительной подготовки* к занятию. **Каждый студент** составляет протокол, который служит основным документом при допуске к занятию. Студент может приступить к выполнению эксперимента только при наличии письменного подтверждения преподавателем допуска на титульном листе.
4. По окончании эксперимента студенты, *не разбирая схему*, предъявляют результаты преподавателю, который отмечает выполнение ЛПЗ в журнале и протоколе.
5. Студент, пропустивший или не выполнивший ЛПЗ до конца, выполняет его на дополнительном занятии при наличии отметки о сдаче коллоквиума преподавателю на титульном листе протокола.

Правила электробезопасности в лаборатории электроники

Перед началом выполнения работ студенты проходят инструктаж по технике безопасности и расписываются в соответствующем бланке.

Лабораторные установки являются действующими электроустановками и при определенных условиях могут стать источником поражения электрическим током. Установлено, что электрический ток при величине 0,05 А опасен, а при 0,1 А смертелен. Напряжение даже в несколько десятков вольт (40-60 В) может при неблагоприятном стечении обстоятельств вызвать опасность поражения электрическим током. Прежде, чем приступить к сборке схемы, убедитесь, что источники питания отключены (сигнальные лампы источников не горят), а ручки регулировки напряжения источников питания установлены в позиции "нуль". Убедитесь в исправности изоляции соединительных проводов.

Категорически воспрещается :

1. Включать источники питания без разрешения преподавателя.
2. Пользоваться проводами без наконечников.
3. Прикасаться к неизолированным частям стенда.

4. Оставлять без присмотра включенный стенд.
5. Разбирать цепи и производить переключения под напряжением.

Описание лабораторного стенда

Все ЛПЗ выполняются на едином универсальном стенде, оборудованном генератором низкочастотных сигналов ГЗ-36А, осциллографом С1-77, двумя цифровыми мультиметрами ВР-11А, двумя комбинированными цифровыми приборами Щ 4300. На стенде имеется съемная панель, сменяемая в зависимости от содержания работы. На панели располагается элементная база, необходимая для выполнения конкретной работы. Соединения между элементами осуществляется с помощью гибких проводов, находящихся у лаборанта. Подключение панели к источнику питания осуществляется с помощью тумблера, соответствующего необходимому при выполнении конкретной лабораторной работы источника питания, расположенного в нижней правой части стенда.

Лабораторно-практическое занятие №1

НЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Цель работы

Изучение принципа действия и основных характеристик неуправляемых выпрямителей при резистивной нагрузке.

Объект исследования

Исследуются два однофазных неуправляемых выпрямителя : однополупериодный и двухполупериодный мостовой без фильтра и с емкостным фильтром. Нагрузкой выпрямителя является переменный резистор R_H (рис.1.1).

Таблица

1.1

<i>Тип диода</i>	<i>$U_{пр,ср}$ (В)</i>	<i>$I_{пр,ср}$ (мА)</i>	<i>$U_{обр,мах}$ (В)</i>
КД 105Б	1	300	400
КД 106А	1	300	100
КД 202Д	1	5000	100
КД 217Б	1,3	1000	200

Постоянное напряжение на нагрузке $U_{H,CP}$ и переменное напряжение на вторичной обмотке трансформатора измеряются мультиметром ВР-11А, постоянная составляющая тока - цифровым прибором Щ 4300.

На панелях установлены кремниевые выпрямительные диоды, сведения о которых приведены в табл.1.1 , где $I_{пр,ср}$ – допустимый прямой ток диода, $U_{пр,ср}$ – среднее прямое напряжение, $U_{обр,мах}$ – наибольшее обратное напряжение диода.

Подготовка к занятию

1. Изучить раздел "Источники вторичного электропитания", §§ 5.1, 5.2 (однофазные выпрямители), § 5.3 (емкостные фильтры), § 5.4 [1].
2. Начертить схемы однополупериодного и мостового выпрямителей без фильтра, а также мостового выпрямителя с С-фильтром. На схемах покажите приборы для снятия внешних характеристик.
3. Для однополупериодного или мостового (в зависимости от задания в таблице) выпрямителя без фильтра и с С-фильтром рассчитайте :
 - выпрямленное напряжение на нагрузочном резисторе $U_{H,CP}$;
 - выпрямленный ток $I_{H,CP}$;
 - максимальное обратное напряжение на диоде $U_{OBR,MAX}$.Фильтр считать идеальным. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Номер бригады	Тип диода	Тип выпрямителя	R_H [Ом]	U_2 [В]
1.	КД 106А	Однополупериодный	200	15
2.	КД 202Д	Двухполупериодный	460	30
3.	КД 106А	Двухполупериодный	310	15
4.	КД 105Б	Двухполупериодный	560	30
5.	КД 106А	Однополупериодный	310	15
6.	КД 202Д	Однополупериодный	600	30
7.	КД 106А	Двухполупериодный	460	15
8.	КД 105Б	Двухполупериодный	560	30
9.	КД 202Д	Однополупериодный	500	30
10.	КД 217Б	Однополупериодный	250	15

4. По таблице 1.1 проверьте соответствие диода, который установлен в Вашем варианте выпрямителя, результатам расчета.
5. Запишите значения коэффициентов пульсаций в однополупериодном и двухполупериодной схемах без фильтра.
6. Заготовьте таблицы для записи результатов измерений.

Содержание занятия

1. Исследуйте выпрямители: однопериодный и мостовой без фильтра, а также мостовой с емкостным фильтром.
Для каждого из выпрямителей снимите внешнюю характеристику и зарисуйте осциллограмму напряжения на нагрузке для $R_{нагр.мах}$.
По результатам эксперимента постройте на одном рисунке три внешние характеристики.
2. Для мостового выпрямителя без фильтра рассчитайте по его внешней характеристике эквивалентное внутреннее сопротивление $R_{вн}$.

3. Для мостового выпрямителя с С-фильтром определите с помощью осциллографа коэффициент пульсаций p .

4*. (По усмотрению преподавателя). Снимите внешнюю характеристику и рассчитайте коэффициент пульсации p для RC-фильтра.

Все внешние характеристики (п.1 и п.4) привести в одних осях координат.

Методические указания

Коэффициент пульсаций напряжения на нагрузке $p = U_{m(1)} / U_{H,CP}$

Среднее значение напряжения $U_{H,CP}$ измеряется мультиметром. Амплитуда переменной составляющей напряжения $U_{m(1)}$ определяется приближенно по осциллограмме

$$U_{m(1)} = m_u * \Delta / 2$$

где m_u — масштаб по вертикали, Δ — расстояние по вертикали между крайними положениями луча, рис. 1.2.

Измерения $U_{m(1)}$ проводить при закрытом входе осциллографа, при этом постоянная составляющая напряжения не влияет на положение луча.

Лабораторно-практическое занятие №2

ОДНОКАСКАДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Цель работы

Изучение принципа работы и характеристик однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером (ОЭ).

Объект исследования

На съемной панели, изображенной на рис. 2.1, расположены следующие элементы, относящиеся к данной работе: биполярный транзистор $T1$; коллекторный резистор R_K ; переменный резистор R_B , предназначенный для установки режима транзистора по постоянному току; переменный резистор R , имитирующий внутреннее сопротивление источника усиливаемого сигнала; переменный резистор R_H , имитирующий сопротивление нагрузки, а также конденсаторы связи C_{C1} и C_{C2} .

Измерения постоянных токов базы и коллектора проводятся цифровыми приборами Щ 4300. В верхней части панели расположен вывод источника коллекторного питания (12В). Для измерения постоянных напряжений на электродах транзистора и переменных напряжений в схеме усилителя используются мультиметры. В качестве источника усиливаемого сигнала используется генератор переменного напряжения ГЗ-36А.

Подготовка к занятию

1. Изучите основные характеристики транзистора и начертите его схему замещения в h -параметрах (§ 2.3 [1]).

2. Изучите усилительный каскад с общим эмиттером (§ 3.2 [1]). Начертите принципиальную схему усилителя и его схему замещения в h -параметрах. Запишите формулы для расчета:

- входного сопротивления усилителя $R_{вх1}$;
- выходного сопротивления усилителя $R_{вых}$;
- коэффициента усиления по напряжению в режиме холостого хода $K_{их}$ и при нагрузке.

Содержание занятия

1. Соберите усилитель с ОЭ на биполярном транзисторе $T1$ с приборами для измерения токов базы и коллектора. С помощью переменного резистора R_b , установите точку покоя и зафиксируйте в протоколе ее параметры (I_{bn} , I_{kn} , U_{bn} , U_{kn}), а также значение ЭДС источника питания E_k .

2. Измените сопротивление резистора базы R_b так, чтобы значение U_{kn} изменилось на $\pm 10\%$ и зафиксируйте в протоколе параметры новой рабочей точки (I'_{bn} , I'_{kn} , U'_{bn} , U'_{kn}).

3. По данным п.п 1 и 2 рассчитайте h — параметры транзистора.

4. По данным п.п 1 и 3 рассчитайте коэффициент усиления усилителя по напряжению в режиме холостого хода $K_{ил}$.

5. Снимите и постройте амплитудную характеристику усилителя при частоте $f=l$ кГц в режиме холостого хода. Зафиксируйте максимальное входное напряжение, при котором на выходе отсутствуют нелинейные искажения. Определите коэффициент усиления $K_{их}$ и сопоставьте его значение с расчетным.

Зарисуйте осциллограммы выходного напряжения при $U_{вх}=10$ мВ и $U_{вх}=500$ мВ.

6. Определите полосу пропускания усилителя при $U_{вх}=10$ мВ и $R_{вх}=1$ кОм.

7. * Измерьте входное и выходное сопротивления усилителя $R_{вх}$ и $R_{вых}$.

8. * По данным п.п 1 и 3 рассчитайте входное и выходное сопротивления $R_{вх}$ и $R_{вых}$ и сравните их с результатами эксперимента.

Методические указания

1. Режим покоя устанавливают регулировкой сопротивления резистора R_b так, чтобы напряжение на коллекторе было приблизительно равно половине ЭДС источника коллекторного питания.

2. При определении полосы пропускания, напряжение на генераторе ГЗ-36А поддерживают неизменным по величине $U=10$ мВ.

Вначале измеряется выходное напряжение усилителя $U'_{вых0}$ при частоте $f_0=1$ кГц. После этого плавно уменьшается (для определения нижней границы полосы пропускания f_n) или плавно увеличивается (для определения верхней границы полосы пропускания f_v) частота входного сигнала до тех пор, пока выходное напряжение не уменьшится до величины равной $0,707 U'_{вых0}$.

3. При измерениях входного $R_{вх}$ и выходного $R_{вых}$ сопротивлений усилителя, напряжение на выходе генератора ГЗ-36А поддерживают неизменным и равным 10 мВ при частоте 1 кГц.

Измерение входного сопротивления:

а) последовательно с генератором ГЗ-36А включить переменный резистор R , имитирующий внутреннее сопротивление источника усиливаемого сигнала:

б) поставить движок переменного резистора в положение $R'=0$ и измерить напряжение на выходе усилителя $U'_{вых}$,

в) плавно увеличивая сопротивление резистора, добиться уменьшения напряжения на выходе усилителя в два раза— $U''_{вых} = U'_{вых} / 2$ и зафиксировать полученное значение сопротивления R'' .

Входное сопротивление усилителя равно полученному значению $R_{вх} = R''$. Так как только в этом случае при неизменных значениях коэффициента усиления K_u и напряжения на выходе генератора ГЗ-36А входное, а, следовательно, и выходные напряжения усилителя могут уменьшиться в два. Измерение выходного сопротивления:

- а) измерить напряжение на выходе усилителя в режиме холостого хода $U_{вых,х}$.;
- б) подключить резистор нагрузки и, плавно изменяя его сопротивление, добиться уменьшения выходного напряжения в два раза $U_{вых} = U_{вых,х}$. В этом положении сопротивление нагрузки будет равно выходному сопротивлению усилителя.

Лабораторно-практическое занятие №3

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Цель работы

Изучение свойств усилителей напряжения, интегратора, триггера Шмитта и мультивибратора на основе операционного усилителя (ОУ).

Объект исследования

На схемной панели (рис. 3.1) расположены: операционный усилитель типа К553УД2 и цепи обратной связи, позволяющие создать на его основе инвертирующий усилитель, избирательный усилитель, интегратор, триггер Шмитта и мультивибратор.

Параметры ОУ: коэффициент усиления $K_u \geq 20 \cdot 10^3$ входное сопротивление $R_{вх} \geq 300$ кОм; напряжение смещения $U_{см} \leq 7,5$ мВ; входные токи $I_{вх} \leq 1,5$ нА; максимальное выходное напряжение $U_{вых,мах} = 10$ В; напряжение источника питания $U_{un} = 15$ В; сопротивление нагрузки $R_n \geq 2$ кОм; частота единичного усиления $f_l \leq 1$ МГц.

Для измерения напряжений на входе и выходе усилителей используются цифровые измерительные приборы. Измерение сигналов на выходе интегратора, триггера Шмитта и мультивибратора осуществляется осциллографом.

Подготовка к занятию

1. Изучите принцип действия инвертирующего усилителя, интегратора, избирательного RC-усилителя с интегродифференцирующей обратной связью, триггера Шмитта и мультивибратора §§ 3.11, 4.5 [1], § 8.7 [2].

2. Начертите схему инвертирующего усилителя, рассчитайте его коэффициент усиления K_u (исходные данные для расчета приведены в табл. 3.1).

3. Начертите схему интегратора и приведите примерный вид осциллограммы выходного напряжения, если на вход подаются прямоугольные, знакопеременные, симметричные импульсы. Рассчитайте (см. табл. 3.1) $U_{вых,мах}$, если $U_{вх,мах} = 3$ В .

4. Начертите схему избирательного RC—усилителя с интегродифференцирующей обратной связью. Приведите примерный вид АЧХ усилителя и рассчитайте его квазирезонансную частоту f_0 .

5. Начертите схему триггера Шмитта и его передаточную характеристику. Рассчитайте значения $U_{вкл}$ и $U_{выкл}$. Для звена ПОС используйте значения сопротивлений резисторов инвертирующего усилителя (табл. 3.1), максимальное значение напряжения на выходе операционного усилителя $U_{вых,мах} = 10$ В.

6. Начертите схему и рассчитайте частоту сигналов на выходе симметричного мультивибратора. Для звена ПОС используйте значения сопротивлений резисторов инвертирующего усилителя (табл. 3.1), для звена ООС—значения сопротивления резистора и емкости конденсатора, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

№ бригады	Инвертирующий усилитель		Избирательный усилитель			Интегратор			Мультивибратор	
	R _{ос} кОм	R ₁ кОм	R ₁ кОм	R ₂ кОм	C ₁ =C ₂ нФ	R _{ос} мкФ	R ₁ кОм	f Гц	R ₂ кОм	C нФ
1.	300	10	1.0	18	68	0.033	33	800	33	32
2.	47	12	2.0	56	18	0.025	51	1000	25	22
3.	43	5.1	1.5	82	10	0.033	25	900	51	15
4.	43	3.9	1.0	33	22	0.015	62	1500	10	47
5.	47	8.2	1.1	75	6.8	0.022	47	1000	47	22
6.	43	7.5	1.3	68	33	0.025	33	900	33	15
7.	82	10	1.0	62	47	0.015	51	1500	24	33
8.	43	15	1.5	10	6.8	0.033	62	800	51	22
9.	47	12	7.5	56	22	0.025	47	1000	62	15
10.	47	6.2	8.2	56	47	0.015	39	1500	39	22

Содержание занятия

1. Исследуйте инвертирующий усилитель:
 - а) при частоте $f=1$ кГц снимите и постройте амплитудную характеристику усилителя в режиме холостого хода;
 - б) по результатам эксперимента определите $K_{иос}$ и сравните его с расчетным значением.
2. Исследуйте избирательный RC—усилитель:
 - а) определите частоту квазирезонанса f_0 и сравните ее с расчетной;
 - б) определите нижнюю f_n и верхнюю f_v частоты полосы пропускания и сравните их с экспериментальными значениями, занесите результаты в протокол и постройте соответствующую характеристику.
3. Исследуйте интегратор:

а) от генератора ГЗ-36А подавайте на вход интегратора прямоугольные знакопеременные симметричные импульсы $U_{вх}=3В$ с частотой повторения, заданной в табл. 3.1;

б) измерьте $U_{вых,мах}$ с помощью осциллографа;

в) зарисуйте осциллограммы входного и выходного напряжений;

г) сравните полученные результаты с предполагаемыми.

4.* Исследуйте триггер Шмитта:

а) снимите и постройте передаточную характеристику;

б) сравните значения $U_{вкл}$ и $U_{выкл}$ с расчетными.

5. Исследуйте мультивибратор:

а) зарисуйте осциллограмму и измерьте с помощью осциллографа максимальное значение выходного напряжения, а также его частоту;

б) сравните измеренную частоту с расчетной.

Методические указания

1. Для определения частоты квазирезонанса f_0 избирательного усилителя, необходимо изменять частоту генератора синусоидальных колебаний до тех пор, пока выходное напряжение усилителя не станет максимальным. Значение входного сигнала должно быть неизменным и равным ≈ 200 мВ. Для определения нижней f_n и верхней f_v частот полосы пропускания необходимо плавно изменять частоту генератора ниже и выше частоты f_0 до тех пор, пока выходное напряжение не станет равным $0,707 U_{вых,мах}$ измеренным на частоте f_0 .

2. При исследовании интегратора на его вход подается напряжение прямоугольной формы с выхода генератора низкочастотных сигналов ГЗ-36А.

3. При сборке схем триггера Шмитта и мультивибратора звено положительной обратной связи составьте из резисторов, использованных Вами в схеме инвертирующего усилителя. 4. При исследовании схемы мультивибратора в качестве звена отрицательной обратной связи используйте сборку, состоящую из конденсатора C_1 и резистора $R_{ос}$.

Лабораторно-практическое занятие №4

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА

Цель занятия

Ознакомление с простейшими логическими элементами и синтез на их основе логических схем с заданными свойствами.

Объект исследования

На лабораторной панели установлены семь логических микросхем серии 155 (рис. 4.1) и три источника напряжения. Источники напряжения управляются с помощью тумблеров: в нижнем положении тумблера напряжение на выходе источника $U \approx 0$ (логический нуль), в верхнем — $U \approx 2,5 В$ (логическая единица). Соединения между элементами осуществляются одним проводом, вторым проводом служит заземление, к которому уже подключены общие выводы всех элементов. С правой стороны панели установлена сигнальная лампа, один вывод которой также подключен к заземлению. Подключая второй вывод лампы к любой точке схемы, можно определить наличие в ней логического нуля или единицы: лампа горит, если в точке подключения $U \approx 2,5 В$ (логическая единица).

Подготовка к занятию

1. Изучите свойства логических элементов, мультиплексора и синхронного RS —триггера §§ 6.4, 6.5, 6.6 [1].

2. Приведите в протоколе условно-графические обозначения элементов НЕ, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и составьте для них таблицы истинности.

Начертите схему мультиплексора на два входа и его условно графическое обозначение, приведите таблицу его состояний.

Таблица 4.1

№ по порядку	X1	X2	X3	Значение функции Y для бригад (№)				
				1,6	2,7	3,8	4,9	5,10
1.	0	0	0	0	1	0	1	0
2.	0	0	1	0	0	0	1	0
3.	0	1	0	0	0	1	0	0
4.	0	1	1	0	0	1	0	0
5.	1	0	0	1	1	0	1	0
6.	1	0	1	1	0	0	0	1
7.	1	1	0	1	1	1	0	1
8.	1	1	1	0	0	0	0	1

4. Начертите схему синхронного RS — триггера на элементах И-НЕ и его условно-графическое обозначение, приведите таблицу состояний этого триггера.

3. В соответствии с номером Вашей бригады запишите логическую функцию $Y(X1, X2, X3)$, заданную табл. 4.1 и начертите схему, реализующую эту логическую функцию на элементах И-НЕ.

Содержание занятия

1. Соберите мультиплексор на два информационных входа и считайте информацию с входа, указанного преподавателем.

2. Соберите схему синхронного RS -триггера и убедитесь в ее работоспособности.

3. Соберите схему, составленную Вами по табл. 4.1, и проверьте соответствие между заданными состояниями переменных и значениями логической функции в собранной схеме.

Методические указания

1. Перед сборкой любой схемы проверяйте предварительно исправность всех логических элементов, которые будут использованы Вами в этой схеме.

2. При эксперименте ни один из входов логических элементов не может оставаться не подключенным к схеме.

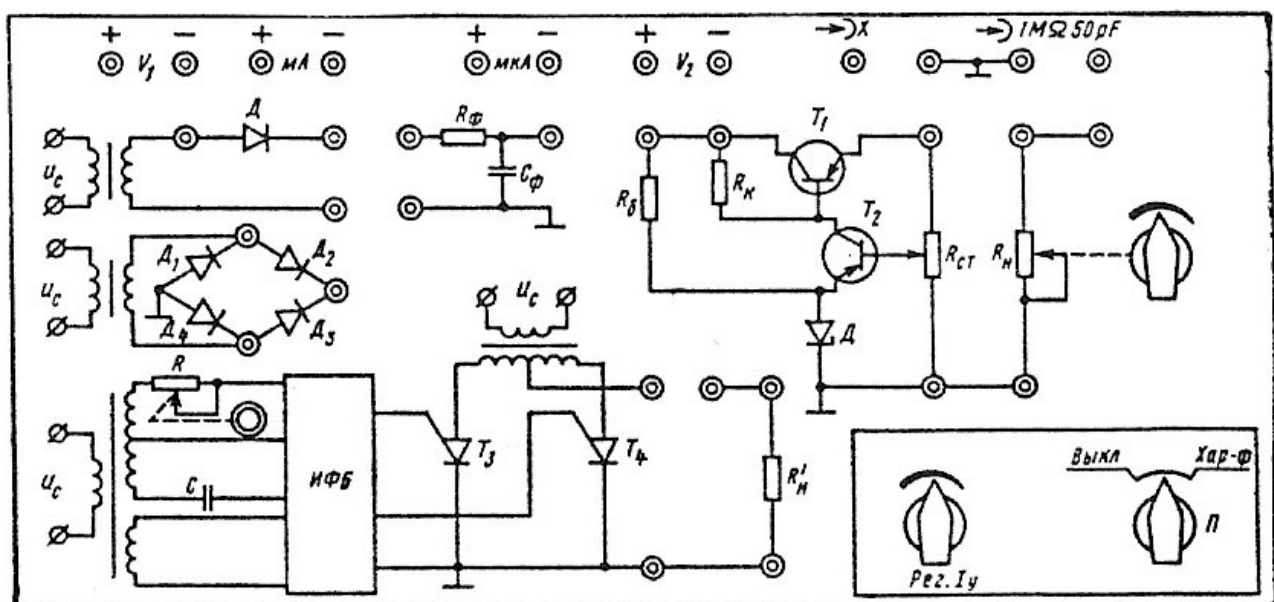


Рис. 1.1



Рис.1.2

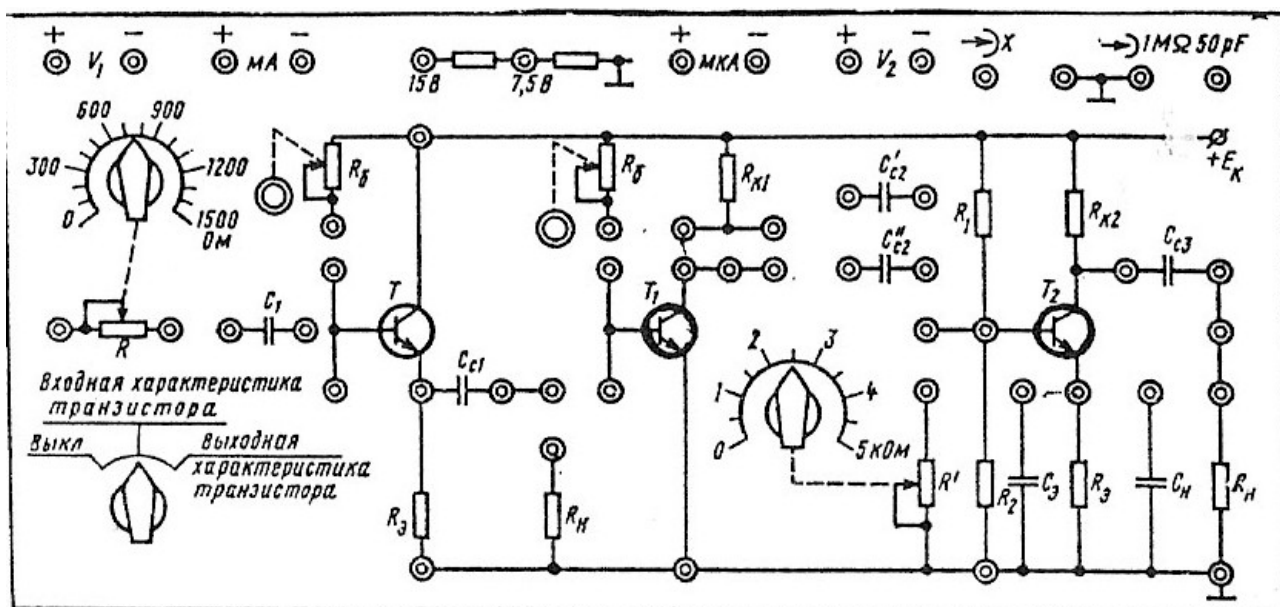


Рис.2.1

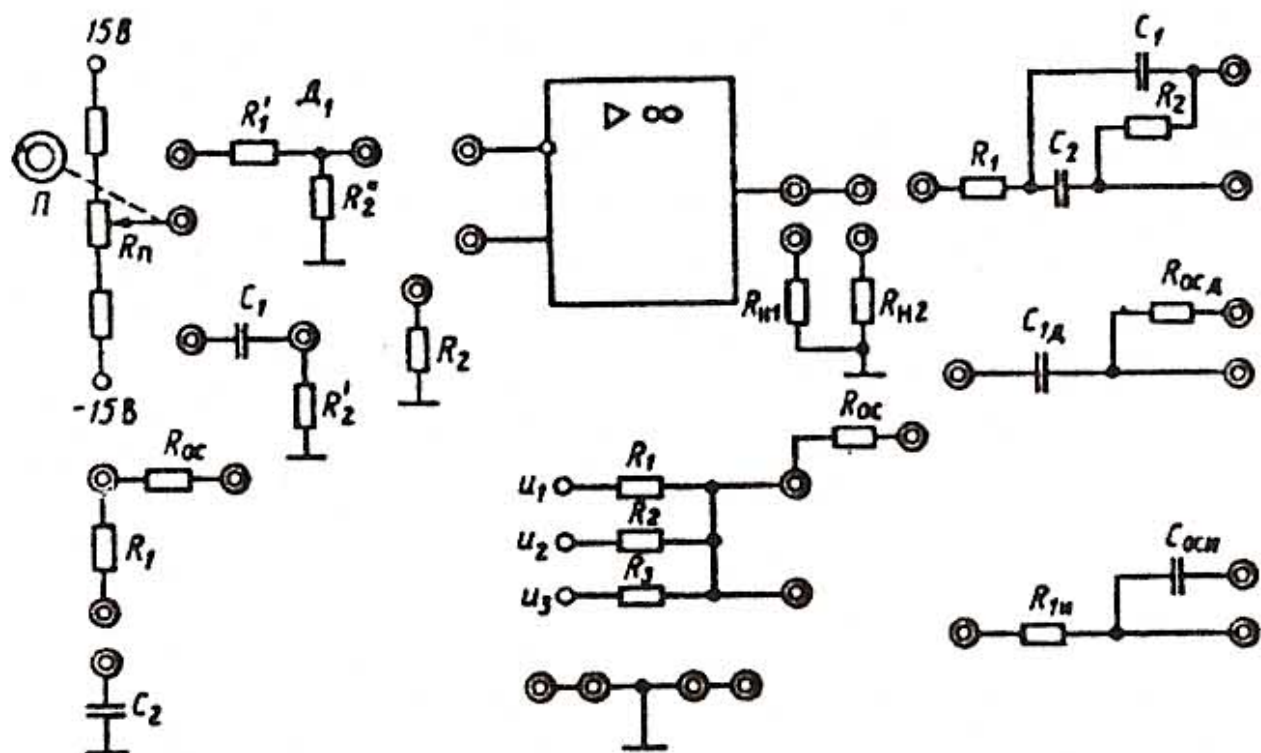


Рис.3.1.

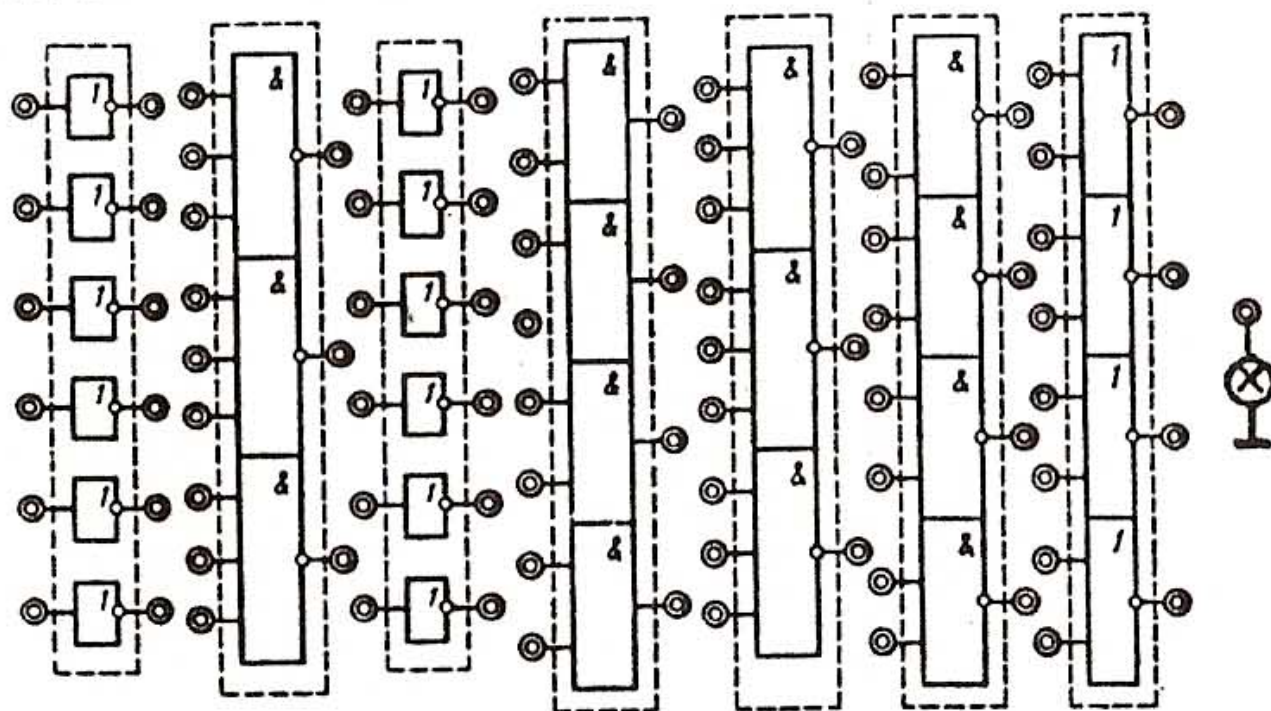


Рис.4.1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехника и электроника. Кн.3. Электрические измерения и основы электроники/ под. ред. Герасимова В.Г.-М.: Энергоатомиздат, 1998.
2. Основы промышленной электроники; Учебник для неэлектротехнических специальностей вузов/Под ред. В. Г. Герасимова. Изд. 3-е. М.: Высшая школа., 1986.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторно-практическое занятие № 1	
Неуправляемые выпрямители.....	4
Лабораторно-практическое занятие № 2	
Однокаскадный усилитель на биполярном транзисторе.....	6
Лабораторно-практическое занятие № 3	
Применение операционных усилителей.....	8
Лабораторно-практическое занятие № 4	
Логические элементы и устройства.....	10
Литература.....	11

Учебно-методическое издание

Князьков О.М., Комаров Е.В., Рослякова Е.И., Соколов В.Б.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Лабораторно-практические занятия по дисциплине
"Электротехника и электроника"(Раздел III)

Редактор Е.И.Рослякова

Редактор издательства

ЛР № от . 99

Темплан издания МЭИ 1999 г. ,метод.

Подписано к печати . . 99

Формат 60х84/16

Печ.л.

Тираж

Изд №

Печать офсетная

Уч.-изд. л.

Заказ

Типография издательства МЭИ, Красноказарменная, 13