

## 5. ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

### 5.1. Назначение и технические данные

5.1.1. Модули электронные электропитания предназначены для электропитания устройств ШЭВМ ЕС1841 в соответствии с табл. 5.1.

Таблица 5.1

Обозначение	Индикатор	Наименование питаемых устройств
Е15.087.020	ЕС1841.Е002	Модуль электронный накопитель ЕС1841.А000 Е13.060.025
Е15.087.021-02	ЕС1841.Е001.02	Модуль электронный расширения ЕС1841.Н002 Е13.055.011
Е15.087.021-04	ЕС1841.Е001.04	Модуль электронный базовый ЕС1841.Н001 Е13.055.010
Е15.087.022	ЕС1841.Е003	Модуль электронный накопитель ЕС1841.А000 Е13.060.025

5.1.2. МЭП предназначены для работы в следующих климатических условиях:

- 1) температура окружающего воздуха --  $(10 - 50) ^\circ \text{C}$ ;
- 2) относительная влажность окружающего воздуха 80 % при  $25 ^\circ \text{C}$ ;
- 3) атмосферное давление -- от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм Hg...).

5.1.3. Электропитание МЭП осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Hz, при этом модули должны быть работоспособны при предельных отклонениях напряжения от плюс 10 до минус 15 % и предельных отклонениях



частоты до  $\pm 1,0 \text{ Hz}$  от номинальных значений.

5.1.4. Основные параметры МЭД приведены в табл. 5.2.

5.2. Устройство и работа МЭП ЕС1841.Е001.02 и ЕС1841.Е003

5.2.1. МЭП представляют собой многоканальные вторичные источники электропитания с широтно-импульсным

Структурная схема ЕС1841.Е001 Е15.087.021-02

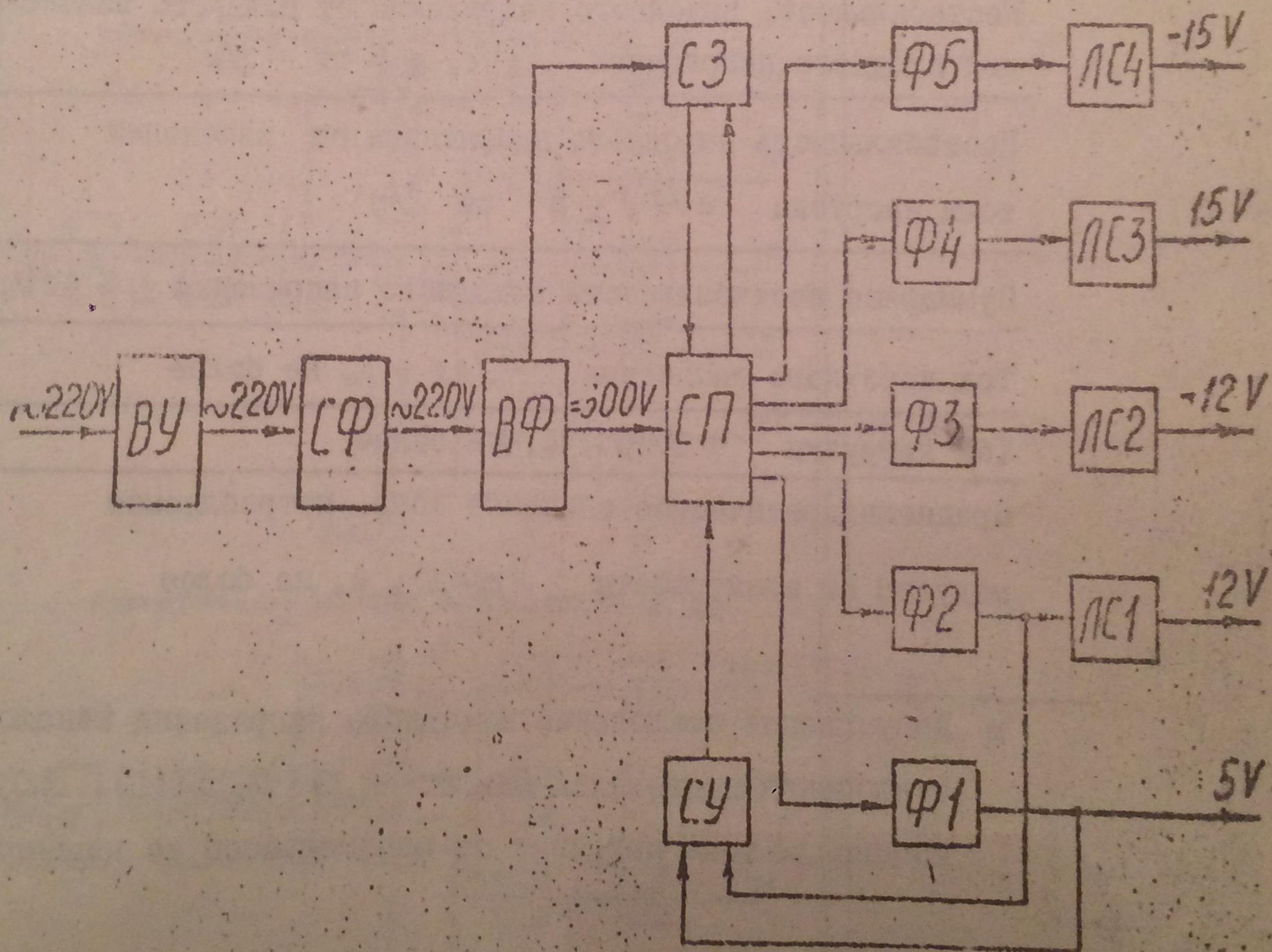


Рис. 5.1



Наименование параметра		B15.087.020		
Номинальные значения выходного напряжения $U_H, V$		5	12	5
Допустимое отклонение $\Delta U_H, \%$ от $U_H$		ст 0 до 2	$\pm 1$	$\pm 1$
Ток нагрузки, А	Минимальный	0,5	0,1	0,5
	Номинальный	4	3	10
Размах пульсации выходного напряжения $U_H, V$ , не более		50	100	100
Нестабильность выходного напряжения от плавного изменения входного напряжения $\Delta U_c, \pm \%$ от $U_H$		1,5	1	0,5
Нестабильность выходного напряжения от изменения тока нагрузки $\Delta U_I, \pm \%$ от $U_H$		1	1	1,5
Суммарная нестабильность выходного напряжения $\pm \%$ от $U_H$		5	3	5
Ток короткого замыкания $I_{кз}, A$ , не более		15	10	20
Ток нагрузки $I_{пер}, A$ , не более		10	8	1
Среднеквадратическое значение тока, потребляемое модулем от электросети $I_{потр}, A$ , не более		1		

и Допускаемое отклонение выходного напряжения каналов  $\pm 12 V$  и  $\pm 15 V$   
отклонения напряжения микросхем КР142ЕН8Б(В) ОК0.348.631-03 ту и в  
изменения тока нагрузки от минимального до номинального значения.



Таблица 5.2

Обозначение												
V	Б15.087.020		Б15.087.021-02					Б15.087.021-04			Б15.087.022	
	5	12	5	12	-12	15	-15	5	12	-12	5	12
	от 0 до 2	±1	±1	±3,5	±3,5	±3,5	±3,5	от 0 до 2	±1	±3,5	±1	±3,5*
	0,5	0,1	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	4,0	0,1	0,025	0,5	0,5
	4	с	10	0,3	0,15	1	1	12	2	0,25	1,5	1,5
олев	50	100	100	200	200	200	200	100	200	200	50	100
мене-	1,5	1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	1,5	0,3	1,5	0,3
	1	1	1,5	-	-	-	-	1,0	1,5	-	0,5	-
т U <sub>н</sub>	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	15	10	28	-	-	-	-	20	3	2	13	6,5
	10	8	15	-	-	-	-	20	6	-	6	2,8
	1		1,5					1,2			0,6	

ов  $\pm 12V$  и  $\pm 15V$  представляет собой сумму допустимого  
.348.631-02 ту и нестабильности выходного напряжения от  
льного значения.



Таблица 5.2

Наименование параметра		Обозначение											
		Б15.087.020		Б15.087.021-02					Б15.087.021-04			Б15.087.022	
		5	I2	5	I2	-I2	I5	-I5	5	I2	-I2	5	I2
Номинальные значения выходного напряжения $U_H, V$		от 0 до 2	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$	от 0 до 2	$\pm 1$	$\pm 3,5$	$\pm 1$	$\pm 3,5^*$
Допустимое отклонение $\Delta U_H, \%$ от $U_H$		0,5	0,1	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	4,0	0,1	0,025	0,5	0,5
Ток нагрузки, А	Минимальный	4	3	10	0,3	0,15	1	1	12	2	0,25	1,5	1,5
	Номинальный	50	100	100	200	200	200	200	100	200	200	50	100
Размах пульсации выходного напряжения $U_p, V$ , не более		1,5	1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	1,5	0,3	1,5	0,3
Нестабильность выходного напряжения от плавного изменения входного напряжения $\Delta U_c, \pm \%$ от $U_H$		1	1	1,5	-	-	-	-	1,0	1,5	-	0,5	-
Нестабильность выходного напряжения от изменения тока нагрузки $\Delta U_I, \pm \%$ от $U_H$		5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Суммарная нестабильность выходного напряжения $\pm \%$ от $U_H$		15	10	28	-	-	-	-	20	3	2	13	6,5
Ток короткого замыкания $I_{кз}, A$ , не более		10	8	15	-	-	-	-	20	6	-	6	2,8
Ток нагрузки $I_{пер}, A$ , не более		I		1,5					1,2			0,6	
Среднеквадратическое значение тока, потребляемое модулем от электросети $I_{потр}, A$ , не более		I		1,5					1,2			0,6	

\* Допускаемое отклонение выходного напряжения каналов  $\pm 12V$  и  $\pm 15V$  представляет собой сумму допустимого отклонения напряжения микросхем КР142ЕН8В(Д) ОК0.340.634-02 ту и нестабильности выходного напряжения от изменения тока нагрузки от минимального до номинального значения.



с помощью регулирования напряжения по каналу 5 с бестрансформаторным входом.

5.2.2. Структурные схемы МЭП изображены на рис. 5.1-5.3 и включают следующие составные части:

- 1) ВУ - входной узел;
- 2) СФ - сетевой помехоподавляющий фильтр;
- 3) ВВ - сетевой выпрямитель и сглаживающий фильтр;
- 4) СЗ - схему запуска и защиты от перегрузок по току трансформатора силового преобразователя;
- 5) СП - силовой преобразователь;
- 6) Ф1 - демодулятор канала 5 V;
- 7) Ф2 - демодулятор канала 12 V;
- 8) Ф3 - демодулятор канала минус 12 V;
- 9) Ф4 - демодулятор канала 15 V;
- 10) Ф5 - демодулятор канала минус 15 V;
- 11) Ф6 - демодулятор канала  $\pm 12 V$ ;
- 12) ЛС1 - линейный стабилизатор канала 12 V;
- 13) ЛС2 - линейный стабилизатор канала минус 12 V;
- 14) ЛС3 - линейный стабилизатор канала 15 V;
- 15) ЛС4 - линейный стабилизатор канала минус 15 V;
- 16) ЛС5 - линейный стабилизатор канала  $\pm 12 V$ ;
- 17) СУ - схему управления.

5.2.3. Входной узел обеспечивает:

- 1) коммутацию сетевого напряжения с помощью микротумблера SA1;
- 2) защиту элементов первичной цепи МЭП от коротких замыканий с помощью плавких вставок FU1, FU2.

5.2.4. Сетевой помехоподавляющий фильтр обеспечивает снижение уровня напряжения радиопомех, генерируемых МЭП в электросеть, до допустимого уровня в соответствии с п. 5.1.5 (в составе ШЭВМ).

5.2.5. Сетевой выпрямитель и сглаживающий фильтр обеспечивает:

У	304	ЕИ 700.012	1988	1988
Исполн.	Р. Вокун	Н. Попов	Л. Плат	

ЕИ 700.012 ТО

Копирован

Лист

204



Структурная схема МЭП ЕС1841.Е001 Е15.087.021, -02

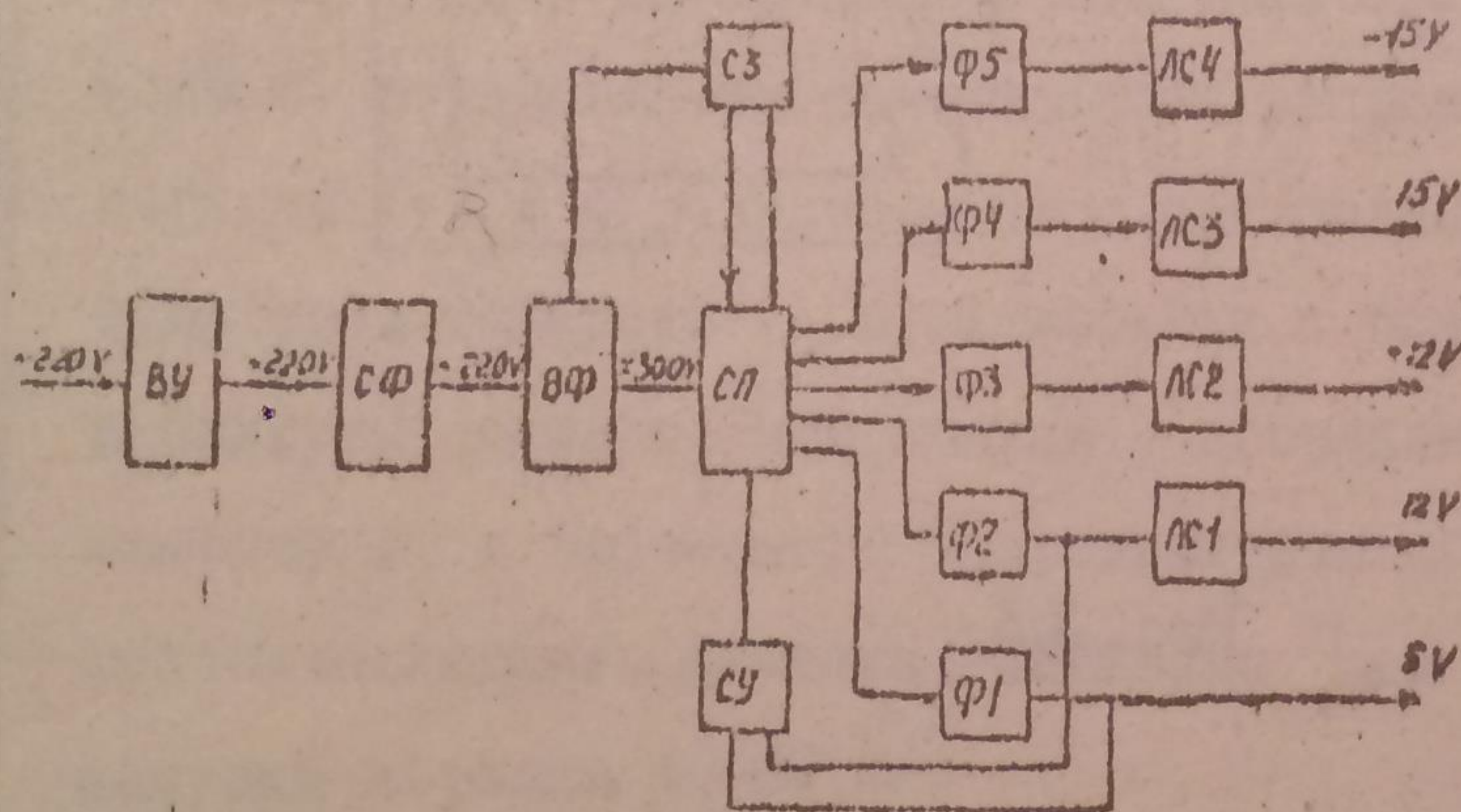


Рис. 5.1

Структурная схема МЭП ЕС1841.Е001 Е15.087.021-01, -03

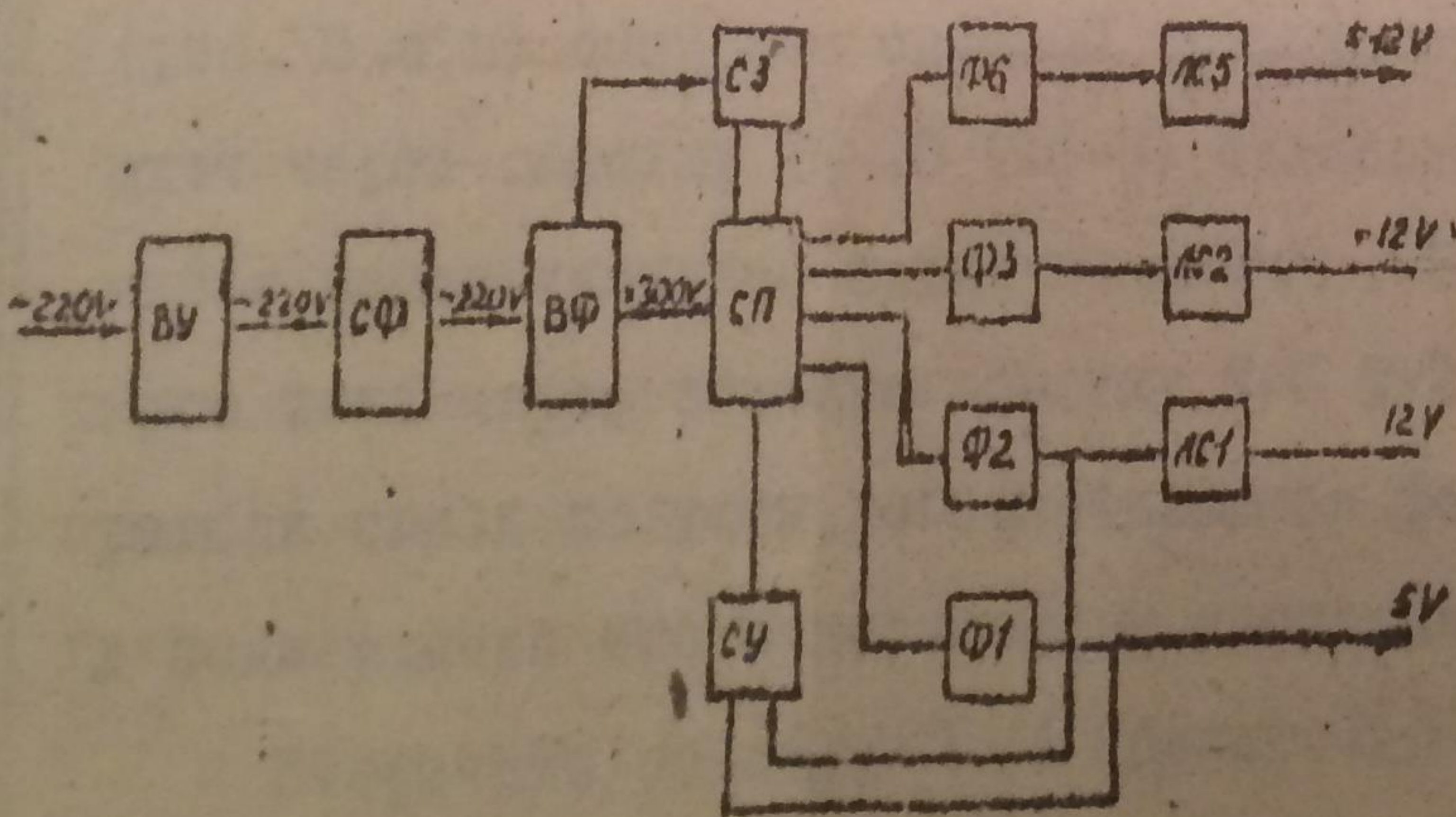


Рис. 5.2



Структурная схема МЭП ЕС1841.Е003 Е15.087.022

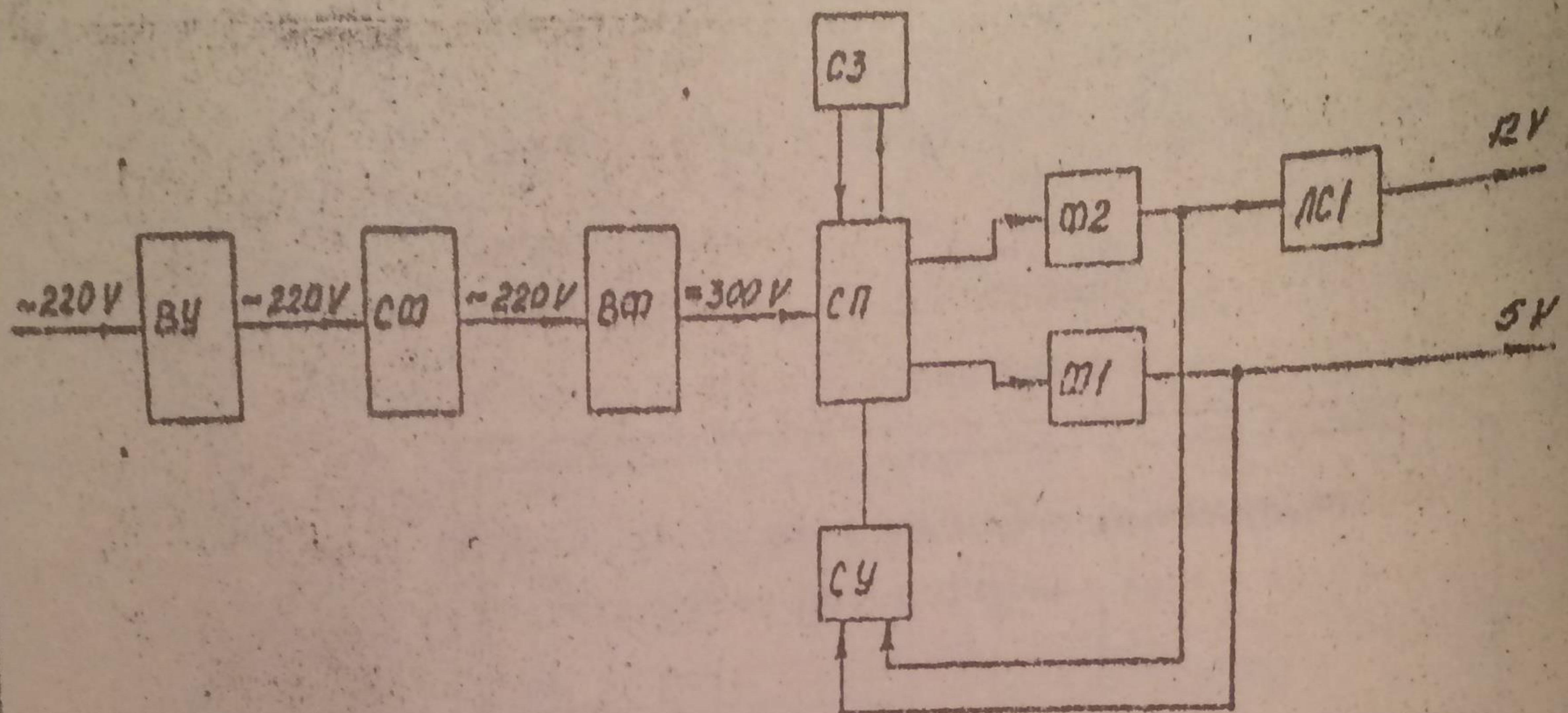


Рис. 5.3



- 1) выпрямление переменного входного напряжения;
- 2) сглаживание пульсаций выпрямленного входного напряжения;
- 3) ограничение амплитуды тока заряда сглаживающего фильтра в момент коммутации сетевого напряжения и в момент дозаряда после запуска силового преобразователя.

5.2.6. Схема запуска и защиты от перегрузок по току транзистора силового преобразователя выполнена в составе микросборки DA1 04EU13 и реализует следующие функции:

- 1) запуск силового преобразователя;
- 2) ограничение амплитуды коллекторного тока транзистора силового преобразователя на допустимом уровне;
- 3) запрет запуска силового преобразователя до момента снижения тока заряда конденсаторов входного фильтра до требуемого уровня.

5.2.7. Силовой преобразователь обеспечивает преобразование постоянного напряжения сглаживающего фильтра в заданное по величине (для каждого из каналов) переменное прямоугольное напряжение с регулируемой скважностью импульсов при постоянной частоте преобразования порядка  $40 \frac{k}{Hz}$ .

5.2.8. Демодуляторы соответствующих каналов обеспечивают:

- 1) однополупериодное выпрямление переменного напряжения с соответствующего выхода силового преобразователя с выделением требуемого среднего значения постоянного напряжения;

- 2) сглаживание пульсаций выпрямленных напряжений каналов до требуемого уровня.

5.2.9. Схема управления, состоящая из микросборки DA6 (DA5) и усилителя мощности, обеспечивает управление транзистором силового преобразователя путем регулирования скважности вырабатываемых импульсов в зависимости от разности между выходным напряжением канала 5 В и установленным опорным напряжением.

5.2.10. Линейные стабилизаторы обеспечивают стабилизацию уровня



выходного напряжения каналов, не охваченных обратной связью схемы управления (двенадцативольтовые и пятнадцативольтовые каналы).

Примечание. Я - здесь и далее в скобках указываются позиционные обозначения элементов МЭП Е15.087.022, отличные от позиционных обозначений Е15.087.021. Вне скобок указываются позиционные обозначения элементов МЭП Е15.087.021.

### 5.3. Описание принципиальной схемы МЭП

5.3.1. Электрические принципиальные схемы и перечни элементов МЭП ~~Е15.087.021~~ и ~~Е15.087.022~~ приведены в документе Е11.700.012 Т03. Временные диаграммы токов и напряжений элементов схем приведены на рис. 5.4, 5.5.

5.3.2. Сетевое напряжение через вилку ХР1, плавкие вставки FU1, FU2 с помощью микротумблера SA1 поступает через сетевой помехоподавляющий фильтр на выпрямительный диодный мост VD1, (VD7...VD20) (B)

5.3.3. Сетевой помехоподавляющий фильтр собран по двухкаскадной схеме на дросселях L1, L2 и конденсаторах C9...C14, C17...C22 (C1...C12). При этом дроссель L2 и конденсаторы C11, C12, C19, C20 (C3, C4, C9, C10) обеспечивают подавление симметричной составляющей, а дроссели L1, L2 и конденсаторы C9, C10, C13, C14, C17, C18, C21, C22 (C1, C2, C5...C8, C11, C12) - соответственно несимметричной составляющей радиопомех. Резистор R7 (R1) служит для разряда конденсаторов.

5.3.4. Диодный мост VD1 <sup>(VD7...VD20)</sup> выпрямляет сетевое напряжение, а входной фильтр на конденсаторах C2...C3 (C14...C16) сглаживает выпрямленное напряжение. При этом максимальное значение напряжения на конденсаторах достигает 340 В <sup>V</sup> при максимальном значении сетевого напряжения. (B)

5.3.5. Заряд конденсаторов при включении МЭП производится через резисторы R2 (R3) и R5, причем с R5 снимается напряжение, пропорцио-



наличие тока заряда входного фильтра (рис. 5.4,а). Это напряжение служит для микросборки DA1 сигналом запрета на запуск силового преобразователя до тех пор, пока ток заряда входного фильтра не упадет до  $I_2$  (момент  $t_1$ ). После этого момента сигнал запрета снимается, и микросборка DA1 вырабатывает запускающий импульс (рис. 5.4,в), поступающий с выхода 04 DA1 на базу силового транзистора VT1. С запуском силового преобразователя (п. 5.3.6) подается импульс на обмотку I8-20 (I2-I4) TV1, включающий тиристор VS1, который, в свою очередь, шунтирует резисторы R2 (R3) и R5. Через VS1 происходит дозаряд конденсаторов (рис. 5.4,а,б, участок  $t_1-t_2$ ) и дальнейшая подпитка в процессе работы блока (участок II).

Амплитуда тока заряда  $I_1$  в начальный момент (рис. 5.4,а) определяется соотношением амплитуды сетевого напряжения и резисторов R2 (R3) и R5 и не превышает величины 0,5 А. Величина тока  $I_2$  в момент  $t_1$  определяется соотношением напряжения на выходах 27 и 28 DA1 порядка 1-2 В и резистора R5 и составляет порядка 12-28 мА. Амплитуда тока дозаряда  $I_3$  определяется, в основном, соотношением разности амплитуды сетевого напряжения с напряжением на входном фильтре к моменту  $t_1$  и омического сопротивления обмоток дросселей L1 и L2 помехоподавляющего фильтра. Величина  $I_3$  - порядка 7 А. Величина  $I$  тока запуска порядка 40-40 <sup>мА</sup> мА.

5.3.6. Включение силового преобразователя происходит следующим образом: запускающий импульс с выхода 04 DA1 в момент  $t_1$  (рис. 5.4,в) открывает силовой транзистор VT1. Коллекторный ток идет через обмотку I6-10 (I6-6) силового трансформатора TV1, обеспечивая намагничивание сердечника TV1. За счет протекания коллекторного тока через токовую обмотку 7-5 TV2 создается положительная обратная связь по току, обеспечивающая форсированное открытие VT2 и поддержание его в насыщенном состоянии.

Вторичные обмотки TV1 подключены в противофазе обмотке I6-10



(16-6), поэтому к выпрямительным диодам вторичных обмоток прикладывается обратное напряжение; они заперты, и вся энергия накапливается в сердечнике, не передаваясь в нагрузку.

Одновременно на обмотке 18-20 (12-14) TV1 появляется сигнал, который прикладывается к управляющему электроду тиристора VS1 через VD2, R6. VS1 включается и шунтирует зарядные резисторы R2 (R3) и R5. В результате этого происходит дозаряд конденсаторов входного фильтра C2...C8 (C14...C16) в течение времени  $t_1-t_2$  (рис. 5.4,б), как описано в п. 5.3.5.

5.3.7. Схема защиты от перегрузок по току транзистора VT1, входящая в DA1, приводится в рабочее состояние к моменту подачи первого запускающего импульса, благодаря электропитанию от конденсаторов C2 ... C8 (C14 ... C16) входного фильтра через R13, R14. Контроль коллекторного тока VT1 осуществляется по величине падения напряжения на резисторах R11, R12 (R9). В случае превышения током заданного уровня (порядка 3 А) происходит шунтирование обмотки 1-2 TV2, что приводит к запираанию VT1 и прекращению дальнейшего протекания тока коллектора. Величина порога ограничения по току устанавливается потенциометром R10 (R8). Схема осуществляет ограничение длительности включенного состояния VT1 и соответственно нарастания коллекторного тока при пуске (т.е. в первом импульсе).

5.3.8. Обмотка 2-13 (3-5) TV1 подключена синфазно первичной обмотке 16-10 (16-6), благодаря чему на C53 (C35) появляется напряжение, обеспечивающее электропитание микросборки управления DA6 и усилителя мощности на VT2 и TV2. DA6 (DA5) начинает работать после достижения уровня напряжения на C53 (C35) 8 В, что приводит к открыванию VT2 положительным импульсом с выхода 16 DA6 (DA5). При этом сердечник TV2 намагничивается за счет тока, протекающего через обмотку 9-10, через R22 (R17) (рис. 5.5,б, интервал 0- $t_1$ ).

5.3.9. По сигналу схемы управления VT2 закрывается



(рис. 5.5, а, в, г, интервал  $t_1-t_2$ ), и ток намагничивания TV2 начинает протекать через обмотку 8-6 TV2 в базу VT1, открывая его. 5.3.IO. В момент  $t_2$  (рис. 5.5, а) на базу VT2 снова подается положительный сигнал от DA6 (DA5). При открывании VT2 шунтируется обмотка 9-10 TV2 через диод VD18 (VD12). При этом конденсатор C29 (C22), заряженный до напряжения на диодах VD6, VD7, т.е. 1,0-1,5 В, через зашунтированную обмотку 6-8 TV2 подключается к переходу "база-эмиттер" VT1 отрицательной обкладкой к базе. На участке  $t_2-t_3$  происходит рассасывание заряда, накопленного в базе VT1; ток базы при этом имеет обратное направление (рис. 5.5, в, г).

После окончания рассасывания (рис. 5.5, момент  $t_3$ ) напряжение на коллекторе VT1 резко возрастает, а на всех обмотках TV1 меняет знак (рис. 5.5, в, з).

Ток намагничивания TV1 начинает протекать через вторичные обмотки 9-II, I-2I, 3-13, 5-7, 19-17, 23-15 (15-19, 13-17) через обмотку сброса I4-24 (10-18) и соответственно через диоды VD8...VD17 и VD3 для EI5.087.02I-02, через диоды VD10...VD17, VD2I и VD3 для EI5.087.02I-0I, -03 (VD8...VD1I и VD3). Цепь обмотки сброса ограничивает всплеск напряжения на коллекторе VT1, обусловленный индуктивностью рассеяния TV1 (обмотки 10-16 и I4-24 16-6 и 10-18) намотаны одновременно и имеют хорошую магнитную связь).

Максимальное напряжение на коллекторе VT1 ограничивается на уровне удвоенной амплитуды напряжения питания, т.е. максимум 680 В.

5.3.II. В момент  $t_4$  диод обмотки сброса VD3 запирается (ток через обмотку I4-24 (10-18) TV1 прекращается), и дальнейшее размагничивание сердечника TV1 происходит только за счет протекания тока во вторичных обмотках через нагрузку и конденсаторы выходные: фильтров C30...C42 для EI5.087.02I, -02, C36, C37, C55...C63 для EI5.087.02I-0I, -03 (C24, C25, C27, C28, C3I, C32). Это соответствует интервалу  $t_3-t_5$  (рис. 5.5, д).



В момент  $t_5$  нулевым уровнем сигнала схемы управления транзистор VT2 снова запирается, и происходит повторение включения VT1 так, как описано выше.

5.3.12. Для уменьшения импульсной мощности при запуске VT1 используется цепочка коррекции, состоящая из R15, R16, VD4, VD5, C23 и обмотки I2-22 TV1 (R13, R14, VD4, VD5, C19 и обмотки 2-4 TV1). Дiod VD4 при открытом VT1 пропускает ток, идущий с обмотки I2-22 (2-4) и ограниченный резистором R15 (R13). При запуске VT1 диод VD4 фиксирует потенциал коллектора VT1 на уровне, определенном обмоткой I2-22 (2-4), за счет конечного времени восстановления обратного сопротивления (порядка 1 мкс) диода VD4. Это приводит к затормаживанию нарастающего фронта напряжения на коллекторе, уменьшая тем самым импульсную мощность на VT1.

5.3.13. После включения силового преобразователя и появления напряжения на выходных каналах питание микросборки управления осуществляется со входа микросхемы DA4 (DA2...DA4) через диод VD19 (VD13). Сигнал отрицательной обратной связи по напряжению снимается с выхода канала 5 В и подается на входы 09 и 10 DA6 (DA5). Переменным резистором R26 (R23) осуществляется регулирование уровня опорного напряжения в микросборке DA6, за счет чего обеспечивается установка требуемого значения выходного напряжения канала плюс 5 В.

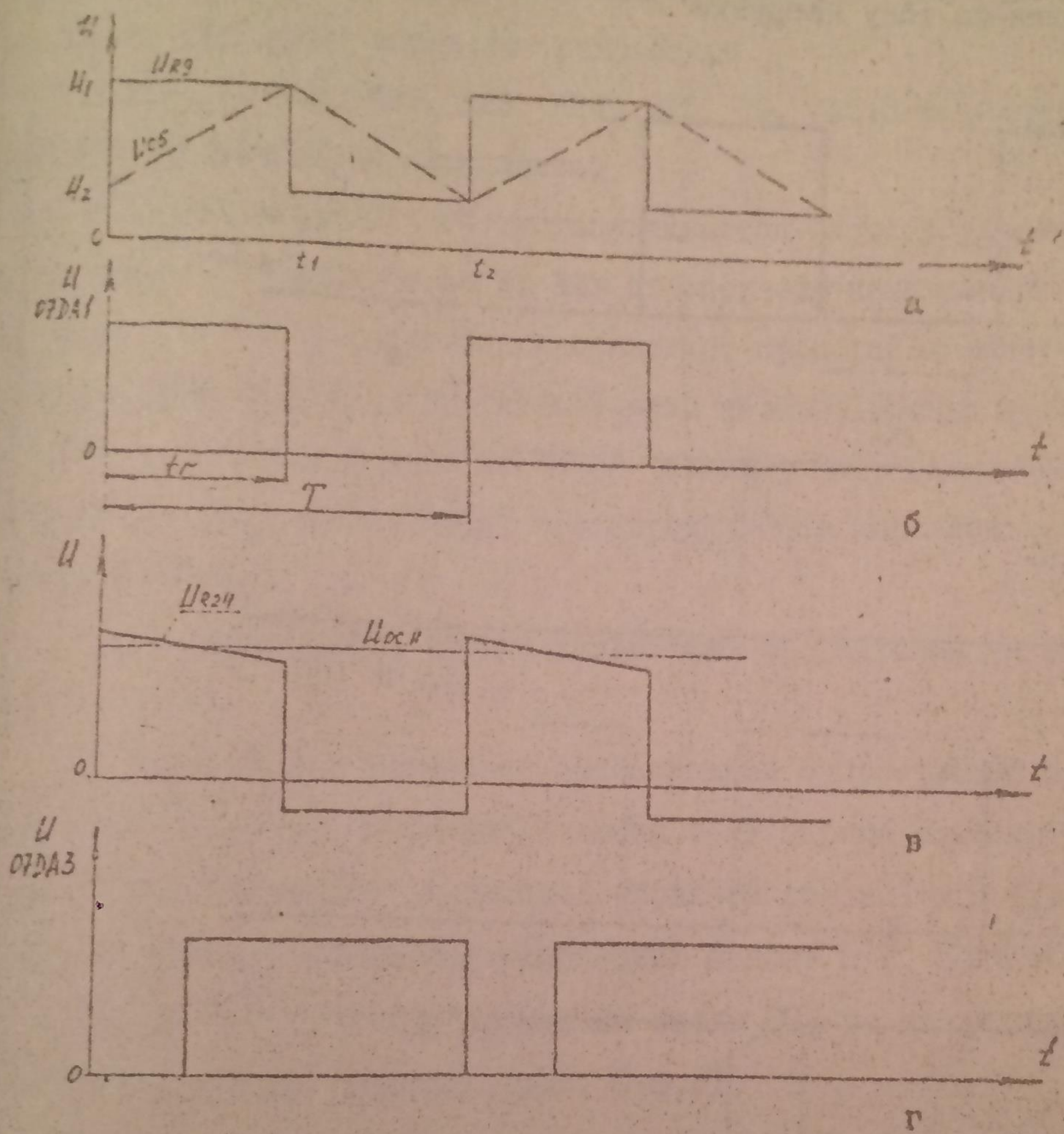
5.3.14. На выходе каналов  $\pm 12$  В,  $\pm 12$  В,  $\pm 12$  В,  $\pm 15$  В,  $\pm 15$  В установлены линейные стабилизаторы с фиксированным уровнем выходного напряжения (т.е. не имеющие регулировки) и встроенной защитой от перегрузок и короткого замыкания.

#### 5.4. Описание работы микросборки управления 04EY12

5.4.1. Электрическая принципиальная схема микросборки 04EY12 и перечень элементов приведены в документе ЕИ.700.012 Т03. Временные диаграммы напряжений элементов схемы приведены на рис. 5.6, 5.7.



Временные диаграммы напряжений элементов микросборки 04ЕУ12

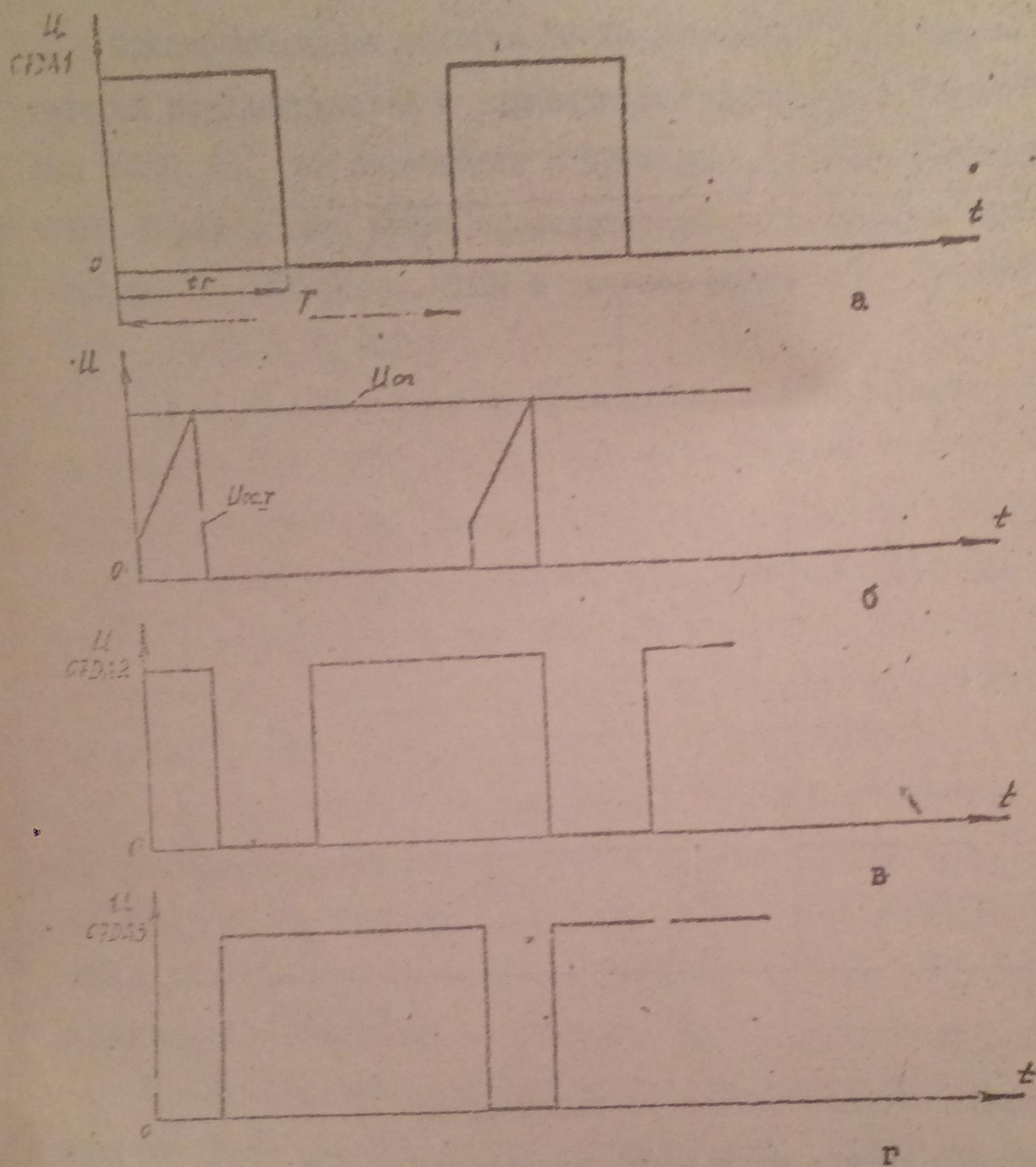


- а - входные сигналы тактового генератора;  
 б - выходной сигнал тактового генератора;  
 в - напряжение на входе 03 ДАЗ;  
 г - выходной сигнал ДАЗ

Рис. 5.6



Временные диаграммы, поясняющие работу схемы защиты от  
превышения по току нагрузки



- а - выходной сигнал тактового генератора;
- б - напряжение на входе 03 DA2;
- в - выходной сигнал схемы защиты по току;
- г - выходной сигнал DA3

Рис. 5.7



5.4.2. Микросборка управления 04ВУ12 реализует следующие функции:

- 1) вырабатывает тактовые импульсы с частотой порядка  $40 \text{ кГц}$ ;
- 2) формирует пилообразное пульсирующее напряжение, необходимое для работы компаратора (схемы сравнения);
- 3) производит сравнение выходного сигнала канала 5 В с пилообразным пульсирующим напряжением и вырабатывает прямоугольные импульсы, длительность паузы которых соответствует длительности импульса открытого состояния силового транзистора;
- 4) обеспечивает контроль и ограничение тока нагрузки.

5.4.3. В соответствии с выполняемыми функциями микросборка управления может быть разделена на ряд узлов, которые показаны на рис. 5.8.

5.4.4. Электропитание микросборки осуществляется напряжением  $U_n = (15-19) \text{ В}$ , поступающим на контакт 25.

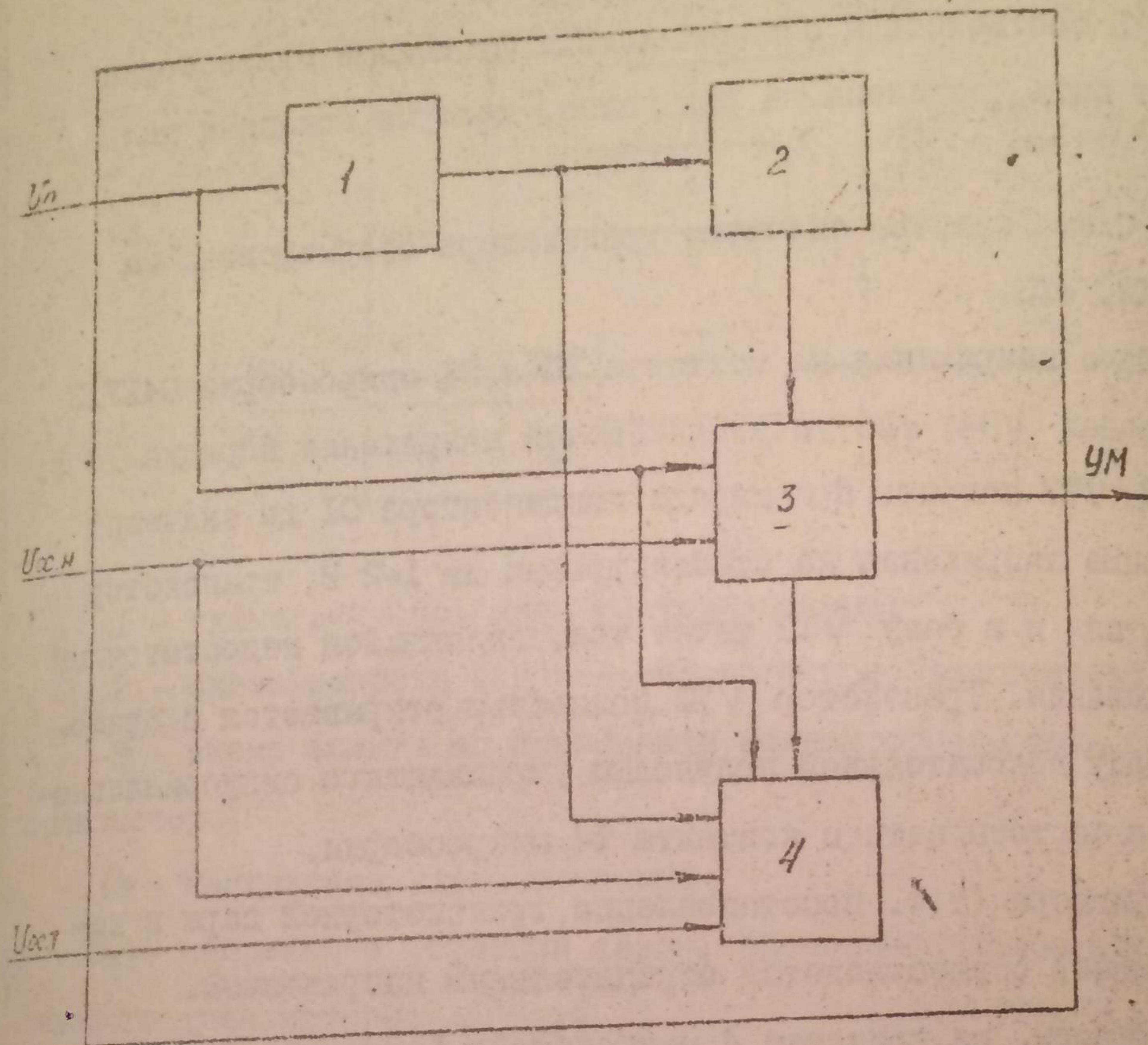
Резистор R2, диоды VD1, VD2 и стабилитрон VD3 формируют опорное напряжение  $U_{on} = (8,5-9,5) \text{ В}$ .

5.4.5. Тактовый генератор. Тактовый генератор собран на микросхеме DA1.

Если напряжение  $U_{R9}$ , поступающее с делителя R8, R9 на вход 02 DA1, выше напряжения  $U_{C5}$ , поступающего с C5 на вход 03 DA1 (рис. 5.6, а, участок 0- $t_1$ ), на выходе 07 DA1 устанавливается высокий уровень (рис. 5.6, б). При выравнивании напряжений  $U_{R9}$  и  $U_{C5}$  (рис. 5.7, а) момент  $t_1$  произойдет переключение микросхемы DA1 и на ее выходе установится низкий уровень (рис. 5.6, б). При этом конденсатор C5 начинает разряжаться через резистор R12 и диод VD5.2 до уровня  $U_2$ , определяемого делителем R8, R9, R11, VD5.1. В момент времени  $t_2$  (рис. 5.6, а)  $U_{C5}$  становится равным  $U_{R9}$ . Микросхема опять переключается, и на ее выходе устанавливается высокий уровень. Таким образом, тактовый генератор формирует прямоугольные



Структурно-функциональная схема микросборки управления 04ЕУ12



1 - тактовый генератор;

2 - цепь формирования пульсирующего пилообразного напряжения;

3 - компаратор (схема сравнения);

4 - узел защиты от перегрузок по току нагрузки;

$U_n$  - напряжение электропитания;

$U_{осн}$  - напряжение обратной связи, поступающее с выхода канала 5 В;

$U_{осг}$  - напряжение обратной связи, пропорциональное току коллектора силового транзистора;

УМ - усилитель мощности.

Рис. 5.8



импульс с длительностью импульса  $t_r = 0 - t_1$  порядка 12  $\mu\text{s}$  и периодом следования  $T_u = 0 - t_2$  порядка 25  $\mu\text{s}$ . Длительность импульса тактового генератора определяет максимально возможную длительность открытого состояния силового транзистора.

5.4.6. Цепочка R21, R23, R24, R25, C9, VD5.3 формирует пилообразное пульсирующее напряжение.

Когда на входе 07 DA1 устанавливается высокий уровень, происходит заряд C9 через резистор R23 от опорного напряжения. При этом на резисторе R24 формируется напряжение, пропорциональное току заряда C9 (рис. 5.6, в). При установлении низкого уровня на выходе 07 DA1, начинается разряд C9 через резистор R21, диоды VD5.3, VD7. Напряжение  $U_{R24}$  меняет знак, что определяется падением напряжения на диоде VD7.

5.4.7. Компаратор (схема сравнения) сформирован на микросхеме DA3.

На вход 03 DA3 поступает пилообразное пульсирующее напряжение  $U_{R29}$  (рис. 5.7, в), пропорциональное току заряда емкости C9. На вход 02 DA3 поступает напряжение обратной связи  $U_{ос.н.}$  (рис. 5.6, в), пропорциональное выходному напряжению канала 5 В. Если напряжение на входе 03 DA3 выше напряжения на входе 02, то на выходе 07 DA3 установится низкий уровень (рис. 5.6, г).

При выравнивании напряжений на входах 02 и 03 DA3 происходит переключение компаратора и на его выходе устанавливается высокий уровень, который сохраняется до начала следующего импульса тактового генератора.

5.4.8. Узел защиты от перегрузок по току представляет собой триггер с нелинейной обратной связью, срабатывание которого возможно в течение импульса тактового генератора, а сбрасывание — по его окончании.

Сигнал, повторяющий форму тока коллектора силового транзистора



транзистора реализована на микросхеме DAI и транзисторах VT4, VT5.

На контакт 22 микросборки поступает сигнал с датчика тока, контролирующего амплитуду тока коллектора силового транзистора. Далее сигнал, повторяющий форму тока коллектора силового транзистора, поступает на вход 02 микросхемы DAI. На вход 03 DAI поступает напряжение с делителя R8, R9 опорного напряжения, формируемого стабилитроном VD6.

Если напряжение на входе 03 выше, чем на входе 02 DAI, на выходе 07 устанавливается низкий уровень, препятствующий отпиранию триггера VT4, VT5. При нарастании коллекторного тока силового транзистора так, что напряжение на входе 02 DAI превысит напряжение на входе 03, микросхема переключится и на ее выходе установится высокий уровень, отпирающий триггер VT4, VT5. При этом цепочка VD8, VT4, VT5 шунтирует обмотку I-2 трансформатора TV2, подключенную к контактам I4, IO микросборки, что приводит к запираанию силового транзистора.

Сброс триггера производится обратным напряжением на обмотке I-5 TV2 через VD7, RI6.

#### 5.6. Устройство и работа модуля ЕС1841.Е001.04

5.6.1. Структурная схема МЭП-6 приведена на рис. 5.11 и включает следующие составные части:

- 1) ВУ — входное устройство;
- 2) ППФ — сетевой помехоподавляющий фильтр;
- 3) ВВ и СФ — входной выпрямитель и сглаживающий фильтр;
- 4) СП1 — силовой преобразователь основного канала + 5V;
- 5) СЗЗ — схема запуска и защиты;
- 6) СУ — схема управления;
- 7) СП2 — силовой преобразователь канала + 12V;
- 8) ЛС — линейный стабилизатор;



Структурная схема МЭП-10 ЕС1841.Е002  
 Е15.087.020 и МЭП-6 ЕС1841.Е001.04 Е15.087.021-04

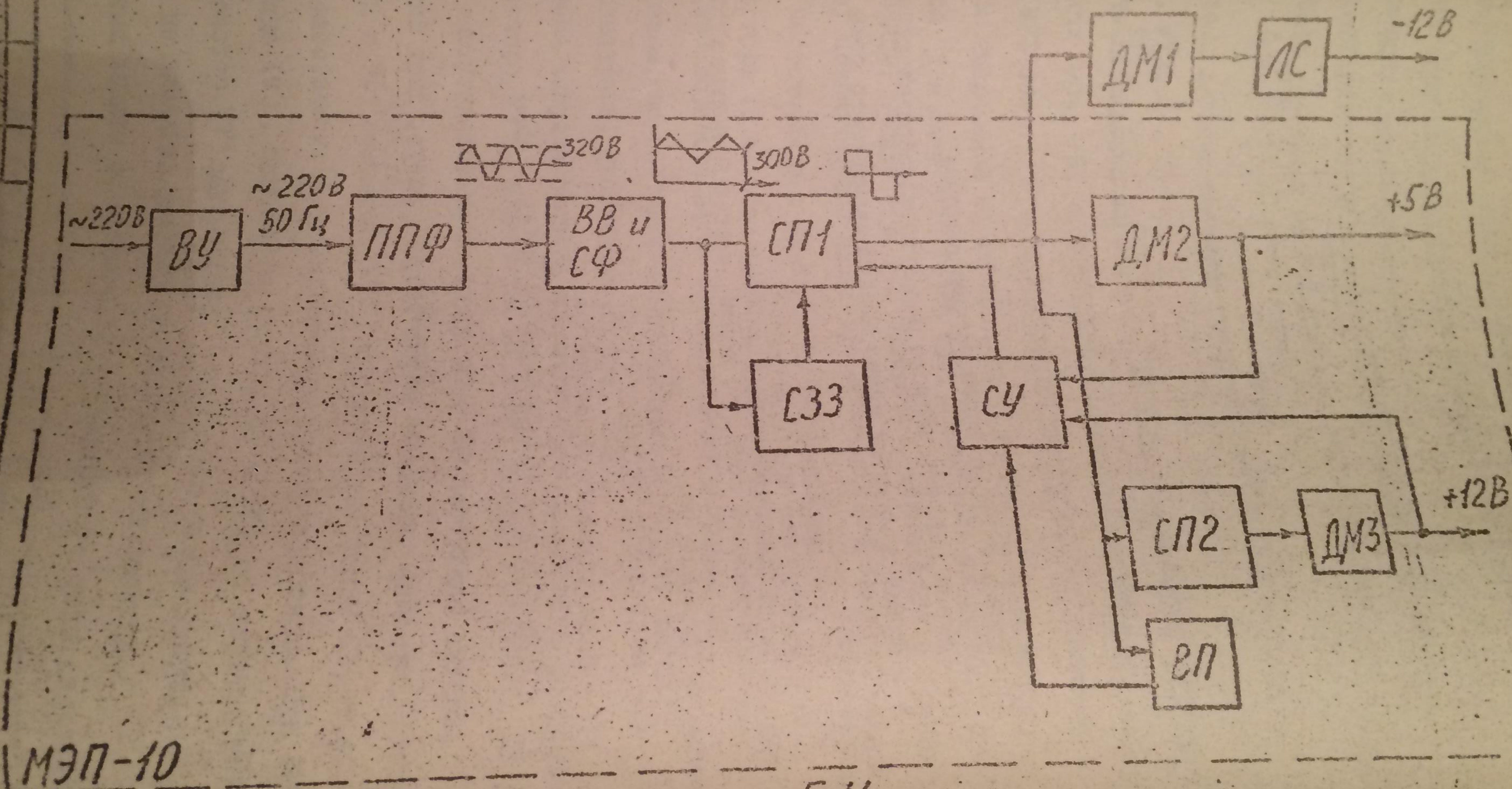


рис. 5.11



9) РП - вспомогательный источник питания;

10) ДМ - выходной демодулятор.

5.6.2. ВУ состоит из сетевого соединителя ХР1, предохранителей FU1, FU2 и кнопки SBI.

5.6.3. ПРЭ состоит из дросселей L1, L2, емкостей C3...C8, C12...C17, резистора R3, служащего для разряда конденсаторов фильтра сетевого после выключения модуля.

5.6.4. ВВ и СЭ состоят из диодного моста-VD1, преобразующего совместно со сглаживающим фильтром (C9...C11) сетевое напряжение в однополярное пульсирующее напряжение с амплитудой (250-340)V.

5.6.5. СП1 состоит из транзистора VT1, трансформатора TV1, корректирующего импульсную мощность на коллекторе транзистора цепи C20, R12, R13, VD4 и базовой управляющей цепи силового транзистора C23, VD11, VD13, VD14. Диоды VD5, VD6 служат для защиты микросборки ЕУ998 в случае выхода из строя силового транзистора.

5.6.6. СЗЗ состоит из микросборки ЕУ998 и внешних элементов R9, R15, R10, R4, R1, R5, R7, R11, R8, R14, диода VD1, C2, R2, R3, VD2.

5.6.7. СУ состоит из микросборки ЕУ999, элементов R19, R20, R21, R22, C21, C31, C36, C37.

5.6.8. СП2 состоит из элементов VT2, VD9, VD10, C24, C38, R3.

5.6.9. ВП - состоит из элементов VD21, R23, C35, DA4, C34.

5.6.10. ЛС - линейный стабилизатор типа КР142ЕН8Б.

5.6.11. ДМ состоит из трех демодуляторов ДМ1, ДМ2, ДМ3.

ДМ1 включает элементы VD7, R16, C25;

ДМ2 включает элементы VD8, VD12, VD15, E5, L3, C26, C27, L4, C28, C32;

ДМ3 включает элементы VD16, VD17, E6, L5, C22, R17, C30, C33.

рис. 5.11

МЭП-10

Лист  
225

№8	Е1160051/2	11.10.18	15.12.18
№ докум.	Подп.	Дата	

Е11.700.012 10

Лист  
225

Копирован



5.7. Описание принципиальной схемы модуля ИТЭО.ЕУО.01

5.7.1. Задающий принципальная схема и перечень элементов даны в документе ЕИ.700.012 ТОЗ. Временные диаграммы токов и напряжений элементов схем приведены на рис. 5.12-5.17.

5.7.2. При включении кнопки SBI напряжение сети через сетевой фильтр (ФНЧ) поступает на выпрямитель <sup>VD22, VD25</sup> VD2 и через ограничивающие резисторы R1, R5 срабатывает конденсаторы C9...C11 до напряжения не менее 0,8 от напряжения сети (амплитудного значения). При этом запрещающий сигнал на включение, поступающий на вход 05 микросборки ЕУ998 через делитель R7, R11 становится недостаточным для запрета включения и через ограничивающий резистор R14 импульс тока амплитудой 0,2 А с длительностью 5-8  $\mu$ s поступает в базу силового транзистора VT1 (см. рис. 5.14,б), VT1 открывается, срабатывает обратная связь по току и открытое состояние транзистора длится до тех пор, пока коллекторный ток VT1 не достигнет уровня срабатывания защиты по току  $I_{пор}$ . За это время напряжение на конденсаторе C35 становится достаточным для функционирования микросборки ЕУ998. Начинается управление преобразователем с частотой 40 кГц (см. рис. 5.14,в) осуществляемое усилителем мощности (в микросборке ЕУ999) посредством трансформатора TV2.

Одновременно с СП1 начинает работать СП2, управление которым осуществляется также микросборкой ЕУ999 посредством трансформатора TV3.

Одновременно с первым включением транзистора VT1 через обмотку трансформатора TV1.2 и вспомогательные элементы VD2, R6, C2, R2 подается открывающий сигнал на управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор открывается (момент  $t_1$ , рис. 5.14). Происходит быстрый заряд конденсаторов C9...C11 (см. рис. 5.14,а)

При возрастании выходных напряжений повышается порог срабаты-

ЕИ.700.012 ТО

Лист

225

Копировал

Копировал



вания токовой защиты, уровень которой определяется сигналом на датчике R7, R8, R11 и шириной импульсов на обмотке обратной связи TVI.3.

После входа схемы в номинальный режим, ее работа характеризуется временными диаграммами, изображенными на рис. 5.12.

5.7.3. Питание схемы управления осуществляется стабилизированным напряжением  $+15V$  от ВП, содержащего линейный стабилизатор  $\mu P142EN8B$ . Питание усилителей мощности, управляемых силовыми транзисторами VT1, VT2 осуществляется нестабилизированным напряжением  $(22-30)V$ , подаваемым от ВП.

5.7.4. В режиме короткого замыкания или перегрузки по току по любому из каналов происходит возрастание коллекторного тока VT1. При достижении уровня  $I_{пор 2}$  происходит уменьшение длительности импульса коллекторного тока, при этом уменьшается и длительность импульсов напряжения на обмотке TVI.3, что вызывает уменьшение порога срабатывания защиты по току (в микросборке EY998), а, следовательно, и уменьшение мощности, подводимой в нагрузку. Нагрузочные характеристики в этом случае будут иметь вид, показанный на рис. 5.15.

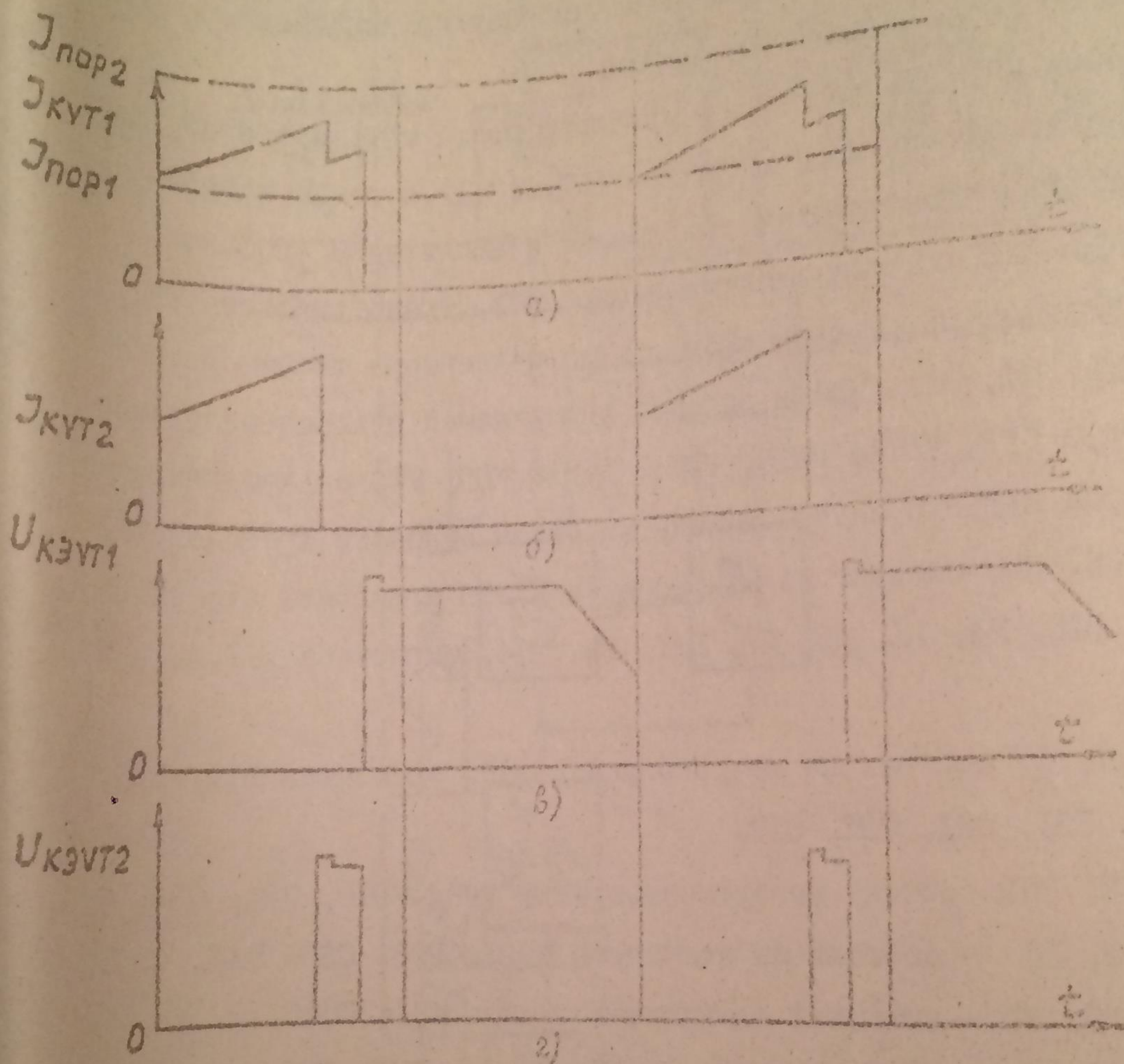
5.7.5. Микросборка управления EY999 реализует следующие функции:

- 1) вырабатывает тактовые импульсы с частотой  $40 kHz$ ;
- 2) формирует пилообразное пульсирующее напряжение, необходимое для работы компараторов;
- 3) производит сравнение выходных сигналов каналов 5 и  $12V$  с пилообразным пульсирующим напряжением и вырабатывает прямоугольные импульсы, длительности пауз которых соответствуют длительности импульсов открытых состояний силовых транзисторов;
- 4) обеспечивает защиту от перенапряжения по каналу  $12V$ .

Электропитание микросборки осуществляется напряжением



Временная диаграмма напряжений и токов номинального режима

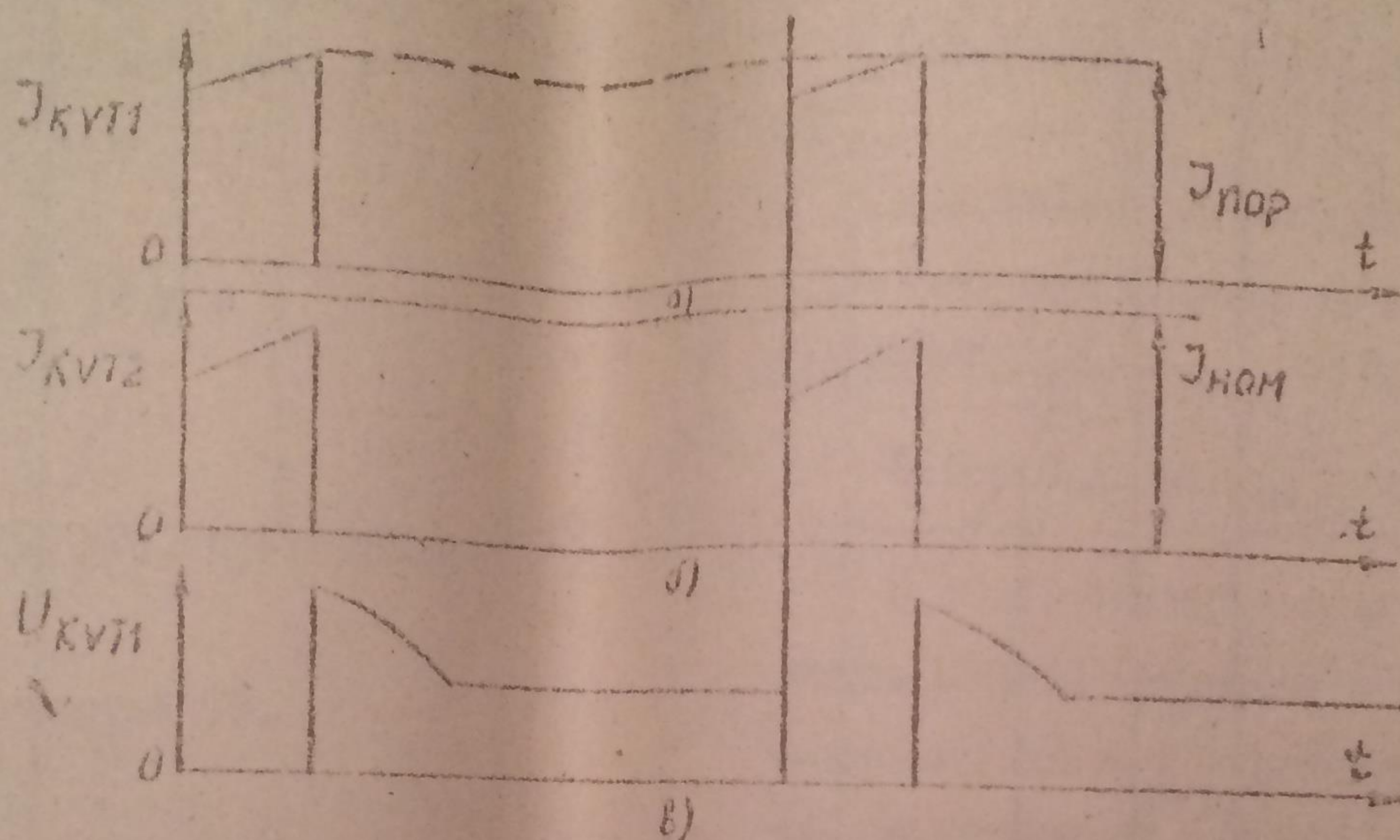


- а - диаграмма коллекторного тока транзистора VT1;  
 б - диаграмма коллекторного тока транзистора VT2;  
 в - диаграмма напряжения "коллектор-эмиттер" транзистора VT1;  
 г - диаграмма напряжения "коллектор-эмиттер" транзистора VT2

Рис. 5.12



Временная диаграмма токов и напряжений для случая перегрузки в канале +5V



а - диаграмма коллекторного тока транзистора VT1;

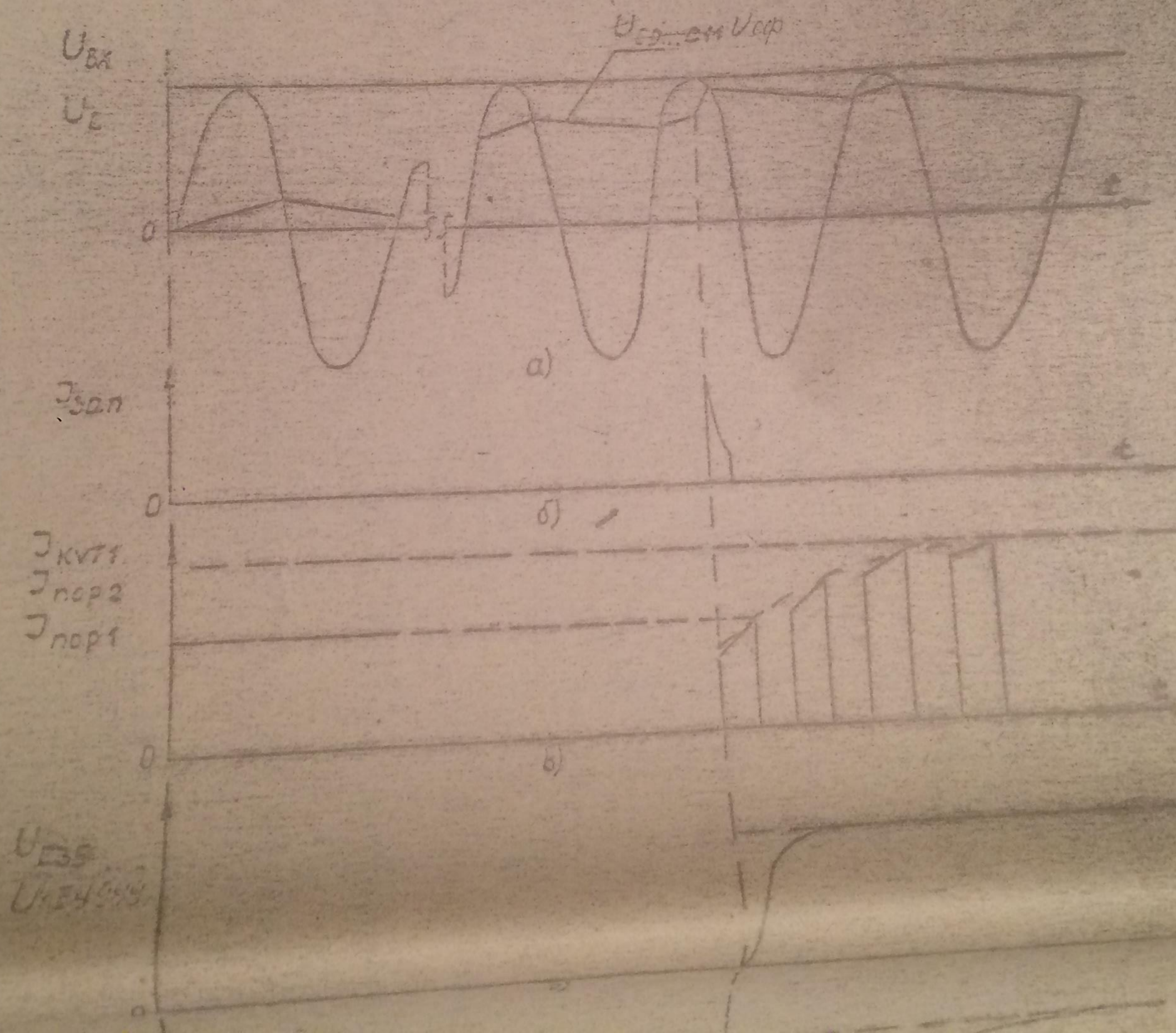
б - диаграмма коллекторного тока транзистора VT2;

в - диаграмма напряжения "коллектор-эмиттер" транзистора VT1

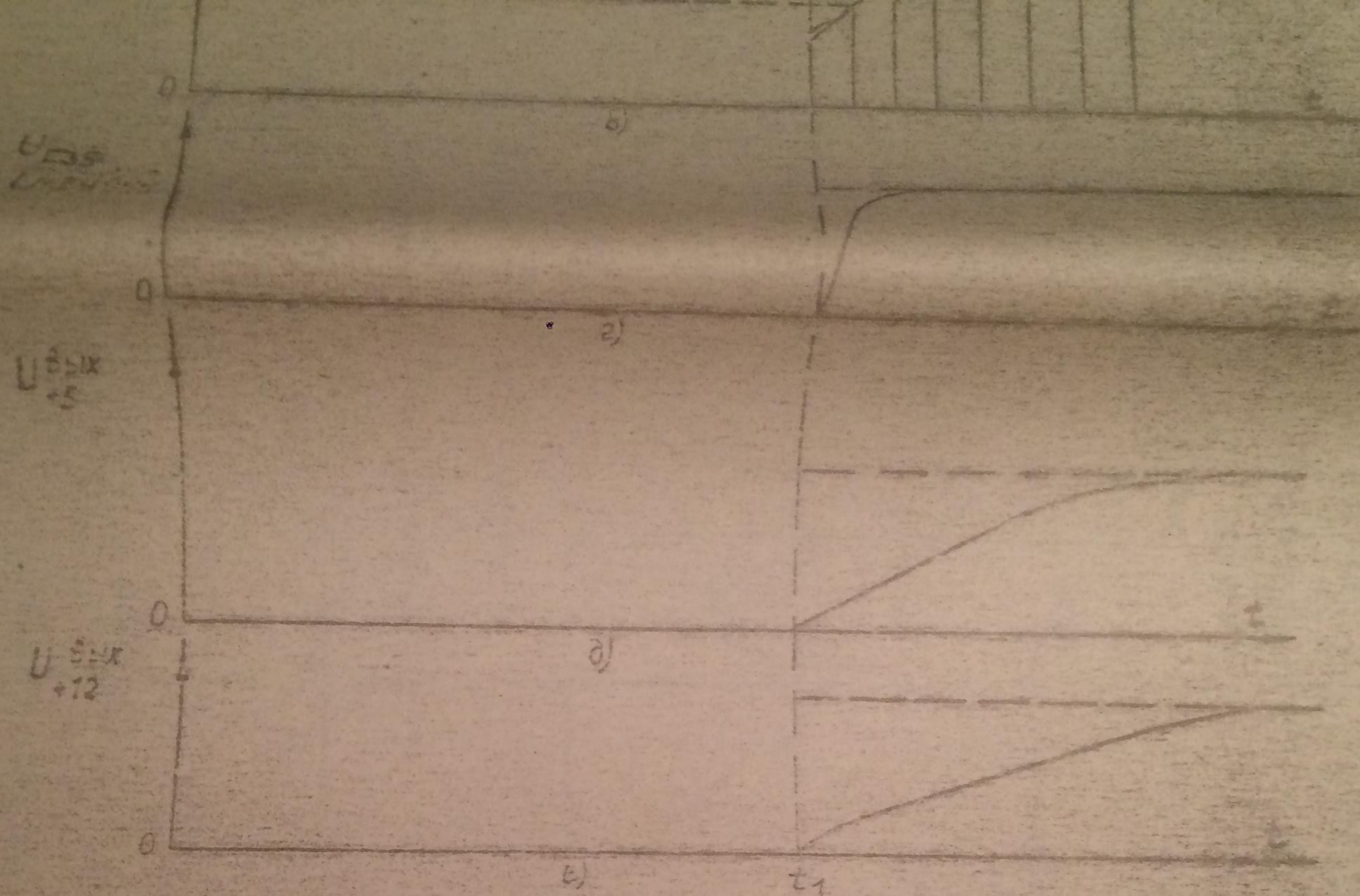
Рис. 5.13



Временные диаграммы токов и напряжений.  
в пусковом режиме





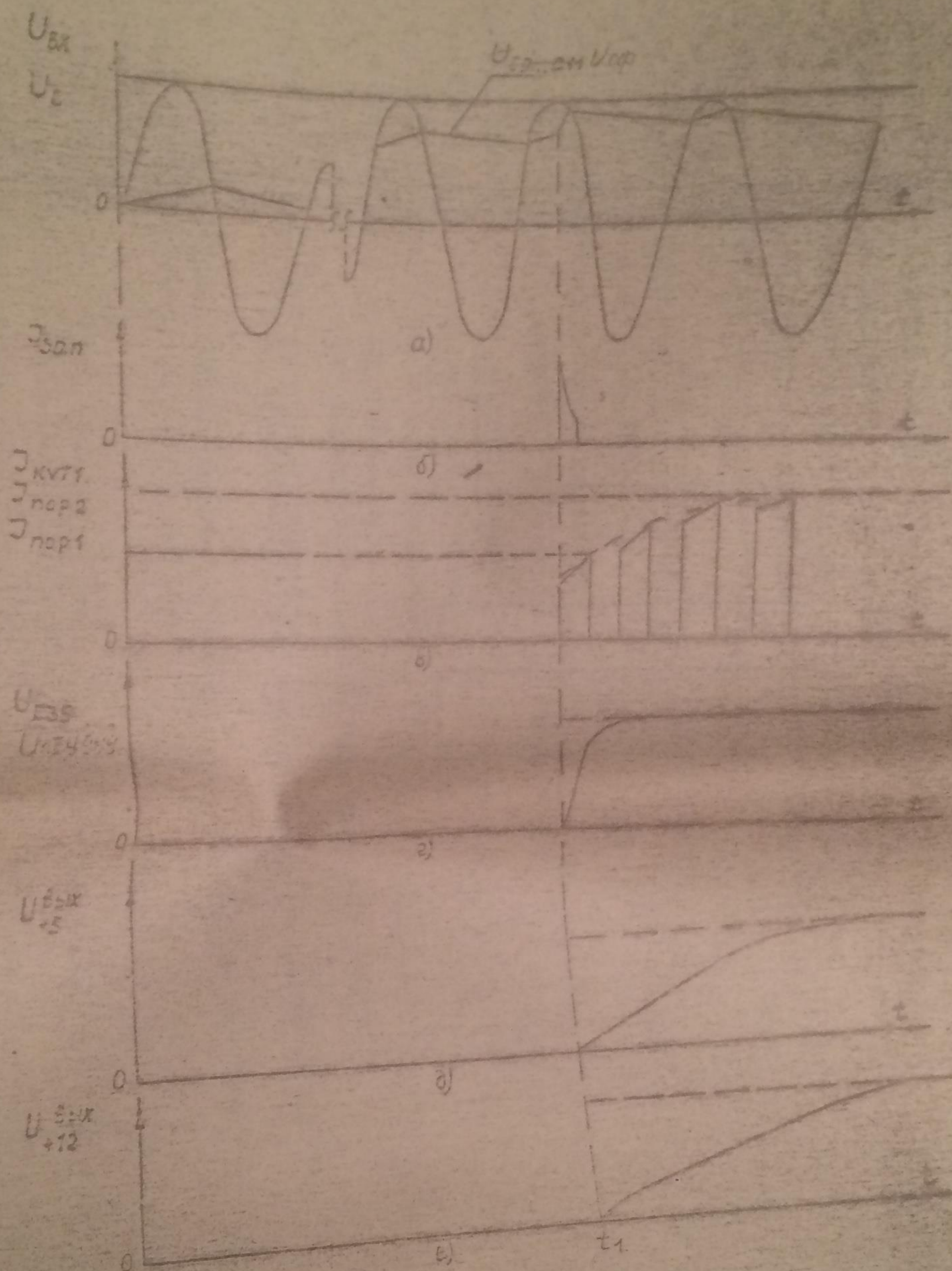


- а - диаграмма заряда входного фильтра;  
 б - диаграмма запускающего импульса;  
 в - диаграмма начала работы преобразователя;  
 г - диаграмма роста напряжения питания микросборки БУ999;  
 д - диаграмма роста выходного напряжения канала 5 В;  
 е - диаграмма роста выходного напряжения канала +12 В.

Рис. 5.14



Временные диаграммы токов и напряжений.  
в пусковом режиме



- а - диаграмма заряда входного фильтра;  
 б - диаграмма запускающего импульса;  
 в - диаграмма начала работы преобразователя;  
 г - диаграмма роста напряжения питания  
 микросборки БУ999;  
 д - диаграмма роста выходного напряжения канала 5 В;  
 е - диаграмма роста выходного напряжения канала +12 В

Рис. 5.14



## 5.9. Устройство и работа модуля БС1841.В002

5.9.1. Структурная схема МЭП-10 приведена на рис. 5.11 и включает следующие составные части:

- 1) ВУ - входное устройство;
- 2) ПНФ - сетевой помехоподавляющий фильтр;
- 3) ВВ и СФ - входной выпрямитель и сглаживающий фильтр;
- 4) СИ1 - силовой преобразователь основного канала + 5 В;
- 5) СЗЗ - схема запуска и защиты;
- 6) СУ - схема управления;
- 7) СИ2 - силовой преобразователь канала + 12 В;
- 8) ВП - вспомогательный источник питания;
- 9) ДМ - выходной демодулятор.

5.9.2. ВУ состоит из сетевого соединителя ХР1, предохранителей FV1, FV2 и кнопки SBI.

5.9.3. ПНФ состоит из дросселей L1, емкостей C6, C9 - C12.

5.9.4. ВВ и СФ состоит из диодного моста VD1 - VD4, преобразующего совместно со сглаживающим фильтром (C2 - C5) сетевое напряжение в однополярное пульсирующее напряжение с амплитудой (260-340)В, резистора R4, служащего для разряда конденсатора сглаживающего фильтра после выключения модуля.

5.9.5. СИ1 состоит из транзистора VT1, трансформатора ТИ, корректирующей емкостной мощностью на коллекторе транзистора цепочки C13, R13, R14, VD7 и базовой управляющей цепочки силового транзистора C15, VD9, VD10, VD11. Диод VD8 служит для защиты микросборки БУ002 в случае выхода из строя силового транзистора.



5.9.6. С33 состоит из микросборки ЕУ998 и внешних элементов R1 - R3, R5 - R12, Z15, C1, тиристора VS1.

5.9.7. СУ состоит из микросборки ЕУ999, элементов R18...R21, R23, R24, C24, C27 - C30, VD 21 - VD 23, TV2, TV3.

5.9.8. ОП2 состоит из элементов VT2, VD 14, VD 16 - VD 18, C18.

5.9.9. ВП - состоит из элементов VD 12, R14, DA4, C16, C17, C20.

5.9.10. ДМ состоит из двух демодуляторов ДМ2, ДМ3. ДМ2 включает элементы VD 13, VD 15, E3, Z2, C19, Z3, C21, C25; ДМ3 включает элементы VD 19, VD 20, E4, Z4, Z5, C22, C23, C25.

5.10. Описание принципиальной схемы модуля ЕС1841.Е002

5.10.1. Электрическая принципиальная схема и перечень элементов МЭП-10 приведены в документе ЕП1.700.012 Т03. Временные диаграммы токов и напряжений элементов схем приведены на рис. 5.12 - 5.17.

5.10.2. При включении кнопки SBI напряжение сети через сетевой фильтр (ПН2) поступает на выпрямитель VD1 - VD4 и через ограничивающие резисторы R1, R5 заряжает конденсаторы C2 - C5 до напряжения не менее 0,8 от напряжения сети (амплитудного значения). При этом запрещающий сигнал на включение, поступающий на вход 26 микросборки ЕУ998 с делителя R1, R5 становится недостаточным для запрета включения и через ограничивающий резистор R13 импульс тока амплитудой 0,3 А с длительностью 5-3  $\mu$ s поступает в базу силового транзистора VT1 (см. рис. 5.14,6), VT1 открывается, C1 разряжает обратный ток по току и открытое состояние транзистора длится до тех пор, пока коллекторный ток VT1 не достигнет уровня срабатывания тиристора по току  $I_{\text{кр}} I$ . За это вре-



чения IOV. Таким образом, на контакте 23 микросборки формируется сигнал "Запуск" с параметрами, указанными на рис. 5.17.

Схема запрета запуска силового преобразователя реализована на транзисторе VT1.

Во время заряда конденсаторов входного фильтра при подаче напряжения сети открытое состояние транзистора VT1 препятствует заряду конденсатора C1, чем запрещает сигнал "Запуск".

Схема защиты от превышения коллекторного тока силового транзистора реализована на микросхеме DAI, транзисторах VT5-VT7 и измерительном мосту R7-R10.

Напряжение, пропорциональное коллекторному току, подается на вывод 5 микросборки. При достижении им определенного уровня на выходе DAI устанавливается высокий уровень, отпирающий составной транзистор VT6, VT7.

При этом цепочка VD10, VT6, VT7 шунтирует обмотку I-2 транзистора TV2, подключенную к контактам I4, I2 микросборки, что приводит к заклиниванию силового транзистора. В режиме короткого замыкания за счет уменьшения длительности импульсов напряжения на контактах 6, 9 микросборки уровень срабатывания защиты уменьшается.

#### 5.8. Описание конструкции

5.8.1. ЭМ электропитания ЕС1841.Е001 представляет собой функционально законченную съемную конструктивную единицу в форме параллелепипеда. Основной несущий элемент шасси и закрывающий его экран изготовлены методом штамповки из тонколистовой стали с целью обеспечения требований электробезопасности и электромагнитного экранирования. Для обеспечения теплового режима ЭМ электропитания ЕС1841.Е001 в конструкции шасси с торцевой стороны заложены крепящие отверстия для установки вентилятора. На торцевых поверхностях шасси расположены выступы для крепления двух плат. Через окна в

ЕИ.7С3.012 Т0

Лист

225



шасси осуществляется доступ к вышкам ХРГ МЭП-6 (маркировка на шасси 01). На противоположной боковой поверхности через окно в шасси осуществляется доступ к вышкам ХРГ, АРБ МЭП-6.

На задней поверхности ЭМ электропитания ЕС1841.Е001 расположен накладка с указанием основных характеристик модуля электропитания.

Для доступа к печатным платам необходимо отвинтить четыре винта на верхней поверхности блока и снять экран.

Для крепления ЭМ электропитания ЕС1841.Е001 к базовому несущему основанию используют четыре резьбовых отверстия, расположенных на задней поверхности шасси.

ЕИ1.700.012 ТО



Нагрузочные характеристики при  
изменяющемся сопротивлении нагрузки

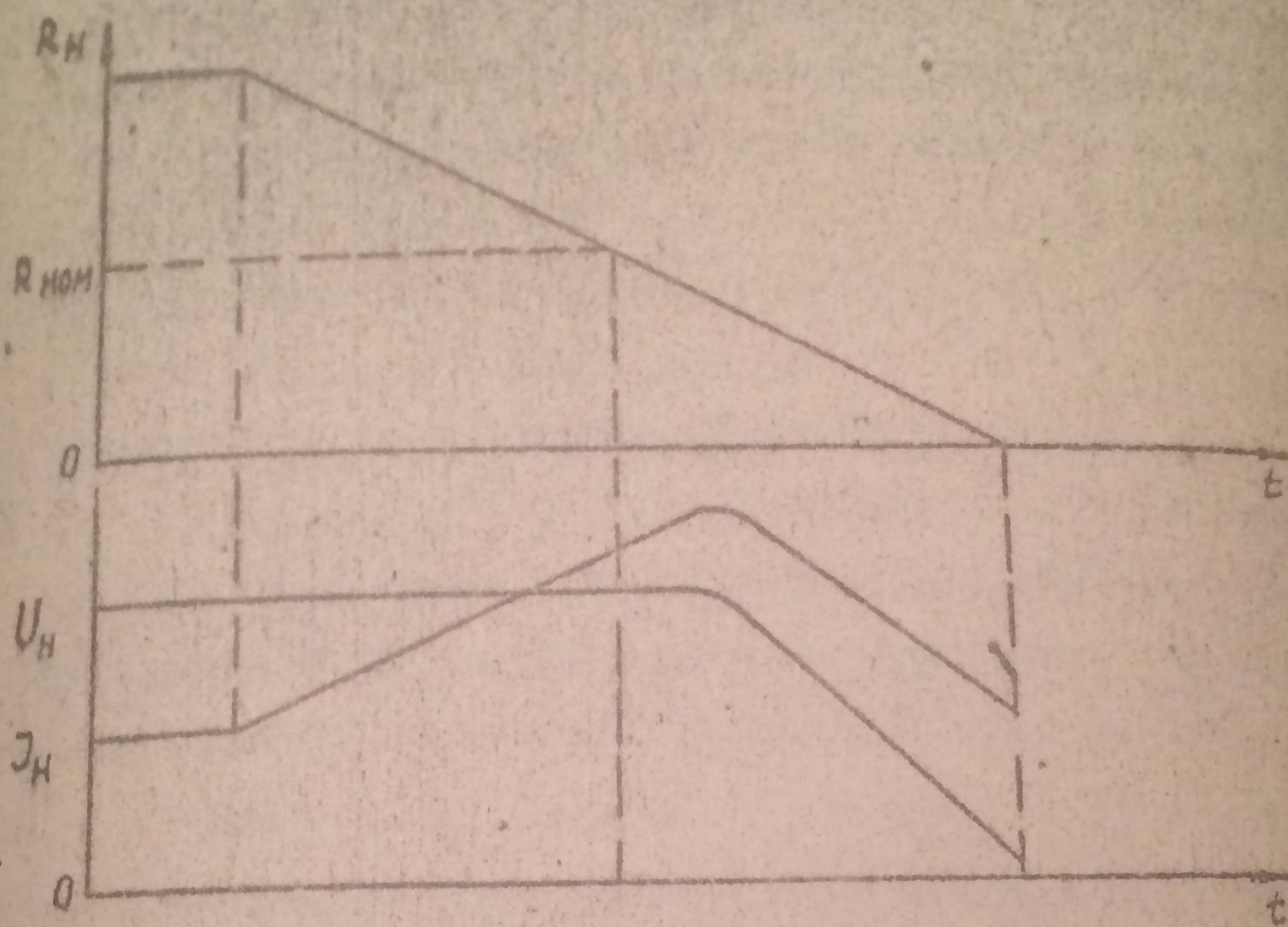
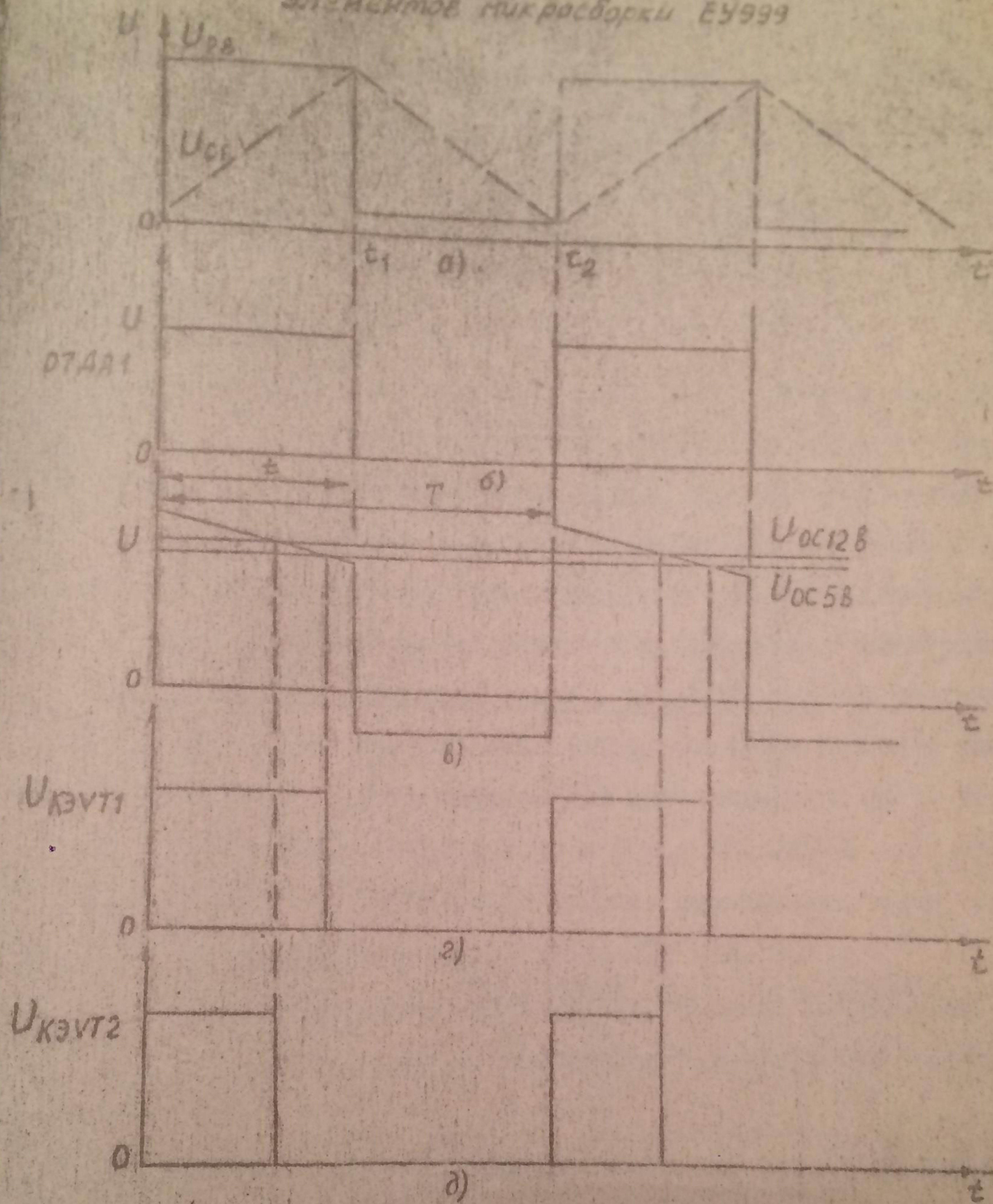


Рис. 5.15

ЕИ.700.012 ТО



Временные диаграммы напряжений  
элементов микросборки ЕУ999



а - входные сигналы тактового генератора;  
 б - выходные сигналы тактового генератора;  
 в - напряжения на входах ДЛ2, ДЛ3;  
 г - выходное напряжение на VT1;  
 д - выходное напряжение на VT2

Рис. 5.16



# Временная диаграмма сигнала "Запуск"

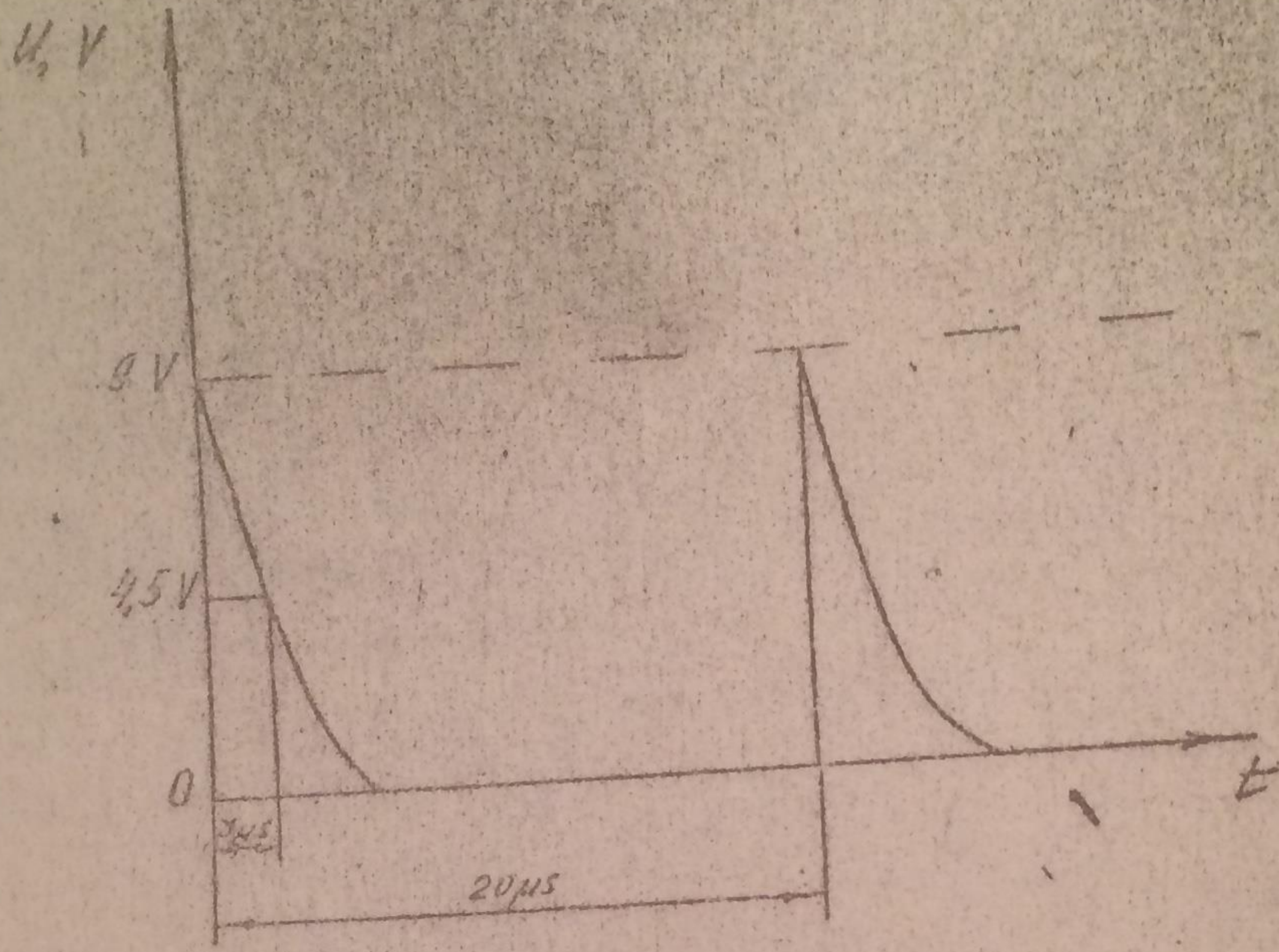


Рис. 5.17

Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя

EH.700.012 TO

235

$(15 \pm 0.45)V$   
 элемент ВЗ,  
 $2.9)V$ .  
 Тестовый генератор  
 DA1 прои  
 с наличием  
 датчиков ИС  
 генератора пр  
 $t_0 - t_1$   
 25  $\mu s$ .  
 Подочка RE  
 ирование.  
 Схема сре  
 2V - на DA3.  
 На обоих  
 ирование ос  
 Уровень  
 РИД.  
 На тра  
 5 и 12V  
 ирование  
 5.7.6  
 1) о  
 2) о  
 иго п  
 3)  
 иго п  
 10V  
 иго п



$U_{ref} = (15 \pm 0,45)V$ , поступающим на контакт 19.  
Элементы  $R3, VD1, VD2$  формируют опорное напряжение  $(7,9-8,9)V$ .

Тактовый генератор собран на  $DA1, R7-R12, C1, C2, VD5$ . Переключение  $DA1$  происходит в тот момент, когда напряжение на  $C1$  сравнивается с напряжением на  $R8$  (рис. 5.16,а). Функциональная подгонка резисторов  $R9, R11$  обеспечивает формирование на выходе тактового генератора прямоугольных импульсов с длительностью импульса порядка  $12 \mu s$  и периодом следования  $T_1 = 0 - t_2$  порядка  $25 \mu s$ .

Цепочка  $R13-R15, C3, VD6$  формирует пилообразное пульсирующее напряжение.

Схема сравнения по каналу  $5V$  сформирована на  $DA2$ , по каналу  $12V$  — на  $DA3$ .

На обоих компараторах сравниваются пилообразное напряжение и напряжения обратной связи соответствующих каналов (рис. 5.16,б).

Уровень сравнения задается функциональной подгонкой резистора  $R14$ .

На транзисторах  $VT1$  и  $VT2$  собраны усилители мощности каналов  $5$  и  $12V$  соответственно. Включенное состояние этих транзисторов соответствует включенному состоянию силовых транзисторов.

5.7.6. Микросборка  $EU998$  реализует следующие функции:

- 1) осуществляет запуск силового преобразователя;
- 2) ограничивает амплитуду коллекторного тока транзистора силового преобразователя на допустимом уровне;

3) осуществляет запрет запуска силового преобразователя до момента заряда конденсаторов и фильтра до требуемого уровня.

Схема запуска силового транзистора сформирована на триггерах  $VT2, VT3$ . Силовой транзистор срабатывает при положительной полуволле напряжения на выходе 27 и зарядке конденсатора  $C1$  до зна-



ми напряжения на конденсаторе С20 становится достаточным для функционирования микросборки ЕУ999. Начинается управление раздателем с частотой 40 кГц (см. рис. 5.14,в) осуществляемое усилителем мощности (в микросборке ЕУ999) посредством трансформатора ТУ2.

Одновременно с СП1 начинает работать СП2, управление которым осуществляется также микросборкой ЕУ999 посредством трансформатора ТУ3.

Одновременно с первым включением транзистора VT1 через обмотку трансформатора ТУ1.1 и вспомогательные элементы VD5, R6, C1, R2 подается открывающий сигнал на управляющий электрод тиристора VSE. Тиристор открывается (момент  $t_1$ , рис. 5.14). Происходит быстрый заряд конденсаторов C2 - C5 (см. рис. 5.14,а).

При возрастании выходных напряжений повышается порог срабатывания токовой защиты, уровень которой определяется сигналом на датчике R7, R8, R10 и шириной импульсов на обмотке обратной связи ТУ1.3.

После вхождения схемы в номинальный режим, ее работа характеризуется временными диаграммами, изображенными на рис. 5.12.

5.10.3. Электропитание схемы управления осуществляется стабилизированным напряжением 15 В от ВП, содержащего линейный стабилизатор КР142ЕН8В. Электропитание усилителей мощности, управляемых силовыми транзисторами VT1, VT2 осуществляется нестабилизированным напряжением (22-30)В, подаваемым от ВП.

5.10.4. В режиме короткого замыкания или перегрузки по току по любому из каналов происходит возрастание коллекторного тока VT1. При достижении уровня  $I_{пор 2}$  происходит уменьшение длительности импульса коллекторного тока, при этом уменьшается и



длительности импульсов напряжения на обмотке TVI.3, что вызывает уменьшение порога срабатывания защиты по току (в микросборке ЕУ998), а, следовательно, и уменьшение мощности, подводимой в нагрузку. Нагрузочные характеристики в этом случае будут иметь вид, показанный на рис. 5.15.

5.10.5. Описание микросборок ЕУ999 и ЕУ998 приведены в шп. 5.7.5 и 5.7.6 соответственно.

#### 5.11. Описание конструкции ЕС1841.Е002

5.11.1. Модуль электропитания ЕС1841.Е002 представляет собой функционально законченную съемную конструктивную единицу в форме параллелепипеда. Основной несущий элемент шасси и закрывающий его экран изготовлены методом штамповки из тонколистовой стали с целью обеспечения требований электробезопасности и электромагнитного экранирования. Для обеспечения тепловых режимов модуля электропитания ЕС1842.Е002 в конструкции шасси с торцевой стороны заложены крепежные отверстия для установки вентилятора. На торцевых поверхностях шасси расположены выступы для крепления двух плат. Через окна в шасси осуществляется доступ к вилке ХР1 МЭП-10 (маркировка на шасси С1). На противоположной боковой поверхности через окно в шасси осуществляется доступ к вилке ХР4 МЭП-10.

На задней поверхности модуля электропитания ЕС1841.Е002 расположена надпись с указанием основных характеристик модуля электропитания.

Для доступа к печатным платам необходимо отвинтить два винта на верхней поверхности блока и снять экран.

МЭП ЕС1841.Е002 к базовому несущему основанию крепится посредством двух отгибов, входящих в пазы нижней поверхности шасси, и резьбового отверстия, расположенного на задней поверхности МЭП.

Лист	225	И. Ноб	Е1.20312	Б.П.	12/89
Изд.	Лист	№ докум.	Подп.	Патн.	

Е11.700.012 ТО

Копировал

Формат