

ИЗМЕРИТЕЛЬ
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ЛИНИЙ
P5-10 (P5-10/1)
LINE IRREGULARITY METER

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации

Instruction Manual

СССР

В/О «МАШПРИБОРИНТОРГ»

МОСКВА

USSR

V/O MASHPRIBORINTORG

MOSCOW

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. НАЗНАЧЕНИЕ	5
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	5
4. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	5
5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ	8
5.1. Принцип импульсных измерений	9
5.2. Принцип действия	9
5.3. Схема электрическая принципиальная	13
5.4. Конструкция	15
5.5. Маркирование и пломбирование	27
6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	28
6.1. Указания по вводу прибора в эксплуатацию	29
6.2. Правила подключения измерителя к источникам питания	29
7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	29
8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	30
8.1. Расположение и назначение органов управления	30
8.2. Подготовка базового блока измерителя к включению	30
8.3. Включение измерителя и проверка на функциональность	33
8.4. Указания по контролю напряжения на батарее аккумуляторов в процессе эксплуатации и ее заряда	33
9. ПОРЯДОК РАБОТЫ	34
9.1. Подготовка к проведению измерений	34
9.2. Подготовка измерителя к измерениям на данном типе кабеля	34
9.3. Указания по калибровке измерителя	35
9.4. Проведение измерений	37
9.5. Определение коэффициента укорочения волн в кабеле известной длины	39
9.6. Зарисовка импульсной характеристики	42
	43

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОПИСАНИЯ "ИЗМЕРИТЕЛЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ЛИНИЙ"
Р5-10 (Р5-10/1)

Номер страни- цы, строки, пункта, абзаца, рисунка	Содержание изменения	
	напечатано	следует читать
1.Стр.6 стро- ка 7	...0,3; 1; 10; 30 мкс	...0,3; 1; 3; 10; 30 мкс
2.Стр.8 п.5	...4.850.028	...4.860.028
3.Стр.58 строка 25	... правое положение)	... правое положение). Ручкой "УСТ.ОТСЧЁ- ТА", выведите зонди- рующий импульс на экран ЭЛТ.
4.Стр.60, 61 п. "ж"	220 В ± 2,2 В	220 В ± 2,2 В
5.Рис.16	Д185, Д186, Д187	Р185, Р186, Р187
6.Стр. 140; приложение 10		См. рис. 1 (дополнение)
7.По всему тексту	С83, С94, С95, С96, С97, С98, С131	С93*, С94*, С95*, С96*, С97*, С98*, С131*
8.Стр.176 обмотка 1У колонка 5 вывод 19-20	2,4 388	12,4 38
9.Стр.177 обмотка 1У	136	13,6
10.Стр.215 В10	ТП1-2	МТД3
11.Стр.219	Пр4	-
12.Рис.6,7,8,11 приложение 10		См. рис. 3 (дополнение)

13.Стр.11
строка 1

... состояние

... расстояние

14.Стр.21 стро- отрицательный экспо-
ка 11 снизу ненциальный импульс

отрицательный
импульс

15.Стр. 160

~~R243~~

~~R288~~

16.Стр. 163

- C17 -

- R17 -

17.Стр. 167

- R85 -

- R85 -

- R86 -

- C51 -

- R86 -

18.Стр. 55
табл. 12

120 Ом, 15Вт $\pm 10\%$

19.Стр.146

См. рис. 2
(дополнение)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ "ИЗМЕРИТЕЛЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ЛИНИЙ" Р5-10 (Р5-10/1)

Номер страни- цы, строки, пункта, абзаца, рисунка	Содержание изменения	
	напечатано	следует читать
1.Стр.6 стро- ка 7	...0,8; 1; 10; 30 мкс	...0,3; 1; 3; 10; 30 мкс
2.Стр.8 п.5	...4.850.028	...4;860.028
3.Стр.58 строка 25	... правое положение)	... правое положение). Ручкой "УСТ.ОТСЧЕ- ТА", выведите зонди- рующий импульс на экран ЭЛТ.
4.Стр.60, 61 п. "ж"	220 В $\pm$ 2,2 В	220 В $\pm$ 22 В
5.Рис.16	Д185, Д186, Д187	Р185, R186, R187
6.Стр. 140, приложение 10		См. рис. 1 (дополнение)
7.По всему тексту	С83, С84, С95, С86, С97, С98, С131	С93*, С94*, С95*, С86*, С97*, С98*, С131*
8.Стр.176 обмотка 1У колонка 5 вывод 18-20	2,4 388	12,4 38
9.Стр.177 обмотка 1У	136	13,6
10.Стр.215 В10	ТП1-2	МТД3
11.Стр.219	Пр4	-
12.Рис.6,7,8,11 приложение 10		См. рис. 3 (дополнение)

13.Стр.11

строка 1

... состояние

... расстояние

14.Стр.21 стро-
ка 11 снизу

отрицательный экспо-
ненциальный импульс

отрицательный
импульс

15.Стр. 160

- R243 -

- R293 -

16.Стр. 163

- C17 -

- R17 -

17.Стр. 167

- R85 -

- R85 -

- R86 -

- C51 -

- R86 -

18.Стр. 55

табл. 12

120 Ом, 15 Вт $\pm 10\%$

19.Стр.146

См. рис. 2
(дополнение)

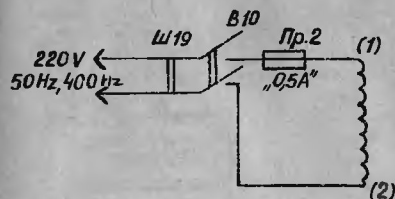
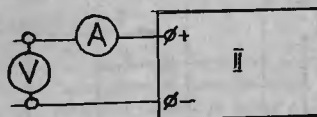


Рис. 1

Fig. 1

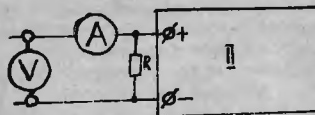
имеется

is available



должно быть

must be



R - ПЭВ-15-120 Ом $\pm 10\%$

Рис. 2

Fig. 2

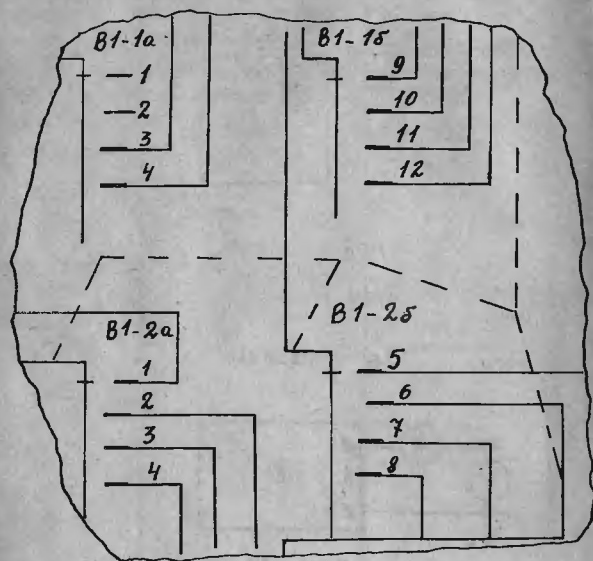


Рис. 3 Fig.3

	Стр.
10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	43
10.1. Правила ремонта измерителя	43
10.2. Перечень возможных неисправностей	44
10.3. Комплектование батарей аккумуляторов при замене	47
11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	50
11.1. Профилактические работы	50
11.2. Виды профилактических работ	50
11.3. Рекомендуемые сроки проведения профилактических работ	50
12. ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЯ	50
12.1. Операции и средства поверки	51
12.2. Условия поверки и подготовка к ней	51
12.3. Проведение поверки	51
13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	61
14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	62
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	62
14.2. Условия транспортирования	63

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Приложение 1. Импульсные характеристики линий	149
Приложение 2. Схемы включения измерителя при различных режимах на входе	151
Приложение 3. Конструктивное оформление измерителя и расположение основных элементов схемы	156
Приложение 4. Данные катушек индуктивности	174
Приложение 5. Данные трансформатора Tr4	175
Приложение 6. Данные трансформатора Tr5	177
Приложение 7. Карта сопротивлений на электродах транзисторов и микросхем	178
Приложение 8. Карта напряжений на электродах транзисторов и микросхем	183
Приложение 9. Карта импульсных напряжений на электродах транзисторов и микросхем	188
Приложение 10. Схема электрическая принципиальная измерителя неоднородностей P5-10	
Перечень элементов	202

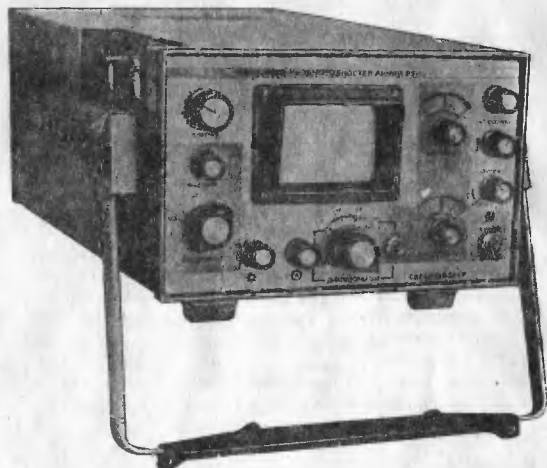


Рис. 1. Измеритель неоднородностей линий Р5-10 (Р5-10/1)

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее техническое описание предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с комплектностью, техническими данными, принципом действия и конструктивными особенностями измерителей неоднородностей линий Р5-10 и Р5-10/1, именуемых в дальнейшем "измеритель".

1.2. Отличительной особенностью измерителя Р5-10 относительно Р5-10/1 является наличие автономного источника питания — батареи аккумуляторов, выполненного в виде сменного блока и входящего в комплект поставки измерителя Р5-10 вместе с кабелем для зарядки аккумуляторов.

1.3. В техническом описании принята следующая система обозначения составных частей измерителя и физических величин:

ТО — техническое описание и инструкция по эксплуатации;
ЭМВ — электромагнитная волна;
ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;

ГПН — генератор пилообразного напряжения;
АРУ — автоматическая регулировка усиления;
ЗИП — запасное имущество и принадлежности;
ИХ — импульсная характеристика;
С — скорость распространения ЭМВ в вакууме ($C = 3 \cdot 10^8$ м/с);
 γ — коэффициент укорочения волны в кабеле;
 ρ — волновое сопротивление кабеля.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Измеритель неоднородностей линий типа Р5-10 (Р5-10/1) является универсальным малогабаритным прибором со сменными блоками питания, обеспечивающими работу от сети постоянного тока напряжением от 10 до 15 В и от 22 до 30 В, переменного тока напряжением (220±22) В с частотой 50, 400 Гц и от автономного источника питания. Прибор может работать в полевых условиях при температуре от -30 до +50 °С и относительной влажности до 98 % при температуре до 35 °С.

Измеритель Р5-10 предназначен для проведения следующих операций на воздушных и кабельных линиях электропередачи и связи: обнаружения повреждения и определения его характера (обрыв, короткое замыкание);

обнаружения сосредоточенной неоднородности волнового сопротивления (асимметрия в проводах, нарушение контакта, вставки, неоднородности от резкого изменения сопротивления изоляции и др.); определения расстояния до повреждения или неоднородности.

Измеритель может быть использован не только для измерения на поврежденных линиях, но и для контроля состояния кабелей, прогнозирования неисправностей в них, измерения их длины и симметрирования. Чувствительность измерителя обеспечивает просмотр линий с затуханием до 80 дБ в полосе частот от 3,5 кГц до 7 МГц.

Минимальная длина линии, с которой возможен просмотр, не превышает 5 м, однако может быть сведена к минимуму при подключении к началу линии калиброванной вставки длиной порядка 4-5 м с тем же волновым сопротивлением.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Длительность зондирующего импульса на нагрузке 75 Ом, мкс $\leq 0,05; 0,1 \pm 0,02$
 $1 \pm 0,2; 0,3 \pm 0,06;$
 $3 \pm 0,6; 10 \pm 2; 30 \pm 6$

≥100

3.2. Минимальное измеряемое расстояние до неоднородности при коэффициенте укорочения 1,5 м	5
3.3. Амплитуда зондирующего импульса, на нагрузке 75 Ом, В, не менее:	
при длительности 0,05; 0,1 мкс	10
при длительности 0,3; 1; 3; 10; 30 мкс	20
при длительности 100 мкс	2
3.4. Параметры импульса компенсации на нагрузке 75 Ом:	
амплитуда импульса, В, не менее	3
длительность импульса, мкс, не менее	10
3.5. Период следования калибрационных меток времени, мкс:	
на диапазонах:	
1 км	10
10 км	20
100 км	160
300 км	640
3.6. Погрешность периода следования калибрационных меток времени, %, не более	±0,1
3.7. Диапазоны измеряемых расстояний, км ..	0-0,3
	0-1
	0-3
	0-10
	0-30
	0-100
	0-300
3.8. Основная погрешность измерения расстояния, %, не более	±1
3.9. Погрешность установки коэффициента укорочения, %, не более	±1
3.10. Чувствительность усилителя входящих сигналов, мВ/мВ, не менее	0,6
3.11. Полоса пропускания частот усилителя, МГц, не менее	10
3.12. Перемещение линии развертки вверх и вниз от центра экрана, мм, не менее	60

3.13. Размер рабочего участка развертки. мм 60

3.14. Длительность развертки, мкс:

на диапазонах:

1 км	3-6
10 км	30-60
100 км	300-600
300 км	800-1500

3.15. Время самонагрева, мин 5 |

3.16. Параметры зарядного устройства:	
ток заряда, мА	150±10
напряжение отключения, В	29-30

3.17. Питание приборов:

от сети переменного тока:	
напряжение, В	220±22; 220±11
частота, Гц	50; 400
от сети постоянного тока напряжением, В	10-15; 22-30
от встроенного автономного источника (прибор Р5-10)	

3.18. Потребляемая мощность:

от сети переменного тока 220 В, В·А, не более	35
от сети постоянного тока 12,6 В, Вт, не более	15
от сети постоянного тока 27 В, Вт, не более	30

3.19. Ток, потребляемый прибором Р5-10 от автономного источника питания, А, не более 1 |

3.20. Уровень срабатывания схемы синхронизации при разряде батарей прибора Р5-10, В	10±0,2
	2500

3.21. Нарботка на отказ, ч 160х274х430 |

3.22. Габаритные размеры прибора, мм	
3.23. Масса, кг, не более:	
измерителя с блоком питания от сети ..	9,8
блока аккумуляторов	2,8

3.24. Срок службы, лет 10 |

3.25. Технический ресурс, ч	5000
3.26. Время непрерывной работы прибора:	
от сети переменного и постоянного тока, ч	16
от автономного источника, ч	1

6

7

4. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

4.1. Состав измерителя Р5-10 (Р5-10/1) приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Количество на Р5-10	Количество на Р5-10/1	Примечание
Укладочный ящик	I	I	
В нем:			
1. Измеритель неоднородностей линий с блоком питания от сети	I	I	
2. Блок аккумуляторов	I	-	
3. Блок входных цепей	I	I	
4. Отвертка	I	I	
5. Щуп питания ("12,6 В")	I	I	4.850.028
6. Кабель соединительный (4 м)	I	I	4.850.015
7. Кабель присоединительный	I	I	4.850.016
8. Кабель для зарядки аккумуляторов	I	-	4.850.017
9. Резистор добавочный ("24 В, 27 В")	I	I	По требованию заказчика
10. Тубус	I	I	
11. Коробка	I	I	
В ней:			
лампа СМН10-55-2	I	I	
лампа СМН10-55	I	I	
Вставки плавкие:			
ВН1-1В 0,25 А	2	2	
ВН1-1В 0,5 А	2	2	
ВН1-1В 2,0 А	2	2	
зажим типа "Крокодил"	4	4	
зажим типа "Клюв"	4	4	
12. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	I	I	
13. Формуляр	I	I	

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1. Принцип импульсных измерений

Принцип импульсных измерений заключается в том, что в измеряемую линию подается импульс напряжения (зондирующий импульс), который, распространяясь по линии, частично отражается от неоднородностей волнового сопротивления и возвращается к месту, откуда они были посланы.

Зондирующий импульс и отраженные сигналы воспроизводятся на экране ЭЛТ с временной разверткой луча. Сигналы, отраженные от неоднородностей волнового сопротивления, будут смещены по времени относительно зондирующего импульса в зависимости от расстояния до неоднородности, т. е. величина смещения отраженного сигнала относительно зондирующего импульса на экране ЭЛТ пропорциональна расстоянию до неоднородности. Измерения импульсным методом обеспечивают получение быстрого и точного результата, особенно в том случае, когда повреждение имеет вид обрыва, короткого замыкания, соприкосновения проводов в многопроводных системах.

Неоднородность волнового сопротивления характеризуется коэффициентом отражения:

$$\sqrt{P} = \frac{U_{\text{отр.}}}{U_{\text{зонд.}}} = \frac{z - p}{z + p},$$

где: Р — коэффициент отражения;

U_{отр.} — амплитуда отраженного импульса;

U_{зонд.} — амплитуда зондирующего импульса;

z — сопротивление в месте повреждения;

p — номинальное волновое сопротивление линии.

Отсутствие отраженного сигнала свидетельствует с точным согласованием линии по волновому сопротивлению.

Отраженный импульс имеет ту же полярность, что и зондирующий, при увеличенном сопротивлении в месте отражения, достигая предельной амплитуды, равной амплитуде зондирующего импульса (полное отражение) при обрыве; отраженный импульс меняет полярность при уменьшении сопротивления линии, достигая предельной амплитуды, равной амплитуде импульса, при коротком замыкании.

Импульсный метод определения места повреждения (неоднородности волнового сопротивления) реализуется следующими способами зондирования:

коротким видеосимпульсом;

единичным перепадом напряжения.

Метод зондирования кабеля коротким видеосимпульсом применяется,

в основном, для поиска и определения местоположения повреждения и отдельных крупных неоднородностей.

При этом получается производная распределения неоднородностей кабеля, т. е. отражение от начала и конца неоднородности.

Эффективность этого метода резко снижается при наличии в линии сложных неоднородностей — следующих друг за другом нескольких протяженных неоднородностей волнового сопротивления, плавного изменения волнового сопротивления вдоль линии и др.

Метод зондирования кабеля единичным перепадом напряжения дает полную картину изменения волнового сопротивления вдоль линии. Используя одновременно оба метода, можно получить более полную информацию о состоянии линии путем сравнения импульсных характеристик, полученных разными методами зондирования (рис. 2)*:

- а) закон изменения волнового сопротивления линии длиной 1_k ;
- в) зондирующий сигнал — видеоимпульс;
- с) зондирующий сигнал — единичный перепад напряжения;
- д) импульсная характеристика линии при зондировании видеоимпульсом;
- е) импульсная характеристика линии при зондировании единичным перепадом напряжения.

В измерителе используются оба метода зондирования исследуемой линии — зондирование видеоимпульсом и ступенчатым напряжением.

Расстояние до места неоднородности (транспозиция, короткое замыкание, обрыв, кабельная вставка, плавное изменение волнового сопротивления) определяется временем запаздывания отраженного сигнала относительно фронта зондирующего сигнала.

При известной (или измеренной заранее) скорости распространения импульса по линии однозначно определяется расстояние.

Точность определения места неоднородности зависит от частотной характеристики затухания измеряемой линии, определяющей степень оглаживания фронта отраженного импульса и уменьшение его амплитуды (составляющие частотного спектра импульса распространяются с различной скоростью и, кроме того, высокочастотные составляющие спектра затухают значительно быстрее).

Поэтому при распространении по линии видеоимпульс расширяется, передний фронт импульса становится пологим, вершина и центр тяжести импульса дополнительно запаздывают.

Поскольку измерение на экране прибора производится по начальной точке фронта отраженного импульса, появляется дополнительная погрешность измерения, определяемая свойствами данной линии.

Величина калометрического затухания линии определяет предел-

ное состояние, на котором четко различимы отражения от места повреждения.

За счет расширения видеоимпульса ухудшается разрешающая способность измерителя, которая определяется длительностью импульса (фронта). Степень расширения импульса определяется параметрами линии.

Разрешающую способность можно восстановить, если в месте неоднородности скомпенсировать расширение отраженного импульса.

В измерителе предусмотрена коррекция длительности отраженного импульса с помощью регулировки формы зондирующего импульса ("КОМПЕНС").

Для того, чтобы сделать импульсные измерения максимально объективными, необходима зарисовка (или фотографирование) нормально наблюдаемой характеристики (при определенном положении ручек длительности импульса, выходного сопротивления измерителя, масштаба и усиления) и сопоставления ее с картой линии.

Таким образом осуществляется привязка отражений на экране к ориентирам на местности, позволяющая производить отчет не от места подключения прибора, а от ближайшей к месту повреждения постоянно существующей неоднородности (кабельной вставки, контрольного столба, транспозиции).

При наличии зарисованных импульсных характеристик линии, отражающих все их неоднородности, место повреждения определяется по появлению нового всплеска.

Энергия электрических импульсов распространяется в линиях по определенным волновым каналам. В коаксиальных кабелях и силовых высоковольтных кабелях с стелными оболочками для каждой жилы типа ОСБ, ОАБ и т. п. имеется только один волновой канал "жила-оболочка". В многожильных кабелях и многопроводных линиях число волновых каналов равно числу жил (проводов). Например, в трехжильном силовом кабеле имеются три волновых канала:

два канала "жила-жила" и один канал "все три жилы-оболочка".

На однородных участках энергия электрических импульсов по отдельным каналам распространяется независимо. Это означает, что при подключении генератора зондирующих импульсов по схеме "жила-жила" и наличии на каком-то расстоянии короткого замыкания этих жил, в процессе распространения и импульсных измерений участвует только один волновой канал "жила-жила". Остальные жилы и оболочка многожильного кабеля не участвуют в распространении импульсов.

Если же имеются короткое замыкание одной из жил на оболочку, то при подключении генератора зондирующих импульсов по схеме "поврежденная жила-неповрежденная жила" в распространении импульсов участвуют у трехжильного кабеля все три волновых канала.

Точность импульсных измерений, в основном, определяется правильным выбором величины скорости распространения импульсного сигнала в измеряемой линии.

* Рисунки и приложения помещены в конце издания.

Каждая линия, имеющая отличные от другой первичные параметры (тип диэлектрика, сечение, материал проводов и т. п.) обладает своей собственной скоростью распространения импульсного сигнала. В измерителе обеспечен прямой непосредственный отсчет расстояния в единицах длины с учетом скорости распространения импульса в линии через коэффициент укорочения ЭМВ (ручка "УКОРОЧЕНИЕ"). Величина коэффициента укорочения электромагнитной волны для волнового канала определяется по формуле

$$\gamma = \frac{C}{V}$$

где C - скорость света, равная $300 \frac{\text{м}}{\text{мкс}}$,

V - скорость распространения импульса в данном типе линии.

Численные значения коэффициента укорочения для волновых каналов кабелей и линий различных типов приведены в таблицах 5 и 6 раздела 9.

Измерения на многожильном кабеле или многопроводной воздушной линии могут носить многоволновой характер, т. е. импульсы будут распространяться по двум и более волновым каналам. Каждый волновой канал имеет свои параметры: скорость распространения (коэффициент укорочения), волновое сопротивление, коэффициент (степень) затухания.

Поэтому при импульсных измерениях в многопроводных линиях необходимо выполнять следующие рекомендации.

1. Независимо от вида повреждения (короткое замыкание или обрыв одной, двух или большего числа жил) следует включить измеритель по схеме "жила-жила" (провод-провод). При повреждении одной из жил предусматривается схема "поврежденная жила - неповрежденная жила". При измерениях на воздушных линиях электропередачи с горизонтальным расположением проводов измеритель следует подключать по схеме "средний провод - крайний провод" или "оредний провод - земля".

2. Следует избегать подключения измерителя по схеме "все жилы (провода) - оболочка (земля)", так как в этом случае имеет место не только минимальная скорость распространения, но и повышенное затухание амплитуды и изменение крутизны фронта импульсов.

Включение по схеме "жила-оболочка" представляет интерес для выявления поврежденной жилы методом сравнительного анализа (п.п. 5.3.7, 9.4).

Различные способы подключения входных цепей измерителя и выносного блока входных цепей для измерения на многопроводных линиях рассмотрены в п. 5.3.7.

При импульсных измерениях на линиях с неизвестным коэффициентом укорочения, его можно ориентировочно вычислить по формуле

$$\gamma = \sqrt{\epsilon}$$

где ϵ - диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля, или экспериментально определить по методике, изложенной в разделе 9.

В ряде случаев целесообразно для полного использования возможностей прибора импульсную характеристику снимать при равных данных прибора, т. е. при различных положениях переключателей "ДИАПАЗОНЫ (км)", "ЗОНД. ИМП. (µс)", "УСИЛЕНИЕ", "КОМПЕНС." и схемах подключения.

При этом данные импульсных характеристик должны быть зафиксированы раздельно с соответствующим масштабом.

5.2. Принцип действия

В основу измерителя положен импульсный способ определения расстояния по времени запаздывания отраженного сигнала относительно посланного. Индикация процессов, происходящих в линии, осуществляется на экране ЭИТ. Отсчет измеряемого расстояния ведется непосредственно по шкале предикционного потенциометра "РАССТОЯНИЕ". Основными узлами схемы измерителя являются:

- задающий генератор;
- текстовый генератор;
- генератор пилообразного напряжения;
- схема задержки развертки;
- усилитель горизонтального отклонения;
- схема задержки генератора зондирующего импульса;
- генератор зондирующего импульса;
- входные цепи;
- усилитель приходящих сигналов;
- индикатор;
- схема питания базового блока;
- блок аккумуляторов;
- блок питания от сети и зарядное устройство.

Взаимодействие узлов показано на рис. 3 и 4.

Напряжение с выхода задающего генератора поступает на запуск тактового генератора и на вход схемы формирования калибрационных импульсов.

Импульсом тактового генератора запускается генератор пилообразного напряжения, который одновременно запускает схемы задержки развертки и зондирующего импульса, чем достигается жесткая привязка задержек во времени.

Задержка зондирующего импульса обеспечивает возможность наблюдения зондирующего импульса на экране ЭИТ при отсутствии задержки развертки (в начале измерения). Эта задержка устанавливается ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА".

Схема задержки развертки формирует пилообразное напряжение развертки с момента сравнения высокостабильного линейного пилообразного напряжения с опорным напряжением, уровень которого определяется скоростью распространения ЭМВ в кабеле (ручка "УКОРОЧЕНИЕ") и положением ручки управления задержкой ("РАСТОЯНИЕ").

Задержка развертки — плавная, калиброванная; калибровка задержки производится с помощью высокостабильных калибрационных меток времени. Задержанное пилообразное напряжение развертки с выхода схемы задержки подается на усилитель горизонтального отклонения.

С выхода усилителя горизонтального отклонения задержанное пилообразное напряжение развертки подается на горизонтальные пластины ЭЛТ.

Импульс со схемы задержки зондирующего импульса запускает генератор зондирующего импульса.

Зондирующие импульсы поступают в исследуемую линию и на вход измерителя (усилитель, вертикальные пластины ЭЛТ).

На вход измерителя ("ВХОД-ВЫХОД") поступают также отраженные импульсы.

Входные цепи производят первичную обработку и коммутацию поступающей информации о состоянии кабеля при различных методах измерения.

Схема питания базового прибора обеспечивает измеритель всеми необходимыми напряжениями, в том числе и высоковольтными, при работе непосредственно от сети постоянного тока.

При работе в полевых или аварийных условиях, при отсутствии внешних цепей постоянного или переменного тока к базовому блоку подсоединяется блок аккумуляторов.

При работе от сети переменного тока к базовому блоку подсоединяется блок питания от сети (зарядное устройство). Этот блок используется и для заряда батарей аккумуляторов.

Отсчет расстояния производится следующим образом: в положении "0" ручки управления задержкой развертки "РАСТОЯНИЕ" зондирующий импульс с помощью ручки управления задержкой зондирующего импульса "УСТ. ОТСЧЕТА" совмещается с отсчетной риской на экране ЭЛТ.

Отраженный импульс ручкой "РАСТОЯНИЕ" совмещается с той же отсчетной риской. По шкале отсчетного устройства этой ручки, прокалиброванной в единицах длины (м, км в зависимости от диапазона измерения), производится непосредственный отсчет расстояния.

Переключателем "ДИАПАЗОНЫ (км)" производится коммутация калибрационных меток и времязадающих элементов в блоках измерителя. Изменение масштаба просматриваемого участка линии осуществляется тумблером "ДИАПАЗОНЫ (км)".

В зависимости от длины измеряемой линии и ее затухания можно производить выбор длительности зондирующего импульса, посылаемого в линию, с помощью переключателя "ЗОНД. ИМП. (дл)".

Величина отраженного сигнала, поступающего из линии, устанавливается удобной для измерения с помощью ручки "УСИЛЕНИЕ".

5.3. Схема электрическая принципиальная

5.3.1. Задающий генератор

Задающий генератор предназначен для создания опорной частоты 100 кГц, используемой для запуска тактового генератора и схемы формирования калибрационных меток.

Схема задающего генератора состоит из осцилляторной схемы автогенератора с кварцевой стабилизацией частоты (МС1-1) и ключевой схемы (МС1-2), формирующей импульсы запуска тактового генератора и калибрационные метки частотой 100 кГц (рис. 5).

В исходном состоянии ключ закрыт. На базу транзистора МС1-2 с части цепи автогенератора Л1, С2 через диод Д1 и ускоряющую цепочку С4, R4 поступает положительный импульс.

С коллектора ключевого транзистора отрицательные импульсы частотой 100 кГц запускают первый триггер тактового генератора и через цепочку С5, R6 поступают на схему формирования меток.

5.3.2. Тактовый генератор

Тактовый генератор предназначен для формирования калибрационных меток и импульсов, запускающих схему генератора пилообразного напряжения.

Тактовый генератор состоит из:

делителя;

схемы формирования калибрационных меток;

схемы формирования импульсов запуска генератора пилообразного напряжения.

Делитель (рис. 6) состоит из шести последовательно соединенных триггеров, собранных на шести интегральных микросхемах МС2-МС7. Каждый триггер представляет собой делитель на два; общий коэффициент деления — 64.

Входные импульсы триггеров представляют собой импульсы напряжения с периодами повторения (частотой следования) соответственно: 20, 40, 80, 160, 320, 640 мкс (50; 25; 12,5; 6,25; 3,125; 1,56 кГц).

Входные импульсы третьего и шестого триггеров (80, 640 мкс) поступают через обостряющие цепи С7, R8 и С10, R11 на схему формирования импульсов запуска.

Входные импульсы первого, четвертого и шестого триггеров

(20, 160, 640 мкс) через обостряющие цепи С6, R7, С8, R9, С10, R11 соответственно поступают на схему формирования калибрационных меток.

Схема формирования калибрационных меток (рис. 6) представляет собой ключевую диодную схему (Д2-Д5). В зависимости от положения переключателя диапазонов В1 открывается один из диодов схемы и на гнездо "Гн I" поступают импульсы с выхода задающего генератора (10 мкс) или с соответствующего триггера (20, 160, 640 мкс).

В измерителе имеется четыре основных диапазона измерения: I, IO, IOO, 300 км.

Диапазон I км (10 мкс) - калибруется двумя метками (импульсами задающего генератора с периодом повторения 10 мкс).

Диапазон IO км (100 мкс) - калибруется пятью метками (импульсами со схемы делителя с периодом повторения 20 мкс).

Диапазон IOO км (800 мкс) - калибруется пятью метками (с периодом 160 мкс).

Диапазон 300 км (3200 мкс) - калибруется пятью метками (с периодом 640 мкс).

Схема формирования импульсов запуска (рис. 7) представляет собой ключевой мультивибратор, формирующий импульсы запуска генератора пилообразного напряжения. Схема собрана на транзисторах Т1, Т2 и интегральной микросхеме МСВ (транзисторной сборке).

На вход схемы (базу Т1), в зависимости от положения переключателя диапазонов В1, поступают запускающие импульсы с делителя (с периодом 80 мкс на диапазоне I км, с периодом 640 мкс на остальных диапазонах).

Положительные импульсы с коллектора ключевого транзистора Т1 через R29, С19 поступают на вход мультивибратора (базу первого транзистора МСВ). Собственный период мультивибратора, определяемый переключаемыми (В1) емкостями С21-С24, на диапазонах I км и IO км меньше периода запускающих импульсов (80 мкс, 640 мкс), а на диапазонах IOO км и 300 км больше периода запускающих импульсов (640 мкс).

С выхода эмиттерного повторителя (второй транзистор МСВ) через С27 запускающие импульсы поступают на запуск генератора пилообразного напряжения (вход управляющего триггера МС11) с периодом повторения:

80 мкс - на диапазоне I км;
640 мкс - на диапазоне IO км;
порядка IO мс - на диапазоне IOO км;
порядка I5 мс - на диапазоне 300 км.

5.3.3. Генератор пилообразного напряжения

Генератор пилообразного напряжения предназначен для формирова-

ния линейного пилообразного напряжения, используемого для создания линейной калиброванной задержки развертки и задержки зондирующего импульса.

Блок-схема генератора пилообразного напряжения представлена на рис. 8, а принципиальная на рис. 9.

Триггер, собранный на двух транзисторах интегральной микросхемы МС11, служит для формирования импульсов, управляющих работой ключевого каскада (МС13-1).

Запуск триггера осуществляется через цепочку С53, Д11 импульсом тактового генератора, установка в исходное состояние происходит через Д14 специальным сигналом со схемы возврата в исходное состояние.

Ключевой каскад предназначен для формирования импульсов - запуска схемы ППН.

Ключевой транзистор МС13-1 в исходном состоянии закрыт отрицательным напряжением на коллекторе транзистора МС11-2. Ключ разомкнут. Диод Д17 открыт, резистор R103 шунтирует вход генератора. Положительные импульсы с выхода МС11-2 через цепочку С55, R95 открывают ключ МС13-1, закрывая Д17 и отключая тем самым вход генератора пилообразного напряжения от триггера. Стабилитрон Д15 стабилизирует момент отпирания ключевого транзистора.

В качестве генератора пилообразного напряжения применена схема интегратора Миллера, позволяющая получить линейное пилообразное напряжение. Усилитель в цепи обратной связи собран на транзисторе Т7, эмиттерный повторитель - на МС13-3.

Шунтирующее действие входного сопротивления усилителя Т7 на зарядное сопротивление R101 устраняется за счет применения обратной связи R98. Стабилизирующие диоды Д16, Д18-Д20 фиксируют начальное положение рабочей точки. Эмиттерный повторитель МС13-3 уменьшает выходное сопротивление схемы (для согласования со схемой сравнения) и сокращает время восстановления генератора.

Длительность пилообразного напряжения определяется зарядными емкостями С57, С35-С38, С40, С41, коммутируемыми с помощью переключателя диапазонов В1.

5.3.4. Схема задержки развертки

Схема задержки развертки предназначена для формирования пилообразного напряжения развертки, задержка которого определяется заданным уровнем опорного напряжения.

Структурная схема задержки развертки представлена на рис. IO. Схема сравнения (рис. II) собрана на интегральной микросхеме МС14-2 (транзисторная сборка) и транзисторе Т14 и представляет собой

дифференциальную схему, одно плечо которой является повторителем опорного напряжения, а второе плечо – усилителем разностного напряжения: пилообразного и опорного. На вход истокового повторителя Т14 через R138 поступает опорное напряжение с датчика опорного напряжения (МС12, Т6), величина которого задается ручкой "РАССТОЯНИЕ" (R83). Ток истокового повторителя дополнительно стабилизирован токостабилизирующим каскадом на микросхеме МС16-2.

На второй вход схемы сравнения (МС14-2) через R116, Д26 поступает напряжение с выхода генератора пилообразного напряжения.

Этот каскад отпирается и на выходе его появляется пилообразное напряжение только тогда, когда величина напряжения, поступающего на базу с ПН, становится больше величины опорного напряжения в эмиттере.

Таким образом, регулировкой опорного напряжения меняется величина задержки пилообразного напряжения на выходе схемы сравнения.

Задержанное пилообразное напряжение усиливается усилителем горизонтального отклонения, собранным на транзисторах Т10, Т13, и используется в качестве напряжения горизонтальной развертки ЗЛТ.

На транзисторе Т10 собран парафазный усилитель. С эмиттера через конденсатор С67 положительное пилообразное напряжение подается на одну из горизонтальных пластин ЗЛТ. На вторую горизонтальную пластину подается отрицательное пилообразное напряжение с коллектора транзистора Т13.

Напряжение с эмиттера Т10 подается также через диод Д25 на схему возврата в исходное состояние, собранную на транзисторах МС14-1 и Т6. Эта схема формирует положительный импульс, запирающий транзистор МС11-2 управляющего триггера (рис. 9); схема задержки развертки возвращается в исходное состояние.

Напряжение с коллектора Т10 подается через цепочку С61-R143 на схему формирования бланкирующего импульса, предназначенную для смещения луча ЗЛТ за пределы экрана во время обратного хода развертки.

Схема собрана на транзисторах Т11, Т12, МС16-1, МС14-3.

Во время формирования напряжения развертки транзистор МС14-3 открыт положительной "пилой" с коллектора Т10 и нулевой потенциал с его коллектора подается на бланкирующую пластину ЗЛТ. При этом луч наблюдается на экране ЗЛТ.

При достижении напряжением в эмиттере Т10 уровня отпирающего диода Д25 срабатывает схема возврата в исходное состояние, транзистор МС11-1 управляющего триггера открывается. На входы МС16-1 и Т11 подается нулевой потенциал, транзисторы открываются. Транзистор МС14-3 закрывается и напряжение +30 В подается на бланкирующую пластину ЗЛТ, уводя луч за пределы экрана.

Временные диаграммы схемы задержки развертки представлены на рис. 12.

Датчик опорного напряжения (рис. 11) собран по схеме стабилизатора напряжения на интегральной микросхеме МС12 (транзисторная сборка) и транзисторе Т6.

Входным напряжением датчика опорного напряжения является напряжение, снимаемое с делителя R70 (R71, R72, R73), R74 (R75, R76, R77); R68, R78, R80, R81, R82, включенного в цепь стабилизированного источника +12 В, от которого питается и генератор пилообразного напряжения.

Входное напряжение датчика снимается с движка линейного прецизионного потенциометра R30 "УКОРОЧЕНИЕ".

Выходное напряжение датчика – опорное напряжение для обеспечения точной калибровки уровня – снимается с движка прецизионного линейного потенциометра R83 "РАССТОЯНИЕ".

5.3.5. Схема задержки зондирующего импульса

Схема задержки зондирующего импульса предназначена для создания задержки зондирующего импульса относительно начала развертки для обеспечения возможности наблюдения зондирующего импульса на экране ЗЛТ при отсутствии задержки развертки.

Структурная схема задержки зондирующего импульса представлена на рис. 13, принципиальная схема приведена на рис. 14.

Схема сравнения собрана на интегральной схеме МС15-1. Первый каскад этой схемы – усилитель, второй – эмиттерный повторитель. На вход усилителя с выхода ПН подается пилообразное напряжение, на вход эмиттерного повторителя – постоянное напряжение с датчика постоянного напряжения. Датчик постоянного напряжения включает в себя делитель R124, R126, питаемый от стабилизированного источника +12 В (с помощью стабилизатора Д28) и эмиттерный повторитель на МС11-3, служащий для согласования со схемой сравнения.

Как только пилообразное напряжение превысит величину напряжения, заданного потенциометром R126 (ручка "УСТ. ОТСЧЕТА"), сигнал со схемы сравнения поступает на вход усилителя-формователя.

Усилитель-формователь формирует импульс запуска генератора зондирующего импульса. Собран на транзисторах Т9, МС15-2.

Выходной сигнал схемы сравнения открывает транзистор Т9. Положительный импульс с коллектора Т9 через R119, С59 поступает на базу ключевого транзистора МС15-2. В коллекторе этого транзистора формируется отрицательный импульс запуска генератора зондирующего импульса.

5.3.6. Генератор зондирующего импульса

Генератор зондирующего импульса предназначен для формирования

зондирующих импульсов переключаемой длительности и перепада напряжения.

Структурная схема генератора приведена на рис. 15, принципиальная — на рис. 16.

Запускающий импульс со схемы задержки зондирующего импульса поступает через диод Д43 на вход мультивибратора, собранного на транзисторах Т20, Т21. Мультивибратор формирует положительный импульс длительностью более 100 мкс в коллекторе Т21 с помощью времязадающих элементов С84, R176, R175, С83 на всех диапазонах, кроме диапазона I км. На этом диапазоне возврат мультивибратора в исходное состояние производится импульсом управляющего триггера МСН-I, поступающим через диод Д44.

Положительный перепад напряжения с коллектора Т21 поступает на схему формирования, которая представляет собой ключевой каскад на транзисторе Т22 с формирующими цепями в коллекторе: L4, R181, С92; L5, R182, С93; L6, R183, С94; L7, R184, С95; L8, R185, С96; L9, R186, С97; L10, R187, С98; Т23, Т24.

Формирующие цепи коммутируются с помощью переключателя длительности импульсов В3-I (ручка "ЗОН. ИМП. (дл.)"). При этом, в зависимости от положения переключателя, открывается один из диодов Д47-Д54, подключается соответствующая формирующая цепочка и на нагрузке транзистора Т22 (соответственно R189-R196) формируются импульсы формы, близкой к колоколообразной, длительностью 0,05; 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30 мкс и прямоугольный импульс длительностью более 100 мкс, который для диапазонов I км и 10 км является единичным перепадом напряжения.

Каскады на Т23, Т24 передают перепад напряжения с коллектора Т22 на вход усилителя в положении переключателя "Г. "

Усилитель собран на высоковольтном высококонтинентном транзисторе Т30. Импульсом с выхода схемы формирования открывает нормально закрытый транзистор Т30, с коллектора которого импульс заданной длительности и амплитуды поступает на составной эмиттерный повторитель I-Т31, Т32.

Эмиттерный повторитель I служит для согласования выходного сопротивления генератора с волновым сопротивлением линии, которое лежит в пределах 30-500 Ом.

Схема АРУ предназначена для стабилизации амплитуды зондирующего импульса. Транзистор Т35 представляет собой переменное сопротивление в цепи обратной связи усилителя Т30.

По мере нарастания амплитуды зондирующего импульса в эмиттере Т32 открываются последовательно одна за другой цепи стабилизаторов Д69 и Д71 в цепи эмиттера Т35; коллекторный ток Т35 растет, растет напряжение в эмиттере Т30, что приводит к уменьшению коллекторного тока усилителя и прекращению нарастания амплитуды зондирующего импульса.

Таким образом, благодаря нелинейной обратной связи, усилитель Т30 не искажает форму зондирующего импульса.

Схема коррекции формы отраженного импульса предназначена для формирования импульса специальной формы, жестко привязанного к зондируемому, с целью компенсации искажений зондирующего импульса при прохождении по линии и восстановления разрешающей способности (рис. 17).

Схема коррекции включает в себя:
пороговую схему;
мультивибратор;
усилитель.

Пороговая схема (Д55, Т25) представляет собой генератор ударного возбуждения и формирует импульс, жестко привязанный к срезу зондирующего импульса.

До прихода запускающего (зондирующего) импульса с коллектора усилителя Т30 транзистор Т25 открыт, рабочая точка туннельного диода Д55 находится на I-й восходящей ветви характеристики. Положительный импульс переключает Д55 и на базу транзистора Т25 подается через дифференцирующую цепочку С99, R209 два импульса, один из которых (положительный) закрывает транзистор, а второй (отрицательный) открывает его, возбуждая в I2 ударные колебания. Диоды Д56, Д57 пропускают на вход мультивибратора, собранного на транзисторах Т26, Т27, положительный импульс, жестко привязанный к заднему фронту зондирующего импульса.

Мультивибратор (Т26, Т27) формирует положительный импульс, длительность которого определяется времязадающими элементами С101, R218, С102. С выхода мультивибратора через цепочку С103, R233 положительный экспоненциальный импульс, длительность которого в зависимости от установленной длительности зондирующего импульса (положение переключателя В3-I) коммутируется с помощью диодного переключателя Д59-Д63, Д73, Д74, подается на усилитель, собранный на транзисторах Т28, Т29.

Первый каскад усилителя — эмиттерный повторитель. С выхода второго каскада усилителя-коллектора Т29 — стрип-линейный эквипотенциальный импульс, жестко привязанный к концу среза зондирующего импульса, подается на вход эмиттерного повторителя 2, собранного на транзисторах Т34, Т33 и предназначенного для согласования выхода усилителя с волновым сопротивлением линии. Амплитуда и длительность этого импульса регулируется с помощью резистора R244 (ручка "КОМПЕНС."), включенного в цепь обратной связи усилителя.

С помощью резистора R225 (ручка "ВЫХ. СОПР."), включенного в цепь эмиттеров Т32, Т33, можно изменять выходное сопротивление генератора зондирующих импульсов (для согласования с измеряемой линией).

Диаграмма временных соотношений в схеме приведена на рис. 18.

К выходу генератора зондирующих импульсов подключена схема защиты от перенапряжений на линии, включающая в себя две ключевые схемы на высоковольтных транзисторах Т40, Т41, нормально закрытые.

При наличии напряжения на линии через диоды Д131 или Д134 (в зависимости от полярности напряжения) и соответствующие усилители тока на транзисторах Т38 или Т39 открываются транзисторы Т40 или Т41, шунтируя выход генератора зондирующего импульса. Весь ток от стороннего напряжения в линии проходит через один из транзисторов (Т40, Т41) и предохранитель Пр1. Если напряжение в линии достигнет порядка 10-15 В, предохранитель Пр1 сгорит и выход генератора отключится от линии.

Уровень напряжения, при котором срабатывает схема защиты, задается стабилитронами Д132, Д128.

5.3.7. Входные цепи

Входные цепи прибора и выносной блок входных цепей предназначены для первичной обработки и коммутации зондирующего и отраженного импульсов при применении различных методов измерения кабелей:

- сравнительного анализа;

- раздельного включения генератора зондирующих импульсов и усилителя (измерения по схеме перехода эмергии);

- вычитания (зондирующий импульс подается в две линии, одна из которых исправна);

- компенсации зондирующего импульса на входе усилителя;

- коммутации выходов (о несимметричного на симметричный).

Схема входных цепей базового прибора (рис. 19) состоит из переключателя В7-1 и разъема П4 "ВХОД-ВЫХОД".

С помощью переключателя В7-1 (а, б) можно коммутировать выход генератора зондирующих импульсов (общий) на три линии (положения переключателя "ОБЩ.1", "ОБЩ.2", "ОБЩ.3") при измерениях по методу сравнительного анализа и производить раздельное включение выхода генератора зондирующего импульса и входа усилителя приходящих сигналов ("РАЗД.") при измерениях по схеме перехода эмергии.

В этом случае измеряемая линия подключается к присоединительному кабелю "ВХ.1", "ВХ.2", "ВХ.3", "1", "УСИЛ.", который через соединительный кабель подключается к разъему "ВХОД-ВЫХОД" основного блока прибора. Схема выносного блока входных цепей состоит из переключателей В4 - "СИММЕТР. НЕСИМ.", В5 - "ВКЛ.", В6 - "ОБЩ. РАЗД. ВЫЧИТ."; симметрирующих трансформаторов Тр1, Тр2; балансного трансформатора Тр3; балансного сопротивления R258 - "БАЛАНСИР."; разъемов Ш1 - "ВХОД."; Ш5, Ш6 - "ВХОД 1"; Ш7, Ш8 - "ВХОД 2".

Блок соединяется с прибором с помощью соединительного кабеля, оканчивающегося разъемами Ш2, Ш3.

При работе с блоком входных цепей прибор имеет два входа, которые могут переключаться с симметричных линий на несимметричные с помощью переключателя В4 - "СИММЕТР. НЕСИМ."

С помощью переключателя В6 - "ОБЩ. РАЗД." могут быть произведены измерения:

- по методу перехода эмергии ("ВХОД 1" выключается на выход генератора зондирующих импульсов, а "ВХОД 2" - на вход усилителя приходящих сигналов);

- по методу вычитания (к одному из входов подсоединяется исправная жила (кабель), ко второму - неисправная);

- вычитание производится на трансформаторе Тр3;

- с подавлением зондирующего импульса на входе усилителя (при включенном В5-"ВКЛ." с помощью потенциометра R258 - "БАЛАНСИР.").

Схемы включения прибора при различных режимах на входе приведены в приложениях к настоящему Т0.

5.3.8. Усилитель приходящих сигналов

Усилитель предназначен для неискаженного усиления приходящих из линии положительных и отрицательных сигналов. Усилитель выполнен на транзисторах Т43, Т44, МС20, Т45, Т46, МС22, Т47-Т52 по дифференциальной схеме. Блок-схема представлена на рис. 20, электрическая - на рис. 21.

В зависимости от конкретного вида измерения, измеряемая линия подключается с помощью переключателя В8-1 ко входу усилителя через открытый вход или фильтр (С119, С120, С121 - фильтры низких частот R259, С156, С118 - фильтры высоких частот).

Входной истоковый повторитель (Т43, Т44) обеспечивает согласование усилителя с входными цепями. Регулировка усиления производится с помощью резистора R261 (ручка "УСИЛЕНИЕ"), включенного в базу транзистора Т43. Установки линии развертки производится с помощью резистора R264 (ручка "↑"), включенного в цепь базистора Т44.

Три каскада усилителя (МС20, Т45, Т46, МС22), охваченный емкостной обратной связью, обеспечивают заданный коэффициент. Эмиттерный повторитель (Т47, Т48) согласует выход трех каскадов усилителя со входом выходного каскада.

Питание усилителя производится от двух стабилизаторов Д85 (+12 В) и Т49, Д84 (-12 В).

Выходной каскад собран на высоковольтных транзисторах Т51, Т52, сигналы с коллекторов которых поступают на вертикальные пластины ЭПТ.

Полоса пропускания усилителя корректируется элементами С127, С129, С133, С141, Л1, Л2.

5.3.9. Индикатор

В качестве индикатора применена электронно-лучевая трубка 8Л06И.

Схема индикатора приведена на рис. 22.

Основные параметры индикатора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Значение
Напряжение накала, В	6,3
Ток накала, А	0,09
Напряжение ускоряющего анода, В	700
Напряжение пятого анода, В	2200
Чувствительность сигнальных отклоняющих пластин, мм/В	1,2
Чувствительность временных отклоняющих пластин, мм/В	1,0
Рабочее поле, мм	50х70

Питание электродов ЗЛТ осуществляется с делителя Р51-Р55, включенного в цепь отрицательного напряжения минус 700 В.

Послеускоряющее напряжение подается с выпрямителя +2200 В.

Резистором Р51 меняется смещение на модуляторе ЗЛТ и, таким образом, меняется яркость развертки на экране ЗЛТ.

Резистор Р54 служит для фокусировки изображения на экране ЗЛТ.

Резисторы Р57-Р62 служат для первоначальной установки напряжений на электродах ЗЛТ.

5.3.10. Блок питания

Блок питания базового блока обеспечивает питающими напряжениями всю схему измерителя при включении его в сеть постоянного тока 10-15 В, 22-30 В и включает в себя следующие узлы (рис. 23):

стабилизатор;

преобразователь напряжения;

выпрямитель с фильтрами;

схему контроля от переразряда аккумуляторов.

Схема обеспечивает прибор постоянными и переменными напряжениями, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Напряжение, В	Ток, мА	Амплитуда пульсации, В	Мощность (Вт, В·А)
+6	20	0,15	0,12
+12	50	0,15	0,6
-12	50	0,15	0,6
+30	20	0,12	0,6
+40	30	0,15	1,2
-40	25	0,2	1,0
+60	30	0,2	1,8
-700	0,3	0,25	2,1
+2200	0,03	1,0	0,06
6,3	90	-	0,6

Стабилизатор напряжения собран по схеме транзисторного компенсационного стабилизатора с непосредственным регулированием на транзисторах Т63-Т65 (рис. 24).

В качестве регулирующего элемента в схеме стабилизатора применен составной транзистор Т64, Т65, опорный элемент - ДПП.

Стабилизированное напряжение подается на полупроводниковый преобразователь, собранный на транзисторах Т61, Т62 по симметричной двухтактной схеме с самовозбуждением. Форма импульса прямоугольная, частота генерации - 3-5 кГц ввиду разброса параметров сердечника трансформатора Тр4.

С трансформатора преобразователя напряжение 6,3 В подается в цепь накала ЗЛТ; остальные напряжения выпрямляются и фильтруются.

Выпрямители +6 В, +12 В, -12 В, +40 В, -40 В, +60 В собраны по двухполупериодной схеме выпрямления на диодах Д36-Д33, Д36-Д100, Д108.

В цепи выпрямителей применены П-образные RC и LC фильтры.

Выпрямители минус 700 В и +2200 В собраны по схеме умножения напряжения на диодах Д34, Д35 и Д101 - Д107 соответственно.

В цепи выпрямителей применены Г-образные RC фильтры.

Схема контроля от переразряда аккумуляторов представляет собой автономную схему, состоящую из лatching мультивибратора Т66, Т67, сигнальной лампочки Л2 и пороговой схемы Т68, Т69.

Пороговая схема представляет собой схему сравнения. На базу транзистора Т68 подается постоянное положительное напряжение, определяемое стабилизатором ДП4. На базу транзистора Т69 с делителя

Р340–Р342 подается напряжение, уровень которого снижается по мере разряда батареи; соответственно снижается уровень напряжения на общем эмиттерном сопротивлении Р339. При снижении напряжения на батарее до 10 В (установка резистором Р341) транзистор Т68 открывается. При этом снижается напряжение на базе транзисторов Т66 и мультивибратор запускается. Лампа Л2, включенная в коллекторной цепи транзистора Т67, начинает мигать.

5.3.II. Блок аккумуляторов

Блок аккумуляторов представляет собой две батареи Б1, Б2, соединенные последовательно при заряде, параллельно – при работе в качестве источника питания. Выходной разъем Ш25.

Напряжение на батарее 10–15 В, емкость батареи 3 А·ч. Продолжительность работы от блока аккумуляторов колеблется в пределах от 1 до 3 ч в зависимости от условий окружающей среды.

К блоку питания от сети (зарядное устройство) блок аккумуляторов подключается при помощи соединительного кабеля с разъемами Ш23, Ш24.

5.3.I2. Блок питания от сети и зарядное устройство

Блок питания от сети (зарядное устройство) включает в себя силовой трансформатор Тр5 с выпрямителями и фильтрами Д126, С178; Д115–Д116, С177; Д119–Д122, С167, С168 и стабилизатор тока и напряжения на транзисторах Т70–Т72 (рис. 26)

При подключении этого блока к базовому блоку с помощью разъема Ш22 "12,6 В" обеспечивается работа измерителя от сети переменного тока 220 В (смотка 6–7 трансформатора Тр5).

При подключении блока питания к блоку аккумуляторов обеспечивается заряд аккумуляторов (смотки 3–5 Тр5).

Функцию зарядного устройства при заряде батареи аккумуляторов выполняет стабилизатор тока и напряжения, собранный по схеме транзисторного компенсационного стабилизатора с непосредственным регулированием на транзисторах Т70–Т72.

Во время заряда батареи транзистор Т72 закрыт, на базе транзистора Т71 постоянное отрицательное напряжение, устанавливаемое стабилизатором (Д123), обеспечивающее постоянство тока заряда 150 мА через сопротивление Р345, Р346.

При полном заряде батареи (15 В) открывается транзистор Т72 (начальная установка производится резистором Р351). При этом закрывается транзистор Т71, вызывая запаривание транзистора Т70, а следова-

тельно, и прекращение зарядного тока. Схема превращается в стабилизатор напряжения с регулирующим элементом – составным транзистором Т70, Т71.

5.4. Конструкция

Измеритель неоднородностей линий состоит из базового блока, выполненного в виде законченного прибора, и трех дополнительных блоков (блока входных цепей, блока питания, блока аккумуляторов), расширяющих его функциональные и эксплуатационные возможности.

Базовый блок выполнен в типовом малогабаритном корпусе. Корпус состоит из литых передней и задней рам, соединенных двумя литыми боковыми стяжками. Закрывается измеритель легкосъемными верхней и нижней крышками, которые крепятся к стяжкам специальными винтами.

Электромонтаж измерителя выполнен на печатных платах, за исключением крупногабаритных элементов, расположенных на поперечной стенке и горизонтальном шасси. Поперечная стенка крепится к боковым стяжкам, горизонтальное шасси – к поперечной стенке и кронштейнам, закрепленным на боковых стяжках. Для обеспечения доступа к каждому элементу схемы шасси и прикрепленная к нему поперечная стенка сделаны откидными на шарнирах. С этой же целью откидными сделаны некоторые печатные платы.

Для откидывания шасси необходимо отвинтить два стопорящих винта (расположенных ближе к стяжке) на кронштейнах и четыре винта крепления задней стенки шасси к стяжкам.

Откидывание шасси осуществляется поворотом на осях, проходящих через отверстия в кронштейнах, расположенных рядом со стопорящими винтами.

Сборка производится в обратном порядке. После сборки винты крепления шасси стопорить краской.

Экран с электрононо-лучевой трубкой крепится к передней панели и к литому кронштейну, который закреплен на отяжке измерителя. К этому же кронштейну и передней раме крепится экран, с расположенной в нем платой усилителя.

На переднюю панель измерителя вынесены основные органы управления, контроля и индикации, расположенные в функциональной зависимости, снабженные соответствующими надписями и знаками (рис. 26). Передняя панель для предохранения от повреждения при транспортировке закрывается крышкой.

Второстепенные органы управления и подсоединения находятся на боковых панелях (рис. 27, 28).

Назначение органов управления и контроля приведено в разделе 8.

Сменные блоки питания выполняются в пластмассовых корпусах, крепятся к задней панели измерителя, соединяются со схемой базового блока кабелем с разъемом РМ2Н-I-18Т (рис. 29, 30).

Счетчик наработки времени типа ЭСВ-2,5-12,6 находится на задней стенке базового блока.

Ручка переноса измерителя имеет П-образную форму и крепится к боковым стяжкам. При работе с измерителем ручка служит подставкой, позволяющей устанавливать его в фиксированном положении.

5.5. Маркирование и пломбирование

5.5.1. Наименование и обозначение измерителя "Измеритель неоднородностей линий Р5-10" нанесены на передней панели измерителя; заводской порядковый номер и год выпуска - на задней панели.

5.5.2. Для обеспечения ремонтных работ в измерителе предусмотрены следующие маркировки:

а) на печатных платах, шасси, стенке, левой стяжке, иронштейнах, панелях около каждого электро- и радиоэлемента нанесены позиционные обозначения в соответствии со схемой электрической принципиальной;

б) выходные и контрольные точки на печатных платах имеют маркировку в соответствии со схемой электрической принципиальной;

в) цвет монтажных проводов указывает на их функциональное назначение:

для цепей, находящихся под положительным потенциалом - красный цвет;

для цепей, находящихся под отрицательным потенциалом - синий цвет;

для цепей с нулевым потенциалом относительно корпуса измерителя - черный цвет;

для цепей питания переменного тока и цепей накала электровакуумных приборов - желтый цвет;

для всех остальных цепей - белый.

5.5.3. Для пломбирования измерителя используются гнезда на боковых стяжках под специальные винты, крепящие крышки измерителя и пломбировочные чашки под двумя винтами ножек.

Пломбирование блока питания и блока аккумуляторов осуществляется под винты, крепящие крышки к корпусам блоков.

5.5.4. Укладочный ящик пломбируется навесными пломбами на двух запорах.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ниже приводятся сведения, необходимые для правильной эксплуатации (использования, технического обслуживания, транспортирования), а также для проверки и поддержания измерителя в постоянной готовности к работе.

Правила обращения, а также содержание и правила выполнения работ, проводимых с измерителем (в том числе и с принадлежностями), охватывают весь период его работы.

6.1. Указания по вводу прибора в эксплуатацию

Произведите расконсервацию прибора в следующем порядке:

извлеките базовый блок измерителя и принадлежности из укладочного ящика;

освободите базовый блок от полиэтиленового мешка;

снимите с вилки и разъемов шнура питания и кабелей полиэтиленовые чехлы;

произведите внешний осмотр измерителя, принадлежности и запасного имущества;

проверьте комплектность измерителя в соответствии с ведомостью промышленного комплекта.

6.2. Правила подключения измерителя к источникам питания

Измеритель рассчитан на питание от сети постоянного тока напряжением от 10 до 15 В и от 22 до 30 В; от сети переменного тока напряжением 220 В±22 В, частотой 50, 400 Гц и от блока аккумуляторов.

Ток, потребляемый измерителем при питании от сети постоянного тока и от блока аккумуляторов, не превышает 1 А.

Емкость аккумуляторов, используемых для питания измерителя, не менее 3 А·ч.

Базовый блок измерителя подключается:

к сети постоянного тока 10-15 В с помощью шнура питания, промаркированного "12,6 В" с гравировкой полярности;

к сети постоянного тока 22-30 В с помощью шнура питания "12,6 В" через резистор добавочный (R354), имеющий маркировку "24 В, 27 В" (добавочный резистор поставляется по требованию заказчика);

к сети переменного тока 220В±22 В, частотой 50, 400 Гц с помощью шнура блока питания от сети, промаркированного "220 В, 50 Гц, 400 Гц" (базовый блок соединяется с блоком питания с помощью разъема "12,6 В");

к блоку аккумуляторов (автономное питание) с помощью разьема "I2,6 V".

Перед подачей питающего напряжения убедитесь в правильности подключения базового блока к соответствующему источнику питания.

Измеритель может питаться от любых выносных химических источников тока, обеспечивающих напряжения от 10 до 15 В или от 22 до 30 В и ток разряда не менее 1 А.

Подключение измерителя к указанным источникам производится шнуром "I2,6 V" (или шнуром "I2,6 V" с добавочным резистором "24 В, 27 В").

ВНИМАНИЕ! В комплект поставки входит блок аккумуляторов с разряженной аккумуляторной батареей. Во избежание выхода ее из строя запрещается подключать основной блок к блоку аккумуляторов без предварительного заряда батареи. Порядок заряда аккумуляторной батареи приведен в разделе 8. (п. 8.4 ТО).

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Прибор соответствует I классу по электробезопасности.

Все измерения производятся на отключенной с обеих сторон линии. Во избежание выхода измерителя из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на земляную шину.

Во время проведения профилактических и ремонтных работ необходимо соблюдать меры предосторожности. В измерителе имеются источники высокого напряжения минус 700 В, +2200 В; ~220 В. Поэтому перед началом работы необходимо изучить расположение элементов, находящихся под высоким напряжением. Вблизи высоковольтного блока литейного анода ЭЛТ имеются символы "⚡", предупреждающие об опасности.

Перед включением измерителя необходимо заземлить зажим защитного заземления на блоке питания, обозначенный символом "⊕".

Пайку и монтаж в схеме производить только после отсоединения измерителя от сети, а отсоединение зажима защитного заземления производить после отключения прибора от сети.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Расположение и назначение органов управления

Органы управления, подсоединения и контроля основного блока размещены на передней и боковых панелях (рис. 26, 27, 28).

8.1.1. Назначение органов управления базового блока приведено в табл. 4.

Обозначение органов управления	Назначение органов управления
Передняя панель	
1. Ручка "УСИЛЕНИЕ"	Установка чувствительности индикатора
2. Ручка "ВЫХ. СОПР."	Согласование выходного сопротивления генератора с волновым сопротивлением линии
3. Ручка "ЗОНД. ИМП. (μs)"	Выбор длительности зондирующего импульса
4. Ручка и тумблер "ДИАПАЗОН (км)"	Выбор диапазона измерения расстояния
5. Ручка "УКОРОЧЕНИЕ"	Установка коэффициента укорочения испытываемого кабеля
6. Ручка "РАССТОЯНИЕ"	Измерение расстояния до неоднородности (повреждения)
7. Ручка "УСТ. ОТСЧЕТА"	Установка начала отсчета расстояния (совмещение зондирующего импульса с отчетной риской)
8. Ручка "КОМПЕНС."	Корректировка формы отраженного импульса (компенсация искажения зондирующего импульса)
9. Ручка "⚡"	Установка яркости луча индикатора
10. Ручка "⊙"	Установка фокусировки луча индикатора
11. Ручка "↓"	Перемещение линии развертки по вертикали на экране индикатора
12. Тумблер "ПИТАНИЕ"	Включение питающего напряжения
13. Сигнальная лампочка	Контроль напряжения на аккумуляторной батарее, сигнализация включения питания

Левая боковая панель

14. Разъем "ВХОД-ВЫХОД"	Выход генератора зондирующих импульсов. Подсоединение соединительного кабеля
15. Ручка "ОБН.-РАЗД."	Коммутация режима измерения
16. Ручка "ФИЛЬТР"	Корректировка полосы пропускания усилителя при повышенном уровне помех на линии

Продолжение табл. 4

Обозначение органов управления	Назначение органов управления
17. Предохранитель "0,25 А"	Защита от перенапряжений на линии
18. Выведенные под шлиц разъем "▼" на левой стяжке	Калибровка шкалы "РАССТОЯНИЕ"
19. Выведенный под шлиц разъем "■" на правой стяжке	Начальная вертикальная установка линии развертки на экране индикатора (производится перед началом измерения)

Правая боковая панель

20. Предохранитель "2 А"	Защита прибора по питанию
21. Гнездо "⚡ г"	Выход схемы калибровочных меток для контроля, калибровки диапазонов измерения
22. Клемма "1"	Корпус

8.1.2. Блок питания имеет следующие органы подсоединения и контроля (рис. 29):
 предохранитель "0,5 А" — для защиты блока питания при включении его в сеть 220 В, 50, 400 Гц;
 сигнальную лампочку — для индикации включения блока;
 разъем ("12,6 В") — для подключения блока питания к базовому блоку измерителя и блоку аккумуляторов при заряде;
 тумблер "СЕТЬ" — для включения питания;
 шнур "220 В, 50 Гц, 400 Гц" — для подключения блока питания к сети 220 В, 50, 400 Гц;

клемму $\oplus$.

8.1.3. Блок аккумуляторов имеет разъем "12,6 В" для подключения блока аккумуляторов к базовому блоку прибора при заряде (рис. 30).

8.1.4. Блок входных цепей имеет следующие органы управления и присоединения (рис. 31):
 выводы "ВХОД 1", "ВХОД 2" — для подсоединения измеряемых линий;
 разъем "ВЫХОД" — для подсоединения к разъему "ВХОД-ВЫХОД" базового блока;

тумблер "ВКЛ." — для включения симметрирующего трансформатора при работе в режиме подавления зондирующего импульса;
 ручку "БАЛАНСИР." — для точной установки баланса в режиме подавления зондирующего импульса;

тумблер "СИММЕТР. НЕСИМ." — для переключения входа измерителя в зависимости от типа измеряемой линии: симметричной, несимметричной;

ручку "ОБЩ. РАЗД. ВЫЧИТ." — для переключения жил измеряемых линий на входе прибора при различных способах измерения.

8.2. Подготовка базового блока измерителя к включению

8.2.1. Произведите внешний осмотр блока и убедитесь в отсутствии механических повреждений и неисправностей.

8.2.2. Установите базовый блок измерителя в удобное для работы положение.

8.2.3. Установите органы управления в исходное положение:

"УСИЛЕНИЕ" — в крайнее левое положение;

"РАССТОЯНИЕ" — "0";

"УСТ. ОТСЧЕТА" — в крайнее левое;

"ПИТАНИЕ" — в нижнее положение (выключено).

8.2.4. Подключите к разъему "ВХОД-ВЫХОД" соединительный кабель.

8.2.5. Подключите к разъему "12,6 В" базового блока: шнур питания "12,6 В" при питании от сети постоянного тока 12,6 В (с добавочным резистором "24 В, 27 В" при питании от сети 220-30 В);

разъем "12,6 В" блока питания при работе от сети переменного тока 220 В, 50 Гц, 400 Гц;

разъем "12,6 В" блока аккумуляторов при работе от блока аккумуляторов.

8.3. Включение измерителя и проверка на функционирование

8.3.1. Перед включением измерителя обязательно установите ручку "★" (управление яркостью луча) в крайнее левое положение.

8.3.2. Подключите с помощью соответствующего кабеля измеритель к внешней сети. Включите тумблер "СЕТЬ" на блоке питания, если питание производится от сети переменного тока напряжением 220 В, после включения тумблера "СЕТЬ" на блоке питания должна загореться сигнальная лампочка.

Включите тумблер "ПИТАНИЕ" на передней панели измерителя, при

этом должна загореться сигнальная лампочка на передней панели. Сигнальная лампочка "ПИТАНИЕ" на передней панели измерителя является одновременно индикатором величины питающего напряжения основного блока. Если величина питающего напряжения основного блока будет находиться в пределах 10,2 до 9,8 В или менее, то сигнальная лампочка будет мигать. Мигание сигнальной лампочки при питании измерителя от блока аккумуляторов сигнализирует о том, что аккумуляторные батареи разряжены. В этом случае немедленно прекратите работу от блока аккумуляторов и произведите его зарядку (п. 8.4).

8.3.3. Отрегулируйте ручками "★", "⊙", "⋮" (при необходимости потенциометром "⋮ □") яркость, фокусировку и положение луча на экране ЭЛТ. Плавное вращайте ручку "УСТ. ОТСЧЕТА" вправо, пока на экране появится зондирующий импульс.

8.4. Указания по контролю напряжения на батарее аккумуляторов в процессе эксплуатации и ее заряда.

Если сигнальная лампочка на передней панели измерителя мигает, то работа от блока аккумуляторов не допускается. В этом случае необходимо произвести заряд аккумуляторной батареи.

Заряд аккумуляторной батареи производится в следующем порядке: подключите разъем "I2,6 В" блока питания к разъему "I2,6 В" блока аккумуляторов с помощью кабеля для заряда аккумуляторов; подключите шнур питания "220 В, 50 Гц, 400 Гц" блока питания к сети переменного тока 220 В, 50, 400 Гц; включите тумблер "СЕТЬ" на блоке питания.

Длительность полного заряда 15 ч, заряд прекращается автоматически.

Произведите контроль напряжения на блоке аккумуляторов; для этого блок аккумуляторов подсоедините к базовому блоку (разъем "I2,6 В"). При этом должна загореться сигнальная лампочка на передней панели базового блока.

Время непрерывной работы измерителя от блока аккумуляторов после полного заряда батареи не менее 1 ч.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Измерения на линиях, кабелях производятся в следующих случаях:

повреждение линии или кабеля, выражающееся в ухудшения связи, в полном ее пропадании, в отсутствии напряжения, передаваемого по линиях и т. д.;

при проведении профилактических работ на линиях и кабелях.

9.1.2. ВНИМАНИЕ! Измеритель имеет открытый вход и поэтому недопустимо попадание на вход внешнего напряжения.

При случайном попадании на вход измерителя внешнего напряжения срабатывает схема защиты от перенапряжений и сгорит предохранитель "0,25 А" на левой панели. В этом случае на экране ЭЛТ будет отсутствовать отраженный от неоднородности импульс.

Во избежание аварийного состояния измерителя все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон и разряженной линии.

При работе с измерителем на кабелях, пролегающих вблизи других кабелей, которые находятся под напряжением, и если не исключена возможность попадания в линию напряжения, измеритель следует подключить к линии через разделительный конденсатор емкостью 5-10 мкФ и пробивным напряжением, превосходящим возможное напряжение в линии.

9.1.3. До включения в сеть необходимо убедиться в правильности подключения базового блока к соответствующему источнику питающего напряжения.

9.1.4. Установите ручки управления на передней и боковой панелях в следующие положения:

"УСИЛЕНИЕ" — крайнее левое;

"РАССТОЯНИЕ" — "0";

"УСТ. ОТСЧЕТА" — крайнее левое;

"КОМПЕНС." — крайнее левое;

"ФИЛЬТР" — "≈".

9.1.5. Возьмите измеритель (клемму "⊕" блока питания), подключите кабель питания к питающей сети; включите тумблер "ПИТАНИЕ"; при этом загорается сигнальная лампочка, и через 0,5 - 2 мин на экране ЭЛТ появляется линия развертки.

9.1.6. Ручками "★", "⊙", "⋮" отрегулируйте яркость, фокусировку и положение луча на экране ЭЛТ. Положение линии развертки луча должно быть на середине экрана трубки.

9.1.7. К разъему "ВХОД-ВЫХОД" на левой панели измерителя подключите соединительный кабель; к разъему соединительного кабеля — присоединительный кабель или блок входных цепей (п.п. 9.4.1 и 9.4.2 ТО).

9.2. Подготовка измерителя к измерениям на данном типе кабеля

9.2.1. В зависимости от длины измеряемых линий работа производится на одном из следующих диапазонов измерения, выбираемых переключателем и тумблером "ДИАПАЗОНЫ (км)": 0,3 км; 1 км; 3 км; 10 км; 30 км; 100 км; 90 км; 300 км.

Результат измерения расстояния будет более точным, если отчет производится в конце диапазона измерения.

9.2.2. Установите ручку "ЗОНД. ИМП. (мк)" в положения:

"0,05; 0,1; 0,3; $\sqrt{}$ " (при длине измеряемой линии до 10 км);
 "0,1; 0,3; 1; 3" (при длине измеряемой линии до 30 км);
 "1; 3; 10; 30" (при длине измеряемой линии до 300 км).

Примечание. При измерениях на некоторых типах линий и сложных повреждениях положения ручки "ЗОНД. ИМП. (мк)" могут быть иными.

9.2.3. Установите ручку "ВЫХ. СОПР." на величину волнового сопротивления измеряемой линии. Приближенные значения выходного сопротивления определяются цветными секторами, нанесенными на передней панели прибора под ручкой "ВЫХ. СОПР." Светлому сектору соответствует выходное сопротивление от 20 до 100 Ом; серому – от 100 до 250 Ом; темно-серому – от 250 до 500 Ом.

9.2.4. Подключите присоединительный кабель к измеряемой линии.

9.2.5. Установите ручку "ОБЩ. – РАЗД." на левой панели прибора в положение "ОБЩ. 1" – в случае измерений на одной паре и измерений по методу последовательного сравнения, или в положение "РАЗД." – в случае измерений по методу перехода энергии.

Примечания: 1. При измерениях по методу оравнения пар ручку "ОБЩ. – РАЗД." переключайте последовательно из положения "ОБЩ. 1" в положения "ОБЩ. 2", "ОБЩ. 3". Выводы присоединительного кабеля "ВХ. 1", "ВХ. 2", "ВХ. 3" должны быть подключены к исследуемым жилам (проводам).

2. При измерениях по методу перехода энергии одну жилу измеряемого кабеля подсоедините к выводу "ВХ. 1" присоединительного кабеля, а вторую – к выводу "УСИЛ".

9.2.6. Установите ручку "УКОРОЧЕНИЕ" в положение, соответствующее значению коэффициента укорочения измеряемого типа кабеля.

Значения коэффициентов укорочения приведены в табл. 5, 6.

Таблица 5

Тип линии	Коэффициент укорочения	Волновое сопротивление, Ом
1. Коаксиальные кабели с полиэтиленовой изоляцией (РК-50-2-II и др.)	1,52	50
2. Коаксиальные кабели с фторопластовой изоляцией (РК-50-2-2I и др.)	1,41	50
3. Коаксиальные кабели с полупроводниковой изоляцией (РК-100-7-I и др.)	1,2	100
4. Коаксиальные высокочастотные кабели связи (РК-75-9-12 и др.)	1,5	75

Продолжение табл. 5

Тип линии	Коэффициент укорочения	Волновое сопротивление, Ом
5. ФКС-I x I,3	1,3	100
6. Силовые высоковольтные кабели типа СБ-ОСБ, ОАБ, СБСЗ-6-10-35-110 кВ	1,87	25-35
7. Воздушная линия связи бронзометалл (канал провод-провод)	1,05	500-540
8. Воздушная линия связи (канал провод-провод)	1,3	
9. Воздушные линии электропередачи 35-110-220-400 кВ	1,0	400
10. Кордельные кабели, стирофлексовые	1,36-1,15	
11. Кабели П-296	1,6	
12. Кабели ТТВК 5x2	2,1	
13. Кабели ПТРК 5x2	1,58	
14. Кабели ПТРК 10x2	1,5	
15. Кабели ПТРК 20x2	1,5	
16. Кабели КРПТ 3x2,5	2,26	
17. Кабели П270	3	
18. Кабели с резиновой изоляцией	2 + (офенит- ровочно)	

В случае отсутствия справочных данных коэффициент укорочения может быть определен экспериментально (п. 9.5 ТО).

9.3. Указания по калибровке измерителя

9.3.1. Калибровка измерителя производится с целью обеспечения заданной погрешности определения расстояния до неоднородности в процессе эксплуатации измерителя при необходимости проведения измерений с повышенной точностью.

9.3.2. Периодичность калибровки диапазонов измерения расстояния. Калибровка измерителя проводится:

при подготовке к применению измерителя, полученного с предприятия-изготовителя;

в случаях, когда необходимо проводить измерения с повышенной точностью;

при выполнении регламентных работ на измерителе; после транспортировки измерителя на дальние расстояния.

Таблица 6

Тип линии	Коэффициент укорочения				Волновые сопротивления, Ом		
	Средний про-вод - два крайних	Провод-про-вод - край-ний	Три прово-да - край-ний	Три прово-да - земля	Средний про-вод - два крайних	Провод-провод - крайние	Три прово-да - земля
Воздушные одиночные линии электропередачи:							
110 кВ	I	I, 01	I, 06-I, 04		330-380	330-410	610-650
220 кВ	I	I, 01	I, 06-I, 02		350	410	650
330 кВ	I	I, 01	I, 08-I, 03		260	300	465
500 кВ	I	I, 02-I, 01	I, 09-I, 04		245	280	445
Системы трехфазные кабель-ные линии с жидкой изоляцией СБ, АБ, ААБ, СГТ, и др.	I, 87-I, 83	I, 87-I, 83	I, 97-I, 89		8-30	8-30	12-60

9.3.3. Методика калибровки диапазонов

К разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя (левая панель) подключите соединительный кабель вместе с присоединительным кабелем. Концы присоединительного кабеля "УСИЛ." и "I." подключите к гнездам "AAA x" и "I." (правая панель) измерителя соответственно.

Установите переключатель "ОБЩ.-РАЗД." в положение "РАЗД.". Ручку "УКОРОЧЕНИЕ" - в положение "I,5" - при проверке диапазонов I и IO км, в положение "I,2" - при проверке диапазона IOO км и в положение "I,6" - при проверке диапазона 300 км.

Ручкой "УСИЛЕНИЕ" установите амплитуду меток на экране ЭЛТ, удобную для измерения.

Ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" совместите одну из меток с любой риской на шкале ЭЛТ. Вращением ручки "РАССТОЯНИЕ" из положения "0" на каждом диапазоне совмещайте поочередно метки с той же риской шкалы ЭЛТ. При этом, отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ" должен составить по диапазонам:

I км - 0, IOO ($\pm I$ деление);

IO км - 0, 20, 40, 60, 80, IOO ($\pm I$ деление);

IOO км - 0, 20, 40, 60, 80, IOO ($\pm I$ деление);

300 км - 0, 20, 40, 60, 80, IOO ($\pm I$ деление).

Если показания шкалы "РАССТОЯНИЕ" отличаются от указанных, следует произвести калибровку с помощью выведенных под шлиц на левой стороне потенциометров "▼" I, IO, IOO, 300 в соответствии с калибруемым диапазоном.

Повторите измерения сначала и убедитесь в правильности калибровки.

9.3.4. При эксплуатации измерителя в нормальных условиях погрешность калибровки не превышает $\pm I$ % от конечного значения основных диапазонов измерения.

При эксплуатации измерителя в рабочем интервале температур от -30 до $+50$ °C необходимо произвести калибровку его в рабочих условиях; погрешность калибровки при этом не превышает ± 2 % от конечного значения основных диапазонов измерения расстояния.

9.4 Проведение измерений

9.4.1. С помощью базового блока измерителя на кабелях можно произвести следующие измерения:

- определение расстояния до неоднородности (повреждения) несимметричного кабеля;
- измерение временной задержки;
- последовательное сравнение трех жил;
- измерение по методу перехода энергии;

исследование сложных повреждений перепадом напряжения (различение реактивностей индуктивного и емкостного характера от истинных повреждений), измерение протяженности кабельных вставок и строительных длин, измерения на линиях с ответвлениями, измерения при плавном изменении волнового сопротивления при попадании влаги в кабель и др.).

9.4.2. При подключении к базовому блоку блока входных цепей на кабелях возможно производить измерения с помощью следующих методов:

метода сравнительного анализа;
раздельного выключения генератора зондирующих импульсов и усилителя (т. е. измерения по схеме перехода энергии);
вычитания (зондирующий импульс подается в две линии, одна из которых исправна);

компенсации зондирующего импульса на входе усилителя;
коммутации выходов с несимметричного на симметричный.
Схемы включения измерителя при различных режимах на входе приведены в приложении 2.

9.4.3. По окончании подготовки измерителя к работе и подключения к измеряемой линии произвести осмотр импульсной характеристики линии на экране ЗЛТ.

9.4.4. Для получения более четкой импульсной характеристики произвести подрегулировку ручек "ВЫХ. СОПР." и "ФИЛЬТР".

Примечание. Положения ручки "ФИЛЬТР": $\approx 1, \approx 2, \approx 3$ используют-ся при измерениях на линиях с повышенным уровнем низкочастотных помех;

"1" - на линиях с повышенным уровнем высокочастотных помех.

9.4.5. Отщипите всплеск на импульсной характеристике линии, соответствующий отражению от неоднородности (места предполагаемого повреждения) линии, установите характер повреждения.

Примечания: I. Для отыскания сигнала, отраженного от места повреждения линии при сложной импульсной характеристике, насыщенной отражениями от транспозиций, вставок, перестраиваниями, произведите зарисовку импульсной характеристики и сравните ее с ранее зарисованной характеристикой этой линии при отсутствии повреждения при тех же положениях ручек управления.

2. При отсутствии ранее снятой импульсной характеристики необходимо по карте прокладки измеряемой линии установить соответствие (по времени пробега) всплесков импульсной характеристики местам транспозиций, началам и концам вставок в измеряемую линию и т. д. Всплеск импульсной характеристики, не соответствующий ни одной неоднородности, обозначенной на карте прокладки линии, будет сигналом, отраженным от места повреждения.

9.4.6. Ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" совместите передний фронт зондирующего импульса с одной из рисок шкалы ЗЛТ.

9.4.7. Ручкой "РАССТОЯНИЕ" произведите совмещение начала фронта найденного всплеска импульсной характеристики (отраженного импульса) с отсчетной риской шкалы (с той, с которой производилось совмещение зондирующего импульса).

9.4.8. По показанию ручки "РАССТОЯНИЕ" произведите отсчет расстояния (в полученный результат входит длина соединительного кабеля).

Если линия протяженная, а прибор указал место повреждения в конце ее, то для увеличения точности желательно произвести измерения с другого конца линии.

9.4.9. После устранения повреждения следует повторно просмотреть линию прибором и зарисовать импульсную характеристику или внести поправку в старую, если после устранения повреждения появилось новое заметное отражение.

В карту линии нужно записывать следующие данные:
длительность импульса (положение ручки "ЗОНД. ИМП. (мк)";
величину выходного сопротивления (положение ручки "ВЫХ. СОПР.");
диапазон измерений (положение ручки "ДИАПАЗОН (км)");
коэффициент усиления (положение ручки "УСИЛЕНИЕ");
выход прибора и блока входных цепей (симметричный или несимметричный).

9.4.10. Измерение временной задержки кабелей производится аналогично измерению расстояния до неоднородностей. При этом ручку "УКОРОЧЕНИЕ" установите в положение "1,5". В этом случае отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ" будет равен двойному времени задержки. Отсчет в микро-секундах производится умножением на 10 показания шкалы "РАССТОЯНИЕ" в км.

9.4.11. Измерение сложных повреждений производится зондированием линии перепадом напряжения при установке ручки "ЗОНД. ИМП. (мк)" в положение "ГЛ".

Импульсные характеристики линий с различными часто встречающимися неоднородностями приведены в приложении I. По этим импульсным характеристикам может быть определен характер неоднородности и произведена оценка ее величины.

Измерение расстояния до неоднородности производится аналогично изложенному выше.

Ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" совместите передний фронт перепада с одной из рисок шкалы ЗЛТ.

Отщипите всплеск на плоской вершине перепада, соответствующий месту неоднородности.

Ручкой "РАССТОЯНИЕ" произведите совмещение начала фронта найденного всплеска с отсчетной риской шкалы.

По показанию ручки "РАССТОЯНИЕ" произведите отсчет расстояния до неоднородности.

Примечание. При введении усиления вершина единичного перепада может выходить за пределы экрана ЭЛТ. В этом случае ручкой "↑" следует установить вершину перепада в удобном для наблюдения месте экрана. Если регулировки ручкой "↓" недостаточно, то следует воспользоваться резистором начальной установки линии развертки "□", выведенным под шлиц на боковой стяжке измерителя. По окончании измерений произведите установку линии развертки в первоначальное положение резистором "↓ □", предварительно установив ручку "↑" в среднее положение.

9.4.12. При проведении измерений на протяженных линиях, на кабелях с большим затуханием значительно понижается разрешающая способность измерителя за счет увеличения длительности импульса и искажения его формы.

С целью восстановления разрешающей способности по расстоянию проводится корректировка формы зондирующего импульса с помощью ручки "КОМПЕНС."

Установите ручку "КОМПЕНС." в положение, при котором наблюдаемая импульсная характеристика будет наиболее наглядной, и произведите измерения, как описано выше.

9.5. Определение коэффициента укорочения волны в кабеле известной длины

9.5.1. Для многопроводных кабелей и линий определение коэффициента укорочения производится для определенного волнового канала.

Во избежание ошибок, т. е. установки коэффициента укорочения для одного волнового канала, а измерения расстояния по другому волновому каналу (с отличным коэффициентом укорочения) при определении коэффициента укорочения и измерениях на многопроводных линиях следует учитывать рекомендации пункта 5.1. технического описания.

9.5.2. Установите ручку в положение:

"УКОРОЧЕНИЕ" - "1"

"РАССТОЯНИЕ" - "0"

9.5.3. Выберите диапазон измерения, соответствующий известной длине измеряемого кабеля.

9.5.4. Подключите к разъему "ВХОД-ВЫХОД" базового блока соединительный кабель с присоединительным кабелем.

9.5.5. Установите начало отсчета расстояния, совместив передний фронт зондирующего импульса с отсчетной риской шкалы ЭЛТ.

9.5.6. Подключите к присоединительному кабелю исследуемый кабель.

9.5.7. Установите ручку "РАССТОЯНИЕ" в положение, соответ-

ствующее известной длине исследуемого кабеля (для относительно коротких кабелей с учетом длины соединительного кабеля).

9.5.8. Совместите передний фронт отраженного импульса с отсчетной риской шкалы ЭЛТ вращением ручки "УКОРОЧЕНИЕ" вправо.

9.5.9. Произведите отсчет коэффициента укорочения волны в кабеле по шкале "УКОРОЧЕНИЕ". Точность отсчета коэффициента укорочения определяется при этом точностью, с которой была установлена геометрическая длина кабеля.

9.6. Зарисовка импульсной характеристики

9.6.1. Зарисовка импульсной характеристики производится при помощи кальки через обрешетку:

подготовьте кальку в виде ленты необходимой длины;

вставьте кальку в прорези обрешетки;

зарисуйте импульсную характеристику;

протяните кальку для следующей зарисовки.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Правила ремонта измерителя

Ремонт измерителя должен производиться в условиях радиозащитной лаборатории. Во время ремонта следует придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 7 настоящего технического описания.

В приведенной ниже таблице даны наиболее возможные и простые неисправности, их признаки и способы устранения. Поэтому при отнесении неисправностей следует пользоваться принципиальной схемой, картами сопротивлений и режимов, осциллограммами импульсных напряжений и чертежами расположения элементов схемы, которые приведены в приложении к настоящему описанию.

Методика ремонта измерителя ничем не отличается от обычной методики ремонта радиотехнического оборудования.

Прежде чем приступить к отнесению неисправностей в измерителе, необходимо убедиться в том, что неисправность не вызвана неправильной установкой ручек управления, проверить наличие и исправность предохранителей, соответствие шнура питания сети питающего напряжения.

Неисправности отыскиваются с помощью осциллографа и вольтметра типа В7-15.

При отнесении неисправностей прежде всего нужно проверить

схему стабилизатора. Выходное напряжение этой схемы должно быть порядка 8,5 В. Затем необходимо проверить величины всех выпрямленных напряжений, выдаваемых схемой питания (см. п. 5.3.10, табл. 3).

После устранения обнаруженных дефектов следует приступить к проверке электрических параметров и при необходимости отрегулировать и настроить измеритель (раздел II Т0).

При нарушении влагозащитного покрытия в процессе эксплуатации и ремонта измерителя поврежденные места следует обработать спирто-бензиновой смесью и покрыть тремя слоями влагозащитного лака.

Вскрытие измерителя производится в следующем порядке:

снимите блок питания (или блок аккумуляторов), отвернув четыре винта, которые крепят съемный блок питания к корпусу прибора;

снимите нижнюю крышку;

снимите верхнюю крышку;

отверните металлическое шасси с поперечной стенкой, с установленными на них высоковольтным блоком питания, счетчиком времени наработки, печатными платами тактового генератора, усилителя, генератора и питания и разверните шасси на шарнирах.

Для замены ЭЛТ необходимо:

снять обрешетку;

отсоединить панель ЭЛТ;

вынуть трубку из экрана.

10.2. Перечень возможных неисправностей

Перечень возможных неисправностей измерителя приведен в табл. 7

Таблица 7

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
1. Не горит сигнальная лампочка Л2	Перегорела сигнальная лампочка Л2	Заменить лампочку
	Перегорел предохранитель Пр3	Заменить предохранитель
	Неисправен тумблер В9	Заменить тумблер
	Вышел из строя транзистор Т67	Заменить транзистор

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
2. Отсутствует луч на экране электронно-лучевой трубки	Плохой контакт пачки электронно-лучевой трубки. Неисправна трубка Нет напряжений, питающих ЭЛТ	Исправить контакт Заменить ЭЛТ Проверить и устранить неисправности в цепях питания
3. Не регулируется яркость луча на экране ЭЛТ	Неисправен резистор R51	Проверить и заменить резистор
4. Не фокусируется луч на экране ЭЛТ	Неисправен резистор R54	Проверить и заменить резистор
5. Нет развертки	Неисправны микросхемы МС11, МС13, МС14, транзистор Т7, Т10, Т13 Нет контакта в переключателе В1	Найти неисправный элемент и заменить Исправить переключатель
6. Развертка не перемещается по вертикали	Неисправен резистор R264 Неисправны транзисторы и микросхемы Т43-Т52, МС20, МС22	Проверить и заменить Найти неисправный элемент и заменить. Транзисторы Т43 и Т44 подбираются в пары по $\bar{U}_{\text{вых}}$.
7. Отсутствуют калибрационные метки	Неисправны переключатель В1, диоды Д2-Д5 Неисправны микросхемы МС1 и кварцевый резонатор Па1	Найти неисправный элемент и заменить Найти неисправный элемент и заменить
8. Отсутствует зондирующий импульс	Неисправна микросхема или транзистор МС15, Т9, Т20-Т22, Т30-Т32 Неисправен резистор R225	Найти неисправный элемент и заменить Проверить и заменить

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
9. Нет усиления по вертикали	Нет контакта в переключателе ВЗ	Исправить переключатель
	Перегорел предохранитель Пр1	Заменить предохранитель
10. Нет компенсирующего импульса	Нет контакта в переключателе В7	Исправить переключатель
	Неисправен резистор R26I	Проверить и заменить
11. Нет задержки развертки (при вращении ручки "РАССТОЯНИЕ", "УКОРОЧЕНИЕ")	Неисправны транзисторы и микросхемы T43-T52, MC20, MC22	Найти неисправные элементы и заменить
	Неисправен резистор R244	Проверить и заменить
12. Зондирующий импульс не совмещается с отсчетной риской шкалы ЗЛТ	Неисправны транзисторы T25-T29, T33, T34	Найти неисправный транзистор и заменить
	Неисправен потенциометр ("РАССТОЯНИЕ")	Заменить потенциометр
13. Резко завышена потребляемая прибором мощность от сети:	Неисправны микросхемы MSII-3 и MSI3-3	Найти неисправный элемент и заменить
	Трансформатор Тр4 имеет короткозамкнутые витки	Заменить трансформатор
а) постоянного тока	Неисправны транзисторы Т6I, Т62	Найти неисправный транзистор и заменить
	Трансформатор Тр5 имеет короткозамкнутые витки	Заменить трансформатор
б) переменного тока		

Подбор транзисторов Т43 и Т44 (2П303В) осуществляется по схеме, изображенной на рис. 32. Транзисторы подбираются в пары по выходному

напряжению в приведенных схемах. Подобранный пара транзисторов должна отвечать условию:

$$U_{\text{вых}_1} - U_{\text{вых}_2} \leq 0,1 \text{ В}$$

После устранения неисправностей или замены сменных элементов в измерителе необходима следующая регулировка (см. табл. 8)

Таблица 8

Сменяемые элементы	Порядок регулировки
1. Потенциометр R80 "УКОРОЧЕНИЕ"	С помощью резистора R82 добиться того, чтобы падение напряжения на R80, R8I, R82 было в 2,5 раза больше, чем падение напряжения на R8I, R82
2. Транзистор Т63-Т65	Произвести подрегулировку выходного напряжения стабилизатора 8,5 В (эмиттер Т64) подстроечным резистором R328
3. Транзисторы Т70-Т72 (блок питания)	С помощью резистора R35I произвести регулировку зарядного устройства
4. Электронно-лучевая трубка	Резистором R60 установите положение луча параллельно горизонтальным линиям на экране ЗЛТ. Подайте на вход измерителя с генератора Г4-73 сигнал синусоидальной формы частотой 100 кГц. Установите высоту осциллограммы 3 см. Резисторами R58, R59, R6I отрегулируйте геометрические искажения ЗЛТ так, чтобы верх, низ и боковые стороны прямоугольного раstra были, по возможности, прямолинейны. Добейтесь четкого изображения раstra на экране.

Смена других транзисторов и потенциометров существенно не изменяет электрических параметров измерителя и дополнительной регулировки не требует.

10.3. Комплектование батареей аккумуляторов при замене

10.3.1. Смена батареи аккумуляторов требует предварительной тренировки и комплектования их в батарее.

Комплектование батареи производится в следующем порядке.

Аккумуляторы НКП-1,5, хранящиеся в разряженном состоянии более 15 суток, перед комплектованием должны быть приведены в рабочее состояние путем проведения двух циклов (заряд-разряд) режимами, указанными в табл. 9.

Таблица 9

Номер цикла	Заряд		Разряд	
	Ток, мА	Длительность, ч	Ток, мА	Конечное напряжение, В
1	150	10	450	1,0
2	150	15	450	1,0

10.3.2. В целях облегчения комплектования аккумуляторы разбираются по емкости контрольного цикла ОТК, а в случае предварительного приведения их в рабочее состояние — по результатам второго цикла. При этом емкость аккумулятора определяется по формуле:

$$C = I_{\text{разр.}} \cdot T_{\text{разр.}}$$

где $I_{\text{разр.}}$ — ток разряда аккумулятора,

$T_{\text{разр.}}$ — время разряда до конечного напряжения 1 В.

Электрическая схема заряда аккумуляторов приведена на рис. 33.

Схема разряда аккумуляторов приведена на рис. 34.

10.3.3. Аккумуляторы подбирают в группу в количестве 25–30 штук (для двух батарей по 10 шт.). Разброс аккумуляторов по емкости при этом должен быть минимальным и не превышать 7 % номинала. Аккумуляторы в группе соединяют последовательно и испытывают режимами, указанными в табл. 10.

Таблица 10

Номер цикла	Заряд		Разряд	
	Ток, мА	Длительность, ч	Ток, мА	Конечное напряжение группы, В
1	150	15	300	1,0 х n
2	150	15	300	1,0 х n

10.3.4. Во время разряда через каждый час производится замер напряжения на каждом аккумуляторе.

Последний замер напряжения аккумуляторов начинают при достижении напряжения на всей группе аккумуляторов, равного $(n + 0,015n)$ В, где n — количество аккумуляторов в группе.

Одновременно с поаккумуляторным замером напряжения производится замер общего напряжения группы по отдельному вольтметру, постоянно подключенному к группе.

Группа выключается из разряда при достижении общего напряжения на группе аккумуляторов 1,0 х n В.

Примечание. В случае снижения во время разряда напряжения на

отдельных аккумуляторах ниже 0,5 В допускается, во избежание их переполсовки, отключение таких аккумуляторов от цепи.

Из аккумуляторов, входящих в состав группы, по результатам второго цикла произведите подбор аккумуляторов в две батареи по 10 аккумуляторов в каждой.

Емкости батарей не должны отличаться более, чем на 7 %.

Аккумуляторы, входящие в состав батареи, должны иметь минимальный разброс по напряжению при последнем поаккумуляторном замере.

Конечное напряжение любого аккумулятора, стобранного в батарею, должно быть не ниже 0,85 В, а разброс по напряжению не должен превышать 0,2 В.

Верхнее значение напряжения аккумуляторов стобранных в батарею, не должно превышать 1,1 В.

Примечание. Допускается наличие в батарее аккумуляторов напряжением выше 1,1 В в количестве, не превышающем 10 % состава батареи (1 шт.).

Оставшиеся аккумуляторы могут быть использованы для комплектации других батарей.

Аккумуляторы, разряженные ниже 0,1 В, из дальнейшей комплектации исключаются (бракуются).

10.3.5. Подобранным батареям сообщается контрольный цикл режимом, указанным в табл. 9, с поаккумуляторным замером напряжения при разряде.

Контрольному циклу подвергаются две батареи, установленные в качестве блока аккумуляторов. При этом, соответствующей коммутацией обеспечивается заряд последовательно соединенных батарей, а разряд — параллельно соединенных батарей.

Разряд ведется до напряжения на батарее $1,05 \times n$ В, где n — количество аккумуляторов в одной батарее ($n = 10$).

Последний поаккумуляторный замер начинается при напряжении $(1,05 n + 0,015n)$ В на батарее.

Нижнее разрядное напряжение на любом из аккумуляторов должно быть не менее 0,9 В.

Аккумуляторы, имеющие напряжение в конце разряда менее 0,9 В, заменяются более емкими аккумуляторами из той же группы, из которой были подобраны батареи, и цикл повторяется.

10.3.6. В случае, когда блок аккумуляторов все же не удастся скомплектовать, допускается повторение разбраковки и комплектации в соответствии с вышеизложенным.

II.1. Профилактические работы

Для обеспечения работоспособности измерителя в период его эксплуатации проводятся профилактические работы.

При проведении профилактических работ следует иметь в виду меры безопасности, указанные в разделе 7 настоящего списка.

II.2. Виды профилактических работ

II.2.1. Внешний осмотр состояния измерителя:

проверка крепления органов управления и плавности их действия;
проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;
проверка отсутствия сколов и трещин на деталях из пластмасс;
проверка комплектности измерителя, исправности запасного аккумулятора;

проверка общей работоспособности прибора.

II.2.2. Осмотр внутреннего состояния монтажа и узлов измерителя:

проверка крепления деталей на шасси прибора, состояния контрольных резьбовых соединений, надежности контактных соединений;
чистка измерителя от пыли и грязи.

II.2.3. Проверка электрических параметров на соответствие паспортным данным, приведенным в табл. II.

II.3. Рекомендуемые сроки проведения профилактических работ

Рекомендуемая периодичность проведения профилактических работ по п. II.2.1 — 6 месяцев, по п.п. II.2.2., II.2.3. — 2 года.

Все профилактические работы, связанные с вскрытием измерителя, совмещаются с выполнением любых ремонтных работ или с очередной проверкой измерителя.

12. ПРОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЯ

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями технических условий на измеритель Р5-10 (Р5-10/1) и устанавливает методы и порядок проверки измерителя при эксплуатации.

Периодичность проверки измерителя один раз в два года, а также после ремонта.

12.1. Операции и средства проверки

При проведении проверки должны производиться операции и применяться средства проверки, указанные в табл. II.

Необходимые при проверке основные технические характеристики на образцовые и вспомогательные средства проверки указаны в табл. 12.

12.2 Условия проверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении операций проверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$; $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
атмосферное давление (100 ± 4) кПа $((750 \pm 30)$ мм. рт. ст.);
напряжение источника питания $220 \text{ В} \pm 4, 4 \text{ В}, 50 \text{ Гц} \pm 0,5 \text{ Гц}$ с содержанием гармоник не более 5 %.

Примечание. Допускается проведение проверки в условиях реально существующих в лаборатории, цеха и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий на измеритель и средства проверки, применяемые при проверке.

12.2.2. В помещении, в котором проводится проверка, не должны быть источников сильных электрических и магнитных полей, которые могут повлиять на результаты измерений, а также механических вибраций и сотрясаний.

12.2.3. Перед проведением операций проверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе" Т0, предварительно выполнив (по необходимости) следующие работы:

- произвести расконсервацию измерителя в последовательности, указанной в п. 6.1. Т0 раздела "Общие указания по эксплуатации";
- соединить поверяемый измеритель с образцовыми и вспомогательными средствами проверки в соответствии с указаниями операции проверки параметров;
- соединить зажимы заземления поверяемого измерителя, образцовых и вспомогательных средств проверки с шиной заземления.

12.3. Проведение проверки

12.3.1. Внешний осмотр:

- При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все требования по п. 6.1. Т0 "Общие указания по эксплуатации";
- при внешнем осмотре измерителя и принадлежностей должно быть

Таблица II

Номер пункта (подпункта) раздела по верши	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки образцовые вспомогательные
12.3.1	Внешний осмотр			
12.3.2	Опробование			
12.3.3	Определение метрологических параметров:			
а)	определение периода следования калиброванных меток	Период меток времен 10, 20, 160, 640 мкс	$\pm 0,1 \%$	УЗ-38
б)	определение погрешности установочных коэффициентов ускорения 2,4 легки	150, 640 мкс		
в)	определение основной погрешности измерения расстояния	"УКОРОЧЕНИЕ" На диапазонах 1, 10, 100	$\pm 1 \%$ $\pm 1 \%$ от конечного значения диапазона	
12.3.4	Определение технических параметров:			
а)	определение длительности зондирующего импульса	Импульс 0,05; 0,1; 0,3; 3; 1; 10; 30 мкс 100 мкс	Не более $\pm 20 \%$ Не менее	СИ-65, нагрузка 75 Ом $\pm 1,5$ Ом
б)	Определение амплитуды зондирующего импульса	Импульс 0,05; 0,1 мкс 0,3; 1; 3; 10; 30 мкс 100 мкс	10 В 20 В 2 В	СИ-65, нагрузка 75 Ом $\pm 1,5$ Ом
в)	определение параметров компенсированного импульса	Амплитуда импульса 3 В Постоянная времени 10 мкс	Не менее 3 В Не менее 10 мкс	СИ-65, нагрузка 75 Ом $\pm 1,5$ Ом
г)	определение чувствительности усилителя приходящих сигналов	В крайнем правом положении ручки "УСИЛИТЕЛЬ"	Не менее 0,6 мВ/мВ	Г4-102 или Г4-102А
д)	определение порога пропускания частот усилителя	На частотах 100, 300 кГц 1, 3, 5, 8, 10 МГц	Не менее 2,8 делений	Г4-102 или Г4-102А
е)	определение длительности развертки	На диапазонах 1 км 10 км 100 км 300 км	3-6 мкс 30-60 мкс 300-600 мкс 800-1500 мкс	ВЗ-36

Номер пункта (подпункта) раздела по-верки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения операционных параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
ж)	определение параметров блока питания:	величина тока заряда	При 20 В на постоянном источнике питания.		B5-II M250 M2007
	напряжение преобразования ватта		Увеличивать напряжение на источник питания до изменения тока	140-160 мА 29-30 В 0-20 мА	
з)	определение напряжения отсатки схемы оптимизации степени разряда аккумуляторной батареи		Уменьшать напряжение источника тока до момента минимума лампочек сигнализации	(10±0,2) В	B5-II M250

- Примечания: 1. Вместо указанных в табл. II образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах) о государственной или ведомственной поверке.
3. Операции по п. Г2.3,4 должны производиться только при выпуске измерителя из ремонта.

Таблица Г2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Осциллограф универсальный	0-35 МГц	5 %	СИ-65	
Частотомер электронно-счетный	0-50 МГц 0,1 В	5·10 ⁻⁹	ЧЗ-38 Г4-102 или Г4-102А	
Генератор сигналов высокочастотный	0,1-50 МГц 10 кГц-30 МГц	±1 %		
Милливольтметр	3 мВ-300 В	4-6 %	ВЗ-36	
Вольтметр	0-750 В	0,2 %	M250	
Вольтамперметр	0-30 А	0,5 %	M2007	
Источник питания постоянного тока	2-30 В	0,5 мВ эфф.		
Нагрузочное сопротивление	0-1,5 А 75 Ом	±2 %	B5-II	

установлено соответствие измерителя следующим требованиям:

измеритель не должен иметь механических повреждений корпуса, передней и задней стенок, органов присоединения, регулирования и настройкой;

органы управления и регулирования должны действовать плавно и обеспечивать четкую фиксацию;

шнуры питания и кабели соединительные не должны иметь механических повреждений (надрезов изоляции, сколов корпусов разъемов, надломов контактов);

надписи на измерителях и шкалах должны быть четкими и ясными;

защитно-декоративные покрытия не должны иметь глубоких царапин, отслоений и должны обеспечивать защиту от коррозии.

12.3.2. Опробование (проверка исправности):

опробование работы измерителя производится по п. 8.2, 8.3 ТО раздела "Подготовка к работе" для оценки его исправности.

12.3.3. Определение метрологических параметров

а) период следования калибрационных меток времени определяется измерением периода следования меток времени с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-38.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подайте на вход частотомера импульсы с гнезда "◆◆ f" измерителя;

измерьте период следования меток времени на диапазонах I, IO, IOO, 300 км.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если измеренные значения периодов следования меток времени будут на диапазонах:

I км - $(10 \pm 0,01)$ мкс;

IO км - $(20 \pm 0,02)$ мкс;

IOO км - $(160 \pm 0,16)$ мкс;

300 км - $(640 \pm 0,64)$ мкс;

б) погрешность установки коэффициента укорочения определяется измерением периода следования калибрационных меток времени в различных положениях шкалы "УКОРОЧЕНИЕ".

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите через кабель соединительный к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;

подключите концы присоединительного кабеля "УСИЛ." и "I" к гнездам "◆◆ f" и "I" измерителя соответственно;

установите ручки управления в следующие положения:

"УКОРОЧЕНИЕ" - "I,5";

"РАССТОЯНИЕ" - "IOO";

"ОБЩ.-РАЗД." - "РАЗД.";

переключатель "ДИАПАЗОНЫ км" - "IO";

тумблер "ДИАПАЗОНЫ км" - в верхнее положение;

установите ручкой "УСИЛЕНИЕ" амплитуду меток, удобную для отсчета;

совместите ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" одну из меток с любой отсчетной риской шкалы ЭЛТ;

вращением ручки "УКОРОЧЕНИЕ" влево совместите последующую метку с той же отсчетной риской шкалы ЭЛТ. Отсчет по шкале "УКОРОЧЕНИЕ" должен быть 1,2;

вращением ручки "УКОРОЧЕНИЕ" вправо совместите каждую последующую метку с отсчетной риской шкалы ЭЛТ. Отсчет по шкале "УКОРОЧЕНИЕ" должен быть 1,5; 1,8; 2,1; 2,4.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если отсчет по шкале "УКОРОЧЕНИЕ" будет отличаться не более, чем на ± 3 деления от указанных значений;

в) основная погрешность измерения расстояния до неоднородности определяется сравнением отсчета времени при определенном коэффициенте укорочения.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите через кабель соединительный к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;

подключите концы присоединительного кабеля "УСИЛ." и "I" к гнездам "◆◆ f" и "I" измерителя соответственно;

установите ручки управления в следующие положения:

тумблер "ДИАПАЗОНЫ км" - в верхнее положение;

"РАССТОЯНИЕ" - "0";

"ОБЩ.-РАЗД." - "РАЗД.";

"УКОРОЧЕНИЕ" - "I,5" при проверке диапазонов I, IO км;

"I,2" при проверке диапазона IOO км;

"I,6" при проверке диапазона 300 км;

установите ручкой "УСИЛЕНИЕ" амплитуду меток на экране ЭЛТ, удобную для измерения;

совместите ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" одну из меток с любой отсчетной риской шкалы ЭЛТ;

вращением ручки "РАССТОЯНИЕ" на каждом диапазоне совмещайте поочередно метки с той же отсчетной риской шкалы ЭЛТ.

При этом отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ" должен составить по диапазонам (в делениях шкалы):

I км - 0; IOO

IO км - 0; 20; 40; 60; 80; IOO

IOO км - 0; 20; 40; 60; 80; IOO

300 км - 0; 20; 40; 60; 80; IOO

Проверка погрешности измерения расстояния на диапазонах, образующихся выключением растяжки, производится на диапазоне 3 км при включении тумблера "ДИАПАЗОНЫ км" в нижнее положение. Ручку "УКОРОЧЕНИЕ" установите в положение "2". При этом отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ" должен составить 0, 50, IOO делений.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если на

диапазонах I, IO, IOO, 300 км показания шкалы "РАССТОЯНИЕ" отличаются не более, чем на ± 1 деление, на диапазоне 3 км — не более, чем на ± 3 деления.

12.3.4. Определение технических параметров
а) длительность зондирующего импульса определяется измерением длительности зондирующего импульса на внешней нагрузке осциллографом. Длительность импульса измеряется на уровне 0,5.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите через соединительный кабель к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;
нагрузите кабель присоединительный "ВХ. I" и "1" активным сопротивлением $75 \text{ Ом} \pm 1,5 \text{ Ом}$;

подключите вход осциллографа к этой нагрузке;

установите ручки управления в следующие положения;

"КОМПЕНС." — в крайнее левое;

"ОБЩ. — РАЗД." — "ОБЩ. I";

"ВХ. СОПР." — в крайнее левое;

"ФИЛЬТР" — "С";

тумблер "ДИАПАЗОНЫ КМ" — в верхнее положение;

переключатель "ДИАПАЗОНЫ КМ" установите в положение:

"I" при измерении длительности импульсов 0,05; 0,1; 0,3;

"IO" при измерении длительности импульсов I, 3, IOO мкс;

"IOO" при измерении длительности импульсов IO, 30 мкс.

(При измерении длительности импульса IOO мкс ручки "РАССТОЯНИЕ"

и "УКОРЩЕНИЕ" установите в крайнее правое положение).
Произведите измерения длительности зондирующего импульса на уровне 0,5.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если длительность зондирующего импульса на уровне 0,5 составит: не более 0,05 мкс; $(0,1 \pm 0,02)$ мкс; $(0,3 \pm 0,06)$ мкс; $(1 \pm 0,2)$ мкс; $(3 \pm 0,6)$ мкс; (10 ± 2) мкс; (30 ± 6) мкс и не менее IOO мкс, при соответствующих положениях переключателя "ЗОНД. ИМП. раз".

б) амплитуда зондирующего импульса определяется измерением амплитуды импульса на внешней нагрузке осциллографом. Методика проверки аналогична методике п. 12.3.4.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если амплитуда зондирующего импульса будет не менее:

IO В при длительности 0,05; 0,1 мкс;

20 В при длительности 0,3; I; 3; IO мкс;

2 В при длительности IOO мкс;

в) параметры компенсирующего экспоненциального импульса определяются измерением амплитуды и длительности импульса на внешней нагрузке осциллографом.

Измерения производятся в следующем порядке:

подключите через кабель соединительный к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;

нагрузите конец присоединительного кабеля "ВХ. I" и "1" активным сопротивлением $75 \text{ Ом} \pm 1,5 \text{ Ом}$ и подключите вход осциллографа к этой нагрузке;

установите ручкой "КОМПЕНС." по осциллографу максимальную амплитуду отрицательного импульса без ограничения вершины; произведите измерения амплитуды (А) и длительности (D) отрицательного импульса (рис. 35).

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если амплитуда импульса будет не менее 3 В и длительность импульса не менее IO мкс;

г) чувствительность канала вертикального отклонения определяется измерением чувствительности усилителя с помощью генератора сигналов Г4-IO2.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите через кабель соединительный к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;

подключите к концам кабеля присоединительного "УСИЛ.", "1" генератор Г4-IO2 и милливольтметр ВЗ-36;

установите ручки управления в следующие положения:

"УСИЛЕНИЕ" — в крайнее правое положение;

"ОБЩ. РАЗД." — "РАЗД.";

установите регулировкой амплитуды выходного сигнала генератора величину изображения на экране ЭЛТ, равную шести большим делениям шкалы;

определите по милливольтметру ВЗ-36 амплитуду выходного сигнала генератора.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если амплитуда выходного сигнала генератора будет не более 20 мВ, что соответствует чувствительности канала вертикального отклонения 0,6 мВ/мВ;

д) полоса пропускания частот канала вертикального отклонения определяется снятием частотной характеристики.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите через кабель соединительный к разъему "ВХОД-ВЫХОД" измерителя кабель присоединительный;

подключите к концам кабеля присоединительного "УСИЛ.", "1" генератор Г4-IO2 и милливольтметр ВЗ-36;

установите ручки управления в следующие положения:

"УСИЛЕНИЕ" — в крайнее правое положение;

"ОБЩ. — РАЗД." — "РАЗД.";

подайте с генератора Г4-IO2 на вход усилителя, синусоидальный сигнал частотой IOO кГц;

установите регулировкой выходного напряжения генератора величину изображения на экране ЭЛТ, равную четырем большим делениям шкалы; определите по милливольтметру величину входного сигнала; произведите измерение величины изображения на частотах 100, 300 кГц, 1, 3, 5, 8, 10 МГц при постоянной величине входного сигнала. Контроль напряжения на входе усилителя осуществляется милливольтметром В3-36.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если на указанных частотах размер изображения на экране ЭЛТ будет не менее 2,8 делений;

е) длительность развертки определяется измерением длительности развертки по шкале "РАССТОЯНИЕ" измерителя.

Измерения проводятся в следующем порядке:

Установите ручки управления в следующие положения:

"УКОРОЧЕНИЕ" - "1,5";

"РАССТОЯНИЕ" - "0";

"ОБЩ. - РАЗД." - "ОБЩ. 1";

тумблер "ДИАПАЗОНЫ КМ" - в верхнее положение;

переключатель "ДИАПАЗОНЫ КМ" - поочередно 1, 10, 100, 300 км;

совместите ручкой "УСТ. ОТСЧЕТА" зондирующий импульс с крайним правым делением шкалы ЭЛТ;

совместите вращением ручки "РАССТОЯНИЕ" зондирующий импульс с крайним левым делением шкалы ЭЛТ;

произведите отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ".

Измерение произвести на диапазонах 1, 10, 100, 300 км.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если отсчет по шкале "РАССТОЯНИЕ" будет находиться в пределах 30-60 делений на диапазонах 1; 10; 100; 300 км;

ж) обеспечение заряда аккумуляторной батареи определяется измерением параметров зарядного устройства - тока заряда и напряжения прекращения заряда, при работе измерителя на встречную ЗДС.

Схема соединения приведена на рис. 36.

Измерения проводятся в следующем порядке:

соберите схему измерений;

включите блок питания в сеть переменного тока 220 В±2,2 В

частотой 50 Гц;

установите на источнике постоянного тока напряжение 20 В (контроль по вольтметру);

измерьте величину тока при питании от сети 220 В и при крайних значениях напряжения сети (198 В и 242 В);

определите напряжение, увеличивая напряжение на источнике постоянного тока от 20 В до 29-30 В, при котором ток достигнет величины 0-20 мА.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если при

питании измерителя от сети 220 В, частотой 50 Гц и при крайних значениях напряжения сети 220 В±2,2 В измеренное значение тока будет находиться в пределах (150±10) мА при напряжении 20 В и 0-20 мА при достижении напряжения на источнике постоянного тока 29-30 В;

з) сигнализация степени разряда аккумуляторной батареи определяется с помощью уменьшения напряжения при питании измерителя от источника постоянного тока 12,6 В.

Измерения проводятся в следующем порядке:

подключите измеритель к источнику Б5-11;

установите напряжение 12,6 В;

контролируйте величину напряжения вольтметром М250;

уменьшайте плавно напряжение источника до момента, когда начнет мигать лампочка сигнализации выключения прибора.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если измеренное напряжение источника в момент начала мигания лампочки сигнализации будет находиться в пределах от 9,8 до 10,2 В.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. При кратковременном хранении измеритель может находиться на стеллажах без специальной упаковки.

Срок кратковременного хранения измерителя 12 месяцев. При этом измерители должны храниться в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от 5 до 25 °С, относительной влажности воздуха до 65 % при температуре 20 °С.

13.2. При длительном хранении измеритель должен храниться в условиях:

в неотапливаемых хранилищах при температуре воздуха от -40 до +30 °С, относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 20 °С.

Срок хранения в неотапливаемом хранилище 5 лет.

При длительном хранении измерителя требуется обязательная его консервация.

Консервация измерителя производится следующим образом:

измеритель и придаваемое к нему имущество очистите от пыли и грязи; если измеритель подвергался воздействию влаги, просушите в лабораторных условиях в течение двух суток;

на измеритель наденьте полиэтиленовый чехол;

на вилки, разъемы шнуров питания и кабелей наденьте полиэтиленовые чехлы и закрепите их скрепками, допускается применение для обертки промасленной бумаги;

измеритель и ЗИП поместите в укладочный ящик и опломбируйте.

13.3. Расконсервация измерителя после длительного хранения

производится в следующем порядке:

измеритель и ЗИП изымаются из укладочного ящика, с измерителя, вилок и разъемов шнуров питания и кабелей снимаются полиэтиленовые чехлы.

13.4. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

13.5. Аккумуляторы следует хранить в разряженном состоянии в течение не более 12 месяцев при температуре воздуха от -5 до $+40$ °С и относительной влажности воздуха (65 ± 15) % при температуре 25 °С.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковок

14.1.1. Измеритель и ЗИП укладываются в металлический укладочный ящик, предназначенный для предохранения их от повреждения при транспортировании в процессе эксплуатации. Для амортизации применен поропласт и пенополистирол.

14.1.2. Ящик для транспортирования изготовлен из досок хвойной породы, толщиной 13 мм, снаружи по краям ящик обивается двумя цельными стальными лентами, внутри выстилается бумагой упаковочной. Внутренние размеры ящика 640х370х460 мм.

14.1.3. На транспортный ящик наносится маркировка:

на одной боковой и торцевой стенках тарного ящика наносятся предупредительные знаки: "сиречь", "рюмка", "зонтик", имеющие значения "Верх, не кантовать", "Осторожно, хрупкое", "Бойтся сырости", а также масса упаковки в кг. Тип измерителя наносится только на боковой стенке.

На крышке укладочного ящика маркируется обозначение и заводской номер измерителя.

14.1.4. Повторную упаковку измерителя производителем следует производить:

измеритель, подготовленный к упаковке, положить на картонную прокладку, закрыть его выступающие острые части, обвязать шпагатом, уложить в полиэтиленовый чехол и обвязать киперной лентой. Запасные части и принадлежности, подготовленные к упаковке, уложить в гнезда металлического укладочного ящика. Затем проложить поропластовую прокладку и уложить измеритель. Эксплуатационную документацию и опись положить в полиэтиленовый чехол и уложить между стенками укладочного ящика и измерителя. Этикетку приклейте сверху на чехол измерителя. Для поглощения ударных и вибрационных нагрузок,

а также для усиления самой упаковки примените амортизирующие прокладки из поропласта и полистирола.

Измеритель в укладочном ящике запломбируйте навесными пломбами.

Схема укладки приведена на рис. 37, 38.

Затем укладочный ящик оберните оберточной бумагой, перевяжите шпагатом и поместите в транспортный дощатый ящик таким образом, чтобы зазоры между наружными поверхностями укладочного ящика и стенками, дном и крышкой транспортного ящика были одинаковы. Зазоры заполните прокладками из гофрированного картона. На верхний слой прокладок положите упаковочный лист. Крышку транспортного ящика приобейте гвоздями. Затем ящик обейте стальной лентой и запломбируйте двумя навесными пломбами.

Места маркирования и пломбирования укладочного ящика показаны на рис. 37, 38.

14.1.5. При повторной упаковке применяйте тару первичной упаковки, а если она не сохранилась, подберите эквивалентную.

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Измеритель должен транспортироваться в условиях не превышающих заданных предельных условий: температура окружающей среды должна быть от $+60$ до -50 °С, относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С.

14.2.2. Упакованный измеритель может транспортироваться любым видом транспорта на любое расстояние при условии защиты его от непосредственного воздействия атмосферных осадков, пыли, песка и т. д. При транспортировании самолетом измеритель должен размещаться в герметизированном отсеке. Допускается транспортирование в негерметизированных отсеках самолетом до высоты 5000 м (до 400 мм рт. ст.).

В условиях близких к рабочим, при эксплуатации измеритель может транспортироваться в укладочном ящике на любом виде транспорта на неограниченные расстояния.

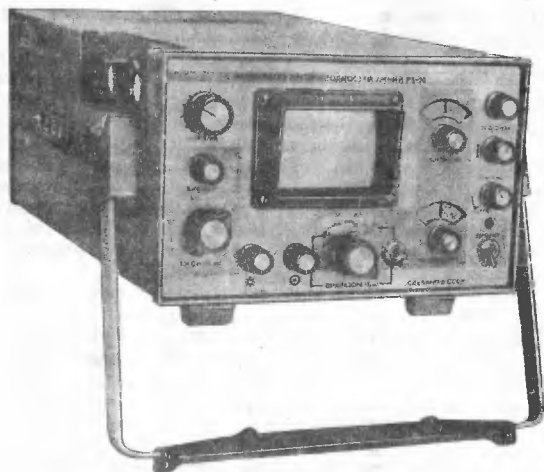


Fig. 1. Line irregularity meter P5-10 (P5-10/1)

1. INTRODUCTION

1.1. The present Manual serves as a guide for attending personnel to get all necessary information on the completeness, specifications, operating principle and constructional features of the P5-10 and P5-10/1 line irregularity meters further referred to as "meters".

1.2. A feature of the P5-10 meter, as compared with the P5-10/1 meter, is an independent power supply - a storage battery - made as a plug-in unit and included in the P5-10 meter standard equipment together with a battery charging cable.

1.3. The following abbreviated designations of the meter components and physical quantities are used in the Description:

- TO - Instruction Manual
- EMW - electromagnetic wave
- c.r.t. - cathode-ray tube

- STG - sawtooth generator
- AGC - automatic gain control
- SPT&A - spare parts, tools and accessories
- PCh - pulse characteristic
- C - EMW propagation velocity in vacuum ($C = 3 \cdot 10^8$ m/s)
- γ - wave contraction (shortening) factor for cables
- ρ - cable characteristic impedance.

2. APPLICATION

The P5-10 (P5-10/1) line irregularity meter is a small-size universal instrument with plug-in power supply units allowing operation either from a 10-15-V D.C. or 22-30-V D.C. line, or a $(220 \pm 22) \cdot V$ 50-Hz, 400-Hz supply mains, or from a built-in battery. The meter can be used in the field at ambient air temperatures from $-30^\circ C$ to $+50^\circ C$ and relative humidity up to 98 % at $35^\circ C$.

The P5-10 meter is designed to carry out the following operations on overhead and cable transmission and communication lines: locating a fault and identifying its nature (break, short circuit);

detecting a lumped irregularity of wave impedance (unbalance in wires, broken contact, inserts, irregularity caused by a sharp change of insulation resistance, etc.);

determining the distance to the fault or irregularity.

In addition to measurements on faulty lines, the meter is meant for checking the condition of cables, predicting faults in cables, measuring their length and balancing the cables.

The meter sensitivity is such that lines with attenuation up to 80 dB can be examined in the frequency range from 3.5 kHz to 7 MHz.

The minimum line length that can be examined should not exceed 5 m; however, this distance can be minimized by connecting to the line start a calibrated insert, some 4-5 m long, with the same wave impedance as in the line under examination.

3. SPECIFICATIONS

3.1. Test pulse length for a load of

75 Ω , μs	≤ 0.05
	0.1 ± 0.02
	0.3 ± 0.06
	1 ± 0.2
	3 ± 0.6
	10 ± 2
	30 ± 6
	≥ 100

3.2. Minimum measurable distance to irregularity at contraction (shortening) factor of 1.5, m	5
3.3. Test pulse emplitude at a load of 75Ω, V:	
for pulse lengths of 0.05 μs,	
0.1 μs, at least	10
for pulse lengths of 0.3 μs, 1 μs,	
10 μs, 30 μs, at least	20
for pulse length of 100 μs, at least	2
3.4. Characteristics of compensation pulse for a load of 75Ω :	
emplitude, V, at least	3
pulse length, μs, at least	10
3.5. Repetition period of calibration time markers, μs:	
over ranges:	
1 km	10
10 km	20
100 km	160
300 km	640
3.6. Error of calibration time marker repetition period, %, within	±0.1
3.7. Distances to be measured, km	0-0.3
	0-1
	0-3
	0-10
	0-30
	0-100
	0-300
3.8. Main error of distance measurement, %, within	±1
3.9. Contraction factor setting error, %, within	±1
3.10. Sensitivity of incoming signal amplifier, mm/mV, at least	0.6
3.11. Amplifier bandwidth, MHz, at least	10
3.12. Sweep trace movement up and down from screen centre, mm, at least	60
3.13. Useful portion of sweep trace, mm	60
3.14. Sweep length, μs:	
over ranges:	
1 km	3-6
10 km	30-60
100 km	300-600

300 km	800-1500
3.15. Warm-up time, min	5
3.16. Characteristics of charger:	
charge current, mA	150 ±10
switch-off voltage, V	29-30
3.17. Power supply:	
A.C. mains:	
voltage, V	220 ±22;
	220 ±11
frequency, Hz	50; 400
D.C. line voltage, V	10-15;
	22-30
built-in battery (for meter P5-10)	
3.18. Power consumption:	
from A.C. mains of 220 V, V-A, max	35
from D.C. mains of 12.6 V, W, max.	15
from D.C. mains of 27 V, W, max.	30
3.19. Current drained from built-in battery (for meter P5-10), A, max.	1
3.20. Operating level of battery discharge alarm circuit (for meter P5-10), V	10 ±0.2
3.21. Mean time between failures, h	2500
3.22. Overall dimensions, mm	160x274x430
3.23. Mass, kg, max:	
meter with mains power pack	9.8
storage battery unit	2.8
3.24. Service life, years	10
3.25. Overhaul period, h	5000
3.26. Time of meter continuous operation, h:	
from A.C. and D.C. mains	16
from built-in battery	1

4. STANDARD EQUIPMENT

Table 1 lists the component items of the P5-10 (P5-10/1) meter.

Table 1

Name	Qty per P5-10 meter	Qty per P5-10/1 meter	Remark
Stowage case	1	1	
containing:			

Table 1, continued

Name	Qty per P5-10 meter	Qty per P5-10/1 meter	Remarks
1. Line irregularity meter with power supply unit pack	1	1	
2. Storage battery	1	-	
3. Input-circuit unit	1	1	
4. Screwdriver	1	1	
5. 12.6-V D.C. supply cord	1	1	4.850.028
6. Connecting cable, 4 m long	1	1	4.850.015
7. Patch cable	1	1	4.850.016
8. Charging cable	1	-	4.850.017
9. Series resistor (24 V, 27 V)	1	1	At request
10. Viewing hood	1	1	
11. Box	1	1	
containing:			
CMH10-55-2 lamp	1	1	
CMH10-55 lamp	1	1	
BHI-1B fuse, 0.25 A	2	2	
BHI-1B fuse, 0.5 A	2	2	
BHI-1B fuse, 2 A	2	2	
crocodile clip	4	4	
beak clip	4	4	
12. Instruction Manual	1 copy	1 copy	
13. Service Log	1 copy	1 copy	

5. DESIGN AND PRINCIPLE OF OPERATION

5.1. Pulse Measurement

Pulse measurements are carried out by transmitting to the line under examination voltage pulses (test pulses) which propagate down the line and after being partially reflected from wave impedance irregularities return to the point of transmission.

The test pulse and the reflected signals are displayed on the oscilloscopic c.r.t. screen. The signals reflected from wave impedance irregularities are delayed after the test pulse for periods depending on the distance to the respective irregularity, i.e. the reflected signal delay after the test pulse on the c.r.t., screen

is proportional to the distance to the irregularity. This technique gives quick and accurate measurements, especially when the fault is of the type of an open circuit, short circuit or contact of wires in multiwire systems.

Wave impedance irregularity is characterized by the reflection coefficient:

$$P = \frac{U_{\text{refl}}}{U_{\text{test}}} = \frac{z - \rho}{z + \rho},$$

where P is the reflection coefficient,

U_{refl} is the reflected pulse amplitude,

U_{test} is the test pulse amplitude,

z is the impedance at the place of fault,

ρ is the nominal wave impedance of the line.

The absence of the reflected signal testifies to an accurate matching of the line with regard to wave impedance. The reflected signal retains the polarity of the test signal, when the impedance at the place of reflection is increased, and reaches the maximum amplitude equal to that of the test pulse (full reflection) in case of an open circuit; and the reflected signal reverses the polarity when the line impedance at the place of reflection is decreased, reaching its maximum amplitude equal to that of the test pulse in case of a short circuit.

Location of fault (wave impedance irregularity) in a line by transmission of pulses may be effected by transmission of either a short video pulse or a single voltage change.

Testing with a short video pulse is used mainly to trace and locate a fault or some large irregularities. The derivative of distribution of the cable irregularities obtained by this method presents reflections from the start and end of irregularities.

This method gives much worse results when the line contains complex irregularities, such as several extended wave impedance irregularities succeeding one another, or a continuous variation of wave impedance along the line, etc.

The method of testing with a single change of voltage gives a full picture of the wave impedance variation along the line. By using both methods simultaneously it is possible to get more correct information on the line condition by comparing the pulse characteristics obtained by these two testings (see Fig. 2)¹⁰:

- law of wave impedance variation in line having length l_k ;
- test pulse - video pulse;

¹⁰ Illustrations and appendices appear at the end of the publication.

c) test pulse - single voltage change;
 d) pulse characteristic of line at testing by video pulse;
 e) pulse characteristic of line at a single voltage change.
 The P5-10 (P5-10/L) meter employs both methods of testing, i.e. with video pulses and a step voltage.

The distance to the place of irregularity (transposition of wires, short circuit, open circuit, cable insert, continuous variation of wave impedance) is determined by the delay of the reflected signal with regard to the test pulse leading edge.

If the velocity of the pulse propagation along the line is known (or previously measured), the distance to fault can be calculated unambiguously.

The accuracy of fault location depends on the attenuation-frequency characteristic of the line under measurement, this characteristic determining to which extent the reflected pulse gets its edge smoothed and its amplitude decreased after travelling back to the point of transmission (this is caused by the fact that the pulse frequency spectrum components propagate at different velocities and, besides, the high-frequency components suffer attenuation much quicker).

While propagating along the line the video pulse enlarges, its leading edge losing slope and its top end centre of gravity additionally retarding.

Inasmuch as the measurement is taken by the initial point of the reflected pulse leading edge on the c.r.t. screen, additional errors due to the properties of the line under examination are introduced in the measurement.

The value of kilometric attenuation of the line under examination determines the limit of the distance to which the reflections from fault can be clearly discerned.

The video pulse enlarging deteriorates the meter resolution determined by the pulse (leading edge) length. The extent of pulse enlargement depends on the line characteristics. The meter resolution can be restored by introduction, at the place of fault, of compensation for the reflected pulse enlargement.

In the meter provision is made for reflected pulse length correction by adjustment of the test pulse shape (knob labelled - COMPENS.).

To make pulse measurements as objective as possible, it is necessary to have a sketch (or photo) of the line characteristic observed under normal conditions (with the meter controls - pulse length, output impedance, electric scale and gain - set in certain positions), to be able to collate it with the line route chart.

In this way the reflections displayed on the screen can be related to landmarks, making it possible to take measurements from a permanent irregularity (cable insert, check pole, transposition) nearest to the fault, rather than from the point of connection of the meter.

If sketches showing all permanent irregularities on the line are available, the fault can be located by noting the appearance of a new spike on the pulse characteristic.

Electric pulse energy propagates in lines through certain wave ducts. Coaxial cables and high-voltage power cables with a separate sheathing for each core (type OCB, OAB etc.) have only one wave duct, "core-sheathing". Multi-core cables and multi-wire lines have as many wave ducts as cores (wires). For instance, a three-core power cable has three wave ducts: two "core-core" and one "all three cores-sheathing".

In uniform portions of line, electric pulse energy propagates independently through each wave duct. This means that upon connection of the test pulse generator according to the "core-core" circuit and if a short circuit of these cores exists at a distance, only one "core-core" wave duct will be involved in the pulse propagation and pulse measurement process, while the other cores and the sheathing of the multi-core cable will be cut of it.

In case of a short circuit of one of the cores to the sheathing, connection of the test pulse generator according to the "faulty core-sound core" circuit will cause all three wave ducts to participate in pulse propagation process in a three-core cable.

The accuracy of pulse measurements depends mainly on the correct choice of the pulse signal propagation velocity for a given line.

Each line differing from other lines in their primary characteristics (type of dielectric, cross-sectional area, material of wires, etc.) has its own value of pulse signal propagation velocity. The meter provides direct reading of distance in units of length, with the signal propagation velocity in line taken into consideration, and expressed through the EMW contraction factor (knob CONTRACTION). The EMW contraction factor for a wave duct is determined from formula:

$$\gamma = \frac{C}{V},$$

where C is the light velocity equal to 300 m/μs,

V is the pulse propagation velocity for a given type of line.

The values of contraction factor for wave ducts of cables and lines of different types are indicated in Tables 5 and 6 of Section 9.

Measurements on a multi-core cable or multi-wire overhead line may be of a multi-wave nature as pulses may propagate along two or more than two wave ducts. Each wave duct is characterized by its own specific propagation velocity (contraction factor), wave impedance and attenuation factor.

Therefore, the following recommendations should be observed when carrying out pulse measurements on multi-wire lines.

1. No matter what the nature of fault is (short or open circuit in one, two or more cores) the meter should be connected according to the "core-core" ("wire-wire") circuit. If one of the cores is faulty, connection of the "faulty core-sound core" type is used. For measurements on overhead transmission lines with horizontally arranged wires the meter should be connected according to the "middle wire-extreme wire" or "middle wire-earth" circuit.

2. Connection of the meter according to the "all cores (wires) - sheathing (earth)" circuit should be avoided as it gives, besides the minimum propagation velocity, an increased attenuation of pulse amplitude and change of pulse slope.

Connection of the "core-sheathing" type is of interest for detecting a faulty core by the comparative analysis method (Para 5.3.7., Section 9.4).

The ways of connection of the meter input circuits and the external input-circuit unit for measurements on multi-wire lines are described in Para 5.3.7.

If the wave contraction factor of the line to be measured is not known, it can be roughly calculated by the following equation:

$$\gamma = \sqrt{\epsilon}$$

where ϵ is the cable insulation permittivity, or

it can be experimentally found by the procedure described in Chapter 9.

In some cases it would be good practice to draw the pulse characteristic in different positions of the meter controls (RANGES, (km), TEST PULSE (ns), GAIN, COMPENS.) and for different types of meter connection, to be able to use the meter to its full capability.

In this case the data of each pulse characteristic should be marked down separately and the respective scale indicated.

5.2. Principle of Operation

The meter operation is based on the principle of distance measuring by the delay of the reflected signal with regard to the transmitted signal. The events occurring in the line are displayed

on the c.r.t. screen. The measured distance is read directly off the scale of a precision potentiometer labelled DISTANCE.

The main elements of the meter circuit are as follows:

- master oscillator;
- clock generator;
- sawtooth generator;
- sweep delay circuit;
- X-deflection amplifier;
- test pulse generator delay circuit;
- test pulse generator;
- input circuits;
- incoming signal amplifier;
- c.r.t. indicator;
- power supply circuit for main unit;
- storage battery;
- mains power pack and charger.

The functional interconnection of these elements is illustrated in Figs 3 and 4.

The output voltage from the master oscillator is fed to trigger the clock generator and to the calibration marker shaper input.

The pulse from the clock generator triggers the sawtooth generator which in turn triggers simultaneously the sweep delay circuit and the test pulse delay circuit thus ensuring strict locking of these two delays in time.

Delay of the test pulse enables this pulse to be viewed on the c.r.t. screen in the absence of the sweep delay (at the beginning of measurement). This delay is set by means of the (READING SET) knob.

The sweep delay circuit produces a sawtooth sweep voltage from the instant of comparison of the highly stable linear sawtooth voltage with a reference voltage determined by the ENW propagation velocity in the cable (knob CONTRACTION) and the delay control knob setting (knob DISTANCE).

The sweep delay is continuously variable and calibrated by means of high-stability calibration time markers. The delayed sawtooth sweep voltage from the delay circuit output is fed to the X-deflection amplifier.

The delayed sawtooth sweep voltage from the X-deflection amplifier is applied to the X-plates of the c.r.t.

The output pulse from the test pulse delay circuit triggers the test pulse generator.

Test pulses are fed to the line to be measured and to the meter input (amplifier, Y-plates of the c.r.t.).

The meter input (INPUT-OUTPUT connector) receives also the reflected pulses from the line.

The input circuits perform primary processing and switching of the received information on the condition of the cable by any method of measurement.

The power supply circuit for the main unit provides all necessary supply voltages to the meter circuitry, including high-voltage supplies, when the meter operates directly from a D.C. line. For field or emergency operation, when no external D.C. or A.C. supply is available, the main unit receives supply from the plug-in battery unit.

In operation from an A.C. supply mains the main unit receives this supply via the mains power pack which also fulfills the function of the storage battery charger.

The distance to fault is read off as follows. With the DISTANCE sweep delay control knob set in position "0", the READING SET test pulse delay control knob is used to match the test pulse with the reading mark on the c.r.t. screen.

The DISTANCE knob is then used to match the reflected pulse with the same reading mark, and the distance to fault is read directly off the readout scale of this knob, calibrated in units of lengths (m or km, depending on the measuring range).

The RANGES, km switch is used to switch over the calibration markers and time-setting elements in the meter functional units. The scale of the line section under examination is changed over by means of the toggle switch of the same name.

The length of the test pulse to be transmitted to the line is selected to suit the line length and attenuation by means of the TEST PULSE, μ s switch.

The reflected signal coming from the line is adjusted in magnitude to be convenient for measurement by operation of the GAIN knob.

5.3. Circuit Components

5.3.1. Master Oscillator

The master oscillator produces a reference frequency of 100 kHz to trigger the clock generator and the calibration time marker shaper.

The circuit consists of a crystal-controlled self-oscillator (MC1-1) and a gate (MC1-2) producing pulses for triggering the clock generator and 100-kHz calibration markers (Fig. 5).

In the initial state the gate is closed. Positive pulses from a section of the self-oscillator tuned circuit (L1, C2) are applied

to the base of the MC1-2 transistor via diode D1 and accelerating network C4, R4.

The 100-kHz negative pulses derived from the gate transistor collector trigger the first flip-flop of the clock generator and are furnished via network C5, R6 to the marker shaper.

5.3.2. Clock Generator

The clock generator produces calibration markers and pulses for triggering the sawtooth generator circuit.

The clock generator consists of the following elements:

divider;

calibration marker shaper;

sawtooth generator triggering pulse shaper.

The divider (Fig. 6) comprises six flip-flops connected in series and built around six integrated microcircuits, MC2-MC7. Each flip-flop is a scale-of-two and the total scaling ratio is 64.

The output pulses from the flip-flops are voltage pulses with respective repetition periods (repetition frequencies): 20, 40, 80, 160, 320, 640 μ s (50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.56 kHz).

The output pulses from the third and sixth flip-flops (80, 640 μ s) are passed by respective peaking networks C7, R8 and C10, R11 to the calibration marker shaper.

The output pulses from the first, fourth and sixth flip-flops (20, 160, 640 μ s) are passed by respective peaking networks C6, R7, C8, R9, C10, R11 to the calibration marker shaper.

The calibration marker shaper (Fig. 6) is a diode gate (D2-D5). One of the diodes, depending on the position of the range switch B1, turns on thus allowing the pulses from the master oscillator (10 μ s) or from the respective flip-flop (20, 160, 640 μ s) for passing through to jack "TH".

The meter has four main measuring ranges: 1, 10, 100 and 300 km.

The 1-km (10 μ s) range is calibrated by two markers (pulses from the master oscillator at a repetition period of 10 μ s).

The 10-km (100 μ s) range is calibrated by five markers (pulses from the divider at a repetition period of 20 μ s).

The 100-km (800 μ s) range is calibrated by five markers (at a repetition period of 160 μ s).

The 300-km (3200 μ s) range is calibrated by five markers (at a repetition period of 640 μ s).

The sawtooth generator triggering pulse shaper (Fig. 7) is a triggered multivibrator using transistors T1, T2 and microcircuit MC8 (transistor assembly).

The circuit input (base of T1) receives triggering pulses from the divider (at a repetition period of 80 μ s over the 1-km range or 640 μ s over all other ranges, as selected by range switch B1).

Positive pulses derived from the collector of gate transistor T1 are furnished via R29, C19 to the multivibrator input (base of the MOS first transistor). The multivibrator own period determined by capacitors C21-C24 (switched over by range switch B1) is less than the triggering pulse period (80 μ s and 640 μ s) over the 1-km and 10-km ranges and exceeds the triggering pulse period (640 μ s) over the 100-km and 300-km ranges.

The triggering pulses derived from the emitter follower output (second transistor of MOS) are furnished via C27 to trigger the sawtooth generator (input of gating flip-flop MC11) at a repetition period as follows:

- 80 μ s over the 1-km range;
- 640 μ s over the 10-km range;
- about 10 ms over the 100-km range;
- about 15 ms over the 300-km range.

5.3.3. Sawtooth Generator

The sawtooth generator provides a linear sawtooth voltage which is used to produce a linear calibrated sweep delay and a test pulse delay.

The sawtooth generator block diagram is shown in Fig. 8 and its schematic circuit diagram, in Fig. 9.

A flip-flop built around two transistors of integrated microcircuit MC11 shapes pulses to control the gate (MC13-1).

The flip-flop is triggered via circuit C53, J11 by the pulse from the clock generator. It is returned to the initial state via J14 by a special signal from a reset circuit.

The function of the gate is to produce pulses for triggering the STG circuit.

Gate transistor MC13-1 is initially cut off by the negative voltage at the collector of transistor MC11-2. The gate is closed. Diode D17 is conducting and resistor R103 shunts the sawtooth generator input. The positive pulses coming from the MC11-2 output via network C55, R95 open the MC13-1 gate thus cutting off diode D17 and disconnecting the sawtooth generator input from the flip-flop. Avalanche diode D15 stabilizes the turn-on instant of the gate transistor.

The sawtooth generator employs a Millar integrator circuit providing for a linear sawtooth output. The amplifier in the feedback

circuit uses transistor T7, and the emitter follower uses transistor MC13-3.

The shunting effect of the T7 amplifier input impedance on charging resistor R101 is eliminated due to the employment of feedback resistor R98. Stabilizer diodes D16, D18-D20 fix the initial position of the operating point. Emitter follower MC13-3 reduces the circuit output impedance for matching it with the comparator input and shortens the sawtooth generator recovery time.

The duration of sawtooth voltages is determined by charging capacitors C57, C35-C38, C40, C41 selected by range switch B1.

5.3.4. Sweep Delay Circuit

The sweep delay circuit is designed to put out the sawtooth sweep voltage with a delay determined by the preset reference level.

The block diagram of the sweep delay circuit is shown in Fig. 10.

The comparator (Fig. 11) uses integrated microcircuit MC14-2 (transistor assembly) and transistor T14 in a differential circuit configuration. One arm of this circuit is the reference voltage follower and the other arm functions as an amplifier for the difference of the sawtooth and reference voltages. The input of source follower T14 receives via R138 a reference voltage from reference voltage setter MC12, T6 controlled by the DISTANCE (R83) knob. The source follower current is additionally stabilized by a stage using microcircuit MC16-2.

The other input of the comparator (MC14-2) receives the sawtooth generator output voltage via R116, J26.

This stage turns on and puts out the sawtooth voltage only when the voltage applied to its base from the sawtooth generator comes to exceed the reference level at the emitter.

Thus it is possible to vary the sawtooth voltage delay at the comparator output by varying the reference voltage.

The delayed sawtooth voltage is amplified by the X-deflection amplifier built around transistors T10, T13, and used as a horizontal sweep voltage for the c.r.t.

The paraphase amplifier is built around transistor T10. The positive sawtooth voltage is derived from the emitter and via capacitor C67 is applied to one of the X-plates of the c.r.t., while the negative sawtooth voltage is taken from the collector of transistor T13 to be supplied to the other X-plate.

The voltage from the T10 emitter is simultaneously furnished via diode J25 to the reset circuit using transistors MC14-1 and T8. This circuit puts out positive pulses which cut off transistor

MC11-2 of the gating flip-flop (Fig. 9) causing the sweep delay circuit to return to its initial state.

The voltage from the T10 collector is furnished via network C61-R143 to the blanking pulse shaper designed to displace the c.r.t. beam beyond the screen for the retrace time.

The blanking pulse shaper uses transistors T11, T12, MC16-1, MC14-3.

During generation of the sweep voltage transistor MC14-3 is caused to conduct by the positive sawtooth voltage applied from the T10 collector, and the zero potential from the MC14-3 collector is furnished to the c.r.t. blanking plate. The beam is visible on the c.r.t. screen.

As soon as the voltage at the T10 emitter reaches the point where J25 begins to conduct, the reset circuit operates turning on transistor MC11-1 of the gating flip-flop. A zero potential is applied to the inputs of transistors MC16-1 and T11, causing these transistors to conduct too. Transistor MC14-3 turns off furnishing +30 V to the c.r.t. blanking plate which brings the beam outside the screen.

The time patterns of the sweep delay circuit are given in Fig. 12.

The reference voltage setter (Fig. 11) is designed in a voltage stabilizer configuration around integrated microcircuit MC12 (transistor assembly) and transistor T6.

The reference voltage setter takes the input from voltage divider R70 (R71, R72, R73), R74 (R75, R76, R77), R68, R78, R80, R81, R82, cut in in the +12-V stabilized voltage source circuit providing supply to the sawtooth generator. The setter input voltage is taken off the slide of linear precision potentiometer R80 labelled CONTRACTION.

The setter output voltage - a reference for precise level calibration - is taken off the slide of linear precision potentiometer R83 labelled DISTANCE.

5.3.5. Test Pulse Delay Circuit

The test pulse delay circuit provides a delay of the test pulse relative to the sweep beginning in order to enable the test pulse to be observed on the c.r.t. screen in the absence of sweep delay.

The block diagram and the schematic circuit diagram of the test pulse delay circuit are shown in Figs 13 and 14, respectively.

The comparator uses integrated circuit MC15-1. The first stage is an amplifier and the second stage is an emitter follower.

The amplifier is fed with the sawtooth voltage from the STG, and the emitter follower receives the D.C. voltage from a D.C. voltage setter comprising voltage divider R124, R126 (supplied from the +12-V stabilized source by means of avalanche diode J28) and emitter follower MC11-3 which is a matching element between the D.C. voltage setter and the comparator.

As soon as the sawtooth voltage comes to exceed the reference set by potentiometer R126 (READING SET knob), the comparator furnishes a signal to the amplifying shaper.

The amplifying shaper using transistors T9 and MC15-2 produces a pulse to trigger the test pulse generator.

The output signal from the comparator turns on transistor T9. The positive pulse derived from the collector of transistor T9 is applied via R119, C59 to the base of gate transistor MC15-2, which generates at its collector a negative pulse to trigger the test pulse generator.

5.3.6. Test Pulse Generator

The test pulse generator is designed to provide test pulses of variable duration and a single voltage change.

Figs 15 and 16, respectively, show the test pulse generator block diagram and schematic circuit diagram.

The triggering pulse from the test pulse delay circuit arrives via diode J43 at the input of a multivibrator using transistors T20, T21. The multivibrator generates a positive pulse of duration above 100 μ s at the collector of T21, by means of time-setting elements C84, R176, R175, C83 over all ranges, except for the 1-km range. Over this range, the multivibrator is reset by a pulse from gating flip-flop MC11-1, supplied via diode J44.

The positive voltage change derived from the collector of T21 is furnished to a pulse shaper designed as a gate stage using transistor T22 with shaping circuits in its collector: L4, R181, C92; L5, R182, C93; L6, R183, C94; L7, R184, C95; L8, R185, C96; L9; R186, C97; L10, R187, C98; T23, T24.

The shaping circuits are switched over by pulse duration switch B3-1 (TEST PULSE, μ s knob). One of diode J47-J54 (as selected by the switch, turns on and connects the respective shaping circuit. This results in generating at the load of transistor T22 (R189-R196, respectively) pulses of a bell-like shape and with a duration of 0.05; 0.1, 0.3, 1, 3, 10 or 30 μ s, and a square pulse of above 100- μ s duration which is used as a single voltage change over the 1-km and 10-km ranges.

The stages using transistors T23 and T24 transmit the voltage

change from the collector of T22 to the amplifier input, when the switch is set in position "JL".

The amplifier uses a high-voltage, high-frequency transistor T30. Normally cut-off transistor T30 is driven in conduction by pulses from the shaper output, and the pulses of a preset duration and amplitude derived from its collector are furnished to composite emitter follower 1-T31, T32.

Emitter follower 1 matches the test pulse generator output with the line wave impedance lying within 30-500 Ω .

The AGC system stabilizes the test pulse amplitude. Transistor T35 is a variable resistor in the feedback circuit of amplifier T30.

As the test pulse amplitude rises at the emitter of T32, the circuits of avalanche diodes $\Pi 69$ and $\Pi 71$, in turn, begin to conduct in the emitter of T35. As a result, the collector current of T35 and, consequently, the emitter voltage of T30 increase, which decreases the amplifier collector current and stops the rise of the test pulse amplitude.

Thus, owing to the non-linear feedback, amplifier T30 does not distort the test pulse shape.

The circuit for correction of the reflected pulse shape is designed to produce a special-shape pulse rigidly locked to the test pulse, so as to compensate for the distortion suffered by the test pulse during its travel in the line and for resolution recovery (Fig. 17).

The correction circuit comprises the following elements:
threshold circuit;
multivibrator;
amplifier.

The threshold circuit ($\Pi 55$, T25) is a shock-excitation oscillator producing a pulse rigidly locked to the test pulse trailing edge.

Until the arrival of the triggering (test) pulse from the collector of amplifier T30 transistor T25 is conducting and the operating point of tunnel diode $\Pi 55$ is on the first uprising branch of the characteristic. When a positive pulse switches over $\Pi 55$, two pulses will be applied to the base of transistor T25 via the differentiating network C99, R209; one (positive) cutting off conduction of T25 and the other (negative) driving this transistor in conduction and exciting shock oscillations in L2. The positive pulse locked to the test pulse trailing edge will be passed by diodes $\Pi 56$, $\Pi 57$ to the multivibrator built around transistors T26, T27.

The multivibrator (T26, T27) shapes a positive pulse of a duration determined by time-setting elements C101, R218, C102. The positive exponential output pulse from the multivibrator, whose

duration is set by diode switch $\Pi 59$ - $\Pi 63$, $\Pi 73$, $\Pi 74$ to suit the test pulse duration (set by switch B3-1), is furnished via network C103, R233 to an amplifier built around transistors T28, T29.

The amplifier first stage is an emitter follower. The output pulse from the second stage (collector of T29) is a negative exponential pulse locked to the end of the test pulse trailing edge. This pulse is passed to emitter follower 2 using transistors T34, T33 and designed to match the amplifier output with the line wave impedance. Amplitude and duration of this pulse are controlled by resistor R244 (COMPENS. knob) contained in the amplifier feedback circuit.

Resistor R225 (OUTPUT IMP. knob) out in the emitter circuit of transistors T32, T33 is used to vary the test pulse generator output impedance for matching it with the line to be measured.

The time pattern of the circuit is shown in Fig. 18.

Attached at the test pulse generator output is a line over-voltage protection circuit comprising two switches (high-voltage transistors T40 and T41), normally turned off.

With the line is energized, transistor T40 or T41 is driven in conduction via diode $\Pi 31$ or $\Pi 34$ (depending on the polarity of the voltage) and respective current amplifier T38 or T39, and shunts the test pulse generator output. All current due to extraneous voltage in the line flows through transistor T40 or T41 and fuse $\Pi 41$. If the line voltage reaches the value of the order of 10-15 V, fuse $\Pi 41$ will blow out thus disconnecting the test pulse generator output from the line.

The operating voltage of the protection circuit is set by avalanche diodes $\Pi 32$, $\Pi 28$.

5.3.7. Input Circuits

The internal input circuits and the external input-circuit unit fulfill the function of primary processing and switching of the test and reflected pulses in carrying out pulse measurements by the following techniques:

- comparative analysis;
- separate connection of the test pulse generator and incoming signal amplifier (measurements by the energy transfer method);
- subtraction (the test pulse is transmitted to two lines, one of them being sound);
- test pulse compensation at the amplifier input;
- switchover of outputs (from unbalanced to balanced).

The input circuits of the main unit (Fig. 19) comprise switch B7-1 and connector $\Pi 4$ (INPUT-OUTPUT).

Switch B7-1 (a, b) makes it possible to switch the common output of the test pulse generator to three lines (positions COMMON 1, COMMON 2, COMMON 3 of the switch) in measurements by the comparative analysis method, and to effect separate connection of the test generator output and the incoming signal amplifier input (position - SEP. of the switch) in measurements by the energy transfer method.

In this case the line to be measured is connected to the patch cable (INPUT 1, INPUT 2, INPUT 3, 1, GAIN) which, in turn, is connected via the connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector on the tester main unit.

The external input-circuit unit consists of switches B4 (BALANCED-UNBALANCED), B5 (ON), B6 (COM.-SEP.-SUBTR.), balance-to-unbalance transformers Tp1, Tp2, balance transformer Tp3, balance resistor R258 (BALANCING), and connectors III (OUTPUT), III5, III6 (INPUT 1), III7, III8 (INPUT 2).

The unit is connected to the meter through a connecting cable terminating in connectors III2 and III3.

When using the external input-circuit unit the meter has two inputs switchable from balanced to unbalanced lines by means of switch B4 (BALANCED-UNBALANCED).

Switch B6 (COMMON-SEP.) makes it possible to carry out the following measurements:

- by the energy transfer method (INPUT 1 is connected to the test pulse generator output, and INPUT 2 is connected to the incoming signal amplifier input);

- by the subtraction method (a sound core (cable) is connected to one input, and the faulty core (cable) is connected to the other input); subtraction is effected at transformer Tp3;

- suppressing the test pulse at the amplifier input (with switch B5 (ON), turned on, by means of potentiometer R258 (BALANCING)).

The diagrams of the meter connection for different input conditions are given in the Appendix to this Manual.

5.3.8. Incoming Signal Amplifier

The amplifier is designed to amplify the positive and negative signals coming from the line without distorting these signals. It uses a differential circuit built around transistors T43, T44, MC20, T45, T46, MC22, T47-T52. The block diagram and the schematic circuit diagram of the amplifier are presented, respectively, in Figs 20 and 21.

The line to be measured is coupled by means of switch B8-1 to the amplifier input either directly or via a filter (C119, C120,

C121 - low-frequency filters, R259, C156, C118 - high-frequency filters).

The input source follower (T43, T44) is a matching element between the input circuits and the amplifier. Gain is controlled by means of resistor R261 (GAIN knob) contained in the base circuit of transistor T43. Position of the sweep trace is adjusted by means of resistor R264 (knob "1") contained in the base circuit of transistor T44.

The amplifier has three stages (MC20, T45, T46, MC22), using a negative feedback, provide for the desired gain. The third stage output is matched with the output stage input by an emitter follower (T47, T48).

The amplifier receives supply from two voltage stabilizers, T50, R85 (+12 V) and T49, R84 (-12 V).

The output stage uses high-voltage transistors T51, T52. The signals derived from the collectors of these transistors are applied to the Y-deflection plates of the c.r.t.

The amplifier pass-band is corrected by elements C127, C129, C133, C141, L11, L12.

5.3.9. Indicator

The indicator is based on a cathode-ray tube, Type 8J06M.

The indicator circuit diagram is given in Fig. 22, and its main characteristics are indicated in Table 2.

Table 2

Characteristic	Value
Heater voltage, V	6.3
Heater current, A	0.09
Accelerating anode voltage, V	700
Fifth anode voltage, V	2200
Sensitivity of Y-deflection plates, mm/V	1.2
Sensitivity of X-deflection plates, mm/V	1.0
Useful area, mm	50x70

The c.r.t. electrodes receive supply from divider R51-R55 contained in the -700-V source circuit.

The post-acceleration voltage is supplied from a +2200-V rectifier.

Resistor R51 is used to vary the bias to the c.r.t. modulator and thereby to vary the sweep brightness on the c.r.t. screen.

Resistor R54 is used to focus the display.

Resistors R57-R62 are for the initial setting of voltages at the c.r.t. electrodes.

5.3.10. Power Supply Unit

The power supply unit provides all necessary voltages to the meter circuitry when the meter operates from a 10-15-V or 22-30-V D.C. line. The unit comprises the following elements (Fig. 23):

- voltage stabilizer;
- voltage converter;
- rectifier with filters;
- battery alarm circuit.

The unit provides the following direct and alternating voltages to the meter:

Table 3

Voltage, V	Current, mA	Ripple amplitude, V	Power (W, V·A)
+6	20	0.15	0.12
+12	50	0.15	0.6
-12	50	0.15	0.6
+30	20	0.12	0.6
+40	30	0.15	1.2
-40	25	0.2	1.0
+60	30	0.2	1.8
-700	0.3	0.25	2.1
+2200	0.03	1.0	0.06
6.3	90	-	0.6

The voltage stabilizer (Fig. 24) is a transistor compensation stabilizer with direct regulation (transistors T63-T65).

The regulating element is composite transistor T64, T65. Diode M11 is the reference element.

The stabilizer output is furnished to a semiconductor voltage converter built around transistors T61, T62 in a self-excitation balanced push-pull circuit. It provides a square pulse at a generation frequency of 3-5 kHz due to the spread of the Tp4 transformer core parameters.

6.3 V derived from the voltage converter transformer is supplied to the c.r.t. heater circuit, and the other voltages are subjected to rectification and filtering.

The +6-V, +12-V, -12-V, +40-V, -40-V, +60-V rectifiers are fullwave rectifiers using, respectively, diodes D86-D93, D96-D100 and D108.

The rectifiers are fitted with RC and LC U-filters.

The -700-V and +2200-V rectifiers are voltage multiplier circuits using, respectively, diodes D94, D95 and D101-D107. These rectifiers have RC L-filters.

The battery alarm circuit is an independent circuit comprising triggered multivibrator T66, T67, pilot lamp M2 and threshold circuit T68, T69.

The threshold circuit is actually a comparator. The base of transistor T68 is at a fixed positive voltage determined by avalanche diode M14, and the base of transistor T69 receives via divider R340-R342 a voltage which decreases with the battery discharging. This is translated by corresponding decrease of the voltage across common emitter resistor R339. When the battery voltage drops to 10 V (set by resistor R341) transistor T68 will start to conduct. This results in a decrease of voltage at the base of transistor T66 and a triggering of the multivibrator. Lamp M2 contained in the collector circuit of transistor T67 begins to flicker.

5.3.11. Battery Unit

The battery unit consists of two batteries, B1 and B2 connected in series for charging and in parallel for operation as a supply source. The output connector is M25.

Voltage across the battery is 10-15 V and its capacity is 3 A-h. The battery unit provides continuous operation for 1 to 3 hours depending on the surrounding conditions.

The battery unit is connected to the mains power pack (charger) through a connecting cable with connectors M23 and M24.

5.3.12. Mains Power Pack and Battery Charger

The mains power pack (battery charger) comprises power transformer Tp5, rectifiers and filters M26, C178; M115-M118, C177; M119-M122, C167, C168, and a current-and-voltage stabilizer using transistors T70-T72 (Fig. 25).

On connection of this pack to the main unit by means of plug connector M22 ("12.6 V") the meter can operate on a 220-V A.C. mains supply (windings 6-7 of transformer Tp5).

On connection of the pack to the battery unit the battery cells begin to draw charge (windings 3-5 of transformer Tp5).

The function of the battery charger in battery charging is fulfilled by the current-and-voltage stabilizer which is a transistorized compensation stabilizer with direct regulation using transistors T70-T72.

When the battery is charging, transistor T72 is cut off and the base of transistor T71 is at a negative fixed voltage set by avalanche diode 1123 which gives a constant current drain of 150 mA through resistors R345, R346.

When the battery has got its full charge (15 V), transistor T72 begins to conduct (initial setting is by means of resistor R351), which causes transistor T71 to turn off thereby cutting off conduction of transistor T70 and thus stopping the flow of charge current. The circuit becomes a voltage stabilizer in which the regulating element is realized by composite transistor T70, T71.

5.4. Construction

The line irregularity meter consists of a self-contained main unit and three additional units (input-circuit unit, power pack and battery unit) providing flexibility in operation.

The main unit is contained in a standard small-size casing made up by a front and a back cast frames interconnected by two cast side ties. The easy-to-remove top and bottom covers are fastened to the side ties with special screws.

The circuitry is realized by printed-circuit boards except for large-size elements mounted on a transverse wall and a horizontal chassis. The transverse wall is fastened to the side ties, and the horizontal chassis to the transverse wall and the brackets attached to the side ties. Both the horizontal chassis and the transverse wall attached to it are hinged and can be swung out for easy access to every circuit element. Some of the printed-circuit boards are also made swingable for the same purpose.

To swing out the chassis, it is necessary to undo two stop screws in the brackets (near to the side tie) and four screws fastening the chassis rear wall to the side ties.

The chassis is swung out by turning it about the axles passing through the openings in the brackets located close to the stop screws.

Reassembly should be carried out in the reverse order. On completion of reassembly the chassis attachment screws should be stopped with paint.

The screen with the c.r.t. is fastened to the front panel and to the cast bracket attached to the side tie. The shield housing the amplifier board is fastened to the same bracket and to the front frame.

The front panel carries all the principal controls, checks and indicators which are arranged in functional relationship and are

fitted with suitable labels and signs (Fig. 26). A protective cover is put on the front panel for the time of transportation.

Auxiliary controls and connectors are located on the side panels (Figs 27 and 28).

The functions of the controls and checks are described in Chapter 8.

The plug-in power pack and battery units housed in plastic casings are attached to the back panel and connected to the main unit circuitry through a cable terminating in connector RH2H-1-18T (Figs 29 and 30).

The operating hour meter, type 3CB-2,5-12,6 is on the back wall of the main unit.

The meter has a rectangular carrying handle attached to the side ties. In operation the handle serves as a support allowing the meter for being fixed.

5.5. Marking and Sealing

5.5.1. The meter name and designation ("P5-10 line irregularity meter") are marked down on the front panel. The serial number and year of manufacture are indicated on the back panel.

5.5.2. The following identification marks are provided on the meter to facilitate repairs:

(a) reference numbers corresponding to the schematic circuit diagram are marked beside all electrical and R.F. elements on the printed-circuit boards, chassis, transverse wall, left-side tie, brackets and panels;

(b) the output and check points on the printed-circuit boards are marked in accordance with the schematic circuit diagram;

(c) wiring is multi-coloured to identify wire functions as follows:

red wires are for the circuits that are at positive potential;
blue wires are for the circuits that are at negative potential;

black wires are for the circuits that are at zero potential relative to earth;

yellow wires are for the A.C. supply and valve heater supply circuits;

white colour is for all other circuits.

5.5.3. The seats for the special screws attaching the covers to the side ties, and the sealing cups under the two screws in the lega are used as the places to affix seals.

The power pack and the battery unit are sealed under the screws attaching the cover to the casing of these units.

5.5.4. Doubly locked suspended seals are attached to the stowage case.

6. GENERAL DIRECTIONS FOR USE

Given in the further text is the information necessary for correct utilization, maintenance and transportation of the meter, as well as for testing it and upkeeping it in constant readiness for work.

The handling and care guide and the description of the operating procedure to be adopted in working with the meter and its accessories, contained in the subsequent chapters, are given to cover the entire service life of the meter.

6.1. Setting Up for Operation

De-preserve the instrument in the following order:

take out the main unit and the accessories from the stowage case;

take off the polyethylene bag from the main unit;
take off the protective polyethylene covers from the plugs and sockets of the supply cable and connecting cables;
inspect externally the meter, accessories and spares;
check that the meter is complete against the list of standard equipment.

6.2. Connection to Power Supply Sources

The meter is designed to operate on a D.C. line supply of 10-15 V or 22-30 V, or A.C. supply mains of (220 ± 22) V at 50 Hz or 400 Hz, or from the built-in battery.

Current drain in operation from a D.C. line or the battery unit does not exceed 1 A.

The battery has a capacity of not less than 3 A-h.

Connect the main unit to power supply as follows:

to a D.C. line of 10-15 V - by means of the power cord marked "12.6 V" with engraved polarity;

to a D.C. line of 22-30 V - by means of the power cord marked "12.6 V", via a series resistor (R354) marked "24 V, 27 V" (supplied at request);

to an A.C. mains of (220 ± 22) V at 50 Hz or 400 Hz - by means of the power cord marked "220 V 50 Hz, 400 Hz" (the main unit is connected to the power pack through connector "12.6 V");

to the battery unit (independent supply) - through connector "12.6 V".

Before applying supply voltage to the meter make sure that the base unit is correctly connected to the supply source.

The meter can operate from any external chemical current sources providing a voltage of 10-15 V or 22-30 V and a discharge current of at least 1 A. Connection of the meter to such a source is through the "12.6 V" cord (or through this cable and using the "24 V, 27 V" series resistor).

IMPORTANT! The battery unit contained in the meter standard equipment is delivered with the battery in a discharged state. To avoid the battery breakdown, the main unit must not be connected to the battery unit before the battery is charged. The charging procedure is described in Chapter 8 (para 8.4 (TO)).

7. SAFETY PRECAUTIONS

The meter conforms to the 1st class of electrical safety standard.

All measurements on a line must be carried out with the line disconnected on both ends. To avoid damage to the meter, be sure to previously discharge the line by shortening the cable cores to each other and to the earth bus.

Precautions should be taken when performing scheduled maintenance and repair operations. As the meter has high-voltage sources of -700 V, +2200 V and ~220 V A.C., study the layout of components which are at a high potential, before carrying out any operation. The symbols "V" marked beside the high-voltage supply unit and the fifth c.r.t. anode warn of the danger.

Before connecting the meter to the supply source earth the protective earth terminal marked "⊕" on the power pack.

Soldering and wiring operations on the circuit must be carried out only after the meter is disconnected from power supply line, and the protective earth terminal must be disconnected only after the meter is disconnected from the power supply line.

8. PREPARATIONS FOR OPERATION

8.1. Arrangement and Functions of Controls

All the main control, connection and check elements of the main unit are arranged on the front and side panels (Figs 26, 27, 28).

8.1.1. The functions of the controls on the main unit are indicated in Table 4.

Table 4

Control	Function
---------	----------

Front Panel

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. GAIN knob | To set the c.r.t. indicator sensitivity |
| 2. OUTPUT IMP. knob | To match the generator output impedance with the line wave impedance |
| 3. TEST PULSE (μs) knob | To select test pulse duration |
| 4. RANGES (km) knob and toggle switch | To select distance measuring range |
| 5. CONTRACTION knob | To set contraction factor for the cable to be tested |
| 6. DISTANCE knob | To measure distance to discontinuity (fault) |
| 7. READING SET knob | To set the start of distance reading (to match test pulse with read mark) |
| 8. COMPENS. knob | To correct reflected pulse shape (to compensate for test pulse distortion) |
| 9. " ✱ " knob | To adjust beam brightness |
| 10. " ⊙ " knob | To focus the beam |
| 11. " ↑ " knob | Vertical displacement of sweep trace over c.r.t. screen |
| 12. SUPPLY toggle switch | To switch on power supply |
| 13. Pilot lamp | To indicate voltage across battery and indicate that meter is "on" |

Left-Side Panel

- | | |
|--|---|
| 14. INPUT-OUTPUT connector | Test pulse generator output and connection of connecting cable |
| 15. COM.-SEP. knob | To switch over measuring conditions |
| 16. FILTER knob | To correct amplifier pass-band at high interference in line |
| 17. "0.25 A" fuse | Protection against overvoltages in line |
| 18. " ▼ " resistor adjustment slots on left-side tie | To calibrate the DISTANCE scale |
| 19. " ↑ □ " resistor adjustment slot | To set sweep trace in initial position vertically (before start of measurement) |

Right-Side Panel

- | | |
|----------------|--|
| 20. "2 A" fuse | Protection with regard to power supply |
|----------------|--|

Table 4, continued

Control	Function
21. " ✱ r " socket	Calibration markers output for checking and calibration of measuring ranges
22. " 1 " terminal	Earth terminal

8.1.2. The power pack has the following connection and control elements (Fig. 29):

- "0.5 A" fuse to protect the power pack on connection of it to 220-V, 50-Hz, 400-Hz mains;
- pilot lamp to indicate that the unit is switched on;
- "12.6 V" connector to connect the power pack to the main unit or to the battery unit for charging;
- MAINS toggle switch to switch on power supply;
- "220 V, 50 Hz, 400 Hz" cord to connect the power supply to a 220-V, 50-Hz or 400-Hz mains;
- " ⊕ " earth terminal.

8.1.3. The battery unit has a "12.6 V" connector for connection of the battery unit to the main unit for charging (Fig. 30).

8.1.4. The input-circuit unit carries the following control and connection elements (Fig. 31):

- INPUT 1 and INPUT 2 terminals for connection of the lines to be measured;
- OUTPUT connector for connection to the INPUT-OUTPUT connector of the main unit;
- ON toggle switch to switch on the balanced-to-unbalanced transformer in the mode of the test pulse suppression;
- BALANCING knob to accurately set balance in the mode of the test pulse suppression;
- BALANCED-UNBALANCED toggle switch to switch over the meter input to suit the type of line to be measured (balanced or unbalanced);
- (COM.-SEP.-SUBTR.) knob to switch over the cores of the cable to be measured at the meter input for different methods of measurement.

8.2. Preparing the Main Unit for Operation

8.2.1. Examine the main unit externally to ensure that it is undamaged.

8.2.2. Place the main unit conveniently for operation.

8.2.3. Set the controls in the following initial positions:
GAIN-in the extreme counter-clockwise position;
DISTANCE - to "0";
READING SET - in the extreme counter-clockwise position;
SUPPLY - in the lower position (off).

8.2.4. Connect the connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector.

8.2.5. Connect to the "12.6 V" connector of the main unit:
- the "12.6 V" power cord for operation from a 12.6 V D.C. line (via the "24 V, 27 V" series resistor for operation from a 22-30 V D.C. line);
- the "12.6 V" connector of the power pack for operation from a 220-V, 50-Hz or 400-Hz mains;
- "12.6 V" connector of the battery unit for operation from the battery.

8.3. Switching On and Checking for Proper Functioning

8.3.1. Before switching on the meter be sure to set the "★" knob (beam brightness control) in the extreme counter-clockwise position.

8.3.2. Connect the meter to the external power supply by means of a suitable cable. Turn on the MAINS toggle switch on the power pack (if 220-V mains supply is to be used) and see the pilot lamp lights up.

Turn on the SUPPLY toggle switch on the meter front panel and see that the pilot lamp lights up. The SUPPLY pilot lamp on the front panel fulfils also the function of an indicator of the magnitude of the main unit supply voltage (in operation from the battery unit). If the main unit supply comes to be within 10.2 to 9.8 V or lower, the pilot lamp will begin to flicker indicating that the cells are discharged. In this case it is necessary to immediately stop the operation from the battery and to charge the battery as indicated in Para 8.4.

8.3.3. Adjust the beam brightness, focus and position on the c.r.t. screen by operation of knobs "★", "⊙" and "┆" (and, if required, by means of potentiometer "┆■"). Smoothly rotate the READING SET knob to the clockwise until the test pulse appears on the screen.

8.4. Monitoring the Battery Voltage during Operation and Charging

If the pilot lamp on the meter front panel begins to flicker, operation from the battery must be discontinued.

Charge the battery as follows:

connect the "12.6 V" connector of the power pack to the "12.6 V" connector of the battery unit through the battery charge cable;

connect the "220 V, 50 Hz, 400 Hz" power cord of the power pack to the 220-V, 50-Hz or 400-Hz mains;

turn on the MAINS toggle switch on the power pack.

Full-charge duration is 15 hours, charging is stopped automatically.

Check the battery voltage by connecting the battery unit to the main unit ("12.6 V" connectors) and checking that the pilot lamp on the main unit front panel lights up.

If the battery is fully charged, the meter will continuously operate from the battery unit for at least one hour.

9. OPERATION

9.1. Preparatory Steps

9.1.1. Measurements on lines or cables are carried out for the following purposes:

to locate a fault manifested by poor communication or no communication at all, absence of voltage transmission, etc.;

to perform preventive maintenance operations on the line or cable.

9.1.2. IMPORTANT! the meter has a direct-coupled input and, therefore, no external voltage must get at the meter input.

If an external voltage gets by chance at the meter input, the overvoltage protection circuit will operate and fuse "0.25 A" will blow out on the left-side panel. The reflected pulse will disappear from the c.r.t. screen.

To avoid damage to the meter, all measurements must be carried out after the line is disconnected on both ends and discharged.

When the meter is to be used on cables lying in the vicinity of other cables that are energized and there is a possibility of voltage getting in the line to be measured, connect the meter to the line via a coupling capacitor of 5-10 μF with a breakdown voltage rating exceeding the possible voltage in the line.

9.1.3. Before connecting the meter to an external power supply assure that the main unit is correctly connected to the power supply source.

9.1.4. Set the controls on the front and side panels in the following positions:

- GAIN - in the extreme counter-clockwise position;
- DISTANCE - to "0";
- READING SET - in the extreme counter-clockwise position;
- COMPENS. - in the extreme counter-clockwise position;
- FILTER - to " $\approx$ ".

9.1.5. Earth the meter (terminal " $\oplus$ " on the power supply unit), connect the supply cable to the external power supply source and turn on the SUPPLY toggle switch. The pilot lamp will light up and in half a minute or two minutes the "Sweep trace will appear on the C.R.T. screen.

9.1.6. Adjust the beam brightness, focus and position on the C.R.T. screen by operation of the " $\times$ ", " $\oplus$ " and " $\downarrow$ " knobs. The sweep trace should be positioned in the middle of the screen.

9.1.7. Connect the connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector on the meter left-side panel and connect the patch cable or the input-circuit unit to the connecting cable connector (Paras 9.4.1 and 9.4.2 of the Manual).

9.2. Prestarting Operations Depending on the Type of Cable to be Measured

9.2.1. Select the measuring range to suit the length of the line to be measured: 0.3 km, 1 km, 3 km, 10 km, 30 km, 100 km, 90 km or 300 km, with the RANGES (km) selector switch and toggle switch.

More accurate measurements are obtained when readings are taken somewhere in the end of the measuring range.

9.2.2. Set the TEST PULSE (μ s) knob as follows:
to "0.05; 0.1; 0.3; $\neg$ " for a line of up to 10 km long;
to "0.1; 0.3; 1; 3" for a line of up to 30 km long;
to "1, 3, 10, 30" for a line of up to 300 km long.

Note. For some types of lines and in case of complex faults the TEST PULSE (μ s) knob may be set otherwise.

9.2.3. Set the OUTPUT IMP. knob to comply with the wave impedance of the line to be measured. The values of the meter output impedance are given approximately by the colour sectors under the

OUTPUT IMP. knob on the meter front panel. The light sector corresponds to an output impedance of 20 to 100 Ω , the grey sector to 100-250 Ω , and the dark-grey sector to 250-500 Ω .

9.2.4. Connect the patch cable to the line to be measured.

9.2.5. Put the COM.-SEPAR. knob on the left-side panel to COMMON 1 for measurements on one pair of wires and by the consecutive comparison method or to SEPAR. for measurements by the energy transfer method.

Notes: 1. When measuring by the method of consecutive comparison of pairs the COM.-SEPAR. knob should be successively put from COMMON 1 to COMMON 2, COMMON 3. The INPUT 1, INPUT 2, INPUT 3 terminals of the patch cable should be connected to the corresponding cores (wires).

2. For measurements by the energy transfer method connect one core of the cable to be measured to the INPUT 1 of the patch cable and connect the other core to the GAIN terminal.

9.2.6. Put the CONTRACTION knob in a position corresponding to the value of contraction factor for the type of the cable to be measured.

Contraction factors for different types of cables are given in Tables 5 and 6.

Table 5

Type of line	Contraction factor	Wave impedance, Ω
1. Coaxial cables with polyethylene insulation (for instance, PK-50-2-11)	1.52	50
2. Coaxial cables with fluoroplastic insulation (for instance, PK-50-2-21)	1.41	50
3. Coaxial cables with semi-serial insulation (for instance, PK-100-7-1)	1.2	100
4. Coaxial R.F. communication cables (for instance, PK-75-9-12)	1.5	75
5. $\emptyset$ KE-1 $\times$ 1.3	1.3	100
6. High-voltage power cables, types CE-OCB, OAB, CEC3-6-10-35-110 kV	1.87	25-35
7. Overhead communication line (wire-wire duct), bronze-metal	1.05	500-540
8. Overhead communication line, (wire-wire duct), steel	1.3	

Table 5, continued

Type of line	Contraction factor	Wave impedance, Ω
9. Overhead power transmission lines		
35-110-220-400 kV	1.0	400
10. Cord cables, styroflex	1.36-1.15	
11. II-296 cables	1.6	
12. TTBK 5x2 cables	2.1	
13. ITPK 5x2 cables	1.58	
14. ITPK 10x2 cables	1.5	
15. ITPK 20x2 cables	1.5	
16. KPMT 3x2.5 cables	2.26	
17. H270 cables	3	
18. Cables with rubber insulation	2	
	(approx.)	

For the cables not covered by the available reference data contraction factor can be found experimentally (Para 9.5).

9.3. Calibration of the Meter

9.3.1. The purpose of calibration is to ensure that the error of distance-to-fault measuring is within the specified limits, which is of importance when especially accurate measurements are required.

9.3.2. The frequency of measuring range calibration depends on the reasons for calibration.

The meter is subject to calibration on the following occasions: when first putting to use the meter received from the Manufacturer;

when especially accurate measurements are required;
during scheduled maintenance performed on the meter;
after long-distance transportation.

9.3.3. Range Calibration Procedure

Connect the connecting cable together with the patch cable to the INPUT-OUTPUT connector of the meter (left-side panel) and connect the GAIN and "1" terminations of the patch cable to the meter "1" f and "1" sockets, respectively (right-side panel).

Put the COM-SEPAR. switch to SEPAR. Set the CONTRACTION knob at "1.5" to check the 1-km and 10-km, ranges "1.2" to check the 100-km range and at "1.6" to check the 300-km range.

Table 6

Type of line	Contraction factor			Wave impedance, Ω		
	Middle wire-two extreme wires	Wire-wire-extreme wires	Three wires-earth	Middle wire-two extreme wires	Wire-wire-extreme wires	Three wires-earth
Overhead single-circuit power transmission lines:						
110 kV	1	1.01	1.06-1.04	330-380	380-410	610-650
220 kV	1	1.01	1.06-1.02	350	410	650
330 kV	1	1.01	1.08-1.03	260	300	485
500 kV	1	1.05-1.01	1.09-1.04	245	280	445
Power three-core cable lines with circular core insulation: CE, AE, AAE, CIT etc.	1.87-1.83	1.87-1.83	1.97-1.89	8 - 30	8 - 30	12 - 60

Operate the GAIN knob to set the marker amplitude convenient for observation on the o.r.t. screen.

Match one of the markers with any mark of the o.r.t. graticule by operation of the READING SET knob. Rotate the DISTANCE knob from position "0" to match all the markers successively with the same graticule mark on each range. In this case the readings of the DISTANCE scale are as follows:

over ranges:

1 km - 0, 100 (± 1 div.);

10 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100 (± 1 div.);

100 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100 (± 1 div.);

300 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100 (± 1 div.).

If the DISTANCE scale readings differ from the above values perform calibration by means of slot-adjustment potentiometers " ∇ " (1, 10, 100, 300, depending on the range to be calibrated) on the left-side tie.

Repeat the measurements to check that calibration is correct.

9.3.4. In operation under normal ambient conditions the calibration error is within ± 1 % of the given main range value.

If the meter is to operate in the service ambient temperatures from -30 to $+50$ °C it should be calibrated under the service ambient conditions; the calibration error in this case will be within ± 2 % of the given main range value.

9.4. Measurements

9.4.1. The main unit allows the following measurements to be made on cables:

determination of distance to a fault (wave impedance irregularity) in an unbalanced cable;

measurement of time delay;

consecutive comparison of three cores;

measurement by the energy transfer method;

investigation of complex faults by using a single voltage change as a test pulse (distinguishing the reactances of inductive and capacitive natures from real faults, measuring the extent of cable inserts and construction lengths, measurements on lines having taps, measurements at a continuous variation of wave impedance caused by moisture getting in the cable, etc.).

9.4.2. With the input-circuit unit connected to the main unit, it is possible to carry out measurements on cables by the following methods:

comparative analysis;

separate connection of the test pulse generator and amplifier (i.e. the energy transfer method);

subtraction (the test pulse is transmitted into two lines, one of them being sound);

compensation for the test pulse distortion at the amplifier input;

unbalanced-to-balanced output switchover.

The diagrams of the meter connection for different input conditions are given in Appendix 2.

9.4.3. After completion of preparations for work and having connected the meter to the line to be measured examine the line pulse characteristic on the o.r.t. screen.

9.4.4. Clear display of the pulse characteristic is obtained by adjustment of the OUTPUT IMP. and FILTER controls.

Note. The FILTER knob should be set in positions " ≈ 1 ", " ≈ 2 " and " ≈ 3 " for measurements on lines with a high low-frequency noise, and it should be set in position " ~ 1 " for lines with a high high-frequency noise.

9.4.5. Find the spike on the pulse characteristic corresponding to the reflection from an irregularity (location of the supposed fault) and identify the nature of the fault.

Notes: 1. To facilitate detection of the signal reflected from the fault on a complex pulse characteristic containing numerous reflections from transpositions, inserts and repeated reflections, draw the pulse characteristic and compare it with the drawing previously made on the line in the absence of fault and in the same positions of the controls.

2. If a previously drawn pulse characteristic is not available, consult the line route chart and ascertain (by the time of pulse travel) the relation between the spikes on the pulse characteristic and the transpositions, beginnings and ends of inserts, etc., shown on the chart. The spike that cannot be related to any irregularity marked on the chart will be the signal reflected from the fault.

9.4.6. Match the leading edge of the test pulse with one of the o.r.t. graticule marks by operations of the READING SET knob.

9.4.7. Operate the DISTANCE knob to match the start of the leading edge of the found spike (reflected pulse) with the reference mark of the graticule (with which the test pulse has been matched).

9.4.8. Take the reading of the DISTANCE knob (the obtained measurement includes the connecting cable length).

If the line has a great length and the meter has indicated the fault location at the far end of the line, it is advisable that measurement be repeated from that end.

9.4.9. After the fault is cleared examine the line again with the meter and make a sketch of the line pulse characteristic or introduce amendments in the old sketch in case a new noticeable reflection has appeared after elimination of the fault.

The line route chart should contain the following data:

pulse length (position of the TEST PULSE (μ s) knob);

output impedance (position of the OUTPUT IMP. knob);

measuring range (position of the RANGES (km) knob);

gain (position of the GAIN knob);

meter and input-circuit unit input (balanced or unbalanced).

9.4.10. Time delay of cables is measured in the same way as the distance to fault. Set the CONTRACTION knob at "1.5". The reading taken from the DISTANCE knob scale will be equal to twice the delay time. Reading in microseconds is obtained by multiplying the DISTANCE scale reading (km) by 10.

9.4.11. Complex faults are measured by investigating the line with a single voltage change, having set the TEST PULSE (μ s) knob at "1".

The pulse characteristics of line with various typical irregularities given in Appendix 1 can be taken as a guide for identifying and evaluating a fault. The distance to the fault in this case is measured in the same manner as described above.

Operate the READING SET knob to match the voltage change leading edge with a mark of the c.r.t. graticule.

Find the spike on the voltage change flat top, corresponding to the fault location.

Operate the DISTANCE knob to match the beginning of the leading edge of the found spike with the graticule reference mark.

Take the reading of the DISTANCE knob indicating the distance to the fault.

Note. When using gain, the voltage change top may go outside the c.r.t. screen. In this case position the voltage change top conveniently for observation on the screen by operation of the "I" control. Should this control be insufficient, use the "I" initial trace setting resistor whose slot is on the side tie. After completion of measurements set the sweep trace in the initial position with this resistor, having previously set the "I" knob in the middle position.

9.4.12. When measurements are carried out on long lines or cables with great attenuation, the meter resolution is appreciably deteriorated due to the pulse elongation and its shape distortion.

The resolution with regard to distance is restored by correction of the test pulse shape by means of the COMPENS. knob.

Set the COMPENS. knob in a position where the observed pulse characteristic is the most clearly visible one and make measurements as described above.

9.5. Determination of Wave Contraction Factor for Cable of Known Length

9.5.1. Contraction factor in multi-wire cables and lines is determined for a definite wave duct.

To avoid an error in setting the contraction factor for one and taking the distance measurement by another wave duct (which has a different contraction factor), follow the recommendations given in Section 5.1 in work on multi-wire lines.

9.5.2. Set the controls in the following positions:

CONTRACTION - at "1";

DISTANCE - at "0".

9.5.3. Select the measuring range corresponding to the known length of the cable to be measured.

9.5.4. Connect the connecting cable together with the patch cable to the INPUT-OUTPUT connector of the main unit.

9.5.5. Set the initial reading point by matching the test pulse leading edge with the read mark on the graticule.

9.5.6. Connect the cable to be investigated to the connecting cable.

9.5.7. Set the DISTANCE knob in a position corresponding to the known length of the cable to be investigated (for relatively short cables including the connecting cable length).

9.5.8. Match the reflected pulse leading edge with the read mark on the c.r.t. screen by rotation of the CONTRACTION knob in the clockwise direction.

9.5.9. Read the contraction factor of the cable off the CONTRACTION scale. The reading accuracy will depend on the accuracy of the geometric cable length determination.

9.6. Sketching the Pulse Characteristic

The pulse characteristic is sketched by drawing a piece of tracing paper through the frame (sketching attachment) as follows:

- prepare a tape of tracing paper of the necessary length;
- draw the tape through the slots in the frame;
- make a sketch of the pulse characteristic;
- draw the tape further for a next sketch.

10. TROUBLE SHOOTING

10.1. Directions for Repairs

Repairs should be carried out in the R.F. measuring laboratory conditions, observing the safety regulations indicated in Chapter 7.

Table 7 below gives the most typical troubles, their symptoms and ways of remedy. In tracing a fault refer to the schematic circuit diagram, resistance and voltage charts, oscillograms of pulse voltages and the element layout drawings appended to the Manual.

The repair technique is the same as that usually adopted for radioelectronic equipment.

Before starting to trace a fault on the meter make sure that the trouble is not simply caused by incorrect position of the controls, or a fuse missing or blown, or the supply cable not complying with the power source in use.

Actual trouble shooting is carried out with the help of an oscilloscope and a type B7-15 voltmeter.

First of all check the voltage stabilizer circuit for its output to be of the order of 8.5 V, then check the values of all rectified voltages furnished by the power supply circuit (see Para 5.3.10 and Table 3).

After elimination of all defects check the meter electrical characteristics and, if required, adjust and align the meter (see Chapter 11 of the Manual).

Should the moisture-protective coating be damaged during operation or repair, treat the damaged spots with an alcohol-gasoline mixture and coat them with three successive layers of moisture-protective varnish.

To open the meter for repair, proceed as follows:

- remove the power pack (or the battery unit) by undoing four screws fastening the unit to the instrument frame;
- remove the bottom cover;
- remove the top cover;
- turn out the metal chassis together with the transverse wall

and the elements mounted on them (high-voltage supply unit, operating hour meter, clock generator, amplifier, test pulse generator and supply printed-circuit boards) and swing out the chassis.

To replace the c.r.t. proceed as follows:

- remove the bezel;
- disconnect the c.r.t. socket;
- take out the tube from the screen.

10.2. Trouble Chart

The troubles most commonly to be encountered on the meter are listed in Table 7.

Table 7

Trouble and its symptoms	Possible cause	Remedy
1. Pilot lamp J2 fails to glow	Burnt out lamp J2 Blown out fuse Jp3 Faulty toggle switch B9 Faulty transistor T67	Replace lamp Replace fuse Replace toggle switch Replace transistor
2. No beam on c.r.t. screen	Poor contact of c.r.t. socket Faulty c.r.t. No voltage supply to c.r.t.	Repair contact Replace c.r.t. Check, clear faults in supply circuits
3. Beam brightness out of control	Faulty resistor R51	Check, replace if faulty
4. Beam cannot be focused	Faulty resistor R54	Check, replace if faulty
5. No sweep trace on the c.r.t. screen	Faulty one of microcircuits MC11, MC13, MC14 or transistors T7, T10, T13 No contact in switch B1	Locate and replace faulty element Repair switch
6. Sweep trace cannot be moved vertically	Faulty resistor R264 Faulty one of transistors or microcircuits T43-T52, MC20, MC22	Check and replace Locate and replace faulty element T43 and T44 are selected in pairs according to U _{out}
7. No calibration markers	Faulty switch B1, diodes J2-J5	Locate and replace faulty element

Table 7, continued

Trouble and its symptoms	Possible cause	Remedy
8. No test pulse	Faulty microcircuit MC1 or crystal unit HsI Faulty microcircuit or transistor MC15, T9, T20-T22, T30-T32 Faulty resistor R225 No contact in switch B3 Blown out fuse HPI No contact in switch B7 Faulty resistor R261 Faulty transistors or microcircuit T43-T52, MC20, MC22	Locate and replace faulty element Locate and replace faulty element Check, replace Repair switch Replace fuse Repair switch Check, replace Locate and replace faulty element
9. No Y-gain		
10. No compensation pulse	Faulty resistor R244 Faulty transistors T25-T29, T33, T34	Check, replace Locate and replace faulty transistor
11. No sweep delay (on rotation of DISTANCE and CONTRACTION knobs)	Faulty DISTANCE potentiometer Faulty microcircuit MC12 or transistors T6, T14	Replace potentiometer Locate and replace
12. Test pulse cannot be matched with read mark on c.r.t. screen	Faulty READING SET potentiometer R126 Faulty microcircuit MC11-3 or MC13-3	Replace potentiometer Locate and replace faulty element
13. Power consumption from external source is sharply increased:	Shorted turns in transformer Tp4	Replace transformer
a) D.C. line	Faulty transistor T61 or T62	Find and replace faulty transistor
b) A.C. mains	Shorted turns in transformer Tp5	Replace transformer

Transistors T43 and T44 (2U303B) are selected according to the diagram shown in Fig. 32. Transistors are selected in pairs according to the output voltage given in the diagrams. A selected pair

of transistors shall meet the following requirement:

$$U_{out1} - U_{out2} \leq 0.1 V$$

After elimination of fault involving replacement of a changeable component the meter needs the following adjustments (see Table 8).

Table 8

Replaced component	Adjustment
1. CONTRACTION potentiometer R80	Manipulate resistor R82 to obtain that voltage drop across R80, R81, R82 is twice and a half higher than that across R81, R82
2. Transistor T63-T65	Adjust the 8.5-V stabilizer output (emitter of T64) with resistor R328
3. Transistor T70-T72 (power pack)	Adjust the charger with resistor R351
4. Cathode-ray tube	Position the beam in parallel with c.r.t. graticule horizontal lines with resistor R60 Apply a 100 kHz sinusoidal signal from the I4-73 generator to the meter input. Set oscillogram height equal to 3 cm. Adjust resistors R58, R59, R61 to eliminate geometric distortions of c.r.t. so that the rastre top, bottom and sides are as rectilinear as possible. Obtain clear rastre display on the screen

Replacement of other transistors and potentiometers introduces no appreciable change in the meter electrical parameters and requires no re-adjustments.

10.3. Completing the Battery Set During Battery Replacement

10.3.1. Replacement of the cell battery requires preliminary charge-discharge cycling and assembly of cells into a new battery. Proceed as follows.

The HKT-1,5 cells that have been stored discharged for longer than 15 days should be brought in serviceable condition by carrying

out two charge-discharge cycles at the rates indicated in Table 9.

Table 9

Cycle No.	Charge		Discharge	
	current, mA	duration, h	current, mA	minimum voltage, V
1	150	10	450	1.0
2	150	15	450	1.0

10.3.2. To facilitate assembly of a new battery sort out the cells according to their capacity shown by the test cycle carried out by the Quality Control Department, and if they have been brought into serviceable condition (as indicated above) sort them out according to the capacity shown by the 2nd cycle. The capacity of cells is found by the following formula:

$$C = I_{dis.} \cdot T_{dis.}$$

where $I_{dis.}$ is the cell discharge current;

$T_{dis.}$ is the time taken by the cell to discharge to the minimum voltage of 1 V.

The cell charging circuit diagram is given in Fig. 33, and the discharging circuit diagram in Fig. 34.

10.3.3. Assemble the cells into a group of 25-30 cells (10 cells per battery). The capacity spread of the cells in the group should be minimum and not exceed 7 % of the rating. Connect the cells in the group in series and test them at the rates indicated in Table 10.

Table 10

Cycle No.	Charge		Discharge	
	current, mA	duration, h	current, mA	minimum voltage of group, V
1	150	15	300	$1.0 \times n$
2	150	15	300	$1.0 \times n$

10.3.4. In the course of discharge measure the voltage across each cell once every hour.

Start the last voltage measurement when the voltage across the entire group reaches the value of $(n + 0.015n)$ V, where n is the number of cells in the group.

At the time of cell-by-cell voltage measurement monitor the

total voltage of the group with a separate voltmeter permanently connected to the group.

Disconnect the group from the discharging circuit when the total voltage of the group becomes $(1.0 \times n)$ V.

Note. If in the course of discharge the voltage across some cells drops below 0.5 V such cells may be disconnected from the circuit to avoid polarity reversal.

Select the cells to assemble two batteries, 10 cells in each battery, from the cells of the group according to the results of the 2nd cycle.

The two batteries should not differ in capacity by more than 7 %.

The cells chosen to assemble a battery should have shown the minimum spread of voltage at the last cell-by-cell voltage measurement.

The minimum voltage of any selected cell should not be below 0.85 V and the voltage spread should not exceed 0.2 V.

The maximum voltage across a selected cell is 1.1 V.

Note. The battery may contain cells with a voltage higher than 1.1 V if the number of such cells does not exceed 10 % of the total number of cells in the battery (1 cell).

The remaining cells can be used in assembling other batteries. The cells discharged to below 0.1 V should be rejected.

10.3.5. The newly assembled batteries should be given a check cycle at the rates indicated in Table 9; while the battery is on discharge measure the voltage of all cells in succession.

The check cycle should be performed on two batteries placed in the compartments of the battery unit and suitably switched to be connected in series for charge and in parallel for discharge.

Carry out the discharge to a voltage of $(1.05 \times n)$ V across the battery, where n is the number of cells in one battery ($n = 10$).

The last cell-by-cell measurement of voltage should be started when the voltage across the battery reaches the value of $(1.05 \times n + 0.015 \times n)$ V.

The minimum discharge voltage across any cell is 0.9 V.

The cells having a voltage of below 0.9 V at the end of discharge should be replaced with cells of higher capacity from the same group that has been used to form the batteries, and the cycle should be repeated.

10.3.6. If a new battery fails to be assembled, the sorting-out and assembly may be repeated in accordance with the above description.

11. PREVENTIVE MAINTENANCE

11.1 General

Preventive maintenance is necessary to keep the meter in serviceable condition throughout its service life.

When performing the maintenance operations observe the safety precautions indicated in Chapter 7.

11.2. Types of Preventive Maintenance

11.2.1. External inspection of the meter;

checking for reliable attachment and smooth operation of the controls;

checking condition of paint, varnish and galvanic coatings;

checking the plastic parts for the absence of chips and cracks;

checking the meter for completeness and the spares and accessories for sound condition;

checking the meter for general functioning.

11.2.2. Internal inspection of meter wiring and units;

checking for reliable attachment of components to the chassis, locking of threaded joints, condition of contact connections;

cleaning the meter of dirt and dust.

11.2.3. Checking the meter electrical parameters for compliance with the certificate date indicated in Table 11.

11.3. Recommended Terms of Preventive Maintenance

It is recommended to perform the preventive maintenance operations indicated in Para 11.2.1 once every six months, and those indicated in Paras 11.2.2 and 11.2.3 once every two years.

All preventive maintenance operations dealing with the opening of the meter should be timed to the performance of any repair job or to a next scheduled testing of the meter.

12. TESTING

This Chapter meets the requirements of the Specifications for meter P5-10 (P5-10/1) and contains the directions for testing the meter and describes the testing procedure and means.

It is recommended to test the meter once every 2 years and after any repair job.

12.1. Testing Operations and Means

Table 11 lists the testing operations and equipment needed.

Table 11

Para (subitem) to consult	Testing operation	Markers to be measured	Permissible error or parameter limits	Testing means	
				reference	auxiliary
12.3.1 12.3.2 12.3.3 (a)	External inspection Functional test Checking for metrological parameters: calibration marker repetition period	period of time marker of 10, 20, 160, 640 ms	$\pm 0.1\%$	U3-28 frequency meter	
(b)	contraction (shortening) factor setting error	1.5; 1.8; 2.1; 2.4 of SHORTENING scale	$\pm 1\%$		
(c)	main error of distance measurement	over ranges 1; 10; 100	$\pm 1\%$ of range limit		
12.3.4 (a)	Checking of technical parameters: test pulse length	pulses of 0.05; 0.1;	max.		CI-55 oscillograph resistive

Table 11, continued

Para (subitem) to consult	Testing operation	Markers to be mea- sured	Permissible error or pa- rameter li- mits	Testing means	
				reference	auxiliary
(b)	test pulse amplitude	0.3			
		3; 1; 10;			load (75
		30 μ s	± 20 %		± 1.5) Ω
(c)	compensating pulse characteristics	100 μ s	min		
		pulses of 10 V			CI-65 oscillo-
		0.05;			graph, resistive
(d)	sensitivity of incoming signal amplifier	0.1 μ s			load
		0.3; 1;			(75 ± 1.5) Ω
		3; 10;			
(e)	compensating pulse characteristics	30 μ s	20 V		
		100 μ s	2 V		
		pulse am- plitude of			CI-65 oscillo-
(f)	sensitivity of incoming signal amplifier	3 V;	3 V, min.		graph, resistive
		time con- stant of			load
		10 μ s			(75 ± 1.5) Ω
(g)	sensitivity of incoming signal amplifier	in extreme at least			CI-65 oscillo-
		clockwise 0.6 mm/mV			graph, resistive
		position of GAIN knob			load
(h)	amplifier pass-band	B3-36			(75 ± 1.5) Ω
					T4-102 or T4-102A signal generator

Table 11, continued

Para (subitem) to consult	Testing operation	Markers to be mea- sured	Permissible error or pa- rameter li- mits	Testing means	
				reference	auxiliary
(e)	amplifier pass-band	at frequ- encies of 2.8 div.			T4-102 or
		100,			T4-102A genera-
		300 kHz;			tor B3-36 mil-
(f)	sweep length	1, 3, 5,			livoltmeter
		8, 10 MHz			
		over ranges:			
(g)	characteristics of power pack (battery charger): charge current end-of-charge voltage	1 km	3-6 μ s		
		10 km	30-60 μ s		
		100 km	300-600 μ s		
(h)	characteristics of power pack (battery charger): charge current end-of-charge voltage	300 km	300-1500 μ s		
		at 20 V	140-160 mA		E5-11 D.C. source
		D.C.			M250 voltmeter
(i)	power supply source voltage until current is changed	increase	29-30 V		M2007 voltmeter

Para (subitem) to consult	Testing operation	Markers to be mea- sured	Permissible error or pa- rameter li- mits	Testing means	
				reference	auxiliary
(h)	battery alarm operating voltage	decrease power sup- ply source voltage until alarm cir- cuit lamp begins flicker- ing	(10 $\pm$ 0.2) V	E5-11 D. C. source	M250 voltmeter

Notes: 1. The testing means (reference and auxiliary) indicated in Table 11 may be replaced by other instruments ensuring the required measuring accuracy.
 2. The reference (auxiliary) testing means must be sound, checked and provided with certificates (with appropriate records in the Service Logs) on the State testing data.
 3. Operations as per item 12.3.4 should be performed only after repair of the meter.

The main characteristics of the reference and auxiliary testing means which are necessary for testing procedure are given in Table 12.

Table 12

Testing means	Main characteristics of test- ing means		Recommended testing means	Remark
	measurement range	error		
Multi-purpose oscillograph	0-35 MHz	5 %	C1-65	
Electronic frequency meter	0-50 MHz; 0.1V	$5 \cdot 10^{-9}$	43-38	
R.F. signal generator	0.1-50 MHz	± 1 %	14-102 cr 14-102A	
Millivoltmeter	10 kHz-30 MHz 3 mV-300 V	4-6 %	B3-36	
Voltmeter	0-750 V	0.2 %	M250	
Voltammeter	0-30 A	0.5 %	M2007	
D.C. power supply source	2-30 V 0-1.5 A	0.5 mV eff.	E5-11	
Load resistor	75 Ω	± 2 %		

12.2. Testing Conditions and Preparations for Testing

12.2.1. Testing should be carried out under the following conditions:

ambient temperature $(293 \pm 5) ^\circ\text{K}$ $[(20 \pm 5) ^\circ\text{C}]$;
 relative air humidity $(65 \pm 15) \%$;
 atmospheric pressure $(100 \pm 4) \text{ kPa}$ $(750 \pm 30) \text{ mm Hg}$;
 power source voltage $(220 \pm 4) \text{ V}$ at $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$;
 with harmonics not more than 5 %.

Note. It is permissible to carry out testing under real laboratory conditions, shop conditions which may differ from the normal ones in case they are not beyond the working conditions for testing the meter and its testing means.

12.2.2. Rooms where the testing is performed should be free of strong magnetic and electrical sources as well as any shaking and vibration which can affect the measurement results.

12.2.3. Before testing, the following preparatory operations should be carried out as outlined in Chapter "Preparations for Operation". Prior to this, do the following (if required):

(a) depreserve the meter as described in Section 6.1 of Chapter 6 "General Directions for Use";

(b) connect the meter under testing to the reference and auxiliary testing means as required for parameter testing;

(c) connect the earthing terminals of the meter under testing, reference and auxiliary means to the earthing bus.

12.3. Testing Procedure

12.3.1. External inspection:

(a) during external inspection it is necessary to follow all the directions outlined in Section 6.1 of Chapter 6 "General Directions for Use";

(b) while examining the meter and its accessories, make sure that the meter meets the following requirements:

the meter case, front and rear walls, all its connecting, adjusting and tuning controls are free of damage;

the meter controls should function smoothly and ensure distinct fixing;

the power cords and connecting cables should be intact (check to see that the insulation is free of cuts, the connectors and contacts are in sound condition);

the meter designations and marks on the readout scales are clear;

the paint and varnish coatings have no deep scratches, peeling and ensure proper protection against corrosion.

12.3.2. Functional Test

The meter should be tested for functioning in compliance with Paras 8.2 and 8.3 of Chapter 8 "Preparations for Operation".

12.3.3. Checking of Metrological Parameters:

(a) use the 43-38 frequency meter to check the repetition period of calibration time markers. The procedure is as follows: apply pulses from meter socket "  f" to the frequency meter input;

measure the repetition period of calibration time markers over the 1-, 10-, 100-, 300-km ranges.

The measurement results are considered to be satisfactory if

the measured repetition period of calibration time markers complies with the following values:

1 km - $(10 \pm 0.01) \mu s$

10 km - $(20 \pm 0.02) \mu s$

100 km - $(160 \pm 0.16) \mu s$

300 km - $(640 \pm 0.64) \mu s$;

(b) the contraction factor setting accuracy is checked by measuring the calibration marker repetition period in different positions of the CONTRACTION scale.

The procedure of measurement is as follows:

connect the patch cable to the INPUT-OUTPUT connector of the meter through the connecting cable;

connect the GAIN and "1" terminations of the connecting cable to the "  f" and "1" meter jacks, respectively;

set the controls in the following positions:

CONTRACTION knob - to "1.5";

DISTANCE knob - to "100";

COM.-SEPAR. switch - to SEPAR;

RANGES (km) switch - to "10";

RANGE (km) toggle switch - to the upper position;

manipulate the GAIN knob to set a marker amplitude suitable for reading;

match one of the markers with any reference mark of the c.r.t. graticule by manipulating the READING SET knob;

rotate the CONTRACTION knob counterclockwise to match the next marker with the same reference mark of the c.r.t. graticule. The CONTRACTION scale should read 1.2;

rotate the CONTRACTION knob clockwise to match each subsequent marker with the reference mark of the c.r.t. graticule. The CONTRACTION scale should read 1.5; 1.8; 2.1; 2.4.

The measurement results are considered satisfactory, if the CONTRACTION scale reading differs from the indicated ones by no more than ± 3 divisions;

(c) the main error of the distance-to-fault measurement is determined by comparing the time reading with a certain contraction factor.

The procedure of measurement is as follows:

attach the meter connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector through the patch cable;

connect the GAIN and "1" terminations of the connecting cable to the meter "  f" and "1" jacks, respectively;

set the controls to the following positions:

the RANGES (km) toggle switch - to the upper position;

the DISTANCE knob - to "0";

the COMMON-SEPAR. switch-to SEPAR.;

the CONTRACTION knob - to "1.5" when checking the 1-, 10-km ranges; to "1.2" when checking the 100-km range; to "1.6" when checking the 300-km range;

manipulate the GAIN knob to set a marker amplitude on the c.r.t. screen suitable for measurement;

use the READING SET knob to match one of the markers with any reference mark of the c.r.t. graticule;

rotate the DISTANCE knob to match in turn all the markers with the same mark on the c.r.t. graticule over each range.

The readings taken off the DISTANCE scale should be as follows (in scale divisions):

over ranges:

1 km - 0, 100;

10 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100;

100 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100;

300 km - 0, 20, 40, 60, 80, 100.

The error of distance measurement over the ranges caused by switching of expansion should be checked over the 3-km range, with the RANGES (km) toggle switch set to the lower position. Set the CONTRACTION knob to "2". The readings taken off the DISTANCE scale in this case must be 0, 50, 100 divisions.

The measurement results are considered to be satisfactory, if the DISTANCE scale readings over the 1-, 10-, 100-, 300-km ranges differ by no more than ± 1 division, and by no more than ± 3 divisions over the 3-km range.

12.3.4. Checking the Technical Parameters

(a) the test pulse length is checked by measuring it with an oscilloscope at an external load.

The pulse length is measured at a level of 0.5 of the pulse amplitude.

The procedure of measurement is as follows:

attach the meter connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector through the patch cable;

attach a resistive load of $75 \pm 1.5 \Omega$ to the INPUT 1 and "1" connecting cable terminations;

connect the oscilloscope input to this load;

set the controls to the following positions:

COMPENS. knob - to the extreme counterclockwise position;

COMMON-SEPAR. switch - to COMMON 1;

OUTPUT IMP. knob - to the extreme counterclockwise position;

FILTER switch to "AC";

RANGES (km) toggle switch - to the upper position;

RANGES (km) switch to the following positions:

"1" when measuring 0.05-, 0.1-, 0.3- μ s pulses;

"10" when measuring 1-, 3-, 100- μ s pulses;

"100" when measuring 10-, 30- μ s pulses. (in measuring a 100- μ s pulse set the DISTANCE and CONTRACTION knobs to the extreme clockwise position).

Check the test pulse length at a level of 0.5.

The measurement results are considered to be satisfactory, if at a level of 0.5 the test pulse length does not exceed 0.05 μ s; (0.1 $\pm$ 0.02) μ s; (0.3 $\pm$ 0.06) μ s; (1 $\pm$ 0.2) μ s; (3 $\pm$ 0.6) μ s; (10 $\pm$ 2) μ s (30 $\pm$ 6) μ s and is at least 100 μ s, with the TEST PULSE (μ s) in the appropriate positions.

(b) the test pulse amplitude is checked by measuring it with an oscilloscope at an external load.

The testing procedure is the same as in Para 12.3.4. The measurement results are considered satisfactory, if the test pulse amplitude is not less than:

10 V for 0.05 - and 0.1- μ s pulses;

20 V for 0.3-, 1-, 3-, 10- μ s pulses;

2 V for 100- μ s pulses;

(c) the exponential pulse characteristics are checked by measuring the pulse amplitude and length with an oscilloscope at an external load.

The measurement procedure is as follows:

attach the meter connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector through the patch cable;

attach a resistive load of $75 \pm 1.5 \Omega$ to the INPUT 1 and "1" connecting cable terminations;

manipulate the COMPENS. knob to set the maximum amplitude of a negative pulse without limiting its top by referring to the oscilloscope;

measure the negative pulse amplitude (A) and duration (τ)

(Fig. 35).

The measurement results are considered to be satisfactory, if the pulse amplitude is at least 3 V and the pulse length is at least 10 μ s;

(d) the sensitivity of the Y-deflection channel is checked by measuring the amplifier sensitivity with the aid of a I4-102 signal generator.

The measurement procedure is as follows:

attach the meter connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector through the patch cable;

connect a I4-102 signal generator and a B3-36 millivoltmeter to the GAIN and "1" connecting cable terminations;
set the controls to the following positions:
GAIN knob - to the extreme clockwise position;
COMMON-SEPAR. switch - to SEPAR.;
adjust the generator output signal amplitude to obtain an image on the c.r.t. screen equal to six large divisions of the graticule;

measure the generator output signal amplitude by referring to the B3-36 millivoltmeter.

The measurement results are considered to be satisfactory, if the amplitude of the generator output signal does not exceed 20 mV which corresponds to an X-channel sensitivity of 0.6 mm/mV;

(e) the Y-channel pass-band is checked by taking the frequency characteristic.

The measurement procedure is as follows:

attach the meter connecting cable to the INPUT-OUTPUT connector through the patch cable;

connect a I4-102 signal generator and a B3-36 millivoltmeter to the GAIN and "1" connecting cable terminations;

set the controls to the following positions:

GAIN knob - to the extreme clockwise position;

COMMON-SEPAR. switch - to SEPAR.;

apply a 100-kHz sinusoidal signal from the I4-102 signal generator to the amplifier input;

adjust the generator output voltage to obtain a display equal to four large divisions of the c.r.t. graticule;

measure the input signal against the millivoltmeter;

measure the display size at frequencies of 100, 300 kHz, 1, 3, 5, 8, 10 MHz at a constant level of the input signal. The amplifier input voltage is checked against the B3-36 millivoltmeter.

The measurements results are considered to be satisfactory if the display size at the above frequencies is at least 2.8 divisions of the c.r.t. graticule;

(f) the sweep duration is checked by measuring it against the meter DISTANCE scale.

The measurement procedure is as follows:

Set the controls to the following positions:

CONTRACTION knob - to "1.5";

DISTANCE knob - to "0";

COMMON-SEPAR. switch - to COMMON 1;

RANGES (km) toggle switch - to the upper position;

RANGES (km) switch - in turn to 1, 10, 100, 300 km;

manipulate the READING SET knob to match the test pulse with the extreme right-hand division of the c.r.t. graticule;
manipulate the DISTANCE knob to match the test pulse with the extreme left-hand division of the c.r.t. graticule;

take the reading off the DISTANCE scale.

Take measurements over the 1-, 10-, 100-, 300-km ranges.

The measurement results are considered to be satisfactory, if the reading taken off the DISTANCE scale is within 30 to 60 divisions over the above measurement ranges;

(g) the battery charge is checked by measuring the charger parameters (charge current and final charge voltage), with the meter operating into opposing e.m.f.

For the connection diagram refer to Fig. 36.

The measurement procedure is as follows:

connect up the circuit arrangement;

connect the power pack to 220 $\pm$ 2.2 V 50-Hz power mains;

adjust a D.C. supply of 20 V (against the voltmeter);

measure the current at a mains voltage of 220 V and at extreme voltages of the power mains (198 and 242 V);

increasing the voltage of the D.C. source from 20 to 29-30 V, determine the voltage at which the current reaches the value of 0-20 mA.

The measurement results are considered to be satisfactory, if the measured current is within 150 $\pm$ 10 mA at 20 V at extreme voltages (220 $\pm$ 2.2 V) of the 220-V power mains and 0-20 mA at a D.C. voltage of 29-30 V;

(h) battery voltage alarm when the meter is powered by a 12.6-V D.C. source.

The procedure of measurement is as follows:

connect the meter to a B5-11 power source;

set a voltage of 12.6 V;

check the voltage by referring to the M250 voltmeter;

gradually reduce the source voltage until the meter "ON" pilot lamp starts flickering.

The measurement result is considered to be satisfactory, if the measured source voltage at the instant when the pilot lamp starts flickering is within 9.8 to 10.2 V.

13. STORAGE

13.1. The meter intended for short-time storage may be kept on a shelf without being specially packed.

The short-time storage term is 12 months. The meter must be

kept in a heated storage location at an ambient temperature from 5 °C to 25 °C and relative humidity up to 65 % at 20 °C.

13.2. The long-time storage conditions must be as follows: in case of a non-heated storage location - air temperature from -40 °C to +30 °C and relative humidity up to 95 % (at 20 °C). The storage term in this case is 5 years.

The meter intended for long-time storage must be subjected to preservation treatment.

Preservation of the meter for storage is carried out as follows:

- clean the instrument and all its accessories of dust and dirt; the meter that has been exposed to moisture should be dried under laboratory conditions for two days;

- put the meter in a protective polyethylene bag;
- put polyethylene covers on the connectors of the power cords and cables and secure them with clips; oiled paper may also be used;
- put the meter, spares and accessories in the storage case and affix seals.

13.3. Depreservation of the meter removed from a long-time storage should be carried out as follows:

- take the meter, spares and accessories out of the storage case and remove the polyethylene covers from the meter and connectors of the cables and power cords.

13.4. The storage room must be free of dust, acid and alkali vapours, aggressive gases and other substances detrimental to the equipment.

13.5. The storage batteries must be stored in a discharged state during no more than 12 months at a temperature of -5° to +40 °C and relative air humidity up to (65 ±15) % (at 25 °C).

14. TRANSPORTATION

14.1. Packing and Marking

14.1.1. Put the meter and SPT&A set in a metal storage case designed to protect the instrument against damage in transit or in service. Porous plastic and polystyrene are to be used as shock absorbing materials.

14.1.2. The transportation case is made of pinewood boards, 13 mm thick. It is bound with two continuous steel bands along the outside edges and lined with packing paper inside.

The inner dimensions of the case are 640x370x460 mm.

14.1.3. The following marks are stencilled on the transportation case: one side and front walls bear the following warning symbols: "arrow", "wineglass" and "umbrella" meaning "this side up,

do not turn over", "fragile, handle with care" and "keep off moisture", and the indication of the case mass (kg). The meter type is marked on a side wall only.

The designation and Serial No. of the meter are marked on the top of the storage case.

14.1.4. Re-packing should be carried out as follows.

Put the meter on a cardboard pad, cover its sharp protruding parts, tie over with a twine, put the instrument in a polyethylene bag and bind over with a surgical tape. Put the spares and accessories in the seats of the metal storage case. Put a porous plastic pad and put the meter above. Place the technical documents and list of standard equipment in a polyethylene bag and slip the bag between the meter and the case wall. Attach a label to the bag containing the meter. For absorption of shocks and vibration and to reinforce the packing use porous plastic and polystyrene spacers.

Affix suspended seals to the storage case.

The packing arrangement is shown in Figs 37 and 38.

Wrap the storage case in wrapping paper, tie over with twine and place it in a wooden transportation case so that there is equal spacing between the outer surfaces of the storage case and the walls, bottom and cover of the transportation case. Fill these spaces with corrugated-cardboard spacers. Put the packing list on the top layer of the spacers and nail up the case cover. Bind the case with a steel band and affix seals.

The marking and sealing places on the storage case are shown in Figs 37 and 38.

14.1.5. Use the original packing for repacking and, if it has not been preserved, find equivalent packing.

14.2. Transportation Conditions

14.2.1. The transportation conditions should be within the specified limits: ambient temperature from -50 °C to +60 °C and relative humidity up to 95 % (at 30 °C).

14.2.2. When packed the meter can be transported by any transport means over any distances, provided it is protected against direct effect of precipitation, dust, sand, etc.

When transported by air, the meter should be placed in a pressurized compartment of the plane. Transportation in non-pressurized compartments is allowed only at altitudes up to 5000 m (at pressures up to 400 mm Hg).

When the transportation conditions approximate to the specified operating conditions, the meter packed in the storage case can be transported by any transport means over any distances.

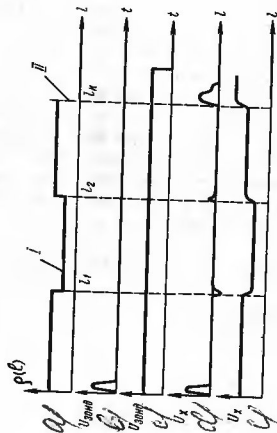


Рис. 2. Импульсные характеристики (IX) кабеля со скачкообразным изменением волнового сопротивления (вставки) при различных методах зондирования линии:
 U_{зонд.} - напряжение зондирующего импульса; I - кабельная вставка;
 II - конец кабеля (обрыв)

Fig. 2. Pulse characteristics (IX) of a cable with an abrupt change of wave impedance (insert) at different methods of testing:
 U_{зонд.} - test pulse;
 I - cable insert; II - cable end (open circuit)

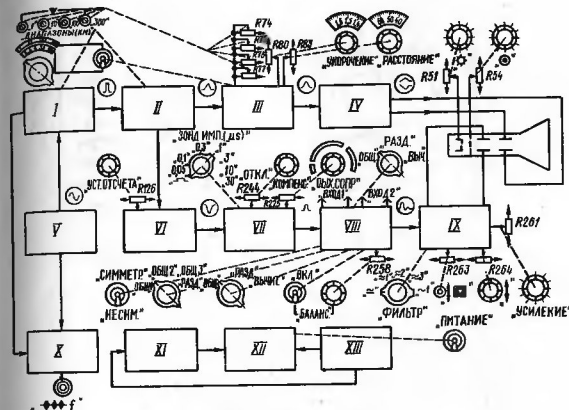


Рис. 3. Схема электрическая функциональная:
 I - тактовый генератор; II - генератор пилообразного напряжения;
 III - схема задержки развертки; IV - усилитель горизонтального отклонения; V - задающий генератор; VI - схема задержки генератора зондирующего импульса; VII - генератор зондирующего импульса; VIII - входные цепи; IX - усилитель приходящих сигналов; X - схема формирования калибровочных меток; XI - блок аккумуляторов; XII - схема питания базового прибора; XIII - блок питания от сети и зарядное устройство

Fig. 3. Functional circuit diagram:
 I - clock generator; II - sawtooth generator; III - sweep delay circuit; IV - X-deflection amplifier; V - master oscillator; VI - test pulse generator delay circuit; VII - test pulse generator; VIII - input circuits; IX - incoming signal amplifier; X - calibration marker shaper; XI - storage battery unit; XII - power supply circuit for main unit; XIII - mains power pack and battery charger
 ДИАПАЗОНЫ (км) - RANGES, km; УКОРОЧЕНИЕ - SHORTENING;
 РАССТОЯНИЕ - DISTANCE; УСТ. ОТСЧЕТА - READING SET; ЗОНД ИМП. (μs) - TEST PULSE, μs; ОТКЛ. - OFF; КОМПЕНС. - COMPENS.;
 Вых. СОНП. - OUTP. RES.; ОБЩ. - COMMON; РАЗД. - SEPAR.;
 Вых. СОНП. - SUBP.; ВХОД 1 - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; БАЛАНСР. - BALANCE; ФИЛЬТР - FILTER; ПИТАНИЕ - POWER SUPPLY; УСИЩЕНИЕ - GAIN

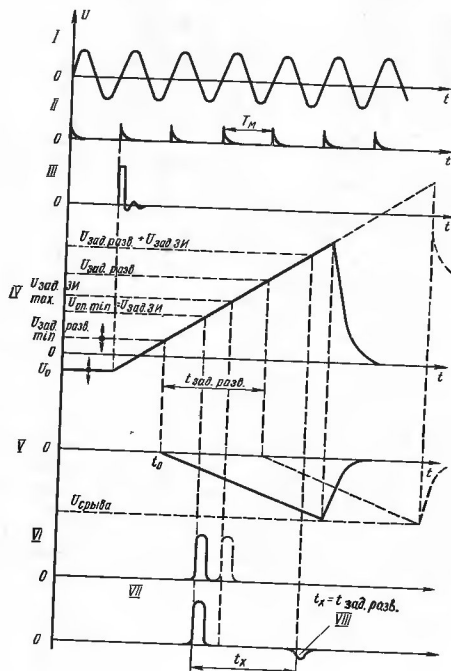


Рис. 4. Диаграммы временных соотношений:

I - выход ведущего генератора; II - выход калибратора; III - выход тактового генератора; IV - выход генератора пилообразного напряжения; V - выход схемы сравнения; VI - выход генератора зондирующих импульсов; VII - зондирующий импульс; VIII - отраженный импульс
 $U_{зед. разв.}$ - напряжение задержки развертки; $U_{зед. ЗИ}$ - напряжение задержки зондирующего импульса; $U_{оп.}$ - опорное напряжение;
 $t_{зед. разв.}$ - время задержки развертки; $t_{зед. ЗИ}$ - время распространения зондирующего импульса до неоднородности;
 $t_{х.}$ - время распространения зондирующего импульса до неоднородности;
 $T_{М.}$ - период меток калибраторных

Fig. 4. Timing diagrams:

I - master oscillator output; II - calibrator output; III - clock generator output; IV - sawtooth generator output; V - comparator output; VI - test pulse generator output; VII - test pulse; VIII - reflected pulse

$U_{зед. разв.}$ - sweep delay voltage; $U_{зед. ЗИ}$ - test pulse delay voltage; $U_{оп.}$ - reference voltage; $t_{зед. разв.}$ - sweep delay time; $U_{орыва}$ - generation stop voltage; $T_{М.}$ - calibration marker period; $t_{х.}$ - test pulse delay time

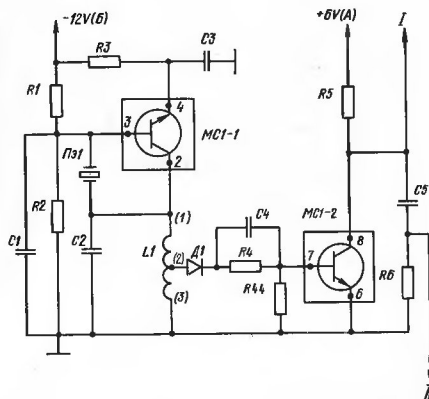


Рис. 5. Схема задающего генератора:

I - на запуск тактового генератора; II - на схему формирования калибраторных меток

Fig. 5. Master oscillator circuit diagram:

I - to trigger clock generator; II - to calibration marker shaper

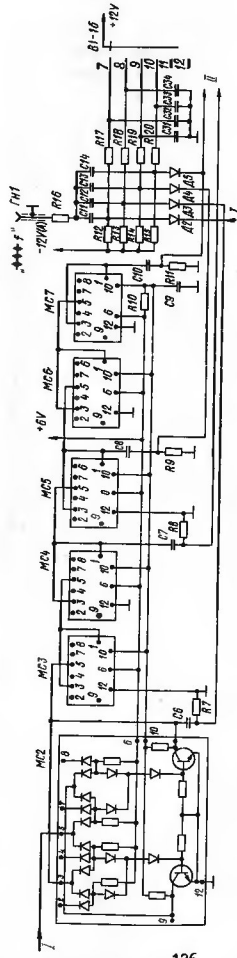


Рис. 6. Схема делителя тактового генератора и схема формирования калибровочных импульсов:
I - со схемы задающего генератора; II - на схему формирования импульсов запуска

Fig. 6. Circuit diagrams of clock generator divider and calibration marker shaper:
I - from master oscillator circuit; II - to triggering pulse shaper

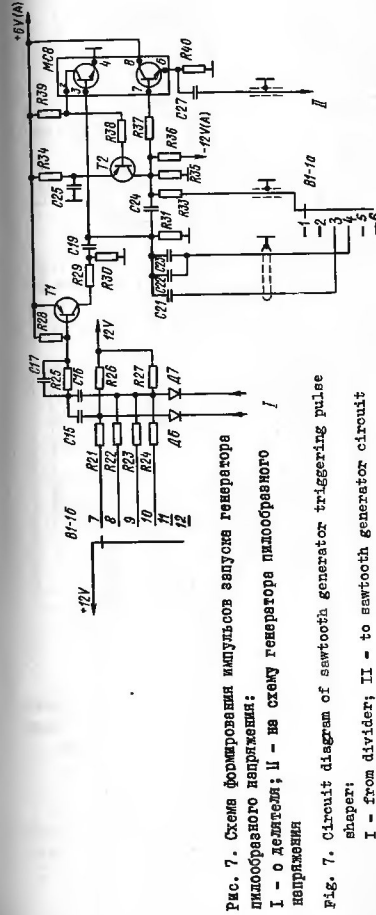


Рис. 7. Схема формирования импульсов запуска генератора пилообразного напряжения:
I - о делителя; II - на схему генератора пилообразного напряжения

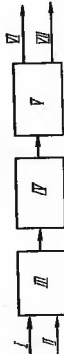
Fig. 7. Circuit diagram of sawtooth generator triggering pulse shaper:
I - from divider; II - to sawtooth generator circuit

Рис. 8. Блок-схема генератора пилообразного напряжения:

I - запуск; II - импульс возврата в исходное состояние; III - триггер управления; IV - илч; V - интегратор; VI - к схеме задержки раз-
вертки; VII - к схеме задержки сдвинутого импульса

Fig. 8. Block diagram of sawtooth generator:

I - triggering; II - reset pulse; III - gating flip-flop;
IV - gate; V - integrator; VI - to sweep delay circuit;
VII - to test pulse delay circuit



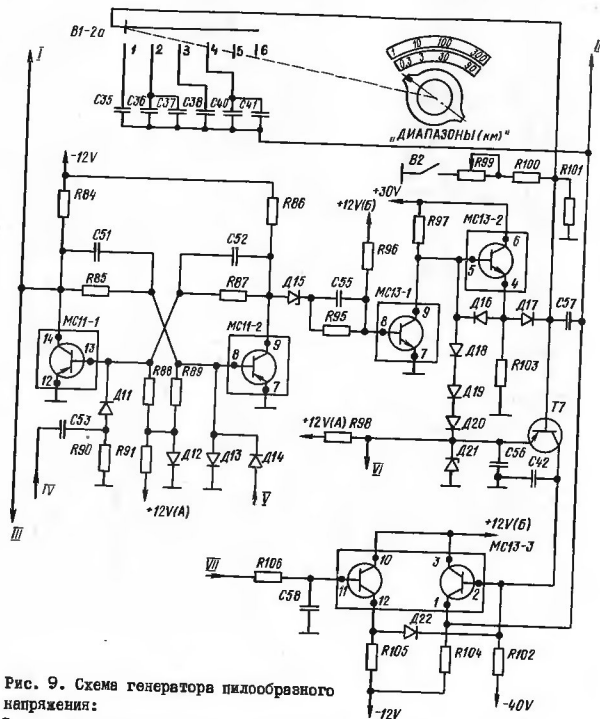


Рис. 9. Схема генератора пилообразного напряжения:

I - на схему генератора зондирующего импульса; II - на схему задержки; III - на схему формирования бланкирующего импульса; IV - со схемы формирования импульсов запуска; V - со схемы возврата в исходное состояние; VI - на переключатель В1-26; VII - со схемы установки отсчета

Fig. 9. Circuit diagram of sawtooth generator:

I - to test pulse generator circuit; II - to delay circuit; III - to blanking pulse shaper; IV - from triggering pulse shaper; V - from reset circuit; VI - to switch В1-26; VII - from reading start setting circuit

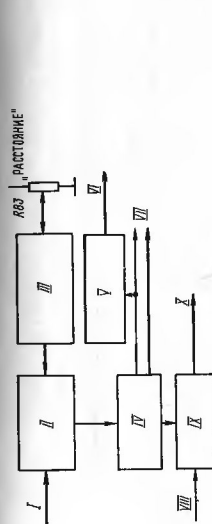


Рис. 10. Структурная схема задержки развертки:

I - о выхода генератора пилообразного напряжения; II - схема сравнения; III - делитель опорного напряжения; IV - усилитель; V - схема возврата в исходное состояние; VI - на управляющий триггер; VII - на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ; VIII - с управляющего триггера; IX - схема формирования бланкирующего импульса; X - на ЭЛТ

Fig. 10. Block diagram of sweep delay circuit:

I - from sawtooth generator output; II - comparator; III - reference voltage setter; IV - amplifier; V - reset circuit; VI - to gating flip-flop; VII - to X-deflection plates of c.r.t.; VIII - from gating flip-flop; IX - blanking pulse shaper; X - to c.r.t.
РАССТОЯНИЕ - DISTANCE

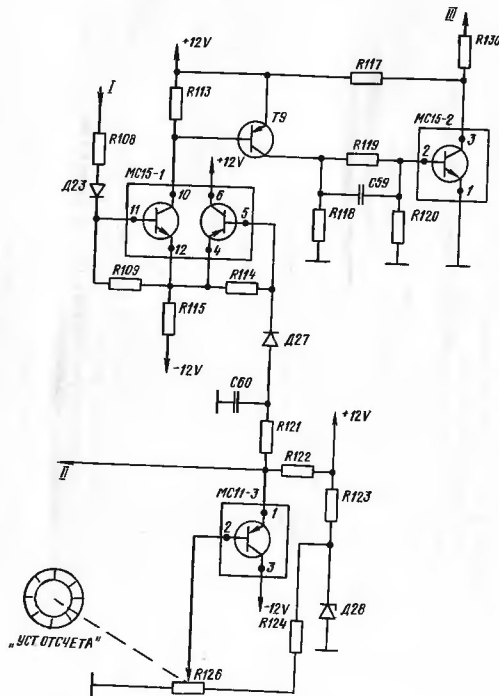


Рис. 14. Схема задержки зондирующего импульса:
I - с генератора пилообразного напряжения; II - на схему генератора пилообразного напряжения; III - на запуск генератора зондирующего импульса

Fig. 14. Test pulse delay circuit:
I - from sawtooth generator; II - to sawtooth generator;
III - to trigger test pulse generator
VCT, OTCYETA - READING SET

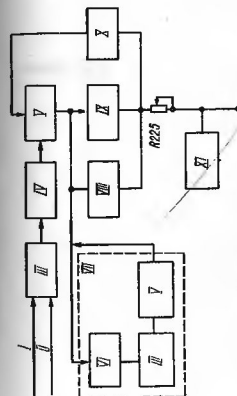


Рис. 15. Структурная схема генератора зондирующего импульса:
I - запуск схемы задержки зондирующего импульса; II - задержка в исходное состояние с управляющего триггера; III - мультивибратор; IV - схема формирования; V - усилитель; VI - пороговая схема; VII - схема коррекции зондирующего импульса; VIII - эмиттерный повторитель; IX - эмиттерный повторитель; X - автоматическая регулировка усиления; XI - схема защиты от перенапряжения T40, T41

Fig. 15. Block diagram of test pulse generator:
I - triggering from test pulse delay circuit; II - reset-ting from gating flip-flop; III - multivibrator; IV - shaper; V - amplifier; VI - threshold circuit; VII - test pulse correction circuit; VIII - emitter follower; IX - emitter follower; X - automatic gain control; XI - over-voltage protection circuit T40, T41

Рис. 16. Схема генератора зондирующего импульса (см. вклейку):
 I - со схемы задержки зондирующего импульса; II - с управляющего триггера; III - с переключателя ВЗ-2 (+40 В или +6 В); IV - на переключатель В7-16 ("ОБЩ.-РАЗД."); V - зондирующий импульс на переключатель В7-1а ("ОБЩ.-РАЗД.")

Fig. 16. Test pulse generator circuit (See insert):

I - from test pulse delay circuit; II - from gating flip-flop; III - from ВЗ-2 (+40 V or +6V); IV - to switch В7-16 ("ОБЩ.-РАЗД." - COMMON-SEPAR.); V - test pulse to switch В7-1а ("ОБЩ.-РАЗД." - COMMON-SEPAR.); ЗОНД. ИМП. (μ s) - TEST PULSE, μ s; ОТКЛ. - OFF; КОМПЕНС. - COMPENS.; Вых. СОП. - OUTPUT RES.

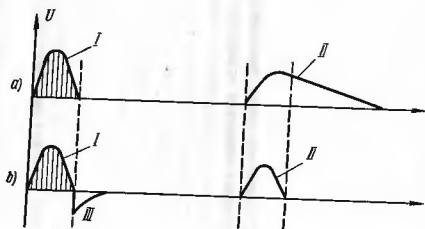
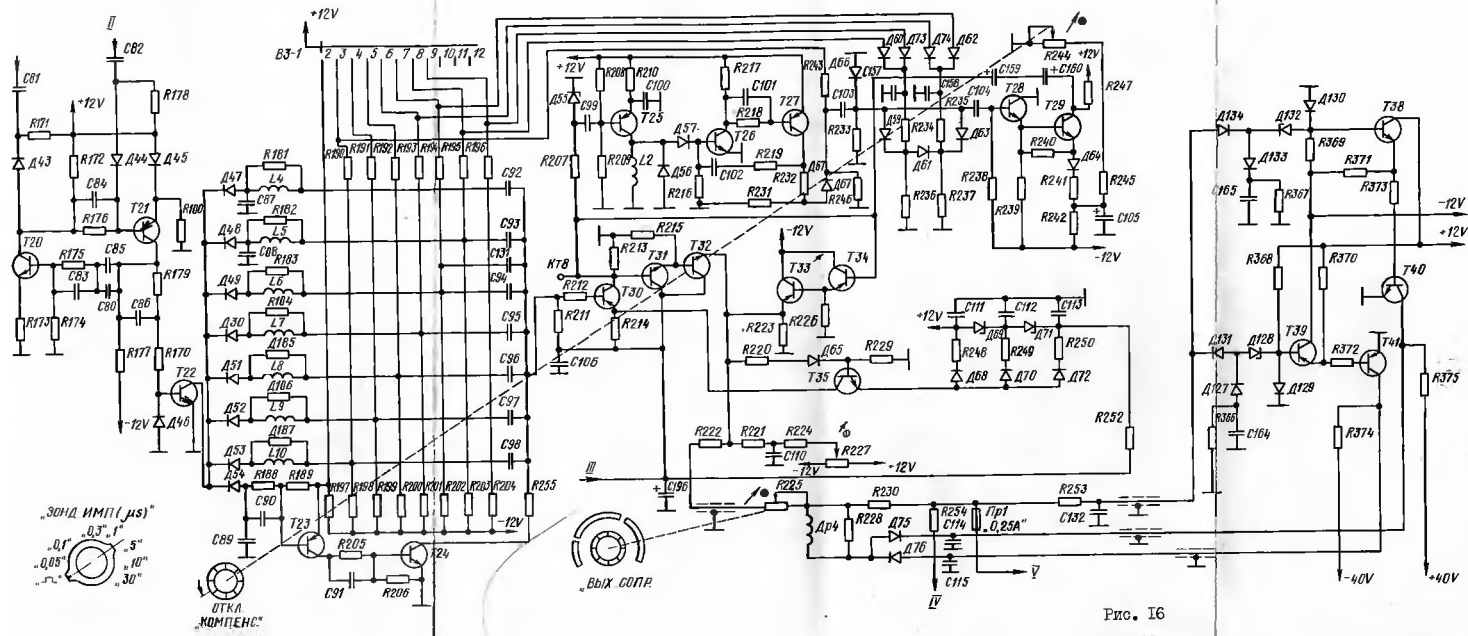


Рис. 17. Компенсация искажений зондирующего импульса:
 а - импульсная характеристика линий без введения коррекции; б - импульсная характеристика линий с введенной коррекцией
 I - зондирующий импульс; II - отраженный импульс; III - компенсирующий импульс

Fig. 17. Compensation for test pulse distortion:

a) - pulse characteristics of line without correction;
 b) - pulse characteristic of line with correction introduced

I - test pulse; II - reflected pulse; III - compensation pulse



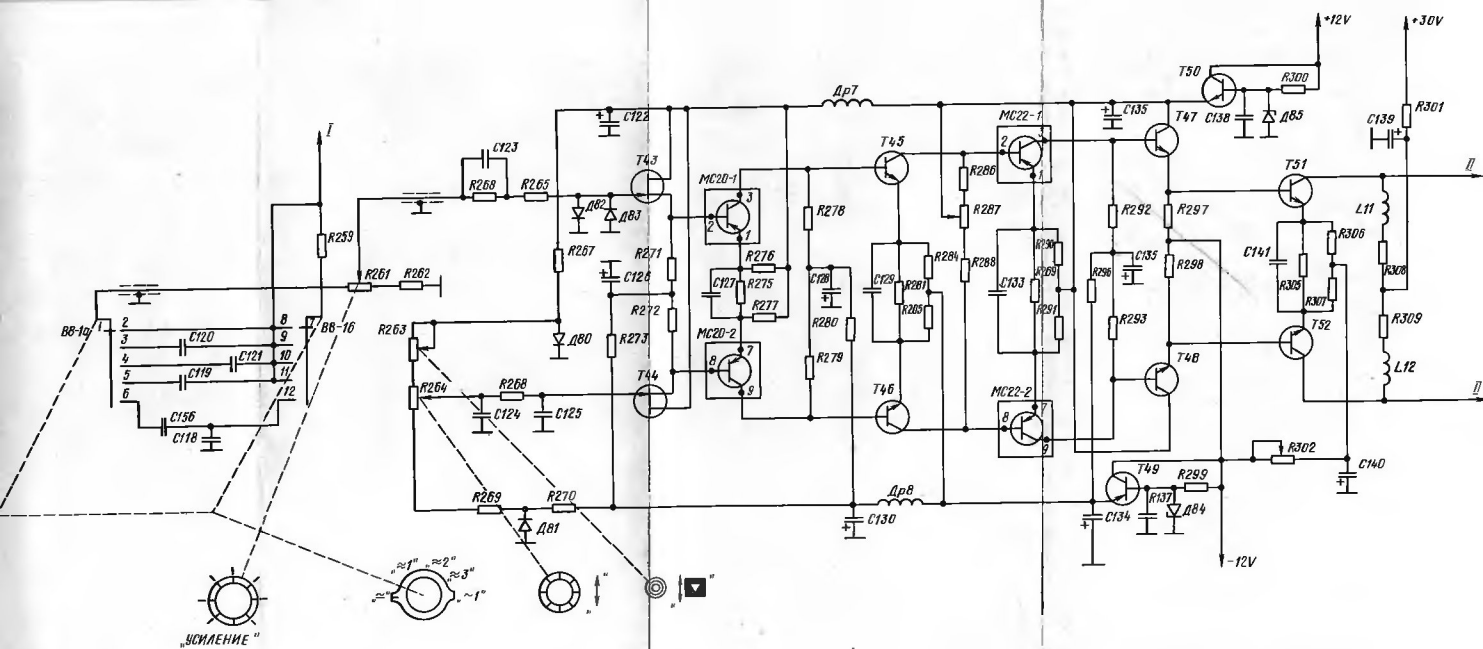


Рис. 21. Схема усилителя приходящих сигналов:

I - на переключатель В7-10, II - на вертикально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки

Fig.21. Circuit diagram of incoming signal amplifier:

I - to switch В7-10 ; II - to Y-deflection plates of c.r.t.

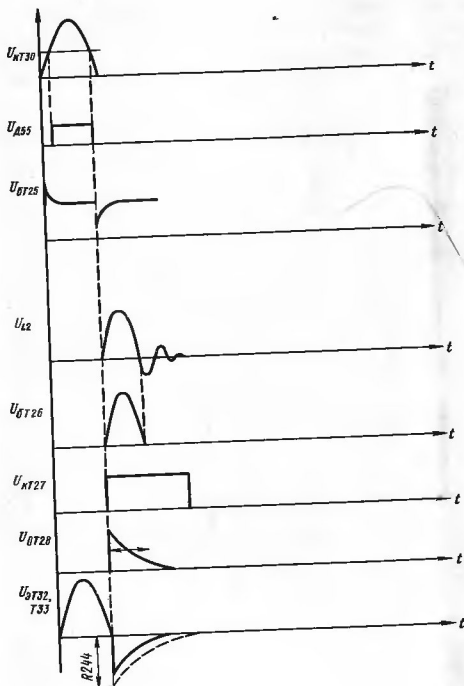


Рис. 18. Диаграмма временных соотношений в схеме генератора зондирующего импульса

Fig. 18. Timing diagrams of test pulse generator circuit

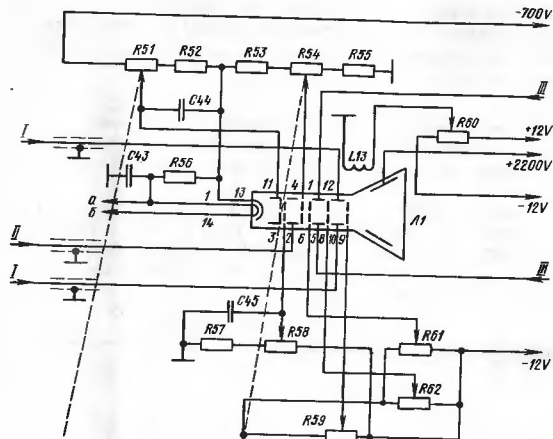


Рис. 22. Схема индикатора:
I - с усилителя горизонтального
отклонения; II - синхронизирующий им-
пульс; III - с усилителя приходящих
сигналов

Fig. 22. Circuit diagram of indicator:
I - from X-deflection amplifier;
II - blanking pulse; III - from
incoming signal amplifier

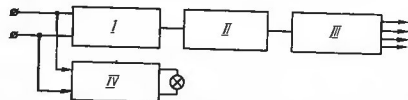


Рис. 23. Структурная схема блока питания базового прибора:
I - стабилизатор; II - преобразователь; III - выпрямители; IV - схема
контроля от перереза

Fig. 23. Block diagram of power supply circuit of main unit:
I - stabilizer; II - converter; III - rectifiers; IV - bat-
tery alarm circuit

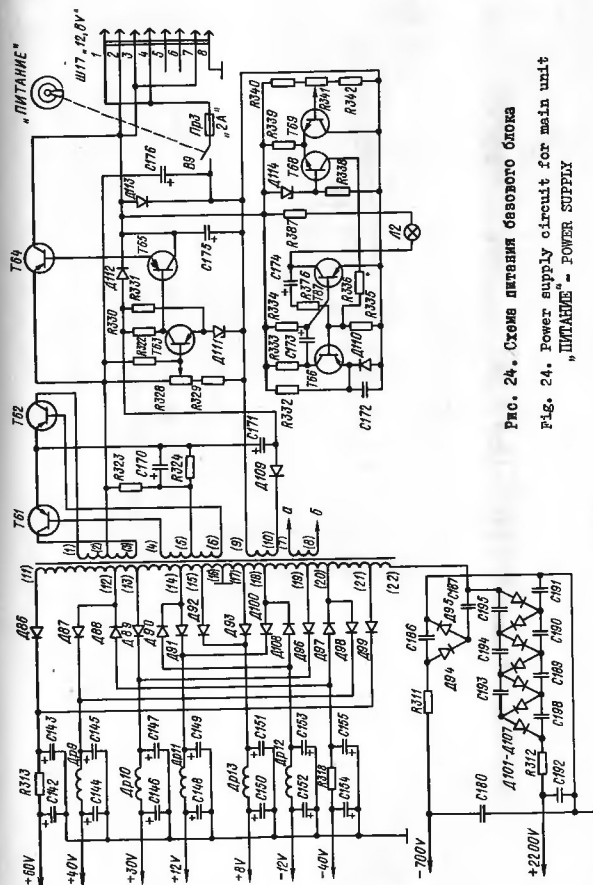


Рис. 24. Схема питания базового блока
Fig. 24. Power supply circuit for main unit
"ПИТАНИЕ" - POWER SUPPLY

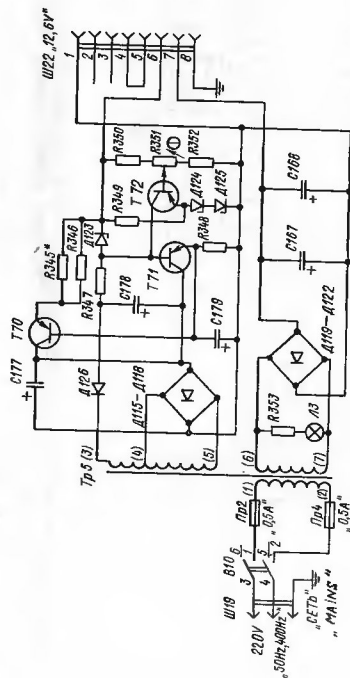


Рис. 25. Блок питания (зарядное устройство)

Fig. 25. Power supply unit (charger)

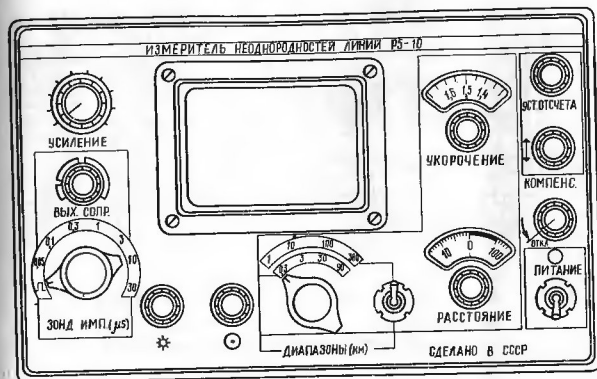


Рис. 26. Передняя панель прибора (расположение органов управления)

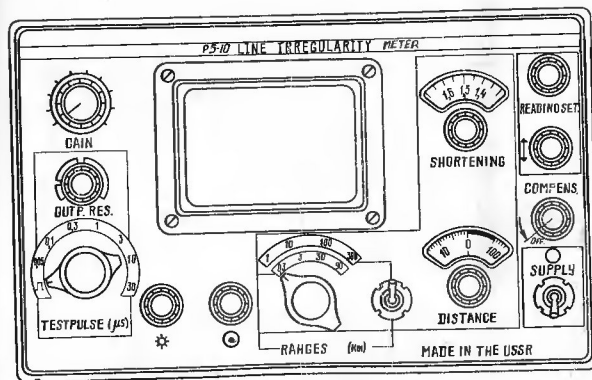


Fig. 26. Meter front panel (arrangement of controls)

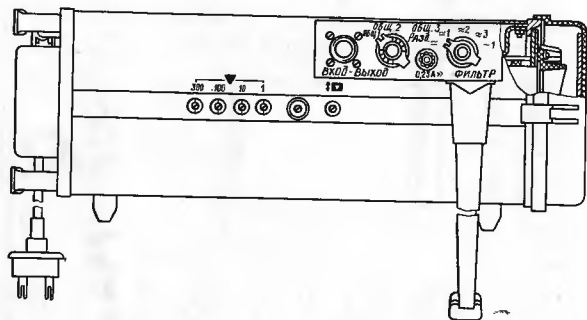


Рис. 27. Вид измерителя сбоку (вид слева)

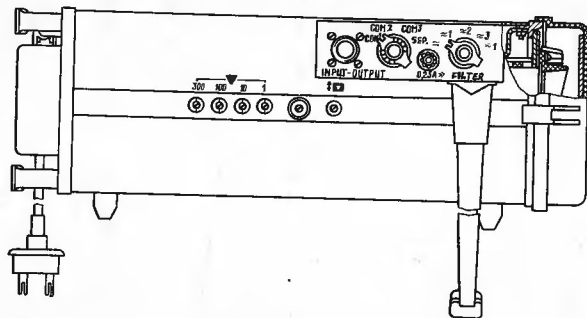


Fig. 27. Left side view of meter

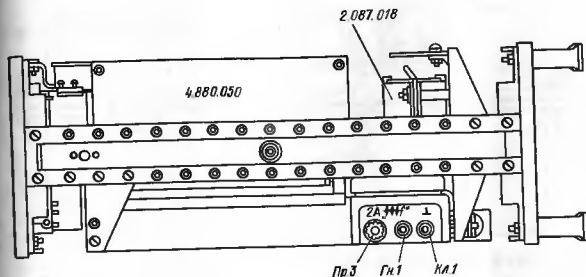


Рис. 28. Вид измерителя справа (крышки сняты)

Fig. 28. Right side view of meter (covers are removed)

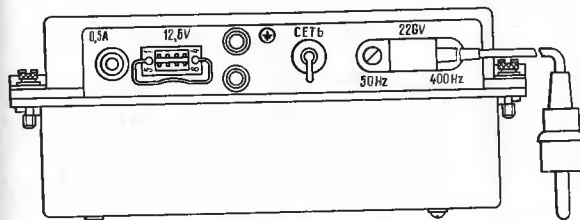


Рис. 29. Блок питания

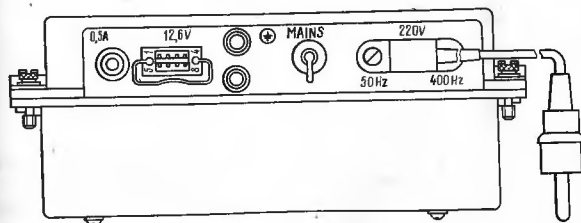


Fig. 29. Power supply unit

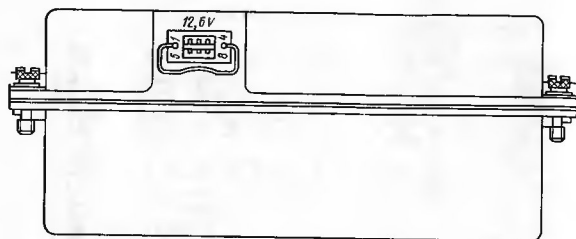


Рис. 30. Блок аккумуляторов

Fig. 30. Battery unit

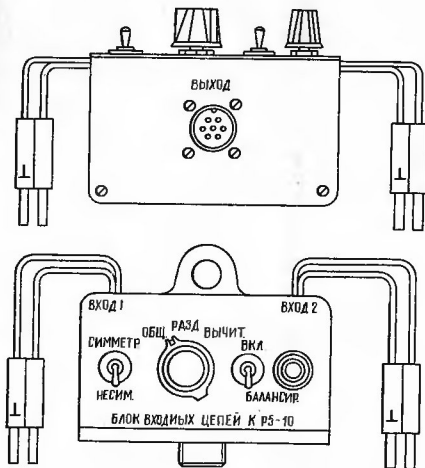


Рис. 31. Блок входных цепей

Fig. 31. Input-circuit unit

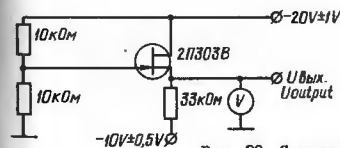
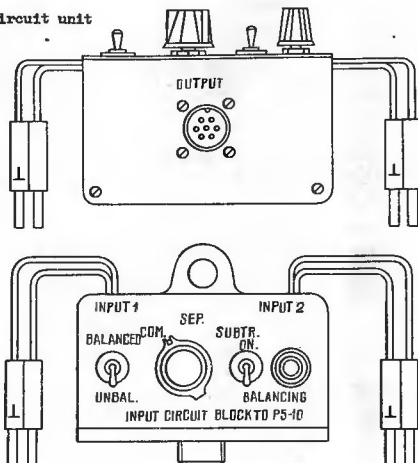


Рис. 32. Схема подбора транзисторов Т43, Т44

Fig. 32. Selection of transistors T43, T44

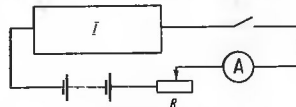


Рис. 33. Электрическая схема зарядки:

I - источник постоянного тока; A - вольтамперметр типа М2007; R - реостат 80 Ом; 0,5 А

Fig. 33. Charging circuit diagram: I - D.C. source;

A - voltmeter M2007; R - rheostat at 80 Ω, 0.5 A

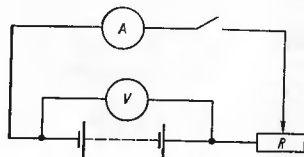


Рис. 34. Схема разряда аккумуляторов:

A - вольтамперметр типа M2007; V - вольтметр типа M250; R - реостат 80 Ом; 0,5 А

Fig. 34. Discharging circuit diagram:

A - voltammeter M2007; V - voltmeter M250; R - rheostat at 80 Ω, 0.5 A

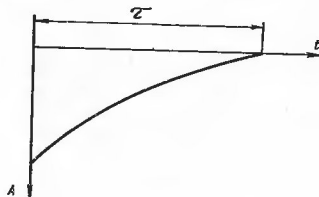


Рис. 35. Определение параметров компенсирующего импульса

Fig. 35. Checking the compensation pulse characteristics

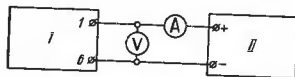


Рис. 36. Схема измерения параметров зарядного устройства:

I - блок питания от сети (зарядное устройство); II - источник постоянного тока Б5-II; A - вольтамперметр типа M2007; V - вольтметр типа M250; 1, 6 - контакты выходного гнезда зарядного устройства

Fig. 36. Charger characteristic measuring circuit:

I - mains power supply unit (charger); II - type Б5-II D.C. source;

A - voltammeter M2007; V - voltmeter M250;

1, 6 - contacts of charger output socket

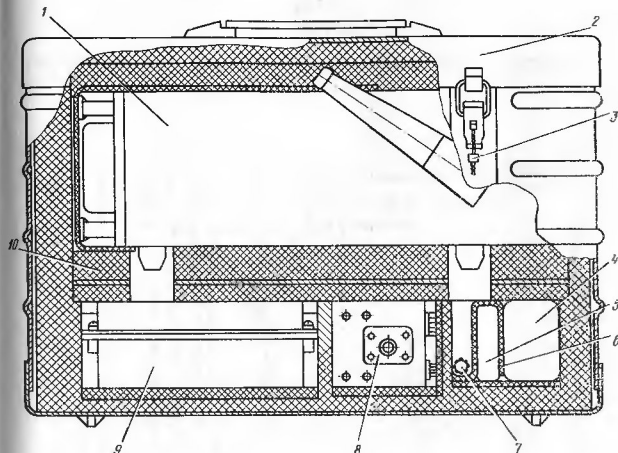


Рис. 37. Схема укладки (вид спереди):

1 - измеритель в чехле; 2 - ящик укладочный; 3 - прокладка, проволока; 4 - резистор добавочный, тубус; 5 - коробка (лампы, предохранители, зажимы); 6 - прокладка из поропласта; 7 - отвертка; 8 - блок входных цепей; 9 - блок аккумуляторов; 10 - прокладка

Fig. 37. Packing arrangement (front view):

1 - meter in protective bag; 2 - stowage case; 3 - seal, wire; 4 - series resistor, viewing hood; 5 - box (lamps, fuses, terminals); 6 - porous plastic gasket; 7 - screwdriver; 8 - input-circuit unit; 9 - battery unit; 10 - gasket



Рис. 38. Стена укладки (вид сверху):

1 - кабелі соединительные; извлекать для проверки аккумуляторов; шнур питания. На головку извлечь и шнур надеть чехлы и закрыть шнур-ками; 2 - эксплуатационную документацию и описок поместить в чехол

Fig. 30. Packing arrangement (top view):

1 - connecting cables; charge cable; power supply cable.
Place cable heads in protective bags and fasten the bags;
2 - put technical papers and list of standard equipment in
a bag

PULSE CHARACTERISTICS OF LINES

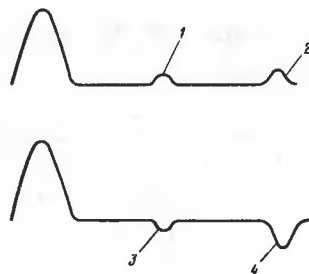


Рис. 1. Импульсные характеристики линий при зондировании видеопульсом:

1 - увеличение волнового сопротивления; 2 - обрыв; 3 - уменьшения волнового сопротивления; 4 - короткое замыкание

Fig. 1. Pulse characteristics of lines when testing with a video pulse;

1 - increased wave impedance; 2 - open circuit; 3 - reduced wave impedance; 4 - short circuit

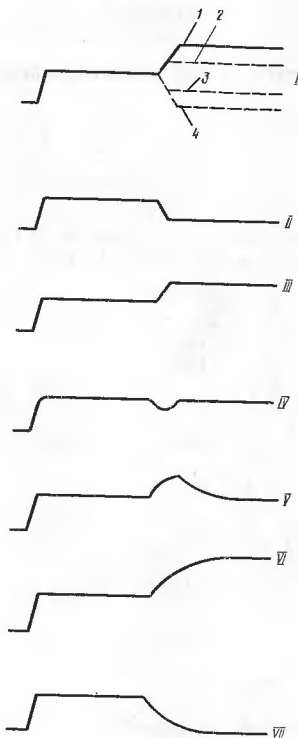


Рис. 2. Импульсные характеристики линии при зондировании ступенчатым напряжением (единичным перепадом):
 I - несогласованная нагрузка; II - шунтирующее сопротивление в линии; III - последовательное сопротивление в линии; IV - шунтирующая емкость в линии; V - последовательная индуктивность в линии; VI - последовательная емкость в линии; VII - шунтирующая индуктивность в линии
 1 - обрыв; 2 - R_H больше волнового сопротивления; 3 - R_H меньше волнового сопротивления; 4 - короткое замыкание

Fig. 2. Pulse characteristics of lines when testing with a step voltage (single voltage change):

I - unmatched load; II - shunting resistance in line; III - series resistance in line; IV - shunting capacitance in line; V - series inductance in line; VI - series capacitance in line; VII - shunting inductance in line

1 - open circuit; 2 - R_H is greater than the line wave impedance; 3 - R_H is smaller than the line wave impedance; 4 - short circuit

Приложение 2 Appendix 2

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ НА ВХОДЕ

CONNECTION OF METER FOR VARIOUS INPUT CONDITIONS

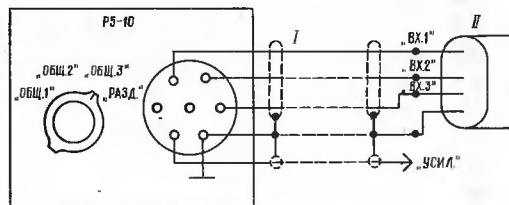


Рис. 1. Сравнение трех жил относительно четвертой. Выбор жил переключателем:

I - присоединительный кабель; II - испытуемый кабель

Fig. 1. Comparison of three cores with regard to the fourth core. Selection of cores by switch:

I - patch cable; II - cable under investigation; ОБЩ.1 - COMMON 1; ОБЩ.2 - COMMON 2; ОБЩ.3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХ. 1 - INPUT 1; ВХ. 2 - INPUT 2; ВХ. 3 - INPUT 3; УСИЛ. - GAIN

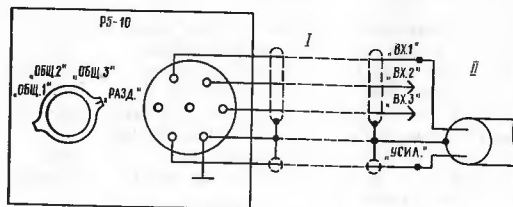


Рис. 2. Измерение методом перехода энергии:
I - присоединительный кабель; II - испытуемый кабель

Fig. 2. Measurement by the energy transfer method:
I - patch cable; II - cable under investigation; ОБЩ. I - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХ. 1 - INPUT 1; ВХ. 2 - INPUT 2; ВХ. 3 - INPUT 3; УСИЛ. - GAIN

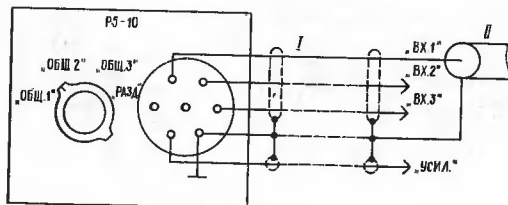


Рис. 3. Измерение на одножильном кабеле (или на одной жиле многожильного кабеля):
I - присоединительный кабель; II - испытуемый кабель

Fig. 3. Measurement on single-core cable (or on one core of multi-core cable):

I - patch cable; II - cable under investigation; ОБЩ. I - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХ. 1 - INPUT 1; ВХ. 2 - INPUT 2; ВХ. 3 - INPUT 3; УСИЛ. - GAIN

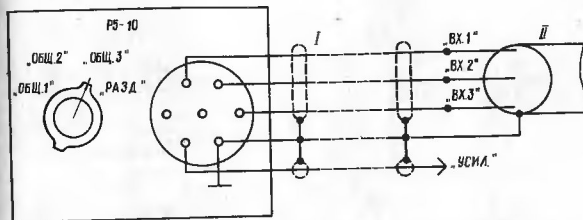


Рис. 4. Сравнение жил (трех) кабеля относительно земли.
Выбор жил переключателем:
I - присоединительный кабель; II - испытуемый кабель

Fig. 4. Comparison of three cores with regard to earth.
Selection of cores by switch:

I - patch cable; II - cable under investigation; ОБЩ. I - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХ. 1 - INPUT 1; ВХ. 2 - INPUT 2; ВХ. 3 - INPUT 3; УСИЛ. - GAIN

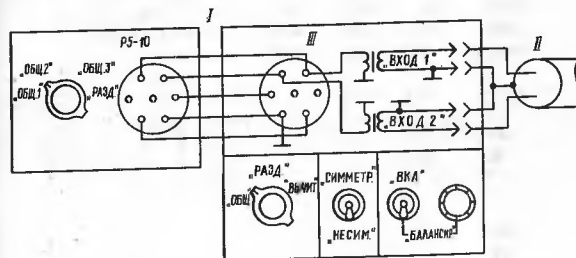


Рис. 5. Вычитание (на экране зондирующий импульс отсутствует и полярность импульсов обратная):
I - соединительный кабель; II - испытуемый кабель; III - блок входных цепей

Fig. 5. Subtraction (test pulse absent on c.r.t. screen, pulses have reversed polarity):

I - connecting cable; II - cable under investigation; III - input-circuit unit; ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХОД 1 - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; ОБЩ. - COMMON; ВЧИТ. - SUBTR.; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ВКЛ. - ON; БАЛАНС - BALANCE

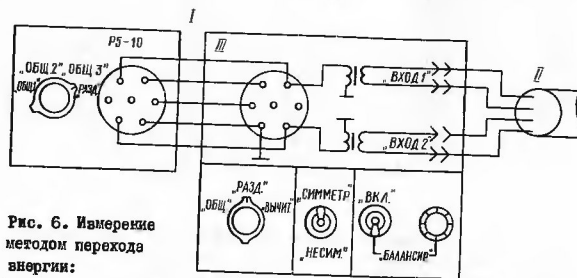


Рис. 6. Измерение методом перехода энергии:

I - соединительный кабель; II - испытуемый кабель; III - блок входных цепей

Fig. 6. Measurement by the energy transfer method:

I - connecting cable; II - cable under investigation; III - input-circuit unit;

ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХОД 1 - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; ОБЩ. - COMMON; ВЫЧИТ. - SUBTR.; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ВКЛ. - ON; БАЛАНС. - BALANCE

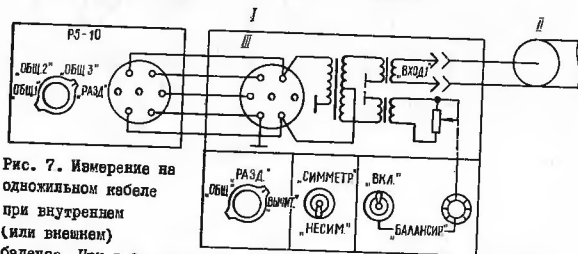


Рис. 7. Измерение на одножильном кабеле при внутреннем (или внешнем) балансе.

При этом зондирующий импульс отсутствует на экране ЭЛТ. I - соединительный кабель; II - испытуемый кабель; III - блок входных цепей

Fig. 7. Measurement on a coaxial cable with internal (or external) balance. Test pulse absent from c.r.t. screen; I - connecting cable; II - cable under investigation; III - input circuit unit; ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХОД 1 - INPUT 1; ОБЩ. - COMMON; ВЫЧИТ. - SUBTR.; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ВКЛ. - ON; БАЛАНС. - BALANCE

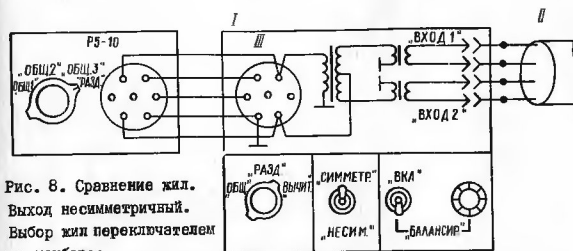


Рис. 8. Сравнение жил. Выход несимметричный.

Выбор жил переключателем на приборе:

I - соединительный кабель; II - испытуемый кабель; III - блок входных цепей

Fig. 8. Comparison of cores. Output unbalanced, core selection by switch:

I - connecting cable; II - cable under investigation; III - input-circuit unit;

ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХОД 1 - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; ОБЩ. - COMMON; ВЫЧИТ. - SUBTR.; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ВКЛ. - ON; БАЛАНС. - BALANCE

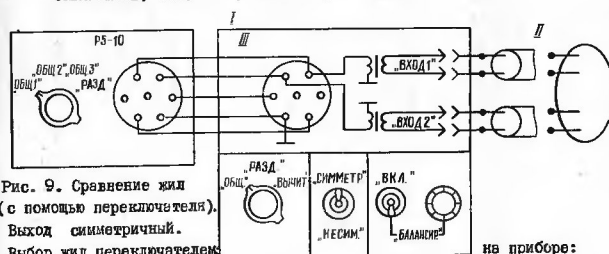


Рис. 9. Сравнение жил (с помощью переключателя). Выход симметричный.

Выбор жил переключателем на приборе:

I - соединительный кабель; II - испытуемый кабель; III - блок входных цепей

Fig. 9. Comparison of cores (by switchover). Output balanced, core selection by switch:

I - connecting cable; II - cable under investigation; III - input-circuit unit;

ОБЩ. 1 - COMMON 1; ОБЩ. 2 - COMMON 2; ОБЩ. 3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR.; ВХОД 1 - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; ОБЩ. - COMMON; ВЫЧИТ. - SUBTR.; СИММЕТР. - BALANCED; НЕСИМ. - UNBALANCED; ВКЛ. - ON; БАЛАНС. - BALANCE

КОНСТРУКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ И РАСПОЛОЖЕНИЕ
ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ
GENERAL ARRANGEMENT OF METER CIRCUIT MAIN ELEMENTS

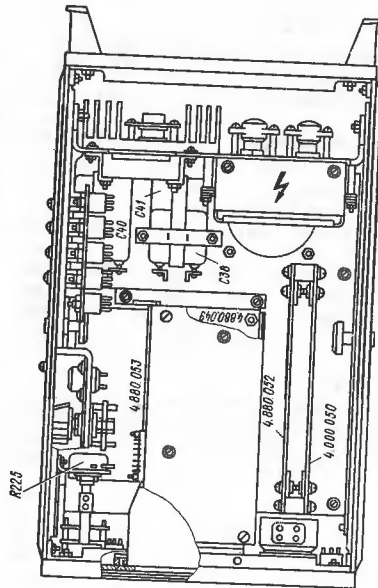


Рис. 1. Схема расположения основных элементов и печатных плат (вид сверху)
Fig. 1. Layout of elements and printed-circuit boards (top view)

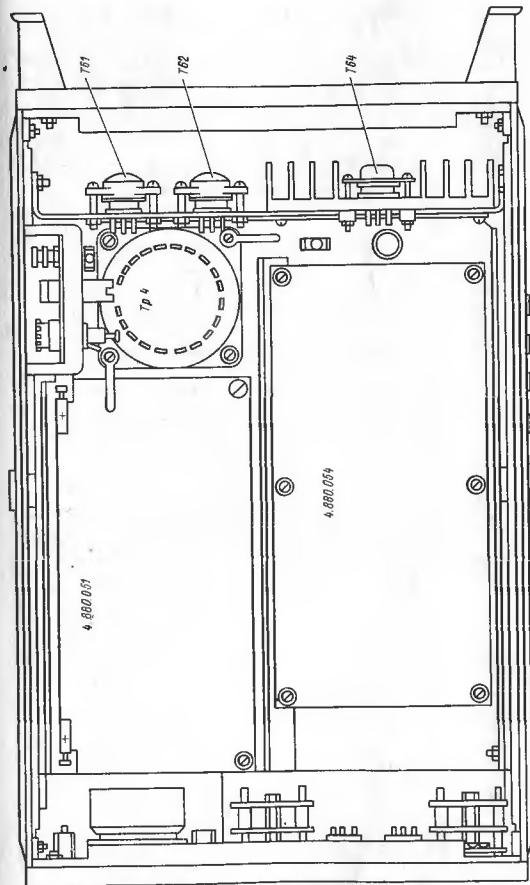


Рис. 2. Схема расположения основных элементов и печатных плат (вид снизу)
Fig. 2. Layout of elements and printed-circuit boards (bottom view)

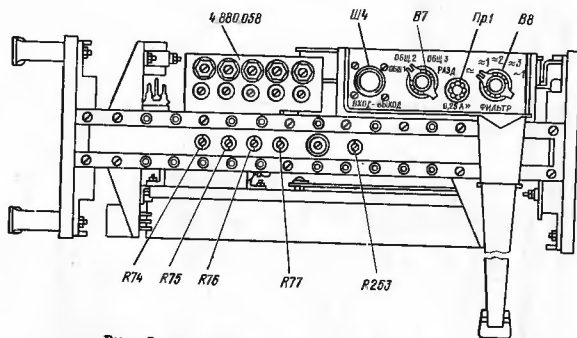


Рис. 3. Вид измерителя слева (крышки сняты)

Fig. 3. Left-side view of the meter (covers are removed):
 ОБЩ.1 - COMMON 1; ОБЩ.2 - COMMON 2; ОБЩ.3 - COMMON 3;
 ПРАТ. - SEPAR.; ВХОД-ВЫХОД - INPUT-OUTPUT;
 ФИЛЬТР - FILTER

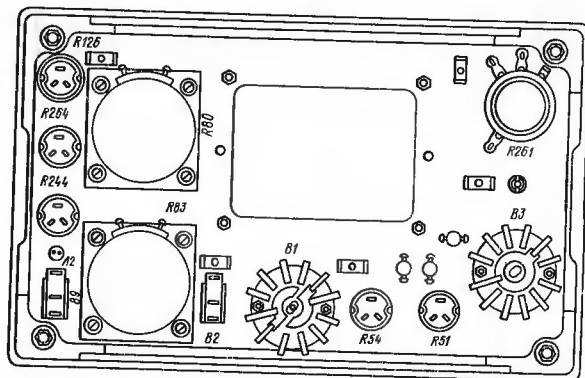


Рис. 4. Передняя панель измерителя (вид сзади)

Fig. 4. Front panel (back view)

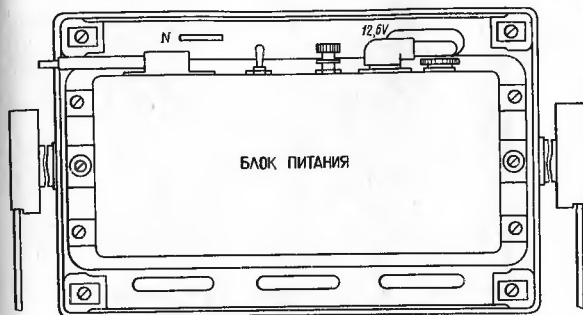


Рис. 5. Вид измерителя сзади

Fig. 5. Back view of the meter
 БЛОК ПИТАНИЯ - SUPPLY UNIT

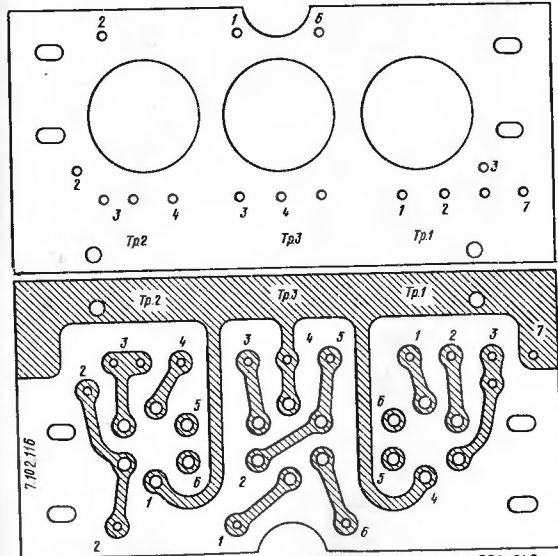


Рис. 6. Схема расположения элементов на плате 4.880.048

Fig. 6. Layout of elements on board 4.880.048

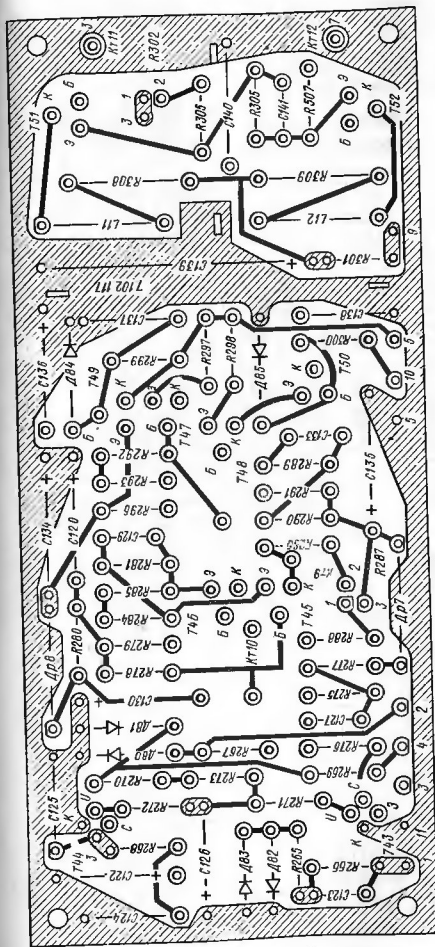
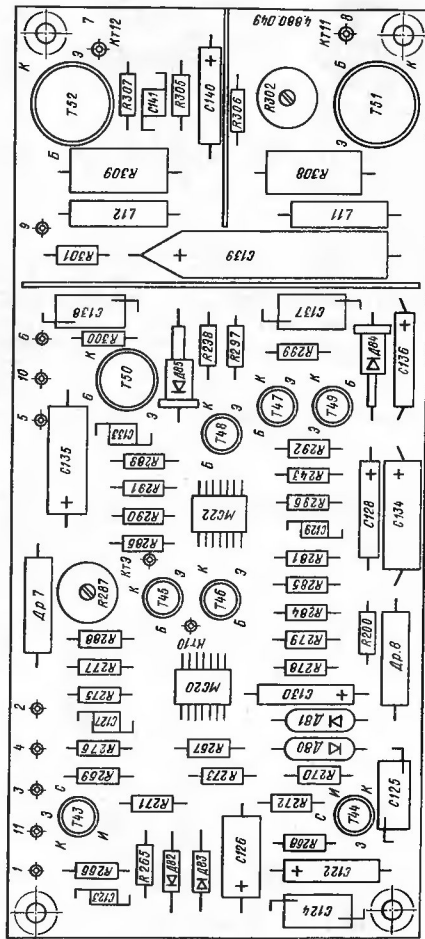


Рис. 7. Схема расположения элементов на плате 4.880.049:
Б - база; К - коллектор; Э - эмиттер; И - источник; С - сток; З - затвор

Fig. 7. Layout of elements on board 4.880.049:
Б - base; К - collector; Э - emitter; С - drain;
И - source; З - Gate

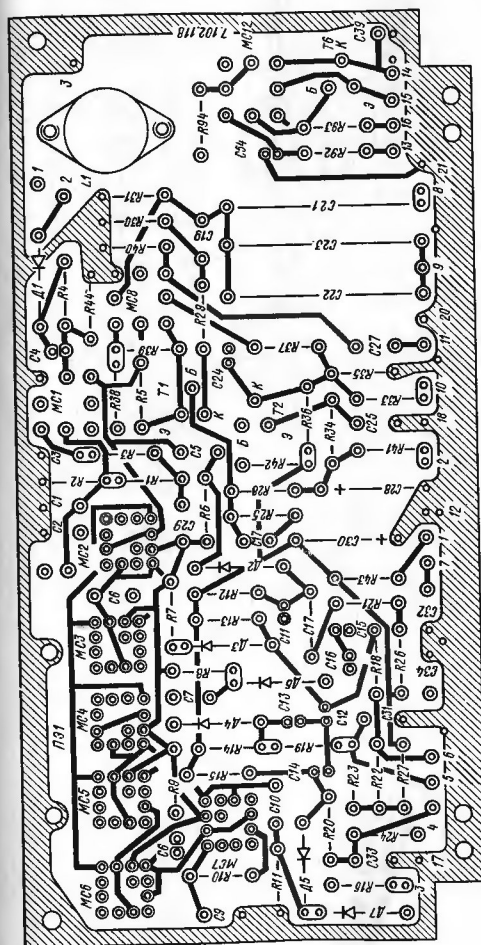
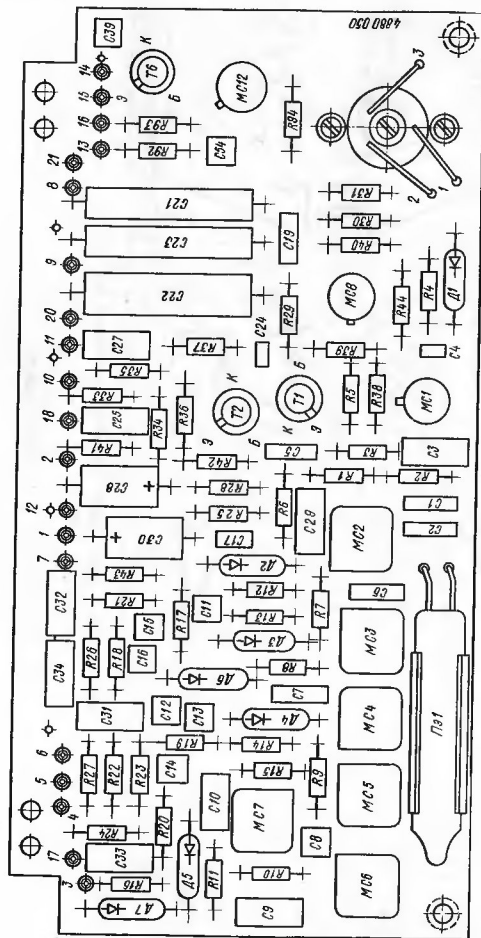


Рис. 8. Схема расположения элементов на плате 4.880.050:
 Б - эмиттер; В - база; К - коллектор

Fig. 8. Layout of elements on board 4.880.050:
 Б - emitter; В - base; К - collector

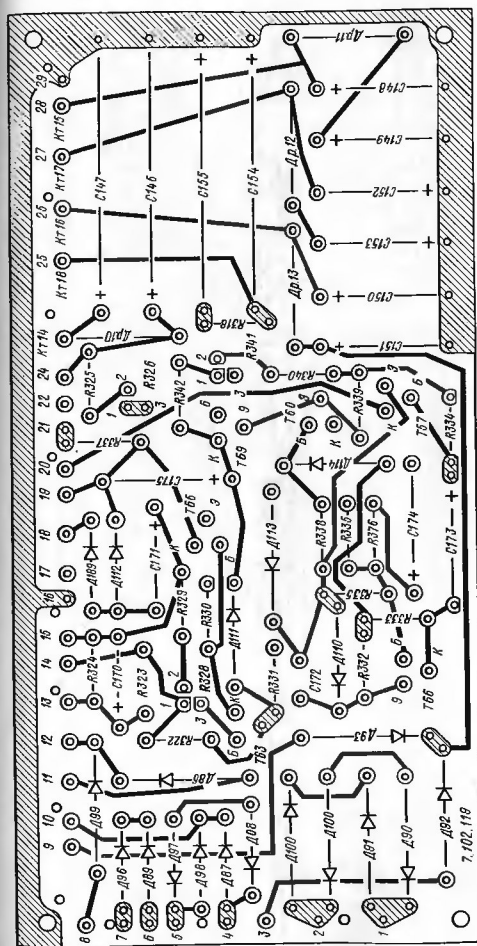
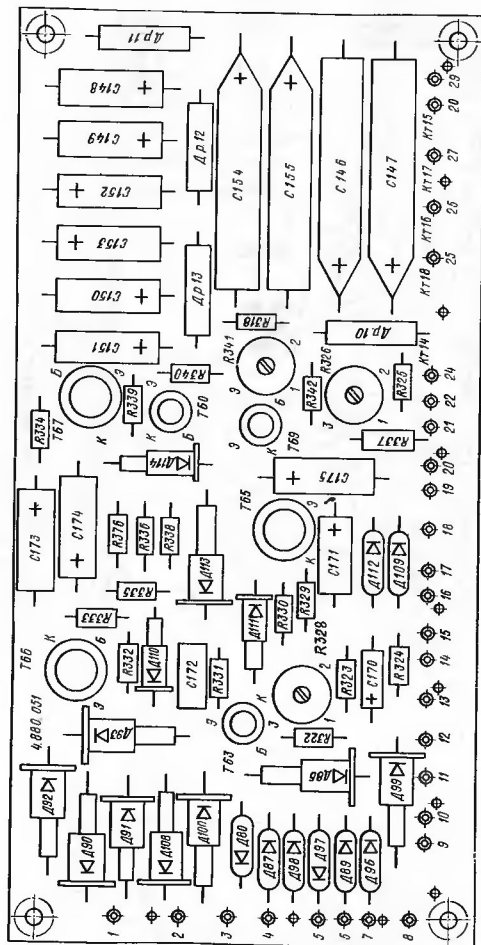


Рис. 9. Схема расположения элементов на плате 4.880.051:
 3 - эмиттер; Б - база; К - коллектор; 8 - земля

Fig. 9. Layout of elements on board 4.880.051:
 3 - emitter; Б - base; К - collector; 8 - earth

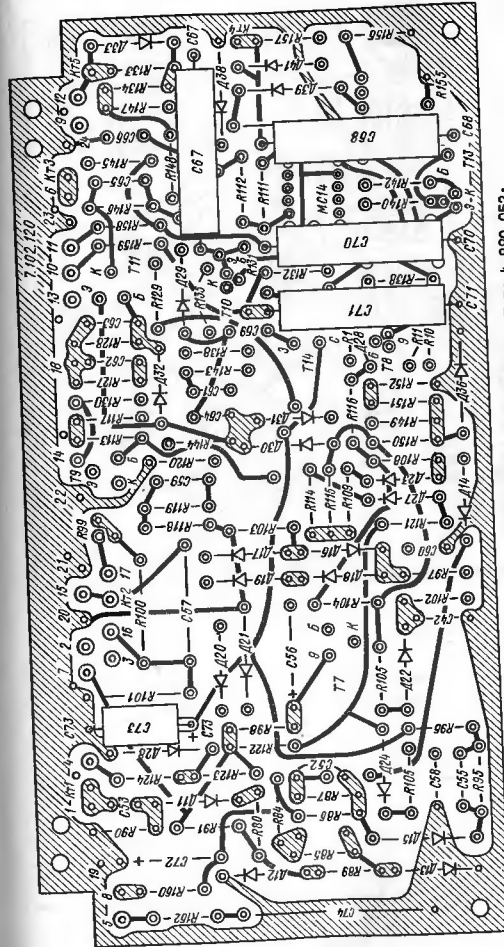
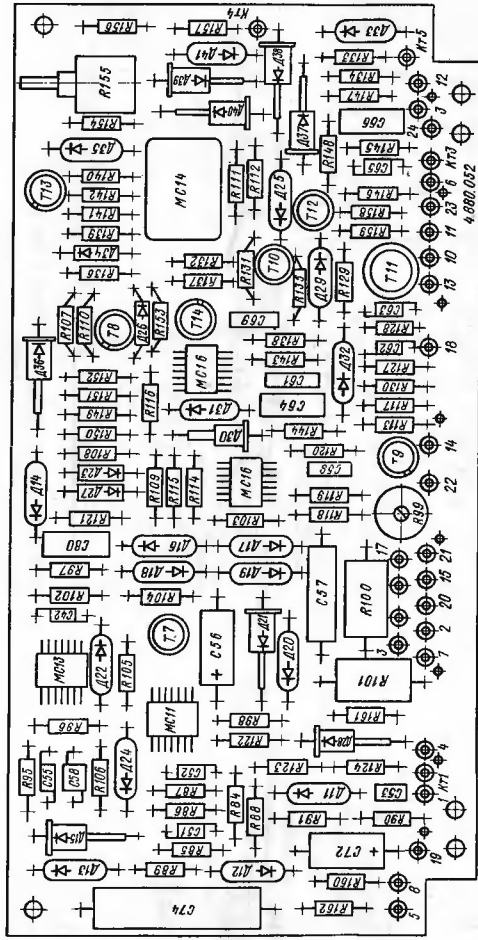


Рис. 10. Схема расположения элементов на плате 4.890.052:
3 - эмиттер; Б - база; К - коллектор; 8 - земля

Fig. 10. Layout of elements on board 4.890.052:
3 - emitter; Б - base; К - collector; 8 - earth

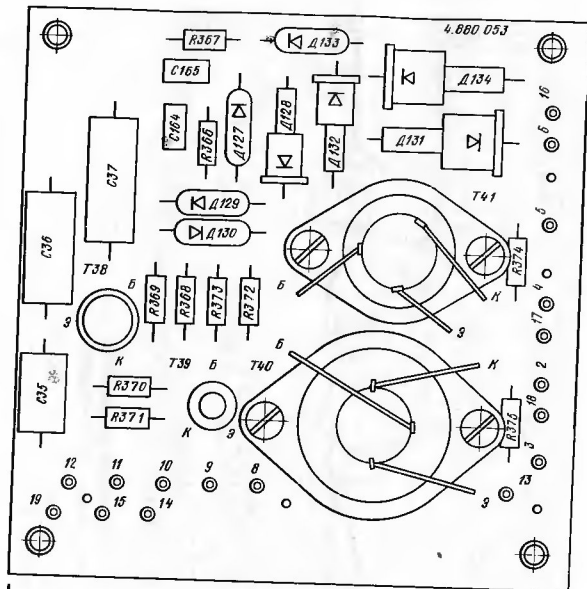


Рис. 11. Схема расположения элементов на плате 4.880.053:
Э - эмиттер; Б - база; К - коллектор

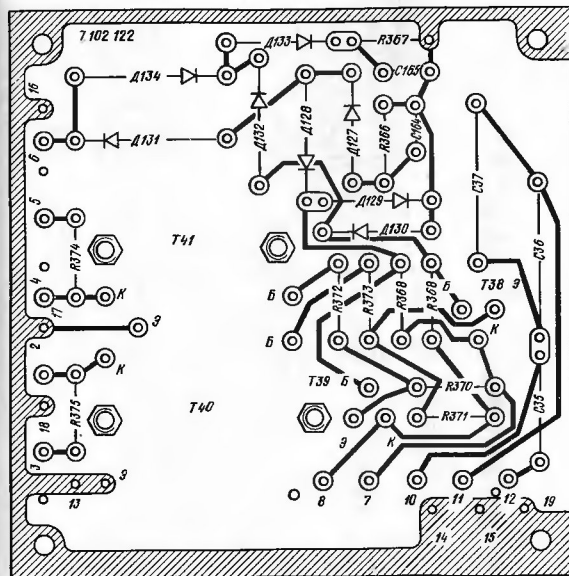


Fig. 11. Layout of elements on board 4.880.053:
Э - emitter; Б - base; К - collector

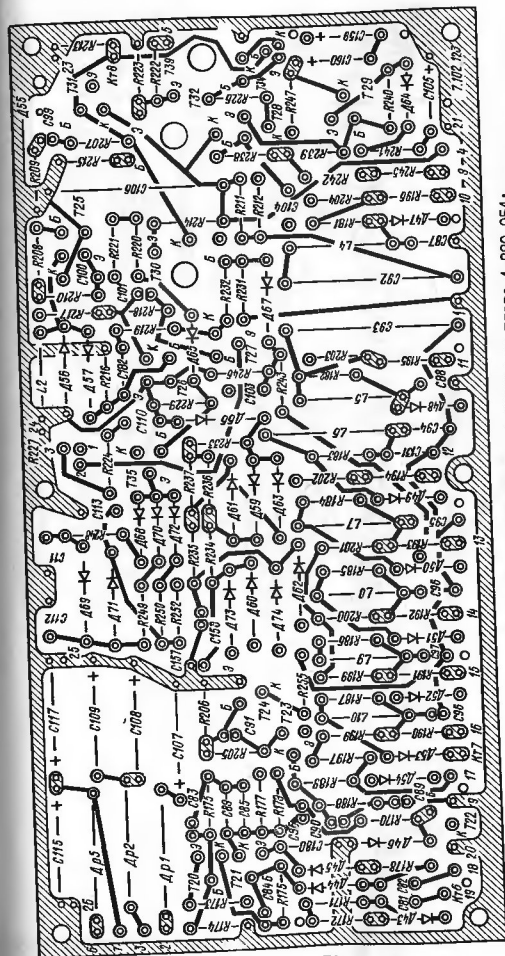
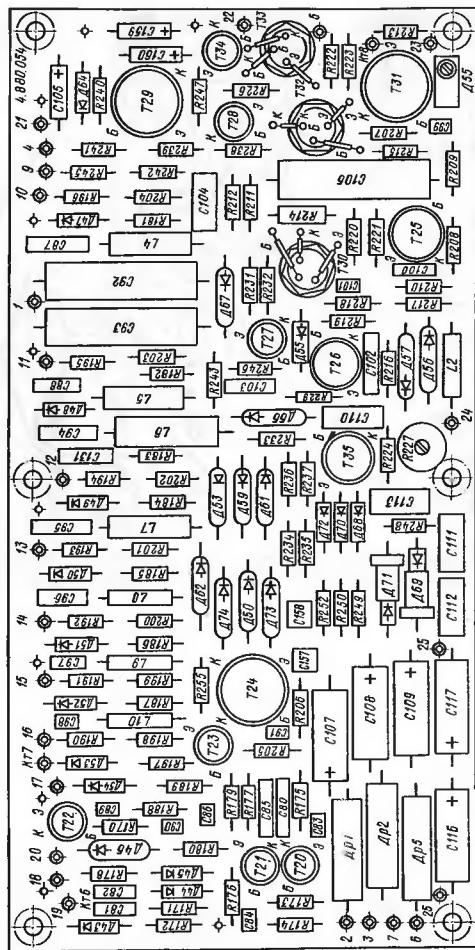


Рис. 12. Схеме расположения элементов на плате 4.880.054:

3 - эмиттер; Б - база; К - коллектор

Fig. 12. Layout of elements on board 4.880.054:

3 - emitter; Б - base; К - collector

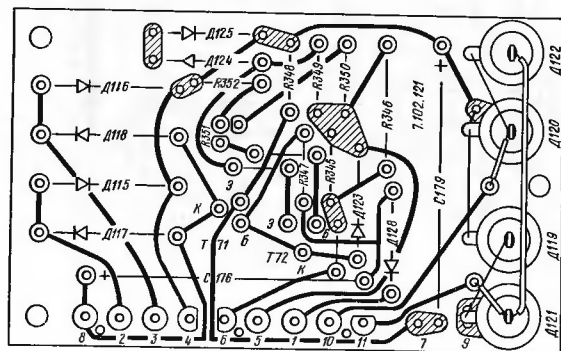
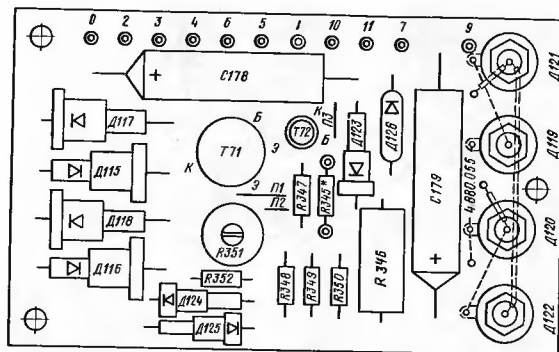


Рис. 13. Схема расположения элементов на плате 4.880.055:
Э - эмиттер; Б - база; К - коллектор

Fig. 13. Layout of elements on board 4.880.055:
Э - emitter; Б - base; К - collector

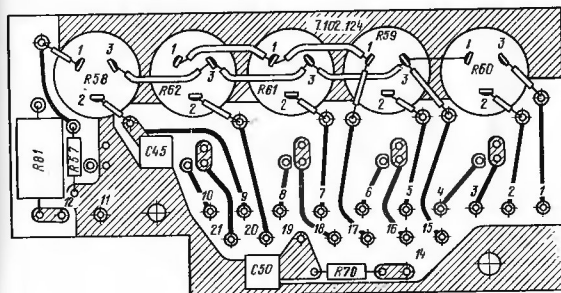
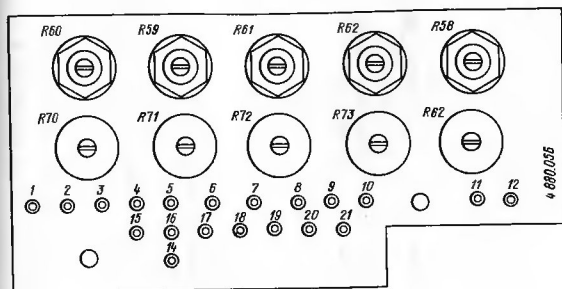
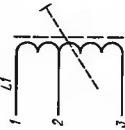


Рис. 14. Схема расположения элементов на плате 4.880.056

Fig. 14. Layout of elements on board 4.880.056

ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ
WINDING DATA OF INDUCTANCE COILS

Схема электрическая Circuit diagram	Тип сердечника Type of core	Общее число витков Total number of turns	Отвод Tap	Марка провода Wire grade	Диаметр провода, мм Wire dia., mm	Тип намотки Type of winding	Индуктивность с сердечником, мГн Inductance with core, μ H
I	2	8	4	5	6	7	8
 L1 L4	CB-12a	240	30	ПЭВ-2	0,1	Рядовая, виток к витку Layer, turn-to-turn	1000
 L4		510		ПЭВ-2	0,1	Рядовая, виток к витку Layer, turn-to-turn	3000
 L5		230		ПЭВ-2	0,1	Рядовая, виток к витку Layer, turn-to-turn	630
 ДР7-Др13		140		ПЭВ-2	0,1	Рядовая, виток к витку Layer, turn-to-turn	260

ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРА Тр4
WINDING DATA OF TRANSFORMER Тр4

Схема электрическая Circuit diagram	Номера обмоток Winding Nos	Номера выводов Lead Nos	Напряжение, В Voltage, V	Ток, мА Current, mA	Количество витков Number of turns	Марка провода Wire grade	Диаметр Wire dia., mm	Тип намотки Type of winding		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
1	I	I-2	8,0	8,0	100	600	30	ПЭВ-2	0,56	Кольцевая двойная проводом по всему кольцу Double along entire ring
2	I	2-8	8,0	8,0		30	II			
3	II	4-5	2,98	2,9		30	II			
4		6-6	2,98	2,9		30	II			
5	III									
6	IV									
7										
8										
9										
10										

Продолжение
Continued

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
III	7-8	6,4	6,8	24	ПВВ-2	0,24	Виток к витку по внут- реннему диаметру turn-to-turn along inner diameter			
IV	9-10	12,6	2,4	10	47					
V	11-12	20,5	20,2	20	77					
	12-13	10,1	9,9	20	88					
	13-14	18	17,8	40	68					
	14-15	5,8	5,7	60	22					
	15-16	7,7	7,6	80	29					
	16-17	7,7	7,6	80	29					
	17-18	5,8	5,7	60	22					
	18-19	18	17,8	40	68					
	19-20	10,1	9,9	20	888					
	20-21	20,5	20,2	20	77					
	21-22	288	285	I	1060					

Приложение 6
Appendix 6

ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРА Тр5
WINDING DATA OF TRANSFORMER Tr5

Схема электрическая Circuit dia- gram	Номере обмот- ки Wind- ing Nos	Номере выво- дов Lead Nos	Напряжения, В Voltage, V		Ток, мА Current, mA		Количе- ство витков Number of turns	Марка про- вода Wire grade	Диаметр прохода о изоляции, мм Wire dia, with insulation, mm	Тип намотки Type of wind- ing
			холостого то хода open- circuit	нагру- жен load	холостого то хода open- circuit	нагру- жен load				
	I	1-2	220	220	≤ 60	110	1760	ПВВ-2	0,3	Рядовой виток к витку Layer, turn-to- turn
	II	3-4	17,6	17	80	144	144	ПВВ-2	0,36	
	III	4-5	48,5	40	200	355	355	ПВВ-2	0,36	
	IV	6-7	13,9	136	700	114	114	ПВВ-2	0,88	

КАРТА СОПРОТИВЛЕНИЙ
НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ И МИКРОСХЕМ
RESISTANCE CHARTS OF TRANSISTORS AND
MICROCIRCUITS

Таблица I
Table 1

Карта сопротивлений на электродах транзисторов
Resistance Chart of Transistors

Обозначение по схеме Symbol	Тип транзистора Type	Коллектор (сток) Collector (drain)		Эмиттер (исток) Emitter (source)		База (затвор) Base (gate)	
		Сопротивление, Ω Resistance, Ω	Положение ручки "МНО-ВИТЕЛБ", $k\Omega$ MULTIPLIER knob setting, $k\Omega$	Сопротивление, Ω Resistance, Ω	Положение ручки "МНО-ВИТЕЛБ", $k\Omega$ MULTIPLIER knob setting, $k\Omega$	Сопротивление, Ω Resistance, Ω	Положение ручки "МНО-ВИТЕЛБ", $k\Omega$ MULTIPLIER knob setting, $k\Omega$
I	2	3	4	5	6	7	8
T1	2T326B	3200	I				
T2	2T326B	3500	I				
T6	2T326B	5000	I	1600	I	140000	100
T7	2T326B	33000	10	1600	I	36000	10
T8	2T313B	50000	10	50000	10	65000	10
T9	2T326B	2000	I	1200	I	7000	10
T10	2T313B	120000	100	300000	100	300000	100
T11	П309	150000	100	35000	10	40000	10
T12	2T313B	90000	10	50000	10	90000	100
T13	2T313B	7000	10	160000	100	35000	10
T14	2П303B	1500	I	1800	I	1300	I
T20	2T306A	6000	10	50	0, I	25000	10
T21	2T326B	18000	10	10500	10	16000	10

I	2	3	4	5	6	7	8
T22	2T306A	∞				24000	10
T23	2T326B	20000	10	200000	100	200000	100
T24	2T602B	22000	10	0		220000	100
T26	1T311K	3200	I	0		800	I
T27	2T326B	1900	I	1150	I	6000	10
T28	2T306B	0		11000	10	25000	10
T29	2T602B	11000	10	15000	10	11000	10
T30	2T914A	700	I	15000	10	15000	10
T31	2T602B	20000	10	2200	I	700	I
T32	2T904A	20000	10	75	0, I	2200	I
T33	2T914A	270	0, I	75	0, I	5000	I
T34	2T313B	270	0, I	5000	I	700	I
T35	П309	15000	10	30000	10	20000	10
T38	П309	1100	I	500	I	6500	I
T39	2T326B	640	I	2000	10	14000	10
T40	2T803A	17000	10	0	-	500	I
T41	П214A	240	I	0		5000	I
T43	2П303B	5000	I	5000	I	3000	I
T44	2П303B	5000	I	5000	I	22500	10
T45	2T306B	7500	10	1700	I	2500	I
T46	2T306B	7500	10	1700	I	2500	I
T47	2T306B	5000	I	7000	10	2750	I
T48	2T306B	5000	I	7000	10	2750	I
T49	2T326B	700	I	1050	I	1700	I
T50	П309	1050	I	5000	I	2100	I
T51	2T602B	75000	100	2000	I	7000	10
T52	2T602B	75000	100	2000	I	7000	10
T61	П214A	19	0, I	0		75	0, I
T62	П214A	19	0, I	0		75	0, I
T63	2T203Г	20000	10	18000	10	100	0, I
T64	П214A	300	0, I	16	0, I	1800	I
T65	1T403A	1000	I	1900	I	6000	I
T66	МП16Б	1300	I	1400	I	9500	I
T67	МП16Б	1000	I	0		5000	I
T68	2T306B	14000	10	2400	I	750	I
T69	2T306B	0		2400	I	2700	I
T70	П214A	3100	I	3000	I	6000	I
T71	1T403A	3100	I	6000	I	30000	10
T72	2T203Г	30000	10	5000	I	1800	I

Таблица 2
Table 2

Карта сопротивлений на электродах микросхем
Resistance Chart of Microcircuits

Обозначение по схеме Symbol	Тип микросхемы Type	Коллектор Collector		База Base		Эмиттер Emitter	
		Номер вывода Terminal No.	Сопротивление, Ω Resistance, Ω	"МОНОТЕЛЬ", к Ω MULTIFIL, k Ω	Номер вывода Terminal No.	Сопротивление, Ω Resistance, Ω	"МОНОТЕЛЬ", к Ω MULTIFIL, k Ω
МС1	ИПТ591Б	2	14	0,1	3	11000	10
МС2-МС7	2ПТ171А	8	~	1000000	7	22000	10
МС8	ИПТ591Б	9	~			0	
МС11	ИПТ988А	8	2000000	100	3	39000	10
		3	750	100	7	4500	1
		9	2200	1	8	2300	1
		14	2200	1	13	10000	1
МС12	ИПТ591Б	2	140000	100	3	4000	1
		8	1070	1	7	5000	1
МС13	ИПТ983	3	1200	1	2	10000	1
		6	50000	10	5	100000	100

МС14	2ПТ613Б	9	100000	100	8	30000	10
		10	1200	1	11	40000	10
		2	65000	10	1	1200	1
		6	90000	10	5	35000	10
		9	1200	1	8	25000	10
МС15	ИПТ983	13	300000	100	12	200000	100
		3	12000	10	2	4000	1
		6	1200	1	5	35000	10
МС16	ИПТ983	10	7500	10	11	2500	1
		3	40000	10	2	19000	10
МС20	ИПТ988А	10	3000	1	11	2500	1
		3	2500	1	2	5000	1
		9	2500	1	8	5000	1
МС22	ИПТ988А	9	2750	1	2	8000	10
		3	2750	1	8	8000	10

Примечания: 1. Карта сопротивлений снята относительно корпуса измерителя, карта сопротивлений транзисторов Т61-Т72 снята относительно пиковой шины питания.

2. Измерения производились прибором типа В7-15 при отключенном от цепи питания, при этом микросхема клемма для измерения сопротивления считалась корпусной.

Notes: 1. Resistances were measured relative to earth, resistances of transistors Т61-Т72 were measured relative to the supply positive bus.

2. Measurements were made with the В7-15 instrument, with the power supply cable disconnected from the mains and the resistance measuring "minus" terminal taken as the case earth.

3. Органы управления устанавливаются в следующие положения:

ручка "РАСТОЯНИЕ" - "0", ручка "УКОРОЧЕНИЕ" - "1,5", переключатель "ДИАПАЗОН (км)" - "10", тумблер "ДИАПАЗОН (км)" - в верхнем положении, переключатель "ЗОНД. ИМП. (мкс)" - "1", ручки "УСИЛЕНИЕ", "КОМПЕНС.", "УСТ. ОТСЧЕТА" - в крайнем левом положении, ручка " " - в среднем положении.

4. Сопротивления не должны отличаться от указанных значений более, чем на $\pm 20\%$.

3. Controls on the meter should be set as follows: DISTANCE knob - to "0"; CONTRACTION knob - to "1.5"; RANGES (km) switch - to "10"; RANGES (km) toggle switch - in upper position; TEST PULSE (ms) switch - to "1"; GAIN, COMPENS., READING SET knobs in extreme counterclockwise position; " " knob - in middle position.

4. Actual resistances should not differ by more than $\pm 20\%$ from the chart values.

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ
И МИКРОСХЕМ
VOLTAGE CHARTS OF TRANSISTORS AND MICROCIRCUITS

Таблица I
Table 1

Карта напряжений на электродах транзисторов
Voltage Chart of Transistors

Обозначение по схеме Symbol	Тип транзистора Type	Напряжение, В Voltage, V		
		Коллектор (сток) Collector (drain)	Эмиттер (исток) Emitter (source)	База (затвор) Base (gate)
T1	2T326Б	+0,3	+6,8	+6,8
T2	2T326Б	-2,8	+6,5	+6,6
T6	2T326Б	+2,5	+12,6	+12,0
T7	2T326Б	-0,2	+8,7	+8,8
T8	2T313Б	-0,4...-0,9	+3I	+3I
T9	2T326Б	+1,9	+11,7	+12,0
T10	2T313Б	-0,3	+60	+60
T11	П309	+4...+6, I	-5,9	-6,8
T12	2T313Б	+28	+3I	+30,7
T13	2T313Б	-39,0	-0,2	-0,4I...-I
T14	2П303В	+12,0	+0,97	0
T20	2T306А	+11,0	0	-3,3
T21	2T326Б	-0,5	+11,7	+12,3
T22	2T306А	+11	0	-0,39
T23	2T326Б	-1	-1,75	-1,63
T24	2T602Б	+40	0	-0,23
T25	1T313А	0	+11,5	+11,4
T26	1T311К	+12,0	0	0
T27	2T326Б	+0,54	+12,3	+12,3
T28	2T306В	0	-12,3	-12,3
T29	2T602Б	+12,4	-12,4	-12,4
T30	2T914А	+0,07	+4I	+4I

Продолжение табл. I
Table 1, continued

Обозначение по схеме Symbol	Тип транзистора Type	Напряжение, В Voltage, V		
		Коллектор (сток) Collector (drain)	Эмиттер (исток) Emitter (source)	База (затвор) Base (gate)
T31	2T602Б	+40	+0,05	+0,07
T32	2T904А	+40	+0,05	+0,05
T33	2T914А	-12,4	+0,05	+0,04...+0,1
T34	2T131Б	-12,4	+0,04...+0,1	+0,07
T35	П309	+40	+4...+7	+0,1
T38	П309	+12,5	-1,03	-0,49
T39	2T326Б	-12,5	+1,15	+0,5
T40	2T803А	+40	0	-0,98
T41	П214А	-40	0	+12,5
T43	2П303В	+7,5	+0,71	0
T44	2П303В	+7,7	+0,7	0
T45	2T306Б	+3,7	-5,3	-4,8
T46	2T306Б	+3,7	-5,5	-4,8
T47	2T306Б	+7,0...9,5	-2,0...4,5	-(1,5...3,5)
T48	2T306Б	+7,5	-2,6	-(1,5...3,5)
T49	2T326Б	-12,5	-8	-8,2
T50	П309	+12,5	+7,6	+8,3
T51	2T602Б	+18,5	-3,4	-2,6
T52	2T602Б	+19	-3,4	-2,6
T61	П214А	-8,4	0	+2,4
T62	П214А	-8,4	0	+2,4
T63	2T203Г	-8,7	-6,0	-6,4
T64	П214А	-(12,0...15)	-8,3	-8,9
T65	П214А	-(12,0...15)	-8,9	-8,7
T66	МП16Б	-(12,0...15)	-1,20	-0,028
T67	МП16Б	-0,1	0	-0,35
T68	2T306Б	-0,14	-5,6	-6,3...-9
T69	2T306Б	0	-5,6	-5,0
T70	П214А	-60	-37,5	-37,6
T71	П214А	-60	-37,6	-37,7
T72	2T203Г	-37,6	-17	-11,5

Таблица 2
Table 2

Карта напряжений на электродах микросхем
Voltage Chart of Microcircuits

Обозначение по схеме Symbol	Тип микро-схем Type	Коллектор Collector		База Base		Эмиттер Emitter	
		Но-мер вы-вода Terminal No.	Напряже-ние, В Voltage, V	Но-мер вы-вода Terminal No.	Напряже-ние, В Voltage, V	Но-мер вы-вода Terminal No.	Напряже-ние, В Voltage, V
MC1	1HT591Б	2	0	3	-7	4	-6
		8	+(2,4...3,4)	7	+0,46	6	0
MC2-MC7	2TK171А	1	+1,6				
		9	+1,6				
MC8	1HT591Б	2	+6,6	3	-0,13	4	0
		8	+6,7	7	-2,5	6	+0,12
MC11	1HT988А	3	-11,2	2	0	1	+0,6...+2
		9	-7,1	8	-0,25	7	0
MC12	1HT591Б	14	-3,8	13	-0,5	12	0
		2	+12,0	3	+2,5	4	+1,9
MC13	1HT983	8	+12,5	7	+2,6	6	+1,9
		3	+12,0	2	-0,21	1	-0,9
MC14	2T0613Б	6	+31	5	+7	4	+6,6
		9	+7,0	8	-3	7	0
MC15	1HT983	10	+12,0	11	+0,24	12	-0,33
		2	+31	1	+12,0	3	+12,0
MC16	1HT983	6	+28	5	-0,43	7	0
		9	+12,0	8	0...+77	10	-0,5...+0,3
MC17	1HT983	13	+60	12	-0,5...+0,3	14	-0,5...+0,3
		3	+10	2	+0,1	1	0
MC18	1HT983	6	+12,0	5	+0,15	4	-0,38
		10	+11,7	11	+0,1...-0,5	12	-0,38
MC19	1HT983	3	-3,6	2	-6,8	1	-5,9
		10	0...-0,3	11	-3,6	12	-4,3

Продолжение табл. 2
Table 2, continued

Обозначение по схеме Symbol	Тип микросхемы Type	Коллектор Collector		База Base		Эмиттер Emitter	
		Номер вывода Terminal No.	Напряжение, В Voltage, V	Номер вывода Terminal No.	Напряжение, В Voltage, V	Номер вывода Terminal No.	Напряжение, В Voltage, V
MC20	INT988A	3	-4,8	2	+0,7	I	+I,35
		9	-4,8	8	+0,7	7	+I,36
MC22	INT988A	3	-(I,5...3,5)	2	+3,7I	I	+4,35
		9	-(I,5...3,5)	8	+3,7	7	+4,3

- Примечания: I. Питание напряжения должны быть выставлены с точностью $\pm 5\%$.
2. Режим снят относительно шасси прибором В7-15, режим транзисторов Т61-Т72 снят относительно плюсовой шины питания.
3. Ручка "РАССТОЯНИЕ" в положении "0".
4. Ручка "ДИАПАЗОНЫ (км)" в положении "10", тумблер "ДИАПАЗОНЫ (км)" в верхнем положении.
5. Ручки "УСТ. ОТСЧЕТА", "УСИЛЕНИЕ", "КОМПЕНС." в крайнем левом положении.
6. Ручка "ЗОНД. ИМП. (μs)" в положении "I".
7. Ручка "УКОРОЧЕНИЕ" в положении "I,5".
8. Ручка "ВЫХ. СОН." в крайнем правом положении, "ПИТАНИЕ" - включено.
9. Ручкой "I" линия развертки устанавливается на центральную линию шкалы ЭЛТ.
10. Величины напряжений 0-I В могут отличаться до $\pm 0,3$ В, остальные не более чем на $\pm 25\%$ от указанных значений в таблицах I,2.

- Notes: 1. Supply voltages should be set with an accuracy of $\pm 5\%$.
2. Voltages were measured relative to earth with the В7-15 instrument, voltages of transistors Т61-

-Т72 were measured relative to the supply positive bus.

3. DISTANCE knob is set to "0".
4. RANGES (km) knob is set to "10", RANGES (km) toggle switch - in the upper position.
5. READING SET, GAIN and COMPENS. knobs are in the extreme counterclockwise position.
6. TEST PULSE (μs) knob is set to "1".
7. CONTRACTION knob is set to "1.5".
8. OUTPUT IMP. knob is in the extreme clockwise position, SUPPLY switch is turned on.
9. Knob "I" is used to align the sweep trace with the graticule central line.
10. Actual voltages 0-1 V may differ by up to $\pm 0,3$ V, all other voltages should not differ by more than $\pm 25\%$ of the values indicated in Tables 1 and 2.

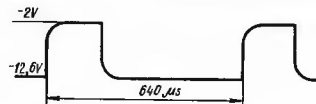
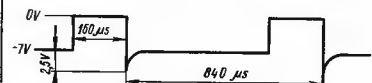
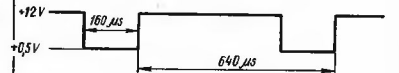
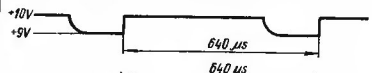
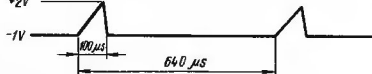
КАРТА ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ И МИКРОСХЕМ
PULSE VOLTAGES OF TRANSISTORS AND
MICROCIRCUITS

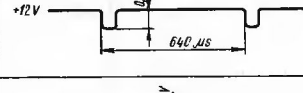
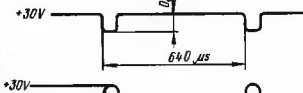
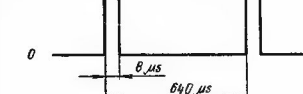
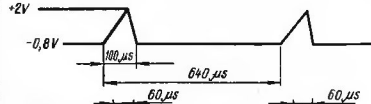
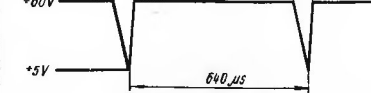
Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
MCI-I	к (2)
	б (3)
	э (4)
MCI-2	б (7)
	к (8)

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
MC2	5
	I
MC3	5
	I
MC4	5
	I
MC5	5
	I

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
MC6	
MC7	
TI	
T2	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
MC8	
MCII	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
К (9)	
б (8)	
MC13-2 К(9)	
MC13-1 б(5)	
Т7 б	
К	
MC13-3 а (1)	
б (2)	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
MC14-1 К (2)	
б (1)	
Т8 б	
К	
MC14-2 б (12)	
а (14)	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
Т10 в к	+60V +10V 640 μs 40-60 μs
Т13 к в	-5V -40V 640 μs 10-60 μs
МС14-3 б (5) к (6)	+0.5V -30V 640 μs 40-60 μs

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
МС15-1 к (10) б (11)	+12.6V +1.2V 640 μs 40-60 μs
МС15-2 к (3) б (2)	+12V -2V 640 μs 160 μs
МС16-1 б (2) к (3)	-11.5V -12V 640 μs 160 μs
Т11 к б	+30V -12V 640 μs 160 μs

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
ТТ2	
Т20	
Т21	
Т22	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
Т23	
Т24	
Т25	
Т26	

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
T27	б к
	б к
T28	б к
	б к
T29	б к
	б к

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
T30	б к
	б к
T31	б к
	б к
T32	б к
	б к
T34	б к
	б к

Обозначение на принципиальной схеме Symbol	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
T33	
T35	
T5I	

при-	Форма и амплитуда импульсных напряжений Waveform and amplitude of pulse voltage
	к- коллектор; э - эмиттер; б - база к - collector; э - emitter; б - base

Примечание. Осциллограммы импульсных напряжений сняты относительно корпуса измерителя осциллографом при следующих положениях ручек управления:
 "РАССТОЯНИЕ" - "0";
 "УКОРОЧЕНИЕ" - "1,5";
 "ДИАПАЗОНЫ (км)" - "10";
 "ЗОНД.ИМП. (μs)" - "1";
 "УСИЛЕНИЕ" - в крайнем левом положении;
 "УСТ. ОТСЧЕТА" - в крайнем левом положении;
 "КОМПЕНС." - в крайнем левом положении (для T29, T33, T34 - в крайнем правом положении).

Note. The pulse voltage oscillograms were taken relative to the meter case earth, with the controls in the following positions:
 DISTANCE - "0";
 CONTRACTION - "1.5";
 RANGES (km) - "10";
 TEST PULSE (μs) - "1";
 GAIN - extreme counterclockwise position;
 READING SET - extreme counterclockwise position;
 COMPENS. - extreme counterclockwise position
 (extreme clockwise for T29, T33, T34).

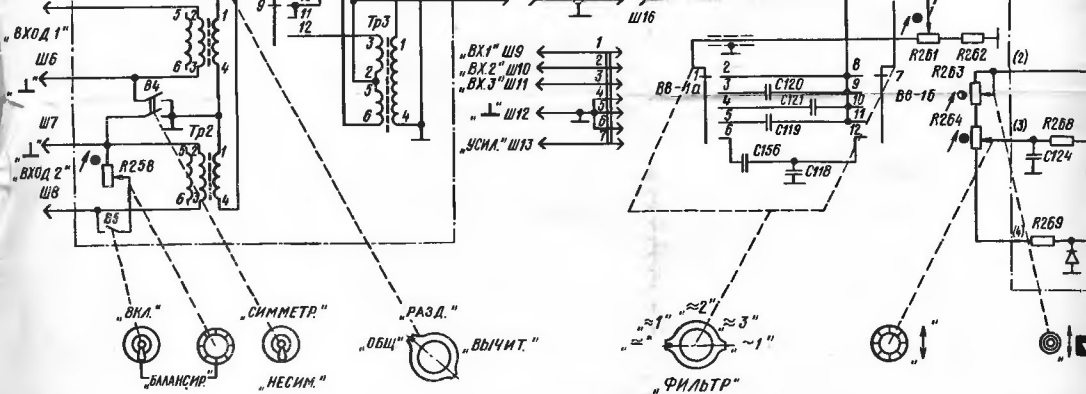
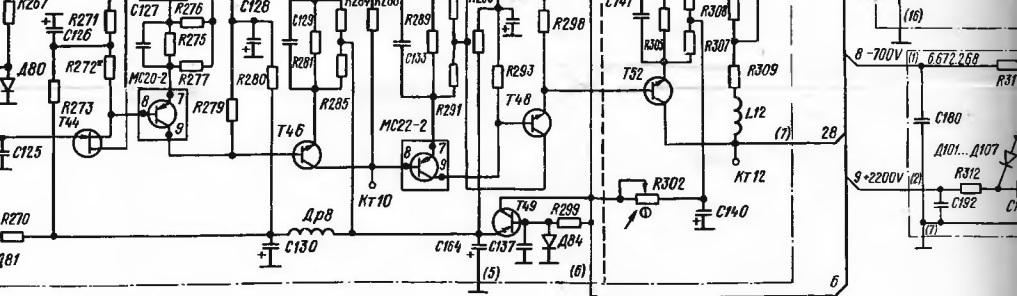


Схема электрическая принципиальная измерителя неоднородностей линий P5-10 (P5-10/I):

I - блок входных цепей к P5-10; II - блок питания к P5-10; III - блок аккумуляторов к P5-10

* Подбирают при регулировании.

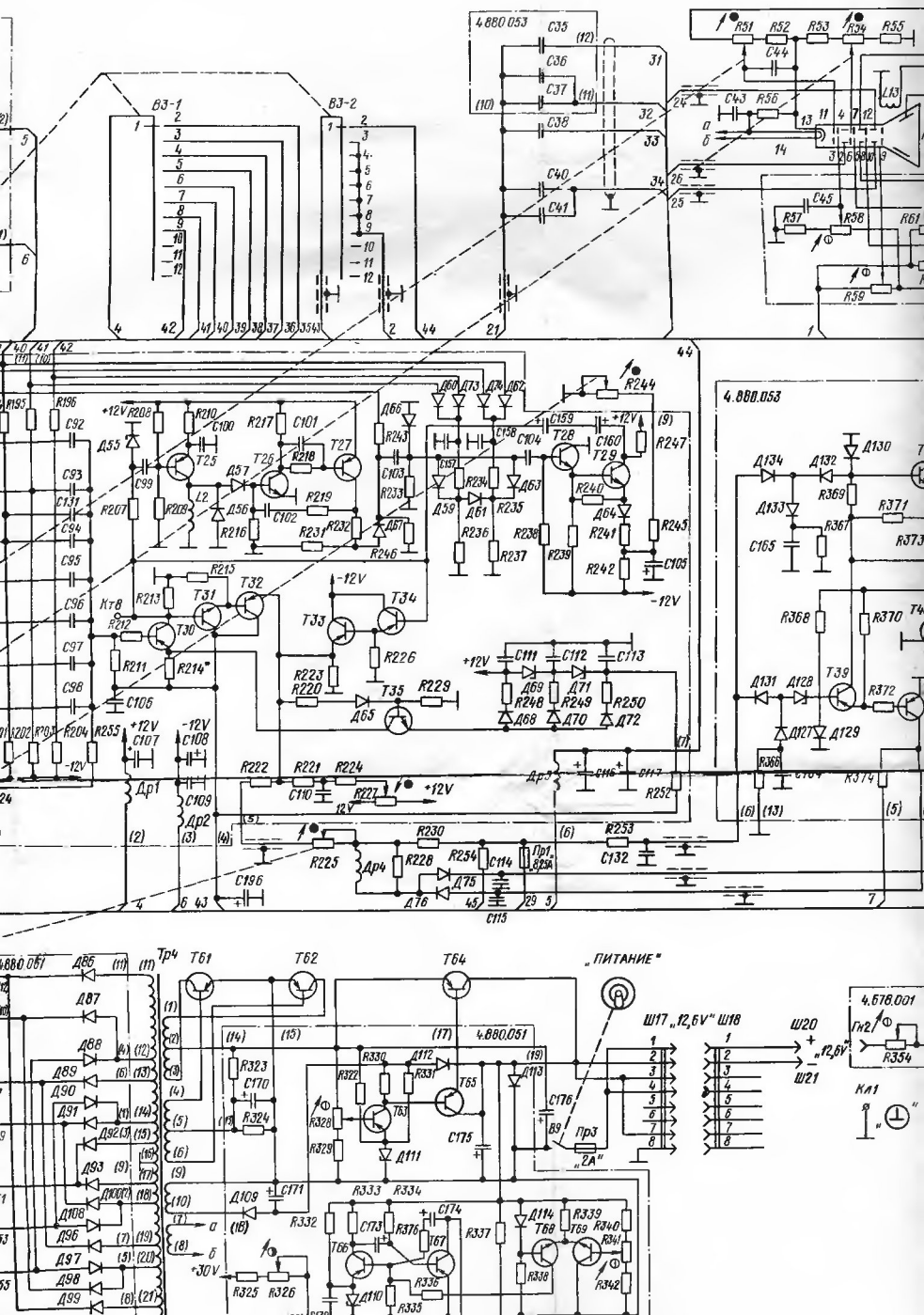


Schematic circuit diagram of P5-10 line irregularity meter:

I- Input unit to P5-10; II - power supply unit to P5-10; III - storage battery unit to P5-10

*Selected in adjustment.

ОБЩ.3 - COMMON 3; РАЗД. - SEPAR; УСИЛЕНИЕ - GAIN; УСТ. ОТСЧЕТА - READING SET ; ЗОНД ИМП. (μs) - TEST PULSE μs ; ОТК СОПР. - RES.; ПИТАНИЕ - SUPPLY ; ВЫХОД - OUTPUT; ВХОД-ВЫХОД - INPUT - OUTPUT; ВХОД I - INPUT 1; ВХОД 2 - INPUT 2; ВХ. ВХ.3 - INP. 3 ; УСИЛ. - GAIN ; ВКЛ. - ON ; БАЛАНСР. - BALANCE ; СИММЕТР. - BALANCED ; НЕСИМ. - UNBALANCED ; ОБЩ. - COMMON ; УКОРОЧЕНИЕ - SHORTENING ; РАССТОЯНИЕ - DISTANCE; ДИАПАЗОНЫ (км) - RANGES, km ; ОБЩ.1 - COMMON 1; ОБЩ.2 - COMMON 2



5622M

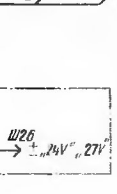
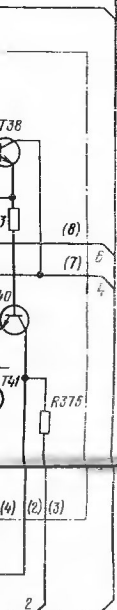
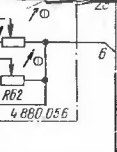
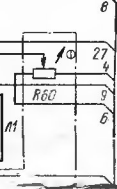




СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ЛИНИЙ P5-10
SCHEMATIC CIRCUIT DIAGRAM OF P5-10 LINE IRRE-
GULARITY METER

Перечень элементов
List of Elements

Обозначение	Наименование	Коли- чество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
Резисторы: Resistors:			
	ОМЛТ ГОСТ 7113-71		
	МОН 467,038		
	СП 468,084		
	С2-13 467,036		
	СП3-6а 468,020		
	СП3-9 468,012		
	СП5-16ВА 468,519		
	ПЗВР ГОСТ 6513-66		
	Терморезисторы ММТ-4 468,086		
	Thermoresistors ММТ-4 468,086		
	Потенциометры ПЛП 25-04-630-68		
	Potentiometers ПЛП 25-04-630-68		
RI, R2	ОМЛТ-0,25-22 $\kappa\Omega \pm 10\%$	2	
R3	ОМЛТ-0,25-6,8 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R4	ОМЛТ-0,25-10 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R5	ОМЛТ-0,25-4,7 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R6...R9	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	4	
R10	ОМЛТ-0,25-200 $\Omega \pm 5\%$	1	
R11	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R12...R15	ОМЛТ-0,25-22 $\kappa\Omega \pm 10\%$	4	
R16	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R17...R24	ОМЛТ-0,25-22 $\kappa\Omega \pm 10\%$	8	
R25	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R26	ОМЛТ-0,25-22 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R27	ОМЛТ-0,25-68 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R28	ОМЛТ-0,25-10 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	

Обозначение	Наименование	Коли- чество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
R29	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R30	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R31	ОМЛТ-0,25-39 $\kappa\Omega \pm 5\%$	1	
R33	ОМЛТ-0,25-100 $\Omega \pm 10\%$	1	
R34	ОМЛТ-0,25-470 $\Omega \pm 10\%$	1	
R35	ОМЛТ-0,25-4,7 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R36	ОМЛТ-0,25-15 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R37	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R38	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R39	ОМЛТ-0,25-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R40	ОМЛТ-0,25-33 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R41	ОМЛТ-0,25-51 $\Omega \pm 5\%$	1	
R42	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R43	ОМЛТ-0,25-51 $\Omega \pm 5\%$	1	
R44	ОМЛТ-0,25-22 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R51	СП3-9а-220 $\kappa\Omega \pm 30\%$ -I6	1	
R52	ОМЛТ-0,25-68 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R53	ОМЛТ-0,25-470 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R54	СП3-9а-1 $\kappa\Omega \pm 30\%$ -I6	1	
R55	ОМЛТ-1-1,8 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R56	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R57	ОМЛТ-0,25-56 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R58	СП3-9а-100 $\kappa\Omega \pm 20\%$ -10	1	
R59	СП3-9а-1 $\kappa\Omega \pm 30\%$ -10	1	
R60	СП3-9а-4,7 $\kappa\Omega \pm 20\%$ -10	1	
R61, R62	СП3-9а-1 $\kappa\Omega \pm 30\%$ -10	2	
R68	ОМЛТ-0,25-1 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R69	ММТ-4-а-1,5 κ	1	
R70...R73	СП5-16ВА-0,25 Вт 4,7 $\kappa\Omega \pm 10\%$	4	
R74...R77	СП3-9а-4,7 $\kappa\Omega \pm 20\%$ -I6	4	
R78	ОМЛТ-0,25-4,7 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R79	ОМЛТ-0,25-1,5 $\kappa\Omega \pm 10\%$	1	
R80	ПЛП-11В+0,3-5 $\kappa\Omega \pm 5\%$	1	
R81	С2-13-0,25-3,16 $\kappa\Omega \pm 1\%$ -B	1	
R82	СП5-16ВА-0,25 Вт 470 $\Omega \pm 10\%$	1	
R83	ПЛП-11В+0,3-5 $\kappa\Omega \pm 5\%$	1	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
R84	OMLT-0,25-1,5 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R85	OMLT-0,25-15 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R86	OMLT-0,25-1,5 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R87	OMLT-0,25-15 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R88, R89	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	2	
R90, R91	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	2	
R92	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	1	
R93	OMLT-0,25-56 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R94	OMLT-0,25-15 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R95	OMLT-0,25-2,2 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
R96, R97	OMLT-0,25-47 $\kappa O_{M+10} \%$	2	
R98	OMLT-0,25-470 $O_{M+10} \%$	1	
R99	СП5-16BA-0,25BT 2,2 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI00	C2-13-0,25-15 $\kappa O_{M+1} \%$ -B	1	
RI01	C2-13-0,25-36,1 $\kappa O_{M+1} \%$ -B	1	
RI02	OMLT-0,25-75 $\kappa O_{M+5} \%$	1	
RI03	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI04	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI05	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI06	OMLT-0,25-1 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI07	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI08	OMLT-0,25-1 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI09	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI10...RI12	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	3	
RI13	OMLT-0,25-6,8 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI14	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI15	OMLT-0,25-33 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI16	OMLT-0,25-1 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI17	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI18	OMLT-0,25-2,2 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI19	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI20	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI21	OMLT-0,25-2,2 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI22	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI23	OMLT-0,25-2,2 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI24	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
RI26	СП3-9a-1,5 $\kappa O_{M+20} \%$ -16	1	
RI27	OMLT-0,25-15 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI28	OMLT-0,25-47 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI29	OMLT-0,25-200 $\kappa O_{M+5} \%$	1	
RI30	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	1	
RI31	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI32	OMLT-0,25-10 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI33	OMLT-0,25-200 $\kappa O_{M+5} \%$	1	
RI34	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI35	OMLT-0,25-680 $O_{M+10} \%$	1	
RI36	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI37, RI38	OMLT-0,25-1 $\kappa O_{M+10} \%$	2	
RI39	OMLT-0,25-6,8 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI40	OMLT-0,25-33 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI41	OMLT-0,25-200 $O_{M+5} \%$	1	
RI42	OMLT-0,5-6,8 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI43	OMLT-0,25-1,8 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI44	OMLT-0,25-33 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI45	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI46	OMLT-0,25-47 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI47	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	1	
RI48	OMLT-0,25-27 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI49	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI50	OMLT-0,25-390 $O_{M+10} \%$	1	
RI51, RI52	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	2	
RI53	OMLT-0,25-1,5 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI54	OMLT-0,25-22 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI55	СП3-16a-100 $\kappa O_{M-20} \%$ -2-B	1	
RI56	OMLT-0,25-56 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI57	OMLT-0,25-200 $\kappa O_{M+5} \%$	1	
RI58, RI59	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	2	
RI60, RI61	OMLT-0,25-51 $O_{M+5} \%$	2	
RI62	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	1	
RI70	OMLT-0,25-100 $O_{M+10} \%$	1	
RI71	OMLT-0,25-2,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	
RI72	OMLT-0,25-4,7 $\kappa O_{M+10} \%$	1	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
RI73	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	
RI74	ОМЛТ-0,25-33 кОм±10 %	I	
RI75	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
RI76	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
RI77	ОМЛТ-0,25-22 кОм±10 %	I	
RI78	ОМЛТ-0,25-33 кОм±10 %	I	
RI79	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	I	
RI80	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
RI81...RI87	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	7	
RI88	ОМЛТ-0,25-15 кОм±10 %	I	
RI89	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
RI90...RI96	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	7	
RI97...R204	ОМЛТ-0,25-200 кОм±5 %	8	
R205	ОМЛТ-0,25-15 кОм±10 %	I	
R206	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
R207	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10 %	I	
R208	ОМЛТ-0,25-300 Ом±5 %	I	
R209	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	I	
R210	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
R211	ОМЛТ-0,25-220 Ом±10 %	I	
R212	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	
R213	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	
R214*	ОМЛТ-0,5-33 Ом±10 %	I	24...5I Ом
R215	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	24 - 51 Ω
R216	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
R217, R218	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	2	
R219	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	I	
R220	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	
R221	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	I	
R222	ОМЛТ-0,25-10 Ом±10 %	I	
R223	ОМЛТ-0,25-75 Ом±5 %	I	
R224	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	I	
R225	ЛСН-I-I-A-470 Ом±20 % OC-3-20	I	
R226	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
R227	СН5-16BA-0,25 Вт 10 кОм±10 %	I	
R228	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
R229	ОМЛТ-0,25-22 кОм±10 %	I	
R230	ОМЛТ-2-10 Ом±10 %	I	
R231, R232	ОМЛТ-0,25-820 Ом±10 %	2	
R233	ОМЛТ-0,25-120 кОм±5 %	I	
R234	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	I	
R235	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	
R236	ОМЛТ-0,25-15 кОм±10 %	I	
R237	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	I	
R238	ОМЛТ-0,25-120 кОм±10 %	I	
R239	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
R240	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
R241	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	
R242	ОМЛТ-0,25-560 Ом±10 %	I	
R243	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	I	
R244	СН3-9a-10 кОм±20 %-I6	I	
R245	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10 %	I	
R246	ОМЛТ-0,25-15 кОм±10 %	I	
R247	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	
R248	ОМЛТ-0,25-680 Ом±10 %	I	
R249	ОМЛТ-0,25-510 Ом±5 %	I	
R250	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	
R252	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	I	
R253	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	I	
R254	ОМЛТ-0,25-5I Ом±5 %	I	
R255	ОМЛТ-0,25-270 Ом±10 %	I	
R258	СН3-9a-I,5 кОм±20 %-I6	I	
R259	ОМЛТ-0,25-470 Ом±10 %	I	
R261	ЛСН-I-I-0,5-Б-4,7 кОм±20 % OC-3-20	I	
R262	МОМ-0,5-I Ом±10 %	I	
R263	СН3-9a-22 кОм±20 %-I6	I	
R264	СН3-9a-I,5 кОм±20 %-I6	I	
R265	ОМЛТ-0,25-100 Ом±10 %	I	
R266	ОМЛТ-0,25-3 кОм±5 %	I	
R267	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	I	
R268	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	I	
R269, R270	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	2	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
R271	ОМЛТ-0,25-8,2 кОм±10 %	1	
R272*	ОМЛТ-0,25-8,2 кОм±10 %	1	4,7 кОм...
R273	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	4,7 - 10 кΩ
R275	ОМЛТ-0,25-270 Ом±10 %	1	
R276, R277	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10 %	2	
R278, R279	ОМЛТ-0,25-750 Ом±5 %	2	
R280	ОМЛТ-0,25-470 Ом±10 %	1	
R281	ОМЛТ-0,25-510 Ом±5 %	1	
R284...R286	ОМЛТ-0,25-820 Ом±10 %	3	
R287	СП5-16БА-0,25 Вт I кОм±10 %	1	
R288	ОМЛТ-0,25-820 Ом±10 %	1	
R289	ОМЛТ-0,25-510 Ом±5 %	1	
R290...R293	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	4	
R296	ОМЛТ-0,25-470 Ом±10 %	1	
R297, R298	ОМЛТ-0,25-2 кОм±5 %	2	
R299, R300	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	2	
R301	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	
R302	СП5-16БА-0,25 Вт I кОм±10 %	1	
R305	ОМЛТ-0,25-910 Ом±5 %	1	
R306, R307	ОМЛТ-0,25-750 Ом±5 %	2	
R308, R309	ОМЛТ-2-3 кОм±5 %	2	
R311	ОМЛТ-0,25-270 кОм±10 %	1	
R312	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	1	
R313	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	
R318	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	
R322	ОМЛТ-0,25-270 Ом±10 %	1	
R323	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	1	
R324	ОМЛТ-0,25-75 Ом±5 %	1	
R325	ОМЛТ-0,25-18 кОм±10 %	1	
R326	СП5-16БА-0,25 Вт 4,7 кОм±10 %	1	
R327	ОМЛТ-0,25-15 кОм±10 %	1	
R328	СП5-16БА-0,25 Вт I,5 кОм±10 %	1	
R329	ОМЛТ-0,25-I,5 кОм±10 %	1	
R330	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	1	
R331	ОМЛТ-0,25-270 Ом±10 %	1	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
R332	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	1	
R333	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	1	
R334	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	1	
R335	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	1	При установке счетчика ЗСВ
R336	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	1	
R337	ОМЛТ-0,5-100 Ом±10 %	1	
R338	ОМЛТ-0,25-750 Ом±5 %	1	
R339	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	1	If hourmeter ЗСВ is installed
R340	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	1	
R341	СП5-16БА-0,25 Вт 4,7 кОм±10 %	1	
R342	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	1	
R345*	ОМЛТ-0,25-910 Ом±5 %	1	620 Ом(Ω) ...I кОм (kΩ)
R346	ОМЛТ-2-51 Ом±5 %	1	
R347, R348	ОМЛТ-0,25-33 кОм±10 %	2	
R349	ОМЛТ-0,25-2,2 кОм±10 %	1	
R350	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	1	
R351	СП5-16БА-0,25 Вт I,5 кОм±10 %	1	
R352	ОМЛТ-0,25-I кОм±10 %	1	
R353	ОМЛТ-I-100 Ом±10 %	1	
R354	ППЭВР-25-24 Ом±5 %	1	
R366	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	1	
R367	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10 %	1	
R368	ОМЛТ-0,25-33 кОм±10 %	1	
R369	ОМЛТ-0,25-33 кОм±10 %	1	
R370	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	1	
R371	ОМЛТ-0,25-6,8 кОм±10 %	1	
R372	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	
R373	ОМЛТ-0,25-51 Ом±5 %	1	
R374, R375	ОМЛТ-0,25-4,7 кОм±10 %	2	
R376	ОМЛТ-0,25-2 кОм±5 %	1	
Конденсаторы:			
Capacitors:			
KM-50-H90 изолированный 460,043			
(Insulated)			
K53-4 464,037			

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
	KI5-5 460,084		
	K42Y-2 462,082		
	K50-3 464,042		
	KCOT 461,025		
	CCT 461,027		
	K76II-I 461,028		
	K50-20 464,120		
CI	KM-56-MI500-3300 пф+10 %	I	
C2	KM-56-MI500-3300 пф+10 %	I	
C3	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C4	KM-56-M75-100 пф+10 %	I	
C5	KM-56-M75-510 пф+5 %	I	
C6	KM-56-M750-1000 пф+10 %	I	
C7	KM-56-M75-680 пф+10 %	I	
C8	KM-56-H90-0,015 мкс	I	
C9	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
CI0	KM-56-H90-0,068 мкс	I	
CI1...CI6	KM-56-H90-0,015 мкс	6	
CI7	KM-56-M75-220 пф+10 %	I	
CI9	KM-56-M750-1000 пф+10 %	I	
C2I	K42Y-2-160-0,047+10 %	I	
C22	K42Y-2-160-0,1+10 %	I	
C23	K42Y-2-160-0,047+10 %	I	
C24	KM-56-M75-100 пф+10 %	I	
C25	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C27	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C28	K53-4-20-22+20 %	I	
C29	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C30	K53-4-20-22+20 %	I	
C3I...C34	KM-56-H90-0,1 мкс	4	
C35	KCOT-I-250-I-220+10 %	I	
C36	KCOT-5-500-I-680+5 %	I	
C37	KCOT-2-500-I-200+10 %	I	
C38	CCT-2-100000+0,5 %	I	
C39	KM-56-H90-0,015	I	
C40	CCT-3-200000+0,5 %	I	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
C4I	CCT-I-47000+0,5 %	I	
C42	KM-56-M750-1000 пф+10 %	I	
C43	KI5-5-H70-I,6 мБ-4700 пф	I	
C44	K42Y-2-160-0,047+10 %	I	
C45	KM-56-H90-0,015 мкс	I	
C50	KM-56-H90-0,015 мкс	I	
C5I, C52	KM-56-M47-75 пф+5 %	2	
C53	KM-56-M75-220 пф+10 %	I	
C54	KM-56-H90-0,015 мкс	I	
C55	KM-56-M47-5I пф+5 %	I	
C56	K53-4-20-22+20 %	I	
C57	KCOT-2-500-I-750 пф+5 %	I	
C58	KM-56-H90-0,015 мкс	I	
C59	KM-56-II33-20 пф+10 %	I	
C60	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C6I	KM-56-M750-1000 пф+10 %	I	
C62, C63	KM-56-M47-5I пф+5 %	2	
C64	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C65	KM-56-M47-30 пф+5 %	I	
C66	KM-56-H90-0,1 мкс	I	
C67, C68	K42Y-2-160-0,1+10 %	2	
C69	KM-56-M750-1000 пф+10 %	I	
C70, C7I	K42Y-2-160-0,1+10 %	2	
C72, C73	K53-4-20-22+20 %	2	
C74	K42Y-160-0,1+10 %	I	
C80	KM-56-MI500-5600 пф+10 %	I	
C8I, C82	KM-56-M75-470 пф+10 %	2	
C83	KM-56-M47-56 пф+10 %	I	
C84	KM-56-M75-100 пф+10 %	I	
C85	KM-56-MI500-5600 пф+10 %	I	
C86	KM-56-M47-56 пф+10 %	I	
C87	KM-56-M750-2200 пф+10 %	I	
C88	KM-56-M75-510 пф+5 %	I	
C89	KM-56-II33-20 пф+5 %	I	
C90	KM-56-M75-100 пф+10 %	I	
C9I	KM-56-M75-100 пф+10 %	I	

Продолжение
Continued

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Кол- чество Qty	Примечание Remark
С92	K42Y-2-250-0,068±10 %	1	
С93	K42Y-2-630-0,022±10 %	1	
С94	KM-50-M1500-5600 пФ±10 %	1	
С95	KM-50-M750-2200 пФ±10 %	1	
С96	KM-50-M75-680 пФ±10 %	1	
С97	KM-50-M75-220 пФ±10 %	1	
С98	KM-50-M47-75 пФ±5 %	1	
С99	KM-50-M75-100 пФ±10 %	1	
С100	KM-50-M75-510 пФ±5 %	1	
С101	KM-50-M47-51 пФ±5 %	1	
С102	KM-50-M750-2200 пФ±10 %	1	
С103	KM-50-M750-1000±10 %	1	
С104	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С105	K53-4-20-2,2±20 %	1	
С106	K42Y-2-160-0,1±10 %	1	
С107...С109	K53-4-20-47±20 %	3	
С110...С113	KM-50-H90-0,1 мкФ	4	
С114, С115	KM-50-M750-1000 пФ±10 %	2	
С116, С117	K53-4-15-47±20 %	2	
С118	KM-50-M75-680 пФ±10 %	1	
С119	KM-50-M75-680 пФ±10 %	1	
С120	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С121	KM-50-M750-1500 пФ±10 %	1	
С122	K53-4-20-6,8±20 %	1	
С123	KM-50-M47-51 пФ±5 %	1	
С124	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С125	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С126	K53-4-20-22±20 %	1	
С127	KM-50-M47-75±5 %	1	
С128	K53-4-20-6,8±20 %	1	
С129	KM-50-M47-33 пФ±10 %	1	
С130	K53-4-20-6,8±20 %	1	
С131	KM-50-M750-2200 пФ±10 %	1	
С132	KM-50-M750-1000 пФ±10 %	1	
С133*	KM-50-M47-27 пФ±10 %	1	20...100 пФ
С134, С135	K53-4-20-47±20 %	2	pF

Обозначение Symbol	Наименование Description	Коли- чество Qty	Примечание Remark
С136	K53-4-20-6,8±20 %	1	
С137, С138	KM-50-H90-0,1 мкФ	2	
С139	K50-20-50-10	1	
С140	K53-4-20-6,8±20 %	1	
С141	KM-50-M47-75 пФ±5 %	1	
С142, С143	K50-35-100-10	2	
С144, С145	K76П-1-а-10±10 %	2	
С146, С147	K50-20-50-10	2	
С148, С149	K53-4-20-47±20 %	2	
С150, С151	K53-4-15-47±20 %	2	
С152, С153	K53-4-20-47±20 %	2	
С154, С155	K50-20-50-10	2	
С156	KM-50-M750-1500 пФ±10 %	1	
С157	KM-50-H90-0,015 мкФ	1	
С158	KM-50-H90-0,015 мкФ	1	
С159	K53-4-20-2,2±20 %	1	
С160	K53-4-20-2,2±20 %	1	
С164	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С165	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С167, С168	K50-35-50-2000	2	
С170	K53-4-15-2,2±20 %	1	
С171	K53-4-20-22±20 %	1	
С172	KM-50-H90-0,1 мкФ	1	
С173...С175	K53-4-20-47±20 %	3	
С176	K53-4-20-47±20 %	1	
С177	K50-35-50-200	1	
С178, С179	K50-20-50-10	2	
С180	K42Y-2-1000-0,1±10 %	1	
С186, С187	K42Y-2-1000-0,1±10 %	2	
С188...С191	K15-5-H70-1,6 кВ-4700 пФ	4	
С192	K15-5-H70-6,3 кВ-4700 пФ	1	
С193...С195	K15-5-H70-1,6 кВ-4700 пФ	3	
С196	K50-20-50-10	1	

Дроссели высокочастотные 477.005
RF chokes 477.005

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
L1	Индуктивность 1 мГ 4.777.029 1-МН Inductance 4.777.029	I	
L2	ДМ-0,6-10±5 % 4.777.000	I	
L4	Индуктивность 3 мГ 4.777.019 3-МН Inductance 4.777.019	I	
L5	Индуктивность 0,63 мГ 777.009 0.63-МН Inductance 777.009	I	
L6	ДМ-0,1-280±5 % 4.777.002	I	
L7	ДМ-0,1-100±5 % 4.777.000	I	
L8	ДМ-0,2-30±5 % 4.777.000	I	
L9	ДМ-0,6-10±5 % 4.777.000	I	
L10	ДМ-2,4-3±10 % 4.777.000	I	
L11, L12	ДМ-0,1-35±5 % 4.777.000	2	
L13	Отклоняющая катушка 5.769.001 Deflecting coil 5.769.001	I	
Б1	Аккумуляторы 16-529,047-75 Cells 16-529.047-75	10	Соединены последова- тельно для P5-10
Б2	НКТ-I,5-YI, I	10	Connected in series for P5-10
Б1	Переключатели ПМ1 0.360.008 Switches ПМ1 0.360.008 Переключатель ПМ 0.360.001 Switch ПМ 0.360.001 Микротумблеры ОКД.360.016 Microswitch ОКД.360.016	I	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
B2	МТД1	I	
B3	ПМ-8П2Н	I	
B4	МТД3	I	
B5	МТД1	I	
B6	ПМ-3П3Н	I	
B7	ПМ-4П2Н	I	
B8	ПМ-5П2Н	I	
B9	МТД1	I	
B10	ТП1-2	I	
Гн1	Гнездо 7.746.023 Jack 7.746.023	I	
Гн2	Гнездо 3.647.005 Jack 3.647.005	I	
	Диоды: Diodes:		
	Д220 362.010 Д2503Б 362.045 Д311 362.023 Д2202В 362.035		
	Стабилитроны: Avalanche diodes:		
	ДВ18 362.025 Д2С156А.362.805 ДВ14 362.012		
	Выпрямительные диоды Rectifying diodes		
	Д223 362.018 Выпрямительные диоды типа Rectifying diodes, type		
	МД218 362.067 Д237Б 362.021		

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
	Туннельные диоды		
	Tunnel diodes		
	ИИ308В 360,077		
	Диоды		
	Diodes		
	Д18 362,002		
	Стабилитроны		
	Avalanche diodes		
	2С113А 362,816		
Д1...Д7	Д220	7	
Д11...Д14	Д220	4	
Д15	2С156А	1	
Д16...Д20	Д220	5	
Д21	Д818Б	1	
Д22	Д311	1	
Д23	2Д503Б	1	
Д24	Д220	1	
Д25	Д223А	1	
Д26, Д27	2Д503Б	2	
Д28	2С156А	1	
Д29	Д220	1	
Д30	2С156А	1	
Д31, Д32	Д220	2	
Д33	Д223А	1	
Д34	2Д503Б	1	
Д35	Д220	1	
Д36	Д814А	1	
Д37...Д40	Д818В	4	
Д41	Д223А	1	
Д43...Д45	2Д503Б	3	
Д46	Д220	1	
Д47...Д54	2Д503Б	8	
Д55	ИИ308В	1	
Д56, Д57	Д18	2	
Д59...Д63	Д220	5	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
Д64, Д65	2Д503Б	2	
Д66	Д18	1	
Д67	Д220	1	
Д68	2Д503Б	1	
Д69	Д814А	1	
Д70	2Д503Б	1	
Д71	2С156А	1	
Д72	2Д503Б	1	
Д73	Д220	1	
Д74	Д220	1	
Д75, Д76	Д237Б	2	
Д80, Д81	Д220	2	
Д82, Д83	2Д503Б	2	
Д84, Д85	Д814Б	2	
Д86	Д237Б	1	
Д87, Д88	Д223Б	2	
Д89	Д223А	1	
Д90...Д93	Д237Б	4	
Д94, Д95	МД218	2	
Д96	Д223А	1	
Д97, Д98	Д223Б	2	
Д99, Д100	Д237Б	2	
Д101...Д107	МД218	7	
Д108	Д237Б	1	
Д109	Д223А	1	
Д110	2С113А	1	
Д111	2С156А	1	
Д112	Д223А	1	
Д113	Д237Б	1	
Д114	2С156А	1	
Д115...Д118	Д237Б	4	
Д119...Д122	2Д202Б	4	
Д123...Д125	Д814А	3	
Д126	Д223А	1	
Д127	Д220	1	
Д128	2С156А	1	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
Д129	Д220	I	
Д130	Д220	I	
Д131	Д237Б	I	
Д132	20156А	I	
Д133	Д220	I	
Д134	Д237Б	I	
	Дроссели высокочастотные 477.005		
	RF chokes 477.005		
Др1, Др2	ДМ-0,4-100±5 % 4.777.002	2	
Др4, Др5	ДМ-0,4-100±5 % 4.777.002	2	
Др7...Др13	Индуктивность 250 мкГ 4.777.006	7	
	Inductance 250 мкГ 4.777.006		
ИП	Электрохимический счетчик времени ЗСВ-2,5-12,6 0.281.003	I	При указании в заказе
	Electrochemical hour meter ЗСВ-2,5-12,6 0.281.003		If specified in the order
Кл1, Кл2	Зажим 6.625.001	2	
	Terminal clip 6.625.001		
Л1	Электронно-лучевая трубка 8ЛЮ6И 3.350.09	I	
	Cathode-ray tube 8ЛЮ6И 4 3.350.09		
Л2	Лампа СМН10-55-2 160.535.014-74	I	
	Lamp СМН10-55-2 160.535.014-74		
Л3	Лампа СМН10-55 160.535.014-74	I	
	Lamp СМН10-55 160.535.014-74		
	Вставки плавкие 480.003		
	Fuses 480.003		
Пр1	ВН1-1-0,25А	I	
Пр2	ВН1-1-0,5А	I	
Пр3	ВН1-1-2А	I	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
Пр4	ВН1-1-0,5 А	I	
Рс1	Резонатор ШБ-19 Гц-100 кГц-32/20 0.338.141	I	
	Crystal unit ШБ-19 Гц-100 кГц-32/20 0.338.141		
	Транзисторы: Transistors:		
	2П303В 23.365.003		
	2Т306 0.336.015		
	П309 3.365.059		
	2Т602Б 3.365.000		
	2Т203Г 3.365.007		
	П214А 3.365.012		
	МН16Б 0.336.008		
	ГТ403А 3.365.023		
	2Т313Б 0.336.049		
	2Т904А 93.365.008		
	2Т326Б 0.336.003		
	2Т914А 0.336.029		
	2Т803А 3.365.008		
	ГТ311К 3.365.158		
	ГТ313А 3.365.161		
Т1, Т2	2Т326Б	2	
Т6, Т7	2Т326Б	2	
Т8	2Т313Б	I	
Т9	2Т326Б	I	
Т10	2Т313Б	I	
Т11	П309	I	
Т12, Т13	2Т313Б	2	
Т14	2П303В	I	
Т20	2Т306А	I	
Т21	2Т326Б	I	
Т22	2Т306А	I	
Т23	2Т326Б	I	
Т24	2Т602Б	I	
Т25	ГТ313А	I	

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
T26	IT31IK	I	
T27	2T326B	I	
T28	2T306B	I	
T29	2T602B	I	
T30	2T914A	I	
T31	2T602B	I	
T32	2T904A	I	
T33	2T914A	I	
T34	2T313B	I	
T35	П309	I	
T38	П309	I	
T39	2T326B	I	
T40	2T803A	I	
T41	П214A	I	
T43, T44	2П303B	2	
T45	2T306B	I	
T46	2T306B	I	
T47	2T306B	I	
T48	2T306B	I	
T49	2T326B	I	
T50	П309	I	
T51, T52	2T602B	2	
T61, T62	П214A	2	
T63	2T203Г	I	
T64	П214A	I	
T65	П403A	I	
T66, T67	МШ16Б	2	
T68, T69	2T306B	2	
T70	П214A	I	
T71	П403A	I	
T72	2T203Г	I	

Микросхемы:
Microcircuits:
159HT1B 3.456.014
217TK1A 0.347.083

Продолжение
Continued

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Symbol	Description	Qty	Remark
	198HT3 0.348.002		
	Матрицы транзисторные 2T0613B		
	53.456.000		
	Transistor matrix 2T0613B 53.456.000		
	Микросхемы 198HT8A 0.348.002		
	Microcircuits 198HT8A 0.348.002		
MC1	159HT1B	I	
MC2...MC7	217TK1A	6	
MC8	159HT1B	I	
MC11	198HT8A	I	
MC12	159HT1B	I	
MC13	198HT3	I	
MC14	2T0613B	I	
MC15, MC16	198HT3	2	
MC20	198HT8A	I	
MC22	198HT8A	I	
Тр. I...Тр. 3	Трансформатор МТТ-4В 0.472.004	3	
	Transformer МТТ-4В 0.472.004		
Тр. 4	Трансформатор 4.730.009	I	
	Transformer 4.730.009		
Тр. 5	Трансформатор 4.704.019	I	
	Transformer 4.704.019		
	Вилки 2PM 0.364.126		
	Plugs 2PM 0.364.126		
	Розетки 2PM 0.364.126		
	Socket 2PM 0.364.126		
	Вилки ПШ2Н 0.364.002		
	Plugs ПШ2Н 0.364.002		
	Розетки ПТН 0.364.002		
	Sockets ПТН 0.364.002		
Ш1	2PM 18KH7V1BI	I	
Ш2	2PM 18KH7V1BI	I	
Ш3	2PM 18KH7V1BI	I	
Ш4	2PM 18KH7V1BI	I	

Продолжение
Continued

Обозначение Symbol	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remark
Ш5...Ш13	Штепсель ВШ3.645.003-I Plug ВШ3.645.003-1	9	
Ш16	2PM 18KH7Ш16	1	
Ш17	PM 2H-I-18	1	
Ш18	PTIH-I-3	1	
Ш19	Вилка двухполюсная ВД1 0.364.003 Two-pole plug ВД1 0.364.003	1	
Ш20, Ш21	Штепсель ВШ3.645.003-I Plug ВШ3.645.003-1	2	
Ш22	PTIH-I-3	1	
Ш23, Ш24	PM2H-I-I7	2	Для P5-10
Ш25	PTIH-I-3	1	Для P5-10
Ш26	Штепсель ВШ3.645.003-I Plug ВШ3.645.003-1	1	For P5-10

CONTENTS

	Page
1. INTRODUCTION	64
2. APPLICATION	65
3. SPECIFICATIONS	65
4. STANDARD EQUIPMENT	67
5. DESIGN AND PRINCIPLE OF OPERATION	68
5.1. Pulse Measurement	68
5.2. Principle of Operation	72
5.3. Circuit Components	74
5.4. Construction	86
5.5. Marking and Sealing	87
6. GENERAL DIRECTIONS FOR USE	88
6.1. Setting Up for Operation	88
6.2. Connection to Power Supply Source	88
7. SAFETY PRECAUTIONS	89
8. PREPARATIONS FOR OPERATION	89
8.1. Arrangement and Functions of Controls	89
8.2. Preparing the Main Unit for Operation	91
8.3. Switching On and Checking for Proper Functioning ...	92
8.4. Monitoring the Battery Voltage during Operation and Charging	93
9. OPERATION	93
9.1. Preparatory Steps	93
9.2. Prestarting Operations Depending on the Type of Cable to be Measured	94
9.3. Calibration of the Meter	96
9.4. Measurements	98
9.5. Determination of Wave Contraction Factor for Cable of Known Length	101
9.6. Sketching the Pulse Characteristic	102
10. TROUBLE SHOOTING	102
10.1. Directions for Repairs	102
10.2. Trouble Chart	103
10.3. Completing the Battery Set during Battery Répla- cement	105

Обозначение

Symbol

И5...И13

И16

И17

И18

И19

И20, И21

И22

И23, И24

И25

И26

	Page
11. PREVENTIVE MAINTENANCE	10
11.1. General	10
11.2. Types of Preventive Maintenance	10
11.3. Recommended Terms of Preventive Maintenance	10
12. TESTING	10
12.1. Testing Operations and Means	10
12.2. Testing Conditions and Preparations for Testing	11
12.3. Testing Procedure	11
13. STORAGE	11
14. TRANSPORTATION	11
14.1. Packing and Marking	12
14.2. Transportation Conditions	12
APPENDICES	12
Appendix 1. Pulse Characteristics of Lines	14
Appendix 2. Connection of Meter for Various Input Conditions	15
Appendix 3. General Arrangement of Meter Circuit Main Elements	15
Appendix 4. Winding Data of Inductance Coils	17
Appendix 5. Winding Data of Transformer Тр4	17
Appendix 6. Winding Data of Transformer Тр5	17
Appendix 7. Resistance Charts of Transistors and Microcircuits	17
Appendix 8. Voltage Charts of Transistors and Microcircuits	18
Appendix 9. Pulse Voltages of Transistors and Microcircuits	18
Appendix 10. Schematic Circuit Diagram of P5-10 Line Irregularity Meter	20

Внешторгиздат. Изд. № 5622М
Измеритель неоднородностей линий
Р5-10 (Р5-10/1)
Техническое описание и инструкция по
эксплуатации на рус. и англ. яз.
И. Зак. 001434.

Линия отреза

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив "Карточку" в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия
2. Заводской номер изделия
3. Дата выпуска
4. Получатель и дата получения изделия
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления
6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия
7. Какие элементы приходилось заменять
8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику (указать номер и дату предъявления)
10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах)
11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия
13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва.

Подпись _____ " _____ 197 г.