

BM 543

Вýробní číslo:

Заводской номер:

Production No.:

ZKRESLOMĚR - VOLTMETR

Zkresloměr-voltmetr je měřicí přístroj, určený k měření harmonického zkreslení v rozsahu 0,1% až 100% na frekvencích 6 Hz až 600 kHz. Vestavěného voltmetru lze samostatně použít k měření střídavých napětí 300 μ V až 100 V (300 V – s děličem 10 dB).

ИЗМЕРИТЕЛЬ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ВОЛЬТМЕТР

Измеритель нелинейных искажений - вольтметр - это измерительный прибор, предназначенный для измерения коэффициента нелинейных искажений в пределах от 0,1% до 100% на частотах 6 Гц - 600 кГц. Встроенный вольтметр может быть самостоятельно использован для измерения переменных напряжений от 300 мкВ до 100 В (300 В с делителем 10 дБ).

DISTORTION METER - VOLTMETER

This distortion meter - voltmeter is a laboratory instrument intended for the measurement of harmonic distortion within the range 0.1% to 100% at frequencies between 6 Hz and 600 kHz. Its built-in voltmeter can be employed separately for the measurement of AC voltages within the range 300 μ V to 100 V (or to 300 V with a 10 dB divider employed).

Výrobce:

Завод-изготовитель:

Makers:

TESLA Brno, k. p., Purkyňova 99, 612 45 Brno

OBSAH

1. Rozsah použití	3
2. Sestava úplné dodávky	3
3. Technické údaje	4
4. Princip činnosti	8
5. Pokyny pro vybalení a přípravu přístroje k provozu	10
6. Návod k obsluze a používání	10
7. Popis mechanické konstrukce	15
8. Podrobný popis zapojení	15
9. Pokyny pro údržbu	22
10. Pokyny pro opravy	23
11. Pokyny pro dopravu a skladování	33
12. Údaje o záruce	33
13. Rozpis elektrických součástí	34
14. Přílohy	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение прибора	3
2. Комплектность поставки	3
3. Технические данные	4
4. Принцип действия прибора	8
5. Указания по распаковке и подготовке прибора к эксплуатации	10
6. Инструкция по обслуживанию и эксплуатации прибора	10
7. Описание механической конструкции	15
8. Подробное описание схемы	15
9. Указания по уходу за прибором	22
10. Указания по ремонту	23
11. Указания по транспортировке и хранению	33
12. Условия гарантии	33
13. Спецификация электрических деталей	34
14. Приложения	

CONTENTS:

1. Range of application of the instrument	3
2. Contents of a complete consignment	3
3. Technical data	4
4. Principle of the instrument operation	8
5. Instructions for unpacking the instrument and for its preparation for use	10
6. Instructions for attendance and use of the instrument	10
7. Description of the mechanical design	15
8. Detailed description of the circuitry	15
9. Instructions for maintenance of the instrument	22
10. Instructions for repairs	23
11. Instructions for transport and storage	33
12. Guarantee	33
13. List of electrical components	34
14. Enclosures	

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektrotechniky mění se obvody a přistupují a zlepšují se součásti našich přístrojů.

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček.

Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

Ввиду быстрого темпа развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати или требований экспедиции не удается внести эти изменения в напечатанные пособия.

В таких случаях они приводятся на отдельном листе.

Owing to the rapid development of electronics in the world, the circuits of our instruments are altered and components of new types or improved design are employed.

Sometimes, due to printing terms or the requirement of speedy shipping, it is impossible to include a description of such alterations in the appropriate printed manual.

Therefore, if necessary, such alterations are given in a loose leaf.

1. ROZSAH POUŽITÍ

Zkresloměr-voltmetr je plně tranzistorovaný měřicí přístroj, který měří zkreslení dané poměrem obsahu amplitud harmonických kmitočtů k amplitudě základního kmitočtu. Zkreslení lze měřit v hodnotách 0,1% až 100% a v rozsahu frekvencí 6 Hz až 600 kHz. V tomto pásmu je určen pro rychlá a přesná měření zkreslení na nízkofrekvenčních zesilovačích třídy Hi-Fi, moderních nízkofrekvenčních generátorech s velmi nízkým zkreslením, modulační obálky (AM) po detekci atd. Součástí zkresloměru-voltmetru je voltmetr v rozsahu 300 μ V až 300 V. Tímto lze měřit zisk, kmitočtové závislosti atd. na generátorech, zesilovačích a zesilovačích.

2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

Zkresloměr-voltmetr	BM 543
Síťová šňůra	
Pojistka	T 80 mA
Pojistka	T 200 mA
Svorka dvojitá	1AK 484 15
Kabel	1AK 642 20
Kabel	1AK 641 67
Dělič 10 dB	1AK 061 76
Instrukční knížka	
Záruční list	
Balící list	

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Измеритель нелинейных искажений - вольтметр - это транзисторный измерительный прибор, который измеряет коэффициент нелинейных искажений, определяемый в качестве отношения амплитуд гармонических частот к амплитуде основной частоты. КНИ можно измерять в пределах от 0,1% до 100% в диапазоне частот 6 Гц - 600 кГц. В соответствии с частотным диапазоном прибор предназначен для быстрого и точного измерения КНИ низкочастотных усилителей класса Hi-Fi, современных низкочастотных генераторов с очень малым коэффициентом нелинейных искажений, модуляционной оболочки (AM) после детектирования и т. д. Составной частью измерителя нелинейных искажений - вольтметра является вольтметр, работающий в диапазоне от 0,3 мВ до 300 В. С помощью последнего можно измерять напряжение генераторов, аттенюаторов, усилителей, измерять коэффициент усиления, частотную зависимость и т. д.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Измеритель нелинейных искажений - вольтметр	BM 543
Сетевой шнур	
Предохранитель	T 80 mA
Предохранитель	T 200 mA
Зажим двойной	1AK 484 15
Кабель	1AK 642 20
Кабель	1AK 641 67
Делитель 10 дБ	1AK 061 76
Инструкция	
Гарантийное свидетельство	
Упаковочный лист	

1. RANGE OF APPLICATION OF THE INSTRUMENT

The BM 543 distortion meter - voltmeter is a fully transistorized instrument for use in laboratories for measuring distortion given by the ratio between the amplitudes of the contained harmonic frequencies and the amplitude of the basic frequency. The distortion can be measured within the range of 0.1% to 100% at frequencies between 6 Hz and 600 kHz. Within its range the instrument is applicable for the speedy and exact ascertainment of the distortion of AF amplifiers of the Hi-Fi class, of modern AF generators of very low distortion, of the modulation (AM) envelope of signals after detection, etc. An integral part of the instrument is a voltmeter, the range of which is 300 μ V to 300 V and which can serve for measurements on generators, attenuators and amplifiers, as well as for the ascertainment of gain, frequency response, etc.

2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

Distortion meter - voltmeter	BM 543
Mains cord	
Fuse	T 80 mA
Fuse	T 200 mA
Double terminal	1AK 484 15
Cable	1AK 642 20
Cable	1AK 641 67
10 dB divider	1AK 061 76
Instruction Manual	
Guarantee Certificate	
Packing Note	

3. TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1. Zkresloměr

Rozsah měření zkreslení: 10 Hz do 600 kHz
(5 rozsahů)

Úroveň zkreslení: 0,1%–100%, měří se na plnou
stupnici v 7 rozsazích

Přesnost měření harmonických (plná stupnice):

Vstupní napětí: < 10 V

Rozsah Предел Range	±3%	±6%	±12%
100%–0,3% 100%–0,3%	10 Hz–1 MHz 10 Гц – 1 МГц 10 Hz–1 MHz	10 Hz–3 MHz 10 Гц – 3 МГц 10 Hz–3 MHz	
0,1% 0,1%	30 Hz–100 kHz 30 Гц – 100 кГц 30 Hz–100 kHz	20 Hz–500 kHz 20 Гц – 500 кГц 20 Hz–500 kHz	10 Hz–1,2 MHz 10 Гц – 1,2 МГц 10 Hz–1,2 MHz

Vstupní napětí: > 10 V

Rozsah Предел Range	±3%	±6%	±12%
100%–0,3% 100%–0,3%	10 Hz–300 kHz 10 Гц – 300 кГц 10 Hz–300 kHz	10 Hz–500 kHz 10 Гц – 500 кГц 10 Hz–500 kHz	10 Hz–3 MHz 10 Гц – 3 МГц 10 Hz–3 MHz
0,1% 0,1%	30 Hz–100 kHz 30 Гц – 100 кГц 30 Hz–100 kHz	20 Hz–500 kHz 20 Гц – 500 кГц 20 Hz–500 kHz	10 Hz–1,2 MHz 10 Гц – 1,2 МГц 10 Hz–1,2 MHz

Při odchylce 10 °C od referenční teploty zvětší se
chyba měření o polovinu tolerance.

Eliminační charakteristiky:

Potlačení základní harmonické > 80 dB

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Измеритель нелинейных искажений

Диапазон измерения коэффициента нелиней-
ных искажений: 10 Гц – 600 кГц
(5 поддиапазонов)

Уровень КНИ: 0,1% – 100%, при полном
отклонении стрелки прибора, 7 пределов

Точность измерения гармоник (полное
отклонение по шкале):

Входное напряжение < 10 В

3. TECHNICAL DATA

3.1. Distortion meter

Distortion measuring range:
Basic frequency range: 10 Hz to 600 kHz, in 5
partial ranges

Distortion level range: 0.1% to 100% at f.s.d.
in 7 partial ranges

Accuracy of harmonic frequency measurement:

Input voltage < 10 V

Входное напряжение > 10 В

Input voltage > 10 V

При отклонении температуры на 10 °C от нор-
мального значения увеличивается погреш-
ность измерения на половину допуска.

Характеристика избирательности:

Подавление основной гармоники: > 80 дБ

Dependence of the accuracy on the temperature:
10 °C deviation from the reference tempera-
ture causes an error increase by half of the
tolerance value.

Elimination characteristics:

Suppression of the basic harmonic frequency:
> 80 dB

Přesnost druhé a vyšších harmonických proti základní:

- 10 Hz–20 Hz : lepší než ± 1 dB
- 20 Hz–20 kHz : lepší než $\pm 0,6$ dB
- 20 kHz–100 kHz : lepší než -1 dB
- 100 kHz–300 kHz : lepší než -2 dB
- 300 kHz–500 kHz : lepší než $-3,5$ dB
- 500 kHz–600 kHz : lepší než -4 dB

Zkreslení vlastního přístroje: 10 Hz–200 kHz >
> -70 dB, 200 kHz–600 kHz > -64 dB

Indikace měřidla je úměrná střední hodnotě napětí. Měřidlo je cejchováno v hodnotách efektivních.

Přesnost cejchování kmitočtu: 10 Hz–600 kHz \pm
 $\pm 10\%$

Vstupní impedance: $1\text{ M}\Omega \pm 5\%$ paralelně
s kapacitou < 70 pF

Přípustné napětí na vstupu: 300 V_{šš}

Vstupní úroveň pro měření zkreslení: 0,3 V
efektivní hodnoty pro nastavení úrovně 100%.

Hodnoty větší se nastavují děličem po 10 dB a
plynule až do 100 V.

Izolace: obvodová zem je odizolována od kostry
 $R_{iz.} = 10^9 \Omega$, $C = \text{asi } 1 \mu\text{F}$, obvodová zem
může mít vůči kostře potenciál ± 250 V.

3.2. Voltmetr

Rozsah voltmetru: 300 μV až 300 V efektivní
hodnoty plné stupnice ve 13 rozsazích po
10 dB. (Rozsah 100 V–300 V s děličem 10 dB)

Přesnost voltmetru: základní na 1 kHz $\pm 3\%$
z plné výchylky.

Точность второй и высших гармоник
по отношению к основной:

- 10 Гц – 20 Гц менее ± 1 дБ
- 20 Гц – 20 кГц менее $\pm 0,6$ дБ
- 20 кГц – 100 кГц менее -1 дБ
- 100 кГц – 300 кГц менее -2 дБ
- 300 кГц – 500 кГц менее $-3,5$ дБ
- 500 кГц – 600 кГц менее -4 дБ

Искажения, вносимые самым прибором:
10 Гц – 200 кГц > -70 дБ,
200 кГц – 600 кГц > -64 дБ

Индикация прибора пропорциональна средне-
му значению напряжения. Прибор градуиро-
ван в эффективных значениях.

Точность калибровки частоты: 10 Гц – 600 кГц
 $\pm 10\%$

Входное сопротивление: $1\text{ МОм} \pm 5\%$
с параллельной емкостью < 70 пФ

Предельно-допустимое напряжение на входе:
300 В размах

Входной уровень для измерения КНИ: 0,3 В
эффektivного значения для установки
уровня 100%

Значения более этого значения устанавлива-
ются делителем через 10 дБ и плавно
вплоть до значения 100 В.

Изоляция земля схем изолирована от корпуса
 $R_{из.} = 10^9 \text{ Ом}$, $C = \text{прибл. } 1 \mu\text{Ф}$,
земля схем может находиться на
потенциале ± 250 В относительно корпуса

3.2. Вольтметр

Пределы вольтметра: 300 мкВ – 300 В эффе-
ktivного значения при полном отклонении
стрелки по шкале, 13 поддиапазонов через
10 дБ.
(Предел 100 В – 300 В при использовании
делителя 10 дБ.)

Точность вольтметра: основная на частоте
1 кГц $\pm 3\%$ от полного отклонения

Accuracy of the second and higher harmonic
frequencies:

- 10 Hz–20 Hz : Better than ± 1 dB
- 20 Hz–20 kHz : Better than ± 0.6 dB
- 20 kHz–100 kHz : Better than -1 dB
- 100 kHz–300 kHz : Better than -2 dB
- 300 kHz–500 kHz : Better than $-3,5$ dB
- 500 kHz–600 kHz : Better than -4 dB

Inherent distortion of the instrument:
10 Hz–200 kHz > -70 dB, 200 kHz–600 kHz >
> -64 dB

The meter indication is proportional to the mean
voltage value. The meter is calibrated in RMS
values:

Accuracy of the frequency calibration:
10 Hz–600 kHz $\pm 10\%$

Input impedance: $1\text{ M}\Omega \pm 5\%$
Parallel capacitance: < 70 pF

Permissible input voltage: 300 V_{p-p}

Input level for distortion measurement: 0.3 V RMS
for setting the 100% level. Higher values up
to 100 V are set with a divider in steps of
10 dB and continuously

Insulation: The circuit earth is insulated from the
framework; $R = 10^9 \Omega$, $C = \text{approx. } 1 \mu\text{F}$;
Permissible voltage between the circuit earth
and the framework ± 250 V

3.2. Voltmeter

Measuring range: 300 μV to 300 V RMS at f.s.d.,
in thirteen 10 dB step ranges. (Range 100 V
to 300 V with 10 dB divider)

Accuracy: $\pm 3\%$ of the f.s.d. at a frequency of
1 kHz

Rozsah Предел Range	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$
300 μV –1 mV 300 мкВ – 1 мВ 300 μV –1 mV	30 Hz–300 kHz 30 Гц – 300 кГц 30 Hz–300 kHz	20 Hz–500 kHz 20 Гц – 500 кГц 20 Hz–500 kHz
1 mV–10 V 1 мВ – 10 В 1 mV–10 V	10 Hz–1 MHz 10 Гц – 1 МГц 10 Hz–1 MHz	10 Hz–3 MHz 10 Гц – 3 МГц 10 Hz–3 MHz
10 V–100 V 10 В – 100 В 10 V–100 V	10 Hz–300 kHz 10 Гц – 300 кГц 10 Hz–300 kHz	10 Hz–500 kHz 10 Гц – 500 кГц 10 Hz–500 kHz
100 V–300 V 100 В – 300 В 100 V–300 V	10 Hz–100 kHz 10 Гц – 100 кГц 10 Hz–100 kHz	10 Hz–200 kHz 10 Гц – 200 кГц 10 Hz–200 kHz

Při odchylce 10 °C od referenční teploty zvětší se chyba měření o polovinu tolerance.

Zbytkový šum na rozsahu 300 μV : 25 μV při 600 Ω na vstupním konektoru, 30 μV při 100 k Ω na vstupním konektoru

Vstupní impedance: do 0,3 V – 1 M Ω $\pm 5\%$ paralelně s kapacitou < 70 pF, nad 0,3 V – 1 M Ω $\pm 5\%$ paralelně s kapacitou < 35 pF

Výstup: $R_o = 2$ k Ω , 0,1 V efektivní hodnoty $\pm 0,015$ V na otevřeném konektoru

Automatické nulování: úroveň nastavena na 0,3 V

Kmitočtové rozsahy: $\times 1$ Hz – ručně vyladěno pod 3% nastavené úrovně, kmitočet udržován s přesností $\pm 0,5\%$; $\times 10$ Hz až $\times 10$ kHz – ručně vyladěno pod 5% nastavené úrovně, kmitočet udržován s přesností $\pm 1\%$

Přesnost automatického nulování:

10 Hz–100 Hz: 0 až +3 dB proti ručnímu nulování,

При отклонении температуры на 10 °C от нормальной увеличивается погрешность измерения на половину допуска.

Остаточный шум на пределе 300 мкВ:

25 мкВ при входном гнезде 600 Ом

30 мкВ при входном гнезде 100 кОм

Входное сопротивление: до 0,3 В – 1 МОм $\pm 5\%$ с параллельной емкостью менее 70 пФ

свыше 0,3 В – 1 МОм $\pm 5\%$ с параллельной емкостью менее 35 пФ

Выход: $R_o = 2$ кОм, 0,1 В эффективного значения $\pm 0,015$ В на ненагруженном гнезде

Автоматическая установка нуля: уровень установлен по 0,3 В

Поддиапазоны частоты: $\times 1$ Гц – ручная настройка до 3% установленного уровня, частота поддерживается с точностью $\pm 0,5\%$; $\times 10$ Гц – $\times 10$ кГц – ручная настройка до 5% установленного уровня, частота поддерживается с точностью $\pm 1\%$

Точность автоматической установки нуля:

10 Гц – 100 Гц: 0 ÷ +3 дБ относительно ручной установки нуля

Dependence of the accuracy on temperature: 10 °C deviation from the reference temperature causes an error increase by half of the tolerance value.

Residual noise of the 300 μV range: 25 μV at 600 Ω on the input connector, 30 μV at 100 k Ω on the input connector

Input impedance: Up to 0.3 V – 1 M Ω $\pm 5\%$ with < 70 pF in parallel; Above 0.3 V – 1 M Ω

$\pm 5\%$ with < 35 pF in parallel

Output: $R_o = 2$ k Ω , 0.1 V RMS ± 0.015 V on the open connector

Automatic zeroizing (with the level set to 0.3 V)

Frequency ranges: $\times 1$ Hz – When tuned manually below 3% of the set level, the frequency is stabilized with $\pm 0.5\%$ accuracy; $\times 10$ Hz to $\times 10$ kHz – When tuned manually below 5% of the set level, the frequency is stabilized with $\pm 1\%$ accuracy

Accuracy of automatic zeroizing:

10 Hz–100 Hz: 0 to +3 dB compared with manual zeroizing

100 Hz–600 kHz : 0 až +2 dB proti ručnímu nulování

Filtr > 1 kHz – hornofrekvenční propust s potlačením větším než 40 dB na 50 Hz proti 1 kHz

3.3. Pracovní podmínky

Referenční teplota: +23 °C ±2 °C
(Doba náběhu 15 minut)

Pracovní teplota okolí: +10 °C až +35 °C

Relativní vlhkost: 10% až 80%

Tlak vzduchu: 86 000 Pa – 106 000 Pa

Napájecí napětí: 220 V/120 V ±10%

Napájecí kmitočet: 50 Hz

Druh napájecího proudu: střídavý – sinusový, zkreslení < 5%

Příkon: 15 VA

Jištění: T 80 mA/220 V, T 200 mA/120 V

3.4. Všeobecné údaje

Bezpečnostní třída: I. podle ČSN 35 6501

Odrušení: RO 2 podle ČSN 34 2860

Osazení: integrované obvody 2 ks, tranzistory 34 ks, diody 25 ks

Rozměry a hmotnost: šířka 435 mm, výška 145 mm, hloubka 382 mm, hmotnost 9 kg

Rozměry a hmotnost zabaleného přístroje: šířka 710 mm, výška 440 mm, hloubka 640 mm, hmotnost 14 kg

100 Гц – 600 кГц: 0 ÷ +2 дБ относительно ручной установки нуля

Фильтр более 1 кГц – фильтр верхних частот с подавлением более 40 дБ на частоте 50 Гц относительно 1 кГц

3.3. Условия эксплуатации

Нормальная температура: +23 °C ±2 °C
(длительность прогрева 15 минут)

Рабочая температура окружающего воздуха: +10 °C ÷ +35 °C

Относительная влажность: 10% – 80%

Давление воздуха: 86 000 Па – 106 000 Па

Напряжение питания: 220 В/120 В ±10%

Частота напряжения питания: 50 Гц

Вид тока питания: переменный, синусоидальный, КНИ менее 5%

Потребляемая мощность: 15 ВА

Защита: T 80 mA/220 В, T 200 mA/120 В

3.4. Общие данные

Класс безопасности: I по РС 4786-74

Подавление радиопомех: отвечает требованиям по РС 1932-69 (кривая А)

Комплектность: интегральные схемы 2 шт., транзисторы 34 шт., диоды 25 шт.

Размеры и масса: ширина 435 мм, высота 145 мм, глубина 382 мм, масса 9 кг

Размеры и масса упакованного прибора: ширина 710 мм, высота 440 мм, глубина 640 мм, масса 14 кг

100 Hz–600 kHz: 0 to +2 dB compared with manual zeroizing

Filter > 1 kHz – High-pass filter with > 40 dB suppression at 50 Hz compared with 1 kHz

3.3. Working conditions

Reference temperature: +23 °C ±2 °C

Warming-up time: 15 minutes

Ambient temperature range: +10 °C to +35 °C

Relative humidity range: 10% to 80%

Atmospheric pressure range: 86 000 Pa to 106 000 Pa

Powering voltage: 220 V or 120 V, ±10%

Powering frequency: 50 Hz

Powering current: AC, sinusoidal waveform, with distortion < 5%

Power consumption: 15 VA

Protection: By mains fuse T 80 mA/220 V, or T 200 mA/120 V

3.4. General data

Intrinsic safety: Class I., according to the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501 (in conformity with the pertaining IEC Recommendation – Publ. No. 348, 1971)

Interference suppression: Grade RO 2, according to the Czechoslovak Standard ČSN 34 2860 (in conformity with the IEC CISPR Recommendation No. 34)

Complement: 2 Integrated circuits, 34 Transistors, 25 Diodes

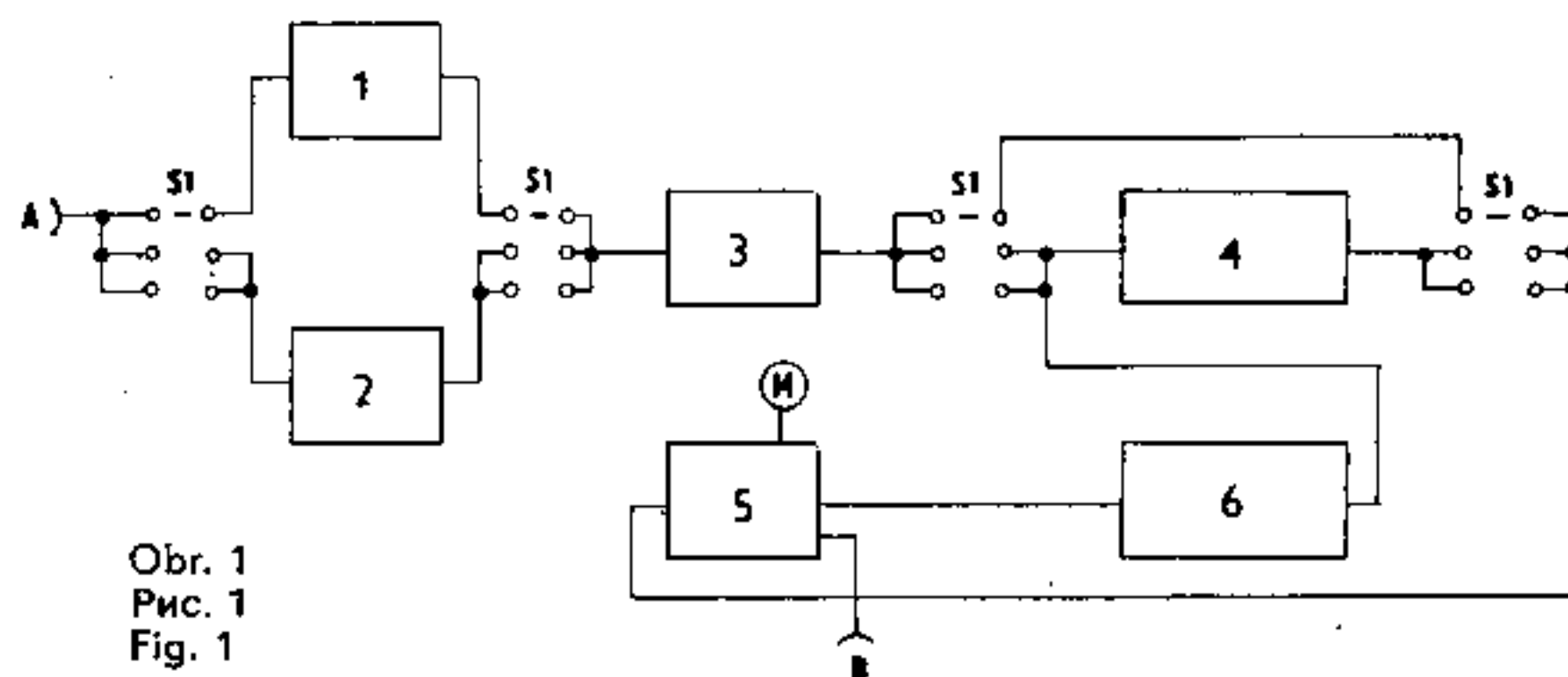
Dimensions and weights:

Unpacked: Width 435 mm, Height 145 mm, Depth 382 mm, Weight 9 kg

Packed: Width 710 mm, Height 440 mm, Depth 640 mm, Weight 14 kg

4. PRINCIP ČINNOSTI

4.1. Blokové schéma



Obr. 1
Рис. 1
Fig. 1

- 1 — dělič voltmetru 1 : 1 nebo 1 : 1000
- 2 — dělič zkreslení — 6 poloh
- 3 — zesilovač — impedanční transformátor
- 4 — potlačovací zesilovač
- 5 — nízkohmový dělič, zesilovač, detektor
- 6 — regulační obvod
- S1 — přepínač funkce — Voltmetr
— Nastavení úrovně
— Měření zkreslení

- M — měřidlo
- A — vstup
- B — výstup

4.2. Měření napětí

Přepínač funkcí (S1) přepnut do polohy — voltmetr. Měřené napětí se přivádí vstupním konektorem (A) ke vstupnímu vysokoohmovému děliči (1), který v poloze 300 μ V až 0,3 V je vyřazen a od 1 V do 100 V dělí napětí o 60 dB. Napětí za tímto děličem se přivádí přes přepínač funkcí na zesilovač-impedanční transformátor (3). Tento zesilovač má na vstupu vysokou impedanci, na výstupu

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА

4.1. Блок-схема

- 1 - делитель вольтметра 1 : 1 или 1 : 1000
- 2 - делитель коэффициента нелинейных искажений - 6 положений
- 3 - усилитель - трансформатор сопротивлений
- 4 - режекторный усилитель
- 5 - низкоомный делитель, усилитель, детектор
- 6 - схема регулирования
- S1 - переключатель режима работы - вольтметр
— установка уровня
— измерение КНИ
- M - измерительный выбор
- A - вход
- B - выход

4.2. Измерение напряжения

Переключатель режима (S1) установлен в положение «Вольтметр». Измеряемое напряжение поступает через входное гнездо А на входной высокоомный делитель (1), который в положении 300 мкВ - 0,3 В выключен и в положениях от 1 В до 100 В уменьшает уровень напряжения на 60 дБ. Напряжение с выхода делителя поступает через переключатель режима работы на усилитель - трансформатор сопротивлений (3). Этот усилитель имеет

4. PRINCIPLE OF THE INSTRUMENT OPERATION

4.1. Block diagram

- 1 - Divider of the voltmeter, 1 : 1 or 1 : 1,000
- 2 - Divider of distortion, 6 positions
- 3 - Amplifier - impedance transformer
- 4 - Suppressing amplifier
- 5 - Low-resistance divider, amplifier, detector
- 6 - Control circuit
- S1 - Function selector - Voltmeter
— Level setting
— Distortion measurement
- M - Meter
- A - Input
- B - Output

4.2. Measurement of voltages

The function selector (S1) is set to the position VOLTMETER. The voltage to be measured is applied via input connector (A) to the input high-resistance divider (1) which is inoperative in the position 300 μ V to 0.3 V, but in the position 1 V to 100 V divides the voltage in a ratio of 60 dB. The reduced voltage after this divider passes to the amplifier - impedance transformer (3) via the function selector. This amplifier has a high input impedance and low output impedance.

nízkou výstupní impedanci. Přes přepínač funkcí přivede se měřené napětí na nízkohmový dělič, zesilovač a detektor (5). Velikost vstupního napětí se čte na měřidle (M).

4.3. Měření zkreslení

Nízkohmový dělič (5) se přepne na 100% zkreslení. Přepínač funkce se přepne do polohy – úroveň. Měřené napětí se přivádí vstupním konektorem přes přepínač funkcí do děliče zkreslení (2). Toto napětí musí být min. 0,3 V. Větší napětí se upraví děličem (2) na hodnotu 0,3 V až 1 V.

Napětí za tímto děličem se přivádí přes přepínač funkce na zesilovač-impedanční transformátor (3) a odtud opět přes přepínač funkce do potlačovacího zesilovače (4). Před potlačovací zesilovačem je zapojen potenciometr, kterým se nastavuje úroveň. Potlačovací zesilovač se skládá z předzesilovače Wienova můstku a můstkového zesilovače. Z potlačovacího zesilovače se přes přepínač funkcí převede signál na nízkohmový dělič, zesilovač, detektor (5). Na měřicím přístroji se nastaví 100% zkreslení. Přepínač funkce se přepne do polohy – zkreslení. Základní harmonická se potlačuje v potlačovací zesilovači. Zapojením regulačního obvodu (6) potlačí se základní harmonická na nulu. Na měřidle (M) se čte velikost zkreslení.

высокое входное сопротивление и низкое выходное сопротивление. Через переключатель режима работы измеряемое напряжение поступает на низкоомный делитель, усилитель и детектор (5). Величина входного напряжения отсчитывается по шкале прибора (M).

4.3. Измерение коэффициента нелинейных искажений

Низкоомный делитель (5) переключается в положение 100% КНИ. Переключатель режима работы переключается в положение «Уровень». Измеряемое напряжение подается через входное гнездо и переключатель режима работы на вход делителя КНИ (2). Это напряжение должно быть не менее 0,3 В. Если напряжение больше, то оно устанавливается делителем (2) по значению 0,3 - 1 В. Напряжение с выхода делителя поступает через переключатель режима работы на усилитель – трансформатор сопротивлений (3) и далее через переключатель режима работы в режекторный усилитель (4). Перед режекторным усилителем установлен потенциометр установки уровня. Режекторный усилитель состоит из предварительного усилителя с мостиком Вина и усилителя, собранного по схеме моста. С выхода режекторного усилителя сигнал поступает через переключатель режима работы на низкоомный делитель, усилитель и детектор (5). По шкале измерительного прибора устанавливается 100% КНИ. Переключатель режима работы переводится в положение «Искажения». Основная гармоника подавляется в режекторном усилителе. При включении схемы автоматического регулирования (6) основная гармоника подавляется до нуля. По шкале прибора (M) отсчитывается величина коэффициента нелинейных искажений.

Then, the measured voltage passes to the low-resistance divider, amplifier and detector (5) via the function selector. The result of the measurement, i.e. the value of the input voltage, is read on the meter (M).

4.3. Measurement of distortion

The low-resistance divider (5) is set to the position of 100% distortion. The function selector is set to LEVEL. The voltage to be measured passes from input connector (A) to distortion divider (2) via function selector (S1). This voltage has to be at least 0.3 V. A higher voltage is processed by divider (2) to a value between 0.3 V and 1 V. The voltage after this divider is applied to the amplifier – impedance transformer (3) via the function selector and then to the suppressing amplifier (4), again via the function selector. In front of the suppressing amplifier is a potentiometer for level setting. The suppressing amplifier consists of a preamplifier of a Wien bridge and a bridge amplifier. The signal passes from the suppressing amplifier to the low-resistance divider, amplifier and detector (5) via the function selector. On the meter 100% distortion has to be set and then the function selector switched to the position DISTORTION. The basic harmonic frequency is suppressed by the suppressing amplifier. By switching-in control circuit (6), the basic harmonic is suppressed to zero. Meter (M) indicates the magnitude of the measured distortion.

5. POKYNY PRO VYBALENÍ A PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU

Přístroj nevyžaduje žádných zásahů před uvedením do chodu a po vybalení je okamžitě schopen provozu. Před připojením na síť se přesvědčíme, zda je přístroj přepojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučkem voliče na zadní stěně přístroje. Vyšroubujeme šroub uprostřed voliče napětí, kotouč voliče povytáhneme a natočíme tak, aby číslo udávající správné síťové napětí bylo pod trojúhelníkovou značkou. Šroub opět zašroubujeme a tím kotouček zajistíme. Z výrobního závodu je přístroj nastaven na napětí sítě 220 V.

6. NAVOD K OBSLUZE A POUŽIVANÍ

6.1. Popis ovládacích prvků

6.1.1. Pohled na přední panel

5. ИСКАЖЕНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прибор не нуждается ни в каких вмешательствах перед пуском в эксплуатацию и после распаковки он готов для эксплуатации. Перед подключением прибора к сети необходимо убедиться в том, что прибор переключен на правильное напряжение сети. Переключение осуществляется диском переключателя на задней стенке прибора. Для этого следует вывинтить винт в центре переключателя напряжения, диск выдвинуть и повернуть его так, чтобы число, определяющее правильное напряжение сети, находилось против треугольной метки. Винт опять завинтить, в результате чего диск фиксируется. На заводе-изготовителе прибор установлен на напряжение сети 220 В.

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

6.1. Описание элементов управления

6.1.1. Вид передней панели

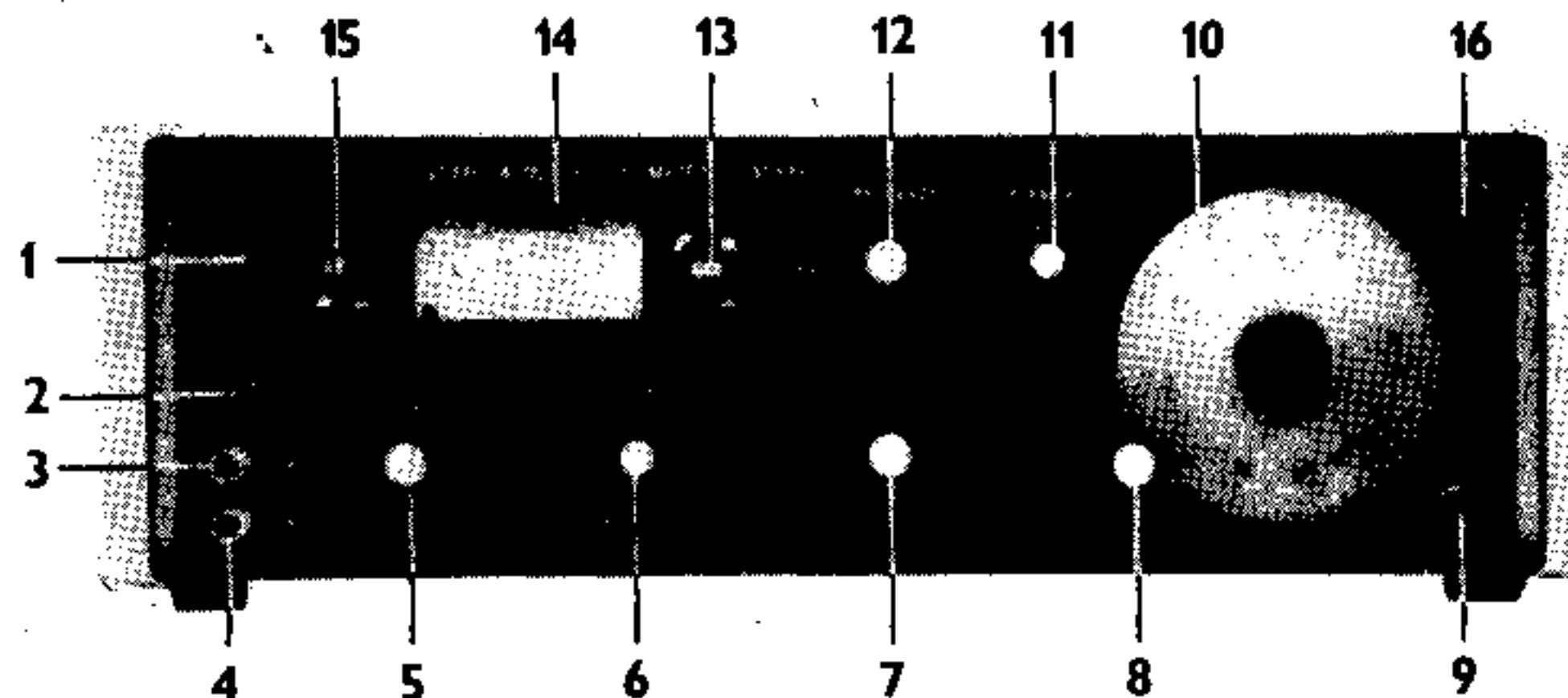
5. INSTRUCTIONS FOR UNPACKING THE INSTRUMENT AND FOR ITS PREPARATION FOR USE

The instrument does not require any adjustment before being set in use; after being unpacked, it is immediately ready for operation. However, before connecting it to the mains, it is essential to check whether it is adapted to the available mains voltage. Changing over to the other voltage, if necessary, can be carried out as follows, by means of the mains voltage selector which is on the back panel of the instrument. The retaining screw in the centre of the selector disc has to be removed, the disc pulled out partially and then turned so that the number indicating the available mains voltage appears below the triangular mark. Then, the disc has to be pushed home again and the retaining screw replaced. — Each newly delivered instrument has been set by the makers for 220 V powering.

6. INSTRUCTIONS FOR ATTENDANCE AND USE OF THE INSTRUMENT

6.1. Description of the controls

6.1.1. View of the front panel



Obr. 2
Рис. 2
Fig. 2

- 1 — indikace provozu přístroje
- 2 — vstupní konektor
- 3 — zdířka obvodové země
- 4 — zdířka skříně
- 5 — přepínač funkcí — S1
- 6 — dělič po 10 dB (0 až -50 dB) pro nastavení úrovně a plynulé nastavení úrovně — S2
- 7 — přepínač rozsahů napětí procent a dB — S3
- 8 — jemné ladění kmitočtové stupnice — P3
- 9 — výstupní konektor
- 10 — kmitočtová stupnice Wienova můstku
- 11 — jemné a hrubé nastavení rovnováhy Wienova můstku
- 12 — přepínač frekvence Wienova můstku — S4
- 13 — tlačítko způsobu ladění — S6
- 14 — měřidlo
- 15 — síťové tlačítko — S5
- 16 — filtr 1 kHz

6.1.2. Pohled na zadní panel

- 1 - индикация работы прибора
- 2 - входное гнездо
- 3 - зажим земли схемы
- 4 - зажим корпуса ящика
- 5 - переключатель режима работы - S1
- 6 - делитель через 10 дБ (0 → 50 дБ) для установки уровня и плавной установки уровня - S2
- 7 - переключатель пределов напряжений, процентов и дБ - S3
- 8 - точная настройка частоты - P3
- 9 - выходное гнездо
- 10 - шкала частоты мостика Вина
- 11 - точная и грубая установка равновесия мостика Вина
- 12 - переключатель частоты мостика Вина - S4
- 13 - кнопка способа настройки - S6
- 14 - измерительный прибор
- 15 - сетевая кнопка S5
- 16 - фильтр 1 кГц

6.1.2. Вид задней панели

- 1 — Pilot lamp
- 2 — Input connector
- 3 — Circuit earth socket
- 4 — Framework socket
- 5 — Function selector — S1
- 6 — Divider 0 to -50 dB in 10 dB steps, for level setting and continuous level control — S2
- 7 — Range selector of voltage, percentage and dB — S3
- 8 — Frequency scale fine control — P3
- 9 — Output connector
- 10 — Wien bridge frequency scale
- 11 — Wien bridge fine and coarse balance controls
- 12 — Wien bridge frequency selector — S4
- 13 — Tuning (balancing) mode selector push-button — S6
- 14 — Meter
- 15 — Mains switch — S5
- 16 — Filter 1 kHz

6.1.2. View of the back panel



Obr. 3
Рис. 3
Fig. 3

- 17 — síťová přívodka
- 18 — pojistka
- 19 — volič napětí

6.2. Příprava pro měření

Před zapnutím přístroje na síťové napětí zkontrolujeme, případně dostavíme mechanickou nulu měřidla. Připojíme milivoltmetr do sítě a zapnu-

- 17 - сетевое гнездо
- 18 - предохранитель
- 19 - переключатель напряжения

6.2. Подготовка для измерений

Перед подключением прибора к сети проконтролировать и, в случае необходимости, установить механический ноль прибора. Подключить милливольтметр к сети и путем включе-

- 17 — Mains connector
- 18 — Fuse
- 19 — Mains voltage selector

6.2. Preparations for a measurement

Before connecting the instrument to the mains, the mechanical zero of meter M must be checked and, if necessary, corrected. Then, the instrument can be connected to the mains and switched on

tím síťového tlačítka uvedeme přístroj do provozu, což je indikováno rozsvícením kontrolky provozu. Vzniklé počáteční výchylky na měřidle jsou způsobeny nabíjením vnitřních obvodů a nejsou na závadu. Měřit lze přístrojem okamžitě, tepelné a jiné vlivy se však ustalují v přístroji během 15 min.

6.3. Měření napětí

Při měření napětí je nutno nastavit přepínač funkcí (5) na „VOLTMETR“ (červená tečka). Měřené napětí se připojí na vstupní konektor (2). Příslušný napěťový rozsah se nastaví přepínačem rozsahů (7). Při měření předem neznámých velikostí napětí doporučujeme postupovat od nejvyšších rozsahů. Odečítání se provádí přímo na stupnici měřidla (14) v efektivních hodnotách, i když se měří hodnoty střední. Při měření napětí s větším zkreslením je třeba vzít tuto skutečnost v úvahu. Voltmetrem lze měřit i střídavá napětí superponovaná na stejnosměrná napětí, pokud součet nepřekročí 250 V_{šš} ($U_{\max} \leq U_{ss} + U_{\sim\max}$).

Vliv rušivých napětí přes kostru lze odstranit vyřazením spojky mezi zdírkou obvodové země (3) a zdírkou skříně (4). Při spojení zdírek (3) a (4) pracuje přístroj v bezpečnostní třídě I.

Přetížitelnost voltmetru je dána použitím polovodičových prvků, které jsou na přetížení citlivější než přístroje elektronkové.

Ochrana voltmetru proti přetížení převedením vyššího napětí na vstupní konektor, než je nastavený rozsah, je provedena ochrannými diodami.

ния кнопки включения сети ввести прибор в действие, что сопровождается индикацией контрольной лампочки. Начальные отклонения стрелки прибора вызваны зарядом внутренних схем и не являются недостатком. Прибор можно использовать для измерений сразу же, однако тепловое равновесие прибора наступает в течение 15 минут.

6.3. Измерение напряжений

При измерении напряжений необходимо установить переключатель режима работы (5) в положение «Вольтметр» (красная точка). Измеряемое напряжение подается на входное гнездо (2). Соответствующий предел напряжения устанавливается переключателем пределов (7). При измерении неизвестной величины напряжения рекомендуется поступать, начиная с высших пределов. Отсчет осуществляется непосредственно по шкале прибора (14) в эффективных значениях, несмотря на то, что в действительности измеряются средние значения. При измерении напряжений с большим коэффициентом нелинейных искажений необходимо это обстоятельство принимать во внимание. Вольтметром можно измерять и переменные напряжения, наложенные на постоянные напряжения, если суммарное напряжение не превосходит 250 В размах ($U_{\max} \leq U_{\text{пост.}} + U_{\text{перем. макс.}}$).

Влияние напряжения помех, просачивающихся через корпус, можно устранить путем разъединения перемычки между зажимом земли схемы (3) и корпусом (4). При соединении зажимов (3) и (4) прибор работает по классу безопасности I.

Устойчивость вольтметра при перегрузке обусловлена применением полупроводниковых элементов, которые более чувствительны к перегрузке по сравнению с лампами.

Защита вольтметра от перегрузки, вызванной подачей более высокого напряжения на входное гнездо по сравнению с установленным

with push-button (15); pilot lamp (1) indicates that the instrument is operative. A deflection on the meter indicates that the circuits of the instrument are powered and does not mean a defect is present. Immediately after being switched on, the instrument is applicable for a measurement, however its thermal and other conditions become stabilized only after approximately 15 minutes.

6.3. Measurement of voltages

For measuring a voltage applied to input (2), function selector (5) has to be switched to the red dot, marked VOLTMETER. The required voltage range has to be set with selector (7). When a voltage is being measured, the approximate value of which is unknown in advance, it is recommended to start with the highest range. The result of the measurement can be read on the scale of meter (14) in RMS values, even though meter M measures mean values. When the voltage which is being measured is grossly distorted, this method of result indication must be taken into account. The instrument can be used also for measuring voltages superimposed on direct voltages, provided the sum of the two voltages does not exceed 250 V_{p-p} ($V_{\max} \leq V_{DC} + V_{AC\max}$).

The influence of interfering voltages penetrating into the instrument via its framework can be eliminated by removing the link between circuit earth (3) and the framework (4). When these two sockets are interconnected, the instrument operates as one of intrinsic safety class I.

The limited overload capacity of the instrument is due to the use of semiconductor devices which render it more sensitive than instruments employing electron tubes.

When the instrument is used as a voltmeter, it is safeguarded by protective diodes against damage through the application to the input con-

Voltmetr je odolný proti krátkodobému přetížení (15 s) na jednotlivých rozsazích.

rozsah	přetížení jmenovitého napětí
0,3 mV–10 V	5×
10 V–100 V	3×
100 V–300 V	1,5×

V případě, že přístroj bude přetížen déle vstupním napětím, může dojít k poškození ochranných diod, popřípadě FET tranzistoru. Oprava tohoto poškození není náročná, nevztahuje se však na ni záruka.

Při měření v rozsahu 100 V až 300 V je nutno používat přídatného děliče 10 dB.

6.4. Měření zkreslení

6.4.1. Ruční způsob

Před měřením zkreslení je nutno nastavit přepínač funkcí (5) na „úroveň“ (střední tečka). Přepínač rozsahů (7) na 100% zkreslení (0,3 V). Ovládacími prvky (6) nastavíme hrubě a jemně plnou výchylku měřidla. Tlačítko způsobu ladění (13) do polohy „ručně“. Tím je přístroj převeden na **ruční způsob** měření zkreslení. Hrubě nastavíme frekvenci Wienova mostu přepínačem (12). Otáčením kmitočtové stupnice Wienova můstku (10), dostavováním jemného a hrubého nastavení rovnováhy Wienova můstku (11) a přepínáním rozsahů napětí (7) najdeme minimum výchylky. Po vyhledání minima je velikost zkreslení čtená na stup-

пределом, обеспечивается с помощью защитных диодов. Вольтметр выносит кратковременную перегрузку (15 с) на отдельных пределах по таблице:

предел	перегрузка номинального напряжения
0,3 мВ – 10 В	5 раз
10 В – 100 В	3 раза
100 В – 300 В	1,5 раза

В том случае, если прибор перегружается входным напряжением в течение более длительного интервала времени, то может иметь место выход из строя защитных диодов, а также транзистора FET. Ремонт прибора после такого повреждения несложен, однако к нему не относятся условия гарантии.

При измерении на пределе 100 В – 300 В следует использовать дополнительный делитель 10 дБ.

6.4. Измерение коэффициента нелинейных искажений

6.4.1. Ручной способ измерения

Перед измерением КНИ следует установить переключатель режима работы (5) в положение «Уровень» (средняя точка). Переключатель пределов (7) установить в положение 100% КНИ (0,3 В). С помощью элементов управления (6) установить грубо и точно полное отклонение стрелки прибора. Кнопку способа настройки (13) установить в положение «Вручную». В результате этого прибор работает в ручном режиме измерения КНИ. Грубо установить частоту мостика Вина переключателем (12). Путем вращения шкалы частот мостика Вина (10) и путем точного и грубого уравнивания мостика Вина (11) при одновременном переключении пределов напряжения (7) установить минимальное отклонение стрелки. После отыскания минимума ве-

lector of a voltage exceeding the set range. The voltmeter is capable of resisting short-term (15 s) overload of any of its ranges, as follows:

Range	Exceeding of the rated voltage
0.3 mV–10 V	5×
10 V–100 V	3×
100 V–300 V	1.5×

Lengthy overloading by the input voltage could damage the protective diodes or the FET junction transistor. The repair of such a defect is fairly easy, but is not covered by the guarantee.

When a voltage within the range 100 V to 300 V has to be measured, it is necessary to employ an additional 10 dB divider.

6.4. Measurement of distortion

6.4.1. Manual mode

Before commencing the actual measurement, function selector (5) must be switched over to LEVEL (centre dot). Range selector (7) has to be set to 100% distortion (0.3 V). Then, by means of controls (6), the pointer of the meter has to be set coarsely and finely to full-scale deflection. The tuning mode selector push-button (13) has to be released, i.e. set to the manual mode. Thus, the instrument has been adjusted for the **manual mode of distortion measurement**. Then, the frequency of the Wien bridge has to be set coarsely by means of selector (12) and by turning the frequency scale (10) of the Wien bridge and by setting its fine and coarse balance control (11) as well as by voltage selection (7), minimum deflection has to be found. After setting minimum deflection (establishing bridge balance), the

nici měřidla (14). Rozsah je určen postavením přepínače rozsahů (7) v procentech.

Ruční způsob měření zkreslení je zdlouhavý a pro malá zkreslení i nemožný. Proto lze využít automatického vyhledávání zkreslení.

6.4.2. Automatický způsob

Ručním způsobem vyhledáme minimum měřidla. Je-li minimum menší než 5%, stlačením tlačítka (13) zapneme automatické vyhledání zkreslení. Přepínač rozsahů (7) přepínáme k nižším hodnotám, až se ručička zastaví uvnitř stupnice měřidla. Zkreslení čteme na stupnici měřidla (14). Rozsah je určen postavením přepínače rozsahů (7) v procentech.

Pro přesnější měření lze na výstupní konektor (9) připojit kvadratický detektor. Zvláště výhodné je zapojit na výstupní konektor (9) oscilograf. Tímto lze zjistit povahu zkreslení a odlišit zkreslení od pozadí.

Pozor: Automatické vyhledávání zkreslení pracuje správně, pokud je rovnováha Wienova mostu správně vyvážena knoflíky (11). V rozsahu 300 kHz až 600 kHz nemusí automatika správně pracovat na rozsahu 0,1%, když je přístroj v silném rušivém poli nebo vzniká-li rušení v napájecí síti.

Rušení z napájecí sítě lze zamezit zapojením hornofrekvenční propusti (16), která je potlačuje více než o 40 dB na 50 Hz proti 1 kHz.

lichina КНИ отсчитывается по шкале прибора (14). Предел определяется положением переключателя пределов (7) в процентном выражении.

Ручной способ измерения КНИ является трудоемким и при малых значениях КНИ почти невозможным. Поэтому следует использовать систему автоматического измерения КНИ.

6.4.2. Автоматический способ измерения

Ручным способом установить минимум отклонения стрелки прибора. Если минимум менее 5%, то путем нажатия на кнопку (13) включить систему автоматического отыскания КНИ. Переключатель пределов (7) перевести в сторону меньших пределов до получения отклонения стрелки в пределах шкалы. КНИ отсчитывается по шкале прибора (14). Предел определяется положением переключателя пределов (7) в процентах.

Для более точного измерения можно к выходному гнезду (9) подключить квадратичный детектор. Особенно целесообразно подключить к выходному гнезду (9) осциллоскоп. Таким образом, можно определить характер искажений и отделить искажения от фона.

Внимание: Система автоматического измерения КНИ работает правильно, если равновесие мостика Вина установлено правильно ручками (11). В диапазоне частот 300 – 600 кГц автоматика может работать неправильно на пределе 0,1%, если прибор находится в сильном поле помех или имеют место сильные помехи от питающей сети.

Помехи, поступающие из питающей сети, можно уменьшить путем включения фильтра верхних частот (16), который подавляет помехи более 40 дБ на частоте 50 Гц относительно 1 кГц.

magnitude of the measured distortion can be read on the scale of the meter (14). The range is given in percentages by the setting of range selector (7).

As the manual mode of distortion measurement is rather tedious and, when low distortion are concerned, even not feasible, it is recommended to utilize the automatic method, as follows.

6.4.2. Automatic mode

Minimum deflection has to be adjusted by the manual mode. If it is smaller than 5%, automatic distortion measurement can be set by depressing push-button (13). Range selector (7) has to be set gradually to lower values until the pointer settles within the scale range of the meter. The distortion value can be read on meter (14). The range is given in percentages by the setting of selector (7).

For a more precise measurement, a quadratic detector can be connected to output connector (9). It is especially advantageous to connect to connector (9) an oscilloscope by means of which the character of the distortion can be ascertained, and distortion and background can be distinguished.

Caution! Automatic distortion measurement operates correctly only when the Wien bridge is well balanced and adjusted properly by means of the controls (11). Within the frequency range of 300 to 600 kHz, the automatic device may not operate correctly in the 0.1% range when the instrument operates in a strong interfering field, or if interference originates in the powering mains.

Common mode interference, originating in the mains, can be eliminated by means of the high-pass filter which can be switched-in with push-button (16) and which suppresses the frequency of 50 Hz against 1 kHz by more than 40 dB.

7. POPIS MECHANICKÉ KONSTRUKCE

Zkresloměr-voltmetr je vestavěn do celokovové skříně. Spodní kryt je odnímatelný po odšroubování šroubků, které současně přidržují nožky. Mírným prohnutím lze kryt vytáhnout z drážek. Horní kryt lze odejmout po mírném prohnutí a vytažení z drážek. Vnitřní kovové stínění jednotlivých částí je odizolováno od skříně izolačními podložkami, jednotlivé části jsou rozděleny na montážní jednotky a některé jsou provedeny technikou tištěných spojů.

Upozornění

Přístroj obsahuje drahé kovy v součástkách:

součástka:	materiál:	
1AK 536 88	Ag80Cu plech 0,4 mm	9,8 g
1AK 536 89	(segmenty rotorů	
1AK 536 90	přepínače)	
1AK 536 91		

8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

8.1. Impedanční konvertor (1AF 019 69 a 1X1 842 04)

Vstupní signál se přivede na vstup impedančního konvertoru přes zeslabovač 1 : 1 a 1000 : 1. Při činnosti jako voltmetr je signál veden přes odporový dělič R14 a R16 frekvenčně kompenzovaný kondenzátory C12 a C13, C14, C30, C31-S3, při činnosti jako zkresloměr přes odporový dělič frekvenčně kompenzovaný kapacitami na přepínači S2. Impedanční konvertor je obvod zesilovače s malým zkreslením, velkou vstupní impedancí,

7. ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

Измеритель нелинейных искажений - вольтметр установлен в металлическом ящике. Нижняя крышка снимается после отвинчивания винтов, крепящих одновременно ножки. Путем небольшого изгиба можно крышку выдвинуть из пазов. Верхняя крышка снимается после небольшого изгиба и выдвижения из пазов. Внутренние металлические экраны отдельных частей изолированы от ящика с помощью изоляционных прокладок. Отдельные части разбиты на монтажные блоки и некоторые из них выполнены на печатных схемах.

Примечание:

Прибор содержит благородные металлы в частях:

часть	материал	масса
1AK 536 88	Ag80 Сулист 0,4 мм	9,8 г
1AK 536 89	(сегменты роторов	
1AK 536 90	переключателя)	
1AK 536 91		

8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

8.1. Трансформатор сопротивлений (1AF 019 69 и 1X1 842 04)

Входной сигнал поступает на вход трансформатора сопротивлений через аттенюатор 1 : 1 и 1000 : 1. При работе в режиме вольтметра сигнал поступает через делитель сопротивлений R14 и R16, компенсированный по частоте конденсаторами C12 и C13, C14, C30, C31 - S3. При работе в режиме измерителя нелинейных искажений сигнал поступает через делитель сопротивлений с частотной компенсацией конденсаторами и подается на переключатель S2. Трансформатор сопротивлений - это усилитель с малым коэффициентом нели-

7. DESCRIPTION OF THE MECHANICAL DESIGN

The BM 543 distortion meter - voltmeter is housed in an all-metal cabinet. The bottom cover is removable after screwing off the feet of the instrument. This cover can be removed from its slots by bending it slightly. The top cover can be removed in the same manner. The internal screening covers of the individual parts of the instrument are insulated from the cabinet by means of insulating supports. The individual parts of the instrument are split up into mounting units and certain sections are formed by printed circuit boards.

Note

The following components of the instrument contain precious metals:

Component:	Material:	Weight:
1AK 536 88	Ag80Cu metal sheet	9.8 g
1AK 536 89	0.4 mm	
1AK 536 90	(segments of the	
1AK 536 91	selector rotors)	

8. DETAILED DESCRIPTION OF THE CIRCUITRY

8.1. Impedance converter - 1AF 019 69 and 1X1 842 04

The input signal is applied to the input of the impedance converter over an attenuator of 1 : 1, or 1,000 : 1 ratio. When the instrument operates as a voltmeter, the signal passes through a resistance divider formed by R14 and R16, which is frequency-compensated by capacitors C12 and C13, C14, C30, and C31 controlled by switch S3. When operating as a distortion meter, the signal passes through the divider which is frequency-compensated by capacitors controlled by means of switch S2. The impedance converter is a low-distortion amplifier of high input impedance, the

který má zisk nezávislý na zdrojové impedanci, přiložené na vstupní konektor.

Vlastní zkreslení vstupního obvodu, který tvoří tranzistory E5–E8, se zmenší, udržuje-li se vstupní impedance a zisk konvertoru lineární. Vstupní impedance se udrží lineární, použije-li se místní kladné zpětné vazby (E1, E2, E3). Celkové přídavné zkreslení se dále zmenší vysokým ziskem otevřené smyčky a 100% zápornou zpětnou vazbou.

Vysoký zisk otevřené smyčky se dosáhne místní kladnou zpětnou vazbou z emitoru E7 ke kolektoru E6. Celá záporná zpětná vazba z obvodu emitoru E8 k FET-tranzistoru E5 má za následek jednotkový zisk impedančního konvertoru ($A = 1$).

Předpětí jednotlivých aktivních prvků E5 až E8 se volí tak, aby se zmenšilo přídavné zkreslení. FET-tranzistor E5 je volen s velmi malým šumem a vysokou vstupní impedancí.

Za impedančním konvertorem následuje obvod zeslabovače, zesilovače a detektoru.

8.2. Zeslabovač

Obvod zeslabovače tvoří odpory R17 až R27 a kondenzátory C16 a C17 přepínatelné přepínačem S3. Jednotlivá napěťová zeslabení jsou 3 dB. Zeslabovač se používá ve spojení se zeslabovačem 1 : 1 nebo 1000 : 1, aby se omezila úroveň signálu na měřicí zesilovač na 1 mV pro plnou výchylku stupnice na všech rozsazích od 1 mV do 100 V.

нейных искажений, высоким входным сопротивлением и коэффициентом усиления, независимым от сопротивления источника сигнала, подключенного к входному гнезду.

Собственные искажения, вносимые входной цепью, собранной на транзисторах E5 – E8, будут меньше, если поддерживать входное сопротивление и коэффициент усиления трансформатора линейными. Входное сопротивление поддерживается линейным при использовании местной положительной обратной связи от «source» E1 к «gate» E1 и защитным диодам E2, E3. Общий дополнительный КНИ далее уменьшается при большом коэффициенте усиления разомкнутой петли и 100%-ной глубиной отрицательной обратной связи. Высокий коэффициент разомкнутой петли обеспечивается благодаря местной положительной обратной связи от эмиттера E7 к коллектору E6. Отрицательная обратная связь от эмиттера E8 к транзистору FET E5 обеспечивает единичный коэффициент усиления трансформатора сопротивлений ($A = 1$).

Напряжение смещения отдельных активных элементов E5 – E8 выбирается с таким расчетом, чтобы уменьшить дополнительные искажения. Полевой транзистор E5 выбран с очень малым шумом и высоким входным сопротивлением. После преобразователя сопротивлений следует схема аттенюатора, усилителя и детектора.

8.2. Аттенюатор

Схема аттенюатора образована сопротивлениями R17 – R27 и конденсаторами C16 и C17, переключаемыми переключателем S3. Отдельные уровни подавления напряжения составляют 3 dB. Аттенюатор использован в комплекте с аттенюатором 1 : 1 или 1000 : 1 для уменьшения уровня сигнала, поступающего на измерительный усилитель до уровня 1 мВ, соответствующего полному отклонению стрелки на всех пределах от 1 мВ до 100 В.

gain of which is independent of the impedance of the supply connected to the input connector.

The inherent distortion of the input circuit, which is formed by the transistors E5 to E8, is reduced by maintaining the linearity of the input impedance and of the converter gain. The former is kept linear by the application of positive feedback applied from the source of E1 to its gate and to the protective diodes E2, E3. The overall additional distortion is reduced further by the high gain of the open loop and by 100% inverse feedback. This high gain of the open loop is ensured by local positive feedback from the emitter of E7 to the collector of E6. The result of the total inverse feedback from the emitter circuit of E8 to the FET transistor E5 is unit gain ($A = 1$) of the impedance converter.

The bias voltages for the individual active elements E5 to E8 are set so as to reduce additional distortion. The FET transistor E5 is employed because of its low noise and high input impedance.

After the impedance converter follow an attenuator, an amplifier and a detector.

8.2. Attenuator

This circuit is formed by the resistors R17 to R27 and the capacitors C16 and C17 which are switched by means of the selector S3. The voltage attenuation steps are 3 dB. This attenuator is employed in connection with the attenuator of 1 : 1 or 1,000 : 1 ratio in order to limit the signal level for the measuring amplifier to 1 mV for the f.s.d. in all ranges from 1 mV to 100 V.

8.3. Zesilovač

Obvod zesilovače se skládá z pětistupňového zesilovacího obvodu E9 až E14. Záporná zpětná stejnosměrná vazba z emitorového obvodu E13 k bázi E9 stabilizuje ss pracovní bod zesilovače a zmenšuje tendenci k ss driftu vlivem změn okolní teploty. Je-li zesilovač přetížen, pak R51 a E11 mají za úkol zmenšit zotavovací dobu zesilovače.

Zpětná záporná vazba z kolektoru E14 do emitoru E9 zajišťuje rovnou kmitočtovou charakteristiku, zlepšuje linearitu stupnice a zmenšuje negativní účinky parametrů tranzistorů s okolními změnami. Tímto je cejchování přístroje vlastně závislé jen na kvalitních pasivních složkách.

8.4. Detektor

Detektor je zapojen do obvodu kolektoru E14 jako nepravé Graetzovo zapojení, které tvoří diody E15 a E16 spolu s kondenzátory C27, C28. Tyto kondenzátory jsou současně použity jako vazební pro výstupní chybový signál, který se vede přes odpor R49 ke vstupu do automatických ladicích smyček.

Detektor měří střední hodnotu sinusového napětí, které je však cejchováno v hodnotách efektivních. Odpor R45 dává pevné předpětí diodám E16 a E15 tak, že pracují těsně u závěrného napětí, čímž se zvýší linearita a citlivost měřidla.

Spojením odporů R29 a R30 s funkční zemí se zmenší stupeň střídavé zpětné vazby do emitoru

8.3. Усилитель

Схема усилителя состоит из пятикаскадной усилительной схемы E9 – E14. Отрицательная обратная связь по постоянному току эмиттером E13 и базой E9 стабилизирует режим работы усилителя и уменьшает дрейф постоянного тока из-за изменения температуры окружающего воздуха. Если усилитель перегружен, то R51 и E11 способствуют уменьшению времени восстановления усилителя. Отрицательная обратная связь между коллектором E14 и эмиттером E9 обеспечивает прямую частотную характеристику, повышает нелинейность шкалы и уменьшает отрицательные влияния изменений окружающей среды на параметры транзисторов. В результате этого калибровка прибора практически зависит только от высококачественных пассивных элементов.

8.4. Детектор

Детектор включен в цепь коллектора E14 в качестве двухдиодной мостовой схемы, образованной диодами E15 и E16 и конденсаторами C27, C28. Эти конденсаторы одновременно использованы в качестве конденсаторов связи для выходного сигнала ошибки, который подается через резистор R49 ко входу в автоматические настроечные петли.

Детектор измеряет среднее значение синусоидального напряжения, однако градуировка выполнена в эффективных значениях. Сопротивление R45 обеспечивает фиксированное напряжение смещения диодов E16 и E15, в результате чего они работают близко уровня напряжения запираения, а следовательно, возрастает линейность и чувствительность прибора. Путем соединения сопротивлений R29 и R30 с рабочей землей уменьшается уровень обратной связи по переменному току в цепи эмиттера E9, в результате чего повышается чув-

8.3. Amplifier

This unit consists of a 5-stage amplifier circuit E9 to E14. Inverse DC feedback from the emitter circuit of E13 to the base of E9 stabilizes the DC working point of the amplifier and reduces its tendency to DC drift due to ambient temperature variations. The purpose of R51 and E11 is to reduce the recovery time at an overloading of the amplifier. Inverse feedback from the collector of E14 to the emitter of E9 ensures linear frequency response, improves the scale linearity and reduces the adverse influence of environmental conditions on the parameters of the transistors. Consequently, the calibration of the instrument depends only on the quality of the passive components.

8.4. Detector

In the collector circuit of E14 are the diodes E15 and E16 which, together with the capacitors C27, C28, form a pseudo-bridge. These capacitors are employed simultaneously for coupling the output error signal, which is led via the resistor R49 to the input of the automatic fine-tuning loops. The detector measures the mean value of sinusoidal voltages, however the meter is calibrated in terms of RMS values. The resistor R45 supplies a fixed bias voltage for the diodes E16, E15, so that they operate close to the cut-off point; thus, the linearity and sensitivity of the meter are improved. Connection of the resistors R29 and R30 to the circuit earth reduces the feedback into the

E9, čímž se zvýší citlivost o 10 dB. To však platí pouze pro rozsah 300 μ V.

8.5. Zesilovač potlačení –A3– (1AF 019 70)

Zesilovač potlačení se skládá ze dvou zesilovačů: předzesilovače E1 až E3 a můstkového zesilovače E5 až E7. Signál z impedančního konvertoru, kterého se používá k nastavení úrovně a zkreslení, se přivede na vstup předzesilovače a přes C1 a R1 na bázi E1. Pracovní bod tranzistoru E1 se zajišťuje zápornou zpětnou vazbou ze spoje R10, R11 přes R2 do báze E1. Záporná zpětná vazba z emitoru E3 do emitoru E1 předzesilovač stabilizuje.

Předzesilovač, stejně jako impedanční konvertor je navržen pro vysoký zisk otevřené smyčky a malý zisk uzavřené smyčky, aby se zmenšilo vlastní zkreslení.

8.6. Obvod Wienova můstku

Při měření zkreslení se používá Wienova můstku jako potlačovacího filtru pro základní kmitočet vstupního signálu. Je-li přepínač funkcí S1 v poloze „ZKRESLOMĚR“, připojí se Wienův můstek jako mezistupňový vazební článek mezi obvod předzesilovače a obvod můstkového zesilovače. Můstek se vyladí na základní kmitočet vstupního signálu tak, že se nastaví přepínač rozsahů S4 na vhodný frekvenční rozsah a vyladí se kondenzátory CA, CB. Můstkový obvod se vyváží nastavením hrubého vyvažování R28 a jemného vyvažování R29. U automatického způsobu se provádí

ствительность на 10 дБ. Сказанное относится только к пределу 300 мкВ.

8.5. Режекторный усилитель А3 (1AF 019 70)

Режекторный усилитель состоит из двух усилителей: предварительного усилителя E1 – E3 и усилителя моста E5 – E7. Сигнал с выхода трансформатора сопротивлений, используемого для установки уровня и нелинейных искажений, подается на вход предварительного усилителя и через C1 и R1 – на базу E1. Режим транзистора E1 стабилизируется отрицательной обратной связью, идущей из общей точки R10, R11, через R2 к базе E1. Отрицательная обратная связь между эмиттером E3 и эмиттером E1 стабилизирует предварительный усилитель. Последний так же, как и трансформатор сопротивлений рассчитан на большой коэффициент усиления разомкнутой цепи и на малый коэффициент усиления замкнутой цепи с целью уменьшения КНИ, вносимого самым усилителем.

8.6. Схема мостика Вина

При измерении коэффициента нелинейных искажений используется мостик Вина в качестве режекторного фильтра для подавления основной частоты входного сигнала. Если переключатель режима работы S1 в положении «Измеритель нелинейных искажений», то мостик Вина включается в качестве промежуточного элемента связи между предварительным усилителем и мостовым усилителем. Мостик настраивается на основную частоту входного сигнала, для чего переключатель пределов S4 устанавливается в положение соответствующего предела частоты и настройка осуществляется конденсаторами CA и CB. Схема моста балансируется с помощью элементов грубой установки R28 и точной установки R29.

emitter of E9, causing a sensitivity increase by 10 dB when the 300 μ V range is set.

8.5. Suppressing amplifier –A3– 1AF 019 70

This amplifier has two stages: preamplifier E1 to E3, and bridge amplifier E5 to E7. The signal arriving from the impedance converter, which serves for setting the level and the distortion, is applied to the input of the preamplifier and to the base of E1 via C1 and R1. The working point of transistor E1 is set by inverse feedback from the connection point of R10, R11 via R2 into the base of E1. Inverse feedback from the emitter of E3 to the emitter of E1 stabilizes the preamplifier.

Similarly as in the impedance converter, the high open-loop gain of the preamplifier and its low closed-loop gain reduce inherent distortion.

8.6. Circuit of the Wien bridge

During the measurement of distortion, the Wien bridge is employed as a suppressing filter for eliminating the basic frequency of the input signal. When the function selector (S1) is set to DISTORTION METER, then the Wien bridge is inserted between the circuit of the preamplifier and the circuit of the bridge amplifier as a coupling unit. The bridge must be tuned to the basic frequency of the input signal by setting the range selector (S4) to a suitable range and by tuning the capacitor CA, CB. The bridge is balanced by means of the coarse control R28 and the fine control R29. When the automatic mode is em-

jemné ladění a vyvažování fotoelektrickými články, které jsou v odporových a reaktančních větvích Wienova můstku. Chybové signály pro buzení fotočlánků se odvozují detekcí výstupu můstku, přičemž se použije vstupního signálu jako referenčního.

Když je Wienův můstek vyladěn a vyvážen, je napětí a fáze základního kmitočtu, který se objeví na spoji reaktanční a odporové větve (stator kondenzátoru CA, CB), stejné jako ve středu odporové větve R12 a R13. Jsou-li tato dvě napětí stejná a ve stejné fázi, neobjeví se základní kmitočet na bázi tranzistoru E6. Pro kmitočty jiné než základní poskytuje reaktanční větev Wienova můstku různé stupně útlumu a fázového posunu, které způsobí napětí na výstupních bodech můstku. Toto rozdílné napětí mezi reaktanční větví a odporovou větví se zesílí v můstkovém zesilovači E5–E7.

Obvod můstkového zesilovače se skládá ze tří stupňů zesílení. První stupeň zesílení E4 je FET-tranzistor, který zesílí diferenciální signál mezi hradlem a zdrojem (g–s). FET-tranzistor je volen s malým šumem a velkou vstupní impedancí. Za tímto vstupním zesilovačem je dvoustupňový zpětnovazební zesilovač E6 a E7. Záporná zpětná vazba z kolektoru E7 do emitoru E1 zlepšuje selektivitu Wienova můstku a upravuje celkové zesílení na 1,2. Výstup ze zesilovače se přivádí přes obvod zesilovače a zesilovače k detektoru.

В случае автоматического способа измерения осуществляются точная настройка и балансировка с помощью фотоэлектрических элементов, которые установлены в омических и реактивных ветвях мостика Вина. Сигналы ошибок для возбуждения фотоэлементов вырабатываются путем детектирования выходного сигнала мостика, причем в качестве опорного сигнала использован входной сигнал. При настройке и балансировке мостика Вина напряжение и фаза основной частоты, которая имеет место в общей точке реактивной и омической ветвей (статор конденсатора CA, CB), является одинаковым как и напряжение в центре омической ветви R12 и R13. Если эти две напряжения равны по величине и имеют одинаковую фазу, то сигнал основной частоты на базе транзистора E6 отсутствует. Для частот, отличающихся от основной, реактивная ветвь мостика Вина дает различный уровень затухания и фазового сдвига, в результате чего появляется напряжение в выходных точках мостика. Эта разность напряжений между реактивной ветвью и омической ветвью усиливается в усилителе моста E5 – E7. Схема усилителя моста состоит из трех каскадов усиления. Первый каскад E4 – это транзистор FET, который усиливает дифференциальный сигнал между управляющим электродом и источником (g–s). Полевой транзистор выбран с учетом малого шума и большого входного сопротивления. Для этой цели входной усилитель является двухкаскадным и охвачен отрицательной обратной связью E6 и E7. Отрицательная обратная связь от коллектора E7 к эмиттеру E1 повышает избирательность мостика Вина и устанавливает общий коэффициент усиления равным 1, 2. Выходной сигнал усилителя поступает через схему аттенюатора и усилителя к детектору.

ployed, fine tuning and balancing are carried out by photoelectric cells which are in the resistive and reactive branches of the Wien bridge. The error signals for driving the photocells are derived from the bridge output by detection, whereas the input signal is employed for reference. When the Wien bridge is tuned and balanced, then the voltage and phase of the basic frequency, which are on the connection between the reactive and resistive branches (stator of the capacitors CA, CB), are the same as those at the centre of the resistive branch R12 and R13. If these two voltages are the same and are of equal phase, then the basic frequency does not reach the base of transistor E6. All frequencies other than the basic one are attenuated by the reactive branch of the Wien bridge to different measures of attenuation and phase shift, and produce a voltage on the output points of the bridge. The difference voltage between the reactive and resistive branches is amplified by the bridge amplifier E5 to E7.

The circuit of the bridge amplifier is composed of three stages; the first stage E4 employs a FET which amplifies the difference signal between the gate and source. A FET-type transistor of low noise and high input impedance is employed. This input stage is followed by a 2-stage feedback amplifier E6, E7. Inverse feedback applied from the collector of E7 to the emitter of E1 improves the selectivity of the Wien bridge and sets the overall amplification to 1.2. The output of the amplifier passes through the circuit of the attenuator and amplifiers to the detector.

8.7. Regulační obvod –A5– (1AF 019 72)

Při měření zkreslení ručně jsou z regulačního obvodu v činnosti pouze čtyři tranzistory. Přepínačem S6 se spojí body 15 a 14 a 8 a 6. Tím dostanou tranzistory E5 a E13 předpětí asi $-0,5$ V. Stejnoseměrná vazba z emitoru E5 na bázi E6 určí proud kolektoru E6, který současně prochází žárovkou Ž1. Tato žárovka osvětluje fotoodpor R1, jehož velikost se nastaví vzdáleností mezi těmito prvky na předem stanovenou hodnotu. Totéž platí o tranzistorech E13 a E14. Proud tranzistorem E14 prochází současně žárovkou Ž2. Tím osvětluje tato žárovka fotoodpory R2 až R5, jejichž hodnoty předem stanovené se nastaví vzdálenostmi od žárovky Ž2. Fotoodpory jsou zapojeny do obvodu Wienova můstku a v průběhu ručního měření zkreslení se jejich hodnota nemění. Po vyvážení Wienova můstku otočným kondenzátorem CA, CB a odpory R28, R29 čte se na stupnici měřidla hodnota zkreslení.

Při poloautomatickém měření je v činnosti celý regulační obvod. Je nutné dodržet podmínku, aby ručním způsobem byla nastavena hodnota zkreslení pod 5%. Poté stlačením tlačítka S6 do polohy „Auto“ se uvede v činnost automatické vyhledávání zkreslení. Body 13, 15 a 7, 8 se spojí. Jako referenčního napětí se použije napětí z bodu 18 (s odporem R3) a přivede se na bázi oddělovacího tranzistoru E7. Z emitoru E7 přes C12 budí se báze tranzistoru E8, který společně s E9 tvoří referenční zesilovač. Napětí z kolektoru E9 přes R32 a C14 má tvar obdélníků a hradluje bázi tranzistoru E4.

8.7. Схема регулировки А5 (1AF 019 72)

При ручном измерении КНИ в схеме регулировки работают только четыре транзистора. Переключателем S6 соединяются точки 15 и 14, 8 и 6. В результате этого транзисторы E5 и E13 получают напряжение смещения прилб. $-0,5$ В. Связь по постоянному току между эмиттером E5 и базой E6 определяет ток коллектора E6, который одновременно проходит через лампу накаливания Ž1. Последняя освещает фотосопротивление R1, величина которого устанавливается расстоянием между этими элементами по заранее определенному значению. То же самое относится к транзисторам E13 и E14. Ток транзистора E14 проходит одновременно через лампу Ž2. В результате этого лампа освещает фотосопротивления R2 – R5, значения которых устанавливаются расстоянием от лампы Ž2 по требуемому значению. Фотосопротивления включены в схему мостика Вина и в процессе измерения искажений вручную их значение не меняется. После балансировки мостика Вина переменным конденсатором CA, CB и сопротивлениями R28, R29 по шкале прибора отсчитывается значение КНИ.

При автоматическом измерении работает вся схема регулирования. Необходимо соблюсти условие предварительной ручной установки значения КНИ ниже 5%. Затем путем нажатия на кнопку S6 в положении «Авто» начинает работать автоматический поиск КНИ. Точки 13, 15 и 7, 8 соединяются. В качестве опорного напряжения использовано напряжение в точке 18 (с сопротивлением R3), которое подается на базу буферного транзистора E7. От эмиттера E7 через C12 возбуждается база транзистора E8, который вместе с E9 образует усилитель опорного сигнала. Напряжение коллектора E9, снимаемое через R32 и C14, имеет форму прямоугольных импульсов и управляет базой транзистора E4.

8.7. Control circuit –A5– 1AF 019 72

When the sought distortion is measured manually, only four transistors of the control circuit are operative. The selector push-button (S6) interconnects the points 15 and 14, and 8 and 6. Thus the transistors E5, E13 obtain a bias voltage of approximately -0.5 V. The collector current of E6, determined by the DC feedback from the emitter of E5 to the base of E6, passes through the lamp Ž1, which illuminates photoresistor R1, the resistance of which has been set by adjusting its distance from the lamp. The same applies to the transistor E13, E14; the current passing through transistor E14 passes also through lamp Ž2 which illuminates the photoresistors R2 to R5, the values of which are dependent on the distance from the lamp Ž2. The photoresistors are inserted in the circuit of the Wien bridge and their values remain constant during manual distortion measurement. After balancing the Wien bridge by means of the variable capacitors CA, CB, and the resistors R28, R29, the distortion can be read on the scale of the meter. When the method of semiautomatic distortion measurement is used, the whole control circuit is operative. A prerequisite is manual setting of the distortion to a value less than 5%. Then, after depressing push-button S6, automatic distortion measurement is feasible. The points 13, 15 and 7, 8 become interconnected. As reference voltage, that from point 18 (resistor R3) is employed and is applied to the base of buffer transistor E7, from the emitter of which the base of E8 is driven via C12. This transistor (E8) forms together with E9 the reference amplifier. The voltage obtained from the collector of E9 via R32 and C14 is of rectangular shape and serves for gating the base of transistor E4.

Chybové napětí z detektoru se přivádí na bázi oddělovacího tranzistoru E1. Z kolektoru E1 přes C1 je napájen zesilovač odchylky, který tvoří tranzistory E2 a E3. Napětí v kolektorech E2 a E3 jsou stejně velká, avšak fázově o 180° pootočená. Napětí z kolektoru E3 se přivádí přes C6 přímo na kolektor tranzistoru E4. Když kladná polovina referenční obdélníkové vlny hradluje E4, je signál z kolektoru E3 zkratován na zem. Proto napětí z kolektoru E2 je spojeno obvodem filtru k bázi E5. Toto napětí je mezi 0 a -1 V a jeho velikost je závislá na tom, jsou-li chybové signály ve fázi nebo v protifázi. Změna napětí báze se pak zesílí pomocí E5 a budičem žárovky E6. To změní jas žárovky Ž1, která změní odpor fotorodporu R1 ve směru nutném k vyvážení odporové větve můstku.

Činnost řídicí smyčky reaktanční větve je podobná činnosti odporové větve. Obvod s fázovým zpožděním E15, E16 a kondenzátory přes přepínač S4-C18 až C22 posune referenční napětí o 90°. Tím se stane detektor E12 citlivým na složky chybového signálu, které jsou o 90° mimo fázi. Výstup budiče žárovky E14 řídí jas žárovky Ž2, která mění odpor fotorodporů R2 až R5 tak, aby se vyladila reaktanční větev Wienova můstku. Na horních třech frekvenčních rozsazích se připojí odpor R56 paralelně k R55. Žárovka Ž2 se více rozsvítí a sníží se fotorodpory R3 a R4. Tím se zmenší změna fotorodporů R3 a R4, která je nutná k vyladění

Напряжение ошибки, снимаемое с детектора, подается на базу буферного транзистора E1. От коллектора E1 через C1 питается усилитель ошибки, который образован транзисторами E2 и E3. Напряжения на коллекторах E2 и E3 имеют одинаковую величину, однако сдвинуты по фазе на 180°. Напряжение коллектора E3 подается через C6 непосредственно на коллектор транзистора E4. Когда положительная полуволна опорного прямоугольного напряжения блокирует E4, то сигнал коллектора E3 закорачивается на землю. Поэтому напряжение коллектора E2 соединено со схемой фильтра и базой E5. Это напряжение находится в пределах 0 и -1 В и его величина зависит от того, если сигналы ошибки находятся в фазе или противофазе. Измерение напряжения базы затем усиливается с помощью E5 и с помощью возбuditеля лампы накаливания E6. В результате этого изменяется яркость лампы накаливания Ž1, которая способствует изменению сопротивления фоторезистора R1 в требуемом направлении для уравнивания омической ветви моста.

Работа цепи управления реактивной ветвью аналогична работе схемы управления омической ветвью. Схема с фазовой задержкой E15, E16 с конденсаторами, через переключатель S4 - C18 - C22 смещает опорное напряжение на 90°. В результате этого детектор E12 становится чувствительным к составляющим сигнала ошибки, которые сдвинуты на 90°. Выход возбuditеля лампы E14 управляет яркостью лампы Ž2, которая изменяет сопротивление фоторезисторов R2 - R5 так, чтобы осуществилась настройка реактивной ветви мостика Вина. На трех верхних диапазонах частоты сопротивление R56 подключается параллельно к сопротивлению R55. Лампа Ž2 горит ярче и в результате этого уменьшаются сопротивления фоторезисторов R3 и R4. Следовательно, изменение сопротивлений фоторезисторов R3 и R4, которое необходимо для на-

The error voltage from the detector is fed to the base of buffer transistor E1, from the collector of which the deviation amplifier E2, E3 is powered via C1. The collector voltages of E2, E3 are equal, but are shifted mutually through 180°. The voltage of the collector of E3 is applied to the collector of transistor E4 via C6. When the positive half-wave of the rectangular reference waveform gates E4, then the signal from the collector of E3 is short-circuited to earth. Therefore, the voltage from the collector of E2 is applied to the base of E5 via the filter circuit. The value of this voltage lies between 0 and -1 V and depends on whether the phases of the error signals are equal, or are in opposition. Changes in the base voltage are amplified by E5 and the lamp exciter E6, which alters the brightness of the lamp Ž1. Thus, in turn, the resistance of photoresistor R1 is altered in the direction necessary for balancing the resistive branch of the Wien bridge.

The operation of the control loop of the reactive branch is similar to that of the resistive branch. The circuit of E15, E16 with phase delay and the capacitors C18 to C22 (through S4) shift the reference voltage through 90°. This causes the detector E12 to become sensitive to those components of the error signal which are out of phase by 90°. The lamp exciter E14 controls the brightness of lamp Ž2 which, in turn, controls the resistances of the photoresistors R2 to R5 in order to tune the reactive branch of the Wien bridge. In the three upper frequency ranges, the resistor R56 is connected in parallel with R55. The light of the lamp Ž2 becomes slightly brighter and reduces the resistance of R3 and R4; this resistance reduction of R3 and R4 is necessary for tuning the bridge branch, as the impedance of the

větve, protože impedance v reaktanční větvi postupně se zvyšujícím se kmitočtem klesá.

8.8. Zdroj -A1- (1AF 019 68)

Napájecí obvod se skládá ze dvou stejných zdrojů, které jsou zapojeny tak, aby výstupní stabilizované napětí bylo +25 V a -25 V.

Graetzovo zapojení usměrňovacích diod E3 až E6 s kondenzátorem C1 dodává stejnosměrné napětí ke stabilizaci pro zdroj +25 V. Integrovaný obvod IO1 stabilizuje napětí a budí výkonový tranzistor E1. Odpor R4 se nastavuje výstupní napětí na +25 V. Odpor R2 je ochranný pro omezení kolektorového proudu E1 a zamezuje zničení stabilizátoru při zkratu. Zenerova dioda E11 chrání integrovaný obvod IO1 proti zničení napětím. Kondenzátory C2 a C7 pomáhají vyhlazovat stabilizované napětí.

Druhá půle napájecího zdroje pracuje za stejných podmínek.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU

Konstrukce přístroje byla zvolena a provedena tak, aby přístroj vyžadoval minimální údržbu. Doporučuje se v přiměřených časových intervalech vyčistit přístroj od prachu, namazat ložiska třecího převodu několika kapkami oleje a dosedací část třecího převodu očistit benzinem. Kontrolu chyb přístroje doporučujeme provádět v časových úsecích asi dvou let. V případě, že bude zjištěna změna některého parametru tak, že by se blížil

stroiки моста, становится меньшим, так как импеданс реактивной ветви с возрастающей частотой уменьшается.

8.8. Источник A1 (1AF 019 68)

Схема питания состоит из двух одинаковых источников, которые обеспечивают выходное стабилизированное напряжение +25 В и -25 В.

Мостиковая схема выпрямления на диодах E3 - E6 и конденсаторе C1 вырабатывает напряжение постоянного тока для стабилизатора +25 В. Интегральная микросхема IO 1 стабилизирует напряжение и возбуждает мощный транзистор E1. Сопротивлением R4 устанавливается выходное напряжение равным +25 В. Сопротивление R2 - это защитное сопротивление, которое ограничивает ток коллектора E1 и защищает стабилизатор от выхода из строя в случае коротких замыканий. Стабилитрон E11 защищает интегральную микросхему IO1 от выхода из строя из-за перенапряжения. Конденсаторы C2 и C7 способствуют сглаживанию стабилизированного напряжения.

Вторая половина источника питания работает одинаково.

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ПРИБОРОМ

Конструкция прибора рассчитана на обеспечение минимальных требований прибора по отношению к уходу. Рекомендуется в соответствующие интервалы времени очистить прибор от пыли, смазать подшипники фрикционной передачи несколькими каплями масла и посадочную часть фрикционной передачи очистить бензином. Контроль ошибок прибора рекомендуется осуществлять примерно один раз через два года. В том случае, если выявлено изменение определен-

reactive branch drops in proportion with increasing frequency.

8.8. Supply -A1- 1AF 019 68

The powering circuitry consists of two identically designed supplies which produce stabilized output voltages of +25 V and -25 V respectively.

The rectifying diodes E3 to E6 in bridge connection with C1 produce the DC voltage for the stabilized supply of +25 V. The integrated circuit IC 1 stabilizes the voltage and drives power transistor E1. Resistor R4 serves for adjusting the output voltage to +25 V. The protective resistor R2 limits the collector current of E1 and thus safeguards the stabilizer in the case of a short circuit. Zener diode E11 protects the integrated circuit IC 1 from destruction through overvoltage.

The capacitors C2 and C7 help to smooth the stabilized voltage.

The second supply circuit operates in the same manner.

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT

The instrument has been designed and produced so as to require minimum maintenance. It is recommended to clean dust from it to lubricate the bearings of its friction drive with a few drops of oil, and to clean the drive contact surfaces with petrol at regular intervals. It is advisable to check the accuracy of the instrument approximately every two years. If such a deviation of a parameter is ascertained that it closely approaches the pertaining tolerance limit, or even exceeds it,

nebo překračoval dovolenou toleranci, je nutné provést dostavení podle kapitoly 10.

10. POKYNY PRO OPRAVY

10.1. Hlavní měřicí přístroje

1. Stejnosměrný voltmetr, vnitřní odpor $> 40 \text{ k}\Omega/\text{V}$; např. Avomet II
2. Stejnosměrný voltmetr se sondou
3. Střídavý milivoltmetr 1 mV–300 V, frekvence do 10 MHz; např. BM 512
4. Střídavý milivoltmetr 1 mV–300 V, frekvence do 10 MHz se sondou
5. Generátor sinusového napětí min. do 3 MHz s děličem a výstupním napětím do 3,16 V; např. BM 492
6. Osciloskop se sondou do 10 MHz; např. BM 564

10.2. Upozornění

Přestože konstrukci a výrobě byla věnována velká péče, je možné, že se u přístroje vyskytnou závady a že je bude nutno opravit. Při opravách, kdy je nutno přístroj odkrytovat, je třeba dodržet zásady bezpečnosti práce na obvodech pod nebezpečným napětím. Při práci na obvodech s FET-tranzistory je nutno používat dokonale uzemněné pájky. Při výměně odporů na Wienově můstku (S4) je vhodné zkratovat vývody FET-tranzistoru E5(A3). Při výměně polovodičových součástek je nutno postupovat opatrně, aby se vlivem zahřátí nepoškodily. Při hledání závady nikdy neotáčíme vnitřními

ного параметра в его приближении или выходе за допустимый предел, то следует осуществить регулировку в соответствии со сказанным в главе 10.

10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

10.1. Основные измерительные приборы

1. Вольтметр постоянного тока, внутреннее сопротивление более $40 \text{ k}\Omega/\text{V}$, например, Авомет II
2. Вольтметр постоянного тока с зондом
3. Милливольтметр переменного тока 1 мВ – 300 В, частота до 10 МГц, например, BM 512
4. Милливольтметр переменного тока 1 мВ – 300 В, частота до 10 МГц с зондом
5. Генератор синусоидального напряжения мин. до 3 МГц с делителем и выходным напряжением до 3,16 В, например, BM 492
6. Осциллоскоп с зондом до 10 МГц, например, BM 564.

10.2. Внимание

Несмотря на то, что конструкции и производству прибора уделялось большое внимание, в приборе могут появиться неисправности и появиться необходимость ремонта. При ремонте следует снять крышки прибора, причем следует соблюдать правила техники безопасности при работе со схемами, находящимися под опасным напряжением. При работе со схемой, в которой использован полевой транзистор, следует пользоваться тщательно заземленным паяльником. При замене сопротивлений в схеме мостика Вина (S4) следует закоротить выходы полевого транзистора E5 (A3). При замене полупроводниковых элементов следует работать осторожно, чтобы их не вывести из строя путем перегрева. При отыс-

then the instrument will have to be readjusted according to the instructions given in Section 10.

10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

10.1. Measuring instruments required

1. DC voltmeter. Internal resistance $> 40 \text{ k}\Omega/\text{V}$. E.g. Avomet II.
2. DC voltmeter with probe.
3. AC millivoltmeter. Range 1 mV to 300 V; applicable at frequencies up to 10 MHz. E.g. BM 512.
4. AC millivoltmeter. Range 1 mV to 300 V; applicable at frequencies up to 10 MHz, with probe.
5. Generator of sinusoidal voltages. Range at least 3 MHz with divider. Output voltage up to 3.16 V. E.g. BM 492.
6. Oscilloscope with probe; applicable up to 10 MHz. E.g. BM 564.

10.2. Notes

Even through the greatest possible care has been devoted to the designing and production of the instrument, it may happen that a defect will occur and will have to be repaired. When the covers of the instrument have been removed in order to carry out a repair, the regulations concerning work on circuits carrying dangerous voltages must be adhered to. When circuits containing FET transistors have to be repaired, the soldering iron or gun used must be earthed perfectly. When a resistor, which is a part of the Wien bridge (S4), has to be exchanged, it is advisable to short-circuit the terminals of the FET E5(A3). Whenever a semiconductor device is being soldered, great care must be taken so as to prevent its destruction through overheating. During

nastavovacími prvky, pokud se nepřesvědčíme, že je to nutné.

Voltmetrem pro střídavá napětí zkontrolujeme napětí na sekundární straně transformátoru. Toto napětí na liště zdroje A1 v bodech 23 a 27 je asi 36 V~, v bodech 35 a 39 asi 39 V~. Všechna měření se provádějí při primárním napětí 220 V $\pm 2\%$.

10.3. Kontrola stejnosměrných napětí

Provádí se stejnosměrným voltmetrem s velkým vnitřním odporem (alespoň 10 k Ω /V). Hodnoty označené ↓ se měří voltmetrem se sondou, aby se zamezilo kmitání.

Deska A1 – Zdroj (1AF 019 68)

UC1 = +36 V; UE11 = 30 V; U_bE1 = 25,6 V; UR1 = 7,15 V
UC4 = +39 V; UE12 = 30 V; U_bE2 = 25,6 V; UR5 = 7,15 V

Deska A2 – Impedanční konvertor a detektor (1AF 019 69)

кании неисправности никогда не следует вращать внутренними подстроечными элементами, если точно не установлено, что такая регулировка является необходимой.

С помощью вольтметра переменного напряжения проконтролировать напряжение на вторичной обмотке трансформатора. Это напряжение на колодке источника А1 в точках 23 и 27 составляет пригл. 36 В перем., в точках 35 и 39 – пригл. 39 В перем. Все измерения осуществляются при напряжении первичной обмотки 220 В $\pm 2\%$.

10.3. Контроль напряжений постоянного тока

Контроль осуществляется вольтметром постоянного тока с большим внутренним сопротивлением (не менее 10 кОм/В). Значения, обозначенные ↓ измеряются вольтметром с зондом во избежания возникновения автоколебаний.

Плата А1 – Источник (1AF 019 68)

UC1 = +36 В; UE11 = 30 В; U_bE1 = 25,6 В; UR1 = 7,15 В
UC4 = +39 В; UE12 = 30 В; U_bE2 = 25,6 В; UR5 = 7,15 В

Плата А2 – Трансформатор сопротивлений и детектор (1AF 019 69)

trouble shooting, the settings of the internal controllable components must not be altered unless it is absolutely necessary.

First of all, the voltages on the secondary of the mains transformer have to be checked by means of an AC voltmeter. The AC voltages on the terminal strip of the supply A1 must be as follows: Approximately 36 V on points 23 and 27, and approximately 39 V on points 35 and 39. All the measurements have to be carried out with a voltage of 220 V $\pm 2\%$ across the primary winding.

10.3. Checking the DC voltages

The measurements have to be carried out with a DC voltmeter of high internal resistance (minimum 10 k Ω /V). The values marked with an arrow must be measured with the aid of a probe so as to prevent oscillations.

Board A1 – Supply 1AF 019 68

VC1 = +36 V; VE11 ~ 30 V; V_bE1 = 25.6 V; VR1 ~ 7.15 V
VC4 = +39 V; VE12 ~ 30 V; V_bE2 = 25.6 V; VR5 ~ 7.15 V

Board A2 – Impedance converter and detector 1AF 019 69

	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E12	E13
U _k	-17,6 V	-22,5 V	-12 V	-18,7 V	+9 V	+2,05 V	+7 V	+0,7 V
	-17,6 B	-22,5 B	-12 B	-18,7 B	+9 B	+2,05 B	+7 B	+0,7 B ↓
	-17,6 V	-22,5 V	-12 V	-18,7 V	+9 V	+2,05 V	+7 V	+0,7 V
U _b	-8,3 V	-18,0 V	-22,5 V	-12 V	+0,67 V	+10,4 V	+2,05 V	+7 V
	-8,3 B ↓	-18,0 B	-22,5 B	-12 B	+0,67 B	+10,4 B	+2,05 B	+7 B
	-8,3 V	-18,0 V	-22,5 V	-12 V	+0,67 V	+10,4 V	+2,05 V	+7 V
U _e	-11,2 V	-17,6 V	-22,7 V	-11,5 V	+0,03 V	+11 V	+1,4 V	+7,7 V
	-11,2 B ↓	-17,6 B	-22,7 B	-11,5 B ↓	+0,03 B	+11 B ↓	+1,4 B ↓	+7,7 B ↓
	-11,2 V	-17,6 V	-22,7 V	-11,5 V	+0,03 V	+11 V	+1,4 V	+7,7 V

Kolík 11 má mít napětí -4 V.

На штифте 11 должно быть напряжение -4 В.

Pin 11 must carry a voltage of -4 V.

Deska A3 – Zesilovač potlačení (1AF 019 70)

Плата А3 – Усилитель подавления
(1AF 019 70)

Board A3 – Suppressing amplifier 1AF 019 70

	E1	E2	E3	E5	E6	E7
U_k	+3,2 V	+15,5 V	+25 V	-20 V	-9 V	-8,2 V
	+3,2 B	+15,5 B ↓	+25 B	-20 B ↓	-9 B	-8,2 B
	+3,2 V	+15,5 V	+25 V	-20 V	-9 V	-8,2 V
U_b	+1 V	+3,2 V	+15,5 V	+1 V	-20 V	-9 V
	+1 B	+3,2 B	+15,5 B ↓	+1 B	-20 B ↓	-9 B
	+1 V	+3,2 V	+15,5 V	+1 V	-20 V	-9 V
U_e	+0,4 V	+2,6 V	+15 V	+0,25 V	-20,6 V	-15,5 V
	+0,4 B ↓	+2,6 B	+15 B ↓	+0,25 B	-20,6 B ↓	-15,5 B
	+0,4 V	+2,6 V	+15 V	+0,25 V	-20,6 V	-15,5 V

Deska A5 – Regulační obvod (1AF 019 72)

Плата А5 – Схема регулирования
(1AF 019 72)

Board A5 – Control circuit 1AF 019 72

	E1	E2	E3	E5	E6	E7	E8	E9
U_k	+5 V	+13 V	+13 V	+20 V	+14 V	+12 V	+10 V	+10 V
	+5 B	+13 B	+13 B	+20 B	+14 B	+12 B	+10 B	+10 B
	+5 V	+13 V	+13 V	+20 V	+14 V	+12 V	+10 V	+10 V
U_b	0 V	-0,03 V	-0,03 V	-0,5 V	+1,4 V	-	+0,05 V	+0,05 V
	0 B	-0,03 B	-0,03 B	-0,5 B	+1,4 B	-	+0,05 B	+0,05 B
	0 V	-0,03 V	-0,03 V	-0,5 V	+1,4 V	-	+0,05 V	+0,05 V
U_e	-0,6 V	-0,6 V	-0,6 V	-1 V	+0,85 V	-1,1 V	+0,7 V	+0,7 V
	-0,6 B	-0,6 B	-0,6 B	-1 B	+0,85 B	-1,1 B	+0,7 B	+0,7 B
	-0,6 V	-0,6 V	-0,6 V	-1 V	+0,85 V	-1,1 V	+0,7 V	+0,7 V

	E10	E11	E13	E14	E15	E16	E17	E18
U_k	+13 V	+13 V	+20,5 V	+14 V	+14 V	+11 V	+10 V	+10 V
	+13 B	+13 B	+20,5 B	+14 B	+14 B	+11 B	+10 B	+10 B
	+13 V	+13 V	+20,5 V	+14 V	+14 V	+11 V	+10 V	+10 V
U_b	-0,03 V	-0,03 V	-0,5 V	+1,4 V	-0,07 V	-0,07 V	-0,05 V	-0,05 V
	-0,03 B	-0,03 B	-0,5 B	+1,4 B	-0,07 B	-0,07 B	-0,05 B	-0,05 B
	-0,03 V	-0,03 V	-0,5 V	+1,4 V	-0,07 V	-0,07 V	-0,05 V	-0,05 V
U_e	-0,6 V	-0,6 V	-1 V	+0,85 V	-0,64 V	-0,64 V	-0,7 V	-0,7 V
	-0,6 B	-0,6 B	-1 B	+0,85 B	-0,64 B	-0,64 B	-0,7 B	-0,7 B
	-0,6 V	-0,6 V	-1 V	+0,85 V	-0,64 V	-0,64 V	-0,7 V	-0,7 V

10.4. Vyhledávání a odstranění závady

10.4.1. Přístroj ve funkci „Voltmetr“

Nastavte přepínač funkcí S1(5) do polohy voltmetr a rozsah měřidla přepínačem S3(7) do polohy 1 V (odst. 6.1.). Připojte ke vstupnímu konektoru (2) – signál 1 kHz.

Milivoltmetrem změřte napětí na kolíku:

1 – 1 mV
4 – 1 mV
6 – 1 mV
12 – 100 mV
14 – 100 mV

Nejsou-li dodržena napětí na jednotlivých kolíčkách, měřte milivoltmetrem úrovně napětí podle následující tabulky:

	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E12	E13	E14
U _k	0,1 mV	–	1,05 mV	1,5 mV	1,8 mV	17,6 mV	286 mV	12,7 mV	1,21 mV
	0,1 mB	–	1,05 mB	1,5 mB	1,8 mB	17,6 mB	286 mB	12,7 mB	1,21 mB
	0,1 mV	–	1,05 mV	1,5 mV	1,8 mV	17,6 mV	286 mV	12,7 mV	1,21 mV
U _b	1 mV	–	–	1 mV	1 mV	1,8 mV	17,6 mV	286 mV	–
	1 mB	–	–	1 mB	1 mB	1,8 mB	17,6 mB	286 mB	–
	1 mV	–	–	1 mV	1 mV	1,8 mV	17,6 mV	286 mV	–
U _e	–	0,1 mV	0,1 mV	1 mV	0,97 mV	1,65 mV	16,5 mV	275 mV	12,7 mV
	–	0,1 mB	0,1 mB	1 mB	0,97 mB	1,65 mB	16,5 mB	275 mB	12,7 mB
	–	0,1 mV	0,1 mV	1 mV	0,97 mV	1,65 mV	16,5 mV	275 mV	12,7 mV

Je-li některá součástka vadná, vyměňte ji podle údajů uvedených v rozpisu elektrických součástí.

Jako zdroje signálu lze použít jakýkoliv generátor s rozsahem 10 Hz až 3 MHz, s výstupním napětím 3,16 V a s děličem zkreslení menším než 0,5% – z řady TESLA např. BM 492.

10.4. Отыскание и устранение неисправностей

10.4.1. Прибор в режиме «Вольтметр»

Установить переключатель режима работы S1(5) в положение «вольтметр» и пределы прибора установить переключателем S3(7) в положение 1 В (пункт 6.1.). На входное гнездо (2) подать сигнал 1 кГц.

Милливольтметром измерить напряжение на штифте:

1 – 1 мВ
4 – 1 мВ
6 – 1 мВ
12 – 100 мВ
14 – 100 мВ

Если нет указанных напряжений на отдельных штифтах, то следует с помощью милливольтметра измерить уровни напряжений по ниже следующей таблице:

10.4. Trouble shooting and remedy of defects

10.4.1. Instrument operating as VOLTMETER

The function selector S1(5) has to be in the position marked VOLTMETER and the range selector S3(7) set to 1 V (see item 6.1.). A signal of 1 kHz frequency has to be applied to the input connector (2).

The following voltages must be measurable on the pins with a millivoltmeter:

1 – 1 mV
4 – 1 mV
6 – 1 mV
12 – 100 mV
14 – 100 mV

If any of these voltages is not present on the pertaining pin, then the following voltage levels must be checked with a millivoltmeter:

Если определенная деталь вышла из строя, то ее следует заменить при соблюдении данных спецификации электрических деталей.

В качестве источника сигнала можно использовать любой генератор с диапазоном 10 Гц – 3 МГц, обеспечивающий выходное напряжение 3,16 В и с КНИ менее 0,5%. Из серии генераторов «Тесла» можно использовать, например, BM 492.

Defective components (if any) must be exchanged for spares according to the List of Electrical Components – Section 13. of this Manual.

Any generator, the range of which is 10 Hz to 3 MHz, can be employed for the following tests, provided it supplies an output voltage of 3.16 V, has an output divider and its distortion is less than 0.5% (e.g. TESLA BM 492).

10.4.2. Přístroj ve funkci „Zkresloměr“

Pozn.: Nejdříve se odstraní závada v zesilovači potlačení a poté v regulačním obvodu.

Zesilovač potlačení

a) Nastavte přepínač funkce S1(5) do polohy „Voltmetr“, tlačítko způsobu ladění S6(13) do polohy „Ručně“, přepínač rozsahu napětí S3(7) na 0,3 V, citlivost a jemné dostavení citlivosti S2(6) na maximum, přepínač frekvence Wienova můstku S4(12) na rozsah $\times 1$ kHz.

Kmitočtovou stupnici (10) na 5. Na vstupní konektor připojte signál 1 kHz a nastavte výchylku měřidla na 0 dB.

b) Přepínač funkcí S1(5) nastavte do polohy „Úroveň“. Výchylka se musí zvětšit o $+0,5$ dB až $+0,8$ dB, což potvrzuje zisk v zesilovači s činitelem potlačení. Je-li zisk dost velký, je nutno zkontrolovat obvod Wienova můstku. Není-li dost velký, postupujte následovně.

c) Nastavte amplitudu vstupního signálu 1 kHz na 0,3 V. Změřte pomocí impedanční sondy střídavý signál na kolíku 7 desky A3 (185 mV). Toto napětí se zvýší asi na 2,4 V při nulovém zkreslení. Je-li přítomno správné napětí, přejděte k bodu d, není-li, k bodu f.

d) Změřte střídavý výstup zesilovače potlačení na kolíku 2 desky A3 (asi 0,32 V). Je-li zde správně

10.4.2. Прибор в режиме «Измеритель нелинейных искажений»

Примечание: сначала следует устранить неисправности режекторного усилителя, а затем схемы регулирования.

Режекторный усилитель

a) Переключатель режима работы S1 (5) перевести в положение «Вольтметр», кнопку способа настройки S6 (13) перевести в положение «Ручное», переключатель пределов напряжения S3 (7) установить в положение 0,3 В, чувствительность и точную установку чувствительности S2 (6) установить на максимум, переключатель частоты мостика Вина (S4) 12 переключить на предел 1 кГц. Шкалу частот (10) установить на 5. На входное гнездо подать сигнал 1 кГц и установить отклонение стрелки прибора 0 дБ.

б) Переключатель режима работы S1 (5) перевести в положение «Уровень». Отклонение должно увеличиться на $+0,5$ дБ \div $+0,8$ дБ, что свидетельствует о коэффициенте усиления усилителя с режекцией. Если коэффициент усиления достаточно большой, то следует проверить схему мостика Вина. При малом коэффициенте усиления необходимо поступать следующим образом:

в) Установить амплитуду входного сигнала 1 кГц равной 0,3 В. С помощью зонда измерить переменный сигнал на штифте 7 платы A3 (185 мВ). Это напряжение возрастает прил. до 2,4 В при нулевом искажении. При наличии правильного напряжения следует поступать в соответствии со сказанным в пункте г), в противном случае – в пункте е).

г) Измерить переменный выходной сигнал режекторного усилителя на штифте 2 пла-

10.4.2. Instrument operating as DISTORTION METER

Note: First of all defects (if any) in the suppressing amplifier must be remedied, only then those in the control circuit (if any).

Suppressing amplifier

a) The controls have to be set as follows: Function selector S1(5) – to VOLTMETER. Push-button tuning mode selector S6(13) – to MANUAL (released). Voltage range selector S3(7) – to 0.3 V. Sensitivity and sensitivity fine selector S2(6) – to maximum. Frequency selector of the Wien bridge S4(12) – to $\times 1$ kHz. Frequency scale (10) – to 5.

A signal of 1 kHz has to be applied to the input connector and the meter deflection set to 0 dB.

b) When the function selector S1(5) is changed over to the position LEVEL, the deflection must increase by $+0.5$ dB to $+0.8$ dB, thus proving that the gain of the amplifier and the suppression coefficient are in order. If the gain is sufficient, the circuit of the Wien bridge must be checked; if the gain is too low, then the following procedure has to be carried out:

c) The amplitude of the 1 kHz input signal has to be set to 0.3 V. The AC signal on pin 7 of board A3 has to be measured with the aid of an impedance probe. The result must be approximately 185 mV and must rise to about 2.4 V at zero distortion. If the voltage is correct, item d) has to be followed; if it is incorrect, then item f) is applicable.

d) The AC output of the suppressing amplifier has to be measured on pin 2 of board A3; it

né napětí, zkontrolujte přípoje přepínače S1 a měřidla. Není-li přítomno správné napětí, přejděte k bodu e.

- e) Pomocí sondy změřte signál na kolíku 8 desky A3 (asi 315 mV) a zjistěte, je-li Wienův můstek rozladěn se vstupem 1 kHz a kmitočtovou stupnicí 5 kHz. Je-li přítomno správné napětí, zkontrolujte E5 až E7 a přidružené obvody. Není-li přítomno správné napětí, zkontrolujte obvod Wienova můstku.
- f) Změřte střídavý vstup k zesilovači potlačení A3 na kolíku 1 (asi 0,29 V). Je-li zde správné napětí, zkontrolujte E1 až E3 a přidružené obvody. Není-li zde správné napětí, zkontrolujte plynulé dostavení citlivosti R5 (1X1 842 04) a přípoje k přepínači funkcí S1.

10.5. Regulační obvod –A5– (1AF 019 72)

Příprava pro zkoušení desky A5

Přepínač funkce S1 do polohy „Úroveň“

Přepínač rozsahu napětí S3 do polohy „100%“

Tlačítko způsobu ladění do polohy „Ručně“

Přepínač frekvence Wienova mostu do polohy „ $\times 100$ Hz“

Kmitočtovou stupnicí na 10

Vstupní signál 1 kHz pro plnou výchylku

Obvod automatického řízení je proveden ze dvou řídicích smyček – odporové a reaktanční, které

ты A3 (прибл. 0,32 В). При наличии правильного напряжения в этой точке проконтролировать соединения переключателя S1 и прибора. При отсутствии правильного напряжения необходимо поступать по пункту д).

- д) С помощью зонда измерить сигнал на штифте 8 платы A3 (прибл. 315 мВ) и проверить, что мостик Вина расстроен при входном сигнале 1 кГц при установленной шкале частот 5 кГц. При наличии правильного напряжения проконтролировать E5 – E7 и связанные цепи. Если нет правильного напряжения, то проконтролировать схему мостика Вина.
- е) Измерить входной переменный сигнал режимного усилителя A3 на штифте 1 (прибл. 0,29 В). При наличии правильного напряжения проконтролировать E1 – E3 и связанные цепи. В противном случае проконтролировать возможность плавной установки чувствительности R5 (1X1 842 04) и соединений переключателя режима работы S1.

10.5. Схема регулирования A5 - 1AF 019 72

Подготовка для испытания платы A5.

Переключатель режима работы S1 перевести в положение «Уровень».

Переключатель пределов напряжения S3 перевести в положение «100%».

Кнопку способа настройки перевести в положение «Ручное».

Переключатель частоты мостика Вина S4 (12) перевести в положение « $\times 100$ Гц».

Шкалу частот установить в положение 10. Входной сигнал 1 кГц при полном отклонении.

Схема автоматического управления состоит из двух цепей управления – активной и реактивной – которые аналогичны друг другу и

must be approximately 0.32 V. If this voltage is correct, the connections to function selector S1 and to the meter have to be checked. If the voltage is incorrect, then item e) has to be followed.

- e) The signal on pin 8 of board A3 to be measured with the aid of a probe (it must be about 315 mV); it has to be checked whether the Wien bridge is unbalanced when the input frequency is 1 kHz and the frequency scale is set to 5 kHz. If the measured voltage is correct, E5 to E7 must be tested together with their circuits. If the voltage is incorrect, the Wien bridge will have to be tested.
- f) The AC input to the suppressing amplifier A3 has to be measured on pin 1; it must be approximately 0.29 V. If this voltage is correct, then E1 to E3 must be tested together with continuous sensitivity control R5 (1X1 842 04) must be checked and the connections to function selector S1 inspected.

10.5. Testing the control circuit –A5– 1AF 019 72

The controls must be set as follows:

Function selector S1(5) – to LEVEL.

Voltage range selector S3(7) – to 100%.

Push-button tuning mode selector – to MANUAL (released).

Frequency selector of the Wien bridge S4(12) – to $\times 100$ Hz.

Frequency scale (10) – to 10.

A signal of 1 kHz has to be applied to the input connector and the meter set to full-scale deflection.

The circuit for automatic operation control has two control branches – a resistive loop and a reactive one – which are of identical design and

jsou totožné až na to, že v reaktanční smyčce je obvod se zpožděním fáze o 90° . Následující body ukazují postup kontrolování jen odporové smyčky (E1 až E9), avšak téhož postupu lze použít pro kontrolu reaktanční smyčky (E10–E18).

- a) Zkontrolujte tvar vlny na bázi E4. Je-li správný tvar vlny, přikročte k bodu b. Není-li, přikročte k bodu f.
- b) Zkontrolujte tvar vlny na kolektoru E4. Je-li zde správný tvar vlny, přikročte k bodu c, není-li, k bodu e.
- c) Změřte napětí na kolíku 17 (asi $+16 V_{ss}$ při ručním způsobu vyvažování). Nastavte funkci na zkreslení a ručně vynulujte signál. Nastavte způsob na automatický, otočte hrubým řízením rovnováhy úplně proti směru hodinových ručiček a zkontrolujte napětí na kolíku 17 (asi $+20 V$). Pak otočte hrubým řízením rovnováhy úplně ve směru hodinových ručiček a zkontrolujte opět napětí na kolíku 17 (asi $+12 V$). Je-li zde správné napětí, zkontrolujte fotoodpory (odst. 10.6.). Nejsou-li zde správná napětí, přejděte k bodu d.
- d) Změřte napětí na bázi E5 (asi $-0,5 V$ při ručním způsobu vyvážení). Nastavte způsob na automatický, otočte hrubým řízením rovnováhy úplně proti směru hodinových ručiček a zkontrolujte napětí na bázi E5 (asi $-1 V$). Pak otočte hrubé řízení rovnováhy úplně ve směru

отличаются только тем, что в реактивной цепи имеется схема, обеспечивающая задержку фазы на 90° . В нижеследующих пунктах описан способ контроля только схемы омической ветви (E1 – E9). Такой же способ проверки можно использовать и для контроля реактивной цепи (E10 – E18).

- a) Проконтролировать форму напряжения на базе E4. При наличии правильной формы сигнала поступать по пункту б), в противном случае – по пункту е).
- б) Проконтролировать форму сигнала на коллекторе E4. В случае правильной формы поступать по пункту в); в противном случае – по пункту д).
- в) Измерить напряжение на штифте 17 (прибл. $+16 V$ пост. при ручном способе измерения). Установить режим работы измерения нелинейных искажений и осуществить ручную настройку. Установить автоматический способ настройки и повернуть ручку грубого управления равновесием до упора в направлении против движения часовых стрелок и проконтролировать напряжение на штифте 17 (приблизительно $+20 V$). Затем следует ручку грубой установки равновесия повернуть до упора в направлении движения часовых стрелок и проконтролировать опять напряжение на штифте 17 (прибл. $+12 V$). При наличии правильного напряжения проконтролировать фотосопротивления (раздел 10.6.). При неправильном напряжении в этих точках следует поступать по пункту г).
- г) Измерить напряжение на базе E5 (прибл. $-0,5 V$ при ручной настройке). Установить автоматический способ измерения, ручку установки равновесия грубо повернуть до упора в направлении против движения часовых стрелок и проконтролировать напряжение на базе E5 (прибл. $-1 V$). Затем ручку установки равновесия грубо повернуть до упора в направлении движе-

differ only in the circuit of 90° phase delay which is in the reactive loop.

The following description of the checking of the resistive loop (E1 to E9) applies also to the reactive loop (E10 to E18):

- a) The waveform on the base of E4 has to be checked. If it is correct, item b) can be followed; if it is incorrect, item f) is applicable.
- b) The waveform on the collector of E4 has to be checked. If it is correct, the testing can be continued with item c); if it is incorrect, item e) must be followed.
- c) The voltage on pin 17 (approximately $+16 V$) has to be measured with the manual mode of balancing set. After selecting distortion measurement, the signal has to be zeroized manually. Then, the automatic mode has to be set and the coarse balance control turned fully counter-clockwise; the DC voltage on pin 17 must be approximately $+20 V$. Then, the coarse control has to be turned fully clockwise and the DC voltage on pin 17 measured anew; the result must be about $+12 V$. If these voltage values are correct, the photoresistors must be checked (see item 10.6.). If they are incorrect, item d) must be followed.
- d) The voltage on the base of E5 (approximately $-0.5 V$) has to be measured with the manual mode of balancing set. After selecting automatic operation, the coarse balance control has to be turned fully counterclockwise. The voltage on the base of E5 must be approximately $-1 V$. When the coarse control is turn-

hodinových ručiček a zkontrolujte opět na bázi E5 napětí, které se musí blížit nule. Jsou-li přítomna správná napětí, zkontrolujte E6, nejsou-li, zkontrolujte E5 a připoje k přepínači způsobu vyvažování S6.

- e) Zkontrolujte tvar vlny na kolíku 16. Je-li zde správný tvar vlny, zkontrolujte E1 až E4 a přidružené obvody. Není-li, zkontrolujte R50.
- f) Zkontrolujte tvar vlny na záporné straně kondenzátoru C10. Je-li zde správný tvar vlny, zkontrolujte E7 až E9 a přidružené obvody, není-li, zkontrolujte R6.

10.6. Kontrola fotoodporů a nastavení –A6– (R1 až R5)

Následující body ukazují postup kontrolování a je-li třeba, nastavování fotoodporů ve vyvažovacím obvodu Wienova můstku. Odstavec 10.7. ukazuje, jak se kontroluje odpor každého jednotlivého fotoodporu, není-li v toleranci.

- a) Vypněte zkresloměr a nastavte ruční způsob a kmitočtový rozsah na $\times 1$ kHz.
- b) Odpojte všechny dráty k desce A6 – vyvážení můstku – vyjma kolíků 6, 7 a 8 (připoje žhavení žárovek).
- c) Zapněte zkresloměr a zkontrolujte hodnotu fotoodporů na kolících podle tabulky v odstavci 10.7. Povolená tolerance $\pm 20\%$.
- d) Je-li některá hodnota odporu mimo toleranci, postupujte podle odstavce 10.7.

ния часовых стрелок и на базе E5 снова проверить напряжение, которое должно быть близко к нулю.

При наличии правильных напряжений проконтролировать E6, в противном случае проконтролировать E5 и соединения переключателя способа балансировки S6.

- д) Проконтролировать форму сигнала на штифте 16. При правильной форме проверить E1 – E4 и связанные цепи. В противном случае проконтролировать R50.
- е) Проверить форму сигнала на отрицательном выводе конденсатора C10. При наличии сигнала правильной формы проверить E7 – E9 и связанные цепи, в противном случае проверить R6.

10.6. Контроль фоторезисторов R1 - R5 и их установка A6

В нижеследующих пунктах указан способ контроля и в случае необходимости установки фоторезисторов в схеме балансировки мостика Вина. (В разделе 10.7. указан способ контроля сопротивления каждого отдельного фоторезистора в том случае, если оно не находится в заданных пределах.)

- а) Выключать измеритель искажений и установить ручной способ измерения и диапазон частот 1 кГц.
- б) Отключить все провода от платы A6 – равновесие моста – за исключением штифтов 6, 7 и 8 (соединения питания ламп накаливания).
- в) Включить измеритель нелинейных искажений и проверить значения сопротивлений фоторезисторов на штифтах по таблице, приведенной в разделе 10.7. Допустимые отклонения $\pm 20\%$.
- г) Сопротивления определенного фоторезистора выходит за указанные пределы, следует поступить по пункту 10.7.

ed fully clockwise, the voltage on the base of E5 must approach zero. If the voltages are correct, the transistor E6 must be tested; if they are incorrect, E5 must be tested and the connections to the balance mode selector S6 inspected.

- e) The waveform on pin 16 has to be checked; if it is correct, E1 to E4, together with their circuits, must be tested. If it is incorrect, R50 must be tested.
- f) The waveform on the negative side of the capacitor C10 must be checked. If it is correct, E7 to E9 have to be tested together with their circuits; if it is incorrect, R6 must be tested.

10.6. Checking the photoresistors R1 to R5 and their adjustment – A6

A description follows of the method for checking the photoresistors in the balancing circuit of the Wien bridge and their readjustment, if necessary. (In item 10.7. is described the checking of the individual photoresistors, if their values are outside the pertaining tolerances).

- a) The distortion meter must be switched off, the manual mode selected and the frequency range selector set to $\times 1$ kHz.
- b) All the connections to board A6 – bridge balancing – except those leading to pins 6, 7 and 8 (lamp heating), must be disconnected.
- c) With the distortion meter switched on, the values of the photoresistors must be measured on the appropriate pins according to the Table in item 10.7. The permissible tolerance is $\pm 20\%$.
- d) If a photoresistor is outside the permissible tolerance, then item 10.7. must be followed.

10.7. Nastavení fotoodporů

- Vypněte zkresloměr, nastavte způsob ruční a kmitočet na $\times 1$ kHz.
- Odpojte všechny dráty k desce A6 kromě kolíků 6, 7 a 8 (připoje žhavení žárovek).
- Odstraňte kryt z desky A6.
- Nastavte odpor fotoodporů tak, že přemístíte jednotlivé fotoodpory kolem světelného zdroje. Je-li odpor malý, posuňte fotoodpor od světelného zdroje a naopak. Po přemístění fotoodporu zakrytujte desku A6 krytem a znovu změřte. Nastavuje se tak dlouho, až fotoodpory vyhovují následující tabulce s přesností $\pm 20\%$.

Fotoodpor	Kolík	Odpor
R1	9,10	30 k Ω
R2	2,3	15 k Ω
R3	1,10	15 k Ω
R4	3,4	150 k Ω
R5	5,10	150 k Ω

- Po nastavení fotoodporů vraťte kryt na desku A6 a znovu zapojte přívodní dráty.

10.8. Opravy otočných přepínačů

Zkresloměr má 4 otočné přepínače. Při opravách na těchto přepínačích, hlavně na deskách z umělé hmoty, je nutno používat páječky s malou špičkou a malým teplem (25 až 50 W) a pájkového drátu s kalafunou.

10.7. Установка фоторезисторов

- Выключить измеритель нелинейных искажений, установить ручной способ усиления и частоту 1 кГц.
- Отключить все провода, идущие к плате А6 кроме проводов, ведущих к штифтам 6, 7 и 8 (цепи питания ламп накаливания).
- Устранить крышку платы А6.
- Установить сопротивление фоторезисторов путем перемещения отдельных фоторезисторов относительно источника света. Если сопротивление мало, то фоторезистор необходимо сдвинуть дальше от источника света и наоборот. После перемещения фоторезистора закрыть плату А6 крышкой и снова произвести измерение. Установку следует осуществлять до тех пор, пока сопротивления фоторезисторов не будут соответствовать данным ниже следующей таблицы с точностью $\pm 20\%$.

Фоторезистор	Штифт	Сопротивление
R1	9,10	30 кОм
R2	2,3	15 кОм
R3	1,10	15 кОм
R4	3,4	150 кОм
R5	5,10	150 кОм

- После установки сопротивлений фоторезисторов вернуть крышку в исходное положение на плате А6 и снова подключить токоподводящие провода.

10.8. Ремонт переключателей вращения

Измеритель нелинейных искажений имеет 4 переключателя вращения. При ремонте этих переключателей, особенно, на пластмассовых платах, необходимо пользоваться паяльником с малым наконечником и малой мощностью (25 - 50 Вт), проволочным припоем и канифолью.

10.7. Adjustment of the photoresistors

- The distortion meter must be switched off, the manual mode selected and the frequency range selector set to $\times 1$ kHz.
- All the connections to board A6, except those leading to pins 6, 7 and 8 (heating of the lamps), must be disconnected.
- The cover of board A6 must be removed.
- The resistance of an individual photoresistor can be altered by resetting its distance from the light source. When the resistance is too low, the distance has to be increased, and vice versa. After adjusting the resistances, the cover of the board A6 must be reattached and the measurement repeated.

The adjustment has to result in the following values of the photoresistors, with a tolerance of $\pm 20\%$.

Resistance	Pins	Photoresistor
R1	9,10	30 k Ω
R2	2,3	15 k Ω
R3	1,10	15 k Ω
R4	3,4	150 k Ω
R5	5,10	150 k Ω

- After replacing the cover of board A6, the previously detached connections must be renewed.

10.8. Repairs to the rotary selectors

The BM 543 distortion meter - voltmeter has four rotary selectors. For carrying out repairs to these selectors, which have tiers made from plastic material, a soldering tool with small tip and of low power (25 to 50 W) must be used together with high-quality solder and resin flux.

Při výměně součástek se snažte umístit je do původní polohy.

10.9. Složitější opravy

Přístroj je výrobcem podroben přísné kontrole kvality součástí a nastavení obvodů. Vývojovému a výrobnímu procesu je věnována velká péče a v řadě případů je používáno speciálních technologických procesů, které mají zajistit udržení vlastností přístroje a dosažení odpovídající přesnosti. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, působením klimatických podmínek a event. i jiných vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

Při výměně vadných součástí používejte pouze typy, které jsou uvedeny v rozpisu elektrických součástí. Příložené schéma zapojení a nákresy desek s tištěnými spoji Vám usnadní pochopení principu a odstranění případných závad.

V duchu dobré tradice má k. p. TESLA Brno zájem na tom, aby jeho měřicí přístroje sloužily s maximální přesností zákazníkům. Nemáte-li proto při opravě vhodné kontrolní zařízení nebo dostatek zkušeností, doporučujeme Vám obrátit se na výrobní podnik, který Vám přístroj opraví.

Přístroj zašlete na adresu:

TESLA Brno, k. p., Purkyňova 99, 612 45 Brno

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, k. p.,
Servis měřicích přístrojů, Mercova 8a,
612 45 Brno, tel. č. 558 18

При замене деталей следует располагать новые детали в таких же положениях, в которых находились прежние детали.

10.9. Более сложные виды ремонта

На заводе-изготовителе прибор подвергается строгому контролю качества деталей и регулировки схем. Процессу разработки и производства уделяется большое внимание и в ряде случаев используются специальные технологические процессы с целью обеспечения сохранения параметров прибора и достижения требуемой точности. Несмотря на это, в процессе эксплуатации из-за старения деталей, воздействия климатических условий и т. д. может появиться неисправность, которая нарушает работоспособность прибора.

При замене вышедших из строя деталей следует использовать только типы, указанные в спецификации электрических деталей. Приложенные электрические схемы и чертежи плат печатного монтажа облегчат понять принцип действия и устранить возможные неисправности.

В соответствии с хорошей традицией концерновое предприятие «Тесла» Брно заинтересовано в том, чтобы его измерительные приборы служили заказчику с максимальной точностью. Поэтому, если в Вашем распоряжении нет подходящего контрольного оборудования или достаточного опыта, то рекомендуется обратиться с ремонтом на завод-изготовитель.

Более подробные информации предоставляет
КОВО, внешнеторговое предприятие,
Прага, ЧССР

Whenever a defective component has to be exchanged, it is advisable to place the spare one in the same position and in the same manner as the original was mounted.

10.9. More involved repairs

The BM 543 distortion meter - voltmeter has been submitted by the makers to stringent tests of the quality of the employed components and the alignment of its circuits. The greatest possible care has been devoted to the development and production, and in many cases special production technology has been applied in order to attain the required properties of the instrument and to ensure its accuracy. However, after lengthy operation, due to natural ageing of components, atmospheric and climatic conditions, and also other possible adverse influences, a defect may occur which could impair correct operation of the instrument.

When a defective component has to be exchanged, only such a spare part must be used instead of it which is given in the List of Electrical Components. The enclosed diagrams and drawings of the PCBs will help in the comprehending of their functions and serve as a guide in locating and remedying a defect.

In order to uphold their good tradition, TESLA Brno, Concern Corp., are greatly interested in ensuring that their electronic measuring instruments serve the users with maximum accuracy. Therefore, customers who have not the necessary test equipment or experience in repairing sophisticated electronic circuits are advised to entrust repairs to the makers or to their service organization. Detailed information is available from:

KOVO, Foreign Trade Corporation,
2 Jankovcova,
170 88 Praha 7, Czechoslovakia.

11. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

11.1. Doprava

Konstrukce obalu je řešena s ohledem na snížení nepřímých vlivů během dopravy. Dopravu lze uskutečňovat všemi dopravními prostředky. Přístroj však musí být chráněn proti přímým povětrnostním vlivům a působení teplot nižších než -25°C a vyšších než $+55^{\circ}\text{C}$. Krátkodobé zvýšení vlhkosti nemá na vlastní přístroj vliv.

11.2. Skladování

Nezabalený přístroj lze skladovat v prostředí s teplotou $+5^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$ při maximální relativní vlhkosti do 80%. Při krátkodobém skladování lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí -25°C až $+55^{\circ}\text{C}$ při relativní vlhkosti do 95%.

V obou případech je nutné skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům uložením ve vhodných prostorách prostých prachu a výparů z chemikálií.

Na skladované přístroje nemá být ukládán žádný další materiál.

12. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje k. p. Tesla Brno záruku v délce stanovené hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135). (Podrobnější údaje o délce záruční doby jsou uvedeny v záručním listě).

11. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

11.1. Транспортировка

Конструкция тары решена с учетом уменьшения воздействия косвенных влияний в процессе транспортировки. Транспортировку можно осуществлять с помощью всех транспортных средств. Однако, прибор должен быть защищен от прямого действия погоды, а также от воздействия температуры ниже -25°C и выше $+55^{\circ}\text{C}$. Кратковременное увеличение влажности не оказывает вредного действия на собственный прибор.

11.2. Хранение

Неупакованный прибор можно хранить в среде с температурой $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ при максимальной относительной влажности до 80%. При кратковременном хранении можно прибор в заводской таре хранить в среде с температурой от -25°C до $+55^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности до 95%.

В обоих случаях необходимо хранимые приборы защищать от воздействия погоды путем их установки в подходящих помещениях без пыли и химических испарений.

На хранимые приборы запрещается класть какой-либо иной материал.

12. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Концерновое предприятие Тесла Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВ и им равных, установленными общими условиями СЭВ 1968 г. (§§ 28 - 30).

Более подробные данные о продолжительности гарантийного срока указаны в гарантийном свидетельстве.

11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

11.1. Transport

The packing of the BM 543 distortion meter - voltmeter has been designed with the aim of reducing to minimum all adverse influences which could be encountered during transport (which can be accomplished by any transport means). However, the instrument must be protected against the direct influence of inclement weather and temperatures lower than -25°C or higher than $+55^{\circ}\text{C}$. Transitory increase of the relative air humidity above the permissible limit has no detrimental effect on the instrument.

11.2. Storage

When unpacked, the instrument can be stored at temperatures within the range of $+5^{\circ}\text{C}$ to $+40^{\circ}\text{C}$ at a maximum relative humidity of 80%. When packed in its original packing, the instrument can be stored for any length of time at temperatures within the range of -25°C to $+55^{\circ}\text{C}$ at a relative humidity of maximum 95%. In either case, the instrument must be protected from adverse atmospheric influences by storing it in a suitable room which is free from dust and chemical fumes.

No other material must be stacked on the stored instruments.

12. GUARANTEE

With customers outside Czechoslovakia, the guarantee conditions are agreed upon individually in every case. (Details about the guarantee terms are given in the Guarantee Certificate).

13. ROZPIS ELEKTRICKÝCH SOUČASTÍ
СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

1X1 842 04

Resistors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	390 Ω	5	0.25	TR 151 390/B
R2	Film	1 Ω	—	0.25	TR 221 1
R3	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10K/B
R4	Film	47 Ω	10	0.25	TR 151 47/A
R5	Potentiometer	1 kΩ	—	0.5	TP 280b 16E 1k/N
R6	Film	390 Ω	5	0.25	TR 151 390/B
R8	Film	10 kΩ	5	0.5	TR 152 10K/B
R9	Film	22 kΩ	5	0.5	TR 152 22K/B
R10	Film	68 kΩ	5	0.5	TR 152 68K/B
R11	Film	220 kΩ	5	0.5	TR 152 M22/B
R12	Film	680 kΩ	5	0.5	TR 152 M68/B
R14	Film	1 MΩ	5	0.5	TR 152 1M/B
R15	Film	7.5 Ω	5	0.125	TR 212 7R5/J
R16	Film	1 kΩ	5	0.5	TR 152 1k/B
R17-R20	Film	277 Ω	0.5	0.125	TR 161 277RD/1
R21	Film	189 Ω	0.5	0.125	TR 161 189RD/1
R22	Film	221 Ω	1	0.125	TR 161 221RD/1
R23-R27	Film	412 Ω	0.5	0.125	TR 161 412/D
R28 + R29	Potentiometer	100 Ω + 5 kΩ	—	0.5	1AN 736 05
R30-R33	Quadruple	25 MΩ	0.5	0.5	1AK 655 36
R34	Film	1.3 MΩ	5	0.5	TR 152 1M3/B
R35-R37	Triple	2.38 MΩ	0.5	0.5	1AK 655 37
R38	Film	270 kΩ	5	0.25	TR 152 M27/B
R39	Film	130 kΩ	0.5	0.125	TR 161 M13D/1
R40	Film	69.8 kΩ	0.5	0.125	TR 161 69K8D/1
R41	Film	15.4 kΩ	0.5	0.125	TR 161 15K4D/1
R42	Film	56.2 kΩ	0.5	0.125	TR 161 56K2D/1
R43	Film	10 kΩ	0.5	0.125	TR 161 10KD/1
R44	Film	10 kΩ	0.5	0.125	TR 161 10KD/1
R45	Film	1.91 kΩ	0.5	0.125	TR 161 1K91D/1
R46	Film	4.75 kΩ	0.5	0.125	TR 161 4K75D/1
R47	Film	898 Ω	0.5	0.125	TR 161 898D/1

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R48	Film	189 Ω	0.5	0.125	TR 161 189D/1
R49	Film	189 Ω	0.5	0.125	TR 161 189D/1
R50	Film	1.4 kΩ	0.5	0.125	TR 161 1K4D/1
R51-R54	Quadruple	25 MΩ	0.5	0.5	1AK 655 36
R55	Film	1.3 MΩ	5	0.5	TR 152 1M3/B
R56-R58	Triple	2.38 MΩ	0.5	0.5	1AK 655 37
R59	Film	270 kΩ	5	0.5	TR 152 M27/B
R60	Film	130 kΩ	0.5	0.125	TR 161 M13D/1
R61	Film	69.8 kΩ	0.5	0.125	TR 161 69K8D/1
R62	Film	15.4 kΩ	0.5	0.125	TR 161 15K4D/1
R63	Film	56.2 kΩ	0.5	0.125	TR 161 56K2D/1
R64	Film	10 kΩ	0.5	0.125	TR 161 10KD/1
R65	Film	10 kΩ	0.5	0.125	TR 161 10KD/1
R66	Film	1.91 kΩ	0.5	0.125	TR 161 1K91D/1
R67	Film	4.75 kΩ	0.5	0.125	TR 161 4K75D/1
R68	Film	898 Ω	0.5	0.125	TR 161 898D/1
R69	Film	189 Ω	0.5	0.125	TR 161 189D/1
R70	Film	189 Ω	0.5	0.125	TR 161 189D/1
R71	Film	1.4 kΩ	0.5	0.125	TR 161 1K4D/1
R72	Film	510 kΩ	5	0.25	TR 151 M51/B
R73	Film	10 kΩ	20	0.25	TR 151 10kM

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Tubular	0.33 μF	—	250	TC 182 M33
C2	MP box	1 μF	—	400	TC 481 1M
C4	Mica	390 pF	5	300	WK 714 13 390p/J
C5	Mica	100 pF	5	300	WK 714 13 100p/J
C6	Mica	10 pF	5	300	WK 714 13 10p/J
C8-C12	Trimmer	0.8–4.2 pF	—	400	WK 701 09
C13, C14	Mica	1 000 pF	5	300	WK 714 13 1k/J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C15	Ceramic	47 pF	10	40	TK 754 47p/K
C16	Ceramic	120 pF	10	40	TK 754 120p/K
C17	Trimmer	10–40 pF	—	250	1AK 701 39
C18	Electrolytic	2.2 μF	10	40	1AK 704 02
C19	Tubular	0.22 μF	10	100	TC 215 M22 ±10%
C20	P. E. T.	22 000 pF	10	160	TC 279 22k/A
C21	P. E. T.	2 200 pF	10	400	TC 276 2k2/A
C22	P. E. T.	220 pF	10	1000	TC 277 220p/A
C23-C26	Tuning				1AN 705 85
C27	Trimmer	1.5–14 pF	—	400	WK 701 04
C28	Mica	56 pF	10	300	WK 714 13 56/K
C29	Trimmer	0.8–4.2 pF	—	400	WK 701 11
C30, C31	Mica	1 000 pF	5	300	WK 714 13 1k/J
C32	Ceramic	8.2 pF	10	40	TK 754 8J2/K

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer coil	TR 1	1AN 664 30 1AK 624 67 1	1–2	1210	0.132
			3–4	1210	0.132
			5–6	110	0.18
coil		1AK 626 13	7–8	400	0.236
			9–10	415	0.236

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Glow-lamp N1		1AN 109 19
Meter M	MP 80 - 1 mA	1AP 778 19
Fuse cartridge P1	T 80 mA for 220 V	ČSN 35 4733.3
Fuse cartridge P1	T 200 mA for 120 V	ČSN 35 4733.3

Zdroj A1 Источник А1 Supply A1

Resistors:

1AF 019 68

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	5.1 kΩ	5	0.25	TR 151 5k1/B
R2	Film	3.9 Ω	10	0.25	TR 221 3j9/A
R3	Film	17.8 kΩ	1	0.125	TR 161 17K8/F
R4	Trimmer	6.8 kΩ	—	1	TP 060 6k8
R5	Film	5.1 kΩ	5	0.25	TR 151 5k1/B
R6	Film	3.9 Ω	10	0.25	TR 221 3j9/A
R7	Film	17.8 kΩ	1	0.125	TR 161 17K8/F
R8	Trimmer	6.8 kΩ	—	1	TP 060 6k8
R9, R10	Film	510 Ω	5	0.5	TR 152 510/B
R11, R12	Film	3.3 kΩ	10	0.25	TR 151 3k3/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	200 μF	—	70	TE 988 G2 - PVC
C2	Electrolytic	10 μF	—	50	TE 156 10M
C3	Ceramic	100 pF	10	40	TK 754 100p/K
C4	Electrolytic	200 μF	—	70	TE 988 G2 - PVC
C5	Electrolytic	10 μF	—	50	TE 156 10M
C6	Ceramic	100 pF	10	40	TK 754 100p/K

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit IO 1, IO 2	MAA723
Transistor E1, E2	KU611
Diode E3–E10	KY130/600
Diode E11–E14	KZ260/16

Impedanční konvertor a detektor A2
Трансформатор сопротивлений и детектор А2
Impedance converter and detector A2

Resistors:

1AF 019 69

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard CSSR
R1	Film	300 Ω	5	0.25	TR 151 300/B
R2	Film	82 kΩ	5	0.25	TR 151 82k/B
R3	Trimmer	47 kΩ	—	0.5	TP 012 47k
R4	Film	36 kΩ	5	0.25	TR 151 36k/B
R5	Film	510 kΩ	5	0.25	TR 151 M51/B
R6	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 151 1k/B
R7	Film	3 kΩ	5	0.25	TR 151 3k/B
R8	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 151 1k/B
R9	Film	750 Ω	5	0.25	TR 151 750/B
R10	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 151 15k/B
R11	Film	43 kΩ	5	0.25	TR 151 43k/B
R12	Film	620 Ω	5	0.25	TR 151 620/B
R13	Film	680 Ω	5	0.25	TR 151 680/B
R14	Film	150 Ω	5	0.25	TR 151 150/B
R15	Film	470 Ω	5	0.25	TR 151 470/B
R16	Film	47 Ω	5	0.25	TR 151 47/B
R17	Film	620 Ω	5	0.25	TR 151 620/B
R18	Film	24 Ω	5	0.25	TR 151 24/B
R19	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R20	Trimmer	3.3 kΩ	—	0.5	TP 012 3k3
R21	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R22	Film	510 Ω	5	0.25	TR 151 510/B
R23	Film	51 Ω	5	0.25	TR 151 51/B
R24	Film	6.8 kΩ	5	0.25	TR 151 6k8/B
R25	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R26	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R27	Film	12 kΩ	5	0.25	TR 151 12k/B
R28	Film	24 Ω	5	0.25	TR 151 24/B
R29	Film	5.1 Ω	5	0.25	TR 221 5j1/B
R30	Film	30—47 Ω	5	0.25	TR 151 30-47/B
R32	Film	150 Ω	1	0.125	TR 161 150R/F
R33	Film	10 Ω	1	0.125	TR 161 10R/F
R34	Trimmer	100 Ω	—	1	TP 062 100
R35	Film	10 Ω	1	0.125	TR 161 10R/F
R36	Film	390 kΩ	5	0.25	TR 151 M39/B

No.	Type	Value	Tolerance — %	Max. load W	Standard CSSR
R37	Film	3 kΩ	5	0.25	TR 151 3k/B
R38	Film	100 Ω	5	0.25	TR 151 100/B
R39	Trimmer	220 Ω	—	0.5	TP 012 220
R40	Film	36.5 Ω	1	0.125	TR 161 36R5/F-1
R41	Film	180 Ω	5	0.25	TR 151 180/B
R42	Film	10 Ω	1	0.125	TR 161 10R/F
R43	Film	2.4 kΩ	5	0.25	TR 151 2k4/B
R44	Film	100 Ω	5	0.25	TR 151 100/B
R45	Film	24 Ω	0.5	0.125	TR 161 24R/D/1
R46	Film	3 kΩ	5	0.25	TR 151 3k/B
R47	Film	510 Ω	5	0.25	TR 151 510/B
R48	Film	510 Ω	5	0.25	TR 151 510/B
R49	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R50	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R51	Film	120 kΩ	5	0.25	TR 151 M12/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard CSSR
C1	Mica	12 pF	5	300	WK 714 13 12p/J
C2, C3	Mica	390 pF	5	300	WK 714 13 390p/J
C4	Electrolytic	2 μF	—	35	TE 986 2M - PVC
C5	Electrolytic	50 μF	—	10	TE 152 50M
C6	Electrolytic	200 μF	—	6	TE 981 G2 - PVC
C7	Mica	22 pF	5	300	WK 714 13 22p/J
C8	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10M - PVC
C9	Mica	82 pF	5	300	WK 714 13 82p/J
C10	Electrolytic	200 μF	—	15	TE 984 G2 - PVC
C11	Mica	390 pF	5	300	WK 714 13 390p/J
C12	Electrolytic	0.22 μF	—	40	TE 125 M22
C13	Ceramic	10 000 pF	—20 +50	40	TK 744 10n/S
C14, C15	Electrolytic	500 μF	—	15	TE 984 G5 - PVC
C16	Mica	1 000 pF	5	300	WK 714 13 1n/J
C17	Mica	160 pF	5	300	WK 714 13 160p/J
C18	Electrolytic	100 μF	—	35	TE 986 G1 - PVC
C19	Mica	390 pF	5	300	WK 714 13 390p/J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C20	Electrolytic	0.47 μF	—	40	TE 125 M47
C21	Trimmer	10-40 pF	—	250	1AK 701 42
C22	Ceramic	180 pF	10	40	TK 754 180p/K
C23	Mica	100 pF	5	300	WK 714 13 100p/J
C24	Ceramic	0.1 μF	-20 +80	32	TK 783 100p/Z
C25	Electrolytic	200 μF	—	15	TE 984 G2 - PVC
C26	Electrolytic	50 μF	—	6	TE 981 50M - PVC
C27, C28	Electrolytic	50 μF	—	35	TE 986 50M - PVC
C29	Mica	82 pF	5	300	WK 714 13 82p/J
C30	Electrolytic	50 (100) μF	—	15	TE 984 50M(G1)-PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Diode E1—E4	KA136	
Transistor E5	UC410 (2N 5268)	1AN 145 54
Transistor E6, E8, E10, E13, E14	2N 3906	1AN 145 50
Transistor E7, E9, E12	NPC 3904	1AN 145 52 1
Diode E11	KZ260/15	
Diode E15, E16	1N82A	1AN 113 94 1
Diode E17	KA207	

Zesilovač potlačení A3
Режекторный усилитель А3
Suppressing amplifier A3

Resistors:

1AF 019 70

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	240 Ω	5	0.25	TR 151 240/B
R2	Film	120 kΩ	5	0.25	TR 151 M12/B
R3	Trimmer	10 kΩ	—	0.3	TP 110 10k
R4	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R5	Film	200 Ω	5	0.5	TR 152 200/B
R6	Film	3.6 kΩ	5	0.5	TR 152 3k6/B

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R7	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 151 1k/B
R8	Film	6.8 kΩ	5	0.25	TR 151 6k8/B
R9	Film	2.74 kΩ	1	0.125	TR 161 2k74/F
R10	Film	150 Ω	5	0.25	TR 151 150/B
R11	Film	20 kΩ	5	0.25	TR 151 20k/B
R12	Film	3.92 kΩ	1	0.125	TR 161 3K92/F
R13	Film	7.15 kΩ	1	0.125	TR 161 7K15/F
R14	Film	2.74 kΩ	1	0.125	TR 161 2K74/F
R15	Film	15 MΩ	—	—	WK 650 05 15M
R16	Trimmer	4.7 kΩ	—	0.5	TP 011 4k7
R17	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R18	Film	7.5 kΩ	5	0.25	TR 151 7k5/B
R19	Film	100 Ω	5	0.25	TR 151 100/B
R20	Film	3.6 kΩ	5	0.25	TR 151 3k6/B
R21	Film	560 Ω	5	0.25	TR 151 560/B
R22	Film	300 Ω	5	0.25	TR 151 300/B
R23	Film	330 Ω	5	0.25	TR 151 330/B
R24	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R25	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R26	Film	47 Ω	5	0.25	TR 151 47/B
R27	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R28	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R29	Film	7.5 kΩ	5	0.25	TR 151 7k5/B
R31	Film	33 kΩ	5	0.25	TR 151 33k/B
R32	Film	13 kΩ	1	0.125	TR 161 13K/F
R33	Film	33 kΩ	5	0.25	TR 151 33k/B
R34	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R35	Film	47 Ω	5	0.25	TR 151 47/B
R36	Film	47 Ω	5	0.25	TR 151 47/B
R37	Film	47 kΩ	5	0.25	TR 151 47k/B
R38	Film	150 Ω	5	0.25	TR 151 150/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	100 μF	—	15	TE 984 G1 - PVC
C2	Electrolytic	200 μF	—	6	TE 981 G2 - PVC

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C3	Electrolytic	5 μF	—	35	TE 986 5M - PVC
C4	Mica	39 pF	5	300	WK 714 13 39p/J
C5	Mica	240 pF	5	300	WK 714 13 240p/J
C6	Electrolytic	5 μF	—	35	TE 986 5M - PVC
C7	Tubular	47 000 pF	—	160	TC 181 47k
C8	Electrolytic	100 μF	—	15	TE 984 G1 - PVC
C9	Electrolytic	500 μF	—	10	TE 982 G5 - PVC
C10	Mica	150 pF	5	300	WK 714 13 150p/J
C11	Mica	150 - 220 pF	5	300	WK 714 13 150- -220p/J
C12	Electrolytic	200 μF	—	15	TE 984 G2 - PVC
C13	Electrolytic	500 μF	—	35	TE 986 G5 - PVC
C14	Mica	56 pF	5	300	WK 714 13 56p/J
C15	Electrolytic	500 μF	—	15	TE 984 G5 - PVC
C16	Ceramic	5.6 pF	10	40	TK 754 5p6/K

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1, E2, E3, E6	NPC3904	1AN 145 52 1
Diode E4	KA207	—
Transistor E5	UC410 (2N 5268)	1AN 145 54
Transistor E7	2N 3906	1AN 145 50

Filtr A4
Фильтр А4
Filter A4

Capacitors:

1AF 019 71

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1, C2	Class Y	5 000 pF	—	250 V/50 Hz	TC 250 5K

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Coil	L1, L2	1AK 790 28	1—2	100	0.2

Regulační obvod A5
Схема регулировки А5
Control circuit A5

1AF 019 72

Resistors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 151 22k/B
R2	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R3	Film	27 kΩ	5	0.25	TR 151 27k/B
R4	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R5, R6	Film	12 kΩ	5	0.25	TR 151 12k/B
R7, R8	Film	100 Ω	5	0.25	TR 151 100/B
R9	Film	12 kΩ	5	0.25	TR 151 12k/B
R10, R11	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R12	Film	750 kΩ	5	0.25	TR 151 M75/B
R13	Film	5.1 Ω	5	0.25	TR 221 5j1/B
R14	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R15	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R16	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 151 22k/B
R17	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R18	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R19	Film	36 kΩ	5	0.25	TR 151 36k/B
R20	Film	160 Ω	5	0.25	TR 151 160/B
R21	Film	360 Ω	5	0.25	TR 151 360/B
R22	Film	4.7 kΩ	5	1	TR 153 4k7/B
R23	Film	100 kΩ	5	0.25	TR 151 M1/B
R24	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R25	Film	5.11 - 5.49 kΩ	1	0.125	TR 161 5K11-5K49/F
R26-R30	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R31	Film	180 kΩ	5	0.25	TR 151 M18/B
R32	Film	30 kΩ	5	0.25	TR 151 30k/B
R33	Film	68 kΩ	5	0.25	TR 151 68k/B
R34, R35	Film	10 Ω	5	0.25	TR 151 10/B

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard CSSR
R36, R37	Film	10 Ω	5	0.25	TR 151 10k/B
R38, R39	Film	100 Ω	5	0.25	TR 151 100/B
R40-R42	Film	12 kΩ	5	0.25	TR 151 12k/B
R43, R44	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R45	Film	750 kΩ	5	0.25	TR 151 M75/B
R46	Film	10 Ω	5	0.25	TR 151 10/B
R47	Film	200 Ω	5	0.25	TR 151 200/B
R48	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R49	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 151 22k/B
R50	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R51	Film	2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k/B
R52	Film	36 kΩ	5	0.25	TR 151 36k/B
R53	Film	160 Ω	5	0.25	TR 151 160/B
R54	Film	360 Ω	5	0.25	TR 151 360/B
R55	Film	6.98-7.50 kΩ	1	0.125	TR 161 6K98-7K50/F
R56	Film	15-16.2 kΩ	1	0.125	TR 161 15K0-16K2/F
R57	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 151 2k2/B
R58	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R59	Film	120 Ω	5	0.25	TR 151 120/B
R60	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R61-R64	Film	3.3 kΩ	5	0.25	TR 151 3k3/B
R65-R69	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10k/B
R70	Film	30 kΩ	5	0.25	TR 151 30k/B
R71	Film	68 kΩ	5	0.25	TR 151 68k/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard CSSR
C1	Electrolytic	50 μF	—	6	TE 981 50M - PVC
C2	Electrolytic	500 μF	—	3	TE 980 G5 - PVC
C3	Ceramic	10 000 pF	20	40	TK 724 10n/M
C4	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10M - PVC
C5, C6	Electrolytic	50 μF	—	35	TE 986 50M - PVC
C7	Ceramic	10 000 pF	20	40	TK 724 10n/M
C8	Electrolytic	2 000 μF	—	6	TE 981 2G - PVC
C9	Mica	150 pF	5	63	WK 714 11 150p/J
C10	Electrolytic	0.5 μF	—	70	TE 988 M5 - PVC

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard CSSR
C11	Ceramic	10 000 pF	20	40	TK 724 10n/M
C12, C13	Electrolytic	50 μF	—	15	TE 984 50M - PVC
C14	Mica	33 pF	5	63	WK 714 11 33p/J
C15	Electrolytic	5 μF	—	35	TE 986 5M - PVC
C16	Electrolytic	0.5 μF	—	70	TE 988 M5 - PVC
C17, C18	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10M - PVC
C19, C20	Electrolytic	50 μF	—	35	TE 986 50M - PVC
C21	Ceramic	10 000 pF	20	40	TK 724 10n/M
C22	Electrolytic	2 000 μF	—	6	TE 981 2G - PVC
C23	Electrolytic	2 μF	—	70	TE 988 2M - PVC
C24	Electrolytic	50 μF	—	15	TE 984 50M - PVC
C25	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10M - PVC
C26	Electrolytic	20 μF	—	35	TE 986 20M - PVC
C27	Polystyrene	4 700 pF	5	100	TC 281 4k7/B
C28	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10M - PVC
C29	Mica	33 pF	5	63	WK 714 11 33p/J
C30	Ceramic	10 000 pF	20	40	TK 724 10n/M
C31	Ceramic	10 000 pF	-20 +50	40	TK 744 10n/S
C32, C33	Electrolytic	2 000 μF	—	6	TE 981 2G - PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1, E2, E3, E6, E7, E10, E11, E14, E15, E16	KC508	1AN 145 79
Transistor E4, E12	2N 1304	
Transistor E5, E13	KC507	
Transistor E8, E9, E17, E18	KSY62A	
Diode E19, E22	GA203	
Diode E20, E21, E23, E24	KA207	

Vyvážení můstku A6
Балансировка мостика A6
Bridge balancing A6

Resistors: 1AF 019 73

No.	Type	Drawing No.	
R1, R2	Photo	RPY 64	1AK 653 06
R3, R4	Photo	RPY 61	1AK 653 07
R5	Photo	RPY 64	1AK 653 06

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Incandescent lamp Ž1, Ž2	12 V—15 V/20 mA	1AN 109 84

Filtr A7
Фильтр A7
Filter A7

Capacitors: 1AF 021 06

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Tubular	0.47 μF	10	100	TC 215 470n/K
C2	Tubular	1 μF	10	100	TC 215 1μ0/K
C3	Tubular	0.33 μF	10	100	TC 215 330n/K

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø In mm
Coil	L1	1AK 790 97	1—2	420	0.2

Dělič 10 dB
Делитель 10 дБ
Divider 10 dB

Resistors: 1AK 061 76

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	680 kΩ	5	0.5	TR 152 M68/B
R2	Film	360 kΩ	5	0.25	TR 151 M36/B
R3	Trimmer	150 kΩ	—	0.3	TP 012 M15

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Ceramic	18 pF	10	250	TK 755 18p/K
C2	Trimmer	10 - 40 pF	—	250	1AK 701 42

Součásti, které jsou označeny výkresovým číslem 1AN . . . jsou vybírány tak, aby odpovídaly speciálním předpisům.

Детали обозначенные 1AN . . . , выбираются согласно специальным предписаниям.

Components designated with drawing number 1AN . . . are selected according to special regulations.

SEZNAM PŘÍLOH**Desky s plošnými spoji**

BM 543/1	– 1AF 019 68	Zdroj A1
BM 543/2	– 1AF 019 69	Impedanční konvertor a detektor A2
BM 543/3	– 1AF 019 70	Zesilovač potlačení A3
BM 543/4	– 1AF 019 71	Filtr A4
	– 1AF 019 72	Regulační obvod A5
BM 543/5	– 1AF 019 73	Vyvážení můstku A6
	– 1AF 021 06	Filtr A7

Schémata zapojení

BM 543/6	– 1AF 019 68	Zdroj A1
BM 543/7	– 1AF 019 69	Impedanční konvertor a detektor A2
BM 543/8	– 1AF 019 70	Zesilovač potlačení A3
BM 543/9	– 1AF 019 72	Regulační obvod A5
BM 543/10	– 1AF 019 71	Filtr A4
	– 1AF 019 73	Vyvážení můstku A6
	– 1AF 021 06	Filtr A7
	– 1AK 061 76	Dělič 10 dB
BM 543/11	– 1X1 842 04	Zkresloměr – voltmetr BM 543

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ**Печатные платы**

BM 543/1	– 1AF 019 68	Источник A1
BM 543/2	– 1AF 019 69	Трансформатор сопротивлений и детектор A2
BM 543/3	– 1AF 019 70	Режеторный усилитель A3
BM 543/4	– 1AF 019 71	Фильтр A4
	– 1AF 019 72	Схема регулировки A5
BM 543/5	– 1AF 019 73	Балансировка мостика A6
	– 1AF 021 06	Фильтр A7

Электрические схемы

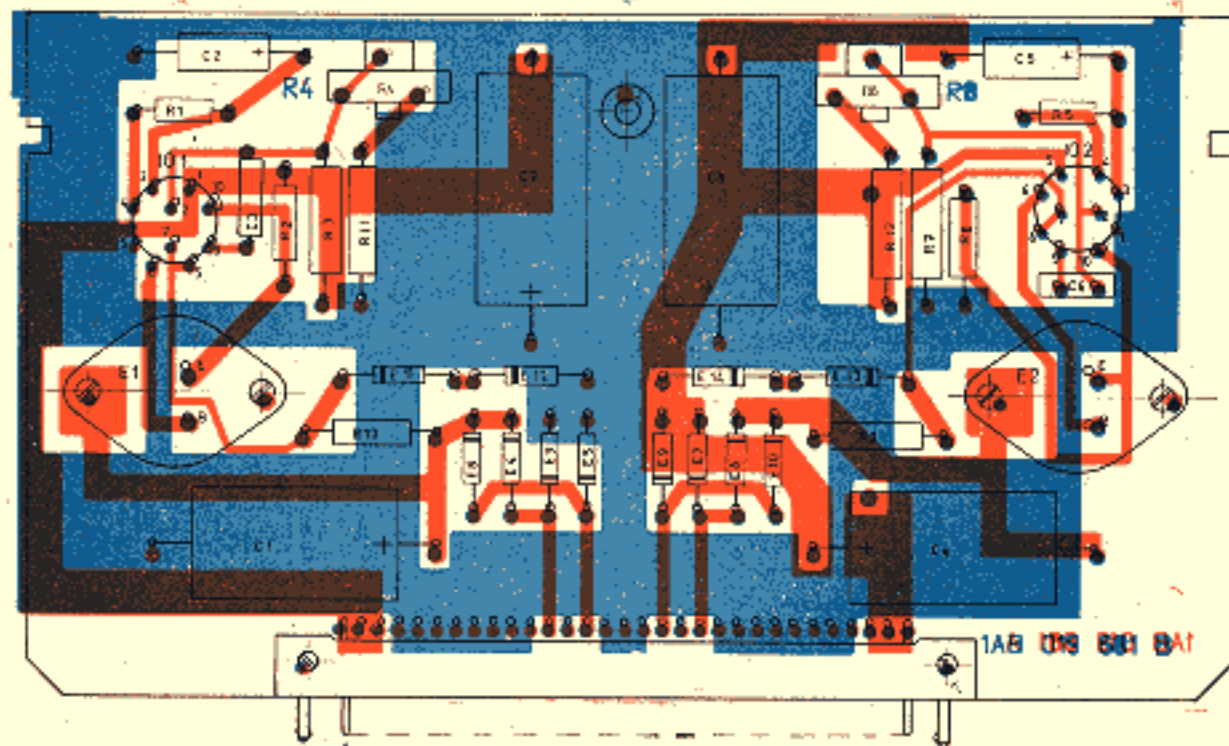
BM 543/6	– 1AF 019 68	Источник A1
BM 543/7	– 1AF 019 69	Трансформатор сопротивлений и детектор A2
BM 543/8	– 1AF 019 70	Режеторный усилитель A3
BM 543/9	– 1AF 019 72	Схема регулировки A5
BM 543/10	– 1AF 019 71	Фильтр A4
	– 1AF 019 73	Балансировка мостика A6
	– 1AF 021 06	Фильтр A7
	– 1AK 061 76	Делитель 10 дБ
BM 543/11	– 1X1 842 04	Измеритель искажений – вольтметр BM 543

LIST OF ENCLOSURES**Printed circuit boards**

BM 543/1	– 1AF 019 68	Supply A1
BM 543/2	– 1AF 019 69	Impedance converter and detector A2
BM 543/3	– 1AF 019 70	Suppressing amplifier A3
BM 543/4	– 1AF 019 71	Filter A4
	– 1AF 019 72	Control circuit A5
BM 543/5	– 1AF 019 73	Bridge balancing A6
	– 1AF 021 06	Filter A7

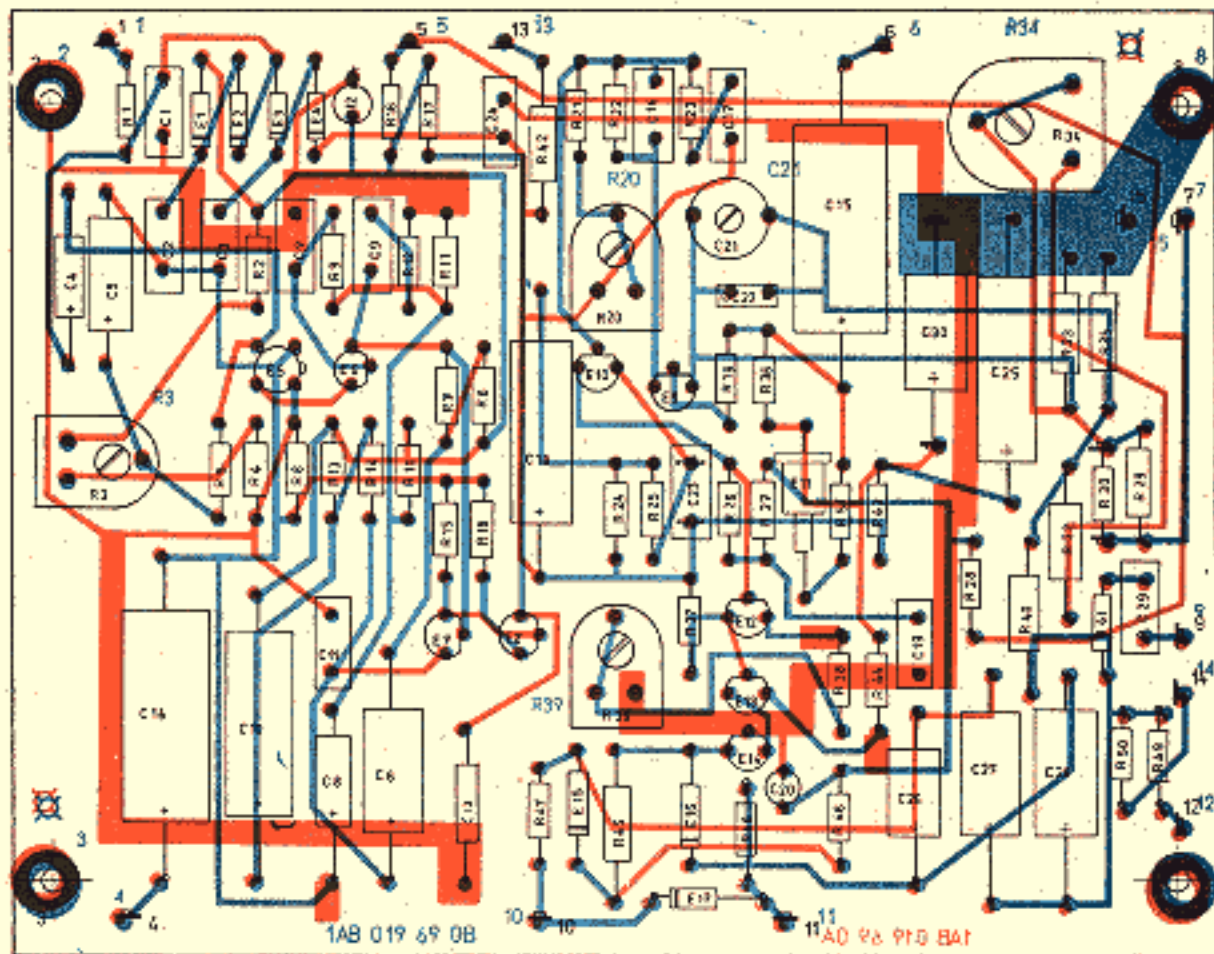
Diagrams

BM 543/6	– 1AF 019 68	Supply A1
BM 543/7	– 1AF 019 69	Impedance converter and detector A2
BM 543/8	– 1AF 019 70	Suppressing amplifier A3
BM 543/9	– 1AF 019 72	Control circuit A5
BM 543/10	– 1AF 019 71	Filter A4
	– 1AF 019 73	Bridge balancing A6
	– 1AF 021 06	Filter A7
	– 1AK 061 76	Divider 10 dB
BM 543/11	– 1X1 842 04	Distortion meter – voltmeter BM 543



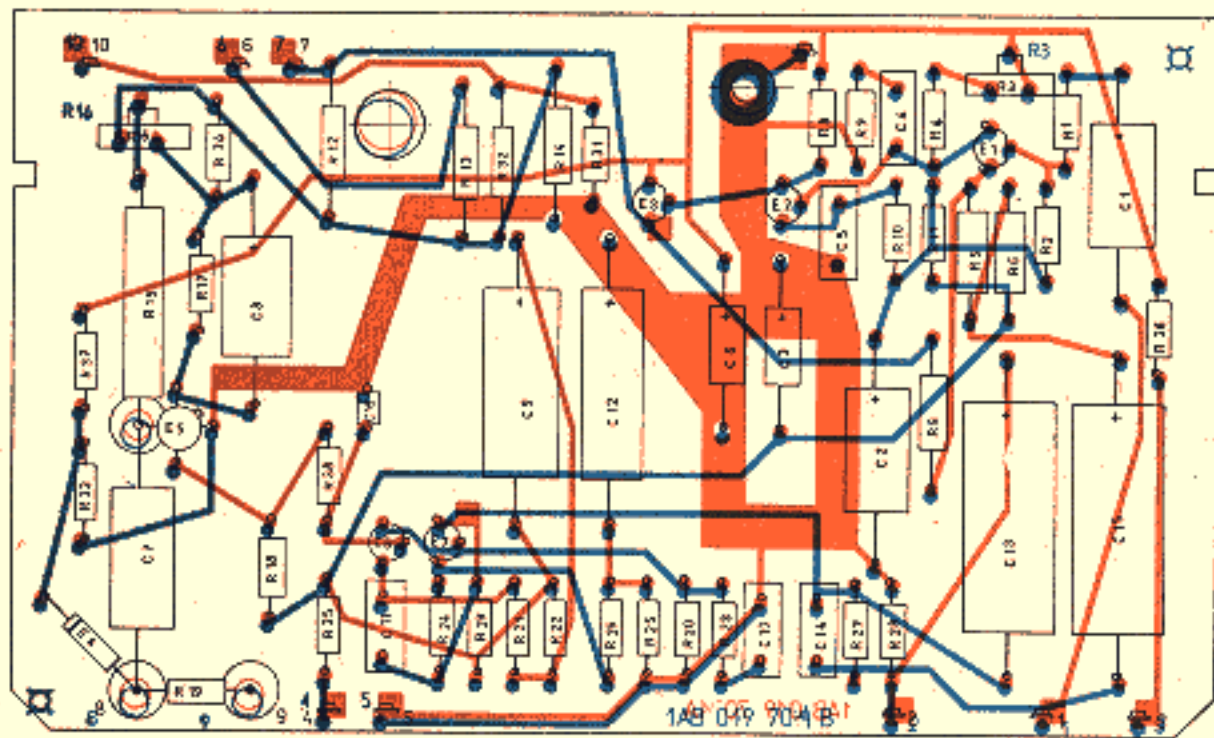
Zdroj A1
Источник А1
Supply A1

1AF 019 68



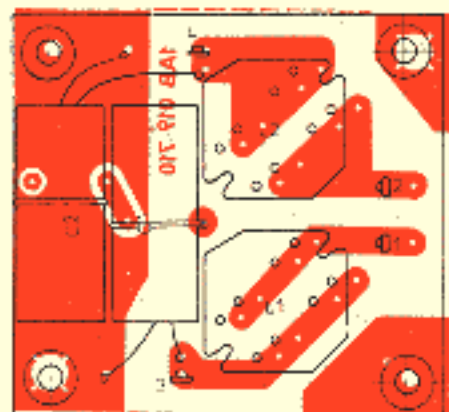
Impedanční konvertor a detektor A2
 Трансформатор сопротивлений и детектор A2
 Impedance converter and detector A2

1AF 019 69



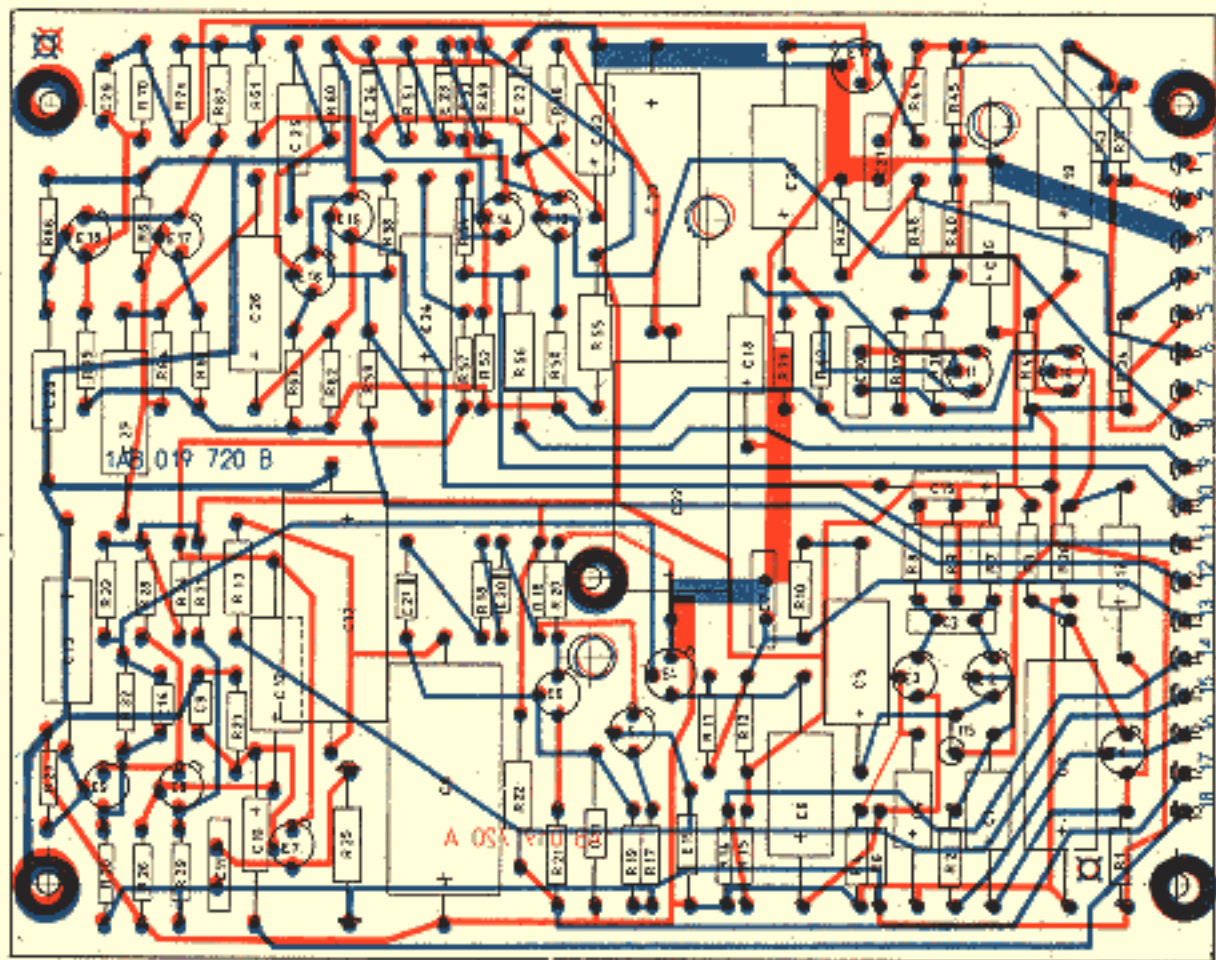
Zesilovač potlačení A3
 Режекторный усилитель А3
 Suppressing amplifier A3

1AF 019 70



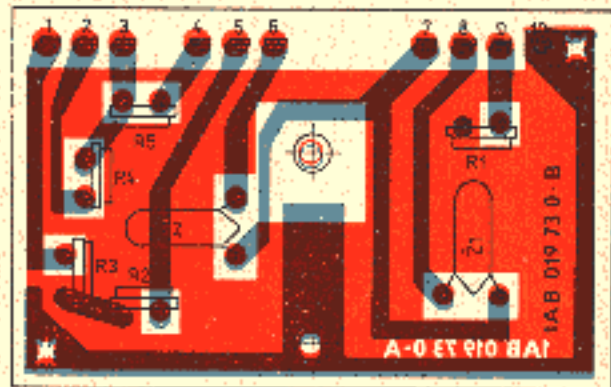
Filtr A4
 Фильтр А4
 Filter A4

1AF 019 71



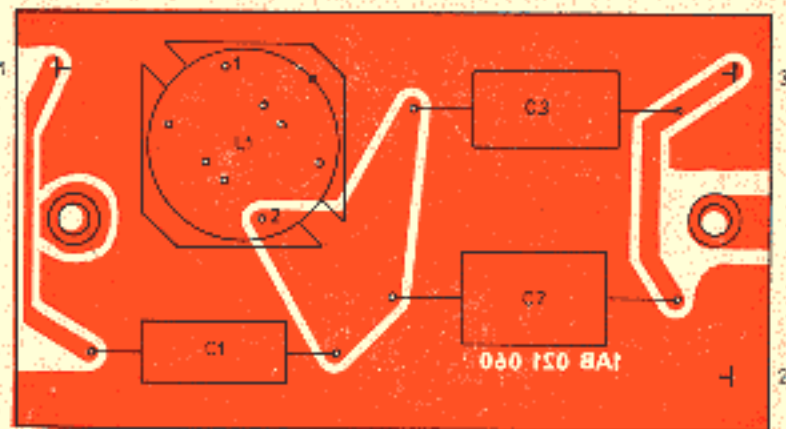
Regulační obvod A5
 Схема регулировки А5
 Control circuit A5

1AF 019 72



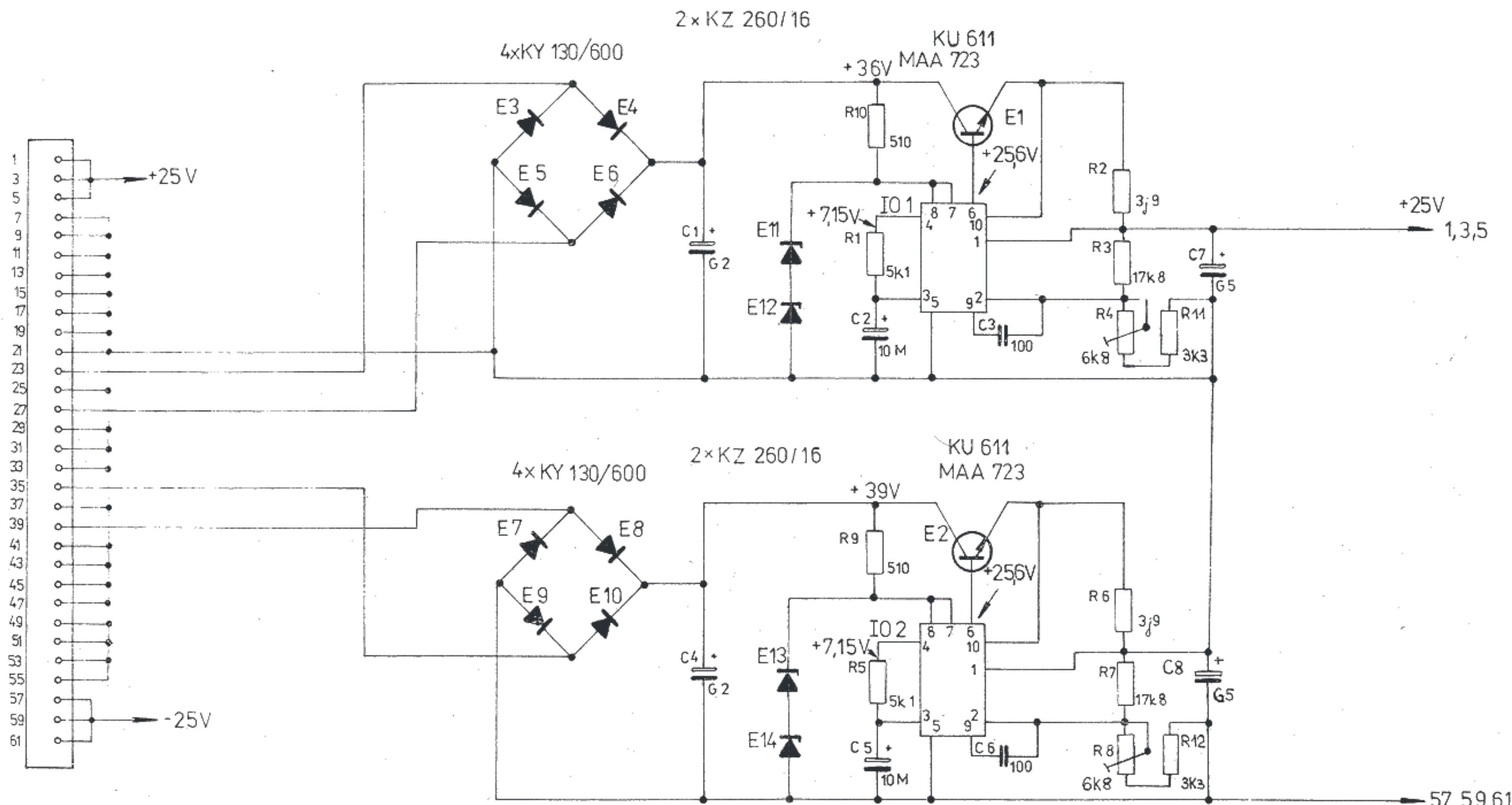
Vyvážení můstku A6
 Балансировка мостика А6
 Bridge balancing A6

1AF 019 73



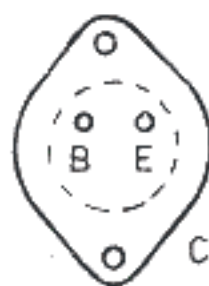
Filtr A7
 Фильтр А7
 Filter A7

1AF 021 06

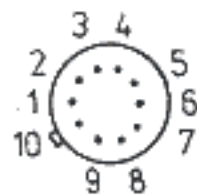


Zdroj A1
Источник питания A1
Supply A1

KU 611



MAA 723



KY 130/600



KZ 260/16



57, 59, 61
-25V

1AF 019 68

4xKA 136

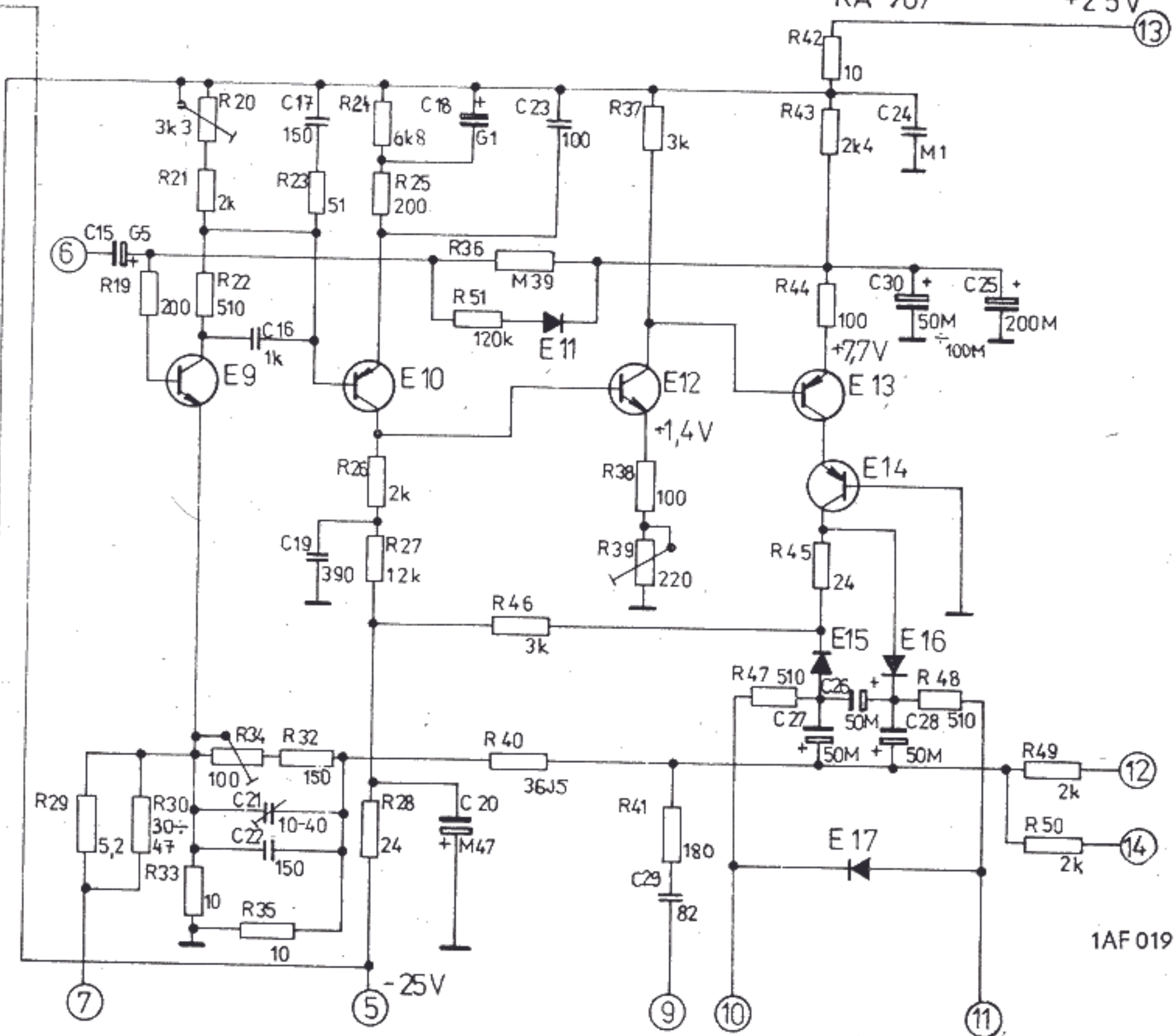
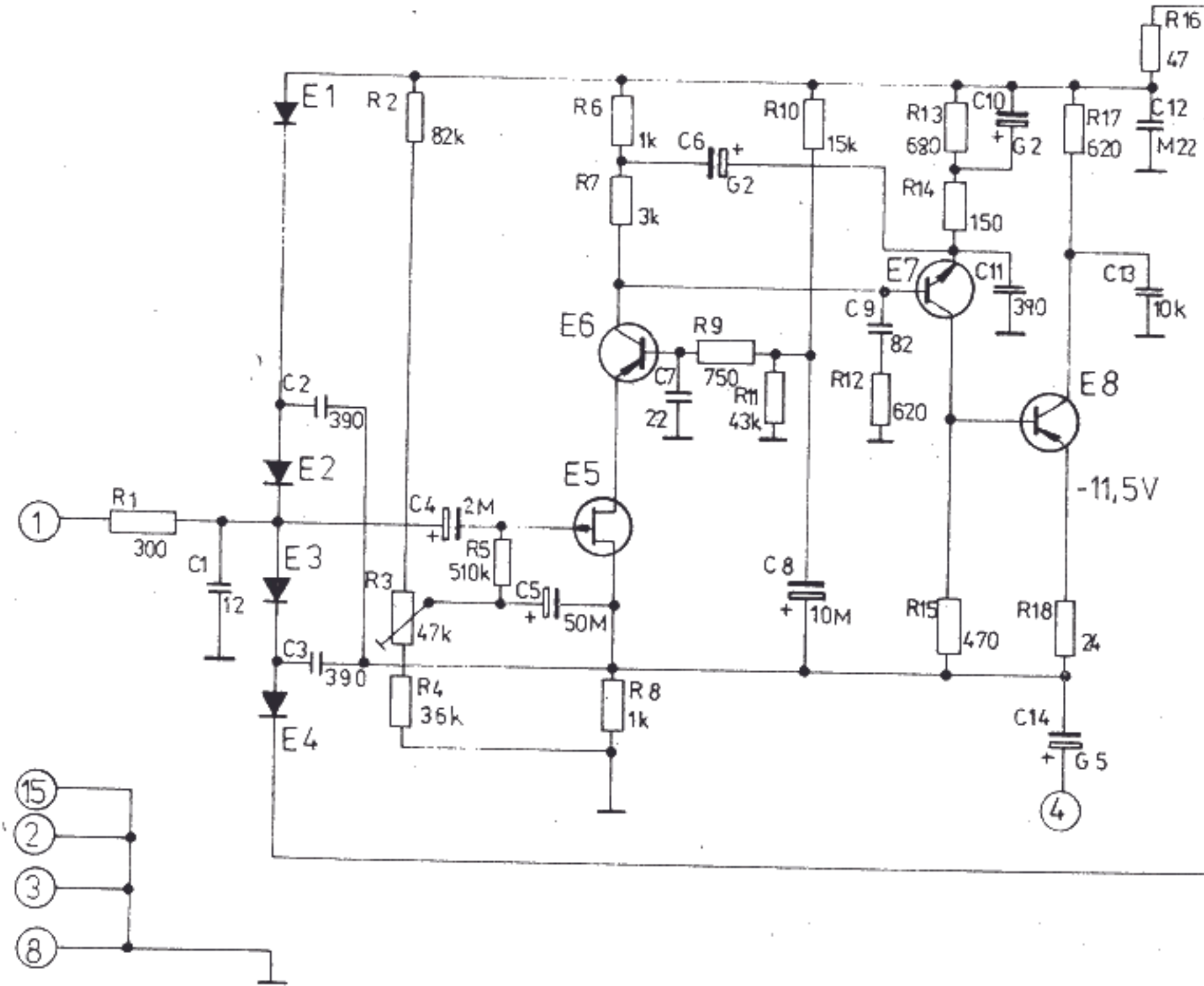
1AN 145 50
1AN 145 54

1AN 145 52 1AN 145 50

1AN 145 52 1AN 145 50 KZ 260/15 1AN 145 52

2x1AN 145 50
2x 1AN 113 94
KA 207

+25V 13



1AF 019 69

KA 136 1AN 145 50
1AN 145 52

1AN 145 54

KA 207

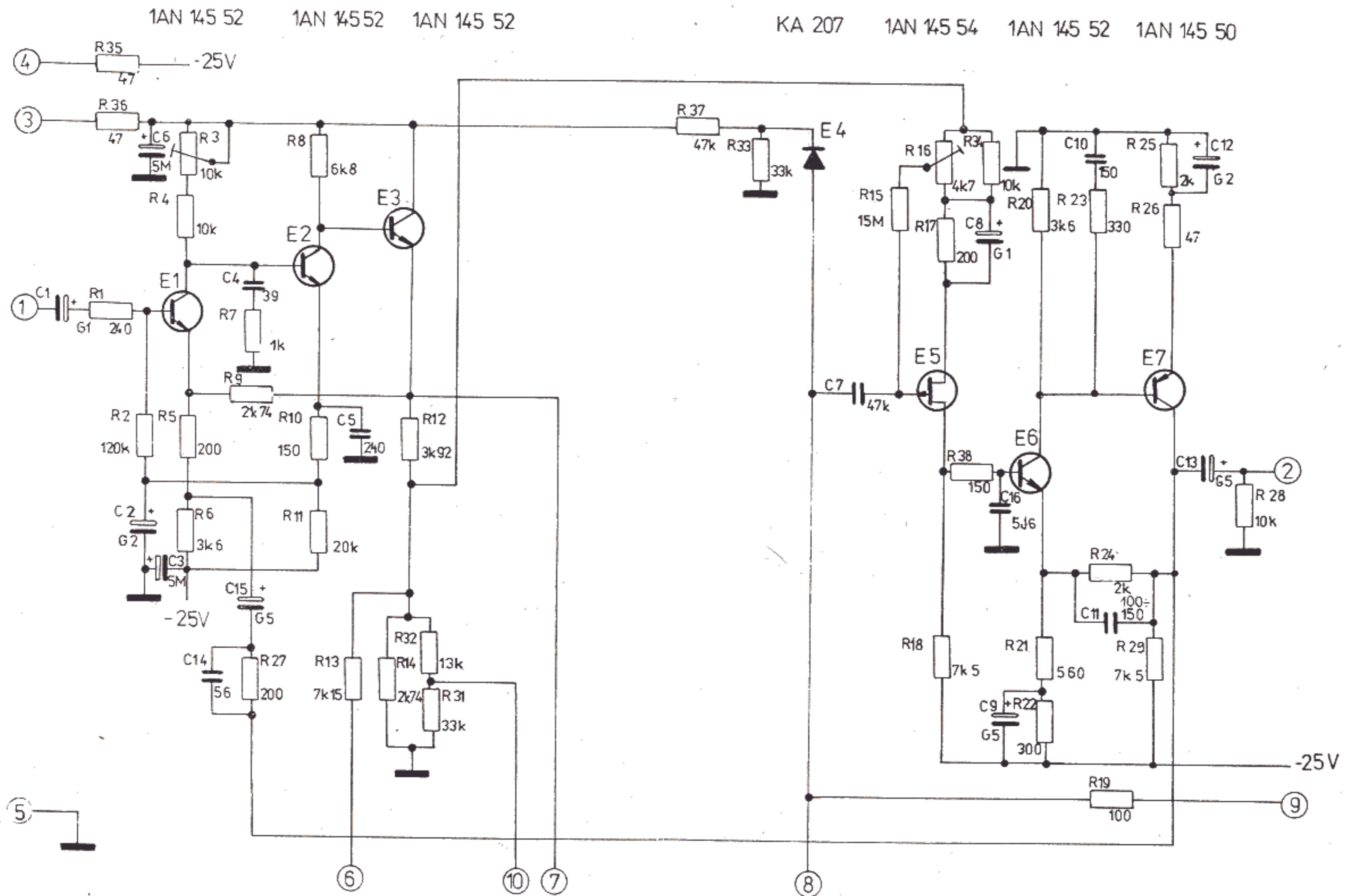
1AN 11394.1



KZ 260/15



Impedanční konvertor a detektor A2
Трансформатор сопротивлений и детектор A2
Impedance converter and detector A2



1AN 145 50
1AN 145 52

1AN 145 54

KA 207

Zesilovač potlačení A3
Режекторный усилитель А3
Suppressing amplifier A3

1AF 019 70

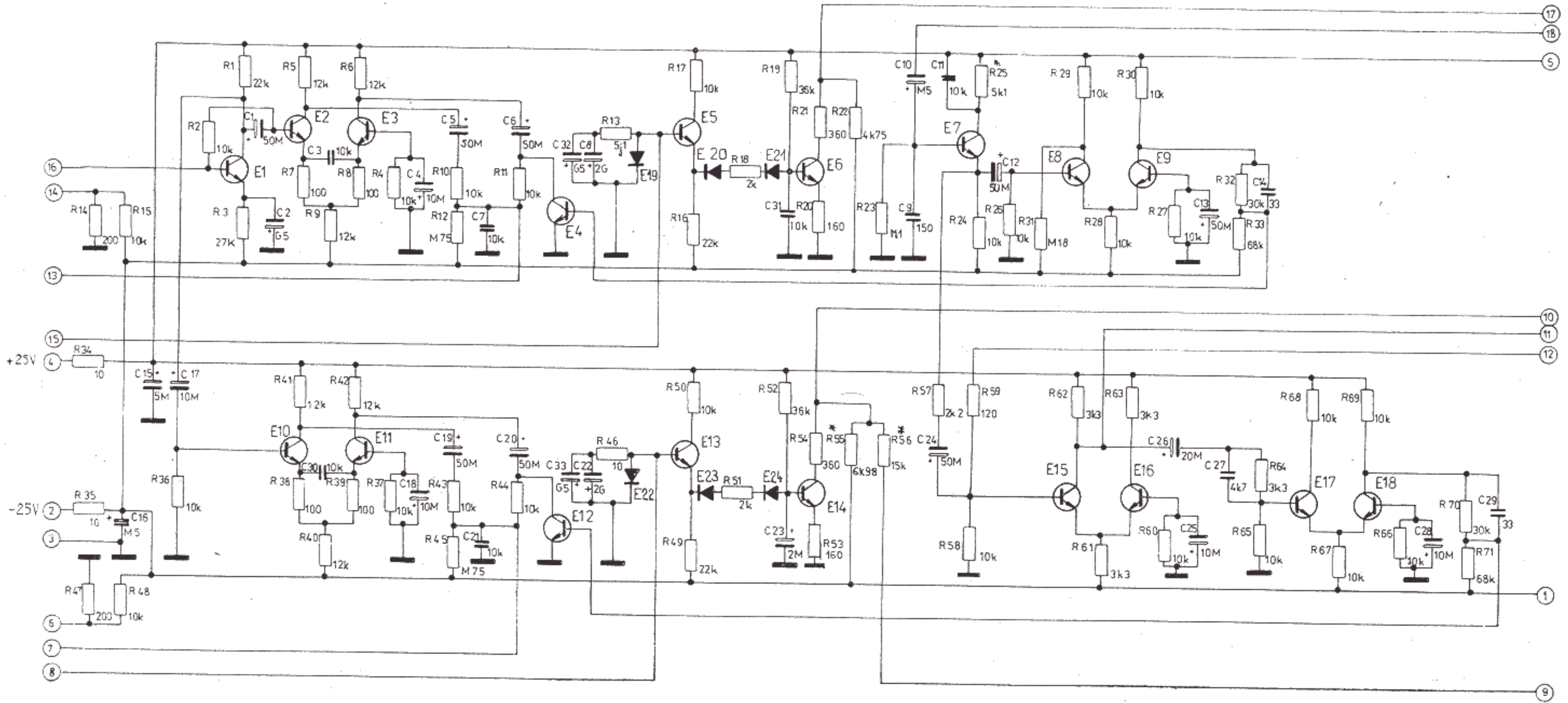


KC 508 KC 508 KC 508
KC 508 KC 508

1AN 145 79 GA 203 KC 508 KA 207 KA 207 KC 508
1AN 145 79 GA 203 KC 508 KA 207 KA 207 KC 508

KC 508 KSY 62A KSY 62A
KC 508 KC 508

KSY 62A KSY 62A



Regulační obvod A5
Схема регулировки A5
Control circuit A5

1AF 019 72

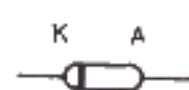
1AN 145 79
KSY 62A
KC 508

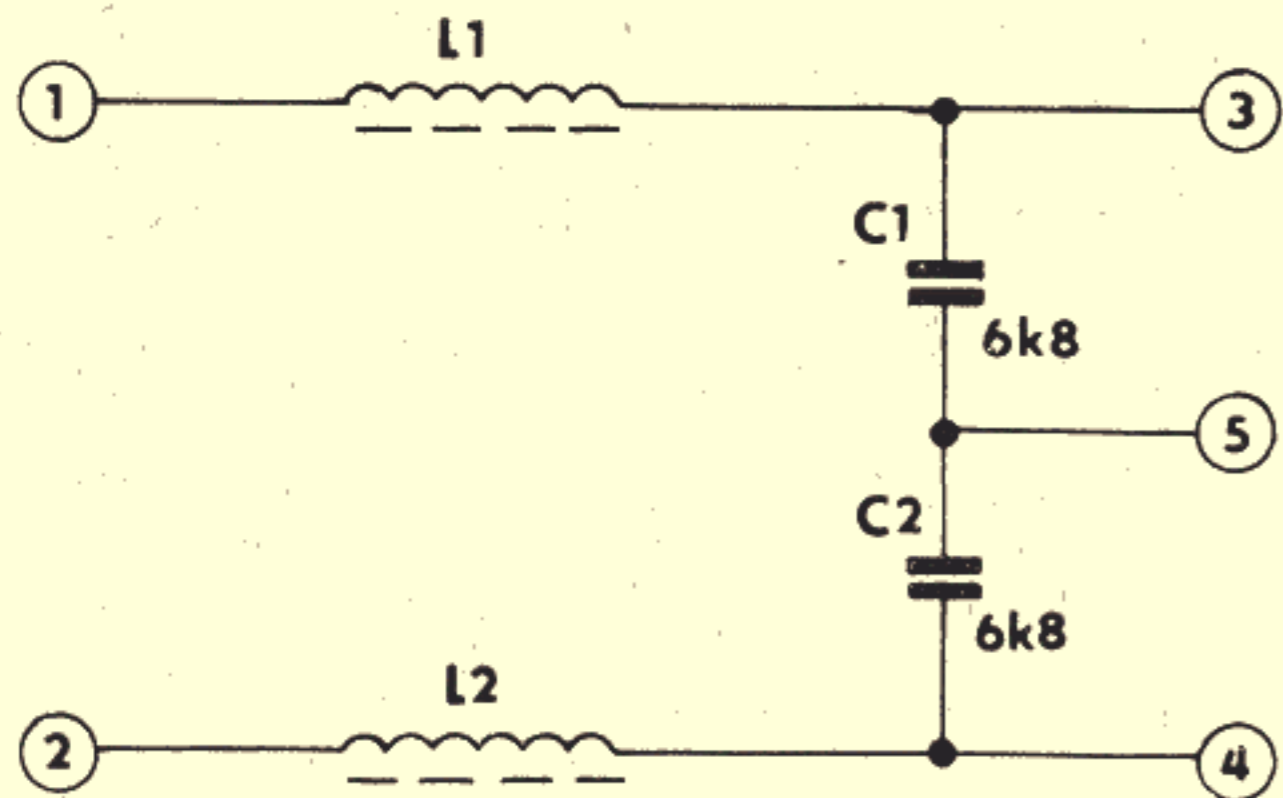


KA 207



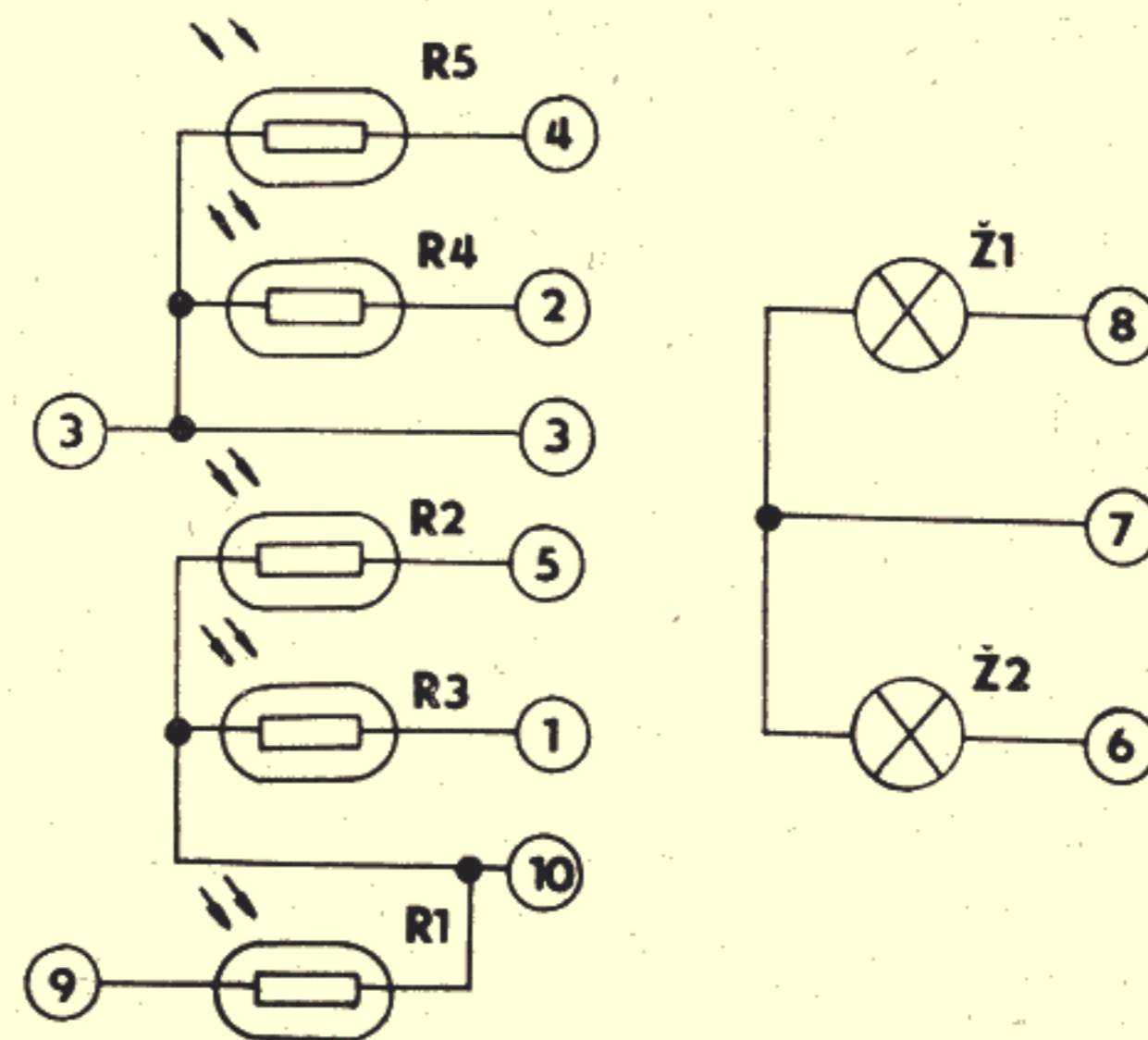
GA 203





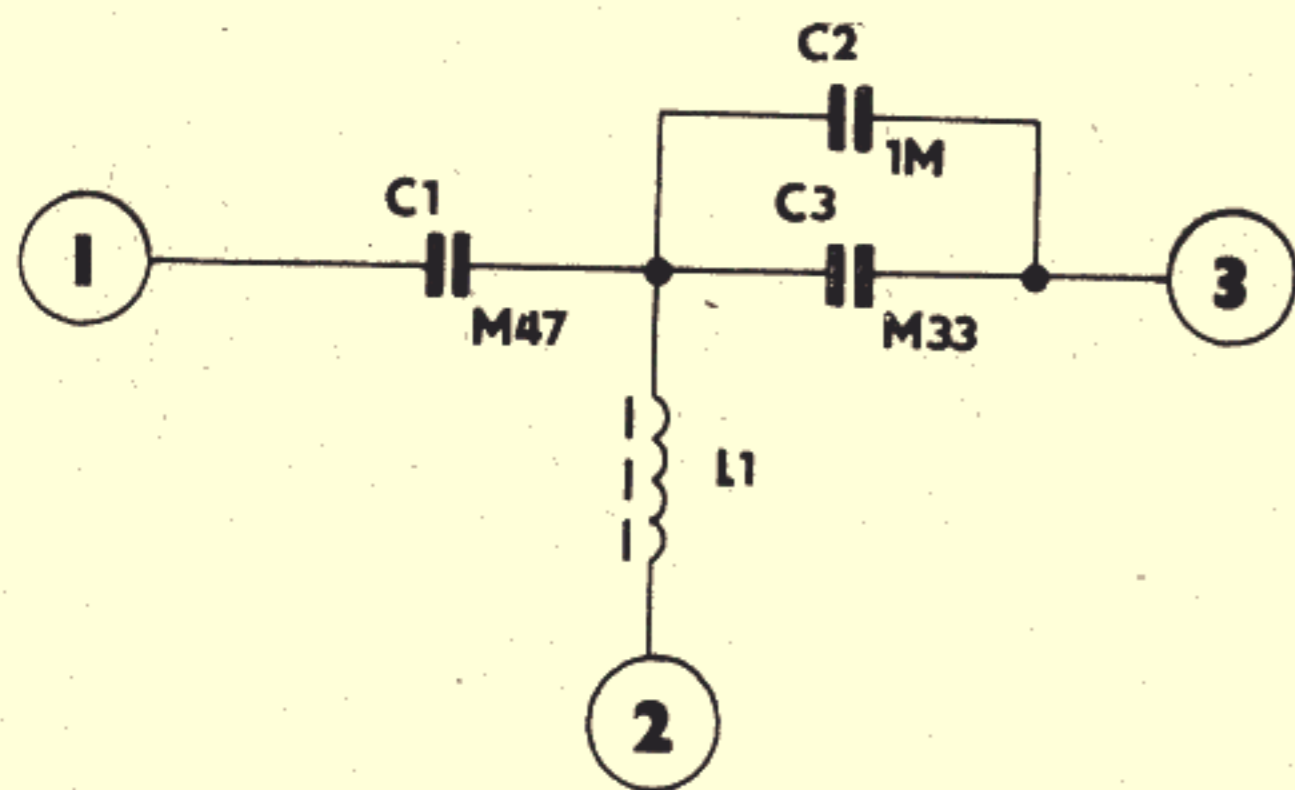
Filtr A4
Фильтр A4
Filter A4

1AF 019 71



Vyvážení můstku A6
Балансировка мостика A6
Bridge balancing A6

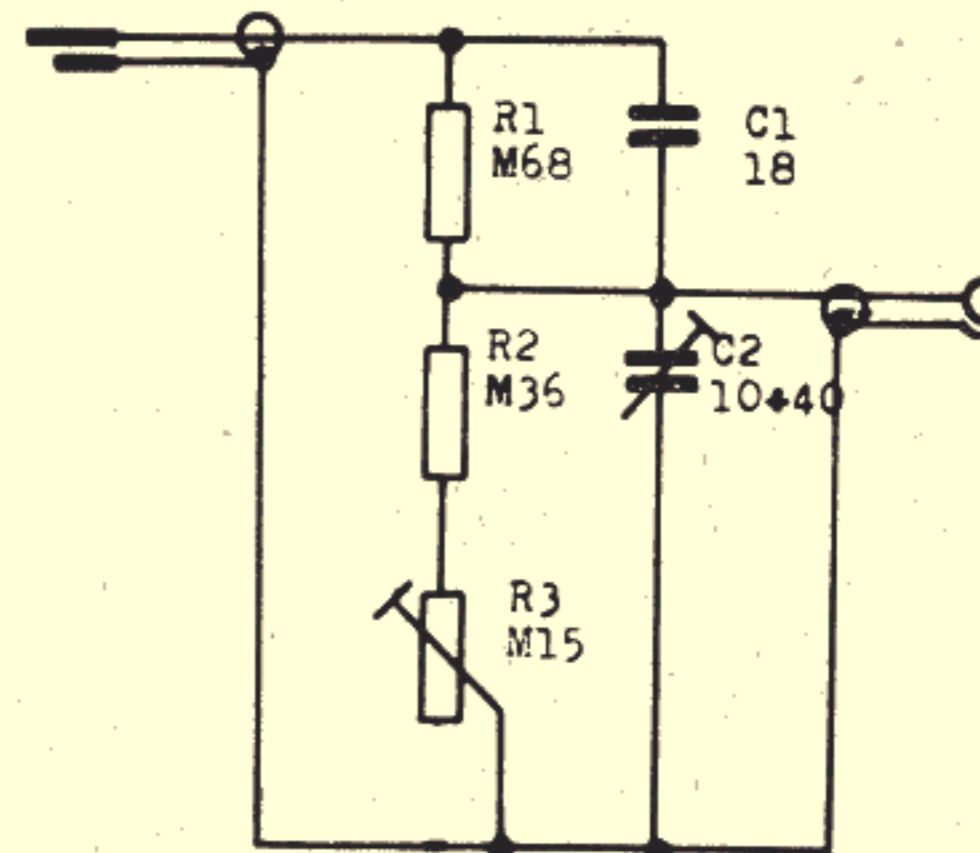
1AF 019 73



Filtr A7
Фильтр A7
Filter A7

1AF 021 06

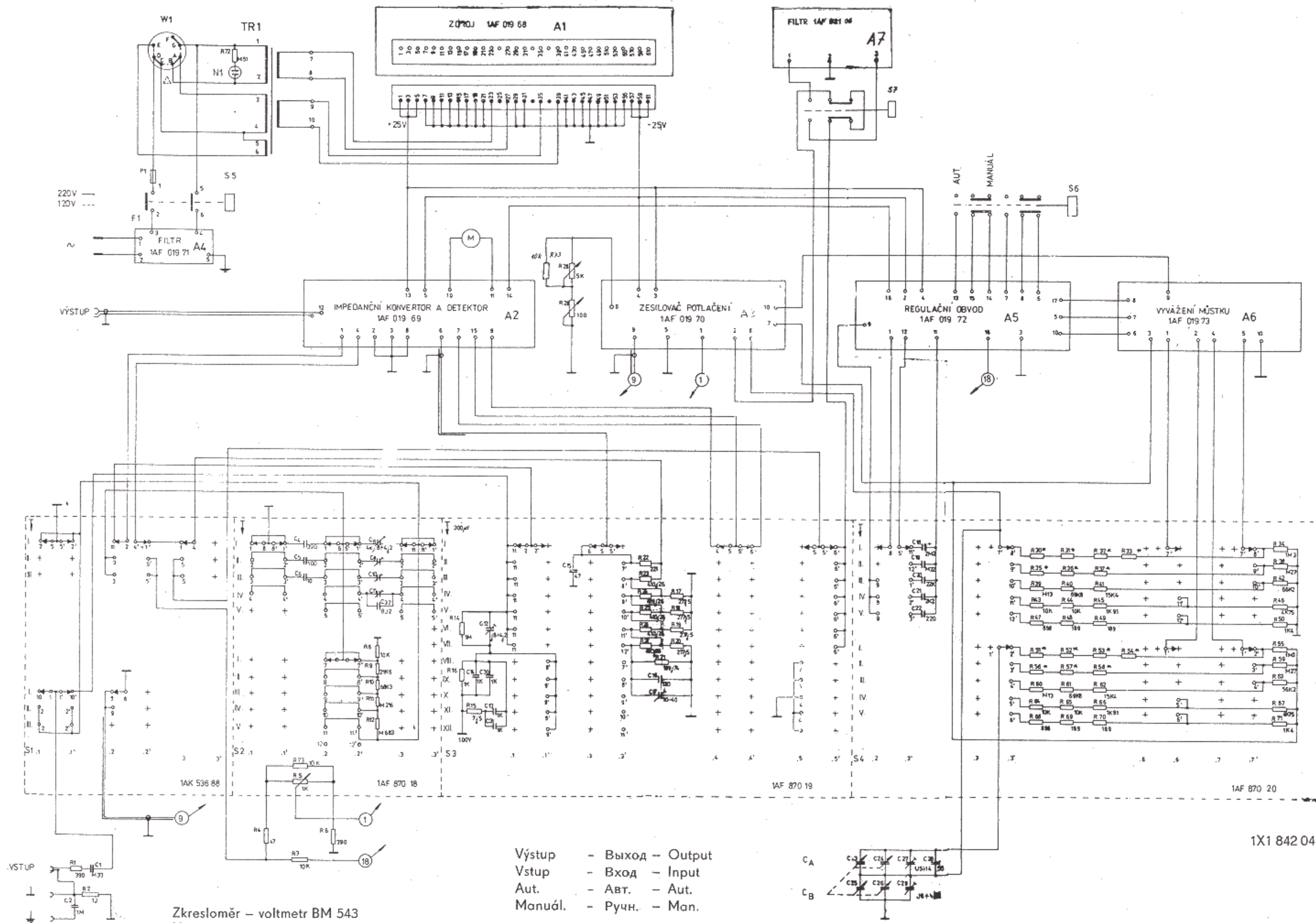
Vstup
Вход
Input
100 ÷ 300 V



Dělič 10 dB
Делитель 10 дБ
Divider 10 dB

1AK 061 76

Výstup
Выход
Output
0 ÷ 100 mV



Zkresloměr – voltmetr BM 543
 Измеритель искажений – вольтметр BM 543
 Distortion meter – voltmeter BM 543

Výstup - Выход - Output
 Vstup - Вход - Input
 Aut. - Авт. - Aut.
 Manuál. - Ручн. - Man.

1X1 842 04