

INSTRUKČNÍ KNIŽKA

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

INSTRUCTION MANUAL



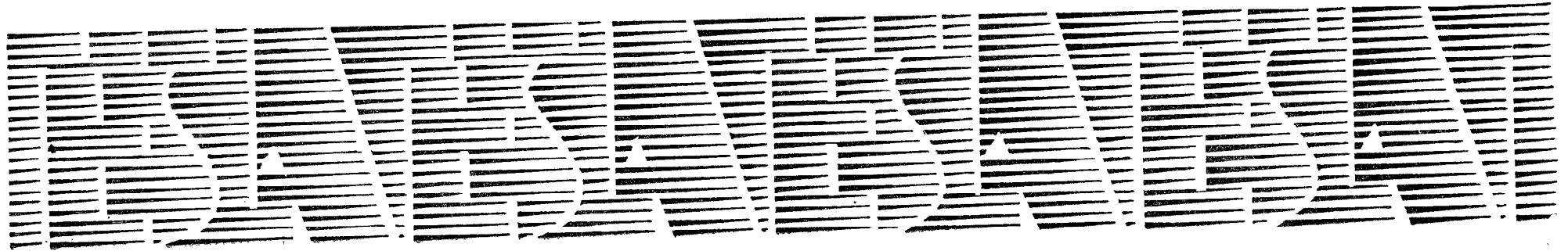
TESLA

AUTOMATICKÝ MĚŘIČ RLCG

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ
RLCG

AUTOMATIC RLCG METER

BM 591



K. p. TESLA Brno vyrábí elektronické měřicí přístroje určené pro laboratorní, dílenské a servisní účely.

- měřiče napětí a proudů
- měřiče hodnot elektrických obvodů
- měřiče času a kmitočtu a čítače
- generátory
- osciloskopy
- měřiče parametrů polovodičů
- normály a kalibrační zařízení
- jiné elektronické měřicí přístroje
- spektrometry NMR
- elektronové mikroskopy

К. п. ТЕСЛА выпускает электронные измерительные приборы в исполнении для лабораторий, производственных цехов и участков технического обслуживания.

- электронные измерители напряжения и тока
- электронные измерители параметров электрических цепей
- электронные измерители времени, частоты и счетчики
- генераторы
- осциллоскопы
- электронные измерители параметров полупроводников
- стандарты и устройства для калибровки
- остальные электронные измерительные приборы
- спектрометры ЯМР
- электронные микроскопы

TESLA Brno, Conc. Corp. produces electronic measuring instruments designed for laboratory, workshop and service purposes.

- Voltage and current meters
- Electronic meters of circuits and components
- Electronic time and frequency meters and counters
- Generators
- Oscilloscopes
- Parameter and semiconductor meters
- Standards and calibrating devices
- Sundry electronic instruments
- NMR Spectrometers
- Electron microscopes

BM 591

Výrobní číslo:

Заводской номер:

Production No.:

AUTOMATICKÝ MĚŘIČ RLCG

Automatický měřič pro rychlé měření obvodových prvků RLCG. Číslkové vyhodnocení na 3 1/2 místném displeji, široký měřicí rozsah, automatická volba rozsahu, měřicí kmitočet 1000 Hz a 100 Hz a nízká úroveň měřeného signálu.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ RLCG

Автоматический быстродействующий измеритель параметров элементов электрических цепей R, L, C, G. Цифровая индикация с помощью 3 1/2 разрядного дисплея, широкие диапазоны измерения, автоматический выбор поддиапазонов, частота переменного тока 1000 Гц и 100 Гц, низкий уровень измеряемого сигнала.

AUTOMATIC RLCG METER

Automatic meter for the fast measurement of circuit elements RLCG. Numerical evaluation on a 3 1/2 digit display, wide measuring range, automatic range selection, measuring frequencies 1000 Hz and 100 Hz, low-level measuring signal.

Výrobce:

Завод-изготовитель:

Manufacturer:

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	11
5. Pokyny pro vybalení a přípravu přístroje k provozu	13
6. Návod k obsluze a používání	14
7. Mechanická konstrukce přístroje	31
8. Podrobný popis zapojení	33
9. Pokyny pro údržbu	47
10. Pokyny pro opravu	48
11. Doprava a skladování	73
12. Údaje o záruce	73
Rozpis elektrických součástí	
Přílohy	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Комплектность поставки	3
3. Технические данные	4
4. Принцип действия	11
5. Указания по распаковке и подготовка прибора к эксплуатации	13
6. Инструкция по эксплуатации и применению	14
7. Механическая конструкция прибора	31
8. Подробное описание схемы	33
9. Указания по уходу	47
10. Указания по ремонту	48
11. Указания по поверке	73
12. Транспортировка и хранение	73
13. Условия о гарантии	74
Спецификация электрических деталей	
Приложения	

CONTENTS

1. Scope of application	3
2. Contents of a complete consignment	3
3. Technical data	4
4. Principle of operation	11
5. Instructions for unpacking the instrument and its preparation for use	13
6. Instructions for attendance and use	14
7. Mechanical design of the instrument	31
8. Detailed description of the circuitry	33
9. Instructions for maintenance	47
10. Instructions for repair	48
11. Transport and storage	73
12. Guarantee	73
List of electrical components	
Enclosures	

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přístupují 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 удастся 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

BM 591 je automatický přístroj pro rychlé měření obvodových parametrů R, L, C, G. Je opatřen automatickou volbou rozsahu, má možnost měření sníženým měřicím napětím a volitelný kmitočet 1000 Hz nebo 100 Hz. Neznámý objekt se připojuje čtyřsvorkově, čímž je vyloučen vliv měřicích přívodů.

Hodnota základní měřené veličiny je indikována po připojení neznámého objektu na 3 1/2 místném displeji. Ztrátovou složku je možno odečíst stisknutím tlačítka.

Svou koncepcí je přístroj vhodný pro použití v servisu, výrobě i laboratořích.

2. SESTAVA ÚPLNĚ DODÁVKY

1 pár stíněných měřicích kabelů	1AK 647 92
1 pár krátkých nestíněných přívodů	1AK 647 91
1 zemnicí kablík	1AF 872 18
1 kabel pro připojení polarizačního napětí	1AF 872 17
1 sada náhradních pojistek	T 0,16 A F 1,6 A
1 vidlice (část výstupního konektoru)	1AF 896 77

1. НАЗНАЧЕНИЕ

BM 591 – это автоматический прибор, предназначенный для быстрого измерения параметров элементов электрических цепей R, L, C, G. Он оснащен системой автоматического выбора поддиапазона измерений и дает возможность измерения при пониженном измерительном напряжении. Рабочая частота 1000 Гц или 100 Гц. Измеряемый объект подключается по четырехэлектродной схеме, в результате чего исключено влияние измерительных выводов на результат измерения.

Значение основной измеряемой величины изображается после отключения измеряемого объекта на 3 1/2 – разрядном дисплее. Составляющую потерь можно отсчитать после нажатия на кнопку. Благодаря своей конструкции и техническим характеристикам прибор является удобным для использования в области технического обслуживания, на производстве и в научных лабораториях.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

1 пара	экранированные измерительные кабели	1AK 647 92
1 пара	короткие неэкранированные выводы	1AK 647 91
1 шт.	заземляющий кабель	1AF 872 18
1 шт.	кабель для подключения напряжения поляризации	1AF 872 17
1 комплект	запасные предохранители	T 0,16 A F 1,6 A
1 шт.	вилка (часть выходного разъема)	1AF 896 77

1. SCOPE OF APPLICATION

The BM 591 instrument is an automatic meter for the fast measurement of R, L, C, G circuit parameters. It is provided with automatic range selection, can measure with reduced measuring voltage and uses selectable measuring frequency of 1000 Hz or 100 Hz. The unknown object is connected by the 4-terminal method, consequently the influence of the measuring leads is eliminated.

The value of the measured basic variable is indicated, after the unknown object has been connected, on a 3 1/2 digit display. The loss component can be read after depressing a push-button.

Due to its design, the instrument is suitable for use in servicing, production as well as in laboratories.

2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

1 pair	Screened connection (measuring) cables	1AK 647 92
1 pair	Short unshielded cables	1AK 647 91
1 pc.	Earthing cable	1AF 872 18
1 pc.	Cable for connecting the polarizing voltage	1AF 872 17
1 set	Spare fuses	T 0.16 A F 1.6 A
1 pc.	Plug (part of the output connector)	1AF 896 77

1 kryt (část výstupního konektoru)	1AF 251 11	1 шт.	крыт (часть выходного разъема)	1AF 251 11	1 pc.	Cover (part of the output connector)	1AF 251 11
2 přechody	1AK 459 22	2 шт.	перехода	1AK 459 22	2 pcs.	Transfer	1AK 459 22
5 pásků	1AA 811 19	5 шт.	полос	1AA 811 19	5 pcs.	Tape	1AA 811 19
1 obal	1AV 800 30	1 шт.	тара (упаковка)	1AV 800 30	1 pc.	Cover	1AV 800 30
1 síťová šňůra		1 шт.	сетевой шнур		1 pc.	Mains cord	
1 instrukční knížka		1 шт.	инструкция по эксплуатации		1 pc.	Instruction Manual	
1 záruční list		1 шт.	гарантийное свидетельство		1 pc.	Guarantee Certificate	
1 balicí list		1 шт.	упаковочный лист		1 pc.	Packing Note	

3. TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1. Všeobecná specifikace

Měřené parametry:

R, L, C, G, D

Měřené náhradní zapojení:

paralelní nebo sériové

Displej:

3 1/2 digit

max. údaj 1999

Připojení měřeného objektu:

čtyřsvorkové + zemnicí svorka

Měřicí kmitočty:

1000 Hz nebo 100 Hz

Měřicí napětí:

1 V nebo 50 mV

Volba rozsahu:

automatická nebo pevný rozsah

Polarizace měřeného objektu:

vnější napětí do 30 V, při měření C

3.2. Celkový rozsah měřených hodnot

R	1 mΩ	–	20 MΩ
L	0,1 μH	–	2000 H
C	0,1 pF	–	20 mF
G	1 nS	–	20 S
D	0,001	–	2

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Общие данные

Измеряемые параметры:

R, L, C, G, D

Эквивалентная схема измерения:

параллельная или последовательная

Дисплей:

3 1/2 разряда, макс. данные 1999

Подключение измеряемого объекта:

по четырехпроводной схеме +

+ заземляющий зажим

Рабочая частота:

1000 Гц или 100 Гц

Напряжение измерения:

1 В или 50 мВ

Выбор поддиапазона измерений:

автоматический или фиксированный

поддиапазон

Поляризация измеряемого объекта:

внешнее напряжение до 30 В при

измерении C

3.2. Общий диапазон измерений

R	1 МОм	–	20 МОм
L	0,1 мкГн	–	2000 Гн
C	0,1 пФ	–	20 мФ
G	1 нС	–	20 С
D	0,001	–	2

3. TECHNICAL DATA

3.1. Specification

Measured parameters:

R, L, C, G, D

Measured equivalent circuit:

Parallel or series

Display:

3 1/2 digits

Maximum reading 1999

Connection of the measured object:

4-terminal system + earth terminal

Measuring frequency:

1000 Hz or 100 Hz

Measuring voltage:

1 V or 50 mV

Range selection:

Automatic or fixed range

Measured object polarization:

External voltage 30 V in C measurements

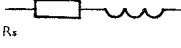
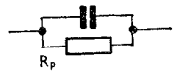
3.2. Overall ranges of the measured values

R	1 mΩ	to	20 MΩ
L	0.1 μH	to	2000 H
C	0.1 pF	to	20 mF
G	1 ns	to	20 S
D	0.001	to	2

3.3. Dovolená chyba a měřicí rozsahy

3.3. Допустимые погрешности и поддиапазоны измерения

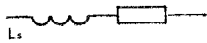
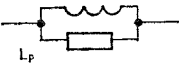
3.3. Permissible errors and measuring ranges:

R		Rozsah [Ω] Пределы [Ом] Range [Ω]							
Kmitočet 100 Hz 1 kHz	100 Hz 1 kHz	1	10	100	1 k	10 k	100 k	1 M	10 M
Частота 100 Гц 1 кГц	100 Гц 1 кГц	1	10	100	1 к	10 к	100 к	1 М	10 М
Frequency 100 Hz 1 kHz	100 Hz 1 kHz	1	10	100	1 k	10 k	100 k	1 M	10 M
Zapojení Эквивалентная схема Circuit									
Dovolená chyba R Предел допускаемого значения основной погрешности R Permissible error R	0,25% + 2dig 0,25 % + 2 един. 0.25 % + 2 dig.	0,3% + 2dig 0,3 % + 2 един. 0.3 % + 2 dig.		0,5% + 3dig** 0,5 % + 3 един.** 0.5 % + 3 dig.**		nespecifikováno při 50 mV не указывается при 50 мВ Unspecified at 50 mV			
Dovolená chyba D* Предел допускаемого значения основной погрешности D* Permissible error D*	$0,5\% + (5 + \frac{500}{N_R}) \text{ dig}$ $0,5\% + (5 + \frac{500}{N_R}) \text{ един.}$ $0.5\% + (5 + \frac{500}{N_R}) \text{ dig.}$	nespecifikováno не указывается Unspecified							

**) на 100 Hz pro R < 2 MΩ

**) на частоте 100 Гц для R < 2 МОм

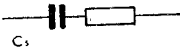
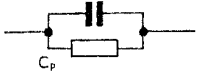
**) At 100 Hz for R < 2 MΩ

L	Rozsah [H] Пределы [Гн] Range [H]							
	100 Hz 1 kHz	1 m 100 μ	10 m 1 m	100 m 10 m	1 100 m	10 1	100 10	1000 100
Kmitočet Частота Frequency	100 Hz 1 kHz	1 m 100 μ	10 m 1 m	100 m 10 m	1 100 m	10 1	100 10	1000 100
Zarovení Эквивалентная схема Circuit								
Dovolená chyba L Предел допускаемого значения основной погрешности L Permissible error L	0,5% + 2dig + 0,2 μH	0,5 % + 2 един. + 0,2 мкГн	0,25% + 2dig	0,25 % + + 2 един.	0,3% + 3dig	0,3 % + 3 един.	1% + 5dig**	1 % + 5 един.**
	0,5 % + 2 dig + + 0,2 μH	0,25 % + + 2 dig.	nespecifikováno při 50 mV не указывается при 50 мВ Unspecified at 50 mV					
Dovolená chyba D Предел допускаемого значения основной погрешности D Permissible error D	0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_L}$) dig	0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_L}$) един.	1% + (5 + $\frac{N_L}{100}$) dig					
	0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_L}$) dig.	1 % + (5 + $\frac{N_L}{100}$) един.						
	nespecifikováno při 50 mV не указывается при 50 мВ Unspecified at 50 mV							

** на 100 Hz pro L < 200 H

***) на частоте 100 Гц для L < 200 Гн

***) At 100 Hz for L < 200 H

C	Rozsah [F] Пределы [Ø] Range [F]							
	10 m 1 m	1 m 100 µ	100 µ 10 µ	10 µ 1 µ	1 µ 100 n	100 n 10 n	10 n 1 n	1 n 100 p
Kmitočet 100 Hz 1 kHz	10 m 1 m	1 m 100 µ	100 µ 10 µ	10 µ 1 µ	1 µ 100 n	100 n 10 n	10 n 1 n	1 n 100 p
Частота 100 Гц 1 кГц	10 м 1 м	1 м 100 мк	100 мк 10 мк	10 мк 1 мк	1 мк 100 н	100 н 10 н	10 н 1 н	1 н 100 п
Frequency 100 Hz 1 kHz	10 m 1 m	1 m 100 µ	100 µ 10 µ	10 µ 1 µ	1 µ 100 n	100 n 10 n	10 n 1 n	1 n 100 p
Zarovení Эквивалентная схема Circuit								
Dovolená chyba C Предел допускаемого значения основной погрешности C Permissible error C	2 % + 5 dig 2 % + 5 един. 2 % + 5 dig.	1 % + 5 dig 1 % + 5 един. 1 % + 5 dig.	* (0.3 % + 0.3D) + 2 dig (0.3 % + 0.3D) + 2 един. (0.3 % + 0.3D) + 2 dig.	0.25 % + 2 dig + 0.2 pF 0.25 % + 2 един. + 0.2 пФ 0.25 % + 2 dig. + 0.2 pF				
Dovolená chyba D Предел допускаемого значения основной погрешности D Permissible error D	2 % + (10 + $\frac{N_C}{100}$) dig 2 % + (10 + $\frac{N_C}{100}$) един. 2 % + (10 + $\frac{N_C}{100}$) dig.	1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) dig 1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) един. 1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) dig.	1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) dig 1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) един. 1 % + (5 + $\frac{N_C}{100}$) dig.	0.5 % + (5 + $\frac{500}{N_C}$) dig 0.5 % + (5 + $\frac{500}{N_C}$) един. 0.5 % + (5 + $\frac{500}{N_C}$) dig.				

G	Rozsah [S] Пределы [C] Range [S]							
Kmitočet 100 Hz 1 kHz	10	1	100 m	10 m	1 m	100 μ	10 μ	1 μ
Частота 100 Гц 1 кГц	10	1	100 m	10 m	1 m	100 мк	10 мк	1 мк
Frequency 100 Hz 1 kHz	10	1	100 m	10 m	1 m	100 μ	10 μ	1 μ
Zapojení Эквивалентная схема Circuit								
Dovolená chyba G Предел допускаемого значения основной погрешности G Permissible error G	0,5% + 3dig nespecifikováno při 50 mV 0,5 % + 3 един. не указывается при 50 мВ 0,5 % + 3 dig. unspecified at 50 mV		0,3% + 2dig 0,3 % + 2 един. 0,3 % + 2 dig.		0,25% + 2dig + 2nS 0,25 % + 2 един. + 2 nC 0,25 % + 2 dig. + 2 nS			
Dovolená chyba D* Предел допускаемого значения основной погрешности D* Permissible error D*	nespecifikováno не указывается Unspecified				0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_G}$) dig 0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_G}$) един. 0,5 % + (5 + $\frac{500}{N_G}$) dig.			

N údaj hlavní složky na displeji

$$D^* \dots\dots\dots \frac{X_s}{R_s} \cdot \frac{R_p}{X_p} \cdot \frac{G_s}{B_s} \cdot \frac{B_p}{G_p}$$

D* kapacitního charakteru X (1/ω C) je při paralelním měření indikován jako kladná hodnota, při sériovém se značímekem (-)

Překročení rozsahů 99%. (Max. údaj rozsahu 1999.)

N показание основной составляющей на дисплее

$$D^* \dots\dots\dots \frac{X_s}{R_s} \cdot \frac{R_p}{X_p} \cdot \frac{G_s}{B_s} \cdot \frac{B_p}{G_p}$$

D* емкостного характера X (1/ωC) при параллельной схеме замещения определяется в качестве положительного значения, при последовательной схеме замещения определяется со знаком (-).

Возможность выхода за пределы 99%. (Макс. показание предела 1999.) Допустимая

N Displayed value of the main component

$$D^* \dots\dots\dots = \frac{X_s}{R_s} \cdot \frac{R_p}{X_p} \cdot \frac{G_s}{B_s} \cdot \frac{B_p}{G_p}$$

D* of capacitive character X (1/ωC) is in a parallel measurement indicated as a positive value, in a series measurement it has the negative sign (-).

OVERRANGING: 99% (max. range readout 1999)

Dovolená chyba platí pro údaj $N > 100$, $D (D^*) < 1$ a měřicí napětí 1 V.

Pro měřicí napětí 50 mV může být dovolená chyba $3\times$ větší.

Při změně teploty okolí proti referenční teplotě se chyba mění podle vzorce $er(\theta) = er(23) \left(1 + \frac{|\Delta \theta|}{20}\right)$, kde $er(\theta)$ = chyba při teplotě okolí θ °C, $er(23)$ = chyba při referenční teplotě a $|\Delta \theta|$ = absolutní hodnota teplotního rozdílu.

3.4. Provozní údaje

Ovládání:

manuálně na panelu přístroje nebo vnější

Vnější ovládání:

volba funkce, volba měřicího kmitočtu a napětí, zastavení automatické volby rozsahu (pevný rozsah), spuštění měření

Výstupy:

TTL, údaj displeje v BCD kódu, údaj o rozměru měřené veličiny, informace o skončení měření

Opakovací doba měření:

při měření auto 1000 Hz:
max. 200 ms ($n + 1$)

při měření auto 100 Hz:
max. 400 ms ($n + 1$),
kde n je počet kroků potřebných
k nalezení správného rozsahu;

při pevném rozsahu 1000 Hz:
< 200 ms

při pevném rozsahu 100 Hz:
< 400 ms

погрешность справедлива для показания $N > 100$, $D (D^*) < 1$ и измерительного напряжения 1 В. При измерительном напряжении 50 мВ допустимая погрешность может быть в три раза больше. При измерении температуры среды против нормальной температуры погрешность изменяется по формуле $er(\theta) = er(23) \left(1 + \frac{|\Delta \theta|}{20}\right)$ где $er(\theta)$ = погрешность при температуре среды θ °C, $er(23)$ = погрешность при нормальной температуре и $|\Delta \theta|$ = абсолютное значение температурной разницы.

3.4. Эксплуатационные данные

Управление:

ручное на панели прибора или дистанционное

Дистанционное управление:

установка режима работы, установка поддиапазона измерения и напряжения, установка автоматического выбора поддиапазона (фиксированный диапазон), пуск измерения

Выходы:

уровни логики TTL, показание дисплея в коде BCD, информация о размерности измеряемой величины, информация об окончании измерения

Период повторения измерений:

при измерении «авто»:

1000 Гц: макс. 200 мс ($n + 1$)

100 Гц: макс. 400 мс ($n + 1$), где n - количество шагов, необходимых для определения правильного поддиапазона при фиксированном поддиапазоне:

1000 Гц: < 200 мс

100 Гц: < 400 мс

The permissible errors apply for the readings $N > 100$, $D (D^*) < 1$ and the measuring voltage of 1 V. With the measuring voltage of 50 mV set, the permissible errors are $3\times$ higher.

At room temperature changes against reference temperature the error is changed after the formula $er(\theta) = er(23) \left(1 + \frac{|\Delta \theta|}{20}\right)$ where

$er(\theta)$ = error at room temperature θ °C

$|\Delta \theta|$ = absolute value of temperature difference

3.4. Operational data

Control:

Manual from the front panel or external

External control:

Function selection, measuring frequency and voltage selection, stopping the automatic range selection (fixed range), starting the measurement.

Outputs:

TTL, display readout in the BCD code, dimension of the measured variable, information measurement termination.

Repetition time of measurement:

In automatic measurement:

with 1000 Hz: Max. 200 ms ($n + 1$)

with 100 Hz: Max. 400 ms ($n + 1$)

(n is the number of steps required for finding the correct range)

In fixed range measurement:

with 1000 Hz: < 200 ms

with 100 Hz: < 400 ms

Napájení:
ze sítě 220 V \pm 10%, zkreslení menší než
5%, kmitočet 50 Hz \pm 5%

Příkon:
asi 35 VA

Lištění:
tavné pojistky sítě 220 V:
T 0,16 A
+5 V:
F 1,6 A

Doba náběhu:
5 min

3.5. Pracovní podmínky

Rozsah pracovních teplot:
+5 °C až +40 °C

Referenční teplota:
+23 \pm 1 °C

Relativní vlhkost:
40% až 80%

Tlak vzduchu:
86 000 až 106 000 Pa

Vnější magnetické pole:
zanedbatelné

Vnější elektrické pole:
zanedbatelné

3.6. Všeobecné údaje

Bezpečnostní třída:
I podle ČSN 35 6501

Stupeň odrušení:
RO2 ČSN 34 2860

Osazení:
80 integrovaných obvodů
76 tranzistorů
85 diod
19 svítivých diod
4 sedmissegmentovky

Питание от сети:
220 В \pm 10%, коэффициент нелинейных
искажений менее 5%, частота 50 Гц \pm 5%

Потребляемая мощность:
прибл. 35 ВА

Защита:
плавкие предохранители
сеть 220 В - Т 0,16 А
+5 В - F 1,6 А

Продолжительность нагрева:
5 минут

3.5. Условия эксплуатации

Диапазон рабочих температур:
от +5 °C до +40 °C

Нормальная температура:
+23 \pm 1 °C

Относительная влажность:
40 - 80 %

Атмосферное давление:
86 000 - 106 000 Па

Внешнее магнитное поле:
пренебрежимо мало

Внешнее электрическое поле:
пренебрежимо мало

3.6. Общие данные

Класс защиты:
1 по СТ СЭВ 376882

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

Рабочий комплект полупроводниковых
приборов:
80 интегральных микросхем
76 транзисторов
86 диодов
19 светодиодов
4 семисегментных индикатора

Powering:
AC mains 220 V \pm 10%, distortion 5%,
frequency 50 Hz \pm 5%

Power consumption:
Approx. 35 VA

Protection:
By fuses, mains circuit:
T 0.16 A
(220 V)
+5 V circuit: F 1.6 A

Warming-up time:
5 minutes

3.5. Working conditions

Ambient temperature range:
5 °C to 40 °C

Reference temperature:
+23 °C \pm 1 °C

Relative humidity range:
40 % to 80 %

Atmospheric pressure range:
86 000 to 106 000 Pa

External magnetic field:
Negligible

External electric field:
Negligible

3.6. General data

Intrinsic safety:
Class I., according to the Czechoslovak
Standard ČSN 35 6501, in conformity with the
pertaining IEF Recommendation.

Interference suppression:
RO 2, according to the Czechoslovak
Standard 34 2860, in accordance with the
IEC Recommendation No. 34.

Complement:
80 Integrated circuits
76 Transistors
85 Diodes
19 LEDs
4 7-segment display tubes

Rozměry: šířka – 275 mm
 výška – 95 mm
 hloubka – 310 mm

Hmotnost přístroje:
 asi 5 kg

Rozměry zabaleného přístroje:
 šířka – 350 mm
 výška – 220 mm
 hloubka – 430 mm

Габариты: ширина 275 мм, высота 95 мм,
 глубина 310 мм

Масса прибора:
 прибл. 5 кг

Габариты упакованного прибора:
 ширина 350 мм, высота 220 мм,
 глубина 430 мм

Dimensions:

Unpacked:

Width 275 mm, height 95 mm, depth 310 mm

Weight of the instrument:

Approx. 5 kg

Packed:

Width 350 mm, height 220 mm, depth 430 mm

4. PRINCIP ČINNOSTI

Je užito způsobu, u něhož se měření impedance (admittance) odvozuje z měření napětí a proudu na neznámém objektu. Základní princip přístroje je naznačen na obr. 1.

Princip funkce přístroje

4. Принцип действия

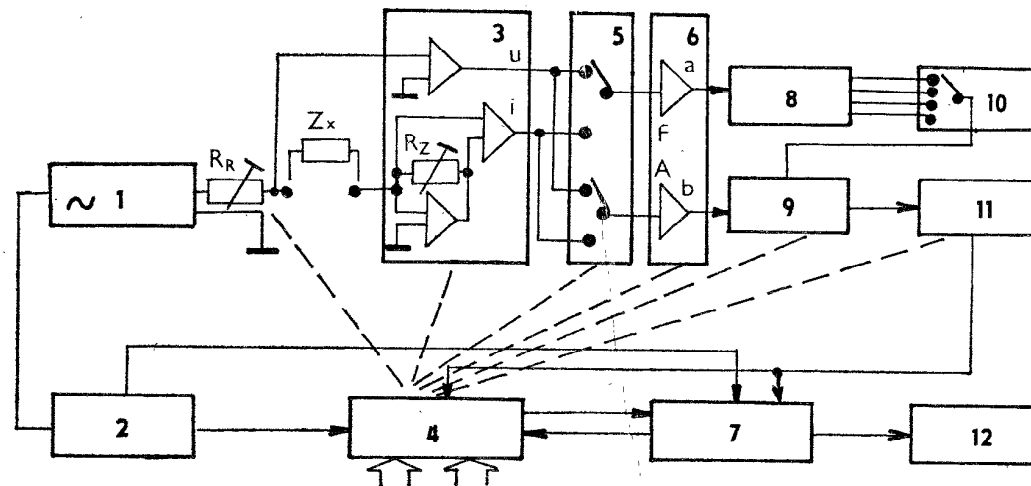
Принцип действия прибора заключается в измерении полного сопротивления (проводимости) на основании измеренного напряжения и тока измеряемого объекта. Основная принципиальная блок-схема прибора показана на рис. 1.

Описание принципа действия прибора

4. PRINCIPLE OF OPERATION

The BM 591 automatic meter utilizes the measuring method in which the impedance (admittance) measurement is derived from measuring the voltage on and the current through the unknown object. The basic principle of the instrument is given in Fig. 1.

Operation of the instrument:



Obr. 1
 Рис. 1
 Fig. 1

1 – Zdroj měřicího kmitočtu
 2 – Kmitočtová základna
 3 – Snímač napětí a proudu na měřeném objektu

1 – источник измерительной частоты
 2 – задающий генератор
 3 – датчик напряжения и тока для измеряемого объекта

1 – Supply of the measuring frequency
 2 – Frequency basis
 3 – Sensor of the voltage on and current through the measured object

- 4 - Řídicí jednotka
- 5 - Přepínače
- 6 - Zesilovače fázového a amplitudového kanálu
- 7 - Čítač a paměti
- 8 - Fázová reference 0°, 90°, 180°, 270°
- 9 - Fázově citlivý detektor
- 10 - Fázový selektor
- 11 - A/D převodník
- 12 - Displej

Zdroj měřicího kmitočtu (1) odvozeného z kmitočtové základny (2) napájí přes rozsahový odpor R_R neznámý objekt Z_X připojený na svorky. Dva zesilovače (3) snímají napětí potřebná pro vyhodnocení impedance měřeného objektu. Jedno odpovídá velikosti měřicího napětí na neznámém objektu, druhé proudu jím protékajícímu. Podle velikosti neznámé Z_X se mění měřicí rozsah pomocí rozsahového odporu R_R a R_Z a měřicí způsob (sériová nebo paralelní kombinace) přepnutím přepínače (5). Zesilovací kanál F, jednotka (6a), (8), (10) slouží pro fázovou referenci, zesilovací kanál A a jednotka (6b) zesiluje signál na úroveň vhodnou pro fázový detektor (9).

Kanálem A procházejí střídavě v rytmu měřicího cyklu (podle přepnutí spínače) obě napětí od měřeného objektu, jedno odpovídající napětí (u), druhé odpovídající protékajícímu proudu (i) na fázově citlivý detektor. Z usměrněných složek těchto napětí pak A/D převodník (11) vyhodnocuje stanovením jejich poměru měřený parametr (R, L, G, C, D). Podle toho, o který parametr se

- 4 - блок управления
- 5 - переключатель
- 6 - усилители каналов измерения фазы и амплитуды
- 7 - счетчик и запоминающие устройства
- 8 - фазовая опора 0°, 90°, 180°, 270°
- 9 - фазовый детектор
- 10 - фазовый селектор
- 11 - аналого-цифровой преобразователь
- 12 - дисплей

Источником измерительной частоты (1), производной от сигнала задающего генератора (2), питает измеряемый объект, подключенный к зажимам через сопротивление R_R . Два усилителя (3) служат для определения полного сопротивления измеряемого объекта. Одно напряжение соответствует значению напряжения на измеряемом объекте, а второе соответствует значению тока протекающего через объект. В зависимости от величины измеряемого значения Z_X изменяется предел измерения с помощью сопротивления предела R_R и R_Z и схема измерения (последовательная или параллельная) путем переключения переключателя (5). Усилительный канал F, блоки (6a), (8), (10) предназначены для фазового сравнения, усилительный канал A и блок (6b) усиливают сигнал до уровня, необходимого для фазового детектора (9).

Через канал A попеременно с частотой цикла измерения (в зависимости от положения переключателя) проходят оба напряжения, снимаемые с измеряемого объекта, причем одно соответствует напряжению (U), а второе - току, протекающему через измеряемый объект (I). Оба напряжения подаются на фазовый детектор. На основании выпрямленных напряжений аналого-цифровой преобразователь (11) определяет их отношение и, следовательно, измеряемый параметр (R, L, G, C, D). В зависимости от того, о каком параметре идет речь, необходимо подать на фазовый детектор управляющие сигналы, сдвинутые по фазе на 0°, 90°, 180° или 270°. Нужный фазовый сдвиг осуществляется с помощью фазо-

- 4 - Control unit
- 5 - Switches
- 6 - Amplifiers of the phase and amplitude channels
- 7 - Counter and stores
- 8 - Phase references 0°, 90°, 180°, 270°
- 9 - Phase sensitive detector
- 10 - Phase selector
- 11 - A/D converter
- 12 - Display

The supply (1) of the measuring frequency which is derived from frequency basis (2) feeds the unknown object Z_X via range resistor R_R . Two amplifiers (3) pick up the voltages required for evaluating the impedance of the measured object. One of these voltages corresponds to the magnitude of the measuring voltage on the unknown object, the other corresponds to the current flowing through it. Depending on the magnitude of the unknown object Z_X , the measuring range alters by using the range resistances R_R and R_Z , the same as the measuring mode (series or parallel combination) by changing over the switch (5). The amplifier channel F, the units (6a), (8) and (10) serve for phase reference; the amplifier channel A and the unit (6b) amplify the signal to a level suitable for the phase detector (9).

Through channel A pass alternately in the rhythm of the measuring cycle (depending on the settings of the switches) the two voltages from the measured object, one corresponding to the voltage (u), the other to the flowing current (i) and feed the phase-sensitive detector (9).

The A/D converter (11) evaluates from the rectified components of these voltages (by determining their ratio) the measured parameter (R, L, C, G, D). Depending on the parameter concerned, the phase detector must obtain keying signals with a phase shift of 0°, 90°, 180° or 270°. The required phase shift is carried out by the shifters in the unit (8) and selected by phase selector

jedná, je třeba na fázový detektor přivádět klíčovací signály s fázovým posunem 0°, 90°, 180° nebo 270°. Potřebný posuv fáze provádějí posouvače fáze (8) a volí přepínač (10). A/D převodník (11) mění poměr napětí na časový interval. Ten je vyhodnocen v čítači (7) a indikován na displeji (12).

Průběh měřicího cyklu řídí řídicí jednotka (4). Tu je možno ovládat buď manuálně tlačítky na panelu nebo dálkově elektricky přes vstupy pro vnější ovládání.

5. POKYNY PRO VYBALENÍ A PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU

Přístroj se vybalí z obalu a v případě, že byl skladován v teplotách pod 0°C, nechá se aklimatizovat. Je vhodné původní obal zachovat pro případnou další přepravu přístroje.

Přístroj je konstruován pro napájení ze sítě 220 V v bezpečnostní třídě I podle ČSN 35 6501. (Kovové části přístupné dotykem jsou připojeny k ochrannému vodiči a izolace částí pod síťovým napětím vyhovuje uvedené normě.)

сдвигающего блока (8) и устанавливается переключателем (10). Аналого-цифровой преобразователь (11) преобразует отношение напряжений в интервал времени. Последний измеряется счетчиком (7) и результат изображается на дисплее (12).

Измерительный цикл определяется задающим генератором (4). Блоком можно управлять вручную с помощью кнопок, расположенных на панели или дистанционно электрически через входы дистанционного управления.

5. УКАЗАНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прибор вынимается из тары и в том случае, если температура хранения прибора была ниже 0°C, его необходимо выдержать не менее 24 часов для акклиматизации. Целесообразно сохранить оригинальную тару для возможной последующей транспортировки прибора.

Прибор рассчитан на напряжение сети 220 В и сконструирован по классу защиты 1 по СТ СЭВ 3768-82. (Металлические части, доступные прикосновению, соединены с защитным проводом и изоляция частей, находящихся под напряжением сети, удовлетворяют требованиям указанного стандарта).

(10). The A/D converter (11) alters the voltage ratio into a time interval which is evaluated in counter (7) and then presented on display (12).

The course of the measuring cycle is supervised by control unit (4) which can be controlled either manually with push-buttons on the panel of the instrument, or electrically via the inputs for external control.

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

The instrument has to be unpacked carefully and if it has been stored at a temperature below 0°C, it must be acclimatized before put in use. It is advisable to save the original packing for possible later use.

The BM 591 automatic meter is designed for mains powering with 220 V AC, its intrinsic safety is of Class I., according to the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501. (All metal parts accessible to the touch are connected to a protective conductor and the insulation of components which carry the mains voltage meets the stipulations in the mentioned Standard.)

6. NAVOD K OBSLUZE A POUZIVANI

6.1. Popis ovládacích prvků

6.1.1. Přední panel

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

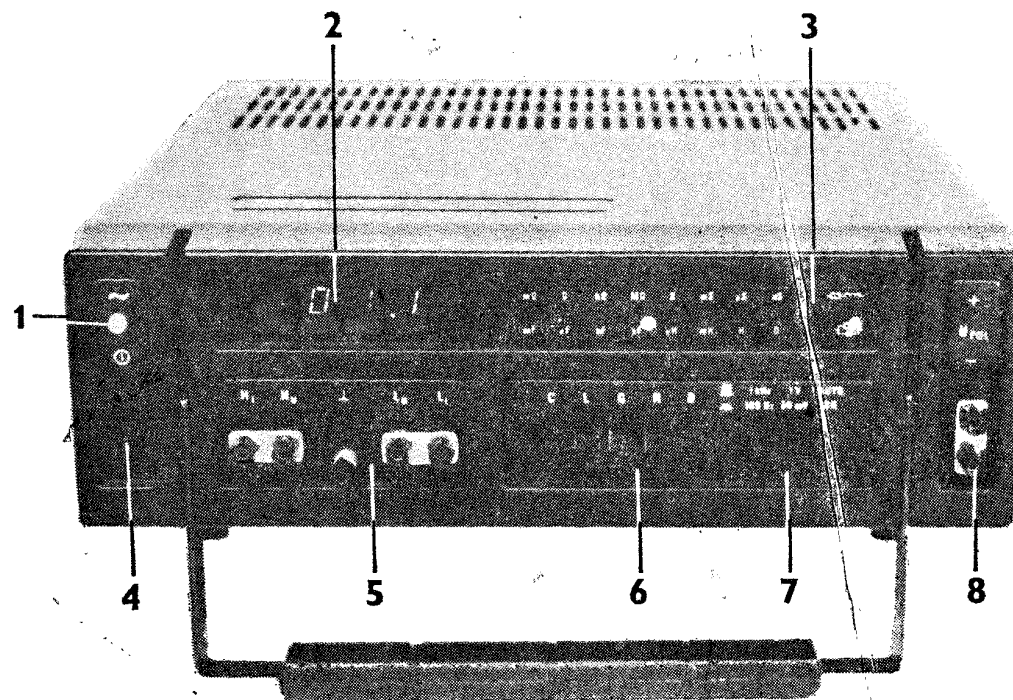
6.1. Описание элементов управления

6.1.1. Передняя панель

6. INSTRUCTIONS FOR ATTENDANCE AND USE

6.1. Description of the control elements

6.1.1. Front panel



Обр. 2
Рис. 2
Fig. 2

- 1 – Indikace stavu přístroje. Je-li přístroj v chodu, dioda svítí.
- 2 – Číselný displej pro údaj hodnoty měřeného objektu. Svítí-li vodorovné čárky, je překročen měřicí rozsah přístroje. Blikání přístroje signalizuje nesprávnou obsluhu (nesprávně zvolené funkce, nepropojené přívody).
- 3 – Displej pro údaj rozměru měřeného objektu a způsobu měření (sériová, paralelní kombinace).

- 1 – индикация состояния прибора. В рабочем состоянии прибора диод светится
- 2 – цифровой дисплей, определяющий измеренные значения. Если светятся горизонтальные линии, то значение выходит за границы диапазонов измерения прибора. Мигание дисплея сигнализирует неправильное обслуживание (неправильно выбранный режим, непрокюченные выводы).
- 3 – дисплей размерности измеряемого значения и способа измерения (последовательная или параллельная схема)

- 1 – Indication of the instrument state. When under power, the LED glows.
- 2 – Digital display for the value of the measured object. When horizontal bars glow, the measuring range of the instrument is exceeded. Flickering indicates incorrect attendance (false function selected, disconnected leads).
- 3 – Display for indicating the dimension of the measured object and the mode of measurement (series or parallel combination).

- 4 - Síťový vypínač.
- 5 - Svorky pro připojení měřeného objektu.
- 6 - Tlačítka (a, b, c, d, e) pro volbu funkce R, L, C, G, D. Tlačítko D možno stisknout až po změření hlavní složky.
- 7 - Tlačítka (a, b, c) pro volbu měřicího kmitočtu, měřicího napětí a rozsahu AUTO - AUTORANGE, automatické hledání rozsahu; RH - RANGE HOLD, přidržení rozsahu, pevný rozsah.
- 8 - Svorky pro připojení polarizačního napětí. Je třeba respektovat označenou polaritu.

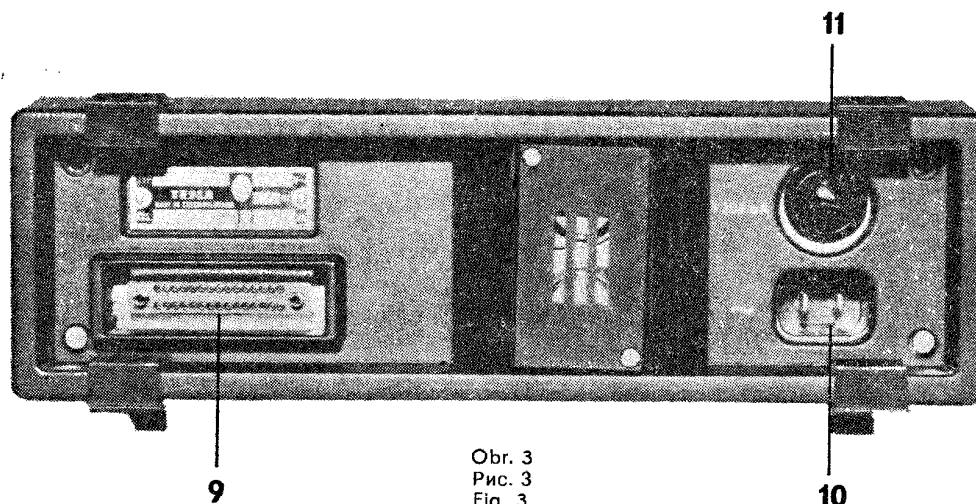
6.1.2. Zadní panel

- 4 - сетевой выключатель
- 5 - зажимы для подключения измеряемого объекта
- 6 - кнопки (a, b, c, d, e) для выбора режима измерения R, L, C, G, D. Кнопка D нажимается только после измерения основной составляющей
- 7 - кнопки (a, b, c) выбора измерительной частоты, измерительного напряжения и предела АВТО - AUTORANGE, авт. поиск поддиапазона измерения, RH - RANGE HOLD, фиксация поддиапазона, фиксированный поддиапазон измерения)
- 8 - зажимы для подачи напряжения поляризации. Следует соблюдать указанную полярность напряжения.

6.1.2. Задняя панель

- 4 - Mains switch.
- 5 - Terminals for connecting the unknown object.
- 6 - Push-buttons (a, b, c, d, e) for R, L, C, G, D selection. Push-button D can be depressed only if main component has been measured.
- 7 - Push-buttons (a, b, c) for selecting the measuring frequency, the measuring voltage and the range. AUTO - AUTORANGE (automatic range selection) RH - RANGE HOLD (range holding - fixed range)
- 8 - Terminals for connecting the polarizing voltage. Correct polarity must be ensured.

6.1.2. Back panel



Obr. 3
Рис. 3
Fig. 3

- 9 - Konektor s výstupy (údaje displejů) a vstupy pro vnější ovládání.
- 10 - Síťová zástrčka
- 11 - Síťová pojistka

6.2. Uvedení přístroje do chodu

Pomocí síťové šňůry připojíme přístroj na síť 220 V a stisknutím tlačítka (4) uvedeme přístroj do chodu. Rozsvítí se indikační dioda (1). Je-li zvolena některá z měřených funkcí R, L, C, G a provoz

- 9 - гнездо с выходами (показание дисплеев) и входами внешнего управления
- 10 - сетевое гнездо
- 11 - сетевой предохранитель

6.2. Пуск прибора в ход

С помощью сетевого шнура подключить прибор к сети 220 В и включить его путем нажатия на кнопку (4). При этом загорается диод индикации (1). При установке одного из режимов работы R, L, C, G и режима работы

- 9 - Connector outputs (data of the displays) and inputs (for external control).
- 10 - Mains connector.
- 11 - Mains fuse.

6.2. Setting the instrument in operation

The instrument has to be connected to the mains of 220 V by means of the supplies mains cord and then set in operation by depressing push-button (4); the LED (1) lights up. If one of the measuring functions R, L, C, G and the "AUTO"

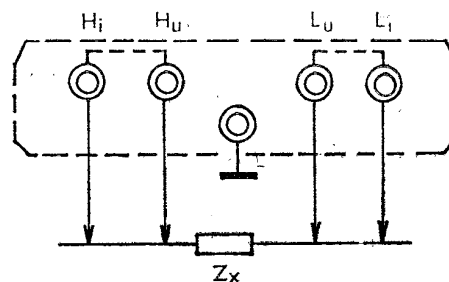
„AUTO“, přeběhne údaj displejů na nejvyšší rozsah. Ve funkci C, G pak přístroj měří zbytkové parametry svorek C_o , G_o , ve funkci R, L svit vodorovných čárek (---) indikuje překročení rozsahu (hodnota R, L $\rightarrow \infty$).

6.3. Připojení měřeného objektu

Měřený objekt se připojuje čtyřsvorkově. Zemnicí pátá svorka slouží k připojení stínění (stínícího krytu), je-li jím měřený objekt Z_x opatřen. Zdvojení přívodů označených jako H_u , H_i , L_u , L_i (HIGH, LOW u, i) vylučuje jejich vliv, takže se nepřipočítávají k Z_x .

Připojení neznámé k měřicím svorkám

svorky
зажимы
Terminals



Obr. 4
Рис. 4
Fig. 4

Měřený objekt je možno připojit buď přímo na svorky přístroje nebo pomocí měřicích káblíků. Při připojení přímo na přístroj je třeba propojkami zkratovat vždy jednu vnější a jednu vnitřní svorku.

Použijeme-li k připojení káblíků, je nutno spojky rozpojit; v opačném případě není vliv ká-

«АВТО» автоматически устанавливается наивысший поддиапазон измерения. В режиме измерения C, G прибор измеряет остаточные параметры зажимов C_o , G_o , в режиме измерения R, L свечение горизонтальных линий (---) свидетельствует о выходе значения за границы диапазона (значение R, L $\rightarrow \infty$).

6.3. Подключение измеряемого объекта

Измеряемый объект подключается по четырехэлектродной схеме. Заземляющий пятый зажим предназначен для подключения экрана экранированного объекта Z_x . Удвоение выводов, обозначенных через H_u , H_i , L_u , L_i (HIGH, LOW, u, i) исключает влияние параметров этих выводов.

Подключение неизвестного объекта к измерительным зажимам:

operation are set, the displays indicate maximum readout. In the functions C, G the meter measures the residual parameters of the terminals C_o , G_o ; in the functions R, L horizontal bars are displayed (---) to indicate exceeding of the ranges (values R, L nearing infinity).

6.3. Connecting the object to be measured

The unknown object has to be connected in the 4-terminal manner. The fifth terminal (earth) serves for connecting the screening (cover) of the measured object Z_x if it has any. Doubling of the connecting leads, marked H_u , H_i and L_u , L_i (meaning HIGH and LOW u, i), eliminates their influence; consequently they do not affect the measurement as their parameters are not added to the measured object.

Connection of the measured object:

Измеряемый объект можно подключить к зажимам прибора непосредственно или с помощью измерительных кабелей. При непосредственном подключении следует с помощью короткозамыкающих перемычек закоротить один внешний и один внутренний зажимы.

При использовании для подключения измеряемого объекта кабелей, необходимо перемычки разъединить. В противном случае влияние па-

The object to be measured can be connected either directly to the terminals of the instrument, or by means of the supplied measuring cables. In the case of direct connection to the instrument, it is necessary to short-circuit always one external and one internal terminal. If cables are employed for connection, then it is essential to

blíků eliminován. Stíněné kabely (se dvěma konci) jsou vhodné pro převážnou většinu měření. Krátké nestíněné káblíky (se čtyřmi konci) jsou určeny pro přesné měření na nízkých impedancích. Příslušnost káblíků k jednotlivým svorkám je určena barevným označením. Nejsou-li svorky $H_i - H_u$ a $L_u - L_i$ propojeny (pomocí propojky, měřicího káblíku), přístroj nefunguje.

Podobně, není-li zvolena funkce odpovídající charakteru měřeného objektu, přístroj stále krokuje, protože nenalézá vhodný rozsah.

6.4. Určení měřicího rozsahu

Po zvolení odpovídající měřicí funkce (R, L, C, G) si přístroj při režimu „AUTO“ nalezne vhodný měřicí rozsah sám.

Při opakovaném měření v jednom rozsahu je vhodné stisknutím tlačítka (7c) přidržit rozsah („RH“); zkrátí se tím doba měření.

6.5. Měření v paralelní nebo sériové kombinaci

Aby bylo možno obsáhnout širokou oblast osmi dekád celkového rozsahu, je třeba použít odlišné napájení měřicího okruhu. S tímto souvisí i způsob vyhodnocení neznámého měřeného objektu. Pro velké impedance odpovídá náhradní zapojení paralelní kombinaci (obr. 5a), pro malé impedance sériové kombinaci (obr. 5b).

Způsob měření se mění přibližně uprostřed celkového rozsahu automaticky a je indikován na displeji.

раметров кабелей не исключается. Экранированные кабели (с двумя концами) подходят для большинства измерений. Короткие неэкранированные кабели (с четырьмя концами) предназначены для точных измерений малых полных сопротивлений. Соответствие кабелей отдельным зажимам определяется их цветом. Если зажимы H_i-H_u и L_u-L_i не соединены (с помощью перемычки, измерительного кабеля), то прибор не работает. Аналогично, если не установлен режим измерения, соответствующий характеру измеряемого объекта, то прибор осуществляет непрерывно такты, так как не находит подходящего предела измерения.

6.4. Определение поддиапазона измерения

После установки требуемого режима (R, L, C, G) прибор в режиме «АВТО» автоматически выбирает подходящий режим измерения.

При повторном измерении на одном диапазоне целесообразно нажать на кнопку (7c), фиксировать этот диапазон (RH), в результате чего сокращается продолжительность измерения.

6.5. Измерение по параллельной или последовательной схеме

Для того, чтобы можно было охватить широкий диапазон восьми десятичных разрядов общего диапазона измерений, следует использовать различные способы питания измерительной цепи. С этим связан и способ определения параметров измеряемого объекта.

Для больших значений полного сопротивления использована эквивалентная схема параллельного вида (рис. 5a), а для малых полных сопротивлений – последовательная схема (рис. 5b). Способ измерения меняется приблизительно в середине общего диапазона измерения автоматически и это изменение сопровождается индикацией на дисплее.

remove the shorting links as otherwise the influence of the cables would not be eliminated. The screened cables (with two ends) are suited for the great majority of measurements. The short, unshielded cables (with four ends) are intended for use in exact measurements at low impedances.

The cables and the pertaining terminals are marked with the same colours. When the terminals H_i-H_u and L_u-L_i are not interconnected (by means of a link of measuring cable) the instrument is inoperative. If a function, corresponding to the character of the object, is not selected, the instrument keeps "stepping" permanently, as it cannot find a suitable range.

6.4. Determining the measuring range

After selecting the appropriate function (R, L, C, G), the instrument finds automatically the suitable measuring range, provided, of course, the "AUTO" mode has been chosen.

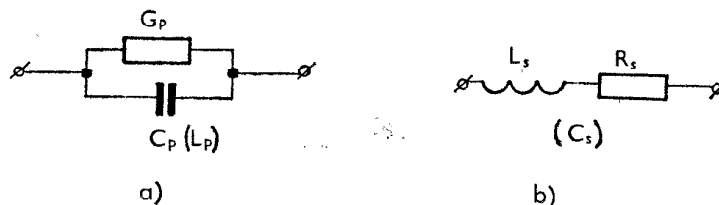
For repetitive measurements within the same range it is advisable to hold the set range (RH) by depressing the push-button (7c); thus, the speeding up of the measurement is attained.

6.5. Measurements in parallel or series combination

In order to cover the wide range of eight decades of the total measuring range of the instrument, it is necessary to use different powering modes for the measuring circuits. As a result, the methods of result evaluation must be different, too.

The equivalent circuit for high impedances is the parallel combination given in Fig. 5a, whereas for low impedances the series combination (5b) is employed.

The method of measurement changes automatically approximately in the middle of the overall measuring range; the employed equivalent circuit is indicated on the display.

Obr. 5
Рис. 5
Fig. 5**6.6. Měření druhé složky neznámé**

Při měření komplexního objektu, např. indukčnosti, může být žádána i znalost druhé (ztrátové) složky.

Přístroj umožňuje určit jak činitele D (D^*), což je poměr obou složek neznámé, tak i přímo jednotlivé složky.

Při měření D (D^*) stiskneme po určení hlavní složky tlačítko (6e) s označením „D“. Požadovaný údaj se indikuje na displeji. (Definice D pro různé funkce a náhradní zapojení jsou uvedeny v dodatku, tabulka 7.)

Chceme-li znát přímo velikost obou složek, např. při měření malé cívky mimo indukčnost i velikost sériového odporu, postupujeme tak, že po změření hlavní složky L_s přidržíme zařazený rozsah stisknutím tlačítka (7c) do polohy „RH“. Stiskneme tlačítko R a odečteme na displeji hodnotu odpovídající sériovému odporu R_s . (Změření druhé složky přímo bez přidržení rozsahu je možné jen tehdy, nejsou-li hlavní a vedlejší složka co do velikosti absolutních hodnot od sebe příliš odlišné.)

6.6. Измерение второй составляющей параметра измеряемого объекта

При измерении комплексного объекта, например, индуктивности, может оказаться необходимым знать величину и второй составляющей (потерь).

Прибор дает возможность определения как коэффициента потерь D (D^*), т. е. отношения обеих составляющих, так и непосредственно значения отдельных составляющих.

При измерении D (D^*) следует нажать на кнопку (6e), обозначенную «D» после определения основной составляющей. Требуемое значение изображается на дисплее. (Определение D для различных режимов измерения и эквивалентных схем приведено в дополнении, таблица 7).

Если требуется определить непосредственно значения обеих составляющих, например, при измерении малой индуктивности и последовательного сопротивления, следует после измерения главной составляющей (L_s) фиксировать установленный предел, нажав на кнопку (7c), установив ее в положение «R_s». Затем следует нажать на кнопку R и на дисплее отсчитать значение, соответствующее последовательному сопротивлению R_s . (Измерение второй составляющей непосредственно без фиксации поддиапазона измерения возможно только в том случае, если главная и дополнительная составляющие мало отличаются друг от друга по своей абсолютной величине).

6.6. Measuring the second component of the unknown object

When a complex object is being measured (e. g. an inductor), the knowledge of the second (loss) component is also often required.

The BM 591 meter enables the ascertainment of the loss factor D (D^*), this being the ratio between the two components of the unknown as well as of the individual components directly.

In a D (D^*) measurement, the push-button (6e) marked “D” has to be depressed in order to measure the main component. The result will be presented on the display. (The definitions of D at various functions and for equivalent circuits are plotted in Table 7).

If the knowledge of the magnitudes of both components is required, e. g. when a small coil is being measured – in which case the inductance as well as the series resistance are sought – then, after measuring the main components L_s the set range has to be held by setting push-button (7c) into the “RH” position. On depressing push-button R the value of the series resistance R_s will be indicated on the display. (Measurement of the second component without range holding is feasible only when the main and additional components, as far as absolute magnitudes are concerned, differ only slightly.)

Při volbě druhé složky je třeba respektovat náhradní zapojení, při kterém měření probíhá, viz obr. 5. Např. při měření kondenzátoru v paralelní kombinaci je jako druhou složku třeba zařadit vodivost G , neboť ekvivalentní odpor $R = \frac{1}{G}$ při malých ztrátách kondenzátoru leží mimo zařazený měřicí rozsah.

Při měření D , (D^*) je třeba vždy nejprve změřit hlavní složku. Rovněž tak při změně měřicího kmitočtu při měření C a L , neboť přístroj přechází v důsledku změněné reaktance na sousední (vnitřní) rozsah.

6.7. Měřicí napětí

Tlačítkem (7b) je možno zvolit jednu ze dvou úrovní měřicího napětí, 1 V nebo 50 mV.

Při paralelní kombinaci probíhá měření v režimu konstantního napětí – měřicí napětí odpovídá přibližně zvolené úrovni – při sériové kombinaci probíhá měření v režimu konstantního proudu – měřicí napětí na neznámé je o řád nebo více nižší.

Snížené měřicí napětí 50 mV je vhodné pro měření napětově závislých prvků (polovodičů).

6.8. Polarizační napětí

Při měření kondenzátorů je možno použít vnější polarizační napětí až do 30 V. Polarizační napětí

При определении второй составляющей необходимо принимать во внимание эквивалентную схему, по которой осуществляется измерение. (См. рис. 5). Например, при измерении конденсатора по параллельной схеме замещения следует в качестве его второй составляющей включить проводимость G , так как эквивалентное сопротивление $R = \frac{1}{G}$

при малых потерях конденсатора выходит за установленный поддиапазон измерения.

При измерении D (D^*) следует всегда сначала определить основную составляющую. Таким же образом следует поступать и при изменении рабочей частоты в режиме измерения C и L , так как прибор в результате изменения реактивного сопротивления переходит на соседний предел.

6.7. Измерительное напряжение

Кнопкой (7b) можно установить одно из двух значений напряжения измерения 1 V или 50 мВ.

При параллельной схеме замещения измерительного объекта измерение осуществляется в режиме неизменного напряжения. Измерительное напряжение соответствует приблизительно установленному уровню. При последовательной схеме замещения измерение осуществляется в режиме неизменного тока и измерительное напряжение на измеряемом объекте становится на один или несколько порядков ниже чем при измерении в режиме постоянного напряжения.

Пониженное напряжение измерения 50 мВ целесообразно применять при измерении элементов; параметры которых зависят от напряжения (полупроводники).

6.8. Напряжение поляризации

При измерении конденсаторов можно использовать внешнее напряжение поляризации ве-

In selecting the second component, it is necessary to take in consideration the equivalent circuit (Fig. 5) which is actually measured. E. g., when a capacitor is being measured in parallel combination, the second component must be conductance G , as the equivalent resistance $R = \frac{1}{G}$ when the loss of the capacitor is low, is beyond the selected measuring range.

In D (D^*) measurements, it is necessary to measure first the main component. This applies also when the measuring voltage is altered in C and L measurements, since due to the altered reactance, the instrument changes over to the adjacent (internal) range.

6.7. Measuring voltage

By means of push-button (7b) one of the two available measuring voltage levels can be selected, i. e. 1 V or 50 mV.

In parallel combination, the measurement takes place in the constant voltage mode; the measuring voltage is approximately equal to the selected level. In series combination, the measurement takes place in the constant current mode; the measuring voltage across the unknown is by one order or more lower.

The reduced measuring voltage of 50 mA is suitable for the measurement of voltage dependent components (semiconductors).

6.8. Polarizing voltage

In the measurement of capacitors a polarizing voltage up to 30 V can be employed. This voltage

Úrovně měřicího napětí případně proudu na
měřeném objektu

Уровни измерительного напряжения или тока
на измеряемом объекте:

Measuring voltage levels and measuring currents
applied to the unknown object:

Tab. 1

Таблица 1

Table 1

Funkce Режим измерения Function	C _s	L _s	G _s	R _s	C _p	L _p	G _p	R _p
Měřicí napětí Измерительное напряжение Measuring voltage	1 V			50 mV	1 V			50 mV
	1 B			50 mB	1 B			50 mB
	1 V			50 mV	1 V			50 mV
Rozsah 1 поддиапазон Range	70 mA			3,5 mA				
	70 mA			3,5 mA				
	70 mA			3,5 mA				
2	10 mA			500 μA				
	10 mA			500 мкА				
	10 mA			500 μA				
3	1 mA			50 μA				
	1 mA			50 мкА				
	1 mA			50 μA				
4	100 μA			5 μA				
	100 мкА			5 мкА				
	100 μA			5 μA				
5					1 V			50 mV
					1 B			50 mB
6					1 V			50 mV
					1 B			50 mB
7					1 V			50 mV
					1 B			50 mB
8					1 V			50 mV
					1 B			50 mB
					1 V			50 mV

se přivede na svorky (8) po odstranění zkratovací propojky, která je tam jinak trvale umístěna. Je třeba respektovat označenou polaritu (+), (-) a to jak na svorkách (8) pro polarizační zdroj, tak i na měřicích svorkách (5), kam připojujeme (elektrolytický) kondenzátor. Svodový odpor kondenzátoru nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 2.

Aby při nevhodné manipulaci nedošlo k poškození měřicího obvodu přístroje, musí být napájecí zdroj opatřen proudovou pojistkou (nastavenou na 100 mA), případně sériovým odporem s hodnotou odporu vyšší než 220 Ω.

Před připojením polarizačního napětí je třeba zafixovat rozsah stisknutím tlačítka (7c) do polohy RH.

Tab. 2
Таблица 2
Tab. 2

Rozsah Предел Range		8	7	6	5	4	3	2	1
Kapacita [F]	100 Hz	1 n	10 n	100 n	1 μ	10 μ	100 μ	1 m	10 m
	1 kHz	100 p	1 n	10 n	100 n	1 μ	10 μ	100 μ	1 m
Емкость (Ф)	100 Гц	1 н	10 н	100 н	1 мк	10 мк	100 мк	1 м	10 м
	1 кГц	100 п	1 н	10 н	100 н	1 мк	10 мк	100 мк	1 м
Capacitance [F]	100 Hz	1 n	10 n	100 n	1 μ	10 μ	100 μ	1 m	100 μ
	1 kHz	100 p	1 n	10 n	100 n	1 μ	10 m	100 n	10 μ
Nejmenší přípustný svodový odpor [MΩ]		20	2	0.2	0.02	2	0.2	0.02	0.002
Предельнодопустимое (мин.) сопротивление утечки (МОм)		20	2	0.2	0.02	2	0.2	0.02	0.002
The smallest permissible leak resistance [MΩ]		20	2	0.2	0.02	2	0.2	0.02	0.002

личиной до 30 В. Напряжение поляризации подается на зажимы (8) после устранения короткозамыкающей перемычки.

Необходимо учитывать указанную полярность напряжения (+), (-) как на зажимах (8) для подключения источника напряжения поляризации, так и на измерительных зажимах (5), к которым подключается измеряемый объект (конденсатор). Сопротивление утечки конденсатора не должно превышать значений, приведенных в таблице 2.

Чтобы не повредить при неподходящей манипуляции цепь измерения прибора, должен быть защищен источник питания предохранителем тока, установленным величиной 100 mA, в случае потребности серийным сопротивлением с величиной сопротивления высшей чем 220 Ом.

Перед подключением напряжения поляризации необходимо фиксировать поддиапазон, нажав на кнопку (7c) (положение RH).

has to be connected to terminals (8) after removing the shorting link, which otherwise must always be employed. The indicated polarity (+), (-) must be adhered to. This concerns the terminals (8) for the polarizing supply, as well as the measuring terminals (5) to which the (electrolytic) capacitor has to be connected. The leak resistance of the capacitor under test must not be less than the data given in the following Table 2.

To avoid damage on the measuring circuit of the instrument caused by an erroneous manipulation, the powering circuit must be provided with current fuse (set on 100 mA), eventually with series resistor with the resistance value higher than 220 Ω.

Before connecting the polarizing voltage, the measuring range must be held by setting push-button (7c) to the position "RH".

Nejmenší přípustný svodový odpor elektrolytických kondenzátorů při napětí 30 V v závislosti na rozsahu – viz tab. 2.

Rozdílnost hodnot přípustného svodového odporu souvisí s velikostí kapacity kondenzátoru a se způsobem měření (paralelní nebo sériová kombinace).

6.9. Záporný údaj přístroje

Může nastat při měření objektu s imaginárním charakterem, není-li zvolena správná měřicí funkce.

Na příklad, je-li při zvolené funkci L_s připojen na svorky kondenzátor nebo při funkci C_p připojena indukčnost.

Přístroj pak udává ekvivalentní reaktanci podle vztahu

$$L_s = -\frac{1}{\omega^2 C_s} \text{ nebo } C_p = -\frac{1}{\omega^2 L_p}$$

6.10. Zbytkové parametry svorek

Čtyřsvorkové připojení měřeného objektu eliminuje v podstatě vliv přívodů, takže jejich zbytkové parametry jsou patrné jen na okrajových rozsazích, ale i tam jsou prakticky zanedbatelné.

Zbytkovou hodnotu odporu R_o a indukčnosti L_o můžeme zjistit při zkratovaných přívodech, kapacitu C_o a vodivost G_o při rozpojených přívodech. Kapacita C_o je závislá především na vzájemné vzdálenosti nestíněných konců měřících kabelů.

Zbytkové parametry se odečítají od naměřené hodnoty neznámé.

Допустимое сопротивление утечки электролитических конденсаторов при напряжении 30 В в зависимости от поддиапазона измерения (см. Таб. 2).

Отличия значений предельно-допустимого сопротивления утечки зависят от величины емкости конденсатора и от схемы измерения (параллельная или последовательная).

6.9. Отрицательное показание дисплея прибора

Такое показание может иметь место при измерении объекта с реактивным характером сопротивления при неправильно выбранном режиме измерения.

Например, при выбранном режиме измерения « L_s » в качестве измеряемого объекта включен конденсатор или в режиме « C_p » измеряемым объектом является индуктивность.

В этом случае эквивалентное реактивное сопротивление определяется по формулам:

$$L_s = -\frac{1}{\omega^2 C_s} \text{ или } C_p = -\frac{1}{\omega^2 L_p}$$

6.10. Остаточные параметры зажимов

Четырехэлектродная схема присоединения измеряемого объекта, по существу, исключает влияние выводов, в результате чего остаточные параметры сказываются только на граничных поддиапазонах, но и в этих случаях они, практически, пренебрежимо малы.

Остаточное значение сопротивления R_o и индуктивности L_o можно определить при замкнутых выводах, емкость C_o и проводимость G_o – при разомкнутых выводах. Емкость C_o зависит, прежде всего, от расстояния между неэкранированными измерительными кабелями. Остаточные параметры необходимо вычесть из измеренного значения.

Smallest permissible leak resistance of electrolytic capacitors at 30 V polarizing voltage in dependence on the range, see Table 2.

The difference in value of the permissible leak resistance is due to the magnitude of the capacitor capacitance and to the different modes of measurement (parallel or series combination).

6.9. Negative instrument indications

When an object of imaginary character is being measured and an incorrect measuring function is selected, the instrument can present a negative readout. E. g. when with the L_s function selected, a capacitor is connected to the measuring terminals, or with the C_p function set an inductor is connected to the terminals, then the instrument displays the equivalent reactance:

$$L_s = -\frac{1}{\omega^2 C_s} \text{ or } C_p = -\frac{1}{\omega^2 L_p}$$

6.10. Residual parameters of the terminals

The 4-terminal of the measured object eliminates basically the influence of the connecting leads; consequently, they affect the measurements only in the boundary ranges, but even there their influence is negligible in actual practice.

The residual value of the resistance R_o and of the inductance L_o can be ascertained when the input leads are shortcircuited, whilst that of the capacitance C_o and conductance G_o can be determined when the input leads are open. The C_o capacitance depends mainly on the distance between the unscreened ends of the measuring cables.

The residual parameters must be subtracted from the ascertained data of the measured object.

6.11. Volba pevného rozsahu

Zařazení pevného rozsahu (RH) je vhodné při opakovaném měření součástí blízkých hodnot. Zrychlí se tím měřicí doba, protože přístroj nemusí při výměně měřeného objektu znovu hledat měřicí rozsah.

Používáme rovněž při měření druhé složky (odst. 6.6.) a při měření s polarizačním napětím (odst. 6.8., 6.13), když je třeba vyřadit z činnosti automatickou volbu rozsahu.

6.12. Výstupy a vnější ovládání

Konektor na zadním panelu (9) obsahuje výstupy z číslicového a rozměrového displeje, informaci o skončení měření a vstupy pro vnější ovládání.

Vstupy pro ovládání přístroje odpovídají funkcím, které lze provádět nastavením tlačítek na panelu. Jsou to: volba měřeného parametru (R, L, C, G, D), volba měřicího kmitočtu (1 kHz, 100 Hz), měřicího napětí (1 V, 50 mV), rozsahu (AUTO, RH) a vstup pro spuštění měření a zastavení měření.

Je užitá logika TTL. Výstupy z číslicového displeje jsou v BCD kódu, informace o rozsahu je rovněž v kódovaném tvaru (3 bity). U vnějšího ovládání je kódovaná volba funkce (2 bity), ostatní ovládání je přímé.

6.11. Установка фиксированного поддиапазона

Установка фиксированного поддиапазона (RH) является целесообразной при повторном измерении параметров объектов приблизительно одинаковой величины. В результате этого сокращается время измерения, так как прибор может в процессе измерения не выбирать поддиапазон измерения.

Этот режим используется также при измерении второй составляющей (пункт 6.6.) и при измерении с напряжением поляризации (пункт 6.8., 6.13.), когда следует снять с работы автоматическую установку предела измерения.

6.12. Выходы и дистанционное управление

Разъем на задней панели (9) обеспечивает выходы дисплеев показывающих значения и размерности измеряемых величин, а также информацию об окончании измерения. Далее на разъеме предусмотрены входы сигналов дистанционного управления.

Входы управления прибором соответствуют режимам работы, которые могут быть установлены кнопками на панели. К ним относятся: установка режима измерения (R, L, C, G, D), выбор частоты измерения (1 кГц, 100 Гц), напряжения измерения (1 В, 50 мВ), диапазона (АВТО, RH) и вход для запуска измерения и прекращения измерения.

Использована логика TTL. Выходы цифрового дисплея соответствуют коду BCD, информация о диапазоне дается также в кодированном виде (3 бита). В случае дистанционного управления закодирована информация для установки режима измерения (2 бита). Остальное управление является прямым.

6.11. Selecting a fixed range

The selection of a fixed range (RH) is convenient in a repetitive measurement of several components of close values. The measurement is hastened since after every exchange of the measured object the instrument need not search again for the correct range.

Fixed ranges are used also in the measurement of the second component (item 6.6.) and in measurements with polarizing voltage employed (item 6.8.) or when certain special measurements are carried out (item 6.13.) in which case the switching off of the automatic range selection is required.

6.12. Outputs and external control

The connector (9 — Fig. 3) on the back panel contains the outputs of the digital and dimensional displays, information about the termination of a measurement and the inputs for external control.

The inputs for controlling the instrument correspond to the functions which can be carried out by setting the push-buttons on the panel: i. e. selection of the measured parameter (R, L, C, G, D), selection of the measuring frequency (1 kHz, 100 Hz), of the measuring voltage (1 V, 50 mV), of the range (AUTO, RH) and the input for starting and stopping a measurement.

The TTL logic is employed. The outputs of the digital display are in the BCD code, also the information about the dimension is in the coded form (3 bits). The function selection of the external control is coded (2 bits), the other controls are direct.

Přepnutí na vnější ovládní interfejsem se provede uzemněním vývodu (\overline{ren}). Vývody (START) a (STOP) jsou určeny pro dálkové manuální ovládní (spínačem), uzemnění (\overline{ren}) jejich činnost blokuje.

Zapojení výstupního konektoru je uvedeno na obr. 6, převodní vztahy udávají tabulky 3, 4, 5 a 6.

Převod číslic 0 až 9 z BCD (8-4-2-1) kódu

Desítková soustava		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD kód	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Tab. 3

Переключение в режим дистанционного управления через интерфейс осуществляется путем заземления вывода (\overline{ren}). Выводы (START) и (STOP) предназначены для дистанционного ручного управления (выключателем), при заземлении (\overline{ren}) их действие заблокировано.

Включение выходного разъема указано на рис. 6, передаточные отношения указывают таблицы № 3, 4, 5 и 6.

Соответствие цифр 0 – 9 битам кода BCD (8-4-2-1)

Десятичная система счисления		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Код BCD	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Таблица 3

Switching-over to external control by interface is carried out by earthing an outlet (\overline{ren}). The outlets (START) and (STOP) are intended for remote manual control (by means of a switch), earthing (\overline{ren}) blocks their operation.

Circuitry of the output connector is plotted in Fig. 6, conversion relations are shown in Tables 3, 4, 5 and 6.

Conversion of the numbers 0 to 9 from the BCD (8-4-2-1) code:

Decimal system		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD Code	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Table 3

Dekodování rozsahu z tříbitové informace R_A , R_B , R_C

Výstup	R_A	0	1	0	1	0	1	0	1
	R_B	0	0	1	1	0	0	1	1
	R_C	0	0	0	0	1	1	1	1
Rozsah		1	2	3	4	5	6	7	8

Tab, 4

Кодирование диапазона измерения в виде трехбитовой информации R_A , R_B , R_C

Выход	R_A	0	1	0	1	0	1	0	1
	R_B	0	0	1	1	0	0	1	1
	R_C	0	0	0	0	1	1	1	1
Поддиапазон		1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4

Decoding of the range from the 3-bit information R_A , R_B , R_C :

Output	R_A	0	1	0	1	0	1	0	1
	R_B	0	0	1	1	0	0	1	1
	R_C	0	0	0	0	1	1	1	1
Range		1	2	3	4	5	6	7	8

Table 4

Rozměry funkcí R, L, C, G přiřazené rozsahu 1 až 8. Vztahuje se k údajům displeje N = 1000

Размерность R, L, C, G, соответствующая диапазонам 1 - 8. Относится к показанию дисплея N = 1000

Dimensions of the functions R, L, C, G allotted to the ranges 1 to 8, referring to the display readout N = 1000:

Tab. 5
Таблица 5
Table 5

Měřicí funkce Режим измерения Measuring function	R [Ω] R (Ом)	L [H] L (Гн)		C [F] C (Ф)		G [S] G (С)
		1 kHz 1 кГц	100 Hz 100 Гц	1 kHz 1 кГц	100 Hz 100 Гц	
Rozsah Поддиапазон Range						
1	1	100 μ 100 мк	1 m 1 м	1 m 1 м	10 m 10 м	10
2	10	1 m 1 м	10 m 10 м	100 μ 100 мк	1 m 1 м	1
3	100	10 m 10 м	100 m 100 м	10 μ 10 мк	100 μ 100 мк	100 m 100 м
4	1 k	100 m 100 м	1 1	1 μ 1 мк	10 μ 10 мк	10 m 10 м
5	10 k	1	10	100 n 100 н	1 μ 1 мк	1 m 1 м
6	100 k	10	100	10 n 10 н	100 n 100 н	100 μ 100 мк
7	1 M	100	1000	1 n 1 н	10 n 10 н	10 μ 10 мк
8	10 M			100 p 100 п	1 n 1 н	1 μ 1 мк

Kódování měřicí funkce signálu fu 0 a fu 1:

Кодирование режима измерения сигналами fu 0 fu 1

Coding of the measuring functions by the signals fu 0 and fu 1:

Měřicí funkce	C	G	L	R
Vstup fu 0	0	0	1	1
fu 1	0	1	0	1

Режим измерения	C	G	L	R
Вход fu 0	0	0	1	1
fu 1	0	1	0	1

Measuring function	C	G	L	R
Input fu 0	0	0	1	1
fu 1	0	1	0	1

Tab. 6

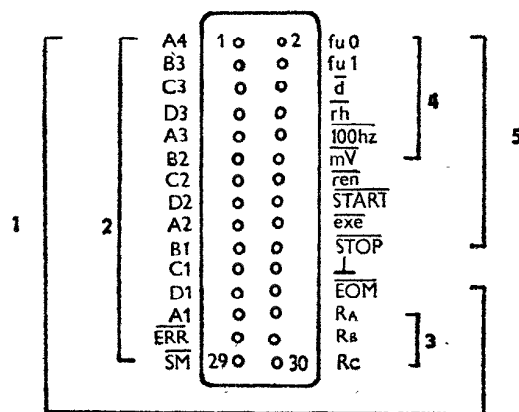
Таблица 6

Table 6

Zapojení konektorů se vstupy a výstupy (na zadním panelu)

Назначение штифтов разъема с входами и выходами (на задней панели)

Wiring of the connectors with inputs and outputs (on the back panel):



Obr. 6 Рис. 6 Fig. 6

- 1 – Výstup (údaje přístroje)
- 2 – Displej
- 3 – Rozsah
- 4 – Funkce
- 5 – Vstup (vnější ovládání)

Popis signálů

Výstupní signály:

\overline{SM} (SIGNE MINUS)
záporné znaménko výsledku

\overline{ERR} (ERROR)
chyba, překročení rozsahu

A_1, B_1, C_1, D_1 až A_4
údaj 3 1/2 místného displeje v BCD kódu

R_A, R_B, R_C (RANGE A, B, C)
kódovací signály rozsahu

\overline{EOM} (END OF MEASUREMENT)
konec měření

- 1 – выход (показание прибора)
- 2 – дисплей
- 3 – поддиапазон
- 4 – режим измерения
- 5 – вход (внешнее управление)

Описание сигналов

Выходные сигналы:

\overline{SM} (SIGNE MINUS)
– отрицательный знак результата измерения

\overline{ERR} (ERROR)
– погрешность, выход за диапазон

A_1, B_1, C_1, D_1 – A_4
– показания 3 1/2-разрядного дисплея в коде BCD

R_A, R_B, R_C (RANGE A, B, C)
– сигналы кодирования поддиапазона

\overline{EOM} (END OF MEASUREMENT)
– конец измерения

- 1 – Output (data of the instrument)
- 2 – Display
- 3 – Range
- 4 – Function
- 5 – Input (external control)

Description of the signals

Output signals:

\overline{SM} (SIGN MINUS)
Negative sign of the result

\overline{ERR} (ERROR)
Error, overranging

A_1, B_1, C_1, D_1 to A_4
Readout of the 3 1/2 digit display in the BCD code

R_A, R_B, R_C (RANGE A, B, C)
Range coding signals

\overline{EOM} (END OF MEASUREMENT)
End of a measurement

Vstupní signály:

$\overline{\text{STOP}}$

zastavení měření (manuálně)

exe (EXECUTE)

spuštění měření

$\overline{\text{START}}$

impuls pro spuštění měření (manuálně)

$\overline{\text{ren}}$ (REMOTE ENABLE)

přechod na vnější ovládání

$\overline{\text{mV}}$ (MILLIVOLT)

měřicí napětí 50 mV

$\overline{100 \text{ hz}}$

měřicí kmitočet 100 Hz

$\overline{\text{rh}}$ (RANGE HOLD)

přidržení zařazeného rozsahu

$\overline{\text{d}}$ (DISSIPATION)

měření D

fu 0, fu 1

signály pro volbu měřicí funkce

6.13. Některá zvláštní měření

a) Měření na polovodičích

Je třeba použít sníženého měřicího napětí 50 mV. Při opakovaném měření v jednom rozsahu zařadit „RH“. (Odstranit zkratovací propojku na polarizačních svorkách.)

Příklad 1: Měření napěťové závislosti kapacity přechodu diody.

Входные сигналы:

$\overline{\text{STOP}}$

- остановка процесса измерения (вручную)

exe (EXECUTE)

- запуск измерения

$\overline{\text{START}}$

- импульс для запуска измерения (вручную)

$\overline{\text{ren}}$ (REMOTE ENABLE)

- переход на дистанционное управление

$\overline{\text{mV}}$ (MILLIVOLT)

- измерительное напряжение 50 мВ

$\overline{100 \text{ hz}}$

- рабочая частота 100 Гц

$\overline{\text{rh}}$ (RANGE HOLD)

- фиксация установленного поддиапазона

$\overline{\text{d}}$ (DISSIPATION)

- измерение D

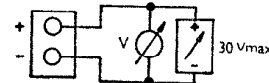
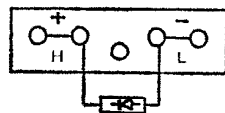
fu 0, fu 1

- сигналы для выбора режима измерения

6.13. Некоторые специальные измерения

a) Измерения полупроводниковых элементов
В этом случае следует использовать пониженное напряжение измерения, т. е. 50 мВ. При повторном измерении на одном поддиапазоне включить «RH». (Убрать короткозамыкающую перемычку на зажимах напряжения поляризации).

Пример 1: Измерение зависимости параметров перехода диода от напряжения



Input signals:

$\overline{\text{STOP}}$

Stopping of the measurement (manually)

exe (EXECUTE)

Starting of the measurement

$\overline{\text{START}}$

Pulse for starting the measurement (manually)

$\overline{\text{ren}}$ (REMOTE ENABLE)

Change-over to external control

$\overline{\text{mV}}$ (MILLIVOLT)

50 mV measuring voltage

$\overline{100 \text{ hz}}$

150 Hz measuring frequency

$\overline{\text{rh}}$ (RANGE HOLD)

Holding the selected range

$\overline{\text{d}}$ (DISSIPATION)

D measurement

fu 0, fu 1

Signals for selecting the measuring function

6.13. Certain special measurements

a) Measurements on semiconductor devices

The reduced measuring voltage must be employed (50 mV). In a repetitive measurement within one range the mode "RH" must be set. (The shorting link of the polarizing terminals must be removed).

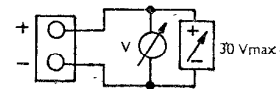
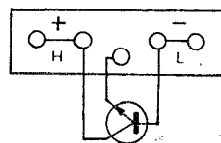
Example 1: Measurement of the voltage dependent capacitance of a diode junction

30 В макс.

Příklad 2: Měření kapacity přechodu kolektor – báze u tranzistoru

Пример 2: Измерение емкости перехода коллектор-база транзистора

Example 2: Measurement of the capacitance of the collector-base junction of a transistor



30 V макс.

b) Měření cívky se železovým jádrem s magnetizačním proudem. (Cívku natočit tak, aby nedocházelo k rušení vnějším magnetickým polem.)

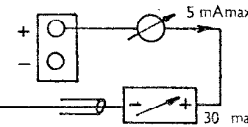
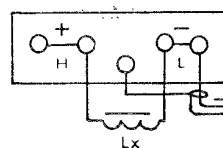
б) Измерение катушки с ферромагнитным сердечником при наличии тока подмагничивания. (Катушку следует повернуть так, чтобы исключить помехи, вводимые внешним магнитным полем).

b) Measurement of a coil with iron core and magnetizing current applied: The coil has to be turned so that interference by any external magnetic field does not take place.

Měřit při $U_{\text{měř.}} = 1 \text{ V}$. Maximální přípustný proud 5 mA.

Измерение осуществлять при $U_{\text{измер.}} = 1 \text{ V}$. Предельно-допустимый ток 5 mA.

The measurement has to be carried out with the measuring voltage of 1 V; the current must not exceed 5 mA.



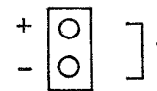
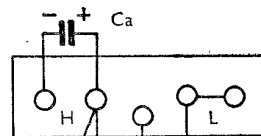
5 mA макс.

30 V макс.

c) Měření napěťové závislosti kondenzátoru s napětím větším než 30 V (max. 200 V). Měřit při $U_{\text{měř.}} = 1 \text{ V}$.

в) Измерение зависимости от напряжения емкости конденсатора при напряжении более 30 V (макс. 200 V). Измерять при $U_{\text{измер.}} = 1 \text{ V}$.

c) Measurement of the voltage dependence of a capacitor. The applied voltage is more than 30 V (maximum 200 V); the measurement has to be carried out with the measuring voltage of 1 V employed.



1 - перемычки нет

200 V макс.

1 - Propojka odstraněna

1 - Shorting links removed

Ochranný kondenzátor C_a izoluje galvanicky napájecí okruh měřicího obvodu přístroje. Je třeba, aby kapacita C_a byla minimálně $10\times$ větší než C_x a oba kondenzátory měly svodový proud menší než 1 mA při 200 V. Oba kondenzátory musí vydržet bezpečně více než 200 V, protože při jejich průrazu by mohlo dojít ke zničení měřicího okruhu přístroje.

Hodnota ochranného odporu R_a

Pro $C_x < 10 \text{ nF}$ $R_a \geq 300 \text{ k}\Omega$
 $C_x \text{ } 10 \text{ nF až } 10 \text{ }\mu\text{F}$ $R_a \geq 30 \text{ k}\Omega$

d) Měření vnitřního odporu baterie do 12 V
 Měřit při $U_{\text{měř.}} = 1 \text{ V}$

Jedná-li se o velmi malý vnitřní odpor, je třeba užít čtyř oddělených přívodů.

6.14. Dodatek k měření

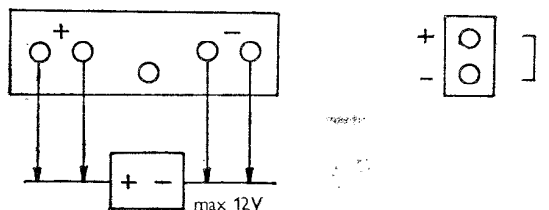
6.14.1. Přepočítání paralelních prvků na sériové a naopak

Komplexní hodnotu měřeného objektu je možno vyjádřit buď jako paralelní nebo sériovou kombinaci reálné a imaginární složky.

Разделительный конденсатор C_a гальванически отделяет цепь питания измерительной схемы прибора. Необходимо, чтобы емкость C_a была хотя бы в 10 раз больше емкости C_x и чтобы ток утечки обоих конденсаторов при напряжении 200 В был менее 1 мА. Оба конденсатора должны выдерживать напряжение 200 В, так как при их пробое может иметь место выход из строя измерительной схемы прибора. Значение гасящего сопротивления R_a

Для $C_x < 10 \text{ нФ}$ $R_a \geq 300 \text{ кОм}$
 $C_x \text{ } 10 \text{ нФ} - 10 \text{ мкФ}$ $R_a \geq 30 \text{ кОм}$

г) Измерение внутреннего сопротивления батареи до 12 В
 Измерять при $U_{\text{измер.}} = 1 \text{ В}$.



При очень малом внутреннем сопротивлении следует использовать четыре отдельных вывода.

6.14. Дополнение к измерению

6.14.1. Пересчет параллельных параметров в последовательные и наоборот

Комплексные значения измеряемого объекта можно выразить в виде параллельной и последовательной комбинации вещественной и мнимой составляющих.

The protective capacitor C_a separates galvanically the powering circuit and the measuring circuit of the instrument. It is essential that the capacitance of C_a is at least 10-times that of C_x and that both capacitors have a smaller leak current than 1 mA at 200 V. The two capacitors must be capable of carrying more than 200 V as a breakdown could cause damage to the measuring circuit of the instrument.

The magnitude of the protective resistor R_a is as follows:

For $C_x < 10 \text{ nF}$ $R_a \geq 300 \text{ k}\Omega$
 For $C_x \text{ } 10 \text{ nF to } 10 \text{ }\mu\text{F}$ $R_a \geq 30 \text{ k}\Omega$

d) Measurement of the internal resistance of batteries up to 12 V

1 - Propojka odstraněna
 1 - перемычки нет
 1 - Shorting link removed

The measuring voltage of 1 V is applicable. If the internal resistance is very low, four separate leads must be employed.

6.14. Addenda to the instructions for carrying out measurements

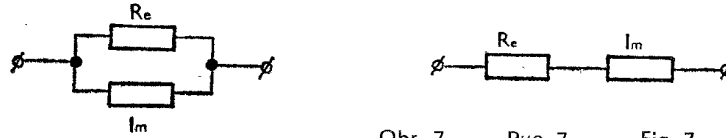
6.14.1. Conversion of parallel elements into series ones and vice versa

The complex value of an object can be expressed either as a parallel or series combination of the real and imaginary components.

Paralelní nebo sériová kombinace při vyjádření hodnoty komplexního měřeného objektu

Рис. 7. Параллельная и последовательная схемы замещения, используемые для определения параметров комплексного измеряемого объекта

Parallel or series combination for expressing the value of a measured complex object:



Obr. 7 Рис. 7 Fig. 7

Konfigurace měřicího okruhu je taková, že přístroj měří malé impedance v sériové kombinaci a velké impedance v paralelní kombinaci.

Конфигурация измерительной схемы такова, что прибор измеряет малые полные сопротивления по последовательной схеме замещения и большие сопротивления - по параллельной схеме. Для пересчета параллельной схемы в последовательную и наоборот справедливы отношения, указанные в таблице 7.

The configuration of the measuring circuit is such, that the instrument measures low impedances in series combination and high impedances in parallel combination.

Pro přepočítání paralelních prvků na sériové a naopak platí vztahy uvedené v tabulce 7.

For the conversion of parallel elements into series ones and vice-versa the relations given in the following Table 7 are applicable.

Přepočítání paralelních prvků na sériové a naopak

Пересчет параметров параллельной схемы в последовательную и наоборот

Conversion of parallel elements into series ones and vice-versa:

Tab. 7
Таблица 7
Table 7

Základní vzorec Основная формула Basic formula	Vyjádření D, Q Определение D, Q Expression of D, Q	Zjednodušení pro Упрощенная формула при Simplification for	
		$D \ll 1$	$D \gg 1$
$R_p = R_s \left(1 + \frac{1}{D^2}\right)$	$D = \frac{X_p}{R_p} \quad Q = \frac{R_p}{X_p}$	$R_p \approx R_s \frac{1}{D^2}$	$R_p \approx R_s$
$G_p = G_s \frac{1}{1 + \frac{1}{D^2}}$	$\approx \frac{\omega L_p}{R_p} =$	$G_p \approx G_s D^2$	$C_p \approx C_s$
$C_p = C_s \frac{1}{1 + D^2}$	nebo или or	$G_p \approx G_s$	$C_p \approx C_s \frac{1}{D^2}$
$L_p = L_s (1 + D^2)$	$\approx \frac{1}{\omega C_p R_p}$	$L_p \approx L_s$	$L_p \approx L_s D^2$

Základní vzorec Основная формула Basic formula	Vyjádření D, Q Определение D, Q Expression of D, Q	Zjednodušení pro Упрощенная формула при Simplification for	
		$D \ll 1$	$D \gg 1$
$R_s = R_p \frac{1}{1 + \frac{1}{D^2}}$	$D = \frac{R_s}{X_s} \quad Q = \frac{X_s}{R_s}$ $= \frac{R_s}{\omega L_s}$ <p>nebo или or</p> $= \omega C_s R_s$	$R_s \approx R_p D^2$	$R_s \approx R_p$
$G_s = G_p \left(1 + \frac{1}{D^2}\right)$		$G_s \approx G_p \frac{1}{D^2}$	$C_s \approx C_p$
$C_s \approx C_p (1 + D^2)$		$G_s \approx G_p$	$C_s \approx C_p D^2$
$L_s = L_p \frac{1}{1 + D^2}$		$L_s = L_p$	$L_s = L_p \frac{1}{D^2}$

7. MECHANICKÁ KONSTRUKCE PŘÍSTROJE

Přístroj je konstruován v typizované skříni TESLA.

Přístup do přístroje je možný po sejmutí plechového krytu. Postupujeme při tom tak, že nejprve vyšroubujeme na spodní straně 4 nožky a na zadním čele 4 upevňovací šrouby. Po sejmutí čela se uvolní plechový kryt a je možné jeho vysunutí směrem dozadu.

Je-li k plošným spojům digitální a analogové části nutný přístup ze všech stran, uvolníme vytočením aretačních šroubů horní desku a tuto vykloníme kolem otočných závěsů směrem nahoru.

Přístup dovnitř síťového zdroje je možný po odstranění šesti zajišťovacích klínek a tří šroubů,

7. МЕХАНИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Прибор сконструирован в типовом корпусе Тесла.

Доступ во внутрь прибора обеспечивается после снятия крышки из листового железа. Для снятия крышки следует сначала вывинтить четыре ножки на нижней стороне и на задней панели - четыре крепежных винта. После снятия панели освобождается крышка и ее можно выдвинуть назад.

Если следует обеспечить доступ к платам печатного монтажа цифровой и аналоговых частей со всех сторон, то для этого следует ослабить фиксирующие винты и, освободив верхнюю плату, откинуть ее вверх на поворотных петлях.

Доступ к источнику питания обеспечивается после устранения 6 предохранительных клиньев и трех винтов, которые фиксируют верх-

7. MECHANICAL DESIGN OF THE INSTRUMENT

The BM 591 automatic meter is built into a standard TESLA instrument cabinet. The circuitry of the instrument becomes accessible after the removal of the sheet-metal cover. First of all the four feet of the cabinet have to be unscrewed from its base, then the four fixing screws in the back face have to be removed. After the removal of this face, the sheet-metal cover becomes free and can be slid off by backward movement.

If it is necessary to render fully accessible the printed circuits of the digital and analog parts of the circuitry, then the lock screws of the hinged top board have to be freed and the board tilted upwards.

The mains-powered supply unit becomes accessible after removing six fixing wedges and three screws which retain the top board of the

které aretují horní desku zdroje. Desku lze odklopit nahoru bez rozpojování přívodů.

Přístup k displeji je možný zezadu po odstranění horní (digitální) desky. Odejmutí digitální desky i s rámem lze provést po uvolnění 4 šroubů v rozích a rozpojení konektorů.

Rozmístění hlavních součástí v přístroji při pohledu shora

ную крышку источника. Крышку можно откинуть вверх без необходимости распайки выводов.

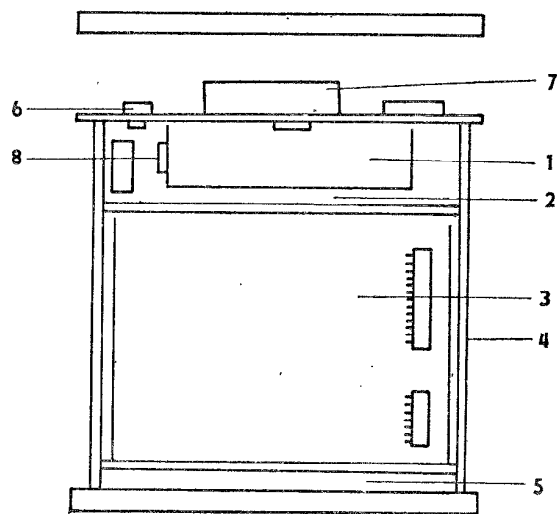
Доступ к дисплею обеспечивается сзади после устранения верхней (цифровой) платы печатного монтажа. Цифровую плату вместе с рамой можно снять после вывинчивания четырех винтов в углах и после разъединения разъемов.

Расположение основных частей прибора при виде сверху

supply. This board is hinged and can be tilted upwards without disconnecting its wiring.

The display becomes accessible from the back after taking out the top (digital) board which is removable, together with the frame, after unscrewing four screws in the corners and disconnecting its connectors.

Lay-out of the main parts of the instrument viewed from above:



Obr. 8 Рис. 8 Fig. 8

- 1 – Síťový zdroj
- 2 – Pojistka (P2) 5 V_{DC}
- 3 – Digitální deska (horní)
- 4 – Analogová deska (spodní)
- 5 – Displej
- 6 – Pojistka síťová (P1)
- 7 – E9, IO 1
- 8 – E8, IO 2

Upozornění

Přístroj neobsahuje součástky z drahých kovů.

- 1 – источник питания
- 2 – предохранитель (P2) 5 В пост.
- 3 – цифровая плата (верхняя)
- 4 – аналоговая плата (нижняя)
- 5 – дисплей
- 6 – предохранитель сетевой (P1)
- 7 – E9, IO 1
- 8 – E8, IO 2

Внимание: прибор не содержит элементов из драгоценных металлов.

- 1 – Mains-powered supply unit
- 2 – Fuse (P2) – 5 V DC
- 3 – Digital board (top)
- 4 – Analog board (bottom)
- 5 – Display
- 6 – Mains fuse (P1)
- 7 – E9, IO 1
- 8 – E10, IO 2

Note: The instrument does not contain any components made from precious metals.

8. ПОДРОБНЫЙ ПОПИС ЗАПОЈЕНИ

Základní popis funkce je uveden v kapitole 4. V následujících odstavcích jsou popsány podrobněji jednotlivé části přístroje. Elektrická schémata částí přístroje, tvořících samostatné mechanické a převážně i funkční celky, jsou uvedena v příloze.

K rychlé orientaci a snadnějšímu pochopení funkce jsou užitečná podrobná bloková schémata s vyznačenými řídicími signály na obr. 9 a 10. Tato schémata jsou sestavena z hlediska funkce; rozmístění jednotlivých funkčních celků není zcela totožné s jejich umístěním na deskách.

8.1. Analogová část (1AF 002 54)

Na desce jsou umístěny zesilovače napětového a proudového kanálu, přepínače umožňující jejich směřování do navazujícího fázového a amplitudového kanálu podle funkce a měřeného způsobu (sériový, paralelní) a úrovně měřícího napětí, obvody pro fázovou referenci, hlásič přetížení, fázový detektor, integrátor a nulový komparátor. Jsou zde rovněž všechny ovládací obvody pro FET tranzistory a 2 releové spínače, jakož i selektory pro volbu způsobu ovládaní (manuální, dálkový).

8.1.1. Snímače proudu a napětí

Vstup proudového kanálu navazuje na svorky L_1 , L_2 a je tvořen obvodem IO 1, E9, E10 a odpory 10 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω ve zpětné vazbě. Odpory jsou řazeny v závislosti na rozsahu

8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

Основное описание принципа действия прибора дано в главе 4. В следующих разделах будут более подробно описаны отдельные части прибора. Электрические схемы частей прибора, образующих самостоятельные механические, а в большинстве случаев, функциональные узлы даны в приложении. Для быстрой ориентировки и понимания принципа действия прибора даны подробные блок-схемы с указанием управляющих сигналов, которые приведены на рис. 9 и 10. Расположение отдельных функциональных узлов не всегда соответствует их расположению на платах печатного монтажа.

8.1. Аналоговая часть (1AF 002 54)

На плате установлены усилители каналов напряжения и тока, переключатели, обеспечивающие передачу сигналов в последующие фазовый и амплитудный каналы в зависимости от режима измерения и схемы замещения объектом измерения (последовательная, параллельная), а также от уровня измерительного напряжения. Плата содержит также схемы фазовой опоры, схему сигнализации перегрузки, фазовый детектор, интегратор и нулевой компаратор. Кроме того на плате расположены все элементы управления с полевыми транзисторами и два релейных ключа, как и селекторы для выбора способа управления (ручное, дистанционное).

8.1.1. Датчики тока и напряжения

Вход канала тока соединен с зажимами L_1 , L_2 и образован микросхемой IO 1, E9, E10 и сопротивлениями 10 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω в цепи обратной связи. Сопротивления включаются в зависимости от поддиапазона измерения и устанавливают

8. DETAILED DESCRIPTION OF THE CIRCUITRY

A brief description of the operation has been given already in section 4. The following description will give more details about the individual parts of the instrument which form separate mechanical and, in the majority of cases also functional units; their diagrams are in the Enclosures of this Manual.

For fast orientation and easier comprehension of the operation can serve the detailed block diagrams, with the control signals indicated, in Figs. 9 and 10. These diagrams have been compiled from the aspect of operation; the positions of the individual functional units do not tally fully with their positions on the boards.

8.1. Analog part (1AF 002 54)

This board houses the amplifiers of the voltage channel and of the current channel as well as the switches enabling their connection to the pertaining phase and amplitude channels depending on the function and the mode of measurement (series, parallel), and on the level of the measuring voltage; further circuits are those for phase reference, overloading indication, phase detection, integration and zero comparison. On this board are also accommodated all the control circuits for the FET transistors and two relay switches, as well as the selectors for choosing the control method (manual, remote).

8.1.1. Current and voltage sensors

The input of the current channel includes the terminal L_1 , L_2 and is formed by the circuit IO 1, E9, E10 and the resistors of 10 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω in the feedback loop. These resistors are cut-in depending on the range; they adjust the gain of the amplifier. The circuit crea-

a upravují zisk zesilovače. Obvod vytváří na svorkách L_i , L_u virtuální nulu (zem) pro měřicí signál, snímáním napětí na rozsahovém odporu se získává signál úměrný protékajícímu proudu měřeným objektem.

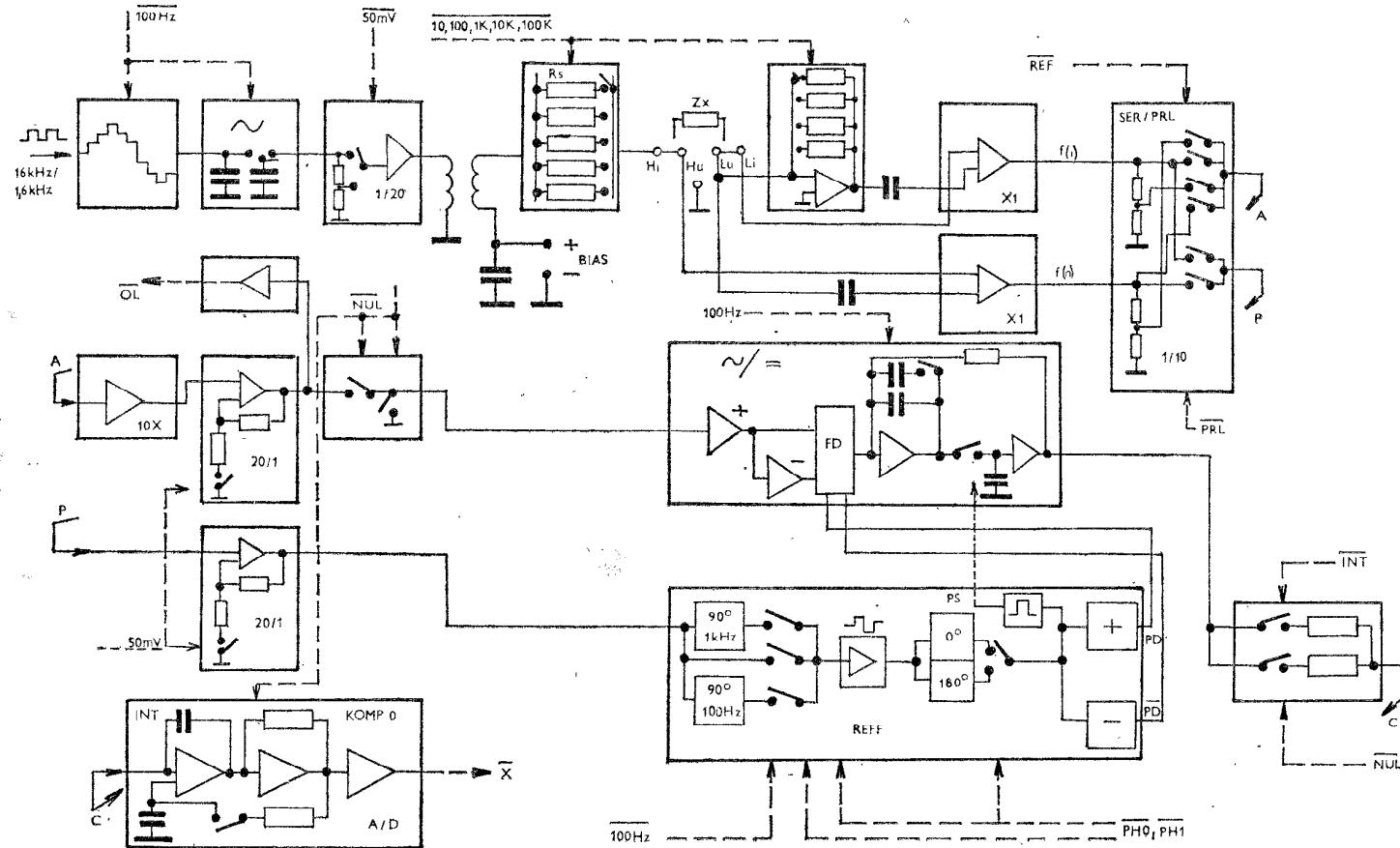
Blokové schéma analogové části

коэффициент усиления усилителя. Схема создает плавающий ноль (земля) на зажимах L_i , L_u для измерительного сигнала. В результате снятия напряжения на сопротивлении поддиапазонов получается сигнал, пропорциональный току, протекающему через измеряемый объект.

Схема электрическая структурная аналоговой части

tes a virtual zero (earth) on the terminals L_i , L_u for the measuring signal; by picking up the voltage across the range resistor a signal is obtained which is proportional to the current flowing through the measured object.

Block diagram of the analog part



Obr. 9
Рис. 9
Fig. 9

Zdvojení spínaných míst u rozsahových odporů eliminuje odpory spínačů r1, r2, E20, E22. Spínače jsou ovládány přes příslušné obvody E12, E14, E18, E19 signály R10, R100, R1K, R10K, R100K.

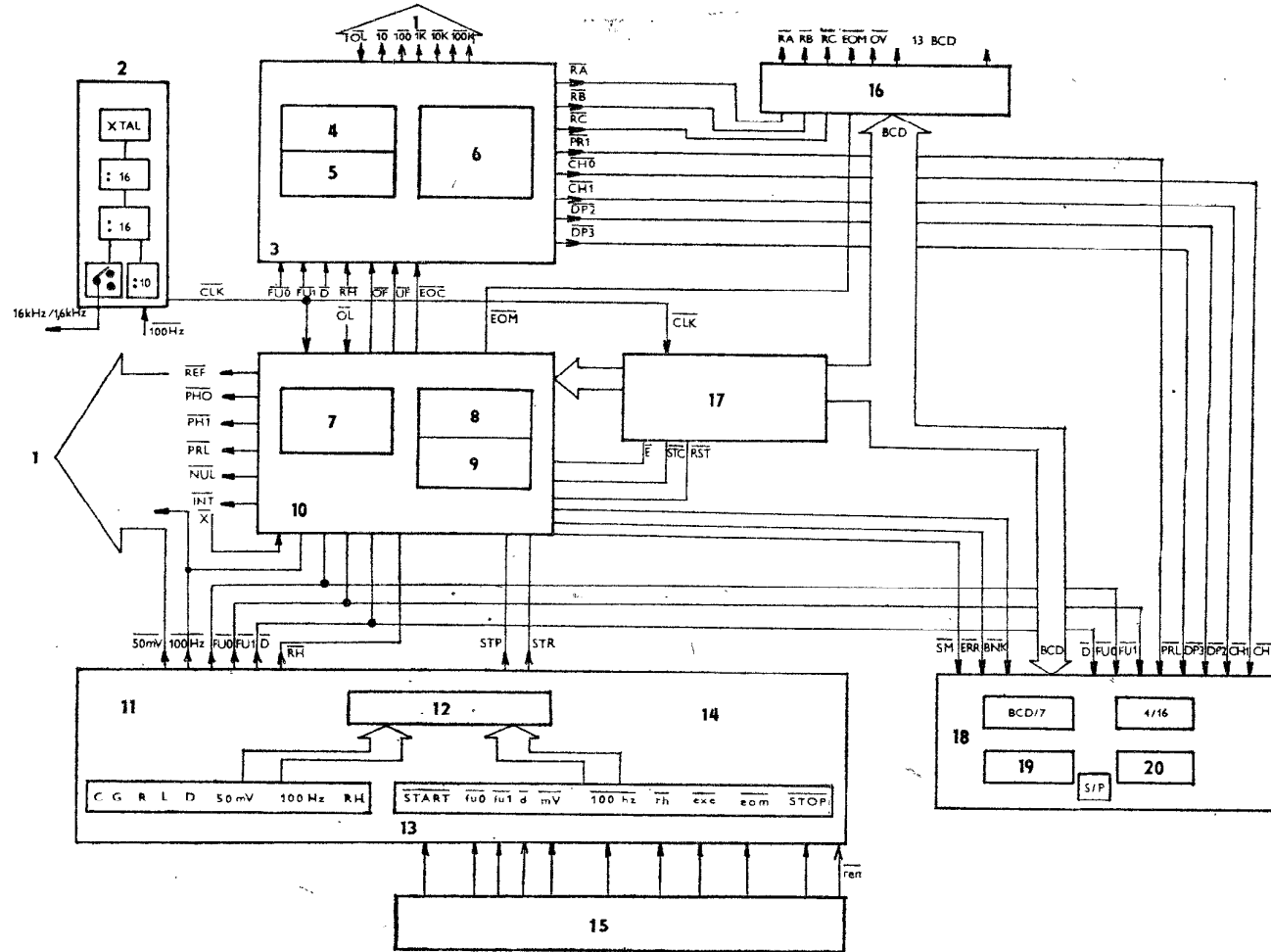
Удвоение точек присоединения у сопротивлений поддиапазона исключает сопротивление ключей r1, r2, E20, E22. Ключи управляются через соответствующие схемы E12, E14, E18, E19 сигналами R10, R100, R1K, R10K, R100K.

Doubling of the switching points at the range resistors eliminates the resistance of the r1, r2, E20, E22 switches. The switches are controlled via the pertaining circuits E12, E14, E18, E19 by the signals R10, R100, R1k, R10k, R100k.

Číslicová část

Цифровая часть

Digital part



Obr. 10
Рис. 10
Fig. 10

- 1 – Analogová část
- 2 – Kmitočtová základna
- 3 – Volba rozsahů
- 4 – Autorange
- 5 – Měřicí způsob
- 6 – Řízení rozměrů a desetinných teček

- 7 – Řízení A/D převodníku
- 8 – Tvorba dob integračních taktů
- 9 – Sled měřicího cyklu
- 10 – Řídicí logika
- 11 – Ovládání na panelu
- 12 – Multiplexer
- 13 – Přepínací ovládání
- 14 – Vnější
- 15 – Vstupní část konektarů
- 16 – Výstupní část konektoru
- 17 – Čítač/paměti
- 18 – Displej
- 19 – Číslice
- 20 – Rozměr

Vstup napětového kanálu navazuje na svorky H_u , L_u a je tvořen diferenciálním zesilovačem s obvodu IO 2, IO 3, IO 6. Shodný diferenciální zesilovač (IO 4, IO 5, IO 7) je zapojen i v proudovém kanálu. Spodní části diferenciálních zesilovačů odečítají zbytkové napětí na svorkách L_i , L_u při průtoku velkého proudu při měření malých impedancí. Děliče 1 : 10 na výstupu každého kanálu upravují úroveň napětí pro funkci převodníku.

8.1.2. Přepínače

Šest spínačů s FETy E32 až E37 volí podle programu řídicí jednotky požadovanou kombinaci pro dva navazující kanály, které jsou s orientací na jejich další funkci označeny jako amplitudový (A) a fázový (P). Řídicí signál PRL je trvalý, signál REF souvisí s činností A/D převodníku a mění se během každého měřicího cyklu.

- 1 – аналоговая часть
- 2 – задающий генератор
- 3 – установка поддиапазонов
- 4 – автоматическая установка поддиапазонов
- 5 – режим измерения
- 6 – управление размерностью и десятичными знаками
- 7 – управление аналого-цифровым преобразователем
- 8 – образование интервалов такта интегрирования
- 9 – последовательность измерительного цикла
- 10 – логика управления
- 11 – управление на панели
- 12 – мультиплексер
- 13 – старт
- 14 – блок дистанционного управления
- 15 – входная часть разъемов
- 16 – выходная часть разъемов
- 17 – счетчик запоминающего устройства
- 18 – дисплей
- 19 – цифра
- 20 – размерность

Вход канала напряжения соединен с зажимами H_u , L_u и этот канал образован дифференциальным усилителем, собранным на схемах IO 2, IO 3, IO 6. Такой же дифференциальный усилитель (IO 4, IO 5, IO 7) установлен и в канале тока. Нижние части дифференциальных усилителей отсчитывают остаточное напряжение на зажимах L_i , L_u при прохождении большого тока и измерении малых значений полных сопротивлений. Делители 1 : 10 на выходе каждого канала устанавливают уровни напряжения для правильной работы преобразователя.

8.1.2. Переключатели

Шесть ключей с полевыми транзисторами E32-E37 устанавливают требуемую комбинацию для двух связанных каналов в зависимости от программы блока управления. Эти каналы с учетом их назначения обозначены в качестве амплитудного (A) и фазового (P). Управляющий сигнал PRL является непрерывным, сигнал REF связан с работой аналого-цифрового преобразователя и меняется в течение каждого цикла измерения.

- 1 – Analog part
- 2 – Frequency base
- 3 – Range selection
- 4 – Autorange
- 5 – Measuring mode
- 6 – Control of the dimensions and decimal points

- 7 – Control of the A/D converter
- 8 – Creation of the integration cycle-times
- 9 – Sequence of the measuring cycle
- 10 – Control logic
- 11 – Control from the panel
- 12 – Multiplexer
- 13 – Control switch
- 14 – External
- 15 – Input part of the connector
- 16 – Output part of the connector
- 17 – Counter/stores
- 18 – Display
- 19 – Number
- 20 – Dimension

The input of the voltage channel includes the terminals H_u , L_u and is formed by a differential amplifier with the circuits IO 2, IO 3, IO 6. A differential amplifier of equal design (IO 4, IO 5, IO 7) is connected also in the current channel. The bottom parts of these differential amplifiers subtract the residual voltage on the terminals L_i , L_u when a heavy current flows in the measurement of low impedances. The 1 : 10 dividers in the input of each channel adjust the voltage level for the converter operation.

8.1.2. Switches

Six switches with FET transistors E32 to E37 set the required combination (in accordance with the programme of the control unit) for the two pertaining channels which, with regard to their functions, are designated: A – amplitude channel and P – phase channel. The control signal PRL is permanent; the signal REF is connected with the operation of the A/D converter and alters during each measuring cycle.

8.1.3. Amplitudový a fázový kanál

Na začátku cesty každého kanálu jsou zesilovače 20 : 1, které při sníženém měřicím napětí 50 mV zvyšují úroveň na stejnou hodnotu jako při měřeném napětí 1 V. Přepnutí na 50 mV provádějí spínače E51 a E52 buzené obvodem E50 na popud signálu mV.

Amplitudový kanál (A) vede na hlásič přetížení (IO 18, E86) a přes spínače E92 a E93 na IO 19 a IO 20, které dodávají dvojnásobné napětí fázově citlivému detektoru.

Na fázový kanál (P) navazuje jednotka referenční fáze.

8.1.4. Reference fáze

Fázový detektor vyžaduje pro svou funkci, to je rozložení signálu na reálnou a imaginární složku a získání jejich vhodné polarity, klíčovací obdélníkové napětí s posuvem fáze 0°, 90°, 180° nebo 270°.

Obvod IO 11 funguje jako posouvač fáze o 90° pro 1 kHz, IO 12 pro kmitočet 100 Hz, IO 13 a IO 14 dělají ze sinusového průběhu obdélníkový.

Logické obvody IO 23 a IO 24 vytvářejí fázový posuv 0° nebo 180°. Požadovaný fázový posuv je vytvořen sériovým zařízením zmíněných obvodů.

Fázová reference je volena signály $\overline{PH0}$, $\overline{PH1}$ a 100 Hz.

8.1.5. Hlásič přetížení usměrňovače

Hlásič přetížení sestává z okénkového komparátoru IO 18 a tranzistoru E86. Dává signál \overline{OL}

8.1.3. Амплитудный и фазовый каналы

На входе каждого канала предусмотрены усилители 20 : 1, которые при пониженном измерительном напряжении 50 мВ повышают уровень сигнала до такого же значения, как и при измерительном напряжении 1 В. Переключение в режим 50 мВ осуществляется ключами E51 и E52, возбуждаемыми схемой E50 при поступлении сигнала мВ.

Амплитудный канал (A) соединен с индикатором перегрузки (IO 18, E86) и сигнал поступает через ключи E92 и E93 на IO 19 и IO 20. Последние микросхемы обеспечивают напряжение по двухконтактной схеме, подаваемое на вход фазового детектора.

С фазовым каналом (P) связан блок фазового напряжения.

8.1.4. Фазовая опора

Фазовый детектор для своей работы, т. е. для распределения сигнала на вещественную и мнимую составляющие и для получения их необходимой полярности, нуждается в управляющем напряжении прямоугольной формы, сдвинутом по фазе на 0°, 90°, 180° или 270°.

Схема IO 11 работает в качестве фазосдвигающего на 90° сигнала 1 кГц, схема IO 12 – для сигнала 100 Гц. Микросхемы IO 13 и IO 14 преобразуют синусоидальный сигнал в прямоугольный.

Логические микросхемы IO 23 и IO 24 обеспечивают фазовый сдвиг 0° или 180°. Требуемый фазовый сдвиг обеспечивается в результате включения в последовательную цепь вышеупомянутых микросхем: Схема фазовой опоры управляется сигналами $\overline{PH0}$, $\overline{PH1}$ и 100 Гц.

8.1.5. Индикатор перегрузки, выпрямители

Индикатор перегрузки состоит из стробирующего компаратора IO 18 и транзистора E86.

8.1.3. Amplitude and phase channels

At the beginning of each channel path are amplifiers 20 : 1 which, if the reduced measuring voltage of 50 mV is employed, raise the levels to the same values as when the voltage of 1 V is used. Changing-over to 50 mV is effected by the switches E51 and E52 which are driven by the circuit E50 at the arrival of the signal mV.

The amplitude channel (A) leads to the overload signalling circuit (IO 8, E86) and, via the switches E92 and E93, to the circuits IO 19 and IO 20 which supply double-active voltage to the phase sensitive detector.

To the phase channel (P) is related the phase reference unit.

8.1.4. Phase reference

The phase detector requires for its operation (consisting of the splitting-up of the signal into a real component and an imaginary one, and for obtaining their correct polarity), a rectangular keying voltage with phase shifts of 0°, 90°, 180° and 270°.

The circuit IO 11 acts as phase shifter through 90° for the measuring frequency of 1 kHz, whereas IO 12 shifts the frequency of 100 Hz; IO 13 and IO 14 change the sinusoidal waveform into a rectangular one. The logic circuits IO 23 and IO 24 produce a phase shift of either 0° or 180°. The required phase shift is produced by series insertion of the appropriate circuits. Phase reference is selected by the signal $\overline{PH0}$, $\overline{PH1}$ and 100 Hz.

8.1.5. Overload signalling; rectifiers

The overload signalling circuit consists of a window comparator IO 18 and a transistor E86. It

logické části při velké amplitudě signálu (přetížení) v kanálu A.

Usměrnění signálu v amplitudovém kanálu provádí fázový detektor, obvod E98 až E101. Obvod (SAMPLE AND HOLD), tvořený IO 21, E103, E105, E111 a IO 22 slouží k rychlému vyhlazení usměrněného napětí. Spínač E103 řízený signálem 100 Hz mění připojením kondenzátoru C56, C57 časovou konstantu při kmitočtu 100 Hz. Krátký impuls PS otvírá při každé periodě měřeného kmitočtu spínač E105 a umožňuje tak nabití paměťového kondenzátoru C55 z obvodu IO 21. Ustáleného a vyhlazeného stavu dosáhne obvod po dvou až třech cyklech měřeného kmitočtu.

Přes spínač E75 a E76 se usměrněné napětí dostává na integrátor.

8.1.6. A/D převodník

Sestává z integrátoru IO 15, zesilovače IO 16, jenž zvětšuje strmost průchodu nulou, a nulového komparátoru IO 17. Převodník přeměňuje informaci o měřeném objektu, která je na jeho vstupu ve tvaru dvou stejnosměrných napětí ($U_{\text{měř.}}$ a $U_{\text{ref.}}$, viz obr. 11) na časový interval (T_2). Velikosti napětí $U_{\text{měř.}}$ a $U_{\text{ref.}}$ a trvání intervalu T_1 jsou voleny tak, že počet hodinových pulsů během intervalu T_2 odpovídá přímo číselné hodnotě měřeného objektu.

Měřicí cyklus převodníku sestává ze tří taktů označených jako T_0 , T_1 , T_2 . Během taktu T_0 pro-

Он вырабатывает сигнал OL логической части при чрезмерно большой амплитуде сигнала (перегрузке) в канале А.

Сигнал в амплитудном канале выпрямляется фазовым детектором – схема E98 – E101. Схема (SAMPLE AND HOLD), собранная на IO 21, E103, E105, E111 и IO 22, предназначена для быстрого сглаживания выпрямленного напряжения. Ключ E103, управляемый сигналом 100 Гц, изменяет постоянную времени при частоте 100 Гц путем подключения конденсаторов C56, C57. Короткий импульс PS отпирает с частотой измерительного напряжения ключ E105 и таким образом дает возможность зарядки запоминающего конденсатора C55 от микросхемы IO 21. Завершение переходных процессов достигается после прохождения двух или трех циклов сигнала частоты измерения. Через ключи E75 и E76 выпрямленное напряжение поступает в интегратор.

8.1.6. Аналого-цифровой преобразователь

Аналого-цифровой преобразователь состоит из интегратора IO 15, усилителя IO 16, который увеличивает крутизну сигнала в области его прохождения через ноль, и нулевого компаратора IO 17.

Преобразователь преобразует информацию об измеряемом объекте, которая имеется на его входе в виде двух напряжений постоянного тока ($U_{\text{измер.}}$ и $U_{\text{опор.}}$ – см. рис. 11) в интервал времени (T_2). Значение напряжений $U_{\text{измер.}}$ и $U_{\text{опор.}}$ а также длительность интервала T_1 выбраны с таким расчетом, чтобы количество тактовых импульсов в продолжении интервала T_2 соответствовало цифровому значению параметра измеряемого объекта.

Цикл измерения преобразователя состоит из трех тактов, обозначенных через T_0 , T_1 , T_2 . В течение интервала времени T_0 имеет место сброс интегратора, в продолжении такта T_1

supplies the signal OL for the logic part of the instrument when the amplitude of the signal in channel A is excessive.

The signal in the amplitude channel (A) is rectified by a phase detector formed by the circuit E98 to E101. The circuit (SAMPLE and HOLD) formed by IO 21, E103, E105, E111 and IO 22 serves for fast smoothing the rectifier voltage. The switch E103 controlled by the signal 100 Hz changes the time constant at the frequency of 100 Hz connecting the capacitors C56, C57. A short pulse PS opens the switch E105 in every cycle of the measuring frequency, thus enabling the charging of the store capacitor C55 of the circuit IO 21. The circuit reaches a stabilized and smoothed state after two to three cycles of the measuring frequency.

The integrator obtains the rectified voltage via the switches E75 and E76.

8.1.6. A/D converter

This circuit consists of the integrator IO 15, the amplifier IO 16 which increases the slope of the passage through zero, and of the zero comparator IO 17. The converter changes the information about the measured object (which is on its input in the form of two DC voltages, i. e. $U_{\text{meas.}}$ and $U_{\text{ref.}}$ – see Fig. 11) into a time interval (T_2). The magnitude of the voltages $U_{\text{meas.}}$ and $U_{\text{ref.}}$ and the duration of the interval T_1 are set so that the number of the clock pulses during the interval T_2 corresponds direct to the numerical value of the measured object.

The measuring cycle of the converter consists of three partial cycles marked T_0 , T_1 , T_2 . During T_0 the zeroizing of the integrator takes place, dur-

bíhá nulování integrátoru, během T_1 nabíjení, během T_2 vybíjení. Průchod nulou hlásí komparátor signálem \bar{X} .

Takty T_0 a T_1 a T_1 a T_2 jsou odděleny krátkou prodlevou, jejímž účelem je zajištění ustáleného stavu před započítáním nového taktu.

Nulování (srovnání se zemním potenciálem) se provádí v taktu T_0 u fázového detektoru a integrátoru signálem \overline{NUL} (spínače E92, E93, E75, E84). Signál \overline{INT} (spínače E75, E76) řídí takt T_1 a T_2 . Doba intervalu T_0 a T_1 je pevná, doba T_2 je proměnná v závislosti na měřeném objektu.

Nabíjecí doba T_1 se mění při přepnutí měřicí funkce (R, L, C, G) a způsobu měření (paralelní, sériové). Rovněž se upravuje nabíjecí a vybíjecí napětí v poměru 1/1, případně 1/10 pomocí přepínačů na vstupu kanálu A.

Tvorbu integračních dob T_1 , jakož i řízení převodníku a vyhodnocení intervalu T_2 provádí řídicí jednotka ve spolupráci s hlavním čítačem.

Předpokládejme, že je zařazen rozsah odpovídající paralelnímu způsobu měření. Přivede-li se na integrátor v taktu T_1 reálná složka napětí $U_{\text{měř}}$ a v taktu T_2 U_{ref} , měříme pak vodivost G. Zamění-li se $U_{\text{měř}}$ Re za $U_{\text{měř}}$ Im, pak převodník vyhodnotí kapacitu C.

Vyhodnocení vodivosti G v inverzním tvaru, to je odporu R se dosáhne přehozením sledu přivádných napětí $U_{\text{měř}}$ a U_{ref} na integrátor. Podob-

имеет место зарядка конденсатора и в продолжении такта T_2 - разрядка. Прохождение сигнала через ноль сигнализирует компаратор сигналом \bar{X} .

Такты T_0 и T_1 и T_1 и T_2 отделены небольшим промежутком для обеспечения установившегося режима перед началом следующего такта.

Сброс (установка потенциала земли) осуществляется в такте T_0 фазового детектора и интегратора с помощью сигнала \overline{NUL} (ключи E92, E93, E75, E84). Сигнал \overline{INT} (ключи E75, E76) управляет тактами T_1 и T_2 . Длительность интервалов T_0 и T_1 фиксирована в то время, как длительность интервала T_2 является переменной и зависит от измеряемого объекта.

Время зарядки T_1 изменяется при изменении режима измерения (R, L, C, G) и от схемы замещения объекта (параллельная, последовательная). Напряжение зарядки и разрядки также устанавливается в отношении 1 : 1 или 1 : 10 с помощью переключателей на входе канала A.

Время интегрирования T_1 , а также управление преобразователем и оценка интервала T_2 осуществляется блоком управления при совместной работе с главным счетчиком.

Предположим, что установлен предел, соответствующий измерению по параллельной схеме. Если на интегратор в такте T_1 подать вещественную составляющую напряжения $U_{\text{измер}}$, а в такте T_2 - $U_{\text{опор}}$, то измерятся проводимость G. Если заменить сигнал $U_{\text{измер}}$ Re сигналом $U_{\text{измер}}$ Im, то преобразователь измеряет емкость C.

Определение полной проводимости G в инвертированной форме, т. е. сопротивления R, обеспечивается в результате изменения последовательности подачи напряжения $U_{\text{измер}}$ и

ing T_1 the charging and during T_2 the discharging. The passage through zero is signalled by the comparator with the signal \bar{X} .

The partial cycles T_0 and T_1 , also T_1 and T_2 are mutually separated by short dwells, the purpose of which is to ensure a steady state before the beginning of the next basic cycle.

Zeroizing (comparison with the earth potential) of the detector and of the integrator is carried out during the basic cycle T_0 on the arrival of the signal \overline{NUL} (by means of the switches E92, E93, E75, E84). The signal \overline{INT} (the switches E75, E76) control the partial cycles T_1 and T_2 . The duration of the intervals T_0 and T_1 are fixed, that of T_2 is variable and depends on the measured object.

The charging time T_1 alters when the measuring function (R, L, C, G) is selected and depends also on the measuring mode (parallel, series). Also the charging and discharging voltages are altered at the ratio of 1 : 1 and/or 1 : 10 with the aid of switches provided at the input of channel A.

The production of integration times T_1 and the control of the converter as well as evaluation of the interval T_2 is carried out by the control unit in co-operation with the main counter.

Supposing that a range is set which corresponds to the parallel mode of measurement, when the real component U_{meas} is applied to the integrator during the partial cycle T_1 , and the voltage U_{ref} during the partial cycle T_2 , then the conductivity G will be measured. When the measurement of the real voltage changes into the measurement of the imaginary one, then the converter evaluates the capacitance C.

Evaluation of the conductance G in the inverse form, i. e. of the resistance R, can be obtained by reversing the sequence of the voltages U_{meas} and U_{ref} applied to the integrator. Similarly can

ně lze vyhodnotit indukčnost jako $L = -\frac{1}{C}$. Při-
vedou-li se na integrátor v taktu T_1 napětí $U_{\text{m.ř.}}$
 Re a v taktu T_2 $U_{\text{m.ř.}}$ Im , pak počet hodinových
pulsů N_M je úměrný činiteli ztrát D .

8.1.7. Ovládání přístroje

Přístroj je možno ovládat buď manuálně pro-
střednictvím tlačítek na panelu nebo dálkově
elektricky. Přepnutí z ručního na elektrické ovlá-
dání provedou dva selektory IO 25 a IO 26 na
popud signálu ren. Spuštění a zastavení měření
z venku pomocí spínačů při normálním ovládání
je umožněno signály \overline{STP} a \overline{STR} .

8.2. Číslicová část (1AF 002 56)

Na desce je umístěna kmitočtová základna, zdroj
měřicího signálu, logika pro řízení měřicího cyk-
lu, A/D převodníku, hledání rozsahu, řízení roz-
měrů a desetinných teček a čítač s pamětí.

8.2.1. Kmitočtová základna

Kmitočet 4096 kHz z krystalového oscilátoru (3
hradla IO 8) je pomocí čítače IO 7 snižen $16\times$.
Na výstupu dalšího čítače IO 6 se signál štěpí
na 2 cesty: v kombinaci se čtyřvstupým hradlem
IO 5 vytváří hodinový puls 32 kHz (CLK), v na-
vazujících obvodech IO 4, IO 3, IO 5 se dělí dále
na 16 kHz, případně 1,6 kHz.

$U_{\text{опор.}}$ на интегратор. Аналогично можно опре-
делить индуктивность в качестве $L = -\frac{1}{C}$.
Если на интегратор подать в такте T_1 напря-
жение $U_{\text{измер. Re}}$ и в такте T_2 - $U_{\text{измер. Im}}$, то
количество тактовых импульсов N_M пропор-
ционально коэффициенту потерь D .

8.1.7. Управление прибором

Прибором можно управлять вручную с по-
мощью кнопок на панели или электрически -
дистанционно. Переход от ручного управле-
ния к электрическому осуществляется двумя
селекторами IO 25 и IO 26 при подаче сигнала
ren. Запуск и останов процесса измерения
внешним сигналом с помощью ключей при
нормальной управлении обеспечивается сиг-
налами \overline{STP} и \overline{STR} .

8.2. Цифровая часть (1AF 002 56)

На плате установлено задающее устройство,
источник измерительного сигнала, логика
управления измерительным циклом, аналого-
цифровой преобразователь, определение под-
диапазона, управление размерностью и деся-
тичными знаками и счетчик с запоминающим
устройством.

8.2.1. Задающее устройство

Частота 4096 кГц кварцевого автогенератора
(3 вентиля IO 8) с помощью счетчика IO 7
понижается в 16 раз. На выходе следующего
счетчика IO 6 сигнал разветвляется на два
канала: в комбинации с четырехвходовым
вентилем IO 5 создается тактовый импульс
32 кГц (CLK), в остальных схемах IO 4, IO 3,
IO 5 сигнал делится далее до частоты 16 кГц
или 1,6 кГц.

be evaluated the inductance as $L = -\frac{1}{C}$. If
during the partial cycle T_1 the real measured
voltage is applied to the integrator and the ima-
ginary one during the partial cycle T_2 , then the
number of the clock pulses is proportional to the
dissipation factor D .

8.1.7. Control of the instrument

The instrument can be controlled either manual-
ly by means of the push-buttons on the panel,
or it can be controlled electrically by external
remote-control. Changing-over from the manual
to electrical control is carried out by means of
two selectors IO 25 and IO 26 on the command
of the ren. signal. Starting and stopping of the
measurement from the outside by means of
switches normal control is effected by the sig-
nals \overline{STP} and \overline{STR} .

8.2. Digital part (1AF 002 56)

On this printed circuit board are housed the
following units:

Frequency base, measuring signal supply, logic
circuits for controlling the measuring cycle, the
A/D converter, the range selection, the dimen-
sion setting and the decimal points, as well as
the counter and the stores.

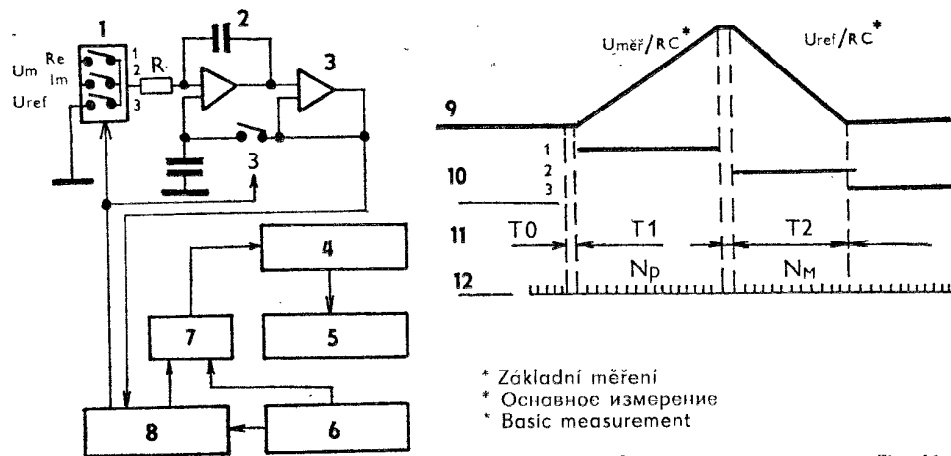
8.2.1. Frequency base

The frequency of 4096 kHz produced by a crys-
tal-controlled oscillator (3 gates of IO 8) is re-
duced 16times with the aid of the counter IO 7.
On the output of another counter IO 6 the sig-
nal is directed into two paths: by combining with
a 4-input gate IO 5 the clock pulses (CLK) of
32 kHz are formed, in subsequent circuit IO 4,
IO 3, IO 5, the signal is further divided to obtain
16 kHz or 1.6 kHz.

Způsob „Dual slope integration“ jako základ A/D převodníku pro vyhodnocení impedance

Способ «Dual slope integration», являющийся основным принципом действия аналого-цифрового преобразователя для определения полного сопротивления

Dual slope integration method as basis of the A/D converter operation for impedance evaluation:



Obr. 11 Рис. 11 Fig. 11

Základní měření
Inverzní měření
D

$$N_M = N_{p1} \cdot U_{ref} / U_{měř.}$$

$$N_M = N_{p2} \cdot U_{měř.} / U_{ref}$$

$$N_M = N_{p3} \cdot U_{měř.} \cdot Re / U_{měř.} \cdot I_m$$

Основное измерение
Инверсное измерение
D

$$N_M = N_{p1} \cdot U_{опор.} / U_{изм.}$$

$$N_M = N_{p2} \cdot U_{изм.} / U_{опор.}$$

$$N_M = N_{p3} \cdot U_{изм.} \cdot Re / U_{изм.} \cdot I_m$$

Basic measurement
Inverse measurement
D

$$N_M = N_{p1} \cdot U_{ref} / U_{meas}$$

$$N_M = N_{p2} \cdot U_{meas.} / U_{ref}$$

$$N_M = N_{p3} \cdot U_{meas.} \cdot Re / U_{meas.} \cdot I_m$$

- 1 – Selektor
- 2 – Integrátor
- 3 – Komparátor
- 4 – Čítač
- 5 – Displej
- 6 – Hodiny
- 7 – Hradlo
- 8 – Řídící jednotka
- 9 – Průběh napětí na integrátoru
- 10 – Sepnutý spínač
- 11 – Takt
- 12 – Hodiny

- 1 – селектор
- 2 – интегратор
- 3 – компаратор
- 4 – счетчик
- 5 – дисплей
- 6 – тактовой генератор
- 7 – вентиль
- 8 – блок управления
- 9 – форма напряжения
- 10 – включенный ключ
- 11 – такт
- 12 – тактовые импульсы

- 1 – Selector
- 2 – Integrator
- 3 – Comparator
- 4 – Counter
- 5 – Display
- 6 – Clock
- 7 – Gate
- 8 – Control
- 9 – Voltage on the integrator
- 10 – Closed switch
- 11 – Partial cycle
- 12 – Clock

8.2.2. Zdroj měřicího signálu

Posuvný registr IO 2 s hradly IO 3, váhovými odpory, tranzistory E6, E7 vytváří sinusový schodový signál ze 16ti kroků o kmitočtu 1 kHz, případně 100 Hz. Časová konstanta vyhlazovacího filtru tvořeného obvody s C2 a C6 se zvětšuje při měřeném kmitočtu 100 Hz připojením C3, C5 přes spínače E1, E4 na popud signálu 100 Hz. Mezi výstupem filtru a budícím stupněm IO 9, E10, E11 je zapojen napěťový dělič, který při volbě 50 mV sníží $20\times$ úroveň měřicího napětí (řídící signál mV). Přes oddělovací transformátor, jenž provádí impedanční přizpůsobení a zároveň umožňuje přivedení polarizačního napětí, přichází signál na měřicí svorku H_i. Odpory R29 až R32 jsou řazeny jedním z relé RI 1 až RI 4 v závislosti na rozsahu řídicími signály R10, R100, R1K, R10K.

Rozsahové odpory mají jednak ochranný účel, při sériovém měření udržují mimo to přibližně režim konstantního proudu v měřicím okruhu.

8.2.3. Hlavní čítač s pamětí

Čítač vykonává následující funkce:

- Zúčastní se ve tvorbě integrační doby T_1 – čítá hodinové pulsy do předvoleného počtu 100, 1000, 159 nebo 1591;
- Vyhodnocuje číselně naměřenou hodnotu – čítá hodinové pulsy během taktu T_2 ;

8.2.2. Источник измерительного сигнала

Сдвиговой регистр IO 2 с вентилями IO 3, весовыми сопротивлениями, транзисторами E6, E7 вырабатывает синусоидальный ступенчатый сигнал частотой 1 кГц или 100 Гц, состоящий из 16 ступеней. Постоянная времени сглаживающего фильтра, создаваемого схемами с C2 и C6, увеличивается при установке частоты измерения 100 Гц путем подключения емкостей C3, C5 ключами E1, E4 при поступлении сигнала 100 Гц. Между выходом фильтра и каскадом возбуждения IO 9, E10, E11 установлен делитель напряжения, который при установке 50 мВ в 20 раз уменьшает уровень измерительного напряжения (управляющий сигнал mV). Через буферный трансформатор, предназначенный для согласования сопротивлений и обеспечения возможности подачи напряжения поляризации сигнал поступает на измерительный зажим H_i. Сопротивления R29 – R32 включаются одним из реле RI1 – RI4 в зависимости от поддиапазона, что определяется сигналами R10, R100, R1K, R10K. Сопротивления R_R (Рис. 1) предназначены, с одной стороны, для защиты генератора, а с другой стороны, при измерении параметров объекта при последовательной схеме они обеспечивают приблизительно режим постоянного тока в измерительной цепи.

8.2.3. Главный счетчик с запоминающим устройством

Счетчик выполняет следующие функции:

- принимает участие в определении времени интегрирования T_1 , т. е. он считает тактовые импульсы до установленного значения 100, 1000, 159 или 1591,
- показывает в цифровом виде измеренное значение, т. е. считывает тактовые импульсы в течение такта T_2 .

8.2.2. Supply of the measuring signal

The shift register IO 2 (with the gates IO 3, weight resistors and transistors E6, E7), produces a sinusoidal staircase signal made up from 16 steps of 1 kHz or 100 Hz frequency each. The time constant of the smoothing filter, formed by circuits with C2 and C6, increases at the measuring frequency of 100 Hz by the connection of C3 and C5 via the switches E1, E4 at the arrival of the signal 100 Hz. Between the output of the filter and the driving stage IO 9, E10, E11 there is a voltage divider which, when 50 mV is selected, reduces 20 times the level of the measuring signal (control signal mV). The signal reaches the measuring terminal H_i via an insulation transformer which serves for impedance matching and simultaneously enables the application of a polarizing voltage. The resistors R29 to R32 are switched by one of the relays RI 1 to RI 4, depending on the range to be set by means of the control signals R10, R100, R1K, R10K.

The range resistors serve as protection and, in series measurements, they maintain approximately constant current mode in the measuring circuit.

8.2.3. Main counter and stores

The counter carries out the following functions:

- Takes part in forming the integration time T_1 – counts the clock pulses until the preset total of 100, 1000, 159 or 1591 is reached.
- Evaluates numerically the measured value – counts the clock pulses during the partial cycle T_2 .

c) Registruje číselné hodnoty 180, 200 a 2000 během taktu T_2 a tak vytváří rozhodující povely pro řízení automatické volby rozsahu;

Skládá se z desítkových čítačů (IO 31, IO 32, IO 33) a klopného obvodu IO 44. Na čítač navazují paměti (IO 41, IO 42, IO 43, IO 44), kde je uchovávána informace o naměřené hodnotě v binárním kódu před předáním na dekodéry segmentovek. Přenos na displej nastane při příchodu signálu \bar{E} z řídicí části, paralelně pomocí signálů A_1, B_1, C_1, D_1 až A_4 .

8.2.4. Řízení měřicího procesu

Měřicí cyklus přístroje probíhá podle algoritmu zjednodušeně znázorněného na obr. 12 (podrobně v odst. 10 obr. 13).

Nenalezá-li se hodnota měřeného objektu ve správném rozsahu, např. při opakovaném měření při stisknutí tlačítka (RH), je měřicí cyklus v podstatě určen taktu A/D převodníku, jak je popsáno v odst. 8.1.6. Je-li naměřená hodnota mimo rozsah, vstoupí v činnost jednotka automatické volby rozsahu (autorange), která postupně přepíná rozsahové odpory v analogové části směrem nahoru nebo dolů, až je nalezen správný rozsah. Je-li správný rozsah nalezen, činnost obvodu pro automatickou volbu rozsahu se vyřadí a měření se opakuje podle zkráceného cyklu.

в) регистрирует цифровые значения 180, 200 и 2000 во время такта T_2 и таким образом вырабатывает команды для управления схемой автоматического выбора поддиапазонов.

Делитель состоит из десятичных счетчиков (IO 31, IO 32, IO 33) и триггера IO 44. Со счетчиком соединены запоминающие устройства (IO 41, IO 42, IO 43, IO 44), в которых хранится информация об измеренном значении в виде двоичного кода перед передачей этой информации на дисплей. Передача сигнала на дисплей имеет место при поступлении сигнала \bar{E} от управляющего блока. Сигналы передаются в параллельной форме в виде от A_1, B_1, C_1, D_1 до A_4 .

8.2.4. Управление процессом измерения

Измерительный цикл прибора протекает в соответствии с алгоритмом, который в упрощенном виде дан на рис. 12 (подробно см. раздел 10 - рис. 13).

Если параметры измеряемого объекта соответствуют установленному поддиапазону (например, при повторном измерении и при нажатой кнопке RH), то цикл измерения, по существу, определяется тактами аналого-цифрового преобразователя в соответствии со сказанным в разделе 8.1.6. Если измеряемый параметр выходит за установленный поддиапазон, то начинает работать блок автоматической установки поддиапазона измерения (autorange) который постепенно переключает сопротивление поддиапазонов в аналоговой части в направлении возрастания или уменьшения до нахождения правильного предела. Если правильный поддиапазон найден, то работа схемы автоматической установки поддиапазона измерения прекращается и процесс измерения повторяется по сокращенному циклу. Управление последовательностью из-

c) Records the numerical values 180, 200, 2000 during the partial cycle T_2 and creates thus decisive commands for controlling the automatic range selection.

The main counter consists of decimal counters (IO 31, IO 32, IO 33) and a flip-flop circuit (IO 44). To the counter are connected stores (IO 41, IO 42, IO 43, IO 44), which store information about the measured value in the BCD code, before it is passed-on to the decoders of the 7-segment display tubes. Transfer to the display takes place at the arrival of the \bar{E} signal from the control part, in parallel with the aid of the A_1, B_1, C_1, D_1 to A_4 signals.

8.2.4. Control of the measuring procedure

The measuring cycle of the instrument takes place according to the algorithm, the simplified form of which is given in Fig. 12 (or in item 10 in Fig. 13).

When the value of the measured object is within the correct range, e. g. in a repetitive measurement with the push-button (RH) depressed, the measuring cycle is basically determined by the partial cycles of the A/D converter as described in item 8.1.6. However, if the measured value is beyond the set range, the unit for automatic range selection becomes operative. This autorange system switches over successively the resistors in the analog part either upwards, or downwards, until the correct range is found. As soon as this is the case, the operation of the automatic range selection system ceases and the measurement is repeated according to the shortened cycle. The flow of the measuring cycle is con-

Rízení sledu měřicího cyklu provádějí obvody IO 12 až IO 17, IO 25, IO 26, IO 45.

Informace pro řízení měřicího cyklu v závislosti na zvolené funkci a kmitočtu jsou uloženy v paměti PROM IO 46.

Průběh měřicího cyklu přístroje

мерительного цикла обеспечивается с помощью схем IO 12 - IO 17, IO 25, IO 26, IO 45.

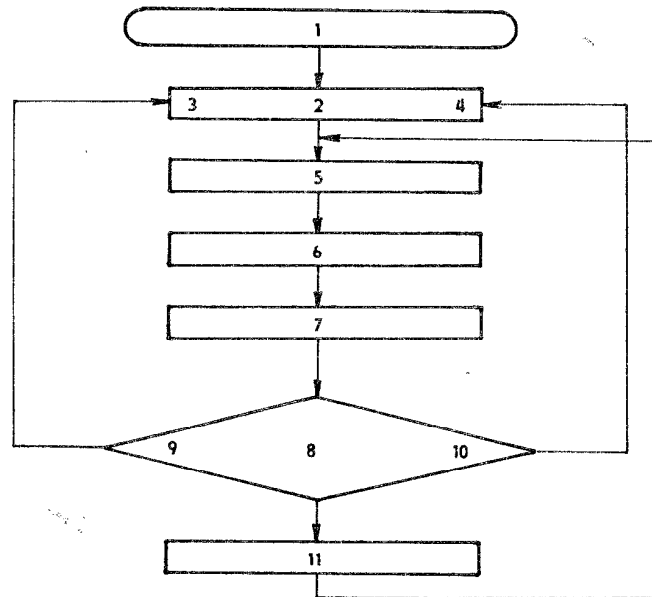
Информация для управления измерительным циклом в зависимости от выбранного режима измерения и рабочей частоты хранится в программируемом запоминающем устройстве IO 46.

Измерительный цикл прибора

trolled by the circuits IO 12 to IO 17, IO 25, IO 26 and IO 45.

Information required for controlling the measuring cycle depending on the selected function and frequency are stored in the PROM store IO 46.

Flow chart of the measuring cycle:



Obr. 12
Рис. 12
Fig. 12

- 1 - Volba funkce; spuštění měření
- 2 - Rozsah
- 3 - Dolů
- 4 - Nahoru
- 5 - Vyhodnocení složky pro takt T_1
- 6 - Vyhodnocení složky pro takt T_2
- 7 - Vyhodnocení měřeného objektu R (L, C, G)
- 8 - Hodnota leží v rozsahu
- 9 - Pod (180)
- 10 - Nad (2000)
- 11 - Přenos na displej

- 1 - выбор режима измерения, запуск процесса измерения
- 2 - поддиапазон
- 3 - вниз
- 4 - вверх
- 5 - определение составляющей для такта T_1
- 6 - определение составляющей для такта T_2
- 7 - определение измеряемого параметра объекта R (L, C, G)
- 8 - значение находится в пределах
- 9 - ниже (180)
- 10 - выше (2000)
- 11 - передача на дисплей

- 1 - Function selection; starting the measurement
- 2 - Range
- 3 - Down
- 4 - Up
- 5 - Component evaluation for partial cycle T_1
- 6 - Component evaluation for partial cycle T_2
- 7 - Evaluation of the measured object R (L, C, G)
- 8 - The value lies within the range
- 9 - Under (180)
- 10 - Above (2000)
- 11 - Transfer to the display

8.2.5. Automatické hledání rozsahu

Nevydá-li komparátor během taktu T_2 , když čítač již napočítal 2000 hodinových pulsů, signál \bar{X} (průchod napětí na integrátoru nulou), znamená to (při sériovém měření), že vstupní napětí na integrátoru je příliš velké a že tedy zařazený rozsah je nízký. To je oznámeno signálem \bar{OF} z řídicí části vratnému čítači IO 49 a ten zařadí rozsah o jeden krok vyšší a měřicí cyklus se opakuje.

Podobně, byl-li vydán signál \bar{X} dříve, než čítač napočítal 180 hodinových pulsů, signál \bar{UF} z řídicí části dá vratnému čítači popud k zařazení rozsahu o jeden krok nižšímu.

8.2.6. Řízení rozměrů a desetinných teček

Rozměř naměřené hodnoty indikuje matice šestnácti svítivých diod a dvě desetinné tečky. Informace o příslušném rozměru a desetinné tečce se v závislosti na zařazené funkci, kmitočtu a rozsahu vybere z paměti PROM (IO 48) a pomocí čtyř signálů (CH_0 , CH_1 , DP_2 , DP_3) předá jednotce displeje. Rozsahovou část a řízení zobrazovače tvoří obvody IO 18, IO 19, IO 28, IO 29, IO 37 až IO 39 a IO 48, IO 49.

8.3. Zobrazovač (1AF 002 55)

Deska je umístěna u předního panelu a obsahuje zobrazovací prvky a jejich pomocné obvody.

Číselnou hodnotu naměřené veličiny znázorňují

8.2.5. Автоматический выбор поддиапазона измерения

Если компаратор в течение такта T_2 , когда счетчик уже насчитал 2000 тактовых импульсов, не выдает сигнал \bar{X} (прохождение напряжения интегратора через ноль), то это означает (при измерении объекта по последовательной схеме измерений), что входное напряжение на интеграторе очень велико и что установленный поддиапазон низок. Такое состояние сигнализируется сигналом \bar{OF} от управляющего блока к реверсивному счетчику IO 49, который устанавливает следующий высший поддиапазон и измерительный цикл повторяется. Аналогично, если сигнал \bar{X} выдан раньше момента, когда счетчик насчитал 180 тактовых импульсов, то сигнал \bar{UF} от управляющей части дает команду реверсивному счетчику для установки следующего низшего разряда.

8.2.6. Управление размерностью и десятичными знаками

Размерность измеряемого параметра изображается матрицей из 16 светодиодов и двух десятичных знаков. Информация о соответствующей размерности и десятичном знаке в зависимости от установленного режима измерения частоты и поддиапазона выбирается из запоминающего устройства (IO 48) и с помощью четырех сигналов (CH_0 , CH_1 , DP_2 , DP_3) передается в блок дисплея. Часть установки поддиапазона и управления дисплеем собрана на микросхемах IO 18, IO 19, IO 28, IO 29, IO 37 ÷ IO 39 и IO 48, IO 49.

8.3. Дисплей (1AF 002 55)

Плата расположена у передней панели и содержит элементы изображения и их вспомогательные схемы.

Цифровое значение измеряемого параметра

8.2.5. Automatic range selection

If during the partial cycle T_2 the comparator does not issue the signal \bar{X} when the counter recorded already 2000 clock pulses (the voltage on the integrator passes through zero), then, in a series measurement, the input voltage of the integrator is too high, i. e. the set range is too low. This fact is reported by the control part, by means of the signal \bar{OF} , to the reversing counter IO 49 which sets the range one step higher; then the measuring cycle is repeated. Similarly, if the signal \bar{X} is issued before the counter recorded 180 clock pulses, then the control unit orders the reversing counter by means of the signal \bar{UF} to set the range which is by one step lower.

8.2.6. Control of the dimensions and decimal points

The dimension of the measured value is indicated by a matrix of 16 LEDs and two decimal points. The information of the pertaining dimension and decimal point depending on the set function, frequency and range is obtained from the PROM store (IO 48) and is passed on to the display unit with the aid of four signals (CH_0 , CH_1 , DP_2 , DP_3). The range part and the control section of the display is formed by the circuits IO 18, IO 19, IO 28, IO 29, IO 37 to IO 39 and IO 48, IO 49.

8.3. Display unit (1AF 002 55)

This board is situated in the front part of the instrument and houses the display elements and their auxiliary circuits.

The numerical value of the measured variable is

sedmисegmentovky IO 1, IO 2, IO 3, IO 4. První segmentovka, zobrazující číslici 0, 1 nebo znaménko (-) minus, je ovládána přes hradlo IO 8, ostatní přes dekodéry IO 5, IO 6, IO 7. Číselný údaj přichází na dekodéry v BCD kódu z paměti hlavního čítače. Řídící signály (DP₂, DP₃) ovládají desetinné tečky, signál (SM) rozsvěcuje znaménko minus. Signál (ERR) rozsvícením všech středních vodorovných čárek indikuje přetížení, signál (BNK) zhasíná displej.

Indikace rozměru je provedena rozsvícením jedné ze šestnácti diod E8 až E23 ovládaných přes demultiplexer IO 10 pomocí signálů (CH₀, CH₁, FU₀, FU₁).

Způsob měření indikují diody E24, E25 řízené přes tranzistory E26, E27 signálem (R_c).

8.4. Napájecí zdroj (1AN 291 37)

Je připevněn na zadním panelu a sestává ze síťového transformátoru, usměrňovače (spodní deska) a stabilizátoru (horní deska). Nežádoucí chřev vnitřku přístroje snižuje umístění chladičho žebra s výkonovým tranzistorem E8 a integrovaným stabilizátorem IO 1 vně na zadním panelu.

Zdroj dodává dvě nezávislá napětí a to 5 V pro napájení logických obvodů a displejů a ± 15 V pro napájení analogové části.

Tyristor E7 slouží jako přepětová ochrana napájecího napětí 5 V pro logické obvody. Nastane-li přepětí, sepne tyristor a protékajícím proudem proti zemi se přeruší pojistka P2.

изображается с помощью семисегментных цифровых индикаторов IO 1, IO 2, IO 3, IO 4. Первый индикатор, изображающий цифры 0, 1 или знак (-), управляется через вентиль IO 8. Остальные - управляются через декодирующие схемы IO 5, IO 6, IO 7. Цифровая информация поступает на декодирующие схемы в коде BCD от запоминающего устройства главного счетчика. Управляющие сигналы (DP₂, DP₃) управляют десятичными знаками, сигнал (SM) зажимает знак минус. Сигнал (ERR) сигнализирует перегрузку, причем зажигаются все центральные горизонтальные линии индикаторов. Сигнал (BNK) гасит дисплей.

Индикация размерности осуществляется путем зажигания одного из 16 диодов E8-E23, управляемых через дешифратор IO 10 сигналами (CH₀, CH₁, FU₀, FU₁).

Режим измерения определяется диодами E24, E25, которые управляются сигналом (R_c) через транзисторы E26, E27.

8.4. Источник питания (1AN 291 37)

Источник питания установлен на задней панели и состоит из сетевого трансформатора, выпрямителя (южная плата) и стабилизатора (верхняя плата). Радиатор с мощным транзистором E7 и интегральным стабилизатором IO 1 установлены на задней панели вне прибора с целью исключения перегрева внутренней части прибора.

Источник питания обеспечивает два независимых напряжения, а именно, 5 В для питания логических микросхем и дисплеев и ± 15 В для питания аналоговой части.

Тиристор E7 является защитой от перенапряжения схем, питаемых напряжением 5 В - логических схем. При повышении этого напряжения срабатывает тиристор и в результате протекающего на землю тока перегорает предохранитель P2.

presented by 7-segment display tubes IO 1 to IO 4. The first tube displays either 0 or 1, or the minus sign and is controlled via the gate IO 8; the others are controlled via the decoders IO 5, IO 6, IO 7. The numerical information arrives from the store of the main counter to the decoders in the BCD form. The control signals DP₂, DP₃ control the decimal points, the signal SM lights up the minus sign. The signal ERR signals overloading by lighting up all the horizontal centre bars; the signal BNK extinguishes the display.

The dimension of the measured object is displayed by the lighting up of one of the 16 LEDs E8 to E23 which are controlled via multiplexer IO 10 with the aid of the signals CH₀, CH₁, FU₀, FU₁.

The measuring mode is indicated by the diodes E24, E25 controlled via transistors E26, E27 by the signal R_c.

8.4. Power supply (1AN 291 37)

This unit is mounted on the back panel and consists of a mains-powered transformer, rectifiers (bottom board) and a stabilizer (top board). Undesirable heating of the instrument is reduced by mounting the heat sink together with the power transistor E7 and the integrated stabilizer IO 1 externally on the back panel.

The power supply unit supplies two mutually independent voltages: 5 V for powering the logic circuits and the displays, and ± 15 V for powering the analog parts.

The thyristor E7 serves as overvoltage protection of the 5 V powering voltage for the logic circuits. In the case of an overvoltage, the thyristor closes and the current flowing to earth blows the fuse P2.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU

9.1. Mechanická údržba

Mimo tlačítkové přepínače neobsahuje přístroj pohyblivé části a není u něho proto třeba provádět žádnou mechanickou údržbu. Pracuje-li přístroj v prašném prostředí, je vhodné občas odstranit vyfouknutím prach, usazený zejména v blízkosti větracích otvorů.

9.2. Nevystavovat přístroj velkým teplotním změnám a otřesům

S ohledem na udržení dlouhodobé stability, která je závislá především na vnitřních přesných odporoch, není vhodné vystavovat přístroj velkým teplotním rozdílům.

9.3. Dostavení vnitřních normálů

Je nepravděpodobné i po několika letech provozu, že hodnota vnitřních odporových normálů, na nichž závisí přesnost měření, by se změnila natolik, aby chyba přístroje byla větší než připouštějí technické podmínky. Stane-li se tak přece a jsou-li k dispozici srovnávací normály v potřebném množství a přesnosti, je možno vnitřní normály (přesné odpory určující zesílení) dostavit příslušnými trimry. Srovnávací normály musí být cejchovány na kmitočtu 100 a 1000 Hz. Normály a dostavovací trimry jsou umístěny na ana-

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ

9.1. Механический уход

Кроме кнопочных переключателей прибор не содержит движущихся частей и поэтому не нуждается в механическом уходе. При работе прибора в пыльной среде целесообразно время от времени выдувать пыль, осевшую, главным образом, на вентиляционных отверстиях и около них. Не следует подвергать прибор сотрясениям и ударам.

9.2. Влияние условий хранения

С целью обеспечения длительной стабильности, которая определена, главным образом, точными сопротивлениями, целесообразно подвергать прибор значительным перепадам температуры.

9.3. Установка внутренних образцовых мер

Точность измерения прибора зависит в основном от встроенных в прибор образцовых мер сопротивления. Маловероятно, что и после нескольких лет работы сопротивление этих внутренних образцовых мер изменилось бы настолько, чтобы погрешность прибора вышла за допустимые пределы, указанные в технических условиях. Если все же имеется такое изменение и если в распоряжении потребителя имеются нужные внешние образцовые средства сравнения, обладающие требуемой точностью, то можно встроенные меры (точные сопротивления, определяющие коэффициент усиления) регулировать до нужного значения с помощью соответствующих подстроечных сопротивлений. Образцовые меры для сравнения должны быть калиброваны на частоте 100 и 1000 Гц. Встроенные меры и подстроечные сопротивления установлены на аналоговой плате. Соответствие подстроечных сопро-

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE

9.1. Mechanical maintenance

With the exception of push-button switches, the instrument does not contain movable components and thus it does not require any mechanical maintenance. If the instrument is used in dusty environment, it is advisable to remove the dust occasionally, especially near the air vents.

9.2. Excessive temperature changes, shocks and vibrations must be avoided

With regard to the necessity of maintaining long-term stability which depends first of all on the built-in standard precision resistors, it is essential to avoid large temperature variations.

9.3. Readjustment of the built-in standards

It is not probable, even after a long-term use (for many years) that the values of the built-in standards (on which the precision of the instrument is based) would alter to such an extent that the errors in measurement would exceed the permissible limits (item 3.3). Should it after all happen, and the required standards are available in the required quantity and precision, the built-in standards (precision resistors for gain determination) can be readjusted with the aid of the pertaining trimmers. The employed reference standards must be calibrated at 100 Hz and 1000 Hz. The built-in standards and readjusting trimmers are housed on the analog board; the

logové desce, přiřazení trimrů k příslušným rozsahům je uvedeno v odstavci 10, tab. 20. Nastavení rozsahových odporů se provede při funkci R podle normálu 1Ω , 10Ω , 100Ω , $1 \text{ k}\Omega$ a při funkci G podle normálu $1 \mu\text{S}$ a $0,1 \mu\text{S}$, případně při funkci C podle normálu 1000 pF a 100 pF na měřicím kmitočtu 1000 Hz . Tím jsou nastaveny všechny rozsahy na všech funkcích. Nastavení některých rozsahů (2 a 5, 3 a 6, 4 a 7) je společné.

Dostavení nuly integrovaných obvodů připadá v úvahu jen při výměně těchto obvodů, rovněž tak dostavení fázového posuvu 90° při výměně součástí příslušného obvodu. Kontrolu (dostavení) fázového posuvu provedeme pomocí styroflexového kondenzátoru s malými ztrátami o hodnotě kolem 10 nF , jež připojíme na měřicí svorky. Při funkci C nastavíme pomocí trimrů R106, R107 údaj jeho ztrát D na hodnotu 0000 až 0001.

10. POKYNY PRO OPRAVY

10.1. Všeobecně

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 eventuálně i jiných vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

тивлений отдельным пределам приведено в разделе 10, табл. 20. Установка сопротивлений R_z , рис. 1 осуществляется в режиме измерения R по обр. мерам 1 Ом , 10 Ом , 100 Ом , 1 кОм и в режиме измерения G по мерам 1 мкС и $0,1 \text{ мкС}$, в режиме измерения C по эталону 1000 пФ и 100 пФ и при измерительной частоте 1000 Гц . В результате этого установлены все пределы при всех режимах измерения. Установка некоторых поддиапазонов (2 и 5, 3 и 6, 4 и 7) является общей.

Установка нуля интегральных микросхем должна осуществляться только при замене этих микросхем. Аналогично установка фазового сдвига 90° необходима только при замене элементов соответствующей схемы. Контроль (установка) фазового сдвига осуществляется с помощью стирофлексного конденсатора, обладающего малыми потерями, емкость которого равна 10 нФ . Этот конденсатор следует подключить к измерительным зажимам. В режиме C установить с помощью подстроечных сопротивлений R106, R107 показание коэффициента потерь D в пределах 0000-0001.

10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

10.1. Общие указания

Прибор подвергается на заводе-изготовителе строгому контролю качества деталей и регулировки схем. Процессу разработки уделяется большое внимание и в ряде случаев используются специальные технологические процессы с целью сохранения параметров прибора и достижения соответствующей точности. Несмотря на это в процессе эксплуатации из-за старения деталей, воздействия климатических условий и других воздействий может появиться неисправность, нарушающая работу прибора.

trimmers for relevant ranges are tabulated in item 10, Table 20.

Readjustment of the range resistors has to be carried out in the function R according to standards of 1Ω , 10Ω , 100Ω , $1 \text{ k}\Omega$ and in the function G, according to standards of $1 \mu\text{S}$ and $0.1 \mu\text{S}$, or, in the function C according to standards of 1000 pF and 100 pF at the measuring frequency of 1000 Hz . Thus, all the ranges in all the functions will be readjusted. The adjustment of certain ranges (2 and 5, 3 and 6, 4 and 7) is common.

Zero adjustment of the integration circuits comes in consideration only when these circuits have to be exchanged; similarly, the readjustment of the phase shift of 90° requires the exchange of the components of the circuit concerned. The phase shift can be checked (readjusted) with the aid of a styroflex capacitor with small losses, of about 10 nF , which has to be connected to the measuring terminals. In the function C the D readout has to be set to 0000 up to 0001 by adjusting the trimmers R106, R107.

10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

10.1. General

The BM 591 automatic meter has been submitted by the makers to stringent tests of the quality of the components and of the precision of adjustment. The greatest possible care has been devoted to the development and production processes and in many cases special technology has been applied in order to ensure permanent advantageous properties and the corresponding high accuracy. However due to the natural ageing of the components, after lengthy operation and/or resulting from inclement climatic condi-

Při výměně vadných součástí používejte pouze typy, které jsou uvedeny v rozpisu elektrických součástí. Přiložené schéma zapojení a nákresy desek s plošnými 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

10.2. Potřebné zkušební přístroje

- a) Univerzální měřič V, A, Ω se vstupním odporem min. 20 k Ω /V a přesností $\pm 2\%$
- b) Oscilograf s citlivostí 1 mV/cm do 10 MHz
- c) RC generátor (20 Hz až 1 MHz, regulace napětí 0 až 3 V)
- d) Nf milivoltmetr (1 mV až 30 V, 20 Hz až 1 MHz)

При замене вышедших из строя деталей необходимо пользоваться типами, которые указаны в спецификации электрических деталей. Приложенные электрические схемы и эскизы плат печатного монтажа облегчат понять принцип действия и помогут устранить возможные неисправности.

В соответствии с хорошей традицией предприятие «Тесла» Брно заинтересовано в том, чтобы измерительные приборы служили заказчикам с максимальной точностью. Поэтому, если у Вас нет подходящей контрольной аппаратуры для ремонта или достаточного опыта, то следует обратиться на завод-изготовитель, где Ваш прибор будет отремонтирован.

Более подробные данные предоставляет:

Московский опытный завод Эталон,
Б. Черкизовская д-26, г. Москва - СССР.

Для тех потребителей, которые предпочитают производить сами ремонт и у которых имеются нужные технические предпосылки и оборудование, а также в случае мелких неисправностей ниже приводится инструкция по проведению ремонта.

10.2. Необходимые испытательные приборы

- a) Универсальный измеритель В, А, Ом со входным сопротивлением мин. 20 кОм/В и точностью $\pm 2\%$,
- б) осциллоскоп чувствительностью 1 мВ/см 10 МГц,
- в) генератор RC (20 Гц - 1 МГц, регулировка напряжения в пределах 0 - 3 В),
- г) милливольтметр НЧ (1 мВ - 30 В, 20 Гц - 1 МГц),

tions or other adverse influences, a defect may occur which can impair the correct functioning of the instrument.

When a defective component has to be exchanged, only such a spare part must be employed which is indicated in the List of Electrical Components. The enclosed wiring diagrams and drawings of the printed circuit boards will serve as an aid in the tracking and repairing of possible defects.

In order to uphold their good tradition, the BRNO Works of the TESLA Concern are greatly interested in ensuring that their measuring instruments serve the users with maximum accuracy. Therefore, customers who have not the necessary test instrumentation or sufficient experience in repairing sophisticated electronic circuitry are requested to entrust a more involved repair to the makers or to the service organization.

Detailed information is available from:

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

For the benefit of users who prefer to carry out themselves repairs to the instrument and have the necessary technical prerequisites, certain basic knowledge and outfit, and if a minor defect only is involved, we wish to offer several basic instructions and data in order to facilitate their repair work.

10.2. Test instruments required

- a) Universal meter V, A, Ω , minimum 20 k Ω /V input resistance and $\pm 2\%$ precision
- b) Oscilloscope, sensitivity 1 mV/cm up to 10 MHz
- c) RC generator 20 Hz to 1 MHz, controllable voltage 1 MHz
- d) AF millivoltmeter (1 mV to 30 V; 20 Hz to 1 MHz)

- | | | |
|---|---|---|
| e) Čítač – měřič kmitočtu (do 10 MHz, citlivost 100 mV) | д) счетчик-измеритель частоты (до 10 МГц, чувствительность 100 мВ), | e) Counter-frequency meter (up to 10 MHz, sensitivity 100 mV) |
| f) Odporová dekáda (0 až 100 kΩ ± 0,1 %) /o) | е) магазин сопротивлений (0 - 100 кОм ± 0.1 %) /o) | f) Resistance decade 0 to 100 kΩ ± 0.1 % /o) |
| g) Příznakový analyzátor (BM 578) | ж) сигнатурный анализатор (BM 578) | g) Signature analyzer (BM 578) |
| h) Logická sonda (BM 544) | з) логический зонд (BM 544) | h) Logic probe (BM 544) |

10.3. Otevření skříně přístroje

Postup při snímání krytu přístroje, jakož i rozmístění hlavních mechanických částí je uveden v odst. 7.

10.3. Открывание ящика прибора

Способ снятия крышки прибора и расположение отдельных механических частей прибора приведены в разделе-7.

10.3. Opening of the instrument cabinet

The procedure of gaining access to the components of the instrument by removing its cover, and the lay-out of its main mechanical parts have been already described in section 7.

10.4. Kontrolní údaje jednotlivých částí

10.4.1. Napájecí zdroj 1AN 291 37

Spodní deska 1AF 002 62 obsahuje usměrňovače, horní deska 1AF 002 63 stabilizátory napětí.

10.4. Контрольные данные отдельных частей

10.4.1. Источник питания 1AN 291 37

Нижняя плата 1AF 002 62 содержит выпрямители, верхняя плата 1AF 002 63 содержит стабилизаторы напряжения.

10.4. Data for checking the individual parts

10.4.1. Power supply unit (1AN 291 37)

The bottom board (1AF 002 62) houses the rectifiers, the top one (1AF 002 63) the voltage stabilizers.

Napětí a proudy na napájecím zdroji

Напряжение и токи источника питания

Voltages and currents of the power supply:

Kontrolní body Контрольные точки Test points	2-3 2 ÷ 3 2 to 3	4-5 4 ÷ 5 4 to 5	5-6 5 ÷ 6 5 to 6	1-3 1 ÷ 3 1 to 3	2-3 2 ÷ 3 2 to 3
Napětí [V] Напряжение [В] Voltage V	+12	+23	-23	sepnutí E7 při + (6-7) отпирание E7 при + (6-7) E7 closes at + (6 to 7)	

Kontrolní body Контрольные точки Test points	7-8 7 ÷ 8 7 to 8	9-11 9 ÷ 11 9 to 11	10-11 10 ÷ 11 10 to 11	7-8 7 ÷ 8 7 to 8	9-11 9 ÷ 11 9 to 11	10-11 10 ÷ 11 10 to 11
Sif 220 V 242 V 198 V Сеть 220 В 242 В 198 В Mains 220 V 242 V 198 V	+5 V ± 0,2 V	+15 V ± 0,1 V	-15 V ± 0,1 V	Proud 1,4 A ток 1,4 А	Proud 0,14 A ток 0,14 А	Proud 0,1 A ток 0,1 А
Zvlnění Напряжение пульсаций Ripple	max. 5 V макс. 5 мВ max. 5 mV	max. 1 mV макс. 1 мВ max. 1 mV	max. 1 mV макс. 1 мВ max. 1 mV	Current 1.4 A	Current 0.14 A	Current 0.1 A

Tab. 8

Таблица 8

Table 8

Není-li v měřicím bodě 7 napětí +5 V, může být přerušena pojistka P2 (1,6 A).

Отсутствие напряжения +5 В измерительной точке 7 может быть вызвана перегоревшим предохранителем P2 (1.6 А).

If the voltage of +5 V is not on measuring point 7, then fuse P2 (1.6 A) can be blown.

10.4.2. Zobrazovač 1AF 002 55

Napájecí napětí +5 V ± 0,2 V, proud (přívod 28, 30) asi 500 mA při údaji 1000; hodnota proudu se může poněkud lišit podle užitého typu sedmi-segmentovek.

Závislost mezi čtyřbitovými řídicími signály BCD a zobrazením číslic udává tabulka 3 v kapitole 6.11. Vztahy mezi řídicími signály FU₁, FU₀, CH₁, CH₂ a zobrazením rozměru měřeného parametru C, L, R, G udává tabulka 9.

10.4.2. Дисплей 1AF 002 55

Напряжение питания +5 В ± 0,2 В, ток (вывод 28, 30) прибл. 500 мА при показании 1000. Величина тока может отличаться от указанного значения в небольших пределах в зависимости от используемого тока индикаторов.

Соответствие четырехбитовых управляющих сигналов BCD изображаемым цифрам дано в таблице 3 в разделе 6.11. Соответствие управляющих сигналов FU₁, FU₀, CH₁, CH₂ изображаемому знаку размерности измеряемого параметра C, L, R, G дано в таблице 9.

10.4.2. Display unit (1AF 002 55)

The powering voltage of +5 V ± 0.2 V and the current of about 500 mA (lead-in 28, 30), at the indication of 1000. The current value can be slightly different depending on the employed type of the 7-segment display tubes.

The dependence of the display of the numerals on the 4-bit control BCD signals is given in Table 3 in item 6.11. The relations between the control signals FU₁, FU₀, CH₁, CH₂ and the representation of the dimension of the measured parameter C, L, R, G is given in Table 9.

Kódovací tabulka zobrazení rozměru C, L, R, G

Vstupy				Výstupy	
FU ₀	FU ₁	CH ₀	CH ₁	Vývod IO 10	Indikace rozměru
0	0	0	0	1	C mF
0	0	1	0	2	μF
0	0	0	1	3	nF
0	0	1	1	4	pF
1	0	0	0	5	L μH
1	0	1	0	6	mH
1	0	0	1	7	H
1	0	1	1	(8)	[D] - *
0	1	0	0	9	G S
0	1	1	0	10	mS
0	1	0	1	11	μS
0	1	1	1	13	nS
1	1	0	0	14	R mΩ
1	1	1	0	15	Ω
1	1	0	1	16	kΩ
1	1	1	1	17	MΩ

* Znak D je ovládán mimo demultiplexer IO 10

Tab. 9

Таблица кода для изображения размерности C, L, R, G

Входы				Выходы	
FU ₀	FU ₁	CH ₀	CH ₁	вывод IO 10	Индикация размерности
0	0	0	0	1	C мФ
0	0	1	0	2	мкФ
0	0	0	1	3	нФ
0	0	1	1	4	пФ
1	0	0	0	5	L мкГн
1	0	1	0	6	мГн
1	0	0	1	7	Гн
1	0	1	1	(8)	[D] - *
0	1	0	0	9	G С
0	1	1	0	10	мС
0	1	0	1	11	мкС
0	1	1	1	13	нС
1	1	0	0	14	R МОм
1	1	1	0	15	Ом
1	1	0	1	16	кОм
1	1	1	1	17	МОм

* Знак D управляется вне дешифратора IO 10

Таблица 9

Table of the dimension representation codes of C, L, R, G:

Inputs				Outputs	
FU ₀	FU ₁	CH ₀	CH ₁	Outlet of IO 10	Dimension indication
0	0	0	0	1	C mF
0	0	1	0	2	μF
0	0	0	1	3	nF
0	0	1	1	4	pF
1	0	0	0	5	L μH
1	0	1	0	6	mH
1	0	0	1	7	H
1	0	1	1	(8)	[D] - *
0	1	0	0	9	G S
0	1	1	0	10	mS
0	1	0	1	11	μS
0	1	1	1	13	nS
1	1	0	0	14	R mΩ
1	1	1	0	15	Ω
1	1	0	1	16	kΩ
1	1	1	1	17	MΩ

*) The D character is controlled outside the IO 10 multiplexer.

Table 9

10.4.3. Analogová část 1AF 002 54

Napájecí napětí a proudy jsou uvedeny v tab. 10.

Napájecí napětí a proudy na samotné analogové desce

10.4.3. Аналоговая часть 1AF 002 54

Напряжения и токи приведены в таблице 10.

Напряжения питания и токи аналоговой платы

10.4.3. Analog part (1AF 002 54)

The powering voltages and currents are given in the following Table 10.

Table of voltages and currents of the separate analog board:

Napájecí napětí Напряжение питания Powering voltage	+5 V ± 0,2 V +5 B ± 0,2 B +5 V ± 0,2 V	+15 V ± 0,1 V +15 B ± 0,1 B +15 V ± 0,1 V	-15 V ± 0,1 V -15 B ± 0,1 B -15 V ± 0,1 V
Proud Ток Current	90 mA 90 mA 90 mA	90 mA 90 mA 90 mA	70 mA 70 mA 70 mA

Tab. 10

Таблица 10

Table 10

K ověření správné činnosti analogové desky, případně k usnadnění lokalizace závady, je uvedena dále tabulka 11, kde je znázorněn průběh napětí v kontrolních bodech při sledování měřicího signálu pomocí osciloskopu. Tabulka 12 udává přehled závislosti mezi řídicími signály a činnostmi přístroje.

Některé skutečnosti, důležité pro funkci přístroje a při hledání závady

1. Přístroj funguje, jen když jsou propojeny svorky $H_i - H_u$ a $L_u - L_i$.
2. Při funkci R, L ukazuje přístroj při zkratovaných svorkách zbytkový odpor R_o , případně indukčnost L_o ; při rozpojených svorkách se na displeji objeví - - - - -.
3. Při funkci C, G naopak při zkratovaných svorkách se objeví - - - - -; při rozpojených C_o , případně G_o .
4. Při změně kmitočtu z 1 kHz na 100 Hz přechází při měření kapacit vnitřní rozsah přístroje o jeden níže, při měření indukčnosti o jeden výše.
5. Zařazený rozsah lze přidržet tlačítkem RH (pevný rozsah).
6. Signály \overline{mV} , $\overline{100\text{ Hz}}$, \overline{RH} , $\overline{FU0}$, $\overline{FU1}$, \overline{D} nejsou závislé na časovém průběhu měřicího cyklu.
7. Signály \overline{PRL} , $\overline{R10}$ až $\overline{R10K}$ se mění jen při hledání rozsahu.
8. Signály \overline{REF} , \overline{NUL} , \overline{INT} , $\overline{(PH0)}$, $\overline{(PH1)}$ se mění podle časového průběhu měřicího cyklu.
9. Nejsou-li nastaveny nulové úrovně zesilovačů (např. po výměně IO), přístroj ukazuje rozdíl-

Для проверки правильной работы аналоговой платы или для облегчения нахождения неисправности ниже в таблице 11 даны эюктуры напряжений в контрольных точках при наблюдении измерительного сигнала осциллоскопом. В таблице 12 указана взаимосвязь управляющих сигналов с работой прибора.

Некоторые замечания к работе прибора и нахождению неисправностей:

1. Прибор работает только в том случае, если соединены зажимы $H_i - H_u$ и $L_u - L_i$.
2. В режиме измерения R, L прибор при закороченных зажимах определяет остаточное сопротивление R_o или индуктивность L_o , при разомкнутых зажимах имеет место свечение горизонтальной линии (- - -).
3. В режимах измерения G, C наоборот, при закороченных зажимах имеет место свечение горизонтальной линии (- - -); при разомкнутых зажимах прибор определяет C_o или G_o .
4. При переходе от рабочей частоты 1 кГц к частоте 100 Гц внутренний поддиапазон прибора понижается на один разряд и при измерении индуктивности повышается на один разряд.
5. Установленный поддиапазон измерения можно фиксировать кнопкой RH (фиксированный предел измерения).
6. Сигналы \overline{mV} , $\overline{100\text{ Гц}}$, \overline{RH} , $\overline{FU0}$, $\overline{FU1}$, \overline{D} от временного процесса измерительного цикла не зависят.
7. Сигналы \overline{PRL} , $\overline{R10}$ - $\overline{R10K}$ изменяются только в процессе определения предела измерения.
8. Сигналы \overline{REF} , \overline{NUL} , \overline{INT} , $\overline{(PH0)}$, $\overline{(PH1)}$ изменяются в течение цикла измерения.
9. Если не установлены нулевые уровни усилителей (например, после замены инте-

For checking the correctness of operations of the analog board or/and for facilitating the finding of a defect serves Table 11 which lists the waveforms on test points of the measuring signal as displayed on the screen of a CRT oscilloscope. Table 12 gives a survey of the dependency existing between the operation of the instrument and the control signals.

Certain facts important for the operation of the instrument and in trouble-shooting are as follows:

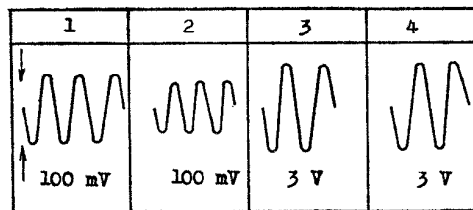
1. The instrument operates only when the terminals $H_i - H_u$ and $L_u - L_i$ are interconnected.
2. In the R, L functions, the instrument indicates the residual resistance R_o when the terminals are short-circuited and/or the residual inductance L_o ; when they are disconnected, - - - will be displayed.
3. In the functions C, G, when the terminals are shortcircuited - - - is displayed, or disconnected, conversely C_o or G_o is indicated.
4. When the measuring frequency is changed from 1 kHz to 100 Hz, the internal range of the instrument at the measurement of capacities alters by one step downwards, when inductances are measured, then by one step upwards.
5. The set range can be retained by depressing the push-button marked RH (fixed range).
6. The signals \overline{mV} , $\overline{100\text{ Hz}}$, \overline{RH} , $\overline{FU0}$, $\overline{FU1}$, \overline{D} are independent of the (time) progress of the measuring cycle.
7. The signals \overline{PRL} , $\overline{R10}$ to $\overline{R10k}$ alter only during range selection.
8. The signals \overline{REF} , \overline{NUL} , \overline{INT} , $\overline{(PH0)}$, $\overline{(PH1)}$ alter according to the (time) progress of the measuring cycle.
9. If the zero levels of the amplifiers are not adjusted (e. g. after the exchange of an inte-

nou hodnotu při měřícím signálu 1 V a 50 mV, jedná-li se o IO 1, nemůže přístroj při 50 mV nalézt rozsah.

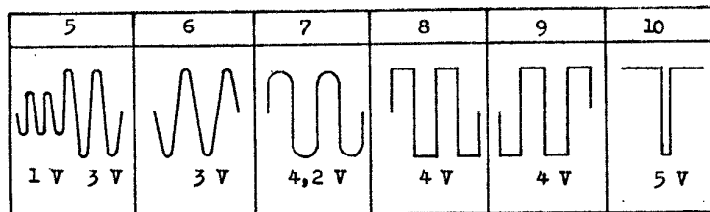
гральных микросхем), то прибор дает отличие показания при измерительном сигнале 1 В и 50 мВ. Если речь идет о микросхеме IO 1, то прибор может при 50 мВ не найти поддиапазон измерения.

grated circuit), then the instrument indicates different values at 1 V and 50 mV; if IO 1 is concerned, it cannot find the range with 50 mV employed.

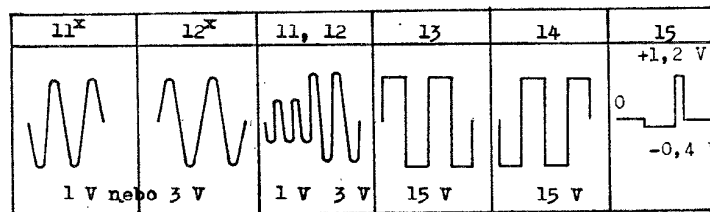
Průběh napětí na osciloskopu v kontrolních bodech 1 až 18
(Funkce G, $Z_x = 3,16 \text{ k}\Omega$ ($316 \mu\text{S}$), $U_{\text{měř.}} = 1 \text{ V}$, hodnota napětí: U_{iz})



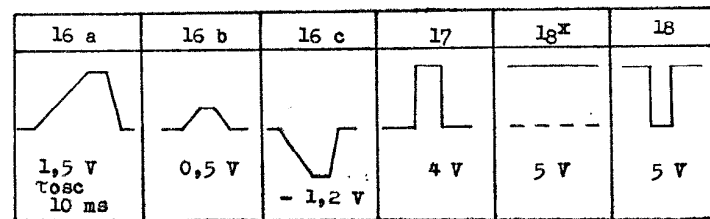
Форма напряжения на осциллографе в контрольных пунктах 1 - 18 (функция G, $Z_x = 3,16 \text{ кОм}$ (316 мкс), $U_{\text{изм.}} = 1 \text{ В}$, значения напряжения: $U_{\text{размах}}$)



Voltage waveforms on the oscilloscope test points 1 to 18
(Function G, $Z_x = 3.16 \text{ k}\Omega$ ($316 \mu\text{S}$), $U_{\text{meas.}} = 1 \text{ V}$, voltage value: U_{p-p})



Tab. 11
Табл. 11
Table 11



Poznámky k jednotlivým kontrolním bodům:

Kontrolní bod	
1, 2	- Zařazen rozsah 5
4	- $U_{\text{měř.}}$ 1 V nebo 50 mV
8, 9	- Vzájemně v opačné fázi
10	- Úzký puls
11 ^x , 12 ^x	- Není-li v činnosti převodník podle stavu REF vzájemně v opačné fázi
13, 14	- Vzájemně v opačné fázi
16b	- Zařazena funkce R
16c	- Funkce C, $Z_x = 1 \mu\text{F}$
18 ^x	- Není-li v činnosti převodník

10.4.4. Kontrola pomocí autotestu

Řídicí jednotka má zabudovaný jednoduchý program (pozměněné řízení převodníku), s jehož pomocí kontrolu provedeme. Autotest se volí přesunutím propojek v objímce IO 47 na číslicové desce do označené polohy. Přepnutí propojek se provádí při vypnutém přístroji. Při zkoušce je v měření R, L, C, G pozměněno řízení převodníku tím způsobem, že v taktu T_2 je na integrátor přiváděno stejné napětí jako v taktu T_1 s opačnou polaritou. Průběh napětí na integrátoru má pak tvar rovnoramenného trojúhelníku, z čehož plyne, že interval T_1 se rovná intervalu T_2 a na displeji se znázorní počet hodinových pulsů během T_1 (± 1 digit). Počet pulsů N_1 pro jednotlivé funkce udává tab. 12.

- a) Kontrola sériového způsobu měření (rozsahy 1 až 4). Při testu je třeba zvolit funkci R, na svorky připojit odpor $1 \text{ k}\Omega$ a přidržet rozsah

Примечания к отдельным контрольным пунктам:

Контрольный пункт	
1, 2	- включен диапазон 5
4	- $U_{\text{изм.}}$ 1 В или 50 мВ
8, 9	- взаимно в обратной фазе
10	- узкий импульс
11*, 12*	- если преобразователь неисправен по состоянию REF взаимно в обратной фазе
13, 14	- взаимно в обратной фазе
16 b	- включена функция R
16 c	- функция C, $Z_x = 1 \text{ мкФ}$
18*	- если преобразователь неисправен

10.4.4. Контроль с помощью автоматической проверки

Блок управления имеет простую программу, с помощью которой осуществляется контроль. Режим контроля устанавливается путем переключения переключателей в панели IO 47 на цифровой плате в указанные положения. Переключатели переключаются при выключенном приборе. При испытании в режиме измерения R, L, C, G изменяется процесс управления преобразователем таким образом, что в такте T_2 на интегратор подается такое же напряжение, как и в такте T_1 , но с обратной полярностью. Напряжение на интеграторе в этом случае имеет форму равноплечего треугольника, из чего вытекает, что интервал T_1 равен интервалу T_2 . На дисплее изображается количество тактовых импульсов, подсчитанных в течение T_1 (± 1 импульс). Количество импульсов N_1 для отдельных режимов измерения дана в таблице 12.

- a) Контроль измерения по последовательному замещению объекта измерения (поддиапазоны 1 - 4). При испытании следует установить режим измерения R, к зажимам подключить сопротивление $1 \text{ к}\Omega$ и фиксировать предел измерения, нажав на кноп-

Notes concerning individual test points:

Test point	
1, 2	Range 5 set
4	$U_{\text{meas.}}$ 1 V or 50 mV
8, 9	Mutually in phase opposition
10	Narrow pulse
11*, 12*	If the converter is inoperative according to the state REF, mutually in phase opposition
13, 14	Mutually in phase opposition
16 b	Function R set
16 c	Function C, $Z_x = 1 \mu\text{F}$
18*	If the converter is inoperative

10.4.4. Check with the aid of autotest

The control unit has a built-in simple programme (modified converter control) with the aid of which a check can be carried out. This autotest can be set by repositioning connecting links in the socket of IO 47 on the digital board according to the appropriate marking. This reconnection must be carried out whilst the instrument is inoperative (switched OFF). During the test, in R, L, C, G measurement, the control of the converter is altered in such a manner, that during partial cycle T_2 the integrator obtains the same voltage as during T_1 but of opposite polarity. The voltage on the integrator, as a result, has the shape of an isosceles triangle. Consequently, the interval T_1 is the same as T_2 and on the display is presented the number of clock pulses during T_1 (± 1 digit). The number of the pulses N_1 for the individual functions is given in Table 12.

- a) Check of the series mode of measurement (ranges 1 to 4):
For this test, the function R must be selected; a resistor of $1 \text{ k}\Omega$ has to be connected to the terminals and the range retained by depressing the push-button RH, so as to prevent its

Přehled závislosti mezi měřicí funkcí, činností převodníku a řídicími signály
 Перечень зависимостей между измерительной функцией, действием преобразователя и управляющими сигналами
 Survey of the dependences between measuring function, converter operation and control signals

Měřicí funkce Измер. функции Measuring function		Řídicí signály Управляющие сигналы Control signals FU ₀ FU ₁ \bar{D} \overline{PRL}				T ₀			T ₁				T ₂ *							
						Kanal F Канал F Channel F		Řídicí signály Управляющие сигналы Control signals		F φ	A U ₁	Řídicí signály Управляющие сигналы Control signals		N ₁	F φ	A U ₂	Řídicí signály Управляющие сигналы Control signals			
						U _{ref}	φ	\overline{REF}	$\overline{PH0}$			$\overline{PH1}$	\overline{REF}				$\overline{PH0}$	$\overline{PH1}$	\overline{REF}	$\overline{PH0}$
R	S		1	1	ei	π	1	1	0	π	eu	1	1	0	1000	π	ei/10	0	1	0
	P	1	1	1	eu	0	1	1	1	0	eu/10	0	1	1	100	0	ei	1	1	1
D _R	S			1	ei	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	eu	1	0	1	1000	0	eu	1	1	1
	P	1	1	0	eu	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	ei	1	0	1	1000	0	ei	1	1	1
C	S			1	ei	$\pi/2$	1	0	1	0	ei/10	0	1	1	159	$\pi/2$	eu	1	0	1
	P	0	0	1	eu	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	ei	1	0	1	1591	π	eu/10	0	1	0
D _C	S			1	ei	π	1	1	0	π	eu	1	1	0	1000	$\pi/2$	eu	1	0	1
	P	0	0	0	eu	π	1	1	0	π	ei	1	1	0	1000	$3\pi/2$	ei	1	0	0
L	S			1	ei	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	eu	1	0	1	1591	π	ei/10	0	1	0
	P	1	0	1	eu	$\pi/2$	1	0	1	0	eu/10	0	1	1	159	$\pi/2$	ei	1	0	1
D _L	S			1	ei	π	1	1	0	π	eu	1	1	0	1000	$3\pi/2$	eu	1	0	0
	P	1	0	0	eu	π	1	1	0	π	ei	1	1	0	1000	$\pi/2$	ei	1	0	1
G	S		1	1	ei	0	1	1	1	0	ei/10	0	1	1	100	0	eu	1	1	1
	P	0	1	1	eu	π	1	1	0	π	ei	1	1	0	1000	π	eu/10	0	1	0
D _G	S			1	ei	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	eu	1	0	1	1000	0	eu	1	1	1
	P	0	1	0	eu	$\pi/2$	1	0	1	$\pi/2$	ei	1	0	1	1000	0	ei	1	1	1

* Platí pro údaj se znaménkem (+), pro údaj (-) φ posunut o π
 * Действительно для показания (+), для показания (-) φ передвинут на π
 * Applies for a readout with + sign; for one with - sign, φ is shifted by π

Tab. 12

Табл. 12

Table 12

stisknutím tlačítka RH, aby neutekl při přechodu na ostatní funkce (G_s, C_s, L_s).

b) Paralelní způsob měření (rozsahy 5 až 8)
Zvolí se funkce G, na svorky se připojí odpor 10 k Ω a podobně jako v předešlém případě se přidrží rozsah stisknutím tlačítka RH, aby neutekl při přechodu na ostatní funkce (R_p, C_p, L_p).

c) Při stisknutém tlačítku D displej při měření a) i b) ukazuje chybu nastavení posouvačů fáze, má tedy ukazovat nulu.

Větší odchylka než 1 digit svědčí o nesprávně nastavených úrovních operačních zesilovačů, posouvače fáze při měření D, případně chybách jiných.

Tento test nezahrnuje případné chyby přenosu vstupních obvodů.

10.4.5. Číslíková část 1AF 002 56

a) Napájecí proudy a napětí (bod (48, 50), (52, 54), (56), (58), (60, 62)).

Napájecí napětí a proudy na samotné číslicové desce

Tab. 13

ku RH tak, чтобы предел не изменился при переходе к остальным режимам измерения (G_s, C_s, L_s).

б) Измерение по параллельной схеме замещения поддиапазоны (5 – 8). Устанавливается режим измерения G, к зажимам подключается сопротивление 10 кОм и аналогично предшествующему случаю следует фиксировать поддиапазон, нажав на кнопку RH для того, чтобы поддиапазон измерения не изменился при переходе к остальным режимам измерения (R_p, C_p, L_p).

в) При нажатой кнопке D дисплей при измерении по пунктам а) и б) определяет погрешность установки фазосдвигающих схем. В правильном состоянии он должен показывать ноль. Если отклонение больше единицы младшего разряда, то это свидетельствует о неправильной установке уровней операционных усилителей, фазосдвигающих схем при измерении D, и о других причинах.

Эти испытания не включают в себя обнаружение ошибок передачи входных схем.

10.4.5. Цифровая часть 1AF 002 56

a) Напряжения питания и точки (точки (48, 50), (52, 54), (56), (58), (60, 62))

Напряжения питания и токи отдельной цифровой платы

Таблица 13

<p>Напětí Напряжение Voltage</p>	<p>+5 V \pm 0,2 V +5 B \pm 0,2 B +5 V \pm 0,2 V</p>	<p>+15 V \pm 0,1 V +15 B \pm 0,1 B +15 V \pm 0,1 V</p>	<p>-15 V \pm 0,1 V -15 B \pm 0,1 B -15 V \pm 0,1 V</p>
<p>Пroud Ток Current</p>	<p>950 mA 950 mA 950 mA</p>	<p>15 mA 15 mA 15 mA</p>	<p>15 mA 15 mA 15 mA</p>

loss when changing over to the other functions (G_s, C_s, L_s).

b) Parallel mode of measurement (ranges 5 to 8):
The function G has to be selected; a resistor of 10 k Ω must be connected to the terminals and, as previously, the range has to be retained by depressing the push-button RH, so as to prevent its loss when changing over to the other functions (R_p, C_p, L_p).

c) With the push-button D depressed, the display indicates – in the measurements a) and b) – the error in the adjustment of the phase shifters; actually it ought to present zero.

A deviation exceeding 1 digit proves that the level of operational amplifiers or the phase shifters in D measurement are incorrectly adjusted, or that some other defect is present.

This test does not cover possible transfer defects in the input circuits.

10.4.5. Digital part (1AF 002 56)

a) Powering currents and voltages; points (48, 50), (52, 54), (56), (58), (60, 62).

Powering voltages and currents on the digital board:

Table 13

b) Výstupní měřicí napětí má být na obou kmitočtech v rozmezí 1 V \pm 10%, při nízké úrov-

б) Выходное напряжение измерения обеих частот должно находиться в пределах 1 В

b) The output measuring voltage must be within the range 1 V \pm 10% at both frequencies

ni měřeného signálu $50 \text{ mV} \pm 10 \%$. Zkreslení nemá být větší než $0,3 \%$.

- c) Kontrolu správné funkce logické části desky je možno v podstatě nejrychleji provést s pomocí příznakového analyzátoru BM 578 srovnáním sejmutých příznaků s tabulkovými hodnotami. Tabulky příznaků jsou uspořádány podle postupu testu odleva doprava (odshora dolů). Každá tabulka má na začátku popsáno připojení a nastavení hran signálů START, STOP a CLOCK a je uvedena konfigurace propojek v testovacích objímkách na desce.
- d) Souhlasí-li všechny sejmuté příznaky podle tabulek 13 a 14, funguje číslicová část desky správně a sledování podle dalších tabulek není třeba provádět.
- e) Nesouhlas příznaků podle tab. 14 a 15 indikuje závadu na číslicové desce. K vyhledání závady se pak postupuje podle tabulek 16, 17, 18 a 19. V každé tabulce se zkontrolují nejdříve hlavní příznaky, které jsou zvýrazněny orámováním. Souhlas těchto příznaků s tabulkovými hodnotami značí, že celá tabulka (odpovídající příslušné části desky) je v pořádku.

V opačném případě je třeba postupně zkontrolovat všechny příznaky v tabulce a s použitím schématu zapojení eliminovat oblast s chybnými výstupy a správnými vstupy. Tímto postupem je většinou možné nalézt přímo vadný integrovaný obvod nebo spoj na desce. Jsou-li chybné úplně všechny příznaky včetně příznaku (+), je závada již v obvodech podílejících se na generování signálů START, STOP či CLOCK.

$\pm 10 \%$ или при пониженном уровне измерительного сигнала $50 \text{ мВ} \pm 10 \%$. Коэффициент нелинейных искажений не должен превосходить $0,3 \%$.

- в) Контроль правильной работы логической части платы можно по существу очень быстро осуществить с помощью сигнатурного анализатора BM 578 путем сравнения снятых значений со значениями в таблицах. Таблицы сигнатур составлены в соответствии с процессом испытания слева направо (сверху вниз). В начале каждой таблицы описано подключение и установка фронтов сигналов START, STOP и CLOCK и здесь же указано конфигурация переключателей в испытательных панелях платы.
- г) Если все снятые сигнатуры соответствуют данным таблиц 13 и 14, то цифровая часть платы исправна и контроль по следующим таблицам можно не осуществлять.
- д) Не соответствие сигнатур по таблицам 14 и 15 свидетельствует о неисправности цифровой платы. Для отыскания неисправности следует действовать в соответствии с табл. 16, 17, 18 и 19. По каждой таблице следует сначала проверить основные сигнатуры, которые указаны в рамках. Соответствие этих сигнатур к данным таблицы свидетельствует о том, что вся таблица (соответствующая часть платы) исправна. В противном случае следует постепенно проконтролировать все сигнатуры по таблице и, используя электрические схемы, определить область с неправильными выходами и правильными входами. Таким образом, можно обычно найти вышедшую из строя интегральную микросхему или неисправное соединение на плате. Если неисправны все сигнатуры, включая знак (+), то неисправность имеет места в цепях, принимающих участие в выработке сигналов START, STOP или CLOCK.

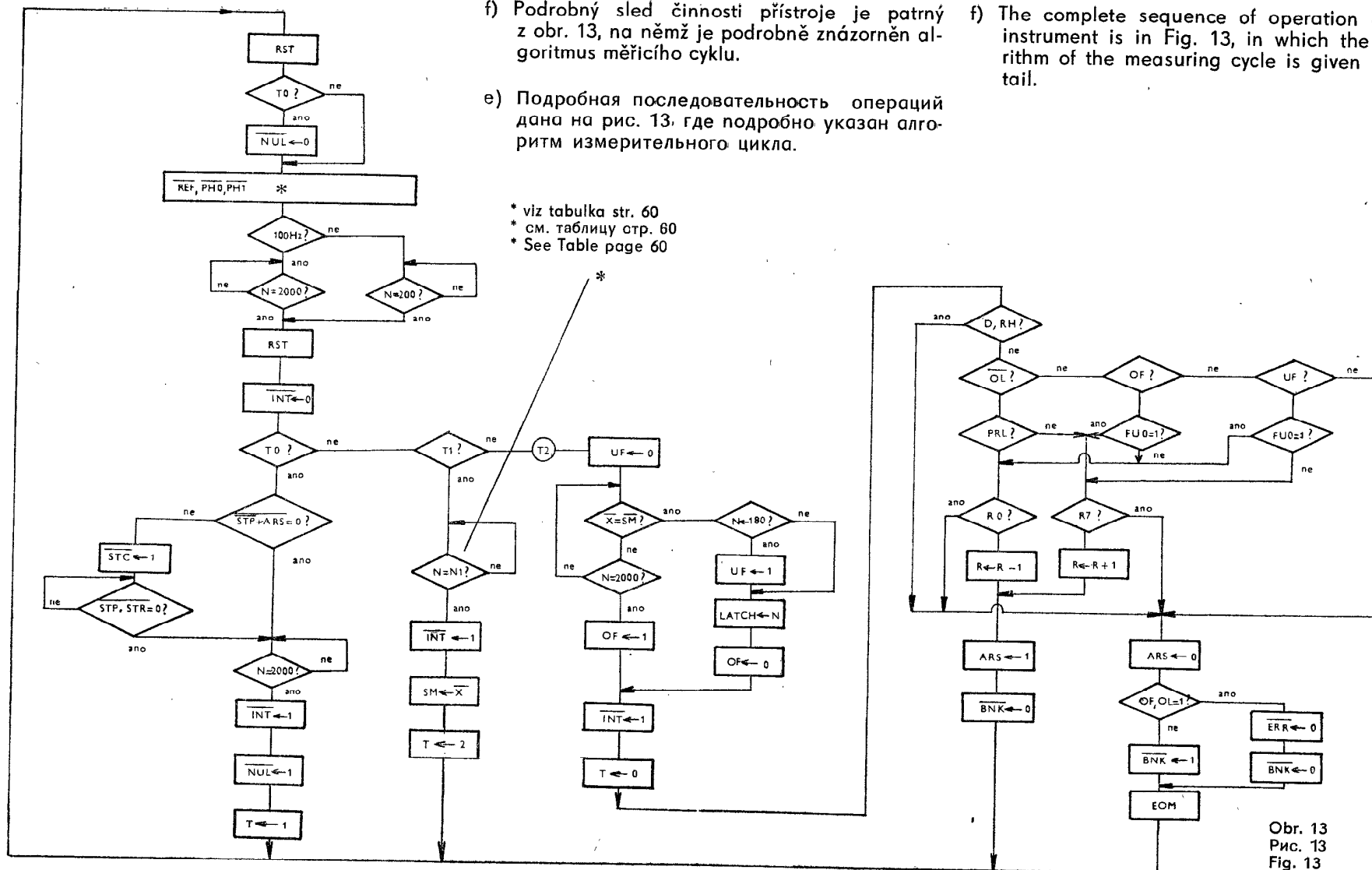
and at low level of the measuring signal $50 \text{ mV} \pm 10 \%$. The distortion should not exceed 0.3% .

- c) The operation of the logic part of the board can be checked for correctness in the fastest way with the aid of the BM 578 signature analyzer by comparing the picked up signatures with those tabulated. The Tables of the signatures are arranged according to the test procedure from left to right (from top to bottom). Every Table gives at the beginning the connection and adjustment of the edges of the signals START, STOP and CLOCK; also is given the configuration of the links in the testing sockets on the board.
- d) If all the picked-up signatures tally with those in Tables 13, and 14., then the digital part of the board operates correctly and tests according to the further Tables are not required.
- e) If a discrepancy of signatures according to Tables 14, and 15, is encountered, then a defect is in the digital board and for its location the Tables 16., 17., 18, and 19. must be used. According to each of these Tables, first the main signatures have to be checked (they are emphasized by framing). If these signatures tally with the tabulated data, then the whole Table (corresponding to the appropriate part of the board) is in order. In the opposite case, it is necessary to check successively all the tabulated signatures and by using the diagram to locate the area with incorrect outputs and correct inputs. By applying this procedure it is possible – in the majority of cases – to find directly the defective integrated circuit or wrong connection on the board. If it is found that all the signatures, including the signature (+), are false, then the defect is already in the circuits, taking part in the generating of the signals START, STOP or CLOCK.

f) Podrobný sled činnosti přístroje je patrný z obr. 13, na němž je podrobně znázorněn algoritmus měřicího cyklu.

f) The complete sequence of operation of the instrument is in Fig. 13, in which the algorithm of the measuring cycle is given in detail.

e) Подробная последовательность операций дана на рис. 13, где подробно указан алгоритм измерительного цикла.



* viz tabulka str. 60
 * см. таблицу стр. 60
 * See Table page 60

ano = да = yes

ne = нет = no

Obr. 13
 Рис. 13
 Fig. 13







Podminky Условия Conditions				T ₀				T ₁				T ₂						
												SM = 0			SM = 1			N ₁
INV	FU1	D	Funkce Функция Functions	$\overline{\text{REF}}$	$\overline{\text{PH1}}$	$\overline{\text{PH0}}$	φ	$\overline{\text{REF}}$	$\overline{\text{PH4}}$	$\overline{\text{PH0}}$	φ	$\overline{\text{REF}}$	$\overline{\text{PH1}}$	$\overline{\text{PH0}}$	φ	$\overline{\text{PH1}}$	φ	
0	0	0	C _p L _s	1	1	0	$\pi/2$	1	1	0	$\pi/2$	0	0	1	π	1	0	1591
1	0	0	C _s L _p	1	1	0	$\pi/2$	0	1	1	0	1	1	0	$\pi/2$	0	$3\pi/2$	159,1
0	1	0	G _p R _s	1	0	1	π	1	0	1	π	0	0	1	π	1	0	1000
1	1	0	G _s R _p	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	π	100
0	0	1	D (C _p L _s)	1	0	1	π	1	0	1	π	1	0	0	$3\pi/2$	1	$\pi/2$	1000
1	0	1	D (C _s L _p)	1	0	1	π	1	0	1	π	1	1	0	$\pi/2$	0	$3\pi/2$	1000
×	1	1	D (GR)	1	1	0	$\pi/2$	1	1	0	$\pi/2$	1	1	1	0	0	π	1000

(1591 + 17,2 μS)

(159 + 4,8 μS)

Tabulka k obr. 13
Таблица к рис. 13
Table to Fig. 13

Řídicí výstupy
Выступы управления
Control outputs

START	STOP	CLOCK
		
		
(IO 49-7)	(IO 49-7)	(IO 5-8)

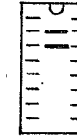
Funkce: viz 1. řádek tabulky
Функция: см: 1 строку таблицы
Function: See line 1 of the Table

Propojky:
Соединения:
Connecting links:

Test 1 (P24)
Тест 1
Test 1



Test 2 (P29)
Тест 2
Test 2



Tab. 14
Табл. 14
Tab. 14

měřicí bod 7
пункт измерения 7
Test point 7

Konekt. šp. Каннект. пик Connect. pin	Signál Сигнал Signal	C	L	G	R	C-D	L-D	G, R-D	C-100 Hz	C-RH	Špička Пик Pin
B20 B18 B32 B34 B44	<u>PRL</u> <u>REF</u> <u>NUL</u> <u>INT</u> <u>PH0</u>	232U A540 6614 A621 C133	33C7	67C6	F7UC	8F8P					B2 B18 B32 B34 B44
B42 B30 B28 B26 B24	<u>PH1</u> <u>R10</u> <u>R100</u> <u>R1K</u> <u>R10K</u>	870P 306F U710 507U HU3H	HFU5 4PFC CAU6 2195 C0F9	A887 1C9U 56U3 F51P F7U1	842U 8UCH AP34 2294 435A	9893 0196 703P U993 7A36	1A2A 1A2A	96A4 U8H5			B42 B30 B28 B26 B24
B22 B25, A4 B57 B59 B61, A22	<u>R100K</u> <u>SM</u> <u>RA</u> <u>RB</u> <u>RC</u>	483P 4860 1U71 4152 375F	6561 OUP5	4U83 1672	4047 7996	U20H H4H4					B22 B25, A4 B57 B59 B61, A22
A20 A18 A6 A8 B27, A10	<u>CH0</u> <u>CH1</u> <u>DP2</u> <u>DP3</u> <u>ERR</u>	C42F 8426 AC5H 507U 1473	F71A UUA6 PA71 2195	H541 C05H F51P PH6P	U84C 06C1 2294 HU73	C4P8 3UC9 8F8P+ 8F8P+ 4690			365H 81U7 ACAP FA8U		A20 A18 A6 A8 B27, A10
A2 B55	<u>BNK</u> <u>EOM</u>	0001 1472				4690 4270				57U9 57U9 35P1	A2 B55

Propojky
Соединения
Connecting links







Test 3 (P47)
Тест 3
Test 3

Test 3 (P47)
Тест 3
Test 3

B18	<u>REF</u>	0000	0000	0000	0000	0000					B18
B44	<u>PH0</u>	1473+	1473+	3100+	3100+	96A4				0059+	B44
B42	<u>PH1</u>	3PU9	H6HU	P808	U4P0	745C				0699	B42



Výstup dat
Выступ дат
Data output

START	STOP	CLOCK
		
		
IO 17 - 9	(IO 17 - 9)	(IO 5 - 8)

Konekt. šp. Коннект. пик Connect.-pin		Signál Сигнал Signal	
A1	B51	B3	113F
A3	B49	C3	A076
A5	B47	D3	90PH
A7	B45	A3	8CH3
A9	B43	B2	4U7U
A11	B41	C2	47FP
A13	B39	D2	2F34
A15	B37	A2	F988
A17	B35	B1	540U
A19	B33	C1	4403
A21	B31	D1	PUAA
A23	B29	A1	A688
A25	B53	A4	U857

Tab. 15
Таблица 15
Table 15

Funkce:

1 kHz, pevný rozsah, C, nastavit rozsah 1 krátkodobým uzemněním IO 49 - 11

Функция:

1 кГц, устойчивый диапазон, C, наставить диапазон 1 кратковременным заземлением IO 49-11

Function:

1 kHz, fixed range, C, set range 1 by earthing briefly IO 49 - pin 11

Proboikv

Test 1: (P24)

Test 2: (P29)

Соединения

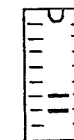
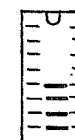
Тест 1: (P24)

Тест 2: (P29)

Connecting links

Test 1: (P24)

Test 2: (P29)









Přivést +5 V na IO 16 - 4, např. pomocí dvou svorek a káblíku z příslušenství BM 578

Привести +5 В на IO 16-4, напр. с помощью двух зажимов и кабеля из принадлежностей BM 578

Apply +5 V to IO 16 - 4, e. g. by means of two clips and a cable (accessories of BM 578)

Generátor
Генератор
Generator

START	STOP	CLOCK
		
		
(IO 3-3)	(IO 3-3)	(IO 8-2)

Funkce: 100 Hz, ostatní libovolně
Функция: 100 Гц, остальные любые
Function: 100 Hz, others arbitrary

Propojky: libovolně
Соединения: любые
Connecting links: arbitrary

IO/F špička Пик Pin	IO 7	IO 6	IO 5	IO 5 1 kHz	IO 4	IO 4 1 kHz	IO 3	IO 3 1 kHz	IO 2	IO 2 1 kHz	F/IO špička Пик Pin	
1	6H57	2C9F	057F	826P+	057F	826P+	CCPC	7A70	OF13	U81P	1	
2	0000	0000			0000		CCPC	7A70	OF13	U81P	2	
3	0000	0000			0000		OF13	U81P	C54H	42H8	3	
4	-	-			-		-	02C5	F0C6	C3FP	C222	4
5	C7U8+	C7U8+			0000		C7U8+	02C5	F0C6	H208	056U	5
6	-	-	C7U8+	C25F	C7U8+	826P+	x .	x .	8574	A416	6	
7	-	-	0000	-	0000	-	0000	0000	0000	0000	7	
8	-	9A4U	A61A	-	-	-	6UHC	3032	6UHC	3032	8	
9	-	1F37	9A4U	-	-	-	C7U8	C25F	x .	x .	9	
10	0000	-	1F37	0000	0000	-	H823	826P+	7F22	0FHP	10	
11	2C9F	1506	-	-	CHAP	826P+	02C5	F0C6	3P95	7592	11	
12	6H57	057F	1506	-	H823	826P+	C54H	42H8	8P5A	OU9P	12	
13	-	-	1506	-	-	-	C7U8+	826P+	CCPC	7A70	13	
14	C7U8.	1506	C7U8+	-	CHAP	826P+	C7U8+	826P+	C7U8+	826P+	14	

Tab. 16

Таблица 16

Table 16

. Na sondě mají svítit nebo blikat obě LED, rudá i zelená
На зонде должны светить или мигать обе LED, красная и зеленая
Both LEDs on the probe must glow or flicker (red and green)

+ Na sondě má svítit nebo blikat trvale pouze rudá LED
На зонде должна светить или мигать только красная LED
Only the red LED on the probe must be alight permanently

Hlavní příznaky

Главные признаки
Main signatures

Silně – Příznak na výstupu IO

Жирно – признак на выходе IO

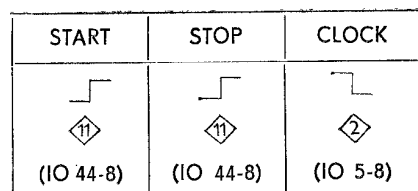
Printed with bold type – Signature on the IO output

Slabě – Příznak na vstupu IO – signál vzniká jinde

Слабо – признак на входе IO – сигнал возникает в другом месте

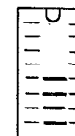
Printed with weak type – Signature on the IO input – Signal arising somewhere else

Čítač a dekodér
integračních časů
Счетчик и декодер
интеграционных времен
Counter and decoder
of the integration times



Funkce: 1 kHz, pevný rozsah, ostatní libovolně
Функция: 1 кГц, устойчивый диапазон, остальные любые
Function: 1 kHz, fixed range, others arbitrary

Propojky:
Соединения:
Connecting links:



Test 1 (P24)
Тест 1
Test 1

Test 2 (P29)
Тест 2
Test 2

IO/F špička Пик Pin	IO 31	IO 32	IO 33	IO 44	IO 21	IO 22	IO 23	IO 11	IO 1	IO 12	F/IO špička Пик Pin	
1	919A	0279	5FC1		1F8C	P5H2 +	8UUU	A9FC	P5H2.	4F19	1	
2	0000	0000	0000		P5H2+		919A	P5H2+	P5H2+	1F8C	2	
3	0000	0000	0000		P5H2+		1HA6	P5H2+	P5H2.	4503	3	
4	-	-	-		8UUU		8639		P5H2.	P5H2+	919A	4
5	P5H2+	P5H2+	P5H2+		40PF		0279		-	4F19		5
6	0000	0000	0000		919A	919A		-	-		6	
7	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	-	0000		7	
8	40PF	8639	979H	U959	A9FC	A0H1	7448	0000	-		8	
9	2279	2136	F9P9	1F8C	-	-	919A	A0H1	4503		9	
10	0000	0000	0000	P5H2+	-	-	P5H2+	P5H2+	P5H2+		10	
11	FHUP	8UUU	0C9P	282F	0279	0C9P		P5H2+	P5H2.		11	
12	919A	0279	5FC1	U959	5FC1	5FC1		P5H2.	P5H2+		12	
13	-	-	-	P5H2+	-	-		-	P5H2.		13	
14	8UUU	0C9P	0000.	P5H2+	P5H2+	P5H2+	P5H2+	-	P5H2+		14	
15								-			15	
16								P5H2+			16	

Tab. 17

Таблица 17







Table 17

- Na sondě musí svítit nebo blikat obě LED, rudá i zelená
На зонде должны светить или мигать обе LED, красная и зеленая
Both LEDs on the probe must glow or flicker (red and green)

Hlavní příznaky
Главные признаки
Main signatures

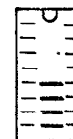
+ Na sondě musí svítit trvale pouze rudá LED
На зонде должна светить постоянно только красная LED
Only the red LED on the probe must be alight permanently

Autorange a řízení zesilovače
 Авторанж и управление усилителя
 Autorange and amplifier control

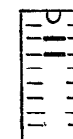
START	STOP	CLOCK
		
		
(IO 49-7)	(IO 49-7)	(IO 5-8)

Funkce: 1 kHz, C
 Функция: 1 кГц, C
 Function: 1 kHz, C

Propojky: Test 1 (P24)
 Соединения:
 Тест 1 (P24)
 Connecting links:
 Test 1 (P24)



Test 2 (P29)
 Тест 2
 Test 2



IO/F Špička Пик Pin	IO 17	IO 25	IO 26 C	IO 26 L	IO 19	IO 27	IO 49	IO 37	IO 37 D, RH	IO 39	IO 39 D, RH	IO 28
1	0258	H7H3			COPA	6A11+	0000	91F4		UAF2		99HH
2	0258	H174			FA52	P788	304C	3C9C		AHU5		U3FF
3	6739	0000.			5HF5	8PPH	3063	4956		AA66		
4	6A11+	6A11+	F72P			6A11+	6A11+	8488		6A11+	0000	
5	4956	6849	165A				3AC5	91F4		2CH0		
6		0258	H174			3C9C	99HH	PP99		F077	6A11+	
7	0000	0000	0000		0000	0000	0000.	0000		0000		0000
8		7F4C	99HH	U3FF	A6CA	8488	0000	PP99	0000	2CH0		
9		165A	99HH		F077	PP99	0000	8488	UCH5	99HH		
10		6A11+	0000	6A11+	66FH	FFAC	0000	0000	91F4	3063		
11		P4UF	IHA6		FA52	50A4	6A11+			304C		
12		F72P	2227		5HF5	0000				66FH	6A11+	FFAC
13		6A11+	3U81		5F0F	6A11+				6A11+	0000	A6CA
14		6A11+	6A11+		6A11+	6A11+	0000			6A11+		6A11+
15							0000					
16							6A11+					

Tab. 18

Таблица 18







Table 18

- . Na sondě musí svítit nebo blikat obě LED, rudá i zelená
 На зонде должны светить или мигать обе LED, красная и зеленая
 Both LEDs on the probe must glow or flicker (red and green)
- + Na sondě musí svítit trvale pouze LED rudé barvy
 На зонде должна светить постоянно только красная LED
 Only the red LED on the probe must be alight permanently

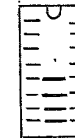
IO 38	IO 18 C	IO 18 L	IO 48 C	IO 48 L	IO 48 G	IO 48 R	F/IO Spíčka Пик Pin
8488	3AC5		AHU5	AHU5	AHU5	AHU5	1
50A4	3C9C		C62A	C62A	C62A	C62A	2
9F0U	U3FF		2U9C	2U9C	2U9C	2U9C	3
8488	U3FF		1U94	1U94	1U94	1U94	4
8488	4956		F788	P813	75P9	75P9	5
PP99	5HF5		6CCP	87A2	99HH	99HH	6
0000	AA66	H88P	9HUA	C261	458A	458A	7
2U9C	0000		0000				8
458A	UAF2	882A	458A	458A	C261	9HUA	9
6A11+	4956		3063				10
U7PC	5HF5		304C				11
9HUA	99HH		99HH				12
6A11+	99HH		0000				13
6A11+	0000	6A11	0000				14
	3AC5		0000				15
	6A11+		6A11+				16

Řídící logika a paměť dat
 Логика управления и память дат
 Control logic and data store

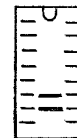
Funkce: 1 kHz, pevný rozsah, C, nastavit rozsah 1 krátkodobým uzemněním IO 49 – šp. 11
 Функция: 1 кГц, устойчивый диапазон, C, наставить диапазон 1 кратковременным заземлением IO 49-пик 11
 Function: 1 kHz, fixed range, C, set range 1 by earthing briefly IO 49 – pin 11

START	STOP	CLOCK
		
		
(IO 17-9)	(IO 17-9)	(IO 5-8)

Propojky: Test 1 (P24)
 Соединения: Тест 1
 Connecting links: Test 1



Test 2 (P29)
 Тест 2
 Test 2



IO/F Špička Пик Pin	IO 13	IO 14	IO 15	IO 17	IO 26	IO 36	IO 36 D	IO 46 ②	IO 45	IO 12	IO 46 L	IO 46 G
1	-	41F1+	160F		A1AF			160F	U3HP	7C86	A413	160F
2	41F1.	U3HP	A413		P06H			.57FH	U3HP	UFUU	P5H2	41F1+
3	} 41F1+	P06H	U3HP		41F1.	96HC		41F1+	C21U	C94F	A413	41F1+
4		41F1+	A1AF			41F1+		A413		61A6	A413	U3HP
5		57FH	P5H2			0000		0000			57FH	0000
6		A1AF	160F	6UA6			-			160F		2562
7	0000	0000	0000		0000	0000	①	41F1+	0000	P06H	41F1+	41F1+
8	P06H	A413		A0P0		0000	41F1+	0000		0000	②	②
9	} 41F1+	P5H2		P121		-		A413		160F	A413	A413
10		41F1+		41F1+		41F1+		57FH		0000		
11			P06H	96HC	A413		A0P0		P5H2	P06H	A413	
12	UFUU	57FH	U3HP	41F1+		41F1+	0000	0000	A1AF	0000		
13	41F1+	41F1+	A1AF	41F1.		41F1+		0000	A1AF	0000		
14	41F1+	41F1+	41F1+	41F1+		41F1+		0000	41F1+	0000		
15								0000		U5FF		
16								41F1+		41F1+		

Tab. 19a

Таблица 19а

Tab. 19 a

IO 46 R	IO 46 CD	IO 46 LD	IO 46 R,G D	F/IO Spíčka Пик Pin
A413	41F1+	41F1+	41F1+	1
41F1+	A413	A413	P5H2	2
0000	P5H2	0000	41F1+	3
U3HP	U3HP	U3HP	U3HP	4
57FH	57FH	57FH	57FH	5
160F	160F	160F	160F	6
41F1+	P5H2	P5H2	P5H2	7
②	②	②	②	8
A413	0000	0000	0000	9
				10
				11
				12
				13
				14
				15
				16

IO/F špička Пик Pin	IO 12 L	IO 12 G	IO 12 R	IO 12 CD	IO 12 LD	IO 12 R,G D	IO 23	IO 41	IO 42	IO 43	IO 44	IO 16	IO 34	IO 34 100 Hz
1								-	-		41F1+		P064	20A7
2								61A6	1415	3U40	UFUU		ACIU	UHC7
3								0411	36A8	4440	U5FF			
4								U5FF	U5FF	U5FF	41F1+	41F1+	ACIU	UHC7
5								41F1+	41F1+	41F1+	U857	U5FF	41F1+	0000
6	HF5C	4542	4CH5	4CH5	4CH5	4CH5		AC1U	871A	012A		C40H	41F1.	F627+
7								91C3	9474	5508		0000	0000	
8													U5FF	
9														
10								A076 113F	47FP 4UFU	4403 540U				
11							FCC5	-	-	-			C40H	
12							P06H	0000	0000	0000				
13							P5H2	U5FF	U5FF	U5FF				
14							41F1+					41F1+	41F1+	
15								90PH	2F34	PUAA				
16								8CH3	F988	A688				

Tab. 19b

Таблица 19б

Tab. 19 b

- Na sondě musí svítit nebo blikat obě LED, rudá i zelená
 На зонде должны светить или мигать обе LED, красная и зеленая
 Both LEDs on the probe must glow or flicker (red and green)
- + Na sondě musí svítit trvale pouze LED rudé barvy
 На зонде должна светить постоянно только красная LED
 Only the red LED on the probe must be alight permanently
- ① Při START se musí na šp. 8 IO 36 měnit po stisknutí (puštění) tlačítka D příznak mezi 0000 a A0P0 přímo bez mezihodnot
 При команде СТАРТ должен на пике 8 IO 36 меняться после нажатия кнопки D признак между 0000 и A0P0 прямо без межзначений
 At START the signature on pin 8 of IO 36, after depressing (releasing) the D push-button, the signature must change between 0000 and A0P0 directly without intermediate values

- ② Při snímání příznaků ze šp. 7 a 9 IO 46 musí být přehozeny propojky Test 3 (P47)
 При снимании признаков из пика 7 и 9 IO 46 должны быть переключены соединения TEST 3 (P47)
 In picking up the signatures from pins 7 and 9 of IO 46 the connecting links TEST 3 (P47) must be interchanged
- ③ Při snímání příznaků z IO 41 – 44 musí být připojeno +5 V na šp. 4 IO 16, např. pomocí dvou svorek a zemnicího káblíku z příslušenství BM 578
 При снимании признаков из IO 41-44 должно быть присоединено +5 В на п. 4 IO 16, напр. с помощью двух зажимов заземляющего кабеля из принадлежностей BM 578
 In picking up the signatures from IO 41 to IO 44, +5 V must be applied to pin 4 of IO 16, e. g. by means of two clips and earthing cable (accessories of BM 578)

10.5. Seznam všech dostavných prvků

Přehled všech dostavných prvků, jejichž účel a umístění je uvedeno v tabulce 20.

Dostavné prvky v přístroji

10.5. Перечень всех установочных элементов

Перечень всех установочных элементов, их назначение и местонахождение даны в таблице 20.

Установочные элементы прибора

10.5. List of all the adjusting elements

A survey of all the adjusting elements, their purpose and location is given in Table 20.

Adjusting elements of the instrument:

Účel dostavení nebo kontroly Назначение установки или контроля Purpose of adjustment or check	Místo kontrolního bodu Контр. точка Location test point	Dostavný prvek Установоч. элемент Adjusting element	Jmenovitá hodnota, tolerance Номин. значение, допуски Rated value Tolerance
Nastavení nuly IO 1 Установка нуля IO 1 Adjustment of zero IO 1	A ₁	R4 (33K) R4 (33 kΩ) R4 (33 kΩ)	± 1 mV ± 1 mV ± 1 mV
Dostavení rozsahu 1 Установка поддиапазона 1 Adjustment of range 1		R21 (470) R21 (470 Ω) R21 (470 Ω)	podle normálu R = 1 Ω ± 0,02 % По эталону R = 1 Ω ± 0,02 % Acc. to Stand. R = 1 Ω ± 0,02 %
Dostavení rozsahu 2, (5) Установка поддиапазона 2 (5) Adjustment of range 2 (5)		R26 (220) R26 (220 Ω) R26 (220 Ω)	podle normálu R = 10 Ω ± 0,02 % По эталону R = 10 Ω ± 0,02 % Acc. to Stand. R = 10 Ω ± 0,02 %
Dostavení rozsahu 3, (6) Установка поддиапазона 3, (6) Adjustment of range 3 (6)		R30 (1K) R30 (1 kΩ) R30 (1 kΩ)	podle normálu R = 100 Ω ± 0,02 % По эталону R = 100 Ω ± 0,02 % Acc. to Stand. R = 100 Ω ± 0,02 %
Dostavení rozsahu 4, (7) Установка поддиапазона 4, (7) Adjustment of range 4 (7)		R39 (150) R39 (150 Ω) R39 (150 Ω)	podle normálu R = 1 kΩ ± 0,02 % По эталону R = 1 kΩ ± 0,02 % Acc. to Stand. R = 1 kΩ ± 0,02 %
Dostavení rozsahu 8 Установка поддиапазона 8 Adjustment of range 8	R 204	R45a (1K) R45a (1 kΩ) R45a (1 kΩ)	podle normálu C = 100 pF ± 0,02 % По эталону C = 100 pF ± 0,02 % Acc. to Stand. C = 100 pF ± 0,02 %
Nastavení nuly IO 2 Установка нуля IO 2 Adjustment of zero IO 2	A ₃	R53 (10K) R53 (10 kΩ) R53 (10 kΩ)	± 0,5 mV ± 0,5 mV ± 0,5 mV

Účel dostavení nebo kontroly Назначение установки или контроля Purpose of adjustment or check	Místo kontrolního bodu Контр. точка Location test point	Dostavný prvek Установоч. элемент Adjusting element	Jmenovitá hodnota, tolerance Номин. значение, допуски Rated value Tolerance
Nastavení nuly IO 4 Установка нуля IO 4 Adjustment of zero IO 4	A ₂	R54 (10K) R54 (10 кОм) ^{22K} R54 (10 kΩ)	± 0,5 mV ± 0,5 mB ± 0,5 mV
Dostavení dělicího poměru 1/10 U Установка коэффициента деления 1/10 U Adjustment of dividing ratio 1/10 U		R61 R61	
Dostavení dělicího poměru 1/10 I Установка коэффициента деления 1/10 I Adjustment of dividing ratio 1/10 U		R63 R63	
Nastavení nuly IO 8 Установка нуля IO 8 Adjustment of zero IO 8	A ₅	R203 (10K) R203 (10 кОм) ^{22K} R203 (10 kΩ)	± 1 mV ± 1 mB ± 1 mV
Nastavení nuly IO 10 Установка нуля IO 10 Adjustment of zero IO 10	A ₄	R92 (10K) R92 (10 кОм) R92 (10 kΩ)	± 1 mV ± 1 mB ± 1 mV
Dostavení fázového posuvu 90° 1 kHz Установка фазового сдвига 90° 1 кГц Adjustment of phase shift 90° 1 kHz		R106 (10K) R106 (10 кОм)	podle normálu C+0001-0000 По эталону C+0001-0000
Dostavení fázového posuvu 90° 100 Hz Установка фазового сдвига 90° 100 Гц Adjustment of phase shift 90° 100 Hz		R106 (10 kΩ) R108 (10K) R108 (10 кОм)	Acc. to Stand. C+0001-0000 podle normálu C+0001-0000 По эталону C+0001-0000
Nastavení nuly IO 21 Установка нуля IO 21 Adjustment of zero IO 21	A ₁₅	R108 (10 kΩ) R185 (22K) R185 (22 кОм) R185 (22 kΩ)	Acc. to Stand. C+0001-0000
Nastavení nuly IO 17 Установка нуля IO 17 Adjustment of zero IO 17		R147 (10K) R147 (10 кОм) R147 (10 kΩ)	
Nastavení ± 15 V Установка ± 15 В Adjustment of ± 15 V	N	R19 (3K3) R19 (3.3 кОм) R19 (3.3 kΩ)	± 0,1 V ± 0,1 B ± 0.1 V

Tab. 20
Таблица 20
Table 20

10.6. Seznam náhradních dílů, které je možno objednat u výrobce

Označení TESLA Обозначение ТЕСЛА Designation	Název Наименование Description	Umístění Расположение Location
1AF 002 54	analogová deska (dolní) аналоговая плата нижняя Analog board (bottom)	analogová část аналоговая часть Analog part
1AN 561 85	funkční tlačítkový přepínač кнопочный переключатель режима измерения Function push-button switch	analogová část аналоговая часть Analog part
1AF 002 56	digitální deska (horní) цифровая плата (верхняя) Digital board (top)	digitální část цифровая часть Digital part
1AK 685 31	oddělovací transformátor feritový буферный трансформатор ферритовый Isolating transformer (ferrite)	digitální část цифровая часть Digital part
1AF 002 55	deska zobrazovače плата дисплея Display board	zobrazovač дисплей Display
1AN 664 84	síťový transformátor сетевой трансформатор Mains transformer	síťová část сетевая часть Power supply
1AF 002 62	deska usměrňovače плата выпрямителя Rectifier board	síťová část сетевая часть Power supply
1AF 002 63	deska stabilizátoru плата стабилизатора Stabilizer board	síťová část сетевая часть Power supply
1AN 561 79	síťový vypínač сетевой выключатель Mains switch	síťová část сетевая часть Power supply
1AN 291 37	napáječ sestavený источник питания в сборе Power supply (complete)	síťová část сетевая часть Power supply
1AK 647 92	měřicí kabely stíněné измерительные кабели экранированные Screened measuring cables	příslušenství принадлежности Accessories

10.6. Перечень запасных частей, которые можно заказать на заводе-изготовителе

Označení TESLA Обозначение ТЕСЛА Designation	Název Наименование Description	Umístění Расположение Location
1AK 647 91	měřicí kabely krátké čtyřvodičové измерительные кабели четырёхпроводные Short 4-strand measuring cables	příslušenství принадлежности Accessories
1AF 872 18	zemnicí káblík заземляющий кабель Earthing cable	příslušenství принадлежности Accessories
1AF 872 17	přívody pro přivedení polarizačního napětí выводы для подачи напряжения поляризации Cable for connecting the polarizing voltage	příslušenství принадлежности Accessories
1AK 459 22	přechod переход Junction	příslušenství принадлежности Accessories
1AA 811 19	pásky полоса Tape	příslušenství принадлежности Accessories
1AV 800 30	obal крышка Cover	příslušenství принадлежности Accessories
1AF 896 77	vidlice (část výstupního konektoru) вилка (часть вых. коннект.) Plug (part of the output connector)	příslušenství принадлежности Accessories
1AF 251 16 16	kryt (část výstupního konektoru) кожух (часть вых. коннект.) Cover (part of the output connector)	příslušenství принадлежности Accessories

10.6. List of spare parts available on special order

11. DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ

Konstrukce obalů je řešena s ohledem na snížení nepříznivých vlivů během dopravy. Přístroj však musí být chráněn proti přímému vlivu počasí a působení teplot v rozmezí vyšším než -25°C až $+55^{\circ}\text{C}$. Krátkodobé zvýšení vlhkosti nemá na přístroj vliv. Dlouhodobě lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí teplot -25°C až $+55^{\circ}\text{C}$ při relativní vlhkosti do 95 %. Je-li přístroj v nezabaleném stavu, nemají klimatické podmínky překročit meze uváděné v technických podmínkách, to je rozmezí teplot $+5$ až $+40^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost 80 %.

Přístroje v původním továrním balení lze skladovat maximálně ve třech vrstvách na sobě v prostředí bez prachu a výparů chemikálií.

12. ZÁRUKA

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 (§§ 198, 135).

Podrobné údaje jsou uvedeny v záručním listě.

11. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ ПРИБОРА

Для поверки прибора рекомендуется применять метод комплектной поверки с помощью образцовых мер. Поверка приборов в средних поддиапазонах может осуществляться с помощью образцовых мер (магазинов) емкости и сопротивления аттестованных с погрешностью не хуже 0,1 %. Для поверки прибора на краях всего диапазона измерений рекомендуется обратиться на завод-изготовитель.

В СССР поверка прибора в средних диапазонах значения измеряемых параметров может проводиться методом комплектной поверки с помощью образцовых средств измерений по ГОСТ 8.294-78.

Поверка на краях диапазонов измерений осуществляется с помощью технологических мер поставляемых фирмой ТЕСЛА.

12. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

12.1. Транспортировка

Конструкция тары выполнена с целью уменьшения неблагоприятного воздействия окружающей среды во время транспортировки. Приборы должны быть защищены от прямого воздействия погоды и температуры, выходящей за пределы -25°C до $+55^{\circ}\text{C}$. Кратковременное повышение влажности не оказывает влияние на прибор.

11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

11.1. Transport

The packing of the BM 591 automatic meter has been designed so as to offer maximum protection against adverse influences during transport, which can be effected by any transport means. Nevertheless, the instrument must be protected from the direct influence of adverse atmospheric conditions and temperatures exceeding the range -25°C to $+55^{\circ}\text{C}$. Transitory increase of the relative humidity has no detrimental influence on the instrument.

11.2. Storage

When unpacked, the instrument can be stored in surroundings where the temperature is within the range $+5^{\circ}\text{C}$ to $+40^{\circ}\text{C}$, at a relative humidity of maximum 80 %.

When packed in the original packing, the instrument can be stored for any length of time at temperatures within the range of -25° to $+55^{\circ}\text{C}$ at a relative humidity of up to 95 %.

It is not permissible to stack other material on stored electronic measuring 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 accompanying the BM 591 automatic meter.

12.2. Хранение

Прибор можно хранить в неупакованном виде в среде при температуре от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и при максимальной относительной влажности 80 %.

При длительном хранении можно прибор хранить в заводской таре при температуре -25°C \pm $+55^{\circ}\text{C}$ 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 приборы не следует класть никакой другой материал.

13. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Предприятие «Тесла» Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВ и им равных, установленного «Общими условиями СЭВ» 1968 г. (§§ 28 - 30).

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

Poznámky:

Примечания:

Notes:

Poznámky:

Примечания:

Notes:

© **Nakladatel:**

TESLA Brno, k. p., Brno, ČSSR. Veškerá práva vyhrazena. Obsah této publikace nesmí být žádným způsobem reprodukován bez povolení vlastníka nakladatelského práva.

© **Издатель:**

ТЕСЛА Брно, концерн. предпр., Брно, ЧССР. Все права оговорены. Содержание этой публикации, без разрешения владельца издательского права, повторному изданию не подлежит.

© **Publishers:**

TESLA Brno, Concern Corp., Brno, ČSSR. All rights are reserved. The contents of this publication must not be reproduced in any way without the consent of the publishers.



X-č-t-a - 2800-IV/85

Tisk 53 1069-85

BM 591

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA ПРИЛОЖЕНИЕ РИСУНКОВ ILLUSTRATION ENCLOSURE

OBSAH

Rozpis elektrických součástí

Desky s plošnými spoji

BM 591/1 — 1AF 002 54 — Analogová část
BM 591/2 — 1AF 002 55 — Displej
BM 591/3 — 1AF 002 56 — Číslicová část
BM 591/4 — 1AF 002 62 — Usměrňovač
BM 591/5 — 1AF 002 63 — Stabilizátor

Schémata

BM 591/6 — 1AF 002 54 — Analogová část
BM 591/7 — 1AF 002 54 — Analogová část
BM 591/8 — 1AF 002 55 — Displej
BM 591/9 — 1AF 002 56 — Číslicová část
BM 591/10 — 1AF 002 56 — Číslicová část
BM 591/11 — 1AN 291 37 — Napáječ
BM 591/12 — 1X1 818 06 — Měřič RLCG

СОДЕРЖАНИЕ

Спецификация электрических деталей

Печатные платы

BM 591/1 — 1AF 002 54 — Аналоговая часть
BM 591/2 — 1AF 002 55 — Дисплей
BM 591/3 — 1AF 002 56 — Цифровая часть
BM 591/4 — 1AF 002 62 — Выпрямитель
BM 591/5 — 1AF 002 63 — Стабилизатор

Электрические схемы

BM 591/6 — 1AF 002 54 — Аналоговая часть
BM 591/7 — 1AF 002 54 — Аналоговая часть
BM 591/8 — 1AF 002 55 — Дисплей
BM 591/9 — 1AF 002 56 — Цифровая часть
BM 591/10 — 1AF 002 56 — Цифровая часть
BM 591/11 — 1AN 291 37 — Источник питания
BM 591/12 — 1X1 818 06 — Измеритель RLCG

CONTENTS

List of electrical components

Printed circuit boards

BM 591/1 — 1AF 002 54 — Analog part
BM 591/2 — 1AF 002 55 — Display
BM 591/3 — 1AF 002 56 — Digital part
BM 591/4 — 1AF 002 62 — Rectifier
BM 591/5 — 1AF 002 63 — Stabilizer

Diagrams

BM 591/6 — 1AF 002 54 — Analog part
BM 591/7 — 1AF 002 54 — Analog part
BM 591/8 — 1AF 002 55 — Display
BM 591/9 — 1AF 002 56 — Digital part
BM 591/10 — 1AF 002 56 — Digital part
BM 591/11 — 1AN 291 37 — Power supply
BM 591/12 — 1X1 818 06 — RLCG meter

ROZPIS ELEKTRICKÝCH SOUČÁSTÍ
СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

1X1 818 06

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	10 μF	-20...+50	25	TE 134 10μS
C2	Electrolytic	47 μF	—	6.3	TE 121 47μS
C3	Ceramic	4 700 pF	-20...+80	32	TK 783 4n7Z

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated circuit IO 1	MA7805	
Transistor E8	KD 615	
Fuse cartridge P1	T 160 mA	ČSN 35 4733.3

Analogová část
Аналоговая часть
Analog part
1AF 002 54

Resistors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1, R2	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R3	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R4	Trimmer	33 kΩ	—	0.5	TP 011 33KN
R5	Film	5.1 MΩ	5	0.6	TR 192 5M1J
R6, R7	Film	220 Ω	5	0.25	TR 191 220RJ
R8	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R9, R10	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R11	Film	120 Ω	5	0.25	TR 191 120RJ
R12, R13	Film	3.3 Ω	5	0.125	TR 212 3R3J
R14	Film	120 Ω	5	0.25	TR 191 120RJ
R15	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R16, R17	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R18	Film	20.3 Ω	1	0.125	TR 161 20R3D-2
R19	Film	20 Ω	1	0.125	TR 161 20RD-3
R20	Film	27.1 kΩ	2	0.125	TR 161 27K1C-3
R21	Trimmer	470 Ω	—	0.5	TP 011 470RN
R22, R23	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R24	Film	101 Ω	2	0.125	TR 161 101RC-3
R25	Film	24 kΩ	2	0.125	TR 161 24KC-3
R26	Trimmer	220 Ω	—	0.5	TP 011 220RN
R27	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R28	Film	15 Ω	1	0.125	TR 161 15RF-1
R29	Film	1 kΩ	2	0.125	TR 161 1K0C-3
R30	Trimmer	1 kΩ	—	0.5	TP 011 1KON
R31	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R32	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 191 22KJ
R33	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R34	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R35	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R36	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R37	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 191 22KJ
R38	Film	11 kΩ	2	0.125	TR 161 11KC-3
R39	Trimmer	150 Ω	—	0.5	TP 011 150RN
R40	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R41, R42	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R43	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R44	Film	88.7 kΩ	2	0.125	TR 161 88K7C-3
R45	Film	11 kΩ	2	0.125	TR 161 11KC-3
R46	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R47	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 191 22KJ
R48	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R49 - R51	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R52	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R53, R54	Trimmer	22 kΩ	—	0.5	TP 011 22KN
R55a, R55b	Film	2×3.01 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×3K01B
R56a, R56b	Film	2×3.01 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×3K01B
R58a, R58b	Film	2×3.01 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×3K01B
R59a, R59b	Film	2×3.01 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×3K01B
R60a, R60b	Film	1.8 kΩ, 200 Ω	0.1	0.1	WK 681 50 1K8B, 200RB
R61	Trimmer	100 kΩ	—	0.5	TP 095 100KN
R62a, R62b	Film	1.8 kΩ, 200 Ω	0.1	0.1	WK 681 50 1K8B, 200RB

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R63	Trimmer	100 kΩ	—	0.5	TP 095 100KN
R64 - R69	Film	100 Ω	5	0.25	TR 191 100RJ
R70 - R75	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R76	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R77, R78	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R79	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R80	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 191 1K5J
R81, R82	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R83, R84	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R85	Film	1 kΩ	1	0.25	TR 191 1K0F
R86	Film	10 kΩ	1	0.25	TR 191 10KF
R87, R88	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R89	Film	1 kΩ	1	0.25	TR 191 1K0F
R90	Film	22.1 kΩ	1	0.25	TR 191 22K1F
R91	Film	1 kΩ	1	0.25	TR 191 1K0F
R92	Trimmer	22 kΩ	—	0.5	TP 011 22KN
R93	Film	22.1 kΩ	1	0.25	TR 191 22K1F
R94	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R95	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 191 1K5J
R96	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R97, R98	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R99, R100	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R101	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R102	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 191 1K5J
R103	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R104	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R105	Film	27 kΩ	5	0.25	TR 191 27KJ
R106	Trimmer	10 kΩ	—	0.5	TP 011 10KN
R107	Film	27 kΩ	5	0.25	TR 191 27KJ
R108	Trimmer	10 kΩ	—	0.5	TP 011 10KN
R109, R110	Film	470 Ω	5	0.25	TR 191 470RJ
R111	Film	10 kΩ	1	0.125	TR 161 10KD-1
R112	Film	100 Ω	5	0.25	TR 191 100RJ
R113	Film	10 kΩ	1	0.125	TR 161 10KD-1
R114	Film	100 Ω	5	0.25	TR 191 100RJ
R115 - R117	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R118, R119	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R120	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R121	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 191 1K5J
R122	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R123	Film	100 kΩ	5	0.25	TR 191 100KJ
R124	Film	681 Ω	1	0.25	TR 191 681RF
R125	Film	1.5 MΩ	5	0.6	TR 192 1M5J
R126	Film	681 Ω	1	0.25	TR 191 681RF
R127	Film	150 kΩ	5	0.25	TR 191 150KJ
R128	Film	330 Ω	5	0.25	TR 191 330RJ
R129	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R130	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R131	Film	180 Ω	5	0.25	TR 191 180RJ
R132	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R133	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R134	Film	6.19 kΩ	2	0.25	TR 191 6K19G
R135	Film	22.6 kΩ	2	0.25	TR 191 22K6G
R136	Film	4.64 kΩ	1	0.25	TR 191 4K64F
R137, R138	Film	3.3 kΩ	5	0.25	TR 191 3K3J
R139	Film	2.21 kΩ	1	0.25	TR 191 2K21F
R140	Film	100 kΩ	1	0.25	TR 191 100KF
R141	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R142	Film	100 Ω	1	0.25	TR 191 100RF
R144	Film	100 Ω	1	0.25	TR 191 100RF
R145	Film	330 Ω	5	0.25	TR 191 330RJ
R146	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R147	Film	10 kΩ	—	0.5	TP 011 10KN
R148, R149	Film	22 kΩ	5	0.25	TR 191 22KJ
R150	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R151	Film	34.8 kΩ	2	0.25	TR 191 34K8G
R152, R153	Film	10 kΩ	2	0.25	TR 191 10KG
R154	Film	34.8 kΩ	2	0.25	TR 191 34K8G
R155, R156	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R157	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R158	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R159	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 191 1K5J
R160	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R161	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R162	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R163	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R166	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R167	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R168a, b	Film	2×10 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×10KB
R169a, b	Film	2×20 kΩ	0.1	0.1	WK 681 50 2×20KB

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R170, R171	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R172	Film	1.54 kΩ	2	0.25	TR 191 1K54G
R173	Film	5.11 kΩ	2	0.25	TR 191 5K11G
R174	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R175, R176	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R177	Film	1.54 kΩ	2	0.25	TR 191 1K54G
R178	Film	5.11 kΩ	2	0.25	TR 191 5K11G
R179	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R180	Film	5.1 MΩ	5	0.6	TR 192 5M1J
R181	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R182, R183	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R184	Film	2.7 kΩ	5	0.25	TR 191 2K7J
R185	Trimmer	22 kΩ	—	0.5	TP 011 22KN
R186	Film	100 kΩ	5	0.25	TR 191 100KJ
R187, R188	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R189,	Film	10 kΩ	2	0.25	TR 191 10KG
R190	Film	26.1 kΩ	2	0.25	TR 191 26K1G
R191	Film	21 kΩ	1	0.25	TR 191 21KF
R192	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R193 - R198	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R199	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R200	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R201	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R202	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R203	Trimmer	22 kΩ	—	0.5	TP 011 22KN
R204	Trimmer	1 kΩ	—	0.5	TP 011 1K0N
R205, R206	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R207	Film	150 Ω	5	0.25	TR 191 150RJ
R208	Film	1 MΩ	5	0.25	TR 191 1M0J
R209	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Ceramic	47 pF	20	40	TK 754 47pM
C2, C3	Electrolytic	100 μF	—	15	TE 984 100μA-PVC
C4	Ceramic	18 pF	5	40	TK 754 18pJ
C5, C6	Electrolytic	500 μF	—	15	TE 984 500μA-PVC

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C7	Ceramic	56 pF	5	40	TK 754 56pJ
C8	Electrolytic	20 μF	—	15	TE 984 20μA-PVC
C9	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 47nZ
C10 - C12	Ceramic	47 000 pF	—20...+80	32	TK 783 47nZ
C13	Tubular	0.15 μF	5	100	TC 215 150nJ
C14	Ceramic	100 pF	5	40	TK 754 100pJ
C15 - C20	Electrolytic	100 μF	—	15	TE 984 100μA-PVC
C21	Tubular	0.15 μF	5	100	TC 215 150nJ
C22	Ceramic	100 pF	5	40	TK 754 100pJ
C23	Ceramic	12 pF	5	40	TK 754 12pJ
C24	Electrolytic	5 μF	—	15	TE 984 5μA-PVC
C25	Ceramic	120 pF	10	40	TK 794 120pK
C28	Electrolytic	20 μF	—	15	TE 984 20 μA-PVC
C29, C30	Tubular	33 000 pF	10	250	TC 216 33nK
C31, C32	Tubular	0.33 μF	5	100	TC 215 330nJ
C33 - C36	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C37	Ceramic	2 2000 pF	—20...+50	40	TK 724 2n2S
C38, C39	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C41, C42	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C43	Ceramic	470 pF	—20...+80	32	TK 783 47nZ
C44	Tubular	0.47 μF	5	100	TC 215 470nJ
C45	P. E. T.	0.33 μF	5	160	TC 279 330nJ
C46	Ceramic	10 000 pF	—20...+80	40	TK 764 10nZ
C47, C48	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C49	Ceramic	10 000 pF	—20...+80	40	TK 764 10nZ
C50	Tubular	0.22 μF	5	100	TC 215 220nJ
C51	Electrolytic	20 μF	—	15	TE 984 20μ-PVC
C52	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C53, C54	Ceramic	15 pF	5	40	TK 754 15pJ
C55	Polystyrene	10 000 pF	5	100	TC 281 10nJ
C56	Tubular	0.1 μF	5	100	TC 215 100nJ
C57	Tubular	0.33 μF	5	250	TC 216 330nJ
C58, C59	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C60, C61	Electrolytic	500 μF	—	15	TE 984 500μY-PVC
C65	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C66	Electrolytic	500 μF	—	15	TE 984 500μY-PVC
C69, C70	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ
C71	Ceramic	100 pF	5	40	TK 754 100pJ
C72	Tubular	47 000 pF	10	250	TC 216 47nK
C73 - C75	Ceramic	0.1 μF	—20...+80	32	TK 783 100nZ

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C76	Ceramic	330 pF	5	40	TK 774 330pJ
C77, C78	Tubular	0.15 μF	10	100	TC 215 150nK
C79, C80	Ceramic	0.1 μF	-20...+80	32	TK 783 100nZ

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated circuit IO 1	MAA748	
Integrated circuit IO 2, IO 4, IO 8 - IO 10, IO 13, IO 15	MAB356	
Integrated circuit IO 3, IO 5-10 7 IO 11, IO 12, IO 16, IO 18, IO 21, IO 22	MAA741	
Integrated circuit IO 19, IO 20	MAA748	
Integrated circuit IO 14, IO 17	B110D	
Integrated circuit IO 23	UCY7486N	
Integrated circuit IO 24	MH8403	
Integrated circuit IO 25, IO 26	UCY74157	
Diode E1 - E4	KA222	
Diode E5 - E8, E15, E16, E25 - E29, E39 - E49, E53, E67 - E71, E77 - E83, E87 - E89, E95, E96, E107 - E110	KFY206	
Transistor E9	KFY46	1AN 116 41
Transistor E10	KFY18	1AN 116 42
Diode E11, E38, E72, E113	KZ260/10V	
Transistor E12, E14, E17, E18, E19, E50, E54, E57, E58, E63, E90, E94, E97, 102, E104, E106	KC 307 B	
Diode E13	KZ260/7V5	
Transistor E20 - E24, E32 - - E37, E51, E52, E60 - E62, E75, E76, E84, E92, E93, E98 - E101, E103, E105	KS4392	

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistors E30, E31, E55, E56, E59, E64, E91	KC507	
Diode E65, E66	KZ260/6V2	
Diode E73, E74	KA261	
Diode E85, E114	KZ260/9V1	
Transistor E86	KC508	
Transistor E111	KS4393	
Relay R1 1, R1 2		1AN 600 10

**Displej
Дисплей
Display**

1AF 002 55

Resistors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	75 Ω	5	0.25	TR 213 75RJ
R2	Film	91 Ω	5	0.25	TR 213 91RJ
R3	Film	180 Ω	5	0.25	TR 213 180RJ
R4	Film	68 Ω	5	0.25	TR 213 68RJ
R5	Film	43 Ω	5	0.25	TR 213 43RJ
R6 - R29	Film	180 Ω	5	0.25	TR 213 180RJ
R 30, R31	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 213 4K7J
R32 - R34	Film	100 Ω	5	0.25	TR 213 100RJ
R35	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 213 4K7J
R36	Film	1.5 kΩ	5	0.25	TR 213 1K5J

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	50 μF	—	6	TE 981 50μA-PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit IO 1 - IO 4	LQ410
Integrated circuit IO 5 - IO 7	E147C
Integrated circuit IO 8	MH7438
Integrated circuit IO 9	UCY7407
Integrated circuit IO 10	MH74154
Diode E1	LQ1732
Diode E2 - E7	KA261
Diode E8 - E25	LQ1132
Transistor E26, E27	KC507

Číslicová část
Цифровая часть
Digital part

1AF 002 56

Resistors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1	Film	5.11 kΩ	1	0.25	TR 191 5K11F
R2	Film	2.7 kΩ	5	0.25	TR 191 2K7J
R3	Film	3.3 kΩ	5	0.25	TR 191 3K3J
R4	Film	16 kΩ	5	0.25	TR 191 16KJ
R5	Film	3.32 kΩ	1	0.25	TR 191 3K32F
R6	Film	825 Ω	1	0.25	TR 191 825RF
R7	Film	1 kΩ	1	0.25	TR 191 1K0F
R8	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R9, R10	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R11	Film	390 kΩ	5	0.25	TR 191 390KJ
R12	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R13	Film	1.87 kΩ	1	0.25	TR 191 1K87F
R14	Film	10 kΩ	1	0.25	TR 191 10KF
R15a	Film	120 kΩ	0.1	0.32	1AK 660 81
R15b	Film	64.9 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 64K9B
R15c	Film	49.7 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 49K7B
R15d	Film	45.9 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 45K9B
R15e	Film	49.7 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 49K7B
R15f	Film	64.9 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 64K9B
R15g	Film	120 kΩ	0.1	0.32	WK 681 83 120KB
R16 - R18	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R19	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R20,R21	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R22	Film	6.8 kΩ	5	0.25	TR 191 6K8J
R23	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R24	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R25, R26	Film	3.3 Ω	5	0.125	TR 212 3R3J
R27, R28	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 191 15KJ
R29	Film	11 kΩ	1	0.25	TR 191 11KF
R30	Film	1 kΩ	1	0.25	TR 191 1K0F
R31	Film	100 Ω	1	0.25	TR 191 100RF
R32	Film	8.2 Ω	5	0.25	TR 191 8R2J
R33	Film	100 kΩ	1	0.25	TR 191 100KF
R34	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 191 10KJ
R36 - R43	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R44	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 191 2K2J
R45	Film	2.7 kΩ	5	0.25	TR 191 2K7J
R46	Film	220 Ω	5	0.25	TR 191 220J
R47, R48	Film	1 kΩ	5	0.25	TR 191 1K0J
R49	Film	10.5 kΩ	1	0.25	TR 191 10K5F
R50	Film	8.25 kΩ	1	0.25	TR 191 8K25F
R51 - R53	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R54, R55	Film	220 Ω	5	0.25	TR 191 220RJ
R56	Film	39 Ω	5	0.25	TR 191 39RJ
R57	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J
R58	Film	220 Ω	5	0.25	TR 191 220RJ
R59 - R64	Film	4.7 kΩ	5	0.25	TR 191 4K7J

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1	Polystyrene	5 600 pF	2	100	TC 281 5n6G
C2	Polystyrene	8 200 pF	2	100	TC 281 8n2G
C3, C4	Tubular	0.1 μF	5	100	TC 215 100nJ
C5	Tubular	0.22 μF	5	100	TC 215 220nJ
C6	Tubular	33 000 pF	10	250	TC 216 33nK
C7	Electrolytic	20 μF	—	6	TE 981 20μA-PVC
C8	Ceramic	0.15 μF	-20...+80	12.5	TK 782 150nZ
C9	Electrolytic	10 μF	—	15	TE 984 10μA-PVC

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C10	Ceramic	1 500 pF	20	40	TK 724 1n5M
C11	Electrolytic	200 μF	—	15	TE 984 200 μA-PVC
C12	Electrolytic	10 μF	—	6	TE 981 10 μA-PVC
C13, C14	Electrolytic	100 μF	—	15	TE 984 100 μA-PVC
C15	Electrolytic	1mF	—	35	TE 676 1m0A-PVC
C16, C17	Ceramic	10 000 pF	-20...+50	40	TK 744 10nS
C18	Ceramic	220 pF	5	40	TK 744 220pJ
C19	Ceramic	33 pF	5	40	TK 754 33pJ
C20	Ceramic	68 pF	5	40	TK 754 68pJ
C21	Polystyrene	6 800 pF	2	100	TC 281 6n8G
C22	Polystyrene	1 500 pF	2	100	TC 281 1n5G
C23	Ceramic	47 000 pF	-20...+80	12.5	TK 782 47nZ
C24, C25	Ceramic	3 300 pF	-20...+50	40	TK 724 3n3S
C26	Ceramic	3 300 pF	-20...+50	40	TK 744 3K3S
C27	Ceramic	3 300 pF	-20...+50	40	TK 724 3n3S
C28	Electrolytic	50 μF	—	6	TE 981 50 μA-PVC
C29 - C38	Ceramic	0.1 μF	-20...+80	32	TK 783 100nZ

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing. No.	No. of tap	No. of turns	Wire ø in mm
Coil	TR 1	1AK 685 31	1—2	650	0.18
Coil		1AK 603 65	3—4	100	0.5

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated circuit IO 1, IO 14, IO 17, IO 25, IO 27, IO 36, IO 44	MH8474	
Integrated circuit IO 2	MH84164	
Integrated circuit IO 3, IO 16, IO 19, IO 23, IO 38	MH8400	
Integrated circuit IO 4, IO 31- -IO 33	MH8490A	
Integrated circuit IO5, IO 34	MH8440	

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated circuit IO 6, IO 7	MH8493A	
Integrated circuit IO 8, IO 28	MH8404	
Integrated circuit IO 9	MAA741	
Integrated circuit IO 11	UCY74123N	
Integrated circuit IO 12	MH84151	
Integrated circuit IO 13	MH8472	
Integrated circuit IO 15	UCY7408	
Integrated circuit IO 18	UCY74153N	
Integrated circuit IO 21, IO 22	MH8430	
Integrated circuit IO 26	UCY7486N	
Integrated circuit IO 35, IO 37	UCA7402N	
Integrated circuit IO 39	MH8410	
Integrated circuit IO 41 - IO 43	MH8475	
Integrated circuit IO 45	MH8403	
Integrated circuit IO 46	MH74188	1AN 136 04
Integrated circuit IO 48	MH74188	1AN 136 05
Integrated circuit IO 49	MH84192	
Transistor E1 - E5	KC507	
Transistor E6 - E9, E12 - E15	KC 307B	
Transistor E 10	KFY46	
Transistor E11	KFY18	
Diode E16 - E22, E24, E25, E29 - E32	KA 261 KA261	
Diode E23	KZ260/10	
Diode E26, E27	KZ260/18	
Diode E28	KZ260/7V5	
Crystal K1		1AK 609 86
Relay Re1 - Re4		1AN 600 11

Нарáječ Источник питания Power supply

Resistors:

1AN 291 37

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R1, R2	Film	2.2 Ω	10	0.125	TR 212 2R2K
R3	Film	220 Ω	10	0.125	TR 212 220RK
R4	Film	1.2 kΩ	5	0.5	TR 152 1K2J
R5	Film	2.2 kΩ	5	0.25	TR 151 2K2J

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. load W	Standard ČSSR
R6	Film	4.7 kΩ	10	0.25	TR 151 4K7K
R7	Film	100 Ω	10	0.25	TR 151 100RK
R8	Wire-wound	0.2 Ω	2	—	1AA 669 24
R9, R10	Film	3.3 Ω	10	2	TR 224 3R3K
R11	Film	680 Ω	5	0.25	TR 15 680RJ
R12	Film	1 Ω	5	1	TR 215 1R0J
R13	Film	470 Ω	5	0.25	TR 151 470RJ
R14	Film	10 kΩ	5	0.52	TR 151 10KJ
R15	Film	1.2 kΩ	5	0.25	TR 151 1K2J
R16	Film	10 Ω	10	0.5	TR 152 10RK
R17	Film	270 Ω	5	0.25	TR 151 270RJ
R18	Film	10 kΩ	5	0.25	TR 151 10KJ
R19	Trimmer	3.3 kΩ	—	0.5	TP 012 3K3N
R20, R21	Film	10 kΩ	1	0.125	TR 161 10KD-1
R22	Film	30.1 kΩ	1	0.125	TR 161 30K1D-1
R23	Film	10 kΩ	1	0.125	TR 161 10KD-1
R24	Film	15 kΩ	5	0.25	TR 151 15KJ

Capacitors:

No.	Type	Value	Tolerance ± %	Max. DC voltage V	Standard ČSSR
C1 - C3	Electrolytic	2.2 mF	—	25	TE 675 2m2A-PVC
C4	Electrolytic	10 μF	—	50	TE 156 10μA
C5	Ceramic	4 700 pF	-20...+80	32	TK 783 4n7Z
C6	Ceramic	33 pF	5	40	TK 754 33pJ
C7, C8	Electrolytic	15 μF	-20...+50	16	TE 123 15μS
C9, C10	Electrolytic	1 mF	—	35	TE 676 1m0A-PVC

Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing. No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer TR 1		1AN 664 84	1-2	1840	0.25
coil		1AK 627 09	3-4	100	0.8
			5-6	100	0.8
coil		1AK 627 08	7-8	190	0.3
coil		1AK 627 07	9-10	190	0.3

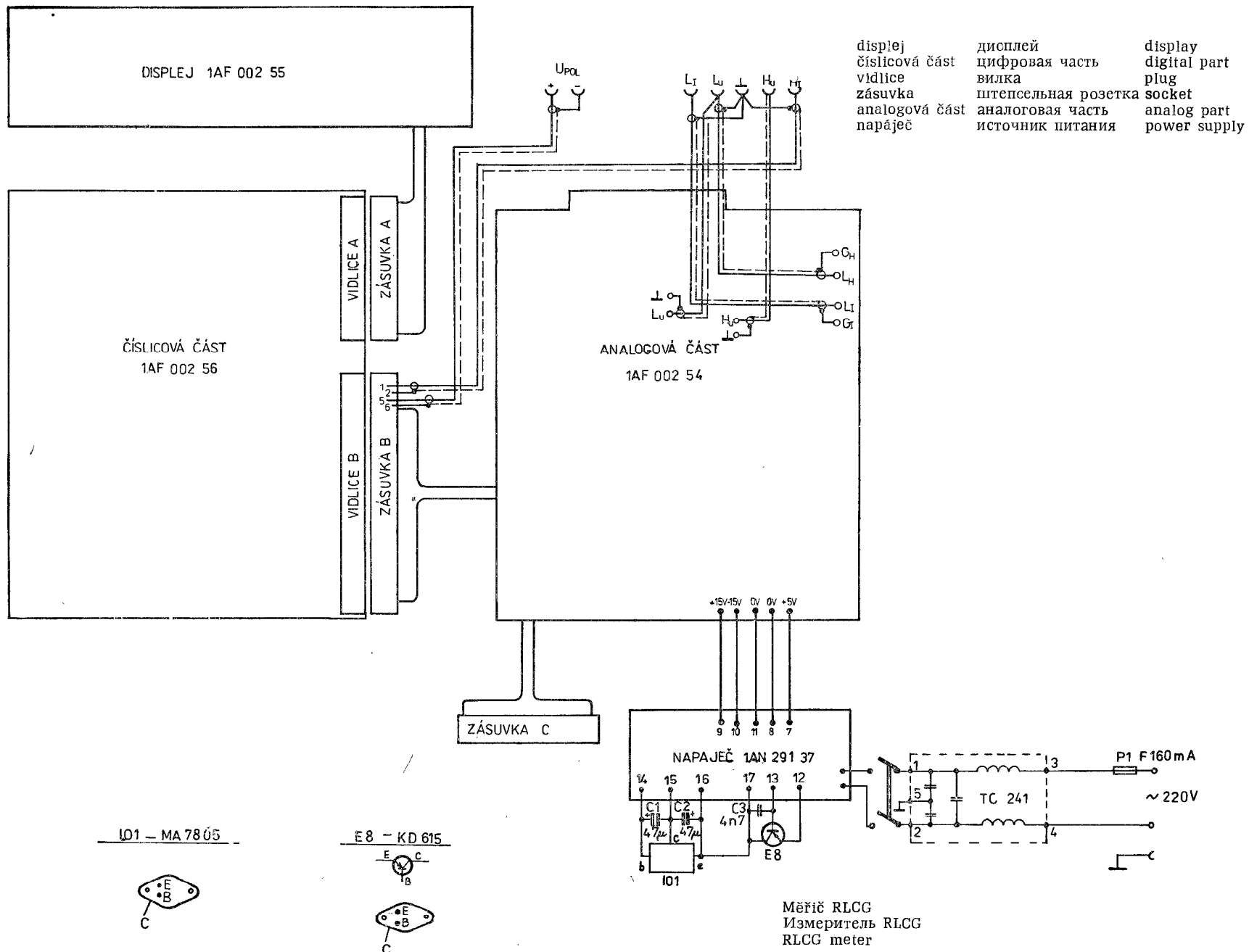
Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
(Integrated circuit IO 1	MA7805)	
Integrated circuit IO 2	MA7815	
Integrated circuit IO 3, IO 4	MAA741	
Diode E1, E16	1N5401	
Diode E2 - E5	KY130/150	
Diode E6	KZ260/5V1	
Thyristor E7	KT201/100	
(Transistor E8	KD615)	
Diode E9	KZ260/5V6	
Transistor E10, E14	KFY16	
Transistor E11	KFY18	
Transistor E12	KD615	
Diode E13	KZ241/7V5	
Diode E15	KA261	
Fuse cartridge	F 1.6A/250V	ČSN 35 4733.2

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

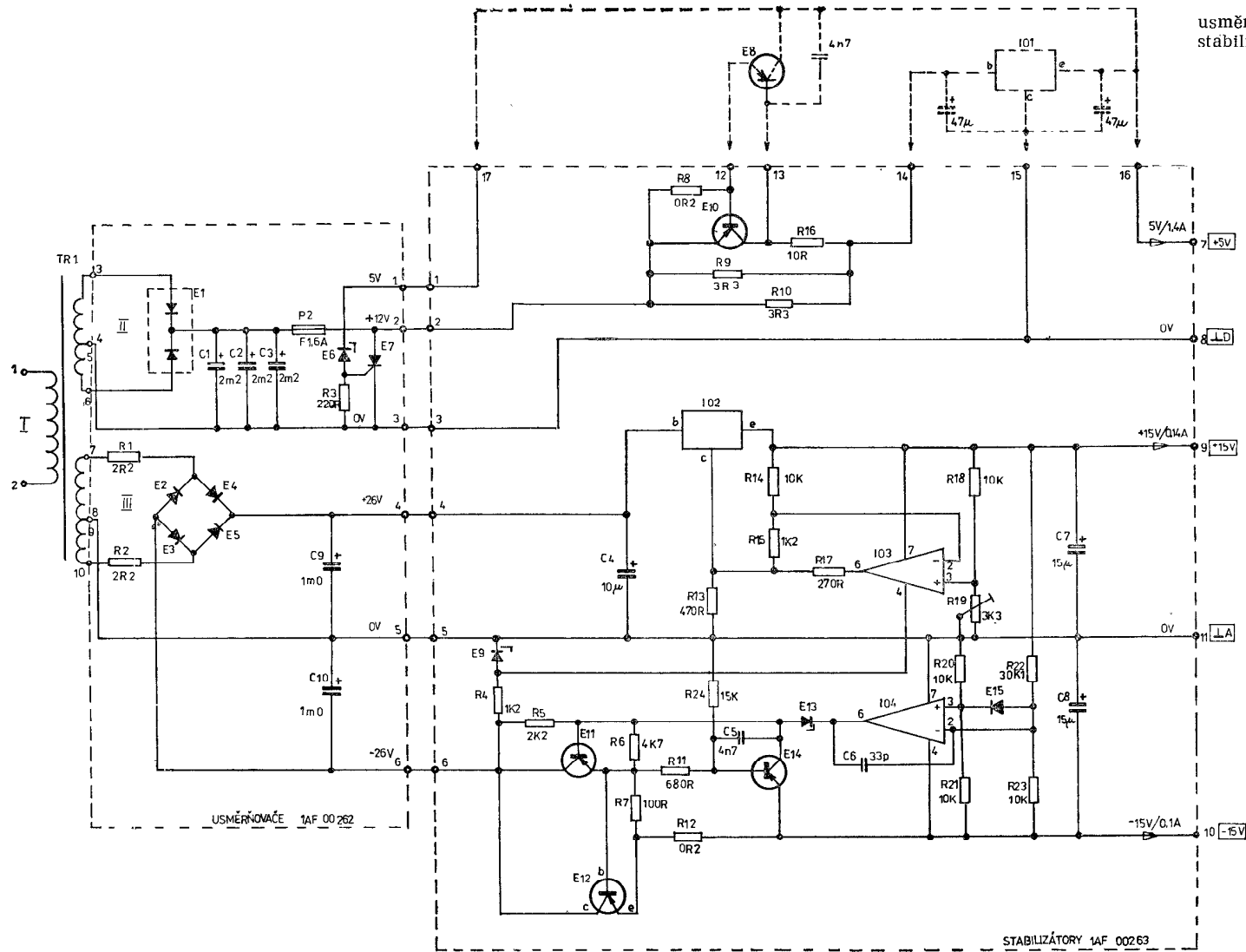
Детали, обозначенные 1AN... выбираются согласно специальным предписаниям.

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



1X1 818 06

BM 591/12

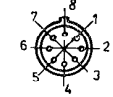


usměrňovač
stabilizátor

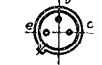
выпрямитель
стабилизатор

rectifier
stabilizer

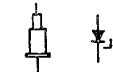
I03, I04 - MAA 741



E10, E14 - KFY 16
E11 - KFY 18



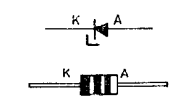
E13 - KZ 272



E15 - KA 261



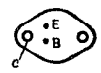
E6 - KZ 260/5V1
E9 - KZ 260/5V6



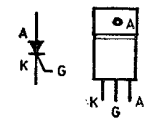
E1, E16 - 1N5401
E2-E4 - KY 130/150



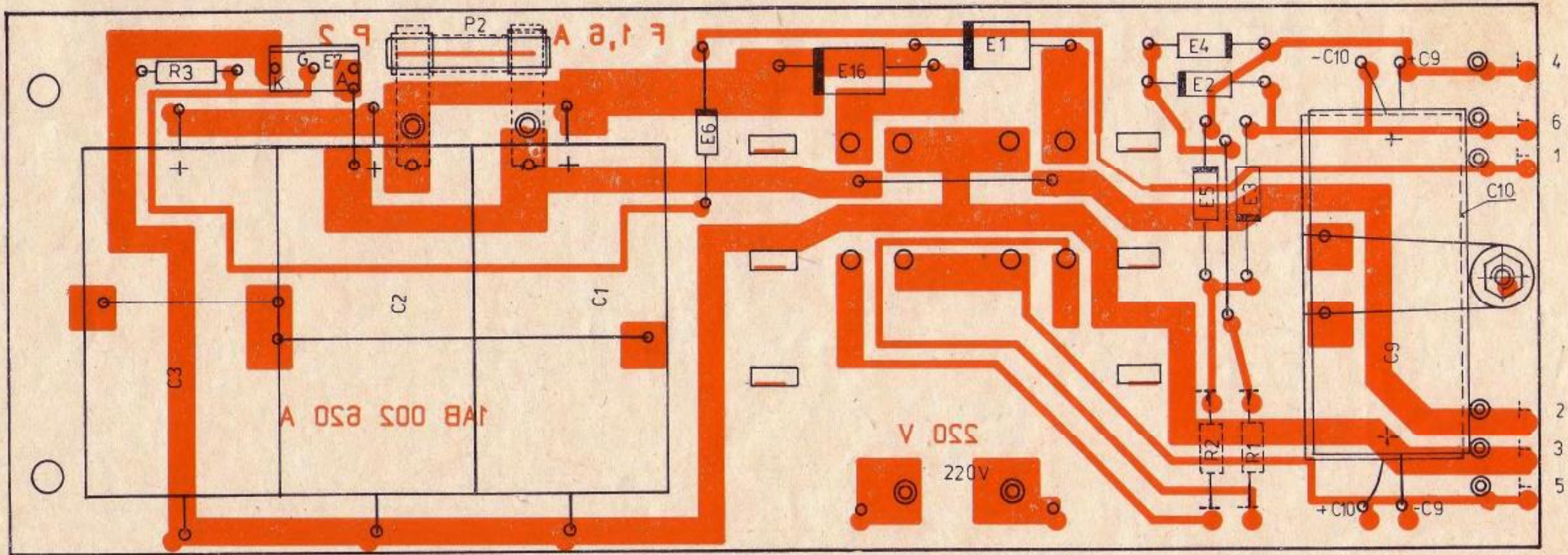
E12 - KD 615
I01 - MA 7805
I02 - MA 7815



E7 - KT 206/200



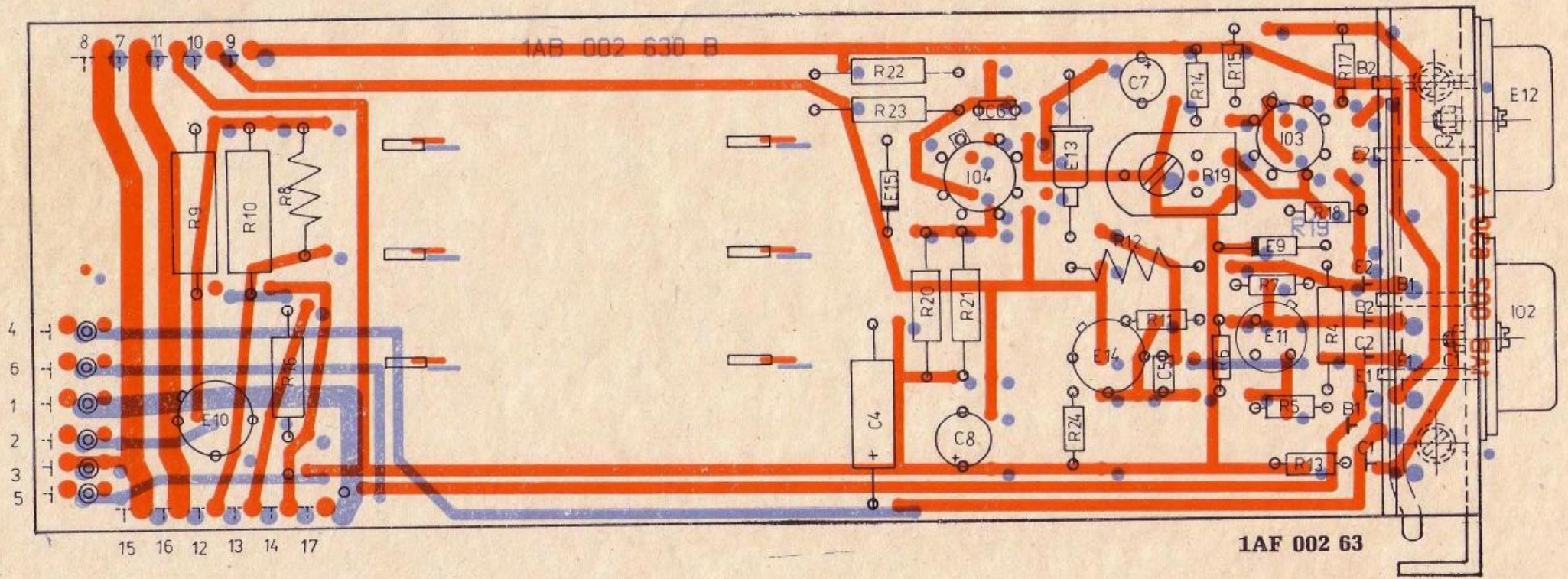
Наряječ
Источник питания
Power supply



Usměřovač
 Выпрямитель
 Rectifier

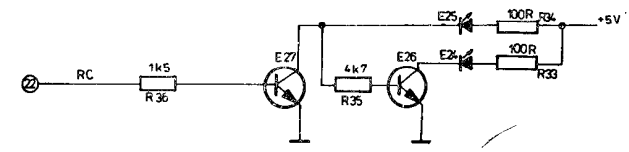
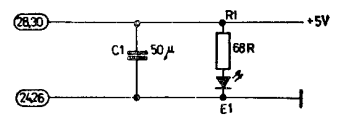
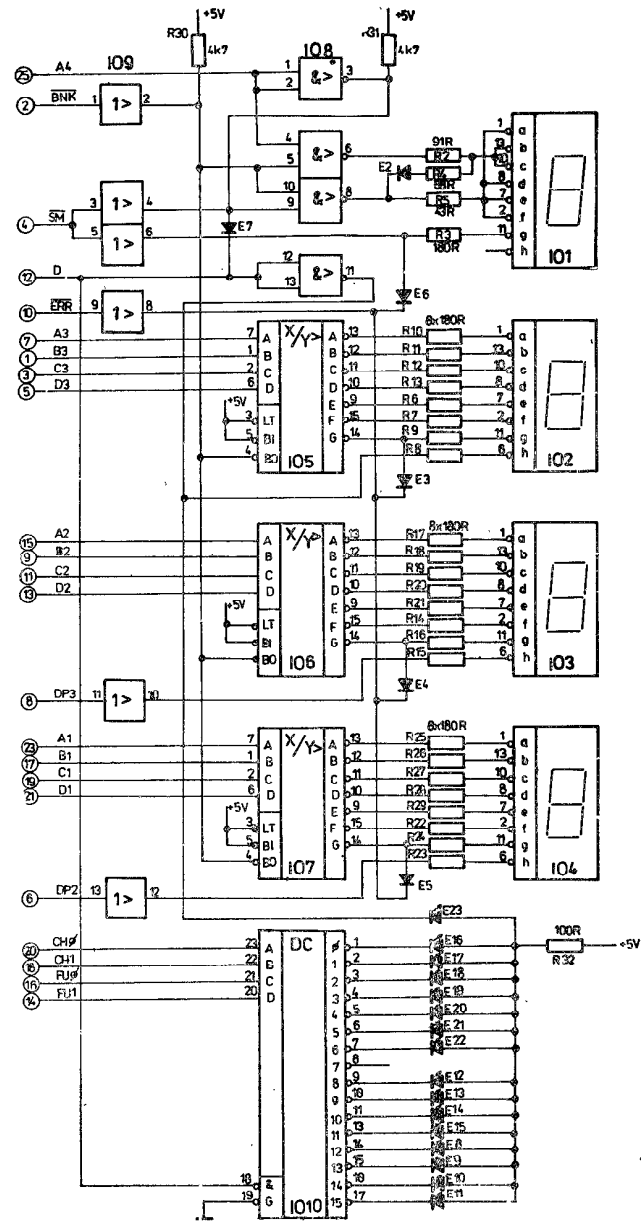
1AF 002 62

BM 591/4

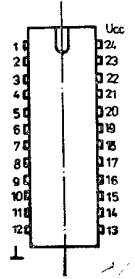


Stabilizátor
 Стабилизатор
 Stabilizer

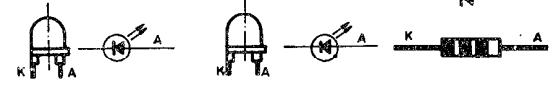
BM 591/5



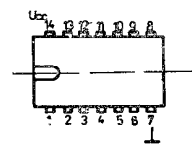
IO10 - MH84154



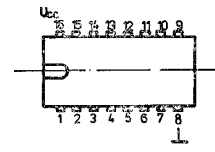
E1 - 1AN14588 (VOA23) E8+E23, E24, E25 - 1AN14562 (VOA13) E2+E7 - KA261



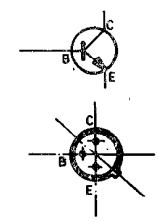
IO8 - MH8438
IO9 - UCY7407N



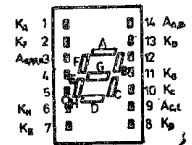
IO5.6.7 - E 147C



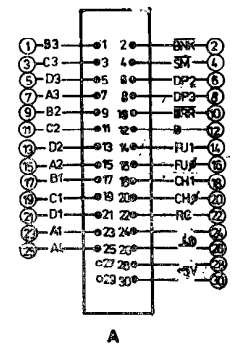
E26, E27 - KC507

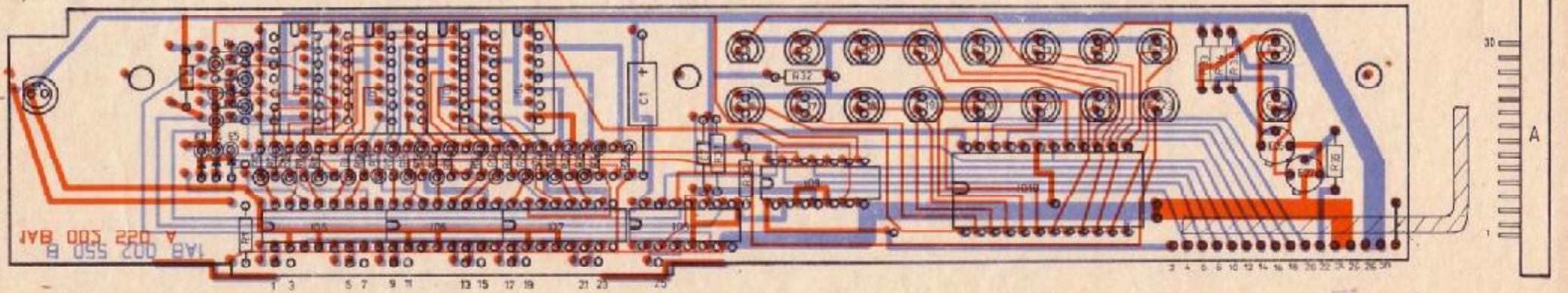


IO1.2.3.4 - LG410



Displej
Дисплей
Display

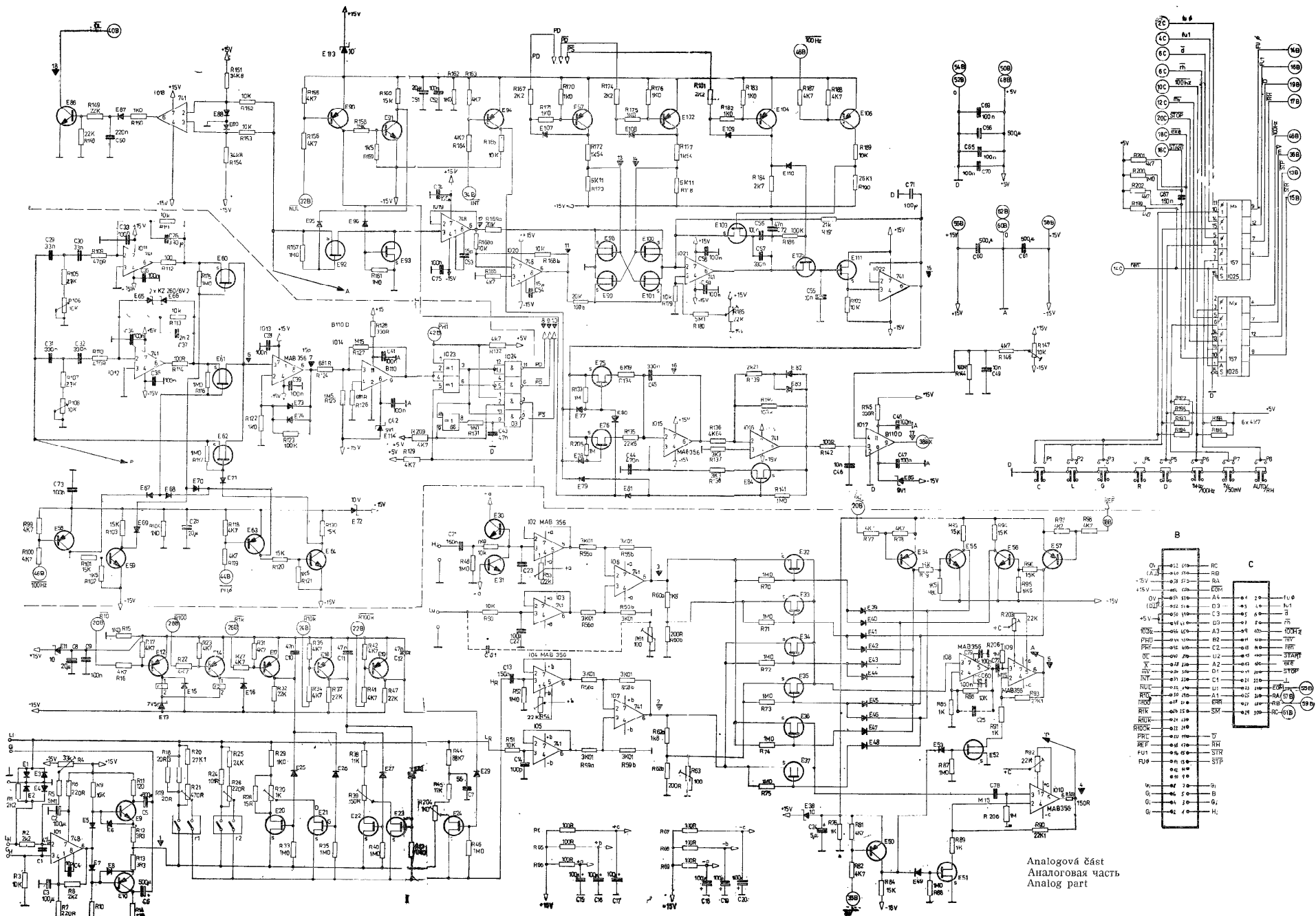




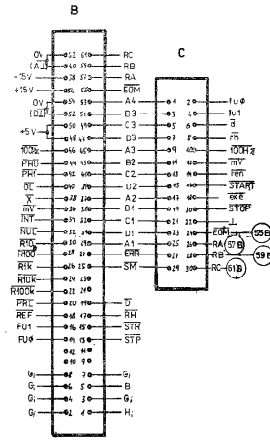
Display
 Дисплей
 Display

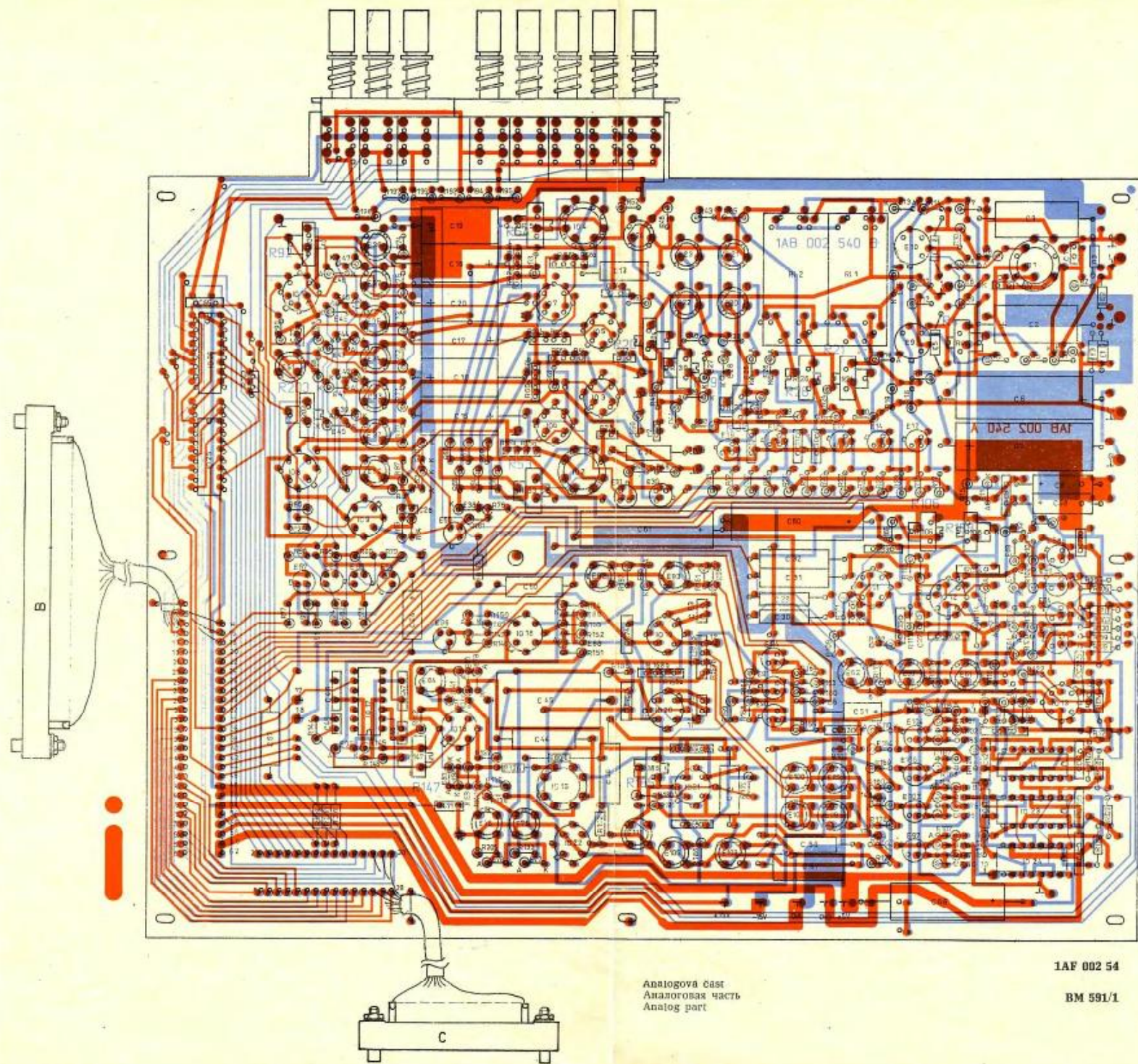
1AF 002 55

BM 591/2



Аналоговая часть
 Аналоговая часть
 Analog part



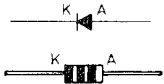


1AF 002 54

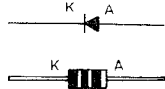
BM 591/1

Analogová část
 Аналоговая часть
 Analog part

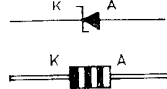
E1, E2, E3, E4 - KA 222



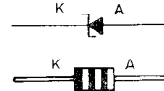
E5 ÷ E8, E15, E16,
E25 - E29, E39 - E49,
E53, E67 - E71, E77 ÷ 83,
E87 - E89, E95 - 96,
E107 - E110 - KA 206



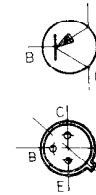
E13 - KZ 260/7V5



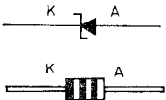
E113, E11, E72,
E38 - KZ 260/10V



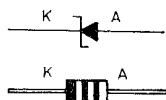
E10 - KFY 18



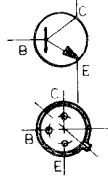
E65, E66 - KZ 260/6V2



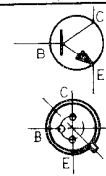
E85, E114 - KZ 260/9V1



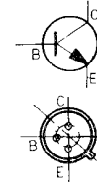
E9 - KFY 46



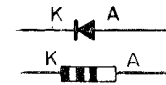
E30, E31, E55, E56,
E64, E91, E59 - KC 507



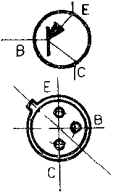
E86 - KC 508



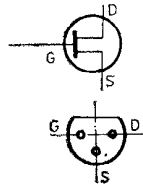
E73, E74 - KA 261



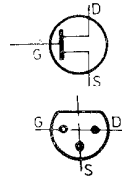
E12, E14, E17 - E19,
E50, E54, E57, E58,
E63, E90, E94, E97, E 106,
E102, E104 - 1AN14535 (BCY 78)



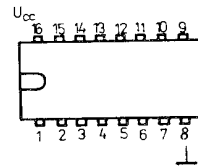
E20 ÷ E24, E32 - E37,
E51, E52, E60 - E62,
E75, E76, E84, E92, E93,
E98 ÷ E101, E 103, E 105 - KS 4392



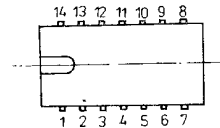
E111 - KS 4393



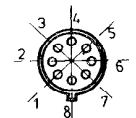
I025, I026 - UCY 74 157



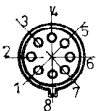
I023 - UCY 7486N



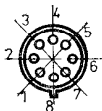
I08, I09, I010, I013,
I02, I04, I015 - MAB 356



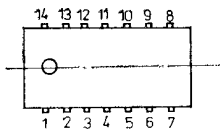
I01, I019, I020 - MAA 748



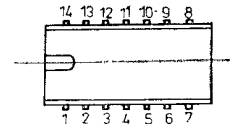
I03, I05 ÷ I07, I016, I011, I012,
I018, I022 - MAA 741



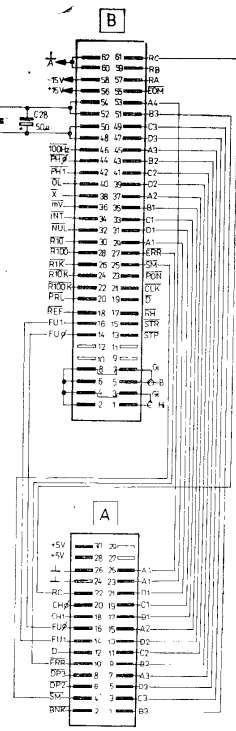
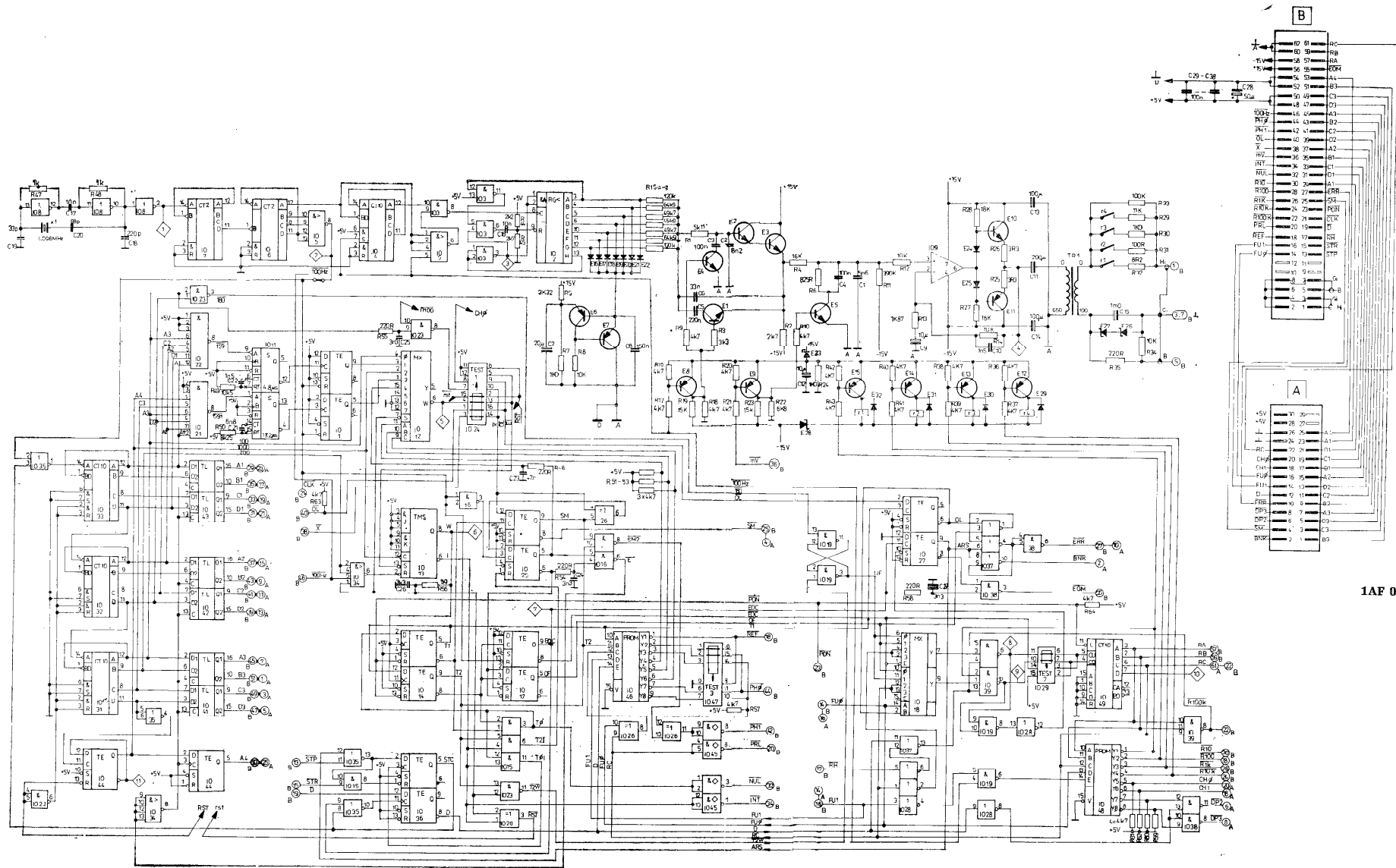
I014, I017 - B110D



I024 - MH 8403



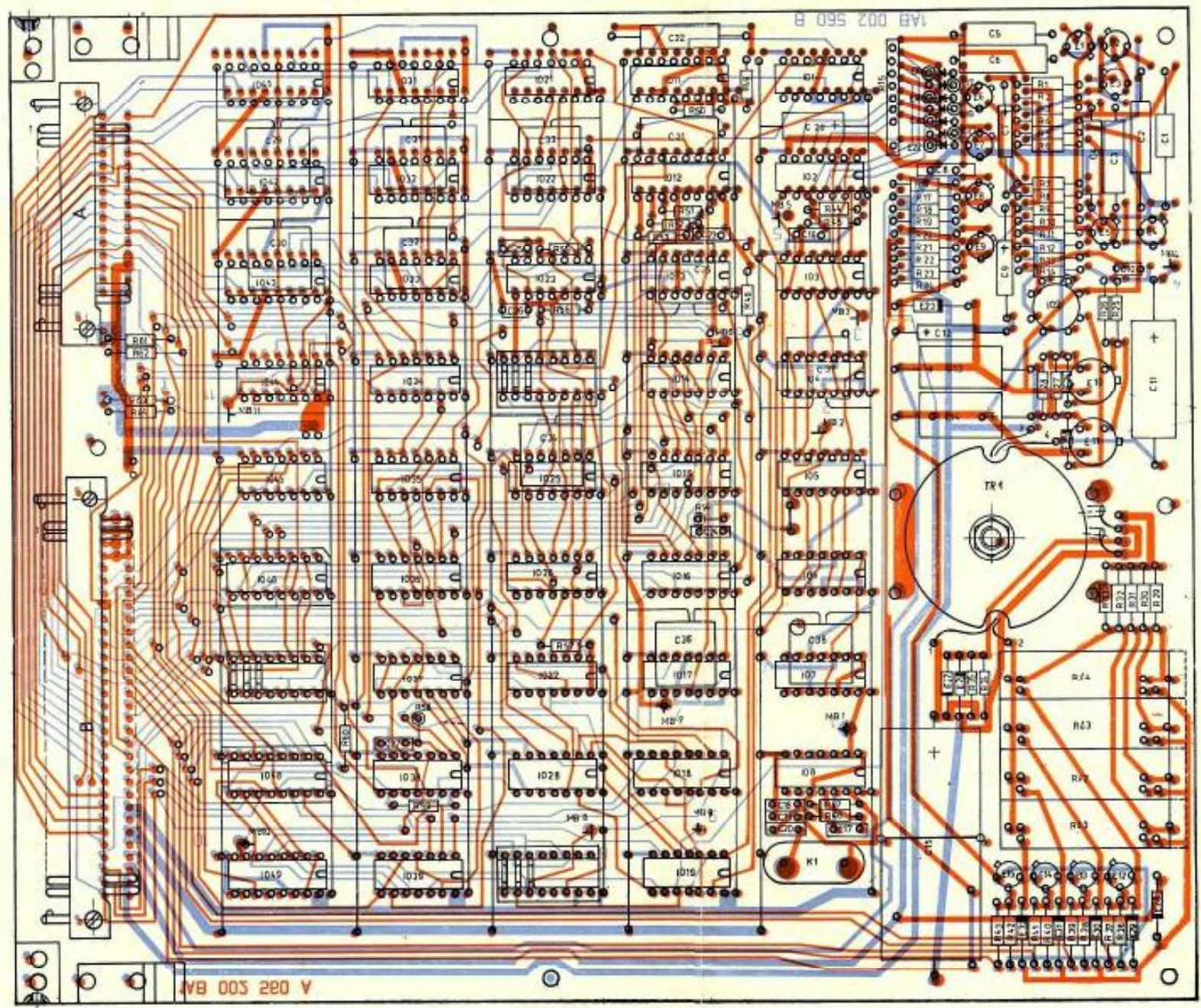
Analogová část
Аналоговая часть
Analog part



Číslicová část
Цифровая часть
Digital part

1AF 002 58

BM 591/9

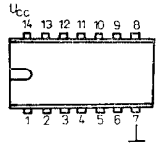


Číslicová část
 Цифровая часть
 Digital part

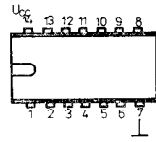
1AF 002 56

BM 591/3

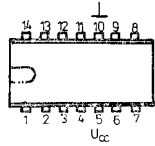
108, 1028 - MH 8404



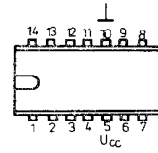
103, 1023,
1016, 1019,
1038 - MH 8400



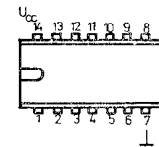
107, 106 - MH 8493A



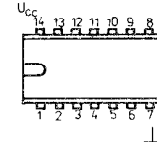
104, 1033,
1032, 1031 - MH 8490A



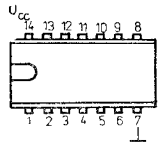
105, 1034 - MH 8440



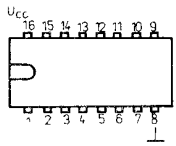
102 - MH 84164



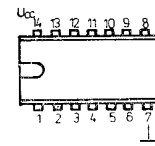
1022, 1021 - MH 8430



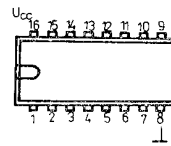
1011 - UCY 74123 N



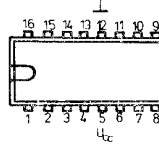
101, 1044, 1014,
1036, 1025, 1017,
1027 - MH 8474



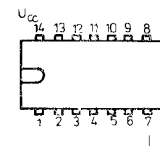
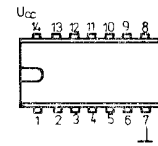
1012 - MH 84151



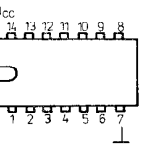
1041, 1042,
1043 - MH 8475



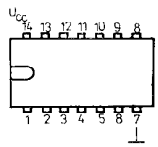
1013 MH 8472 1037, 1035 UCA 6402 N



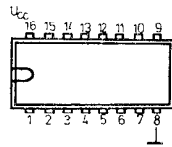
1015 UCY 7408 N



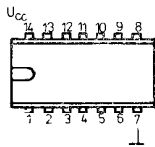
1026 - UCY 7486 N



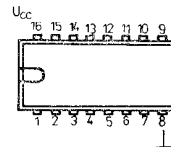
1046 1AN 13604
1048 - 1AN 13605



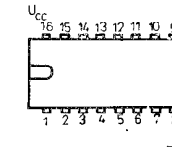
1045 - MH 8403



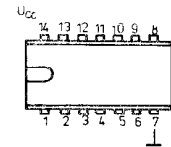
1049 - MH 84192



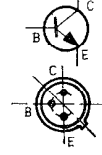
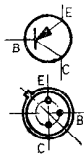
1018 - UCY 74153 N



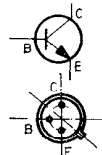
1039 MH 8410



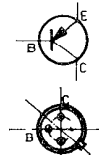
E6 + E9, E12 + E15 - 1AN14535 (UCY 73) E1 - E5 - KC 507



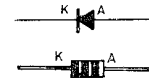
E10 - KFY 46



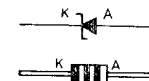
E11 - KFY 18



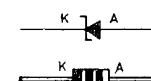
E16 + E22,
E24, E25, E29 + E32 - KA 261



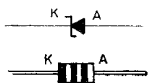
E26, E27 - KZ 260/18



E28 - KZ 260/7V5



E33 - KZ 260/10





109 - MAA 741





Číslicová část
Цифровая часть
Digital part



Změnový list - Automatický měřič RLCG BM 591
(série 882)

- str. 4 - v sestavě úplné dodávky se mění číslo krytu IAF 251 11 na: „IAF 251 16“.
- str. 7 - v odstavci „Dovolená chyba C“ se mění vzorec $(0,3\% + 0,3D) + 2 \text{ dig}$ na: $(0,3 + 0,3D)\% + 2 \text{ dig}$.
- str. 14 - na obr. 2 se u pozice 1 mění označení tlačítka ① na: .
U polarizačního napětí se mění označení - na: „ \perp “
- str. 19 - v kap. 6.8. přistupuje za podpis kapitoly značka „“
- str. 30, 31 - v tab. 7 došlo k záměně výrazů.
U přepočtu $G_p(G_a)$ má být v posledním sloupci $G_p \pm G_a(G_s \pm G_p)$.
U přepočtu $C_p(C_a)$ má být v předposledním sloupci $C_p \pm C_a(C_s \pm C_p)$.
- str. 32 - na obr. 8 je pozice č. 8 přemístěna na pravou stranu síťového zdroje.
- str. 35 - ve 4. řádce se mění čísla obvodů E18, E19 na E17 - E19.
- str. 70 - v tabulce u dcatavení rozeshu 8 se mění číslo dostavného prvku R45a na R204.

Лист изменений - Автоматический измеритель RLCG
BM 591 (серия 882)

- стр. 4 - в комплектности поставки исправляется первая строка:
1 шт. кожух (часть выходного разъема) IAF 251 16
- стр. 7 - в абзаце „допустимая погрешность“ изменяется формула $(0,3\% + 0,3D) + 2 \text{ цифр}$ на: $(0,3 + 0,3D)\% + 2 \text{ цифр}$
- стр. 14 - на рис. 2 у позиции 1 изменяется обозначения кнопки ① на: .
У напряжении поляризации изменяется обозначения - на: „ \perp “
- стр. 19 - в главе 6.8. добавляется после медном главк обозначения „“
- стр. 30, 31 в табл. 7 изменены выражения; у пересчета $G_p(G_a)$ должно быть в последнем столбце $G_p \pm G_a(G_s \pm G_p)$.
У пересчета $C_p(C_a)$ должно стоять в последнем столбце $C_p \pm C_a(C_s \pm C_p)$.
- стр. 32 - на рис. 8 позиция 8 перемещается в правую сторону источника сети
- стр. 35 - в 4 строке изменяются номера цепей E 18, E 19 на E 17 - E 19
- стр. 70 - в таблице установки поддиапазона 8 изменяется номер установочного элемента R45a на R204.

List of alterations - Automatic RLCG meter
BM 591 (series 882)

- page 4 - Section 2 "Contents of a complete consignment" - the number IAF 251 11 of the cover alters to IAF 251 16.
- page 7 - Section "Permissible error C" the formula $(0.3\% + 0.3D) + 2 \text{ dig}$ alters to: $(0.3 + 0.3D)\% + 2 \text{ dig}$
- page 14 - See Fig. 2 - designation of the push-button ① alters to: .
See push-button U_{POL} , designation - alters to " \perp ".
- page 19 - See section 6.8. The title "Polarizing voltage" is completed by the mark "".
- pages 30, 31 - See Table 7 where the following changes have to be done:
The conversion $G_p(G_a)$ has a change in the last column $G_p \pm G_a(G_s \pm G_p)$.
The conversion $C_p(C_a)$ has a change in the last column $C_p \pm C_a(C_s \pm C_p)$.
- page 32 - See Fig 8 - position no. 8 has to be placed to the right side of the mains supply.
- page 35 - See the 4th line where the numbers of the circuits change: E18, E19 to E17 - E19.
- page 70 - Adjustment of the range 8 in the Table 20 - the number of the adjusting element R45a alters to R204.

str. 71 - v tabulce u nastavení nuly IO 4
a IO 8 se mění hodnota dostavní-
ho prvku na 22 kΩ.

str. 72 - v seznamu náhradních dílů se mě-
ní poslední díl IAF 251 11 na
IAF 251 16.

стр. 71 - в таблице у установки нуля ИС 4
и ИС 8 изменяется значение уста-
новочного элемента в 22 кОм

стр. 72 - в перечни запасных частей изменя-
ется последняя часть IAF 251 11
в IAF 251 16.

page 71 - Table 20, Adjustment of zero IO 4
and IO 8, the value of the adjusting
element alters to 22 kΩ.

page 72 - The last number of the List of spare
parts IAF 251 11 alters to IAF 251 16.